

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BİNALARIN DEPREM RİSKLERİNİN BİRİNCİ KADEME DEĞERLENDİRME  
YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR SAHA ÇALIŞMASI:  
ERZİNCAN İLİ ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yapı Öğretmeni Ömer BAYRAK**

**ŞUBAT 2011  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BİNALARIN DEPREM RİSKLERİNİN BİRİNCİ KADEME DEĞERLENDİRME**

**YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR SAHA ÇALIŞMASI:**

**ERZİNCAN İLİ ÖRNEĞİ**

**Yapı Öğretmeni Ömer BAYRAK**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“Yüksek Lisans (İnşaat Mühendisliği)”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24.01.2011  
Tezin Savunma Tarihi :14.02.2011**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKKÖSE  
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Süleyman ADANUR  
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Osman DEMİR**

**Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**

**Trabzon 2011**

## ÖNSÖZ

Bu çalışma; Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

“Binaların Deprem Risklerinin Birinci kademe Değerlendirme Yöntemiyle Belirlenmesi Üzerine Bir Saha Çalışması: Erzincan İli örneği” isimli tez çalışmasını bana öneren ve her aşamasında gerek bilgi ve tecrübelerini gerekse maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet AKKÖSE'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca her türlü desteğini benden esirgemeyen Dr. Mehmet ÖZCAN'a, Dr. Ahmet Can ALTUNIŞIK'a, Araş. Gör. Temel TÜRKER'e, Araş. Gör. Hasan Tahsin ÖZTÜRK'e ve Araş. Gör. Ali İhsan KARAKAŞ'a yardımlarından dolayı müteşekkir olduğumu belirtmek isterim. Ayrıca akademik hayatım boyunca bana emeği geçen ve destek olan hocalarıma çok teşekkür ederim.

Eğitimim süresince ve hayatımın her safhasında bana maddi ve manevi her türlü desteği veren rahmetli babama, muhterem anneme ve kardeşlerime müteşekkirim. Ayrıca tüm desteğiyle yanımda olan ve beni sabırla desteklemeye devam eden değerli eşime göstermiş olduğu sabırdan dolayı teşekkür eder bu çalışmanın yeni çalışmalara ışık tutmasını, ülkemize ve insanlara faydalı olmasını temenni ederim.

Ömer BAYRAK  
Trabzon 2011

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET .....	VI
SUMMARY .....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Binaların Değerlendirilmesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	2
1.2.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar .....	2
1.2.2. Türkiye Dışında Yapılan Çalışmalar .....	10
1.3. Tezin Amacı ve İçeriği .....	11
1.4. Binaların Kademeli Değerlendirme Yöntemleri.....	12
1.4.1. Birinci Kademe Değerlendirme Yöntemleri.....	12
1.4.1.1. Birinci Yöntem (1-7 Katlı Betonarme Binalar İçin) ODTÜ.....	12
1.4.1.2. İkinci Yöntem (1-5 Katlı Yığma ve Karma Binalar İçin) ODTÜ .....	13
1.4.1.3. Üçüncü Yöntem BÜ ve YTÜ .....	14
1.4.2. İkinci Kademe Değerlendirme Yöntemleri .....	15
1.4.2.1. Birinci Yöntem (1-7 Katlı Betonarme Binalar İçin) ODTÜ.....	15
1.4.2.2. İkinci Yöntem (1-5 Katlı Betonarme Binalar İçin) İTÜ.....	16
1.4.2.3. Üçüncü Yöntem (Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi) İTÜ .....	16
1.4.2.4. Dördüncü Yöntem BÜ ve YTÜ.....	16
1.4.2.5. Beşinci Yöntem (1-7 Katlı Betonarme Binalar İçin) ODTÜ .....	17
1.4.2.6. Altıncı Yöntem (1-5 Katlı Yığma ve Karma Binalar İçin)...ODTÜ.....	17
1.4.3. Üçüncü Kademe Değerlendirme Yöntemleri .....	17
1.4.3.1. Birinci Yöntem (İTÜ).....	18
1.4.3.2. İkinci Yöntem (1-7 Katlı Betonarme Binalar) ODTÜ.....	19
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	21
2.1. Giriş .....	21

2.2.	Erzincan’ın Coğrafi Yapısı ve Zemin Özellikleri.....	21
2.3.	Erzincan İl Merkezinde Seçilen Betonarme Binaların Birinci Kademe Değerlendirilmesinde Kullanılan Parametreler .....	23
2.3.1.	Kat Adeti .....	23
2.3.2.	Yumuşak Kat .....	25
2.3.3.	Ağır Çıkma .....	26
2.3.4.	Görünen Yapı Kalitesi .....	29
2.3.5.	Kısa Kolon.....	29
2.3.6.	Çarpışma Etkisi .....	31
2.3.7..	Tepe-Yamaç Etkisi .....	33
2.3.8.	Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Etkisi .....	33
2.3.9.	Bina Deprem Puanı.....	33
2.4.	Erzincan İl Merkezinde Seçilen Yığma ve Karma Binaların Birinci Kademe Değerlendirmesinde Kullanılan Parametreler .....	34
2.4.1.	Kat Adeti .....	34
2.4.2.	Görünen Yapı Kalitesi .....	35
2.4.3.	Yığma Yapılardaki Duvar Boşluk Oranı .....	37
2.4.4.	Yığma Yapılardaki Duvar Boşluk Düzeni .....	39
2.4.5.	Çarpışma Etkisi .....	40
2.4.6.	Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Etkisi .....	42
2.4.7.	Bina Deprem Puanı.....	42
3.	<b>BULGULAR VE İRDELEMELER .....</b>	<b>44</b>
3.1.	Giriş .....	44
3.2.	Betonarme Binaların İrdelenmesi .....	46
3.2.1.	Kat Adeti Açısından Değerlendirme .....	46
3.2.2.	Yumuşak Kat Açısından Değerlendirme .....	47
3.2.3.	Ağır Çıkma Açısından Değerlendirme .....	48
3.2.4.	Görünen Yapı Kalitesi Açısından Değerlendirme.....	49
3.2.5.	Kısa Kolon Açısından Değerlendirme.....	50
3.2.6.	Çarpışma Etkisi Açısından Değerlendirme .....	51
3.2.7.	Tepe- Yamaç Etkisi Açısından Değerlendirme .....	51
3.2.8.	Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Açısından Değerlendirme .....	52
3.3.	Yığma Binaların Birinci Kademe Değerlendirme Yöntemiyle Değerlendirilmesi .....	52
3.3.1.	Görünen Yapı Kalitesi Açısından Değerlendirme.....	53

3.3.2.	Duvar Boşluk Oranı Açısından Değerlendirme .....	53
3.3.3.	Duvar Boşluk Düzeni Açısından Değerlendirme .....	54
3.3.4.	Çarpışma Etkisi Açısından Değerlendirme .....	55
3.3.5.	Kat Adeti Açısından Değerlendirme .....	56
3.3.6.	Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Etkisi Açısından Değerlendirme.....	56
4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	57
5.	KAYNAKLAR.....	62
6.	EKLER .....	63
ÖZGEÇMİŞ		

## ÖZET

Bu tez çalışmasında, dünyada ve Türkiye’de artan nüfusa bağlı olarak artan yapı stoklarının, olası depremlere karşı performanslarının ne derecede olduklarının saptanması amaçlanmıştır. Bunun için Erzincan ili merkez mahallelerinde bulunan 400 adet binaya birinci kademe değerlendirme yöntemi uygulanmıştır.

Bu çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, binaların deprem performansının değerlendirilmesi için dünyada ve Türkiye’de yapılan çalışmalar sunulmuştur. İkinci bölümde, binaların değerlendirilmesiyle ilgili yapılan çalışmalar, bulgular ve irdelemelere yer verilmektedir. Çalışmalar kısmında öncelikle, her binaya gidip sokaktan tarama yapıp, binaları inceleyip gerekli bilgileri alındıktan sonra bu bilgileri forma kaydedildi. Buna ek olarak binanın fotoğrafını da çekildi. Ancak bu işlemleri yapmadan önce şehrin idaresinden sorumlu kurumlardan izin alındı. Sonra her bina için toplanan bilgileri ve fotoğrafları alınıp bir tablo oluşturuldu. Sonra bu tablodan istatistiki veriler elde edildi. Çalışmalar Erzincan’ın merkezindeki mahallelerden yapıldığı için istatistiki çalışmayı da mahallelere göre sınıflayarak işe başlandı.

Üçüncü bölümde de bulunan bu istatistiki verilerle Erzincan ilindeki çalışılmış 400 bina, incelenen parametreler yönünde değerlendirilmiştir. Sonra mahaller arasında ayrıntılı karşılaştırmalar yapılmış ve diğerleri ile karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bina Değerlendirme, Birinci Kademeli Değerlendirme, Erzincan’daki Binalar, Kısa Kolon

## **SUMMARY**

### **A Field Study Based on the Determination of Earthquake Risk of Building According to the First Stage Evolution: A case Study at ERZİNCAN**

In this thesis, the main objective is to determine level of performance of buildings stocks ageist increasing due to population in Turkey and in the world.

Therefore, first step evolution method is applied to 400 buildings locatioted at the center of Erzincan. The thesis is divited in to three parts. In the first part researches done in Turkey and in the world for the evolution of building earthquake performance are investigated.

In the second part, studies related to evolutions of buildings are summarized. First of all, by scanning each building from the sidewalk required information is obtained and recooded. Additionally , some photos are taken. Prior to all these investigations and studies are done required permission is taken. A table is formed according to the collected data and building photos and from this table statistical datas are obtained. At the last part, 400 buildings in Erzincan are evoluated with respect to particular parameters with the help of gathered statistical information. A detailed study is done to find out the distribution at these particular parameters among streets.

**Key Words:** Building Evolution, First Step Evolution, Buildings of Erzincan, Short Column



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1.	Tektonik Oluşumlu Erzincan Ovası'ndan Bir Görünüş ..... 22
Şekil 2.2.	Erzincan Ovasından Bir Başka Görünüş ..... 23
Şekil 2.3.	1992 Depreminde Yıkılmamış Bitişik Nizam Beş Katlı Bina..... 24
Şekil 2.4.	1992 Erzincan Depreminde Yıkılmamış Beş Katlı Bina..... 24
Şekil 2.5.	Yumuşak Katlı Betonarme Bir Bina..... 25
Şekil 2.6.	Yumuşak Katlı Betonarme Bir Bina..... 26
Şekil 2.7.	Ağır Çıkmalı Bir Bina ..... 27
Şekil 2.8.	Geniş ve Ağır Parapetli Bir Balkona Sahip Bina ..... 28
Şekil 2.9.	Ağır Çıkmalı Bir Bina ..... 28
Şekil 2.10.	Kısa Kolon Oluşumuna Sebep Olmuş, Kolonlar Arasına Yarım Yükseklikte Yapılmış Duvar. .... 30
Şekil 2.11.	Kolondan Kolona Yapılmış, Pencere Parapetleri Kısa Kolon Oluşturan Betonarme Bir Bina ..... 30
Şekil 2.12.	Çarpışma Etkisi Olan Binalar ..... 31
Şekil 2.13.	Çarpışma Etkisi Olan Binalar ..... 32
Şekil 2.14.	Bitişik Çarpışma Etkisi Olan Binalar ..... 32
Şekil 2.15.	Yığma Yapılan ve Dış Görünüşü Kaliteli Bina ..... 36
Şekil 2.16.	Üç Katlı Yığma Bir Bina ..... 36
Şekil 2.17.	Duvar boşluk oranı fazla olan bina..... 38
Şekil 2.18.	Duvar boşluk oranı fazla olan yığma bina..... 38
Şekil 2.19.	Duvar boşluk oranı az olan yığma bir bina..... 39
Şekil 2.20.	Duvar boşluğu düzenli bir yığma bina ..... 40
Şekil 2.21.	Duvar boşluk düzeni, düzenli bir yığma bina..... 40
Şekil 2.22.	Çarpışma etkisi olan yığma-betonarme bina ..... 41
Şekil 2.23.	Yığma binanın bitişiğinde yapılan betonarme yapı ile çarpışma etkisi..... 41
Şekil 3.1.	Binaların Taşıyıcı Sistemlerine Göre Dağılımı ..... 45
Şekil 3.2.	İncelenen 310 Betonarme Binanın Kat Adetlerinin Dağılımı ..... 46
Şekil 3.3.	Yumuşak Katlı Binaların Dağılımını Gösteren Grafik..... 47
Şekil 3.4.	Ağır Çıkmalı Betonarme Binaların Oranı ..... 48
Şekil 3.5.	Betonarme Binalardaki Görünen Kalitenin Dağılımı ..... 49

Şekil 3.6.	Kısa kolonlu Binaların Dağılımını Gösteren Grafik .....	50
Şekil 3.7.	Çarpışma Etkisinin Dağılımı .....	51
Şekil 3.8.	Yığma Binaların Mahallelere Göre Dağılımını Gösteren Grafik .....	52
Şekil 3.9.	Yığma Yapıların Görünüşlerinin İyi, Orta ve Kötü Olarak Dağılımı.....	53
Şekil 3.10.	Duvar Boşluk Oranının Dağılımını Gösteren Grafik .....	54
Şekil 3.11.	Duvar Boşluk Düzeninin Dağılımını Gösteren Grafik .....	55
Şekil 3.12.	Çarpışma Etkisi Olan Binaların Dağılımı.....	56
Şekil 4.1.	Yığma ve Karma Yapıların Deprem Puanlarını Gösteren Grafik .....	58
Şekil 4.2.	Erzincan'daki Betonarme Yapıların Deprem Puanlarının Dağılımı.....	60

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1	ODTÜ'nün Geliştirdiği 3. Kademe Değerlendirme Basamakları ..... 20
Tablo 2.1	Betonarme Binaların Deprem Puanını Hesaplamaya Yarayan, Yapı Düzensizliklerini ve Olumsuzluk Katsayılarını Gösteren Tablo ..... 34
Tablo 2.2.	Yığma Yapılar İçin Deprem Bölgesi-Kat Adedini Gösteren Tablo ..... 35
Tablo 2.3	Yığma ve karma Binalar İçin Deprem Puanlarını Hesaplama ve Olumsuzluk Parametrelerini Gösteren Tablo ..... 42
Tablo 4.1	Yığma ve Karma Binaların Deprem Puanlarının Dağılımını Gösteren Tablo ..... 58
Şekil 4.2.	Betonarme Binaların Deprem Puanlarının Dağılımını Gösteren Tablo .... 60

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1.Giriş

Hızla büyüyen, değişen ve gelişen dünyamızda bu hızlı gelişim, olumlu tarafının yanında olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Özellikle ikinci dünya savaşından sonra barışın sağlanması ile ülkeler her alanda hızla büyümeye ve kalkınmaya başlamış ve bu büyüme inşaat alanında da hızla devam etmiştir. Ancak her alanda olduğu gibi, inşaat alanında da kontrolsüz büyüme beraberinde birtakım zafiyetler getirmiştir. Özellikle insanların biyolojik ihtiyaçlarından sonra en önemli ihtiyaçları barınma olduğu için insanlar bilinçli ya da bilinçsiz yapılar yapıp içine girmişlerdir. Hal böyle olunca denetimsiz, kontrolsüz ve de bilinçsiz yapılaşma beraberinde birçok sorunu da getirmiştir. Yapıların depreme ve diğer etkilere karşı dayanımları bu sorunların ana temelini oluşturmaktadır.

Bilindiği gibi, doğal afetler arasında insanoğlunun çaresiz kaldığı tabii hadiselerinden biri de depremlerdir. Depremler; yeri, zamanı ve şiddeti önceden bilinmeyen yer sarsıntılarıdır. Topraklarının % 96'sı, nüfusunun % 98'i ve önemli sanayi tesislerinin %75'i farklı derecelerde deprem riski olan ülkemizde tabii afetlerin sebep olduğu sosyal ve ekonomik maliyetler gün geçtikçe artmaktadır (Bayındırlık Şurası, 2009). Geçmişte dünyada olduğu gibi ülkemizde de büyük ve yıkıcı hatta can kaybına sebep olan depremler olmuştur. Özellikle 1992 Erzincan depremi bu büyük depremlerin kilometre taşı olmuş ve 1992 Erzincan depreminden sonra ülkemizde deprem araştırmalarında ve yönetmeliklerinde önemli revize çalışmaları başlamıştır ve bu araştırmalar her geçen gün de güncellenmektedir. En son 1999 Kocaeli depremi binlerce binanın yıkılmasına ve bu yıkıntıların altında kalan on binlerce insanımızın hayatına mal olmuştur. 1999 Kocaeli ve Düzce depremi sonrasında yapılan araştırmalar ve istişareler ile ülkemizde mevcut yapı stoklarının olası depremlere karşı incelenip, gerekli çalışmalar yapıldıktan sonra değerlendirilmesi ve bir an önce uygulamaya konulması uygun görülmüştür. Bu tabii afetler üzerine Cumhuriyet tarihinde ilk defa Devlet Planlama Teşkilatı 8'inci beş yıllık kalkınma planı hazırlıkları aşamasında doğal afetler konulu bir özel ihtisas komisyonu kurulmasına ve bu komisyonun tespit ve önerileri doğrultusunda deprem ve diğer doğal afetlerle ilgili önlemlerin alınması kararlaştırılmıştır (Bayındırlık Şurası, 2009). DURTES

(hızlı durum tespit yöntemi) ve kademeli değerlendirme yöntemleri ülkemizde olması muhtemel depremlerde mevcut bina stokunun değerlendirilmesi geliştirilen yöntemlerden ikisidir. Bina türü yapı stoku mevcut yapıların önemli bir bölümünü oluşturduğundan ve olası yıkımlarda can kaybı ile sonuçlandığından ülkemizde hızlı bir şekilde bina değerlendirmesine ihtiyaç vardır. Bu yöntemin en önemli faydalarından biri de çok kısa bir zamanda birkaç parametre kullanarak bir binanın deprem performansının %80'lere yakın doğruluk oranı ile tespit edilebilmesidir (URL-1, 2010).

## **1.2. Binaların Değerlendirilmesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

### **1.2.1. Türkiye'de Yapılan Çalışmalar**

Hızlı değerlendirme yöntemleri ile ilgili ilk çalışmalar, 1968'de Tokachi-Oki depreminden sonra elde edilen veriler kullanılarak geliştirilen kolon-duvar indeksine dayalı SST adlı yöntemdir (Shiga ve diğerleri, 1968). Hızlı değerlendirme yöntemlerinin deprem mühendisliği literatürüne ciddi bir biçimde girmesini sağlayan en önemli gelişmeler FEMA 154 ve FEMA 155 (1988) raporlarıdır.

1992 Erzincan Depremi'nden itibaren yurdumuzda da, göçme sınırını yakalamaya çalışan çeşitli hızlı değerlendirme yöntemleri araştırılmaya başlanmıştır (Tezcan ve Akbaş, 1996; Hassan ve Sözen, 1997; Gülkan ve Sözen, 1999; Pay, 2001; Baysan, 2002; Boduroğlu vd., 2004; Yakut, 2004; Yakut vd., 2005; Yakut vd., 2006). 'Sıfır Can Kaybı Projesi' ve 'P5 Yöntemi' adıyla Tezcan vd. (2002 ve 2003) tarafından depremde can kaybının önlenmesi için mevcut binaların hızla taranmasını amaç edinen değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir (URL-2, 2010).

Dünyada ve Türkiye'deki bina stokunun büyüklüğü karşısında o kadar çok binayı tek tek inceleyip, gerekli bilgileri toplayıp bu bilgileri değerlendirmek çok da kolay değildir. Bunun için pratik ve geçerli bir takım yaklaşımlar geliştirmek ve bunları kullanarak durum belirlemesi yapmak gerekmektedir. Bu amaçla gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin yaptığı gibi kademeli değerlendirme yöntemi kullanmak uygun bir yaklaşım olarak görülmektedir. Ülkemizin üniversitelerinden değerli akademisyenlerin yoğun çalışmaları neticesinde ortaya çıkan bu yaklaşım en gerçekçi, hızlı ve akılcı yöntem olarak görülmüştür (Deprem Şurası Kararları, 2004).

Mevcut binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesi ve gerekli görülenlerin güçlendirilmesi veya yıkılıp yeniden yapılması, değerlendirme yöntemlerinin ana çekirdeğini oluşturmaktadır. Değerlendirilmesi planlanan bölgedeki ana planda tüm binaların ayrıntılı bir şekilde ele alınması hem maliyet hem de zaman açısından ekonomik değildir. Çünkü bina stoku çok fazladır ve bir çoğunda ya projesi yok ya da eksik projelenmiştir. Tüm bu sebeplerden dolayı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin yaptığı gibi kademeli değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir.

Kademeli değerlendirme yönteminde asıl amaç, yapı stoku bilgilerinin çıkarılarak deprem tehlikesine göre değerlendirmesi ve bu yapıların tehlike sıralamasının yapılması böylece deprem sırasında hasar görmesi ya da yıkılma olasılığı yüksek binaların bir sonraki kademede daha ayrıntılı ele alınmasıdır.

Kademeli değerlendirme yöntemi üç kademedен oluşmaktadır:

Birinci kademe (Sokak Taraması)

İkinci kademe (Bina içinden ve bilgi alınarak daha kapsamlı inceleme)

Üçüncü kademe (İkinci kademedeki riskli binaların bilgisayar modeli yardımı ile kapsamlı şekilde analiz edilerek incelenmesi)

Yıldızlar vd. (2002), yaptıkları çalışmada, hızlı durum tespiti için bir yöntem geliştirmişlerdir. Oldukça hızlı ve hassas bir çalışma gerektiren bu çalışmada yapıların deprem riski açısından analizi için bir yöntem ve algoritma sunulmuştur. Bu amaçla geliştirilen algoritmayı kullanarak bir bilgisayar programı yazılmış, program sonuçları detaylı yapısal analizler yapılarak elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Örnek olarak ilk defa İstanbul Üniversitesi blokları kullanılmış ve güçlendirme öncesindeki durumu ile güçlendirme sonrasındaki durumu analizler yapılarak karşılaştırılmıştır(URL-12,2011).

Damcı vd. (2003) yaptıkları çalışmada, Bakırköy ilçesinde bulunan yapı stokunun deprem riski açısından analizi için bir yöntem ve algoritma sunmuşlardır.. Bu amaçla geliştirilmiş olan ve söz konusu algoritmayı kullanan DURTES adlı bir bilgisayar programını tanıtmakta ve program sonuçlarını irdelemektedirler. Burada tecrübenin önemini, yapıların dış görünümünün yanıltıcı olabileceğini, projeye göre durum tespitinin sakıncalı olabileceğini ve yapıların kullanım amacının etkisinin önemini vurgulamaktadırlar.

Keleşoğlu vd. (2003), İstanbul'un Bakırköy ilçesi için yaptıkları bina değerlendirme çalışmasında üç aşama izlemişlerdir. Birinci aşamada zemin özelliklerine bağlı mikro bölgeleme ve arazi güvenlik değerlendirilmesi yapmışlardır. Yerel zemin özelliklerine ve

beklenen deprem özelliklerine bağlı olarak yer hareketinin oluşturacağı farklı geoteknik davranış biçimlerinin ve etki seviyelerinin belirlenmesini sağlamışlardır. İkinci aşamada zemin-yapı etkileşimini de hesaba katan hasar risk analizi yapmışlar ve bölgedeki yapı stoğunun envanteri çıkarılıp ve birinci aşamadan elde edilen geoteknik risk etkilerine bağlı olarak bu yapılarda beklenecek hasar risk seviyelerinin dağılımı elde etmişlerdir. Üçüncü aşamada da ikinci aşamadan elde edilen hasar risk dağılımlarına bağlı olarak öncelikli bölge ve öncelikli yapılardan başlanarak yapı ve zemin iyileştirilmesi yapılacağını vurgulamışlardır.

Çelik ve Öztörün (2004), Türkiye genelinde olası bir depremde mevcut yapılarda oluşabilecek hasarın, can ve mal kaybının minimuma indirilebilmesi için, olabildiğince hızlı ve doğru araştırmalar yapılmasına gerek olduğunu, bunun için yapı stoğunun en son meydana gelen depremlerde hasar alan yapıların nedenlerini, ne kadar hasar aldıklarını ve hangi yapısal bozukluklardan oluştuklarını irdeleyip belirli bir sonuca varılmasını vurgulamışlardır. Daha sonra da bölgenin hızla taranmasının yanı sıra geniş alan deprem master planının çıkarılmasının ve risk yönetiminin oluşturulmasının gerekliliğine vurgu yapmaktadırlar (URL-10, 2011).

Aslankara vd. (2005), yaptıkları çalışmada Denizli’de 2002 yılında bitirilen geoteknik ve jeolojik çalışmalar dikkate alınarak belirlenen pilot bölgede sokak taraması yöntemi ile bina envanter çalışması yapmışlardır. Binaları iyi, orta ve kötü olarak sınıflamışlardır. Hazus ve İzmir deprem senaryosunda kullanılan metotlar ışığında, Denizli’de meydana gelecek muhtemel depremlerde oluşacak hasar dağılımlarını elde etmişlerdir. Elde edilen bu bilgileri Coğrafi Bilgi Sistemine (CBS) aktararak değerlendirmeler yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada Denizli için yapılan geoteknik ve jeolojik çalışma sonucunda vurgulanan farklı büyüklükteki üç deprem senaryosunu kullanmışlardır. Bu senaryolarda oluşan bina hasarlarında çok sayıda can ve mal kaybı olacağını tespit etmişlerdir.

Akbulut ve Aytuğ (2005) yaptıkları çalışmada, ülkemizdeki mevcut yapı stoğunun çokluğunun sistematik bir düzen içinde ve vakit kaybetmeden hızlı bir şekilde gözden geçirilmesi ve sonrasında anlamlı bir öncelik sırası içinde yenilenmesi gereken yapılardan başlayarak depreme karşı güvenilir hale getirilmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar. Bu amaçla yaptıkları çalışmada binaların hasar görülebilirlik riski ile ilgili iki kademeli değerlendirmeyi önermişlerdir. Birinci kademede görsel olarak yapıyı dışarıdan incelemiş,

ikinci kademedede ise yapı ile ilgili kimlik bilgileri, zemin özellikleri, mimari ve taşıyıcı sistem özellikleri ve diğer bazı bilgilerin öğrenilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Bal (2005), yaptığı tez çalışmasında, bir yerleşim yerinde bulunan çok sayıda bina stoğunun deprem risklerin bulunmasını amaçlamıştır. Bunun için de deprem geçirmiş binalardan; hasarsız, orta hasarlı ve yıkılmış veya yıkılmaya yüz tutmuş bina örneklerinden belirli sayıda kullanarak bu binaların karakteristiklerini önerilen yaklaşımlarla yerlerinde kullanarak yöntemlerin ve kriterlerin güvenilirliğini test etmiştir. Böylece ileride olması muhtemel depremde yapıların nasıl davranacaklarının belirlenmesine de yardımcı olacak ampirik ve analitik yöntemler geliştirilmiştir.

Ampirik yaklaşımda kullanılan parametreler Tezcan ve diğerleri, 2002, 2003, 2004 ve 2005 tarafından önerilen parametrelerdir (Bal, 2005). Bu parametreler ışığında binalar performanslarına göre puanlanmış ve binalara 0-100 arasında puan verilmiş, puan arttıkça riskin de azaldığı belirtilmiştir..Analitik yöntemde ise doğrusal analiz yöntemleri kullanılmış olup görelî kat ötelenme oranı, kritik katlarda moment/kapasite oranları gibi parametreler kullanılmış, daha sonra bir kriter geliştirilmiş ve bu kriterlere göre binalar değerlendirilmiştir.

Çinicioğlu vd. (2005), yaptıkları çalışmada Bakırköy ilçesi için yapılan deprem risk analizi projesini tanıtmaktadırlar. Bu proje kapsamında farklı aşamalarda yapılan kapsamlı çalışmalar ile ilçenin sismik mikro bölgelemesi yapılmış ve ilçe sınırları içinde bulunan 10599 bina incelenerek yapısal risk analizi metodolojisi kapsamında birbirleri ile kıyaslanarak güvenlik seviyeleri göreceli olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmalarının en önemli ayağının veri kalitesi ve veri depolama işleminin sistematik bir şekilde yapılması olduğunu vurgulamışlardır (URL-11, 2011).

Özvan vd. (2005), yaptıkları çalışmada, hızlı değerlendirme sistemiği olan FEMA-154 yöntemiyle Van ili yerleşkesindeki yapıların olası bir depremde nasıl etkileneceğini araştırmışlardır. Bu yöntemde, yapının fotoğrafı çekilmiş, kullanım amacı ve taşıyıcı sistem türü belirlenmiş ve yapının mimari özelliklerinin bulunduğu bir veri toplama formu kullanılmıştır. Bu formdan elde edilen bilgilerle her yapıya bir puan verilmiş ve puanın artmasının da yapının dayanımın arttığının göstergesi olduğu belirtilmiştir. Yöntemde, yapının taşıyıcı sisteminde herhangi bir hesap yapılmamıştır. Bulunan sonuca göre; Van ilindeki yapıların kalitesinin son derece düşük olduğu, özellikle betonarme yapıların yaygın olarak kullanılan yığma yapılara nazaran daha zayıf yapısal özellikler sergilediği belirtilmiştir.



Öztorun ve Temur (2005), yılında yaptıkları çalışmada, DURTES yöntemine katkı getirmişlerdir. Kısa sürede doğruya en yakın sonuçları elde etmeyi amaçlayan bu yöntemlerin hesap adımlarının fazlalığı ve karmaşıklığı nedeniyle yardımcı yazılımlar geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadırlar. Mevcut çalışmada “Hızlı Durum Tespit Yöntemi (DURTES)” yazılımı için bilgi, giriş, raporlama ve çizim modülleri geliştirmişlerdir. Geliştirilen modüllerle puanlama ve röleve bilgilerinin girişinde harcanan sürenin azalmış, raporlama ve çizim seçenekleri geliştirilmiş, kullanım kolaylığı ve farklı yazılımlarla etkileşim sağlandığını vurgulamaktadırlar. Oluşturdukları data dosyasının mevcut yazılımda da kullanılabileceğini vurgulamaktadırlar.

Çelik vd (2007) de yaptıkları çalışmada, Doğu ve Batı Avrupa kentlerinde konsolosluk işlevi gören bir dizi binanın mevcut deprem risklerini, Kanada Ulusal Araştırma Birliği'nin yayımladığı ilkeler doğrultusunda hazırlanan hızlı değerlendirme yöntemi ile incelemiştir. Çalışmalarında, binaların taşıyıcı sistemlerinin ve malzemesinin türlerini (ahşap, çelik, betonarme, yığma), var olan yapısal düzensizliklerini, yapısal olmayan elemanların oluşturabileceği tehlikeleri, bölgenin sismik özelliklerini, zemin koşullarını, binanın yapım yılını, binanın önemini ve içinde yaşayanların sayısı gibi özellikleri dikkate alınarak yapısal ve yapısal olmayan indeksleri tanımlamaktalar ve bu değerleri sayısal olarak hesaplamaktadırlar. Sonuçta, binanın deprem riskini “deprem risk önceliği” katsayısı ile belirlemektedirler. Yapılan incelemenin, binaları deprem riski bakımından bir sıralamaya sokmaya yönelik olup gerçek deprem güvenlikleri belirlenen sıra ile daha kapsamlı biçimde incelenmesi gerektiği vurgulamışlardır. Çok sayıda ülkede ve bu ülkelerin kendilerine özgü bina tiplerinde edinilen deneyimlerin ışığı altında kullanılan hızlı değerlendirme yönteminin üstünlüklerini ve sakıncalarını tartışmışlar ve bazı değişikliklerle bu yöntemin Türkiye'deki mevcut yapı stoğuna uygulanabilme yolları araştırmışlardır.

Temur (2006)'da yaptığı tez çalışmasında, özellikle 1999 Kocaeli depreminin ardından yıkılan on binlerce bina ve hayatını kaybeden binlerce insanımızın aynı acıyı tekrarlamaması ya da daha az zararlarla atlatabilmesi için Türkiye'de mevcut yapı stokunun deprem güvenliklerinin belirlenmesi, gerekli görülenlerin onarım/güçlendirmesi, gerekli görülenlerin de yıkılıp yeniden yapılması gerektiğini öngörmüştür. Sayısı milyonlarla ifade edilen binaları oldukça hızlı ve güvenilir bir biçimde ele alınıp Türkiye'nin yerel koşulları kültürel özellikleri de göz önüne alınarak geçmiş depremlerle de kalibre edilerek geliştirmiştir.

Söz konusu çalışmada DURTES, (Hızlı durum tespit yöntemi) yapıya etkiyen taban kesme kuvveti ve yapının taban kesme kuvveti kapasitesini de hesaplayarak, yapıda elde edilen yaklaşık yüz bilgi ile bir risk sıralaması yapmıştır. Bu kadar çok bilgiyi derleyip, toparlamak ve elde edilen bilgileri değerlendirmek kolay olmadığı için bilgisayar programı geliştirmiştir.

(DYBHY) 2007, deprem yönetmeliğinde de bina değerlendirilmiştir. Yönetmelikte ilk olarak binalardan bilgi toplanması istenmiştir. Bunlar; sınırlı, orta sınırlı, kapsamlı bilgi düzeyleri olarak sınıflanmıştır. Sınırlı bilgi düzeyinde binadan, eleman detayları ve malzeme özellikleri istenmiştir. Orta sınırlı seviyede bina geometrisi malzeme özellikleri ve eleman detayları istenmiştir. Buna ek olarak kapsamlı bilgi düzeyinde yukarıda istenenlerin daha kapsamlı ve detaylı incelenmesi istenmektedir. Daha sonraki basamakta kesit hasar sınırları belirlenmiştir ki bunlar; minimum hasar sınırı, güvenlik hasar sınırı ve göçme sınırıdır.

Gülay vd. (2007)'de yaptıkları çalışmada, bu yöntemin daha önce yapılmış olan P 23 ve P24 yöntemlerinin daha gelişmiş olduğunu vurgulamışlar ve 2007 deprem yönetmeliğine göre bina değerlendirmenin, oldukça çok bina stokunda hızlı ve ekonomik bir çözüm olmadığını belirten Gülay vd. yapının projesi veya rölevesi üzerinde gerçekleştirilecek bazı sayısal ölçümler, gözlemler ve hesaplamalar sonucunda elde edilecek parametreler yardımı ile göçmeye aday binaların hızla ayıklanmasına yarayan P25 hızlı değerlendirme yöntemini geliştirmişlerdir. Söz konusu yöntemde, yapıda mevcut kolon, perde, dolgu duvar boyutları, rijitlikleri, taşıyıcı sistem düzeni, bina yükseklikleri, yönetmelikte tanımlanan çeşitli yapısal düzensizlikler, malzeme zemin özellikleri gibi parametreler üzerinden hesap yapılarak bulunan P1 temel yapısal puanı ile birlikte, binanın değişik göçme modlarını da göz önüne alan toplam yedi adet göçme puanı hesaplanmaktadır. Son olarak bu puanların birbirleri ile etkileşimini, ayrıca yapısal ve çevresel özellikleri, binanın bulunduğu bölge ve deprem verilerini de göz önüne alan bir P puanı belirlenmektedir. Bu P sonuç puanının az, orta veya yüksek riskli bölgeye düşmesi durumuna göre yapının göçme riski hakkında ya kesin bir bilgi edinilmekte ya da finansal verilere göre belirlenen kararsızlık bandı içine düşmesi halinde kapsamlı inceleme yapılarak gerekirse yıkılması ya da güçlendirilmesi önerilmektedir. Bu yöntemde, ayrıca bina yükseklikleri de hesaba katılmış ve 1999 Kocaeli depremi veritabanı kullanılarak da kalibrasyonu güncellenmiştir.

İnel vd. (2007), yaptıkları çalışmada ülkemiz yapı stoğundaki orta yükseklikte bulunan binaları doğrusal olmayan davranışlarının dikkate alınması ile performans değerlendirmesi yapmışlardır. Bunun için ülkemizde olan son 20 yılın yıkıcı deprem verileri kullanılmış ve bu deprem etkileri altındaki her binanın deprem performansları irdelenmiştir. Çalışmada 4 ve 7 katlı, aynı plana sahip referans binalar 1975 afet yönetmeliği esas alınarak tasarlanmış ve geçmiş depremlerde gözlemlenen hasar gören yapılardaki yapısal eksikliklerin bu binalara yansıtılması ile toplam 22 adet bina oluşturulmuştur. Sünek ve sünek olmayan davranış, uygulamada karşılaşılabilecek iki farklı enine donatı ile dikkate alınmıştır. 100 mm enine donatı aralığı sünek ve 200 mm donatı aralığı da sünek olmayan davranışı göstermektedir. Doğrusal olmayan dinamik analizde eşdeğer tek serbestlik dereceli (TSD) sistem kullanılmış ve sismik performans değerlendirmesinde ise 2007 deprem yönetmeliği kullanılmıştır. Analizleri yapılan binalar dikkate alınarak hasarlar ve nedenleri irdelenmiştir.

Sucuoğlu (2007), ülkemizin kentsel yerleşimlerinde bulunan orta yükseklikteki (1-6 katlı) betonarme binalar için bir risk değerlendirme yöntemi geliştirmiştir. Geliştirilen yöntem, yapı stokları içerisinde yer alan binalar için sokaktan gözlenebilen bina parametrelerini kullanarak (bina serbest kat sayısı, yumuşak katlar, ağır çıkımlar, görünen yapı kalitesi) bir risk sıralaması yapmaktadır. Sokaktan toplanan veriler değerlendirilerek her bina için bir performans skoru hesaplanmakta ve bu skorlar binaların buldukları konumda beklenen deprem şiddetine ve binaların depremde beklenen performanslarına bağlı olarak risk önceliklerini belirlemede kullanılmaktadır. Performans skorunun değeri çoklu doğrusal regresyon analizi ile türetilen ortalama değer fonksiyonundan elde edilmektedir. Bu fonksiyonun elde edilmesinde 1999 Düzce depremi sonrasında yapılan saha çalışmalarında derlenen ve 454 binayı kapsayan bir veri tabanı kullanılmıştır. Sunulan yöntem, İstanbul Belediyesi tarafından Zeytinburnu, Fatih ve Küçükçekmece ilçelerinin deprem risklerini belirlemek amacıyla yürütülen projelerde kullanılan birinci kademe değerlendirme yöntemidir. Birinci kademe değerlendirme sonucunda, deprem riski yüksek olarak belirlenen binalar daha kapsamlı inceleme için ikinci kademe değerlendirme kapsamına alınmıştır.

Şenel vd. (2007), yaptıkları çalışmada, Denizli’de muhtemel bir depremde binalarda oluşacak hasarları tahmin edebilmek için belirli bir bölgeden sokak taraması yapıp ve bu sokak tarama parametrelerinden (yapım yılı, kat sayısı çarpışma etkisi, kısa kolon, yumuşak kat, ağır çıkma, görünen kalite) oluşan bir veri tabanı oluşturmuşlardır. Daha

sonra Denizli’de olması muhtemel depremin şiddeti, jeolojik ve geoteknik çalışmaların verileri kullanılarak oluşma olasılığı en fazla olan  $M=6.3$  depremi ile en büyük depremi temsil etmesi için  $M=7.0$  depremleri senaryo deprem olarak tanımlanmış, buna göre Denizli’nin deprem talebini hesaplamışlardır. Jeolojik ve geoteknik çalışmalar sırasında yerleri belirlenen faylar ve mahalle bilgileri Coğrafi Bilgi Sistemi ile incelenmiştir. Belirli alana yakın mesafede bulunan Karakova-Akhan fayı depremlerin kaynağı olarak seçilmiş ve azalım ilişkileri yardımıyla spektrumlar üretilmiştir. Kapasite ve talebin belirlenmesi ile birlikte Kapasite Spektrumu Yöntemi’ne göre hesaplanan performans yer değiştirmeleri hafif, orta, ağır ve göçme hasar seviyelerini temsil eden yer değiştirmeler ile karşılaştırılmış, lognormal dağılım kullanılarak söz konusu hasar seviyelerine ulaşmanın birikimli olasılıkları hesaplamışlardır. Elde edilen sonuçların, bina yüksekliği ile hasar dağılımının ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. İnceledikleri 10 mahalleden elde edilen hasar olasılıklarını, Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından hazırlanan mahalle bazında bina envanterlerini de kullanarak Denizli’deki belli alanın içinde bulunan diğer mahalleler için genelleştirmişlerdir. Böylece Denizli’de oluşacak muhtemel depremde betonarme bina hasarları tahmin edilmiştir. Ulaştıkları sonuçlarla seçilen senaryonun depreme bağlı olarak göçme ve ağır hasar seviyelerine ulaşan bina oranının %10-20 seviyelerinde olacağını öngörmüşlerdir.

Yüksel (2008), deprem sonrası binalarda acil hasar tespit değerlendirilmesi üzerine çalışmış, hasar tespitinin ve özellikle kullanılabilirlik araştırmalarının, depremin hemen ardından gelen çok sayıda çağrı ile başlayıp, kısa sürede ve genellikle acil bir durumda yapılması gereken iş olduğunu nitelemekte ve bu işlemlerin hızlı bir şekilde elde edilen bilgiler ve bunların değerlendirilmesiyle birlikte sonuçlandırılmasının gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca bu hasar tespit işlerini yapan yapı mühendisinin tecrübesinin, binadaki yapısal hasarların tespitinde çok önemli olduğunu da belirtmektedir.

Nuhoğlu vd. (2009)’da yaptıkları çalışmada mevcut yapıların deprem etkisine maruz kalmaları halinde nasıl bir yapısal davranış sergileyeceklerini belirlenmeye çalışmışlar, bu amaçla yapılar üzerinde gerçekleştirilen tahribatlı ve tahribatsız uygulamaları genel olarak açıklamışlar ve çeşitli örnekler vererek binaların davranışlarını kontrol etmişlerdir. Sonuçta bina hakkında bir yargıya vararak güçlendirme veya alternatif çözüm üretmeye çalışmışlardır. Bunun için de 2007 deprem yönetmeliğindeki yaklaşımları dikkate almışlardır.

Sayın (2010), Antalya’da mevcut yapı stoğunu deprem açısından değerlendirirken NRCC hızlı değerlendirme yöntemini kullanmıştır. Bu yöntemde binalar; yapısal indeks, yapısal olmayan indeks ve sismik öncelik indeksi sınıflarına ayrılmaktadır. Bu indeksleri hesaplamak için; sismik bölge katsayısına, zemin koşullarına, taşıyıcı sistem katsayısına, döşeme sistemine, yapısal düzensizliklerine ve yapı önem katsayısının bilinmesi gerektiğine vurgu yapılmaktadır. Değerlendirme parametreleri olarak yapısal indeksin 1 ile 2 arasında olması yeterli deprem güvenliğinde; sismik öncelik indeksi 10’dan küçükse, yeterli deprem güvenliğinde olduğuna ve değer artmasının riskinde arttığına işaret ettiğini vurgulamaktadır (URL-4, 2010).

İstanbul Büyükşehir Belediyesi’nin Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) ile ortaklaşa yürüttüğü deprem risk analiz çalışmasında İstanbul’daki 146987 binaya risk taraması gerçekleştirilmiştir. Taramadan geçen 6 İstanbul’un ilçesindeki binaların %30’u riskli bulunmuştur. En risklisinin de Bahçelievler ilçesi olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, İstanbul Deprem Master Planı’nda belirtilen kademeli değerlendirme yöntemi kullanılmış ve binanın içine girilerek binayla ilgili 25 civarında soru soruya cevap aranmıştır. Riskli görülen binalar daha sonra kapsamlı değerlendirilmeye alınmıştır.(URL-5, 2010).

### **1.2.2. Türkiye Dışında Yapılan Çalışmalar**

FEMA 154 (2002), yöntemi ABD Deprem Zararlarını Azaltma Ulusal Programı kapsamında 1998 yılında geliştirilen ve 2002 yılında güncelleştirilen yöntem olası bir afet durumunda bölgede oluşabilecek zararları hesaplamayı ve afet yönetiminde bina türü yapılar için gerekli alt yapıyı oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu yöntemden elde edilen veriler FEMA tarafından geliştirilen risk tabanlı zarar analizi ve afet yönetim planlama yazılımı HASUS’ta kullanılmaktadır. Yöntemde yapıların dışarıdan gözlemlenebilen özelliklerine göre risk puanı hesaplanmaktadır. Bu risk puanının hesaplanmasında binanın; fotoğrafı, adresi, yapım yılı, kat sayısı, alanı, kullanım amacı, zemin tipi, yapı sınıfı gibi parametreler göz önüne alınmıştır. Daha sonra da yapı puanı hesaplanıp bina değerlendirilmiştir. Burada yüksek puanın yapının sağlamlığına işaret ettiği belirtilmiştir.

FEMA 310 (1998)’da binaların değerlendirilme süreci aşamalı olarak gerçekleştirilmektedir. Değerlendirmede öncelikle, binanın bulunduğu bölgenin saha taraması yapılmakta, sonra binanın hangi deprem bölgesinde olduğu saptanmakta ve son

olarak binanın hangi yönden değerlendirileceği (kullanım amacı) belirlenmektedir. Daha sonra bir sonraki kademeye geçilmekte ve bina hızla kontrol edilmektedir. Bu kontroller; temel kontrolü, taşıyıcı eleman kontrolü ve yapısal olmayan kontroller şeklindedir. Sonuçta bazı eksiklikler tespit edilip düzeltme gerekli görülürse, tüm bina yada eksik kısımlar değerlendirilmeye alınmaktadır. Bir sonraki aşama lineer statik ve lineer dinamik analizleridir. Bu metotlar da binayı değerlendirmede yetersiz kalırsa son olarak lineer olmayan analize ihtiyaç duyulur ki bu da en ayrıntılı değerlendirmedir. Bundan da sonuç çıkmazsa, yani sonuç olumsuzsa bina depreme karşı dayanıksız kararı verilir.

Ramli ve Yong (2008), Uygulamalı Teknoloji Konseyi'nde (ATC-21) depremde yıkılma riski taşıyan binaların, oldukça hızlı ve ucuz bir şekilde sadece dışarıdan yürüyerek yapılan incelemeyle belirlenebileceğini belirtmiştir. Bu yöntemle bina değerlendirirken yapısal herhangi bir analizin yapılmamış olduğunu, sadece bir veri toplama formu kullanılarak binaların sınıflandırıldığını belirtmiştir. Ayrıca bu form vasıtasıyla binaların dışarıdan görünen kısımlarına bağlı olarak binaya puan verildiğini, bu puanın düşüklüğün riskin fazla olduğu anlamına geldiğini belirtmiştir.

ATC 21 (Applied Technology Council)'de bina değerlendirme, binanın yapısal etkilerinin hızlı bir şekilde deprem performansını ortaya çıkarmaktadır. ATC 21'de bina değerlendirme amacı olarak, zamanı ve iş gücünü çok tasarruflu kullanmak olduğu vurgulanmaktadır. Sonraki adımlarda riskli olduğu düşünülen yapıların performans analizleri gerçekleştirilerek yapı değerlendirilmektedir. İlk olarak yapı dışarıdan gözlenerek; görünen kalitesi, düşeyde düzensizliği olup olmaması, yumuşak kat varlığı, binanın yaşı, burulma etkisi, kısa kolon varlığı ve son olarak çarpışma etkisi gibi taşıyıcı sistem özellikleri belirlenir. Sonra binanın modeli çıkarılır ve varsa eksiklikler belirlenir. Son olarak yapı tipine göre değerlendirilip yapıya not verilir (URL-3, 2010).

### **1.3. Tezin Amacı ve İçeriği**

Bu tez çalışmasında, Erzincan İl merkezinde bulunan orta yükseklikteki (1-6 katlı) betonarme ve yığma binalar için 400 bina Birinci Kademe Değerlendirme yöntemi (sokaktan tarama) ile incelenmiştir. İncelenen bu binaların 88 adedi yığma 2 adedi karma geriye kalan 310 adedi de betonarme binadır. Birinci kademe değerlendirmede kısa kolon, yumuşak kat, ağır çıkma, görünen yapı kalitesi, çarpışma etkisi, tepe-yamaç etkisi, kat

adedi kullanılarak bir risk sıralaması yapılmıştır ve değerlendirmede, her bir bina için harcanan zaman yaklaşık olarak 10 dakika olmuştur.

2004 yılındaki deprem sırasında, ülkemizin % 93'ünün ve nüfusunun ise % 98'inin çeşitli derecede deprem bölgelerinde olduğu, deprem felaketi ile çok sayıda can ve mal kaybı olduğu acilen imar, afet kanunlarının yeniden düzenlenmesi gerektiği, mikro bölgeleme çalışmaları ile ülke çapında depremselliğin doğru bir şekilde belirlenmesinin gerektiği vurgulanmış ve ulusal sismik ağ sistemi kurulmasının gerekliliği dile getirilmiştir. Ayrıca bina türü yapı stoğunun deprem tehlikesine karşı envanterinin çıkarılması ve değerlendirilmesi bağlamında kademeli değerlendirme yapılması ve bu değerlendirmeye göre binalarda gereken iyileştirmelerin yapılması gereği belirtilmiştir.

#### **1.4. Binaların Kademeli Değerlendirme Yöntemleri**

##### **1.4.1. Birinci Kademe Değerlendirme Yöntemleri**

Bu tezde yapılan çalışmalarla, inceleme yapılan yerleşim alanındaki yapıların sağlıklı bir envanterinin çıkartılması ve elde edilecek envanter bilgilerine bağlı olarak yapılacak değerlendirmeler sonucunda, can kaybı bakımından en riskli görülen binaların sayılarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Birinci kademe değerlendirme için yapılacak olan saha çalışmaları genel olarak yapıların adres bilgilerinin toplanması ve sokaktan görünen yapısal özelliklerinin belirlenmesine yöneliktir.

##### **1.4.1.1. Yöntem I: (1-7 katlı betonarme binalar için) ... ODTÜ**

Bu yöntem (Sucuoğlu ve Yazgan, 2003), 1-7 katlı betonarme binalar için geliştirilmiştir. Bu yöntemde sokaktan gezilerek yapılar için belirlenen görünür özellikler şunlardır:

- Kat adedi
- Yapıda yumuşak katın bulunup bulunmadığı (yok, var)
- Yapıda ağır çıkma bulunup bulunmadığı (yok, var)
- Görünen yapı kalitesi (iyi, orta, kötü)
- Kısa kolon (yok, var)

- Çarpışma etkisi (yok, var)
- Tepe/yamaç etkisi (yok, var)
- Yerel zemin koşulları ve deprem etkisi (bölge hız, PGV, bölgelerine ayrılıyor)

Sokaktan gözlenen parametreleri elde edilen ve coğrafi koordinatları, dolayısıyla hangi hız bölgesinde olduğu bilinen 1-7 katlı betonarme bir binanın deprem riski puanı yukarıda tariflenen parametreleri içeren bir seri istatistiksel analiz sonucunda belirlenerek puanlama yöntemi ile elde edilmektedir. Bu yaklaşımı benimseyen yöntemlerde, binanın kat sayısı ve bulunduğu bölgenin deprem tehlikesine göre (örneğin mikro-bölge haritalarından belirlenecek) hız bölgesine göre binaya bir baz puan verilmektedir. Daha sonra her olumsuzluk parametresi için belirli ölçülerde puan azaltılmaktadır. Sonuçta elde edilen deprem puanı ne kadar düşükse binanın riski o kadar yüksek olmaktadır. Olumsuzluk puanlarının belirlenmesi geçmiş depremlerde gözlemlenen yapı davranışlarını hesaba katan bir seri olasılık analizi sonucunda belirlenmektedir. Bu nedenle olumsuzluk puanlarının yeni gözlemleri de içerecek şekilde sürekli olarak yenilenmeleri yöntemin sağlıklı gelişimi açısından çok önemlidir.

#### **1.4.1.2. Yöntem II: (1-5 katlı yığma ve karma binalar için) ... ODTÜ**

Bu yöntem, Haluk Sucuoğlu ve arkadaşları (İDMP, 2003) tarafından önerilmiş ve yığma ve karma yapılar için geliştirilmiş olup 1992 Erzincan ve 1995 Dinar depremleri sonrasında yığma binalarda gözlenen hasarlar ve yapı özellikleri ışığında parametreleri belirlenmiştir. Yöntemin dikkate aldığı yapı parametreleri şunlardır:

- Kat adedi
- Görünen yapı kalitesi (iyi, orta, kötü)
- Duvar boşluk oranı (az, orta, çok)
- Duvar boşluk düzeni (düzenli, az düzenli, düzensiz)
- Çarpışma etkisi (yok, var)
- Yerel zemin koşulları ve deprem etkisi (yukarıda olduğu gibi)

Yöntem, betonarme yapılara uygulanan birinci yöntemle aynı esasa çalışıp, kalibrasyonu yapılmış bir tabloda yapı olumsuzluklarına ceza puanı verilerek, bir deprem puanı belirlemekte, buna göre sıralama yapmaktadır.



### 1.4.1.3. Yöntem III ...(BÜ-YTÜ)

Aydınoğlu ( İDMP, 2003), tarafından geliştirilen bu yöntem, aşağıdaki yapısal parametreleri kullanarak, öngörülen deprem için, yapının “deplasman talebi deplasman kapasitesi” oranı tahmin edilerek, bu orana göre sıralama yapılması esasına dayanmaktadır. Bu yaklaşımda ilk önce, deprem tehlikesi haritalarında küçük hücreler bazında tanımlanan “spektral ivmeler” ve bunlardan elde edilen “spektral yer değiştirmeler” den yararlanılarak, binaların türüne göre “deprem istemi” tepe yer değiştirmeleri cinsinden hesaplanmaktadır. Bundan sonra, “can güvenliği” ve “göçme kontrolü” performans kriterleri için her bir bina tipinin özelliğine göre, tepe yer değiştirmesi “kapasite”leri hesaplanmaktadır. Kapasite hesabında, yapısal olumsuzluklar, birden küçük bir sayı ile çarpılarak değerlendirilmektedir. Daha sonra binalar istem/kapasite oranına göre sıraya dizilmektedir. Oranın büyüklüğü yapının bağlı olarak daha az güvenli olması demektir. Yöntemin kullandığı bina bilgileri şunlardır:

- Binanın adresi ve koordinatı (GPS verisi)
- Binanın cepheden çekilmiş elektronik fotoğrafı
- Binanın yaklaşık oturma alanı
- Binanın kat sayısı (bodrum hariç, varsa çekme kat dahil)
- Binanın görünen inşaat kalitesi (İyi, orta, kötü)
- Binanın bitişik veya ayrık nizamda olması durumu
- Bitişik nizamda ise; binanın köşede olup olmadığı
- Bina betonarme ise kat seviyelerinin farklı olup olmadığı
- Binanın ana taşıyıcı sistemi (betonarme, yığma-kâgir veya ahşap)
- Betonarme binalarda:
  - Zayıf kat olup olmadığı
  - Cephede kısa kolon olup olmadığı
  - Cephe kolonlarının zemin katta konsollara oturup oturmadığı
- Yığma-kâgir ve ahşap binalarda:
  - Cephe duvarlarında duvar boşluk oranı mertebesi (az, orta, çok)
  - Cephe duvarlarında duvar boşluklarının düzenli olup olmadığı.

## 1.4.2. İkinci Kademe Değerlendirme Yöntemleri

İkinci kademe değerlendirme için, İstanbul Deprem Master Planı'nda altı ayrı yöntem sunulmuş ve pilot uygulamalarla güncellenmeleri öngörülmüştür. Bunlar sırası ile aşağıda özetlenmiştir.

### 1.4.2.1. Yöntem I: (1-7 Katlı betonarme binalar için) ... ODTÜ)

Bu yöntem, Prof. Dr. Güney Özcebe, Prof. Dr. Semih Yüce men ve Y. Doç. Dr. Ahmet Yakut tarafından geliştirilmiş olup, yapı içinden toplanacak ek bilgilere dayanarak bina hakkında karar verebilen bir yaklaşımdır, (Yüce men vd., 2004; Özcebe vd., 2004; Yakut vd., 2003). Hasar endeksleri iki ayrı performans seviyesine göre belirlenmiştir: “Can Güvenliği” ve “Hemen Kullanılabilirlik” Yöntemde kullanılan parametreler şunlardır:

- Kat sayısı
- Minimum normalize edilmiş yatay rijitlik indeksi
- Minimum normalize edilmiş yatay dayanım indeksi
- Normalize edilmiş çerçeve süreklilik skoru
- Yumuşak kat indeksi
- Çıkma oranı

Yöntem istatistiksel tabana oturtulmuş bir yaklaşım içermektedir. Önerilen analitik enstrümanlar 1999 Düzce depreminden sonra Düzce ve yöresindeki hasarlı binalar üzerinde yapılan detaylı çalışmalar sonucu oluşturulmuş veri bankası kullanılarak kalibre edilmiştir. Yöntemde bir yapının hasar görmesine neden olan başlıca unsurlar göz önüne alınmaktadır. Bunlar arasında deprem yer hareketinin büyüklüğü, zemin parametreleri, binanın deprem merkezine uzaklığı ve yukarıda maddeler halinde verilen yapısal parametreler yer almaktadır. Tümüyle ülkemiz gerçeklerinden hareketle şekillendirilmiş olan bu yöntem, inceleme altındaki binalar için doğrudan “güvenli”, “güvensiz” veya “ayrıntılı inceleme gerektirir” şeklinde karar verebilme yeteneğine sahiptir.

#### **1.4.2.2. Yöntem II: (1-5 katlı betonarme binalar için) ... İTÜ**

1992 Erzincan, 1995 Dinar, 1998 Adana-Ceyhan ve 1999 Kocaeli-Gölcük-Düzce depremlerinden sonra, az katlı betonarme yapıların sergilediği hasar ve yapılan incelemelerden sonra önerilmiş ve geliştirilmiş bir ikinci kademe değerlendirme yöntemidir. Yöntem; eğitilmiş elemanlardan yararlanılarak az katlı betonarme binalarda seçilecek kritik katlarda, yatay yük taşıyıcı betonarme elemanların belirlenmesi, boyutlarının ölçülmesi ve birbirine göre olan konumlarının saptanarak taşıyıcı sistem planının çıkartılması, kirişlerle ilgili gözlemler ve/veya gerekli ölçümlerle bilgi toplanması, döşeme cins ve özellikleri, kaplama ve duvar özellikleri ve benzeri bilginin derlenmesi, bina katları ve yapısal düzensizliklerinin ortaya konmasından sonra yaklaşık yollarla sayısal olarak işlenmesine dayanır.

#### **1.4.2.3. Yöntem III: (Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi) ... İTÜ**

Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi (DGTY), dünyaca kabul görmüş hızlı değerlendirme yöntemlerinden biri olan Japon Sismik İndeks Yönteminin, 1992 Erzincan depremi, 1998 Adana-Ceyhan depremi ve 1999 Marmara ve Düzce depremleri sonrasında farklı hasar seviyelerindeki binalara uygulanması sonucunda ve Deprem Yönetmeliği (1997) çerçevesinde ülkemiz koşullarına uyarlanması ile geliştirilmiş; deprem güvenliğinin hızlı şekilde tahmin edilmesi amacı ile betonarme çerçeve, perde-çerçeve veya sadece perdelerden oluşan taşıyıcı sisteme sahip bodrum kat hariç altı ve/veya daha az katlı bina türü yapılara uygulanabilen bir hızlı tarama yöntemidir

#### **1.4.2.4. Yöntem IV:... BÜ-YTÜ**

Aydınöğlü (İDMP, 2003) tarafından geliştirilen yöntem, Türkiye pratiğinde yer alan 6 kata kadar betonarme binaların kapasite eğrilerinin, performans seviyeleri ile uyumlu deprem için yapı isteminin kestirilmesi esasına dayanmaktadır

#### **1.4.2.5. Yöntem V: (1-7 katlı betonarme binalar için) ODTÜ**

İkinci kademede bina içinde yapılan incelemede binanın zemin kat taşıyıcı sistem planı ile zemin katta bulunan kolon, perde (varsa), giriş ve döşeme boyutlarını kullanarak, yapının muhtemel göçme modunu, sonra da buna bağlı olarak kapasitesini tahmine dayanan bir yöntemdir.

#### **1.4.2.6. Yöntem VI: (1-5 katlı yığma ve karma binalar için) ODTÜ**

Az ve orta yükseklikteki yığma binaların deprem davranışı, taşıyıcı duvarların kayma davranışı ile belirlenir. Yöntem, kat ağırlık ve rijitlik merkezleri arasındaki dış merkezliği de dikkate alarak, kat kesme dayanımı endeksi hesabına, bunun aldığı değerlere göre performansını öngörmeye dayanmaktadır.

### **1.4.3. Üçüncü Kademe Değerlendirme Yöntemleri**

Ayrıntılı değerlendirme yöntem ve/veya yöntemleri olarak, Deprem Yönetmeliği (2007) revizyonunda düzenlemeler verilmiştir. İDMP'nda yer alan üçüncü kademe değerlendirme yöntemlerinden bir veya bir kaç deprem yönetmeliğimizde yer almaktadır. Yönetmelik hükümlerinin kabul edilebilir en düşük yapı güvenliğini tarif ettiği bilinen bir gerçektir. Yönetmeliklerde yer alan yöntemler ise genelde uygulamacıya yol göstermek amacıyla hazırlanmış, güvenli varsayımlara dayanan yaklaşık yöntemlerdir. Diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de yönetmeliklerimiz belirli zaman süreçleri içerisinde gözden geçirilerek yenilenmektedir. Bu süreç genelde 5 yıl, bazı durumlarda ise daha uzun olabilmektedir. Bu anlamda tüm yönetmelikler tanımladıkları yöntemlerin ilkelerine sadık kalmak koşuluyla daha karmaşık ve/veya daha güncel yöntemlerin kullanımına da her zaman izin vermişlerdir. Üçüncü kademe değerlendirmede yapılacak analitik hesaplar; (a) yapının yapım projelerine, (b) yapı temel zemini ile ilgili ayrıntılı ve güvenilir sismik ve geoteknik bilgilere, (c) taşıyıcı sistem malzeme özelliklerine, (d) varsa, taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlarında hasar belirlenmesine ihtiyaç duyar. (a), (b) ve (c) deki bilgilerden eksik olanların ya da güvenilir bulunmayanların, mevcut yapı ve yapı zemini üzerinde çalışılarak ve gerekirse numuneler alınıp laboratuvar ortamlarında incelenerek, öncelikle

üretilmeleri gerekir. Rölöve teknikleri yaygın olarak bilinmektedir; bunun için bir kılavuz hazırlanması gerekemeyebilir. Bununla beraber, üçüncü kademe incelemenin gerektirdiği bilgilerle ilgili özel teknik şartnameler yazılırken, istenen rölöve biçimlerinden (mimari, yapısal, tesisat, vb) birer çizim örneği vermek yararlı olabilir; zira, bu işin en kısa ve net tanımı budur. Yapı lokasyonu ve temel zemini sismik ve geoteknik özellikleri hakkındaki bilgilerin, özellikle mevcut yapılar için, yeterince ayrıntılı tekniklerle hazırlanmış olması ihtimali düşüktür. Kapsamlı değerlendirmede mevcut yapı malzeme incelemelerinin ayrı bir yeri ve önemi vardır. Bu anlamda bilgi veren inşaat ataşmanlarına rastlamak ihtimali çok zayıftır. Tıpkı yapı (as-built) projeleri bulunsa bile, projede öngörülen malzeme kalitelerinin gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğinden ve yapıdaki dağılımından emin olmak gerekir. Görüldüğü üzere, her durumda malzeme incelemelerine ihtiyaç duyulabilir. Malzeme incelemelerinin amacı, salt kalite belirlenmesi de değildir. Kalite ve dağılımının belirlenmesi yanında, betondaki karbonatlaşmanın, donatıdaki paslanmanın, varsa bu anlamdaki hasar ve zaafaların, öngörülen beton örtülerin ve donatı konfigürasyonunun gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğinin, kısaca yapı taşıyıcı sisteminin güncel durumunun ve muhtemel yıpranmanın (durability) uygun ve güvenilir tekniklerle belirlenmesi ve rapor edilmesi gerekir. Bu anlamda bir malzeme inceleme uygulama kılavuzunun hazırlanması; yaygın olarak yapılan ve önümüzdeki yıllarda giderek artan ölçülerde yapılacak olan bu çalışmalara belirli bir kalite ve standart kazandırmak bakımından yararlı olacaktır. Diğer taraftan, depremlerden sonra hasar tespiti çalışmalarında kullanılan “Mühendislik Hizmeti Görmüş Yapıların Hasar Tespit Formu” benzeri, ama bu defa deprem ve yangın dışı nedenlerle hasar almış yapıların hasar tespitini düzenleyecek bir kılavuz oluşturabilmek, keza yararlı gözükmektedir. Yangına maruz kalmış yapıların hasar tespitini belirli bir standarda ve kaliteye bağlayan bir kılavuza duyulan ihtiyaç ise açıktır. Bu anlamda düzenlenen teknik raporların, bugüne kadar, salt inceleme yapanın deneyimine kalmış bir husus gibi gözükmesi bir eksikliklerdir.

Üçüncü kademe değerlendirmede iki yöntem bulunmaktadır. Aşağıda bu yöntemler kısaca açıklanmıştır.

#### **1.4.3.1. Yöntem I: ... (İTÜ)**

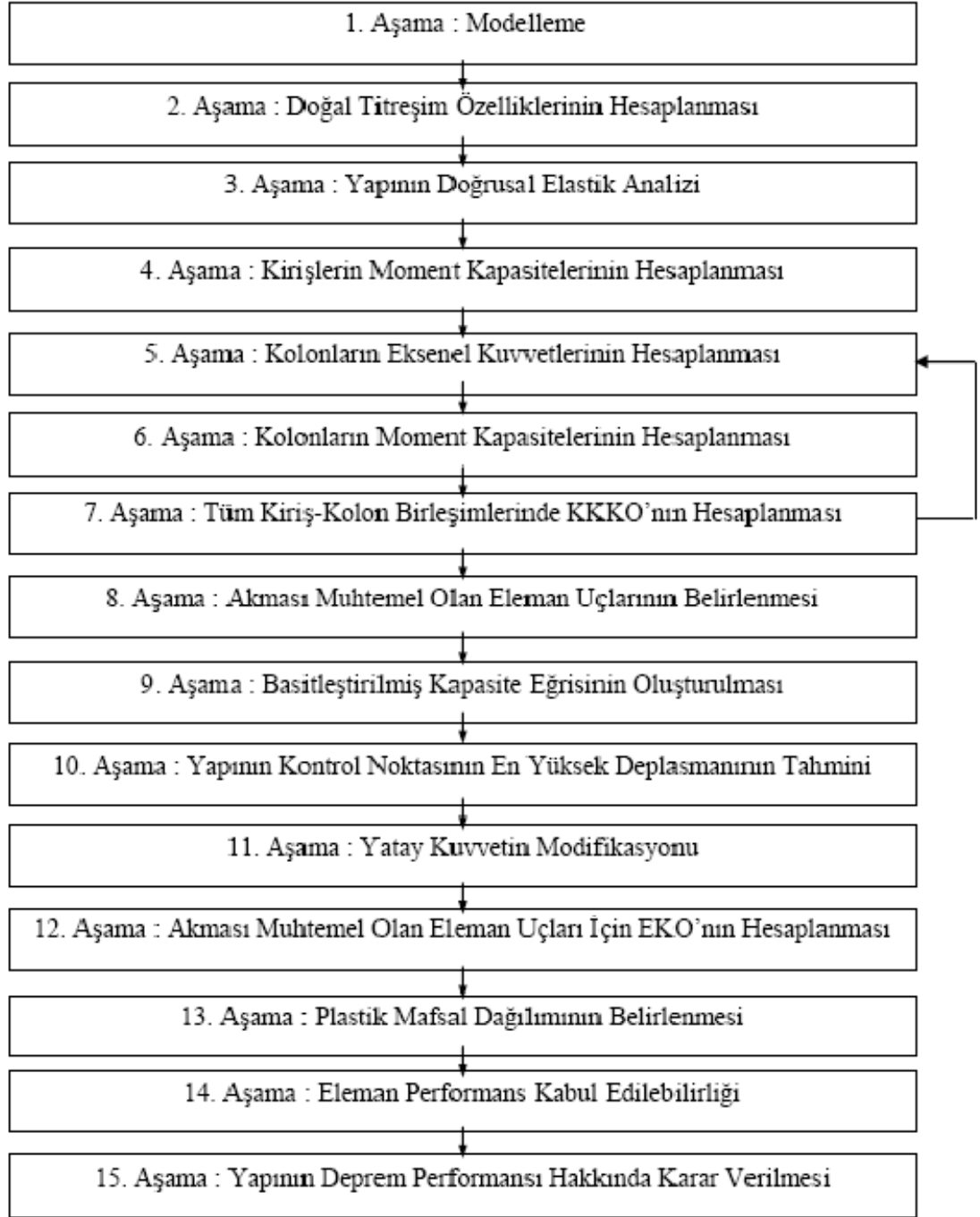
Mevcut betonarme binaların deprem güvenliklerinin değerlendirilmesi için önerilen bu yöntem, esas olarak doğrusal analize dayanan kuvvet bazlı bir değerlendirme

yöntemidir. Diğer bir deyişle, öngörülen deprem etkileri altında yapı taşıyıcı sistemi doğrusal teori ile hesaplanmakta ve binanın deprem güvenliğinin değerlendirilmesi dayanım esasına göre yapılmaktadır. Bununla birlikte, önerilen yöntemde yapı taşıyıcı sisteminde iç kuvvetlerin yeniden dağılımı sağlanabilmekte, yeniden dağılım sırasında oluşan plastik şekil değiştirmeler (plastik dönmeler) ile toplam elastoplastik yerdeğiştirmeler yaklaşık olarak hesaplanabilmekte ve kendilerine ait sınır değerler ile karşılaştırılarak yapının performans düzeyi belirlenmeye çalışılmakta, doğrusal olmayan bileşenleri de içeren toplam yer-değiştirmelerin doğrusal yerdeğiştirmeler oranı olarak tanımlanan sistem süneklik oranı hesaplanmakta ve bu değer esas alınarak sistem analizinde kullanılan deprem yükü azaltma katsayısı irdelenebilmekte ve gerekli olan hallerde yeni deprem yükü azaltma katsayısı için sistem analizi tekrarlanmaktadır.

#### **1.4.3.2. Yöntem II: (1-7 katlı betonarme binalar) ... ODTÜ**

Önerilen yöntem, 15 aşamadan oluşan kapasite ve kuvvet esaslı bir değerlendirme yöntemidir. (Günay ve Sucuoğlu, 2003; Sucuoğlu, 2003). Yöntemin uygulanmasında, tasarım çizimleri ve donatı detaylarına ihtiyaç duyulur. Önerilen deprem dayanımı değerlendirmesi yönteminin aşamaları Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1. 3. Kademe Değerlendirme Basamakları



## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Giriş**

Bu tez çalışmasında, Erzincan ili merkez mahallerinde bulunan binalardan 400 adet binanın birinci kademe değerlendirme yöntemiyle ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Birinci kademe değerlendirmede yönteminde amaç, binanın sokaktan görünen kısımlarından gereklileri bilgi toplamak ve bu bilgilerin yanı sıra binanın fotoğrafını çekip sonra da bunları inceleyerek gerekli değerlendirmeyi yapmaktır. Bu bilgileri eksiksiz ve doğru olarak elde edilebilmek amacıyla bir form oluşturulmuştur. Bu form yardımı ile her binanın bilgileri doğru, kalıcı ve sistematik olarak veritabanına aktarılmıştır. Daha sonra bu veritabanındaki bilgileri kullanarak binalara deprem puanı verilerek binalar değerlendirilmiştir.

### **2.2. Erzincan'ın Coğrafi Yapısı ve Zemin Özellikleri**

Erzincan ve çevresi Türkiye'nin jeolojik açıdan en karmaşık bölgelerinden biridir. Bölge bu karmaşık yapısını Mesozoyik başından Tersiyer ortasına kadar süren farklı okyanus açılma ve kapanma dönemlerinde kazanmıştır. Bugün farklı suture kuşaklarının birbirine kavuştuğu bir jeolojik düğümün üzerinde bulunan Erzincan'ın jeolojisi, şehrin içinde bulunduğu ovanın açılmasına neden olan genç yanal atımlı fayların etkisi ile daha da karmaşık hale getirilmiştir. Yaklaşık olarak tabanı 25, tavanı ise 50 km uzunluğunda bir yamuk şeklindeki Erzincan Ovası bölgedeki farklı yanal atımlı fayların ortaklaşa etkisi ile gelişmiş bir çek-ayır havzadır (URL-8, 2011). Yüksekliği 3500 metrelere ulaşan dağlarla kuzeyden ve 1100 metre kotu dolaylarındaki Fırat Nehri ile güneyden sınırlanmış olan şehir, batı ve doğudan açık bulunan Erzincan Ovası içerisinde yer alır. Erzincan şehrinin günümüzdeki boyutları doğu-batı doğrultusunda 5 km ve kuzey-güney doğrultusunda 3,5 km dolaylarındadır. Şehrin güneye doğru topoğrafik eğimi, 160 m'lik kot farkı karşılığında %2 dolaylarındadır (URL-9, 2011).

Erzincan tektonik çöküntü ovası üzerine kurulmuştur. Etrafı yüksek dağlarla çevrili ve deyim yerindeyse zemini tam bir tabak gibi düz olan şehir çok düzenli yapılanmıştır.



Erzincan'ın güneyi alçak olduğu için ve karasu nehrinin yatağı olduğu için buranın zemininin yer altı su seviyesi yüksektir. 1939 depreminden önce Erzincan buraya kurulu idi ancak zeminin iyi olmaması yapıların depreme karşı dayanıksız olması ve genelde kerpiçten yapılmış ağır evler olması gibi nedenlerle 1939 depreminde tamamen yıkılıp şehir yaklaşık dört kilometre daha kuzeye kurulmuştur. Ancak bu sefer de 1992'deki deprem şehri orta yerinden vurmıştır. Bütün bu depremler göstermektedir ki Erzincan çok aktif deprem kuşağında bulunmaktadır ve böyle depremler olmaya devam edecektir. Durum böyle olunca da bu şehirdeki yapılara gerekli denetim yapılmalı ve gereken önlemler alınmalıdır. Aşağıda Şekil 2.1 ve 2.2'de Erzincan ovasından bir görünüş verilmiştir.



Şekil 2.1. Tektonik oluşumlu Erzincan Ovası'ndan bir görünüş (URL-7, 2010)



Şekil 2.2. Erzincan ovasından bir başka görünüş (URL-7, 2010)

### **2.3. Erzincan İl Merkezinde Seçilen Betonarme Binaların Birinci Kademe Değerlendirmesinde Kullanılan Parametreler**

#### **2.3.1. Kat Adedi**

Temel üzerindeki toplam kat adedi sayılacaktır. Çatı katı, bodrum, ara kat varsa tam kat olarak sayılacak ayrıca kademeli binalarda, en yüksek kat adedinin olduğu kısım sayılacaktır. En son Kocaeli depreminin ardından ve daha önce olan depremler incelendiğinde görülmüştür ki neredeyse kat sayısı ile yapı hasarı arasında doğrusal bir ilişki ortaya çıkmıştır. Sucuoğlu ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmaya göre; 5 katlı bir binanın deprem riskinin, aynı bölgede ve aynı özelliklere sahip olan 3 katlı bir binaya göre deprem riski %40 daha fazla olduğu saptanmıştır. Deprem yönetmeliğine uyulduğu takdirde ve artan kat adedine paralel olarak artan kütleyle göre dayanım sağlanırsa ( iyi bir mühendislik hizmeti alırsa) binaların depremlerde alması muhtemel bu hasar oranı nispeten azalır. Ancak her halükarda kat sayısı ile binanın hasarı arasında doğrusal orantı vardır ve en önemli etkidir. Bilinen bir gerçek şu ki, ülkemizde binaların birçoğu uygun deprem tasarımına sahip değildir. Bu da ülkemizdeki binaların deprem riskinin ne derecede olduğunu göstermektedir. Son deprem yönetmelikleri Erzincan'da 1992 depreminden

sonra betonarme yapılarda en yüksek kat adedi olarak zemin üstünde dört kata izin vermektedir. Şekil 2.3 ve 2.4'te, Erzincan'da 1992 yılından önce yapılmış ve depremde ayakta kalmış 5 katlı binalardan örnekler verilmiştir.



Şekil 2.3 1992 Erzincan depreminde yıkılmamış bitişik nizam beş katlı bina



Şekil 2.4 1992 Erzincan depreminde yıkılmamış beş katlı bir bina

### 2.3.2. Yumuşak Kat

Birbirini takip eden katlar arası rijitlik farkı anlamına gelen yumuşak kat etkisi de yapıları olumsuz etkilemektedir. Yumuşak kat, genelde cadde kenarlarındaki binaların zemin katlarının iş merkezi olarak tasarlandığı binalarda görülmektedir. Bu tür binalar müşteri sirkülasyonunun kolay olabilmesi için daha yüksek yapılmakta ve ara bölme duvarlar kaldırılmaktadır. Bu durumda rijitlik azaldığı için yumuşak kat oluşmaktadır. Bu tür binaların birinci katlarının çöktüğü sıkça gözlenmiştir. Değerlendirmede yumuşak kat varsa 1, yoksa 0 (sıfır) katsayısı ile olumsuzluk kat sayısı çarpılarak binanın deprem puanı azaltılmaktadır. Şekil 2.5 ve 2.6'da yumuşak katlı binalara örnekler verilmiştir. Binalarda görüldüğü gibi birinci katları ya ticari mekan olarak ya da showroom olarak tasarlanandığı için yüksek yapılmıştır. Bu da yumuşak kat oluşumuna sebep olmuştur.



Şekil 2.5 Yumuşak katlı betonarme (zemin katı daha yüksek ) bir bina



Şekil 2.6 Yumuşak katlı bir betonarme bina

### 2.3.3. Ağır Çıkma

Çok katlı betonarme binalarda, çerçeve sistemin dışında düzenlenen geniş balkonlar ve bu balkonlara yapılan ağır parapetler ayrıca ağır çıkmalar kütle ve rijitlik merkezlerinin düzensizliğine sebep olur. Türkiye'deki binaların birçoğunda da zemine oturan kat alanı ile zemin üstündeki kat alanları farklıdır. Üst katlarda daha geniş alan oluşturmak için, üst kat döşemelerinin ankastre olarak dış cephedeki çerçeve akslarının dışına sarkıtılması yani çıkma yapması binada kütle ve rijitlik merkezinin kaymasına sebep olur. Bu durumda belirgin taşıyıcı sistem süreksizliği meydana gelir ki bu durum deprem dayanımı açısından oldukça sakıncalıdır. Bundan başka dış çerçeve akslarında belirgin giriş süreksizliği oluşur. Cephe girişleri çerçeve aksının dışına çıkma ile beraber çıkar ve böylece kolonlara dış merkezli olarak saplanırlar böylece gerekli rijitlik aktarımını sağlayamazlar 5-6 katlı ağır

çıkmalı binalar, çıkmasız binalara oranla yaklaşık olarak iki kat fazla hasar almıştır. Değerlendirmede ağır çıkma varsa 1, yoksa 0 (sıfır) katsayısı ile olumsuzluk kat sayısı çarpılarak binanın deprem puanı azaltılmaktadır. Sokak taraması sırasında kolaylıkla görülebilen bu olumsuzluk parametresi, geçmiş depremlerde birçok hasara sebep olduğu bilinmektedir. Şekil 2.7, 2.8, 2.9’da ağır çıkmalı ve geniş açıklıklı, ağır parapetli balkona sahip bina örnekleri sunulmaktadır.



Şekil 2.7. Ağır çıkmalı bir bina



Şekil 2.8. Geniş, ağır parapetli bir balkona sahip bina



Şekil 2.9. Ağır çıkmalı yapılmış bina

#### **2.3.4. Görünen Yapı Kalitesi**

Bir binanın dışarıdan görünen kısmının kalitesi, binada kullanılan yapı malzemesi ve işçilik olarak aynı zamanda binanın yaşı ve bakımı olarak da değerlendirilebilir. İnşaat alanında eğitilmiş bir kişi, binanın görünen kalitesini kabaca iyi, orta, kötü olarak değerlendirebilir. Zira bakımı yapılmamış, yıkık dökük bir binadan iyi bir deprem performansı beklemek yanlıştır. Buradan anlaşılıyor ki dışarıdan görünen kötü bir binanın, malzemesi, işçiliği ve dolayısı ile dayanımı da kötüdür. Görünen yapı kalitesi iyi ise 0 (sıfır), orta ise 1 ve kötü ise 2 katsayısı ile olumsuzluk parametresi katsayısı çarpılarak bina deprem puanı azaltılmaktadır.

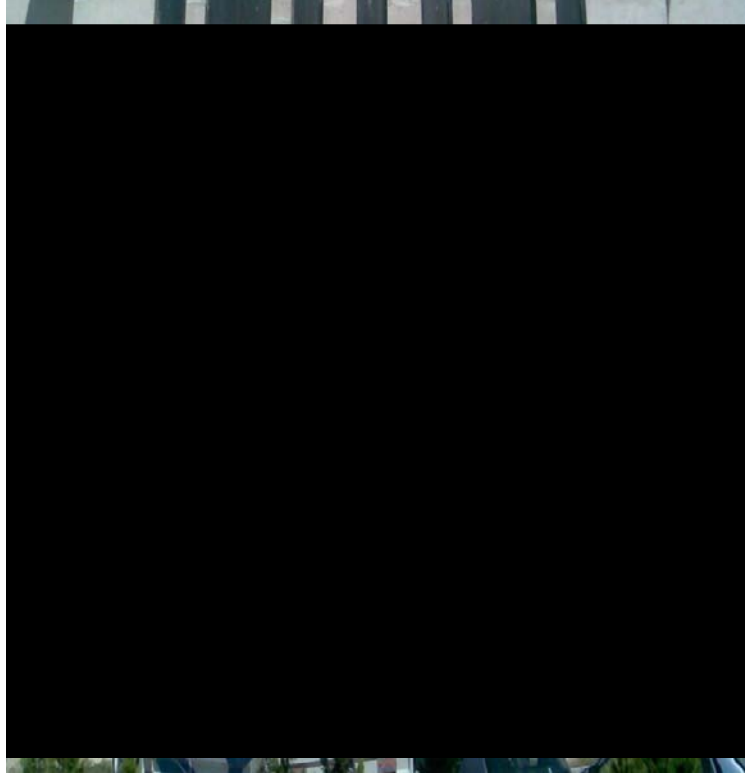
#### **2.3.5. Kısa Kolon**

Kısa kolon, yapılarda daha çok pencerelerin kolondan kolona yapıldığı yerlerde, çerçevelerin içlerinin tam doldurulmadığı duvarlarda ve merdiven boşluklarındaki ara kirişlerin yapılması sonucu meydana gelmektedir. Böyle duvarlara sahip binalar deprem sarsıntısında bağlandıkları kolonları kesme kuvveti ile kesmektedirler. Bu da yapıda çok büyük hasara sebep olmakta, hatta yapının yıkılmasına sebep olabilmektedir. Şekil 2.8 ve 2.9'da kısa kolondan oluşmuş yapılar görülmektedir. Değerlendirmede kısa kolon varsa 1, yoksa 0 (sıfır) katsayısı ile olumsuzluk kat sayısı çarpılarak binanın deprem puanı azaltılmaktadır.





Şekil 2.10. Kısa kolon oluşumuna sebep olan duvar.



Şekil 2.11 Kolondan kolona yapılmış, pencere parapetleri kısa kolon oluşturan betonarme bir bina

### 2.3.6. Çarpışma Etkisi

Birbirine bitişik olarak yapılan yapıların, ağırlıklarının farklı olmasından ya da kat farklılığından dolayı periyotları da farklı olmaktadır. Böyle bitişik binalar, depremde çekiçleme etkisi yaparak birbirlerine zarar vermektedirler. Ayrıca sağlam, ağır kütleli yapılar bitişiğindeki eski, alçak ve hafif yapıları yıkabilmektedirler. Erzincan ili, gözlemlerimize göre düz ve genelde bahçeli olduğu için çarpışma etkisi olan binalar oldukça az sayıdadır. Olanlar da genelde merkez caddelerde iş yeri olarak kullanılan binalarda, binaların bitişikliği ile oluşmaktadır. Şekil 2.12, 2.13 ve 2.14'te binaların bitişikliği nedeniyle oluşan çarpışma etkisi olan yapılar görülmektedir. Değerlendirmede arpışma etkisi varsa 1, yoksa 0 (sıfır) katsayısı ile olumsuzluk kat sayısı çarpılarak binanın deprem puanı azaltılmaktadır.



Şekil 2.12. Çarpışma etkisi olan binalar



Şekil 2.13. Çarpışma etkisi olan binalar



Şekil 2.14. Birbirine bitişik ve çarpışma etkisi oluşturan yapılar

### 2.3.7. Tepe-Yamaç Etkisi

Daha önce de belirtildiği gibi Erzincan ili düz bir ova üzerine kurulduğu için yapılan yapılar da tepe veya yamaçta değil, düz alanda yapılmıştır. Dolayısı ile sözü edilen etki görülmemektedir. Ancak merkezin dışında kalan özellikle dağların eteklerine yapılan binalarda tepe yamaç etkisi görülmektedir. Değerlendirmede tepe-yamaç etkisi varsa 1, yoksa 0 (sıfır) katsayısı ile olumsuzluk kat sayısı çarpılarak binanın deprem puanı azaltılmaktadır.

### 2.3.8. Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Etkisi

Yapıların deprem sırasında maruz kaldıkları yer sarsıntısının şiddeti, en fazla yapının faya uzaklığı ve üzerinde bulunduğu yerel zeminin özelliklerine bağlıdır. Deprem tehlikesinin mikro bölge ölçeğinde haritalanması bu iki değişkeni de içerecek şekilde yapılır. JICA-IBB (deprem şurası, 2004) raporunda deprem tehlikesi maksimum yer ivmesi (PGA) ve maksimum yer hızı (PGV) olarak tanımlanmış ve haritalanmıştır. Maksimum yer hızının yerel zemin özelliklerini genellikle çok iyi yansıttığı bilinmektedir. Bu yöntem, deprem girdisini maksimum yer hızı (PGV) olarak alır. Örneğin İDMP'de, uygulamayı basitleştirmek amacıyla maksimum yer hızı kademeleri üçe indirilmiş ve İstanbul üç farklı tehlike bölgesine ayrılmıştır; lokal uygulamalarda, örneğin Zeytinburnu uygulamasında, bu sınıflandırmanın yeterli hassasiyette sonuç ürettiği görülmüştür.

- Hız Bölgesi I :  $PGV > 60$  cm/s
- Hız Bölgesi II :  $40 < PGV < 60$  cm/s
- Hız Bölgesi III :  $PGV < 40$  cm/s

### 2.3.9. Bina Deprem Puanı

Sokaktan gözlenen, parametreleri elde edilen ve coğrafi koordinatları dolayısıyla hangi hız bölgesinde olduğu bilinen 1-7 katlı betonarme binanın deprem puanı hesabı Tablo 2.1'de verilmiştir. Burada önce binanın katsayısına ve hız bölgesine göre bir artı

puan verilmekte ve daha sonra her olumsuzluk parametresine göre bu puan azaltılmaktadır. Sonuçta puanın az olması binanın deprem riskinin fazla olduğunu göstermektedir.

Tablo 2.1 Betonarme binaların deprem puanını hesaplamaya yarayan, yapı düzensizliklerini ve olumsuzluk katsayılarını gösteren tablo.

Kat ade di	Hız Bölgesi 1 PGV> 60	Hız Böl. 2 40<PGV< 60m/sn	Yumu şak kat	Ağır çıkma	Görün en kalite	Kısa Kolon	Çarpış ma Etkisi	Tepe- Yamaç Etkisi
1-2	100	130	0	0	-10	-5	0	0
3	90	120	-10	-5	-10	-5	-2	0
4	75	100	-15	-10	-10	-5	-3	-2
5	65	85	-20	-10	-10	-5	-3	-2

Bina Deprem Puanı Hesabı: (Hız bölgesi puanı) -  $\sum_1^5$  (olumsuzluk parametresi)\*(olumsuzluk puanı)

Olumsuzluk Parametreleri:

•Yumuşak Kat	Yok (0)	Var(1)	
•Ağır Çıkma	Yok(0)	Var(1)	
•Görünen Kalite	İyi(0)	Orta(1)	Kötü(2)
•Kısa Kolon	Yok(0)	Var(1)	
•Çarpışma Etkisi	Yok(0)	Var(1)	
•Tepe/Yamaç Etkisi	Yok(0)	Var(1)	

## 2.4. Erzincan İl Merkezinde Seçilen Yığma ve Karma Binaların Birinci Kademe Değerlendirmesinde Kullanılan Parametreler

### 2.4.1. Kat Adedi

Ülkemizde kullanılan deprem yönetmeliklerinde 1. Derece deprem bölgelerinde yapılacak yığma yapılar 2 kat ile, 2. ve 3. derece deprem bölgelerinde yapılacak yığma yapılar ise 3 kat ile sınırlandırılmıştır. Bu demektir ki geleneksel yöntemlerle yapılan

yüksek katlı binaların deprem dayanımları zayıftır. Şu andaki (2007) deprem yönetmeliğimizde izin verilen yığma yapı kat adedi ile deprem bölgesini gösteren ilişki Tablo 2.2’de gösterilmektedir.

Tablo 2.2. Yığma yapılar için deprem bölgesi ve kat adedini gösteren tablo

Deprem Bölgesi	Maximum. kat sayısı
1	2
2 ve 3	3
4	4

#### 2.4.2. Görünen Yapı Kalitesi

Yığma yapılarda aranan en önemli özellik bakımlı olup olmamasıdır.. Değerlendirmede görünen yapı kalitesi iyi, orta ve kötü olarak sınıflandırılmıştır. ‘İyi’ ise yığma binanın puanından herhangi bir azaltma yapılmamıştır. ‘Orta’ ise 1 katsayısı ile çarpılarak, ‘Kötü’ ise 2 katsayısı ile çarpılarak azaltma yapılmıştır. Yapıları dış etkilerden koruyarak ve hasarlı yerlerini tamir ederek bakım yapılması yapıların ömrünü ve dayanımını artıracaktır. Yapılan tez çalışmasının saha taraması sırasında, yapıların genelde bakımsız olduğu görülmüştür. Erzincan ilinde en fazla yığma yapı olarak iki katlı yapılara rastlanmaktadır, ancak nadiren de olsa üç katlı yapılara rastlamak mümkündür. Şekil 2.15 de dış görünüşü kaliteli görünen yığma bir yapı ve şekil 2.16 de de üç katlı yığma bir yapı görülmektedir.



Şekil 2.15 Yığma yapılan ve dış görünüşü kaliteli yapı



Şekil 2.16 Üç katlı yığma bir yapı

Betonarme binalarda olduğu gibi yığma yapılarda da iyi eğitilmiş bir gözlemci dışarıdan baktığında bir binanın iyi olup olmayacağını kestirebilir ki bu olumsuzluk parametresi taşıyıcı sistemi binanın kendi duvarları olan yığma yapıları daha çok etkileyeceği aşıkardır. Bakımı yapılmış sıvası, boyası düzgün olan ve duvarlarında herhangi bir hasar olmayan bina, depremi daha az hasarla atlatacaktır. Görünen yapı

kalitesi iyi ise 0 (sıfır), orta ise 1 ve kötü ise 2 katsayısı ile olumsuzluk parametresi katsayısı çarpılarak bina deprem puanı azaltılmaktadır.

### **2.4.3. Duvar Boşluk Oranı**

Bilindiği gibi yığma yapılarda duvarlar aynı zamanda taşıyıcı eleman olarak da görev yapmaktadırlar. Bina ağırlığını sağlıklı bir şekilde temele aktarmaya çalışan ve depremde yanal ötelenmeleri istenilen düzeyde tutmaya yarayan duvarlardaki pencere ve kapı boşluklarının belli bir oranda olması gerekmektedir. Binanın dışarıdan gözlenen cephesindeki kapı ve pencere boşluklarının toplam alanının binanın bu görünen cephesine oranı olarak belirlenmektedir. Bu oran  $1/3$ 'ten küçükse duvar boşluk oranı az ve 0 (sıfır) ile olumsuzluk puanı çarpılarak puan azaltılır.  $1/3$  ile  $2/3$  arası ise duvar boşluk oranı orta ve 1, olumsuzluk puanı ile çarpılarak puan azaltılır.  $2/3$ 'ten büyükse duvar boşluk oranı çok diye sınıflandırılır ve 2 olumsuzluk puanı ile çarpılarak bina puanı azaltılır. Çok boşluk oranına sahip duvarlar işlevlerini yerine getiremeyeceği için tehlike arz etmektedirler. Şekil 2.17 ve 2.18 te duvar boşluk oranı çok olan yapılar, Şekil 2.15'te da duvar boşluk oranı az olan yapı görülmektedir.





Şekil 2.17 Duvar boşluk oranı fazla olan bina



Şekil 2.18 Duvar boşluk oranı fazla olan yığma bina



Şekil 2.19 Duvar boşluk oranı az olan yığma bir bina

#### 2.4.4. Duvar Boşluk Düzeni

Yığma yapılarda bulunan boşlukların istenilen oranda olmasının yanı sıra bu bırakılan duvar ve pencere boşluklarının özellikle iki ve daha fazla katlı yapılarda aynı düzende olması istenmektedir. Çarpık bir kapı pencere boşluk düzeni olası bir depremde bina yüklerinin eşit olmayan şekilde dağılmasına sebep olur ki bu da yapıya hasar verir. Duvar boşluk düzeni; düzenli, az düzenli ve düzensiz olarak sınıflandırılmıştır ve sırası ile 0, 1 ve 2 kat sayıları ile olumsuzluk puanı çarpılarak bina deprem puanı azaltılmıştır. Erzincan'daki yığma yapılarda görülen duvar boşlukları genelde düzgündür. Şekil 2.16 ve 2.17'de düzenli duvar boşluğu bırakılmış yığma yapılar görülmektedir.



Şekil 2.20 Duvar boşluğu düzenli bir yığma bina



Şekil 2.21 Duvar boşluk düzeni, düzenli bir yığma bina

#### 2.4.5. Çarpışma Etkisi

Erzincan ili önceden de belirtildiği gibi düz ve geniş bir ova üzerine kurulmuş olduğundan ve nüfusu da az olmasından dolayı yapılan yığma binalar genelde bahçelidir. Durum böyle olunca da yapılarda çarpışma etkisi yok denecek kadar azdır. Ancak az da olsa eskiden yapılmış olan binalarda ve şimdi de yığma yapının yanına yapılan betonarme binalarda çarpışma etkisi oluşmuştur. Çarpışma etkisi varsa 1, yoksa 0 (sıfır) katsayısı ile olumsuzluk puanı çarpılarak binanın deprem puanı azaltılmaktadır. Şekil 2.18 a ve b de çarpışma etkisi olan yığma yapılar gösterilmektedir.



Şekil 2.22 Çarpışma etkisi olan yığma-betonarme bina



Şekil 2.23 Yığma binanın bitişiğinde yapılan betonarme yapı ile çarpışma etkisi

Betonarme binalarda olduğu gibi, yığma binalarda da binaların bitişik olması farklı yapı kütlelerinin, farklı kat yüksekliklerinin ve dolayısı ile farklı titreşim periyotlarının oluşmasına sebep olacağından çarpışma kaçınılmaz olacak ve yapılar hasar görecektir.

#### 2.4.6. Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Etkisi

Bu parametre de yine betonarme binalarda olduğu gibi, hız bölgesine göre sınıflandırılmıştır. Erzincan birinci derece deprem bölgesi olduğu için hız bölgesi olarak birinci (1) derece alınmıştır. 7 ve üstü bir deprem için  $80\text{cm/sn} > \text{PGV} > 60\text{cm/sn}$  ,6-7 arası bir deprem için  $60\text{cm/sn} > \text{PGV} > 40\text{cm/sn}$  dilimi kullanılmıştır.

#### 2.4.7. Bina Deprem Puanı

Betonarme yapılarda olduğu gibi yığma yapılarda da binanın kat sayısına ve hız bölgesine bağlı olarak binaya artı bir puan verilir ve her olumsuzluk parametresine göre bu puan düşürülür. Burada da puanın az olması yapının riskli olduğunu gösterir. Aşağıda yığma veya karma bir binanın deprem puanının hesabı ve tablo 2.2’de olumsuzluk parametrelerinin değerleri gösterilmiştir.

Tablo 2.3 Yığma ve karma yapılar için deprem puanlarını hesaplama ve olumsuzluk parametreleri

Kat adedi	Hız Bölgesi1 $\text{PGV} > 60\text{cm/s}$	Hız Bölgesi2 $40 < \text{PGV} < 60\text{cm/s}$	Görünen kalite	Duvar Boşluk Oranı	Duvar Boşluk Düzeni	Çarpışma Etkisi
1-2	100	130	-10	-5	-2	0
3	85	110	-10	-5	-5	-3
4	70	90	-10	-5	-5	-5
5	50	60	-10	-5	-5	-5

Olumsuzluk parametreleri;

Görünen kalite var(0) yok(2)

Duvar boşluk oranı az(0) orta(1) çok(2)

Duvar boşluk düzeni düzenli (0) az düzenli(1) düzensiz(2)

Çarpışma etkisi yok(0) var(1)

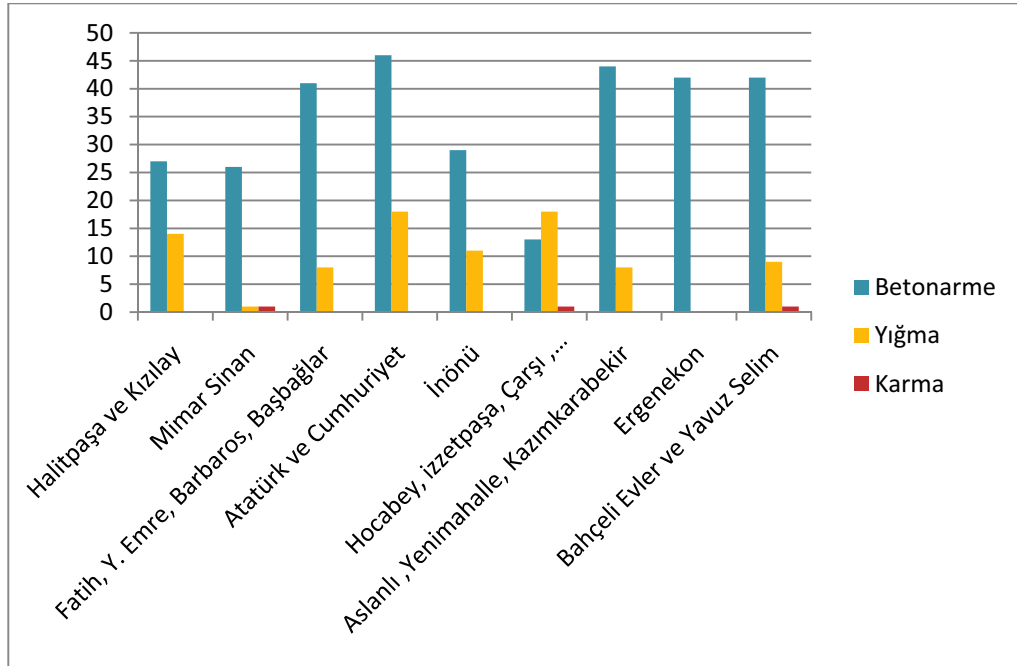
$$\text{Bina deprem puanı hesabı} = (\text{Hız bölgesi puanı})^{-1} \sum_1^4 (\text{olumsuzluk parametresi}) * (\text{olumsuzluk puanı})$$

Ek 1’de birinci kademe bina değerlendirme formu verilmiştir.

### 3. BULGULAR VE İRDELEMELER

#### 3.1. Giriş

Bu çalışmada, Erzincan ili merkez mahallerinde bulunan 400 adet bina birinci kademe bina değerlendirme yöntemi yardımı ile değerlendirilmiştir. Bu yapıların 310 tanesi betonarme sınıfında, geri kalan 90 tanesi de yığma ve karma bina sınıfında yer almaktadır. Betonarme binaların gözle görülür bir şekilde fazla olmasında, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de bilim ve teknolojiye paralel olarak inşaat sektörünün de gelişmesi gösterilebilir. Betonarme binaların yığma binalara göre deprem performansı daha iyi olmakta ve daha fonksiyonel olması özellikle çok katlı binaların yapımında günümüzde tercih edilmektedir. Genel olarak Erzincan’da 30 Ekim 1983 Erzurum-Kars depreminden sonra betonarme binalar artmış ve özellikle 1992 depreminden sonra şehirde yapılan binalar çoğunlukla betonarme olmuştur. Yayımlanan deprem yönetmeliklerine göre birinci derece deprem bölgesinde bulunan Erzincan’daki binaların 4 kattan fazla olmasına izin verilmemektedir. Şekil 3.1’de incelenen binaların taşıyıcı sistemlerine göre dağılımı görülmektedir.



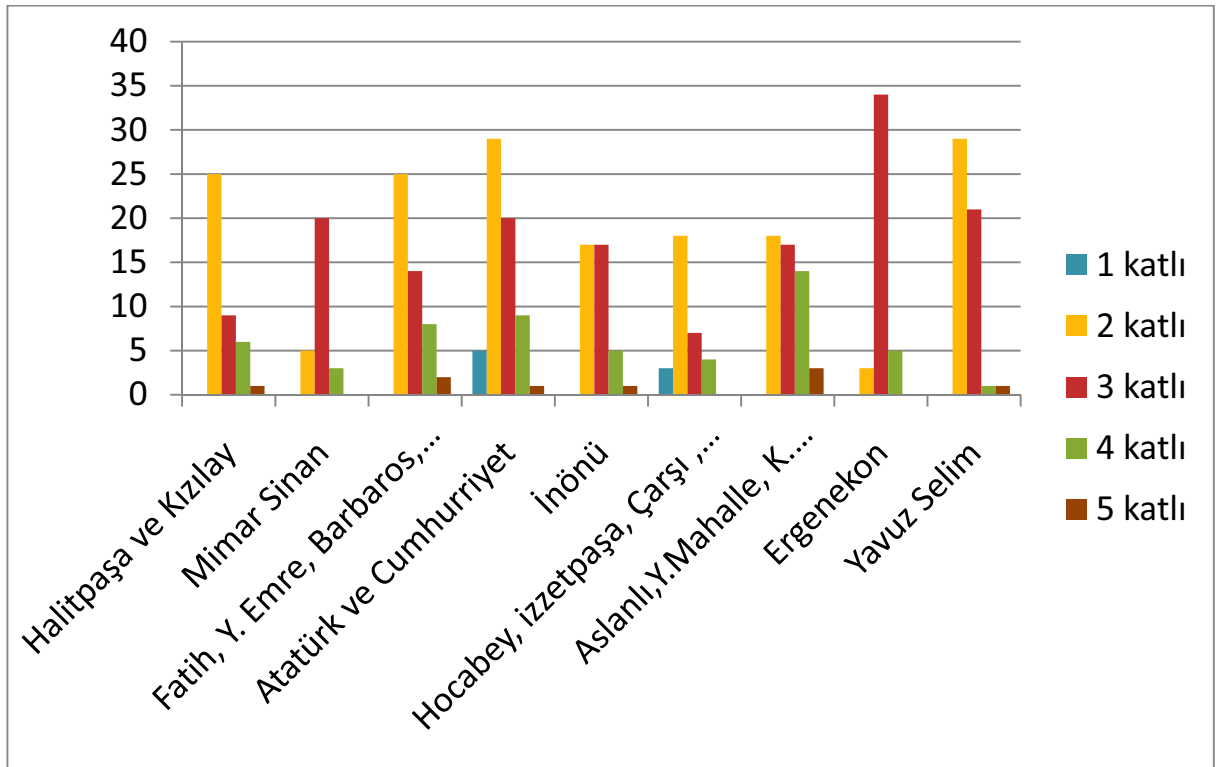
Şekil 3.1. Binaların taşıyıcı sistemlerine göre dağılımı

### 3.2. Birinci Kademe Değerlendirme Yöntemiyle Betonarme Binaların Değerlendirilmesi

İncelenen binaların 310 adedi betonarme sınıfındadır. Birinci kademe değerlendirmede binaların sokaktan görünen kısımlarından elde edilen parametreler kullanılmıştır. Bu parametrelerin mahallere göre dağılımı grafiklerle ayrıntılı olarak irdelenmiştir.

#### 3.2.1. Kat Adedi Açısından Değerlendirme

Betonarme binaların kat sayısı dağılımını gösteren grafik Şekil 3.2’de görülmektedir.



Şekil 3.2. Erzurum’da İncelenen 310 betonarme binanın kat adedi açısından dağılımı

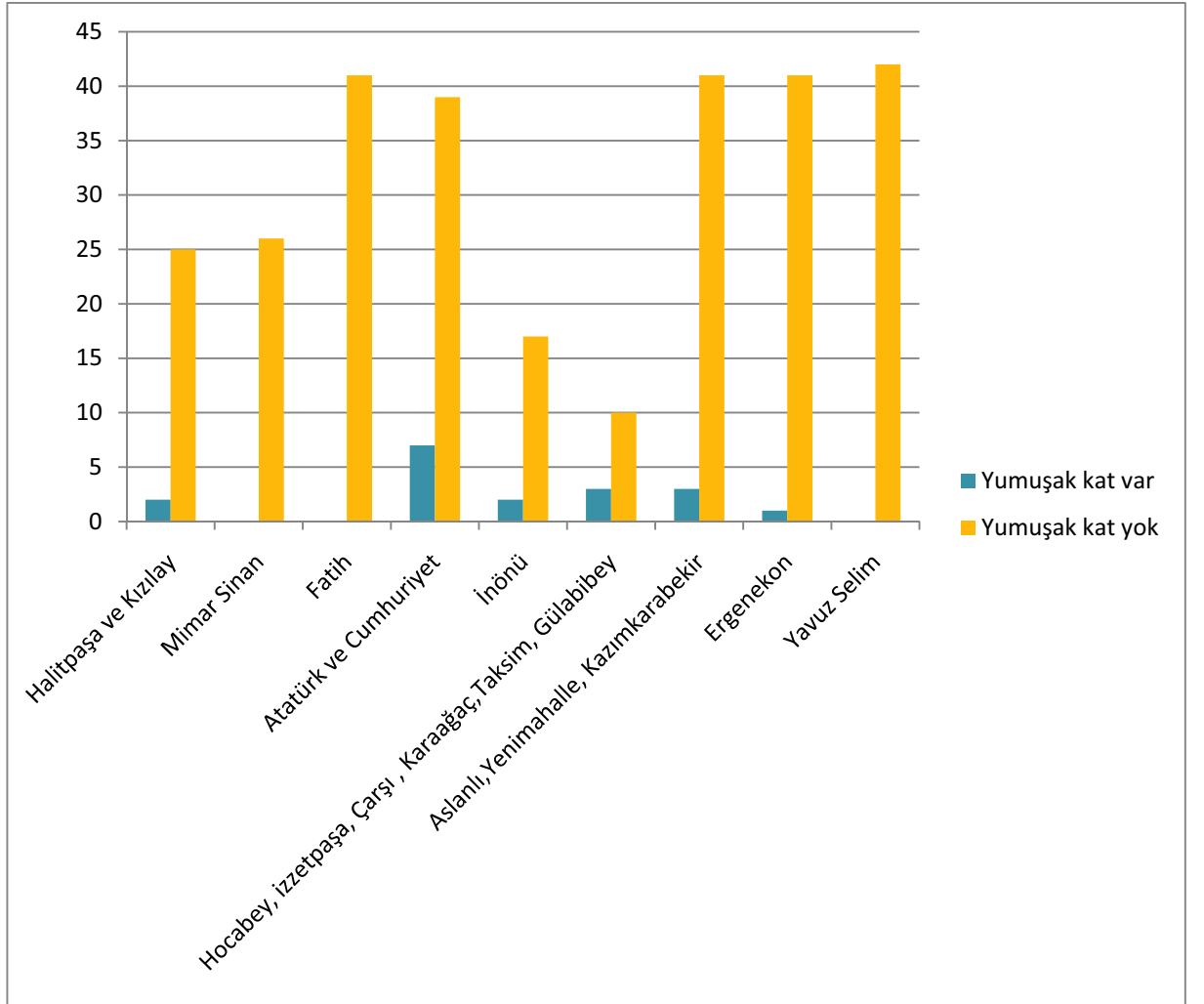
Grafikten görüldüğü gibi incelenen yapıların 88 adedini iki ve 168 adedini de üç katlı yapılar oluşturmaktadır. Özellikle Ergenekon ve Mimar Sinan gibi yeni kurulan mahallerde kooperatif ve site türü yapılaşma oldukça fazla olduğundan 3 katlı yapılar fazladır. Yeni binalardan da dört katlı olarak inşa edilenleri mevcuttur. Son yıllarda toplu konut projelerinde de artış olması ile 4 katlı olarak yapılan binaların oranını artırmıştır ve sayı olarak 55 adettir. Çok nadir de olsa deprem öncesi yapılmış ama yıkılmamış beş katlı binalara rastlamak



mümkündür. Bunlar daha çok şehrin üst tarafı olan Kazım Karabekir, Başbağlar ve Yunus Emre mahallelerinde bulunmaktadır.

### 3.2.2. Yumuşak Kat Açısından Değerlendirme

Betonarme binalarda görülen yapısal bozukluklardan biri de yumuşak kat oluşumudur. Şekil 3.3'te görülen grafikte yumuşak katlı yapıların mahallelerdeki dağılımı görülmektedir.



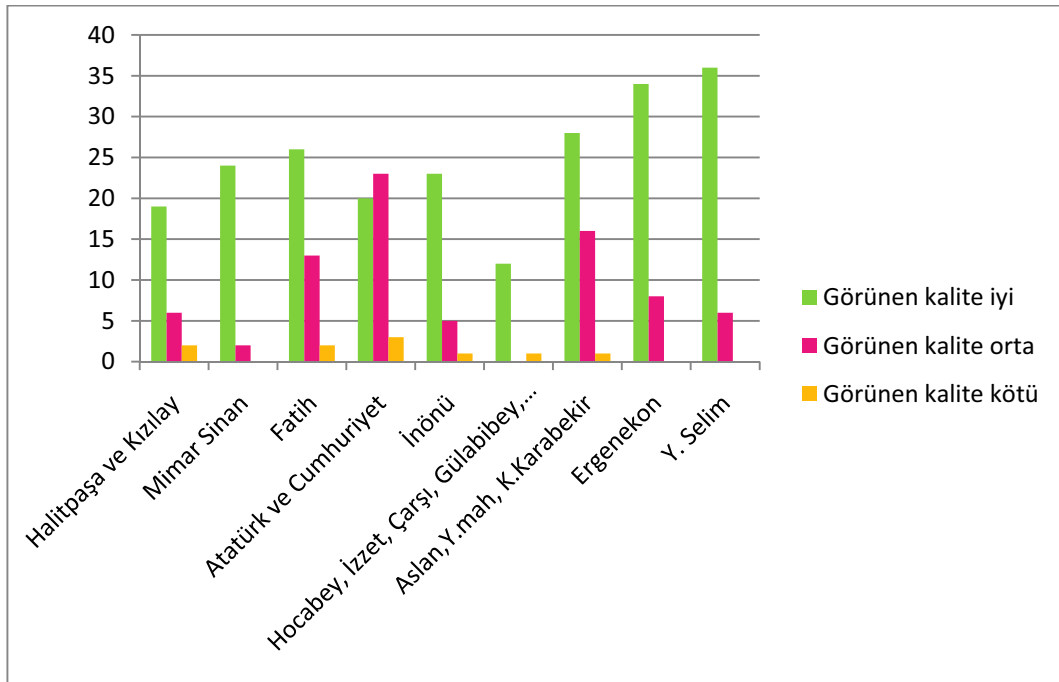
Şekil 3.3. Yumuşak katlı binaların dağılımı

Grafikten görüldüğü gibi en çok yumuşak katlı binaların şehrin merkezinde olduğu görülmektedir. 18 adet yumuşak katlı betonarme binalar, özellikle Kızılay Mahallesi çarşısında olduğu için ve Halitpaşa Caddesi'ndeki yapıların zemin katları da yine işlek caddede olduğundan ticari işletme olarak kullanılmaktadır. Ayrıca Ordu caddesinde de yine zemin katlardaki ticari alanların yumuşak kat oluşturduğu görülmektedir. Yumuşak kat olarak

tanımlanan komşu katlar arası rijitlik farkı oluşması, en çok binaların zemin katlarının ticari mekan olarak kullanıldığı ve boş alan oluşturmak için zemin katların ya yüksek yapılmasından ya da ara bölme duvarların olmamasından oluşmaktadır

### 3.2.3. Ağır Çıkma Açısından Değerlendirme

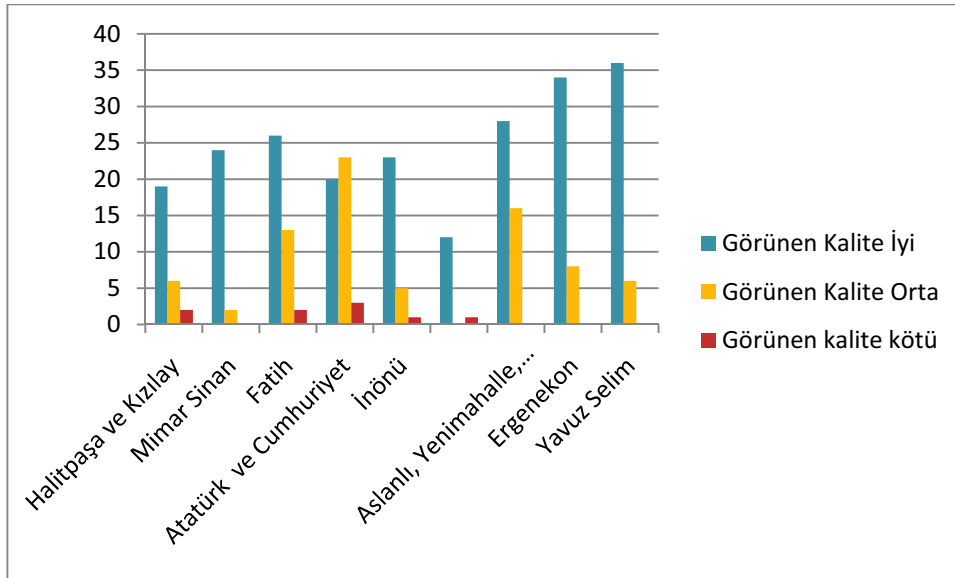
Şekil 3.4'te verilen grafik incelendiğinde özellikle yeni binalarda ve şehir merkezindeki binalarda ağır çıkmalı binaların çokluğu göze çarpmaktadır. Bunun sebebi olarak da üst katlarda daha ferah bir yaşama ortamı oluşturmak isteyen insanlar binanın döşemesini taşıyıcı sisteminin dışına çıkararak bu ihtiyaçlarını gidermektedirler. Ancak ağır çıkmalı binaların olduğu sistemlerde kütle ve rijitlik merkezleri de değiştiği için deprem performansları düşmektedir. Dolayısı ile hasar alma oranı çok fazladır. Erzincan ilinde incelediğimiz binaların 163 adetinde ağır çıkmalı binalara rastlanmıştır. Bu binaların çok büyük bir bölümünü de yeni yapılan lüks binaların oluşturduğu gözlenmiştir.



Şekil 3.4. Ağır çıkmalı betonarme binaların dağılımı

### 3.2.4. Yapının Görünen Kalitesi Açısından Değerlendirme

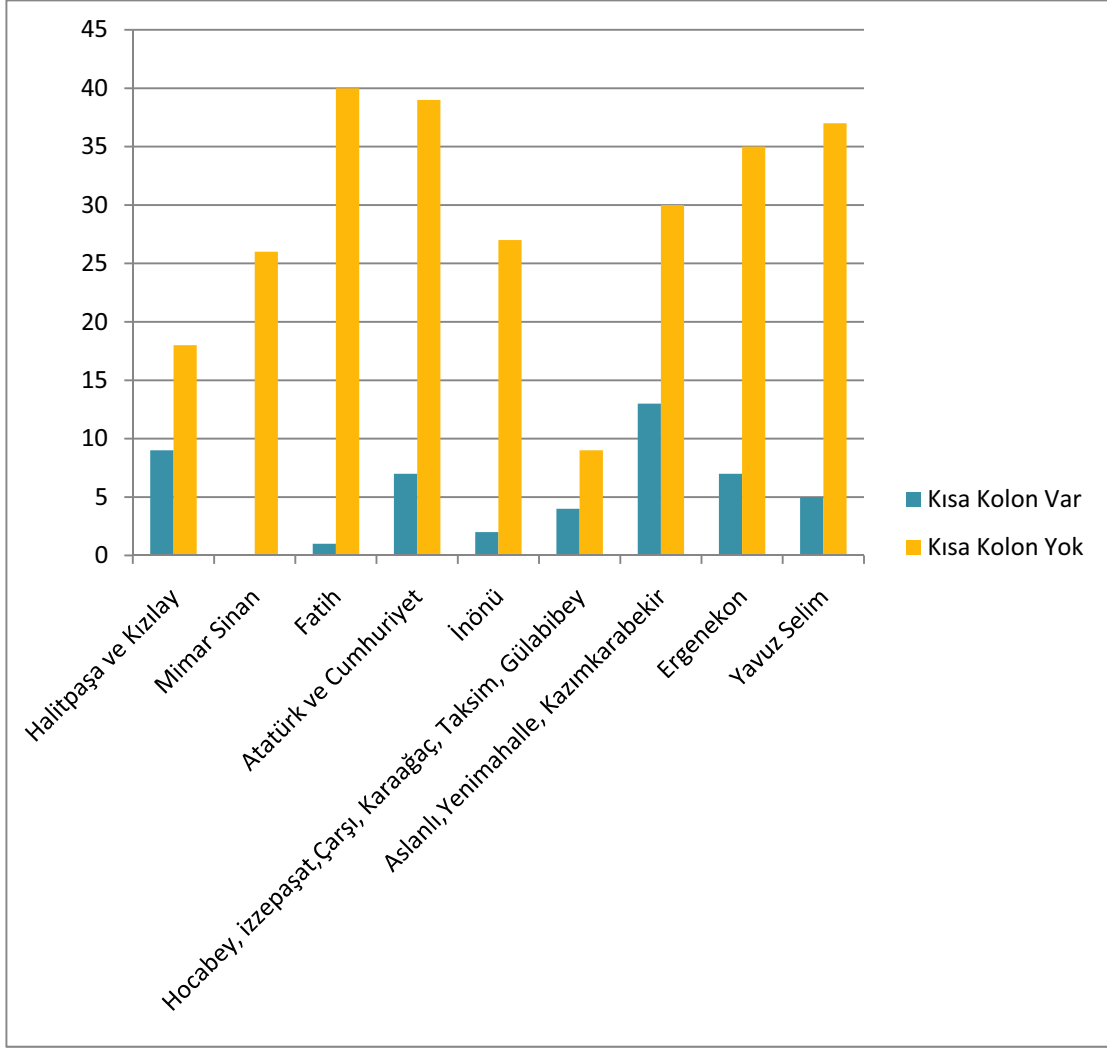
Şekil 3.5'te verilen grafikten de görüldüğü gibi Erzincan'da incelenen binaların çok büyük bir bölümünün iyi kalitede olduğu görülmektedir. Şüphesiz bunda 1992 depreminden sonra şehirdeki çok hızlı yapılaşma gösterilebilir. Yaklaşık 20 yaşında olan ve büyük bir deprem geçirmeyen binalar görüntüsü itibariyle iyi konumdadır. Ancak 1983 Erzurum-Kars depremi ve öncesi yapılar çok yaşlı oldukları büyük depremler geçirdikleri için görünen konumları kötü duruma düşmüştür. Böyle kötü binalar daha çok eski yerleşim yerleri olan Kızılay, Atatürk, Cumhuriyet, Hocabey ve İzzetpaşa mahallelerinde bulunmaktadır. Ergenekon ve Mimar Sinan gibi yeni yapılaşan mahallelerdeki binalar iyi durumdadır.



Şekil 3.5. Betonarme binalardaki görünen kalitenin dağılımı

### 3.2.5. Kısa Kolon Açısından Değerlendirme

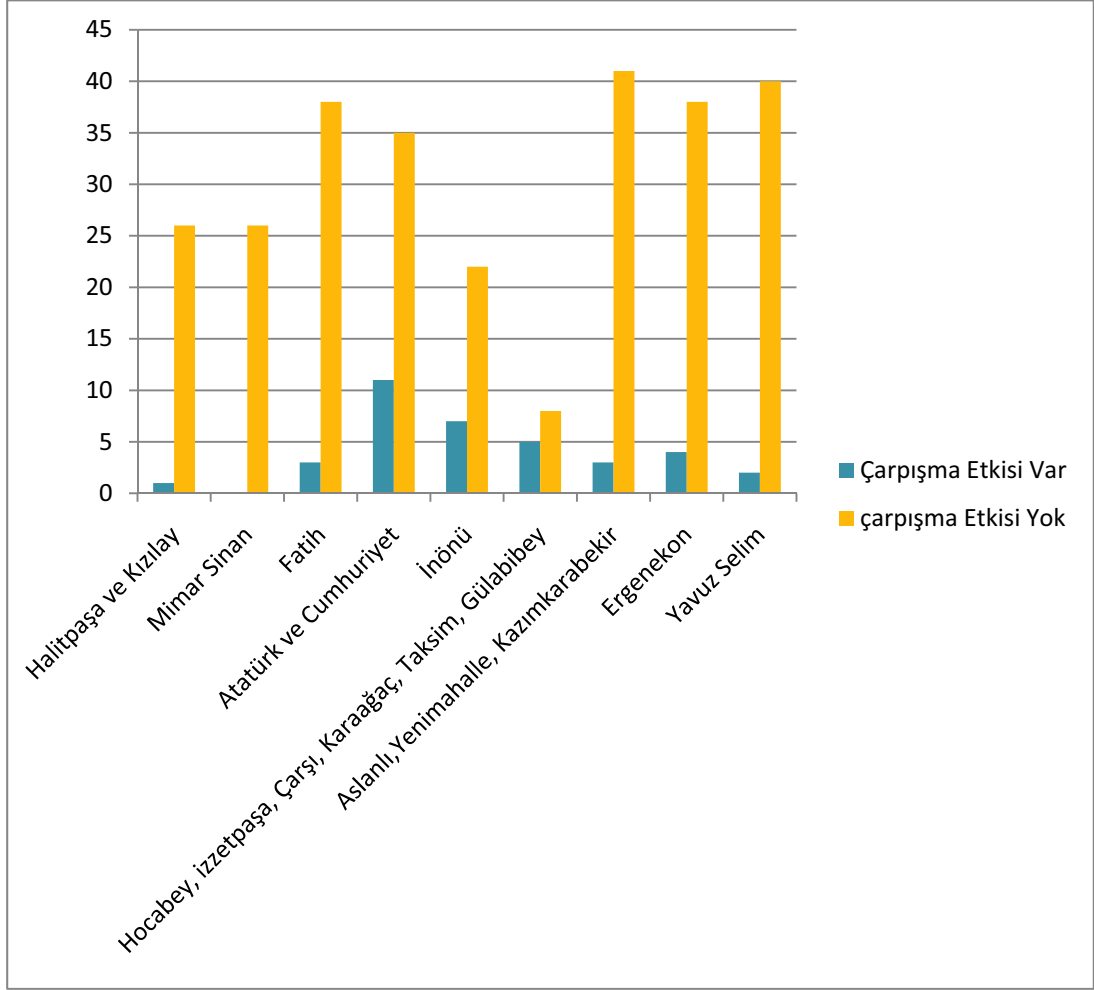
Erzincan'da kısa kolonlu bina sayısı oldukça azdır. Ancak mahallelerin muhtelif yerlerinde kısa kolonlu binalara rastlamak mümkündür. Kısa kolon daha önce de değinildiği gibi kolonlar arası bırakılan yarım yükseklikteki duvarlardan oluşmakta ve deprem sarsıntısında kolonlara çok büyük hasarlar verebilmektedirler. İncelenen binalarda 48 adet kısa kolon uygulamasına rastlanmıştır. Şekil 3.6'da betonarme binalardaki yapısal bozukluklardan biri olan kısa kolon dağılımını gösteren grafik verilmiştir.



Şekil 3.6. Kısa kolonlu binaların dağılımını gösteren grafik.

### 3.2.6. Çarpışma Etkisi Açısından Değerlendirme

Çarpışma etkisi Erzurum'da binaları fazla etkilememektedir. Bunun sebebi şehrin geniş olması, yeni yerleşim yerlerinin imara açılması, eskiden yapılmış binaların daha çok bahçeli ve az katlı olarak yapılmış olması gösterilebilir. Grafikten çarpışma etkisinin daha çok şehrin merkezinde yoğunlaştığı ve ana caddeler olan Ordu, Halitpaşa, Fevzipaşa ve Kızılay caddelerindeki yapılarda olduğu görülmektedir. 36 adet bina özellikle Ordu Caddesi'nde binaların bitişikliği sebebiyle çarpışma etkisi oluşturmaktadırlar. Şekil 3.7'de çarpışma etkisinin dağılımını gösteren grafik verilmiştir.



Şekil 3.7 Çarpışma etkisinin dağılımı

### 3.2.7. Tepe- Yamaç Etkisi Açısından Değerlendirme

Yapılan saha çalışmasında, önceden de belirtildiği gibi Erzincan düz bir ova olduğu için tepe-yamaç etkisi bulunmamakta sadece Yunus Emre mahallesinde bir betonarme binanın eğimli bir araziye inşa edildiği gözlenmiş ve bu eğim de tepe-yamaç etkisi olarak değerlendirmeye alınmıştır.

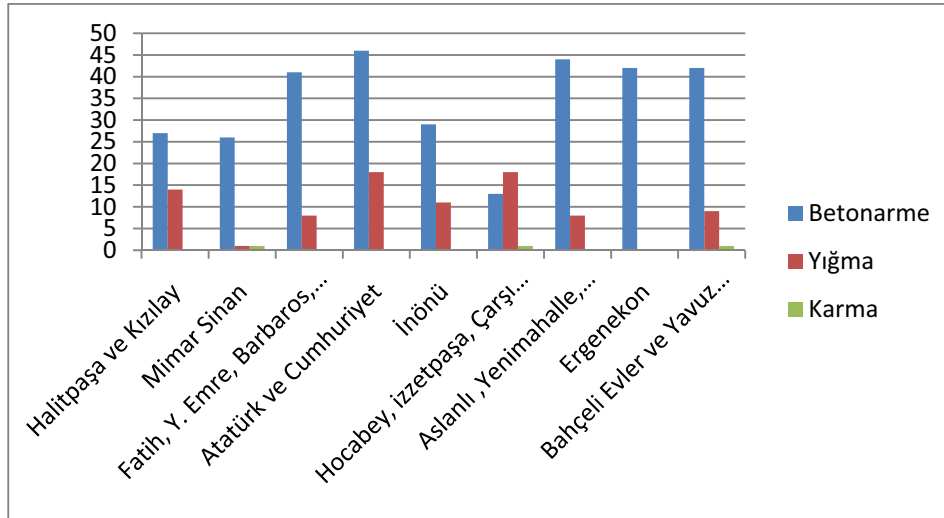
### 3.2.8. Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Etkisi Açısından Değerlendirme

Erzincan ve çevresi bilindiği gibi Kuzey Anadolu Fay hattında bulunmakta ve tektonikçe aktif olan ve harita üzerinde genişliği binlerce kilometreyi bulan fay sistemleri

üzerinde yer almakta, dolayısı ile birinci derece deprem bölgesi olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, yerel zemin koşullarını iyi yansıttığı için maksimum yer hızı (PGV) kullanılmıştır. Erzincan'da her yerin aynı hız bölgesinde ve dolayısı ile aynı yer hızında olduğu kabul edilmiştir. 7 ve üstü bir deprem için Hız Bölgesi 1 (Maksimum Yer Hızı,  $PGV > 60$  cm/sn); 6-7 arası bir deprem için Hız Bölgesi 2 (Maksimum Yer Hızı,  $40 \text{ cm/s} < PGV < 60 \text{ cm/sn}$ ) arası değerler kullanılmıştır.

### 3.3. Yığma Binaların Birinci Kademe Değerlendirme Yöntemiyle Değerlendirilmesi

İncelenen binaların 90 adeti yığma ve karma binadır. Bu 90 adet 2 tanesi çelik ve 1 adeti karma olarak sınıflandırılmıştır. Yığma yapılar daha çok 1980 ve öncesine aittir, bununla birlikte yeni yapılarda yığma binaya pek rastlanılmamıştır. Şekil 3.8'de görüldüğü gibi daha çok şehrin eski yerleşim yerlerinde olan yığma yapılara Atatürk, Cumhuriyet, Hocabey İzzetpaşa, Halitpaşa ve Kızılay mahallelerinde rastlanılmıştır

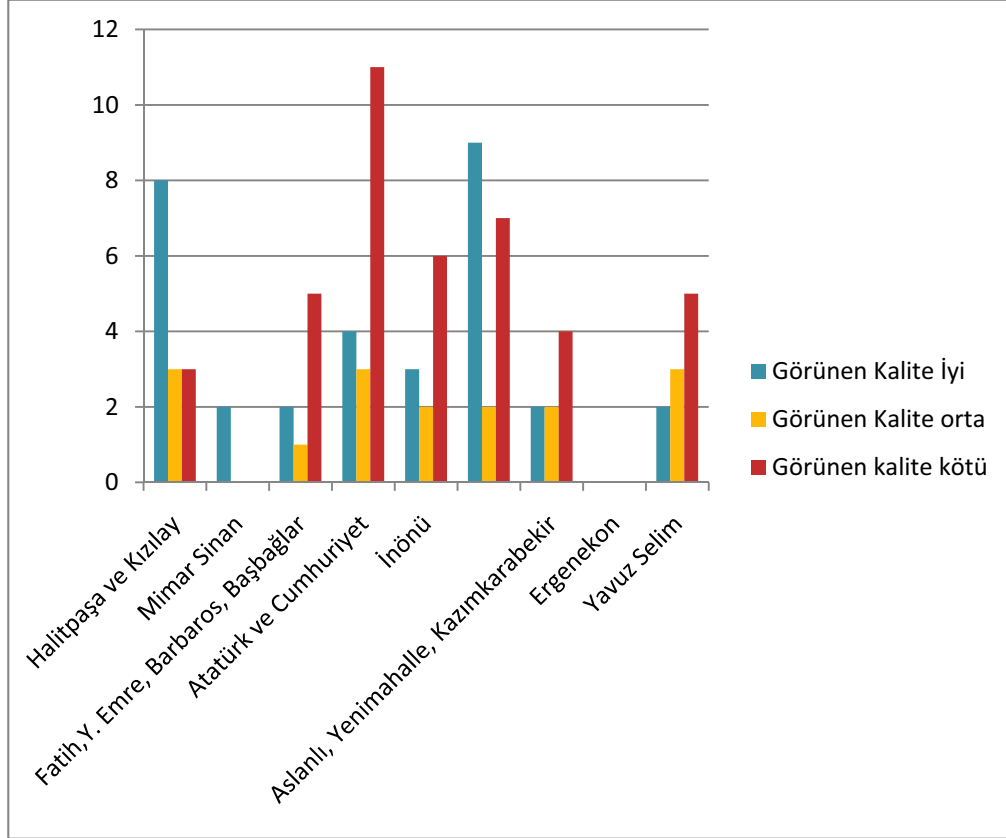


Şekil 3.8. Yığma Binaların mahallelere göre dağılımını gösteren grafik

#### 3.3.1. Görünen Yapı Kalitesi Açısından Değerlendirme

Yığma yapılarda görünen yapı kalitesi oldukça önem taşımaktadır. Çünkü binanın taşıyıcı sistemi yine binanın kendisidir. Halitpaşa, Kızılay, Çarşı, Karaağaç ve Gülabibey mahallelerindeki yığma yapılarda kalite iyi fakat Atatürk, Cumhuriyet, İzzetpaşa gibi mahallelerde çoğunlukla görünen kalite kötü çıkmıştır. Genelde 32 adet binanın kalitesi iyi 41

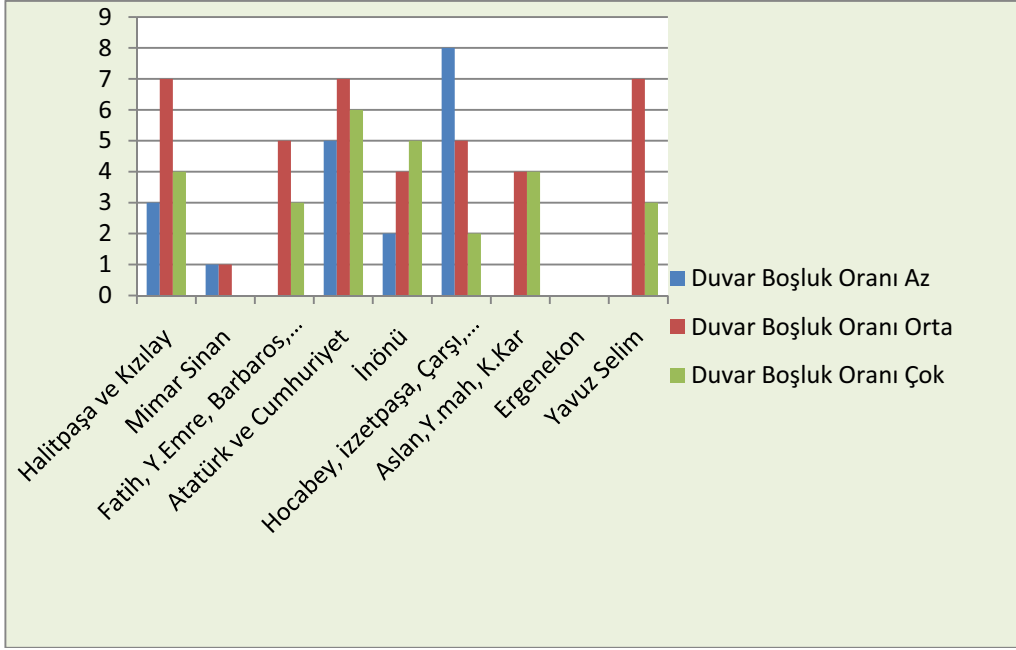
adet bina da görünen kalite yönünden kötü olarak sınıflandırılmıştır. Geri kalan binalar ise orta sınıfına dahil edilmiştir. Şekil 3.9’da yığma yapıların görünene kalite açısından dağılımını gösteren grafik verilmiştir.



Şekil 3.9 Yığılma yapıların dışarıdan görünüşlerinin iyi, orta ve kötü olarak dağılımı.

### 3.3.2. Duvar Boşluk Oranı Açısından Değerlendirme

Duvar boşluğu, taşıyıcı sistemi kendi duvarları olan yığılma yapılarda oldukça önemli bir diğer özelliktir. Çünkü yapı ağırlığı bu duvarların üzerinde durmaktadır. Duvar boşluk oranı daha az olan duvarların daha rijit olacağı aşikardır. Yapılan incelemelerde Erzincan’daki yığılma yapılarda duvar boşluğu oranlarının orta ve fazla olduğu gözlenmiştir ve bu oran yaklaşık olarak şehrin her yerinde aynı seyretmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi 67 adet duvar boşluk oranı orta ve çok olan yapılara rastlanmış ayrıca bunların en fazla olduğu mahallenin Atatürk ve Cumhuriyet mahalleleri olduğu görülmüştür. Yukarıda şekil 3.10’da duvar boşluk oranının dağılımını gösteren grafik sunulmuştur.

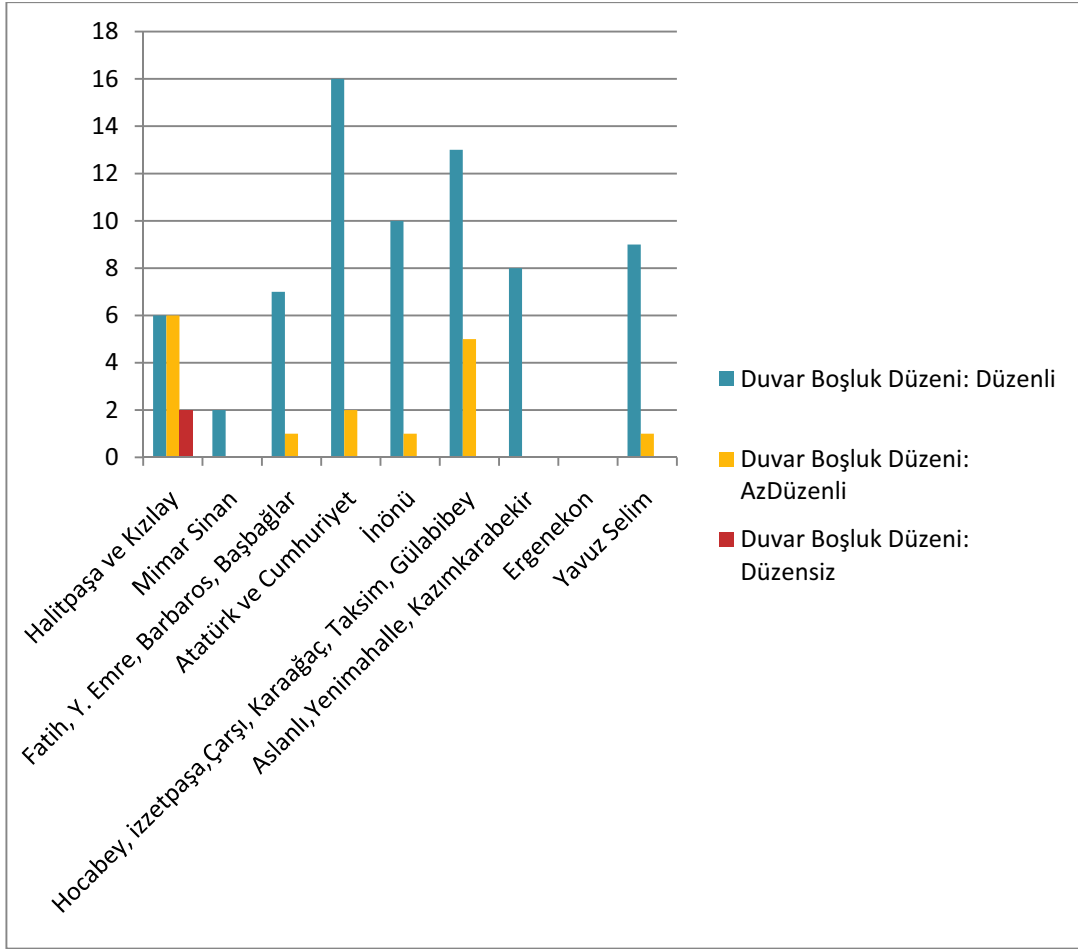


Şekil 3.10. Duvar boşluk oranının dağılımını gösteren grafik

### 3.3.3. Duvar Boşluk Düzeni Açısından Değerlendirme

Yığma binaların duvarlarında bulunan ve özellikle çok katlı yapılarda bırakılan düzensiz yani çarpık olan kapı, pencere ve diğer boşluklar yapıyı herhangi bir deprem sarsıntısında olumsuz etkilemektedir. Yapılan incelemelerde Erzincan'daki yığma yapılar genelde düzenli olarak bırakılmış kapı, pencere boşluklarına sahiptir. Toplam 19 adet yığma yapıya Kızılay ve İzzetpaşa gibi eski mahallelerde rastlanmıştır. Şekil 3.11. duvar boşluk düzeninin mahallelerdeki dağılımı görülmektedir.

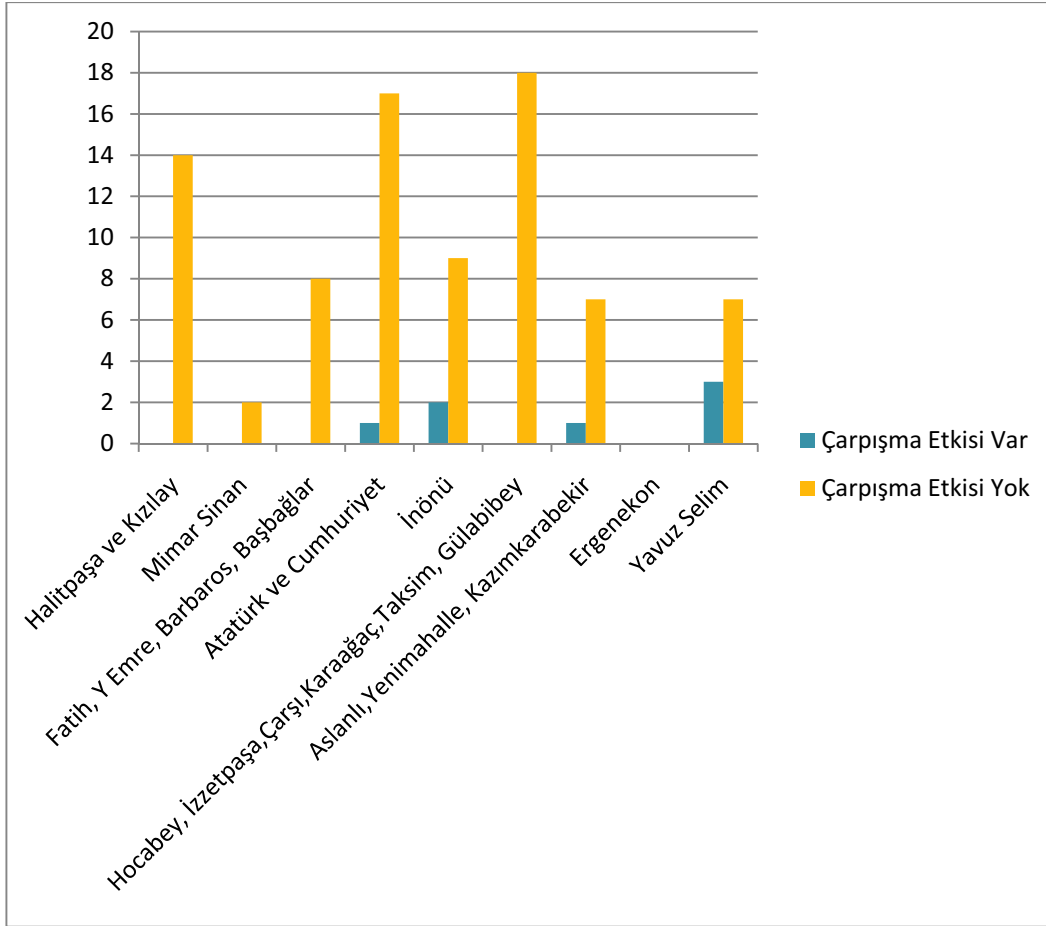




Şekil 3.11 Duvar boşluk düzeninin dağılımını gösteren grafik

### 3.3.4. Çarpışma Etkisi Açısından Değerlendirme

Erzincan daha önce de belirtildiği gibi düz ve geniş bir ovada kurulduğu için yapılan binalar genelde bahçeli olarak yapılmaktadır. Ancak son yıllarda inşaatların artması ile ve arsa sıkıntısı sebebi ile bitişik binaların yapılmasına başlanmıştır. Özellikle eski yığma binaların yanlarına yapılan yüksek ve ağır betonarme binalar yığma ve alçak katlı binalara oldukça risk oluşturmaktadırlar. Şekilde 7 adet çarpışma etkisi olan yığma bina görülmektedir. Aşağıda şekil 3.12’de çarpışma etkisi olan binaların dağılımı grafik halinde sunulmuştur.



Şekil 3.12.Çarpışma etkisi olan binaların dağılımı

### 3.3.5. Kat Adedi Açısından Değerlendirme

Yığma binalar, Erzincan’da genelde 2 kat ve 1 bodrum olarak yapılmışlardır. Bodrumlar da ayrıca kömürlük, kiler ve oturma alanları olarak değerlendirilmektedir. Yaptığımız saha çalışmamızda 7 adet tek katlı, 1 adet üç katlı ve geri kalanlarında iki katlı yığma ve diğer yapılar oldukları görülmüştür.

### 3.3.6.Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Etkisi Açısından Değerlendirme

Yerel zemin koşulları ve deprem etkisi daha önce de belirtildiği gibi Erzincan’da her yer birinci deprem bölgesi olarak ele alınmış 7 ve üstü bir deprem için hız bölgesi olarak birinci hız bölgesi yani  $80\text{cm/sn} > \text{PGV} > 60\text{cm/sn}$  dilimi kullanılmıştır. İkinci olarak 6-7 arası bir deprem senaryosunda ise  $60\text{cm/sn} > \text{PGV} > 40\text{cm/sn}$  dilimi kullanılmıştır.

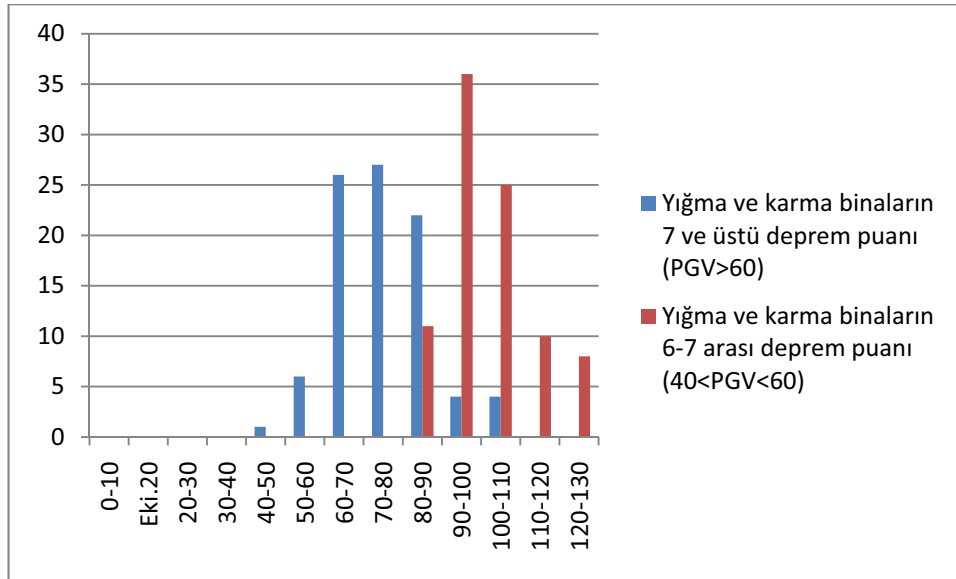
#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bu tez çalışmasında, Erzincan ili merkez mahallerinde 400 adet bina birinci kademe bina değerlendirme yöntemiyle sokaktan tarama yapılarak incelenmiştir. Sokaktan tarama ile binaların depremde daha fazla hasar almasına sebep olan bazı yapısal ve yapısal olmayan olumsuzluk parametreleri (ağır çıkma, yumuşak kat, görünen kalite, kat adedi, kısa kolon, çarpışma etkisi, tepe-yamaç etkisi) belirlenmiştir. Belirlenen bu parametreler, her bir bina için oluşturulmuş olan birinci kademe bina değerlendirme formuna kaydedilip bir veritabanı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu veritabanı kullanılarak şehir merkezindeki, Halitpaşa, Kızılay, Mimar Sinan, Fatih, Ergenekon, Yavuz Selim, Bahçelievler, Atatürk Cumhuriyet, İnönü, Kazım Karabekir, Yenimahalle, Arslanlı, Hocabey, İzzetpaşa Çarşı Gülabibey mahallelerinin, yukarıda sözü edilen olumsuzluk parametrelerinin olumsuzluk katsayısı ile çarpılmıştır. Bulunan sonuç değer, başta binalara hız bölgesine ve kat sayısına göre verilen bina deprem puanından azaltılmış ve her bir bina için deprem puanı hesaplanmıştır.

Erzincan ili merkez mahalleleri, eski mahaller ve yeni kurulan mahalleler olarak sınıflama yapılabilir. Eski mahalleler olan Halitpaşa, Kızılay, İnönü, İzzetpaşa, Hocabey, Gülabibey, Bahçelievler, Atatürk ve Cumhuriyet mahallelerindeki 1980 ve öncesi binalar genelde tek katlı veya iki katlı yığma olarak yapılmış bahçeli evlerdir. Çalışma kapsamında daha çok iki ve daha yüksek katlı yapılar incelenmiştir. Eski yerleşim yerlerine de sürekli olarak yeni binalar eklenmektedir. Tek katlı ve genellikle bahçeli evlerde görülen yığma binaların olumsuzluk parametresi olarak; görünen kalitenin az olması ve duvar boşluk oranının çok olması saptanmıştır. İki ve daha fazla katlı yığma yapılar genelde eski yapılardır. Bu yapılarda yapısal olumsuzluk parametresi olarak görünen kalitesi yok ve duvar boşluk oranı çok çıkmaktadır. Nadirde olsa çarpışma etkisi olan yapılara rastlamak mümkündür. Tablo 4.1'de yığma ve karma yapıların deprem puanlarının dağılımını gösteren tablo verilmiştir. Şekil 4.1'de ise yığma ve karma yapıların deprem puanları grafik halinde sunulmuştur. Ayrıca iki adet çelik yapı yığma ve karma yapılar sınıfında incelenmiş ve bu şekilde puanlama yapılarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4.1. Yığma ve karma binaların deprem puanlarının dağılımını gösteren tablo

Yığma ve karma binaların 7 ve üstü deprem PGV>60 puanı(cm/s)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120	120-130
<b>Toplam(90)</b>					1	6	26	27	22	4	4		
Yığma ve karma binaların, 6-7 arası deprem puanı(40<PGV<60) (cm/s)													
<b>Toplam(90)</b>									11	36	25	10	8



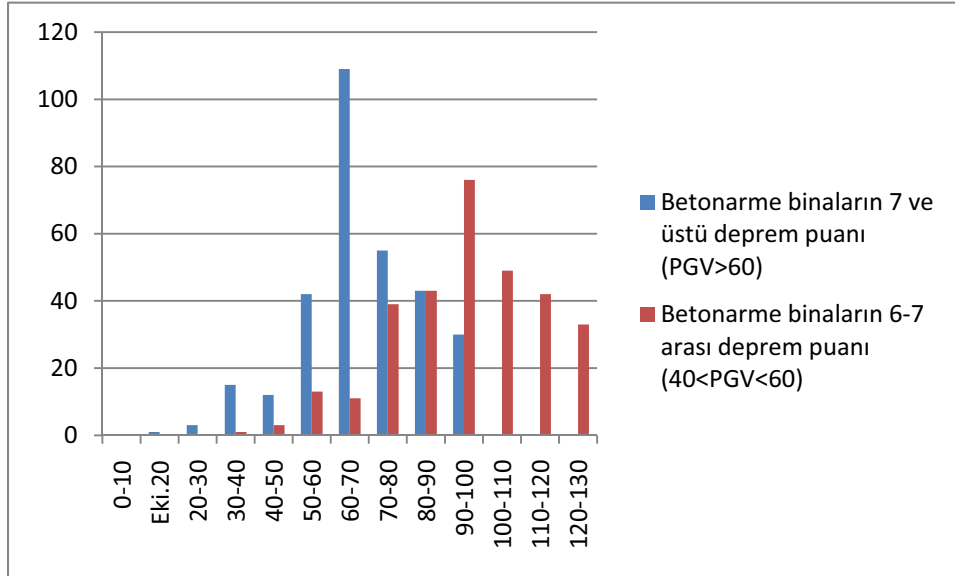
Şekil 4.1. Yığma ve karma yapıların deprem puanlarını gösteren grafik

İki ve daha fazla katlı olarak yapılmış betonarme binalar eski yerleşim yerlerinde ve daha çok da yeni yerleşim yerlerinde kooperatif ve toplu konut şeklinde görülmektedir. Bu da haliyle betonarme yapıların tüm binalar arasında çok önemli bir yer oluşturduğunu göstermektedir. Toplu konut olarak yapılan binalar daha çok dört katlı yapılmaktadır. Burada kat sayısının fazla olması olumsuzluk olarak karşımıza çıkmaktadır, ancak yapısal olarak

herhangi bir olumsuzluğa sahip değildir. Buna ek olarak kooperatif şeklinde ve ticari olarak yapılmış yapılarda konfor ve estetik ön plana çıktığı için bu yapılarda yapısal bozukluklara daha sık rastlanmaktadır. Örneğin en sık rastlanan yapısal bozuklukların başında ağır çıkmalı, geniş balkonlu ve beton parapetli binalar gelmektedir. Böyle binalar genellikle yeni binaların olduğu yerleşim yerlerinde olan Mimar Sinan, Ergenekon; Fatih mahallelerinin yanı sıra şehir merkezindeki ticari mekan olarak da kullanılan binalarda görülmektedir. Betonarme binalar için çok sık gözlenen diğer bir olumsuzluk parametresi de yumuşak kata sahip binalardır. Bu yapısal olumsuzluk genellikle şehir merkezindeki ve ana cadde kenarındaki binaların birinci katlarının ticari mekan olarak kullanıldığı binalarda görülmektedir. Ayrıca merkezdeki bitişik binalarda çarpışma etkisi de oluşmaktadır. Birinci derece deprem bölgesi olan Erzincan'da kat adedi olumsuzluk parametresi olarak pek etkili görülmemiş ancak en önemli parametre olduğu unutulmamalıdır. Çünkü binaların ancak yüzde biri beş katlıdır ve yeni yapılan binalarda dört kat ve daha az olarak yapılmaktadır. Binalar yaşlarına da bağlı olarak betonarme ve yığma binalarda, görünen kalitenin olmaması olumsuzluk parametresi olarak da görülmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi 1990-2010 arasında hızlı bir yapılaşma sürecine giren Erzincan'da bu sürede yapılan binalar genelde betonarme olduğu için yeni sayılabilir ve dış görünüşleri iyi, ancak çok daha öncesinde yapılan yapılar özellikle 1980 ve öncesi, genelde yığma ve bakıma ihtiyacı olan dış görünüşü iyi olmayan eskimiş binalardır. Betonarme binalarda rastlanan diğer bir olumsuzluk parametresi de kısa kolon oluşumudur. Bu çalışmada kısa kolonlu binalara Erzincan'da daha çok merkezde büyük yapılarda rastlanılmış özellikle cephe kolonlarının çok fazla olduğu binada kolondan kolona yapılan pencereler kısa kolon oluşturmuştur. Erzincan'daki binalar genellikle bodrumlu olarak yapılmışlardır. Özellikle betonarme binalarda bodrumlar mesken ve depo olarak kullanılmaktadır. Yığma binalarda da durum aynı denilebilir ancak yığma binalarda daha çok bir kaç odacık şeklinde kömürlük ve kiler olarak değerlendirilmiştir. Yapılan bu tez çalışmasında bodrumlardaki meskenler ve diğer kullanım şekilleri bodrum kat olarak değerlendirilmiştir. Tablo 4.2'de betonarme binaların deprem puanlarının dağılımı gösterilmiştir. Şekil 4.2'de ise Erzincan'daki betonarme binaların deprem puanlarının dağılımının grafik halinde gösterimi verilmiştir.

Tablo 4.2. Betonarme binaların Erzincan’da deprem puanlarının dağılımını gösteren tablo

Betonarme binaların, 7 ve üstü bir depremdeki (Hız Bölgesi 1, PGV>60) skorları	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120	120-130
<b>Toplam(310)</b>		<b>1</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>42</b>	<b>109</b>	<b>55</b>	<b>43</b>	<b>30</b>			
Betonarme binaların, 6-7 arası bir depremdeki (Hız Böl. 2, 40<PGV<60) skorları													
<b>Toplam(310)</b>				<b>1</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>39</b>	<b>43</b>	<b>76</b>	<b>49</b>	<b>42</b>	<b>33</b>



Şekil 4.2. Erzincan’daki betonarme yapıların deprem puanlarının dağılımı

Yapılan puanlamada her binaya başlangıçta bir deprem puanı verilmiştir. Binalara 0-130 arasında puanlar verilmiştir ve sonra her olumsuzluk parametresi ile olumsuzluk kat sayısı çarpılarak bu başlangıç puanından düşürülmüştür. Betonarme binalarda R7 ve üstü bir depremde 31 bina 50 sınır değerinin altında kaldığı için ikinci kademeli değerlendirmeye geçilmesine karar verilmiştir. 6-7 arası bir depremde ise 4 betonarme bina 50 sınır değerinin altında kaldığı için ikinci derece kademeli değerlendirmeye geçilmesine karar verilmiştir. Yığma binalarda 7 ve üstü bir depremde 1 binanın 50 sınır değerinin altındaki puanda kaldığı için ikinci kademeye geçirilmesine karar verilmiştir. 6-7 arası bir depremde 50 sınır değerinin altında her hangi bir yığma bina puan almadığı için ikinci kademe değerlendirme geçen yığma bina olmamıştır. Yığma yapılar eski olmasına rağmen daha az sayıda ikinci kademede değerlendirilmesinde en büyük etken kat sayılarının az olmasıdır. Bina deprem puanlarının hesaplanmasında en önemli parametrelerden biri de kat sayısıdır. Kat adedi çok olan yapıların deprem puanları daha az olmaktadır.

Sonuç olarak bu tez çalışması bizlere göstermiştir ki Erzincan'da mevcut yapı stokunun yığma olarak yapılan bir iki ve üç katlı yapılar genel olarak çok eski oldukları için ve yeni deprem yönetmeliklerine göre yapılmadıkları için yeni deprem yönetmeliklerine göre güçlendirme yapılmalı yada yapı ömrünü tamamlamış bu yapılar yıkılıp yerine yeni deprem yönetmeliklerine göre tasarlanmış betonarme yapılar yapılmalıdır. Mevcut yapı stoğunun betonarme olarak yapılmış olanlarında ise durum yığma yapılara göre bir derece daha iyi olmakla birlikte 1993-2010 arası yapılanlar genelde büyük bir deprem görmedikleri için iyi deprem performansına sahipler denilebilir ancak 1992 depreminden önce yapılmış ve depremde ayakta kalmış betonarme binalar büyük bir darbe aldıkları için ister istemez taşlar yerinden oynadı onarılmalı ve/veya güçlendirilmelidir. Buna ek olarak betonarme yapılarda görülen yapısal bozukluklar yeniden ele alınarak olası depremde en az hasar alacak ve en ekonomik bir şekilde çözüm üretilmelidir. Ayrıca yeni yapılacak olan yapılarda da bu düzensizliklere azami özen gösterilmelidir özellikle yumuşak kat, ağır çıkma ve kısa kolon oluşturacak durumlardan asgari derecede uzak durulmalıdır.

## 5. KAYNAKLAR

- Akbulut, M. T. ve Aytuğ, A., 2005. Deprem Hasar Görebilirlik Riskinin Gözleme Dayalı Belirlenmesine Yönelik Öneri Değerlendirme Yaklaşımı Yıldız Teknik Üniversitesi Mim. Müh. Fak. Der.,1, 1 , 96
- Aslankara Y.,İnel M. ve Toprak. S., 2005. Kent Ölçeğinde Senaryo Depremde Oluşacak Hasarların Tahmini 2005 Kocaeli Deprem Sempozyumu Mart, Kocaeli, Bildiriler Kitabı, 1434-1443
- Bal, İ. E.,2005. Deprem Etkisindeki Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri İle Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bayındırlık Şurası, 2009. Afetlere Hazırlık ve Kentsel Risk Yönetimi Komisyonu Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- Çelik, O. C., İlki, A., Yalçın, C. ve Yüksel, E., 2007. Doğu Ve Batı Avrupa Kentlerinde Değişik Tip Binaların Deprem Riskinin Hızlı Değerlendirilmesi Üzerine Bir Deneyim. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 297-303
- Çinicioğlu, S.F., Bozbey, İ., Keleşoğlu, M.K., Öztoprak, S. ve Öztorun, N.K., 2005. Deprem Bölgeleri için Kentsel Yönetim Sistemlerinin Ayrılmaz Bileşeni: Deprem Risk Analizleri, 4. Kentsel Altyapı Sempozyumu, 15-16 Aralık, TMMOB, Eskişehir.
- Damcı, E.,Yıldızlar, B., Gürsoy, G., Öztorun, N.K.ve Çelik, T. 2003 Bakırköy Özelinde Türkiye Genelinde Yapı Durum Tespiti İçin Bir Algoritma 5. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Mayıs, İstanbul Bildiriler Kitabı:1, Bildiri No: AT:041.
- Deprem Şurası, 2004. Mevcut Yapıların İncelenmesi ve Yapı Denetim Komisyonu Raporu Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara
- Deprem Şurası 2004. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Deprem Şurası Sonuç Bildirgesi, Ekim, Ankara, 44-45
- DBYBHY (Deprem yönetmeliği), 2007. Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi, Bölüm 7, 107-129
- Temur R. 2006. Hızlı Durum Tespit (DURTES)Yöntemi ve Bilgisayar Programının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- FEMA 310, 1998 Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings, page (1-5)
- Gülay, F. G., Bal, I.E. ve Tezcan, S. S., 2007 Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi İçin P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi 6.Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 661-672



- İnel, M., Özmen, H. B. ve Bilgin, H., 2007. “Türkiye’de Yaşanan Deprem Hasarları ve Yapı Stoğunun Değerlendirilmesi”, 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı 2: 249-260
- Keleşoğlu, M.K., Öztoran, N.K., Çinicioğlu, S.F., Bozbey, İ., Öztoprak, S., Özyazgan, C. ve Çelik, T., 2003. Deprem Risk Analizi: Bakırköy İlçesi Örneği, Küçükçekmece ve Yakın Çevresi Teknik Kongresi, Deprem ve Planlama, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 2: 121-132.
- Nuhoğlu A., vd., (2009). E. Ercan B.Arısoy, A.Nuhoğlu 'Mevcut Yapıların Deprem Davranışlarının Belirlenmesinde ve Güçlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler' İzmir Afet Riskini Azaltma Sempozyumu, Tepekule Kongre ve Sergi Sarayı İzmir, Aralık, Bildiriler Kitabı:179-200
- Öztoran, N. K. ve Temur, R. 2005. Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi Yazılımının Geliştirilmesi, II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, MBGAK Kasım, İstanbul.
- Özvan, A., Akkaya, İ., Tapan, M. ve Şengül, M. A., 2005. Van Yerleşkesinin Deprem Tehlikesi ve Olası Bir Deprem Sonuçları. Kocaeli Deprem Sempozyumu, Mart, Kocaeli, Bildiriler Kitabı:1386-1392
- Ramli, M. Z. ve Yong, T. T., 2008. Building Classification Use Applied Tecnology Council(ATC21), ICCBT, 2008 - B - (27) –297-306
- Sucuoğlu, H. 2007. Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Risklerinin Sokaktan Trama Yöntemi ile Belirlenmesi Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Ekim, İstanbul Bildiriler Kitabı, 267-283
- Şenel, Ş. M., İnel, M., Toprak, S. ve Manav, Y. 2007. Depremde Oluşacak Bina Hasarlarının Envanter Bilgilerine Dayalı Tahmini Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 245-256 .
- Temur, R., 2006. Hızlı Durum Tespit (DURTES)Yöntemi ve Bilgisayar Programının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Temur, R. ve Öztoran, N. K., 2005. Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi Yazılımının Geliştirilmesi, II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi MBGAK’, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Avcılar Kampüsü, Avcılar–İstanbul, Kasım.
- URL-1, [www.yerbilimleri.com/bir-binanin-deprem-riski-10-dakikada-olculur-mu/27.12.1010](http://www.yerbilimleri.com/bir-binanin-deprem-riski-10-dakikada-olculur-mu/27.12.1010).
- URL-2, <http://m.friendfeed-media.com/5c1ba2936073ea5661046805b7a9c093563ce36d27.12.1010>.
- URL-3, [http://www.cen.ncc.metu.edu.tr/WorkshopPDFs/Ahmet\\_Yakut.pdf](http://www.cen.ncc.metu.edu.tr/WorkshopPDFs/Ahmet_Yakut.pdf) 28.12 2010
- URL-4, [www.imoantalya.org.tr/files/sem060310\\_ssayin.pdf](http://www.imoantalya.org.tr/files/sem060310_ssayin.pdf) 28. 2. 2011

URL-5, <http://www.emlaklobisi.com/Detay.aspx?HaberID=3132> 28.12.2010.

URL-6, [www.abbasguclu.com.tr/haber/depreme\\_karsi\\_oto\\_lastikli\\_guclendirme.html](http://www.abbasguclu.com.tr/haber/depreme_karsi_oto_lastikli_guclendirme.html)  
27.12.2010

URL-7, [www.google.com.tr/images?hl=tr&q=erzincan+resimleri&um=1&ie=](http://www.google.com.tr/images?hl=tr&q=erzincan+resimleri&um=1&ie=) 27.12.2010

URL-8, <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/11402.pdf> 29.01.2011

URL-9, (<http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/11403.pdf>) 29.01.2011

URL-10, <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/10121.pdf> 28.02.2011

URL-11, [www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/10024.pdf](http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/10024.pdf) 28.01.2011

URL-12, [www.scribd.com/doc/19886002/Gelitirilmis-Hzl-Durum-Tespit-Yontemi](http://www.scribd.com/doc/19886002/Gelitirilmis-Hzl-Durum-Tespit-Yontemi)  
28.02.2011

Yüksel, İ., 2008. Betonarme Binaların Deprem Sonrası Acil Hasar Değerlendirmeleri, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 24, 1-2 260 – 276.

## 6. EKLER

Ek- 1. Birinci kademe bina değerlendirme formu

### BİRİNCİ KADEME BİNA DEĞERLENDİRME FORMU

Sokak Adı	
Mahalle	
İlçe	
HızBölgesi	I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/>

Binanın Adı : .....

Yapım Yılı : .....

Taşıyıcı Sistem Türü

Betonarme  Yığma  Karma Diğer:.....

Kat Sayısı

Bodrum Kat Sayısı: .....

Zemin Üstü Kat Sayısı: .....

Kat Alanı (m2) ve Yükseklikleri (m)

1.Bodrum Kat	:	..... m2	..... m
2.Bodrum Kat	:	..... m2	..... m
Zemin Kat	:	..... m2	..... m
1. Normal Kat	:	..... m2	..... m
2. Normal Kat	:	..... m2	..... m
3. Normal Kat	:	..... m2	..... m
4. Normal Kat	:	..... m2	..... m
5. Normal Kat	:	..... m2	..... m
6. Normal Kat	:	..... m2	..... m

Döşemeler

Kirişli Düz Döşeme  Kirişsiz Döşeme  Dişli Döşeme

Asmolen Döşeme

Diğer:

### Dolgu Duvarlar

- Dolu Tuğla  Delikli Tuğla  Beton Briket  Taş duvar  
 Taş duvar  Diğer.: .....

### Temeller

- Tekil Temel  Sürekli Temel  Kirişli Radye  Kirişsiz Radye  
 Kazıklı Temel  Diğer.....

### Zemin Türü

- Zemin I  Zemin II  Zemin III  Zemin IV

### Bodrum Kat Varsa Çerçeve Perdesi

- Taş Duvar  Betonarme Perde  
 Diğer.....

### Betonarme Binalar İçin

Yumuşak Kat	Yok <input type="checkbox"/>	Var <input type="checkbox"/>	
Ağır Çıkmalar	Yok <input type="checkbox"/>	Var <input type="checkbox"/>	
Görünen Kalite	İyi <input type="checkbox"/>	Orta <input type="checkbox"/>	Kötü <input type="checkbox"/>
Kısa Kolonlar	Yok <input type="checkbox"/>	Var <input type="checkbox"/>	
Çarpışma Etkisi	Yok <input type="checkbox"/>	Var <input type="checkbox"/>	
Tepe-Yamaç Etkisi	Yok <input type="checkbox"/>	Var <input type="checkbox"/>	

### Yığma ve Karma Binalar İçin

Görünen Kalite	İyi <input type="checkbox"/>	Orta <input type="checkbox"/>	Kötü <input type="checkbox"/>
Duvar-Boşluk Oranı	Az <input type="checkbox"/>	Orta <input type="checkbox"/>	Çok <input type="checkbox"/>
Duvar-Boşluk Düzeni	Düzenli <input type="checkbox"/>	Az Düzenli <input type="checkbox"/>	Düzensiz <input type="checkbox"/>
Çarpışma Etkisi	Yok <input type="checkbox"/>	Var <input type="checkbox"/>	

## ÖZGEÇMİŞ

**Ömer BAYRAK**, 23.04.1978 yılında Erzincan'da doğdu. İlk ve Ortaokuldan sonra Erzincan Kazım Karabekir Lisesi'nde orta tahsilini tamamlayıp 1997 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümüne yerleşti ve buradan da 2002 yılında mezun oldu. Askerlik görevini yaptıktan sonra Erzincan'ın ilçelerinde bir süre öğretmenlik yaptı. 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği'nde yüksek lisans eğitimine alan dışı olarak yerleşti ve halen aynı bölümde yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. Orta düzeyde İngilizce bilen Ömer BAYRAK evli ve bir çocuk babasıdır.