



---

**EGE BÖLGESİNDE YAYGIN OLARAK KULLANILAN YIĞMA  
YAPILAR VE BU YAPILARIN DEPREM GÜVENLİĞİ**

**Sadık DURAK**

**Ağustos, 2008**

**DENİZLİ**

**EGE BÖLGESİNDE YAYGIN OLARAK KULLANILAN YIĞMA  
YAPILAR VE BU YAPILARIN DEPREM GÜVENLİĞİ**

**Pamukkale Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Sadık DURAK**

**Danışman: Prof. Dr. Hasan KAPLAN**

**Ağustos, 2007**

**DENİZLİ**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Sadık DURAK tarafından Prof. Dr. Hasan KAPLAN yönetiminde hazırlanan “Ege Bölgesinde Yaygın Olarak Kullanılan Yığma Yapılar ve Bu Yapıların Deprem Güvenliği” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 25.08.2008 Saat:14:00



Prof.Dr. Hasan KAPLAN

Jüri Başkanı(Danışman)



Yard. Doç.Dr. K.Armağan KORKMAZ

Jüri Üyesi



Yard.Doç.Dr.Salih YILMAZ

Jüri Üyesi

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

...../...../.....tarih ve .....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL**

**Müdür**

## TEŞEKKÜR

Bu Yüksek Lisans tezimin danışmanlığını üstlenen, teşvik edici yönetimi ve olumlu eleştirileriyle bana yol gösteren hocam Prof. Dr. Hasan KAPLAN'a öncelikle teşekkür ederim.

Gösterdikleri yakın ilgi ve destekleri dolayısıyla Yrd.Doç.Dr. Salih YILMAZ'a çok teşekkür ederim.

Öğrenimim süresince, yıllarca ve şefkatle beni destekleyen aileme minnettarım. Ayrıca ve özellikle, bu tez çalışmam sırasında gösterdiği anlayış ve sabırdan dolayı sevgili eşime çok teşekkür ederim.

Sadık DURAK

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :

ÖĞrenci Adı Soyadı : Sadık DURAK

## ÖZET

### EGE BÖLGESİNDE YAYGIN OLARAK KULLANILAN YIĞMA YAPILAR VE BU YAPILARIN DEPREM GÜVENLİĞİ

Durak, Sadık  
Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği ABD  
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Hasan KAPLAN

Ağustos 2008, 94 Sayfa

Ülkemizdeki yapı stokunun %54 gibi büyük bir kısmı yığma tarzdadır. Bir çoğu deprem bakımından risk taşıyan yığma yapılar, kırsal kesimde yoğunlaşmakla birlikte kentsel alanlarda da bulunmaktadır.

Ülkemizin öncelikli sorunlarından biri, deprem bakımından güvensiz olan yığma yapı stokudur. Bu yapı stoğunun tanımlanmasında, genellikle TUİK (Türkiye İstatistik Kurumu) tarafından yapılan Bina Sayım Sonuçları esas alınmaktadır. Bina sayım sonuçları yapı sistemi, yapı malzemesi, kat sayısı gibi özellikleri içermektedir. Yığma yapıların, depremsellik incelemesi, hasar görülebilirlik riskleri hakkında öngörülebilir bulunabilmek için ise; DBYYHY (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik) hükümlerinin sağlanıp sağlanmadığı hakkında daha teknik ve detaylı bilgilere gereksinim duyulmaktadır.

Bu çalışma ile Ege Bölgesindeki yığma yapıların genel karakteristiklerin yanında, DBYYHY hükümlerini karşılama durumu, yapısal kusurların tespiti için örnekleme yöntemi ile envanter çalışması yapılması ve bu çalışma sonuçlarının değerlendirilerek, Ege Bölgesindeki yığma yapıların deprem güvenliği açısından genel sonuçlara ve çözüm önerilerine ulaşılması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yığma Yapı, Deprem, Envanter

Prof. Dr. Hasan KAPLAN  
Yard.Doç.Dr. K.Armağan KORKMAZ  
Yard.Doç. Dr. Salih YILMAZ

## ABSTRACT

### MASONARY BUILDINGS COMMONLY USED IN AEGEAN REGION AND SAFETY OF THESE BUILDINGS

Durak, Sadık  
M.Sc. Thesis in Civil Engineering  
Supervisor: Prof. Dr. Hasan KAPLAN

August 2008, 94 Pages

A large amount of building stock in our country, like %54, is the kind of masonry. The masonry constructions most of which carries the risk in point of earthquakes, densens in country areas and presents also in city areas.

One of the preferential problems in our country is masonry building, stock that is unsafe about earthquakes. While the defining of this building stock, usually the Results of Building Counting are taken mainly by TUIK (Turkey Statistics Institution). Results of Building Counting contains properties like the system of construction, materials of construction, number of floors. To foresight about the observing earthquake, the damage risk of the masonry buildings; the technical and detailed datas if the rules of DBYYHY (Specification for Structures to be Built In Earthquake Areas) are provided or not, are needed.

By this work it is aimed that masonry buildings in Aegean region the position if DBYYHY rules are compensated or not, to determine the constructive failures by example method and inventory work; and by estimating the results of this work, the masonry buildings in Aegean Region are transported the results and solution suggestion about the safety of earthquakes.

**Keywords:** Masonry Building, Earthquake, Inventory

Prof.Dr. Hasan KAPLAN  
Assoc.Prof.Dr. K. Armağan KORKMAZ  
Assoc.Prof.Dr. Salih YILMAZ

## İÇİNDEKİLER

|   |      |
|---|------|
| Yüksek Lisans Tezi Onay Formu.....  | II   |
| Teşekkür.....   | III  |
| Bilimsel Etik Sayfası.....  | IV   |
| Özet.....   | V    |
| Abstract.....   | VI   |
| İçindekiler.....  | VII  |
| Şekiller Dizini.....  | IX   |
| Tablolar Dizini.....  | XII  |
| Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....   | XIII |
| <br>  |      |
| 1. GİRİŞ.....   | 1    |
| 1.1 Tezin Konusu.....   | 1    |
| 1.2 Tezin Amacı.....  | 1    |
| 1.3 Tezin Kapsamı.....  | 2    |
| 2. LİTERATÜR BİLGİSİ.....   | 5    |
| 2.1 Yığma Yapılarla İlgili Çalışmalar.....                                  | 5    |
| 2.1.1 Yığma yapı tanımı ve deprem davranışı.....                            | 8    |
| 2.1.2 Yığma yapılarda hasar biçimleri.....                                  | 9    |
| 2.1.3 Yığma yapılarda oturma çatlakları ve hasarı.....                      | 10   |
| 2.1.4 Yığma yapılarda deprem hasarı.....                                    | 11   |
| 2.2 Literatürde Hızlı Değerlendirme Yöntemleri.....                         | 14   |
| 3. EGE BÖLGESİNİN DEPREMSELLİĞİ VE YIĞMA YAPILAR.....                       | 18   |
| 3.1 Ege Bölgesinin Jeolojik Özellikleri.....                                | 18   |
| 3.2 Ege Bölgesi ve Çevresinde Meydana Gelen Depremler.....                  | 19   |
| 3.3 Ege Bölgesinin Deprem Bölge Katsayısı.....                              | 21   |
| 3.4 Ege Bölgesinin Demografik Özellikleri.....                              | 21   |
| 3.5 Ege Bölgesinde Yığma Yapıların Toplam Yapılar içindeki Payı.....        | 22   |
| 3.6 Ege Bölgesinde Yığma Yapılarda yaşayan Nüfusun Toplam Nüfusa Oranı..... | 22   |
| 4. EGE BÖLGESİNDEKİ YIĞMA YAPILAR ENVANTER ÇALIŞMASI.....                   | 23   |
| 4.1 Envanter Çalışmasında İzlenen Yöntem.....                               | 23   |
| 4.2 Ege Bölgesindeki Yığma Yapı Karakteristiklerinin Tespiti.....           | 24   |
| 4.2.1 Yığma yapıların kat sayıları.....                                     | 24   |
| 4.2.2 Yığma yapılarda bodrum kat durumu.....                                | 26   |
| 4.2.3 Yığma yapıların komşu yapılarla konumu.....                           | 27   |
| 4.2.4 Yığma yapıların komşu binalarla derz durumu.....                      | 28   |
| 4.2.5 Yığma yapıların taşıyıcı sistem türü.....                             | 29   |
| 4.2.6 Yığma yapıların taşıyıcı duvar malzemesi.....                         | 31   |
| 4.2.7 Yığma yapıların bodrum perde malzemesi.....                           | 34   |
| 4.2.8 Yığma yapıların döşeme sistemi.....                                   | 35   |
| 4.2.9 Yığma yapılarda kalkan duvar durumu.....                              | 37   |
| 4.2.10 Yığma yapılarda sıva durumu.....                                     | 38   |
| 4.2.11 Yığma yapılarda köşe birleşimi durumu.....                           | 39   |
| 4.2.12 Yığma yapılarda hasar durumu.....                                    | 41   |



|  |    |
|--|----|
| 4.3 Ege Bölgesinde Yığma Yapıların 2007 DBYYHY'e Uygunluğu .....                   | 42 |
| 4.3.1 Yığma yapıların DBYYHY 5.2.2 maddesine uygunluğu .....                       | 42 |
| 4.3.2 Yığma yapıların DBYYHY 5.2.4 maddesine uygunluğu .....                       | 44 |
| 4.3.3 Yığma yapıların DBYYHY 5.2.5-5.2.6 maddesine uygunluğu .....                 | 45 |
| 4.3.4 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.1.1 maddesine uygunluğu .....                     | 47 |
| 4.3.5 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.2.2 maddesine uygunluğu .....                     | 48 |
| 4.3.6 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.3 maddesine uygunluğu .....                       | 49 |
| 4.3.7 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.4 maddesine uygunluğu .....                       | 50 |
| 4.3.8 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.5.1 maddesine uygunluğu .....                     | 51 |
| 4.3.9 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.6.1 maddesine uygunluğu .....                     | 53 |
| 4.3.10 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.6.2 maddesine uygunluğu .....                    | 55 |
| 4.3.11 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.6.4 maddesine uygunluğu .....                    | 56 |
| 4.3.12 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.6.5 maddesine uygunluğu .....                    | 57 |
| 4.3.13 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.6.6 maddesine uygunluğu .....                    | 59 |
| 4.3.14 Ege Bölgesi yığma yapıların DBYYHY hükümlerine uygunluğu<br>sonuçları ..... | 60 |
| 5. DEPREM RİSKİNİN HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİYLE<br>BELİRLENMESİ .....         | 63 |
| 5.1 İstatistiksel Yığma Yapı Verileri .....  | 63 |
| 5.2 Yığma Yapı Envanter Verilerinin Değerlendirilmesi .....                        | 64 |
| 5.3 Yığma Yapıların Kalite Puanlandırılması .....                                  | 65 |
| 5.3.1 Yapım tarihi .....   | 65 |
| 5.3.2 Yığma yapılarda kat sayısı puanı .....                                       | 66 |
| 5.3.3 Yığma yapılarda taşıyıcı duvar malzemesi puanı .....                         | 66 |
| 5.3.4 Mahalle puanı .....  | 67 |
| 5.3.5 Binanın fiziksel durumu puanı .....  | 67 |
| 5.4 Hasar Tahmininde Kullanılan Yöntem .....                                       | 68 |
| 5.4.1 Bina kapasitesi .....  | 69 |
| 5.4.2 Talep spektrumu .....  | 70 |
| 5.5 Hasar ve Kayıp Tahmini .....   | 71 |
| 5.5.1 Bina hasar düzeyleri ve bina hasarı olasılık eğrileri .....                  | 71 |
| 5.5.2 Yığma binalarda yapısal hasar düzeyleri .....                                | 71 |
| 5.5.3 Yığma binalarda bina hasarı olasılık eğrileri .....                          | 72 |
| 5.5.4 Yapısal hasar tahmini .....  | 75 |
| 5.6 Hasar Senaryosu .....  | 76 |
| 5.7 Ege Bölgesi Yığma Yapılar İçin Deprem Risk Değerlendirme Sonuçları .....       | 78 |
| 5.7.1 Z1 zemin sınıfı için hasar senaryosu .....                                   | 80 |
| 5.7.2 Z2 zemin sınıfı için hasar senaryosu .....                                   | 81 |
| 5.7.3 Z3 zemin sınıfı için hasar senaryosu .....                                   | 82 |
| 5.7.4 Z4 zemin sınıfı için hasar senaryosu .....                                   | 84 |
| 5.7.5 Hasar senaryosunun değerlendirilmesi .....                                   | 85 |
| 6. SONUÇLAR .....  | 87 |
| 7. KAYNAKLAR .....   | 91 |
| 8. ÖZGEÇMİŞ .....  | 94 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Şekil 2.1  | Yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları (a) .....                              | 10 |
| Şekil 2.2  | Yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları (b) .....                              | 10 |
| Şekil 2.3  | Yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları (c) .....                              | 11 |
| Şekil 2.4  | Yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları (d) .....                              | 11 |
| Şekil 2.5  | Duvarlarda eğik çekme çatlakları oluşturan kuvvetler ve ilk aşama çatlaklar..... | 12 |
| Şekil 2.6  | Duvarlarda eğik çekme çatlakları oluşturan kuvvetler ve 2. aşama çatlaklar...    | 13 |
| Şekil 2.7  | H/L oranı 1'e yakın olduğunda tüm cephenin birlikte davranması .....             | 14 |
| Şekil 2.8  | Uzun ve dolu bir duvarda oluşan birden fazla eğik çekme çatlakları.....          | 14 |
| Şekil 3.1  | Ege Bölgesi Aktif Fay Haritası.....  | 18 |
| Şekil 3.2  | Ege Bölgesi Topografyası.....  | 19 |
| Şekil 3.3  | Türkiye ve çevresinde oluşmuş depremler (1904-2004) .....                        | 20 |
| Şekil 3.4  | Ege Bölgesinde oluşmuş depremlerin şiddetine göre sınıflandırılması.....         | 20 |
| Şekil 3.5  | Türkiye deprem bölgeleri haritası.....   | 21 |
| Şekil 4.1  | Uşak merkezde 4 kat +çatı piyesli yığma bir bina.....                            | 25 |
| Şekil 4.2  | Ege Bölgesinde yığma yapıların kat sayıları oranları.....                        | 26 |
| Şekil 4.3  | Ege Bölgesinde yığma yapıların bodrum kat durumu oranları.....                   | 27 |
| Şekil 4.4  | Karahallı ilçesinde bitişik (orta ve kenar) nizamlı yapılar.....                 | 27 |
| Şekil 4.5  | Ege Bölgesinde yığma yapıların komşu yapılarla konumu oranları.....              | 28 |
| Şekil 4.6  | Ege Bölgesinde yığma yapıların komşu yapılarla konumu oranları.....              | 29 |
| Şekil 4.7  | Çeşitli yığma taşıyıcı sistem yapı tipleri.....                                  | 30 |
| Şekil 4.8  | Ege Bölgesinde yığma yapıların taşıyıcı sistem türü oranları .....               | 30 |
| Şekil 4.9  | Ege Bölgesinde yığma yapıların taşıyıcı duvar malzemesi oranları.....            | 31 |
| Şekil 4.10 | Yığma taşıyıcı malzeme çeşitleri.....  | 32 |
| Şekil 4.11 | Fabrikasyon taşıyıcı duvar malzeme ve teknik özellikleri .....                   | 33 |
| Şekil 4.12 | Yığma yapıda çok farklı malzemelerin kullanılması durumu .....                   | 34 |
| Şekil 4.13 | Uygun malzeme ve bağlayıcı harç kullanılmaması sonucu oluşan hasar.....          | 35 |
| Şekil 4.14 | Ege Bölgesinde yığma yapıların bodrum kat perde malzemesi oranları .....         | 35 |
| Şekil 4.15 | Yığma yapılarda döşeme uygulamaları .....  | 36 |
| Şekil 4.16 | Ege Bölgesinde yığma yapıların döşeme sistemleri oranları.....                   | 36 |
| Şekil 4.17 | Yığma yapılarda kalkan duvar.....  | 37 |
| Şekil 4.18 | Çeşitli kalkan duvar uygulamaları .....  | 38 |
| Şekil 4.19 | Ege Bölgesinde yığma yapıların kalkan duvar durumu oranları .....                | 38 |
| Şekil 4.20 | Ege Bölgesinde yığma yapıların sıva durumu oranları.....                         | 39 |
| Şekil 4.21 | Bina köşesinde derz oluşması ve uygunsuz harç kullanımı.....                     | 40 |
| Şekil 4.22 | Doğru köşe birleşimine örnekler .....  | 40 |
| Şekil 4.23 | Ege Bölgesinde yığma yapıların köşe birleşimi durumu oranları .....              | 41 |
| Şekil 4.24 | Yığma yapı hasarlarına örnekler.....   | 41 |
| Şekil 4.25 | Ege Bölgesinde yığma yapıların hasar durumu oranları.....                        | 42 |
| Şekil 4.26 | Yığma yapıların DBYYHY'ın 5.2.2 maddesini karşılama oranları .....               | 44 |
| Şekil 4.27 | Uşak'ta zemin kat yüksekliği 3,50 mt olan bir yığma yapı .....                   | 45 |
| Şekil 4.28 | Yığma yapıların DBYYHY'ın 5.2.4 maddesini karşılama oranları .....               | 45 |
| Şekil 4.29 | Karahallı'da taşıyıcı duvar düşey süreksizliğine örnekler.....                   | 46 |
| Şekil 4.30 | Yığma yapıların DBYYHY'ın 5.2.5-5.2.6 maddesini karşılama durumu.....            | 46 |
| Şekil 4.31 | Yığma yapıların DBYYHY'ın 5.4.1.1 maddesini karşılama oranları .....             | 48 |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Şekil 4.32 | Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.2.2 maddesini karşılama oranları .....  | 48 |
| Şekil 4.33 | Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.3 maddesini karşılama oranları .....    | 50 |
| Şekil 4.34 | Yığma yapılar için duvar uzunluğu/alan oranı şartı .....              | 50 |
| Şekil 4.35 | Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.4 maddesini karşılama oranları .....    | 51 |
| Şekil 4.36 | Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.5.1 maddesini karşılama oranları .....  | 52 |
| Şekil 4.37 | Yığma yapılarda duvar boşlukları için getirilen sınırlamalar .....    | 53 |
| Şekil 4.38 | Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.6.1 maddesini karşılama oranları .....  | 54 |
| Şekil 4.39 | Yapı boşluklarının bina köşesine uzaklığının sağlanamaması .....      | 54 |
| Şekil 4.40 | Yığma binalarda komşu iki yapı boşluğu arasındaki mesafe .....        | 55 |
| Şekil 4.41 | Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.6.2 maddesini karşılama oranları .....  | 56 |
| Şekil 4.42 | Dik kesen duvarlarda yapı boşlukları mesafesinin sağlanamaması.....   | 57 |
| Şekil 4.43 | Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.6.4 maddesini karşılama oranları .....  | 57 |
| Şekil 4.44 | Kapı ve pencere boşluklarının 3 mt den fazla olması durumu .....      | 58 |
| Şekil 4.45 | Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.6.5 maddesini karşılama oranları .....  | 58 |
| Şekil 4.46 | Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.6.6. maddesini karşılama oranları ..... | 59 |
| Şekil 5.1  | Performans noktasının İteratif Prosedür A ile bulunması.....          | 68 |
| Şekil 5.2  | Performans noktasının İteratif Prosedür A ile bulunması.....          | 69 |
| Şekil 5.3  | Performans noktasının doğrudan prosedür b ile bulunması. ....         | 69 |
| Şekil 5.4  | $I=5, J=2$ için Hasar Olasılık Eğrisi .....                           | 75 |
| Şekil 5.5  | Yerel zemin sınıfına bağlı spektrum katsayıları .....                 | 78 |
| Şekil 5.6  | Yığma yapıların kalitelerine göre sınıflandırılması.....              | 79 |
| Şekil 5.7  | Z1 zemin sınıfı için hasar senaryosu yüzdeler dilimleri.....          | 81 |
| Şekil 5.8  | Z2 zemin sınıfı için hasar senaryosu yüzdeler dilimleri.....          | 82 |
| Şekil 5.9  | Z3 zemin sınıfı için hasar senaryosu yüzdeler dilimleri.....          | 82 |
| Şekil 5.10 | Z4 zemin sınıfı için hasar senaryosu yüzdeler dilimleri.....          | 82 |

## TABLOLAR DİZİNİ

|   |    |
|---|----|
| <b>Tablo 4.1</b> Yığma yapılar için izin verilen en çok kat sayısı .....                      | 43 |
| <b>Tablo 4.2</b> Taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları (DBYYHY 2007).....                 | 49 |
| <b>Tablo 4.3</b> Yığma yapılar için plandaki ölçü sınırları.....                              | 52 |
| <b>Tablo 4.4</b> Ege Bölgesi yığma yapıların DBYYHY hükümlerini karşılama oranları ....       | 61 |
| <b>Tablo 5.1</b> Yığma yapılar için taşıyıcı sistem türleri (I) .....                         | 64 |
| <b>Tablo 5.2</b> Yığma yapılar için yapım yılları sınıflaması (J) .....                       | 64 |
| <b>Tablo 5.3</b> Yığma yapılar için kalite sınıflaması (K).....                               | 64 |
| <b>Tablo 5.4</b> Yığma yapıların kalite puanlaması .....                                      | 65 |
| <b>Tablo 5.5</b> Yığma yapılarda yapım tarihi puanlaması .....                                | 65 |
| <b>Tablo 5.6</b> Yığma yapılarda kat sayısı puanlaması.....                                   | 66 |
| <b>Tablo 5.7</b> Yığma yapılarda taşıyıcı yuvar malzemesi puanlaması .....                    | 66 |
| <b>Tablo 5.8</b> Kapasite spektrumu parametreleri .....                                       | 73 |
| <b>Tablo 5.9</b> Spektral yerdeğiştirmelerin hasar düzeyi için median değerleri (J=1).....    | 73 |
| <b>Tablo 5.10</b> Spektral yer değiştirmelerin hasar düzeyi için median değerleri (J=2) ..... | 74 |
| <b>Tablo 5.11</b> Standart sapma değerleri (J = 1) .....                                      | 74 |
| <b>Tablo 5.12</b> Standart sapma değerleri (J = 2) .....                                      | 74 |
| <b>Tablo 5.13</b> Yığma yapılar için yaralanma matrisi .....                                  | 77 |
| <b>Tablo 5.14</b> Zemin sınıfı parametreleri.....   | 78 |
| <b>Tablo 5.15</b> Envanter kapsamında yığma yapıların I,J,K değerleri dağılımı.....           | 79 |
| <b>Tablo 5.16</b> Z1 zemin sınıfı için hasar senaryosu değerleri tablosu .....                | 80 |
| <b>Tablo 5.17</b> Z2 zemin sınıfı için hasar senaryosu değerleri tablosu .....                | 82 |
| <b>Tablo 5.18</b> Z3 zemin sınıfı için hasar senaryosu değerleri tablosu .....                | 83 |
| <b>Tablo 5.19</b> Z4 zemin sınıfı için hasar senaryosu değerleri tablosu .....                | 84 |
| <b>Tablo 5.20</b> Ege Bölgesi yığma yapıların zemin sınıflarına göre hasar riskleri .....     | 85 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|              |   |
|--------------|---|
| ABYYHY       | Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik   |
| D            | Sembolik Hasar  |
| $S_d$        | Spektral yer değiştirme                                   |
| $S_{d,ds}$   | Bina Hasar Düzeyi   |
| $\beta_{ds}$ | Spektral yer değiştirmeye ait standart sapma              |
| $\Phi$       | Birikimli normal dağılım fonksiyonu                       |
| $D_a$        | Hasar düzeyi için bina median görelî kat ötelemesi oranı  |
| H            | Binanın toplam yüksekliği                                 |
| $\alpha_2$   | Modal parametre   |
| KSY          | Kapasite spektrum yöntemi                                 |
| DBYYHY       | Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik |

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Tezin Konusu

Ülkemizdeki yapı stoğunun %54 gibi büyük bir kısmı yığma tarzdadır (DİE 2000, Kaplan vd 2004). Bir çoğu deprem bakımından risk taşıyan yığma yapılar, kırsal kesimde yoğunlaşmakla birlikte kentsel alanlarda da bulunmaktadır.

Yığma yapılar genellikle yapıyı kullananlar yada yerel ustalar eliyle inşa edilmektedir. Gerek projelendirme gerek yapım aşamasında mühendislik hizmet ve denetimin dışında kalan bu yapılar, orta şiddetli depremlerde bile hasar almakta ve önemli can kayıplarına neden olmaktadır.

Meydana gelen deprem hasarlarının yıllık ortalama GSMH'nin %2'sine karşılık geldiği bilinmektedir. 1999 Marmara depremi ile (1999-2000 yıllarında) bu oranın % 5'e kadar çıktığı ifade edilmektedir. Bu hasarların önemli bir kısmı da yığma yapı hasarlarıdır. Yerleşim alanlarının %90 dan fazlası, deprem bölgesinde olan ülkemizin öncelikli sorunlarından biri, deprem bakımından güvensiz olan yığma yapı stokudur.

Bu çalışma ile Ege Bölgesindeki yığma yapıların genel karakteristiklerinin, yapısal kusurlarının tespiti için envanter çalışması yapılması ve bu yapıların deprem güvenliği açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Envanter çalışması sonuçları hızlı değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilerek, deprem sonucu oluşması muhtemel can ve mal kayıpları ve bu yapıların hasar dereceleri hakkında öngörülebilir bulunulmuştur. Bu çalışma ile bölgemizdeki yığma yapı stoğunun tanımlanmasına ve deprem davranışlarının öngörülmesine katkı sağlanması hedeflenmiştir.

### 1.2 Tezin Amacı

Ege bölgesindeki yığma yapı stoğunu temsil edebilecek şekilde rastgele olarak seçilen yapıların, teknik özellikleri ve fotoğrafları, Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Yapı A.B.D tarafından geliştirilen değerlendirme formlarına işlenmiştir.

Bu formların ön yüzlerinde, değerlendirmeye alınan yığma yapının adresi, kat sayısı, bodrum katı olup olmadığı, komşu binalarla konumu, komşu binalarla derz olup olmadığı, komşu binalarla kat seviyesi, taşıyıcı sistem türü, taşıyıcı duvar malzemesi, bodrum perde malzemesi, döşeme sistemi, kalkan duvar olup olmadığı, kalkan duvar varsa yatay ve düşey hatıl bulunup bulunmadığı, kalkan duvar yüksekliği, dış sıva olup olmadığı, duvar köşe birleşimlerinin doğru yapılıp yapılmadığı, ve deprem yada oturma hasarı olup olmadığı yönünde tespitler yapılmıştır.

Değerlendirme formunun arka yüzünde ise, 2007 “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” in Bölüm 5 te belirtilen yığma binalar için depreme dayanıklı tasarım kurallarında belirtilen maddeler sıralanmış ve envanter çalışması için seçilen 741 adet yığma yapı için değerlendirme yapılmıştır.

Bu kapsamda Ege Bölgesindeki yığma yapıların, depreme dayanıklı tasarım ilkelerini karşılama noktasında nerede bulunduğu konusunda, somut ve güncel bilgilere ulaşılması amaçlanmıştır.

Elde edilen envanter çalışması sonuçlarının, bölgenin nüfus ve yerleşim özellikleri ile birlikte değerlendirilmesi ile afet yönetimi ve planlaması noktasında daha gerçekçi yaklaşımlar ortaya konulabilecektir.

Envanter çalışması sonuçlarının literatürde kabul görmüş hızlı değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmesi ve deprem sonucu oluşacak hasarın tahmin edilmesi tezin amaçlarından biridir.

### **1.3 Tezin Kapsamı**

Ülkemiz topraklarının %92 si, nüfusumuzun ise %95'i deprem riski altındadır (Altın vd 2005). Son 58 yılda 58 000 den fazla vatandaşımız hayatını kaybetmiş ve 400 000'den fazla binamız yıkılmıştır. Son 10 yıldaki kaybımız 18 000 kişi civarındayken, ekonomik kaybımız 20 milyar dolar seviyelerindedir (Sallio 2005). Depremlerin şehirlerde neden olduğu kayıp potansiyelinin yanında ülkemizin kırsal kesiminde ve gecekondü bölgelerinde oluşturduğu riskler de büyük ölçeklerdedir. Bu bölgelerdeki yapıların çoğu yığma yapılarıdır. Bu yapılar mühendislik hizmeti görmemekte ve

genelde yerel malzemeler ile yapılmaktadırlar. Bu ise orta şiddetli bir depremde etkisini hemen göstermekte, büyük can ve mal kaybına sebep olmaktadır.

Bilindiği üzere yığma yapılar genel olarak betonarme, çelik ve prefabrik yapılara göre depreme daha az dayanıklıdır. Bununla birlikte ülkemizde projersiz denetimsiz, şartnamelere uyulmadan yapılan yığma yapılar felakatlere davetiye çıkarmaktadır. Bu tür yapılarda genellikle gelir seviyesi düşük insanların yaşadığı dikkate alındığında konunun çözümü için devlet katkısının zorunlu olduğu düşünülmektedir.

Envanter çalışmaları kapsamında Ege Bölgesinde genel bir tarama yapmak suretiyle 741 adet yığma bina örnekleme yöntemine göre seçilmiş ve incelenmiştir. Envanter çalışması için Uşak, Denizli, Manisa, Nazilli, Kemalpaşa, Ödemiş, Gediz, Emet, Bayındır il ve ilçe merkez ve kırsalında inceleme yapılmıştır.

İncelenen yapıların, hakim cephelerinden ve yapı sistemi ile malzemesinin de görülebileceği cephelerden fotoğrafları çekilerek forma işlenmiştir.

Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü tarafından, yığma binaların incelenmesi için geliştirilen form değerlendirilmede kullanılmıştır. Formun ön yüzünde, binanın yeri, kat sayısı, kat yüksekliği ve yaklaşık alanları, projesi bulunup bulunmadığı, yığma binanın konumu, komşu binalarla derz durumu, kat seviyeleri, taşıyıcı sistem türü, taşıyıcı duvar malzemesi, bodrumu olup olmadığı ve bodrum kat taşıyıcı malzemesi, Döşeme sistemi, kalkan duvar durumu, sıva durumu, köşe birleşiminin doğru teşkil edilip edilmediği ve hasar durumu kriterleri incelenmiş ve örnek forma işlenmiştir.

2007 “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” in Bölüm 5 te belirtilen yığma binalar için depreme dayanıklı tasarım kurallarında belirtilen maddeler formun arka yüzünde sıralanmış ve envanter çalışması için seçilen 741 adet yığma yapı için değerlendirme yapılmıştır. Ege Bölgesindeki yığma yapıların depreme dayanıklı tasarım ilkelerini karşılama noktasında nerede bulunduğu hususu 4.3. bölümünde incelenmiştir. Bu kısımda Ege bölgesindeki yığma yapıların genel karakteristik özellikleri ve deprem davranışına etki edebilecek durumlar incelenmiştir.



Bu çalışmada incelenen yığma yapıların DBYYHY hükümlerine uygunluğu açısından değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma gözlemsel bir çalışma olmakla birlikte basit ölçümlerde yapılmıştır (Örneğin; Kat yüksekliği ve duvar kalınlıkları vb.).

Envanter çalışması kapsamında elde edilen veriler İzmir ve Denizli deprem senaryolarında kullanılan hızlı değerlendirme yöntemi kullanılarak 1. derece deprem bölgesi için öngörülen deprem ivmesi altında, incelenen yapılarda oluşabilecek hasar oranları değerlendirilmiştir.

## 2. LİTERATÜR BİLGİSİ

### 2.1 Yığma Yapılarla İlgili Çalışmalar

Yığma yapıların davranışlarının tespit edilmesi ve güçlendirilmesi konusu ülkemiz gündemine son 15 yıl içerisinde girmiştir.

Yığma yapılar konusunda yapılan çalışmalar oldukça sınırlı sayıda kalmıştır. Bu konuda son yıllarda yapılan çalışmalarda, yığma duvarların kesme kapasitelerini artırmak için çeşitli yöntemler önerilmiştir.

Çok öncelerden beri kullanılan yöntem, yığma duvara çelik hasır donatının yerleştirilmesi ve belli aralıklarla duvara ankraj yapılmasından sonra, yığma duvara püskürtme beton uygulaması yapılmasıdır (Celep 2001).

Son çalışmalarda ise, yığma binaların çelik şeritlerle güçlendirilmesi denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır (Altın vd 2005). Ancak, bu yöntemin başarısının işçilik kalitesi ile orantılı olduğu da çalışma sonucunda ortaya koyulmuştur.

Bunların yanında yığma yapıların FRP elemanlarla güçlendirilmesine yönelik çalışmalar da mevcuttur (Casserato vd 2003). Ancak, FRP malzemeler görece olarak pahalı bir güçlendirme uygulamasını da beraberlerinde getireceklerdir.

Önerilen bir başka yöntemde ise, yığma duvarların duvar arası harçlarının 3-4 cm kaldırılması ve çelik çubukların bu bölgeye yerleştirilmesinden sonra tekrar kapatılmasını (bed joint reinforcement) içermektedir (Valuzzi vd 2005). Yöntem çok fazla işçilik gerektirdiği gibi, birkaç cm'lik kabukla korunan çeliği korozyon riski taşıyan binalarda kullanmakta sakıncalı olabilmektedir.

Ahmet Türer yürütücülüğünde devam eden SPİM 1451 projesi kapsamında kullanılmış oto lastikleri yığma yapıların güçlendirilmesinde kullanılmıştır. Bu projede oto lastiklerinin taban ve yanak kısımları ayrılarak halka şeklinde şeritler elde edilmekte

ve bu şeritler çelik bir aparatla uç-uca eklenerek uzun şeritler meydana getirilebilmektedir. Oluşturulan şeritlerle duvar yatay – düşey farklı şekillerde sarılarak yapıya ard-germe uygulanmakta, duvarda oluşacak asal çekme çatlakları engellenmektedir (Türer vd 2005).

106M116 nolu “Yığma Yapıların Lastik Şeritlerle Güçlendirilmesi” konulu Tübitak projesi kapsamında, 17 adet 2 boyutlu, 8 adet 3 boyutlu yapı modelinin hazırlanmış ve deneyleri yapılmıştır. Deney için hazırlanan yığma modelleri, 15 ve 30 cm göz aralıklarına sahip lastik şeritlerle sarılmıştır. Bazı modellerde pencere boşluklarının desteklenmesi için yatay şeritlerde eklenmiştir. Oluşturulan modeller yatay yük altında test edilmiştir. Bu çalışma kapsamında oluşturulan deney numunelerinin tümünün ANSYS programında sayısal modelleri oluşturulmuştur. Deney numunelerinin sonlu eleman modelleri hazırlanmış ve deneyleri yapılan numunelerin deney öncesinde sayısal çözümleri de tamamlanmıştır. Duvar elemanının malzeme özelliklerini belirlemek için laboratuarda 6 adet sıvasız ve 6 adet sıvalı duvar elemanı basınç ve çekme testleri yapılmış ve gerilme şekil değiştirme grafikleri elde edilmiştir. Deney ve analiz sonuçlarında daha önce yapılan deneylerde olduğu gibi duvar kapasitesinin lastik şeritle güçlendirme sonrasında çok fazla değişmediği ancak deplasman kapasitesinde artışlar sağlandığı görülmüştür. Özellikle pencere kenarlarının ilave lastiklerle takviye edildiği durumlarda deplasman kapasitesi ve stabilite bakımından daha olumlu sonuçlar görülmüştür. Deprem bakımından yetersiz mevcut yığma binaların, atık oto lastiklerinden elde edilen şeritlerle güçlendirilmesi için bir yöntem geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Geliştirilen bu yöntem ile çevreye zararlı bir atık olan oto lastiklerinin geri dönüşümü sağlanacaktır. lastikle güçlendirilmiş duvarların yatay yük kapasitesinde önemli bir değişiklik olmadığı ancak deplasman kapasitelerinin arttığı gözlenmiştir (Kaplan ve Yılmaz, 2008).

Boşluklu beton bloklardan yapılmış iki model yapı sarsma tablasında denemiş, beton blokların boşluklarının harçla doldurulmasının yığma yapılarda daha iyi dayanım gösterdiğini tespit etmişlerdir (Bayülke 1986).

Modellerin olanaklarını ve sınırlamalarını araştırmak ve kerpiç yapıların deprem davranışlarındaki birkaç yapısal ilerleme tekniklerinin etkililiğini değerlendirmek amacıyla küçük ölçekli tek katlı kerpiç yapılar üzerinde araştırmalar yapılmıştır.

Dayanımdaki farklılıkların, daha güçlü harç bağlantılarına bağlı olduğunu görülmüş, duvarlara iyi bağlantı sağlayan çatı kirişlerinin kullanımıyla yapı dayanımındaki gelişmelerin arttığı sonucuna ulaşımlardır (Tolles ve Krawinkler 1986).

Sarsma tablası üzerinde 235x185x290 mm boyutlu, % 50 düşey delik oranlı hafif tuğla kullanarak bir yığma yapı deprem davranışı yönünden incelemiştir. Bu deneyler sonunda blok tuğlalarda, düşey delik oranının % 40-45 arası bir değerde olmasının uygun olduğu, % 50 yi aşan oranlarda olmasının taşıyıcı duvarlar için uygun olmadığı sonucuna ulaşmıştır (Bayülke vd 1989).

Daha önce sarsma tablasında denenmiş bir tuğla yığma yapıya, çatlaklarını kesen gergi donatıları yardımı ile onarım yapmıştır. İlk deneyde oluşmuş çatlakları, harç ile doldurularak sıvamıştır. Onarılan yapıyı tekrar sarsma tablasında denemiş ve uygulanan onarım yönteminin etkinliğinin belirlenmesine çalışmıştır. Deneyler sonunda kullanılan onarım yönteminin hasarlı yapının dayanımını önemli ölçüde artırdığı sonucuna varmıştır (Bayülke vd 1989).

Gazbeton bloklar (60x25x20) ve harç tutkalı kullanarak yapılmış iki katlı yığma bir yapının dinamik yükler altındaki davranışları ve dayanımlarını incelemiştir. Deney sonunda, gazbeton bloktan yapılmış yığma yapıların, tuğla yığma yapılardan daha üstün olduklarını gözlemiştir (Bayülke 1992).

Sarsma tablası üzerinde, 290x190x395 mm boyutlarında ve % 35 düşey delik oranlı blok tuğlalarından oluşan bir model yapının deprem davranışını incelemiştir. Sonuçta, taşıyıcı blok tuğlalardaki delik oranının olabildiğince az olmasının, yatay ve düşey derzlere yüksek dayanımlı harç konulmasının, tuğlaların duvar örülürken suyla doymuş olmalarının ve duvarın tıpkı beton gibi örüldükten sonra bir süre ıslak tutulmasının yığma yapıların dayanımını artıracaklarını bulunmuştur (Bayülke vd 1996).

2 katlı, 1/2 ölçekli yığma yapı modelleri üzerinde deney yapılmış ve yatay bağların yapının göçmesini önlemekte çok önemli olduğu bulunmuştur (Benedetti vd 1998).

### 2.1.1 Yığma yapı tanımı ve deprem davranışı

Taşları veya tuğlaları, taşıyıcı olacak şekilde, üst üste koyup, harçla bağlanarak ve yapı döşemesinin de bu duvarlara tahta veya kütüklerle bindirme yoluyla çivi kullanmadan monte edilmiş sistemlere yığma yapı denir. Yığma yapılarda duvarların hem mimari hem de taşıyıcı işlevi vardır. Duvarlar hem hacimleri oluşturur, yapıyı dış etkenlerden korudukları gibi yapının işlevi gereği oluşturulan iç bölmelerini de ayırırlar. Duvarların bu birden çok işlevi kullanım ve yapım açısından yığma yapıların önemli üstünlüğüdür (Bayülke 2001).

Türkiye’de yapıların büyük bir oranı, yığma olarak yapılmaktadır. Yığma yapılar bazı açılardan üstün olmalarına karşın, çok ağır olmaları ve deprem gibi dinamik ve yatay yüklere dayanımlarının az olması nedeniyle, genellikle depreme dayanıklı yapı olarak nitelenmezler. Ancak ekonomik koşullar karşısında, Türkiye’de yığma yapı yapımı devam edeceğinden, bu yapıların elden geldiğince depreme dayanıklı yapılması, depremlerdeki davranışlarının bilinmesi ve deprem dayanımlarının artırılması gerekir (Bayülke 1992).

Tuğla yığma yapılar depreme karşı, betonarme yapılara göre çok daha az dayanıklıdır. Kristal ve katmanlı bir yapısı olmayan tuğla ve harçtan oluşan yığma yapı elemanlarının sünek davranması olanak dışıdır. Tuğla duvarlar, gevrek yapı elemanlarıdır. Betonarme gibi donatılı yığma yapıları yapılsa, sünek bir nitelikleri olmaktadır. Kalıcı deformasyon yaparak deprem enerjisi tüketme güçleri, betonarme yapılara göre çok azdır. Bu bakımdan 1. derece deprem bölgelerinde zemin ve birinci kat olmak üzere en çok iki katlı yapılabilirler. 2. ve 3. derece deprem bölgelerinde 3 katlı, 4. derece deprem bölgelerinde 4 katlı yapılabilirler. İstenirse bir de bodrum katları olabilir. Tuğla yığma yapıların konut dışında, içinde çok sayıda insan bulunabilen okul, cami, sağlık evi, işyeri gibi amaçlı yapılar olmaması gerekir. Burada verilen ayrıntılara uyularak yapılmış tuğla yığma yapıların deprem dayanımları biraz daha yükselmektedir (İnangu ve Kırbaş 1999).

Türkiye’de yapıların büyük bir oranı, yığma olarak yapılmaktadır. Yığma yapılar bazı açılardan üstün olmalarına karşın, çok ağır olmaları ve deprem gibi dinamik ve yatay yüklere dayanımlarının az olması nedeniyle, genellikle depreme dayanıklı yapı

olarak nitelenmezler. Ancak ekonomik koşullar karşısında, Türkiye'de yığma yapı yapımı devam edeceğinden, bu yapıların elden geldiğince depreme dayanıklı yapılması, depremlerdeki davranışlarının bilinmesi ve deprem dayanımlarının artırılması gerekir (Bayülke 1992).

Tuğla yığma yapılar depreme karşı, betonarme yapılara göre çok daha az dayanıklıdır. Kristal ve katmanlı bir yapısı olmayan tuğla ve harçtan oluşan yığma yapı elemanlarının sünek davranması olarak dışıdır. Tuğla duvarlar, gevrek yapı elemanlarıdır. Betonarme gibi donatılı yığma olarak yapılırlarsa, sünek bir nitelikleri olmaktadır. Kalıcı deformasyon yaparak deprem enerjisi tüketme güçleri, betonarme yapılara göre çok azdır. Bu bakımdan 1. derece deprem bölgelerinde zemin ve birinci kat olmak üzere en çok iki katlı yapılabilirler. 2. ve 3. derece deprem bölgelerinde 3 katlı, 4. derece deprem bölgelerinde 4 katlı yapılabilirler. İstenirse bir de bodrum katları olabilir. Tuğla yığma yapıların konut dışında, içinde çok sayıda insan bulunabilen okul, cami, sağıkevi, işyeri gibi amaçlı yapılar olmaması gerekir. Burada verilen ayrıntılara uyularak yapılmış tuğla yığma yapıların deprem dayanımları biraz daha yükselmektedir (Bayülke 1998).

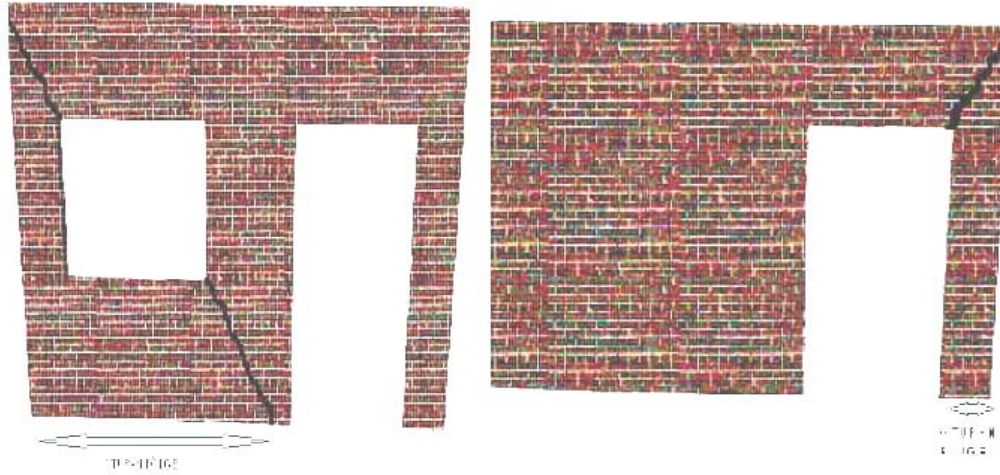
### **2.1.2 Yığma yapılarda hasar biçimleri**

Yığma yapılarda genellikle tüm duvarlar taşıyıcı niteliktedir. Bundan dolayı duvarlardaki en küçük bir hasar doğrudan taşıyıcı sistemi etkiler. Dolayısı ile betonarme yapılardaki gibi taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan bölüm hasarı bir ayırım yapmak mümkün değildir.

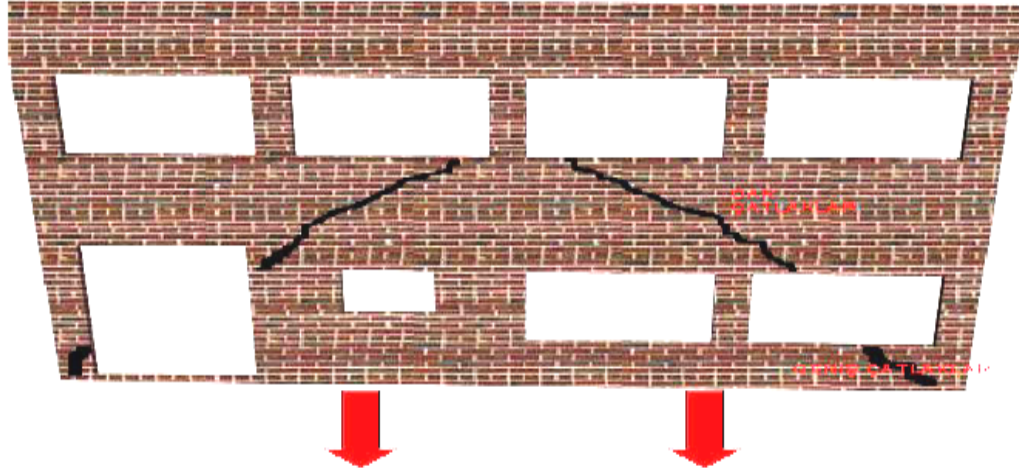
Yığma yapıların duvarları oturmalarına karşı çok duyarlıdır. En küçük temel oturması duvarlarda hemen gözlenir. Bunun bir nedeni duvar altı hatıllarının yapılmıyor olmasıdır. Diğer bir nedeni ise; yığma duvarın gevrek malzemedan meydana gelmesi ve bu malzemenin dayanabileceği elastik yüklerin çok düşük olmasıdır. Genel olarak yığma yapılarda iki tür hasardan bahsedilebilir; bunlar yığma yapılarda oturma hasarları ve deprem hasarlarıdır.

### 2.1.3 Yığma yapılarda oturma çatlakları ve hasarı

Oturma çatlakları yapının temelinin daha çok oturduğu bölümler ile diğer bölümler arasındaki sınırları belirler. Şekil 2.1 'de Yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları görülmektedir.



Şekil 2.1 Yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları (a)

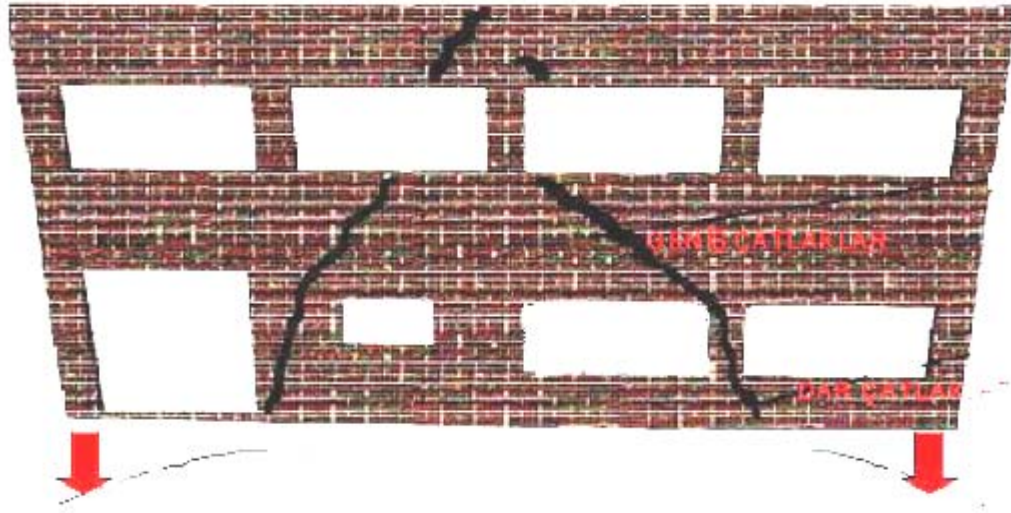


Şekil 2.2 Yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları (b)

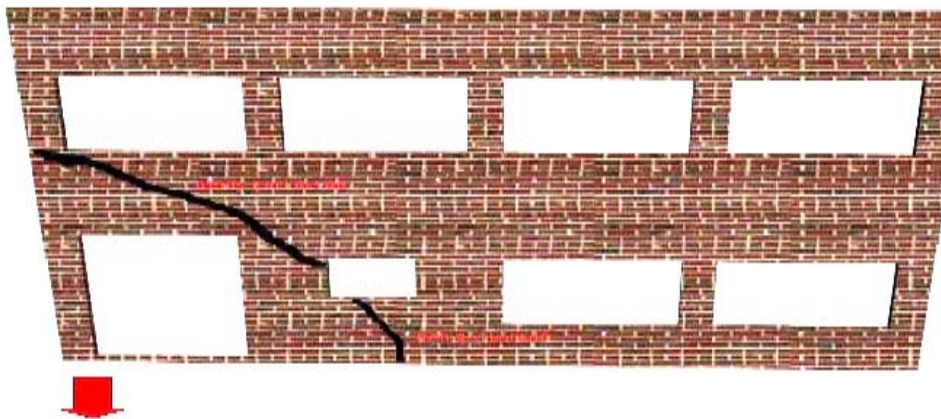
Bir cephenin ortasındaki oturma köşelerden fazla ise oturma çatlakları temele yakın bölümlerde daha geniştir (Şekil 2.2).

Yapı yüksekliği boyunca oluşan çatlakların genişliği ve derinliği azalmaktadır. Oluşan bu çatlaklar çapraz olarak oluşmakta ve yapı boşlukları sonrasında da doğrusallık arz etmektedir.

Eğer köşeler, ortaya göre daha çok oturuyorsa, eğik oturma çatlakları yukarıya doğru daha genişir (Şekil 2.3). Bir köşede oturma farklı ise üst taraftaki çatlak daha genişir (Şekil 2.4) (Nubar 2006).



Şekil 2.3 Yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları (c)



Şekil 2.4 Yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları (d)

#### 2.1.4 Yığma yapılarda deprem hasarı

Yığma yapılarda kenar duvar çatıdan ve temelden gelen etkilerin altında kesme kuvvetleri ile zorlanmaktadır. Bunun sonucu olarak Şekil 2.2 ve Şekil 2.3’ de görülen kuvvetler boşluklar arasındaki duvarlarda 45 derecelik eğik çekme çatlakları oluşturmaktadır. Eğik çekme çatlakları, harç dayanımı tuğla dayanımından daha düşük

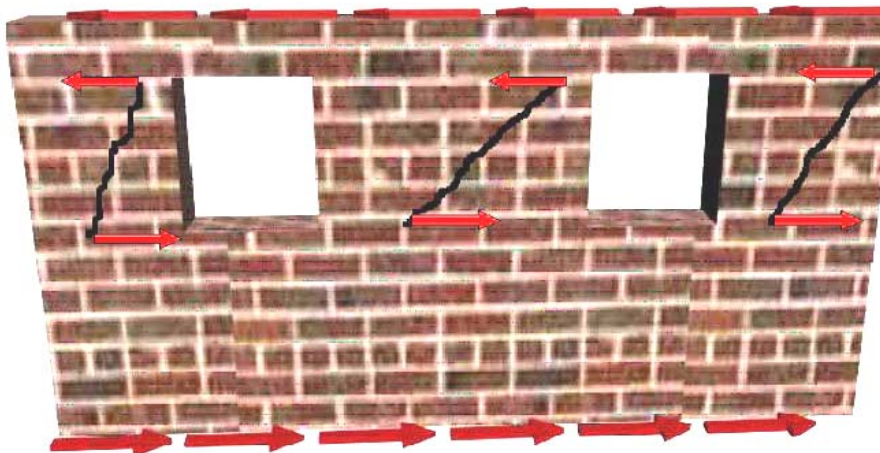


ise, derzlerden geçer. Harç dayanımı tuğla dayanımından daha yüksekse ise eğik çekme çatlakları tuğlaları da keserek oluşur.

Deprem sırasında meydana gelen diğer hasarlardan biride taşıyıcı duvarların topuk bölgelerindeki ezilmeleri ve taşıyıcı duvarın döşemelerden ayrılmasıdır. Deprem yükünün tersinir bir yük olması sonucu ilk oluşan çatlaklara dik olması sonucu x – şeklinde eğik çekme çatlakları görülür. Düşey gerilme az ise çatlaklar arasında 90 derece açı olan 45 derece eğimli kesme çatlakları şeklindedir. Eğer duvar düzlemi içinde önemli düşey gerilim varsa, duvar boşlukları büyük olan yapı cephelerindeki dolu duvar parçalarında düşey gerilme yüksektir, kesme çatlaklarının açısı 45 dereceden daha büyük olur.

Çatlakların yeri ve açısı duvardaki boşluk miktarına ve yerine göre değişir: Eğer deprem yer hareketinin düşey bileşeni büyük ise, depremin merkezine yakın yerlerde düşey yöndeki deprem kuvvetleri önemli boyutlara ulaşabilir. Bu kuvvetlerde boşluklar arasında düşey bölümlerde kesme çatlakları oluşur.

Yığma yapıların duvarları düzlemlerine dik yönde deprem etkisine maruz kalır ve ilk aşamada eğik çekme çatlakları oluşur (Şekil 2.5). Bu tür hasarın nedeni duvarların üst başlarından birbirine yeteri kadar rijit bir döşeme plağı, çatı makası ya da hatıl ile bağlanmamış olmasındandır. Bu durumda anlatılan davranış geçerli değildir. Üst başlarından yeterli biçimde bağlanmamış duvarlar ters pandül gibi, bahçe duvarları gibi, serbest durmaktadırlar.

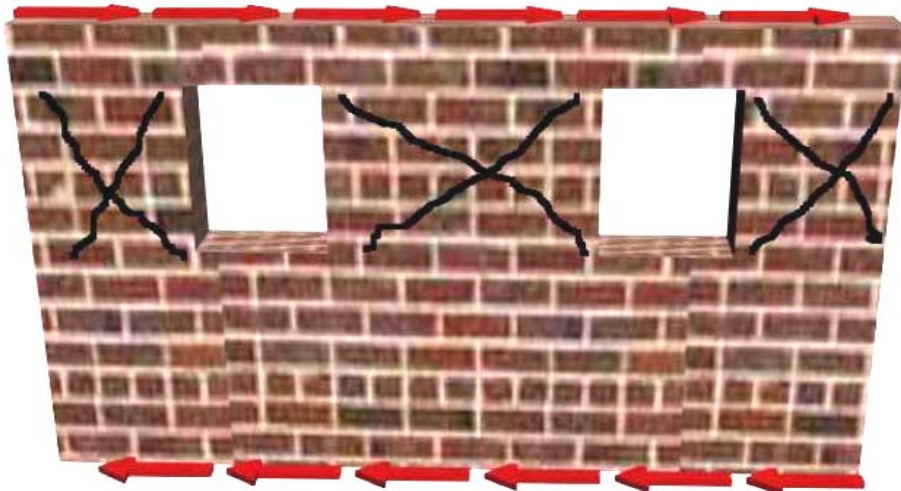


**Şekil 2.5** Duvarda eğik çekme çatlakları oluşturan kuvvetler ve ilk aşama çatlaklar

Geniş açıklıkları olan okul, cami gibi büyük hacimli alanları çeviren betonarme bir plak sistemi ile de olsa birbirlerine rijit bir biçimde bağlanmamaktadır. Deprem sırasında bu yığma yapılarda yeteri kadar birleşen olmamasından kaynaklanan yıkımlar meydana gelmektedir. Ayrıca durum çok yüksek (3.00 metre ve daha fazla) duvarlarla çevrelenen hacimler için de geçerlidir. Bu durum kırsal alanlarda toplu kullanım için inşa edilen köy konağı, düğün salonu gibi geniş açıklıklı yapılarda rastlanmaktadır.

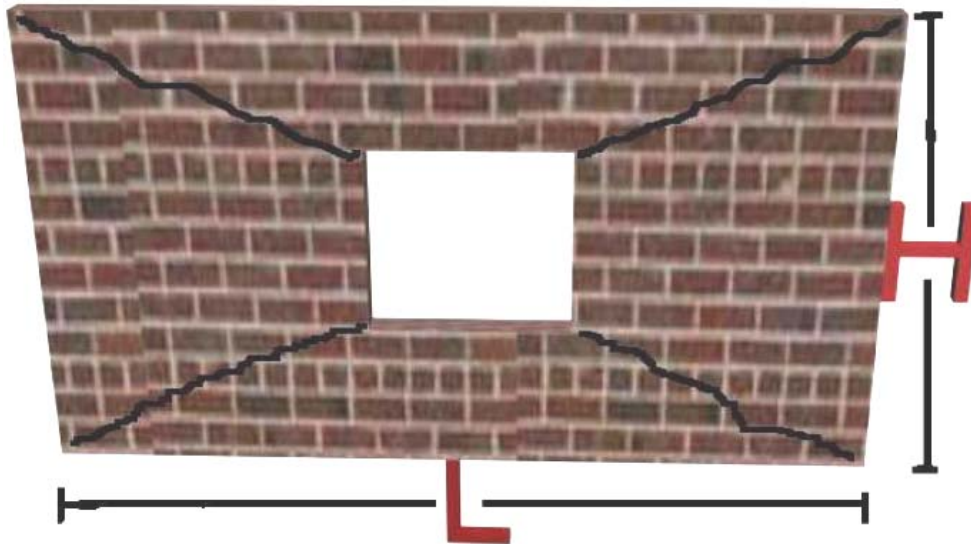
Depremlerde yapılara her iki asal doğrultularında kuvvetler gelmektedir. Bu iki yönlü yükleme altında yığma yapı köşesinin durumu farklı hareketler gösterir ve birbirini iter. Eğer duvarlar köşede iyi bağlanmamış ve hatıl ya da tavan döşemesi yoksa duvarlar köşede birbirlerini düzlemleri dışına doğru iterek hasarların oluşmasına sebep olur ( Bayülke 1999).

Deprem yönünün değişmesi ile yığma yapılarda yapı boşlukları arasında kalan duvarlarda çaprazlama çatlaklar oluşmaktadır (Şekil 2.6).



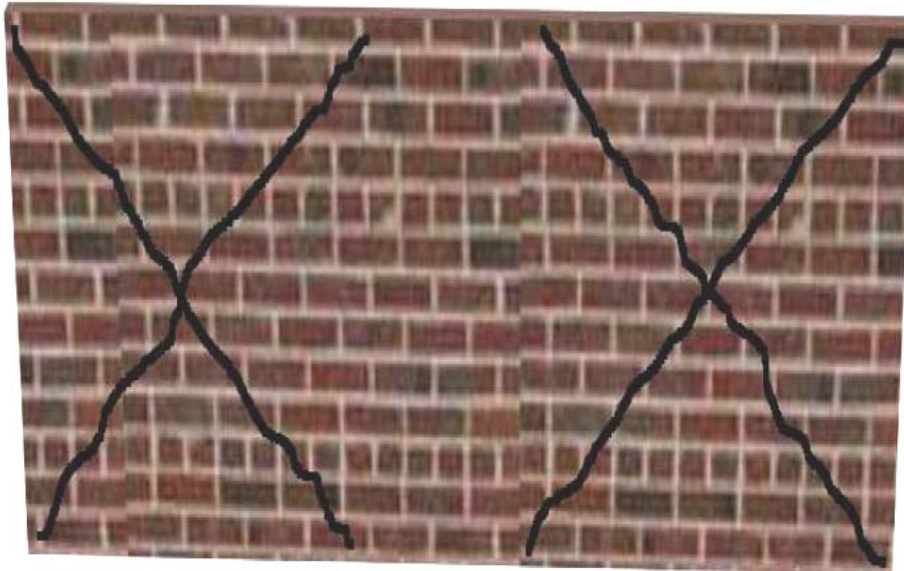
**Şekil 2.6** Duvarlarda eğik çekme çatlakları oluşturan kuvvetler ve 2. aşama çatlaklar

Yığma duvarlarında boy/en oranının 1'e yakın olması durumunda tüm cephe birlikte davranmakta ve tüm cephe boyunca üst köşelerden alt köşelere doğru tek çapraz çatlak oluşmaktadır (Şekil 2.7). Boy/en oranının 1'den büyük olması durumunda ise tüm cephe boyunca birden fazla çekme çatlakları görülmektedir (Şekil 2.8).



**Şekil 2.7** H/L oranı 1'e yakın olduğunda tüm cephenin birlikte davranması

Yığma duvarlarda oluşan çatlaklar bağlayıcı harcın çekme mukavemetine göre farklı yollar izlemektedirler. Bağlayıcı harcın çekme mukavemetinin, taşıyıcı duvar malzemesinden fazla olması durumunda taşıyıcı malzeme çatlamakta, tersi durumda ise çatlaklar taşıyıcı duvar arasındaki harç derzlerini izlemektedir.



**Şekil 2.8** Uzun ve dolu bir duvarda oluşan birden fazla eğik çekme çatlakları

## 2.2 Literatürde Hızlı Değerlendirme Yöntemleri

Ülkemiz için yığma yapıların taşıdıkları riskin tanımlanması için coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak yığma yapılar için depremsel risk haritası oluşturulmuştur.

Bu çalışmada; yığma yapı stoku, deprem bölge katsayıları, bölgenin deprem kayıtları, yığma yapılarda yaşayan nüfus gibi parametreler bir arada değerlendirilmiş ve iller ve bölgeler arasındaki değişim incelenmiştir. Geliştirilen bu yöntemle her il için yığma yapı risk'ini ifade eden 0 ile 7 arasında değişen katsayılar elde edilmiş ve haritalandırılmıştır. Bu çalışmada Ege bölgesi illerinin yığma bina stoku açısından en riskli sınıf içerisinde olduğu değerlendirilmiştir (Türer ve Dilsiz 2005).

Geniş alan deprem güvenliği tarama çalışmalarında bina sayısı on binlerle ifade edildiğinden doğruya en yakın sonuçları, az sayıda parametre ile kısa sürede verebilecek yaklaşımlara ihtiyaç duyulmuştur. Bina bazında karar verebilen yöntemler doğruya yakın sonuçlar verebilmekle beraber ihtiyaç duydukları parametreler ve harcanan süre bakımından geniş alan deprem güvenliği tarama çalışmaları için kullanışlı olmamaktadırlar. ABD ve Japonya başta olmak üzere bazı ülkelerde geliştirilmiş olan tarama yöntemleri mevcuttur. Yapı stokunun oluşmasında bölgesel, sosyal ve tarihsel etkenlerin etkili olduğu göz önünde bulundurulduğunda, söz konusu yöntemlerin Türkiye'deki yapı karakteristiğine uygun olmadığı için doğrudan uygulanması mümkün olmamaktadır (Ulusal Deprem Konseyi 2002).

İstanbul Üniversitesi'nde geliştirilen Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi mevcut yapı stokunun deprem güvenliğinin belirlenmesi için en az parametre ile doğruya yakın sonuçları kısa sürede verebilmektedir. Yöntemin Bakırköy ilçesinde bulunan 10162 binadaki uygulaması sırasında hızlı sonuç vermesi amacıyla özel amaçlı bir yazılım geliştirilmiştir. Yazılım, binadan gelen verileri yöntemin esaslarına göre değerlendirerek bina ile ilgili göreceli rapor hazırlayabilmektedir (Temur 2006).

Afyonkarahisar şehir merkezindeki binaların deprem risk durumu araştırma yapılmış, bunun için alan araştırma yöntemlerinden birisi olan anket çalışması yapılmıştır. Bu amaçla İstanbul Teknik Üniversitesi Mezunları Derneği Bursa Şubesi tarafından, mimar, inşaat, jeoloji, jeofizik ve harita mühendislerinden oluşan 8 uzman tarafından hazırlanan 12 soruluk grup anketi sorularından yararlanılmıştır. Çalışma alanı nüfus, altyapı özellikleri ve bina taşıyıcı sistemine göre üç bölgeye ayrılmıştır. Deprem risk değerlendirmesi birinci bölgede 55, ikinci bölgede 75, üçüncü bölgede 15 bina olmak üzere toplam 145 bina üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmada binalar, yeri, katsayısı,

bodrum durumu, binanın şekli, kullanım amacı hasar durumu vb parametreler açısından değerlendirme ve puanlamaya tabi tutulmuştur (Ünal ve Yurtçu 2006).

Denizli Mücavir alan sınırları içinde bulunan mahallelerde sokak taraması yapılmış, toplam 54 mahalleden 12 tanesinde betonarme binalar için kat sayısı, yapım yılı, bitişiklik-ayrıklık durumu, kısa kolon yumuşak kat özellikleri, kapalı çıkmaların varlığı ve görünen bina kalitesi bilgilerini içeren veri tabanları hazırlanmıştır. Söz konusu parametrelerin genel bina performansı üzerindeki etkileri, geliştirilen puanlama kriterleri kullanılarak değerlendirilmiş ve söz konusu binalar iyi orta ve kötü olmak üzere 3 alt sınıfta toplanmıştır. Binalara ait performansın belirlenmesi için Kapasite Spektrumu Yöntemi (KSY) kullanılmıştır. Talep spektrumunun belirlenmesi için Denizli Mücavir alan sınırları içinde yapılan jeolojik çalışmalardan faydalanılmış, Pamukkale fayı esas alınarak oluşma olasılığı en fazla olan M6.3 depremi senaryo deprem olarak kullanılmıştır. İncelenen mahallelerin Pamukkale fayına olan uzaklıkları kullanılarak azalım ilişkileri yardımıyla spektrumlar üretilmiştir. Kapasite ve talebin belirlenmesi ile birlikte KSY'ne göre hesaplanan performans deplasmanları, tanımlamaları HAZUS'ta yapılan hafif, orta, ağır ve göçme hasar seviyelerini temsil eden deplasmanlar ile karşılaştırılmıştır (HAZUS 1997). Her mahalle için hesaplanan hasar olasılıklarının sokak taramasından elde edilen parametreler ve bina dağılımları ile uyumu incelenmiş, kalite sınıflarına göre bina yüksekliğinin hasar dağılımı ile en yakın ilişkiyi verdiği tespit edilmiştir ( Kaplan vd 2007).

Hızlı değerlendirme yöntemlerinin en çok ihtiyaç duyulduğu alanlar deprem sonrası hasar tespitleridir. Dinar depremi ile başlayan süreçte, fotogrametrik dokümantasyon ve bilgi sistemlerinin kullanımının denenmesi için fırsat sağlamıştır. Depremden sonra en önemli çalışma hasar gören evlerin hasarlarının ve hasar miktarlarının belirlenmesidir. Bu bilgiler ışığında ya bu binalarda insanlar oturmaya devam edecek ya binalar güçlendirilecek yada tamamen yıkılacaktır. Bu işlemin çok kısa bir süre içinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Binaların yenilenmesi sırasında en önemli problem bu binaların gerçek durumlarının çok kısa bir sürede değerlendirilebilmeleridir. Yapılardaki hasarların yetersiz yada eksik belirlenmesi yenileme projelerinin uygulanması sırasında çok büyük problemlere sebep olabilir. Her bir yapıdaki hasar uluslar arası kabul görmüş kodlama tablolarına göre yapılmaktadır. Bu tablolarda bir

binadaki hasarlı olabilecek her bir yapı elemanı detaylı olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte farklı türdeki yapılar için farklı kodlar üretilmişlerdir.

Buna benzer bir değerlendirme tablosu İTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü tarafından geliştirilmiştir ve kullanılmaktadır. Bu form arazide hasar görmüş her bir yapı için yerinde doldurulmaktadır. Çatlakların boyları, kolondaki eğilme gibi bilgilerin yanında duvar malzemesi gibi verilerde bu tablolar işlenmektedir. Bir bina için gerekli olan bilgiler toplandıktan sonra binanın yapısal elemanlarındaki farklı hasar göstergelerinin sonuçlarına göre formlar değerlendirilir ve binanın geleceği hakkında karar verilir. Bu yaklaşımda karşılaşılan en önemli sorun veri toplama sırasında karşılaşılan tehlikedir. Bir diğer sorun ise hasar belirlemeye yönelik toplanan birbirleriyle ilgili verilerin entegrasyonu ve analizleri için çok uzun zaman gerekmesidir (Sucuoğlu 2007).

Literatürdeki FEMA 310 , FEMA 273 , Japon İndeks Yöntemi gibi mevcut yöntemlerin ülkemizin yapı stokuna doğrudan uygulanabilmesi mümkün görünmemektedir (Kaplan vd 2004). Bazıları deterministik bazıları da probabilistik tabana oturan bu yöntemler, genelde tasarlandıkları ülkelerdeki yapı stokları göz önüne alınarak kalibre edildiklerinden ülkemiz koşullarında güvenilir sonuçlar verememektedir. Bu yöntemlerin üç aşamalı bir değerlendirme yöntemi önerilmiştir. Bunlar sokaktan değerlendirme, ön değerlendirme, detaylı inceleme olarak sınıflandırılmıştır (Özcebe 2004).

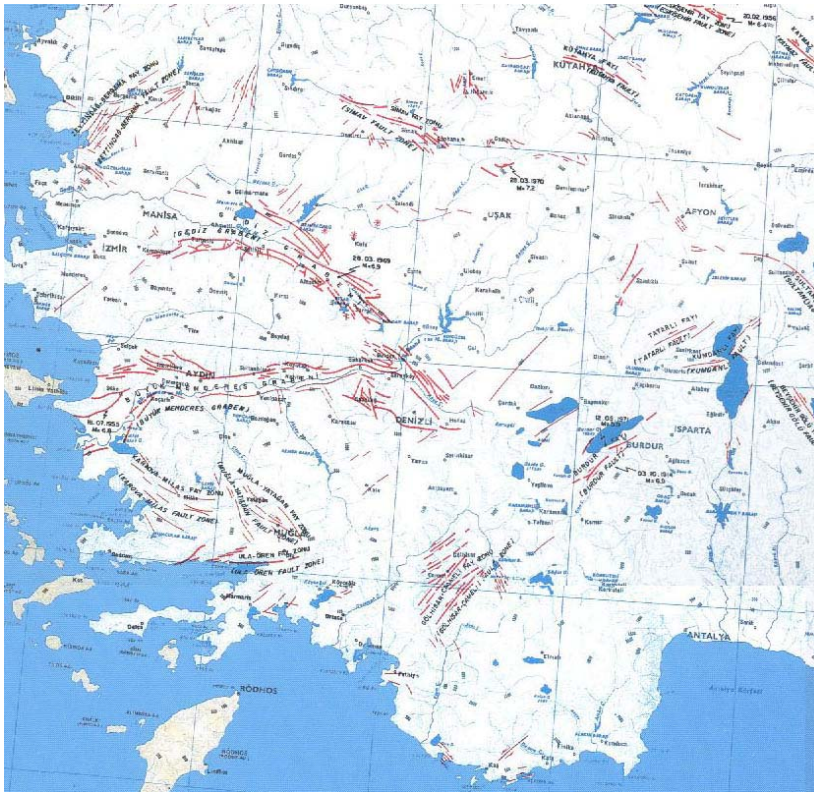


### 3. EGE BÖLGESİNİN DEPREMSELLİĞİ VE YIĞMA YAPILAR

#### 3.1 Ege Bölgesinin Jeolojik Özellikleri

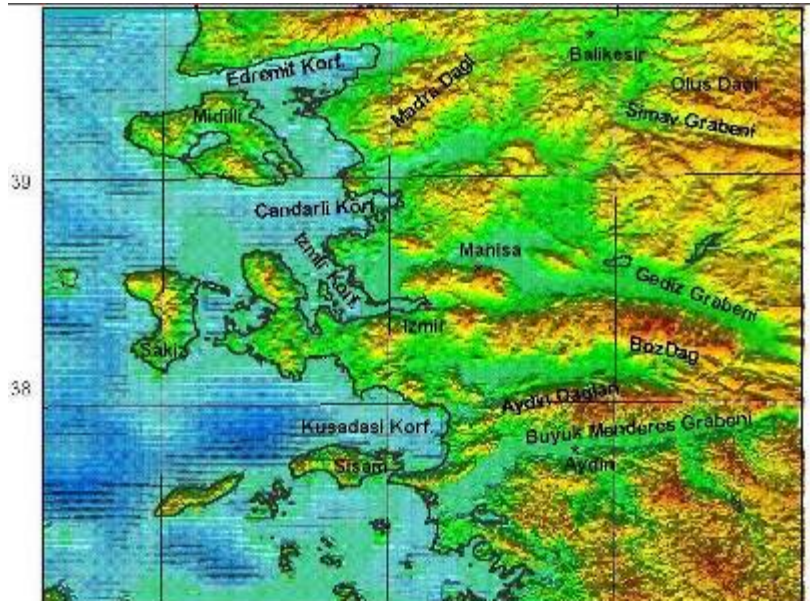
Genelde Batı Anadolu ve özel olarak İzmir ve civarı aktif fayların ve yoğun sismisitenin (depremselliğin) gözlemlendiği bir bölgeyi kapsamaktadır (Şekil 3.1). Bu aktivite, yüksek açılı normal faylarla sınırlanan doğu- batı doğrultulu graben sistemleri ile ilişkilidir. Bursa- Gönen, Gemlik- İznik- Edremit, Bakırçay, Bergama, Simav, Gediz, Büyük Menderes, Küçük Menderes ve Alaşehir grabenleri, bu sisteminin en önemli tektonik yapılarını oluşturmaktadırlar.

Batı Anadolu bölgesinin depremselliği genelde, çok sayıda orta büyüklükteki deprem ve deprem fırtınaları ile temsil olunur. Ege Denizi'ndeki sismisite ise daha yayılmış bir şekilde gözlenir.



Şekil 3.1 Ege Bölgesi Aktif Fay Haritası

Ege bölgesinin tektonik yapısında çöküntü havzalarının varlığı bilinmektedir. Başlıca çöküntü bölgeleri Büyük Menderes, Küçük Menderes, Alaşehir, Simav, Bergama ve Edremit havzalarıdır. Maden Tetkik Arama Enstitüsü tarafından yayınlanan “Ege Bölgesinin Graben sistemi üzerine düşünceler” isimli yayında Ege bölgesinde bulunan faylar gösterilmektedir. Buna göre Denizli –İzmir arasında kalan bölgede ana fayların yoğunlaştığı gözlemlenmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Ege Bölgesi Topografyası

### 3.2 Ege Bölgesi ve Çevresinde Meydana Gelen Depremler

Türkiye ve çevresinde 1904 – 2004 yılları arasında meydana gelen depremlerin ve yoğunlaştığı bölgeler Şekil 3.3’de verilmiştir. Şekildeki yoğunluk incelendiğinde; kaydedilen depremlerin büyük kısmının Ege ve Marmara bölgeleri ve denizlerinde oluştuğu gözlemlenmektedir.

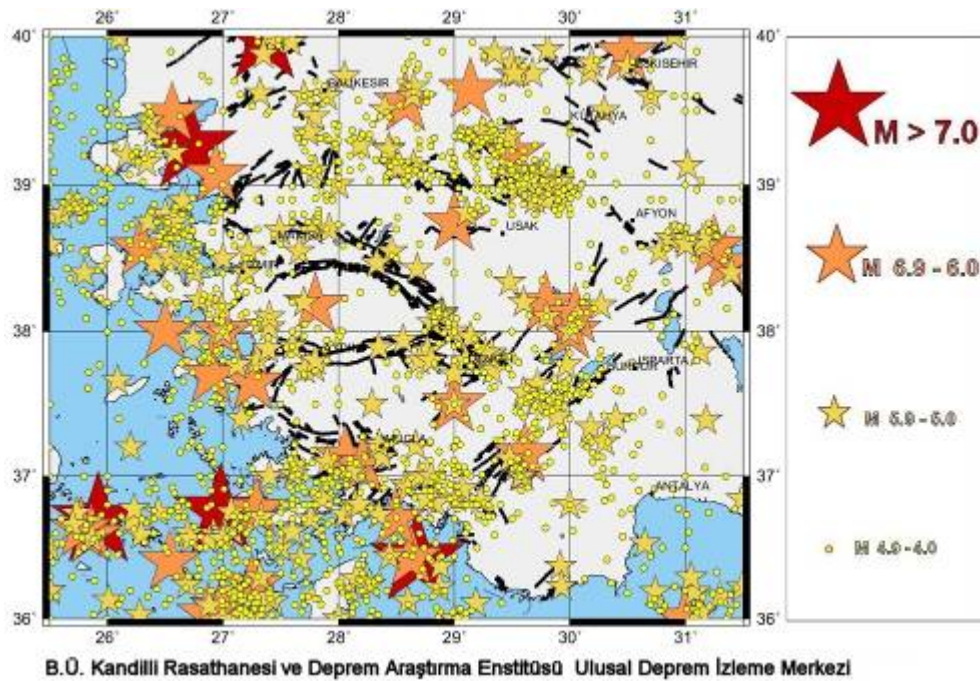
1904–2004 yılları arasında meydana gelen depremlerin Ege ve Marmara Bölgeleri ile Ege denizinde yoğunlaştığı görülmektedir. Ülkemizde, yakın zamanda bu bölgede meydana gelen, 1970 Gediz Depremi, 1995 Dinar Depremi, 2002 Çay-Bolvadin Depremleri gerek can, gerek mal kaybı açısından büyük kayıplara neden olmuşlardır. Bununla beraber deprem şiddeti açısından değerlendirildiğinde daha ağır ve yıkıcı depremlerin Doğu Anadolu fayı üzerinde oluştuğu görülmektedir.



Ege bölgesinde 1900 den günümüze kadar meydana gelen depremlerin şiddetine göre yapılan sınıflandırması Şekil 3.4'de verilmiştir. Şiddeti büyük depremlerin yoğun olarak Ege Bölgesinde görüldüğü gözlenmektedir. Şekil incelendiğinde; şiddeti 7.0'dan büyük olan iki depremin İzmir ili ve civarında, üçünün ise Ege Denizinde saptandığı göze çarpmaktadır.



Şekil 3.3 Türkiye ve çevresinde oluşmuş depremler (1904-2004)

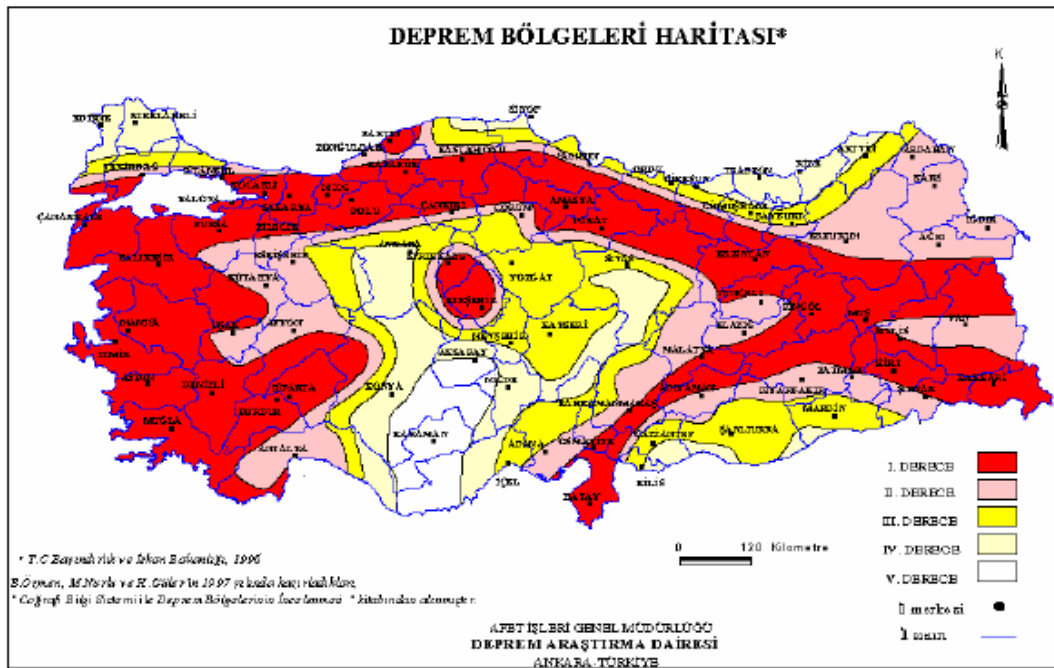


Şekil 3.4 Ege Bölgesinde oluşmuş depremlerin şiddetine göre sınıflandırılması.

### 3.3 Ege Bölgesinin Deprem Bölge Katsayısı

Ege bölgesi önemli ticari, sanayi ve turizm alanları ile birlikte büyük oranda kırsal alanları da barındırmakta ve önemli ölçüde yığma yapı stokunu barındırmaktadır.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından hazırlanan Deprem Bölgeleri Haritası incelendiğinde; Ege Bölgesinde Kütahya ve Afyon illerinin bir kısmı haricindeki tüm alanlar 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Türkiye deprem bölgeleri haritası

### 3.4 Ege Bölgesinin Demografik Özellikleri

Konuyla ilgili güncel bilgi, Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) tarafından 2000 yılında gerçekleştirilmiş olan Genel Nüfus Sayımı sonuçlarıdır. Bu sayım sonuçlarına göre; Ege Bölgesi tüm Nüfus yoğunluğu açısından ikinci büyük bölge konumundadır. Yine aynı sayım sonuçlarına göre “hane başına düşen insan sayısı” verilerine göre Ege bölgesinin hane başına düşen insan sayısı değeri ortalama 3,5-4 kişi civarındadır.

Hane başına düşen insan sayısı, ülkemizin doğu kesimlerinde 7-8 kişi iken batıya yaklaştıkça azaldığı ve 3-4 kişiye kadar düştüğü görülmektedir. Bu husus yapılacak afet planlamalarında göz önünde bulundurulmalıdır.

### 3.5 Ege Bölgesinde Yığma Yapıların Toplam Yapılar içindeki Payı

Devlet İstatistik enstitüsü tarafından 2000 yılında yapılan Bina Sayım Bilgileri bu çalışmada kullanılmıştır. DİE bina sayımı bilgileri doğrultusunda, toplam yığma yapı sayısının toplam bina sayısına oranı; Ege bölgesi illeri için hesaplandığında en yüksek oran bölgenin doğusunda yaralan Afyon ilinde % 90 olarak, en düşük oran bölgenin batısında yer alan İzmir ilinde % 37 olarak çıkmaktadır. Bölgenin geneli göz önüne alındığında, yığma yapıların toplam yapılar içindeki oranının %55–60 civarında olduğu görülmekte olup, bu oranın ülke genelindeki oran ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

### 3.6 Ege Bölgesinde Yığma Yapılarda Yaşayan Nüfusun Toplam Nüfusa Oranı

Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) tarafından 2000 yılında gerçekleştirilmiş olan Genel Nüfus Sayımı Sonuçları ile Bina Sayımı sonuçları Ege Bölgesi için değerlendirilmiştir.

Nüfus sayımı kırsal ve kentsel alanları kapsayacak şekilde yapılmakla birlikte Bina sayımı Belediye alanları ile sınırlandırılmış ve köyler kapsam dışı bırakılmıştır. İki verinin birleştirilmesi ve değerlendirilmesi için köylerde yaşayan nüfusun tamamının yığma binalarda kaldığı varsayımı yapılmıştır. Kaldı ki durum incelendiğinde, kırsal alanda yaşayan insanların ekonomik seviyelerinin nispeten düşük olması, alışlagelmiş yapı teknikleri göz önüne alındığında bunun oldukça gerçekçi bir varsayım olduğu görülmektedir.

Bu çalışma kapsamında Ege bölgesi illeri değerlendirildiğinde yığma yapılarda yaşayan nüfusun toplam yapılar içinde yaşayan nüfusa oranının %65-70 dolaylarında olduğu verisine ulaşılmıştır.

## 4. EGE BÖLGESİNDEKİ YIĞMA YAPILAR ENVANTER ÇALIŞMASI

### 4.1 Envanter Çalışmasında İzlenen Yöntem

Envanter çalışmaları kapsamında Ege Bölgesinde genel bir tarama yapmak suretiyle 741 adet yığma bina örnekleme yöntemine göre seçilmiş ve incelenmiştir. Envanter çalışması için Uşak, Denizli, Manisa, Nazilli, Kemalpaşa, Ödemiş, Gediz, Emet, Bayındır il ve ilçe merkez ve kırsalında inceleme yapılmıştır.

Bu inceleme kapsamında Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü tarafından, yığma binaların incelenmesi için geliştirilen form kullanılmıştır. Formun ön yüzünde, binanın yeri, kat sayısı, kat yüksekliği ve yaklaşık alanları, projesi bulunup bulunmadığı, yığma binanın konumu, komşu binalarla derz durumu, kat seviyeleri, taşıyıcı sistem türü, taşıyıcı duvar malzemesi, bodrumu olup olmadığı ve bodrum kat taşıyıcı malzemesi, Döşeme sistemi, kalkan duvar durumu, sıva durumu, köşe birleşiminin doğru teşkil edilip edilmediği ve hasar durumu kriterleri incelenmiş ve örnek forma işlenmiştir.

İncelenen yapıların, hakim cephelerinden ve yapı sistemi ile malzemesinin de görülebileceği cephelerden fotoğrafları çekilerek forma işlenmiştir.

Formun arka yüzünde ise, 2007 “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” in Bölüm 5 te belirtilen yığma binalar için depreme dayanıklı tasarım kurallarında belirtilen maddeler sıralanmış ve envanter çalışması için seçilen 741 adet yığma yapı için değerlendirme yapılmıştır.

Bu kapsamda Ege Bölgesindeki yığma yapıların depreme dayanıklı tasarım ilkelerini karşılama noktasında nerede bulunduğu hususu 4.3. bölümünde incelenmiştir. Bu kısımda Ege bölgesindeki yığma yapıların genel karakteristik özellikleri ve deprem davranışına etki edebilecek durumlar incelenmiştir.

Ülkemizde yığma binaların taşınması gereken şartlar 1997 “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” kapsamında alınmış, minimum şartlar belirlenmiştir. 2007 yılında yürürlüğe giren “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” ile 1997 ABYYHY yürürlükten kaldırılmıştır. 1997 ABYYHY 10. bölümde yer verilen yığma yapılar için depreme dayanıklı tasarım kuralları, DBYYHY de 5. Bölüme alınmıştır. Genel olarak her iki yönetmelik aynı tasarım kurallarını benimsemekte ve minimum şartlar açısından küçük farklılıklar bulunmaktadır.

Bu çalışmada incelenen yığma yapıların DBYYHY hükümlerine uygunluğu açısından değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma gözlemsel bir çalışma olmakla birlikte basit ölçümlerde yapılmıştır (Örneğin; Kat yüksekliği ve duvar kalınlıkları vb.).

Bununla birlikte yönetmeliğin laboratuvar çalışması ile tespit edilebilecek hükümleri, genel kabullere göre değerlendirilmiştir. Örneğin DBYYHY 5.4.2.2. maddesinde yığma yapıda kullanılan malzemelerin 5 MPa basınç dayanımına sahip olması istenmektedir. Tüm yapılarda böyle bir laboratuvar çalışması bu çalışma kapsamında mümkün bulunmamaktadır. Bundan dolayı dolu harman tuğlası, düşey delikli taşıyıcı tuğla, kesme taş vb malzemeler bu dayanımı sağladığı, kerpiç moloz taş, boşluklu briket malzemelerin ise taşımadığı kabulü ile değerlendirme yapılmıştır.

Bununla birlikte Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümüce hazırlanan yığma binalar için değerlendirme formu örnek alınarak, DBYYHY hükümlerini de kapsayacak şekilde geliştirilmiştir. İnceleme alanında örnekleme yoluyla seçilen binaların hakim cephelerinden fotoğrafları çekilmiş ve geliştirilen forma işlenmiştir. Bu özellikle gözlemsel incelemelere dayalı tespitlerin kontrol edilmesi ve hataların minimuma indirilmesi açısından faydalı olmuştur.

## **4.2 Ege Bölgesindeki Yığma Yapı Karakteristiklerinin Tespiti**

### **4.2.1 Yığma yapıların kat sayıları**

Envanter çalışması kapsamında incelenen yığma binalardan 321 adedi tek katlı, 373 adedi 2 katlı, 39 adedi 3 katlı ve 6 adedi 4 katlı ve 1 adedi de 5 katlı olarak tespit

edilmiştir. Verilen kat sayılarına bodrum katlar dahil olmayıp bodrum durumu ayrı bir 4.2.2. maddesinde incelenmiştir.

DBYYHY 5.2.2 maddesinde yığma yapılar için izin verilen katsayıları belirtilmiştir. Buna göre 1. derece deprem bölgelerinde yığma yapılar için kat sayısı 2 kat ile sınırlandırılmıştır. Sayısı az olmakla birlikte bu sınırlamayı fazlası ile aşan yığma yapılarla da karşılaşmıştır (Şekil 4.1).

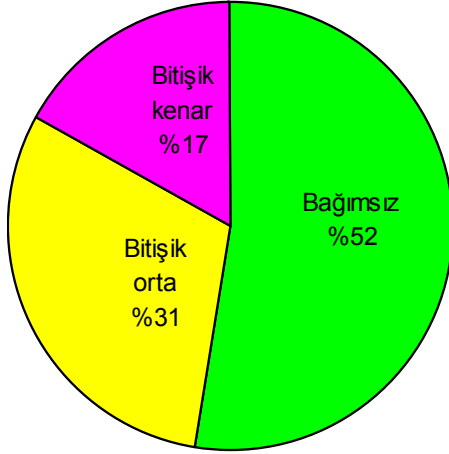
Çalışılan coğrafyanın tamamı 1.derece deprem bölgesinde kalmaktadır. İncelenen yapılardan 321 adedi tek katlı, 373 adedi iki katlı, 39 adedi üç katlı, 6 adedi dört katlı ve 1 adedi beş katlıdır. Katsayılarına göre yığma yapı yüzdelik(%) oranlar Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.1** Uşak merkezde 4 kat +çatı piyesli yığma bir bina

Burada kat sayılarına ilişkin yığma yapı sahiplerinin genel eğiliminden bahsetmek gerekmektedir. 2 den fazla katsayısına sahip yığma yapıların tamamına yakını kentsel alanda yer almaktadır. Katsayısı fazla olan bu yapıların kat kat bakıldığında kullanılan taşıyıcı malzemelerin ve yapı sisteminin de değişkenlik gösterdiğini görmekteyiz. Buda bize katların belli zaman aralıklarında inşa edildiğini göstermektedir. Kentsel alanlarda

arsa bedellerinin yüksek olması nedeniyle nispeten gelir düzeyi düşük olan yığma yapı sahipleri, belli dönemlerde kat ilavesine yönelmektedirler. Ülkemizde belli aralıklarla çıkarılan imar afları da bu durumun oluşmasında etkili olmaktadır.



**Şekil 4.2** Ege Bölgesinde yığma yapıların kat sayıları oranları.

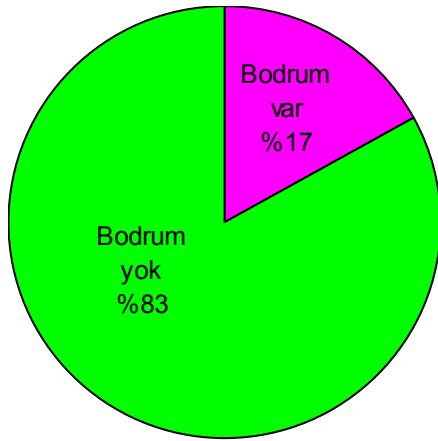
#### 4.2.2 Yığma yapılarda bodrum kat durumu

Envanter çalışması kapsamında incelenen binalardan 615 adedinin bodrumu bulunmazken 126 adedinin bodrumu bulunduğu tespit edilmiştir. Bodrumu olan yapıların incelenen yapılar içindeki oranı %17 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.3).

Burada bodrum katın yapılar için öneminden bahsetmek gerekmektedir. Tüm yapı grupları için bodrum kat oluşturulmuş olması, yapının belli bir temel derinliğine ulaştığının göstergesi olarak görülebilir. Yığma yapılardaki temel sorunlardan biri de taşıyıcı sistem ile temel bağlantısının zayıf olması durumudur. Bodrum katı olan yapılar incelendiğinde, bodrum katlarında taşıyıcı duvar kalınlığının 50 cm civarında yapıldığı gözlemlenmiştir. Buda temel ve taşıyıcı sistemin birlikte hareket etmesi açısından önemli bir husus olarak değerlendirilmektedir.

DBYYHY hükümlerine göre; tek bodrum kat yapılması durumunda bunun izin verilen kat sayısına dahil edilmeyeceği, daha fazla bodrum kat yapılması halinde bu sayının izin verilen katsayısına dahil edileceği belirtilmektedir. Çalışma alanı içinde incelenen yapılardan bodrum katı olan yapıların tamamının tek bodrumu bulunmaktadır.





**Şekil 4.3** Ege Bölgesinde yığma yapıların bodrum kat durumu oranları

#### 4.2.3 Yığma yapıların komşu yapılarla konumu

Ege Bölgesindeki yığma yapıların incelenmesi kapsamında yığma yapıların konumları hakkında tespitler yapılmıştır. Bunun için incelenen yığma binaların, komşu binalarla konumu; bağımsız, bitişik kenar bina ve bitişik kenar bina olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.4). Envanter çalışması kapsamında, incelenen yığma yapılardan 388 adedi “bağımsız bina”, 228 adedi “bitişik orta bina”, 125 adedi ise “bitişik kenar bina” olarak tespit edilmiştir. İncelenen yığma yapıların %52’si “bağımsız bina”, %31’i “bitişik orta bina”, %17’si ise “bitişik kenar bina” olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5).

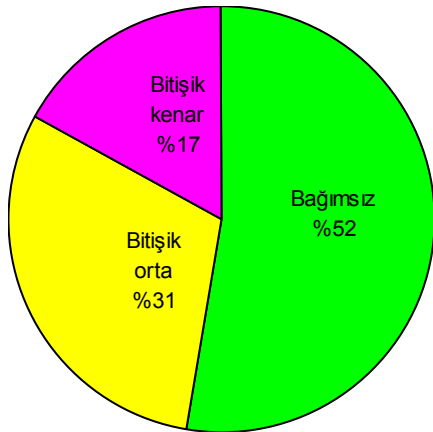


**Şekil 4.4** Karahallı ilçesinde bitişik (orta ve kenar) nizamlı yapılar



Bağımsız binalar etrafındaki yapılarla taşıyıcı duvarları temas etmeyen yapılar olarak değerlendirilmiştir. Bitişik binalar ise iki cepheden taşıyıcı duvarı temas eden yapılar için “bitişik orta bina” tanımlaması, tek cepheden taşıyıcı duvarları temas eden yapılar için “bitişik kenar bina” tanımlaması yapılmıştır. Bu tanımlama; yığma yapıların bir deprem anında bireysel mi yoksa birliktemi hareket zorunluluğu olduğunun tespiti noktasında katkı sağlayacaktır.

Kırsal bölgelerde etkin bir imar çalışması bulunmadığından, kadastro parselinin izin verdiği ve yapı sahibinin tercihi şeklinde bir yapılaşma bulunduğu gözlenmektedir. Kentsel alanlarda ise imar planına göre yapılaşma zorunlu olduğundan, yapıların bitişik mi yoksa ayrıık nizamda yapılacağı belediyelerin imar planında belirtilen kısıtlamalara göre belirlenmektedir. Bu aşamada Belediye imar palanların daha bütüncül bir bakış açısıyla yapılması gereğini ifade etme zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

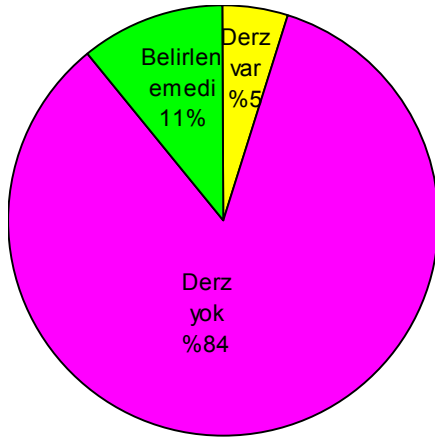


Şekil 4.5 Ege Bölgesinde yığma yapıların komşu yapılarla konumu oranları.

#### 4.2.4 Yığma yapıların komşu binalarla derz durumu

Bitişik nizamda inşa edildiği tespit edilen 353 adet binanın 297 adedinde derz bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu oransal olarak %84 ‘e tekabül etmektedir (Şekil 4.6). Bitişik olarak inşa edilen yapılarda dilatasyon derzi bırakılması gerekmektedir. Bu derz özellikle depremlerde yapıların birbirinden bağımsız olarak hareket etmesi için önem arz etmektedir. Dilatasyon derzi uygulaması teknik bir detay olmasına rağmen, bitişik betonarme binalarda dahi yeni yeni yaygınlaşmaya başlamıştır.

İnceleme alanında dilatasyon derzi olduğu tespit edilen yaklaşık % 5 lik bir kısmın geneli de kentsel alanda ve yapım yılı 5-10 yıl öncesine dayanan yapılardır. İnceleme alanı içinde bitişik nizamda inşa edilen yığma binaların dilatasyon derzi olup olmadığına dair tespitleri içeren yüzdelik(%) oranları (Şekil 4.6)' da gösterilmiştir.



Şekil 4.6 Ege Bölgesinde yığma yapıların komşu yapılarla konumu oranları

#### 4.2.5 Yığma yapıların taşıyıcı sistem türü

Yığma yapı tanımı içinde kargir inşaat olarak tanımlanan, yapı malzemesi taş, tuğla vb. malzemelerden oluşan ve hatılı bulunmayan yapılar değerlendirilmiştir. DBYYHY 5.4.5.1 maddesinde 1. derece deprem bölgeleri için desteklenmemiş duvar uzunluğunun 5,5 mt yi geçemeyeceği, bu şartın sağlanamaması durumunda ise eksende aralığı 4 mt yi geçmeyen düşey hatıllar yapılması öngörülmektedir. Bu açıdan bakıldığında, yığma yapılarımızda düşey hatıl kullanımının çok önemli olduğu görülmektedir (Şekil 4.7).

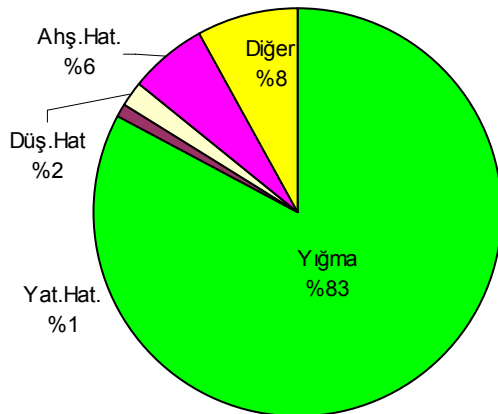
İnceleme alanı içinde tespit edilen 741 binadan 614 adedi “yığma yapı”, 45 adedi “ahşap hatıllı yığma”, 14 adedi “yatay hatıllı yığma yapı”, 8 adedi “düşey hatıllı yığma olarak tespit edilmiştir.

İnceleme alanı içerisinde sadece 8 adet binada düşey hatıl tespit edilebilmiştir. İncelenen yapılar içerisinde bunun sadece %1'e tekabül etmesi, özellikle ege bölgesi yığma yapılarında düşey hatıl kullanımının çok düşük seviyede olduğu görülmektedir (Şekil 4.8).



**Şekil 4.7** Çeşitli yığma taşıyıcı sistem yapı tipleri

İnceleme kapsamındaki yığma binalardan 14 adedi yatay hatlı yığma bina olarak tespit edilmiştir. Buda yatay hatlı uygulamasının da yaygın olmadığını göstermektedir. Yatay hatlılar duvarın üzerinde ağırlık oluşturması ve duvarın rijitlik ve yatay yük taşıma kapasitesinin artırılması yönünden etkili bir yöntemdir.

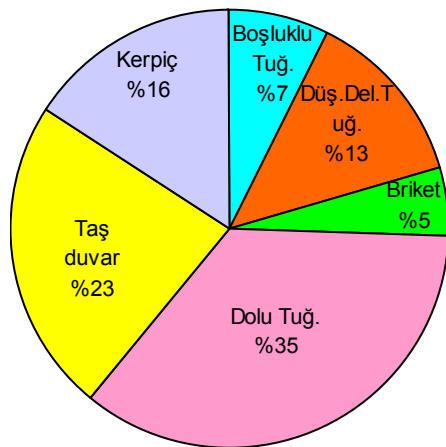


**Şekil 4.8** Ege Bölgesinde yığma yapıların taşıyıcı sistem türü oranları

#### 4.2.6 Yığma yapıların taşıyıcı duvar malzemesi

İncelenen yığma binalar içerisinde; taşıyıcı duvar malzemesi olarak, 261 adet ve %36 lık payla “dolu harman tuğlası” ilk sırada gelmektedir. Taşıyıcı duvar malzemesi olarak taş kullanımı(172 adet) %23’lük payla ikinci sırada gelmektedir. Sonrasında kerpiç malzeme kullanımı (117 adet) %16 lık payla üçüncü sırada yer almaktadır. Düşey delikli tuğla (97 adet) %13, boşluklu fabrika tuğlası(55 adet) %5 ‘lik oranlarda kullanım sıklığına ulaşmaktadır. (Şekil 4.9).

Yığma yapıların yapımında kullanılan yapı malzemeleri boşluklu fabrika tuğlaları, düşey delikli taşıyıcı tuğlalar, beton briket tuğlalar (boşluklu veya dolu), taş (kesme ve moloz), kerpiç vb malzemelerdir (Şekil 4.10). Bu malzemelerin kullanım yoğunlukları kentsel ve kırsal alanda farklılık gösterdiği gibi, yapım yılları itibariyle de farklılık göstermektedir.



**Şekil 4.9** Ege Bölgesinde yığma yapıların taşıyıcı duvar malzemesi oranları

Gazbeton kullanılarak örülen duvarlarda düzgün yüzeyler elde edilmesi sonucu sıva ve işçilik giderlerinde önemli miktarda tasarruf sağlanmaktadır. Ayrıca gazbeton blokların kullanılması inşaat hızını da oldukça artırmaktadır. Dolgu malzemesi olarak gazbeton kullanılması durumunda malzemenin hafifliğinden dolayı yapıya etki eden kalıcı yüklerde ve yatay yüklerde önemli miktarda azalmalar olmaktadır. Bunun sonucunda tasarım mühendisi daha küçük kesitlerle ve daha az donatı oranları ile ekonomik sonuçlar elde edebilmekte ve beton, kalıp ve donatı giderlerindeki azalmalar önemli miktarlara ulaşabilmektedir.

Dolu harman tuğlası dikdörtgen şeklinde kesite sahip ve boşluksuz olarak imal edilmektedir. DBYYHY 5.4.1 maddesinde taşıyıcı duvar malzemelerinin neler olabileceği ve hangi dayanımlara sahip olmaları gerektiği belirtilmiştir. TSE EN 771-1 de belirtilen maksimum boşluk oranını taşıyan tuğlalar ve 5.0 Mpa dan daha büyük dayanıma sahip doğaltaş ve kargir malzemeler yığma yapı malzemesi olarak kullanılabilir (Şekil 4.10).

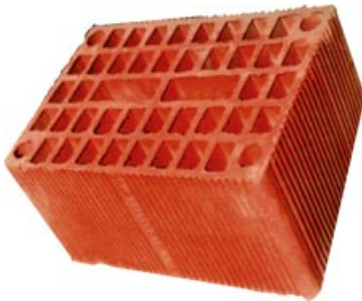


**Şekil 4.10** Yığma taşıyıcı malzeme çeşitleri

Tuğla bloklar hem yük taşıyan yığma duvar hem de bölme duvar malzemesi olarak inşaat sektöründe yıllardır kullanılmaktadır. Fakat son yıllarda inşaat teknolojilerindeki



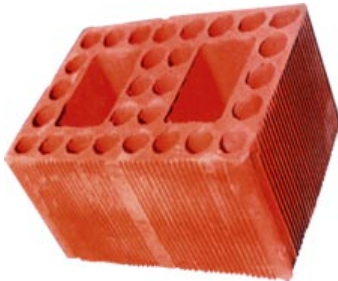
gelişmeler neticesinde gazbeton duvar blok ve panellerine olan ilgi artmaktadır. Artan bu ilgiyi hem teknik hem de ekonomik nedenlere bağlamak mümkündür. Gazbeton malzemenin gözenekli dokusu nedeni ile etkin ısı yalıtım özelliği, hafifliği, yanmaz olması, bunun yanında kolay işlenebilmesi ve hassas boyutlarda üretilebilmesi gazbeton malzemenin sahip olduğu üstünlüklerdir (Şekil 4.11). İnceleme gözlemsel olarak yapıldığı ve basit ölçümler yapılabildiğinden malzeme dayanımlarının test edilmesi mümkün olmamıştır. Ancak dolu harman tuğlalarının tamamen dolu olması, düşey delikli taşıyıcı tuğlaların ilgili standardına göre imal ediliyor olması ve kesme taşların dayanımının yüksek olarak bilinmesi dikkate alınarak dolu harman tuğlası, düşey delikli tuğla ve kesme taş malzemenin dayanımlarının yeterli olduğu kabulü yapılmıştır.



### Yığma Tuğla

Teknik Özellikler

| EN | UZ. | YÜK  | ADET(m <sup>2</sup> ) | ADET(kg) |
|----|-----|------|-----------------------|----------|
| 19 | 29  | 13.5 | 23                    | 4.8      |



### Yuvarlak Yığma Tuğla

Teknik Özellikler

| EN | UZ. | YÜK. | ADET(m <sup>2</sup> ) | ADET(kg) |
|----|-----|------|-----------------------|----------|
| 19 | 29  | 13.5 | 23                    | 4.3      |



### Gazbeton

Teknik özellikler

Değişken boyutlarda.

**Şekil 4.11** Fabrikasyon taşıyıcı duvar malzeme ve teknik özellikleri

Taşıyıcı duvar malzemesi kırsal kesimlerde, yerel malzemelerle özellikle kerpiç ve taşduvar ile karşılanmaya çalışılmıştır. Ekonomik durumu düşük kırsal kesimlerde

karma olarak da bu malzemelerin kullanıldığı göze çarpmaktadır (Şekil 4.12). Yapı malzemesi temin edildiği süre içinde, yapı tamamlanmaya çalışılmıştır. Yerel malzemelerin temin edilemediği durumlarda fabrikasyon malzemelerle yapıma devam edilmiştir. Ayrıca yığma yapıyı yapanların genelde yapıyı kullanacak olan kişiler olduğu, yapım aşamasında nitelikli ustaların yer almadığı görülmektedir.



**Şekil 4.12** Yığma yapıda çok farklı malzemelerin kullanılması durumu

Farklı yapı malzemelerinin kullanılması sonucu yapı malzemeleri arasında derzler oluşmakta ve duvar bütünlüğü bozulmaktadır.

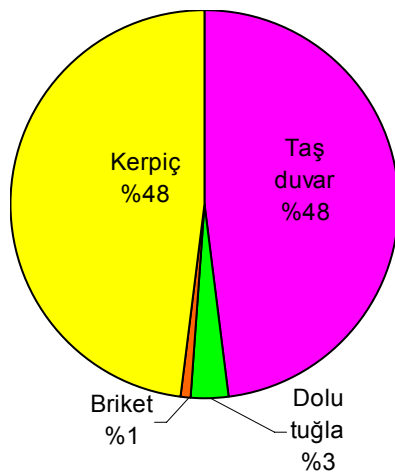
#### **4.2.7 Yığma yapıların bodrum perde malzemesi**

Bodrum katı olan yığma yapıların bodrum kat taşıyıcı malzemesinin uygun olmaması sonucu oluşan hasarlar tespit edilmiştir (Şekil 4.13). Bodrum katı olan 127 binadan 62'sinin bodrum kat malzemesi taşduvar, 62'sinin bodrum kat malzemesi kerpiç vb malzemelerden oluşmaktadır. Bodrum katı olan yapılardan 4'ünün bodrum katı harman tuğla, 1 adedinin ise beton briket ile yapıldığı görülmüştür.

Bodrum kat taşıyıcı duvar malzemesi olarak %48 oranında taş duvar ve %48 oranında harman tuğlanın tercih edildiği ve buna göre imalat yapıldığı görülmüştür. Düşük oranlarda kerpiç ve beton brikette tercih edilmektedir (Şekil 4.14).



**Şekil 4.13** Uygun malzeme ve bağlayıcı harç kullanılmaması sonucu oluşan hasar



**Şekil 4.14** Ege Bölgesinde yığma yapıların bodrum kat perde malzemesi oranları

Kırsal alanda taş duvar kullanımı daha yoğun iken kentsel alanlarda dolu harman tuğlası bodrum kat taşıyıcı duvar malzemesi olarak tercih edilmektedir. DBYHY hükümlerine göre bodrum katta kullanılacak kargir malzemenin dayanımının 10 Mpa olması istenmektedir. Değerlendirmede toplama moloz taşların bu dayanımı sağlamadığı, kesme taşların ise bu dayanım şartını sağladığı kabulü yapılmıştır.

#### 4.2.8 Yığma yapıların döşeme sistemi

İnceleme alanı içerisindeki yapıların döşeme sistemleri de ayrı bir parametre olarak incelenmiş ve tespit edilmiştir (Şekil 4.15). Değerlendirme sonuçlarına göre Ege

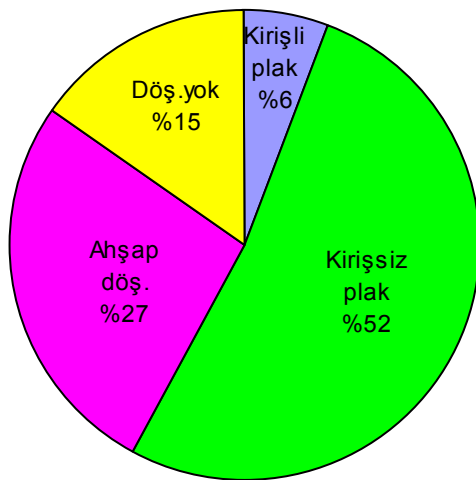


bölgesinde yığma yapıların yarısından fazlasının (%52), döşeme sistemi kirişsiz plak döşemedir. Yani döşemeler doğrudan duvarların üzerine oturmaktadır. Bu kapsamda incelenen 741 adet yığma yapının %27 sinin döşeme sistemi ahşap döşemedir. Özellikle kırsal alanlarda ahşap döşeme yapımı yaygınlık göstermektedir.



**Şekil 4.15** Yığma yapılarda döşeme uygulamaları

İnceleme kapsamındaki yapıların % 15 inin döşemesi bulunmamaktadır. Özellikle tek katlı yapılarda döşeme yapılmamakta ve ahşap çatı makası, duvarların üzerine oturtulmaktadır. Bu döşeme sisteminin uygulamada yaygın bir eğilim olduğu görülmektedir. Kirişli plak kullanımı ise % 6 ile düşük bir oranda yer almaktadır. Ahşap döşeme uygulaması özellikle kırsal alanlarda çok yaygındır (Şekil 4.16). Özellikle kerpiç yapıların tamamı ahşap döşemelidir. Kentsel alanlarda ise kirişsiz betonarme plak döşeme uygulaması yoğunluk arz etmektedir.



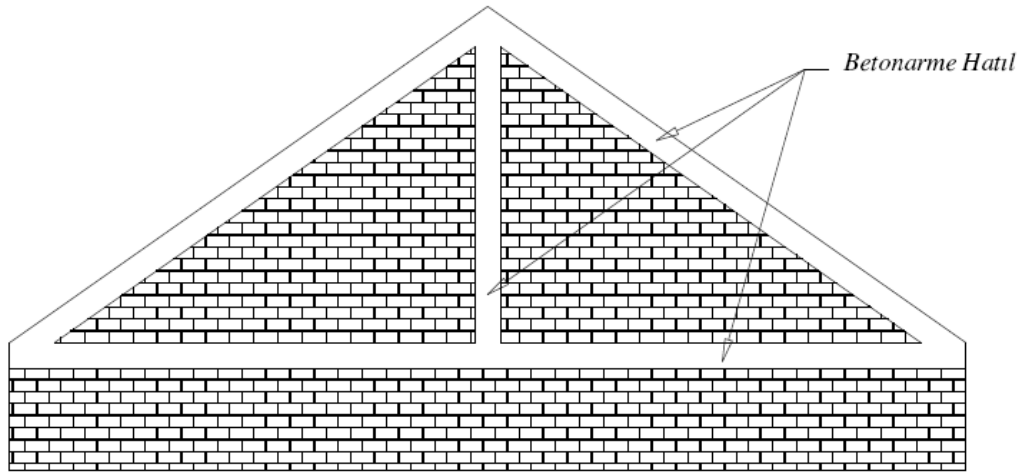
**Şekil 4.16** Ege Bölgesinde yığma yapıların döşeme sistemleri oranları

#### 4.2.9 Yığma yapılarda kalkan duvar durumu

Betonarme yapılar gibi yığma binalarda da kalkan duvarlar deprem sırasında ilk yıkılan ve zarar gören yapı elemanları arasında yer almaktadır. Kalkan duvarlar üzerinde ağır ve bağlayıcı bir kütle bulunmaması dezavantaj oluşturan bir durumdur. Kalkan duvarlar özellikle beşik çatı denen çatı sisteminde mimari bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.17).

Kalkan duvarların deprem davranışında etkili olan bir husus ise, yatay ve/veya düşey hatlı oluşturulmuş olmasıdır. Yatay ve düşey hatlılar kalkan duvarların stabilitesini arttırmakta ve bir bütün olarak hareket etmesine katkı sağlamaktadır (Şekil 4.18).

İnceleme kapsamındaki 744 adet yığma yapının 85'inde kalkan duvar yapıldığı görülmüştür. Oransal olarak değerlendirildiğinde, incelenen yapıların %11 inde kalkan duvar yapılmıştır (Şekil 4.19).



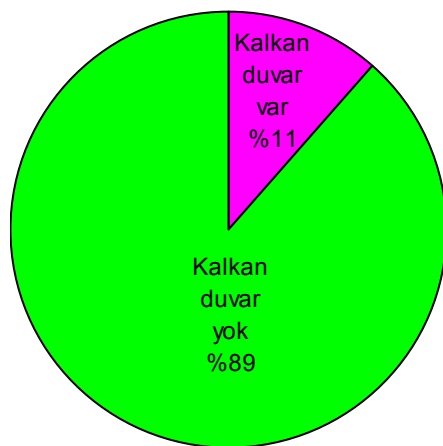
Şekil 4.17 Yığma yapılarda kalkan duvar

Yapı sahiplerinin, çatı katını geniş alanlar oluşturarak değerlendirilmek istemesi de kalkan duvar oluşturulmasında etken olabilmektedir. Ayrıca imar palanında bitişik nizam komşu binalar arasında kat adedi farkı olması durumunda kalkan duvar oluşturulması gerekli olmaktadır.



**Şekil 4.18** Çeşitli kalkan duvar uygulamaları

Grafikte gösterilmemekle birlikte, incelenen kalkan duvarı olan 85 yapı içerisinde 6 tanesinde düşey hatlı tespit edilebilmiştir. Kalkan duvarda yatay hatlı kullanımına ise hiç rastlanılmamıştır.



**Şekil 4.19** Ege Bölgesinde yığma yapıların kalkan duvar durumu oranları

#### 4.2.10 Yığma yapılarda sıva durumu

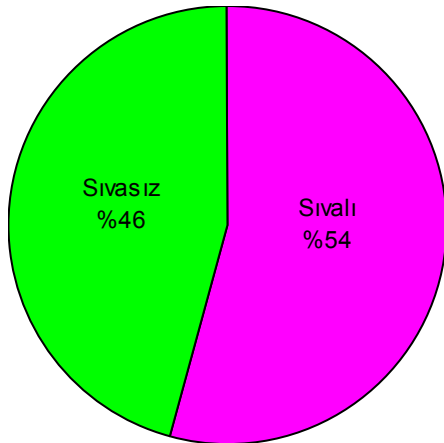
İnceleme alanı içinde tespit edilen yığma binaların dış cephelerinde sıva olup olmadığı noktasında tespitler yapılmıştır. Dış sıva kırsalda kerpiç yapılarda, kentsel alanda ise dolu harman tuğlası ile yapılan yapılarda tercih edilmemektedir. Dolu harman tuğlası ile yapılan yapıların dış cephelerinin güzel görünmesi, yalıtım ihtiyacının nispeten az olması ayrıca boya ihtiyacı hissedilmemesi nedeniyle sıva gereği duyulmadığı gözlenmektedir. Boşluklu tuğla ile yapılan yığma binalarda ise gerek güneş gerekse don etkisi ile tuğlaların aşınması ve erimesi nedeniyle sıva yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yönüyle özellikle boşluklu tuğla ile yapılan taşıyıcı

duvarlarda duvar dayanımının korunması açısından dış cephelere sıva yapılması önemli görülmektedir.

İncelenen 744 adet yığma yapıdan 403 tanesinin dış cepesinde sıva yapıldığı 341 adedinde ise sıva yapılmadığı tespit edilmiştir. Yüzdeler dilim açısından değerlendirildiğinde ise İnceleme alanı içindeki yığma yapıların %54'ünde dış sıva yapıldığı, %46'sında ise yapılmadığı görülmüştür (Şekil 4.20).

Yığma yapılarda sıva bulunmadığı durumlarda; kullanılan taşıyıcı duvar malzemesi, bağlayıcı harç durumu, taşıyıcı sistem özellikleri köşe birleşimi ve hasar durumları hakkında detaylı bilgilere ulaşılabilmektedir.

İncelenen binalarda dolu harman tuğlası ile yapılan yapılarda genellikle sıva yapılmadığı ve yapının bu haliyle senelerce kullanıldığı dikkat çekmektedir. Dolu harman tuğlası dış etkenlerden az etkilendiği için sıva ihtiyacı duyulmamaktadır.



Şekil 4.20 Ege Bölgesinde yığma yapıların sıva durumu oranları

#### 4.2.11 Yığma yapılarda köşe birleşimi durumu

Yığma yapılarda deprem anında duvarların birbirine bağlanması ve eksen boyunca gelen deprem kuvvetinin paylaşılması açısından bina köşelerinin birleşim detayı önem kazanmaktadır (Şekil 4.21). Bina köşelerinde taşıyıcı duvar örülürken taşıyıcı blokların homojen ve şaşırtmalı olarak örülmelidir. Bir eksen boyunca bir sıra boyunca tuğla örüldüğünde, bir üst sıra diğer ekseninde örülmeli ve köşe tuğlaları birbirine bindirilmelidir (Şekil 4.22).



**Şekil 4.21** Bina köşesinde derz oluşması ve uygunsuz harç kullanımı

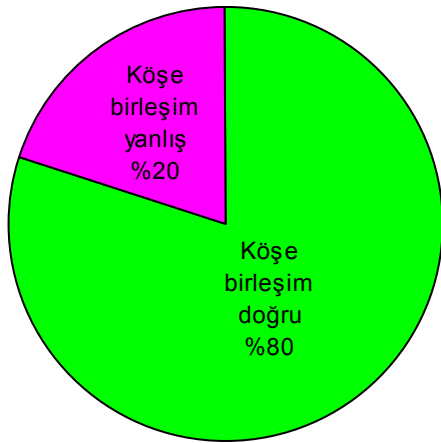
Yapılan alan çalışmasında 741 adet binanın 149 adedinde köşe birleşimlerinin doğru teşkil edilmediği tespit edilmiştir. Oransal olarak değerlendirildiğinde köşe birleşimi uygun olmayan yapıların inceleme alanındaki tüm yapılara oranı %20 'ye tekabül etmektedir (Şekil 4.23).

Orta şiddetli bir depremde dahi, köşe birleşimi uygun yapılmayan bu yapıların yapı köşelerinden ayrılması, çatı ve döşemelerinin çökmesi ile birlikte ağır mal ve cam kayıplarının yaşanması büyük bir olasılıktır. Köşe birleşimi uygun teşkil edilmemiş yapıların bu kusurunun giderilmesi, yeniden yapma şeklinde olmakta olup maliyeti oldukça yüksektir.



**Şekil 4.22** Doğru köşe birleşimine örnekler





Şekil 4.23 Ege Bölgesinde yığma yapıların köşe birleşimi durumu oranları

#### 4.2.12 Yığma yapılarda hasar durumu

Ege bölgesinde yapılan alan taramasında yığma yapıların hasar durumları incelenmiş ve tespit edilmiştir (Şekil 4.24). Örnekleme yoluyla seçilen 744 adet yığma yapının 193 'ünde yapısal hasar tespit edilmiştir. İnceleme kapsamındaki yığma yapıların %26'sında yapısal hasar bulunmaktadır (Şekil 4.25).

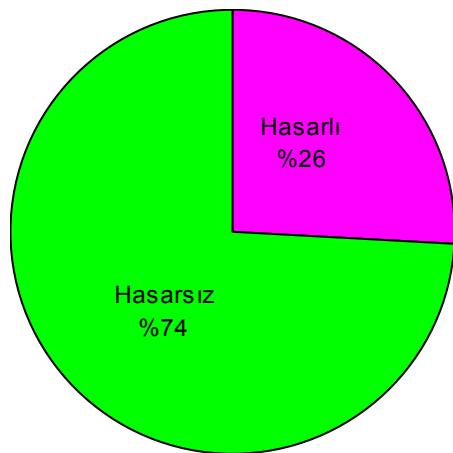


Şekil 4.24 Yığma yapı hasarlarına örnekler

Bunların büyük çoğunluğu, bina köşe birleşimlerinin ayrılması, oturma çatlakları ve eğimli araziden kaynaklanan hasarlar olarak göze çarpmaktadır.

Bu çalışmada tespiti yapılan, yapıların genel bakımsızlığından kaynaklanan hasarlar olmayıp yapı güvenliğini tehdit eden yapısal hasarlardır. Bölüm 2.1.2’de yığma yapılardaki yapısal hasarlar ile ilgili genel bilgiler verilmiştir.

Şekil 4.24’ de yığma yapı hasarlarına ilişkin örnek yapı resimleri verilmiştir. Kerpiç yapılarda ahşap döşemenin bastığı kısımlarda dikey çatlaklar oluşmaktadır. Kalkan duvarlı yapılarda kalkan duvarın hatıllarla desteklenmemesi sonucu kalkan duvardan başlayan çapraz çatlaklar görülmektedir. Yığma yapılarda farklı yapı malzemeleri kullanılması sonucu oluşan derz çatlakları ve zemin oturmasından kaynaklanan çatlaklar da önemli yer tutmaktadır.



Şekil 4.25 Ege Bölgesinde yığma yapıların hasar durumu oranları

### 4.3 Ege Bölgesinde Yığma Yapıların 2007 DBYYHY’e Uygunluğu

#### 4.3.1 Yığma yapıların DBYYHY 5.2.2 maddesine uygunluğu

“Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca yayımlanarak 2007 yılı mart ayında yürürlüğe girmiştir. DBYYHY ‘in 5. bölümümü “Yığma Binalar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları”nı içermektedir.

Bu yönetmeliğin 5.2.2 maddesinde; yığma binalar için yapımına izin verilen kat sayıları deprem bölgelerine göre belirlenmiş ve yönetmeliğin Tablo 5.1’de verilmiştir. Yığma yapılar, için izin verilen en çok katsayısı; 1 derece deprem bölgeleri için 2 kat , 2.ve 3. derece deprem bölgeleri için 3 kat ve 4.derece deprem bölgeleri için 4 kat olarak belirlenmiştir.

**Tablo 4.1** Yığma yapılar için izin verilen en çok kat sayısı

| Deprem Bölgesi | En Çok Kat Sayısı |
|----------------|-------------------|
| 1              | 2                 |
| 2.3            | 3                 |
| 4              | 4                 |

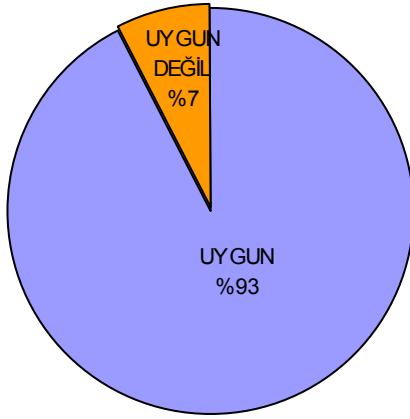
Ege bölgesinin yüz ölçümün yaklaşık %85’i 1.derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Yığma yapılar için envanter çalışması ve örnekleme yapılan alanların tamamı 1.derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Bu itibarla değerlendirme yaparken değerlendirmeye alınan yığma yapıların maksimumum iki kata göre inşa edilmiş olması şartı aranmıştır. Bir adet bodrum kata izin verilmekte, ancak birden fazla bodrum kat olması halinde izin verilen en çok kat sayısından düşülmesi gerekmektedir.

Kat alanı, bina brüt temel alanının %25’inden büyük olan çatı katı tam kat sayılmaktadır. Kerpiç duvarlı yığma binaların bütün deprem bölgelerinde, bodrum katı sayılmaksızın, en çok bir katlı yapılabileceği Yönetmeliğin 5.2.3 maddesinde belirtilmektedir.

Yapılan alan taraması sonuçlarına göre 1.derece deprem bölgesinde bulunan 741 adet binanın 55 adedinin 2 katın üzerinde kat sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Oransal olarak değerlendirildiğinde, 2. kattan fazla kat sayısına sahip yığma yapıların oranının %7 ye tekabül ettiği görülmektedir (Şekil 4.26).

Kat sayısı 2.den fazla olan yığma yapıların tamamına yakını kentsel alanda yer almaktadır. Bunun kentlerdeki arsa ve kira bedellerinin yüksekliği nedeniyle ortaya çıkan bir eğilim olduğu düşünülmektedir. Kırsal alanda ise yüksek katlı yığma yapı yapma talebinin bulunmadığı yapılan tespitlerden anlaşılmaktadır.





**Şekil 4.26** Yığma yapıların DBYYHY’in 5.2.2 maddesini karşılama oranları

#### 4.3.2 Yığma yapıların DBYYHY 5.2.4 maddesine uygunluğu

DBYYHY ‘in 5.2.4 maddesinde “Yığma binalarda her bir katın yüksekliği döşeme üstünden döşeme üstüne en çok 3.0 m olacaktır. Kerpiç duvarlı yığma binalarda tek katın yüksekliği 2.70 mt’den, eğer yapılmış ise bodrum kat yüksekliği 2.40 mt’den daha çok olamaz.” Hükümü yer almaktadır.

Yönetmelik hükmünden açıkça anlaşılacağı üzere kat yüksekliği; yığma yapılarda her bir kat için 3,0 mt, kerpiç yapılar için 2,70 mt ve bodrum katı için 2,40 mt ile sınırlanmıştır.

Kırsal alanda kerpiç yapıların kat yüksekliğinin 2,70 mten yüksek olması durumu ile karşılaşılmıştır. Kırsaldaki kerpiç yapı sahipleri, yapılarının zemin katlarını depo veya hayvan barınağı olarak, 1. katını ise mesken olarak kullanmaktadırlar.

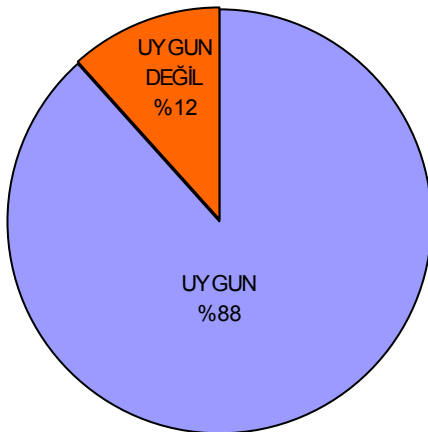
Kentsel alanda ise; özellikle ticari kapasitesi yüksek, şehrin eski ve merkezi yerleşim alanlarında, ticari işletme olarak kullanılan yığma yapıların kat yüksekliğinin 3 mt’den yüksek olması durumu ile karşılaşılmıştır (Şekil 4.27).

Yapılan envanter çalışması sonucunda, incelenen yığma yapılar içerisinde 741 adet binadan 86 adedinin, kat yüksekliği ile ilgili bu sınırlamayı sağlamadığı tespit edilmiştir.



**Şekil 4.27** Uşak'ta zemin kat yüksekliği 3,50 mt olan bir yığma yapı

Oransal olarak değerlendirildiğinde; incelenen yığma yapılar içerisinde %12 lik kısmının kat yüksekliğinin yönetmeliğin 5.2.4 maddesine uygun olmadığı görülmüştür (Şekil 4.28).



**Şekil 4.28** Yığma yapıların DBYYHY'in 5.2.4 maddesini karşılama oranları

### 4.3.3 Yığma yapıların DBYYHY 5.2.5-5.2.6 maddesine uygunluğu

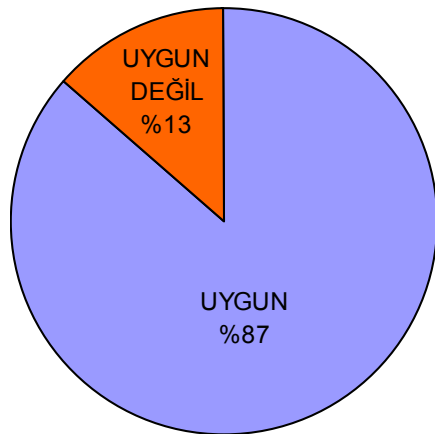
DBYYHY'in 5.2.5 maddesinde “Yığma binaların taşıyıcı duvarları planda olabildiğince düzenli ve ana eksenlere göre simetrik ya da simetriğe yakın biçimde düzenlenecektir. Kısmi bodrum yapılmasından kaçınılacaktır” denilmektedir. DBYYHY 'in 5.2.6 maddesinde; “Tüm taşıyıcı duvarlar planda kesinlikle üst üste gelecektir” denilmektedir. Yapılan envanter çalışmasında bu iki madde beraber değerlendirilmiştir.

Yığma yapıların hem plan görünüşleri hem de kesit görünüşleri açısından sürekli olması gerekmektedir. Taşıyıcı duvarlar planda üst üste gelecektir (Şekil 4.29). Bazı yerlerde Ticari işletme ve depo olarak kullanılan yapılarda duvar alınarak geniş alanlar oluşturulmuş olduğu gözlenmiştir.



**Şekil 4.29** Karahallı’da taşıyıcı duvar düşey süreksizliğine örnekler

Envanter çalışması kapsamında incelenen 741 adet yığma binadan 100 tanesinde bu şekilde taşıyıcı duvar süreksizliği yada simetrik olmayan plana sahip olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda incelenen binaların %13 ‘ün DBYYHY 5.2.5 ve 5.2.6 maddesini karşılamadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.30).



**Şekil 4.30** Yığma yapıların DBYYHY’in 5.2.5-5.2.6 maddesini karşılama durumu

#### 4.3.4 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.1.1 maddesine uygunluğu

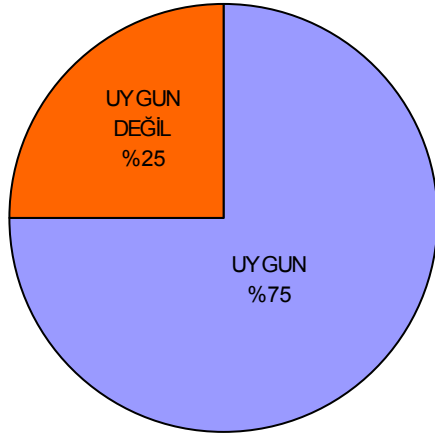
DBYYHY ‘in 5.4.1.1 maddesinde “ Taşıyıcı duvarda yığma malzemesi olarak Türk Standartlarına uygun doğal tas, dolu tuğla, TS-2510 ve TS EN 771-1’de taşıyıcı duvar malzemesi olarak izin verilen en büyük boşluk oranlarını asmayan boşluk oranları olan tuğlalar ve blok tuğlalar, gaz beton yapı malzeme ve elemanları, kireç kumtaşı, dolu beton briket, kerpiç ya da benzeri kargir birimler kullanılabilir ” denilmektedir.

DBYYHY ‘in 5.4.1.2 maddesinde “ Boşluklu beton briket, hafif agregalı beton kargir birimler, TS-2510 ve TS-705 (TS EN 771-1)’de taşıyıcı duvar malzemesi olarak izin verilen en büyük boşluk oranlarının üzerinde boşluk oranları olan tuğlalar ve blok tuğlalar, TS-4377 (TS EN 771-1)’e göre dolgu duvarları için üretilmiş diğer tuğlalar ve benzeri biçim verilmiş bloklar hiçbir zaman taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılamaz ” denilmektedir.

Envanter çalışması kapsamında, yığma yapılarda kullanılan yapı malzemeleri boşluklu fabrika tuğlası, düşey delikli tuğla, beton briket, dolu harman tuğlası, taş duvar, kerpiç diğer vb. olarak sınıflandırılmış ve tespit edilmiştir.

Yapılan inceleme gözlemsel bir inceleme olduğundan, detaylı teknik verilere dayanan bir inceleme mümkün olamamıştır. Bununla birlikte genel kabuller üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Dolu harman tuğlası, düşey delikli taşıyıcı tuğla, dolu beton briket, gazbeton, kesme taşlı taş duvar ve kerpiç taşıyıcı malzeme ile yapılan yapılar yönetmeliğin 5.4.1.1 maddesine göre uygun yapı malzemeleri olarak değerlendirilmiştir. Boşluklu fabrika tuğlası, gofret tuğla tabir edilen bölme duvar tuğlaları, moloz taşla yapılan taş duvar, boşluklu briket tuğlaları yönetmeliğin 5.4.1.1 maddesine uygun olmayan taşıyıcı duvar malzemeleri olarak değerlendirilmiştir.

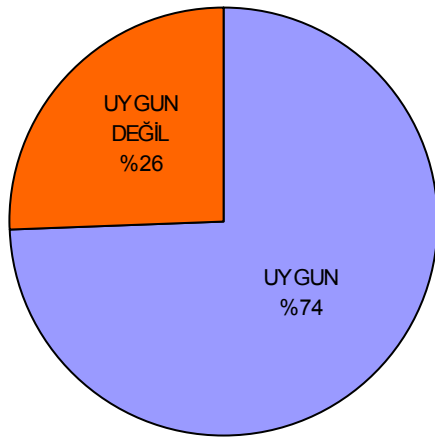
Envanter Çalışması kapsamında, incelenen 741 adet binadan 185 adedinde; DBYYHY 5.4.1.1 ve 5.4.1.2 maddelerinde belirtildiği üzere yığma yapılarda kullanımına izin verilen taşıyıcı duvar malzemesi şartlarını sağlamadığı tespit edilmiştir. Oransal olarak değerlendirildiğinde döküm çalışmaları kapsamında incelenen yığma yapıların %25 ‘inin taşıyıcı duvar malzemesi türü ve teknik özellikleri ile ilgili sınırlamalara uygun olmadığı görülmüştür (Şekil 4.31).



**Şekil 4.31** Yığma yapıların DBYYHY’in 5.4.1.1 maddesini karşılama oranları

#### 4.3.5 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.2.2 maddesine uygunluğu

DBYYHY ‘in 5.4.2.2 maddesinde; “Taşıyıcı duvarlarda kullanılacak doğal ve yapay kargir birimlerin en düşük basınç dayanımı, brüt basınç alanına göre, en az 5.0 MPa olacaktır. Bodrum katlarda kullanılacak doğal taşların basınç dayanımı en az 10.0 MPa olacaktır. Bodrum katlarda beton duvar yapılması durumunda, kullanılacak en düşük beton kalitesi C16 olacaktır “ denilmektedir. Çalışma alanı içerisinde laboratuvar ortamında deneysel çalışma yapılması, incelenen 741 adet yığma yapı için mümkün olmamıştır. Bunun için taşıyıcı malzemelerin taşınması gereken şartları içeren ve güncel ve yürürlükte mevzuat olan TS EN 771-1 de belirtilen boşluk oranına haiz taşıyıcı bloklar, dolu tuğlalar ve kesme taş duvar ve kerpiç yığma yapıların dayanım şartlarını sağlayacağı kabulü esas alınarak değerlendirme yapılmıştır.



**Şekil 4.32** Yığma yapıların DBYYHY’in 5.4.2.2 maddesini karşılama oranları

Buna göre incelenen 741 adet yığma yapının 190 adedinin yönetmeliğin 5.4.2.2 maddesinde belirtilen taşıyıcı duvar malzemelerin minimum 5 MPa basınç dayanımını şartını sağlayamayacağı tespiti yapılmıştır. İncelenen yığma yapılar içinde DBYYHY 5.4.2.2 maddesindeki dayanım şartını sağlamayan yığma yapıların % 26 oranında olduğu görülmüştür (Şekil 4.32).

#### 4.3.6 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.3 maddesine uygunluğu

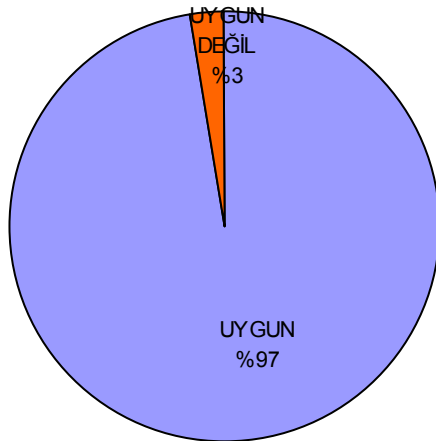
DBYYHY 'in 5.4.3 maddesinde; izin verilen en küçük taşıyıcı duvar kalınlıkları belirlenmiştir. Bu kalınlıkların belirlenmesinde sıva kalınlığı hesaba katılmayacaktır. Kerpiç duvarlı binalarda taşıyıcı dış duvarlar en az 1,5 kerpiç boyu, taşıyıcı iç duvarlar en az 1 kerpiç boyu kalınlığında olacaktır. DBYYHY'de taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları kat sayısına bağlı olarak da verilmiştir (Tablo 4.2).

**Tablo 4.2** Taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları (DBYYHY 2007)

| Deprem Bölgesi | İzin Verilen Katlar | Doğal Taş (mm) | Beton (mm) | Tuğla ve Gazbeton | Diğerleri (mm) |
|----------------|---------------------|----------------|------------|-------------------|----------------|
| 1, 2, 3 ve 4   | Bodrum kat          | 500            | 250        | 1                 | 200            |
|                | Zemin kat           | 500            | -          | 1                 | 200            |
| 1, 2, 3 ve 4   | Bodrum kat          | 500            | 250        | 1,5               | 300            |
|                | Zemin kat           | 500            | -          | 1                 | 200            |
|                | Birinci kat         | -              | -          | 1                 | 200            |
| 2, 3 ve 4      | Bodrum kat          | 500            | 250        | 1,5               | 300            |
|                | Zemin kat           | 500            | -          | 1,5               | 300            |
|                | Birinci kat         | -              | -          | 1                 | 200            |
|                | İkinci kat          | -              | -          | 1                 | 200            |
| 4              | Bodrum kat          | 500            | 250        | 1,5               | 300            |
|                | Zemin kat           | 500            | -          | 1,5               | 300            |
|                | Birinci kat         | -              | -          | 1,5               | 300            |
|                | İkinci kat          | -              | -          | 1                 | 200            |
|                | Üçüncü kat          | -              | -          | 1                 | 200            |

Yaptığımız döküm sonuçlarının katsayılarına ilişkin çalışma sonuçlarına göre, incelediğimiz yığma yapıların %94'ü 1 ve 2 katlı yapılardan oluşmaktadır. Taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkların verildiği tablo incelendiğinde 1 ve 2 katlı yapılar için; yapı malzemesinin doğal taş olması durumunda 50 cm, beton için sadece bodrum katlarda 25 cm, tuğlalar için 1 sıra, diğerleri içinse 20 cm olması gerektiği görülmektedir. Yukarıda belirtilen yönetmelik hükümlerine göre incelenen 741 adet yığma yapıdan 19 adedinin duvar kalınlıklarına ilişkin sınırlamalara uymadığı tespit

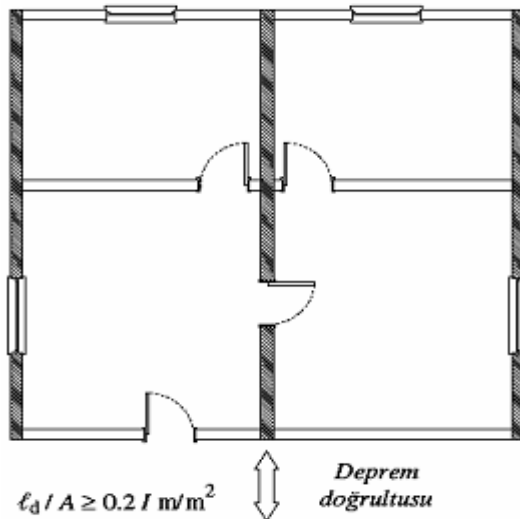
edilmiştir. İncelenen tüm yığma yapılar içinde duvar kalınlıkları şartına sağlamayan yığma yapıların oranı %3 e tekabül etmektedir (Şekil 4.33).



Şekil 4.33 Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.3 maddesini karşılama oranları

#### 4.3.7 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.4 maddesine uygunluğu

DBYYHY 5.4.4. maddesinde taşıyıcı duvarlarda bir yöndeki toplam uzunluk sınırı belirlenmiştir. 5.4.4 maddesinde “Taşıyıcı Duvarlarda Toplam Uzunluk Sınırı Planda birbirine dik doğrultuların her biri boyunca uzanan taşıyıcı duvarların, pencere ve kapı boşlukları sayılmaksızın toplam uzunluğunun brüt kat alanına (konsol döşeme alanları dışındaki alan) oranı  $(0.2 I) \text{ m/m}^2$  ‘den daha az olmayacaktır” denilmektedir (Şekil 4.34).



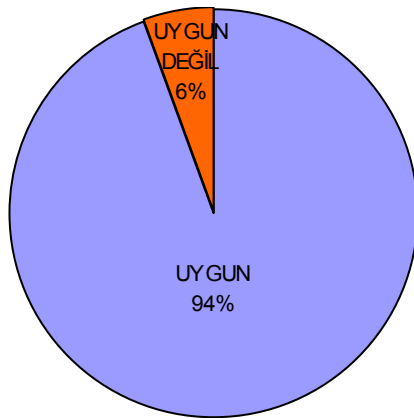
$l_d$  : Taralı alan uzunluğu (m)

$A$  : Brüt kat alanı ( $\text{m}^2$ )

$I$  : Bina önem katsayısı

Şekil 4.34 Yığma yapılar için duvar uzunluğu/alan oranı şartı

Burada  $I$ , Bina Önem Katsayısı olarak tanımlanmıştır. Örnek olmak üzere,  $10 \times 10$  mt uzunluğuna ve  $100 \text{ m}^2$  alana sahip, konut olarak kullanılan yığma bir yapıda ( $I=1$  Bina Önem Katsayısı), bir yöndeki toplam uzunluk ( $X$  diyelim) brüt alana ( $100 \text{ m}^2$ ) oranı  $0,2 I = 0,20 \text{ m/m}^2$  olacaktır. Buradan düz bir orantı ile bir yöndeki duvar uzunluğunun minimum  $20 \text{ mt}$  olması gerektiği bulunur. Buda binanın iki köşesindeki duvar uzunluğunun toplamı olacaktır. Bu hesapla  $10 \times 10 \text{ mt}$  oturma alanına sahip bir yığma yapıda iç duvar olmasa da dış duvar uzunlukları ile bu şartın sağlandığı görülmektedir. Yönetmeliğin bu şartı, özellikle simetrisi bulunmayan ve ticari alanda dükkân olarak işletilen eski yerleşim alanlarındaki yığma yapılarda karşılanamamaktadır. Kırsalda ise yığma yapıların simetrik ya da simetriye yakın inşa edildiği gözlemlenmiştir. Bunun arsa ile ilgili sınırlamalarla daha az karşılaşılmamasının etkili olduğu düşünülmektedir.



**Şekil 4.35** Yığma yapıların DBYYHY’in 5.4.4 maddesini karşılama oranları

DBYYHY ‘in 5.4.4 maddesinde belirtilen taşıyıcı duvarların bir yöndeki toplam uzunluk sınırı (minimum) şartının, incelenen 741 adet yığma binanın 41’inde sağlanmadığı tespit edilmiştir. Bu durum oransal olarak değerlendirildiğinde; taşıyıcı duvarların bir yöndeki toplam uzunluk sınırı (minimum) şartının incelenen yığma yapıların %6 ‘sında sağlanmadığı görülmektedir (Şekil 4.35).

#### 4.3.8 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.5.1 maddesine uygunluğu

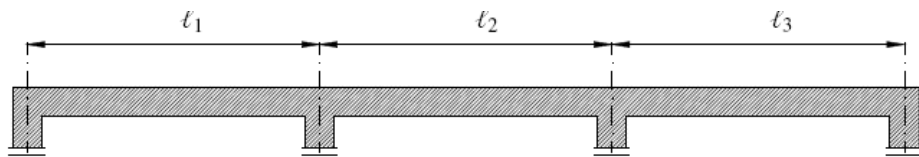
DBYYHY ‘in 5.4.5 maddesi, Taşıyıcı Duvarların En Büyük Desteklenmemiş Uzunluğu konusunda sınırlamalar getirmektedir. 5.4.5.1 maddesinde “Herhangi bir taşıyıcı duvarın planda kendisine dik olarak saplanan taşıyıcı duvar eksenleri arasında



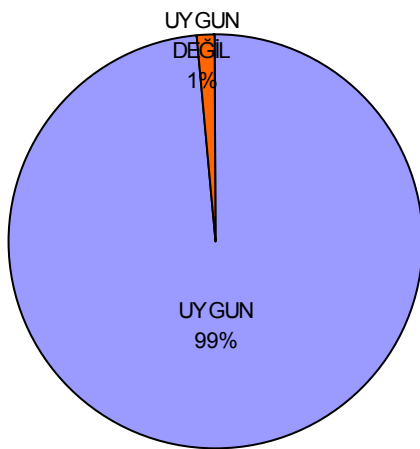
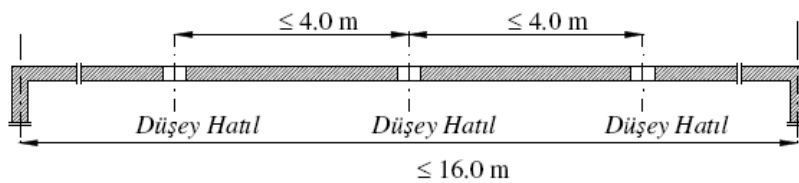
kalan desteklenmemiş uzunluğu birinci derece deprem bölgesinde en çok 5.5 m, diğer deprem bölgelerinde en çok 7.5 m olacaktır. Kerpiç duvarlı yığma binalarda desteklenmemiş duvar uzunluğu en fazla 4.5 m olacaktır” denilmektedir.

DBYYHY 5.4.5.2 maddesinde ise “5.4.5.1’de belirtilen en büyük desteklenmemiş duvar boyu koşulunun sağlanamaması durumunda bina köselerinde ve söz konusu duvarda planda eksenden eksene aralıkları 4,0 mt’yi geçmeyen betonarme düşey hatıllar yapılacaktır. Ancak bu tür düşey hatıllarla desteklenen duvarların toplam uzunluğu 16,0 mt’yi geçmez” denilmektedir. Alan taraması yapılan bölge 1.derece deprem bölgesinde yer almaktadır. DBYYHY 5.4.5.1 maddesine göre yığma yapılarda herhangi bir taşıyıcı duvarın planda o duvarı dik kesen taşıyıcı duvar eksenleri arasındaki desteklenmemiş uzunluğunun 5,5 mt yi aşmaması gerekmektedir (Tablo 4.3).

**Tablo 4.3** Yığma yapılar için plandaki ölçü sınırları



Mesnetlenmemiş duvar boyu :  $l_1, l_2$  ve  $l_3$   $\leq 5.5$  m (1. derece deprem bölgesi)  
 (Bkz. 5.4.5.1)  $\leq 7.5$  m (2,3 ve 4. derece deprem bölgesi)



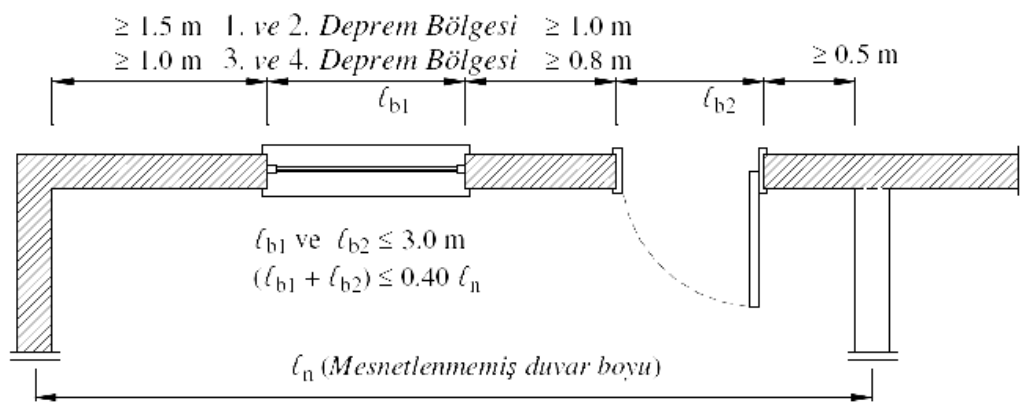
**Şekil 4.36** Yığma yapıların DBYYHY’in 5.4.5.1 maddesini karşılama oranları

Yukarıda belirtilen yönetmelik maddesine göre incelenen 741 adet yığma binanın 11'inde desteklenmemiş taşıyıcı duvar uzunluğunun 5,5 mt yi aştığı tespit edilmiştir. Oransal olarak değerlendirildiğinde; incelenen yığma yapıların %1'inin yönetmeliğin taşıyıcı duvarın desteklenmemiş uzunluğu ile ilgili hükmü sağlamadığı görülmüştür (Şekil 4.36). Oranın düşük olması yığma yapılarımızın bu yönetmelik hükmüne göre eksikliğinin oldukça düşük seviyede olduğunu göstermektedir.

#### 4.3.9 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.6.1 maddesine uygunluğu

DBYYHY'in 5.4.6. maddesinde Taşıyıcı Duvar Boşlukları ile ilgili sınırlamalar getirilmiştir. DBYYHY 'in 5.4.6.1 maddesinde "Bina kösesine en yakın pencere ya da kapı ile bina kösesi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.50 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde 1.0 m'den az olamaz. Kerpiç duvarlı binalarda bütün deprem bölgelerinde bu miktar en az 1.0 m'dir" denilmektedir (Şekil 4.37).

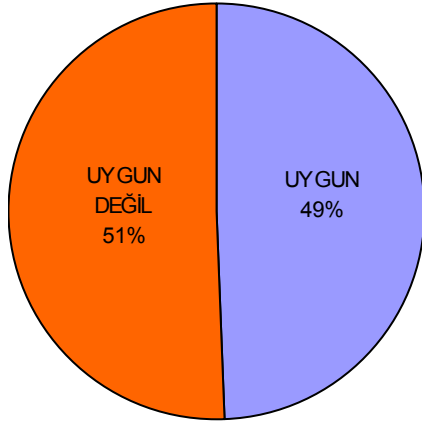
Bu yönetmelik maddesi ile bina köşesine en yakın pencere veya kapı boşluğu ile bina köşesindeki dolu duvar parçası arasındaki mesafenin 1,5 mt olması gerekmektedir. (1.ve 2. derece deprem bölgelerinde.) İnceleme alanımızın tamamı 1. derece deprem bölgesinde yer aldığından. 1.derece deprem bölgesi için verilen sınırlamalara göre inceleme yapılmıştır.



Şekil 4.37 Yığma yapılarda duvar boşlukları için getirilen sınırlamalar

Envanter çalışması kapsamında değerlendirme alınan 741 adet yığma yapının 366 tanesinin, bina köşelerindeki yapı boşluklarının bina köşe duvarına mesafesi olan 1,5 mt

şartına uymadığı tespit edilmiştir. Oransal olarak değerlendirildiğinde, incelenen yığma yapıların % 49'unun yönetmeliğin yapı boşluklarının bina köşelerine uzaklığı ile ilgili yönetmelik hükmünü sağlamadığı görülmüştür (Şekil 4.38).



**Şekil 4.38** Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.6.1 maddesini karşılama oranları

Her iki yığma binadan birinde yapı boşluklarının bina köşesine izin verileden yakın olduğu ve bu konuda ciddi bir eksiklik bulunduğu anlaşılmaktadır.

Diğer yönetmelik şartları ile kıyaslandığında yerine getirilmesi konusunda en büyük eksikliğin yönetmeliğin 5.4.6.1 maddesinde bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.39).



**Şekil 4.39** Yapı boşluklarının bina köşesine uzaklığının sağlanamaması

#### 4.3.10 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.6.2 maddesine uygunluğu

DBYYHY'in 5.4.6.2 maddesinde; Bina köseleri dışında pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu ile ilgili sınırlamalar getirilmiştir.



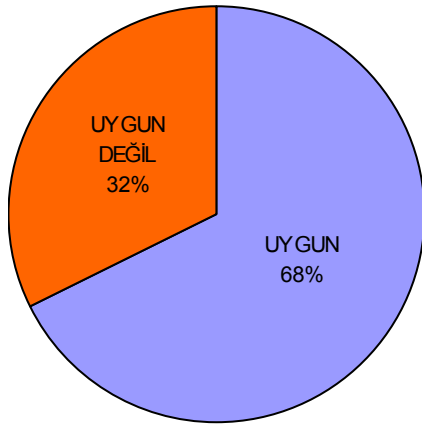
**Şekil 4.40** Yığma binalarda komşu iki yapı boşluğu arasındaki mesafe

DBYYHY'in 5.4.6.2 maddesinde; “Bina köseleri dışında pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0 m’den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde 0.80 m’den az olamaz. Kerpiç duvarlı binalarda bütün deprem bölgelerinde bu miktar en az 1.0 m’dir ” denilmektedir (Şekil 4.40).

Bu madde ile, yığma yapılarda kapı yada pencere, herhangi komşu iki yapı boşluğu arasındaki mesafenin, boşlukların arası dolu duvar olmak kaydıyla , 1. derece deprem bölgeleri için 1,0 mt den az olamayacağı belirtilmektedir. Envanter çalışması yapılan alan 1.derece deprem bölgesinde yer aldığından, incelemeler 1.derece deprem bölgesine göre yapılmış ve 1,0 mt sınırlaması esas alınmıştır.

Envanter çalışması kapsamında, incelenen 741 adet yığma binanın, 239 adedinde yapı boşlukları arasındaki mesafenin 1,0 mt sınırlamasının altında olduğu belirlenmiştir.

Oransal olarak değerlendirildiğinde, incelenen yığma yapıların %32 sinin yapı boşlukları arasındaki mesafe sınırlamasını sağlamadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.41).



**Şekil 4.41** Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.6.2 maddesini karşılama oranları

#### **4.3.11 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.6.4 maddesine uygunluğu**

DBYYHY'in 5.4.6.4 maddesi bina köşeleri dışında yapı boşluklarının birbirini kesen duvar parçasına olan uzaklığı sınırlandırmaktadır.

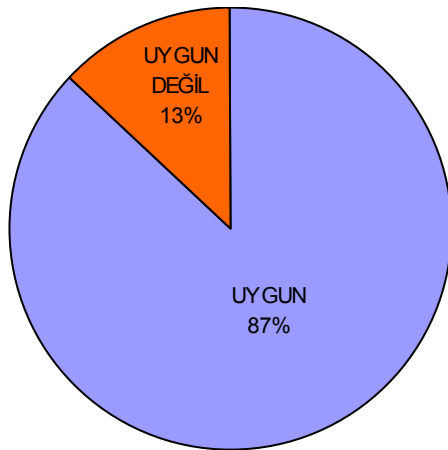
DBYYHY'in 5.4.6.4 maddesinde "Bina köşeleri dışında, birbirini dik olarak kesen duvarların arakesitine en yakın pencere ya da kapı boşluğu ile duvarların arakesiti arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu, tüm deprem bölgelerinde 0.50 m'den az olamaz. Boşlukların her iki kenarında 5.5.3'e göre kat yüksekliğince betonarme düşey hatıl varsa dolu duvar parçası 0.50 m'den az olabilir." Denmektedir.

Envanter çalışması kapsamında incelenen 741 adet yığma yapıdan 96 tanesinde bina köşeleri haricinde yapı boşluklarının birbirini dik kesen duvar parçasına olan uzaklıkları 0,5 mt den fazla olduğu dolayısı ile DBYYHY 5.4.6.4 maddesini sağlamadığı tespit edilmiştir. Verilen sınırlama tüm deprem bölgelerini kapsamaktadır. Hem kırsal alanda hem de kentsel alanda bu kısıtlamaya uymayan yapılar ile karşılaşılmıştır (Şekil 4.42).

İncelenen 744 adet yığma yapıdan 96 adedi yönetmeliğin bu maddesini karşılamamaktadır. İnceleme alanı içinde yönetmeliğin bu maddesini sağlamayan yapıların oranı %13 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.43).



**Şekil 4.42** Dik kesen duvarlarda yapı boşlukları mesafesinin sağlanamaması.



**Şekil 4.43** Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.6.4 maddesini karşılama oranları

#### 4.3.12 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.6.5 maddesine uygunluğu

DBYYHY'in 5.4.6.5 maddesi kapı ve pencere boşluğunun plandaki uzunluğunu 3,0 mt olarak sınırlamaktadır. DBYYHY'in 5.4.6.5 maddesinde ; “Her bir kapı ve pencere boşluğunun plandaki uzunluğu 3.0 m’den daha büyük olamaz. Kerpiç duvarlı binalarda kapı boşlukları yatayda 1.0 m’den, düşeyde 1.90 m’den; pencere boşlukları yatayda 0.90 m’den, düşeyde 1.20 m’den daha büyük olamaz ” denilmektedir.

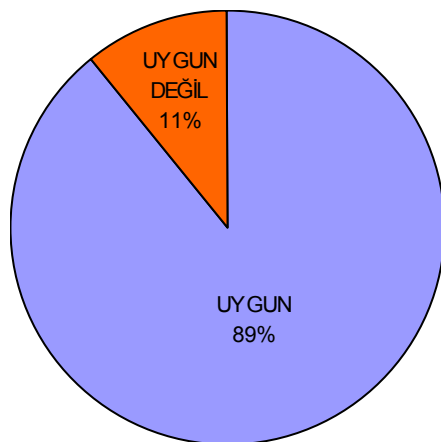


Burada özellikle ticari alanda yer alan ve cepheleri cemekân olarak kullanılan yığma yapılarda yapı boşluklarının (kapı veya pencere) 3,0 mt yi geçmesi durumu ile karşılaşmaktadır (Şekil 4.44). Kırsal alanlarda kerpiç yapıların zemin katları depo anbar vb amaçlarla kullanıldığından, giriş kapılarının yönetmelikte öngörülen 1,0 mt sınırını aştığı görülmektedir.



**Şekil 4.44** Kapı ve pencere boşluklarının 3 mt den fazla olması durumu

Envanter çalışması kapsamında incelenen 741 adet yığma yapıdan 80 tanesinin yapısal cephe boşluklarının 3 mt' den fazla olduğu tespit edilmiştir. İncelenen tüm yığma yapılar içinde, yönetmeliğin 5.4.6.5 maddesinde belirtilen; kapı ve pencere boşluğunun plandaki uzunluğunun 3,0 mt yi geçmemesi, kerpiç yapılarda ise kapıların plandaki uzunluğunun 1,0mt yi geçmemesi şartını sağlamayan yığma yapıların oranı %11 olmaktadır (Şekil 4.45).



**Şekil 4.45** Yığma yapıların DBYYHY'in 5.4.6.5 maddesini karşılama oranları

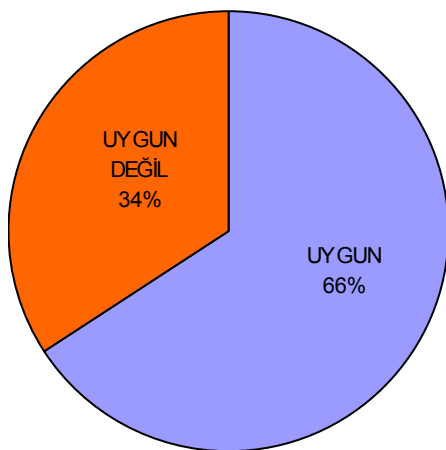
#### 4.3.13 Yığma yapıların DBYYHY 5.4.6.6 maddesine uygunluğu

DBYYHY 5.4.6.6 maddesi taşıyıcı duvarların uzunluğu boyunca kapı ve pencere boşluklarının plandaki toplam uzunluk oranının %40'dan fazla olmayacağını hususunu hükme bağlamıştır.

DBYYHY 5.4.6.6 maddesinde; “Herhangi bir duvarın 5.4.5’de tanımlanmış desteklenmemiş uzunluğu boyunca kapı ve pencere boşluklarının plandaki uzunluklarının toplamı desteklenmemiş duvar uzunluğunun %40’ından fazla olmayacaktır” denilmektedir.

Burada taşıyıcı duvarın desteklenmemiş uzunluğu boyunca bulunan tüm kapı ve pencerelerin toplam uzunlukları bulunarak, desteklenmemiş duvar uzunluğuna bölünmek suretiyle hesaplanmaktadır. Yapıların dış cephelerinin gözlemsel olarak değerlendirilmesi ile yaklaşık olarak bu oranın aşılmadığı yönünde tespitler yapılmış ve formlara işlenmiştir. Ticari olarak işlek bir caddede yer alan yığma yapıların zemin katlarında camekân yapılmasından dolayı bu şart sağlanamamaktadır.

Ayrıca imar planında bitişik nizam olarak belirlenen yerleşim alanlarında, yapılar iki cepheden kapalı olduğundan aydınlatma ihtiyaçları ön ve arka cepheden sağlanma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Buda özellikle ön cephelerde, pencere ve kapı boşluklarının plandaki uzunluklarının fazlaşmasına neden olmaktadır.



**Şekil 4.46** Yığma yapıların DBYYHY’in 5.4.6.6. maddesini karşılama oranları



Envanter çalışması kapsamında incelenen 741 adet yığma yapıdan 254 tanesinde kapı ve pencere toplam uzunluklarının taşıyıcı duvarın desteklenmemiş uzunluğunun % 40'ını aştığı tespit edilmiştir. Yönetmeliğin 5.4.6.6. maddesini sağlamayan yığma yapı oranı %34 olarak belirlenmiştir. Buda her üç yığma yapıdan birinde, %40 oranının sağlanamadığını göstermektedir (Şekil 4.46).

#### **4.3.14 Ege Bölgesi yığma yapıların DBYYHY hükümlerine uygunluğu sonuçları**

Envanter çalışması sonucunda; Ege Bölgesinde bulunan yığma yapıların DBYYHY hükümlerini karşılama noktasında nerede yer aldığı konusunda net veriler elde edilmiştir. Yığma yapılarda hangi dizayn ve uygulama hataları yapıldığı ve bu hataların hangi yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir.

Yönetmeliğin 5.4.6.1 maddesinde yer alan “Bina köşesine en yakın pencere veya kapı boşluğu ile bina köşesi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.5 m’den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise 1.0 m’den az olmayacaktır” hükmü yığma yapılarımızda %51 gibi yüksek bir oranda karşılanamamaktadır. Bu oran her iki yığma binadan daha fazlasında bu hükmün karşılanamadığını ortaya koymaktadır.

Yönetmeliğin 5.4.6.6 maddesinde yer alan “Herhangi bir duvarın 10.3.4’te tanımlanan mesnetlenmemiş uzunluğu boyunca kapı ve pencere boşluklarının plandaki uzunluklarının toplamı, mesnetlenmemiş duvar uzunluğunun %40’ından fazla olmayacaktır” hükmü yığma yapılarımızda %34 oranında karşılanamamaktadır. Özellikle bitişik nizam konutlar ve ticari alanlarda karşılaşılan bu durumun oldukça yüksek bir orana sahip olduğu gözlenmektedir.

Yönetmeliğin 5.4.6.2 maddesinde yer alan “Bina köşeleri dışında, pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0 m’den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise 0.8 m’den az olmayacaktır” hükmü yığma yapılarımızda %32 lik bir oranda karşılanamamaktadır. Bu durum bina boşlukları arasında öngörülen mesafenin sağlanması hususunda da sorun yaşandığını göstermektedir.

Yönetmeliğin taşıyıcı duvar malzemesi ile ilgili nitelik ve dayanım hükümlerini içeren 5.4.2.2. maddesi ve 5.4.1.1 maddesi sırası ile %26 ve %25 oranlarında karşılanmamaktadır. Bu durum Ege Bölgesindeki her dört yığma binadan birinin taşıyıcı duvar malzemesinin sorunlu olduğunu göstermektedir.

Yönetmeliğin yığma duvarlarda taşıyıcı duvarların düzenli ve simetrik olması şartını getiren 5.2.5 maddesi ve taşıyıcı duvarların planda mutlaka üst üste gelmesini şart koşan 5.2.6 maddesi % 13'erlik oranlarla karşılanamamaktadır.

**Tablo 4.4** Ege Bölgesi yığma yapıların DBYYHY hükümlerini karşılama oranları

| Yönetmelik Madde | Hüküm   | Sınır         | UYGUN DEĞİL | UYGUN |
|------------------|---|---------------|-------------|-------|
| 5.2.2            | Yığma kargir binalar için kat sayısı 1. Derece Deprem Bölgelerinde en fazla 2 kat, 2. ve 3. derece deprem bölgeleri için 3 kat olabilir.  | 2<br>3        | 7%          | 93%   |
| 5.2.4            | Yığma kargir binalarda her bir katın yüksekliği, döşeme üstünden döşeme üstüne 3 m'den kerpiç binalarda 2,70 m' fazla olmayacaktır.   | 3 m<br>2,70 m | 12%         | 88%   |
| 5.2.5            | Yığma kargir binalarda, taşıyıcı duvarlar düzenli ve olabildiğince simetrik olacaktır.  | 3 m<br>2,70 m | 13%         | 87%   |
| 5.2.6            | Tüm taşıyıcı duvarlar planda mutlaka üst üste gelecek biçimde yapılacaktır.   |               | 13%         | 87%   |
| 5.4.1.1          | Taşıyıcı duvarda yığma malzemesi olarak, Türk Standartlarına uygun doğal taş, dolu tuğla, TS 2510 ve TS EN 771-1 de izin verilen en büyük boşluk oranını aşmayan boşluk oranı olan tuğla ve blok tuğlalar gazbeton yapı malzeme ve elemanları, kiriş kumtaşı, d |               | 25%         | 75%   |
| 5.4.2.2          | Taşıyıcı duvarlarda kullanılacak yığma yapı malzemelerinin en düşük basınç dayanımı, brüt basınç alanına göre en az 5 MPa den daha az olmayacaktır. Bodrum katlarda kullanılacak doğal taşların basınç dayanımı ise en az 10 MPa olacaktır.                     | 5 Mpa         | 26%         | 74%   |
| 5.4.3            | 1. ve 2. Derece deprem bölgelerinde zemin ve 1. Kat duvar kalınlıkları 20 cm den az olamaz.   | 20 cm         | 3%          | 97%   |
| 5.4.4            | Planda birbirine dik doğrultuların her biri boyunca uzanan taşıyıcı duvarların toplam uzunluğunun brüt kat alanına oranı (0,2 I) m/m <sup>2</sup> den az olmayacaktır. Ld/A>0.20*I I: Bina Önem Katsayısı (Konutlar için 1.0)                                   | 0,2           | 6%          | 94%   |
| 5.4.5.1          | Herhangi bir taşıyıcı duvarın, planda kendisine dik olarak saptanan taşıyıcı duvar eksenleri arasında kalan mesnetlenmemiş uzunluğu, birinci derece deprem bölgesinde 5.5 m'yi, diğer deprem bölgelerinde ise 7.0 m'yi geçmeyecektir.                           | 5.5 m         | 1%          | 99%   |
| 5.4.5.2          | 5.4.5.1. deki şartın sağlanamaması durumunda, planda eksenden eksene aralıkları 4 mt yi geçmeyen düşey hatlılar yapılacaktır.   | 4 m           | 1%          | 99%   |
| 5.4.6.1          | Bina köşesine en yakın pencere veya kapı boşluğu ile bina köşesi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.5 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise 1.0 m'den az olmayacak | 1.5 m         | 51%         | 49%   |
| 5.4.6.2          | Bina köşeleri dışında, pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise 0.8 m'den az olmayacaktır.                | 1.0 m         | 32%         | 68%   |
| 5.4.6.4          | Bina köşeleri dışında, birbirini dik olarak kesen duvarların arakesitine en yakın pencere veya kapı boşluğu ile duvarların arakesiti arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu, tüm deprem bölgelerinde 0.50 m'den az olmayacaktır.          | 0.5 m         | 13%         | 87%   |
| 5.4.6.5          | Kapı ve pencere boşluklarının herbirinin plandaki uzunluğu 3.0 m'den fazla olmayacaktır.  | 3.0 m         | 11%         | 89%   |
| 5.4.6.6          | Herhangi bir duvarın 10.3.4'te tanımlanan mesnetlenmemiş uzunluğu boyunca kapı ve pencere boşluklarının plandaki uzunluklarının toplamı, mesnetlenmemiş duvar uzunluğunun %40'ından fazla olmayacaktır.   | 40%           | 34%         | 66%   |

Bina köşeleri dışında birbirini dik kesen duvarların ara kesitine en yakın pencere ve kapı boşluğu ile duvarın ara kesiti arasında bırakılacak olan duvar parçasının uzunluğunun 0,50 mt'den az olmayacağını hükme bağlayan yönetmeliğin 5.4.6.4 maddesi de %13 oranında karşılanamamaktadır.

Yığma binaların kat yüksekliğini düzenleyen 5.2.4 maddesi %12 oranında, kapı ve pencerelerin plandaki uzunlukların 3,0 mt'den fazla olmayacağını düzenleyen 5.4.6.5 maddesi %11 oranında karşılanamamaktadır.

Tespiti yapılan diğer yönetmelik maddelerinin karşılanamama oranları %10'un altında yer almaktadır. Yönetmelik hükümlerine göre, Ege Bölgesi envanter kapsamında değerlendirilen yığma yapılarının uygun olup olmadığını gösteren tablo yukarıda verilmiştir.

## 5. DEPREM RİSKİNİN HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİYLE BELİRLENMESİ

### 5.1 İstatistiksel Yığma Yapı Verileri

Ege Bölgesindeki yığma yapıların deprem riskinin hızlı değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmesinde, bu çalışmanın 4. maddesinde derlenen yığma yapı envanter çalışması istatistikleri esas alınmıştır. Bu çalışma kapsamında Ege bölgesindeki yığma yapıların yeri, kat sayısı, kat yüksekliği ve yaklaşık alanları, projesi bulunup bulunmadığı, yığma binanın konumu, komşu binalarla derz durumu, kat seviyeleri, taşıyıcı sistem türü, taşıyıcı duvar malzemesi, bodrumu olup olmadığı ve bodrum kat taşıyıcı malzemesi, Döşeme sistemi, kalkan duvar durumu, sıva durumu, köşe birleşiminin doğru teşkil edilip edilmediği ve hasar durumu kriterleri incelenmiş ve örnek forma işlenmiştir.

Envanter çalışması kapsamında ayrıca, Ege bölgesindeki yığma yapıların, 2007 “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” in Bölüm 5 te belirtilen “Yığma Binalar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları”nda belirtilen maddeleri karşılama durumu değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda toplanan verilerin bir çoğunun deprem riskinin belirlenmesinde kullanılması gerekmemektedir. Diğer taraftan, depremsel risk analizinde kullanılacak verilerin amaca yönelik olarak yeniden düzenlenmesi ve puanlandırılması gerekmektedir.

Çalışmanın özgün yanı envanter çalışmasında değerlendirilen 741 adet yığma yapının tamamının yerinde incelenmiş, fotoğraflanmış ve değerlendirilmiş olmasıdır. Deprem riskinin belirlenmesinde kullanılan, yığma yapıların yapım yılı, katsayısı, taşıyıcı duvar malzemesi, mahalle puanı ve yapının fiziksel durumunu için yapılan puanlamalar teknik kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

## 5.2 Yığma Yapı Envanter Verilerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında Ege bölgesi yığma yapıları envanter çalışmaları yapılmış ve envanter verileri elde edilmiştir. Envanter verileri deprem hasar tahmininde kullanılacak olan formata uyarlanmıştır. Bu kısımdaki parametreler İzmir ve Denizli deprem senaryolarından faydalanılarak hazırlanmıştır.

Envanter verilerinin hasar tahmininde kullanılması için üç temel parametre bulunmaktadır. Bu üç parametre taşıyıcı sistem sınıfı (I), Yapım tarihi (J) ve Bina kalitesi (K)'dir.

Yığma yapılar için uyarlanmış I, J, K değerleri Tablo 5.1 ,Tablo 5.2, Tablo 5.3' te verilmiştir.

**Tablo 5.1** Yığma yapılar için taşıyıcı sistem türleri (I)

| I | Taşıyıcı Sistem |
|---|-----------------|
| 4 | 1-2 kat yığma   |
| 5 | 3+ kat yığma    |
| 6 | Diğer           |

**Tablo 5.2** Yığma yapılar için yapım yılları sınıflaması (J)

| J | Yapım Yılı                  |
|---|-----------------------------|
| 1 | 1975 Sonrası inşa edilenler |
| 2 | 1975 Öncesi inşa edilenler  |

**Tablo 5.3** Yığma yapılar için kalite sınıflaması (K)

| K | Kalitesi |
|---|----------|
| 1 | İyi      |
| 2 | Orta     |
| 3 | Kötü     |

Buradaki I (Taşıyıcı sistem) ve J (Yapım yılı) parametreleri ege bölgesi yığma yapı envanteri kapsamında elde edilen verilerden doğrudan alınabilmektedir.

K (Binanın kalitesi) parametresini elde edebilmek için, bina verileri ve fotoğrafları değerlendirilmek suretiyle puanlama yoluna gidilmiştir.

Çalışmanın özgün yanı envanter çalışmasında değerlendirilen 741 adet yığma yapının tamamının yerinde incelenmiş, fotoğraflanmış ve değerlendirilmiş olmasıdır. Deprem riskinin belirlenmesinde kullanılan, yığma yapıların yapım yılı, katsayısı, taşıyıcı duvar malzemesi, mahalle puanı ve yapının fiziksel durumunu için yapılan puanlamalar teknik kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

### 5.3 Yığma Yapıların Kalite Puanlandırılması

Envanter kapsamında değerlendirmeye alınan her bina puanlamaya tabi tutularak yığma yapı, iyi kalite, orta kalite, kötü kalite olarak sınıflandırılmıştır. Bunun için kullanılan puanlama sistemi Tablo 5.4' de verilmiştir.

**Tablo 5.4** Yığma yapıların kalite puanlaması

| Parametre             | Yığma Yapı |
|-----------------------|------------|
| Yapım Tarihi          | 25         |
| Kat sayısı            | 25         |
| Duvar Malzemesi       | 20         |
| Mahalle Puanı         | 15         |
| Binanın Fiziki Durumu | 15         |
| <b>Toplam</b>         | <b>100</b> |

Yığma yapıların kalite değerlendirmesi toplamda 100 puan üzerinden yapılmıştır. Yapılan puanlama üzerinden 40 ve daha az puan alan yapılar kötü kaliteli, 40 puan ile 70 puan arasında puan alan yapılar orta kaliteli yapı, 70 ve üzerinde puan alan yapılar ise iyi kaliteli yapı olarak tanımlanmıştır.

#### 5.3.1 Yapım tarihi

Tüm yapılarda olduğu gibi yığma yapılarda da yapım tarihi, gerek yapının yapıldığı zamanda yürürlükte olan yönetmelik hükümleri gerekse o dönemde kullanılan malzeme çeşitleri ve dayanımları açısından önem arz etmektedir

**Tablo 5.5** Yığma yapılarda yapım tarihi puanlaması

| Yapım Tarihi | Puan |
|--------------|------|
| 1990-2007    | 25   |
| 1980-1989    | 20   |
| 1970-1979    | 15   |
| 1960-1969    | 10   |
| 1960'dan     | 0    |

Yapım tarihi itibariyle yığma yapı tarz ve malzemeleri ve zaman faktörü dikkate alınarak yığma yapılar için puanlama yapılmıştır (Tablo 5.5).

### 5.3.2 Yığma yapılarda kat sayısı puanı

Yığma yapıların deprem risklerinin belirlenmesinde en önemli parametrelerden birisi kat sayısıdır. DBYHY’de kat sayıları deprem bölgelerine göre sınırlandırılmıştır. Yığma Yapılar için yapılan kat sayılarına ilişkin puanlama aşağıda verilmiştir. Tek katlı yapılar bu parametre için verilen maksimum puan olan 25 puan almakta, kat sayısı arttıkça yığma yapıların katsayısı puanı azalmaktadır (Tablo 5.6).

**Tablo 5.6** Yığma yapılarda kat sayısı puanlaması

| Kat Sayısı | Puan |
|------------|------|
| 1          | 25   |
| 2          | 15   |
| 3          | 5    |
| 4 ve üzeri | 0    |

### 5.3.3 Yığma yapılarda taşıyıcı duvar malzemesi puanı

Yığma yapılarda duvarlar taşıyıcı sistemi oluşturmaktadır. Yığma yapı kalitesinde, taşıyıcı duvarlarda kullanılan malzemenin çeşidi de önemli rol oynamaktadır. Çünkü bazı yapı malzemeleri betonarme yapılar için dolgu duvar malzemesi olarak üretilmektedir. Bu tür malzemelerin taşıyıcı duvarlarda kullanılması yığma yapılar için zayıflık oluşturacaktır. Yığma yapılarda seri üretimi olmayan yöresel malzemeler de kullanılmaktadır. Bu hususlarda dikkate alınarak Tablo 5.7 ‘de farklı malzemeler için puanlama gösterilmiştir.

**Tablo 5.7** Yığma yapılarda taşıyıcı duvar malzemesi puanlaması

| Duvar Malzemesi      | Puan |
|----------------------|------|
| Taş                  | 20   |
| Tuğla (1980 öncesi)  | 17   |
| Briket               | 13   |
| Tuğla (1980 sonrası) | 10   |
| Ahşap                | 7    |
| Kerpiç               | 4    |
| Bilinmeyen/Diğer     | 10   |

### 5.3.4 Mahalle puanı

Kentsel alanlarımızı oluşturan mahallelerin idari sınırları vardır. Bunun yanında çok kesin ve net olmamakla birlikte bize sosyo-ekonomik sınırlar açısından bize bilgi verirler. Her mahallede belli ekonomik düzeye sahip kişiler, belli bir yerden göç eden yada eskiden beri yerleşen kişiler tarafından oluşturulmaktadır.

Mahalleler şehirlerin genişlemesine ve büyümesine paralel olarak oluşmaktadır. Buna paralel olarak şehir merkezleri eski yerleşim alanları olarak kalmaktadır. Burada şehir merkezlerinin ticaret alanları barındırması ve yüksek arsa bedellerine ulaşması nedeniyle eski yapıların yıkılarak daha büyük ve teknik yapıların yapıldığı ve hızlı bir değişim içinde olduğunu da unutmamak gerekir.

Şehirlerin dış kesimlerinde kalan mahalleler genellikle yeni yerleşim alanları olmakta ve ve yapı teknikleri daha güncel olmaktadır. Bununla birlikte ekonomik düzeyi düşük olan, göç yoluyla oluşmuş varoş tabir edilen mahalleler, yeni kurulmuş mahalleler olmasına rağmen mühendislik hizmeti alma konusunda eski mahallelerden daha geride kalabilmektedirler.

Kırsal ve kentsel alanlarda da yığma yapı teknikleri ve malzemeleri farklılık arz etmektedir. Depremlerde şehirlerdeki yığma yapılarda oluşan hasar ile kırsaldaki yığma yapılarda oluşan hasar kıyaslandığında büyük farklılıklar oluşmaktadır.

Şehir ve kırsal özellikleri, mahallenin sosyal ve ekonomik düzeyi, genel yapılaşma tarzı ve kalitesi dikkate alınarak envanter kapsamın da değerlendirilen 741 adet yığma yapıya 0-5-10-15 arasında puanlar verilmiştir. Bu puanlar tüm yapıların kalite puanlamasına eklenecektir.

### 5.3.5 Binanın fiziksel durumu puanı

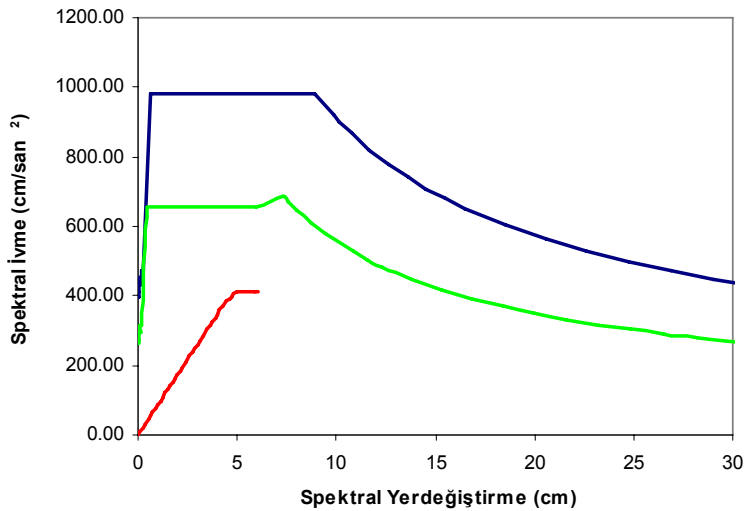
Ege bölgesi yığma yapı envanteri hazırlanmasına yönelik bu tezin 4. bölümünü teşkil eden çalışmalar kapsamında, yapıların değişik cephelerinden fotoğrafları çekilmiş ve formlara işlenmiştir. Değerlendirme alınan yığma yapıların dış cephelerinde sıva olup olmadığı, kalkan duvar olup olmadığı, komşu binalarla konumu gibi fiziksel özellikler tespit edilmiştir. Ayrıca bina köşelerinin doğru inşa edilip edilmediği,



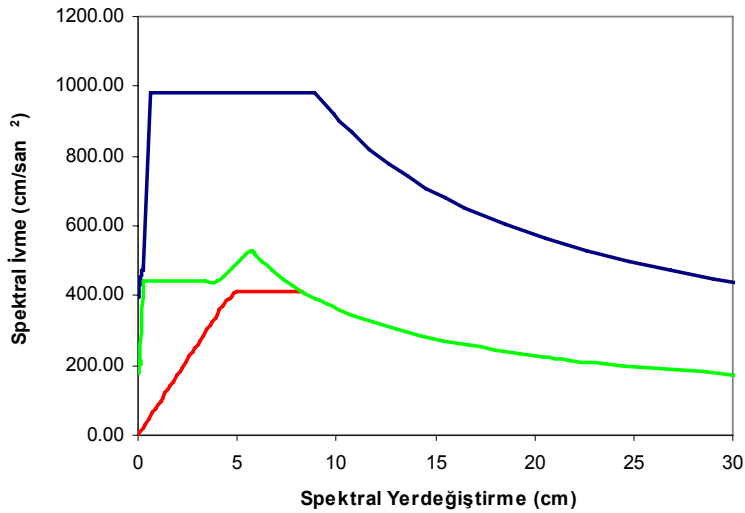
herhangi bir yapısal hasar oluşup oluşmadığı konusu değerlendirilmiştir. Daha kapsamlı bir çalışmada değerlendirmeye alınan yığma yapıların DBYYHY hükümlerini sağlayıp sağlamadığı hususlarının tespiti olmuştur. Bütün bu teknik değerlendirmeler ışığında, envanter kapsamında incelenen yapılara 0-15 aralığında puanlar verilmiş ve bu puanlar yapının toplam kalite puanına eklenmiştir.

#### 5.4 Hasar Tahmininde Kullanılan Yöntem

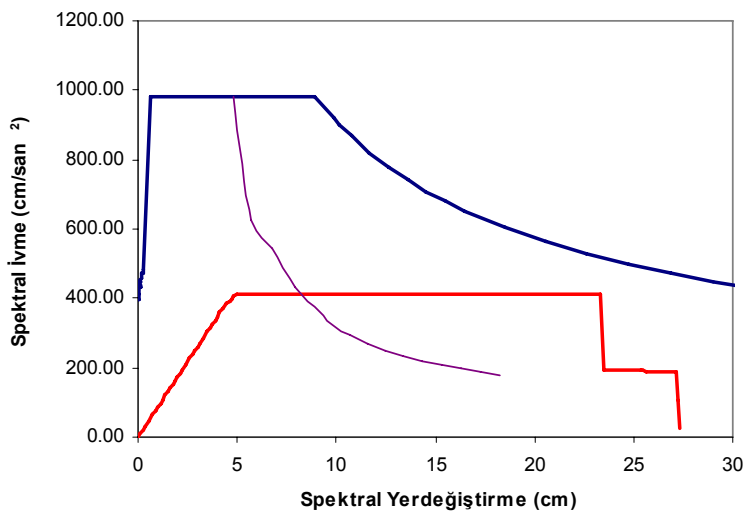
Yapı mühendisliğinde kullanımı yaygınlaşan yeni bir analiz yöntemi de pushover (doğrusal ötesi statik analiz) yöntemidir. Yapının herhangi bir deprem ivmesi altında, lineer olmayan dinamik analiz yapılmadan yatay yük taşıma kapasitesi hesaplanması pushover yöntemi ile mümkün olabilmektedir. Pushover analizinden sonra Kapasite Spektrumu Yöntemi ile yapının öngörülen bir deprem seviyesinde göstereceği deplasman seviyesi, bina kapasitesinin deprem talebi ile kesiştirilmesiyle elde edilmektedir. ATC-40 'ta pushover analizinin yapılması ve kapasite spektrumu yöntemi detaylı şekilde anlaşılmıştır (Valuzzi vd 2005). Kapasite spektrumu yöntemi ile çözüm için iteratif ve doğrudan prosedürler kullanılabilir. Bu prosedürler Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de gösterilmiştir. Programlamaya daha uygun olan prosedür B hesaplamada tercih edilmiştir (Şekil 5.3).



Şekil 5.1 Performans noktasının İteratif Prosedür A ile bulunması



Şekil 5.2 Performans noktasının İteratif Prosedür A ile bulunması



Şekil 5.3 Performans noktasının doğrudan prosedür b ile bulunması.

Her iki yöntem de esas amaç, elastik ivme spektrumunun öngörülen eğdeğer elastik sönüm oranında azaltılması ile ve bina kapasite spektrumunda da deplasmanın bu sönümü sağlayacak şekilde değiştirilmesi durumunda, iki eğrinin öngörülen sönüm (deplasman) seviyesinde kesiştirilmesini sağlamaktır (Kaplan vd 2004).

#### 5.4.1 Bina kapasitesi

Bina kapasitesini etkileyen çeşitli parametreler bulunmaktadır. Süneklik düzeyi ve yatay yük taşıma kapasitesi tespit edilebilen bir yapıya ait basit bir kapasite eğrisi

çizmek mümkündür. Bir yapının süneklik düzeyi ve yatay yük taşıma kapasitesi kullanılan beton sınıfı, boyuna donatı sınıfı ve yüzdesi, , sargı etkisinin varlığı, yapısal sistem türü ve yapısal düzensizliklerin bulunup bulunmaması gibi pek çok faktöre bağlıdır. Yukarıda bahsedilen hususların sistem bazında değerlendirilmesinin yanında eleman bazındaki değişimleri de incelenmelidir.

Bu çalışmada İzmir Deprem senaryosunda (İzmir DMP 2000) ve Denizli Deprem senaryolarında geliştirilen parametreler, binaların kapasite eğrilerinin belirlenmesi için kullanılmıştır. İlk olarak İzmir deprem senaryosu için geliştirilen parametreler, HAZUS (1997) 'den Türkiye'nin bina stoğunu yansıtacak şekilde uyarlanmıştır. Bu çalışmada bina kapasitesi, üç parametreye; taşıyıcı sistem sınıfı (I), Yapım tarihi (J) ve Bina kalitesi (K)'ya bağlı olarak belirlenmiş ve bu kapasiteler deprem talebiyle karşılaştırılabilmek üzere ADRS Kapasite spektrumu formatına dönüştürülmüştür.

#### 5.4.2 Talep spektrumu

Deprem talebi bina performansını etkileyen bir başka husustur. Her bir bina için depremin “*Talep Spektrumu*”, binanın yapıldığı zemin için tanımlanan ve “*spektral yer değiştirme-spektral ivme*” eksen takımında ifade edilen elastik ivme spektrumunun, bina taşıyıcı sisteminin doğrusal-dışı davranışı göz önüne alınarak yaklaşık biçimde azaltılması ile elde edilen ve yine aynı eksen takımında çizilen spektrum eğrisidir (Kaplan vd 2004).

Denizli şehir merkezi için yapılan bir çalışmada, şehri etkileyebilecek en büyük depremin Richter ölçeğinde 6.3 büyüklüğünde olacağı hesaplanmış ve azalım ilişkileri kullanılarak yatay yer ivmeleri haritaları hazırlanmıştır (Şen vd 2004).

Tarafımızdan yapılan çalışma ise örnekleme yolu ile yığma yapı envanteri çıkarılması ve yığma yapı kusurlarının yaygınlığının tespiti üzerine yoğunlaşmıştır. Ayrıca bu kapsamda değerlendirilen tüm yapılar için I,J,K puanlamaları tek tek yapılmıştır. Çalışılan alan çok geniş ve farklı jeolojik formasyona sahip bölgeleri içermektedir.

Ege bölgesindeki yığma yapıların hızlı değerlendirme yöntemleri ile deprem riskinin belirlenmesi çalışmasında bir yaklaşım olmak üzere; tüm çalışılan bölge için Zemin parametrelerinin Z1,Z2,Z3,Z4 öngördüğü ivme değerlerinin esas alınması uygun görülmüştür. DBYYHY’de belirtilen zemin sınıfları için öngörülen deprem ivmesinin yığma yapılar üzerindeki etkileri ve hasar oranları tespit edilmeye çalışılmıştır.

## 5.5 Hasar ve Kayıp Tahmini

Kapasite spektrumu yöntemi kullanılarak deprem talebi ve yapı kapasitesine uygun performans noktaları ve yapı kapasitesine uygun performans noktaları tespit edilmiş ve yapıların hasar görme riskinin belirlenmesi konusunda öngörülerde bulunulmaya çalışılmıştır.

4 farklı hasar durumu (hafif, orta, ağır, çok ağır olmak üzere) bu çalışmada dikkate alınmıştır. Bu tanımlama dışındaki yapılar, hasarsız yapılar olarak değerlendirilmiştir.

### 5.5.1 Bina hasar düzeyleri ve bina hasarı olasılık eğrileri

Betonarme ve yığma binalarda “*yapısal hasar düzeyleri*” nitel olarak tanımlanmış, daha sonra bu düzeylere karşı gelen sayısal hasar parametreleri İzmir Deprem Senaryosunda (İDS) belirlenmiştir. İDS’da belirlenen hasar düzeyi tanımlamaları aşağıda verilmiştir.

### 5.5.2 Yığma binalarda yapısal hasar düzeyleri

Yığma binalar için öngörülen yapısal hasar düzeylerinin kısa tanımları aşağıda özetlenmiştir.

*Yapısal hafif hasar:* Taşıyıcı duvarların yüzeylerinde köşegen doğrultuda, basamak tarzında ince çatlakların oluşur, kapı ve pencere boşluklarının arasında daha geniş çatlaklar meydana gelir, lentolarda oynamalar görülür, parapetlerin tabanında çatlaklar oluşur.

Yapısal orta hasar: Taşıyıcı duvarların çoğunun yüzeylerinde köşegen doğrultuda çatlaklar oluşur, bazı duvarlarda daha geniş köşegen doğrultulu çatlaklar görülür, bazı yerlerde duvarlar döşemelerden veya çatılardan ayrılır, pencere altı parapetlerinde ciddi çatlaklar ve tuğla (briket) düşmeleri meydana gelir.

Yapısal ağır hasar: Taşıyıcı duvarların çoğunda, özellikle pencere, kapı boşluklarının görel olarak fazla olduğu duvarlarda çok geniş çatlaklar ve yarılmalar görülür, Bazı parapetlerde ve kalkan duvarlarında tuğla (briket) düşmeleri meydana gelir. Döşeme ve çatılar yerlerinden oynar. Yapıda büyük kalıcı yer değiştirmeler görülür.

Yapısal çok ağır hasar: Aşırı deformasyon sonucu olarak yapı göçer veya göçmeye çok yakın bir duruma gelir.

### 5.5.3 Yığma binalarda bina hasarı olasılık eğrileri

Bina Hasarı Olasılık Eğrileri binanın depremde tahmin edilen davranışını nitel olarak ifade eden bir “*deprem davranış parametresi*”ne bağlı olarak, yapısal veya yapısal olmayan hasarların belirli hasar düzeylerine erişmesinin veya o düzeyleri aşmasının birikimli olasılığını ifade eden analitik fonksiyonlardır.

Bu çalışmada, bina hasarının tahmini için elde edilecek eğrilerde yatay eksen spektral yer değiştirmeyi, düşey eksen ise yapısal hasarın yukarıda tanımlanan hasar düzeylerine erişmesinin veya onları aşmasının birikimli olasılığını göstermektedir. Depremde hasar olasılık dağılımının lognormal dağılıma uyduğu varsayımı ile her bir hasar olasılık eğrisinin analitik ifadesi aşağıdaki biçimde yazılabilir:

$$P [ D \geq ds S_d ] = \Phi [ (1 / \beta_{ds}) \ln (S_d / S_{d,ds}) ] \quad (5.1)$$

Denklem (5.1)’te D sembolik olarak hasarı,  $S_d$  spektral yerdeğiştirmeyi,  $S_{d,ds}$  bina hasarının ilgili hasar düzeyine -  $ds$  (hafif, orta, ağır veya çok ağır) eriştiği duruma karşı gelen median spektral yer değiştirme değerini,  $\beta_{ds}$  ilgili hasar düzeyi için spektral yer değiştirme değerlerinin doğal logaritmalarına ait standart sapmayı,  $\Phi$  ise birikimli standart normal dağılım fonksiyonunu göstermektedir. Her bir hasar düzeyine karşı

gelen median spektral yerdeğiştirme değerleri,  $S_{d,ds}$ , her bir bina türü için tahmin edilen görel kat ötelemesi oranlarına (story drift ratio) bağlı olarak tahmin edilmektedir. Standart sapma  $\beta_{ds}$  ise, ilgili hasar düzeyinin tanımında, binanın deprem yükü taşıma kapasitesinde ve nihayet deprem yer hareketinin belirlenmesindeki belirsizlikleri, diğer deyişle bunlarda mevcut olan değişkenlikleri ifade etmek üzere amprik yollarla tahmin edilmektedir.

Yukarıda belirtildiği üzere, her bir bina türü için, her bir hasar düzeyine karşı gelen median görel kat ötelemesi oranları tahmin edildikten sonra, binanın hakim titreşim modu için median spektral yer değiştirme değerleri,  $S_{d,ds}$ , aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$S_{d,ds,ij} = \alpha_{2,i} D_{a,ij} H_i \quad (5.2)$$

Burada Da ilgili hasar düzeyi için tahmin edilen bina median görel kat ötelemesi oranını,  $H$  binanın toplam yüksekliğini,  $\alpha_2$  ise yukarıda tanımlanan modal parametreyi göstermektedir.  $H$  ve  $\alpha_2$ 'nin göz önüne alınan değerleri Tablo 5.8 'de verilmiştir. Tanımlanan hasar düzeylerine göre görel kat ötelemelerinin ve spektral yer değiştirmelerin Denklem (5.2) ile belirlenen median değerleri Tablo 5.9 ve Tablo 5.10'da verilmiştir.  $s, m, e, c$  üst indisleri, sırası ile hafif, orta, ağır ve çok ağır bina hasarlarını ifade etmektedir.

**Tablo 5.8** Kapasite spektrumu parametreleri

| I | $H_i$ | $T_i$ | $\alpha_{1,i}$ | $\alpha_{2,i}$ | $C_{i1}$ | $C_{i2}$ | $\gamma_{i1}$ | $\gamma_{i2}$ | $\gamma_{i3}$ | $\lambda_{i1}$ | $\lambda_{i2}$ | $\lambda_{i3}$ |
|---|-------|-------|----------------|----------------|----------|----------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 4 | 4.5   | .20   | .75            | .75            | .10      | .08      | 1.50          | 1.40          | 1.30          | 2.5            | 2.3            | 2.1            |
| 5 | 9.0   | .30   | .75            | .75            | .10      | .08      | 1.25          | 1.20          | 1.15          | 2.5            | 2.3            | 2.1            |

**Tablo 5.9** Spektral yerdeğiştirmelerin hasar düzeyi için median değerleri ( $J=1$ )

| Hasar Düzeyi | Hafif Hasar  |                 | Orta Hasar   |                 | Ağır Hasar   |                 | Çok Ağır Hasar |                 |
|--------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|
|              | $D_{a,il}^s$ | $S_{d,ds,il}^s$ | $D_{a,il}^m$ | $S_{d,ds,il}^m$ | $D_{a,il}^e$ | $S_{d,ds,il}^e$ | $D_{a,il}^c$   | $S_{d,ds,il}^c$ |
| 4            | .0030        | 1.0125          | .0060        | 2.0250          | .0150        | 5.0625          | .0350          | 11.8125         |
| 5            | .0020        | 1.3500          | .0040        | 2.7000          | .0100        | 6.7500          | .0233          | 15.7275         |

**Tablo 5.10** Spektral yer değiştirmelerin hasar d¼zeyi için median değerleri (J=2)

| Hasar D¼zeyi | Hafif Hasar  |                 | Orta Hasar   |                 | Ağır Hasar   |                 | ok Ağır Hasar |                 |
|--------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|
|              | $D_{a,il}^s$ | $S_{d,ds,il}^s$ | $D_{a,il}^m$ | $S_{d,ds,il}^m$ | $D_{a,il}^e$ | $S_{d,ds,il}^e$ | $D_{a,il}^c$   | $S_{d,ds,il}^c$ |
| <b>1</b>     |              |                 |              |                 |              |                 |                |                 |
| <b>4</b>     | .0024        | 0.8100          | .0048        | 1.6200          | .0120        | 4.0500          | .0280          | 9.4500          |
| <b>5</b>     | .0016        | 1.0800          | .0032        | 2.1600          | .0080        | 5.4000          | 0.187          | 12.6225         |

Standart sapmayı ifade eden  $b_{ds}$  değerleri Tablo 5.11 ve Tablo 5.12’ de verilmiştir.

**Tablo 5.11** Standart sapma değerleri (J = 1)

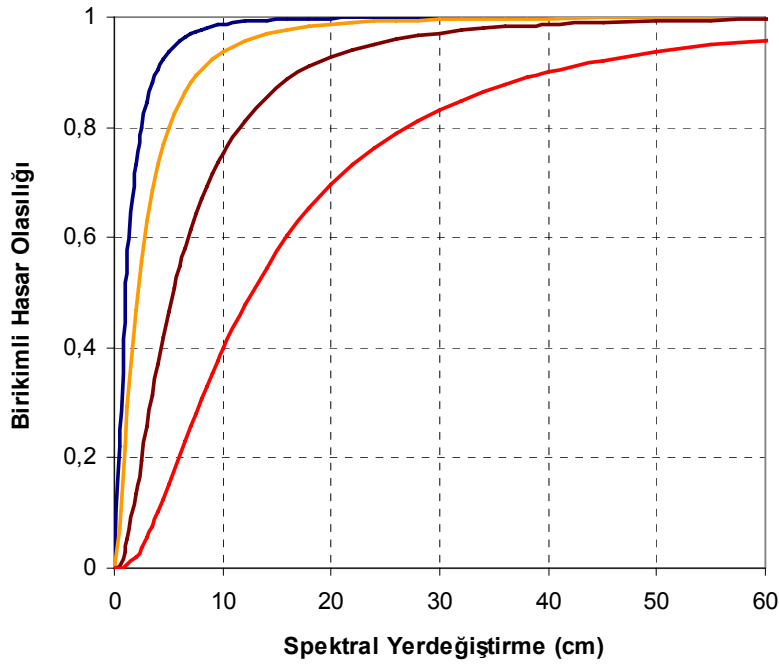
| Hasar D¼zeyi | Hafif Hasar       | Orta Hasar        | Ağır Hasar        | ok Ağır Hasar    |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>1</b>     | $\beta_{ds,il}^s$ | $\beta_{ds,il}^m$ | $\beta_{ds,il}^e$ | $\beta_{ds,il}^c$ |
| <b>4</b>     | 1.00              | 1.05              | 1.10              | 1.10              |
| <b>5</b>     | 0.90              | 0.90              | 0.85              | 0.90              |

**Tablo 5.12** Standart sapma değerleri (J = 2)

| Hasar D¼zeyi | Hafif Hasar       | Orta Hasar        | Ağır Hasar        | ok Ağır Hasar    |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>1</b>     | $\beta_{ds,il}^s$ | $\beta_{ds,il}^m$ | $\beta_{ds,il}^e$ | $\beta_{ds,il}^c$ |
| <b>4</b>     | 1.15              | 1.20              | 1.20              | 1.20              |
| <b>5</b>     | 1.00              | 1.00              | .90               | .90               |

Yukarıda tanımlanan verilere g¼re Denklem (5.1)’den hesaplanarak çizilen hasar olasılık eğrilerinden I=5, J=2 için çizilen (1975 ¼ncesi inşa edilen, 3-4 katlı yığma yapılar) eğri Şekil 5.4 ’de verilmiştir.

Bu eğrilerde yatay eksen spektral yer değiştirmeyi [cm], d¼řey eksen ise yapısal hasarın yukarıda tanımlanan hasar d¼zeylerine erişmesinin veya onları aşmasının birikimli (k¼m¼latif) olasılığını g¼stermektedir.



Şekil 5.4 I=5, J=2 için Hasar Olasılık Eğrisi

#### 5.5.4 Yapısal hasar tahmini

Denizli deprem senaryosu kapsamında, yapısal hasarların tahmini için geliştirilen yazılım ile, her binaya ait DİE verileri okunarak bu verilerden yapının I ve J parametreleri doğrudan elde edilmekte, K parametresi ise önceki bölümde anlatıldığı şekilde hesaplanmaktadır. Böylece yapıya ait kapasite spektrumu eğrisi elde edilmektedir (Kaplan vd. 2004). Çalışmamın kapsamında bu Excel programından yararlanılmıştır.

Yapının konum bilgisi elde edilerek, deprem talep spektrumu da oluşturulmaktadır. Bu iki spektrumdan, KSY kullanılarak yapıya ait performans seviyesi (spektral deplasman) belirlenmektedir. Daha sonra bu spektral yer değiştirme değerlerine göre, yukarıda tanımlanan her bir hasar düzeyi için Denklem (5.1)'den, yapısal hasarın ilgili hasar düzeyine erişmesinin veya onları aşmasının birikimli (kümülatif) olasılığı hesaplanmaktadır. Birikimli olasılıkların farkları alınarak “ayrık hasar olasılığı” değerleri yüzde olarak elde edilmektedir.

Yöntemle, her bir yapının hasar görüp/görmeyeceği veya ne kadar hasar göreceğinden ziyade, Her bir yapıya ait, hafif, orta, ağır veya çok ağır hasar görme



olasılıkları hesaplanabilmektedir. Böylece, tek yapı için olmasa da, bölgesel bazda hasar yoğunluğuna ait veriler elde edilebilmektedir.

Örneğin bir binanın hasar görme olasılıkları çok ağır, ağır, orta, hafif ve hasarsız kalma durumu için sırasıyla %5, %17, %39, %17, %23 olarak hesaplandı ise, 0,05 binanın çok ağır, 0,17 binanın ağır, 0,39 binanın orta 0,17 binanın hafif hasar göreceği, 0,23 binanın ise hasar görmeyeceği hesaplanmaktadır.

Ege bölgesi yığma yapılar için belirlenemeyen parametre zemin parametreleridir. DBYYHY de de tanımlanan zemin sınıfları (Z1,Z2,,Z3, Z4) parametreleri esas alınarak zemin sınıflarının belirli olması halinde olması yığma yapılarda oluşması beklenen hasar seviyeleri hakkında yaklaşımlarda bulunulmaya çalışılmıştır.

Toptan göçmeye maruz kalacak binaların sayıları, çok ağır hasarlı bina sayılarının belirli oranları olarak kabul edilmiştir. Bu oranlar, yığma binalar (I=4,5) için %25 olarak alınmıştır.

## 5.6 Hasar Senaryosu

Envanter çalışması kapsamında incelenen yığma binaların hasar görebilirliğinin belirlenebilmesi için kapasite spektrumu yöntemi kullanılarak deprem talebi ve yapı kapasitesine uygun performans noktaları tespit edilmiştir. 1.derece deprem bölgesi için yer ivmesi değerlerinin ve zemin özelliklerinin her yerleşim biriminde farklı olması nedeniyle farklı zemin özellikleri ve sabit bir ivme değerine göre hazırlanan talep spektrumları kullanılarak farklı I,J,K değerlerine sahip yığma yapılar için performans noktaları tespit edilmiştir.

Bu çalışmada hafif, orta, ağır ve çok ağır olmak üzere 4 farklı hasar durumu dikkate alınmıştır. Bu dört grup haricindeki yapılar hasarsız yapılar olarak değerlendirilmiştir. Bu hasar düzeylerine ilişkin tanımlamalar İzmir ve Denizli deprem senaryolarında verilmiştir. Her hasar durumu deprem hasarının medyan ve log-normal Standart sapma değerleri olarak belirlenmektedir. Binanın spektral deplasmanı, depreme karşı tepkisini gösteren bir parametredir. Bina kapasitelerini belirleyen parametreler, İzmir deprem senaryosunda olduğu şekliyle alınmıştır.

Çok ağır hasarlı binaların taşıyıcı sistem türüne göre I=4 ve I=5 için %25 'inin tamamen göçeceği varsayılmıştır. Türkiye'de meydana gelen depremlerde, göçen her betonarme bina için ortalama 1, her 100 yığma bina için ise 3-8 can kaybı olduğu görülmüştür (İzmir DMP 2000).

Verilen istatistiklere göre, kentsel alanlarda oluşan bir depremde hastanede tedavi gerektiren ağır yaralanmalar, ölüm oranlarının 4 katı, hafif yaralanmalar ise ölüm oranının 30 katıdır (ATC-13 1985) can kaybı ve yaralanma tahmininde kullanılmak üzere binanın hasar seviyesine göre binada yaşayan insan sayısının yüzdesel oranı olarak verilmiş matris İzmir deprem senaryosunda Türkiye şartlarına uyarlanmıştır. Buna göre Türkiye'de meydana gelen depremlerde can kaybı Amerika daki depremlerde meydana gelen depremlerde meydana gelen can kaybının yaklaşık 5 katı civarındadır (İzmir DMP 2000). Denizli deprem senaryosunda Türkiye için yeni bir yaralanma ve can kaybı matrisi önerilmiştir. Bu çalışmada bu matrisin yığma yapılar için olan kısmı esas alınmıştır (Tablo 5.13). Burada yaralanmalar dört ana gruba ayrılmıştır.

- 1.derece yaralanmalar; ayakta tedavi gerektirir.
- 2.derece yaralanmalar; hastanede kısa süreli, tedavi gerektirir.
- 3.derece yaralanmalar; ciddi yaralanmalar olup, hastanede tedavisi gerekir.
- 4.derece yaralanmalar; ölümlü sonuçlanan yaralanmalar.

Matriste verilen yüzdesel oranlar ilgili hasar düzeyindeki binada yaşayan insan sayısı ile çarpılarak yaralanması ve ölmesi gereken insan sayısı tespit edilmektedir. Ekonomik kayıpların tespiti için ise yerleşim birimindeki konut yerleşim alanlarının değerleri yığma yapılar için tespit edilmiştir. Ağır ve çok ağır hasar durumunda binanın değerinin tümünü yitireceği, orta hasar durumunda toplam bina değerinin %30 'u hafif hasar durumunda ise %10' u kadar ekonomik kayıp olacağı beklenmektedir.

**Tablo 5.13** Yığma yapılar için yaralanma matrisi

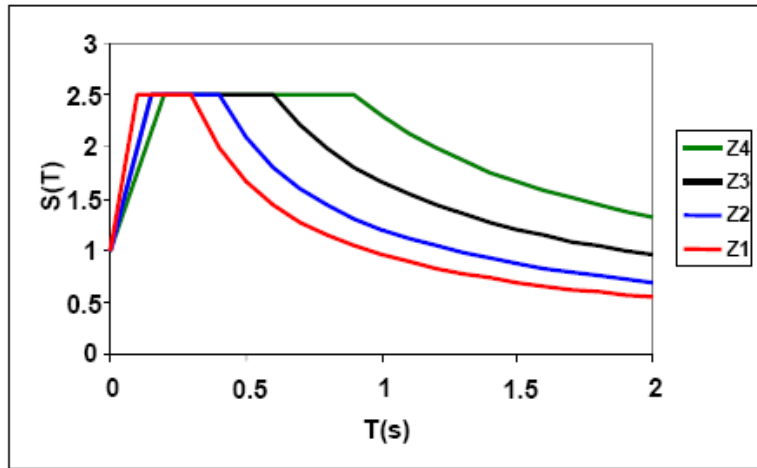
| <b>Yaralanma Derecesi</b> | <b>Hafif Hasar</b> | <b>Orta Hasar</b> | <b>Ağır Hasar</b> | <b>ÇokAğır Hasar</b> | <b>Göçen</b> |
|---------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| 1.Derece                  | 0,05               | 0,4               | 2                 | 10                   | 50           |
| 2.Derece                  | 0,005              | 0,05              | 0,5               | 8                    | 15           |
| 3.Derece                  | 0                  | 0                 | 0,002             | 0,2                  | 10           |
| 4.Derece                  | 0                  | 0                 | 0,002             | 0,2                  | 10           |

### 5.7 Ege Bölgesi Yığma Yapılar İçin Deprem Risk Değerlendirme Sonuçları

Ege Bölgesi yığma yapıların deprem risk değerlendirmesinde, dört farklı zemin grubu için yaklaşımlarda bulunulmuştur. Yığma yapıların oturduğu alanlar hangi zemin sınıfında yer alıyorsa o zemin sınıfında oluşması beklenebilecek hasar düzeyleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Zemin sınıflarına ilişkin parametreler kaynaklarda da yer aldığı şekliyle Tablo 5.14 Zemin sınıfı parametreleri’de verilmiştir. Zemin sınıfına bağlı spektrum katsayılarının grafiksel olarak değişimi Şekil 5.5 ‘te verilmiştir.

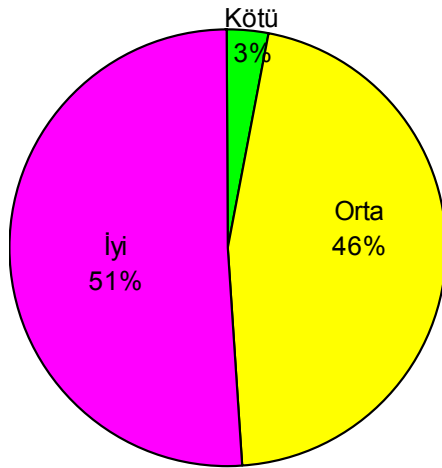
**Tablo 5.14** Zemin sınıfı parametreleri

| Yerel Zemin Sınıfı | $T_A$ (saniye) | $T_B$ (saniye) |
|--------------------|----------------|----------------|
| Z1                 | 0.10           | 0.30           |
| Z2                 | 0.15           | 0.40           |
| Z3                 | 0.20           | 0.60           |
| Z4                 | 0.10           | 0.90           |



**Şekil 5.5** Yerel zemin sınıfına bağlı spektrum katsayıları

Yığma yapı envanteri çalışması kapsamında incelenen yığma yapıların I,J,K parametreleri, aynı parametreyi taşıyan yığma yapı sayısı ve oranları tespit edilmiş ve Tablo 5.15 ‘de aynı I,J,K değerlerine sahip yapıların sayıları ve yüzdelik dilimleri verilmiştir.



**Şekil 5.6** Yığma yapıların kalitelerine göre sınıflandırılması

**Tablo 5.15** Envanter kapsamında yığma yapıların I,J,K değerleri dağılımı

| BİNA PARAMETRELERİ |   |   | ENVANTER ÇALIŞMASINDA TESPİT EDİLEN |              |
|--------------------|---|---|-------------------------------------|--------------|
| I                  | J | K | Yığma Yapı Sayıları                 | Yüzdeler (%) |
| 4                  | 1 | 1 | 296                                 | % 40         |
| 4                  | 1 | 2 | 131                                 | % 18         |
| 4                  | 1 | 3 | 5                                   | % 1          |
| 4                  | 2 | 1 | 82                                  | % 11         |
| 4                  | 2 | 2 | 165                                 | % 22         |
| 4                  | 2 | 3 | 16                                  | % 2          |
| 5                  | 1 | 1 | 0                                   | % 0          |
| 5                  | 1 | 2 | 41                                  | % 6          |
| 5                  | 1 | 3 | 0                                   | % 0          |
| 5                  | 2 | 1 | 0                                   | % 0          |
| 5                  | 2 | 2 | 3                                   | % 0          |
| 5                  | 2 | 3 | 2                                   | % 0          |
| Toplam             |   |   | <b>741</b>                          | <b>% 100</b> |

Buna göre IJK=411 olan yığma yapıların sayısı 296 adettir ve yüzdeler diliminde bu %40 'a tekabül etmektedir. IJK=422 yığma yapıların sayısı 165 adettir ve yüzdeler diliminde bu rakam %22 'ye tekabül etmektedir. IJK= 412 olan yığma yapıların sayısı 131 adettir ve oransal olarak %18'e tekabül etmektedir. IJK=421 olan yığma yapıların sayısı 82 adettir ve oransal olarak %11'e tekabül etmektedir.

Diğer IJK değerlerine sahip yapıların toplam sayısı 67 adettir ve oransal olarak diğer IJK değerlerine sahip yığma yapıların oranı %9'a tekabül etmektedir. Burada envanter kapsamında değerlendirilen yığma yapıların hiçbirinin IJK değerlerinin

(511,513,521,522) değerlerini taşımadığı, bu IJK değerine sahip yığma yapı sayısının sıfır olduğu görülmüştür.

Yapılan envanter çalışması sonuçlarına göre Ege Bölgesi Sınırları içinde yapıların Kalitesi iyi (I=1), orta(I=2), ve kötü (I=3) olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır. Buna göre iyi ve orta kaliteli yığma yapıların %97 lik bir orana sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5.6).

### 5.7.1 Z1 zemin sınıfı için hasar senaryosu

Envanter çalışması kapsamında incelenen yığma yapılar için I,J,K değerlemesi yapılmıştır. Z1 zemin sınıfı için yapılan depremsel risk değerlendirmesinde, farklı IJK değerlerine sahip yığma yapılar için hasar tahmini değerlerine ulaşılmıştır. Yığma yapılar için IJK değerlerinin 12 varyasyonu için hasar tahmin oranları Bölüm 5' te detaylı olarak anlatılan kapasite spektrumu yöntemiyle hesaplanmıştır (Tablo 5.16).

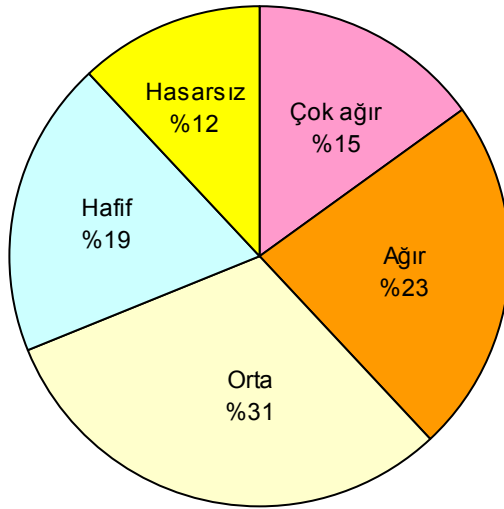
**Tablo 5.16** Z1 zemin sınıfı için hasar senaryosu değerleri tablosu

| Zemin Parametreleri |   |   | Beklenen Hasar Oranları |      |      |       |          |
|---------------------|---|---|-------------------------|------|------|-------|----------|
| I                   | J | K | Çok ağır                | Ağır | Orta | Hafif | Hasarsız |
| 4                   | 1 | 1 | 11%                     | 21%  | 33%  | 22%   | 14%      |
| 4                   | 1 | 2 | 9%                      | 19%  | 32%  | 23%   | 17%      |
| 4                   | 1 | 3 | 15%                     | 24%  | 33%  | 18%   | 9%       |
| 4                   | 2 | 1 | 19%                     | 24%  | 29%  | 16%   | 11%      |
| 4                   | 2 | 2 | 27%                     | 27%  | 27%  | 13%   | 7%       |
| 4                   | 2 | 3 | 37%                     | 28%  | 23%  | 9%    | 4%       |
| 5                   | 1 | 1 | 4%                      | 15%  | 38%  | 26%   | 17%      |
| 5                   | 1 | 2 | 6%                      | 20%  | 40%  | 22%   | 12%      |
| 5                   | 1 | 3 | 9%                      | 25%  | 40%  | 18%   | 8%       |
| 5                   | 2 | 1 | 13%                     | 30%  | 35%  | 15%   | 7%       |
| 5                   | 2 | 2 | 20%                     | 34%  | 30%  | 11%   | 4%       |
| 5                   | 2 | 3 | 28%                     | 36%  | 25%  | 8%    | 3%       |

Envanter kapsamında elde edilen aynı IJK değerine sahip yığma yapıların oranları, elde edilen hasar tahmin değerleri ile çarpılmıştır. Bunun sonucunda Ege Bölgesinde Z1 sınıfı zeminlerdeki yığma yapılar için beklenen hasar oranlarına ulaşılmıştır.

Z1 sınıfı zeminlerdeki yığma yapılar için yapılan hasar tahmini sonuçlarına göre; envanter kapsamında değerlendirilen 741 adet yığma yapıdan, 113 adedinin çok ağır,

167 adedinin ağır, 231 adedinin orta, 141 adedinin hafif hasar alacağı ve 89 adedinin hasarsız olacağı hesaplanmıştır. Envanterin oransal olarak değerlendirilip genelleme yapılması durumunda; Ege Bölgesinde Z1 zemin sınıfında yer alan yığma yapıların % 15'inin çok ağır, % 23'ünün ağır, % 31'inin orta, % 19'unun hafif hasar alacağı ve %12'sinin ise hasarsız olacağı hesaplanmıştır (Şekil 5.7).



Şekil 5.7 Z1 zemin sınıfı için hasar senaryosu yüzdeleri dilimleri

### 5.7.2 Z2 zemin sınıfı için hasar senaryosu

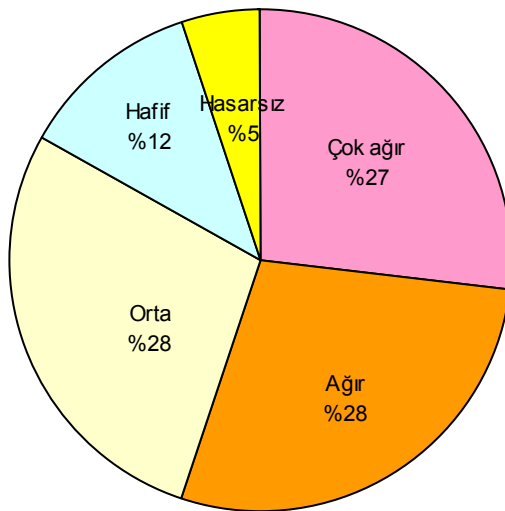
Envanter çalışması kapsamında incelenen yığma yapılar için I,J,K değerlemesi yapılmıştır. Z2 zemin sınıfı için yapılan depremsel risk değerlendirmesinde, farklı IJK değerlerine sahip yığma yapılar için hasar tahmini değerlerine ulaşılmıştır. Yığma yapılar için IJK değerlerinin 12 varyasyonu için hasar tahmin oranları Bölüm 5' te detaylı olarak anlatılan kapasite spektrumu yöntemiyle hesaplanmıştır (Tablo 5.17).

Envanter kapsamında elde edilen aynı IJK değerine sahip yığma yapıların oranları, elde edilen hasar tahmin değerleri ile çarpılmıştır. Bunun sonucunda Ege Bölgesinde Z2 sınıfı zeminlerdeki yığma yapılar için beklenen hasar oranlarına ulaşılmıştır. Z2 sınıfı zeminlerdeki yığma yapılar için yapılan hasar tahmini sonuçlarına göre; envanter kapsamında değerlendirilen 741 adet yığma yapıdan, 207 adedinin çok ağır, 204 adedinin ağır, 206 adedinin orta, 89 adedinin hafif hasar alacağı ve 36 adedinin hasarsız olacağı hesaplanmıştır. Envanterin oransal olarak değerlendirilip genelleme yapılması

durumunda; Ege Bölgesinde Z2 zemin sınıfında yer alan yığma yapıların % 27'sinin çok ağır, % 28'sinin ağır, % 28'sinin orta, % 12'sinin hafif hasar alacağı ve %5'inin ise hasarsız olacağı hesaplanmıştır (Şekil 5.8).

**Tablo 5.17** Z2 zemin sınıfı için hasar senaryosu değerleri tablosu

| Zemin Parametreleri |   |   | Beklenen Hasar Oranları |      |      |       |          |
|---------------------|---|---|-------------------------|------|------|-------|----------|
| I                   | J | K | Çok ağır                | Ağır | Orta | Hafif | Hasarsız |
| 4                   | 1 | 1 | 21%                     | 28%  | 31%  | 14%   | 6%       |
| 4                   | 1 | 2 | 20%                     | 27%  | 32%  | 15%   | 7%       |
| 4                   | 1 | 3 | 30%                     | 30%  | 27%  | 10%   | 3%       |
| 4                   | 2 | 1 | 33%                     | 28%  | 24%  | 10%   | 5%       |
| 4                   | 2 | 2 | 44%                     | 27%  | 20%  | 7%    | 2%       |
| 4                   | 2 | 3 | 56%                     | 24%  | 14%  | 4%    | 1%       |
| 5                   | 1 | 1 | 10%                     | 26%  | 39%  | 17%   | 7%       |
| 5                   | 1 | 2 | 15%                     | 31%  | 36%  | 13%   | 4%       |
| 5                   | 1 | 3 | 22%                     | 35%  | 31%  | 9%    | 2%       |
| 5                   | 2 | 1 | 29%                     | 36%  | 25%  | 8%    | 3%       |
| 5                   | 2 | 2 | 38%                     | 36%  | 19%  | 5%    | 1%       |
| 5                   | 2 | 3 | 53%                     | 32%  | 12%  | 3%    | 1%       |



**Şekil 5.8** Z2 zemin sınıfı için hasar senaryosu yüzdeler

### 5.7.3 Z3 zemin sınıfı için hasar senaryosu

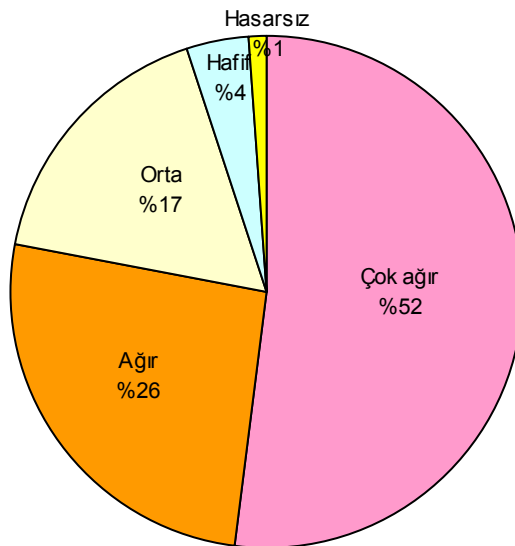
Envanter çalışması kapsamında incelenen yığma yapılar için I,J,K değerlemesi yapılmıştır. Z3 zemin sınıfı için yapılan depremsel risk değerlendirmesinde, farklı IJK değerlerine sahip yığma yapılar için hasar tahmini değerlerine ulaşılmıştır. Yığma

yapılar için IJK değerlerinin 12 varyasyonu için hasar tahmin oranları Bölüm 5' te detaylı olarak anlatılan kapasite spektrumu yöntemiyle hesaplanmıştır (Tablo 5.18).

Envanter kapsamında elde edilen aynı IJK değerine sahip yığma yapıların oranları, elde edilen hasar tahmin değerleri ile çarpılmıştır. Bunun sonucunda Ege Bölgesinde Z3 sınıfı zeminlerdeki yığma yapılar için beklenen hasar oranlarına ulaşılmıştır (Tablo 5.18).

**Tablo 5.18** Z3 zemin sınıfı için hasar senaryosu değerleri tablosu

| Zemin Parametreleri |   |   | Beklenen Hasar Oranları |      |      |       |          |
|---------------------|---|---|-------------------------|------|------|-------|----------|
| I                   | J | K | Çok ağır                | Ağır | Orta | Hafif | Hasarsız |
| 4                   | 1 | 1 | 44%                     | 29%  | 20%  | 5%    | 1%       |
| 4                   | 1 | 2 | 43%                     | 29%  | 21%  | 6%    | 1%       |
| 4                   | 1 | 3 | 57%                     | 26%  | 14%  | 3%    | 0%       |
| 4                   | 2 | 1 | 58%                     | 24%  | 13%  | 4%    | 1%       |
| 4                   | 2 | 2 | 70%                     | 19%  | 9%   | 2%    | 0%       |
| 4                   | 2 | 3 | 78%                     | 15%  | 6%   | 1%    | 0%       |
| 5                   | 1 | 1 | 32%                     | 37%  | 24%  | 6%    | 1%       |
| 5                   | 1 | 2 | 41%                     | 37%  | 19%  | 4%    | 1%       |
| 5                   | 1 | 3 | 53%                     | 33%  | 12%  | 2%    | 0%       |
| 5                   | 2 | 1 | 61%                     | 28%  | 9%   | 2%    | 0%       |
| 5                   | 2 | 2 | 71%                     | 22%  | 5%   | 1%    | 0%       |
| 5                   | 2 | 3 | 83%                     | 14%  | 2%   | 0%    | 0%       |



**Şekil 5.9** Z3 zemin sınıfı için hasar senaryosu yüzdeler dilimleri

Z3 sınıfı zeminlerdeki yığma yapılar için yapılan hasar tahmini sonuçlarına göre; envanter kapsamında değerlendirilen 741 adet yığma yapıdan, 385 adedinin çok ağır,



196 adedinin ağır, 123 adedinin orta, 31 adedinin hafif hasar alacağı ve 6 adedinin hasarsız olacağı hesaplanmıştır. Envanterin oransal olarak değerlendirilip genelleme yapılması durumunda; Ege Bölgesinde Z3 zemin sınıfında yer alan yığma yapıların % 52'sinin çok ağır, % 26'sının ağır, % 17'sinin orta, % 4'ünün hafif hasar alacağı ve %1'inin ise hasarsız olacağı hesaplanmıştır (Şekil 5.9).

#### 5.7.4 Z4 zemin sınıfı için hasar senaryosu

Envanter çalışması kapsamında incelenen yığma yapılar için I,J,K değerlemesi yapılmıştır. Z4 zemin sınıfı için yapılan depremsel risk değerlendirmesinde, farklı IJK değerlerine sahip yığma yapılar için hasar tahmini değerlerine ulaşılmıştır. Yığma yapılar için IJK değerlerinin 12 varyasyonu için hasar tahmin oranları Bölüm 5' te detaylı olarak anlatılan kapasite spektrumu yöntemiyle hesaplanmıştır (Tablo 5.19).

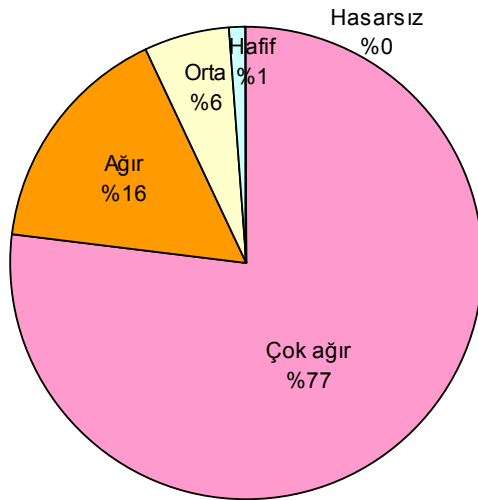
Envanter kapsamında elde edilen aynı IJK değerine sahip yığma yapıların oranları, elde edilen hasar tahmin değerleri ile çarpılmıştır. Bunun sonucunda Ege Bölgesinde Z4 sınıfı zeminlerde yığma yapılar için beklenen hasar oranlarına ulaşılmıştır (Şekil 5.10).

**Tablo 5.19** Z4 zemin sınıfı için hasar senaryosu değerleri tablosu

| Zemin Parametreleri |   |   | Beklenen Hasar Oranları |      |      |       |          |
|---------------------|---|---|-------------------------|------|------|-------|----------|
| I                   | J | K | Çok ağır                | Ağır | Orta | Hafif | Hasarsız |
| 4                   | 1 | 1 | 73%                     | 19%  | 7%   | 1%    | 0%       |
| 4                   | 1 | 2 | 72%                     | 19%  | 8%   | 1%    | 0%       |
| 4                   | 1 | 3 | 81%                     | 14%  | 5%   | 0%    | 0%       |
| 4                   | 2 | 1 | 81%                     | 13%  | 5%   | 1%    | 0%       |
| 4                   | 2 | 2 | 88%                     | 9%   | 3%   | 0%    | 0%       |
| 4                   | 2 | 3 | 93%                     | 6%   | 1%   | 0%    | 0%       |
| 5                   | 1 | 1 | 65%                     | 27%  | 7%   | 1%    | 0%       |
| 5                   | 1 | 2 | 74%                     | 21%  | 4%   | 0%    | 0%       |
| 5                   | 1 | 3 | 84%                     | 14%  | 2%   | 0%    | 0%       |
| 5                   | 2 | 1 | 88%                     | 10%  | 1%   | 0%    | 0%       |
| 5                   | 2 | 2 | 94%                     | 6%   | 1%   | 0%    | 0%       |
| 5                   | 2 | 3 | 97%                     | 3%   | 0%   | 0%    | 0%       |

Z4 sınıfı zeminlerdeki yığma yapılar için yapılan hasar tahmini sonuçlarına göre; envanter kapsamında değerlendirilen 741 adet yığma yapıdan, 576 adedinin çok ağır, 117 adedinin ağır, 42 adedinin orta, 6 adedinin hafif hasar alacağı ve 1 adedinin hasarsız olacağı hesaplanmıştır. Envanterin oransal olarak değerlendirilip genelleme yapılması durumunda; Ege Bölgesinde Z4 zemin sınıfında yer alan yığma yapıların % 77'sinin

çok ağır, % 16'sının ağır, % 6'sının orta, % 1'inin hafif hasar alacağı ve %0'ının ise hasarsız olacağı hesaplanmıştır.



Şekil 5.10 Z4 zemin sınıfı için hasar senaryosu yüzdelik dilimleri

### 5.7.5 Hasar senaryosunun değerlendirilmesi

Ege Bölgesi yığma yapıların buldukları zeminlerle ilgili kapsayıcı ve net verilere ulaşamamıştır. İnşaat ruhsatı alınan tüm yapılar için zemin etüdü yapılması kanuni bir zorunluluk olup, zemin etüdü yapılmaması halinde yapı yapılmasına izin verilmemektedir. Coğrafi Bilgi sistemleri kapsamında bu verilerinde toplanması ve izlenmesinin planlandığı bilinmektedir. Bu şekilde zemin özelliklerine ilişkin net veriler elde edildiğinde yığma yapıların depremsel risklerinin daha net tanımlanması mümkün olacaktır. Örneğin; “yığma yapıların oturduğu zemin sınıfları için yığma yapıların %20 si Z1, %40'ı Z2, %30'u Z3, %10'u Z4 zemin sınıfında yer almaktadır” şeklinde net verilere ulaşılması halinde bu tez kapsamında elde edilen hasar oranlarının uygulanması ile daha net verilere ulaşılabilecektir.

Tablo 5.20 Ege Bölgesi yığma yapıların zemin sınıflarına göre hasar riskleri

| Zemin Sınıfı | Hasar Senaryosu Sonuçları |            |            |             |          |
|--------------|---------------------------|------------|------------|-------------|----------|
|              | Çok Ağır Hasar            | Ağır Hasar | Orta Hasar | Hafif Hasar | Hasarsız |
| Z1           | %15                       | %23        | %31        | %19         | %12      |
| Z2           | %27                       | %28        | %28        | %12         | %5       |
| Z3           | %52                       | %26        | %17        | %4          | %1       |
| Z4           | %77                       | %16        | %6         | %1          | %0       |

Hasar senaryosu kapsamında, Ege Bölgesinde yer alan yığma yapıların zemin sınıflarına göre hasar görülebilirlik riskleri ortaya konulmuştur. Elde edilen veriler ışığında Zemin sınıflarına göre Ege Bölgesi yığma yapılarının hasar riskleri ve dereceleri Tablo 5.20' de verilmiştir.

Z1 zemin sınıfında yer alan yığma yapıların “çok ağır hasar görme riski” %15 iken Z4 zemin sınıfında bu oran %77 olmaktadır. Bu da bize zemin parametrelerinin, yapının depremde hasar görme riski üzerinde ne kadar etkili olduğunu açıkça göstermektedir.

Zemin özellikleri Z4 zemin sınıfına geldiğinde Ege Bölgesi yığma yapılarında hasarsız bina kalmayacaktır. Z4 zemin sınıfında Ege Bölgesi yığma yapılarının %93'ü “çok ağır hasarlı” ve “ağır hasarlı” olacaktır. Z1 zemin sınıfında bu oran %38'e tekabül etmektedir.

## 6. SONUÇLAR

Tez çalışması kapsamında, genel olarak Ege Bölgesi yığma yapılarının yapısal karakteristikleri tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan, envanter çalışması sonuçlarına göre; Ege Bölgesindeki yığma yapıların %94'ü bir ve iki katlı yapılardan oluşmaktadır. Ege Bölgesindeki yığma yapıların %52'si bağımsız yapıdır.

İncelenen yapılarda, taşıyıcı duvar malzemesi olarak, kullanım yoğunluklarına göre sırası ile dolu harman tuğlası, taş duvar, kerpiç, düşey delikli tuğla tercih edilmektedir. Ege Bölgesindeki yığma yapıların %17'sinde bodrum kat bulunmaktadır. Bodrum kat taşıyıcı duvar malzemesi olarak %94 oranında taşduvar ve kerpiç kullanılmaktadır.

Döşeme sistemi açısından değerlendirildiğinde; Ege Bölgesi yığma yapıların yarısından fazlası (%52), kirişsiz plak döşeme olarak inşa edilmişlerdir. Döşeme sistemi olarak kirişsiz plak döşeme uygulamasını, ahşap döşeme(%27) ve kirişli plak döşeme (%6) izlemektedir. Özellikle tek katlı yapılarda döşeme oluşturulmayıp, ahşap oturtma çatı yapılması uygulaması (%15 oranında) ile de karşılaşılabilmektedir.

Yapı sistemi olarak, incelenen Ege Bölgesi yığma yapılarında çok büyük oranda (%83), hatılsız yığma yapılar tercih edilmiştir. Bu kapsamdaki diğer yapı sistemleri daha küçük oranlarda kalmaktadır. Örneğin ahşap hatıllı yapıların oranı %6, yatay hatıllı yapıların oranı %2 ve düşey hatıllı yığma yapıların oranı %1'dir. Yığma yapıların %8'i oranında ise diğer yığma yapı sistemleri (bağdadi, vb.) kullanılmıştır.

İncelenen Ege Bölgesi yığma yapılarında kalkan duvar uygulamasının oranı %11 olarak tespit edilmiştir. Bu uygulama genellikle bitişik nizamlı imar alanlarında mimari bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte kalkan duvarlarda yatay veya düşey hatlı kullanımı yaygın değildir. Kalkan duvarlarda yatay hatlı kullanımı %5 iken düşey hatlı kullanımı yok denecek seviyededir.

Yığma yapıların duvar kalınlıklarının fazla olması ve malzemeler arası derz uygulaması nedeniyle estetik görünmesi ve ekonomik nedenlerle dış cephelerde %54 gibi yüksek bir oranda sıva bulunmamaktadır. Bu yapı sistemlerinin incelenmesinde kolaylık sağlamıştır. Ege bölgesinde envanter kapsamında incelenen yığma yapılarda gerek malzeme gerekse sistem açısından köşe birleşimleri incelenmiş ve %20'sinin köşe birleşimlerinin doğru teşkil edilmediği tespit edilmiştir. Envanter kapsamında incelenen Ege Bölgesi yığma yapıların %26'sında gerek genel bakımsızlık gerek sistem ve malzeme kusurlarından kaynaklanan yapısal hasar bulunduğu görülmüştür.

Envanter çalışması sonucunda; Ege Bölgesinde incelenen yığma yapıların DBYYHY 2007 hükümlerini karşılama noktasında nerede yer aldığı konusunda net veriler elde edilmiştir. Yığma yapılarda hangi dizayn ve uygulama hataları yapıldığı ve bu hataların hangi yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir.

Ege Bölgesindeki yığma yapıların yarısından fazlası (%51), DBYYHY 2007 Yönetmeliğin 5.4.6.1 maddesinde hükme bağlanan bina köşesine ise bina boşlukları arasında öngörülen mesafeyi sağlamamaktadır.

Özellikle bitişik nizam konutlar ve ticari alanlarda karşılaşılan, kapı ve pencere boşlukları uzunlukların, mesnetlenmiş duvar boyunca %40 oranını geçmesi durumu Yönetmeliğin 5.4.6.6 maddesinde düzenlenmiş olup %34 gibi yüksek bir oranında karşılanamamaktadır. Yönetmeliğin 5.4.6.2 maddesinde yer alan “Bina köşeleri dışında, pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde 1.0 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise 0.8 m'den az olmayacaktır” hükmü yığma yapılarımızda %32 lik bir oranda karşılanamamaktadır. Yönetmeliğin taşıyıcı duvar malzemesi ile ilgili nitelik ve dayanım hükümlerini içeren 5.4.2.2. maddesi ve 5.4.1.1 maddesi sırası ile %26 ve %25 oranlarında karşılanmamaktadır. Bu durum Ege Bölgesindeki her dört yığma binadan birinin taşıyıcı duvar malzemesinin sorunlu olduğunu göstermektedir.

Yönetmeliğin yığma duvarlarda taşıyıcı duvarların düzenli ve simetrik olması şartını getiren 5.2.5 maddesi ve taşıyıcı duvarların planda mutlaka üst üste gelmesini şart koşan 5.2.6 maddesi % 13'lük oranlarla karşılanamamaktadır. Bina köşeleri dışında birbirini dik kesen duvarların ara kesitine en yakın pencere ve kapı boşluğu ile duvarın

ara kesiti arasında bırakılacak olan duvar parçasının uzunluğunun 0,50 mt'den az olmayacağını hükme bağlayan yönetmeliğin 5.4.6.4 maddesi de %13 oranında karşılanamamaktadır. Yığma binaların kat yüksekliğini düzenleyen 5.2.4 maddesi %12 oranında, kapı ve pencerelerin plandaki uzunlukların 3,0 mt'den fazla olmayacağını düzenleyen 5.4.6.5 maddesi %11 oranında karşılanamamaktadır. Diğer yönetmelik maddelerinin karşılanamama oranları %10'un altında yer almaktadır.

Yapılan envanter çalışması sonuçlarına göre incelenen yığma binaların hasar görebilirliğinin belirlenebilmesi için kapasite spektrumu yöntemi kullanılarak deprem talebi ve yapı kapasitesine uygun performans noktaları tespit edilmiştir. 1.derece deprem bölgesi için yer ivmesi değerlerinin ve zemin özelliklerinin her yerleşim biriminde farklı olması nedeniyle farklı zemin özellikleri ve sabit bir ivme değerine göre hazırlanan talep spektrumları kullanılarak farklı I,J,K değerlerine sahip yığma yapılar için performans noktaları tespit edilmiştir. Hafif, orta, ağır ve çok ağır olmak üzere 4 farklı hasar durumu dikkate alınmıştır. Bu dört grup haricindeki yapılar hasarsız yapılar olarak değerlendirilmiştir. “

Buna göre DBYYHY de belirtilen dört farklı zemin grubu için (Z1,Z2,Z3,Z4) hasar görebilirlik riskleri ve hasar senaryoları geliştirilmiştir. Yukarıda belirtilen yaklaşımlar kullanılarak Ege Bölgesi yığma yapıların 1. derece deprem bölgesi için dört farklı zemin grubunda hasar görebilme riskleri ortaya konulmuştur.

Z1 zemin sınıfında; Çok ağır” hasar görecekt yığma yapıların oranı %15, “hafif hasar” görecekt yapıların oranı %19 olarak hesaplanmıştır. Hasarsız yığma yapıların oranı ise %12'dir. Z2 zemin sınıfında; Çok ağır” hasar görecekt yığma yapıların oranı %27, “hafif hasar” görecekt yapıların oranı %12 olarak hesaplanmıştır. Hasarsız yığma yapıların oranı ise %5'dir. Z3 zemin sınıfında; Çok ağır” hasar görecekt yığma yapıların oranı %52, “hafif hasar” görecekt yapıların oranı %4 olarak hesaplanmıştır. Hasarsız yığma yapıların oranı ise sadece %1'dir. Z4 zemin sınıfında; Çok ağır” hasar görecekt yığma yapıların oranı %77, “hafif hasar” görecekt yapıların oranı %1 olarak hesaplanmıştır. Bu zemin grubunda Hasarsız yığma yapıların oranı ise % 0'dir.

Zemin grubu Z1'den Z4'de gittikçe çok ağır hasarlı yığma yapıların oranı yaklaşık olarak 5'e katlanmaktadır. Zemin grubu Z4'e geldiğinde öngörülen depremde hasarsız yığma yapı bulunmamaktadır.

İller bazında değerlendirildiğinde; şehir merkezlerinin arsa bedellerinin zamanla yükselmesi ve imarca verilen kat sayılarına göre yığma yapıların kat adetlerinin düşük kalması nedeniyle bu yığma binaların yıkılarak betonarme olarak yapıldığı da vakidir. Bu yönüyle doğal bir dönüşüm yaşandığı düşünülebilir. Ancak genel yapı stoğu içinde bu tür bir yenilenmenin çok düşük ve yavaş kaldığı söylenebilir. Kentlerde özellikle dış semtlerinde göç ile oluşmuş varoş tabir edilen mahaller bulunmaktadır. Bu mahallelerde böyle bir değişimi beklemek mümkün değildir. Bunun için ülke çapında yapılan kentsel dönüşüm çalışmalarının etkili bir çözüm yöntemi olabileceği değerlendirilmektedir.

Yürürlükte olan İmar kanununda Belediye sınırları içindeki yapılaşmaların ruhsatlandırılması Belediyelerce, mücavir alanlar dışındaki alanlar ise İl Özel İdarelerince yürütülmektedir. Ancak köy yani kırsal yapılaşması ruhsata tabi bulunmamakta olup, köy muhtarının köy karar defterine bir karar alması ile resmileşmektedir. Bu aşamada kırsalda hiçbir projelendirme ve denetim hizmeti verilemediğini söylemek yanlış olmayacaktır. Bunda asıl amacın ekonomik düzeyi düşük olan bu bölgeleri ek ruhsatlandırma maliyetleri ve bu bölgeler için yüksek proje bedellerinden korumak olduğu düşünülebilir. Bununla birlikte kırsal alanlardaki yapıların proje ve denetim alanının dışında kalmasının çok daha büyük riskler taşıdığı aşikârdır. Bunun için mutlaka kırsal alanda yer alan köyler de proje ve denetim mekanizmalarının içine dahil edilmelidir. Maliyetlerin bu bölge de yaşayan kişilerce karşılanabilecek düzeye indirilebilmesi için tip projeler üretilmesinin çok faydalı olacağı görülmektedir.

Ege Bölgesinde bulunan yığma yapıların önemli bir kısmı deprem bakımından yetersizdir. Yetersiz olan bu yapılar orta büyüklükteki bir depremde bile ağır hasar görme riski taşımaktadır. Yığma yapıların depreme dayanıklı hale getirilmesi için pratik ve ekonomik bir şekilde uygulanabilecek yöntemlere ihtiyaç vardır. Yığma yapıların depreme dayanıklı inşa edilmeleri ve varolan yapıların depreme dayanıklı hale getirilmeleri için acil eğitim programları yapılmalı ve uygulanmalıdır.

## 7. KAYNAKLAR

- ATC-13, (1985) Earthquake Damage Evaluation Data for California, ATC, *Applied Technology Council*, Redward City, California.
- Altın, S., Kuran F., Kara, M.E. ve Anıl, Ö. (2005) Yığma Yapıların Rehabilitasyonu için Bir Yöntem, *Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Artırılması Çalıştayı*, 17.2.2005, Ankara.
- Bayülke, N. (1986) A Simple Impulse Table to be Used in the Determination of Earthquake Behaviors of Rural Housing, *Bulletin of the Ministry of Public Works and Settlement*, No:92, s.202-210.
- Bayülke, N., Hürata, A. and Doğan A. (1989) Report of Impulse Table Tests of Masonry Houses Made with Clay Bricks of Vertical Perforations, Ministry of Public Works and Settlement, General Directorate of Disaster Affairs, *Earthquake Research Department*, 69pps, Ankara.
- Bayülke, N., (1992) Yığma Yapılar, 2.Baskı, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, *Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı*, Ankara.
- Bayülke, N., Doğan, A. and Esat, Y. (1996) Impulse Table Test Report of Masonry House Made with Load Carrying Clay Brick with Vertical Perforations Ratio of 35 Percent, Ministry of Public Works and Settlement, General Directorate of Disaster Affairs, *Earthquake Research Department*, 37pps. Ankara.
- Bayülke, N. (1998) Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı, *İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi* Yayın No:27, 2. Baskı , İzmir, 245s.
- Bayülke, N. (1999) Depremde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirmesi, *İMO İzmir Şubesi Yayını*, 9.Baskı, İzmir.
- Bayülke, N. (2001) Yapıların Onarım Ve Güçlendirilmesi, *İMO İzmir Şubesi*.9. Baskı, İzmir, 25s.
- Benedetti, D., Carydis P. and Pezzoli P. (1998) Shaking table tests on 24 simple masonry buildings *Department of Structural Engineering, Politecnico di Milano* 32, I-0133 Milano, Italy.
- Casareto, M., Oliveri, A., Romelli, A. and Lagomarsino, S. (2003) Bond Behavior of FRP Laminates Adhered to Masonry, *Proceedings of the international conference advancing with composites*, Milan, Italy,



- Celep, Z. (2001) Mevcut Binaların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi ve Güçlendirilmesi – Genel Kurallar, *Mevcut Yapıların Deprem Yüklerine Karşı Güçlendirilmesi ve Çıkmalı Binalardaki Sorunlar Sempozyumu*, s:125-168, 5 Temmuz 2001, İstanbul.
- DİE, (2000) Bina Sayımı İstatistikleri, *Devlet İstatistik Enstitüsü*, <http://www.die.gov.tr>. (16.07.2006).
- Dilsiz, A. ve Türer, A. (2005) Türkiye’de Yığma Binalar İçin Deprem Risk Haritası Oluşturulması,, *Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Artırılması Çalıştayı*, 17.2.2005, Ankara.
- DBYYHY (2007) Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, 1. Baskı, 03.03.2007, Ankara
- HAZUS (1997) Earthquake Loss Estimation Methodology Technical Manual, prepared by the *National Institute of Building Sciences for Federal Emergency Management Agency* (FEMA), California.
- İnangu, A. ve Kırbaş, H. (1999) Anadolu Levhası Üzerinde Kütahyanın Deprem Tehlikesi *X. Mühendislik Sempozyumu*, Bildiriler Kitabı, 1.Baskı, Isparta, s95-106
- İzmir DMP (2000) İzmir Deprem Master Planı, *Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü*, <http://www.koeri.boun.edu.tr>. (16.09.2007)
- Kaplan, H., Akyol, E., Yılmaz, S., Şen, G. ve Dayanır, N. (2004) “Denizli Deprem Senaryosu” *Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- Kaplan, H., ve Yılmaz, S. (2008) Tübitak 106M116 nolu Proje: Yığma Binaların Lastik Şeritlerle Güçlendirilmesi 3. Ara Raporu, Tübitak, Ocak 2008, Ankara.
- Nubar, B. (2006) Yığma Yapı Tasarım ve Analizi, Bitirme Tezi, *İTÜ Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü*, İstanbul.
- Özcebe, G. (2004) Tübitak İçtag 1754 Sayılı Proje:Deprem Güvenliğinin Saptanması İçin Yöntemler Geliştirilmesi Sonuç Raporu, *Tübitak* Ocak 2004, Ankara.
- Sallio, N. (2005) Mevcut Yığma Yapıların Deprem Bakımından İncelenmesi ve Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- Şen, G., Yılmaz, S. ve Kaplan, H. (2004) Maksimum Yer İvmelerinin Coğrafi Bilgi Sistemi İle Tahmini, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- Şenel, M., İnel, M., Toprak, S. ve Aslankara Y. (2006) Depreme Hazırlık Kapsamında Kent Ölçeğinde Mevcut Durum Tespiti :Denizli İçin Örnek Çalışma, *Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu*, Bildiriler Kitabı Pamukkale,Denizli, s.155
- Sucuoğlu, H. (2007) Yapıların Deprem Güvenliğini Değerlendirme Yöntemleri, *Deprem Araştırma Merkezi* <http://kisi.deu.edu.tr/yusuf.yesilce/pdf/Yapilarin>

[Deprem Guvenligini Degerlendirme Yontemleri H.Sucuoglu.pdf.](#), Ankara (16.09.2007)

- Temur, R. (2006) Geliştirilmiş Hızlı Durum Tespit Yöntemi, *Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu*, Bildiriler Kitabı, Pamukkale, Denizli,s.114
- Tolles, E. L., and Krawinkler, H. (1986) Performance Evaluation of Adobe Houses through Small-Scale Model Tests of Shake Tables, *Middle East and Mediterranean Regional Conference on Earthen and Low-Strength Masonry Buildings in Seismic Areas*, Ankara.
- Türer, A., Şimşek, Ç., Gölalınış, M., Özden, B., Dilsiz, A., Özen, Ö., ve Korkmaz, H. (2005) Kullanılmış Araba Lastiği ile Bina Güçlendirme Antakya Pilot Bölge Uygulaması ve Dekoratif Çözümler, *Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Artırılması Çalıştayı*, 17.2.2005, Ankara.
- Türer A. ve Dilsiz A. (2005) Türkiye’de Yığma Yapılar İçin Depremsel Risk Haritası Oluşturulması, *Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Artırılması Çalıştayı*, Bildiriler Kitabı, ODTÜ,Ankara, s.47.
- Ulusal Deprem Konseyi (2002), Deprem Zararlarını Azaltma Ulusal Stratejisi Raporu, *Tübitak*, Ankara
- Ünal, O. ve Yurtçu Ş. (2006) Binaların Deprem Risk Değerlendirmesi İçin Anket Çalışması, *Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu*, Bildiriler Kitabı Pamukkale, Denizli, s.235
- Valluzzi, M.R., Binda, L. and Modena, C. (2005) Mechanical behaviour of historic masonry structures strengthened by bed joints structural repointing, *Construction and Building Materials*, n.19 s.63-73.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Sadık DURAK

Ana Adı : Emine

Baba Adı : Adem

Doğum Yeri ve Tarihi : Çivril / 22.10.1978

Lisans : Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2001

Çalıştığı Yer : Uşak Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü

Yabancı Dil : İngilizce

