



**DEPREMDE OLUŞACAK BİNA HASARLARININ ENVANTER  
BİLGİLERİNE DAYALI TAHMİNİ VE COĞRAFİ BİLGİ  
SİSTEMLERİ (CBS) UYGULAMASI**

**Yasemin MANAV**

**Mayıs 2007  
DENİZLİ**

**DEPREMDE OLUŞACAK BİNA HASARLARININ ENVANTER  
BİLGİLERİNE DAYALI TAHMİNİ VE COĞRAFI BİLGİ  
SİSTEMLERİ (CBS) UYGULAMASI**

**Yasemin MANAV**

**Mayıs 2007  
DENİZLİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU**

Yasemin MANAV tarafından Yrd. Doç. Dr. Selçuk TOPRAK yönetiminde hazırlanan “Depremde Oluşacak Bina Hasarlarının Envanter Bilgilerine Dayalı Tahmini ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Uygulaması” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. Selçuk TOPRAK  
Jüri Başkanı



Jüri Üyesi  
Prof. Dr. Halil Kumsar



Jüri Üyesi  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet İnel

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL**  
Müdür

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, hocam Yrd. Doç. Dr. Selçuk Toprak'a

Her zaman bilgileri ve görüşleriyle yol gösteren, tezimin şekillenmesini sağlayan, bir çok konuda bana destek olan Yrd. Doç. Dr. Murat Şevket Şenel ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet İnel'e,

Bilgilerinden ve görüşlerinden yararlandığım, tezimin yazımında bana manevi destek veren hocam Yrd. Doç. Dr. A. Cem Koç'a,

Sağladıkları katkıdan dolayı jüri üyeleri Prof. Dr. Halil Kumsar ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet İnel'e,

Tezimin her aşamasında maddi ve manevi olarak yanımda olan, bana anlayışlarıyla destek veren aileme,

Her an yanımda olan, tezimin her satırında bana yardımcı olan, sabrını esirgemeyen eşim Ramazan Manav'a;

İçten teşekkürlerimi sunarım.

Yasemin MANAV

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

İmza:



Öğrenci Adı Soyadı: Yasemin MANAV

## ÖZET

### **DEPREMDE OLUŞACAK BİNA HASARLARININ ENVANTER BİLGİLERİNE DAYALI TAHMİNİ VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) UYGULAMASI**

**Manav, Yasemin**  
**Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği ABD**  
**Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Selçuk TOPRAK**

**Mayıs 2007, 225 sayfa**

Ülkemizde yaşanan son depremlerde meydana gelen ekonomik ve can kayıpları yapılarımızın kalitelerinin oldukça düşük olduğunu göstermiştir. Bunun neticesinde muhtemel depremlerde can ve mal kayıplarının azaltılması için mevcut bina stoklarının deprem risklerinin gözden geçirilerek gerekli önlemlerin alınması için çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Bu tez çalışmasında binalarda olası depremlerin yaratacağı hasarların önceden tahmin edilmesi ile ilgili yöntemler incelenmiş ve geliştirilmiştir. Bu amaç doğrultusundaki çalışmalarda Denizli’de belirlenen pilot bölgede ve tüm Denizli’de bina stoğu kullanılmıştır. Veri girişi ve analizlerinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) faydalanılmıştır. Denizli şehrinin jeolojisi, depremselliği incelenmiş ve Denizli Mücavir alan sınırları içinde bulunan seçilmiş 12 mahallede (pilot bölge) sokak taraması yapılmıştır. Binaların dışarıdan gözlenen özellikleriyle değerlendirilmesi amacıyla Pamukkale Üniversitesi yaklaşımı olarak isimlendirilen bina kalite puanlama sistemi (PAÜ yaklaşımı) getirilmiştir. Pilot bölgede sokak taraması sırasında 2510 betonarme 956 yığma bina ile ilgili toplanan parametrelerin genel bina performansı üzerindeki etkileri, betonarme ve yığma binalar için 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 (K.S.Y.) kullanılmıştır. Binalarda oluşabilecek hasar miktarları, iki farklı fay kırığı (Pamukkale ve Karakova-Akhan Fayı) ve 4 farklı deprem büyüklüğü (M6.0, M6.3, M6.5 ve M7) kullanılarak 8 farklı deprem senaryosu için belirlenmiştir. Dışardan görünen özelliklerle binaların hızlı değerlendirme metotlarından olan FEMA154, İÇTAG (2004) ve EMS98 yöntemleriyle toplanan pilot bölge verileri

değerlendirilmiştir. Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE 2000) tarafından yapılan çalışmada tüm Denizli bina verileri değerlendirilerek Denizli pilot bölge verileriyle karşılaştırılmıştır. DİE (2000) verisi bina sayılarının seçilen mahallelerde yapılan envanter çalışmalarından elde edilen veriler ile genel olarak uyumlu olduğu gözlenmiştir. Tüm Denizli için DİE (2000) verileri kullanılarak bina hasarları PAÜ yaklaşımı kullanılarak hesaplanmıştır. HAZUS (1999)'da bulunan yaralanma seviyeleri ve can kaybı sayısı oranlarının Türkiye için güncellenmiş halleri kullanılarak pilot bölge ve tüm Denizli için yaralanma seviyeleri ve can kaybı sayısı hesaplanmıştır. CBS programı olan ArcView programında PAÜ yaklaşımı ile ara işlemleri görmeden analizleri yapabilen DepremRisk-Bina yazılımı yazılmıştır. DepremRisk-Bina ile hasar olasılık yaklaşımını bilmeyen kişilerin bile ellerinde bina ve sismik verilerin olması şartıyla, bina hasar miktarlarını elde etmeleri sağlanmaktadır. Ayrıca bu yazılımla can kaybı ve yaralanma seviyelerinin de belirlenmesi mümkün olmaktadır. Bu sayede yerel yönetimlerin bina stoklarını hızlı bir şekilde değerlendirebilmeleri ve risk altındaki insan sayısını belirleyebilmeleri ile de afet bilgi sistemi için önemli bir alt yapı olmaktadır. Denizli için yapılan analizler göstermiştir ki, olası farklı büyüklükteki depremler bina stoğuna önemli ölçüde zarar vermektedir. Olası bir deprem sonrası maddi zarar ve can kaybını en aza indirmek için bu çalışmada anlatıldığı üzere belediyeler kendi bina stoklarının deprem performanslarını değerlendirmeli ve gerekli önlem ve iyileştirme çalışmaları yapmalıdır. Afet bilgi sistemleri hazırlanmalı, afet öncesi ve afet sonrası müdahalelere hazır olunmalıdır.

**Anahtar Kelimeler: Bina hasarları, Yaralanma seviyeleri, Can kaybı sayısı, Coğrafi bilgi sistemleri, Denizli, DepremRisk-Bina, Deprem senaryosu, PAÜ yaklaşımı.**

**Yrd. Doç. Dr. Selçuk TOPRAK**

**Prof. Dr. Halil Kumsar**

**Yrd. Doç. Dr. Mehmet İnel**

**ABSTRACT****INVENTORY DATA BASED PREDICTION OF BUILDING DAMAGES  
CAUSED BY EARTHQUAKES AND GEOGRAPHICAL INFORMATION  
SYSTEMS (GIS) APPLICATIONS****Manav, Yasemin  
Master Thesis, Civil Engineering****Supervisor: Asst. Prof. Dr. Selçuk TOPRAK  
MAY 2007, 225 pages**

Following substantial economic losses and casualties in recent devastating earthquakes in Turkey, there has been an increasing awareness among governmental and non-governmental organizations for reducing earthquake risks and emergency response and recovery preparation. With increasing economic loss and casualties after each earthquake near urban areas, the reduction of risk in urban areas is of primary concern in a global earthquake response planning. Earthquake loss estimates at regional scales are very valuable and important in these planning efforts. The most vulnerable structures regarding economic and human losses in developing countries are buildings, which is the main interest of this thesis. Loss estimation methodologies for buildings are investigated and some improvements were made herein. Data from the pilot region and all Denizli were used. All inventory data were assembled in a Geographical Information System (GIS) database and analysis were performed by GIS. The field study used street survey method and covered a pilot region which consist of 12 out of 54 sub-districts of Denizli. The inventory includes information about the buildings such as story numbers, construction year, pounding of adjacent buildings, soft story-short column properties, presence of heavy overhangs and apparent building quality. Contributions were made to existing loss estimation methods for buildings. In particular, a procedure (which is renamed herein as PAU approach) is introduced to estimate the seismic quality of buildings using a scoring layout for the effective parameters in seismic behavior. Buildings in the selected region are composed of masonry and reinforced concrete (RC) structures (2510 RC and 956 masonry buildings). Spectral displacement based fragility curves and Capacity Spectrum Method (CSM) were utilized in the analyses. Vulnerability scores to quantify the building quality as good, fair and poor which is effective in the building capacity determination were developed herein and their use in the analyses was also presented. Considering the tectonics and earthquake occurrence



and activity around Denizli city and its surroundings, eight scenario earthquakes with four different earthquake magnitudes (M6, M6.3, M6.5 and M7) caused by two different fault ruptures (Pamukkale and Karakova-Akhan Faults) were used. The building inventory in the pilot region were also evaluated by using FEMA-154, ICTAG (2004) and EMS98 methods. Results obtained from the pilot region have shown that there is a correlation between the structural damage and the building height. This damage relationship and damage ratios obtained from the sub-districts in pilot region were extended to all other 44 subdistricts of Denizli. Statistical data by Statistical Institute of Government were evaluated during this process and possible reinforced concrete building failures in whole Denizli were calculated. The casualties are estimated for four injury severity levels described in HAZUS (1999) according to casualty model established by Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute to reflect experience from past earthquakes in Turkey. A new loss estimation software program which works under GIS program ArcView was produced in this thesis. The program was named as DepremRisk-Bina and provides a tool even for users who are not experienced in loss estimation procedures. The users provide to the program building inventory and seismic data and obtain the building damages and casualties. It is expected that the program will be useful for municipalities, government institutions, engineers, and researchers. The damage assessment and loss studies showed that significant casualties and economic losses may result during the scenario earthquakes. It is recommended that loss estimation studies and emergency management studies should be performed for cities and regions as soon as possible and improvements in building stocks should be made without any delay.

**Keywords: Building damages, Denizli, DepremRisk-Bina, Geographical Information Systems (GIS), Human losses, Injury severity levels, PAÜ methodology, Scenario earthquake.**

**Asst. Prof. Dr. Selçuk TOPRAK**

**Prof. Dr. Halil Kumsar**

**Asst. Prof. Dr. Mehmet İnel**

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>Sayfa</b>
YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY SAYFASI	i
TEŞEKKÜRLER	ii
BİLİMSEL ETİK SAYFASI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xvii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
1. GİRİŞ	1
1.1. İnceleme Alanın Tanıtımı	2
2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE DEPREM MÜHENDİSLİĞİNDEKİ UYGULAMALARI	4
2.1 Giriş	4
2.2 Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Çalışma Prensipleri	5
2.2.1 Coğrafik referanslar	5
2.2.2 Temel işlevler	5
2.2.3 Coğrafi bilgi sistemlerinde veri modelleri	6
2.2.4 Coğrafi bilgi sistemlerinde konu analizleri	7
2.3 CBS'nin Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetiminde Kullanımı	8
2.3.1 CBS ile deprem risk analizleri ve bina hasar tahminler	8
2.3.1.1. Ulusal deprem hasarlarını azaltma programı (HAZUS)	10
2.3.1.1.1. HAZUS hasar tahmin metodolojisi	11
2.3.1.1.2. İzmir deprem master planı	15
2.3.1.1.3. İstanbul için deprem master planı	18
2.3.2 Afet planlama ve yönetimi	21
2.3.2.1 Afet öncesinde	22
2.3.2.2 Afet sonrasında	22
2.3.2.3 Acil afet yönetim sistemi için CBS kullanımı	23
3. DENİZLİ'DE SEÇİLEN PİLOT BÖLGENİN BİNA STOĞU VE DEPREMSELLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ (PAÜ YAKLAŞIMI)	29
3.1 Giriş	29
3.2 Denizli şehrinin jeoloji ve depremselliği	30
3.3 Pilot bölgeler	43
3.4 Bina envanteri çalışması	44
3.4.1 Taşıyıcı sistem türü	47
3.4.2 Kat sayısı	47
3.4.3 Binaların yapım yılı	47
3.4.4 Kapalı çıkma	48
3.4.5 Bitişik nizam durumu	48
3.4.6 Yumuşak kat/kısa kolon	49

3.4.7 Envanter bilgilerinin coğrefi bilgi sisteminde değerlendirilmesi	50
3.5 Bina kalite sınıflandırması	55
3.5.1 Betonarme binaların kalite sınıflandırılması	55
3.5.2 Yığma binaların kalite sınıflandırılması	58
3.6 Yapısal hasarların tahmin metodolojisi	63
3.6.1 Kapasite spektrumu yönetimi	63
3.6.2 Bina kapasite yöntemi	64
3.6.3 Deprem talep spektrumu	68
3.6.4 Bina hasar olasılık eğrileri	72
3.6.4.1 Bina hasarı olasılık eğrilerinin elde edilmesi	75
3.6.4.2 Hasar seviyelerinin tesbiti (HAZUS 1999 ve IEDMP2000)	76
3.7 Bina hasar tahminleri ve coğrafi bilgi sisteminde değerlendirilmesi	77
3.8 Can Kaybı ve Yaralı Sayısı	90
<b>4. BİNA ENVANTER VERİLERİNİN DİĞER HIZLI DEĞERLENDİRME METOTLARIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ</b>	<b>97</b>
4.1. Giriş	97
4.2. Potansiyel Sismik Hasarlar İçin Binaların Hızlı Görsel İncelenmesi (FEMA-154)	
4.3 Tübitak İÇTAG YMAÜ İ574 Numaralı Araştırma Projesi (Deprem Güvenliğinin Saptanması)	103
4.3.1 Birinci kademe değerlendirme - sokak taraması	103
4.3.1.1 Kat adedi	103
4.3.1.2 Yumuşak kat : yok (0); var (1)	103
4.3.1.3 Ağır çıkmalar: yok (0); var (1)	104
4.3.1.4 Görünen yapı kalitesi : İyi (0); Orta (1); Kötü (2)	104
4.3.1.5 Kısa kolon : Yok (0); Var (1)	104
4.3.1.6 Çarpışma etkisi : Yok (0); Var (1)	104
4.3.1.7 Tepe/yamaç etkisi : Yok (0); Var (1)	105
4.3.1.8 Yerel zemin koşulları ve deprem etkisi	105
4.3.2 Tübitak İÇTAG YMAÜ İ574 Numaralı Araştırma Projesi İle Bina Verilerinin Değerlendirilmesi	108
4.4 Avrupa Yüksek Sismik Ölçeği (European Macroseismic Scale) (EMS98)	110
4.4.1 Değerlendirme terimleri	111
4.4.2 Betonarme binalar için EMS98 hasar sınıflandırması	112
4.4.3 EMS98 Şiddet Cetveli	113
4.4.4 Çalışma bölgesinde deprem büyüklüklerine göre deprem şiddetlerinin belirlenmesi ve hasarların hesaplanması	117
<b>5. DENİZLİ'DE SEÇİLEN PİLOT BÖLGE İÇİN YAPILAN ÇALIŞMANIN DEVLET İSTATİSTİK ENSTİTÜSÜ VERİLERİ KULLANILARAK TÜM DENİZLİ'YE UYGULANMASI</b>	<b>121</b>
5.1. Giriş	121

5.2. Devlet İstatistik Enstitüsü Denizli Verileri ve Pilot bölge Verileriyle Karşılaştırılması	122
5.3. Denizli Merkez’ de Bulunan Bütün Yapılar İçin Muhtemel Depremlerde Oluşacak Hasar Dağılımlarının Elde Edilmesi ve CBS’ de Değerlendirilmesi	127
5.4 Can Kaybı ve Yaralı Sayısı	150
<b>6.COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ ÜZERİNDE HIZLI DEĞERLENDİRME METODLARININ UYGULANABİLECEĞİ YAZILIM: DEPREMRİSK-BİNA</b>	159
6.1 Giriş	159
6.2 DepremRisk-Bina Çalışma Prensibi	159
6.3.DepremRisk-Bina Kullanım Yöntemleri	161
6.3.1. Bina verilerinin veri tabanına aktarılması	162
6.3.2 Bina verilerinin puan değerlendirilmesinin yapılması, bina performans noktası, hasar miktarları, can kaybı sayısı ve yaralanma seviyelerinin hesaplanması	163
6.4 Bina Hasar Olasılıklarının ArcView’de Görüntülenmesi: Denizli Örneği	165
<b>7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b>	171
7.1 Giriş	171
7.2 Denizli Merkez ‘deki Tüm Yapıların PAÜ Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi	171
7.3 Denizli Merkez ‘deki Tüm Yapıların PAÜ Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi	172
7.4 Hızlı Değerlendirme Metotlarının Değerlendirilmesi	173
7.5 DepremRisk-Bina İle Bina Verilerinin Değerlendirilmesi	174
7.6 Öneriler	175
<b>KAYNAKLAR</b>	176
<b>EKLER</b>	180
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	225

<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 1.1</b> İnceleme alanının yer bulduru haritası	3
<b>Şekil 2.1</b> CBS' de raster ve vektörel veri gösterimi	6
<b>Şekil 2.2</b> Risk analizi için gerekli kriterler (Çolak 2004)	9
<b>Şekil 2.3</b> HAZUS hasar tahmin yaklaşımı (FEMA 1999)	12
<b>Şekil 2.4</b> M7.3 senaryo depreminde yaralı tahminleri (Wong vd 2005)	13
<b>Şekil 2.5</b> M7.3 senaryo depreminde oluşabilecek binaların türlerine göre dağılımları ve bölgelere göre bina ekonomik kayıpları (Wong vd, 2005)	14
<b>Şekil 2.6</b> M7.3 senaryo depremi için en az orta hasara sahip ticari binaların dağılımı (Wong vd, 2005)	14
<b>Şekil 2.7</b> Alsancak bölgesi ve bu bölgeden çıkarılmış hücre bölge (IEDMP, 2000)	15
<b>Şekil 2.8</b> 1975 sonrası betonarme binalar için sayısal bina hasarları (IEDMP, 2000)	17
<b>Şekil 2.9</b> Risk analizine göre can kaybı yoğunluğu (IDMP, 2003)	19
<b>Şekil 2.10</b> Ağır hasarlı yapı yoğunluğu (IDMP, 2003)	20
<b>Şekil 2.11</b> Afet yönetimi evreleri (Aksaray ve Tecim, 2004)	21
<b>Şekil 2.12</b> 10.000 lt. hacmi bir lpg istasyonu için risk derecelendirmesi (Yıldırım 2003)	25
<b>Şekil 2.13</b> Kastamonu İli'nin bütünleşik afet (deprem, heyelan, kaya düşmesi ve çığ afetleri için) tehlike haritası (Hamzaçebi vd, 2004)	26
<b>Şekil 2.14</b> Denizli Belediyesi mücavir alanının yerleşime uygunluk ve imar haritaları (Kumsar vd 2004)	28
<b>Şekil 3.1</b> Denizli ve civarında meydana gelen depremler ve fay hatları (Toprak vd, 2004)	33
<b>Şekil 3.2</b> Denizli ve çevresinin genelleştirilmiş jeoloji haritası (Sun 1990'dan değiştirilmiştir) (Özkul vd 2002)	35
<b>Şekil 3.3</b> Denizli havzasını oluşturan fayların genel gidişlerini gösteren blok diyagram (Hançer ve Çemen 2005)	35
<b>Şekil 3.4</b> İnceleme alanının jeoloji haritası ve enine kesiti (Çelik 2003)	37
<b>Şekil 3.5</b> Kuvvetli kareket azalım ilişkilerinde kullanılan uzaklık ölçütleri	41
<b>Şekil 3.6</b> Denizli şehrinin Karakova-Akhan fayı ve Pamukkale fayına göre konumu	42
<b>Şekil 3.7</b> Denizli şehri ve pilot bölge	43
<b>Şekil 3.8</b> Tek ve iki cepheden kapalı çıkma için örnek binalar	48
<b>Şekil 3.9</b> Bitişik nizam durumu sınıflandırması	49
<b>Şekil 3.10</b> Bitişik nizam durumu sınıflandırılmasına örnek binalar	49
<b>Şekil 3.11</b> Yumuşak kat ve kısa kolon durumu için örnek binalar	50
<b>Şekil 3.12</b> Veri girişi ekranı	51

<b>Şekil 3. 13</b> Envanter verilerin taşıyıcı sistem türü, kat sayısı ve yapım yılına göre dağılımı	52
<b>Şekil 3. 14</b> Betonarme binaların kat sayısı, kapalı çıkma, bitişiklik, yumuşak kat/kısa kolon durumlarına göre dağılımı	53
<b>Şekil 3.15</b> Envanter verilerinin yapı türü, toplam bina sayısı ve yapım yılına göre dağılımları	54
<b>Şekil 3.16</b> Betonarme binaların kalite sınıflandırması	57
<b>Şekil 3.17</b> Yığma binaların katlara göre, taşıyıcı duvar malzemesine göre dağılımları	58
<b>Şekil 3.18</b> Taşıyıcı duvar boşlukları (Afet yönetmeliği 1998)	60
<b>Şekil 3.19</b> Bina sayısı ve puanların log-normal dağımı ve kalite sınıflandırması	60
<b>Şekil 3.20</b> 1 ve 2 katlı yığma binaların kalitelerine göre dağılımı	62
<b>Şekil 3.21</b> 3 ve 4 katlı yığma binaların kalitelerine göre dağılımı	63
<b>Şekil 3.22</b> Bina yatay yük taşıma kapasitesi eğrisi	64
<b>Şekil 3.23</b> İdealleştirilmiş kapasite spektrumu	66
<b>Şekil 3.24</b> Pilot bölge elastik ivme spektrumu	68
<b>Şekil 3.25</b> Kapasite ve talep spektrumları	70
<b>Şekil 3.26</b> Örnek bina gurubu kapasite spektrumu (BA-2, 1975 sonrası, orta kalite)	71
<b>Şekil 3.27</b> Örnek bina gurubu için hasar olasılık eğrileri	76
<b>Şekil 3.28</b> Karakova-Akhan fayı M 6.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	78
<b>Şekil 3.29</b> Karakova-Akhan fayı M 6.3 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	78
<b>Şekil 3.30</b> Karakova-Akhan fayı M 6.5 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	79
<b>Şekil 3.31</b> Karakova-Akhan fayı M 7.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	79
<b>Şekil 3.32</b> Pamukkale fayı M6.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	80
<b>Şekil 3.33</b> Pamukkale fayı M6.3 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	80
<b>Şekil 3.34</b> Pamukkale fayı M6.5 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	81
<b>Şekil 3.35</b> Pamukkale fayı M7.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	81
<b>Şekil 3.36</b> Karakova-Akhan Fayı M6.0 için mahalle bazında hasar dağılımları	82
<b>Şekil 3.37</b> Karakova-Akhan Fayı M6.3 için mahalle bazında hasar dağılımları	83
<b>Şekil 3. 38</b> Karakova-Akhan Fayı M6.5 için mahalle bazında hasar dağılımları	83

<b>Şekil 3.39</b> Karakova-Akhan Fayı M7.0 için mahalle bazında hasar dağılımları	84
<b>Şekil 3.40</b> Pamukkale Fayı M6.0 için mahalle bazında hasar dağılımları	84
<b>Şekil 3.41</b> Pamukkale Fayı M6.3 için mahalle bazında hasar dağılımları	85
<b>Şekil 3.42</b> Pamukkale M6.5 için mahalle bazında hasar dağılımları	85
<b>Şekil 3.43</b> Pamukkale M7.0 için mahalle bazında hasar dağılımları	86
<b>Şekil 3.44</b> Karakova-Akhan Fayı M6.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	86
<b>Şekil 3.45</b> Karakova-Akhan Fayı M6.3 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	87
<b>Şekil 3.46</b> Karakova-Akhan Fayı M6.5 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	87
<b>Şekil 3.47</b> Karakova-Akhan Fayı M7.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	88
<b>Şekil 3.48</b> Pamukkale Fayı M6.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	88
<b>Şekil 3.49</b> Pamukkale Fayı M6.3 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	89
<b>Şekil 3.50</b> Pamukkale Fayı M6.5 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	89
<b>Şekil 3.51</b> Pamukkale Fayı M7.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	90
<b>Şekil 3.52</b> Akhan Fayı M6.0 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları	92
<b>Şekil 3.53</b> Akhan Fayı M6.3 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları	93
<b>Şekil 3.54</b> Akhan Fayı M6.5 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları	93
<b>Şekil 3.55</b> Akhan Fayı M7.0 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları	94
<b>Şekil 3.56</b> Pamukkale Fayı M6.0 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları	94
<b>Şekil 3.57</b> Pamukkale Fayı M6.3 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları	95
<b>Şekil 3.58</b> Pamukkale Fayı M6.5 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları	95
<b>Şekil 3.59</b> Pamukkale Fayı M7.0 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları	96
<b>Şekil 4.1</b> FEMA-154 veri değerlendirme formu	100
<b>Şekil 4.2</b> Betonarme bir bina için doldurulmuş FEMA-154 veri değerlendirme formu	101
<b>Şekil 4.3</b> FEMA-154 kriterlerine göre pilot bölge betonarme bina verilerine göre değerlendirme sonuçları	102

<b>Şekil 4.4</b> PGV<40 cm/sn kriterine göre pilot bölge verilerinin değerlendirilmesi	109
<b>Şekil 4.5</b> 40<PGV<60 cm/sn kriterine göre pilot bölge verilerinin değerlendirilmesi	109
<b>Şekil 4.6</b> Miktar türlerinin tanımı (az, çok, pek çok)	112
<b>Şekil 4.7</b> Türkiye için orta katlı betonarme binaların şiddete göre hasar olasılık eğrileri ve geçmişte olmuş depremlerin şiddetleri (Durukal vd 2006)	118
<b>Şekil 4.8</b> Türkiye için az ve yüksek katlı betonarme binaların şiddete göre hasar olasılık eğrileri (Durukal vd 2006)	119
<b>Şekil 4.9</b> Üç farklı deprem şiddeti için toplam hasarlı bina sayısı ve hasar türlerine göre dağılımı	120
<b>Şekil 5.1</b> Tüm Denizli bina verilerinin bina taşıyıcı sistemine göre sınıflandırması ( DİE 2000)	123
<b>Şekil 5.2</b> Tüm Denizli bina verilerinin kat sayısına göre sınıflandırması ( DİE 2000)	124
<b>Şekil 5.3</b> Bina taşıyıcı sistem türüne göre binaların mahalle bazında dağılımları	125
<b>Şekil 5.4</b> Kat sayılarına göre binaların dağılımı	126
<b>Şekil 5.5</b> Taşıyıcı sistem türlerine göre binaların dağılımı a) Pilot bölge b) Tüm Denizli (DİE 2000)	126
<b>Şekil 5.6</b> Mahalleler, mahalle merkezleri ve faylara göre konumu	128
<b>Şekil 5.7</b> Karakova-Akhan fayı M 6.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	130
<b>Şekil 5.8</b> Karakova-Akhan fayı M 6.3 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	130
<b>Şekil 5.9</b> Karakova-Akhan fayı M 6.5 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	131
<b>Şekil 5.10</b> Karakova-Akhan fayı M 7.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	131
<b>Şekil 5.11</b> Pamukkale fayı M 6.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	132
<b>Şekil 5.12</b> Pamukkale fayı M 6.3 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	132
<b>Şekil 5.13</b> Pamukkale fayı M 6.5 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	133
<b>Şekil 5.14</b> Pamukkale fayı M 7.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı	133
<b>Şekil 5.15</b> Karakova-Akhan Fayı M6.0 için mahalle bazında bina hasar dağılımları	134
<b>Şekil 5.16</b> Karakova-Akhan Fayı M6.3 için mahalle bazında bina hasar dağılımları	135
<b>Şekil 5.17</b> Karakova-Akhan Fayı M6.5 için mahalle bazında bina hasar dağılımları	136



<b>Şekil 5.18</b> Karakova-Akhan Fayı M7.0 için mahalle bazında bina hasar dağılımları	137
<b>Şekil 5.19</b> Pamukkale Fayı M6.0 için mahalle bazında bina hasar dağılımları	138
<b>Şekil 5.20</b> Pamukkale Fayı M6.3 için mahalle bazında bina hasar dağılımları	139
<b>Şekil 5.21</b> Pamukkale Fayı M6.5 için mahalle bazında bina hasar dağılımları	140
<b>Şekil 5.22</b> Pamukkale Fayı M7.0 için mahalle bazında bina hasar dağılımları	141
<b>Şekil 5.23</b> Karakova-Akhan Fayı M6.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	142
<b>Şekil 5.24</b> Karakova-Akhan Fayı M6.3 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	143
<b>Şekil 5.25</b> Karakova-Akhan Fayı M6.5 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	144
<b>Şekil 5.26</b> Karakova-Akhan Fayı M7.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	145
<b>Şekil 5.27</b> Pamukkale Fayı M6.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	146
<b>Şekil 5.28</b> Pamukkale Fayı M6.3 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	147
<b>Şekil 5.29</b> Pamukkale Fayı M6.5 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	148
<b>Şekil 5.30</b> Pamukkale Fayı M7.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri	149
<b>Şekil 5.31</b> Karakova-Akhan fayı M6.0 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri	151
<b>Şekil 5.32</b> Karakova-Akhan fayı M6.3 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri	152
<b>Şekil 5.33</b> Karakova-Akhan fayı M6.5 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri	153
<b>Şekil 5.34</b> Karakova-Akhan fayı M7.0 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri	154
<b>Şekil 5.35</b> Pamukkale fayı M6.0 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri	155
<b>Şekil 5.36</b> Pamukkale fayı M6.3 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri	156
<b>Şekil 5.37</b> Pamukkale fayı M6.5 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri	157
<b>Şekil 5.38</b> Pamukkale fayı M7.0 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri	158
<b>Şekil 6.1</b> DepremRisk-Bina'nın akış diyagramı	160
<b>Şekil 6.2</b> DepremRisk-Bina'nın ArcView programına eklenmesi	161
<b>Şekil 6.3</b> Veri tabanına veri ekleme	162

<b>Şekil 6.4</b> DepremRisk-Bina programında a) Excel programından veri alma, b) Excel programına veri gönderme	163
<b>Şekil 6.5</b> Veri puanlarının hesaplanması, hesaplanan verilerin i, j, k ya göre gruplanması ve değer hesaplanması	164
<b>Şekil 6.6</b> Gruplara göre performans noktalarının hesabı ve kümülatif hasar olasılık değerlerinin hesabı	164
<b>Şekil 6. 7</b> Hasar yüzdelerini mahalle layerına ekleme	165
<b>Şekil 6. 8</b> Hasar yüzdeleri a) Toolbox ekranı b) Analiz ekranı	166
<b>Şekil 6. 9</b> Mahalleleri ağır ve göçme dağılımına göre görüntüleme işlemi	167
<b>Şekil 6. 10</b> Ağır hasarlı veya göçen bina sayılarının mahallelere göre dağılımı	167
<b>Şekil 6. 11</b> Mahallelerin hasar yüzdelerine göre dağılım görüntüleme işlemi	168
<b>Şekil 6. 12</b> Hasar yüzdelerinin mahallelere göre dağılım grafikleri	168
<b>Şekil 6.13</b> Yaralanma seviyesi ve can kaybı sayılarını mahalle layerına ekleme	169
<b>Şekil 6.14</b> Yaralanma seviyeleri ve can kaybı sayıları dağılım grafikleri	170

<b>TABLolar DİZİNİ</b>	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 2.1</b> Bina taşıyıcı sistem kodları	16
<b>Tablo 3. 1</b> Denizli ve yakın çevresinde meydana gelen tarihi depremler (PAÜ 2002)	31
<b>Tablo 3. 2</b> Denizli’de 1900 yılı ve 2003 yılı arasında meydana gelen aletsel büyüklüğü 4.5 ve üzerindeki depremler ve etkileri (Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi ve Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü verilerine göre)	32
<b>Tablo 3.3</b> PGA ve spektral değerlerin hesaplaması için kullanılan azalım ilişkisinde kullanılan parametreler ve katsayılar	41
<b>Tablo 3.4</b> Envanter Formu	45
<b>Tablo 3.4</b> Envanter Formu (devamı)	46
<b>Tablo 3.5</b> Katlara ve taşıyıcı sisteme göre kullanılan kodlama sistemi	47
<b>Tablo 3.6</b> Betonarme binalar için seçilen parametrelerin puanlaması	56
<b>Tablo 3.7</b> Yığma binalar için parametrelerin puanlaması	59
<b>Tablo 3.8</b> Afet Yönetmeliği’nde izin verilen en çok kat sayısı	59
<b>Tablo 3.9</b> Taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları (Afet Yönetmeliği 1998)	61
<b>Tablo 3.10</b> Bina kapasite spektrumu parametreleri	67
<b>Tablo 3.11</b> Histeresiz çevrimi alan/şekil katsayıları	70
<b>Tablo 3.12</b> Performans noktası hesabında iteratif yöntem	72
<b>Tablo 3.13</b> Görelî kat ötelemeleri ve spektral yerdeğiştirmelerin [cm] median değerleri (J = 1)	74
<b>Tablo 3.14</b> Görelî kat ötelemeleri ve spektral yerdeğiştirmelerin [cm] median değerleri (j = 2)	74
<b>Tablo 3.15</b> Standart sapma değerleri (J = 1)	74
<b>Tablo 3.16</b> Standart sapma değerleri (J = 2)	74
<b>Tablo 3.17</b> Sd (cm), P [ D <sup>3</sup> hafif] değerleri	75
<b>Tablo 3.18</b> Yaralanma seviyeleri	91
<b>Tablo 3.19</b> Betonarme yapılar için can kaybı oranları	91
<b>Tablo 3.20</b> Yığma yapılar için can kaybı oranları	91
<b>Tablo 4.1</b> FEMA 154 bina taşıyıcı sistem grupları	98
<b>Tablo 4.2</b> Hafif, orta, ağır deprenselliğe göre dağılım kriterleri	98
<b>Tablo 4.3</b> FEMA 154 başlangıç puanları	99
<b>Tablo 4.4</b> FEMA-154 puanlamasında esas alınan bina özellikleri	99
<b>Tablo 4.5</b> Deprem büyüklüğü ve uzaklığa göre pilot bölge için maksimum PGV değerleri (Toprak ve Taşkın 2006)	107
<b>Tablo 4.6</b> Sokak taraması parametreleri	107
<b>Tablo 4.7</b> Sokak taraması puanlama değerleri	108

<b>Tablo 4.8</b> EMS98'deki bina malzeme türü, kalite sınıflandırması	111
<b>Tablo 4.9</b> Betonarme binalar için EMS98 hasar sınıflandırması	112
<b>Tablo 4.10</b> Pamukkale ve Karakova-Akhan fayları için şiddetler	118

## SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

A.B.D	Amerika Birleşik Devletleri
BA	Betonarme Bina
BN	Bitişik Nizam Durumu
C	Sismik Dalga Yayılma Hızı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
Cij	Yatay Dayanım Katsayısı
DGR	Çelik Vs Bina
F	Fay Türü, Faylanma Katsayısı
g	Yerçekim İvmesi
GD	Güney Doğu
H	Binanın Yüksekliği
HW	Duvarlama Etkisi
I	Bina Önem Katsayı
K.S.Y.	Kapasite Spektrumu Yöntemi
KB	Kuzey Batı
KÇ	Kapalı Çıkma
KK	Kısa Kolon
kN	Kilo Newton
lb	Pencere, Kapı Boşluğu
ln	Duvar Uzunluğu
lw	Duvar Genişliği
MS	Milattan Sonra
$M_s, M, M_w$	Deprem Büyüklüğü (Magnitüd)
PGA	Pik Yer İvmesi
PGV	Pik Yer Hızı
PSA	Spektral İvme
R	Fay Kırığına Yüzeyden Ölçülen Yatay Mesafe
R	Rayleigh Dalgaları (Yüzey Dalgası)
$R_A-R_V$	İvme Azaltma Katsayı
$r_{jb}$	Fay Kırığının Yeryüzündeki İzine Olan En Kısa Mesafe
$R_{seis}$	Fay Kırığından Çalışma Alanına En Kısa Mesafe
S	Zemin Yüzey Eğimi
Sa	Spektral İvme
$S_{a,ijk}$	Spektral İvme Fonksiyonu
Sd	Spektral Yerdeğiştirme
$S_{d,ijk}$	Spektral Yerdeğiştirme Fonksiyonu
$S_{d,y}$	Akma Noktası Yerdeğiştirme Değeri
S	Zemin Katsayısı
T	Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodu

$u_{tepe}$	Binanın Tepe Yerdeğiştirmesi
$V$	Deprem Yüğü
$W$	Binanın Toplam Ağırlığı
$YG$	Yığıma Bina
$Y_H$	Spektral İvme'nin Yatay Bileşeni
$YK$	Yumuşak Kat
$Y_V$	Spektral İvme'nin Düşey Bileşeni
$z$	Derinlik
$\alpha_{1,i}$	Etkin Kütlenin, Bina Toplam Kütlesine Oranı
$\delta$	Fay Açısı
$\beta_e$	Fiktif Sönüm Oranı
$\varepsilon$	Standart Sapma
$\sigma_{lnY}$	Standart Sapma Fonksiyonu
$\Phi_{tepe,l}$	Birinci Doğal Titreşim Modunun Binanın Tepe Noktasındaki Genliğı
$\gamma_{ik}$ ve $\lambda_{ik}$	Dayanım Fazlalığı Katsayısı
$\kappa$	Sönüm Katsayı

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde yaşanan son depremlerde meydana gelen ekonomik ve can kayıpları yapılarımızın kalitelerinin oldukça düşük olduğunu göstermiştir. Son yıllarda muhtemel depremlerde can ve mal kayıplarının azaltılması için mevcut bina stoklarının deprem risklerinin gözden geçirilerek gerekli önlemlerin alınması için çalışmalar hız kazanmıştır.

Bu tez çalışmasında binalarda olası depremlerin yaratacağı hasarların önceden tahmin edilmesi ile ilgili yöntemler incelenmiş ve geliştirilmiştir. Bu amaç doğrultusundaki çalışmalarda Denizli’de belirlenen pilot bölgede ve Denizli bina stoğu kullanılmıştır. Veri girişi ve analizi için Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) faydalanılmıştır.

Birinci bölümde bu tez çalışmasında yapılanlar genel olarak belirtilerek inceleme alanı tanıtılmıştır. İkinci bölümde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kısaca anlatılarak, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin deprem mühendisliği ve afet yönetiminde kullanımına değinilmiştir. Daha sonra CBS ile deprem risk analizleri ve bina hasar tahminlerinin tesbiti üzerine durulmuş ve bu kapsamda yapılan çalışmalara örnekler verilmiş, afet planlama ve yönetimde CBS’nin önemi vurgulanmıştır.

Üçüncü bölümde Denizli şehrinin jeolojisi, depremselliği incelenmiş ve Denizli mücavir alan sınırları içinde bulunan seçilmiş mahallelerde binalarla ilgili olarak yapılan sokak taraması anlatılmıştır. Görünen bina kalitesi bilgilerini içeren veri tabanları hazırlanmıştır. Deprem hasar tahminleri için Pamukkale ve Karakova-Akhan fayları esas alınarak farklı büyüklüklerde (M6.0, M6.3, M6.5 ve M7) depremler 8 farklı senaryo deprem olarak kullanılmıştır. İncelenen mahallelerin Pamukkale ve Karakova-Akhan faylarına olan uzaklıkları kullanılarak azalım ilişkileri yardımıyla spektrumlar üretilmiştir. Kapasite ve talebin belirlenmesi ile birlikte K.S.Y.’ne göre hesaplanan performans deplasmanları, tanımlamaları HAZUS (1999)’ta yapılan hafif, orta, ağır ve göçme hasar seviyelerini temsil eden deplasmanlar ile karşılaştırılmıştır. Pilot bölgede oturan kişi sayısı hesaplanmış, yaralanma ve can kayıpları tahmin edilmiştir.

Dördüncü bölümde 2000 yılında Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından yapılan çalışmayla, nüfus sayımı sırasında toplanan veriler PAÜ yaklaşımı ve pilot bölge çalışmaları, dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Öncelikle Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE-2000) verileri değerlendirilmiş, Denizli Belediyesi pilot bölge verileriyle karşılaştırılmış, DİE-2000 bina sayılarının seçilen mahallelerde yapılan envanter çalışmalarından elde edilen veriler ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Beşinci bölümde dışardan görünen özelliklerle binaların hızlı değerlendirme metotlarından olan FEMA-154 (1988), Özcebe (2004) ve EMS98 yöntemleriyle toplanan pilot bölge verilerinin değerlendirilmiştir.

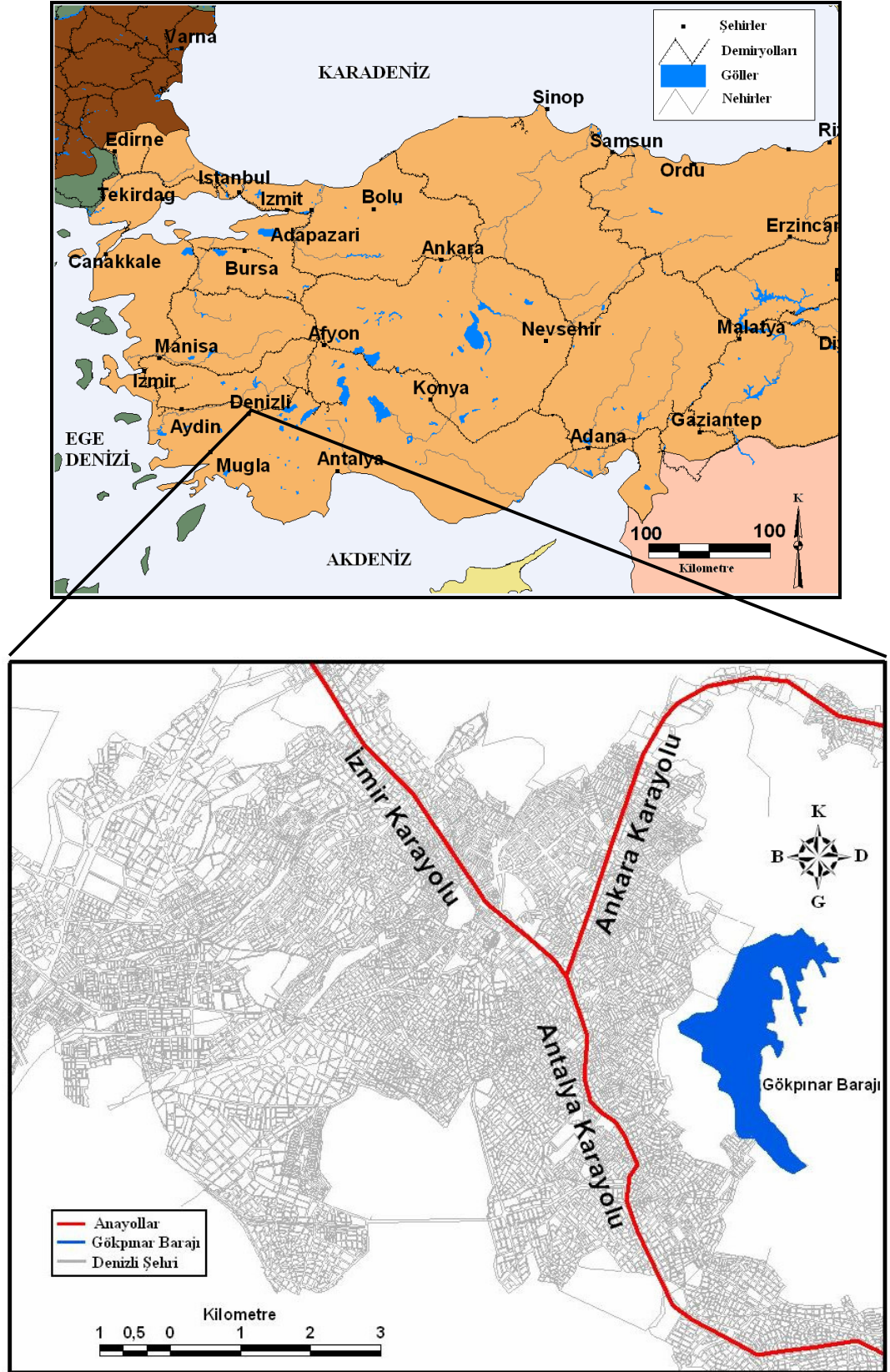
Altıncı bölümde 3. ve 5. bölümlerde anlatılan yaklaşımı belirli bir bölgede uygulamak isteyen kişilerin kullanması için CBS altında çalışan bir yazılım hazırlanmıştır. Yazılım hasar tahmini konusunda uzman olmayanların dahi kullanabileceği şekilde tasarlanmıştır. Bu yazılımla kullanıcıların kendi seçtikleri çalışma bölgesi için belli verileri girerek yapı stoklarının deprem sonrası performanslarını değerlendirmeleri can kayıplarını tahmin etmeleri sağlanmıştır. Mevcut haliyle yazılımda PAÜ yaklaşımı kullanılmaktadır.

### **1.1. İnceleme Alanının Tanıtımı**

İnceleme alanı, Denizli il merkezi ve yakın çevresini kapsar ve Ege Bölgesi sınırları içinde, 35. UTM kuşağının N4179<sup>000</sup>-N41188<sup>000</sup> ile E678<sup>000</sup>-E687<sup>000</sup> koordinatları arasında, 1/100,000 ölçekli topoğrafik haritaların Denizli M22 paftasında yer almaktadır. Şekil 1.1’de inceleme alanı görülmektedir.

Büyük Menderes Grabeni ile Gediz Grabeninin kesiştiği alanın doğusunda yer alan Denizli Havzası genişleme tektoniğine bağlı bir morfoloji sunmaktadır. Yerleşim alanının güney tarafı yüksek dağlar ve sarp yamaçlarla kuşatılmış olup, kuzeye doğru gidildikçe daha düşük kotlarda yamaç molozu ve alüvyon yelpazesi niteliğinde kısmen daha yumuşak bir topoğrafya hakim olmaktadır. Denizli iline karayolu ile en yakın iller Afyon, Aydın ve Muğla’dır. Ayrıca demiryolu ile şehire ulaşım mümkündür.





Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası

## 2. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE DEPPEM MÜHENDİSLİĞİNDEKİ UYGULAMALARI

### 2.1. Giriş

Coğrafi Bilgi Sistemleri-CBS (Geographic Information Systems-GIS), her türlü coğrafi referanslı bilginin etkin olarak elde edilmesi, depolanması, güncellenmesi, kullanılması, analizi ve görüntülenmesi için bilgisayar donanımı, yazılımı, personel ve yöntemlerin organize olarak bir araya toplanmasıdır. Sorgulama ve istatistiksel analiz gibi bilinen veri tabanı işlemlerine ek olarak, haritaların sağladığı görsellik ve coğrafi analiz olanaklarını da kullanır. Bu yeteneği ile daha doğru kararların üretilmesine katkı veren bir veri yönetim sistemidir.

Sistemin kullanılması, konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması şeklinde gerçekleştirilir. Coğrafi Bilgi Sistemleri, mekansal verilere bağlı sözel bilgileri entegre bir şekilde depolayan bir yapıya sahiptir ve problemlerin çözümünde etkin bir koordinatördür.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, yeryüzü şekillerini ve yeryüzünde gelişen olayları haritaya dönüştürerek ve bunları analiz etmek için gerekli olan bilgisayar destekli araçlardan oluşan bir sistem olarak algılanmaktadır. CBS teknolojisi ortak veri tabanlarını birleştirme özelliğine sahiptir. Örneğin, haritaların sağladığı görsel ve coğrafik analiz avantajları, sorgulama ve istatistiksel analizler olarak kullanıcıya sunulur. Bu özelliği bakımından, CBS diğer bilgi sistemlerinden farklıdır (Yomralıoğlu 2000).

Bu bölümde öncelikle; CBS'nin çalışma prensibi, veri modelleri ve CBS'deki konum analizlerinden bahsedilerek Coğrafi Bilgi Sistemlerinin deprem mühendisliği ve afet yönetiminde kullanımına değinilmiştir. Daha sonra CBS ile deprem risk analizleri ve bina hasar tahminlerinin tesbiti üzerine durulmuş ve bu kapsamda yapılan çalışmalara örnekler verilmiş, afet planlama ve yönetimde CBS'nin önemi vurgulanmıştır.

## **2.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Çalışma Prensipleri**

CBS yeryüzüne ait bilgileri, coğrafi anlamda birbiriyle ilişkilendirilmiş tematik harita katmanları gibi kabul ederek saklar. Bu basit ancak konumsal bilgilerin değerlendirilmesi açısından son derece güçlü bir yaklaşımdır (Yomralıoğlu 2000)

### **2.2.1. Coğrafi referanslar**

Coğrafi bilgilerin, enlem – boylam şeklindeki coğrafi koordinat ya da ulusal koordinatlar gibi kesin değerleri veya adres, bölge ismi, yol ismi gibi tanımlanan bilgileri içermektedir. Bu referanslar objenin bilinen pozisyona yerleştirilmesini sağlar. Coğrafi referans konumu belirlenirken, konum verisi yani koordinat bilgisi seçilecek veri modeline bağlı olarak ifade edilir (Yomralıoğlu 2000).

### **2.2.2. Temel işlevler**

Coğrafi bilgi sistemlerinin sağlıklı bir şekilde çalışması için 4 temel işlevin yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu işlevler veri toplama, veriyi yönetme, veriyi işleme ve veriyi sunmadır. Öncelikle coğrafi veriler toplanarak, CBS'de kullanılmadan önce mutlaka sayısal yani dijital formata dönüştürülmelidir.

Daha sonra ise elde edilen verilerin, veri tabanı yönetim sistemleri ile saklanması, organize edilmesi ve yönetilmesi gerekmektedir. Veri yönetiminde veriler; tablo bilgilerinin elde edilmişindeki düşünce yapısına uygun olarak bilgisayar belleğinde saklanır. Farklı bilgiler içeren tabloların birbiriyle ilişkilendirilmesinde bu tablolardaki ortak sütunlar kullanılır. Bu yaklaşım basit fakat esnek bir tasarım olup geniş çapta CBS uygulamalarında kullanılmaktadır.

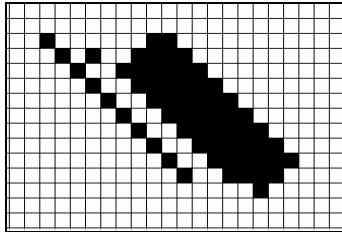
Bazı durumlarda özel CBS projeleri için veri çeşitlerinin birbirine dönüşümü veya irdelenmesi gibi çeşitli işlemler istenebilir. Verilerin sisteme uyumlu olması için çeşitli veri işlemleri gerekebilmektedir. Verilerin sunumu ise CBS analizlerindeki bir diğer önemli işlemdir. Birçok coğrafi işlemin sonunda yapılanlar harita veya grafik gösterimlerle görsel hale getirilir. Haritalar coğrafi bilgiler ile kullanıcı arasındaki en iyi iletişimi sağlayan araçlardır. Haritalar, yazılı raporlarla, üç boyutlu gösterimlerle,

fotoğraf görüntüleri ve çok-ortamlı (multimedia) ve diğer çıktı çeşitleriyle birleştirilebilmektedir.

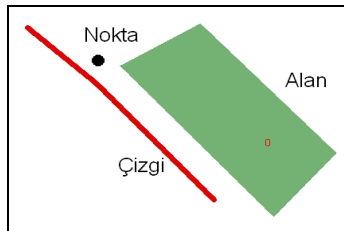
### 2.2.3. Coğrafi bilgi sistemlerinde veri modelleri

Coğrafi verilerin bilgisayara aktarılması, bilgisayarda işlenmesi ve görüntülenmesi için öncelikle söz konusu ham verilerin sayısal, diğer bir deyişle sayısal forma getirilmesiyle mümkündür. Ayrıca, dijital şekle dönüştürülen verilerin, bilgisayarda gerçek modeli yansıtabilmesi için konumsal veri modellerinden biri tercih edilmeli ve veri yapısı buna göre tasarlanmalıdır. Coğrafi bilgi sistemlerinde konumsal veri modelleri iki şekilde olmaktadır. Bunlar; vektörel veri modeli ve hücresel veri modelidir (raster veri modeli). Şekil 2.1’de uydu fotoğrafta (gerçek görüntü) parsel, yol ve kanalizasyon rögar kapağını raster ve vektörel veri modeli olarak gösterimi görülmektedir. Nokta kanalizasyon rögar kapağını, çizgi anayolu ve alan imar adasını temsil etmektedir.

#### Raster Gösterim



#### Vektörel Gösterim



#### Yeryüzü



**Şekil 2.1** CBS’de raster ve vektör veri gösterimi

Coğrafi veriler, vektörel veri modelinde tıpkı bir harita görünümüne sahiptir. Bu görünümde, noktalar; sabit alanların çok küçük boyutlu şekilleri; çizgiler; süreklilik ve alan özelliği gösteren yine çok küçük boyutlu coğrafi varlıkları; poligonlar ise; homojen yapıya sahip bütünlük gösteren coğrafi varlıkları temsil ederler. Resim veya

grafik kullanmaksızın, nokta, çizgi ve poligon şeklindeki coğrafi varlıklar sahip oldukları  $(x, y)$  koordinat değerleri ile matematiksel, diğer bir deyişle sayısal olarak temsil edilebilirler. Vektörel veri modelinde, *nokta*, *çizgi* ve *poligonlar*  $(x,y)$  koordinat değerleriyle kodlanarak depolanırlar. Nokta özelliği gösteren bir elektrik direği tek bir  $(x,y)$  koordinat ile tanımlanırken, çizgi özelliği gösteren bir yol veya akarsu şeklindeki coğrafi varlık birbirini izleyen bir dizi  $(x_1, y_1) (x_2, y_2) (x_3, y_3) \dots (x_n, y_n)$  koordinat serisi şeklinde saklanır. Poligon özelliğine sahip coğrafi varlıklar, örneğin imar adası, bina, orman alan, parsel veya göl, kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişinde aynı koordinat olan  $(x_1, y_1) (x_2, y_2) (x_3, y_3) \dots (x_n, y_n) (x_1, y_1)$  dizi koordinatlar ile depolanır (Yomralıoğlu 2000).

Coğrafi özelliklerin gösterimleri için kullanılan bir diğer veri modeli olan raster gösterim, coğrafi özelliklerin çekilmiş bir fotoğrafı gibidir. Böyle bir fotoğrafın büyüteç altında incelenmesiyle görülecektir ki çok küçük boyutta, farklı renklere sahip kare biçimindeki kutucukların bir araya gelmesiyle bütün bir görüntü oluşmaktadır. Raster veri modelinde, herhangi bir görüntü bütünü piksel (pixel) veya hücre adı verilen seri haldeki küçük boyutlu kutulardan ya da diğer bir deyişle gridlerden meydana gelir (Yomralıoğlu 2000).

#### **2.2.4. Coğrafi bilgi sistemlerinde konum analizleri**

CBS'yi diğer bilgi sistemlerinden ayıran en önemli özelliklerden biri konumsal analizlerdir. Grafik ve grafik olmayan bilgilerin amaca yönelik olarak modellenerek sonuçlarının irdelenip, yorumlanması gibi işlemlerin tümü konumsal analiz olarak bilinir. Konumsal analiz işleminde, mevcut veri/bilgi kümelerinden yararlanarak yeni bilgi kümeleri üretilerek, coğrafi özellik gösteren alanların, potansiyel kullanımının değerlendirilmesi, konumsal olayların çevreye etkilerinin tahmin edilmesi ve bu olayların yorumlanıp anlaşılır hale dönüştürülmesi gibi uygulamaların tümü konumsal analiz kapsamına girer. CBS'nin önemli bir fonksiyonu niteliğindeki konumsal analizlere örnek olarak; farklı özellikteki harita bilgilerinin üst üste bindirilmesi (örneğin bir kentin imar ve jeolojik yapı haritalarının tek altlıkta birleştirilmesi), bir akarsu boyunca su taşkın sahalarının tampon bölge olarak tespiti, bir kentte adres sorgulaması gibi konuma dayalı analizlerin gerçekleştirilmesi verilebilir (Yomralıoğlu 2000).

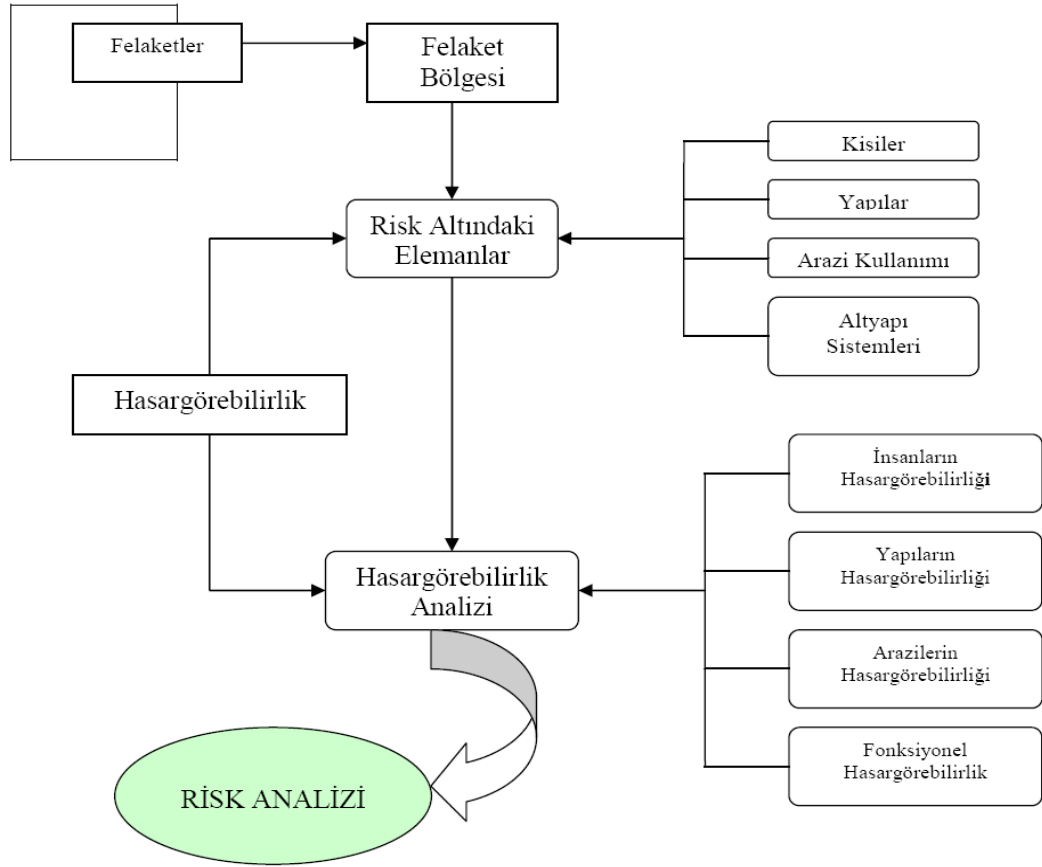
### 2.3. CBS' nin Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetiminde Kullanım

CBS bir çok problemin hızlı ve etkili bir şekilde çözülmesinde önemli bir araç haline gelmiştir. CBS deprem tahminlerinde kullanılabildiği gibi deprem olayı sonrası meydana gelecek zararların azaltılması hazırlılarında ve deprem sonrası acil durum yönetiminde kullanılabilmektedir. Bir bölgede deprem olayı gerçekleşip, depremin karakteristik özellikleri saptandıktan sonra, sisteme daha önceden bölge hakkında girilmiş verilerin sorgulama yöntemiyle çözümlenerek en fazla hasar meydana gelmiş/gelebileceği olasılığı yüksek yerlerin belirlenerek öncelikle yardım ekiplerinin/teçhizatın o bölgelere ulaştırılması prensibine dayanan çalışmalarda CBS çok önemli bir yer tutmaktadır. CBS ' ne sorgulama için temel olacak veriler; nüfus, yapı türleri ve sayısı, meydana gelmiş afet türleri gibi istatistiksel bilgiler ile, konuma bağlı inceleme alanının yerüstü ve yeraltı yapısı, fay hatları, hayati tesislerin (elektrik hattı gibi) dağılımı gibi harita bazındaki bilgilerden oluşabilir. Bu tip verilerin deney ve gözlemlerle saptanmış denklemler (Örneğin yapı tiplerinde depremler sonucu gözlenen hasar denklemleri, zemin durumunun davranış denklemleri vs.) üzerinde işlenmesiyle hasar dağılımı ortaya konulabilir (Nurlu vd 1995).

#### 2.3.1. CBS ile deprem risk analizleri ve bina hasar tahminleri

Gelecekte oluşacak depremler “belirsizlikler” içermesine rağmen geçmiş yıllarda oluşmuş depremlerin büyüklüklerinin olasılık hesapları ile analiz edilmesi yapıların depreme karşı risklerinin belirlenmesi açısından çok önemlidir. Risk Analizleri, sadece tehlikeleri bilmemizde yardımcı olmayıp, aynı zamanda risk seviyelerini ve bunları nasıl kontrol edeceğimiz konularında da bize ışık tutmaktadır. Risk analizinde deprem felaketinin, felaket bölgesi için kaç yılda bir hangi büyüklükte olma olasılığı ve felaket bölgesindeki etkilerin şiddeti hesaplanır. Risk altında olacak elemanlara (insan, yapılar, arazi kullanımı, altyapı sistemleri) hasar görülebilirlik analizleri yapılarak risk analizi sonuçlarına ulaşılır (Şekil 2.2).

Deprem tehlikesi afet olma olasılığının belli bir mekan ve zaman aralığında olması olasılığıdır. Risk, genel olarak doğal afet tehlikesi ile tehlike oluştuğunda doğuracağı sonuçların bütünü olarak tanımlanır.



**Şekil 2.2** Risk analizi için gerekli kriterler (Çolak 2004)

Risk analizleri sonucunda elde edilen verilerden acil durum yönetimine geçilir. Acil durum yönetimi, her türlü tehlikeye karşı hazırlıklı olma, zarar azaltma, müdahale etme ve iyileştirme amacıyla mevcut kaynakları organize eden, analiz, planlama, karar alma ve değerlendirme süreçlerini kapsamaktadır. Acil durum yönetiminin amacı, hayat kurtarmak, yaralanmaları önlemek, mal, mülk ve çevreyi korumaktır ve afet yönetiminin en büyük destekçisi risk yönetimidir.

Riskin olduğu durumlarda zarar azaltmada bir risk yönetimi yapılması gerektiği bilinmektedir. Bu durumda bir risk yönetim faaliyeti bir dizi görevi içermektedir. Bunlar, riskin tanımlanması, ölçümü, görüntülemesi ve değerlendirmesidir. Çağdaş risk yönetiminde tüm risk görevlerinin süre içinde birbirleriyle ilişkili olduğu ve birbirini tamamlayıcı özellik taşıdığı ifade edilir (Şahin ve Tecim 2006).

Şahin ve Tecim (2006) tarafından yapılan risk yönetimi ile ilgili çalışmanın amaçları aşağıdaki gibi sıralanmıştır. Bu amaçlar risk yönetiminde olması gereken adım ve işlemleri oldukça açık bir şekilde göstermektedir.

- Seçilen pilot bölgenin tehlike analiz modelleri kullanılarak sismik, yangın ve heyelan risk haritalarının oluşturulması;
- Pilot uygulama alanının, yapı, zemin, sosyal, ekonomik, idari ve kritik servislere erişebilirlik bakımından hasar görebilirliğin belirlenmesi;
- Belirlenen her bir hasar görebilirlik faktörünün girdi olacağı coğrafi bilgi sistemleri
- çerçevesinde oluşturulacak bir risk modelinin gerçekleştirilmesi ve seçilen pilot alanda uygulanması;
- Riskin kentin afet anında kritik servislerinin erişebilirliğini çeşitli erişilebilirlik analizleri ile yeniden incelenmesi;
- Karar vericilerin geliştirilen modeli daha kolay şekilde kullanabilmeleri için 3 boyutlu coğrafi bilgi sistemleri analizleri ile afette yapısal hasar görebilirliğin bina bazında ele alınması, tüm bunların yapılması sırasında kent için toplanan her türlü mekansal ve mekansal olmayan veriler yardımıyla veriler arasındaki ilişkilerin ortaya konarak bu ilişkilerin geliştirilen risk modeline entegre edilmesi;
- Karar vericilerin geliştirilen modeli kullanabilmeleri için mekansal karar destek sistemi kurmak ve senaryo analizleri yaparak afet öncesi,sırası ve sonrasında risk değişiminin gözlenmesi.

### **2.3.1.1. Ulusal deprem hasarlarını azaltma programı (HAZUS)**

HAZUS programı ilk olarak 1992 yılında Ulusal Deprem Hasarlarını Azaltma Programı (National Earthquake Hazards Reduction Program) tarafından Ulusal Bilim Kurumu (National Science Foundation) tarafından 1989 yılında yapılan bir çalışmayı takiben, afet yönetimi, risk azaltma, planlama, hazırlıklı olma, müdahale ve iyileştirme



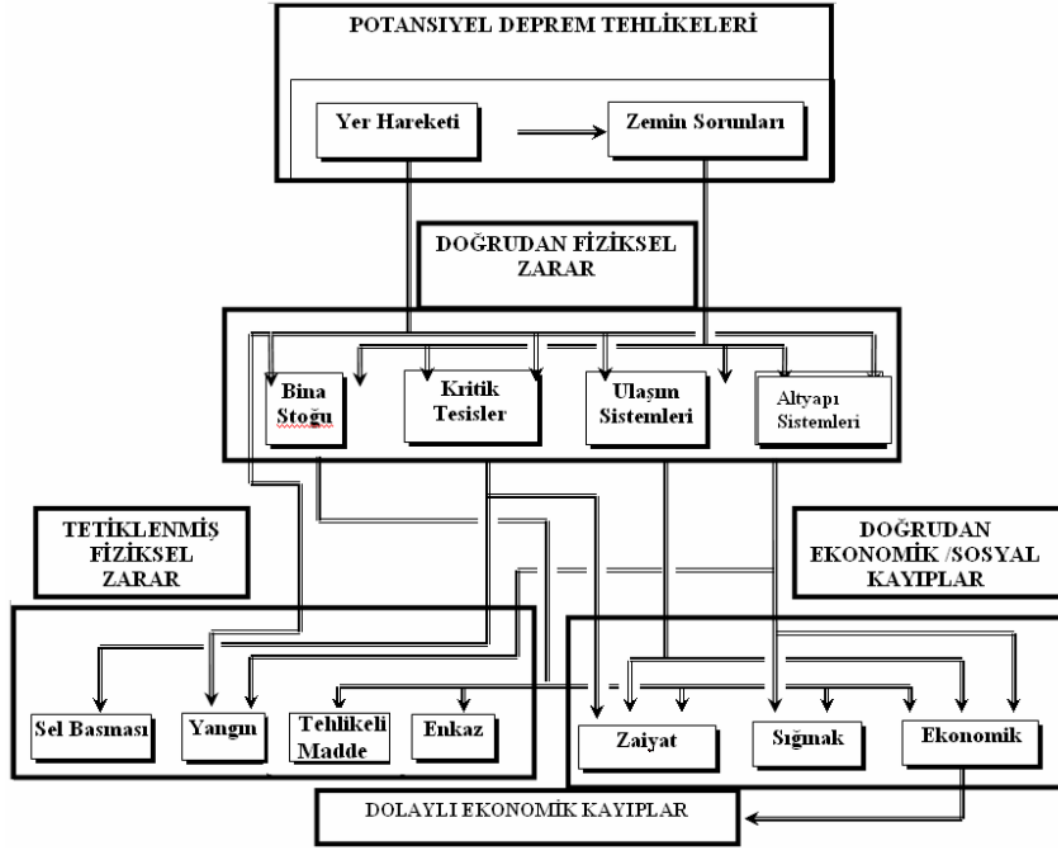
konularındaki ulusal programlara destek olmak amacıyla, etraflıca risk-tabanlı zarar analizi yaparak can ve mal kaybını azaltmak, insanları ve kurumları doğal afetlerden korumak amacıyla başlatılmıştır.

HAZUS ile fiziksel zarar ve ekonomik kayıpları tahmin edilebilir. Afet yönetimi ile ilgili kişi sayısını tayin eder. Kullanıcıların, bazı özel zarar azaltma faaliyetlerinden de elde edilebilen (fayda analizleri için kullanışlıdır), farklı durumlardaki senaryoların sonuçlarını karşılaştırmalarına izin verir.

HAZUS ile acil durum yönetimi, her türlü tehlikeye karşı hazırlıklı olma, zarar azaltma, müdahale etme ve iyileştirme amacıyla mevcut kaynakları organize eden, analiz, planlama, karar alma ve değerlendirme süreçlerini kapsamaktadır. Acil durum yönetiminin amacı, hayat kurtarmak, yaralanmaları önlemek, mal, mülk ve çevreyi korumaktır.

#### **2.3.1.1.1. HAZUS hasar tahmin yaklaşımı**

HAZUS hasar tahmin yaklaşımında öncelikle Şekil 2.3'de görüldüğü gibi potansiyel deprem tehlikesi yer hareketi (geçmişte olan deprem büyüklükleri, tepki spektrumu, pik yer hareketleri, zemin sınıfı) ve zemin sorunları (sıvılaşma, toprak kayması, yüzeyde fay kırılması) göz önüne alınarak olma olasılığı olan deprem büyüklüğü belirlenir. Meydana gelecek depremde risk altında bulunan insan sayısının ortaya konulabilmesi için nüfus, yaş grupları, etnik köken, gelir, mülkiyet gibi envanterin yanı sıra hasar görme olasılığı olan genel bina stoğu, kritik tesisler, tehlikeli bölgeler, ulaşım ve altyapıların yapısal bilgilerinin envanteri toplanır. Doğrudan fiziksel zarar, doğrudan ekonomik/sosyal kayıp (zaiyat, sığınak, ekonomik) yanı sıra tetiklenmiş fiziksel zararlarda (sel basması, yangın, tehlikeli madde, enkaz) deterministik ve probabilistik yaklaşımlarla tahmin edilebilir.

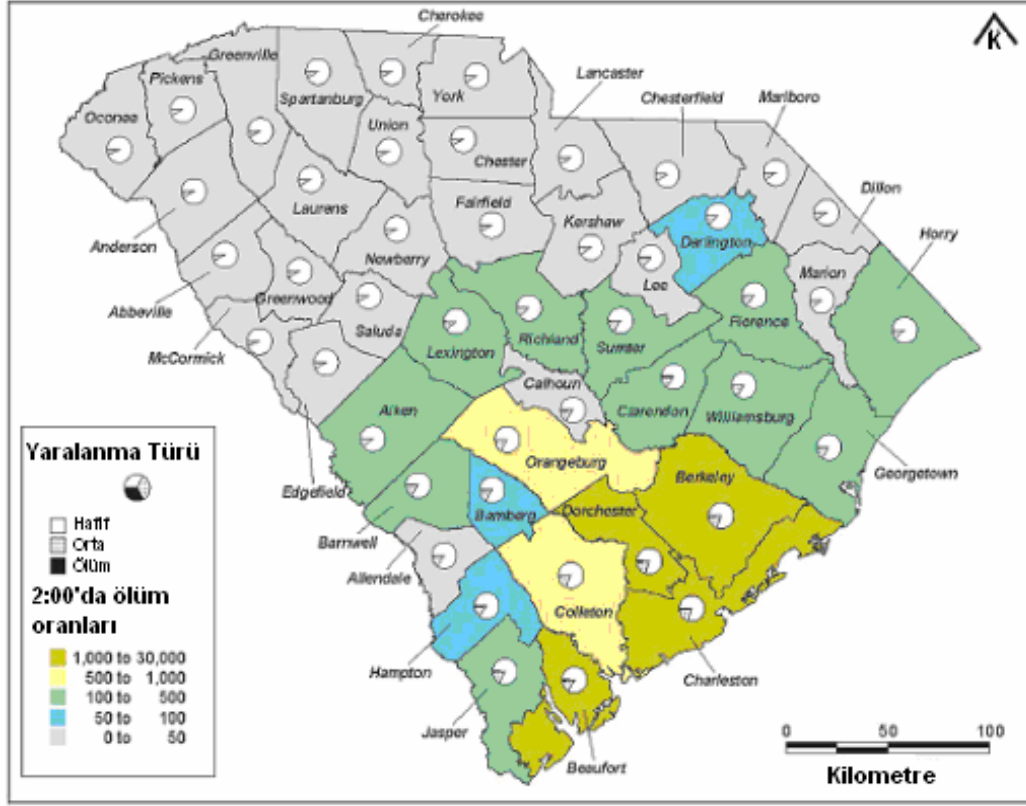


Şekil 2.3 HAZUS hasar tahmin yaklaşımı (FEMA 1999)

HAZUS (1999) kullanılarak deprem zarar tahminleri için pek çok çalışmalar yapılmıştır. Burada yalnızca bir örnek verilecektir. Güney Carolina da Wong vd (2005) tarafından HAZUS hasar tahmin yaklaşımı kullanılarak yapılan örnek çalışmada 80000 km<sup>2</sup> alan içerisinde 1.3 milyon ev bulunmakta ve toplam nüfus 4 milyon kişidir. Bu bölgede yapılan deprem senaryosu çalışmasında Charleston' da 1886 da meydana gelen deprem ve zemin sıvılaşması göz önüne alınarak deprem büyüklüğü M7.3 olarak kullanılmıştır.

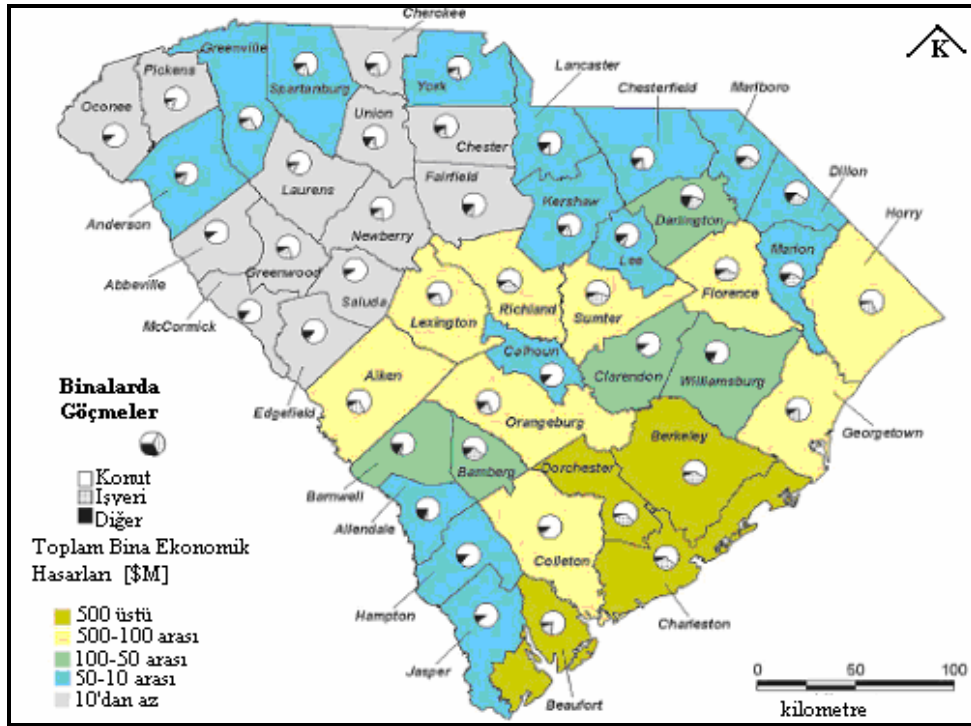
HAZUS ile yapılan bu çalışma ile her türlü doğal tehlikeye karşı hazırlıklı olma, zarar azaltma, müdahale etme ve iyileştirme amacıyla mevcut kaynakları organize eden, analiz, planlama, karar alma ve değerlendirme işlemlerinin yapılması planlanmıştır. Ayrıca diğer bir amacı insan kaybının en aza indirilmesidir

Şekil 2.4’de HAZUS kullanılarak M7.3 büyüklüğündeki bir depremde yaralanacak veya ölecek kişi sayısı tahminini göstermektedir.

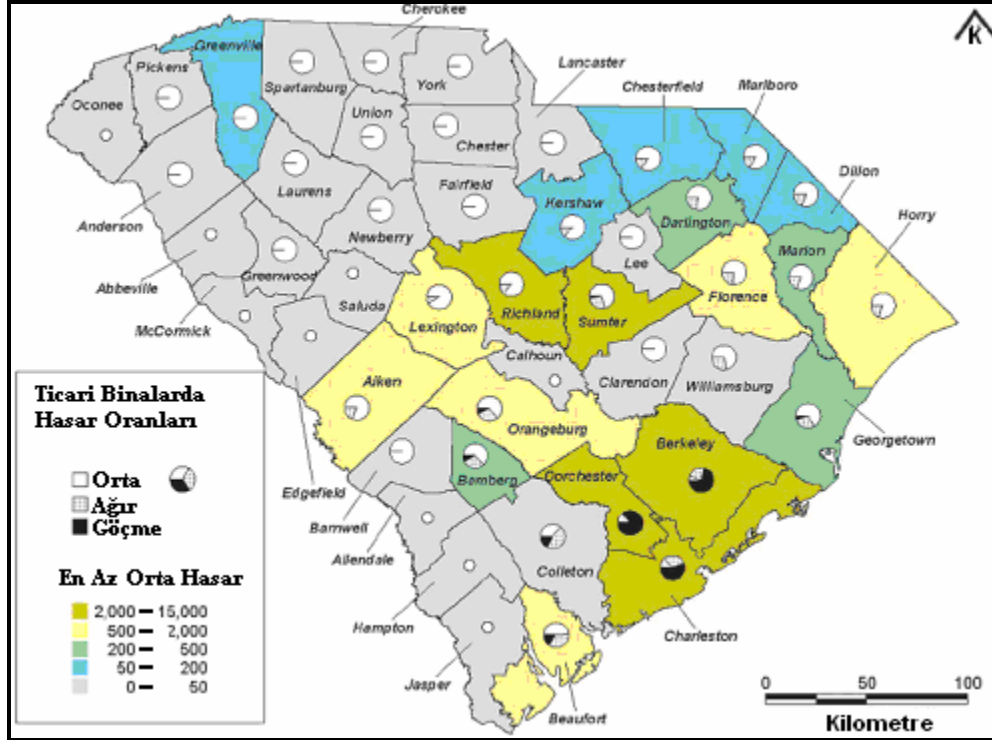


Şekil 2.4 M7.3 senaryo depreminde yaralı tahminleri (Wong vd 2005)

HAZUS ile hasar tahminlerinin yanı sıra doğrudan ekonomik kayıpların dağılımı da hesaplanabilir (Şekil 2.5). Şekil 2.6’da görüldüğü gibi oluşabilecek hasar dağılımları belirlenerek emniyetsiz yapıların güçlendirilmesi yada yıkılması, tehlikelere karşı dayanıklı binaların yapılması, zayıf zeminli yerlerde bina yapımını engellemek için arazi kullanım planlanması gibi çalışmalar yapılabilir.



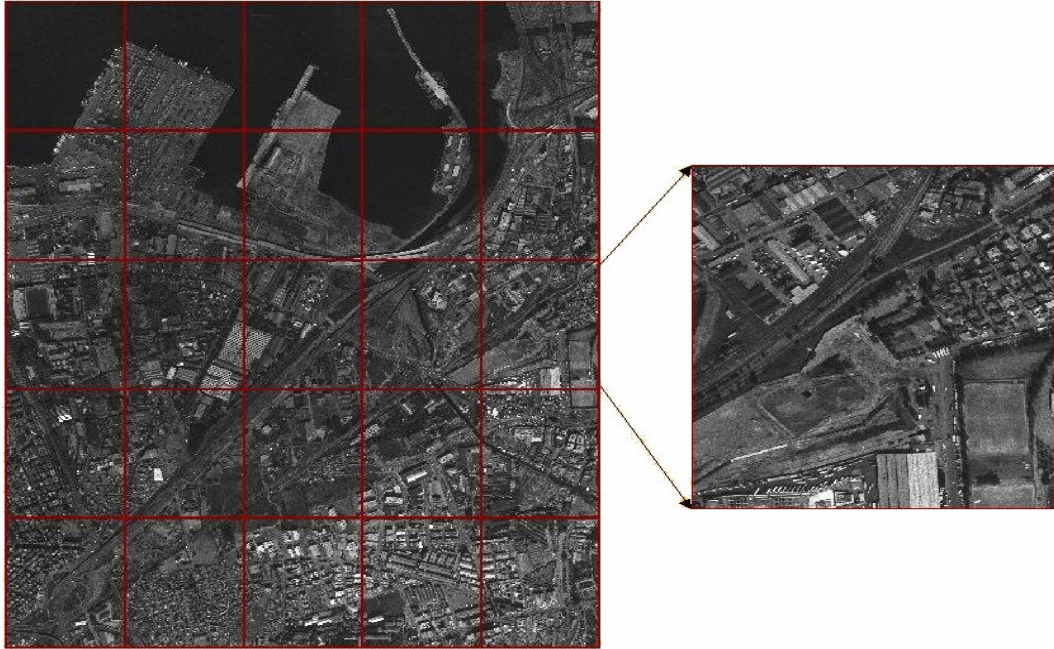
Şekil 2.5 M7.3 senaryo depreminde oluşabilecek binaların türlerine göre dağılımları ve bölgelere göre bina ekonomik kayıpları (Wong vd 2005)



Şekil 2.6 M7.3 senaryo depremi için en az orta hasara sahip ticari binaların dağılımı (Wong vd 2005)

### 2.3.1.1. İzmir deprem master planı

İzmir Büyükşehir Belediyesi ile Boğaziçi Üniversitesi arasında imzalanmış bulunan protokol kapsamında yürütülmüş olan çalışmaların sonucunda İzmir kentinde mevcut bina stoğu, alt yapı ve hizmet şebekeleri İnşaat Mühendisleri Odası - İzmir Şubesi ve İzmir Büyükşehir Belediyesinin katkıları ile belirlenmiştir. Bu belirlemelerde uzay ve hava fotoğrafları yoğun olarak kullanılmıştır. İzmir Kenti Bina Envanteri Çalışması, Büyükşehir Belediye sınırları içinde bölünen toplam 61 bölgede *İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi*'nin uzman mühendis üyelerinden oluşan ekipler tarafından gerçekleştirilmiştir. İzmir kenti için, İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından daha önce hazırlanmış bulunan ortofoto haritaları mevcuttur. Bu haritalardaki (2180 m x 2780 m) boyutlu bölgelerin her biri 5 x 5=25 eşit parçaya ayrılarak, (436 m x 556 m) boyutunda olan "hücre-bölge"leri elde edilmiştir. Örnek olarak, İzmir Limanı'nı da kısmen içine alan Alsancak bölgesi ve bu bölgeden çıkarılan hücre-bölge Şekil 2.7'de gösterilmiştir (IDMP 2000).



Şekil 2.7 Alsancak bölgesi ve bu bölgeden çıkarılmış hücre bölge (IDMP 2000)

Binalar taşıyıcı sistemlerine göre 6 değişik sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflar Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.1** Bina taşıyıcı sistem kodları

<b>Bina taşıyıcı sistem kodu (I)</b>	<b>Bina taşıyıcı sistemi ve kat sayısı</b>
(I = 1)	BA1 – Betonarme bina : 1 - 2 katlı
(I = 2)	BA2 – Betonarme bina : 3 - 5 katlı
(I = 3)	BA3 – Betonarme bina : 6 ve daha fazla katlı
(I = 4)	YG1 – Yığma Bina : 1 - 2 katlı
(I = 5)	YG2 – Yığma Bina : 3 ve daha fazla katlı
(I = 6)	DGR – Diğer taşıyıcı sistemli binalar

Yapım ve proje yılı olarak binalar 1975 yılı öncesi ve sonrası olarak iki gruba ayrılmıştır. 1975 yılının belirlenme nedeni deprem etkilerinin ciddi olarak ele alınmış olduğu yapı yönetmeliğinin ilk olarak 1975 yılında yürürlüğe girmiş olmasıdır.

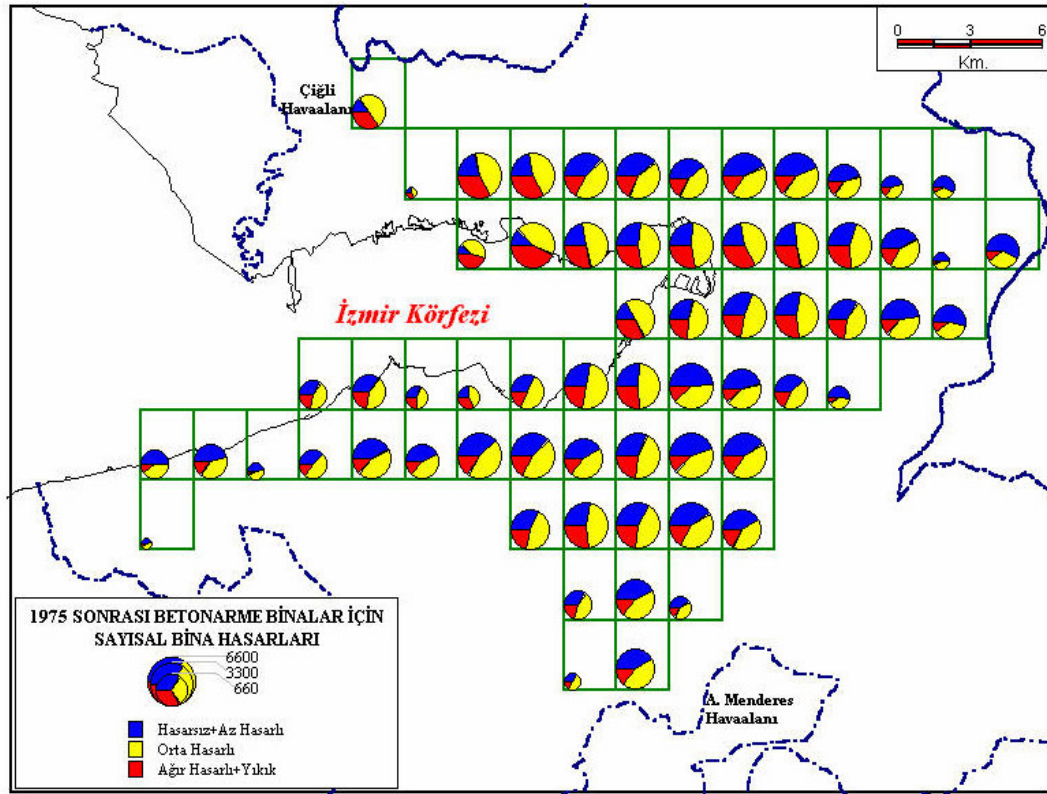
Binaların kalite sınıflandırmasında herhangi bir hesaplama yapılmaksızın, dışardan gözlemlenerek kısa kolon, yumuşak kat, kapalı çıkmalar gibi düzensizlikler olup olmadığı verileri toplanmıştır. Binalar uzmanlarca iyi, orta ve kötü kalite olarak sınıflandırılmıştır.

İzmir kentindeki tüm binalar bu sınıflandırma esas alınarak incelenmiştir. Bu bilgilere ek olarak binaların kullanım amacı ve bitişik veya ayrıık olma durumu da tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen envanter çalışması sonunda, İzmir Büyükşehir Belediye sınırları içinde 190.419 adet betonarme bina, 23.362 adet yığma kargir bina, 4.043 adet diğer türde binalar olmak üzere toplam 217.824 adet bina bulunduğu tesbit edilmiştir (IDMP 2000).

İzmir'i etkileyebilecek çeşitli büyüklükteki depremlerin incelenebilmesi amacı ile iki yaklaşım kullanılmıştır. Birinci yaklaşımda İzmir kentini insanların yaşam süresi zarfında etkilemesi mantıki ve rasyonel gözükken hasar yapıcı bir senaryo depremi deterministik olarak belirlenmiş. İkinci yaklaşımda ise İzmir kentindeki binaların 50 yıl

zarfında %10 aşılma olasılığı ile etkilenebilecekleri depremin yaratacağı hasarlar probabilistik olarak değerlendirilmiştir. Birinci yaklaşım kullanılarak İzmir’de sistem niteliği taşıyan alt yapı ve şebekelerin beklenen deprem hasarları elde edilmiştir. İkinci yaklaşım ile değişik tip binalarda beklenen hasarlar, ölümler, yaralanmalar ve doğrudan mali kayıplar bulunmuştur.

Toplanan verilerin değerlendirilmesinde son yıllarda inşaat mühendisliğinin en önemli konuları arasında yer alan “Yerdeğiştirme Esaslı Tasarım (Displacement Based Design)” felsefesinden yararlanılmıştır. Yerdeğiştirme değerlerinin hesaplanmasında kullanılan doğrusal ötesi yöntemlerden biri de “Kapasite Spektrumu Yöntemi” dir (ATC 40 1996). İzmir Deprem Senaryosu’nda da bu yöntemden yararlanılmıştır. Yöntem, yapı kapasitesi ve depremin yapıdan talebinin etkileşimli biçimde değerlendirilebilmesini amaçlayan “Kapasite Spektrumu” ve “Talep Spektrumu” kullanılmıştır. Hasar tahmin yaklaşımları kullanılarak hasar sayıları CBS ile gösterilmiştir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 1975 sonrası betonarme binalar için sayısal bina hasarları (IDMP 2000)

Yapısal hasara ilişkin doğrudan ekonomik kayıpların tahmin edilebilmesi için öncelikle yapı tiplerine ait ortalama inşaat alanları, daha sonra da muhtelif hasar düzeyleri için birim inşaat alana düşen ekonomik kayıplara ilişkin kabuller yapılmıştır. Deprem sonrasında oluşacağı tahmin edilen hasarlar için yaklaşık maliyet hesabı yapılmıştır.

### **2.3.1.2. İstanbul için deprem master planı**

İstanbul'da deprem gerçeği dikkate alınarak, İstanbul'un depreme karşı güvenli hale getirilmesi için bir çok veri kaynağı ve etkili sistemler içeren; Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) ile İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) işbirliğinde yürütülen Risk Analizleri dahil Mikrobölgeleme çalışmalarının ışığında, gerek mevcut yapı stoğunun gerekse tüm kentsel, kamusal mekanların ve gerekse tüm teknik altyapının ve altyapı tesislerinin ve tüm jeolojik ve geoteknik bilgi ve verilerin katılımı ile bu kapsamda değerlendirilmesi ve İstanbul ile ilgili kısa, orta ve uzun vadede alınacak tüm tedbir, karar ve uygulamaların belirlenmesi, yaşanan tecrübelerden de ders alınarak İstanbul'un yeniden yapılandırılmasında öncelikli stratejilerin belirlenmesi ve gerektiğinde seçilecek pilot alanlarda yapılacak uygulamalar yanında tüm tarafların hukuki, teknik, mali ve sosyal açılardan görev alanlarının ve icra programlarının geliştirilmesi hususlarını içeren bir deprem master planı hazırlanması amaçlanmıştır.

İstanbul'da depremde yüksek risk arz eden bölgeler iki kapsamda incelenmiştir. Doğrudan doğruya yüksek riskli bölgeler, sıvılaşma ve heyelan potansiyeline haiz yapılaşmış bölgeler ve gerek deprem yer hareketinin büyüklüğü ve gerekse yapı stokunun zafiyeti nedeni ile yoğun bina hasarına maruz kalacak bölgelerdir. Dolaylı risk arz eden bölgeler ise deprem nedenli yangın, patlama ve tehlikeli madde sızmasına maruz kalacak meskun mahallerle, potansiyel bir baraj göçmesi nedeni ile ani su baskınına uğraması muhtemel yerlerdir (İDRY 2003).

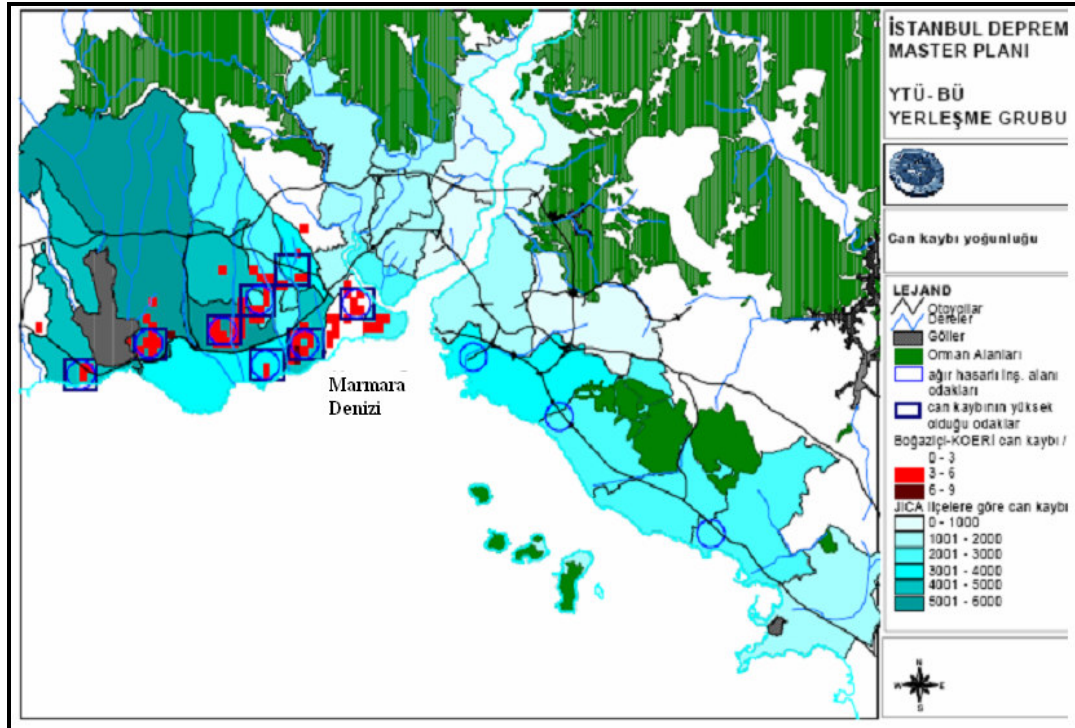
İstanbul'daki binaların durumu ile ilgili en kapsamlı çalışma Devlet İstatistik Enstitüsü 2000 yılı bina sayımıdır. Bunun dışında JICA-İBB çalışmasında doğrulama amaçlı bazı pilot bölge çalışmaları yapılmıştır. Boğaziçi Üniversitesi – İBB işbirliği ile İstanbul üzerinde belirlenmiş güzergahlarda helikopter uçuşları yapılmıştır. Bu uçuşlarda alınan sayısal video çekimleri kısmen coğrafik kodlanmış ve bina dağılımı



verilerinin doğrulanmasında kullanılmıştır. İBB'nin verileri yapılara bağlı noktalar şeklinde hazırlanan öznitelik bilgileri olarak üretilmiş bilgilerdir. Hem makro ölçekli hem de 1/5000 ve 1/1000 ölçekli arazi kullanımı üretmek amacıyla ve yapılara bağlı diğer özniteliklerle ilgili tematik paftalar üretmek amacı ile kullanılabilir niteliktedir. Bu veriler nüfus bilgilerinin ilave edilmesiyle sosyo-ekonomik analizler, can kaybı tahminleri için kullanılmıştır (İDRY 2003).

İstanbul kenti mevcut durumu hakkında tam bir bilgi sahibi olmak amacıyla kentin altyapısı (ulaşım ağı, doğal gaz, su, elektrik ve telekomünikasyon şebekeleri) ve sanayi tesisleri hakkındaki mevcut bilgiler derlenerek deprem performansı açısından değerlendirilmeye tabi tutulmuştur.

17 Ağustos 1999 İzmit depremi sonrası Türk-Fransız jeolog ve jeofizikçiler yaptıkları ortak deniz araştırmalarının sonucunda Marmara denizinde meydana gelebilecek deprem büyüklüklerini hesaplamışlardır.

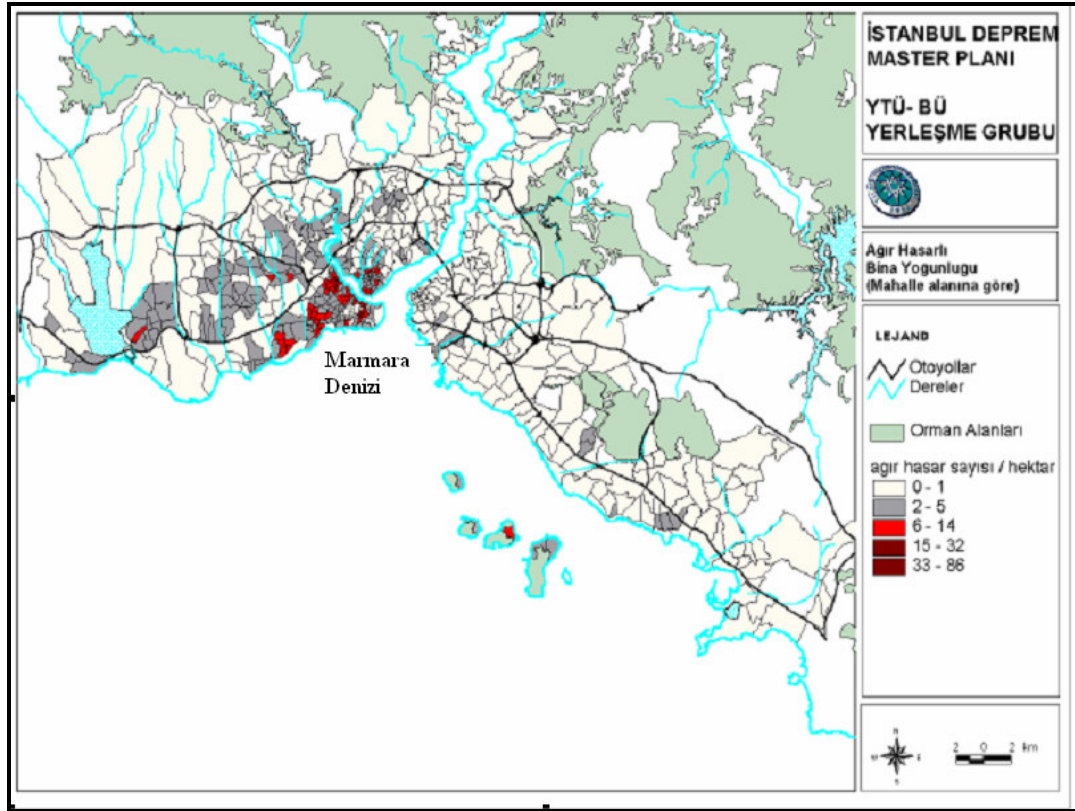


Şekil 2. 9 Risk analizine göre can kaybı yoğunluğu (İDRY 2003)

Senaryo depremi sonucunda, bina hasarlarının ve ölü ve yaralı sayısının belirlenmesinde HAZUS (1999) yöntemi kullanılmıştır. Spektral deplasman bazlı hesaplamalarda HAZUS (1999) yöntemi kullanılmakla beraber değişik bina türleri için ortalama kat öteleme değerleri EMS (1998)'de tanımlanan hasar dereceleri ile uyumlu olacak şekilde değiştirilmiştir.

Bu yöntemde yapısal hasar ve ölü, yaralı sayıları arasında doğrudan bir bağlantı kurulmaktadır ve değişik bina tiplerinin her bir hasar derecesi için, her bir yaralanma derecesine tekabül eden bina sakinlerinin yaralanma oranları verilmektedir. Şekil 2.9'da risk analizine göre can kaybı yoğunluğu görülmektedir. Çalışmada CBS' de hazırlanmış olan Şekil 2.10'daki haritalarla afet sonrasında hasarın fazla olduğu bölgeler belirlenmiştir.

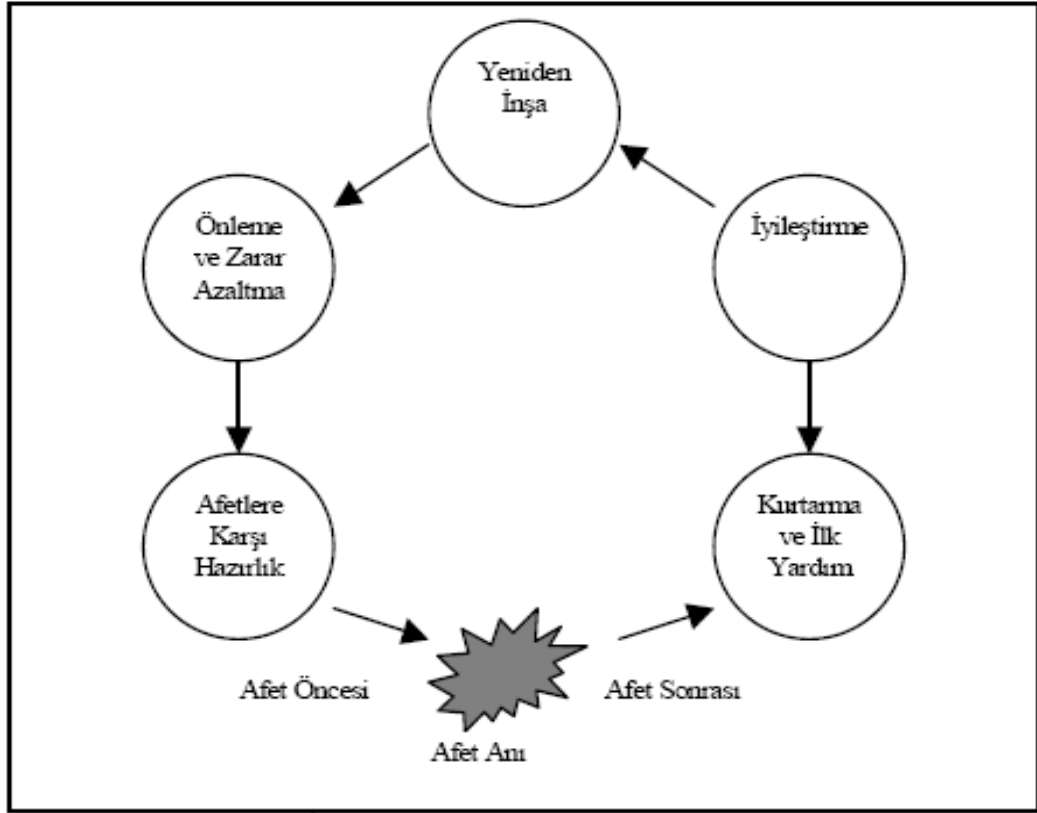
Olası bir afet sonrası yaşanabilecek en büyük problemlerden birisi de 'ulaşım' dır. Bunun içinde İBB, "Afet Durumlarında Acil Ulaşım ve Eylem Planı" hazırlamıştır.



Şekil 2.10 Ağır hasarlı yapı yoğunluğu (İDRY 2003)

### 2.3.2. Afet planlama ve yönetim

Afet yönetimi, farklı disiplinlere farklı manalar ifade edebilmektedir. Yönetim bilimleri açısından bakıldığında, yönetim bilgi sistemleri, kaynak kullanım teknikleri, yöneylem araştırması, proje yönetimi ve planlaması bunun ayrılmaz parçalarıdır. Afet yönetimi, çok katmanlı ve çok aşamalı bir süreçtir. Çok katmanlıdır; çünkü uluslar arası kuruluşlar, devlet, yerel yönetimler, meslek odaları, üniversiteler, sivil toplum örgütleri, şirketler, bireyler, bu sürecin belirli noktalarında yer alırlar. Çok aşamalıdır; çünkü zarar azaltma, önceden hazırlık, kurtarma ve ilk yardım, iyileştirme ve yeniden inşaat safhaları vardır (Şekil 2.11) (Yomralıoğlu 2000 ).



Şekil 2.11 Afet yönetimi evreleri (Aksaraylı ve Tecim 2004)

Afet yönetimin amaçları en açık bir şekilde afet öncesi ve afet sonrası olarak aşağıdaki gibi verilebilir (Aksaraylı ve Tecim 2004).

### 2.3.2.1. Afet öncesinde

- Meydana gelebilecek olaylardan toplumun en az zarar ve fiziksel kayıplarla kurtulabilmesi için gereken teknik, idari ve yasal tüm önlemleri olaylar olmadan önce almak,
- Mümkün olan hallerde olayları önlemek, mümkün olmayan hallerde ise, kurtarma, ilk yardım ve iyileştirme çalışmalarının en hızlı, verimli ve etkili bir şekilde yapılmasını sağlamak,
- Afet zararlarının azaltılması çalışmalarını kalkınmanın her aşamasına dahil etmek ve böylelikle mevcut riskin artmasını önlemek ve sürdürülebilir bir kalkınma sağlamak,
- Toplumun her kesiminin, olayların etkilerinden en az zararla kurtulabilmesi için gerekli bilgilerle donatılmasını sağlayacak eğitim programları uygulamaktır.

### 2.3.2.2. Afet sonrasında

- Mümkün olan en fazla sayıdaki insanı kurtarmak ve sağlıklarına kavuşmalarını sağlamak,
- Afetlerin doğurabileceği ek tehlike ve risklerinden insan canını ve malını korumak,
- Afetten etkilenen toplulukların hayati ihtiyaçlarını mümkün olan en kısa zamanda karşılamak ve hayatın bir an önce normal hale getirilmesini sağlamak,
- Afetin doğurabileceği ekonomik ve sosyal kayıpların en düşük düzeyde kalmasını veya yaraların bir an önce sarılmasını sağlamak,
- Afetten etkilenen topluluklar için emniyetli ve gelişmiş yeni bir yaşam çevresi oluşturmaktır.

Afetlerin minimum zararlarla atlatılabilmesi için her bir safhanın dikkatle ele alınması gerekmekte, ilgili safhada yapılması gerekenler eksiksiz tüm teknolojik ve yönetsel yetenekler kullanılarak yapılmalıdır. Şekil 2.11’de görüleceği gibi “önleme ve zarar azaltma” ve “afetlere karşı hazırlık” safhaları afet öncesi faaliyetleri, sırasıyla ”kurtarma ve ilk yardım”, ”iyileştirme” ve “yeniden inşa” safhaları afet sonrası yapılması gereken faaliyetler ifade etmektedir.

Yerel yöneticiler açısından ele alındığında, bölgede olabilecek afetler önceden öngörülmesi, afetlerin vereceği zararların önüne geçilmelidir. Her an afet olabileceği gibi hazır olunmalıdır. Özellikle doğal afetler için erken uyarı sistemleri kurulmalıdır. Yerleşim bölgesi eğer, coğrafi ve jeolojik yapısı dikkate alınarak imar planları oluşturulmuş, doğal ve teknolojik afetler için gerekli önleyici önlemler alınmış, bunların yanında afet planları ve afet senaryoları yapılmış ve güncellenmiş ise ayrıca afetler karşısında yöneticiler ve halk afet bilincine sahip ise, o bölgede afetler minimum kayıpla atlatılırlar (Aksaraylı ve Tecim 2004).

Bunu mümkün kılmak için, coğrafi ve kentsel verilerin çok hızlı ve rahat kullanılabilirdiği veri tabanı mantığında görsel özellikte veri yapılarının oluşturulması ve bu verilerin sürekli güncellendiği bir sistem kurulmalıdır. Kurulan bu sistem yardımıyla haritalar üzerinde kentin tüm envanteri ve coğrafi yapısı görülebilmelidir. Kurulan bu sistem ile afet senaryoları yapılmalı ve oluşacak durum haritalar üzerinde görülmeli, afetlerin simülasyonu yapılmalıdır.

Yapılacak senaryolar ile oluşacak durumlar incelenmeli ve gerekli önlemler alınmalı ve bu sayede muhtemel afetlere hazırlıklı olunmalıdır. Böylece güncellenmemiş veriler ile yapılan kısıtlı sayıda afet senaryoları yerini devamlı güncellenen ve her an istediğimiz senaryoyu bilgisayar teknolojisi desteği ile hemen yapıp sonuçlarını görebileceğimiz ve gerekli acil kararları alabileceğimiz bir yapı almış olacaktır. Kısıtlı sayıda güncellenmemiş afet senaryoları yerini bilgisayar destekli sistem mantığı ile hazırlanmış her an yenileyebildiğimiz afet senaryolarına bırakacaktır. Büyük afetler sonrası insan hayatı için en önemli an olan ilk 72 saatlik zamanda yöneticiler doğru, güvenilir, yerinde ve hayati kararlar almak zorundadırlar. Kurulacak sistem ve önceden yapılmış veya afetin hemen sonrasında yapılabilecek bir afet senaryosu ile, yöneticiler daha kolay ve doğru karar alabilecekleri, kararlarını destekleyecek bir sisteme kavuşmuş olacaklardır. Doğru ve zamanında verilen kararlar can ve mal kaybının en aza indirmede çok önemlidir (Aksaraylı ve Tecim 2004).

### **2.3.2.3. Acil afet yönetim sistemi için CBS kullanımı**

Kentsel veriler, eylem iyileştirme planlarını içeren bu CBS tabanlı teknolojiler, deprem öncesi ve sonrasında görüntüleme, analiz, sentez, riskli bölgeleri ortaya

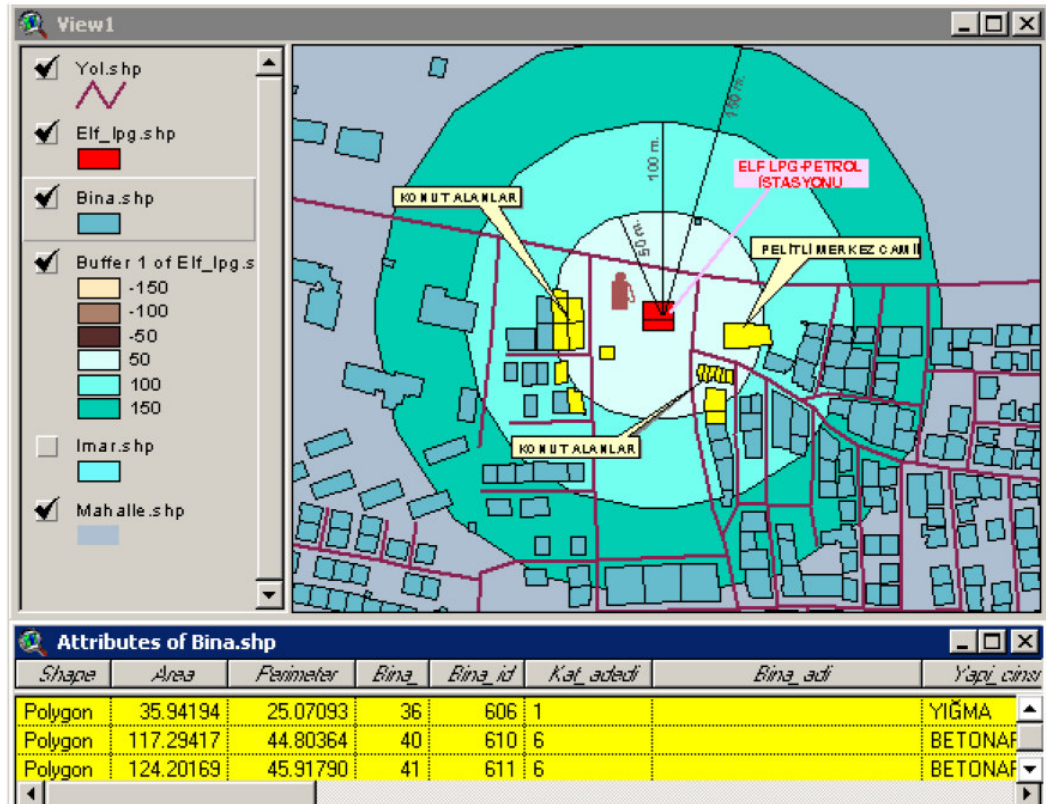
çıkarma, ekonomik kayıp tahminleri, kritik noktaları ve afet anında kullanılabilen ana arterleri bulma, yer seçimi, hizmet alanları, fiziki planlar arasında karşılaştırma, kontrol, hasar tespit, raporlama gibi teknikleri içerir. Coğrafi teknolojiler, deprem sonrası hasar boyutlarının belirlenmesine yardımcı olmanın yanı sıra acil müdahale stratejileri ile hasar tespit ve yeniden yapılanma çalışmalarında da etkin çözümler sunmaktadır (Karaaslan ve Yalçın 2003).

Gerekli önlemlerin alınabilmesi için deprem senaryoları hazırlanmalı ve CBS tabanlı bir model yardımıyla simülasyon teknikleri kullanılarak değişik ölçekteki depremler için;

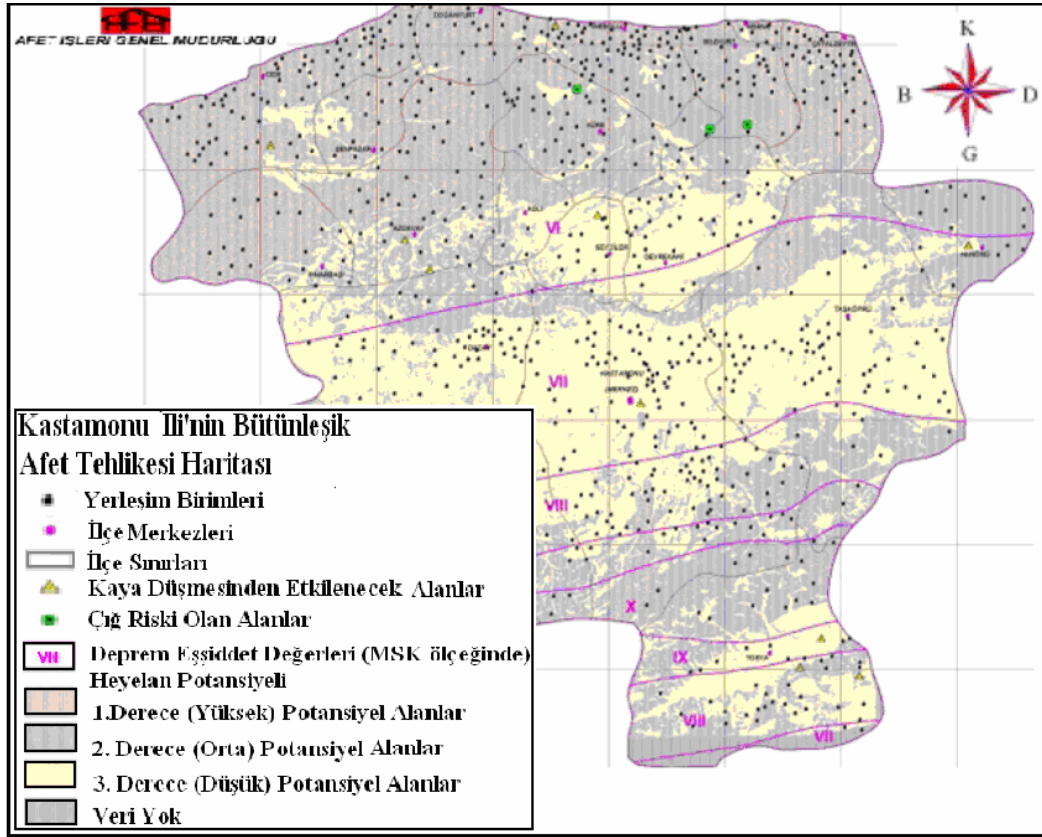
- Depremin etki alanı, ölü ve yaralı sayıları, yıkılan ve hasarlı bina sayıları ve hasar durumları, kullanılabilir durumda yol ve köprülerin tespiti, kullanılabilir durumdaki iş makinelerin tespiti,
- Senaryoya bağlı olarak deprem bölgesinin ihtiyacı olan sağlık ve ilk yardım ekiplerinin sayısı, nitelikleri ve en kısa süre içinde nerelerden temin edileceği,
- Araç parklarının nerede olacağı, yolların nerede kimler tarafından kesileceği, dışarıdan gelecek yardım araçlarının nerede park edeceği, polis ve jandarmanın görev alanlarının nereler olacağı,
- Depremzedelerin ve yaralıların hangi sağlık kuruluşlarına, yerleşim yerlerine ve en kısa şekilde hangi yollarla tasfiye edileceği,
- Deprem sonrası dışarıdan gelecek yardım ekiplerinin, ambulans ve itfaiye araçlarının en kısa geçiş yolları,
- Deprem bölgesinde hangi alanlara kaçır kişilik ve hangi niteliklerde çadır kentlerin yapılacağını,
- Dışarıdan gelecek yardımlar için yapılacak afet depoların yerleri, büyüklükleri ve niteliklerinin,
- Polis ve jandarmanın görev alanlarının,
- Depolardaki malların ihtiyaç sahiplerine senaryo dahilinde optimum dağıtımını gibi soru ve sorunlar acil müdahale sistemlerinde hayati öneme sahip ilk 72 saat içinde çözülebilir, karar vericilere yardımcı olabilir. Her bir simülasyon uygulaması *uzman sistemler (expert systems)* kullanılarak acil durum anında sadece simülasyon numarası verilerek o durumda yapılması gereken acil müdahale sistemi anında ekranda grafiksel ve tablosal olarak belirecektir. Tahmini olarak tespit edilen tehlikenin büyüklüğüne göre

hızlı bir şekilde müdahale etme imkanı doğacağından hasar olabildiğince düşük düzeyde tutulabilecektir (Aksaraylı ve Tecim 2004).

Örneğin, İçişleri Bakanlığı tarafından 29 Eylül 1987 tarihinde çıkarılan Patlayıcı Madde Depoları Tüzüğü ile kent merkezinde tüp satan yerlerin, dolu tüplerini kent merkezinden uzak bir yerde depolama zorunluluğu getirilmiştir. Son zamanlarda akaryakıt olarak kullanılan ve en az tüp kadar patlayıcı özelliğe sahip LPG dolum istasyonları için böyle bir uygulamanın olmadığı görülmektedir. Bu tesislerin oluşturduğu riskli bölgeler, Trabzon kenti için yapılan Afet Bilgi Sistemi uygulamasıyla belirlenebilir. Şekil 2.12’de bir LPG dolum istasyonunun depolama hacmine göre oluşturduğu riskli alanlar ve bu alanlar içindeki binalar gösterilmiştir. Bunun sonucunda bu bağlamda riskli alanlar tespit edilip daha etkili önlemler alınabilir (Yıldırım 2003).



Şekil 2.12 10.000 lt. hacimli bir LPG istasyonu için risk derecelendirmesi (Yıldırım 2003)



**Şekil 2.13** Kastamonu ili'nin bütünleşik afet (deprem, heyelan, kaya düşmesi ve çığ afetleri için) tehlike haritası (Hamzaçebi vd 2004)

Herhangi bir patlama esnasında riskli olan binalara müdahale ve tahliye daha hızlı yapılabilir.

Hamzaçebi vd (2004) tarafından Şekil 2.13'deki haritanın oluşturulmasında CBS teknikleri kullanılmıştır. Çığ ve kaya düşmesi afetleri yerel ölçekte bir afet olarak buldukları için il geneline yayılamamış, ancak tehlike gösterdikleri noktalar ve daha önce meydana gelmiş yerleri itibarıyla haritada gösterilmektedir. Bütünleşik afet tehlike haritasının oluşturulmasında CBS tekniklerini kullanırken herhangi bir ağırlık faktörü belirlenmemiştir. Deprem açısından şiddet değerleri X ile VI arasında değişmektedir, Kuzey Anadolu Fay zonu üzerindeki alanların deprem açısından Karadeniz kıyılarına göre daha tehlikeli oldukları görülmektedir. Aynı şekilde heyelan tehlikesi incelendiğinde üç zona ayrılmış olan bölgede kuzey kesimlerin güney kesimlere oranla heyelan açısından daha tehlikeli olduğu görülmektedir. Kastamonu ilinin güney



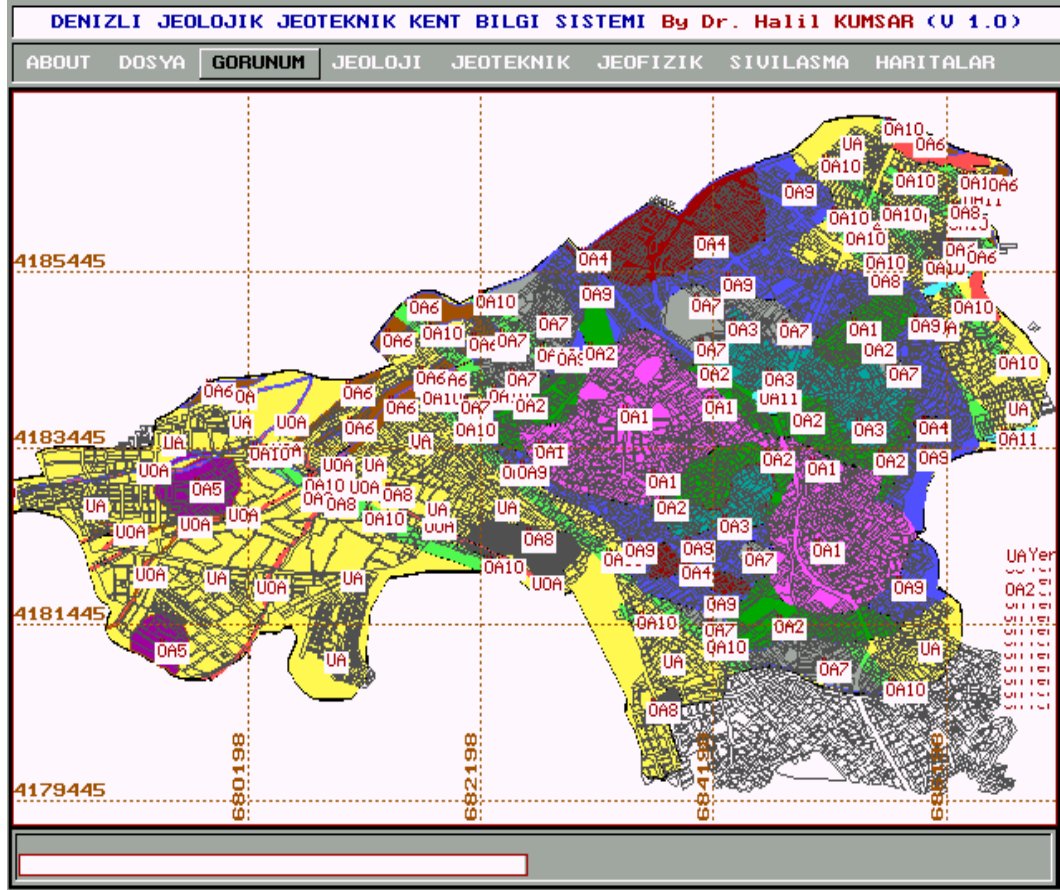
kesimlerinde bazı veriler mevcut olmadığından özellikle heyelan açısından bir değerlendirme yapılamamıştır. Haritada kaya düşmesi ve çığ gözlemlenen yerler işaretlenmiştir. Bu yerler her zaman bu afet türleri için potansiyel tehlike oluşturmaktadırlar.

Deprem ve heyelan kendi oluşum mekanizmasına uygun olarak il sınırları içinde dağılım göstermektedir. Haritaya bakıldığında; Kastamonu'nun kuzey kesimlerindeki (İnebolu gibi) ilçelerin heyelan ağırlıklı, güney kesimlerinin (Tosya ilçesi gibi) deprem ağırlıklı, orta kesimlerdeki ilçelerin ise (Kastamonu merkez gibi) ağırlıklı deprem olmak üzere tüm afet türleri için afet senaryolarının hazırlanması ve afet acil yardım planlarını buna göre düzenlemeleri gerekmektedir.

*Denizli Belediyesi Yerleşim Alanlarının Jeolojik, Jeoteknik ve Hidrojeolojik Özellikleri* (PAÜ 2002) adlı projede üretilen verilere ilişkin olarak *jeolojik ve jeoteknik kent bilgi sistemi* JEO-KBS Kumsar vd (2004) tarafından oluşturulmuştur. Kumsar vd tarafından geliştirilen JEO-KBS sisteminde topoğrafik, imar, mahalle haritaları sayısallaştırılmıştır. Arazide ve laboratuarda yapılan jeoteknik deneyler, jeofizik ölçümler ve jeolojik bilgiler için veri tabanı oluşturulmuş ve bu veri tabanındaki veriler JEO-KBS sisteminde değerlendirilerek Denizli merkezi yerleşim alanları için mühendislik jeolojisi haritaları oluşturulmuştur (PAÜ 2002).

JEO-KBS sistemi içinde sayısal harita üzerinde istenilen bir noktada jeolojik ve jeoteknik bilgilere grafik ortamında çok kısa sürede ulaşmak ve bu verileri uygulamaya aktarmak mümkündür. Belediyelerin bu tür kent bilgi sistemleri yardımıyla kentin gelişimini kontrol etmeleri ve yeni değerlendirmeler yapmaları açısından geliştirilen JEO-KBS sistemi önemli katkı sağlamaktadır (Kumsar vd 2004).

Bütün veriler ışığında tüm verilerden yararlanılarak oluşturulan Denizli için yerleşime uygunluk haritasında yerleşime uygun, önlemlenmeli uygun ve uygun olmayan alanlar belirlenebilmektedir (Şekil 14). Denizli il merkezi için bu çalışma sonucunda 11 ayrı yerleşime önlemlenmeli uygun, yerleşime uygun olmayan ve yerleşime uygun alanlar belirlenmiş ve mikro bölgelendirme çalışması yapılmıştır. Yerleşime önlemlenmeli uygun



**Şekil 2.14** Denizli Belediyesi mücavir alanının yerleşime uygunluk ve imar haritaları (Kumsar vd 2004)

alanlarda jeolojik yapı ve zeminlerin fiziksel ve mekanik özelliklerine göre alınması gereken mühendislik önlemleri de önerilmiştir. Bu çalışmada üretilen veriler ve JEO-KBS bilgi sistemi inceleme alanı içinde ileride inşaatı yapılacak binalar için sorumlu mühendislere ve yerel yönetimlere ışık tutacaktır (Kumsar vd 2004).

### **3.DENİZLİ'DE SEÇİLEN PİLOT BÖLGEDE DEPREM SONUCU OLUŞABİLECEK HASARLARIN TAHMİNİ: PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ YAKLAŞIMI (PAÜ YAKLAŞIMI)**

#### **3.1 Giriş**

Ülkemizde yaşanan son depremlerde meydana gelen ekonomik ve can kayıpları yapılarımızın kalitelerinin oldukça düşük olduğunu göstermiştir. Son yıllarda muhtemel depremlerde can ve mal kayıplarının azaltılması için mevcut bina stoklarının deprem risklerinin gözden geçirilerek gerekli önlemlerin alınması için çalışmalar hız kazanmıştır.

Bu bölümde Denizli şehrinin jeolojisi, depremselliği incelenmiş ve Denizli Mücavir alan sınırları içinde bulunan seçilmiş mahallelerde binalar “sokak taraması” yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu bölümde getirilen yaklaşım Pamukkale Üniversitesi yaklaşımı (PAÜ yaklaşımı) olarak isimlendirilmiştir. Toplam 54 mahalleden 12 tanesi seçilerek oluşturulan pilot bölgede 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, betonarme ve yığma binalar için 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 (K.S.Y.) kullanılmıştır. Talep spektrumunun belirlenmesi için Denizli Mücavir alan sınırları içinde yapılan jeolojik çalışmalardan faydalanılmış, Pamukkale ve Karakova-Akhan fayları esas alınarak farklı büyüklüklerde M6.0, M6.3, M6.5 ve M7 depremleri 8 farklı senaryo deprem olarak kullanılmıştır. İncelenen mahallelerin Pamukkale ve Karakova-Akhan faylarına olan uzaklıkları kullanılarak azalım ilişkileri yardımıyla spektrumlar üretilmiştir. Kapasite ve talebin belirlenmesi ile birlikte K.S.Y.'ne göre hesaplanan performans deplasmanları, tanımlamaları HAZUS (1999)'ta yapılan hafif, orta, ağır ve göçme hasar seviyelerini temsil eden deplasmanlar ile karşılaştırılmıştır. HAZUS (1999) yöntemde yapısal hasar ve ölü, yaralı sayıları arasında doğrudan bir bağlantı kurulmakta ve değişik bina tiplerinin her bir hasar derecesi için, her bir yaralanma derecesine tekabül eden bina sakinlerinin yaralanma oranları verilmektedir.

Envanter, hasar dağılımı çalışmaları, ölü ve yaralı sayıları Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamına aktarılarak veri tabanı oluşturulmuş değerlendirme ve analizler CBS ortamında yapılmıştır. 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. Böylelikle kullanılan senaryo depremler altında pilot bölgede oluşacak hasar olasılıkları hesaplanmıştır. Senaryo depremi sonucunda ölü ve yaralı sayısının belirlenmesinde HAZUS (1999) yöntemi kullanılmıştır.

### **3.2 Denizli Şehrinin Jeoloji ve Depremselliği**

Lykos (Çürüksu) Vadisi olarak adlandırılan Denizli Ovası birinci derecede deprem kuşağında olması nedeniyle tarihin her döneminde yıkıcı depremlere maruz kalmıştır. Çok sayıdaki tarihsel kayıtlar ve arkeolojik veriler bölgenin tarihsel dönemde de birçok yıkıcı depremin etkisinde kaldığını göstermektedir (Ambraseys 1970, Altunel ve Hancock 1993, Altunel ve Barka 1997). Bu nedenle antik dönemde yıkılan kentler sürekli imar edilmiştir. Antik tarihçi Herodotos ve antik coğrafyacı Strabon bölgede sürekli meydana gelen depremlerin nedenlerini Lykos nehri ve onun yeraltında meydana getirdiği boşluklara dayandırmışlardır (Şimsek ve Ceylan 2003). Denizli İli'ndeki tarihsel ve aletsel dönem kayıtlarına bakıldığı zaman Hieropolis ve Laodekia gibi antik kentlerin yıkılmasına neden olan faylar üzerinde uzun süredir büyük bir depremin olmaması, bu fayların gelecekte orta-büyük magnitütlü deprem üretme olasılıklarının yüksek olduğunu göstermektedir (Demirtaş vd 2003).

KB-GD doğrultulu Pamukkale Fayı, Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinin doğu uçlarındaki kesişim bölgesinde bulunur. Birçok uygarlığın üzerinde geliştiği Batı Anadolu, tarihsel dönemlerde de birçok yıkıcı depremlerin etkisinde kalmıştır. Tarihsel depremlerin büyük bir çoğunluğu Büyük Menderes, Denizli/Pamukkale, Gediz Grabenleri yakın dolayında yoğunlaşmıştır. Güncel sismik aktivite ise daha bu sistemlerin kesişim noktası olan bu bölgede yoğunlaşmaktadır (Tablo 3.1) (Demirtaş vd 2003).

Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi ve Kandilli Rasathanesi verileri değerlendirildiğinde 1900 yılı ve sonrasında Denizli İli ve çevresinde hasar yapıcı depremler meydana gelmiştir.

**Tablo 3. 1** Denizli ve yakın çevresinde meydana gelen tarihi depremler (PAÜ 2002)

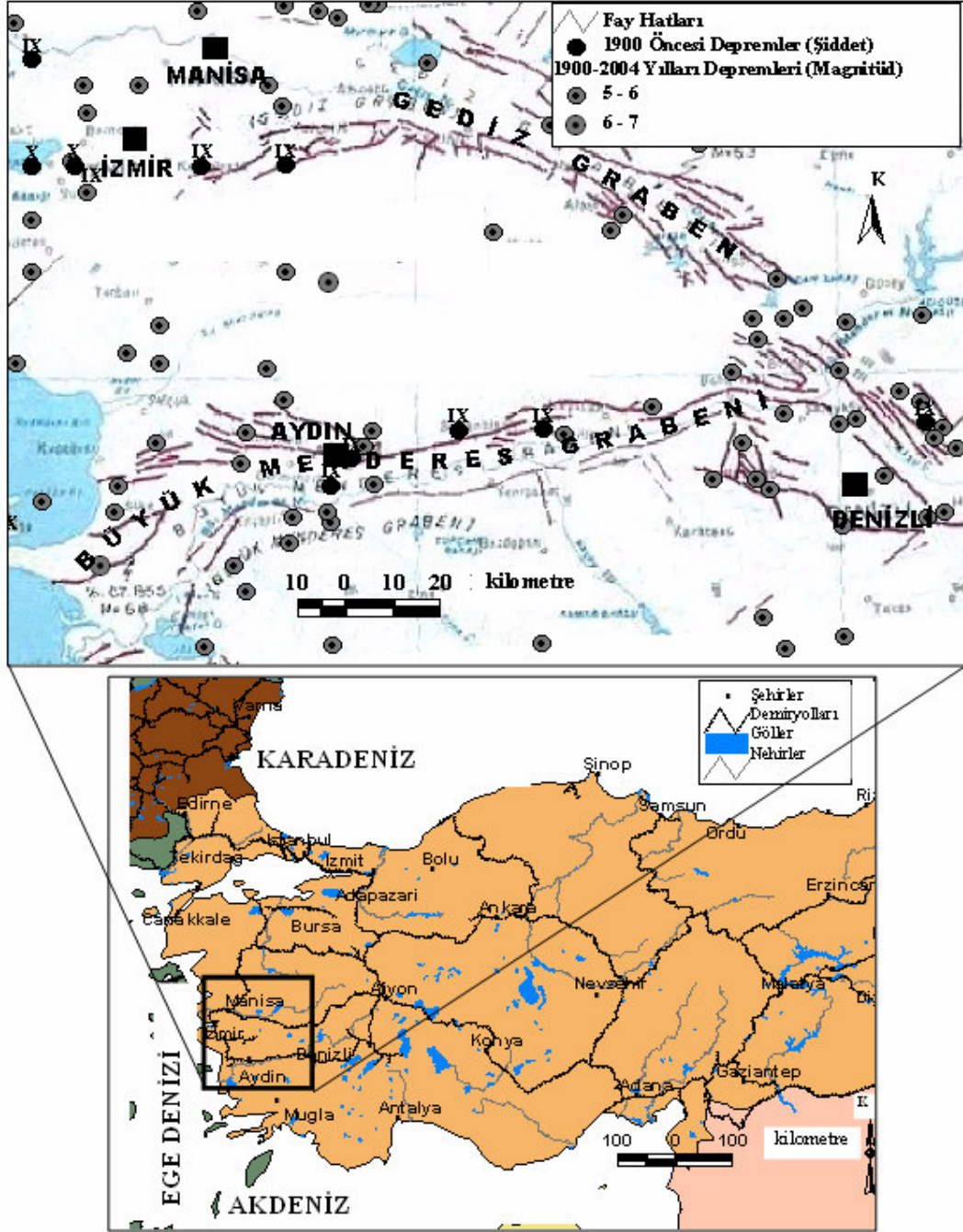
<b>TARİH</b>	<b>YARATTIĞI HASAR</b>
<b>MS. 17</b>	Deprem sonucu Hierapolis kenti yıkılıyor ve Roma İmparatorluğu"dan büyük yardım alınıyor
<b>MS. 60</b>	Pamukkale'deki yapılarda yıkılmalar var. Roma İmparatorluğundan Domitian, Ana cadde ve Kaplıcı yapıyor
<b>MS.700</b>	Pamukkale antik tiyatrosunun sahne köşe duvarı kısmen yıkılıyor ve duvardaki bloklar düşüyor. Pamukkale'deki antik hamamda tuğla ile onarılmış tonazlar çöküyor. Agora'da Latrin ve Anıtsal çeşme duvarları yan yatar ve devrilir. (Bizans dönemine ait verilere göre) (Sözlü görüşme- Denizli Müze Müdürlüğü)
<b>1358</b>	Bu deprem ile Pamukkale ağır hasar görüyor ve yerleşim yeri terk ediliyor
<b>1717</b>	Denizli-Sarayköy-Honaz arasındaki köylerde ağır hasar meydana gelmiş ve 6000 kişi ölmüştür (Altunel 2000)
<b>1878</b>	Denizli ve Pamukkale'de önemli hasarlar meydana geliyor. Sultan II. Abdülhamit Denizli deprem hasar tesbiti için teknik eleman görevlendiriyor. Daha sonra 2. bir teknik eleman görevlendirerek ilk gelen kişinin görevini yapıp yapmadığının kontrol edilmesini istiyor.
<b>1899</b>	B. Menderes Grabeninde meydana gelen bu deprem sonucu 50km uzunluğunda yüzey kırığı oluşmuş, Aydın ve Denizli illerinde ağır hasar meydana gelmiş ve 1117 kişi ölmüştür (Altunel 2000).

Denizli ve yakın civarında 1933 Çal ( $M_s=5.8$ ), 1963 Buldan ( $M_s=5.6$ ), 1965 Honaz ( $M=5.7$ ), 1976 Denizli ( $M_s=5.0$ ), 21 Nisan 2000 Denizli- Honaz ( $M=5.2$ ) depremleri ve 22-31 Temmuz 2003 Sarıgöl-Buldan-Yenicekent Depremleri olmuştur. 1965 Honaz depreminde 14 kişi ölmüş, 217 kişi yaralanmış ve bir çok yapı hasar görmüştür (Tablo 3. 2).

**Tablo 3. 2** Denizli’de 1900 yılı ve 2003 yılı arasında meydana gelen aletsel büyüklüğü 4.5 ve üzerindeki depremler ve etkileri (Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi ve Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü verilerine göre)

Tarih	Aletsel Büyüklüğü (Magnitudü)	Yer	Can Kaybı	Hasarlı Bina
20.09.1900	5	Denizli	---	Tesbit edilemedi
20.11.1922	4,8	Denizli	---	Tesbit edilemedi
11.09.1923	4,9	Denizli	---	Tesbit edilemedi
07.08.1925	5,9	Denizli	---	Tesbit edilemedi
08.05.1929	4,6	Denizli	---	Tesbit edilemedi
17.09.1933	5,7	Çivril	20	200
10.08.1948	5,1	Denizli	---	Tesbit edilemedi
21.06.1961	5,4	Denizli	---	54
11.03.1963	5,5	Denizli	14	488
13.06.1965	5,7	Honaz	14	Tesbit edilemedi
17.06.1965	4,5	Denizli	---	Tesbit edilemedi
02.12.1965	4,6	Denizli	---	Tesbit edilemedi
29.03.1966	4,9	Denizli	---	Tesbit edilemedi
19.07.1967	4,9	Denizli	---	Tesbit edilemedi
25.07.1967	4,5	Denizli	---	Tesbit edilemedi
13.11.1967	4,5	Denizli	---	Tesbit edilemedi
28.03.1970	4,8	Denizli	---	Tesbit edilemedi
20.02.1971	4,5	Denizli	---	Tesbit edilemedi
19.08.1976	4,9	Denizli	4	3200
24.02.1989	4,8	Honaz	---	11
18.07.1990	5,2	Çameli	---	Tesbit edilemedi
18.08.1995	4,9	Kaklık	---	142
21.04.2000	5,2	Honaz	Yok	Yok
04.10.2000	4,7	Denizli	Yok	Yok
30.06.2002	4,2	Denizli	---	Tesbit edilemedi
23.07.2003	5,3	Buldan	---	643
26.07.2003	5,1	Buldan		
26.07.2003	5,6	Buldan		
26.07.2003	5	Buldan		

1995-2003 yılları arasını kapsayan son 9 yılda yoğun bir deprem etkinliği görülmüştür. Burası gelecekte de deprem oluşturma potansiyeli yüksek olan bir bölgeyi oluşturmaktadır (Demirtaş vd 2003). Şekil 3.1 'de 1900-2003 yılları arasında Denizli ve civarında meydana gelmiş  $M \geq 5$  olan depremler görülmektedir.



Şekil 3.1 Denizli ve civarında meydana gelen depremler ve fay hatları (Toprak vd 2004)

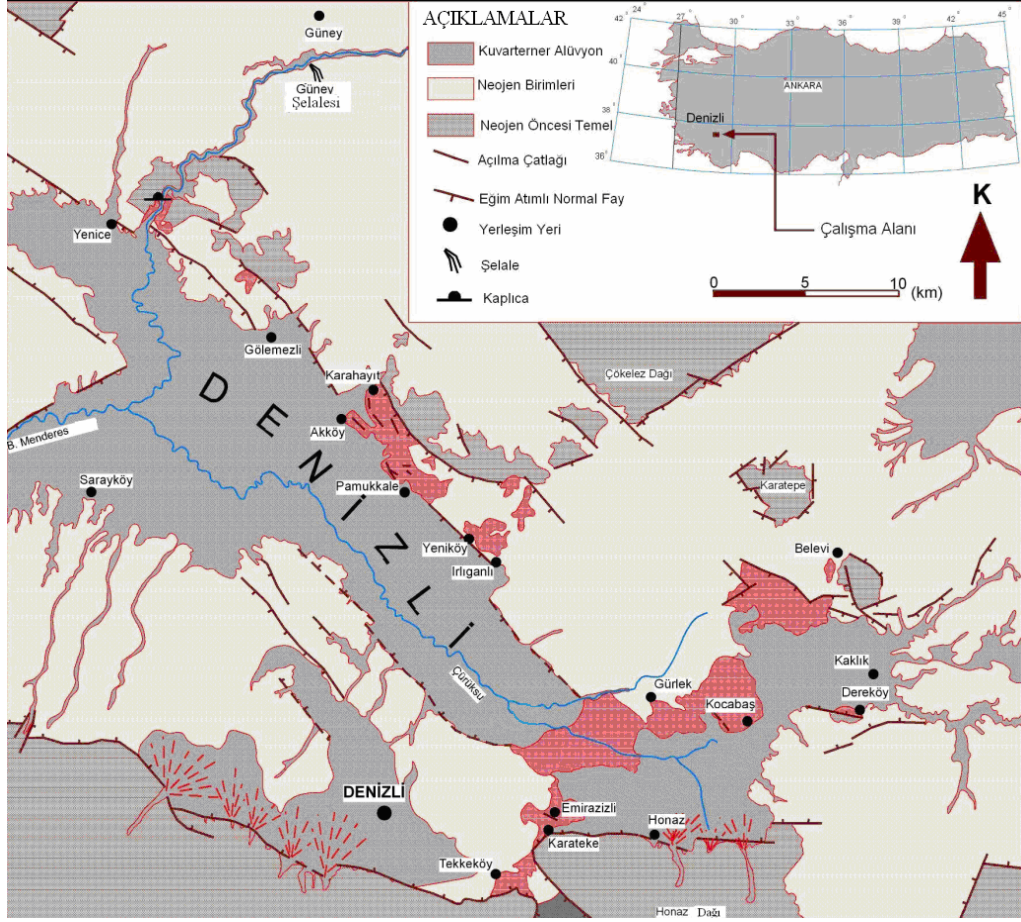
2000 yılında meydana gelen depremlerin odak merkezleri genellikle Denizli havzası içindedir. Bu da göstermektedir ki Denizli havzası ve çevresi olası bir yıkıcı deprem meydana gelmesi durumunda yerleşim alanları bu depremden çok fazla etkilenecektir. Aydan vd (2001a) tarafından yapılan çalışmada GPS (uydu bazlı radyo navigasyon sistemi) verilerini kullanarak geliştirilen matematiksel yöntemle Denizli havzasında önemli gerilim hızı yoğunlaşmalarının olduğu belirtilmiştir.

Deprem episantırlarının dağılımı bölgedeki diri ve olası diri fayların önemli bir kanıtıdır (Şekil 3.1). Deprem episantırlarının en yoğun olduğu bölgeler, Büyük Menderes ve Gediz çöküntü alanları, Gediz ve Büyük Menderes faylarının kesiştiği bölge, Çürüksü çöküntü alanı, Pamukkale-Karahayıt fayı, Honaz-Karateke fayı, Denizli il merkezi güneyindeki Babadağ fayı, Çivril ve Acıgöl fayları, Dinar fayı, Çameli-Göhlhisar fayları ve Burdur-Yeşilova'nın bulunduğu bölgelerdir. Belirtilen bölgelerde tarih boyunca yıkıcı depremler olmuştur (Demirtaş vd 2003). Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Merkezinden alınan 1900-2004 verileri bölgenin depremsellik açısından aktif olduğunu göstermektedir.

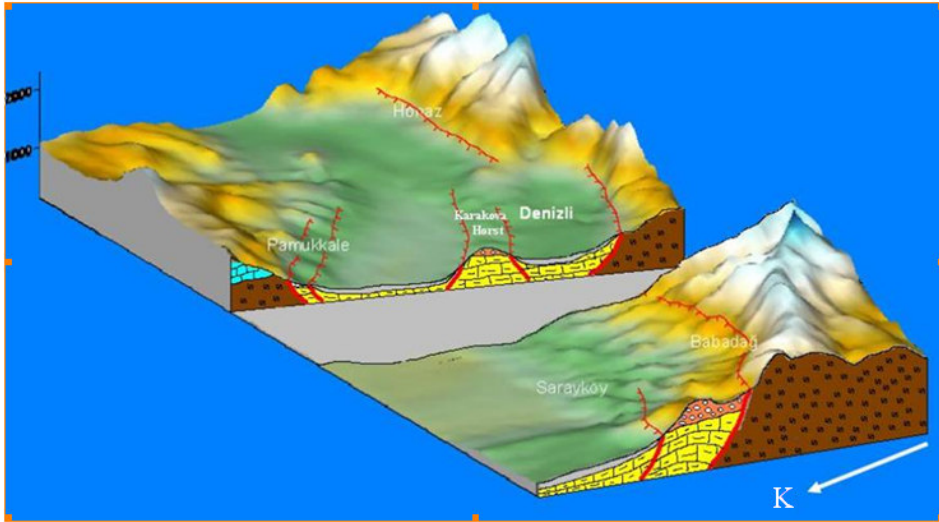
Büyük Menderes ve Gediz grabenlerinin birleştiği alanın doğusundaki, yaklaşık 50 km uzunluğunda 25 km genişliğindeki çöküntü alanı Denizli havzası olarak adlandırılmıştır (Westaway, 1990, 1993). Havzanın Neojen öncesi temel kayaları horst alanlarında yüzeyleyen Paleozoyik yaşlı şist, mermer ve allokton konumlu Mesozoyik kireçtaşları ve Ofiyolitler ile Paleojen yaşlı kireçtaşı, dolomit ve evaporitlerden oluşur (Şekil 3.2). Neojen- Kuvaterner tortulları ile doldurulmuş olan havza kuzeyden ve güneyden normal faylarla sınırlandırılmıştır (Özkul vd 2002) (Şekil 3.2).

Denizli Grabeni güneyde Babadağ fayı, Kuzeyde ise Pamukkale fay zonu ile sınırlanmıştır. Bu graben içerisinde Karakova horstu bulunur. Karakova horstunun kuzeyini Çürüksü grabeni oluşturur. Denizli grabeni ve Karakova horstunu oluşturan faylar genellikle normal faylardır ve Denizli havzasına paralel gelişen KB-GD doğrultulu bir gidişe sahiptirler. Özellikle 2000 yılında meydana gelen ve 9 ay boyunca devam eden depremlerin episantır noktaları çoğunlukla bu fayların, özellikle de Karakova horstunun kuzeyinde bulunmaktadır (Hançer ve Çemen 2005) (Şekil 3.3).





Şekil 3.2 Denizli ve çevresinin genelleştirilmiş jeoloji haritası (Sun (1990), Özkul vd (2002))

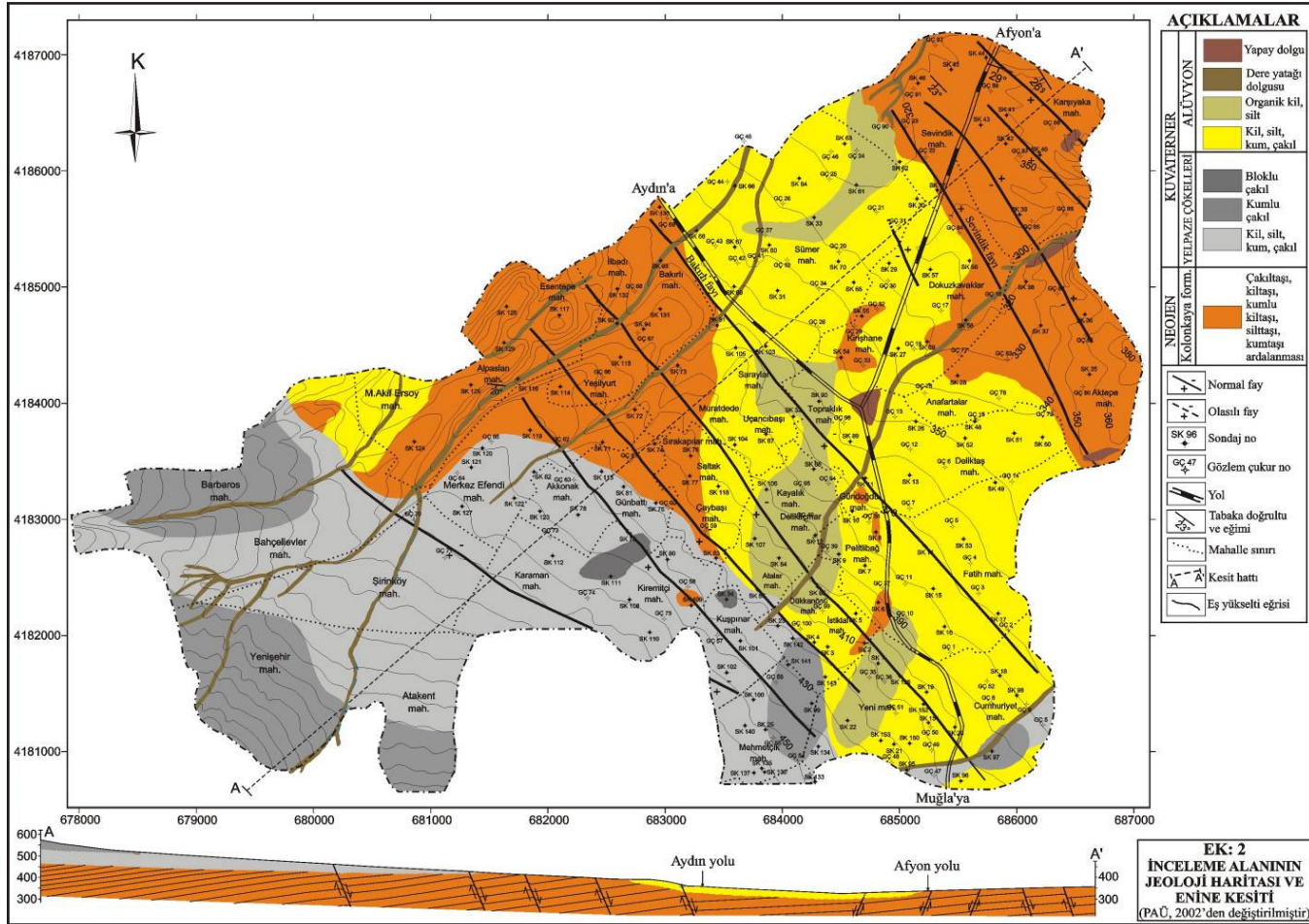


Şekil 3.3 Denizli havzasını oluşturan fayların genel gidişlerini gösteren blok diyagram (Hançer ve Çemen 2005)

Denizli ili yerleşim alanı sınırları içinde kalan bölgenin jeolojik ve jeoteknik ayrıntıları PAÜ (2002) ve Çelik (2003) çalışmalarında bulunabilir. Burada yalnızca bu tezle alakalı ara bilgiler verilecektir.

Denizli ili yerleşim alanı sınırları içinde kalan Neojen tortulları başlıca; killi-siltli kumtaşı, kumlu kilitaşı, siltli-kumlu çakilitaşı ve çakilitaşı birimlerinden oluşmaktadır (PAÜ 2002). Denizli ili yerleşim alanları dahilinde kuzeydoğuda, Sevindik, Karşıyaka, Aktepe mahalleleri, Dokuzkavaklar mahallesi doğusunda, şehrin orta-batı kesimlerinde de Esentepe, İlbadi, Bakırlı, Alpaslan, Yeşilyurt mahallelerinde ve Sırakapılar mahallesinin batısında neojen tortulları gözlenir (Şekil 3.4). Killi-siltli kumtaşı birimi Denizli ili yerleşim alanı dahilinde Sırakapılar, Yeşilyurt, İlbadi, Bakırlı, Mehmet Akif Ersoy, Alpaslan, Sevindik ve Anafartalar mahallelerinde görülür. Ayrıca Kiremitçi mahallesi kuzeyi, İstiklal, Gündoğdu ve Kirişhane mahallelerinde sınırlı mostralara rastlanmaktadır. Arazide en iyi gözleendiği yerler İlbadi mahallesi dolayındadır (Şekil 3.4). Kilitaşı-kumlu kilitaşı birimi çalışma alanında Esentepe, Kirişhane, Anafartalar ve Sevindik güneybatısında sınırlı yüzeylemeler şeklinde görülür (Şekil 3.4). Siltli-kumlu çakilitaşı birimi çalışma alanının kuzeydoğusunda Karşıyaka, Aktepe mahalleleri dolaylarında yüzeyler görülür. Çakilitaşları, Neojen istifinin üst seviyelerinde yer alır. Bu birim çalışma alanı içinde en yaygın ve kalın olarak Aktepe mahallesi güneydoğusunda görülür. Ayrıca Bakırlı mahallesinin güneyinde Eski mezarlığın batı kısmında, Barbaros mahallesi kuzeyi ve Sevindik mahallesi kuzeyinde izlenir (Çelik 2003).

Denizli Belediyesi mücavir alanı içinde kalan ve alüvyon, alüvyon yelpazesi, doğal dere yatağı dolguları ve yapay dolgulardan oluşan genç Kuvaterner tortulları kil, silt, kum, çakıl ve blok boyutunda ince ve kaba bileşenlerden meydana gelmiştir. Alüvyal tortullar, nispeten daha alçak bölgelerde yer alır. Kil, silt, kum, çakıl karışımları kuzeyde; Afyon yolu boyunca Sevindik mahallesine kadar, Sümer mahallesi kuzeyinde, kuzeybatıda; Mehmet Akif Ersoy mahallesi'nin bir kısmı ve Barbaros mahallesinin doğusunda şehrin orta kesimlerinde Muratdede, Uçancıbaşı, Saraylar, Saltak, Çaybaşı mahalleleri dolaylarında ve doğuda; Anafartalar, Deliktaş ve Fatih mahallelerinin belirli kesimlerinde görülmektedir. Organik kil, silt birimi Atalar, Dükkanönü, Delikliçınar, Kayalık, Cumhuriyet mahallesi güneyi ve Sümer mahallesi içinden geçen ve kuzeye doğru uzanan dar bir şeritte görülür (Şekil 3.4). Yelpaze tortulları, çalışma alanının



Şekil 3.4 İnceleme alanının jeoloji haritası ve enine kesiti (Çelik 2003)

güney-güneybatısında geniş alanlar kaplarlar (Şekil 3.4).

Güney-güneybatıdaki yükselmiş temelden türemiş malzemenin vadi ağzlarından itibaren kuzey-kuzeydoğuya doğru depolanması sonucu oluşmuşlardır. Kil, silt, kum çakıl birimi batıda Cumhuriyet mahallesi içinde ince bir hatta, güney-güneybatıda, Kuşpınar, Kiremitçi, Karaman, Şirinköy, Akkonak, Merkez Efendi mahallesi'nin güneyinde, Atakent mahallesi'nin kuzeyi ve Bahçelievler mahallesinde görülür (Şekil 3.2). Kumlu Çakıl birimi tutturulmuş yelpaze tortullarının yüzeyde görüldüğü Kiremitçi mahallesi kuzeybatısında ve Kuşpınar mahallesi kuzeyinde belirlenmiştir (Şekil 3.4). Bloklü Çakıl birimi güney-güneybatıdaki yükselmiş metamorfik temele en yakın birimdir. Barbaros mahallesi, Yenişehir mahallesi güneyi, Atakent mahallesi güneyi ile Mehmetçik mahallesi'nin kuzeydoğusunda görülür (Şekil 3.4). Çalışma alanında güneybatıdan kuzeydoğuya doğru gelişmiş büyüklü küçüklü dere yatakları paralel-yarı paralel bir drenaj ağı oluşturur. Bunlardan en önemlileri Zindan Dere, Ellez Dere ve Değirmen Dere'dir. Dere yataklarında birikmiş malzeme kil, silt, kum ve çakıl karışımlarından meydana gelir (Şekil 3.4). Dere yatakları dışında yol yapımı, çukur alanların tesviyesi amacıyla ve katı atıkların döküldüğü alanlarda yapay dolgulara rastlanır (Şekil 3.4) (Çelik 2003).

Aydan vd (2001a) Türkiye'deki geçmiş deprem verilerini ve GPS ölçümlerini kullanarak yaptığı değerlendirmelerde, Denizli civarında M6.3 büyüklüğünde bir depremin olabileceğini tahmin etmektedir. Ancak, Aydan vd (2001b) Denizli çevresinde depremlerin oluş sıklığı ile magnitüd ilişkisine bakarak 6 ile 7.2 büyüklükleri arasındaki depremlerin değişik sürelerde oluşabileceğini belirtmiştir. Bu çalışmada Pamukkale ve Karakova-Akhan fayları için M6.0, M6.3, M6.5 ve M7 büyüklüğündeki sekiz farklı deprem senaryosu kullanılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda da kullanılan PAÜ (2002) ve Denizli'ye yakınlığı bilinen Pamukkale fayının yanı sıra Karakova-Akhan fayında oluşacak kırılmalar göz önüne alınmıştır. Pilot bölgede bulunan mahallelere ait yer hareketi parametreleri pik yer ivmesi (PGA) ve spektral ivme (PSA), Campbell ve Bozorgnia (2003) ve Campbell (1997) tarafından önerilen azalım ilişkileri kullanılarak hesaplanmıştır.

Campbell ve Bozorgnia (2003), çalışmalarında geliştirdiği denklem ile PGA ve PSA'nın (%5 sönümlü spektral ivme) elde edilmesini sağlamıştır. Bu denklem aşağıdadır (Denklem 3.1).

$$\ln Y = C_1 + f_1(M_W) + C_4 \ln \left[ f_2(M_w, r_{seis}, S) + f_3(F) + f_4(S) + f_5(HW, F, M_W, r_{seis}) \right] + \epsilon \quad (3.1)$$

Denklem 3.2 de deprem büyüklüğü değişim karakteristikleri ve denklem 3.3'de mesafe değişim karakteristikleri verilmiştir.

$$f_1(M_W) = C_2 M_W + C_3 (8,5 - M_W)^2 \quad (3.2)$$

$$f_2(M_w, r_{seis}, S) = r_{seis}^2 + g(S)^2 (\exp[C_8 M_w + C_9 (8,5 - M_w)^2])^2 \quad (3.3)$$

Denklem 3.4'de yerel arazi şartlarının yakın kaynak etkileri (near source) ve denklem 3.5'de ise faylanma mekanizmasının etkisi verilmiştir.

$$g(S) = C_5 + C_6 (S_{VFS} + S_{SR}) + C_7 S_{FR} \quad (3.4)$$

$$f_3(F) = C_{10} F_{RV} + C_{11} F_{TH} \quad (3.5)$$

Denklem 3.6'da yerel arazi şartlarının uzak kaynak etkileri (far source) verilmiştir.

$$f_4(S) = C_{12} S_{VFS} + C_{13} S_{SR} + C_{14} S_{FR} \quad (3.6)$$

Denklem 3.7, 3.8, 3.9 ve 3.10'da ise duvarlama (HW) etkisi verilmiştir.

$$f_5(HW, F, M_W, r_{seis}) = HW f_3(F) f_{HW}(M_W) f_{HW}(r_{seis}) \quad (3.7)$$

$$\begin{aligned} HW = S_{VFS} + S_{SR} & \quad 0 & \rightarrow & \quad r_{jb} \geq 5 \text{ km} \\ & + S_{FR} & (5 - r_{jb})/5 & \rightarrow & \delta > 70^\circ \end{aligned} \quad (3.8)$$

Burada  $\delta$ ; fay açısıdır. Çok sert zeminler için için  $S_{VFS} = 1$ , yumuşak kaya zeminler için  $S_{SR} = 1$ , ve sert kayalar için  $S_{FR} = 1$ , sert zeminler için  $S_{VFS} = S_{SR} = S_{FR} = 0$ ; ters

faılanma (reverse faulting) için  $F_{RV} = 1$ , bindirme faılanması için  $F_{TH} = 1$ , doğrultu atımlı fay (strike-slip) ve normal faılanma için  $F_{RV} = F_{TH} = 0$  dir.

$$f_{HW}(M_w) = \begin{cases} 0 & \rightarrow M_w < 5,5 \\ M_w - 5,5 & \rightarrow 5,5 \leq M_w \leq 6,5 \\ 1 & \rightarrow M_w > 6,5 \end{cases} \quad (3.9)$$

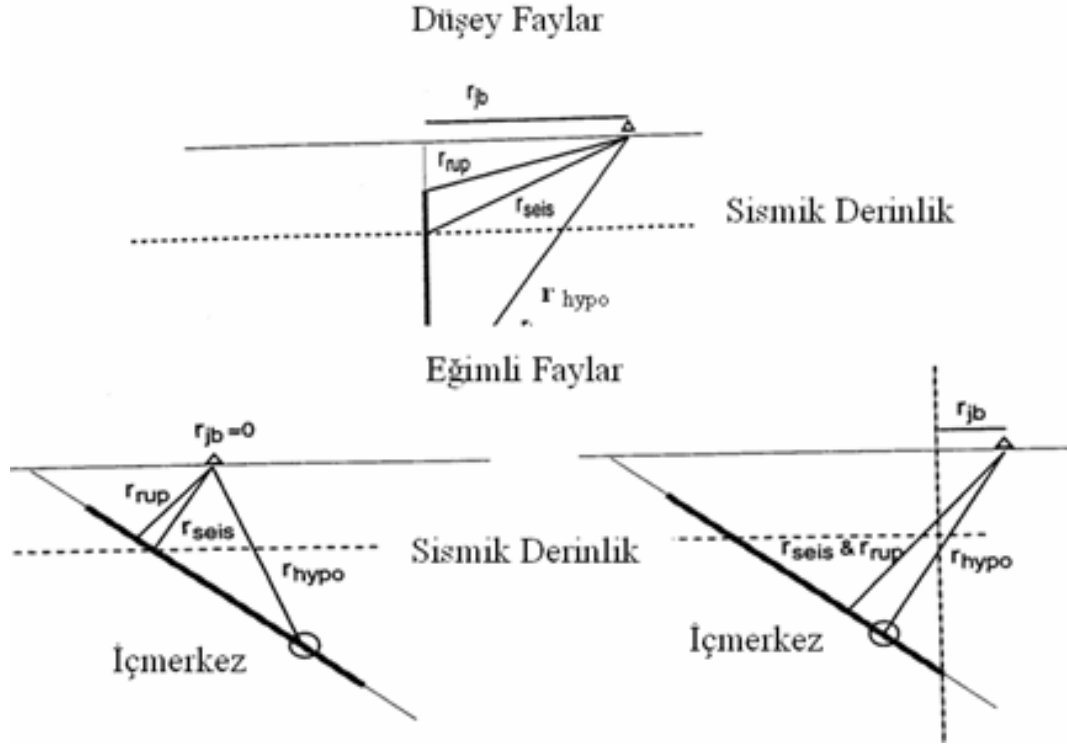
$$f_{HW}(r_{seis}) = \begin{cases} C_{15}(r_{seis}/8) & \rightarrow r_{seis} < 8 \text{ km} \\ C_{15} & \rightarrow r_{seis} \geq 8 \text{ km} \end{cases} \quad (3.10)$$

Geliştirilen azalım ilişkisinde  $\varepsilon$  = Standart sapmadır ( $\sigma_{\ln Y}$ ). Standart sapma deprem büyüklüğünün fonksiyonu olarak denklem 3.11'de, PGA'nın fonksiyonu olarak ta denklem 3.12'de belirtilmiştir.

$$\sigma_{\ln Y} = \begin{cases} C_{16} - 0,07 M_w & \rightarrow M_w < 7,4 \\ C_{16} - 0,518 & \rightarrow M_w \geq 7,4 \end{cases} \quad (3.11)$$

$$\sigma_{\ln Y} = \begin{cases} C_{17} + 0,351 & \rightarrow PGA \leq 0,07g \\ C_{17} - 0,132 \ln(PGA) & \rightarrow 0,07g < PGA < 0,25g \\ C_{17} + 0,183 & \rightarrow PGA \geq 0,25g \end{cases} \quad (3.12)$$

Tüm bu denklemlerde,  $Y$ ; PGA ve %5 sönümlü PSA 'nın yatay bileşeni ( $Y_H$ ) ya da düşey bileşeni ( $Y_V$ ),  $M_w$ ; moment magnitudü,  $r_{seis}$  ; sismik kırılmaya en kısa mesafe (km) (Campbell 1997),  $r_{jb}$ ; fay kırığının yeryüzündeki izine olan en kısa mesafesidir (km) (Boore vd 1997). Azalım ilişkilerinde kullanılan uzaklık ölçütlerinden olan  $r_{seis}$  ve  $r_{jb}$  Şekil 3.5'te gösterilmiştir. Tablo 3.3'de ise azalım ilişkisinde kullanılan istatistiksel parametreler ve katsayılar verilmiştir.



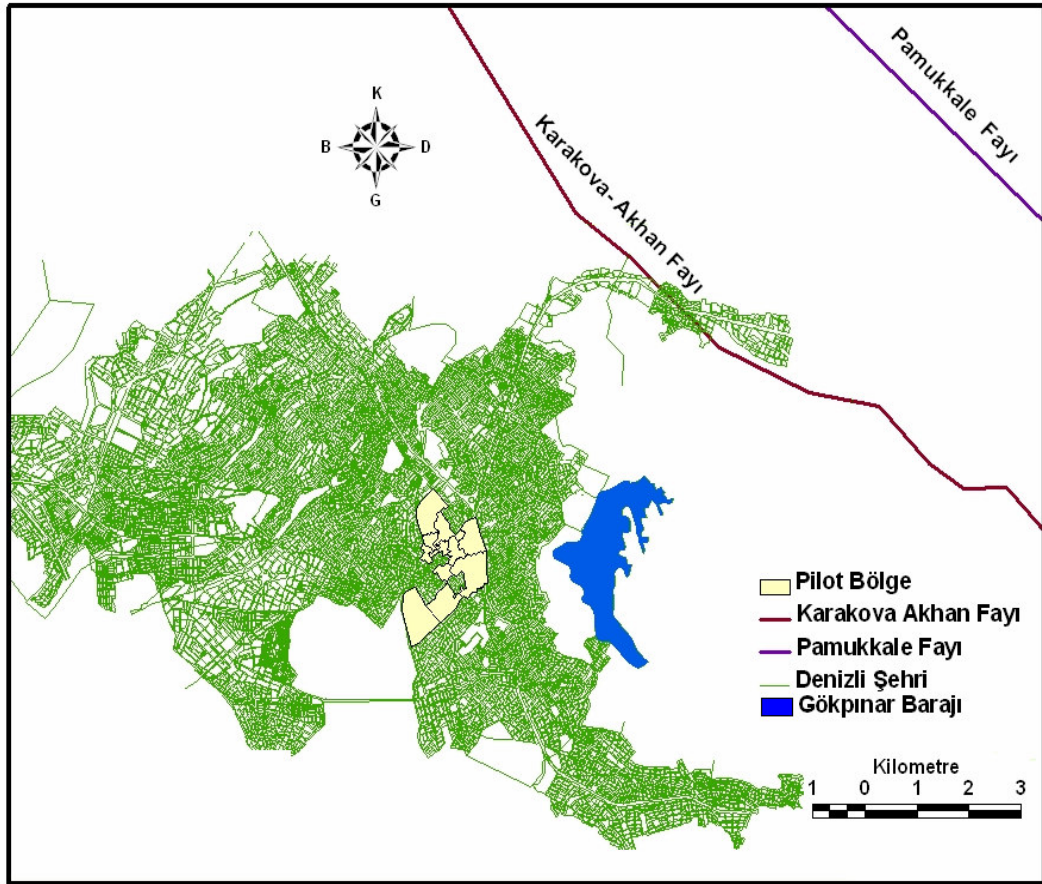
**Şekil 3.5** Kuvvetli hareket azalım ilişkilerinde kullanılan uzaklık ölçütleri (Abrahamson ve Silva 1997)

**Tablo 3.3** PGA ve spektral değerlerin hesaplaması için kullanılan azalım ilişkisinde kullanılan parametreler ve katsayılar

Parametreler	Katsayılar
$c_1$	-4,033
$c_2$	0.812
$c_3$	0.036
$c_4$	-1,061
$c_5$	0.041
$c_6$	-0.005
$c_7$	-0.018
$c_8$	0.766
$c_9$	0.034
$c_{10}$	0.343
$c_{11}$	0.351
$c_{12}$	-0.123
$c_{13}$	-0.138
$c_{14}$	-0.289
$c_{15}$	0.37
$c_{16}$	0.92
$c_{17}$	0.219

Şekil 3.6 'de Denizli Şehrinin Karakova-Akhan fayı ve Pamukkale fayına göre konumu görülmektedir. Coğrafi bilgi sisteminde konum analizleri kullanılarak fayların mahalle merkezlerine olan uzaklıkları hesaplanmıştır ve bu değerler HAZUS 1999 da yapılan öneriye uygun olarak bu tez çalışmasında Campbell ve Bozorgnia (2003) azalım ilişkisi kullanılarak yumuşak kaya zeminlere karşılık gelen ivme (PGA) değerleri elde edilmesinde Taşkın (2005) çalışması kullanılmıştır.

Deprem talep spektrumu FEMA-368 (2000)'daki C-D sınıfı zemin sınıfına uyduğu öngörülerek katsayılar iterasyonla hesaplanmış, deprem talep spektrumu tüm mahalleler için hesaplanmıştır.

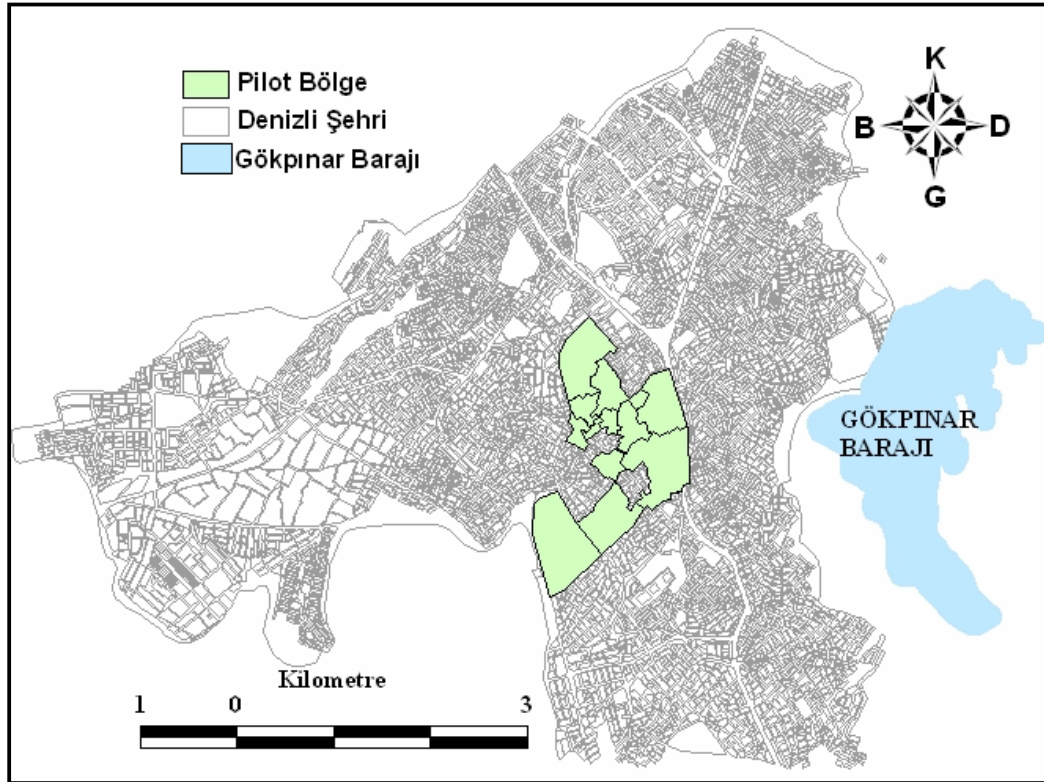


Şekil 3.6 Denizli Şehrinin Karakova-Akhan fayı ve Pamukkale fayına göre konumu



### 3.3 Pilot Bölgeler

Bu çalışmada Denizli’de 2002 yılında bitirilen jeoteknik ve jeolojik çalışmalar dikkate alınarak zemin açısından riskli ve yerleşimi eski olan bölgeler pilot bölge olarak seçilmiştir. Pilot bölge, Kuyupınar, Eskimüftü, Pelitlibağ, Hatipoğlu, Yücebağ, Gündoğdu, Hacıkaplanlar, Uçancıbaşı, Feslikan, Kuşpınar ve Kayalık mahallelerinin bulunduğu Denizli’nin eski yerleşim bölgelerini kapsamaktadır. (Şekil 3.7). Bu bölgedeki yapılaşmanın tamamına yakını gerçekleşmiştir. Denizli pilot bölge için 2003 yılında başlayan bu çalışmanın ara sonuçları İnel vd (2004), Aslankara vd (2005) ve Şenel vd (2006) yayınlarında bulunabilir. İncelenen 12 adet mahallenin 10 tanesinde tarama işlemi tamamen, 2 tanesinde (Uçancıbaşı ve Yücebağ mahalleleri) kısmen tamamlanmıştır. Toplam 4226 parsel taranmış, söz konusu parsellerde 2510 adet betonarme, 956 adet yığma bina olduğu tespit edilmiştir. Bina yerleşim yeri olarak Denizli şehrinin merkez mahallelerini kapsayan ve eski yapılaşmanın yanı sıra yeni yapılaşmanın da görüldüğü mahallelerdir. İncelenmiş olan mahallelerdeki bina stoğu yaklaşık olarak Denizli mücavir alanının %20’sinden fazlasını, bina sayısı açısından ise yaklaşık %10’unu temsil etmektedir (DİE 2000).



Şekil 3. 7 Denizli şehri ve pilot bölge

### 3.4 Bina Envanter Çalışması

Bina envanter çalışması Pamukkale Üniversitesi diploma çalışması kapsamında, dördüncü sınıf öğrencilerinin sokak taramasını gerçekleştirmesi ile toplanmıştır. Denizli Belediyesi Müdürlüğü'nden alınan 1/1000 ölçekli imar uygulama haritalarındaki ada ve parsel numaraları kullanılmıştır. Binaların bilgilerinin toplanmasında; taşıyıcı sistem türü (betonarme, yığma, çelik vs.), kat adedi (1, 2, 3, vs.), yapım yılı (öncelikle binanın hangi deprem yönetmeliğine göre yapıldığını tespiti, gerekirse tam yapım yılı için belediye arşivleri kullanılabilir), yapının mevcut görünümü (çok eski, eski, yeni), kapı ve pencere boşluklarının yerleşiminde yönetmeliklere uyulup uyulmadığı, duvarların kesiştiği noktaların birbirine kenetlenip kenetlenmediği, duvarların düşey ve yatay yük etkilerini emniyetle aktarabilecek şekilde teşkil edilip edilmediği, binanın bitişik nizam olup olmadığı gibi kriterlere bakılmıştır.

Sokak taraması için öncelikle toplanması gereken parametreler uygulamalı olarak anlatılmış ve Tablo 3.4'deki formlar ile araziye çıkılmıştır. Her ada için ayrı sayfa hazırlanmış ve sıra numaralarıyla bilgiler saklanmıştır. Arazide yapım yılıyla ilgili bilgiler bina sakinlerinden veya çevre binalarda yaşayan mahalle sakinlerinden elde edilmiştir. Binanın dışardan gözlenebilen özelliklerini gösteren fotoğrafları çekilmiş, çekilen bu fotoğraflar bilgilerin kontrolünde kullanılmıştır.

Denizli şehrinin jeolojisi, depremselliği incelenmiş ve Denizli Mücavir alan sınırları içinde bulunan seçilmiş mahallelerde sokak taraması yapılmıştır. Toplam 54 mahalleden 12 tanesinde binaların için kat sayısı, yapım yılı, bitişiklik-ayrıklık durumu, kısa kolon-yumuşak kat özellikleri, kapalı çıkımların varlığı ve görünen bina kalitesi bilgilerini içeren veri tabanları hazırlanmıştır.

Söz konusu parametrelerin genel bina performansı üzerindeki etkileri, betonarme ve yığma binalar için geliştirilen puanlama kriterleri kullanılarak değerlendirilmiş ve söz konusu binalar iyi, orta ve kötü olmak üzere 3 alt sınıfta toplanmıştır. Binalara ait performansın belirlenmesi için kullanılmıştır. 2000 yılında meydana gelen depremlerin odak merkezleri genellikle Denizli havzası içindedir.

Tablo 3.4 Envanter Formu

MAHALLE ADI: .....

Sıra No	Bina Adres Bilgileri				Fotoğraf No	Bina hakkında bilinmesi gerekenler ve gözlemci düşünceleri
	Ada	Parsel	Sokak	Kapı No		
1						.....
2						.....
3						.....
4						.....
5						.....
6						.....
7						.....
8						.....
9						.....
10						.....
11						.....

**Tablo 3. 4** Envanter Formu (devamı)

Sıra No	Bina Taşıyıcı sistemi						Kullanım Sınıfı		Yapım Yılı Biliniyorsa	Yapım Yılı Bilinmiyorsa
	BA1 (1-2 katlı)	BA2 (3-5 katlı)	YG1 (1-2 katlı)	YG2 (3 ve üzeri)	DiĞER	Bodrum	Ana	Alt		-75
	1									
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										

- (1) Kapalı çıkma varsa binanın kaç yönünde kapalı çıkma olduğu bilgisi buraya girilecek. Yoksa 0 yazılacak  
(2) Binada yumuşak kat var ise **1**,kısa kolon var ise **2**, hem kısa kolon hem de yumuşak kat var ise **3** girilecek.

### 3.4.1 Taşıyıcı sistem türü

Kent merkezindeki binaların çoğunluğunun betonarme ve yığma olması sebebiyle taşıyıcı sistem türü olarak betonarme binalar, yığma binalar ve diğerleri olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 3.5). Diğerleri sınıflandırılması içerisinde yıkık binalar, çelik binalar gibi taşıyıcı sistem türleri alınmıştır.

**Tablo 3.5** Katlara ve taşıyıcı sisteme göre kullanılan kodlama sistemi

Bina taşıyıcı sistem kodu (I)	Bina taşıyıcı sistemi ve kat sayısı
I = 1	BA1 – Betonarme bina : 1 - 2 katlı
I = 2	BA2 – Betonarme bina : 3 - 5 katlı
I = 3	BA3 – Betonarme bina : 6 ve daha fazla katlı
I = 4	YG1 – Yığma Bina : 1 - 2 katlı
I = 5	YG2 – Yığma Bina : 3 ve daha fazla katlı
I = 6	DGR – Diğer taşıyıcı sistemli binalar

### 3.4.2 Kat sayısı

Binaların kat sayısı yaklaşık olarak binanın periyodunun bulunmasında ve bina modelinin kapasite hesaplamasında kullanılmaktadır. Binaların envanteri çıkarılırken 1-2 katlı, 3-5 katlı ve 6 katlı ve üzeri olarak gruplandırılmıştır.

### 3.4.3 Binaların yapım yılı

Envanter çalışmasında gözönüne alınan belirli dilimlere ayrılan yılların belirlenmesinde, 1975 yılında çıkan Afet Yönetmeliği, 1985 yılında çıkan TS500 ile kullanılan beton kalitesinin artması ve Denizli’de 1994 yılından sonra hazır beton kullanımına geçilmesi önemli rol oynamıştır. Binalar yapım yıllarına göre 1975 öncesi, 1975 sonrası ve 1994 sonrası olarak gruplandırılmıştır.

Kent merkezindeki binaların çoğunluğunun betonarme ve yığma olması sebebiyle taşıyıcı sistem türü olarak betonarme binalar, yığma binalar ve diğerleri olarak sınıflandırılmıştır.

### 3.4.4 Kapalı çıkma

Kapalı çıkma binalarda üst katlarda binanın kullanım alanını arttırmak için yapılmaktadır. Ağır balkonlar ve çok ağır çıkmalar ile binanın ağırlığı oldukça artmaktadır. Bu da binaya gelecek olan deprem kuvvetinin artması anlamına gelmektedir. Bu çalışmada binalarda bulunan kapalı çıkmalar 1, 2, 3 ve 4 yönden olma durumuna göre sınıflandırılmıştır.

Şekil 3.8a'da tek taraftan kapalı çıkma görülmekte ve Şekil 3.8b'de iki taraftan kapalı çıkma görülmektedir.



(a) Tek cepheden kapalı çıkma



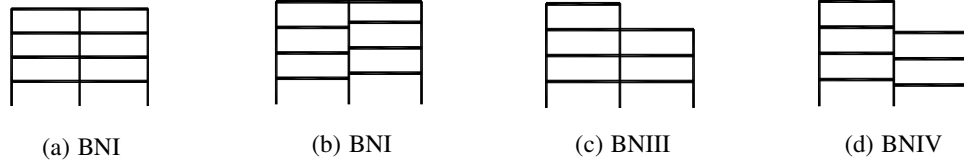
(b) İki cepheden kapalı çıkma

**Şekil 3.8** Tek ve iki cepheden kapalı çıkma için örnek binalar

### 3.4.5 Bitişik nizam durumu

Binaların bitişik nizamda bulunması binalarda çekişme etkisine sebep olmaktadır. Geçmiş depremlerde sıkça gözlenen hasarlar arasındadır. Bu çalışmada bitişiklik durumu Şekil 3.9'de görüldüğü gibi binaların yükseklik ve kat sayıları dikkate alınarak dört sınıfta değerlendirilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi aynı katsayısı ve aynı döşeme

seviyesi hizada olan binalar BNI, aynı katsayısına sahip farklı döşeme seviyesi hizasına sahip binalar BNII, farklı kat sayısı ve aynı döşeme seviyesi hizasına sahip binalar BNIII, farklı katsayısı ve farklı döşeme seviyesi hizasına sahip binalar BNIV olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 3. 9 Bitişik nizam durumu sınıflandırılması



Şekil 3. 10 Bitişik nizam durumu sınıflandırılmasına örnek binalar

Şekil 3.10'da 1 numaralı binaya kapının bulunduğu tarafta kapıya doğru dönüldüğünde, sol taraftaki binaya soldan bitişik sağdaki binaya ise sağdan bitişik olarak isimlendirilmektedir. 1 numaralı bina soldan ve sağdan BNII türünde bitişiktir. 2 numaralı bina ise soldan BNIII sağdan ise BNIV türünde bitişiktir.

### 3.4.6 Yumuşak kat /kısa kolon

Binalarda kullanım amaçlarına göre farklı kat yükseklikleri bulunmakla birlikte, alt katlarda yer genişletmek amacıyla kolonlar kesilmektedir. Bu özellikler binada yumuşak

kat davranışı görülmesine sebep olmaktadır. Bu katlar bina davranışını negatif yönde etkilemektedir. Geçmiş depremlerde hasarların çoğu bu tür yapılarda görülmüştür. Bodrum katlarda yapılan bant pencere, merdiven sahanlıklarında kullanılan kirişler ve zemin katta işyeri olarak kullanılan yumuşak katların bir bölümünün ara kat olarak ayrılması gibi uygulamalar sonucu kısa kolon davranışı oluşmaktadır. Bu da depremlerde kolonlarda oluşacak kesme kırılmalarını artırmaktadır.



(a) Yumuşak kat



(b) Kısa kolon

**Şekil 3.11** Yumuşak kat ve kısa kolon durumu için örnek binalar

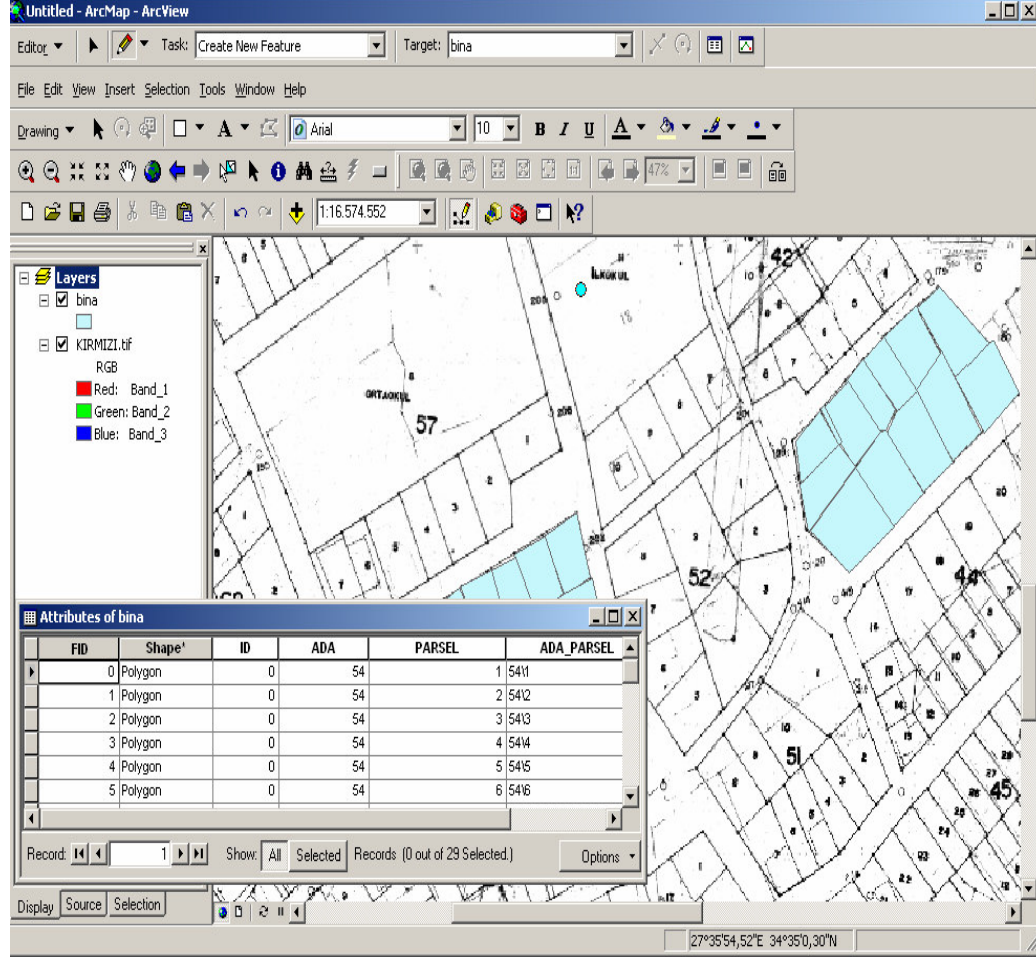
Şekil 3.11a' da yumuşak kat yani zemin katta kat yüksekliği farklı Şekil 3.11b 'de ise kısa kolon görülmektedir. Bunlar dışarıdan kolaylıkla tespit edilebilen özelliklerdir.

### 3.4.7 Envanter bilgilerinin coğrafi bilgi sisteminde değerlendirilmesi

Veri giriş ve analiz safhalarında ESRI tarafından üretilen ArcGIS ve ArcView CBS programları kullanılmıştır. Şekil 3.10 veri giriş ekranını göstermektedir. Denizli Belediyesi İmar İşleri Müdürlüğü'nden alınan 1/1000 ölçekli imar uygulama haritaları taranmış ve taranan haritalarda görülen ada ve parseller sayısallaştırılmıştır. Mahalle sınırları Denizli Belediye'si internet sitesinde bulunan e-şehir haritalarından mahalle sınırları alınarak belirlenmiştir. Şekilde mavi renkli çizgiler girilmiş olan parsellerdir.

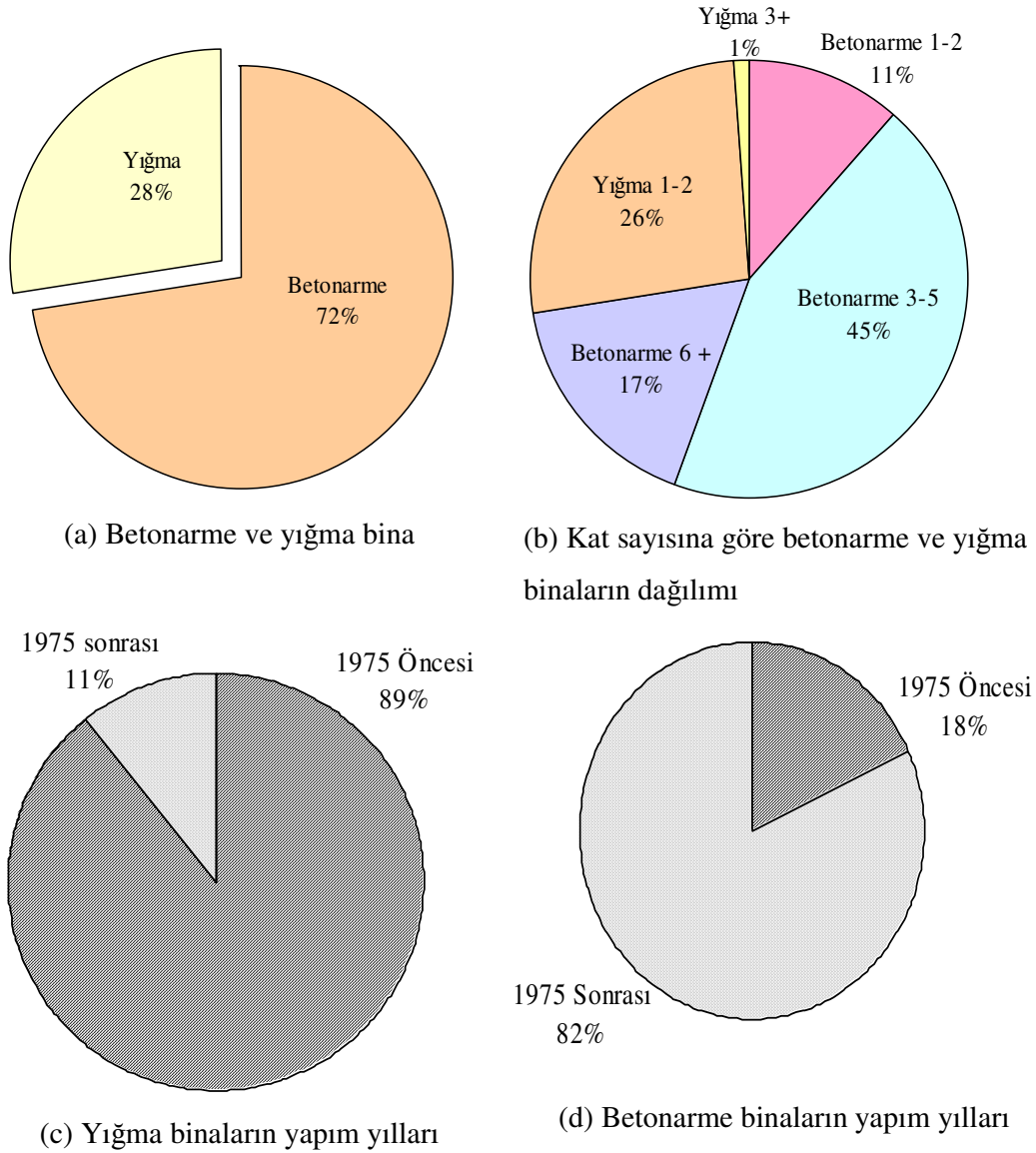


Şekil 3.12’de gösterildiği gibi parsellerle birlikte ada ve parsel numaraları ArcView ekranından girilmekte, arazide toplanan envanter verileri ise join (bilgi ekleme) fonksiyonu ile parsel bilgilerine eklenmektedir.



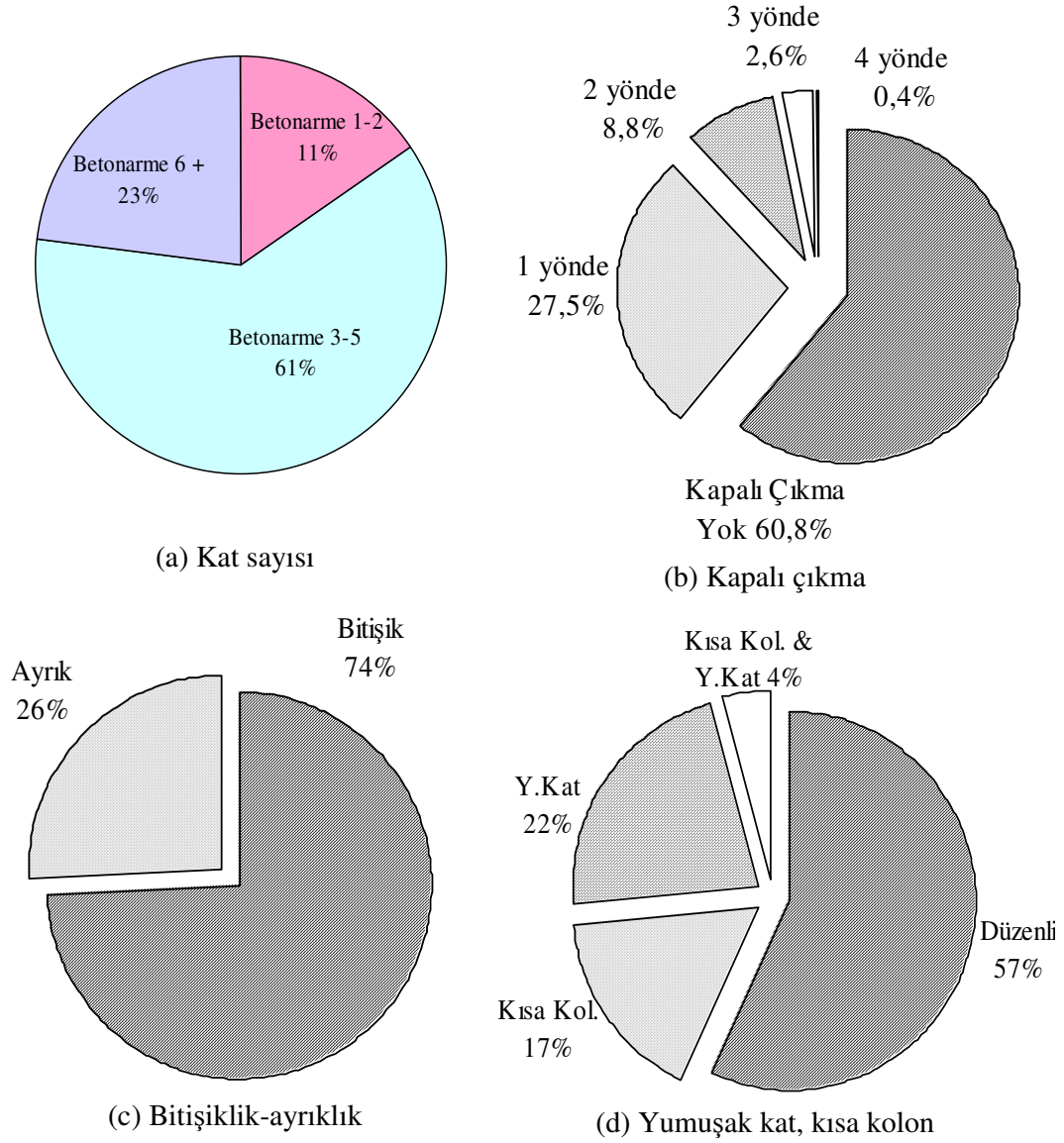
Şekil 3.12 Veri giriş ekranı

Envanter çalışması sonucu toplanan bilgiler değerlendirilerek binalar taşıyıcı sistem, yapım yılı ve kat sayılarına göre gruplandırılmıştır (Şekil 3.13). Pilot bölgedeki tüm binalar dikkate alındığında binaların %28 yağma bina iken %72 betonarme binalardan oluştuğu görülmektedir. Binaların taşıyıcı sistemlerine ve yapım yıllarına göre sınıflandırırsak 1975 yılı öncesi yağma bina yapımı %89'lara varırken 1975 sonrasında betonarme bina yapılıma oranı %82 çıkmaktadır. Bu yapılaşmada görülen ciddi değişiklikte 1976 yılında Denizli’de meydana gelen depremin etkili olduğu söylenebilir.



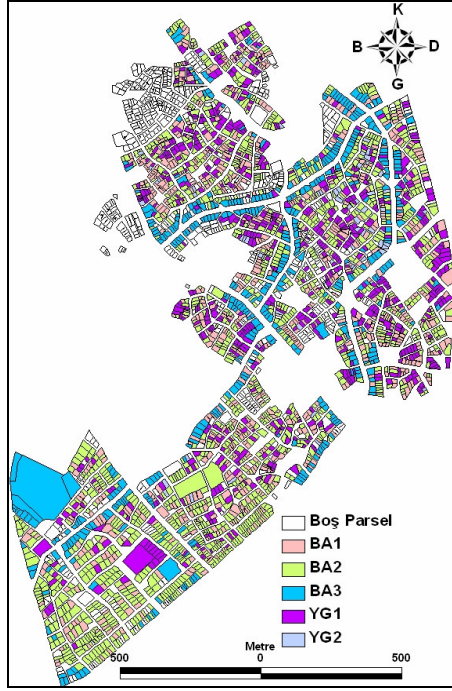
**Şekil 3. 13** Envanter verilerin taşıyıcı sistem türü, kat sayısı ve yapım yılına göre dağılımı

Deprem davranışını olumsuz etkileyen parametreler değerlendirildiğinde betonarme binaların %39,2'sinde kapalı çıkma bulunmaktadır (Şekil 3.14). Bir yönden kapalı çıkma %27,5 iken iki yönden kapalı çıkma %8,8, üç yönden %2,6 ve dört yönden kapalı çıkma %0,4 bulunmaktadır. Betonarme binalarda bitişiklik durumu %74 oranında görülmekle beraber yumuşak kat, kısa kolon bulunma yüzdesi % 43'lerdedir. Yığma binaların çoğunun ayrıık olmasının başlıca sebebi yığma binaların bitişiklik durumuna izin verilmemesidir.

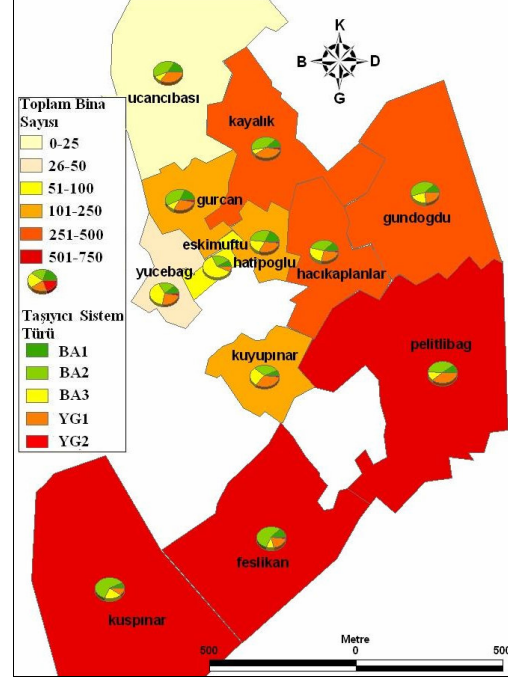


**Şekil 3. 14** Betonarme binaların kat sayısı, kapalı çıkma, bitişiklik, yumuşak kat/kısa kolon durumlarına göre dağılımı

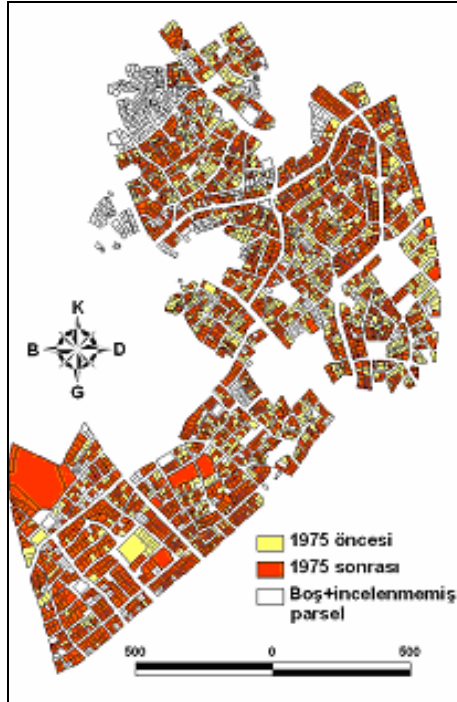
Şekil 3.15a'da yapım türüne göre bina olan parsellerdeki sınıflandırma görülmektedir. Ana cadde üzerlerinde BA3 bina türü yoğunluklu olarak görülmektedir. Bunun başlıca sebebi imara açık olan bölgelerde ana caddelere 6 ve üzeri kat yapımına izin verilmesi ana caddenin arkasındaki parsellere ise daha az katlı binaların yapılmasına izin verilmesidir. Şekil 3.15b'de % 60,8 oranında kapalı çıkma görülmektedir. Şekil 3.15c 'de ise binaların 1975 sonrası ve 1975 öncesi dağılımlarını görülmektedir. 1975 sonrası yapılaşmanın olduğu bölgelerde betonarme stoğunun yoğun olduğu görülmektedir.



(a) Yapı türü



(b) Mahallelere göre yapı türü ve toplam bina sayısı



(c) Yapım yılı

Şekil 3.15 Envanter verilerinin yapı türü, toplam bina sayısı ve yapım yılına göre dağılımları

### 3.5 Bina Kalite Sınıflandırması

Pilot bölgedeki bina stoğu betonarme bina ve yığma bina kalite sınıflandırması olarak iki ayrı başlık altında incelenmiştir.

#### 3.5.1 Betonarme binaların kalite sınıflandırılması

Hasar tespit çalışmalarına başlamadan önce, sokak taraması ile tespit edilen ve binaların deprem performansı üzerinde çeşitli seviyelerde etkili olan parametreler değerlendirilmiş, bu parametrelere bağlı olarak geliştirilen puanlama kriterleri kullanılarak binalar iyi, orta ve kötü olmak üzere 3 farklı kalite sınıfına ayrılmıştır. Öncelikle her bina 100 taban puana sahip kabul edilmiş, tespit edilen parametrelerin sebep olacağı olumsuz etkilere karşılık gelen puan değerleri bu taban puandan düşülerek binanın kalite sınıfını belirleyen genel puanı tespit edilmiştir. Seçilen parametrelerin puansal olarak etkileri Tablo 3.6'de verilmiştir. Tablo 3.6'dan de görüldüğü gibi her bir parametrenin sebep olduğu olumsuzluk etkisi, söz konusu parametrelerin deprem performansı üzerindeki önemini yansıtacak şekilde göreceli olarak ölçeklenmiştir. Parametrelerin etkilerini idealize eden puan değerlerine karar verilirken 1999 Düzce depreminden sonra hasar gören binalar üzerinde yapılan istatistik çalışmalardan (Özcebe 2004), literatürde bulunan ve hızlı değerlendirme yöntemleri üzerine yapılan bazı çalışmalardan (FEMA-154 1988) ve geçmiş deneyim ve mühendislik tecrübelerinden faydalanılmıştır. Sismik performans puanının genel ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$BNPuan = TabanPuan + \sum ParametreHasarPuanı \quad (3.13)$$

Bu ifadeye göre 44 ve altı puana sahip binalar kötü, 45-69 puana sahip binalar orta, 70 ve üzeri puana sahip binalar ise iyi kalite olarak sınıflandırılmıştır. Envanter çalışması sonucu oluşan kalite sınıflandırması Şekil 3.14'te gösterilmiştir. Betonarme binalarda kalite sınıflandırmasına bakıldığı zaman binaların daha çok orta ve iyi kalite olduğu görülmektedir. Bu şekilde çıkmasındaki faktörlerden birisi de yapım aşamasındaki işçilik ve kötü malzemeden kaynaklanabilecek kaliteyi etkileyen faktörlerin göz önüne alınmamasıdır.

**Tablo 3.6** Betonarme binalar için seçilen parametrelerin puanlaması

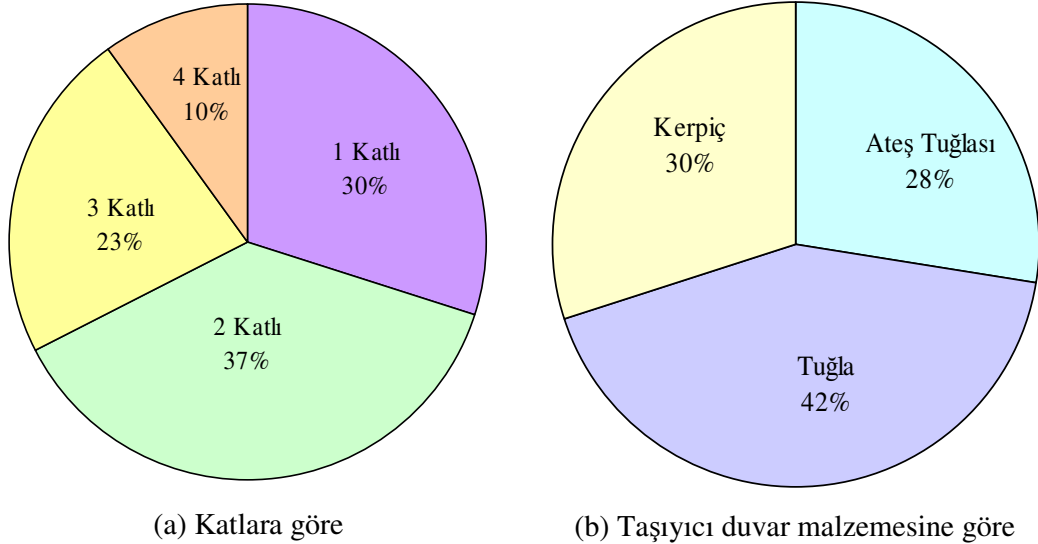
PARAMETRELER				PUAN	PARAMETRELER				PUAN	
Bina Yaşı	1-2 katlı binalar	1975 öncesi		-10	Kısa Kolon (KK) & Yumuşak kat (YK)	1-2 katlı binalar	K. Kolon veya Y. Kat Yok		0	
		1975 ve sonrası		0			Yumuşak Kat		0	
	3-5 katlı binalar	1975		-25			Kısa Kolon		-10	
		1975 ve sonrası	Bilinmeyen				-15	Kısa Kol ve Yumuşak Kat		-10
			1975-1984 (CY=2)				-15	K. Kolon veya Y. Kat Yok		0
			1985-1995 (CY=3)				-10	Yumuşak Kat		-20
	1995 sonrası		0	Kısa Kolon		-10				
	6 üzeri katlı binalar	1975 öncesi		-30		Kısa Kol ve Yumuşak Kat		-35		
		1975 ve sonrası	Bilinmeyen			-20	K. Kolon veya Y. Kat Yok		0	
			1975-1984 (CY=2)			-20	Yumuşak Kat		-25	
			1985-1995 (CY=3)			-15	Kısa Kolon		-10	
			1995 sonrası			0	Kısa Kol ve Yumuşak Kat		-35	
Kapalı Çıkımlar (KÇ)	1-2 katlı binalar	Kapalı Çıkma Yok		0	Çekişleme	Ayrık		-	0	
		Kaç Yönde KÇ Var	1, 2, 3, 4	0		1 veya 2 yönde		BNI	-1	
	3-5 katlı binalar	Kapalı Çıkma Yok		0		1 yönde bitişik		BNIII	-2	
		Kaç Yönde KÇ Var	1	-7		BNII		-5		
			2, 3, 4	-10		BNIV		-7		
	6 üzeri katlı binalar	Kapalı Çıkma Yok		0		2 yönde bitişik		BNII	-7	
		Kaç Yönde KÇ Var	1	-10		BNIV		-10		
			2, 3, 4	-15						



### 3.5.2 Yığma binaların kalite sınıflandırılması

Pilot bölge çalışmasında toplanan verilerin yığma binaların kalite sınıflandırmasında yeterli olmadığı gözlenmiştir. Bu nedenle yığma binaların kalite sınıflandırmasına yardımcı olması için pilot bölgede 40 adet yığma bina ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Şekil 3.17a’da gösterildiği gibi 40 adet binanın %30 1 katlı, %37’si 2 katlı, %23’ü 3 katlı ve %10’u, 4 katlıdır. Denizli’nin yığma bina stoğunda 1 ve 2 katlı yığma bina daha yoğunluktadır, bu yüzden 40 binanın %67’si 1 ve 2 katlı binalardan oluşmaktadır. Şekil 3.17b’de 40 bina için kullanılan malzeme dağılımları görülmektedir. 40 binada, %28 ateş tuğlası (dolu tuğla), %42 tuğla (içi hücre şeklinde bölünmüş tuğla) ve %30 kerpiç (toprak ve samanlı malzeme) taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.17 Yığma binaların katlara göre, taşıyıcı duvar malzemesine göre dağılımları

Yığma bina kalite sınıflandırması binanın özellikleri ve binada bulunan düzensizlikler dikkate alınarak yapılmıştır. Her bir bina 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Yığma binaların katsayısı, kullanılan malzemenin türü ve kalınlığı, kat yüksekliği, taşıyıcı duvarın düşey ve yatay sürekliliği, pencere ve kapı boşluklarının genişliği, dolu duvar uzunluğu verileri göz önüne alınarak bir puanlandırma sistemi oluşturulmuş ve toplam puan üzerinden bina kalitesi sınıflandırılmıştır. Puanlamada



kullanılan parametreler ve puanları Tablo 3.7’de özetlenmiştir. Puanlama yapılırken Erberik ve Mülazımoğlu (2006), Sungur (2006), ve Afet Yönetmeliği (1998)’de kullanılan parametreler ve değerlendirmeler göz önüne alınarak puanlama yapılmıştır.

**Tablo 3.7** Yığma binalar için parametrelerin puanlaması

Parametre	Puan
Kat Sayısı	-20
Düzensizlik Kontrolü	-10,-20
Kerpiç, taş, dolgu tuğla, briket	-10,-20
Taşıyıcı duvar uzunluk kontrolü (X veya Y yönü)	-10
$Lw1 \geq 1,5m$	-5
$Lw2 \geq 1,0m$	-5
$lb \geq 3m$	-5
$(lb1+lb2) \geq 0,40ln$	-5
Taşıyıcı duvar kalınlığı $< 250mm$	-10

**Tablo 3.8** Afet Yönetmeliği’nde izin verilen en çok kat sayısı

Deprem Bölgesi	En Çok Katsayısı
1	2
2,3	3
4	4

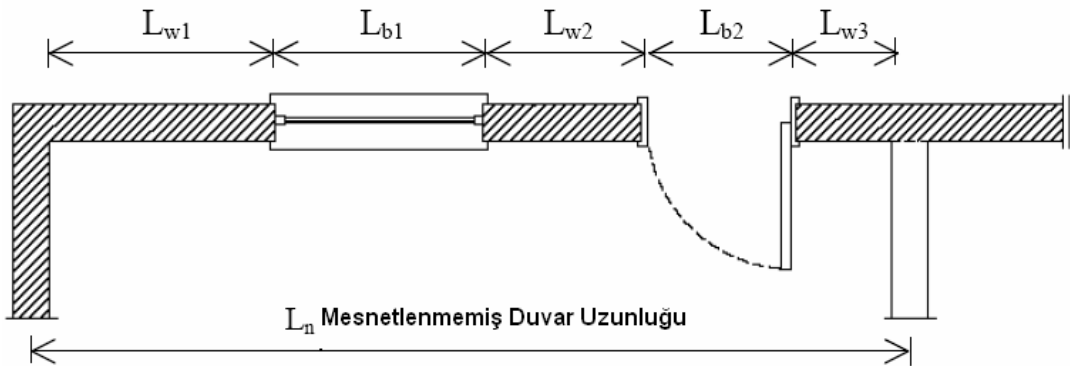
Tablo 3.8’de verilen en çok kat sayıları zemin kat ile üstündeki tam katların toplamıdır. Bu katlara ek olarak yapılacak çatı katının alanı, temeldeki bina brüt alanının %25’inden büyük olamaz. Kat alanı, bina brüt temel alanının %25’inden büyük olan çatı katı tam kat sayılır. Ayrıca tek bir bodrum kat yapılabilir. Birden çok bodrum katı yapılmışsa Tablo 3.8’de verilen en çok kat sayısı bir kat azaltılacaktır. Kerpiç duvarlı yığma binalar bütün deprem bölgelerinde, bodrum katı sayılmaksızın, en çok bir katlı yapılabilir (Afet Yönetmeliği 1998). Denizli’nin birinci derece deprem bölgesi olması göz önüne alınarak, 2 kat üzeri binalar için -20 ceza puan uygulanmıştır.

Afet yönetmeliğine (1998) göre yığma binalarda her bir katın yüksekliği döşeme üstünden döşeme üstüne en çok 3.0 m olmalıdır. Kerpiç duvarlı yığma binalarda tek katın yüksekliği 2.70 m’den, eğer yapılmış ise bodrum kat yüksekliği 2.40 m’den daha çok olamaz ve tüm taşıyıcı duvarlar planda kesinlikle üst üste gelecektir. Yığma binaların taşıyıcı duvarları planda olabildiğince düzenli ve ana eksenlere göre simetrik

ya da simetriğe yakın biçimde düzenlenecektir (Afet Yönetmeliği 1998). Kısmi bodrum yapılmasından kaçınılacaktır. Bu kriterler düzensizlik kontrolü altında değerlendirilmiştir. Bir adet düzensizlik varsa -10 ceza puanı, birden fazla düzensizlik varsa -20 ceza puanı verilmiştir.

Erberik ve Mülazımoğlu (2006)'deki çalışma ve tablodaki değerler harcı kesme kuvveti ve Denizli 'de kullanılan yapı malzemesi göz önüne alınarak, tuğla ve dolu tuğla için -10 ceza puanı, kerpiç için -20 ceza puanlı uygulanmıştır.

Afet Yönetmeliği (1998)'ne göre herhangi bir taşıyıcı duvarın planda kendisine dik olarak sapanan 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. Bu kriter taşıyıcı duvar uzunluk kontrolü (X veya Y) parametresiyle kontrol edilmiş herhangi bir yönde bu kurala uyulmamış ise -10 ceza puanı verilmiştir.



**Şekil 3.18** Taşıyıcı duvar boşlukları ( Afet Yönetmeliği 1998)

Yığma binaların duvar ve boşluklarının gösterimi Şekil 3.16'da görülmektedir. Bina köşesine en yakın pencere ya da kapı ile bina köşesi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu ( $l_{w1}$ ) 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 (Afet Yönetmeliği 1998). Denizli için 1,5 m olduğundan  $l_{w1} \geq 1,5$  m ise -5 ceza puanı verilmiştir.

Bina köşeleri dışında pencere ve kapı boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının plandaki uzunluğu ( $l_{w2}$ ) 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 (Afet Yönetmeliği 1998). Denizli için 1 m olduğundan  $l_{w2} \geq 1$  m ise -5 ceza puanı verilmiştir.

Her bir kapı ve pencere boşluğunun ( $l_b$ ) plandaki uzunluğu 3.0 m'den daha büyük olamaz (Afet yönetmeliği 1998).  $l_b \geq 3$  m ise -5 ceza puanı uygulanmıştır.

Herhangi bir duvarın tanımlanmış desteklenmemiş uzunluğu boyunca kapı ( $l_{b1}$ ) ve pencere boşluklarının ( $l_{b2}$ ) plandaki uzunluklarının toplamı desteklenmemiş duvar uzunluğunun ( $l_n$ ) %40'ından fazla olmayacaktır (Afet Yönetmeliği 1998).  $(l_{b1}+l_{b2}) \geq 0,40l_n$  ise -5 ceza puanı uygulanmıştır.

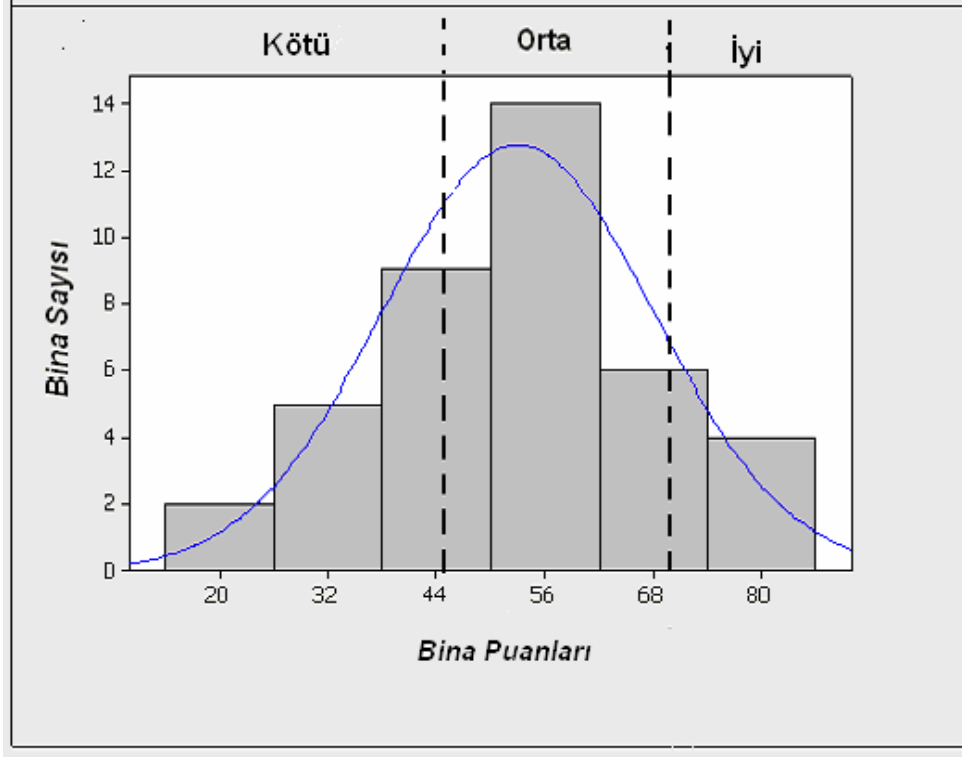
Taşıyıcı duvarların, sıva kalınlığı sayılmaksızın, en küçük kalınlıkları yığma binanın kat sayısına bağlı olarak Tablo 3.9'da verilmektedir. Bodrum kat yapılmamış ise zemin kat ve üstündeki katlar için Tablo 3. 'da verilen en küçük duvar kalınlıkları geçerlidir (Afet Yönetmeliği 1998).

**Tablo 3. 9** Taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları (Afet Yönetmeliği 1998)

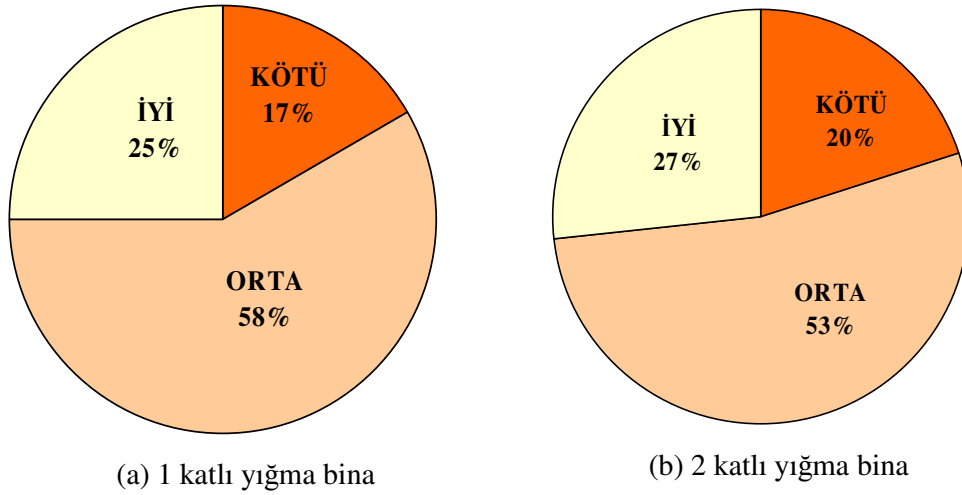
Deprem Bölgesi	İzin Verilen Katlar	Doğal Taş (mm)	Beton (mm)	Tuğla ve Gazbeton	Diğerleri (mm)
1, 2, 3 ve 4	Bodrum kat	500	250	1	200
	Zemin kat	500	-	1	200
1, 2, 3 ve 4	Bodrum kat	500	250	1.5	300
	Zemin kat	500	-	1	200
	Birinci kat	-	-	1	200
2, 3 ve 4	Bodrum kat	500	250	1.5	300
	Zemin kat	500	-	1.5	300
	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

Tablo 3.7'deki değerlere göre puanlandırma yapıldığında Şekil 3.19'deki bina sayısı ve puanların log-normal dağılımı elde edilmiştir. Standart sapma 15.03 ortalama 53 olarak hesaplanmıştır. Yığma binaların işçiliği ve kullanılan malzemenin güvenilirliği

tam olarak bilinmediğinden kötü kalite puan sınırını artırmak ve iyi kalite puan sınırını düşürmenin uygun olacağı varsayılarak -45 puan arası kötü, 46-70 puan arası orta, 71 ve üzeri puan iyi kalite bina olarak sınıflandırılmıştır.

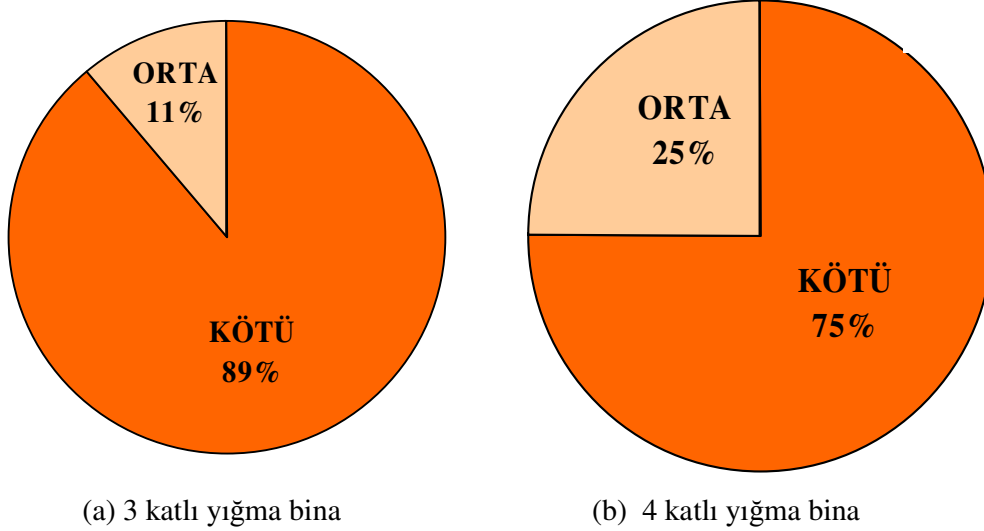


Şekil 3. 19 Bina sayısı ve puanların log-normal dağılımı ve kalite sınıflandırılması



Şekil 3. 20 1 ve 2 katlı yığma binaların kalitelere göre dağılımı

Şekil 3.20 a ve b de 1 katlı ve 2 katlı yığma binaların kalite sınıflarına göre dağılımları görülmektedir. Bu dağılımlar dikkate alınarak 1 ve 2 katlı yığma binaların %20'si kötü, %55'i orta ve %25 iyi kalite olarak sınıflandırılmıştır.



**Şekil 3.21** 3 ve 4 katlı yığma binaların kalitelerine göre dağılımı

Şekil 3.21 a ve b 'de 3 katlı ve 4 katlı yığma binaların kalite sınıflarına bakıldığında 3 katlı yığma binaların % 89'u kötü kaliteyken 4 katlı binaların %75'i kötü kalite olduğu görülmektedir. Bu dağılımlar dikkate alınarak 3 ve 4 katlı yığma binaların %75'si kötü, %25'i orta ve %0 iyi kalite olarak sınıflandırılmıştır. 3 ve 4 katlı binalarda iyi kalite binanın %0 kabul edilmesinin başlıca sebebi yığma binalarda kat sayısının deprem bölgelerine göre önemli bir parametre olması ve kat arttıkça taşıyıcı duvarlara daha fazla yük gelmesidir.

### 3.6 Yapısal Hasarların Tahmin Yaklaşımı

#### 3.6.1 Kapasite spektrumu yöntemi

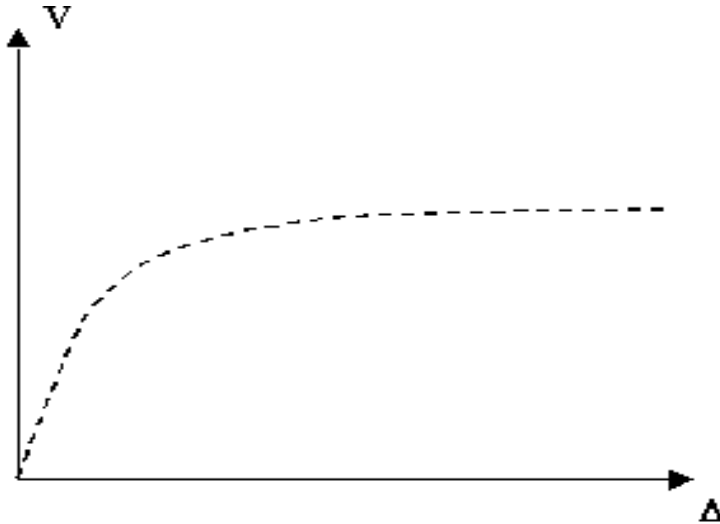
1990'lı yıllarda deprem mühendisliği araştırma ve pratiğinin en önemli konuları arasına giren “Yerdeğiştirme Esaslı Tasarım (Displacement Based Design)” çerçevesinde, yerdeğiştirme ve şekildeğiştirmelerin hesaplanması için geliştirilen doğrusal-dışı (non-linear) statik analiz yöntemlerinden biri de “Kapasite Spektrumu

Yöntemi”dir (ATC-40 1996). Bu yöntemin iki ana ögesi olan “Bina Kapasite Spektrumu” ile “Deprem Talep Spektrumu”dur.

### 3.6.2 Bina kapasite yöntemi

Deprem mühendisliğinde “kapasite spektrumu” kavramı göreceli olarak yeni bir kavramdır. Bina kapasite spektrumu; doğrusal-dışı (non-linear) bina davranışı gözönünde tutularak, düşey ekseninde binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü, yatay ekseninde ise binanın karakteristik bir yerdeğiştirmesi (örneğin tepe yer- değiştirmesi) alınarak çizilen “bina yatay yük taşıma kapasitesi eğrisi”nin, yatay ekseninde “spektral yerdeğiştirme”, düşey ekseninde ise “spektral ivme” olacak biçimde dönüştürülmesi ile elde edilen bir eğri olarak tanımlanmaktadır. Kapasite spektrumunun oluşumunu iki adımda özetleyebiliriz.

#### 1.Adım: Bina yatay yük taşıma kapasitesi eğrisi



Şekil 3. 22 Bina yatay yük taşıma kapasitesi eğrisi

Bina yatay yük taşıma kapasitesi eğrisi, yatay yük taşıma kapasitesi düşey ekseninde, binanın tepe yerdeğiştirmesi  $u_{tepe}$  yatay ekseninde olmak üzere çizilen eğridir. Bina kapasite spektrumunun temelini oluşturan “bina yatay yük taşıma kapasitesi eğrisi”, deprem mühendisliği literatüründe “İtirme Analizi (Pushover Analysis)” adı verilen ve monotonik olarak arttırılan statik eşdeğer deprem yükleri altında bina taşıyıcı sistemi için yapılan doğrusal-dışı (non-linear) analiz sonucunda elde edilen yerdeğiştirmeleri

deprem yüklerinin fonksiyonu olarak gösteren eğri olarak tanımlanmaktadır (Şekil 3.22).

Bu çalışma kapsamında sayılarak sınıflandırılan her bir bina türü için yatay yük taşıma kapasitesi İzmir Deprem Senaryosunda standardize edildiği biçimde kullanılacaktır (IDMP 2000).

$$(V/W)_{ijk} = C_{ij} * \gamma_{ik} * \lambda_{ik} \quad (3.14)$$

Burada V binaya etkiyen toplam deprem yükünü (taban kesme kuvveti), W binanın toplam ağırlığını,  $C_{ij}$  binanın yapıldığı tarihte geçerli olduğu varsayılan yatay dayanım katsayısının takribi değerini (gözönüne alınan katsayının yönetmeliklerde tanımlanan deprem katsayısı ile doğrudan bir ilişkisi yoktur),  $\gamma_{ik}$  ve  $\lambda_{ik}$  ise binanın proje/yapım kalitesine göre öngörülen “*dayanım fazlalığı (overstrength) katsayıları*”nın takribi değerlerini göstermektedir (Denklem 3.14). Bunlardan  $\gamma_{ik}$  katsayısı akma dayanımının (ilk akma) tasarım dayanımına,  $\lambda_{ik}$  katsayısı ise nihai (ultimate) dayanımın akma dayanımına oranı olarak tanımlanmaktadır. Görüldüğü üzere binaların yatay yük taşıma kapasiteleri, herhangi bir analiz yapılmaksızın, belirli dayanım parametrelerinin takribi değerlerine ve kısmen mühendisçe değerlendirmelere göre belirlenmektedir. İzmir Deprem Senaryosu çalışması daha önce A.B.D’de yapılmış bulunan HAZUS (1999) kullanılan değerlerden yararlanılmış, ancak bunlar yerel koşullar dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

### ***2.Adım: Bina kapasitesi spektrumunun elde edilmesi***

Bina Kapasite Spektrumu ise, bina yatay yük taşıma kapasitesi eğrisi eksenlerinin aşağıdaki şekilde dönüştürülmesi ile elde edilir.

$$(S_{a,ijk})_{\max} = (V/W)_{ijk} * 981 / \alpha_{1,i} \quad (3.15)$$

$$S_{d,ijk} = \alpha_{2,i} * u_{tepe}, \quad (3.16)$$

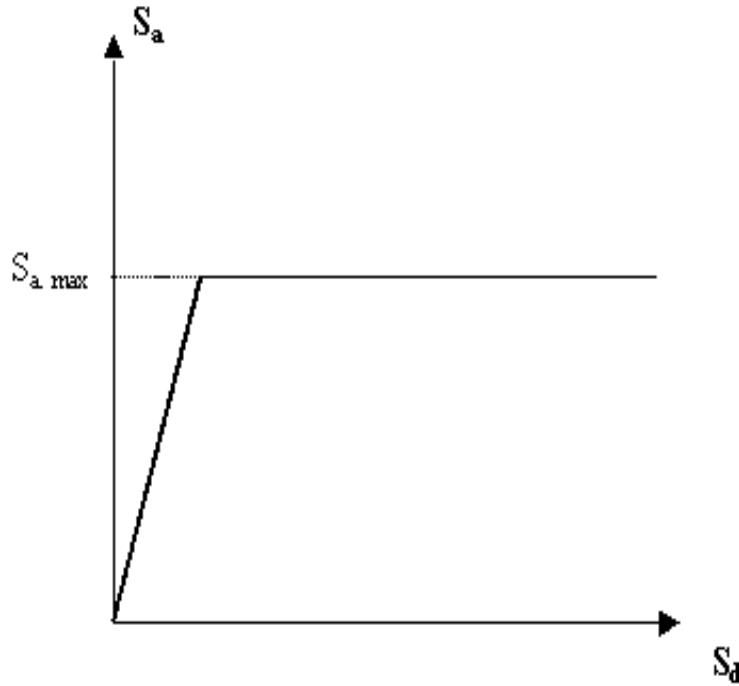
Burada  $S_{a,ijk}$  ve  $S_{d,ijk}$  ilgili bina için spektral ivme ve spektral yerdeğiştirme fonksiyonlarını göstermektedir(Denklem 3.15- 3.16). Denklem 3.17 bağıntısındaki  $\alpha_{1,i}$  katsayısı, bina taşıyıcı sisteminin birinci doğal titreşim moduna karşı gelen “*etkin kütle*”  $M_{x1}$ ’in bina toplam kütlesi ( $\sum m_n$ )’e oranını göstermektedir.

$$\alpha_1 = M_{x1} / \sum m_n \quad (3.17)$$

(3.16) bağıntısındaki  $\alpha_2$  katsayısı ise, aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\alpha_2 = 1 / (\Phi_{tepe,1} * L_1) \quad (3.18)$$

Denklem 3.18  $\Phi_{tepe,1}$  birinci doğal titreşim modunun binanın tepe noktasındaki genliği,  $L_1$  ise aynı moda ait “*katkı çarpanı*”dır. Şekil 3.23’de verilen kapasite spektrumu, yaklaşık olarak ideal elasto-plastik davranış formunda çizilmiştir.



**Şekil 3.23** İdealleştirilmiş kapasite spektrumu

Yukarıda tanımlanan  $S_{a,ijk}$  ve  $S_{d,ijk}$  arasında aşağıdaki bağıntının mevcut olduğu bilinmektedir (Denklem 3.19).

$$S_{d,ijk} = S_{a,ijk} * T_i^2 / (4\pi^2) \quad (3.19)$$



Burada  $T_i$  binanın birinci doğal titreşim periyodunu göstermektedir. Bu periyod, eşdeğer akma noktasına kadar olan bölgede, binanın doğrusal elastik (linear) periyoduna karşı gelmekte, bunun ötesinde plastik yerdeğiştirmelerin artması ile uzamaktadır.

**Tablo 3.10**– Bina kapasite spektrumu parametreleri

I	$H_i$	$T_i$	$\alpha_{1,i}$	$\alpha_{2,i}$	$C_{i1}$	$C_{i2}$	$\gamma_{i1}$	$\gamma_{i2}$	$\gamma_{i3}$	$\lambda_{i1}$	$\lambda_{i2}$	$\lambda_{i3}$
1	4.5	.30	.80	.75	.08	.06	1.50	1.40	1.30	3.0	2.8	2.6
2	11.2	.50	.80	.75	.08	.06	1.25	1.20	1.15	3.0	2.8	2.6
3	22.8	.90	.75	.65	.08	.06	1.10	1.05	1.00	3.0	2.8	2.6
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

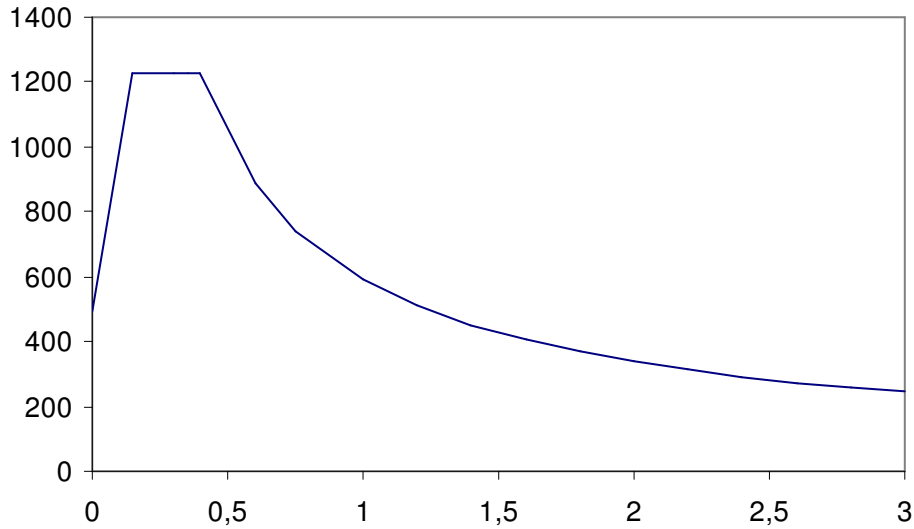
Yukarıda  $I = 1,2,3,4,5$  ile kodlanan betonarme ve yığma binalara ait kapasite spektrumu parametreleri Tablo 3.10’da özetlenmiştir.

Şekil 3.’de gösterilen idealleştirilmiş kapasite spektrumunun oluşturulması için şekil üzerinde gösterilen  $S_{a,max}$  ve ona karşı gelen  $S_{d,y}$  (akma noktası yerdeğiştirme değeri) hesaplanmalıdır.  $S_{a,max}$  değeri denklem (3.14) ve (3.15) ile Tablo 3.10 kullanılarak hesaplanır. Bulunan  $S_{a,max}$  değeri ile Tablo 3.’de verilen  $T_i$  değeri kullanılarak  $S_{d,y}$  hesaplanabilir. Tablo 3.10 kullanılırken dikkat edilmesi gereken husus bina sınıflandırmasıdır. Tablo 3.10 gurup bina için bu bina guruplarının yapım yılı ve kalitesi gözönüne alınarak verilmiştir.  $C_{i1}$  ve  $C_{i2}$  katsayısının binanın yapıldığı tarihle,  $\gamma_{i1}$ ,  $\gamma_{i2}$ , ve  $\gamma_{i3}$  ile  $\lambda_{i1}$ ,  $\lambda_{i2}$ , ve  $\lambda_{i3}$  katsayılarının bina proje/yapım kalitesi ile ilgili oldukları unutulmamalıdır. Bu periyod, eşdeğer akma noktasına kadar olan bölgede, binanın doğrusal elastik periyoduna karşı gelmekte, bunun ötesinde plastik yerdeğiştirmelerin artması ile uzamaktadır.

### 3.6.3 Deprem talep spektrumu

Her bir bina için depremin “*Talep Spektrumu*”, binanın yapıldığı yer için tanımlanan ve “*spektral yerdeğiştirme-spektral ivme*” eksen takımında ifade edilen elastik ivme spektrumunun, bina taşıyıcı sisteminin doğrusal-dışı davranışı gözönüne alınarak yaklaşık biçimde azaltılması ile elde edilen ve yine aynı eksen takımında çizilen spektrum eğrisidir.

Pilot çalışma için Deprem Talep Spektrumunun bazını oluşturan elastik ivme spektrumu, afet yönetmeliğindeki spektrum katsayısı, bölge zemin özellikleri (zemin sınıfı) ile bölgeye ait etkin yer ivmesi aracılığı ile belirlenmektedir. Etkin yer ivmesi yerel zemin özelliklerinin yansıtarak azalım ilişkilerinden 0,5g olarak elde edilmiştir. Görüldüğü gibi bu değer yönetmelikteki maksimum 0,4g değerden büyüktür. Pilot bölgenin kapsadığı alanın sınırlı olması dolayısıyla tek bir etkin yer ivmesi değeri kullanılmıştır. Eğer bölge geniş ve zemin özellikleri farklı olsaydı her değişken bölge için farklı Deprem Talep Spektrumu elde edilmesi gerekirdi. Şekil 3.24’de pilot bölge için oluşturulan elastik talep spektrumu gösterilmektedir. Bölge zemin sınıfı afet yönetmeliğinde verilen sınıflandırmadan Z2 olarak alınmıştır.



Şekil 3. 24 Pilot bölge elastik ivme spektrumu

Bina talep spektrumu elastik ivme spektrumunun doğrusal dışı davranışı yansıtmak için yaklaşık şekilde azaltılması ile elde edilir. Azaltma için gerekli katsayılarla ilgili bilgiler aşağıda açıklanacaktır. Kapasite spektrumu yönteminin ana unsuru olan bina

kapasite ve bina talep spektrumu eğrilerinin aynı grafikte gösterilmesi için elastik ivme spektrumu  $S_a - S_d$  eksen takımına göre dönüştürülmüş olarak çizilmelidir. Bu dönüşüm, spektral ivme ile spektral yerdeğiştirme arasındaki denklem 3.19 bağıntısına göre yapılır.

Şekil 3.25 bina kapasite, elastik ivme ve bina talep spektrumlarını aynı grafik üzerinde  $S_a - S_d$  eksen takımına göre göstermektedir. Talep spektrumu elastik ivme spektrumunun  $T_B < T$  kısmında ivmenin  $R_A$  ve  $T > T_B$  kısmında da ivmenin  $R_V$  ile bölünüp daha sonra periyotlar ve azaltılmış ivmeler kullanılarak denklem 3.20 ve 3.21 bağıntıları ile spektral yerdeğiştirmelerin elde edilmesi ile oluşturulur.

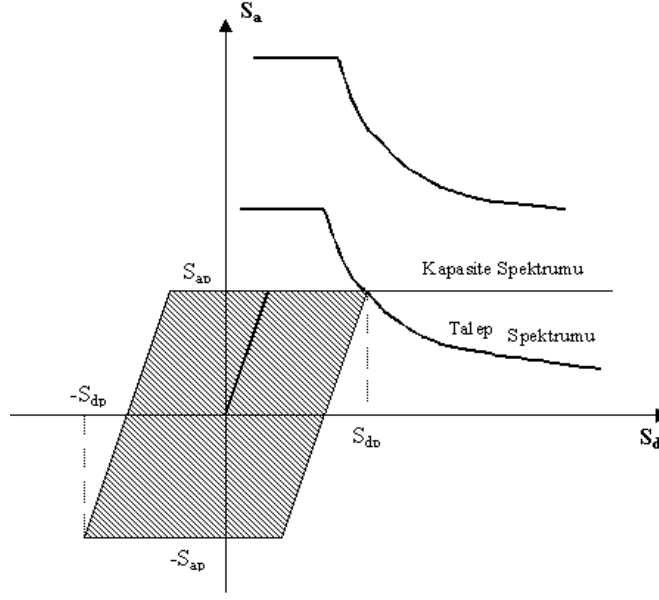
$$R_A = 2.12 / [3.21 - 0.68 * \ln(\beta_e)] \quad (3.20)$$

$$R_V = 1.65 / [2.31 - 0.41 * \ln(\beta_e)] \quad (3.21)$$

Kapasite spektrumu ile ifade edilen bina davranışı doğrusal-dışı olduğundan ve tüketilen enerji veya sistemin süneklik düzeyi, kapasite ve talep spektrumlarının kesim noktasına karşı gelen yerdeğiştirme seviyesi ile ilgili olduğundan, elastik ivme spektrumunun azaltılması işlemi iteratif olarak deneme-yanılma yöntemi ile gerçekleştirilmektedir. Azaltma işleminde, sistemin doğrusal dışı davranışı fiktif bir sönüm oranı Şekil 3.23'deki taralı alanın bir fonksiyonu olarak elde edilmektedir.

$$\beta_e = \beta_{e1} + \kappa [A / (2\pi S_{ap} S_{dp})] \quad (3.22)$$

Denklem 3.22'de verilen Şekil 3.23 'de gösterilen taralı alanı,  $S_{dp}$  ve  $S_{ap}$  de kapasite ve talep spektrumlarının kesim noktası olan ve "*performans noktası*" olarak adlandırılan noktanın koordinatlarını göstermektedir.  $\beta_e$  değerinin denklem 3.20 ve 3.21 bağıntılarındaki kullanımı yüzde olarak ifade edilmiş halidir. Dolayısıyla  $\beta_{e1}$  değeri de sistemin sönüm oranı olup bu çalışma için %5 alınacak ve (denklem 3.22) bağıntısında 5 olarak kullanılacaktır.  $\kappa$  katsayısı ( $\kappa \leq 1$ ) histeresiz çevriminin alanı/şekli ile ilgili bir katsayıyı göstermektedir.



**Şekil 3. 25** Kapasite ve talep spektrumları

$\kappa$  katsayısı için öngörülen değerler, bina taşıyıcı sistemi, yapım tarihi ve bina kalitesi sınıflarına ait kombinasyonların tümü için Tablo 3.11’de verilmiştir. Denklem (3.22) düzenlendiğinde elde edilir. Denklem (3.23) bağıntısında  $S_{dy}$  kapasite spektrumunun akma noktasındaki spektral yerdeğiştirmedir. A.B.D’de yapılan ATC-40 (1996) çalışmada  $R_A = 3$  ve  $R_V = 2$  ile sınırlandırılmıştır. Bu üst değerler için  $\beta_e$  üst sınır değeri 40 olarak bulunur. Yani  $\beta_e$  değerinin 40’ın üzerinde hesaplandığı durumlarda 40 olarak alınması gerekir.

$$\beta_e = \beta_{e1} + \kappa [63,7 * (S_{dp} - S_{dy}) / S_{dp}] \quad (3.23)$$

**Tablo 3.11** Histeresiz çevrimi alan/şekil katsayıları

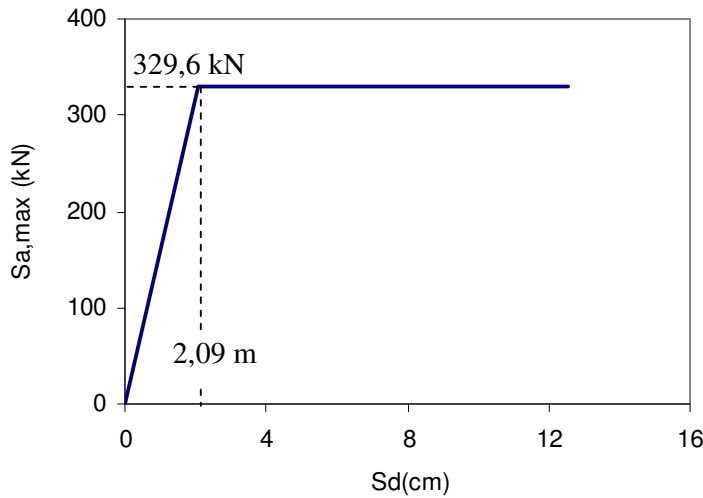
I	$\kappa_{i11}$	$\kappa_{i12}$	$\kappa_{i13}$	$\kappa_{i21}$	$\kappa_{i22}$	$\kappa_{i23}$
1	.80	.70	.60	.70	.60	.50
2	.80	.70	.60	.70	.60	.50
3	.80	.70	.60	.70	.60	.50
4	.50	.45	.40	.40	.35	.30
5	.50	.45	.40	.40	.35	.30

### Örnek bina kapasite spektrumunun oluşturulması

Bina kapasite spektrumu oluşumu için gerekli veri binaya ait özelliklerdir; bina taşıyıcı sistem gurubu, bina yapım yılı ve bina yapım/proje kalitesi. Kapasite eğrisini elde etmek istediğimiz binanın BA-2 taşıyıcı sistem gurubu, 1975 sonrası yapılmış ve yapım/proje kalitesinin orta olduğunu varsayalım. Bu binanın kapasite spektrumunu elde etmek için gerekli parametreler Tablo 3. 'den elde edilir.

BA2 -3 - 5 katlı betonarme bina için  $I=2$ , 1975 sonrası yapımı,  $J= 1$  ve yapım/proje kalitesi orta dolayısıyla  $K= 2$ . Tablo 3.'e  $I= 2$ ,  $J= 1$  ve  $K= 2$  için baktığımızda  $T_i = 0,50$  san,  $\alpha_{1,i} = 0,8$ ,  $C_{i1} = 0,08$ ,  $\gamma_{i2} = 1,20$ ,  $\lambda_{i2} = 2,80$  değerlerini okuruz.

Denklem (3.14) ve (3.15) kullanılarak  $(V/W)_{ijk} = C_{ij} * \gamma_{ik} * \lambda_{ik} = 0,2688$ ,  $(S_{a,ijk})_{max} = (V/W)_{ijk} * 981 / \alpha_{1,i} = 329,6$  kN bulunur. Denklem (3.19)'dan da ivme değerinin 329,6 kN'a ulaştığı spektral yerdeğiştirme,  $S_{d,ijk} = S_{a,ijk} * T_i^2 / (4\pi^2) = 2,09$  cm olarak elde edilir. Bu değer aynı zamanda sistemin akma noktasındaki spektral yerdeğiştirme  $S_{d,y}$  değeridir.



Şekil 3. 26 Örnek bina gurubu kapasite spektrumu (BA-2, 1975 sonrası, orta kalite)

### Performans Noktasının Bulunması

Performans noktası kapasite ve talep spektrumlarının çakıştığı noktadır. Örnek için elde ettiğimiz kapasite spektrumunu, Şekil 3.26'de verilen elastik ivme spektrumunun

(3.20), (3.21) ve (3.23) bağıntıları kullanılarak azaltılmış durumunu (talep spektrumunu) aynı grafikte çizelim. Talep spektrumunun çizilmesi iteratif olacaktır. (3.26) bağıntısında kullanılacak  $\kappa$  değeri Tablo 3.11'dan  $\kappa_{i12} = 0,70$  olarak okunur. İteratif yöntem herhangi bir değerden başlanabilir.  $S_{d,p}$  için  $S_{d,y}$  değerine yakın değerlerle başlayıp elde edilen sonuca göre artırılıp azaltılabilir. Bu örnek için ilk iterasyon olarak  $S_{d,p} = 1,5S_{d,y} = 3,13$  cm ile başlayalım.  $\beta_e = 19,9$ ,  $R_A = 1,80$ ,  $R_V = 1,52$  olarak hesaplanır. Daha sonra  $S_{d,p} = 2S_{d,y} = 4,17$  cm,  $S_{d,p} = 4S_{d,y} = 8,35$  cm, ve  $S_{d,p} = 6,75$  cm iterasyonları için elde edilen parametreler Tablo 3.'da grafiklerde verilmiştir.

**Tablo 3.12** Performans noktası hesabında iteratif yöntem

İterasyon No	$S_{d,p}$ (cm)	$\beta_e$	$R_A$	$R_V$
1	3,13	19,9	1,80	1,52
2	4,17	27,3	2,20	1,73
3	8,35	38,4	2,91	2,03
4	6,75	35,8	2,73	1,96

Tablo 3.12'de görüldüğü gibi performans noktasının bulunması iteratif bir yöntemdir.  $\beta_e$ ,  $R_A$  ve  $R_V$  katsayıları kabul edilen  $S_{d,p}$  değerine göre değişir.

### 3.6.4 Bina hasar olasılık eğrileri

“Bina Hasarı Olasılık Eğrileri” (İngilizce terminolojideki adı ile “Building Fragility Curves”), 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 (kümülatif) olasılığını ifade eden analitik fonksiyonlardır. Hasar düzeyleri hafif, orta, ağır ve çok ağır olarak sınıflandırılabilir.

Bina Hasarı Olasılık Eğrileri'nin yatay eksenindeki değişken olan “deprem davranış parametresi”, yakın zamana değin genellikle “deprem şiddeti (Intensity:I)” veya “en büyük etkin yer ivmesi (effective peak ground acceleration)” olarak alınagelmiştir (ATC-40 1996). Ancak deprem kayıplarının tahminine yönelik olarak son yıllarda yapılan ve bu çalışmada da esas alınan çalışmalarda (ATC-40 1996) “deprem davranış

parametresi”, binanın depremde maruz kalacağı tahmin edilen “spektral yerdeğiştirme” veya “spektral ivme” olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda bu çalışmada bina hasarının tahmini için elde edilecek eğrilerde yatay eksen spektral yerdeğiştirmeyi, 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 (ATC-40 1996) :

$$P [ D \geq S_{d,ds} ] = \Phi [ (1 / \beta_{ds}) \ln (S_d / S_{d,ds}) ] \quad (3.24)$$

Burada  $D$  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 yerdeğiştirme değerini,  $\beta_{ds}$  ilgili hasar düzeyi için spektral yerdeğiştirme değerlerinin doğal logaritmalarına ait standart sapmayı,  $\Phi$  ise birikimli (kümülatif) 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 (variance) 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 yerdeğiştirme değerleri,  $S_{d,ds}$ , aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$S_{d,ds,ij} = \alpha_{2,i} D_{a,ij} H_i \quad (3.25)$$

Burada  $D_a$  ilgili hasar düzeyi için tahmin edilen bina median görel kat ötelemesi oranını,  $H$  binanın toplam yüksekliğini,  $\alpha_2$  ise yukarıda Denklem (3.18) ile tanımlanan modal parametreyi göstermektedir.  $H$  ve  $\alpha_2$ 'nin gözönüne alınan değerleri Tablo 3.10'da verilmiştir. Tanımlanan hasar düzeylerine göre görel kat ötelemelerinin ve spektral yerdeğiştirmelerin Denklem (3.25) ile belirlenen median değerleri aşağıda

Tablo 3.13 ve Tablo 3.14'da verilmiştir. s, m, e, c üst indisleri, sırası ile hafif, orta, ağır ve çok ağır bina hasarlarını ifade etmektedir.

**Tablo 3. 13** Göreli kat ötelemeleri ve spektral yerdeğiştirmelerin [cm] median değerleri (J = 1)

I	$D_{a,i1}^s$	$S_{d,ds,i1}^s$	$D_{a,i1}^m$	$S_{d,ds,i1}^m$	$D_{a,i1}^e$	$S_{d,ds,i1}^e$	$D_{a,i1}^c$	$S_{d,ds,i1}^c$
1	0.0050	16.875	0.0090	30.375	0.0250	84.375	0.0600	20.250
2	0.0033	27.720	0.0060	50.400	0.0150	12.600	0.0350	29.400
3	0.0025	37.050	0.0045	66.690	0.0125	18.525	0.0300	44.460
4	0.0030	10.125	0.0060	20.250	0.0150	50.625	0.0350	118.125
5	0.0020	13.500	0.0040	27.000	0.0100	67.500	0.0233	157.275

**Tablo 3. 14** Göreli kat ötelemeleri ve spektral yerdeğiştirmelerin [cm] median değerleri (j = 2)

I	$D_{a,i2}^s$	$S_{d,ds,i2}^s$	$D_{a,i2}^m$	$S_{d,ds,i2}^m$	$D_{a,i2}^e$	$S_{d,ds,i2}^e$	$D_{a,i2}^c$	$S_{d,ds,i2}^c$
1	0.0050	16.875	0.0080	27.000	0.0200	67.500	0.0500	16.875
2	0.0033	27.720	0.0050	42.000	0.0120	10.080	0.0300	25.200
3	0.0025	37.050	0.0040	59.280	0.0100	14.820	0.0250	37.050
4	0.0024	0.8100	0.0048	16.200	0.0120	40.500	0.0280	94.500
5	0.0016	10.800	0.0032	21.600	0.0080	54.000	0.187	126.225

**Tablo 3.15** Standart sapma değerleri (J = 1)

I	$\beta_{ds,i1}^s$	$\beta_{ds,i1}^m$	$\beta_{ds,i1}^e$	$\beta_{ds,i1}^c$
1	0.90	0.90	0.90	0.90
2	0.70	0.70	0.70	0.90
3	0.65	0.65	0.75	0.90
4	1.00	01.05	01.10	01.10
5	0.90	0.90	0.85	0.90

**Tablo 3. 16** Standart sapma değerleri (J = 2)

I	$\beta_{ds,i2}^s$	$\beta_{ds,i2}^m$	$\beta_{ds,i2}^e$	$\beta_{ds,i2}^c$
1	0.95	0.90	0.85	0.95
2	0.70	0.75	0.85	1.00
3	0.70	0.80	0.90	1.00
4	01.15	01.20	01.20	01.20
5	1.00	1.00	.90	.90



Öte yandan ilgili hasar düzeyi için spektral yerdeğiştirmelerin doğal logaritmalarına ait standart sapmayı ifade eden  $\beta_{ds}$  değerleri Tablo 3.15 ve Tablo 3.16’da verilmiştir.

### 3.6.4.1 Bina hasarı olasılık eğrilerinin elde edilmesi

Hasar olasılık eğrileri Denklem (3.24) ve Tablo 3.13 – Tablo 3.16 arası tablolar kullanılarak hesaplanır. Her bir bina gurubu için yapım yılı ve yapım/proje kalitesine bağlı olarak eğriler elde edilir. Bu eğrilerde yatay eksen spektral yerdeğiştirmeyi [cm], dişey eksen ise yapısal hasarın yukarıda tanımlanan hasar düzeylerine erişmesinin veya onları aşmasının birikimli (kümülatif) olasılığını göstermektedir. Örnek olarak kapasite spektrumu oluşturulan binayı ele alalım. Bu binanın BA-2 taşıyıcı sistem gurubu, 1975 sonrası yapılmış ve yapım/proje kalitesinin orta olduğunu varsayıldı.

Bu binanın hasar olasılık eğrilerini elde etmek için gerekli parametreler Tablo 3.13-Tablo 3.15 alınır ve eğriler denklem (3.26) ve normal dağılım fonksiyonu kullanılarak hesaplanır. Örnek bina gurubunun hafif hasar düzeyiyle ilgili olasılık hesabı aşağıdaki şekilde olur.

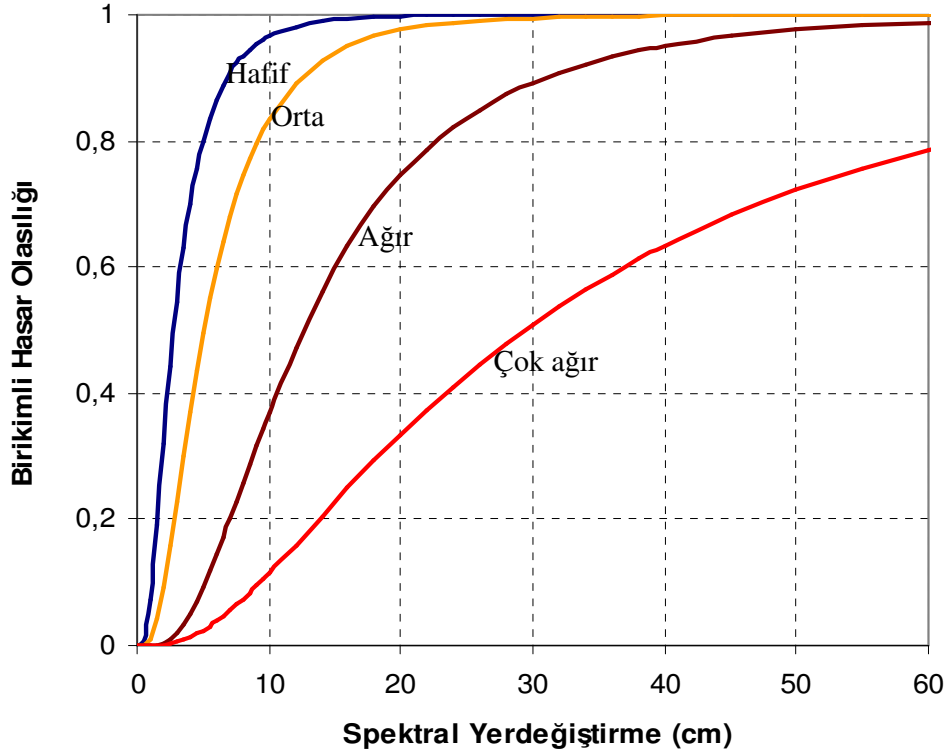
$$P [ D \geq \text{hafif} ] = \Phi [ (1 / 0,70) \ln (S_d / 2,772) ] \quad (3.26)$$

$S_d$  değerlerinin sıfırdan başlayıp belirli aralıklarla artırılmasıyla ve  $\Phi$  (Standard Normal Dağılım Fonsiyonu) kullanılarak olasılık değerleri nümerik olarak elde edilir. Standard Normal Dağılım Fonsiyonu için Excel kullanılabilir. Belirli  $S_d$  değerleri için hafif düzey hasar olasılık değerleri Tablo 3.17’de verilmiştir.

**Tablo 3. 17**  $S_d$  (cm),  $P [ D \geq \text{hafif} ]$  değerleri

$S_d$ (cm)	$P [ D \geq \text{hafif} ]$
0	0
0,5	0,0072
1	0,0726
2	0,3205
4	0,6998
8	0,9350

Örnek bina için tüm hasar düzeylerine ait olasılıklar aşağıdaki şekilde verilmiştir (Şekil 3.27).



Şekil 3.27 Örnek bina gurubu için hasar olasılık eğrileri

### 3.6.4.2 Hasar seviyelerinin tesbiti (HAZUS 1999 ve IDMP 2000)

#### *Hafif hasar*

Bazı kolonlarda ve bazı kirişlerde, birleşim bölgesine yakın yerlerde ve birleşim bölgesinin içinde, kılcal eğilme ve kayma çatlakları, perdelerde kılcal kayma çatlakları oluşur.

#### *Orta hasar*

Kolon ve kirişlerin büyük çoğunluğunda kılcal ve yer yer geniş çatlaklar oluşur. Bazı durumlarda beton paspayları dökülebilir. Sünek olmayan çerçeve elemanlarında ve perdelerde kılcal çatlaktan daha geniş diyagonal kayma çatlakları oluşur.

### ***Ağır hasar***

Sünek çerçeve elemanlarının büyük çoğunluğu akma kapasitelerine erişir, geniş çatlaklar (takriben 3 mm veya daha geniş) oluşur. Beton paspayları dökülür. Bazı durumlarda boyuna donatı çubukları burkulur. Perdelerde geniş diyagonal kayma çatlakları oluşur.

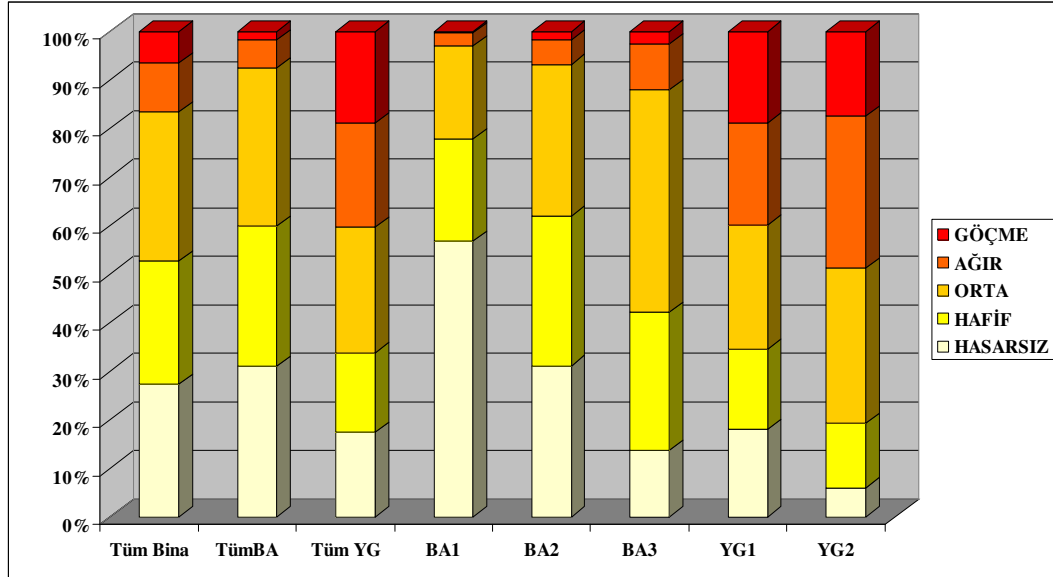
### ***Göçme***

Aşırı deformasyon sonucu olarak yapı göçer veya göçmeye çok yakın bir duruma gelir.

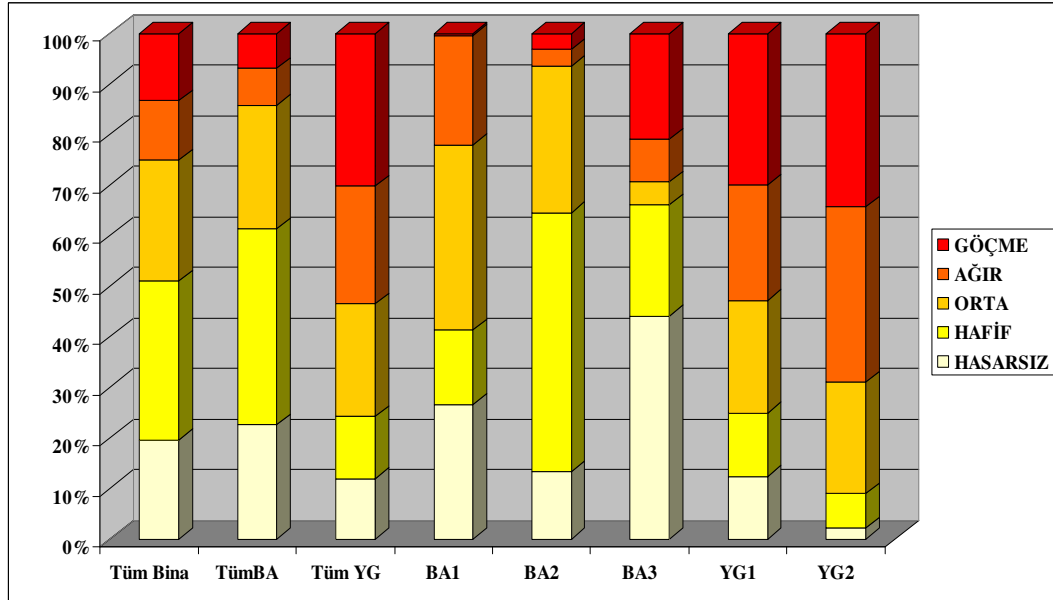
## **3.7 Bina Hasar Tahminleri ve Coğrafi Bilgi Sisteminde Değerlendirilmesi**

Campbell (1997) tarafından tarif edilen kırılma yüzeyine 10-12 km uzaklıkta bulunan mahallelere ait yer hareketi parametreleri (PGA), Campbell ve Bozorgnia (2003) tarafından önerilen azalım ilişkileri kullanılarak hesaplanmış, deprem talep spektrumu FEMA-368 (2000)'daki C-D sınıfı zemin sınıfına uyduğu öngörülerek katsayılar iterasyonla hesaplanmış, deprem talep spektrumu tüm mahalleler için hesaplanmıştır. Hasar olasılıkları her bir mahalle için ayrı ayrı hesaplanmış ve Şekil 3.28- Şekil 3.48'de görülen hasar yüzdeleri mahalleler için verilmiştir.

Şekil 3.28'da görüldüğü gibi Karakova-Akhan fayı M6.0 için tüm binalarda %50'sinde hafif, orta, ağır ve göçme hasarı görülmektedir. Bu oran tüm betonarme binalarda %45'lere düşerken, tüm yığma binalarda % 70'lere çıkmaktadır. Yığma binaların deprem performansının düşük olduğu görülmektedir. Şekil 3.29'da görüldüğü gibi Karakova-Akhan fayı M6.3 için tüm binalarda %50'sinde hafif, orta, ağır ve göçme hasarı görülmektedir. Bu oran tüm betonarme binalarda %40'lere düşerken, tüm yığma binalarda % 80'lere çıkmaktadır. M6.0 ve M6.3 tüm binalar için orta, ağır ve göçme hasar yüzdeleri %50 olarak görülürken M6.3 büyüklüğünde yığma binaların hasar alma yüzdeleri %10 daha fazladır. Şekil 3.30 'de BA2 için ağır hasar ve göçme %7'lerde iken bu oran BA3 için %32'lere çıkmaktadır. Bu oran kat sayısı artıkça deprem performansının değişimini net bir şekilde göstermektedir.

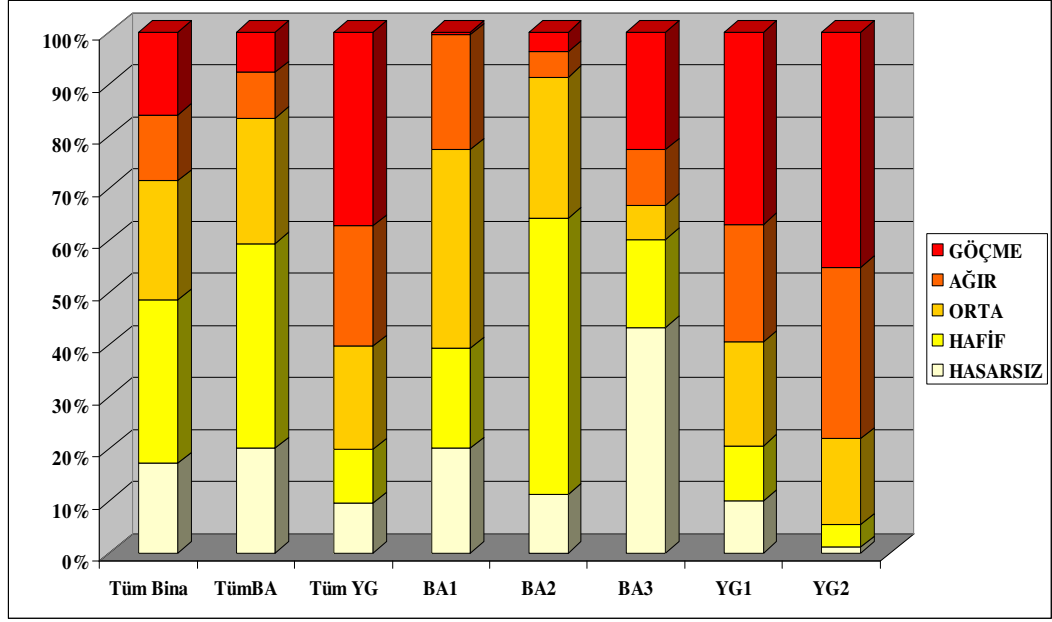


Şekil 3.28 Karakova-Akhan fayı M6.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı

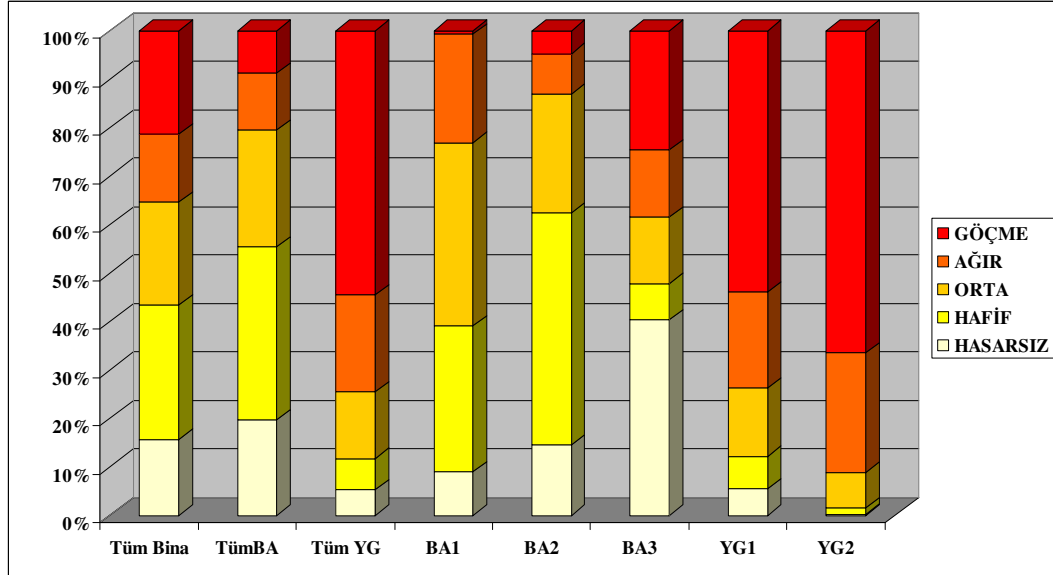


Şekil 3.29 Karakova-Akhan fayı M6.3 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı

Şekil 3.31’de Karakova-Akhan fayı M7.0 için tüm binalarda 78’inde hafif, orta, ağır ve göçme hasarı görülmektedir. Yığma binaların %55’i göçmekte, %20’si ağır hasar almaktadır.



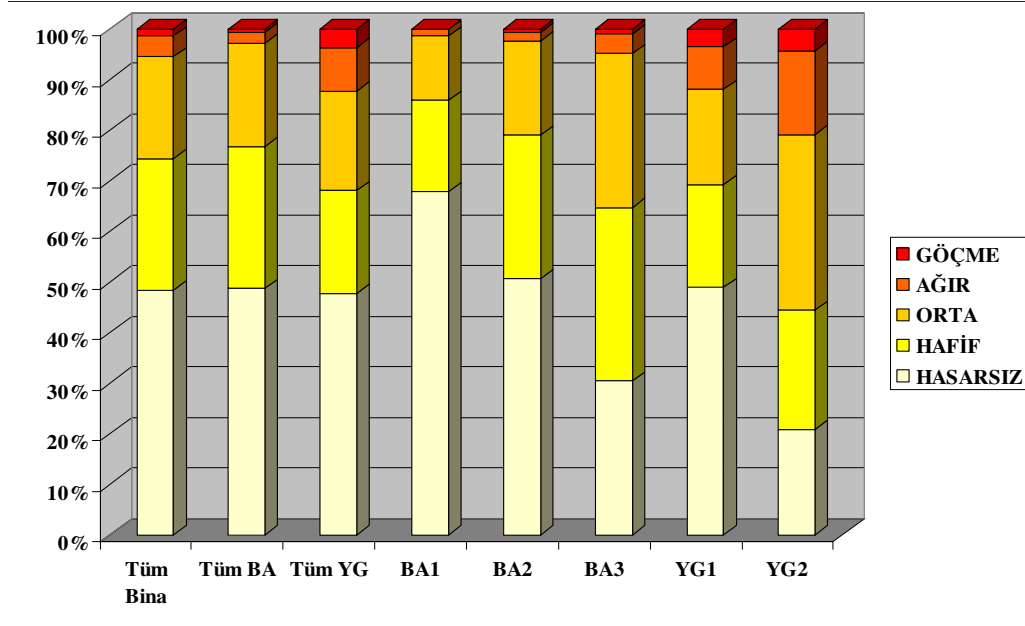
Şekil 3.30 Karakova-Akhan fayı M6.5 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı



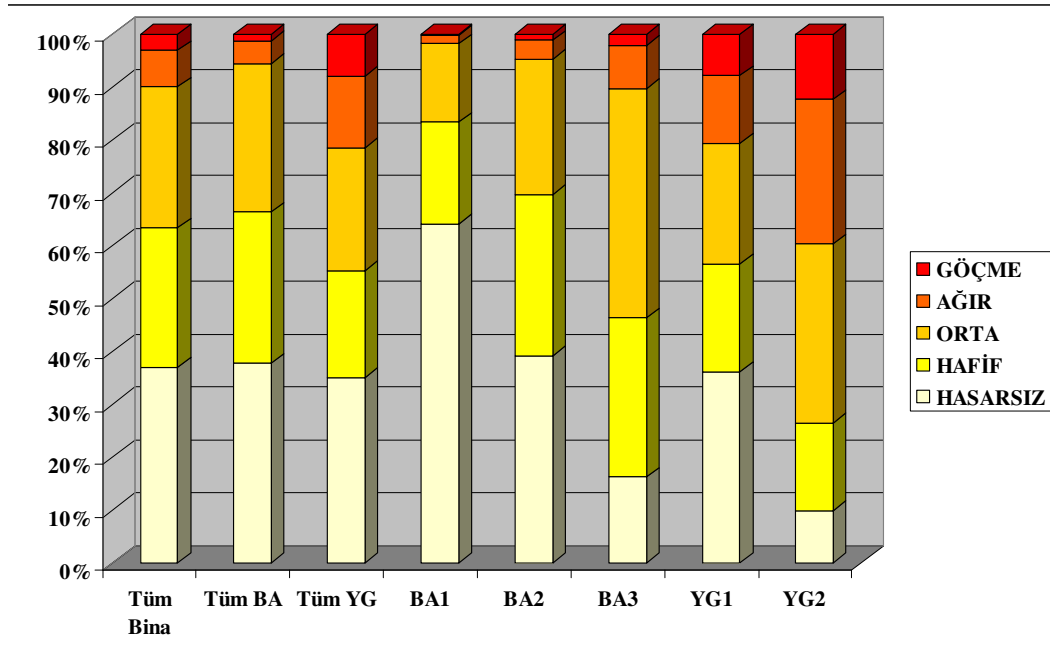
Şekil 3.31 Karakova-Akhan fayı M7.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı

Karakova- Akhan ve Pamukkale faylarının M7.0 büyüklüğü için hasar sonuçlarına bakıldığında tüm binalarda Karakova-Akhan fayında %35 ağır hasar ve göçme olurken

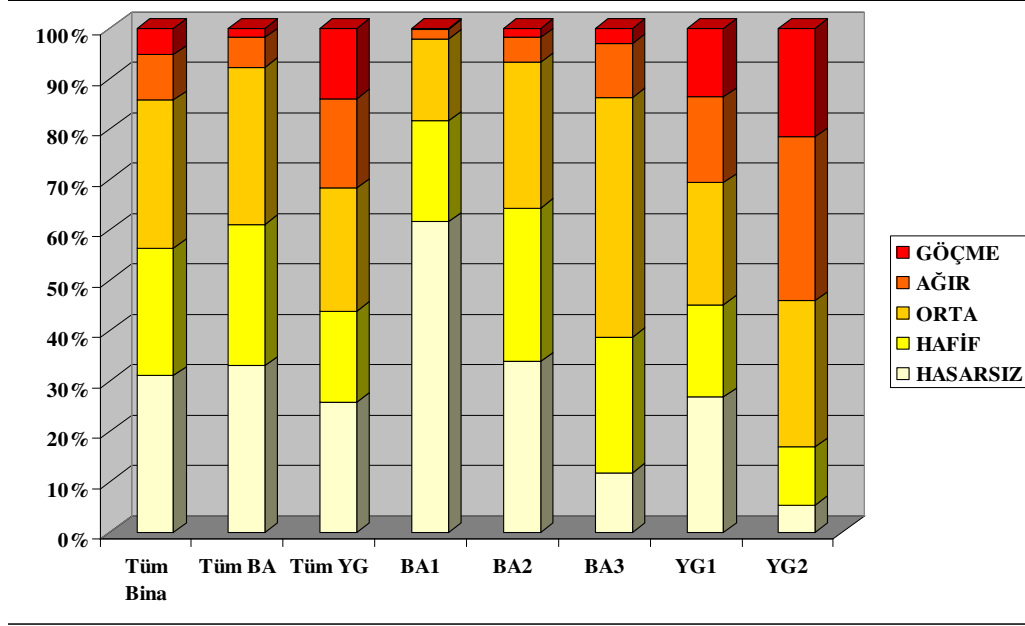
Pamukkale fayında bu oran %30 lardadır. Tüm betonarme binalarda iki fay arasındaki % değerler arasındaki fark %5 iken, tüm yığma binalarda bu fark %18 lere çıkmaktadır.



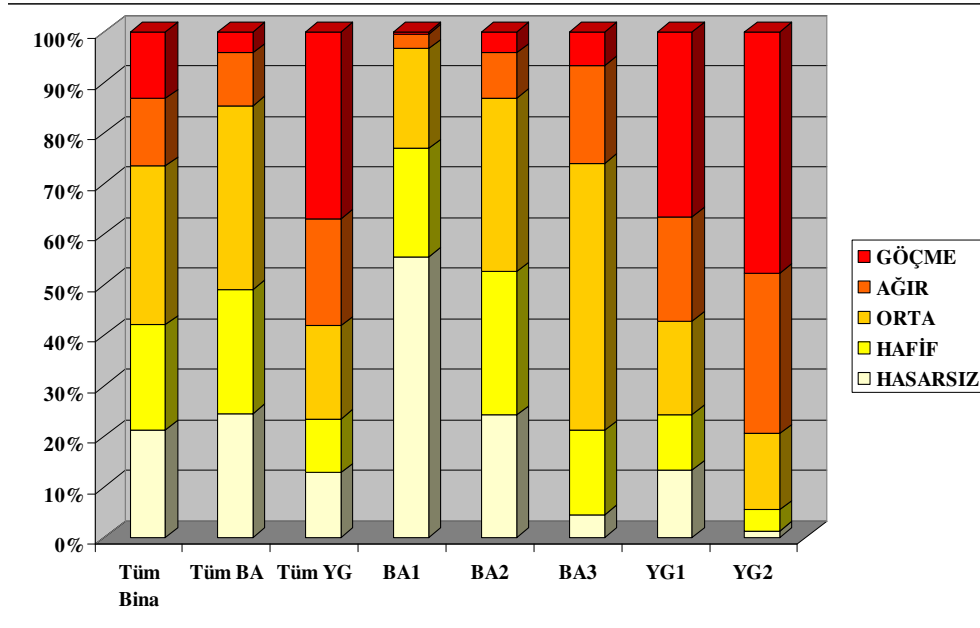
Şekil 3.32 Pamukkale fayı M6.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı



Şekil 3.33 Pamukkale fayı M6.3 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı



Şekil 3.34 Pamukkale fayı M6.5 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı

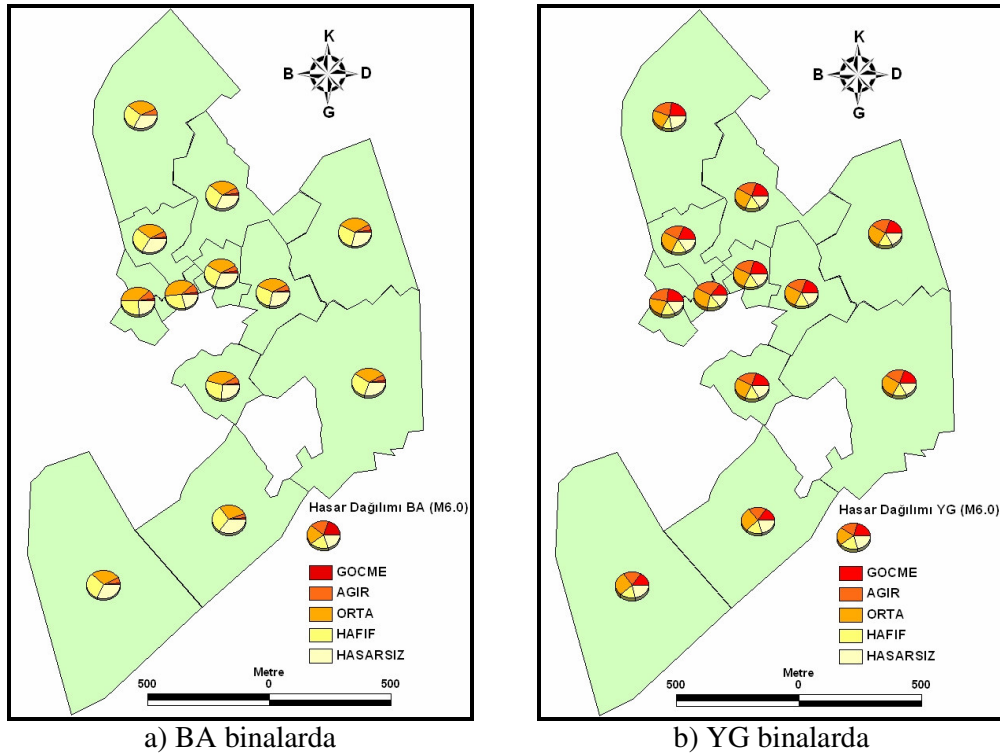


Şekil 3.35 Pamukkale fayı M7.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı

CBS kullanılarak hazırlanan Şekil 3.36'den Şekil 3.43'e kadar olan şekillerde mahalle bazında bina taşıyıcı sistem ve hasar türlerine göre dağılımları görülmektedir. Bina hasar dağılımları betonarme ve yığma binalar için ayrı ayrı verilmiştir. Betonarme binalarda hasar yüzdelerinde hasarsız, hafif ve orta hasar yüzdeleri toplamının fazla

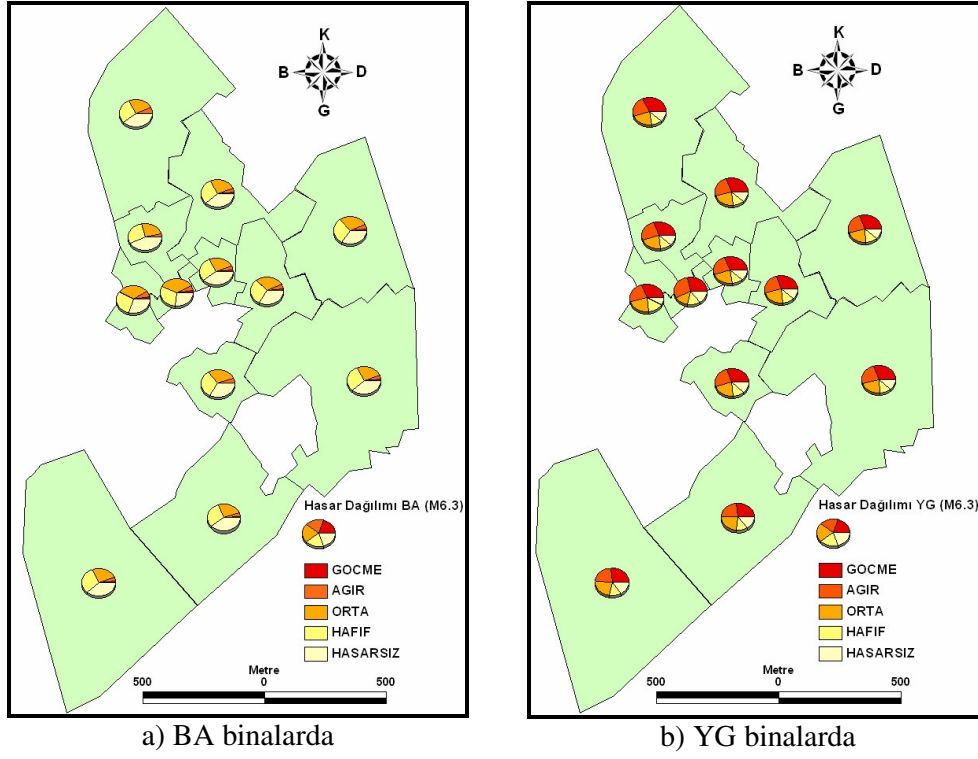
olduğu görülürken, yığma binalarda orta, ağır, göçme hasar yüzdeleri toplamının fazla olduğu görülmektedir. Örneğin Karakova-Akhan fayı M7.0 büyüklüğü için betonarme binalarda orta, ağır, göçme hasarı yüzdelerinin toplamı %60 iken yığma binalarda bu yüzde %75 dir. Betonarme binalar için bu hasar yüzdeleri toplamındaki ağırlıklı hasar orta hasar, yığma binalarda ise göçme hasarıdır. Bunun başlıca sebebi yığma binaların çoğunluğunun 1975 öncesinde yapılmış olması ve kalite bakımından güvenilirliğinin düşük olması nedeniyle puanlarda cezalandırma almalarıdır.

Şekil 3.44'den Şekil 3.51' e kadar olan şekillerde her bir mahalle için göçme ve ağır hasar alan binaların yüzdelerini bina türüne göre ayrı şekillerde göstermektedir. Karakova-Akhan fayı M6.0 için betonarme binalarda %10-%20, yığma binalarda % 20-45 arasında ağır hasar ve göçme görülmektedir (Şekil 3.44). Karakova-Akhan fayı M7.0 için betonarme binalarda %10-%35, yığma binalarda % 65-85 arasında ağır hasar ve göçme görülmektedir (Şekil 3.47). Bu dağılımlara bakıldığında deprem büyüklüğü arttıkça yığma binalarda hasar yüzdelerinin daha fazla arttığı görülmektedir. Karakova-Akhan fayının yerleşim alanına daha yakın olması nedeniyle Pamukkale fayındaki hasar yüzdeleri daha düşüktür. Ağır hasar ve göçme oranlarında da azalma görülmektedir.

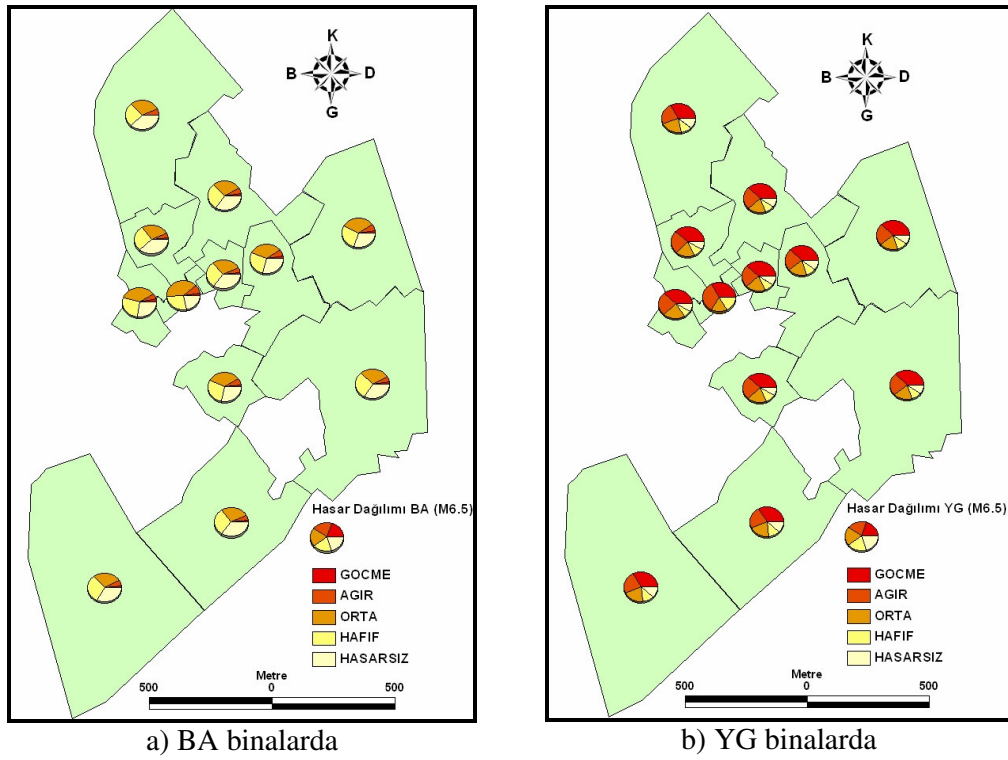


Şekil 3.36 Karakova-Akhan Fayı M6.0 için mahalle bazında hasar dağılımları

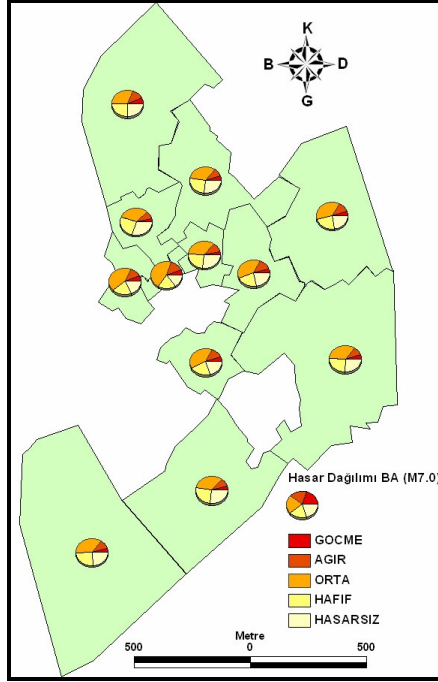




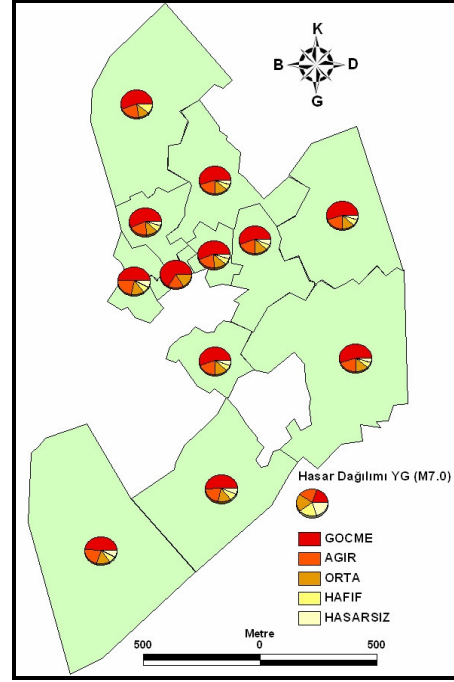
Şekil 3.37 Karakova-Akhan Fayı M6.3 için mahalle bazında hasar dağılımları



Şekil 3. 38 Karakova-Akhan Fayı M6.5 için mahalle bazında hasar dağılımları

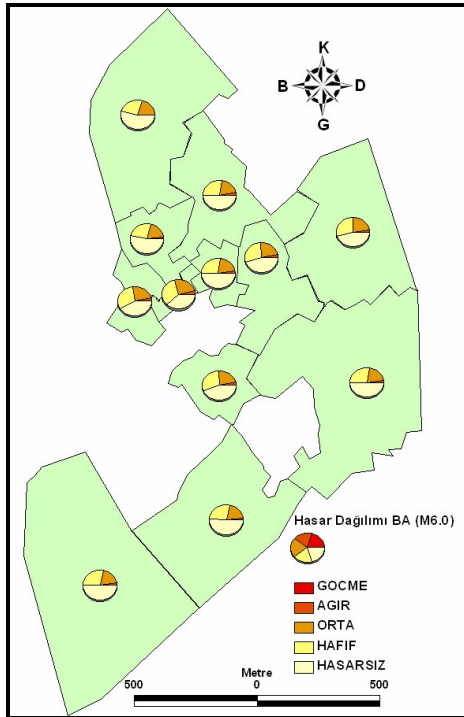


a) BA binalarda

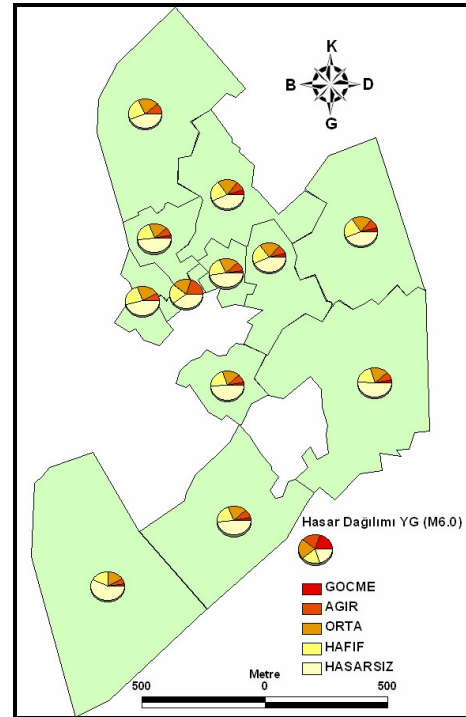


b) YG binalarda

Şekil 3. 39 Karakova-Akhan Fayı M7.0 için mahalle bazında hasar dağılımları

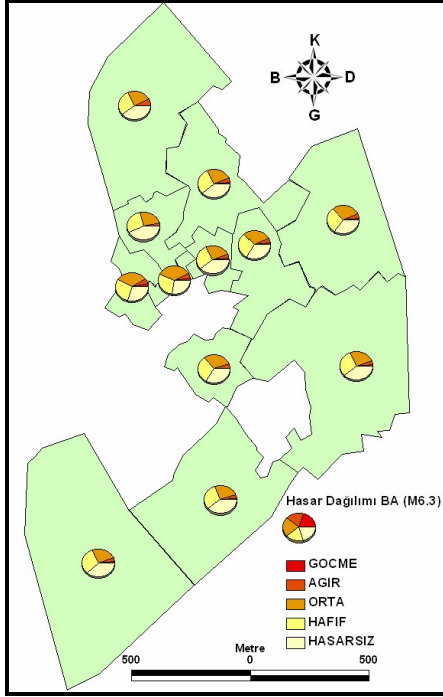


a) BA binalarda

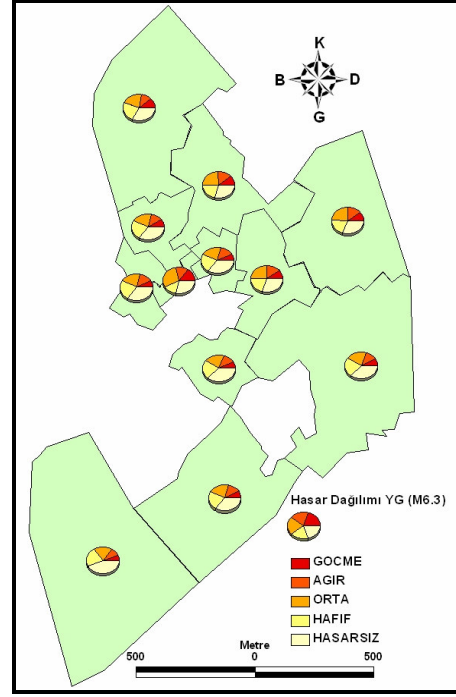


b) YG binalarda

Şekil 3. 40 Pamukkale Fayı M6.0 için mahalle bazında hasar dağılımları

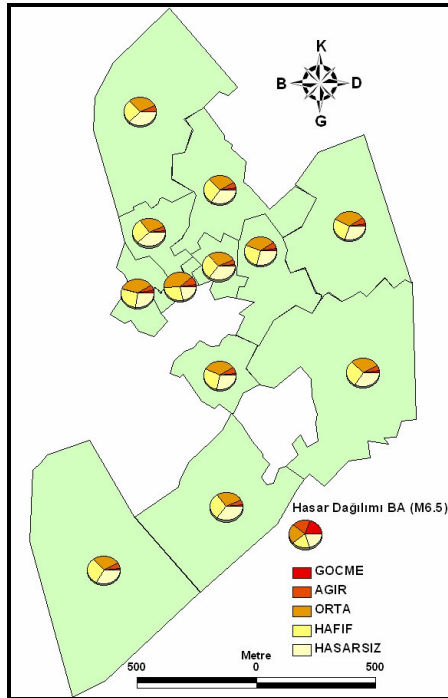


a) BA binalarda

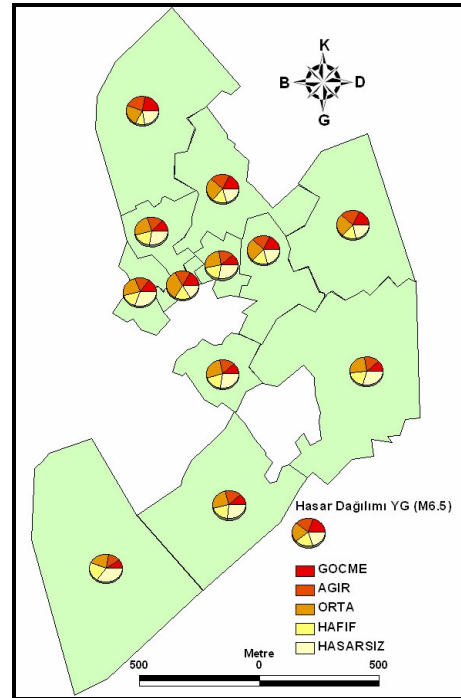


b) YG binalarda

Şekil 3. 41 Pamukkale Fayı M6.3 için mahalle bazında hasar dağılımları

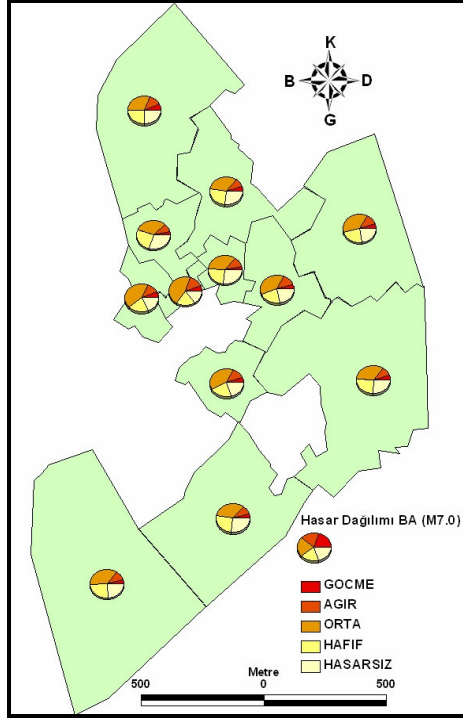


a) BA binalarda

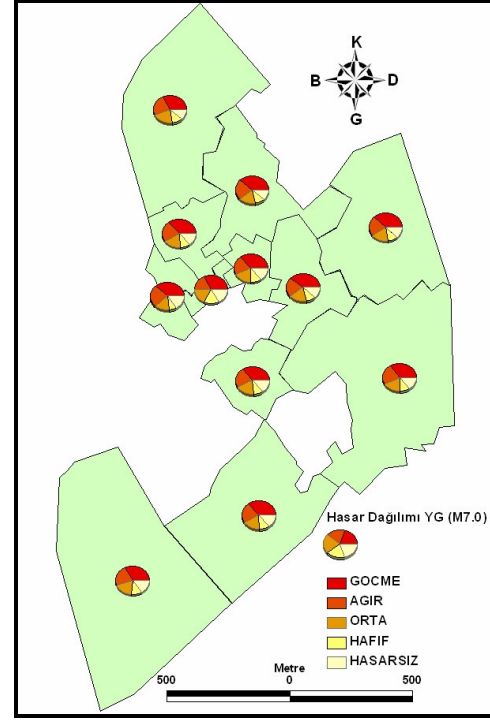


b) YG binalarda

Şekil 3. 42 Pamukkale M6.5 için mahalle bazında hasar dağılımları

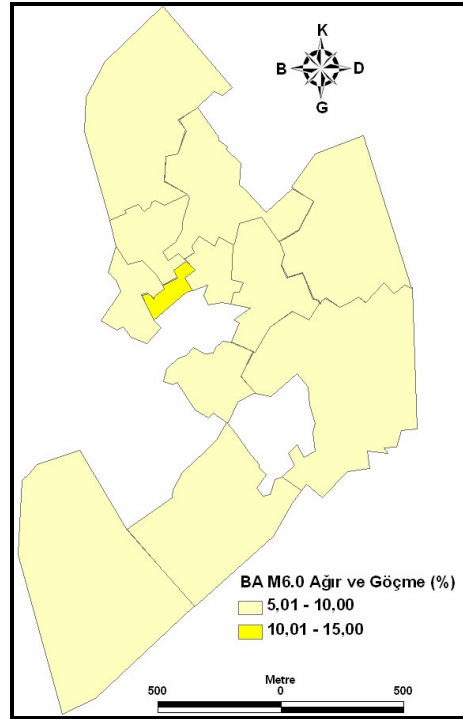


a) BA binalarda

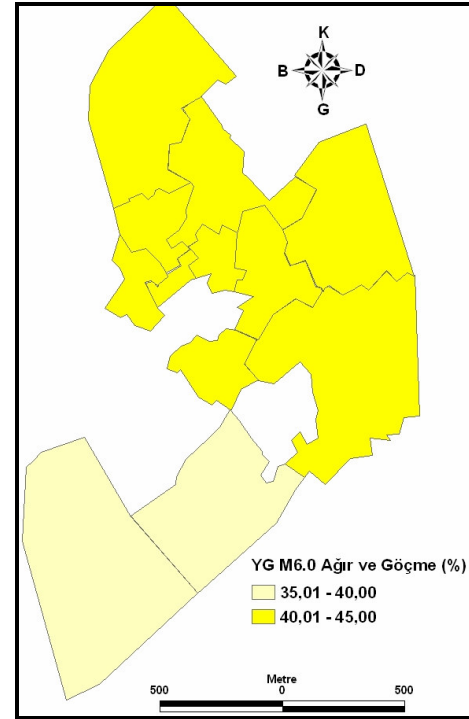


b) YG binalarda

Şekil 3.43 Pamukkale M7.0 için mahalle bazında hasar dağılımları

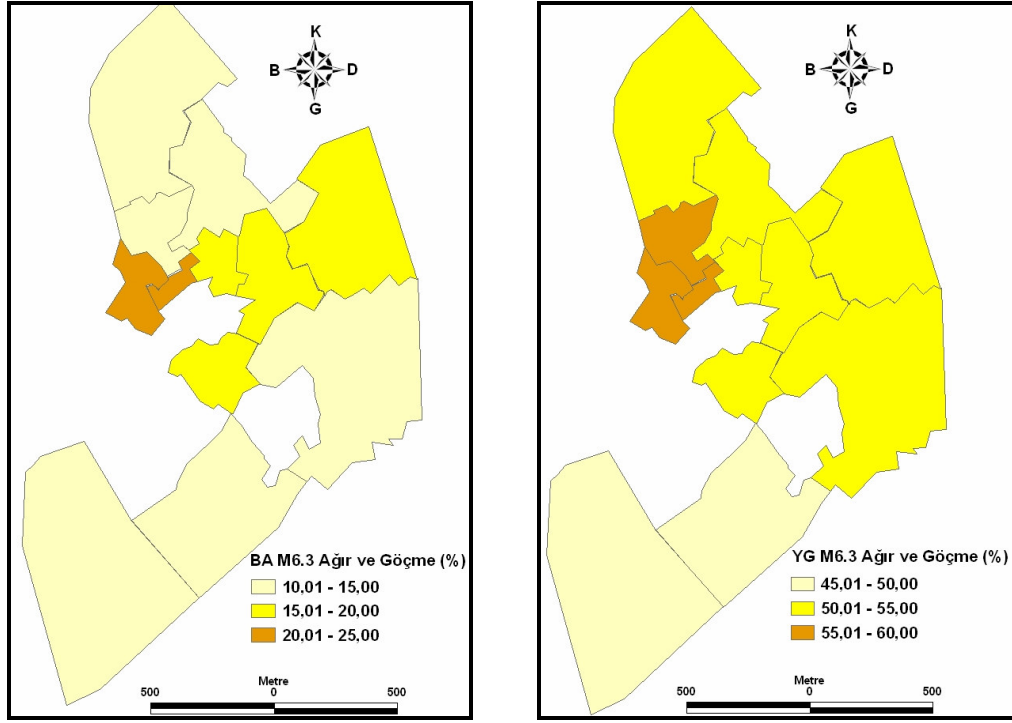


a) BA binalarda



b) YG binalarda

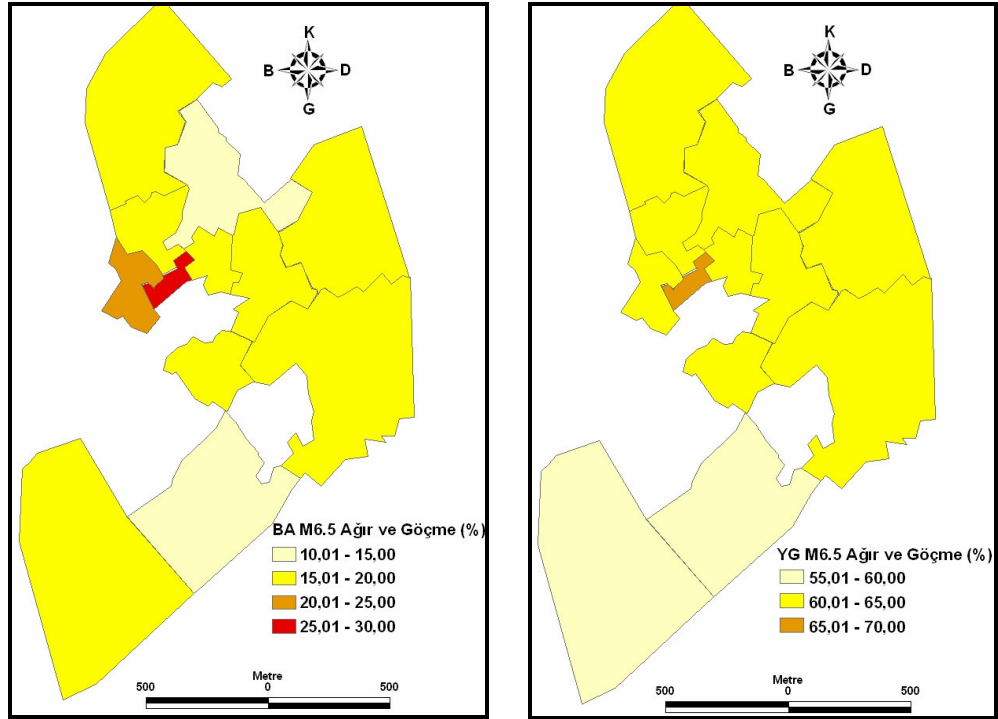
Şekil 3.44 Karakova-Akhan Fayı M6.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri



a) BA binalarda

b) YG binalarda

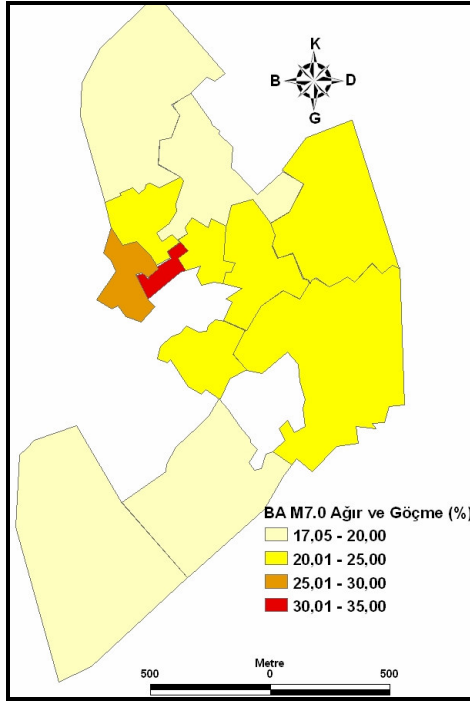
Şekil 3. 45 Karakova-Akhan Fayı M6.3 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri



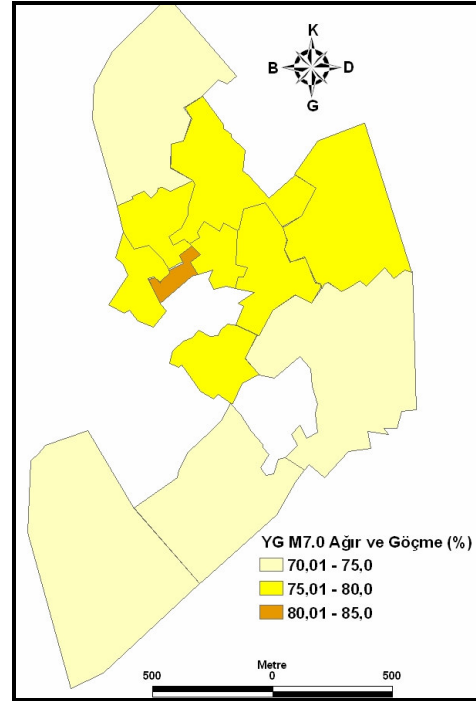
a) BA binalarda

b) YG binalarda

Şekil 3. 46 Karakova-Akhan Fayı M6.5 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri

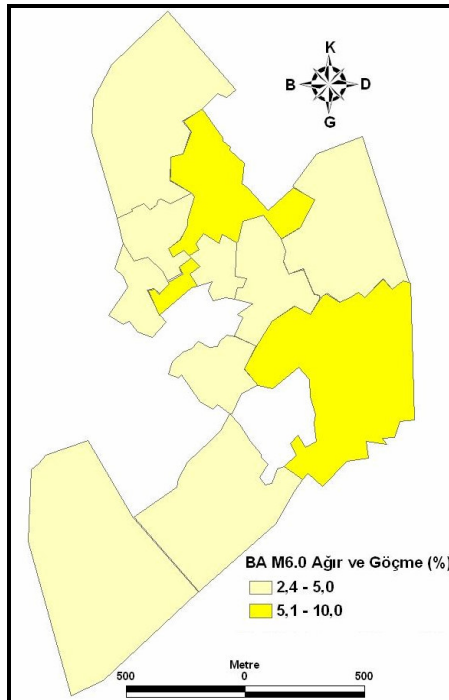


a) BA binalar

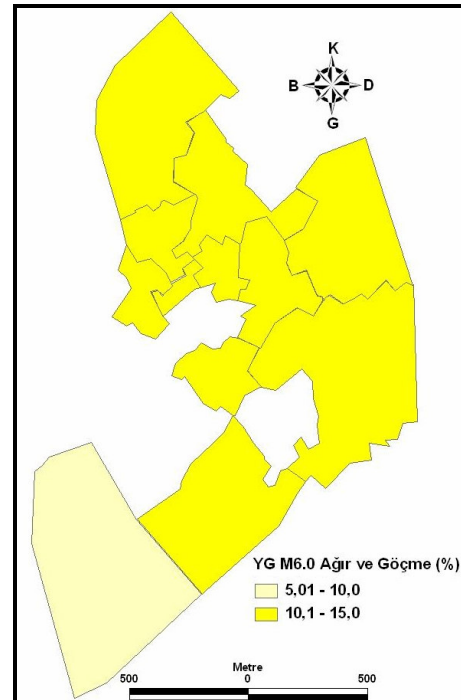


b) YG binalar

Şekil 3.47 Karakova-Akhan Fayı M7.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri

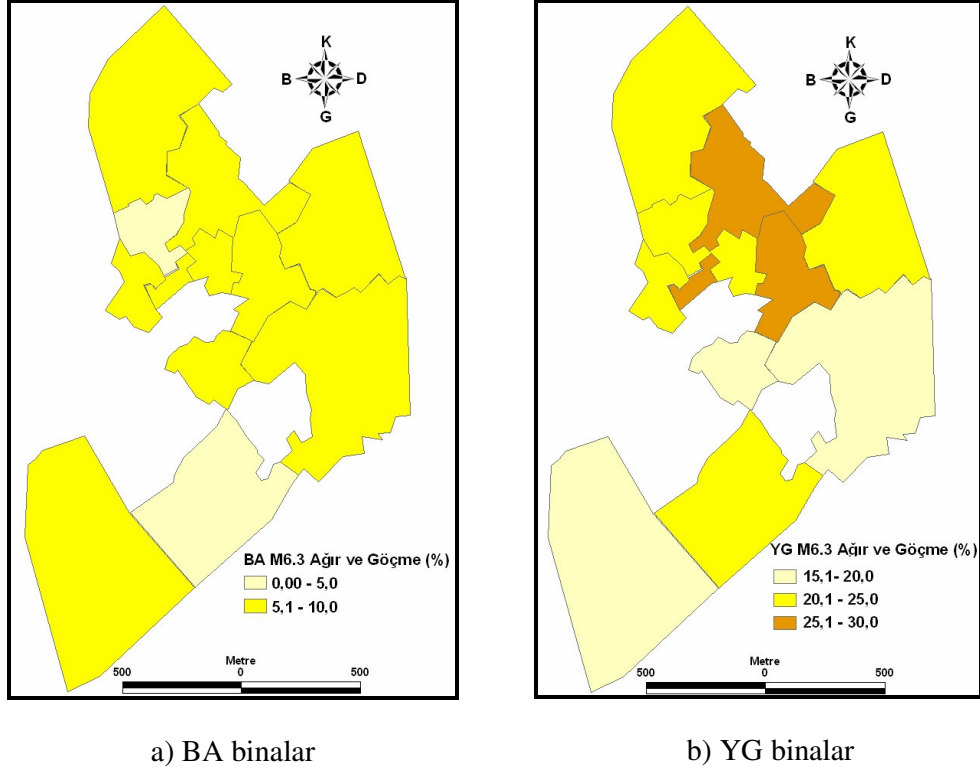


a) BA binalar

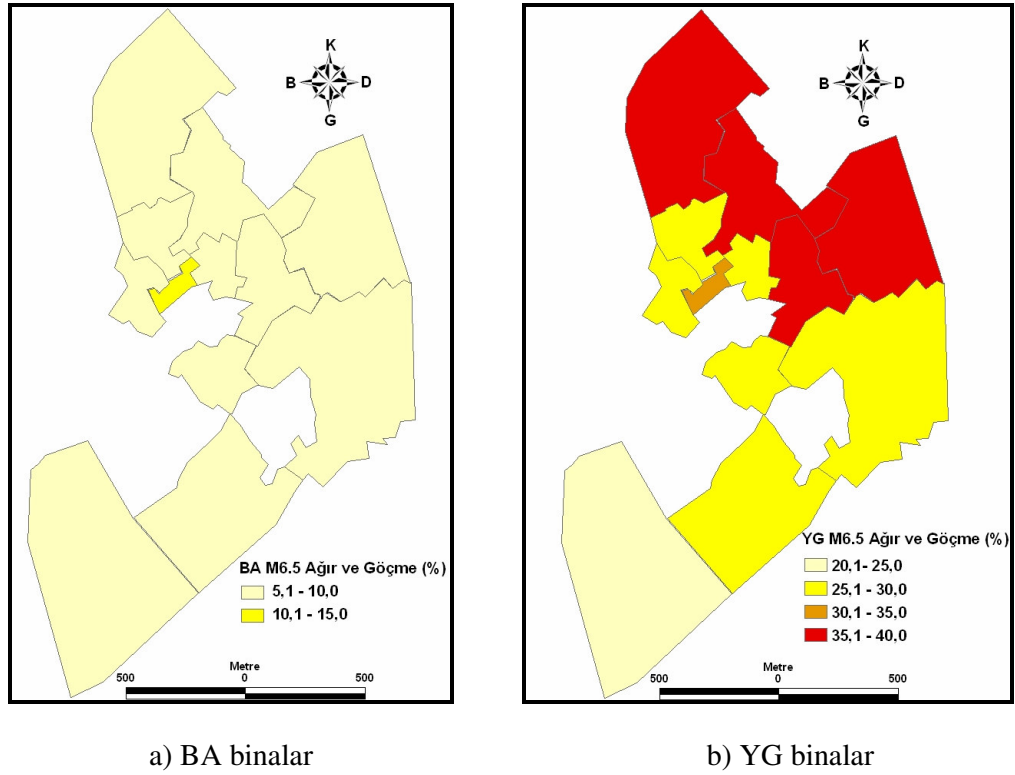


b) YG binalar

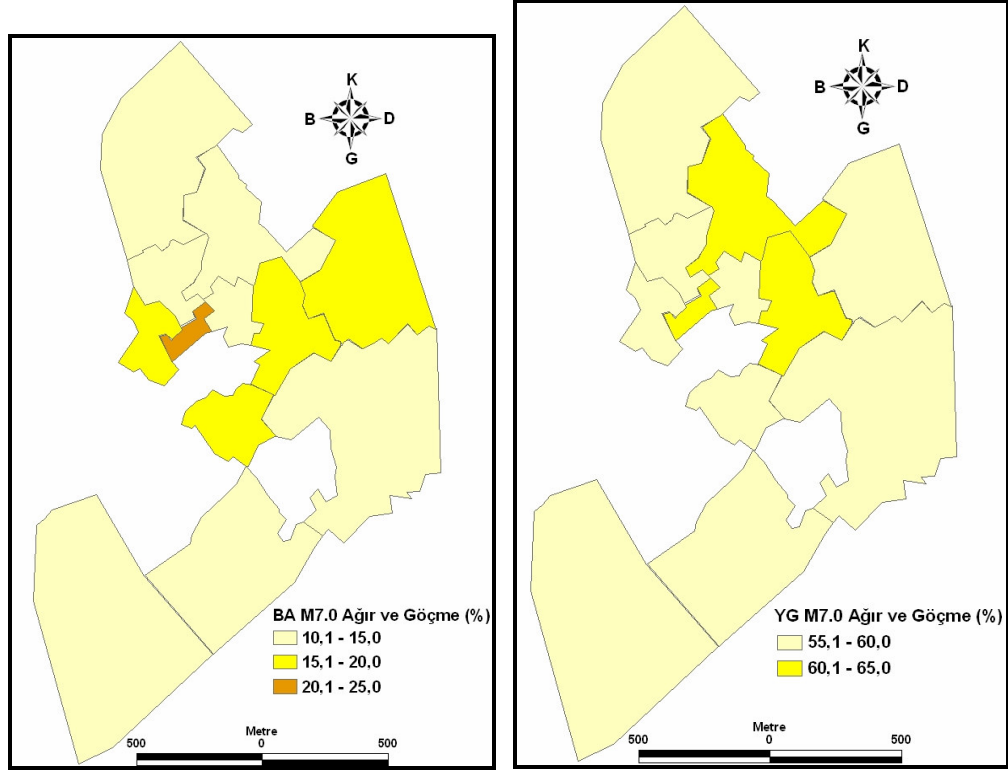
Şekil 3.48 Pamukkale Fayı M6.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri



Şekil 3. 49 Pamukkale Fayı M6.3 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri



Şekil 3. 50 Pamukkale Fayı M6.5 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri



a) BA binalar

b) YG binalar

**Şekil 3.51** Pamukkale Fayı M7.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri

### 3.8 Can Kaybı ve Yaralı Sayısı

Senaryo depremi sonucunda ölü ve yaralı sayısının belirlenmesinde HAZUS (1999) yöntemi kullanılmıştır. Yaralanma seviyelerinin tanımı Tablo 3.18’de verilmektedir. HAZUS (1999) yönteminde yapısal hasar ve ölü, yaralı sayıları arasında doğrudan bir bağlantı kurulmakta ve değişik bina tiplerinin her bir hasar derecesi için, her bir yaralanma derecesine tekabül eden bina sakinlerinin yaralanma oranları verilmektedir. Bu oranlar değişik betonarme bina tiplerine göre bir değişiklik göstermemektedir. Ancak yağma binalardaki oranlar betonarme binalardan daha fazla olarak verilmiştir. HAZUS (1999)’da verilen bu oranlar Türkiye’de geçmiş depremlerde gözlenen ölü ve yaralı sayıları dikkate alınarak Türkiye’ye uygun hale getirilmiştir (Tablo 3.19) (İDRY 2003). Tablo 3.19’da verilen değerler akşam saatlerinde insanların evde olduğu düşünülerek yapılan düzenlemedir. HAZUS (1999) dikkate alınarak İDRY (2003)’de betonarme binalar için verilen değerler yağma binalar için düzenlenmiştir (Tablo 3.20).



Binalarda oturan insan sayısı hesaplanırken her dairede ortalama dört kişinin oturduğu varsayılmıştır. 1-2 katlı binaların hepsinin bir katta tek daire , 3-5 katlı binaların yarısının tek daire, yarısının çift daire olduğu, 6 ve üzeri katlı binaların hepsinin çift daire olduğu varsayılarak hesaplanmıştır. Önem seviyesi 1 için yaralanma sayısı hesaplanırken, hafif, orta, ağır, göçme hasarlarında bulunan bina sayıları ile insan sayısının çarpımı sonucu çıkan değerler toplanıyor. Can kaybı hesaplanırken önem seviyesi 3 değerinin 1/3 ile önem seviyesi 4'ün tamamı toplanarak elde edilir.

**Tablo 3.18** Yaralanma seviyeleri

Yaralanma Seviyesi	Yaralanma Tanımı
<b>Önem Seviyesi 1</b>	Hastane tedavisi gerektirmeden temel tıbbi müdahale ile düzeltilebilecek vakalar.
<b>Önem Seviyesi 2</b>	Hayati tehlike arz etmeyen hastanelik vakalar.
<b>Önem Seviyesi 3</b>	Acil müdahale edilmediği takdirde hayati tehlike arz eden vakalar. Bu vakaların çoğunluğu yapısal göçme ve ona bağlı oluşan hasar sonucu meydana gelir.
<b>Önem Seviyesi 4</b>	Ani ölümler ve ölümcül yaralanmalar.

**Tablo 3.19** Betonarme yapılar için can kaybı oranları

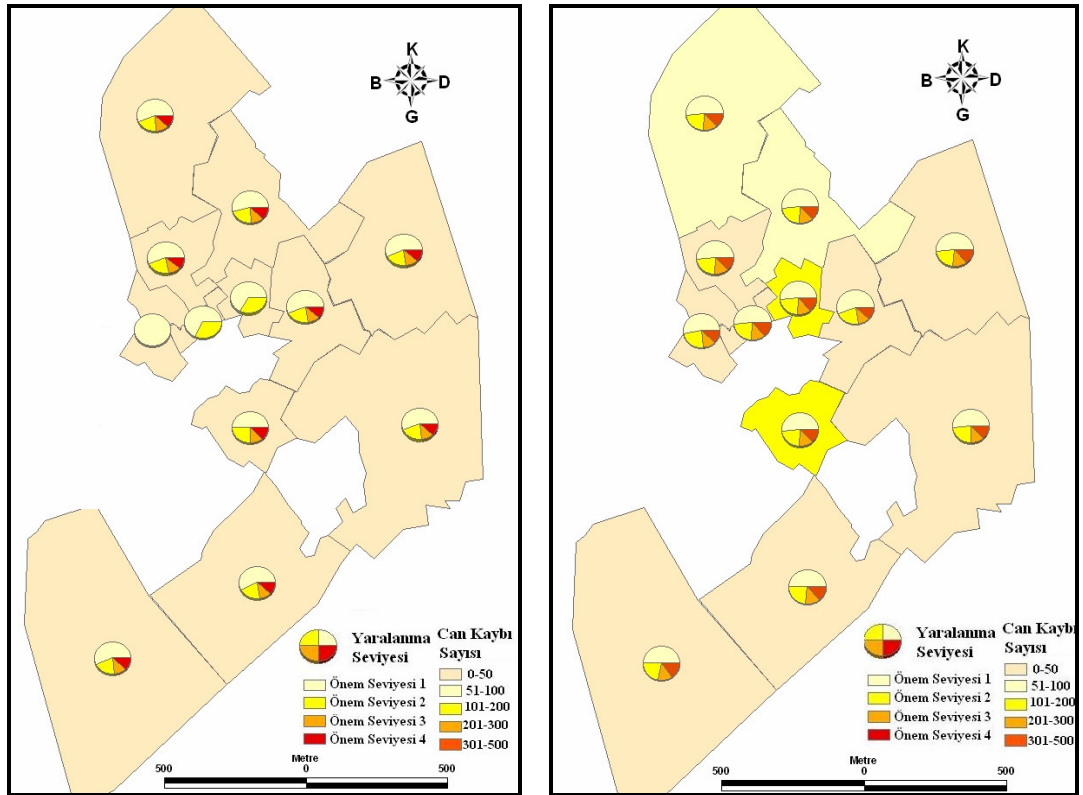
Yaralanma Seviyesi	HAFİF	ORTA	AĞIR	GÖÇME
<b>Önem Seviyesi 1</b>	0,05	0,2	1	10-50
<b>Önem Seviyesi 2</b>	0,005	0,02	0,5	8-15
<b>Önem Seviyesi 3</b>	0	0	0,01	4-10
<b>Önem Seviyesi 4</b>	0	0	0,01	4-10

**Tablo 3.20**Yığma yapılar için can kaybı oranları

Yaralanma Seviyesi	HAFİF	ORTA	AĞIR	GÖÇME
<b>Önem Seviyesi 1</b>	0,05	0,4	2	20-50
<b>Önem Seviyesi 2</b>	0,005	0,04	1	16-15
<b>Önem Seviyesi 3</b>	0	0	0,02	8-15
<b>Önem Seviyesi 4</b>	0	0	0,02	8-15

Pilot bölgede betonarme binalarda yaklaşık 38000, yığma binalarda yaklaşık olarak 8500 kişi yaşamaktadır. Karakova- Akhan fayı M6.0 depremi için, değişik yaralanma seviyelerinde risk altında olan insan sayısı yaklaşık 1800, can kaybı sayısı yaklaşık 274'dür. Karakova- Akhan fayında M7.0 depremi için değişik yaralanma seviyelerinde risk altında olan insan sayısı yaklaşık 5800, can kaybı sayısı yaklaşık 930'dür.

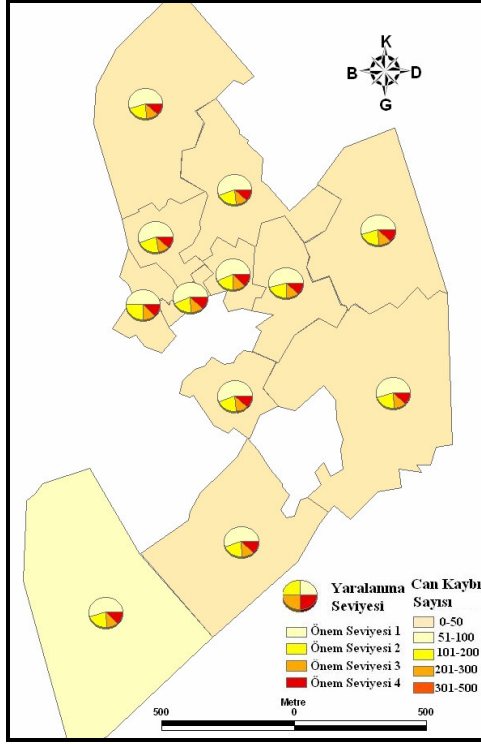
Risk altında olan insan sayısı depremin büyüklüğü ile oldukça fazla artmaktadır. Bu oranları her bir deprem senaryosu için ayrıntılı olarak yaralanma seviyeleri ve can kaybı sayısı dağılımları Şekil 3.52-Şekil 3.59 şekillerinde görülmektedir.



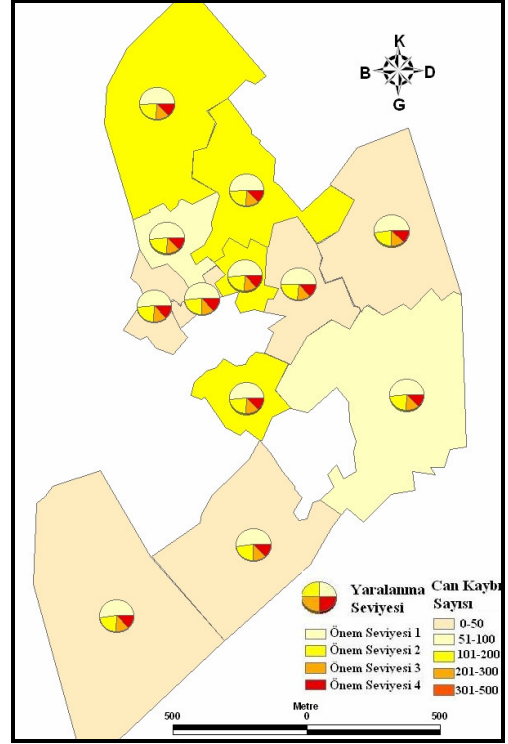
(a) BA binalar

(b) YG binalarda

Şekil 3.52 Akhan Fayı M6.0 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları

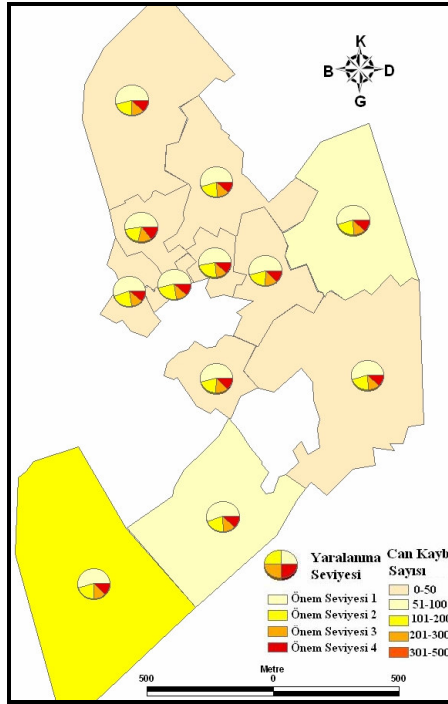


(a) BA binalar

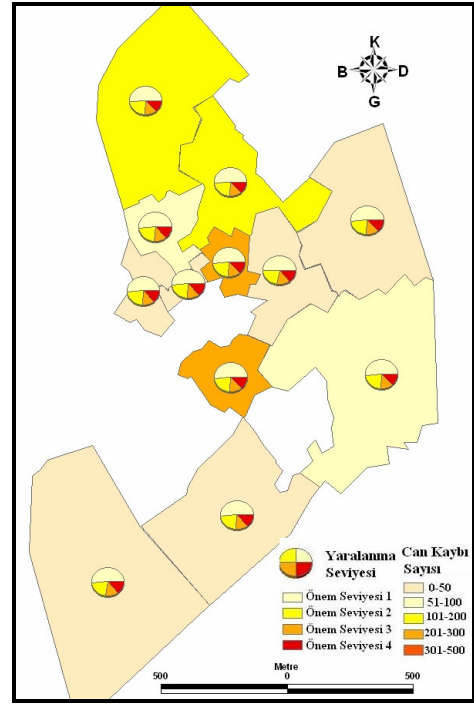


(b) YG binalar

Şekil 3.53 Akhan Fayı M6.3 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları

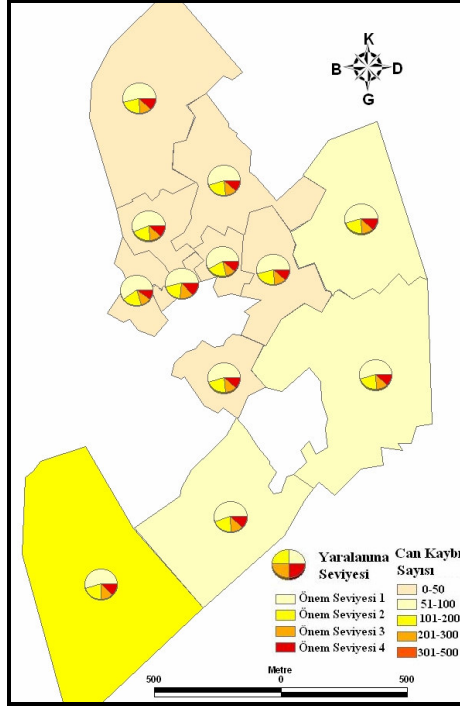


(a) BA binalar

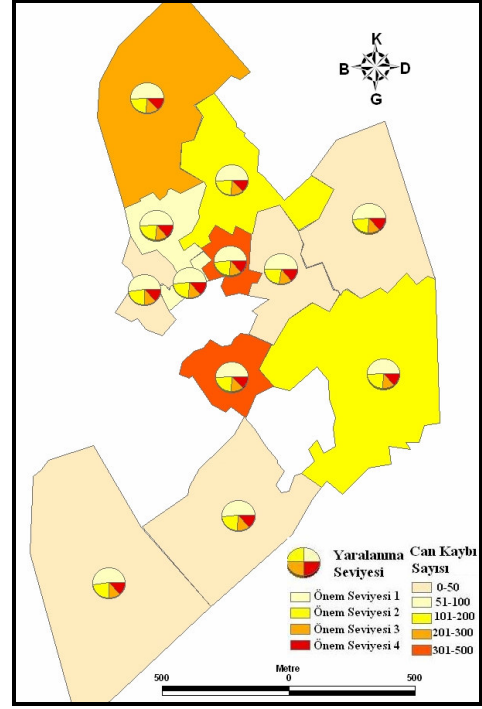


(b) YG binalar

Şekil 3.54 Akhan Fayı M6.5 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları

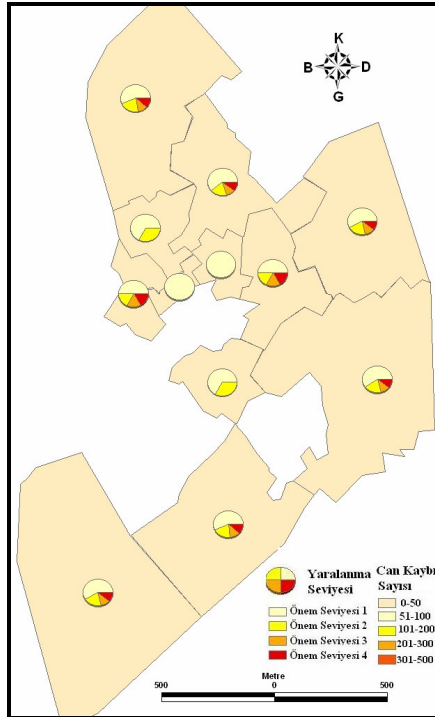


(a) BA binalar

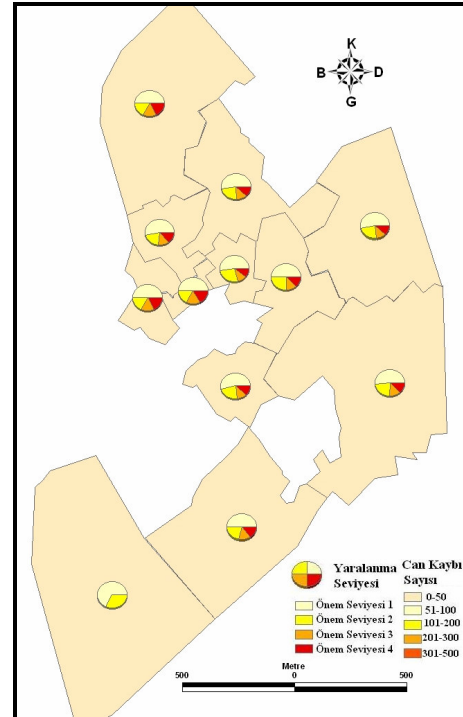


(b) YG binalar

Şekil 3.55 Akhan Fayı M7.0 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları

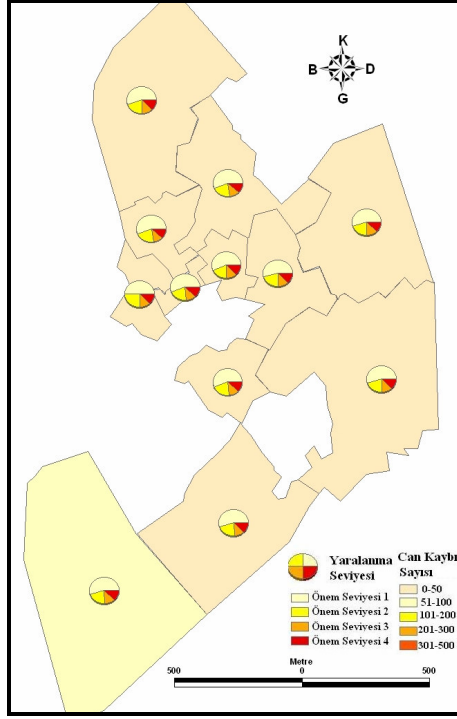


(a) BA binalar

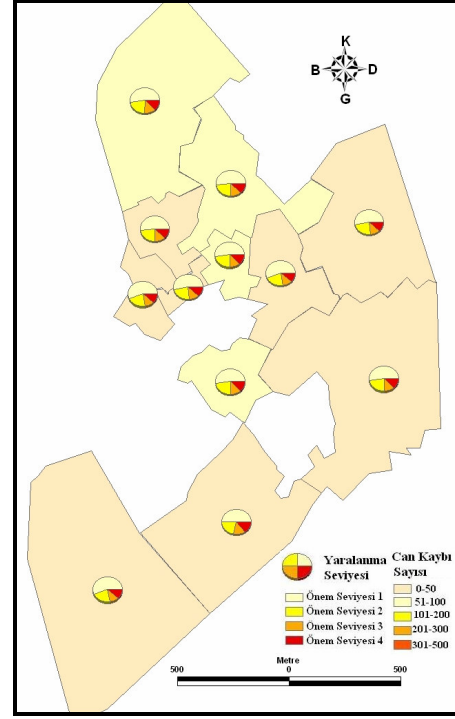


(b) YG binalar

Şekil 3.56 Pamukkale Fayı M6.0 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları

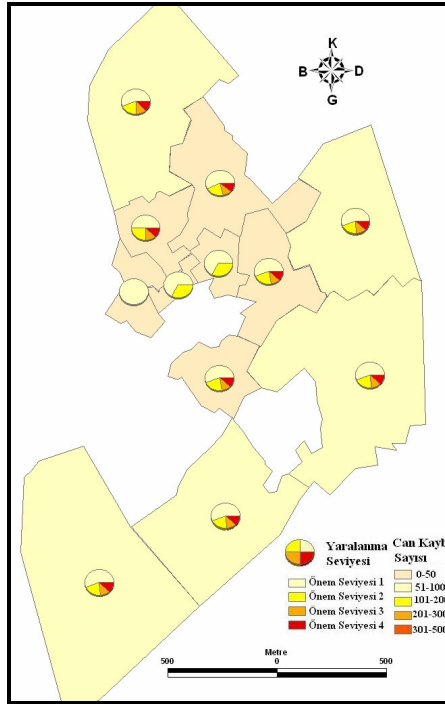


(a) BA binalar

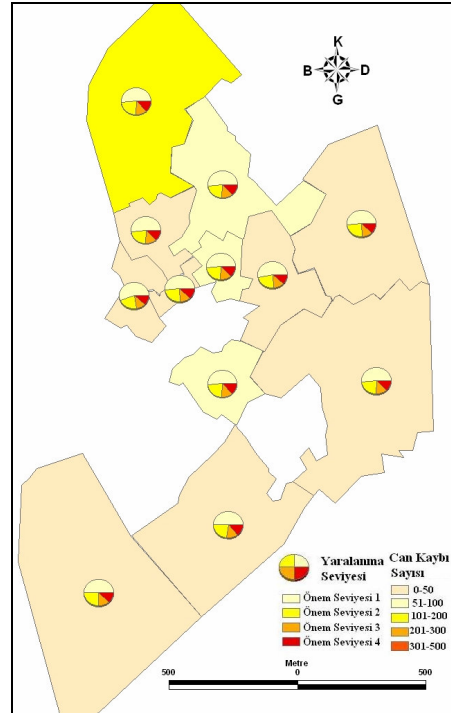


(b) YG binalar

Şekil 3.57 Pamukkale Fayı M6.3 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları

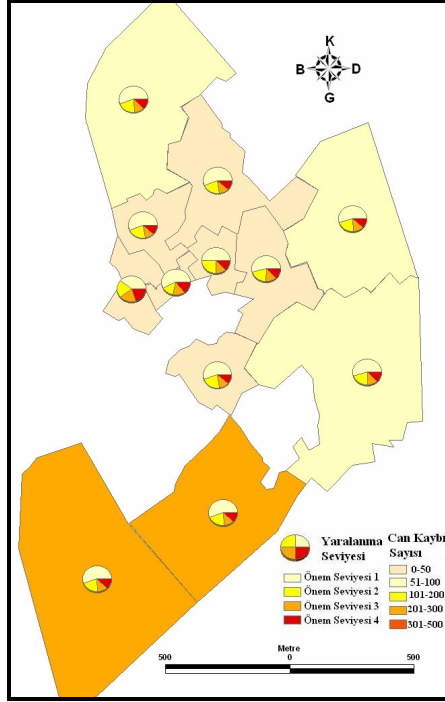


(a) BA binalar

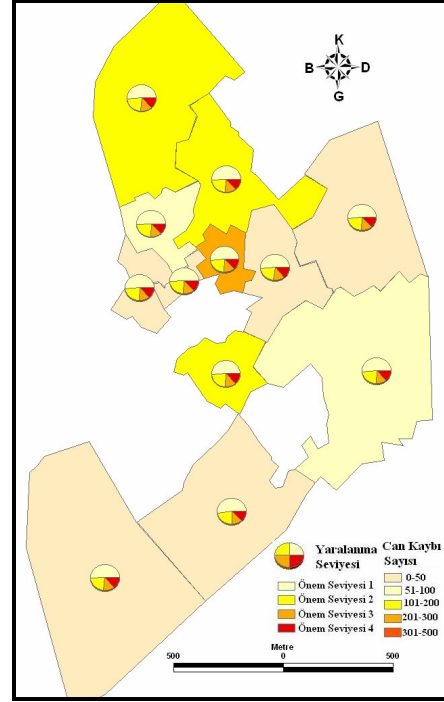


(b) YG binalar

Şekil 3.58 Pamukkale Fayı M6.5 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları



(a) BA binalar



(b) YG binalar

Şekil 3.59 Pamukkale Fayı M7.0 için yaralanma seviyesi oranları ve can kaybı sayıları

## **4. BİNA ENVANTER VERİLERİNİN DİĞER HIZLI DEĞERLENDİRME METOTLARIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ**

### **4.1. Giriş**

Ülkemizde geçmişte olan kent depremleri büyük yıkıma ve önemli can kayıplarına neden olmuştur. Bunun temel nedeni, mevcut yapı stoğumuzun büyük bir kısmının genellikle deprem olgusu göz ardı edilerek tasarlanmış olması ve kurallara uyulmadan binaların inşa edilmesidir. Her deprem sırasında halihazır yöntemlere göre değerlendirildiğinde çökeceği yargısına varılabilecek bir çok yapı ayakta kalabilirken, benzer bazı binalar ise yıkılmaktadır. Bu durum, depreme uğrama sıklığı ne olursa olsun, standart altı binaların hepsinin yıkılıp can kaybına yol açacağı şeklindeki yaklaşımların tamamıyla doğru olmadığını ortaya çıkarmaktadır. Deprem bölgelerinde, yıkılma olasılığı yüksek olan binaların belirlenerek, yapısal sistemlerinin deprem etkileri altında yıkılmaya dirençli duruma getirilmesi geçmişte yaşadığımız acıları bir daha yaşamamamız için zorunludur (Özcebe 2004).

Bu bölümde dışardan görünen özelliklerle binaların hızlı değerlendirme metotlarından olan FEMA-154 (1988), Özcebe (2004), EMS (1998) yöntemleriyle bu çalışmada toplanan pilot bölge verileri değerlendirilmiştir.

### **4.2. Potansiyel Sismik Hasarlar İçin Binaların Hızlı Görsel İncelenmesi (FEMA-154)**

Potansiyel Sismik Hasarlar İçin Binaların Hızlı Görsel İncelenmesi (Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards) dokümanı adından da anlaşıldığı gibi yapıların hesaplama yapılmaksızın yalnız göz taraması ile deprem tehlikesine karşı değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır.

Dökümanın hazırlanma amacı, binaların “güvenli” ve daha detaylı incelenmesi gerekli olan “sismik açıdan tehlikeli olabilir” olarak iki kategoriye ayrılabilmesi ve binaların risk durumuna göre bir sıralamaya tabi tutulabilmesidir.

Bu amaçla binalar belirli bir puanlama sistemine tabi tutulmaktadır. Bunun için yapılar öncelikle Tablo 4.1’de verilen şekilde taşıyıcı sistemlerine göre sınıflara ayrılmaktadır.

**Tablo 4.1** FEMA 154 bina taşıyıcı sistem grupları

Sembol	Taşıyıcı Sistem
W1	Hafif ağaç elemanlı konut veya ticari yer
W2	Ahşap çerçeve
S1	Moment aktaran çelik çerçeve
S2	Çelik çaprazlı çerçeve
S3	Hafif metal çerçeve
S4	Betonarme perdeli çelik çerçeve
C1	Betonarme çerçeve
C2	Betonarme perde
C3/S5	Taş dolgu duvarlı çelik veya betonarme çerçeve
PC1	Kaldırma sistem
PC2	Prefabrik çerçeve
RM1	Esnek, donatılı taş dolgu
RM2	Rijit, donatılı taş dolgu
URM	Donatısız taş dolgu

Bu sistemlerden her biri bulunduğu yerde oluşabilecek depremin büyüklüğüne göre düşük, orta, ve yüksek olarak üç kategoriye ayrılmaktadır (Tablo 4.2).

**Tablo 4.2** Hafif, orta, ağır depremselliğe göre dağılım kriterleri

Bölgenin Depremselliği	Spektral ivme talebi, SA (Kısa periyot, 0.2 sn)	Spektral ivme talebi, SA (uzun periyot, 1.0 sn)
Hafif	$0,167 \text{ g} > SA$	$0,067 \text{ g} > SA$
Orta	$0,167 \leq SA < 0,500 \text{ g}$	$0,067 \text{ g} \leq SA < 0,200 \text{ g}$
Ağır	$0,500 \text{ g} \leq SA$	$0,200 \text{ g} \leq SA$

Tablo 4.3 deki başlangıç puanlarına Tablo 4.4’de görülen yapı özellikleri dikkate alınarak çeşitli puanlar eklenerek veya çıkarılarak yapının nihai puanı elde edilmektedir.

Nihai yapı puanı ne kadar yüksek ise yapının o derece güvenli olduğu varsayılmaktadır. Tüm bu puanlama işleminden sonra 2.0 veya daha az nihai puan alan yapıların uzman bir mühendis tarafından detaylı şekilde incelenmesi önerilmektedir.



**Tablo 4.3** FEMA-154 başlangıç puanları

Sembol	Hafif	Orta	Ağır
W1	7.1	5.2	4.4
W2	6.0	4.8	3.8
S1	4.6	3.6	2.8
S2	4.8	3.6	2.8
S3	4.6	3.8	2.0
S4	4.8	3.6	2.5
S5	5.0	3.6	2.8
C1	4.4	3.0	2.5
C2	4.8	3.6	2.8
C3	4.4	3.2	1.6
PC1	4.4	3.2	2.6
PC2	4.6	3.2	2.4
RM1	4.8	3.6	2.8
RM2	4.6	3.4	2.8
URM	4.6	3.4	1.8

**Tablo 4.4** FEMA-154 puanlamasında esas alınan bina özellikleri

Puan türü		Açıklama
İngilizce	Türkçe	
Mid-Rise	Çok Katlı	4-7 katlı
High-Rise	Çok Katlı	7 den daha fazla katlı binalar
Vertical Irregularity	Düsey Düzensizlik	Basamaklı yapıda katlar, eğimli duvarlar, yük aktarmada süreksizlikler, tepe üzerinde inşa, yumuşak kat, kısa kolon
Plan Irregularity	Planda Düzensizlik	Planda L, U, E, T, vb. şekilde binalar.
Pre- Code	Yönetmelik Öncesi	Bina türlerini etkileyen deprem yönetmeliklerinin gelmeden önce yapılan binalar (Türkiye için 1975 öncesi)
Post Benchmark Year	Yapım Yılı Puanı	Yönetmelik değişikliği gibi bina kalitesini etkileyen en son yönetmeliğin yenilediği tarihten sonra yapılan binalar (Örneğin Türkiye için 1998 sonrası)
Pounding	Çarpışma	Farklı seviyede döşemeleri olan ve her kat için 10 cm den az açıklığı bulunan binalar.
Soil Type C	Zemin Tipi C	Kaya veya 60 m den daha az derinlikte taban kayasına sahip sert kil.
Soil Type D	Zemin Tipi D	Kohezyonsuz zemin veya 60 m den daha kalın sert kil tabakası.
Soil Type E	Zemin Tipi E	10 m veya daha kalın yumuşak veya orta sertlikte kil zeminler. (Zemin türü bilinmiyorsa kullanılabilir.)

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

HIGH Seismicity

												Address: _____ _____ Zip _____ Other Identifiers _____ No. Stories _____ Year Built _____ Screener _____ Date _____ Total Floor Area (sq. ft.) _____ Building Name _____ Use _____											
												PHOTOGRAPH											
Scale: _____																							
OCCUPANCY				SOIL				TYPE						FALLING HAZARDS									
Assembly Commercial Emer. Services	Govt Historic Industrial	Office Residential School	Number of Persons: 0-10 11-100 101-1000 1000+				A Hard Rock	B Avg. Rock	C Dense Soil	D Stiff Soil	E Soft Soil	F Poor Soil	<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys	<input type="checkbox"/> Parapets	<input type="checkbox"/> Cladding	<input type="checkbox"/> Other							
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>																							
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FI)	RM2 (PC)	URM								
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8								
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0								
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A								
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0								
Plan irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5								
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2								
Post-Benchmark	-2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A								
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4								
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6								
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8								
<b>FINAL SCORE, S</b>																							
COMMENTS														Detailed Evaluation Required									
														YES NO									
<small>* = Estimated, subjective, or unreliable data          DNK = Do Not Know          BR = Braced frame          FD = Flexible diaphragm          LM = Light metal          MRF = Moment-resisting frame          RC = Reinforced concrete          RD = Rigid diaphragm          SW = Shear wall          TU = Tilt up          URM INF = Unreinforced masonry infill</small>																							

Şekil 4.1 FEMA-154 veri değerlendirme formu

Bu işlemlerin yapılabilmesi için Şekil 4.1'de görülen form kullanılmaktadır. Formun hazırlanmasında doldurulması esnasında mümkün olduğu kadar az yazma işlemi kullanılmasına dikkat edilmiştir. Puanlama uygun yerlerin çember içine alınması ile yapılmaktadır. Betonarme bir bina için formun doldurulmuş hali Şekil 4.2'de görülmektedir.

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards  
FEMA-154 Data Collection Form

Example 2

HIGH Seismicity

Plan @ 2nd floor

Elevation

Scale:

Address: 3711 Roxbury St.  
Anyplace Zip 91234

Other Identifiers Parcel 7469027034

No. Stories 12 Year Built 1944

Screener A. Jones/D. Taylor Date 2/28/01

Total Floor Area (sq. ft.) 34,800

Building Name

Use Commercial and Offices above

OCCUPANCY				SOIL		TYPE						FALLING HAZARDS			
<input type="checkbox"/> Assembly	<input type="checkbox"/> Govt	<input checked="" type="checkbox"/> Office	<input type="checkbox"/> Residential	Number of Persons		A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys	<input type="checkbox"/> Parapets	<input type="checkbox"/> Cladding	<input checked="" type="checkbox"/> Other: Cornices
<input checked="" type="checkbox"/> Commercial	<input type="checkbox"/> Historic	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> School	0-10	11-100	Hard Rock	Avg. Rock	Dense Soil	Stiff Soil	Soft Soil	Poor Soil				
<input type="checkbox"/> Emer. Services				101-1000	1000+										

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S															
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (HRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8

FINAL SCORE, S: 0.5

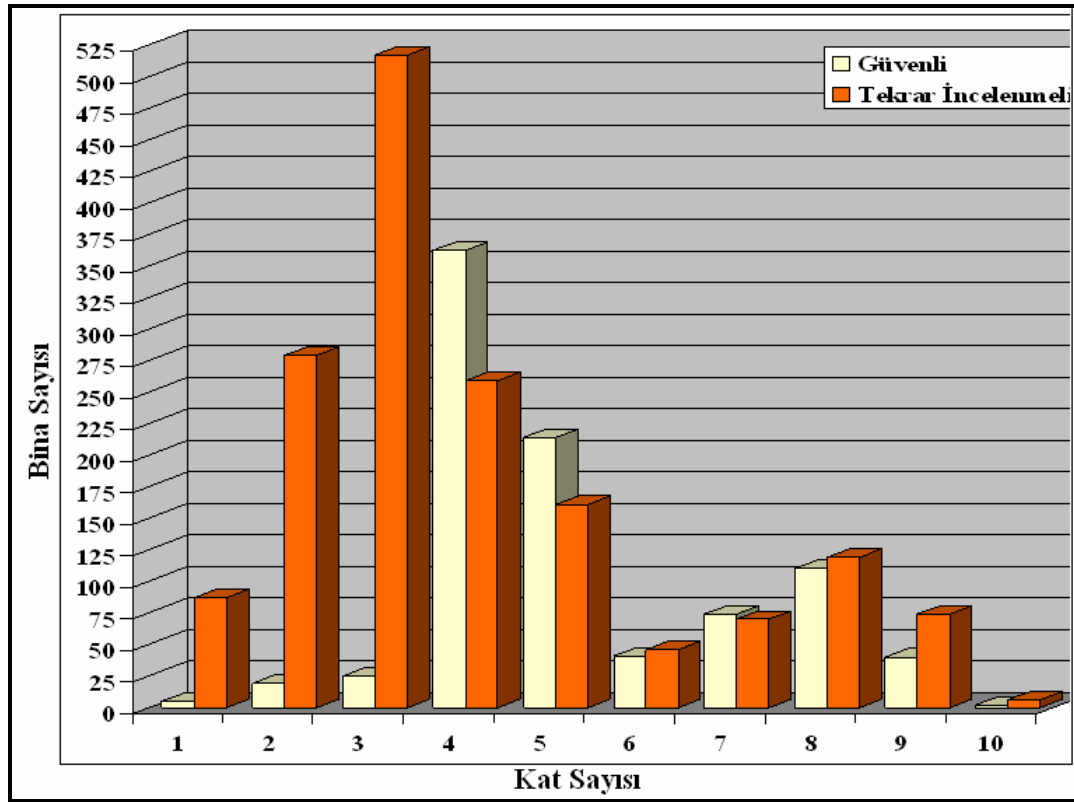
COMMENTS

Detailed Evaluation Required

YES NO

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
 DNK = Do Not Know  
 BR = Braced frame  
 FD = Flexible diaphragm  
 LM = Light metal  
 MRF = Moment-resisting frame  
 RC = Reinforced concrete  
 RD = Rigid diaphragm  
 SW = Shear wall  
 TU = Tilt up  
 URM INF = Unreinforced masonry infill

Şekil 4.2 Betonarme bir bina için doldurulmuş FEMA-154 veri değerlendirme formu



**Şekil 4.3** FEMA-154 kriterlerine göre pilot bölge betonarme bina verilerine göre değerlendirme sonuçları

FEMA-154 için Tablo 4.3’de görülen kriterler pilot bölge verileri için uygulanmış ve Şekil 4.3’de görülen sonuçlar elde edilmiştir. 3 katlı betonarme binaların % 95’inin tekrar incelenmeli olmasının başlıca sebebi düşey düzensizlik (yumuşak kat, kısa kolon) görülmesi ve 1975 yılı öncesi yapılan binaların çoğunlukta olmasından kaynaklanmaktadır. 4 katlı betonarme binaların % 60’nın güvenli çıkmasının sebebi “post benchmark” kriteri gereği 1998 yılı sonrası yapılan binalara 1,4 ödül puanı verilmesidir. 1998 öncesi yıllarda yapılan binaların yeni bakış açısına ve kıstaslara uymadığı düşünülürse bu puanın binalara verilmesi gerçekçidir. Bu ödül puanı nedeniyle 5 ve üzeri katlı binalarda %50 oranlarında güvenli sonucu elde edilmiştir.

Yığma binaların hepsi tekrar incelenmeli çıkmıştır. Yığma binaların başlangıç puanları düşük olduğu gibi çoğunun 1975 öncesi yapılmış olması ve güvenli yapılar olmadığı gerekçesiyle böyle bir sonuç elde edilmiştir.

### **4.3. Özcebe (2004) TÜBİTAK Deprem Güvenliğinin Saptanması (İÇTAG-2004)**

Güney Özcebe tarafından yürütülen ve Ocak 2004 yılında sonuç raporu verilen Tübitak İÇTAG YMAÜ İ574 Numaralı Araştırma Projesi Deprem Güvenliğinin Saptanması İçin Yöntemler Geliştirilmesi çalışması çerçevesinde geliştirilen betonarme bina değerlendirme yöntemleri iki kademede incelenmektedir. Birinci kademe “Sokak Taraması” ve ikinci kademe “Probabilistik Yaklaşım” yöntemleri olarak ayrılmaktadır. Bu kısımda elimizdeki verileri değerlendirebileceğimiz birinci kademe (Sokak Taraması) uygulanacaktır.

#### **4.3.1. Birinci kademe değerlendirme - sokak taraması**

Adından da anlaşılacağı üzere bu yöntem için binanın dışından görülebilecek parametreler üzerinde durulmuştur.

##### **4.3.1.1. Kat adedi**

Temel üzerindeki toplam kat adedi sayılacaktır. Kademeli binalarda, en fazla kat adedinin olduğu kısım geçerlidir. Çatı katı, bodrum veya ara kat varsa, tam kat olarak kat adedine eklenecektir. 1999 Kocaeli ve Düzce depremleri sonrasında yapılan gözlemler, betonarme binalarda kat adedi ile bina hasarı arasında neredeyse doğrusal bir ilişki olduğunu ortaya çıkarmıştır. Esasında deprem yönetmeliklerine uygun yapılmış binalarda böyle bir ilişki beklenmez. Binalarda kat adedinin, dolayısıyla kütle ve kütle etki kolunun artmasıyla deprem kuvvetleri artmaktadır. Eğer bu artışa oranlı dayanım sağlanmamışsa bina doğal olarak hasar görür. Ülkemizdeki mevcut yapıların çoğu uygun deprem tasarımına sahip olmadığından, kat adedi arttıkça hasar oranı da genelde artmaktadır.

##### **4.3.1.2. Yumuşak kat : Yok (0); Var (1)**

Bir katın rijitlik ve dayanımının diğer katlara oranla belirgin az olması yumuşak kat meydana getirir. Genellikle cadde veya sokak seviyesindeki zemin katın ticari amaçla düzenlenmesi ile ortaya çıkar. Bu amaçla zemin kat diğer katlardan daha yüksek yapılar ve hem ön cephedeki, hem de iç açıklıklardaki bölme duvarlar kaldırılır. Yumuşak

katlar sokaktan kolayca gözlenebilir. Giriş katı dükkan, üst katları konut olan apartman tipi binalar en genel örnektir.

#### **4.3.1.3. Ağır çıkmlar : Yok (0); Var (1)**

Çok katlı betonarme binalarda, çerçeve sisteminin dışında düzenlenen geniş balkonlar veya çıkmlar düzensizlik yaratır. Balkonların ağır betonarme parapetlerle çevrilmesi halinde kütle merkezi yukarı kayar ve deprem etkisini artırır. İmar Yönetmeliği'ne göre zemin katta çekme yapılan binalar da bu gruba girmektedir. Geçmiş depremlerde ağır çıkması olan binalar, düzgün cepheli binalara oranla daha fazla hasar görmüşlerdir.

#### **4.3.1.4. Görünen yapı kalitesi : İyi (0); Orta (1); Kötü (2)**

Binanın yapımındaki işçilik ve malzeme kalitesi ile bakımına gösterilen özen, mevcut kalitesini yansıtır. Eğitilmiş bir gözlemci, binanın görünen kalitesini iyi, orta (vasat) veya kötü olarak sınıflayabilir, ancak bu konuda hangi hususlara dikkat edeceğini iyi bilmelidir. Yapı kalitesi ile hasar riski arasında çok yakın ilişki vardır. Zira görünen kalitesi iyi olmayan bir binanın malzeme dayanımı da beklenenden düşük olacaktır.

#### **4.3.1.5. Kısa kolon : Yok (0); Var (1)**

Betonarme binalarda, genellikle gözlenebilen dış cephelerde kısa kolon oluşabilir. Çerçevelerin yarım yükseklikte bölme duvarlarla doldurulması, bant pencere oluşturulması, merdiven sahanlıklarında ara kirişler kullanılması kısa kolon oluşumunun başlıca nedenleridir. Kısa kolonlar depremde çoğunlukla ağır hasar görürler.

#### **4.3.1.6.Çarpışma etkisi : Yok (0); Var (1)**

Bitişik durumdaki binalar için geçerlidir. Eğer bitişik durumdaki binaların kat adetleri farklıysa, ve döşeme seviyeleri de farklıysa, çarpışma etkisi ortaya çıkar. Sadece döşeme seviyelerinin farklı olması da çarpışma etkisi yaratmaya yeterli olabilir.

Çarpışan binaların üst katları daha fazla hasar görür. Çarpışma etkisi ara kat çökmelerine neden olabilmektedir.

#### 4.3.1.7. Tepe/yamaç etkisi : Yok (0); Var (1)

Binanın belirgin bir tepe üstünde olması veya yüksek eğimli (30 dereceden fazla) bir yamaçta olması, maruz kaldığı deprem etkilerini bir miktar arttırmaktadır. Sokaktan kolayca gözlenebilen bu durum yapı risk hesabında dikkate alınmalıdır.

#### 4.3.1.8. Yerel zemin koşulları ve deprem etkisi :

Deprem talebinin belirlenmesi için ise binanın bulunduğu bölgenin zemin özelliklerinin yansıtılması için 3 farklı maksimum yer hızı (PGV) bölgesi tanımlanmıştır (Özcebe 2004).

Hız Bölgesi I :  $PGV \geq 60$  cm/s

Hız Bölgesi II:  $40 \leq PGV < 60$  cm/s

Hız Bölgesi III:  $PGV < 40$  cm/s

Farklı büyüklükteki depremlerin bina hasar tahmini üzerindeki etkilerini belirleyebilmek ve ayrıca farklı yer hareketi seviyelerinde bina hasar ilişkilerinin duyarlılığını ortaya koymak için olması muhtemel M6, M6.3, M6.5, ve M7 büyüklüklerinde senaryo depremleri kullanılmıştır. Farklı büyüklükteki bu deprem senaryolarında inceleme alanı için sismik tehlike yaratabilecek Karakova-Akhan ve Pamukkale faylarının üzerinde bulunan kaynaklar gözönüne alınmıştır.

Toprak ve Taşkın (2006) çalışmasında en büyük yatay yer hızlarının (PGV) belirlenmesi için Campbell (1997) tarafından geliştirilen azalım ilişkisi kullanılmıştır. Bu azalım ilişkisi aşağıda verilmiştir ( Denklem 4.1).

$$\begin{aligned} \ln(V_H) = & \ln(A_H) + 0,26 + 0,29 * M - 1,44 * \ln [R_{SEIS} + 0,0203 * \exp(0,958 * M)] \\ & + 1,89 * \ln [R_{SEIS} + 0,361 * \exp(0,576 * M)] + (0,0001 - 0,000565 * M) * R_{SEIS} - 0,12 * F- \\ & 0,15 * S_{SR} - 0,30 S_{SR} + 0,75 * \tanh(0,51 * D) * (1 - S_{HR}) + f_v(D) + \epsilon \end{aligned} \quad (4.1)$$

Bu azalım ilişkisinde;  $V_H$  pik yatay yer hızı (cm/s),  $A_H$  pik ivmenin yatay bileşeni,  $M$  moment magnitudü,  $R_{SEIS}$  fay kırığından çalışma alanına en kısa mesafe,  $F$  fay türü,  $S_{SR}$  ve  $S_{HR}$  yerel saha şartları,  $D$  anakayaya olan derinlik,  $f_v(D)$  parametre;  $D \geq 1$  km için  $f_v(D) = 0$ ,  $D < 1$  km için  $f_v(D) = -0,30 * (1 - S_{HR}) * (1-D) - 0,15 * (1-D) * S_{SR}$  ve  $\varepsilon$  standart sapmadır. Standart sapma denklem 4.2'de verilmiştir.

$$\varepsilon = \sqrt{\sigma^2 + 0,06^2} \quad (4.2)$$

Toprak ve Taşkın (2006) çalışmasında incelenen boru hasar ilişkilerinden olan O'Rourke ve Jeon (2000), Northridge deprem verisini kullanarak yaptıkları karşılaştırmalarda, maksimum PGV değerinin ortalama PGV değerinin yaklaşık 1,21 katı olduğunu belirtmişlerdir.

Campbell (1997)'de ise en büyük yatay yer hızının geometrik ortalamasının (Ortalama PGV) maksimum değerden %17 daha küçük olduğu belirtilmiştir. Toprak ve Taşkın (2006) çalışmasında; birbiriyle yakın sonuç veren Campbell (1997) ve O'Rourke ve Jeon (2000) çalışmaları dikkate alınarak azalım ilişkisinden hesaplanan ve geometrik ortalama olarak tanımlanan hız, 1,21 katsayısıyla çarpılarak en büyük yatay yer hızının maksimum değeri elde edilmiştir.

Campbell (1997) azalım ilişkisinden yararlanılarak Pamukkale ve Karakova faylarının inceleme alanında yaratabileceği ortalama (PGV) değerleri elde edilmiştir. Tüm analizlerde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanılmıştır. Bu tez çalışmasında Toprak ve Taşkın (2006) elde edilen maksimum PGV değerleri pilot bölgenin bulunduğu bölgeler için belirlenmiştir. Tablo 4.'de görüldüğü gibi Karakova-Akhan fayı için  $M 6.0$  ve Pamukkale için  $M6.0$ ,  $M6.3$ ,  $M6.5$  büyüklükleri için PGV değerleri 40 dan küçük olduğu görülürken Karakova-Akhan fayı için  $M6.3$ ,  $M6.5$ ,  $M7.0$  ve Pamukkale için  $M7$  büyüklükleri için 40 ile 60 cm/s arasında kalmaktadır. Binanın belirgin bir tepe üstünde olması veya yüksek eğimli bir yamaçta olması, maruz kaldığı deprem etkilerini bir miktar artırmaktadır. Sokaktan kolayca gözlenebilen bu durum yapı risk hesabında dikkate alınmalıdır. Pilot bölgede tepe üstüne ve yüksek eğimli bir yamaca yerleşim sürekli olarak görülmemektedir. Pilot bölgede tüm binaların yüksek eğimli zemine oturmadığı varsayılmıştır.



**Tablo 4.5** Deprem büyüklüğü ve uzaklığa göre pilot bölge için maksimum PGV değerleri (Toprak ve Taşkın 2006)

Deprem Büyüklüğü	Karakova-Akhan Fayı	Pamukkale Fayı
M6.0	35cm/s	22 cm/s
M6.3	41 cm/s	28 cm/s
M6.5	45 cm/s	34 cm/s
M7.0	55 cm/s	46 cm/s

Bu parametreler kullanılarak her bina için bir Bina Deprem Puanı (BDP) hesaplanması öngörülmektedir. Bu hesap Denklem 4.3 kullanılarak yapılmaktadır. Denklem 4.3’da kullanılacak olumsuzluk parametresi BDP=60 Tablo4.5’den, olumsuzluk puanı Tablo 4.6’dan alınmaktadır.

$$BDP = (HBP) + \Sigma(\text{olumsuzluk parametresi}) \times (\text{olumsuzluk puanı}) \quad (4.3)$$

BDP = Bina deprem puanı, HBP = Hız bölgesi puanıdır.

Örnek olarak 4 katlı II numaralı hız bölgesinde yumuşak kat düzensizliğine sahip, çarpışma etkisine maruz, tepe yamaç etkisi bulunmayan bir bölgede inşa edilmiş, kötü kalite bir yapı için BDP hesabı şu şekildedir:

$$BDP = 100 - 1 \times 15 - 0 \times 10 - 2 \times 10 - 0 \times 5 - 0 \times 3 - 0 \times 2$$

$$BDP = 60$$

**Tablo 4.6** Sokak taraması parametreleri

Parametre	Alabileceği Değerler
Kat Adedi	1-7 ve üzeri
Hız Bölgesi	I, II, III
Yumuşak Kat	Yok(0); Var(1)
Ağır Çıkma	Yok(0); Var(1)
Görünen Kalite	İyi(0); Orta(1); Kötü(2)
Kısa Kolon	Yok(0); Var(1)
Çarpışma Etkisi	Yok(0); Var(1)
Tepe/Yamaç Etkisi	Yok(0); Var(1)

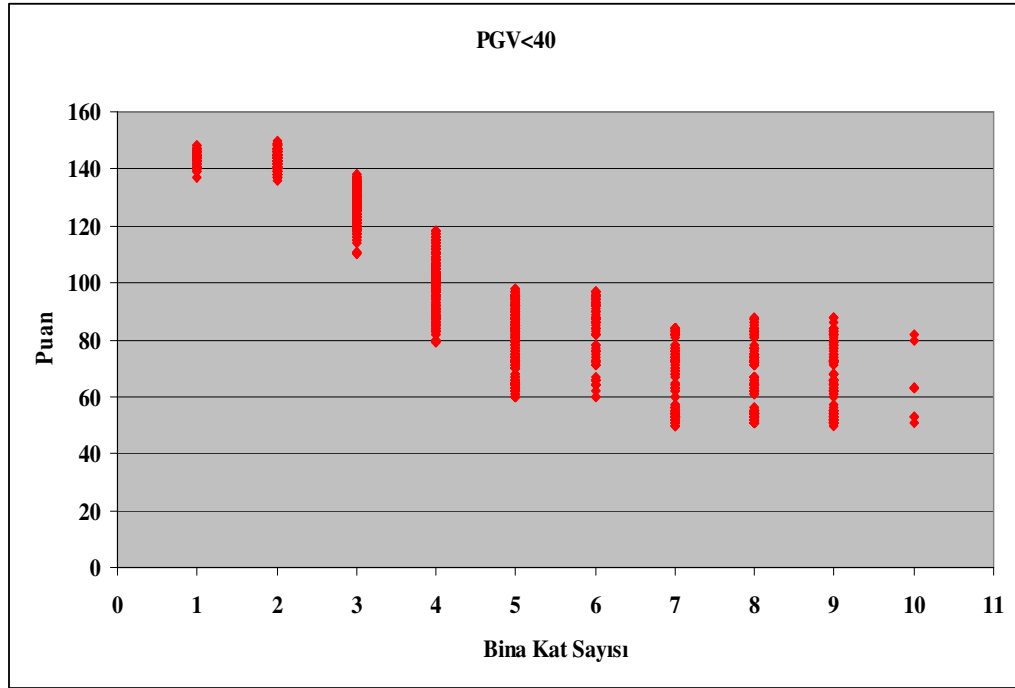
**Tablo 4.7** Sokak taraması puanlama değerleri

Kat Adedi	I: Hız Bölgesi PGV $\geq$ 60 cm/s	II: Hız Bölgesi 60>PGV $\geq$ 40 cm/s	III: Hız Bölgesi PGV<40 cm/s	Yumuşak Kat	Ağır Çıkma	Görünen Kalite	Kısa Kolon	Çarpışma Etkisi	Tepe/Yamaç Etkisi
1,2	100	130	150	0	0	-10	-5	0	0
3	90	120	140	-10	-5	-10	-5	-2	0
4	75	100	120	-15	-10	-10	-5	-3	-2
5	65	85	100	-20	-10	-10	-5	-3	-2
6,7	60	80	90	-20	-10	-10	-5	-3	-2

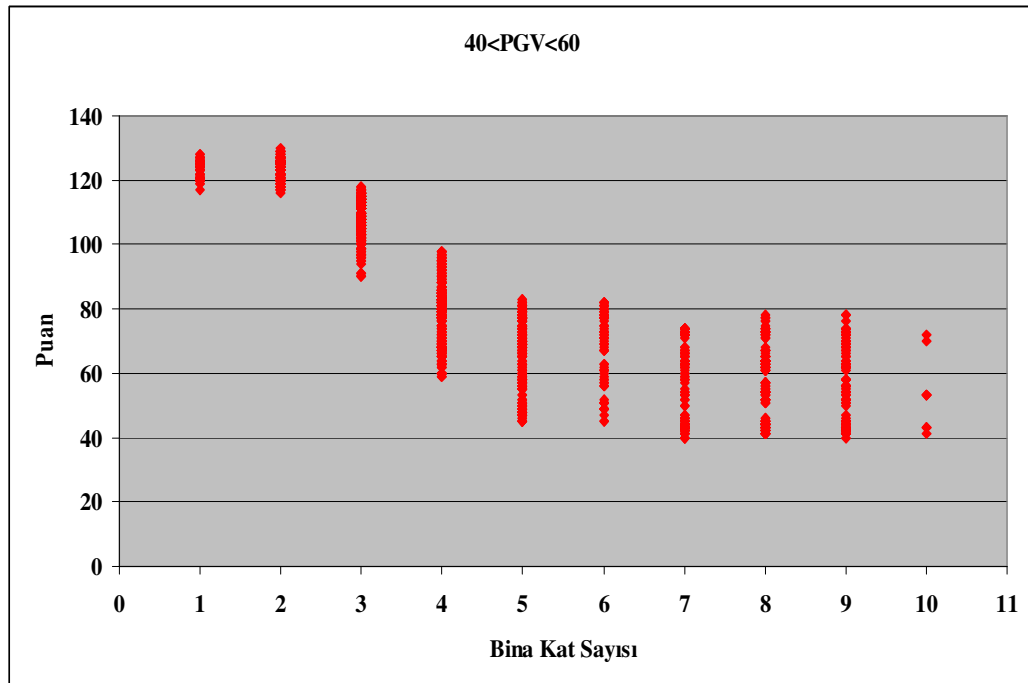
#### 4.3.2. Tübitak İÇTAG-2004 numaralı araştırma projesi ile bina verilerinin değerlendirilmesi

Hız bölgesi açısından bakıldığında sekiz farklı deprem senaryosu için PGV< 40 cm\sn, 40<PGV<60 cm\sn aralığına düşmektedir. İki ayrı senaryo etkisinde Özcebe (2004) uygulanmıştır. Puanlama kriterlerinden Tepe\Yamaç etkisi göz önüne alınmamıştır. Bunun başlıca sebebi pilot bölge olarak seçilen alanda eğim farkının fazla olmamasıdır.

Şekil 3.12 göre puanlamanın belirlenmesidir. Aslında katsayısı artıkaça kalite düşmektedir, yada depremde daha çok hasar alacaktır gibi bir yargı doğru değildir. Ancak Türkiye için bu kriter katsayı artıkaça hasar alma riskinin arttığını göstermektedir. İÇTAG-2004' de 1 ve 2 katlı binaların puanlamasında yumuşak kat ve ağır çıkma kriterlerine 0 puan verilmiştir. Bina stoklarına bakıldığında 1-2 katlı binalarda bu kriterler %98 oranında görülmemektedir. Farklı büyüklükteki depremlerin bina hasar tahmini üzerindeki etkilerini belirleyebilmek ve ayrıca farklı yer hareketi seviyelerinde bina hasar ilişkilerinin duyarlılığını ortaya koymak için olması muhtemel M6, M6.3, M6.5, ve M7 büyüklüklerinde senaryo depremleri kullanılmıştır. Farklı büyüklükteki bu deprem senaryolarında inceleme alanı için sismik tehlike yaratabilecek Karakova-Akhan ve Pamukkale faylarının üzerinde bulunan kaynaklar gözönüne alınmıştır.



**Şekil 4.4** PGV<40 cm/sn kriterine göre pilot bölge verilerinin değerlendirilmesi



**Şekil 4.5** 40<PGV<60 cm/sn kriterine göre pilot bölge verilerinin değerlendirilmesi

Şekil 4.4 ve Şekil 4.5 de görüldüğü gibi 1-2 katlı binalar en yüksek puanı 7 katlı binalar en düşük puanı almıştır. Bunun başlıca sebebi İÇTAG-2004 aslında 1 ve 7 katlı binalar için değerlendirilmektedir. Pilot bölgede 7'nin üzeri katlı binalardaki puan dağılımlarını görmek adına 7 katlı bina kriterleri ile 7 ve üzeri katlı binalar değerlendirilmiştir. Şekil 4.4 ve Şekil 4.5 de görüldüğü gibi 7 ve üzeri katlı binaların puan dağılımının 7 katlı binaların aralığında olduğu görülmektedir. İÇTAG-2004' e göre yapılan puanlamalar bu yöntemi kullanan kişi tarafından belirlenen puana göre incelenmelidir yada güvenlidir diye değerlendirilmektedir.

PGV<40 ve  $40 \leq \text{PGV} < 60$  hız bölgeleri için 80 puanı belirleyici puan olarak belirlediğimizde PGV<40 hız bölgesi için 5 ve 6 katlı binaların %50'sine yakını, 7 ve üzeri katlı binaların %95'nin incelenmesi gerektiği görülmektedir.  $40 < \text{PGV} < 60$  hız bölgesi için 4 katlı binaların %50'sine yakını, 5 ve 6 katlı binaların % 95 ve 7 ve üzeri katlı binaların %100'nin incelenmesi gerektiği görülmektedir.

#### **4.4 Avrupa Makrosismik Cetveli (European Macroseismic Scale) (EMS98)**

EMS98, EMS92'nin güncellenmiş halidir. EMS92 ile yapılan çalışmalarda elde edilen deneyimlere dayalı olarak geliştirilen EMS98'de ileriki çalışmalara göre değiştirilmektedir. Tablo 4.5 EMS98'de binaların yapılan malzemelere ve hasargörebilirliklerine göre sınıflandırılmasını göstermektedir. Satırlarda yapıların yapıldığı malzeme türleri, sütunlarda ise 6 sınıfa ayrılmış hasargörebilirlik sınıfları görülmektedir. Yatay ve düşey sütunların kesişimin de bulunan işaretler tablonun en altında açıklanmıştır. Bu tablo EMS98'in uygulandığı bölgelere göre değişiklik gösterir. Binalarda yapım için kullanılan malzeme, işçilik kalitesi gibi faktörler de etkili olmaktadır.

Tablo 4.8 EMS98'deki bina malzeme türü, kalite sınıflandırması

Yapı Tipi	Hasargörebilirlik Sınıfları					
	A	B	C	D	E	F
<b>Yığma Yapılar</b>	Moloz taş, kaba taş	○				
	Kerpiç (toprak tuğla)	○—				
	Basit taş	—○				
	Kesme taş		—○—			
	Betonarme olmayan döşemeli ve donatısız işlenmiş taşla örülmüş	—○—				
	Betonarme döşemeli ve donatısız işlenmiş taşla örülmüş Sınırlı miktarda donatılı		—○—		—○—	
<b>Betonarme Yapılar</b>	Çerçevesiz, Depreme Dayanıklı Tasarım (DDT) yapılmamış	—○—				
	Çerçevesiz, Orta seviyede DDT'li		—○—			
	Çerçevesiz, yüksek seviyede DDT'li			—○—		
	Duvarlı, DDT yapılmamış	—○—				
	Duvarlı, Orta seviyede DDT'li		—○—			
	Duvarlı, yüksek seviyede DDT'li			—○—		
<b>Çelik</b>	Çelik yapılar			—○—		
<b>Ahşap</b>	Ahşap Yapılar		—○—			

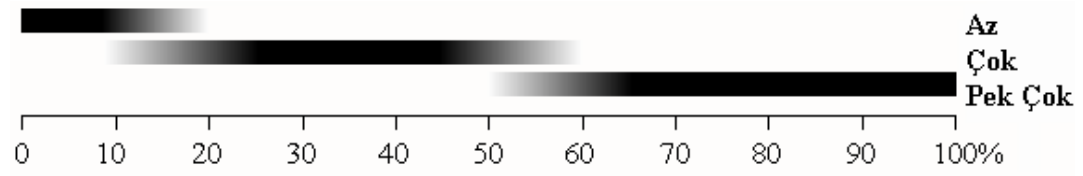
○ Çok muhtemel hasargörebilirlik sınıfı; — Muhtemel aralık;  
 ..... İstisnai durum, Düşük ihtimalli aralık,

#### 4.4.1 Değerlendirme terimleri

Miktar türlerinin kullanımı (az, çok, pek çok) tanımı ve istatistik öğelerini sınıflandırmak EMS98'deki genel terimler için önemlidir. Cetveli kesin yüzdeleri

gösteren bir grafik serisi halinde sunmak için yapılacak herhangi bir girişim pratik olmayacağından ve ölçeğin güvenilirliğini yok edeceğinden bu istatistik elemanını sınıflandırmak terimleri genişletmek açısından gereklidir. Bu terimler yüzdenin bitişik sıra dizisini tanımlarsa, bazı gözlemlerde istenmeyen etkiler meydana gelebilir ki bu küçük yüzde artışları, eşik değerini geçebilir ve şiddeti bir derece artırır, diğer bir durumda bu artış eşik değeri geçmez ve aynı etkiyi yaratmaz.

Fazla miktarda örtüşen sınırlarla örtüşümler de (0-35%, 15-65%, 50-100%) gözlem değerleri (%25) anlamsızlığa sebep olur. Geniş ayrılmış tanımlar (0-20%, 40-60%, 80-100%) benzer problemlere sebep olur. EMS98'nin bu versiyonunda uzlaşılan çözüm yolu üst üste geçmeleri engellemektedir fakat bu çözüm ideal değildir. Şekil 4.6'da kullanılan değerlendirmenin amacı cetvelin güvenilirliğini arttırmak ve kesin yargulardan uzaklaşmaktır. Üzerinde durulan grafik sayısal sınıflandırmada vurgulanan keskin tanımlar yerine bulandırılmıştır.



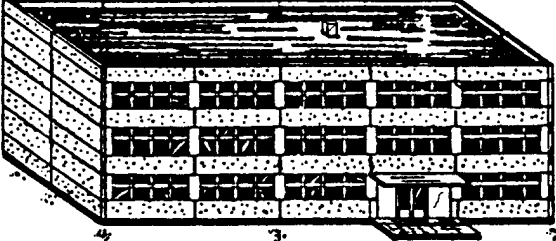
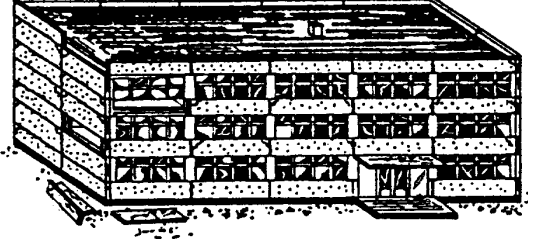
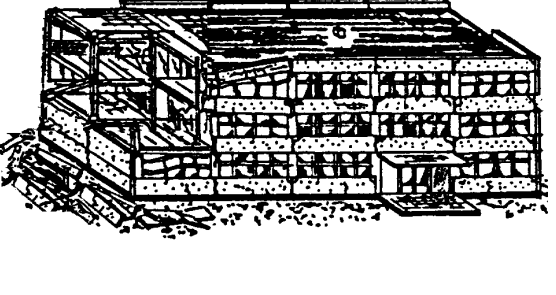

Şekil 4.6 Miktar türlerinin tanımı (az, çok, pek çok)

#### 4.4.2 Betonarme binalar için EMS98 hasar sınıflandırması

EMS98'de betonarme bina hasarları beş gruba ayrılmıştır. Tablo 4.9'da tanımlar verilmiştir.

Tablo 4.9 Betonarme binalar için EMS98 hasar sınıflandırması

	<p><b>D1 Az hasarlı (Yapısal hasarsız)</b></p> <p>Duvarda ince sıva çatlakları görülür</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><b>D2 Hasarlı (Düşük seviyede yapısal hasar)</b></p> <p>Kolonlarda ve duvarlarda çatlak oluşur.</p>
	<p><b>D3 Ağır Hasarlı (Orta seviyede yapısal hasar)</b></p> <p>Kolonlarda, kirişlerde ve kolon kiriş birleşimlerinde çatlaklar oluşur. Beton pas payları dökülür</p>
	<p><b>D4 Çok Hasarlı (Yüksek düzeyde yapısal hasar)</b></p> <p>Yapısal elamanlarda büyük çatlaklarla beraber, betonda dayanım azalmaları ve çökmeler görülür.</p>
	<p><b>D5 Yıkım (Çok ağır yapısal hasar)</b></p> <p>Zemin katı veya bina parçasal olarak (örneğin kapalı çıkma) yıkılır.</p>

#### 4.4.3 EMS98 Şiddet Cetveli

EMS98’de 12 tane şiddet sınıfı vardır. Bunların tanımı aşağıdadır.

##### I- Hissedilmeyen

- Titreşimler insanlar tarafından hissedilmeyip, yalnız sismograflarla kaydedilirler.
- Etki yoktur.
- Hasar yoktur.

## **II- Hissedilir**

- Sarsıntılar yapıların en üst katlarında bulunan az kişi tarafından hissedilir.
- Etki yoktur.
- Hasar yoktur.

## **III- Hafif**

- Deprem ev içerisinde az kişi, dışarıda ise sadece uygun şartlar altındaki kişiler tarafından hissedilir. Sarsıntı, hafif bir sallantı gibidir.
- Dikkatli kişiler, üst katlarda daha belirli olan asılmış eşyalardaki hafif sallantıyı izleyebilirler.
- Hasar yoktur.

## **IV- Orta Şiddetli**

- Deprem ev içerisinde çok, dışarıda ise çok az kişi tarafından hissedilir. Az insan uyanır. Sarsıntı, yoldan geçen ağır yüklü bir kamyonun oluşturduğu sallantı gibidir.
- Kapı, pencere ve mutfak eşyaları v.s. titrer, asılı eşyalar biraz sallanır. Ağzı açık kapılarda olan sıvılar biraz dökülür. Araç içerisindeki kişiler sallantıyı hissetmezler.
- Hasar yoktur.

## **V- Şiddetli**

- Deprem, yapı içerisinde herkes, dışarıda ise az kişi tarafından hissedilir. Uyumakta olan çok kişi uyanır, az sayıda dışarı kaçan olur.
- Yapılar baştan aşağıya titrerler, asılmış eşyalar ve duvarlara asılmış resimler önemli derecede sarsılır.
- Az miktarda sabit olmayan eşyalar yerlerini değiştirebilirler yada devrilebilirler.



Açık kapı ve pencereler şiddetle itilip kapanırlar, iyi kilitlenmemiş kapalı kapılar açılabilir. İyice dolu, ağzı açık kaplardaki sıvılar dökülür. Sarsıntı yapı içerisine ağır bir eşyanın düşmesi gibi hissedilir. Hayvanlar huysuzlanmaya başlar. Bazen kaynak sularının debisi değişebilir.

- A ve B tipi az yapıda D1 türü hasar olabilir.

#### **VI- Çok Şiddetli**

- Deprem ev içerisinde ve dışarıda hemen hemen herkes tarafından hissedilir. Ev içerisindeki birçok kişi korkar ve dışarı kaçarlar, bazı kişiler dengelerini kaybederler.
- Bazı hallerde tabak, bardak v.s. gibi cam eşyalar kırılabilir, kitaplar raflardan aşağıya düşerler. Ağır mobilyalar yerlerini değiştirirler. Evcil hayvanlar ağıllarından dışarı kaçarlar.
- A tipi ve B tipi çoğu yapılarda D1 türü hasar, A ve B tipi az yapılarda D2 türü hasar ve C tipi az yapıda D1 türü hasar görülür.

#### **VII- Hasar Yapıcı**

- Herkes korkar ve dışarı kaçar, pek çok kişi oturdukları yerden kalkmakta güçlük çekerler. Sarsıntı, araç kullanan kişiler tarafından önemli olarak hissedilir.
- Mobilyalar hareket eder ve en üst kattaki mobilyalar devrilir. Üst katlarda raflarda bulunan objeler düşerler.
- A tipi çok binada D3 ve az binada D4, B tipi çok binada D2 ve az binada D3, C tipi az binada D2, D tipi az binada D1 türü hasar görülür.

#### **VIII- Yıkıcı**

- Korku ve panik meydana gelir.
- Araç kullanan kişiler rahatsız olur. Ağaç dalları kırılıp, düşer. En ağır

mobilyalar bile hareket eder ya da yer değiştirerek devrilir. Asılı lambalar zarar görür.

- A tipi çok binada D4, az binada D5 türü hasar,  
B tipi çok binada D3, az binada D4 türü hasar,  
C tipi çok binada D2, az binada D3 türü hasar,  
D tipi az binada D2 türü hasar görülür.

### **IX- ok Yıkıcı**

- Genel panik. İnsanlar hareket ederken zorlanırlar.
- Mobilyalarda önemli hasar olur. Hayvanlar rasgele öte beriye kaışır ve bağrışırlar.
- A tipi çok binada D5 türü hasar,  
B tipi çok binada D4, az binada D5 türü hasar,  
C tipi çok binada D3, az binada D4 türü hasar,  
D tipi çok binada D2, az binada D3 türü hasar,  
E tipi az binada D2 türü hasar görülür.

### **X- Ağır Yıkıcı**

- A tipi pek çok binada D5,  
B tipi çok binada D5,  
C tipi çok binada D4, az binada D5 türü hasar,  
D tipi çok binada D3, az binada D4 türü hasar,  
E tipi çok binada D2, az binada D3 türü hasar,  
F tipi az binada D2 türü hasar görülür.

### **XI - ok Ağır Yıkıcı**

- B tipi pek çok binada D5 türü hasar,  
C tipi pek çoğunluğu binada D4, çok binada D5 türü hasar,

D tipi çok binada D4, az binada D5 türü binada,  
 E tipi çok binada D3, az binada D4 türü hasar ,  
 F tipi çok binada D2 ,az binada D3 türü hasar görülür.

## **XII- Yok Edici**

- Pratik olarak toprağın altında ve üstündeki tüm yapılar baştanbaşa yıkıntıya uğrar.
- Yer yüzeyi büsbütün değişir. Geniş ölçüde çatlak ve yarıklarda, yatay ve düşey hareketlerin yön miktarları izlenebilir. Kaya düşmeleri ve nehir kenarlarındaki göçmeler çok geniş bir bölgeyi kaplarlar. Yeni göller ve çağlayanlar oluşur.
- A, B, C, sınıflardaki yapılar yıkılmıştır. D, E, F sınıfındaki yapıların çoğu yıkılmıştır.

### **4.4.4 Çalışma bölgesinde deprem büyüklüklerine göre deprem şiddetlerinin belirlenmesi ve hasarların hesaplanması**

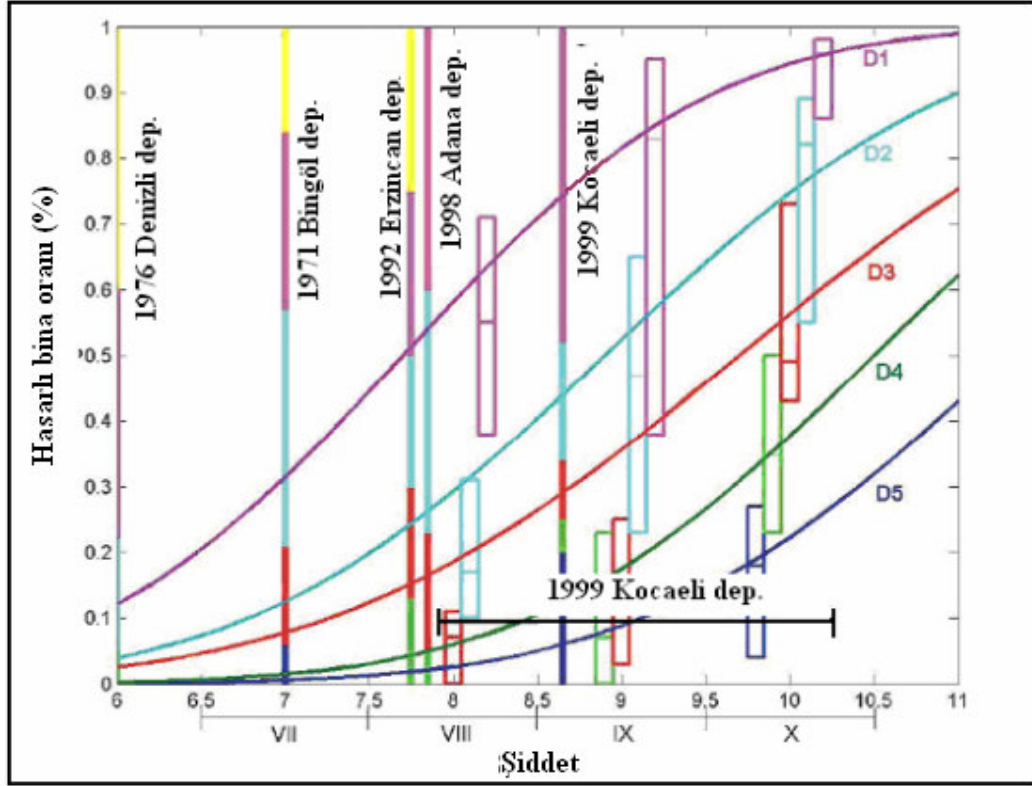
Musson (2000) çalışmasında, Türkiye’de meydana gelen depremler sonucunda Ambraseys (1988)’deki şiddet formülü Türkiye için geliştirilmiştir (Denklem 4.5). I şiddet, R iç merkez uzaklığı (hypocentral distance), Ms yüzey dalga büyüklüğüdür. MSK ve EMS98 şiddet cetvelleri birbirinin aynısıdır, EMS98 güncellenen halidir.

$$I= 1.063+ 1.522 *Ms-1.102 \ln R- 0.0043*R \quad (4.5)$$

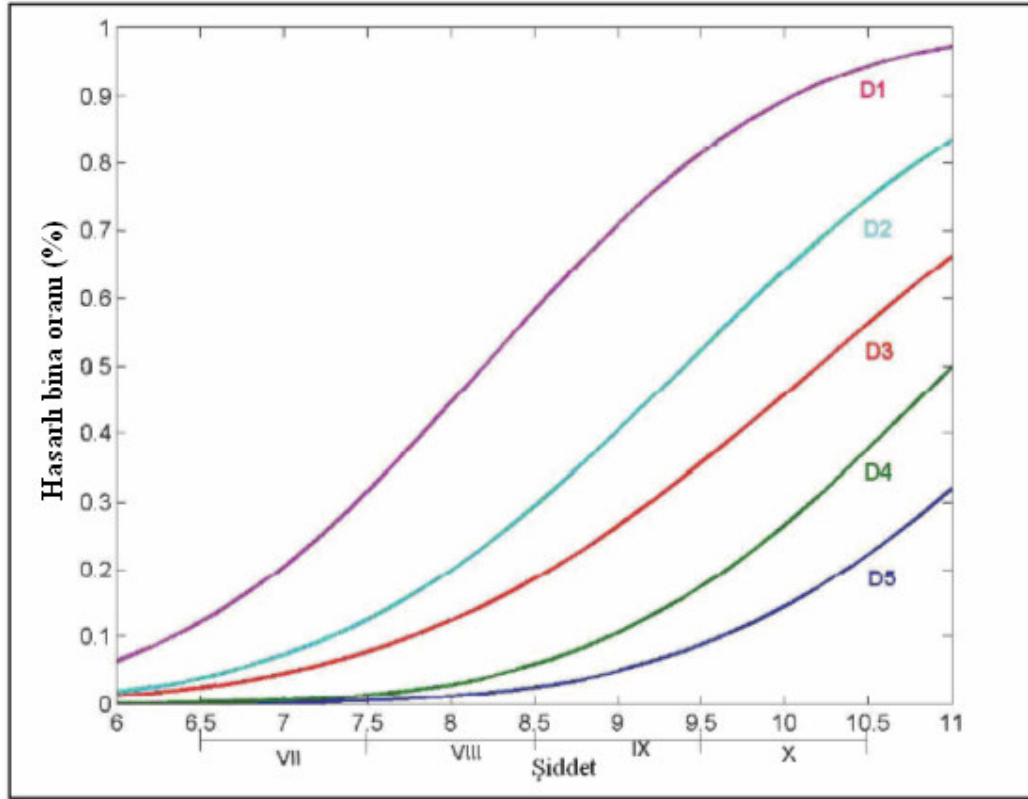
Pamukkale ve Karakova-Akhan fayları için mahalle merkezlerinin faya olan iç merkez uzaklıkları CBS yardımıyla hesaplanmıştır. Denklem 4.5 ve Şekil 4.7 kullanılarak dört farklı deprem büyüklüğü, iki ayrı fay için şiddet değerleri hesaplanmış ve Durukal vd (2006) tarafından yapılan çalışmadaki (Şekil 4.7) gibi şiddet sınıflandırılması yapılmış ve Tablo 4.7’de gösterilmiştir. Tablo 4.7’de görüldüğü gibi deprem şiddetlerinin iki fay için aynı çıkmasının sebebi iç merkez uzaklıklarının iki fay için yaklaşık değerlerde olmasıdır. Sekiz deprem senaryosu için yedi, sekiz ve dokuz şiddeti olmak üzere üç ayrı deprem şiddeti hesaplanmıştır.

**Tablo 4.10** Pamukkale ve Karakova-Akhan fayları için şiddetler

Deprem Büyüklüğü	Pamukkale Fayı	Karakova-Akhan Fayı
6,0	7	7
6,3	8	8
6,5	8	8
7,0	9	9

**Şekil 4.7** Türkiye için orta katlı betonarme binaların şiddete göre hasar olasılık eğrileri ve geçmişte olmuş depremlerin şiddetleri (Durukal vd 2006)

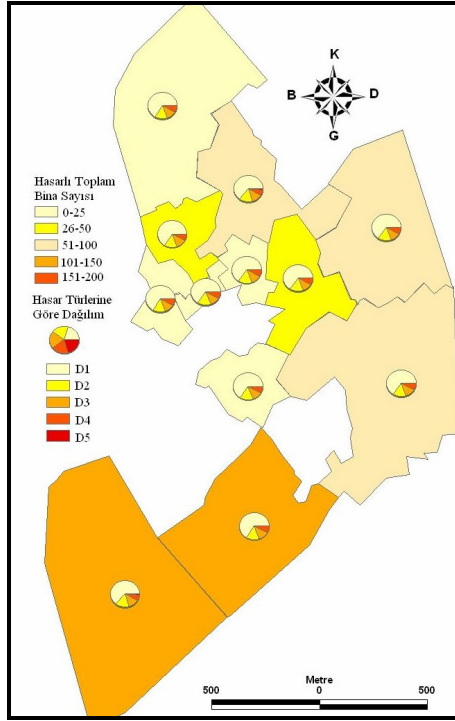
Durukal vd tarafından 2006 yılında yapılan çalışmada bina bilgileri, 1-4 katlı binalar az, 5-8 katlı binalar orta, 8 ve üzeri katlı binalar yüksek katlı betonarme binalar olarak sınıflandırılmıştır. Hasar seviyeleri EMS98'de olduğu gibi sınıflandırılmıştır. Türkiye için şiddete göre hasar olasılık eğrileri orta katlı binalar için Şekil 4.7'de, az ve yüksek katlı betonarme binalar için Şekil 4.8 de verilmiştir.



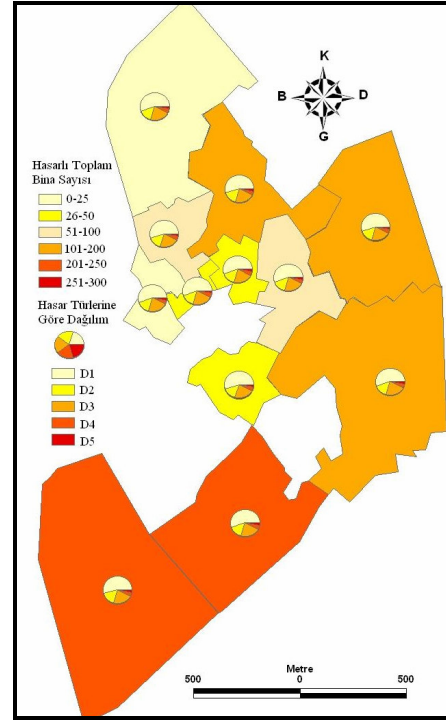
**Şekil 4.8** Türkiye için az ve yüksek katlı betonarme binaların şiddete göre hasar olasılık eğrileri (Durukal vd 2006)

Yüksek katlı binalar daha çok mühendislik hizmeti gerektirdiği için az katlı betonarme binalar ile yüksek katlı binaların hasar yüzde grafikleri aynıdır (Durukal vd 2006).

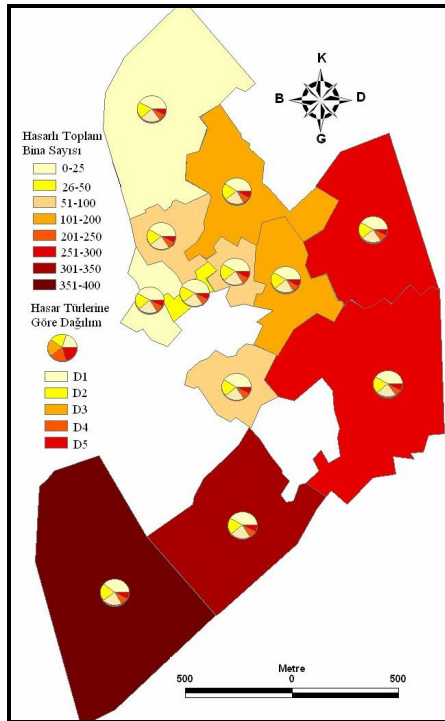
Pilot bölgede toplanan veriler katlarına göre ayrılmış ve Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de şiddet büyüklüğüne karşılık gelen hasar yüzdesi okunarak hasarlı bina sayısı hesaplanmıştır. Durukal vd (2006) yaklaşımı kullanılarak az, orta ve çok katlı binalar için ayrı ayrı hasarlar hesaplanmış ve toplam hasarlı bina sayısı Şekil 4.9'da verilmiştir. Şekil 4.9'da tüm betonarme binalar için toplam hasarlı bina sayısı ve hasar türlerine göre dağılım yüzdeleri görülmektedir. VII şiddeti için tüm mahallelerde hasarlı bina sayısı 594 bu binaların 400 tanesi az ve yüksek katlı binalardır. VIII büyüklüğünde hasarlı bina sayısı 1190'na çıkmakta bu binaların 838 tanesi az ve yüksek katlı binalardır. IX şiddetinde 1849 hasarlı bina bunların 1352 tanesi az ve yüksek katlı binalardır.



a) VII şiddeti için



b) VIII şiddeti için



c) IX şiddeti için

**Şekil 4.9** Üç farklı deprem şiddeti için toplam hasarlı bina sayısı ve hasar türlerine göre dağılımı

## 5. DENİZLİ'DE SEÇİLEN PİLOT BÖLGE İÇİN YAPILAN ÇALIŞMANIN DEVLET İSTATİSTİK ENSTİTÜSÜ VERİLERİ KULLANILARAK TÜM DENİZLİ'YE UYGULANMASI

### 5.1.Giriş

Depremlerin önceden belirlenmesi mümkün olmamakla beraber deprem hasarlarına karşı alınacak tedbirlerle maddi hasar ve sosyo-ekonomik kayıpların makul seviyelere indirilmesi mümkündür. Bu hususta kent yerel yöneticilerine kentsel planlama, arazi kullanımı ve yapıların denetimi konusunda önemli görevler düşmektedir. Yerel yöneticilerin kent halkı ile olan yoğun ve direkt ilişkileri deprem zararlarının azaltılmasına yönelik bilgilerin transferini ve genel anlamda halkın depremlere karşı bilinçlendirilmesini mümkün kılmaktadır.

Bu bölümde 2000 yılında Devlet İstatistik Enstitüsü (yeni adıyla Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK)) tarafından yapılan çalışmayla, nüfus sayımı sırasında yapılarla ilgili olarak toplanan veriler PAÜ yaklaşımı ve pilot bölge çalışmaları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Öncelikle Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE 2000) verileri değerlendirilmiş, Denizli pilot bölge verileriyle karşılaştırılmış ve DİE (2000) bina sayılarının seçilen mahallelerde yapılan envanter çalışmalarından elde edilen veriler ile genel olarak uyumlu olduğu gözlenmiştir. Tüm Denizli için DİE (2000) verileri kullanılarak hasar hesaplama işlemi yapılmıştır.

Binalara ait performansın belirlenmesi için Kapasite Spektrumu Yöntemi (K.S.Y.) kullanılmıştır. Deprem talep spektrumu FEMA-368 (2000)'daki C-D sınıfı zemin sınıfına uyduğu öngörülerek katsayılar iterasyonla hesaplanmış, deprem talep spektrumu tüm mahalleler için hesaplanmıştır. Pamukkale ve Karakova-Akhan fayları esas alınarak farklı büyüklüklerde M6.0, M6.3, M6.5 ve M7 depremleri 8 farklı senaryo deprem olarak kullanılmıştır. Bina hasarları PAÜ yaklaşımı ve HAZUS (1999) yöntemleriyle belirlendikten sonra HAZUS (1999) yöntemi kullanılarak yapısal hasar, ölü ve yaralı sayıları hesaplanmıştır.

## 5.2.Devlet İstatistik Enstitüsü Denizli Verileri ve Pilot bölge Verileriyle Karşılaştırılması

DİE (2000) çalışmasında binanın bitiş yılı (1929'dan günümüze kadar), binanın kullanım amacı ( konut, ticari, sanayi vs), binaya yaptıran kişinin kim olduğu (özel, kamu, yapı kooperatifi vs), binanın sayım anında sahibi (özel, şahıs, ticari amaçlı vs), binanın taşıyıcı sistem türü (beton blok, taş, kerpiç vs), binanın oturduğu taban alanı ( $m^2$ ), binanın toplam arsa alanı ( $m^2$ ), binanın kat sayısı (1,2,3 vs), binanın daire sayısı, binadaki konutların ortalama oda sayısı, binanın pis su tesisatının bağlı olduğu yer (kanalizasyon, fosseptik vs), binanın özellikleri (borulu su tesisatı, doğalgaz tesisatı vs), binanın ısıtma sistemi (soba, kat kaloriferi vs), binada ısıtma amaçlı kullanılan yakıt cinsi (kömür, odun, tüp gaz vs), binanın fiziki durumu (tadilata ihtiyacı yok, basit tadilata ihtiyacı var vs) bilgileri toplanmıştır. DİE (2000) verilerinin Şekil 5.1'de bina taşıyıcı sistemine göre ve Şekil 5.2'de ise kat sayısına göre tablosal olarak sınıflandırması görülmektedir.

Envanter verileri ışığında tüm Denizli için yapılan DİE (2000) çalışmasında toplanan bina verileri PAÜ yaklaşımı kullanılarak değerlendirilmesi mümkündür. Yapılan çalışmalarda, kat sayısına göre tespit edilen hasar oranlarının mahalleler bazında ve genelinde benzer olduğunu göstermiştir. Bu durum 2510 adet binadan elde edilen ve kat sayısı değişkeni altında bina yaşı ve kalitesi bilgilerini de içeren dağılım oranlarının Denizli geneli için kullanılabilceğini göstermektedir. DİE (2000) çalışmasında binalara ait bitiş yılı, kullanım amacı, taşıyıcı sistem türü, kat sayısı v.b. bilgiler bulunsa da, söz konusu bilgiler birbiri ile ilişkilendirilmemiştir. Örnek vermek gerekirse, 3 katlı binaların sayısı veya 1980 ile 1990 yılları arasında yapılan binaların sayısı bu envanterlerde bulunmaktadır. Ancak hem 3 katlı, hem de 1980-1990 yılları arasında yapılan binalar gibi kesişim kümelerini içeren soruların cevabı bu çalışmada bulunmamaktadır. Bu yüzden envanter kullanılırken hasarı daha belirgin biçimde temsil eden kat sayısı bilgilerinden faydalanılmış, yığma binaları ayıklamak ve BA1-2 sınıfına giren betonarme binaların sayısını hesaplamak için DİE (2000)'de verilen 1 ve 2 katlı betonarme binaların sayısından yığma binaların sayısı çıkarılmıştır. Hesaplanan bina sayılarının seçilen mahallelerde yapılan envanter çalışmalarından elde edilen veriler ile uyumlu olduğu gözlenmiştir. Şekil 5.3'te bina taşıyıcı sistem türüne göre binaların mahalle bazında dağılımları görülmektedir.



Microsoft Excel - BİNAYIMI

Arial 10

Dosya Düzen Görünüm Ekle Biçim Araçlar Veri Pencere Yardım

T11

5. Binanın Taşıyıcı Sistemi ve Kullanılan Yapı Malzemesi Cinsi, 2000 (devam) - Structural System and Material of Building, 2000 (conti

		Bina Taşıyıcı Sistemi ve Kullanılan Yapı Malzemesi Cinsi - Structural System and Material of Building															
		İskelet - Frame Construction					Yığma - Bearing Wall Construction										
		Beton Blok	Briket	Taş		Briket	Kerpiç		Bilin-	Hollow	Tuğla	Taş	Jun	Dried	Diğer	Bilin-	Bilin-
		Reinforced	Hollow	Tuğla	Stone, Sun	Diğer	meyen	Concrete	Concrete	Tuğla	Stone	Brick	Other	Jnknown	Other	Jnknown	Jnknown
II	Belediye Mahalle	Concrete	Concrete	Brick	Dried Brick	Other	Jnknown	Block	Block	Brick	Stone	Brick	Other	Jnknown	Other	Jnknown	Jnknown
7	Province Municipality Quarter	Block	Block	Brick	Dried Brick	Other	Jnknown	Block	Block	Brick	Stone	Brick	Other	Jnknown	Other	Jnknown	Jnknown
8	İLBAĞI	-	2	263	-	-	-	120	96	-	152	2	2	-	-	2	
9	İSTİKLAL	-	2	574	-	-	-	61	57	17	130	11	-	-	-	2	
10	ÇAMLIK	5	3	280	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
11	ÇAYBAŞI	-	2	255	-	-	1	11	23	2	17	-	1	-	-	1	
12	AKKONAK	3	2	695	5	-	1	49	158	3	156	25	1	-	-	2	
13	AKTEPE	-	21	461	1	1	-	121	164	5	-	18	-	-	-	2	
14	ALTINTOP	-	-	59	20	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	
15	ANAFARTALAR	1	-	816	-	2	2	78	214	-	40	78	1	-	-	3	
16	ATAKENT	-	-	248	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	
17	ATALAR	-	1	96	-	-	-	37	17	1	36	3	2	-	-	-	
18	BAHÇELİEVLER	1	1	416	-	-	1	19	45	-	-	7	-	407	8	-	
19	BAKIRLI	-	46	915	1	1	-	119	242	2	47	2	-	-	-	2	
20	BARBAROS	-	-	104	-	-	-	4	13	1	-	-	-	-	-	1	
21	CUMHURİYET	1	3	745	3	2	-	80	84	1	7	20	-	-	-	-	
22	DÜKKANÖNÜ	-	2	124	-	-	-	2	24	-	19	23	-	-	-	1	
23	DELİKLİÇİNAR	-	-	70	-	-	-	-	12	1	20	11	-	-	-	-	
24	DELİKTAŞ	3	25	761	-	2	4	124	250	7	44	84	6	-	-	5	
25	DEĞİRMENÖNÜ	-	1	345	1	2	-	14	41	2	25	25	-	-	-	-	
26	DOKUZKAVAKLAR	-	18	1023	-	1	6	573	403	3	87	113	14	2	38	-	
27	ESENTEPE	-	6	368	2	1	1	145	73	12	23	37	7	-	-	13	
28	ESKİMUFTU	-	-	45	-	-	-	1	1	-	1	3	-	-	-	-	
29	FATİH	-	80	1386	10	34	1	221	487	2	57	38	2	-	-	2	

Hazır SAYI

Şekil 5.1 Tüm Denizli bina verilerinin bina taşıyıcı sistemine göre sınıflandırması ( DİE 2000)

Microsoft Excel - BINASAYIMI

Arial 7 K T A

Dosya Düzen Görünüm Ekle Biçim Araçlar Yeri Pencere Yardım Yardım için soru ya

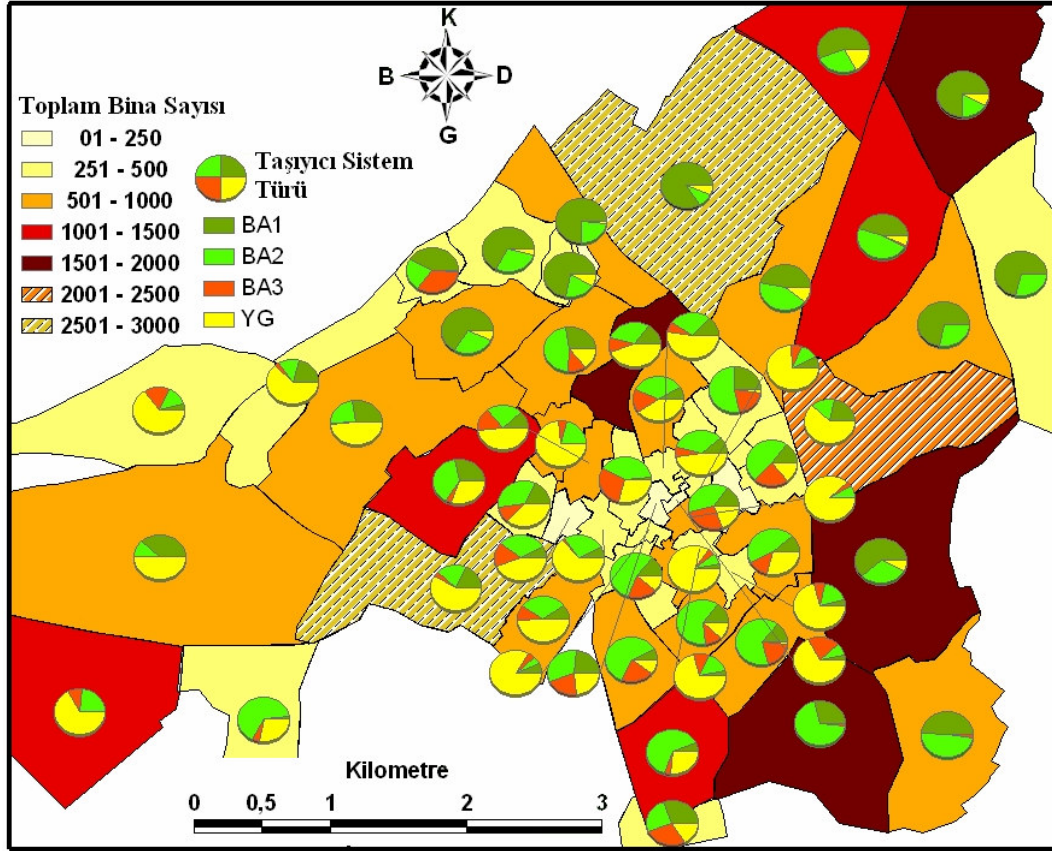
D40 47

8. Binanın Kat Sayısı, 2000 (devam) - Number of Stories of Building, 2000 (continued)

II	Belediye Province Municipality	Mahalle Quarter	Binanın Kat Sayısı - Number of Stories of Building						Bilin- meyen Unknown			
			1	2	3	4	5	6		7-9	10+	
5		ILBADI	222	222	67	14	4					
6		ISTIKLAL	211	146	134	152	102	24	82	2		1
7		ÇAMLIK	94	14	16	18	51	95	3			
8		ÇAYBAŞI	29	31	46	63	41	16	81	4		2
9		AKKONAK	396	284	200	126	55	23	15			1
10		AKTEPE	409	246	115	17	5	1	1			1
11		ALTINTOP	23	12	8	8	9	13	8			1
12		ANAFARTALAR	588	417	192	32	5					1
13		ATAKENT	6	4	195	21	6	19				2
14		ATALAR	64	49	11	22	19	4	24			
15		BAHÇELIEVLER	670	224	62	5	25	7				2
16		BAKIRLI	814	329	132	75	20	4			1	2
17		BARBAROS	28	4	4	7	30	50				
18		CUMHURİYET	285	275	250	98	20	18				
19		DÜKKANÖNÜ	43	43	11	33	31	6	25	3		
20		DELİKLİÇINAR	18	28	8	11	30	1	16	1		1
21		DELİKTAŞ	614	341	223	79	38	16	1			3
22		DEĞİRMENÖNÜ	75	84	81	75	64	6	67	4		
23		DOKUZKAVAKLAR	1 036	690	318	163	45	8	5			16
24		ESENTEPE	284	188	26	15	37	132				6
25		ESKİMÖFTÜ	4	3	6	5	4	5	23	1		
26		FATİH	1 105	685	350	138	23	13	3			3
27		FESLİKAN	167	59	72	118	91	30	44	1		2
28		GÜNBATTI	112	150	45	43	24	19	16			
29		GÜNDOĞDU	111	89	61	46	80	18	52	1		3

Hazır

Şekil 5.2 Tüm Denizli bina verilerinin kat sayısına göre sınıflandırması ( DİE 2000)

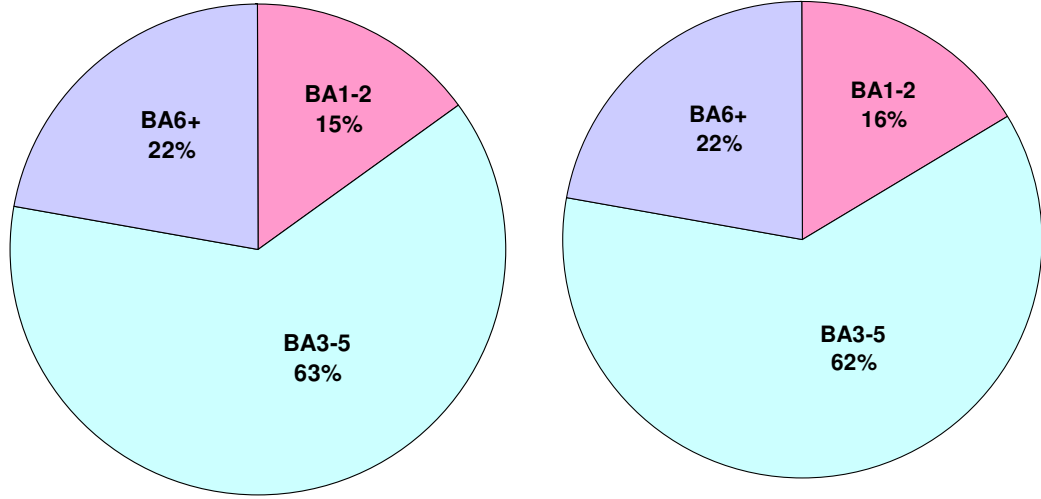


Şekil 5.3 Bina taşıyıcı sistem türüne göre binaların mahalle bazında dağılımları

Yeni yapılaşmanın olduğu mahallelerde betonarme yapı stoğunun yoğun olduğu net olarak görülürken, eski mahallelerde betonarme ve yığma stoğunun yaklaşık oranlarda olduğu görülmektedir. Kat sayısına göre tespit edilen hasar oranlarının mahalleler bazında ve genelinde benzer olduğu görülmüştür.

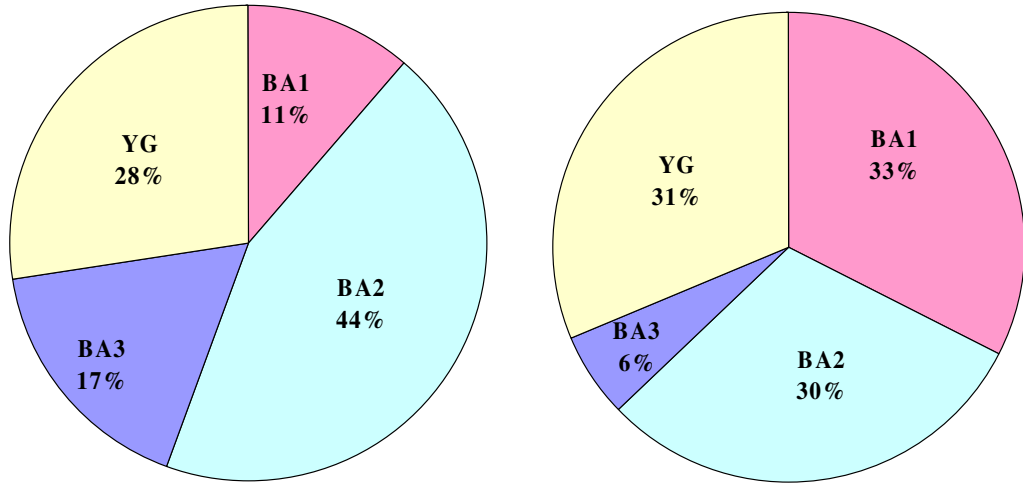
Envanteri çıkarılan bölge, mahalle sayısı açısından Denizli mücavir alanının %20'sinden fazlasını, bina sayısı açısından ise yaklaşık %10'unu temsil etmekte ve DİE (2000) verilerini PAÜ yaklaşımı ile değerlendirmek için iyi bir örnek teşkil etmektedir.

Şekil 5.4'te pilot bölge ve DİE (2000) çalışmasının pilot bölgeyi kapsayan betonarme bina verileri karşılaştırıldığında, kat sayısına göre dağılımın birbirleriyle neredeyse aynı olduğu görülmektedir.



(a) Pilot bölge

(b) Pilot bölge (DİE 2000)

**Şekil 5.4** Kat sayılarına göre binaların dağılımı

(a) Pilot bölge

(b) Tüm Denizli (DİE 2000)

**Şekil 5.5** Taşıyıcı sistem türlerine göre binaların dağılımı

Şekil 5.5'te görüldüğü gibi kat sayılarına göre tüm Denizli göz önüne alınarak yapılan sınıflandırma ile pilot bölge mahalleler bazında yapılan sınıflandırmalar birbirinden farklı sonuçlar vermektedir. Bu fark pilot bölgedeki mahallelerde bulunan 3-5 ile 6 ve üzeri katlı bina sayısının, Denizli geneline oranla çok daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Pilot bölgedeki yığma bina oranları ile tüm Denizli'de yığma bina oranları birbirine yakındır..

### 5.3. Denizli Merkez' de Bulunan Bütün Yapılar İçin Muhtemel Depremlerde Oluşacak Hasar Dağılımlarının Elde Edilmesi ve CBS' de Değerlendirilmesi

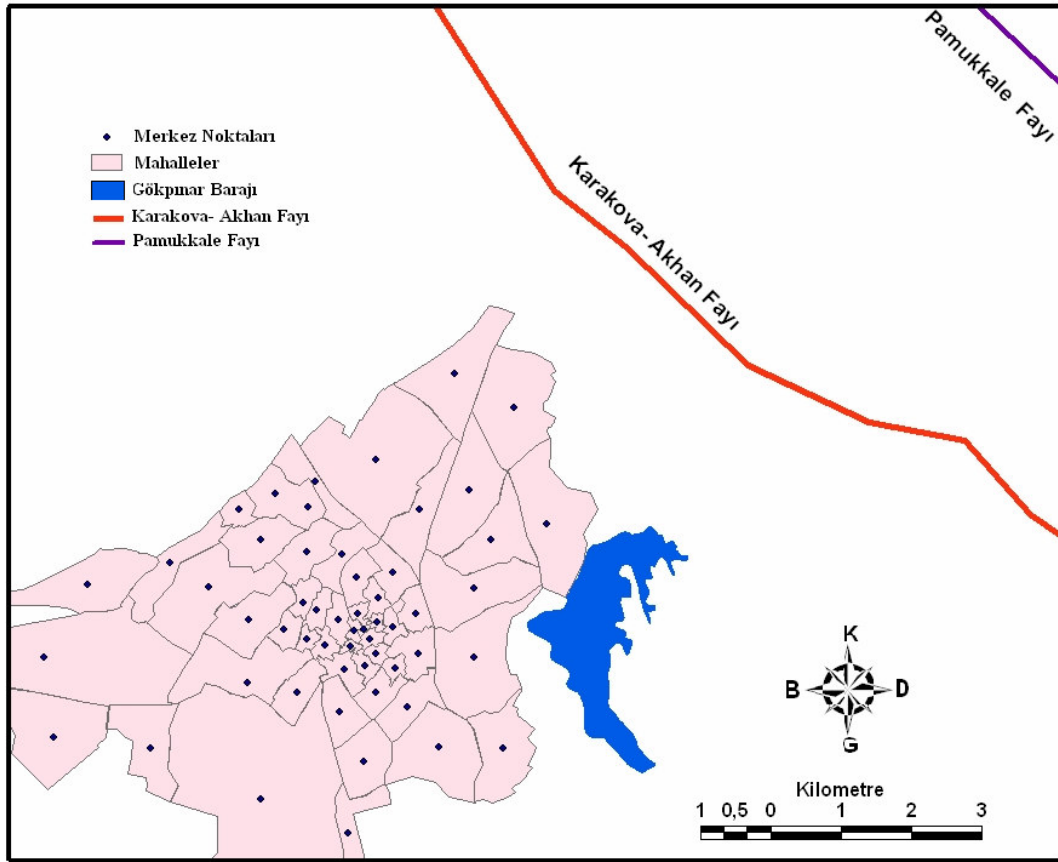
Üçüncü bölümde anlatılan PAÜ yaklaşımında belirtildiği gibi bu aşamaya kadar yapılan hasar tespit çalışmalarında parametreleri sahada tespit edilen gerçek binalar incelenmiş ve mahallelerin senaryo depremini üreteceğini öngördüğümüz Karakova-Akhan ve Pamukkale faylarına uzaklığına dayanarak 8 deprem senaryosu için verilerle hasar miktarları hesaplanmıştır. Bu bölümde ise DİE (2000) verileri PAÜ yaklaşımı kullanılarak ve 8 deprem senaryosu ile değerlendirilmiştir.

Şekil 5.6 Denizli Merkez'deki mahalleleri, mahalle merkezlerini ve faylara göre konumlarını göstermektedir. CBS yardımıyla mahalle merkezlerinin faylara olan uzaklıkları konum analizleriyle hesaplanmıştır. Pilot bölgede sokak taraması sırasında incelenen mahalle merkezlerinin Karakova-Akhan fayına olan uzaklıkları 5-7 km. aralığında iken, 54 mahalleyi kapsayan çalışmada faya olan uzaklıkların 5-9 km. arasında, pilot bölgenin Pamukkale fayına olan uzaklıkları 10-12 km. aralığında iken, 54 mahallenin faya olan uzaklıkların 6-15 km. arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Denizli Merkez' de bulunan bütün yapılar için muhtemel depremlerde oluşacak hasar dağılımları CBS ile hazırlanan haritalar ile gösterilmiştir. Seçilen mahallelerde yapılan envanter çalışmaları, binalara ait kat sayısı bilgilerinin hasarı kontrol eden en önemli faktör olduğunu göstermiştir.

Şekil 5.7'de görüldüğü gibi Karakova-Akhan fayı M6.0 depremi için tüm binaların %60'ında hafif, orta, ağır ve göçme hasarı görülmektedir. Bu oran tüm betonarme binalarda %55'lere düşerken, tüm yığma binalarda % 75'lere çıkmaktadır. Yığma binaların deprem performansının düşük olduğu görülmektedir.

Şekil 5.8'de görüldüğü gibi Karakova-Akhan fayı M6.3 depremi için tüm binaların %76'sında hafif, orta, ağır ve göçme hasarı görülmektedir. Bu oran tüm betonarme binalarda %75'lere düşerken, tüm yığma binalarda % 82'lere çıkmaktadır. Şekil 5.9 'da BA2 için ağır hasar ve göçme %7'lerde iken bu oran BA3 için %32'lere çıkmaktadır.



Şekil 5.6 Mahalleler, mahalle merkezleri ve faylara göre konumu

Bu oran kat sayısı artıkça deprem performansının değişimini net bir şekilde göstermektedir. Şekil 5.10'da Karakova-Akhan fayı M7.0 depremi için tüm binalarda %88'inde hafif, orta, ağır ve göçme hasarı görülmektedir. Yığma binaların %45 göçmekte, %25'i ağır hasar almaktadır.

Şekil 5.11'de Pamukkale fayı M6.0 depremi için tüm binalarda %43'ünde hafif, orta, ağır ve göçme hasarı görülmektedir. BA3 türü binalarda orta, ağır ve göçme hasarı %62'lere çıkmaktadır. Şekil 5.12'de görüldüğü gibi Pamukkale fayı M6.3 depremi için tüm yığma binalarda göçme ve ağır hasar %7'dir. Bu oran betonarme binalarda %4, yığma binalarda de %8'lerde olduğu görülmektedir. BA1 için hasarsızlık %65'lere varırken BA3 %38'lere düşmektedir.

Şekil 5.13'de Pamukkale fayı M6.5 depremi için tüm binalarda göçme ve ağır hasar % 12'lerde, Pamukkale fayı M7.0 için tüm binalarda göçme ve ağır hasar %23'lerdedir (Şekil 5.14). Yaklaşık 2 katı olan bu oran tüm betonarme ve tüm yığma

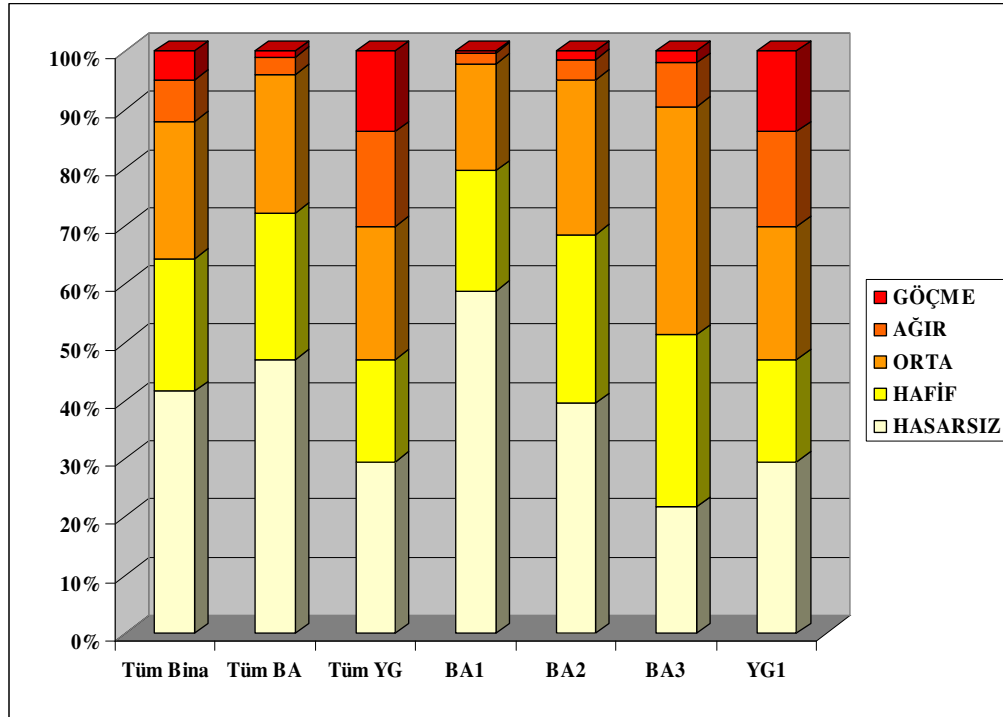
binalar içinde aynıdır. İki deprem büyüklüğü için oldukça ciddi bir hasar artışı olduğu gözlemlenmektedir.

Karakova-Akhan ve Pamukkale faylarının M7.0 depremi için hasar sonuçlarına bakıldığında tüm binalarda Karakova-Akhan fayında %38 ağır hasar ve göçme olurken Pamukkale fayında bu oran %22'lerdedir. İki fay arasında M7 depreminde bu fark talep spektrumlarını uzaklığa bağlı değişimin önemini göstermektedir.

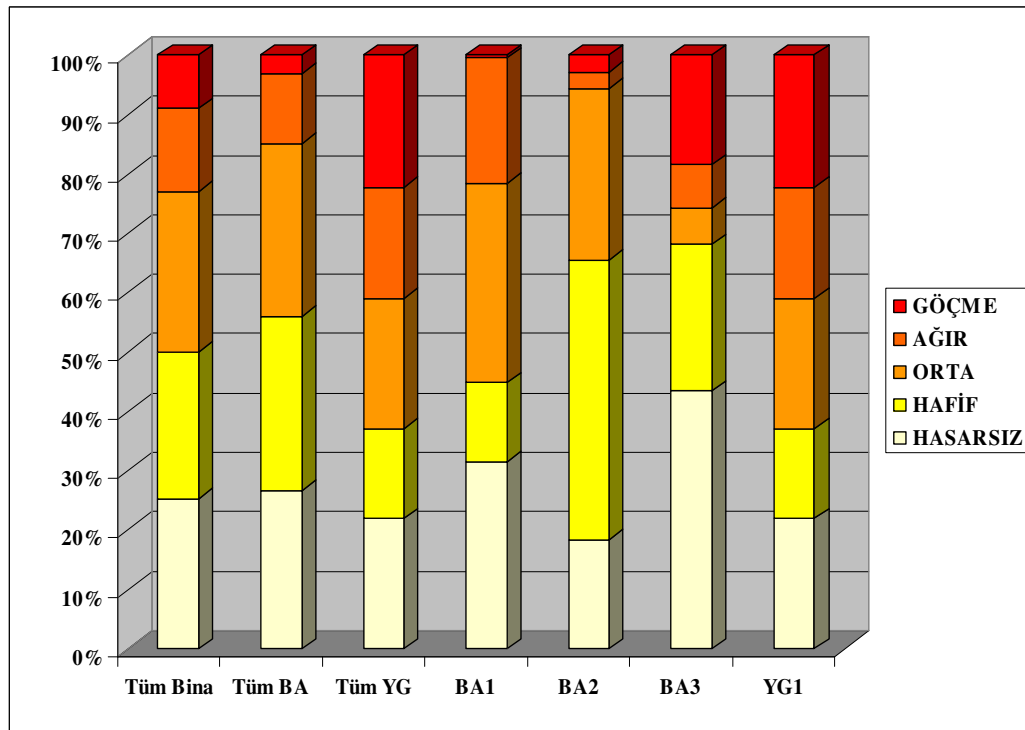
CBS kullanılarak hazırlanan Şekil 5.15'den Şekil 5.23'ye kadar olan şekiller mahalle bazında bina taşıyıcı sistem ve hasar türlerine göre dağılımları görülmektedir. Yığma binaların olduğu yerde betonarme binaların az olduğu, betonarme binaların olduğu yerde yığma binaların olmamasından dolayı hasar dağılımlarından bu dağılımda net olarak görülebilmektedir.

Pelitlibağ gibi hem yığma hem betonarme binaların yoğun olduğu mahallelerde hasar oranları birbirine yakındır. Yığma binalarda hasarlı bina yüzdesi daha fazladır. Örneğin Karakova-Akhan fayı M7.0 büyüklüğü için betonarme binalarda orta, ağır, göçme hasarı yüzdelerinin toplamı %55, yığma binalarda bu yüzde %85'dir. Betonarme binalar için bu hasar yüzdeleri toplamındaki ağırlıklı hasar orta hasar, yığma binalarda ise göçme hasarıdır. Bunun başlıca sebebi yığma binaların çoğunluğunun 1975 öncesinde yapılmış olması ve kalite bakımından güvenilirliğinin düşük olması nedeniyle puanlarda cezalandırma almalarıdır.

Şekil 5.24'den Şekil 5.30'a kadar olan şekillerde her bir mahalle için göçme ve ağır hasar alan binaların yüzdelerini bina türüne göre ayrı şekillerde göstermektedir. Karakova-Akhan fayı M6.0 için betonarme binalarda %10-%20, yığma binalarda % 10-45 arasında ağır hasar ve göçme görülmektedir (Şekil 5.24). Karakova-Akhan fayı M7.0 için betonarme binalarda %10-%30, yığma binalarda % 40-85 arasında ağır hasar ve göçme görülmektedir (Şekil 5.27). Bu dağılımlara bakıldığında deprem büyüklüğü arttıkça yığma binalarda hasar yüzdelerinin daha fazla arttığı görülmektedir.

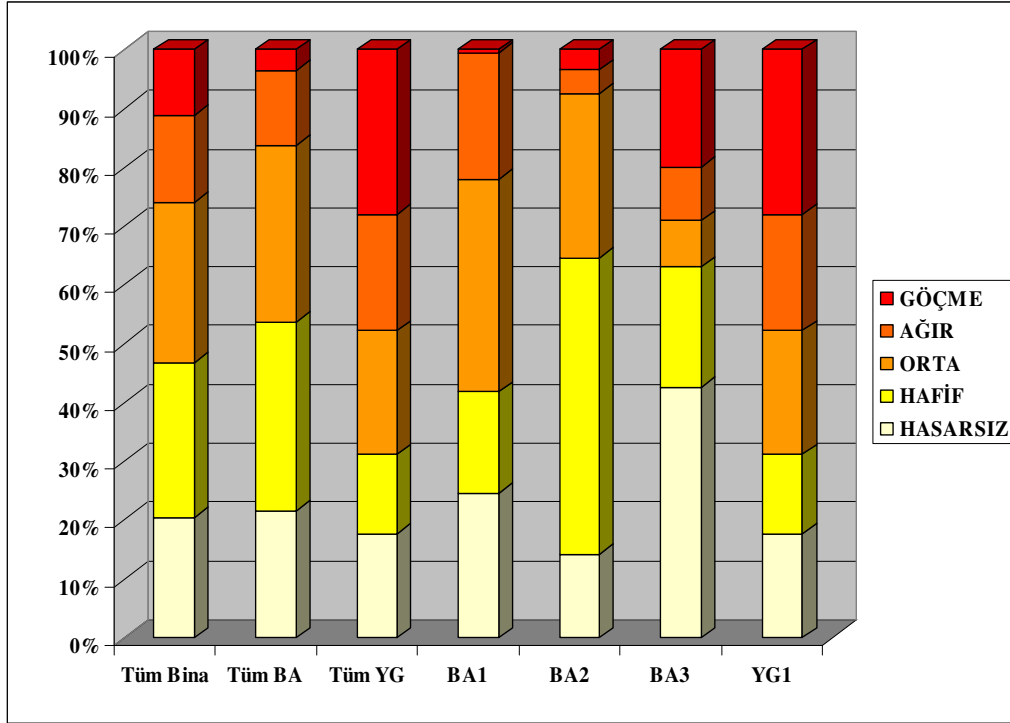


Şekil 5.7 Karakova-Akhan fayı M 6.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı

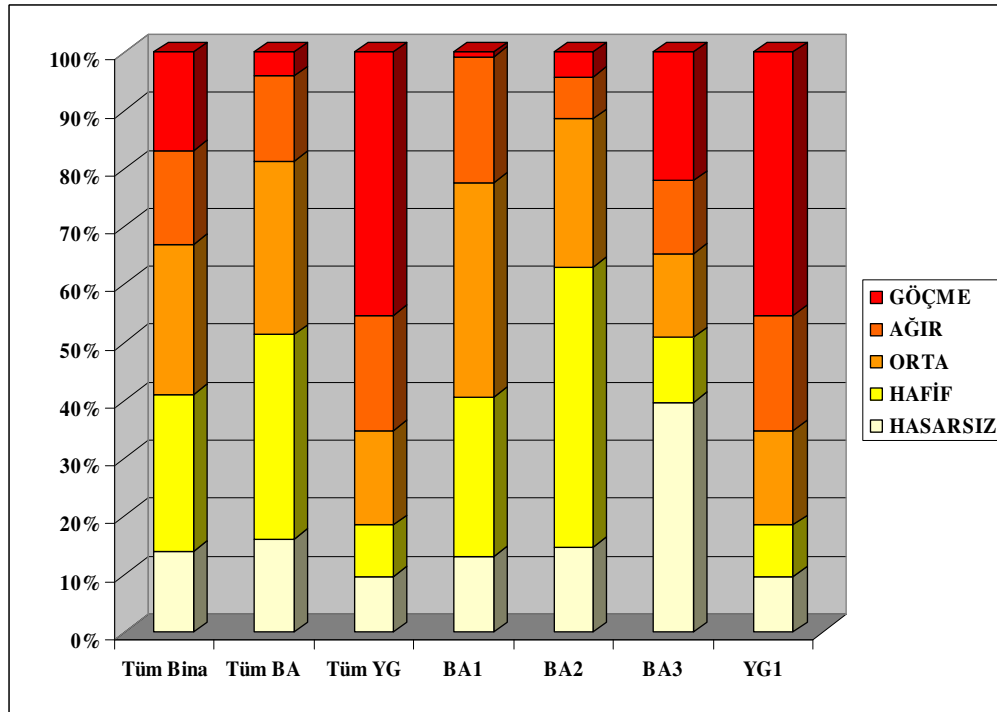


Şekil 5.8 Karakova-Akhan fayı M 6.3 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı

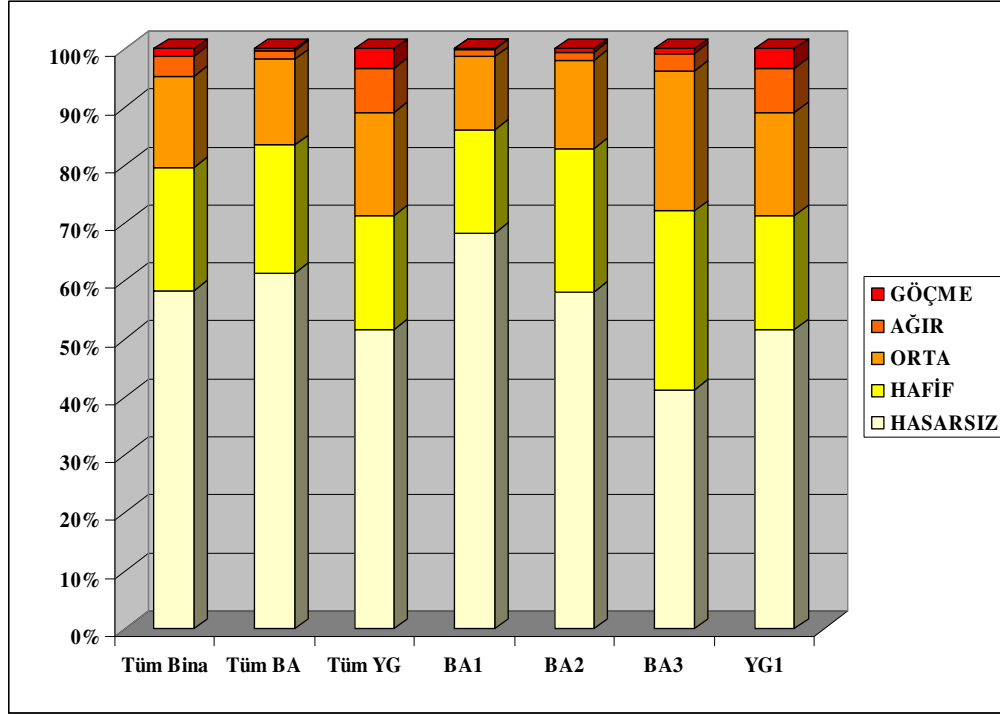




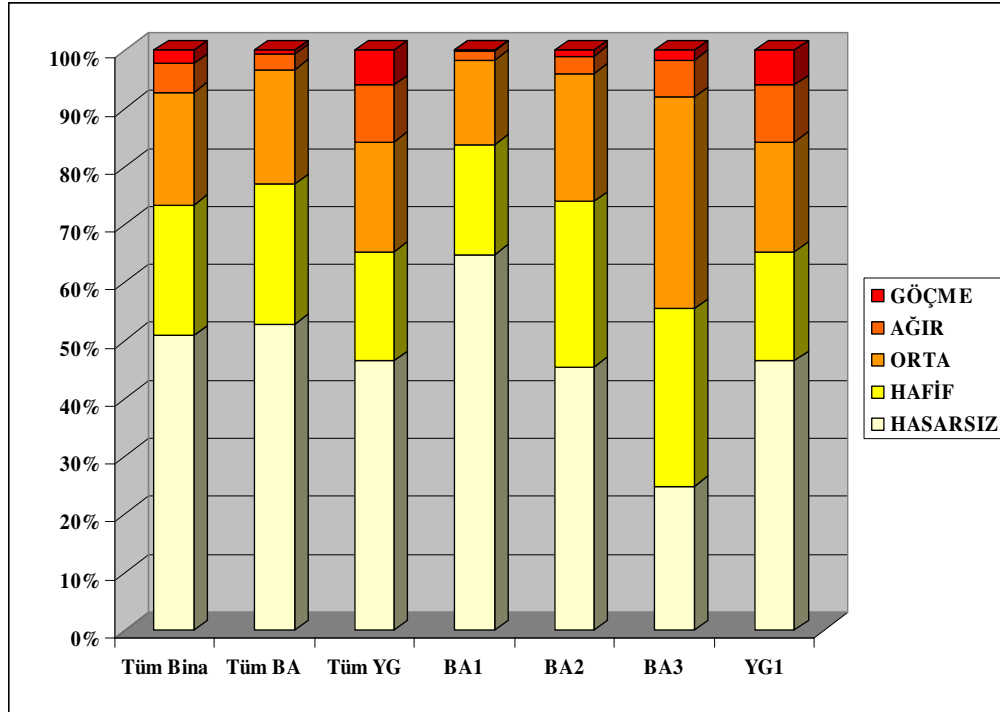
Şekil 5.9 Karakova-Akhan fayı M 6.5 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı



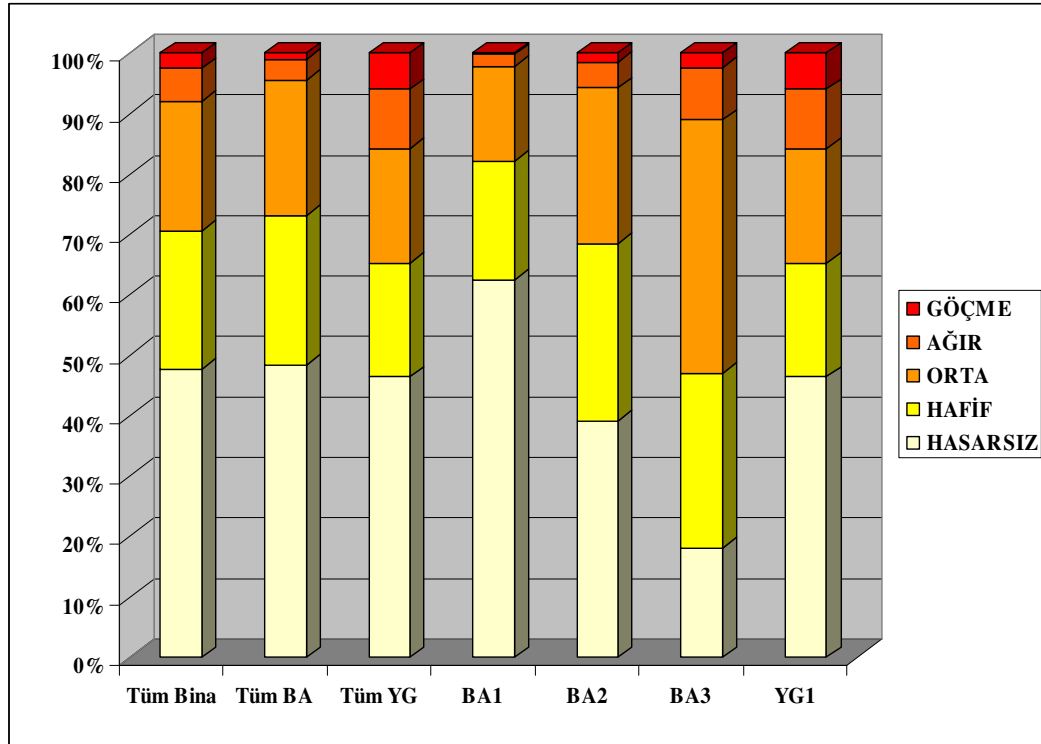
Şekil 5.10 Karakova-Akhan fayı M 7.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı



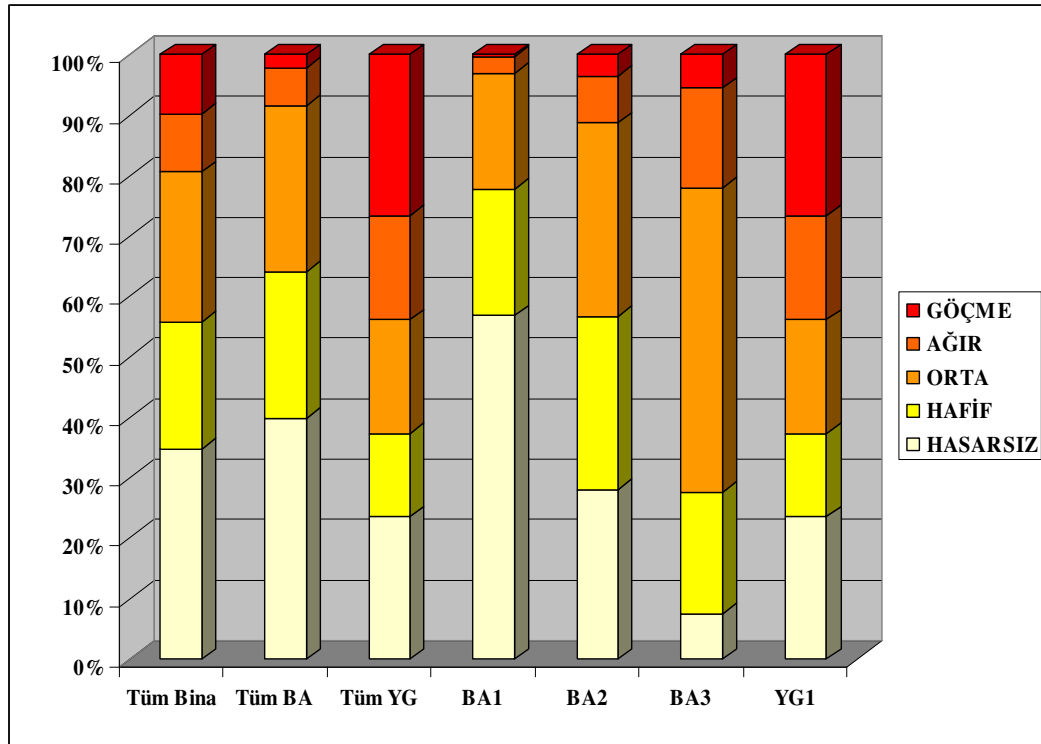
Şekil 5.11 Pamukkale fayı M 6.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı



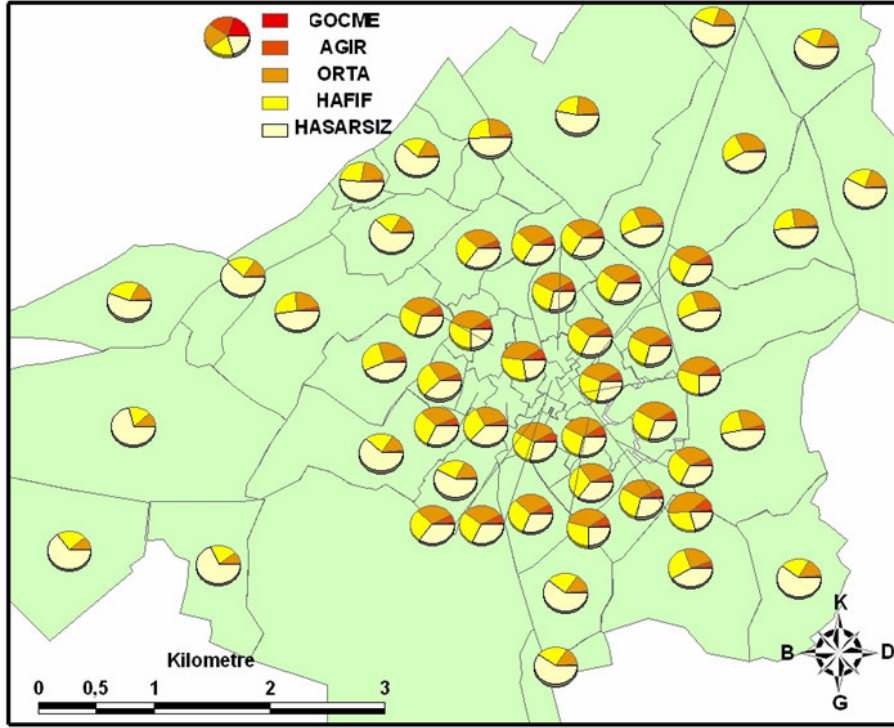
Şekil 5.12 Pamukkale fayı M 6.3 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı



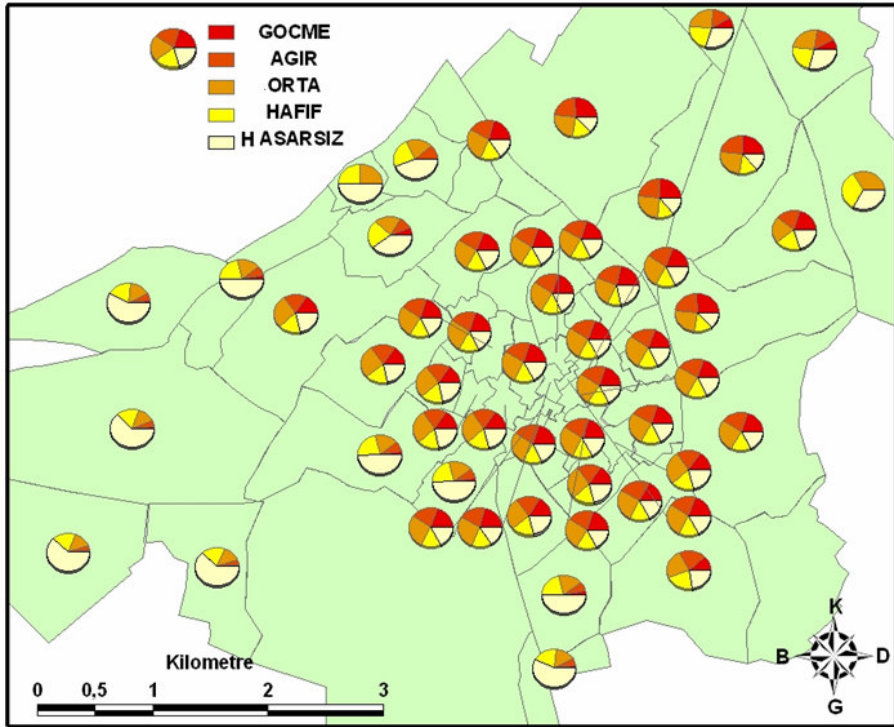
Şekil 5.13 Pamukkale fayı M 6.5 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı



Şekil 5.14 Pamukkale fayı M 7.0 depremi için bina hasarlarının bina türlerine göre dağılımı

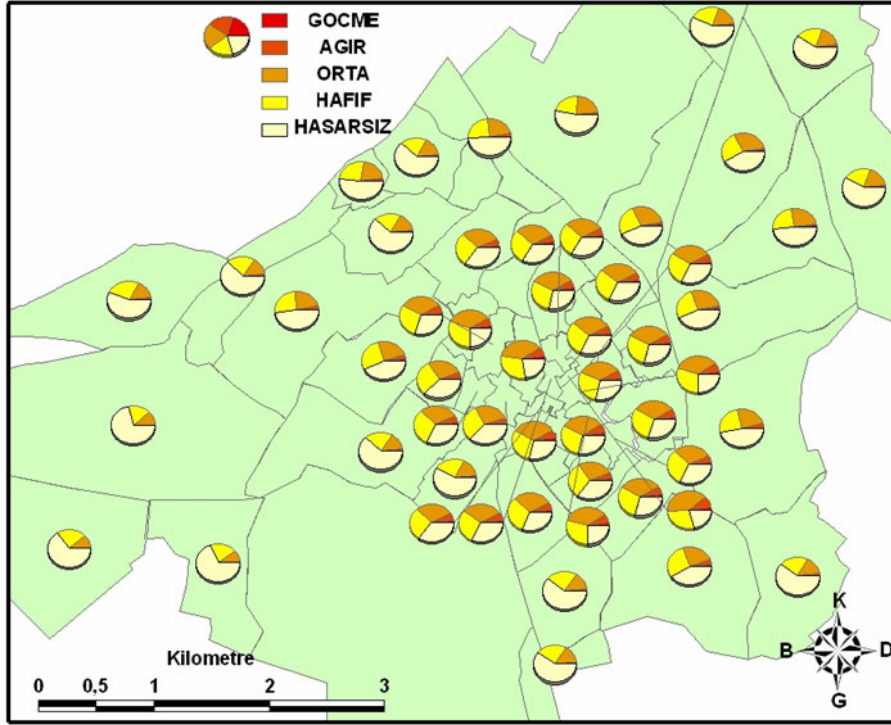


(a) BA binalar

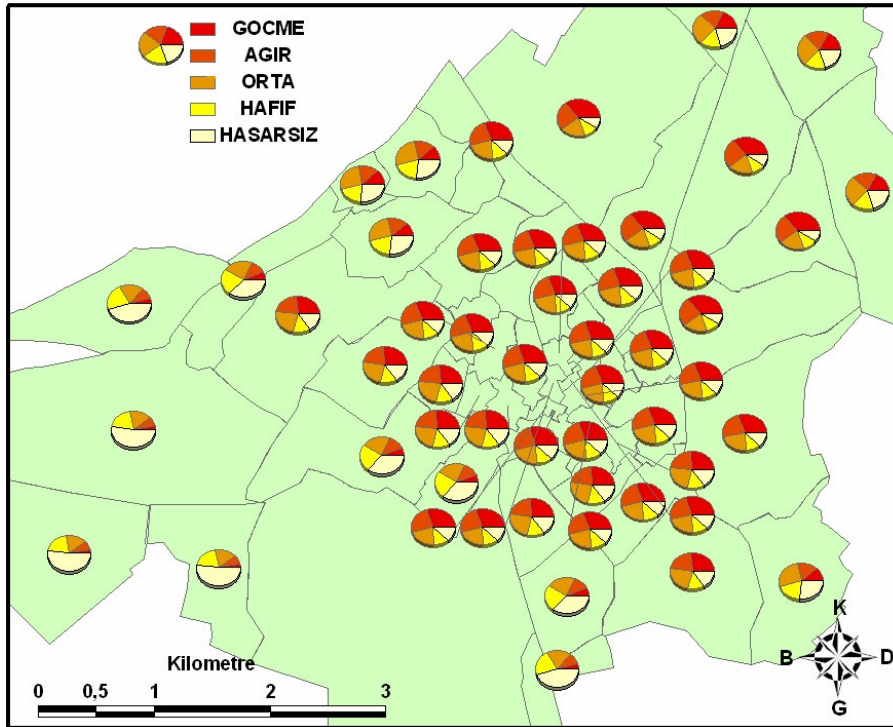


(b) YG binalar

Şekil 5.15 Karakova-Akhan Fayı M6.0 için mahalle bazında bina hasar dağılımları

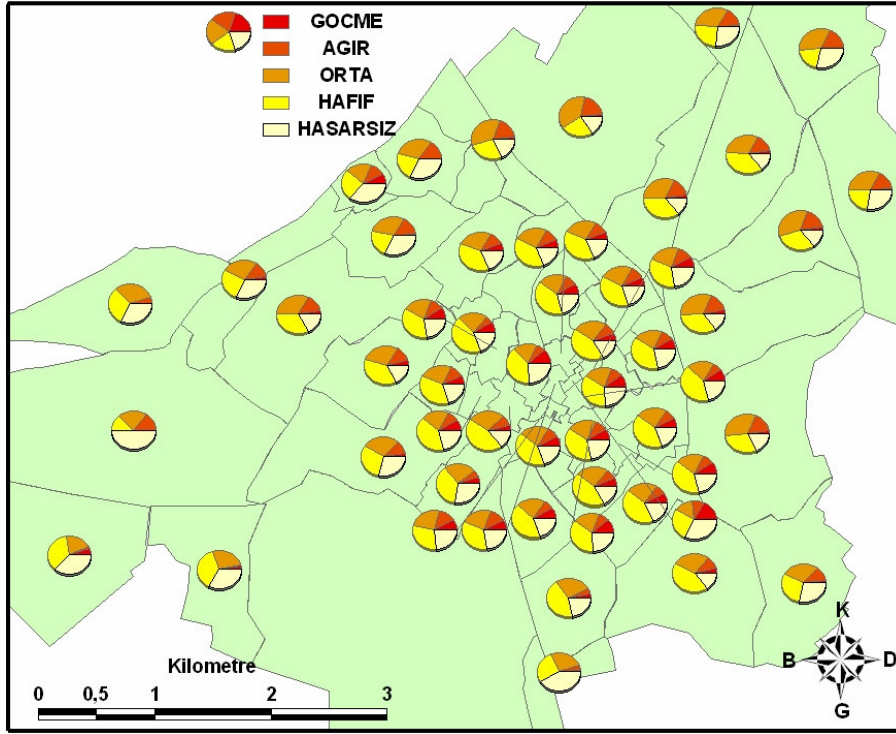


(a) BA binalar

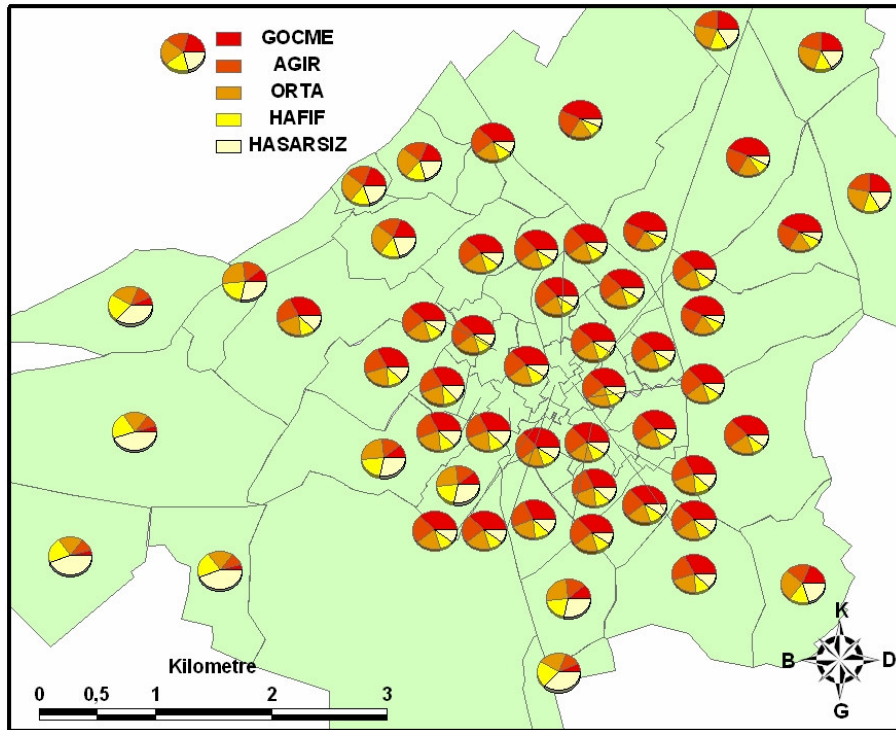


(b) YG binalar

Şekil 5.16 Karakova-Akhan Fayı M6.3 için mahalle bazında bina hasar dağılımları

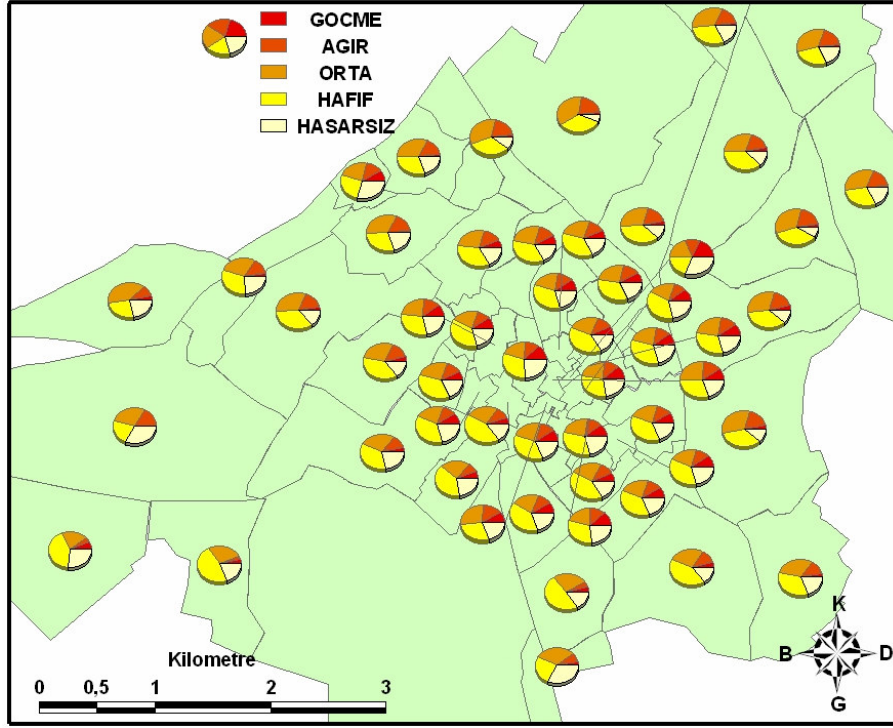


(a) BA binalar

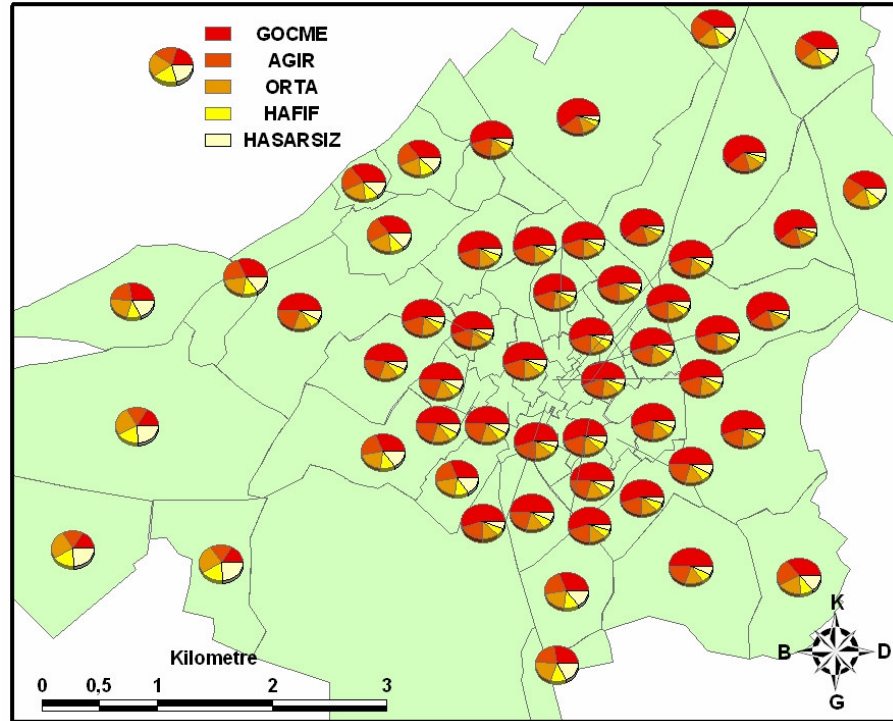


(b) YG binalar

Şekil 5.17 Karakova-Akhan Fayı M6.5 için mahalle bazında bina hasar dağılımları

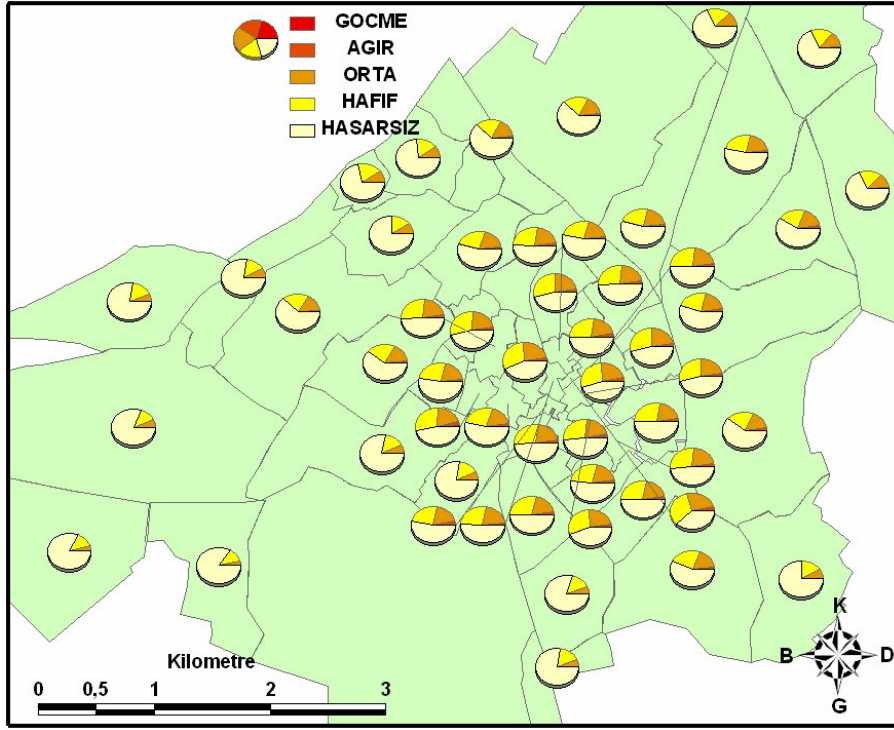


(a) BA binalar

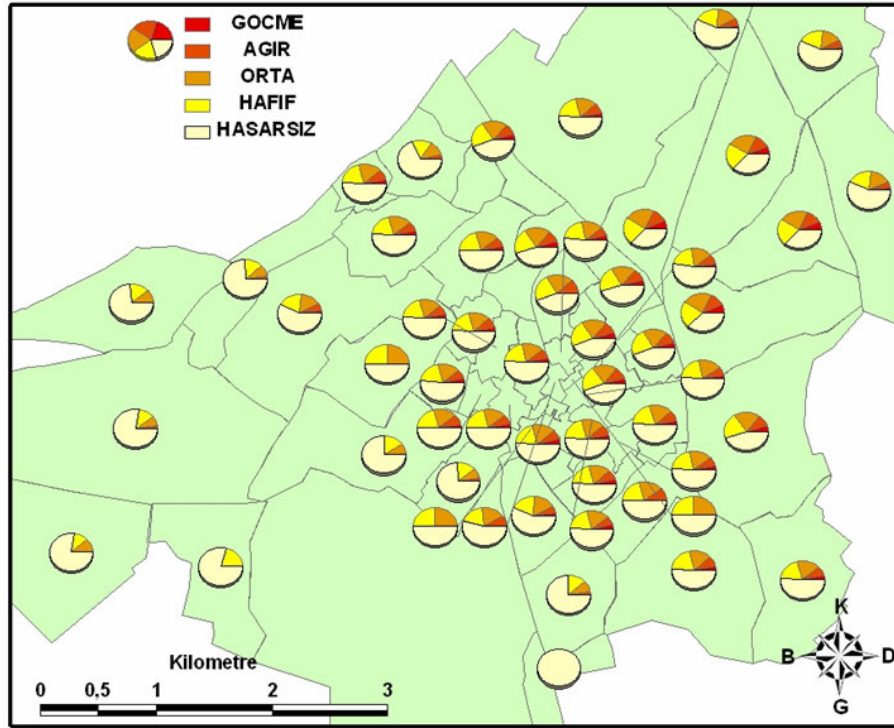


(b) YG binalar

Şekil 5.19 Karakova-Akhan Fayı M7.0 için mahalle bazında bina hasar dağılımları



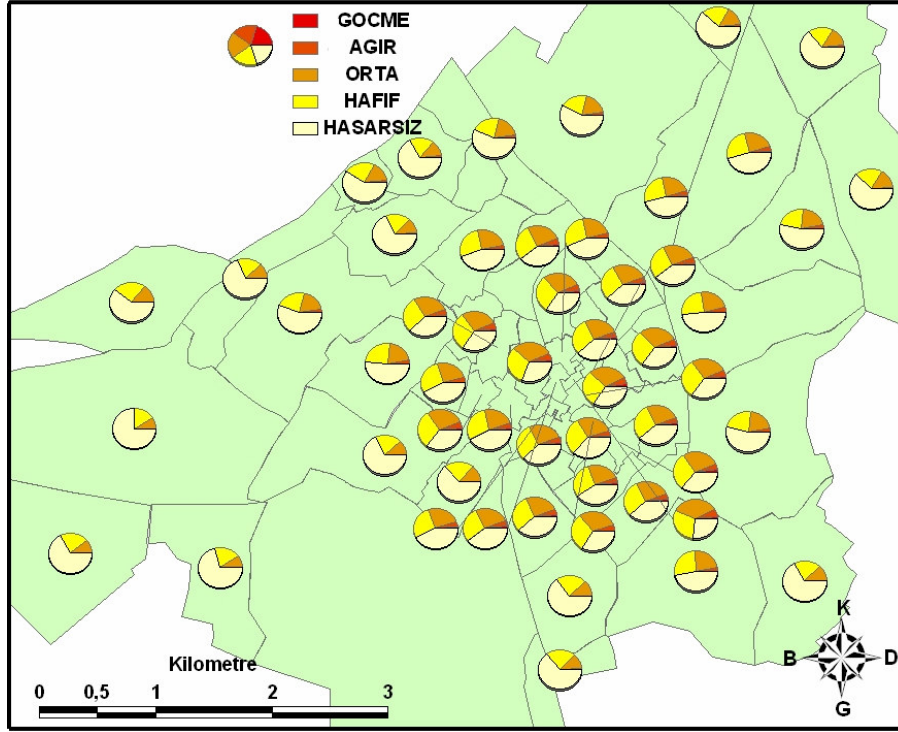
(a) BA binalar



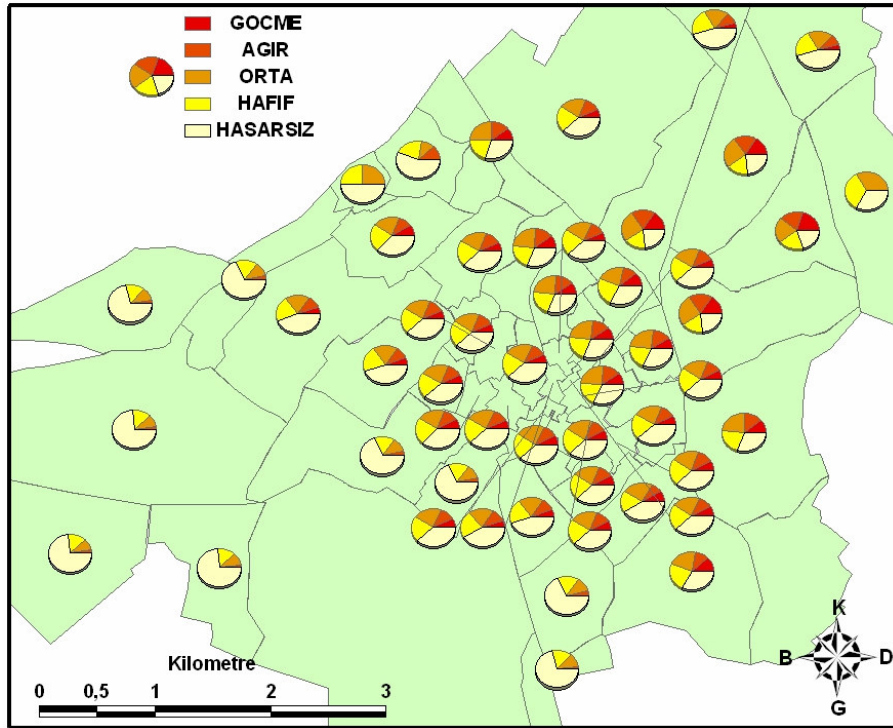
(b) YG binalar

Şekil 5.20 Pamukkale Fayı M6.0 için mahalle bazında bina hasar dağılımları



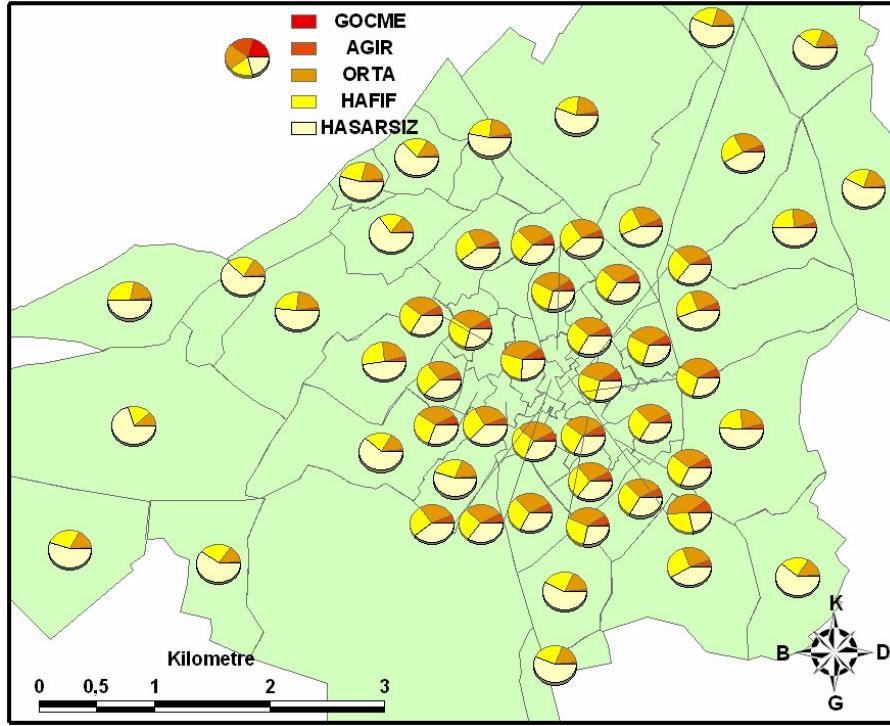


(a) BA binalar

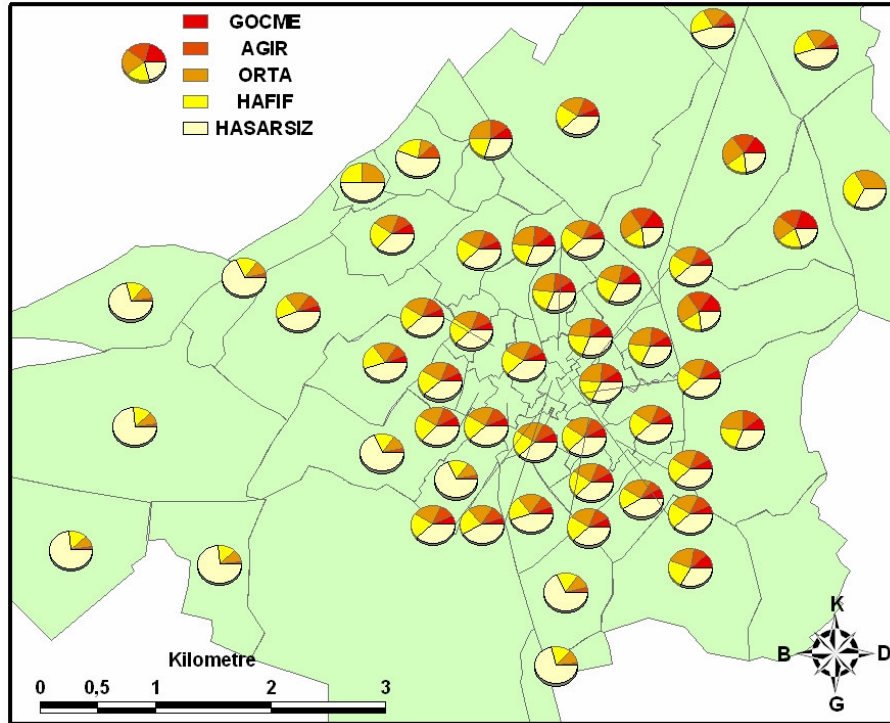


(b) YG binalar

Şekil 5.21 Pamukkale Fayı M6.3 için mahalle bazında bina hasar dağılımları

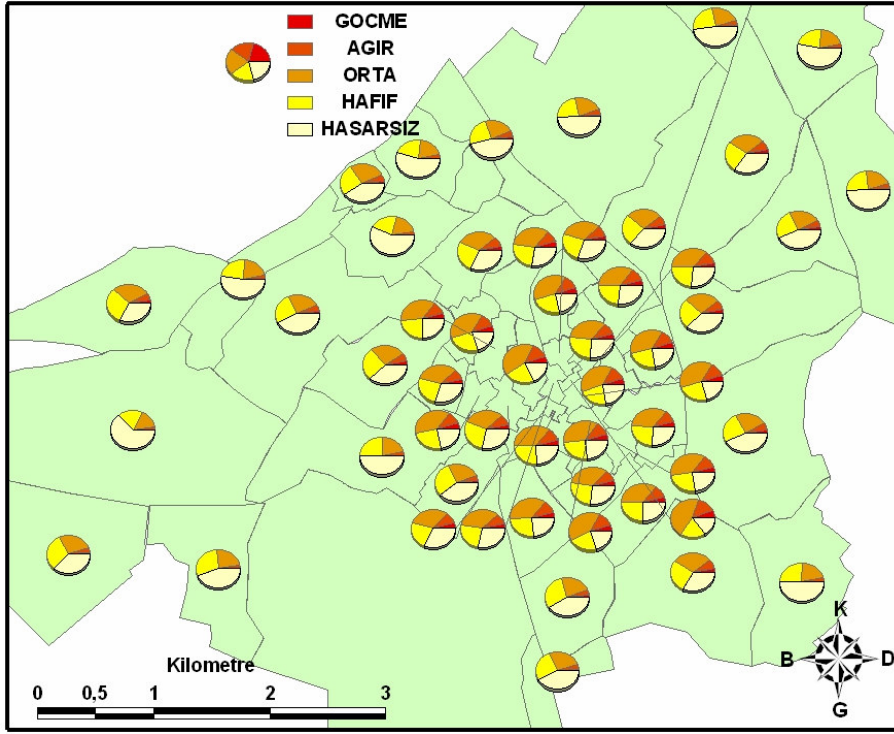


(a) BA binalar

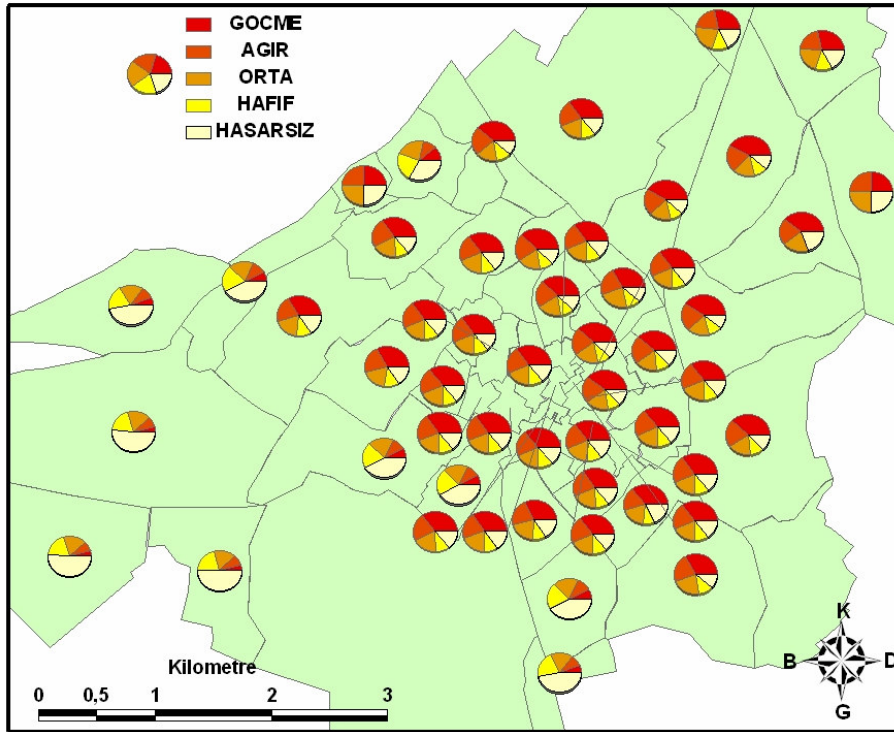


(b) YG binalar

Şekil 5.22 Pamukkale Fayı M6.5 için mahalle bazında bina hasar dağılımları

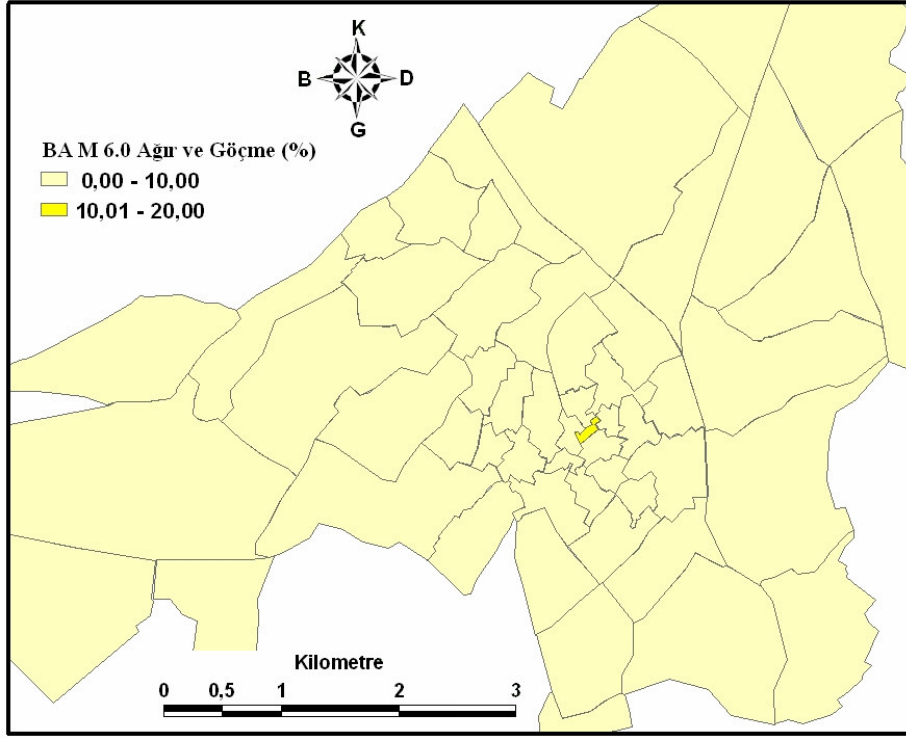


(a) BA binalar

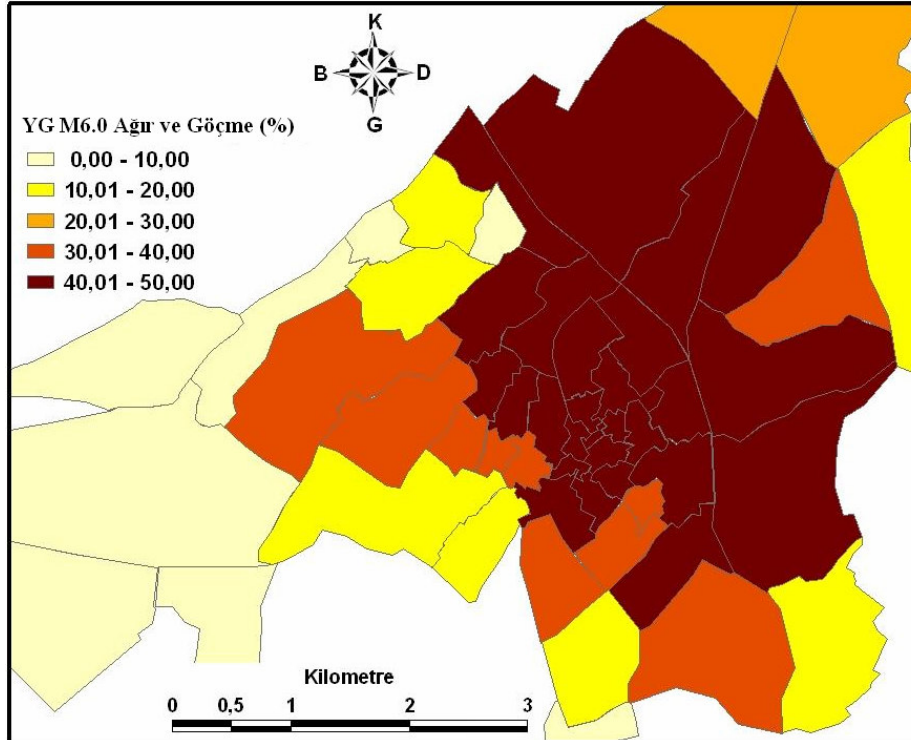


(b) YG binalar

Şekil 5.23 Pamukkale Fayı M7.0 için mahalle bazında bina hasar dağılımları

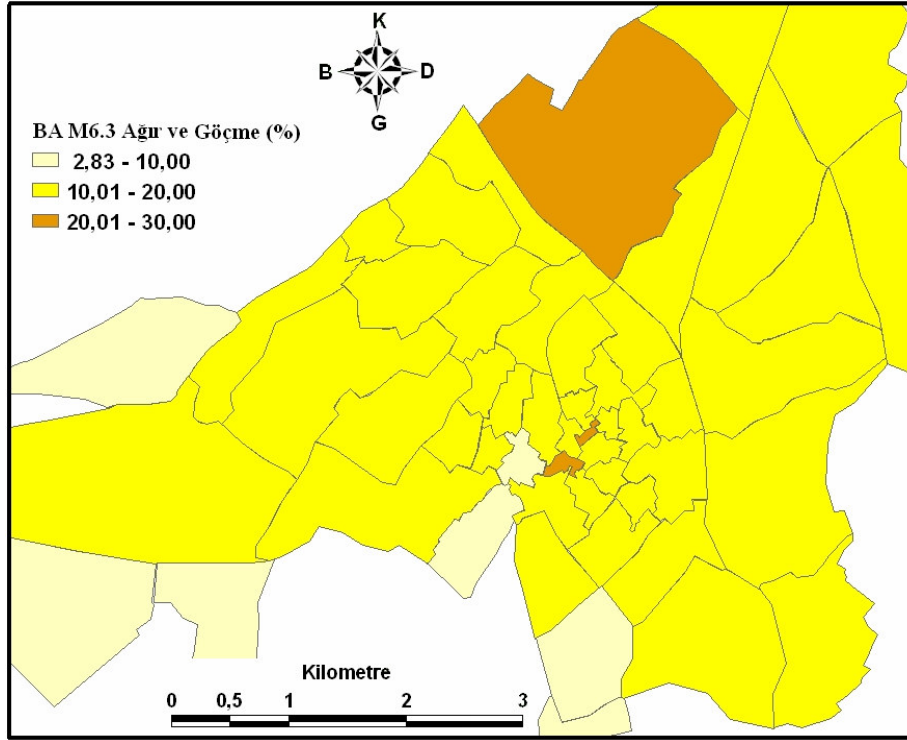


(a) BA binalar

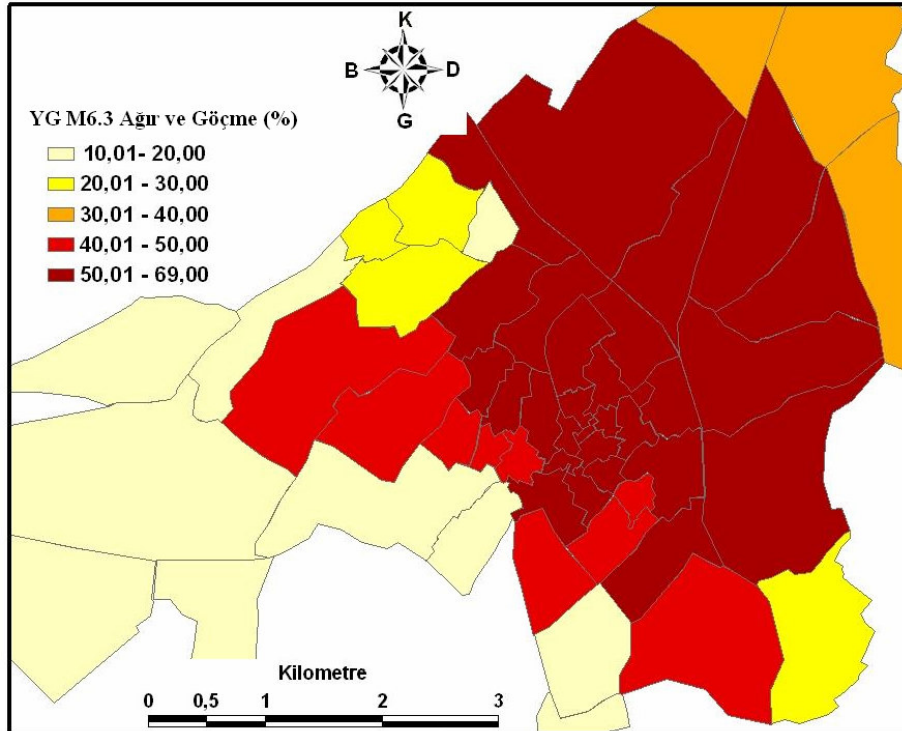


(b) YG binalar

Şekil 5.24 Karakova-Akhan Fayı M6.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri

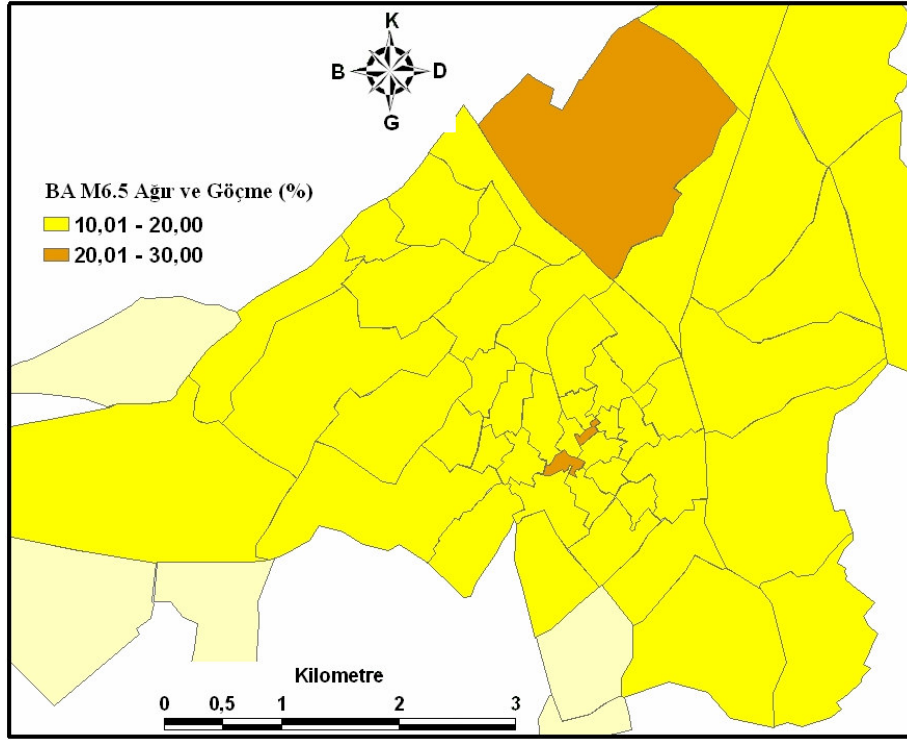


(a) BA binalar

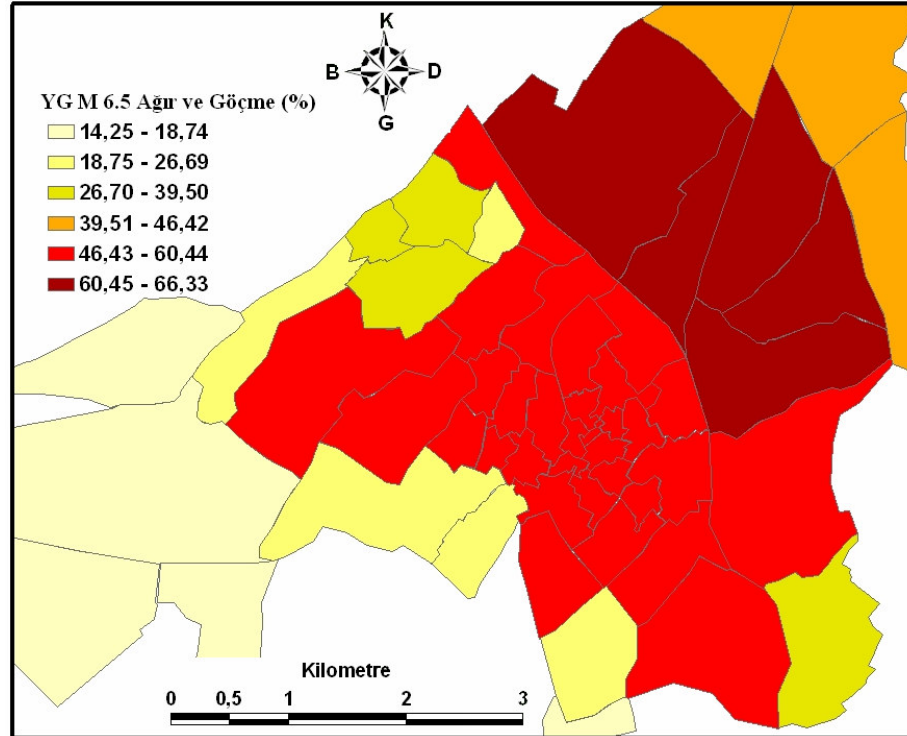


(b) YG binalar

Şekil 5.25 Karakova-Akhan Fayı M6.3 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri

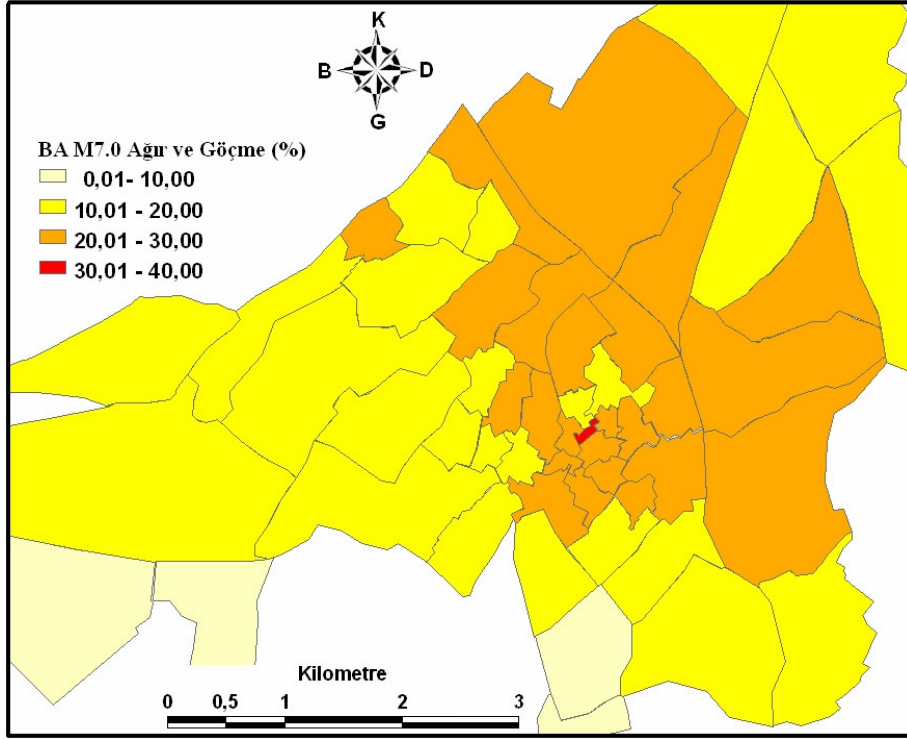


(a) BA binalar

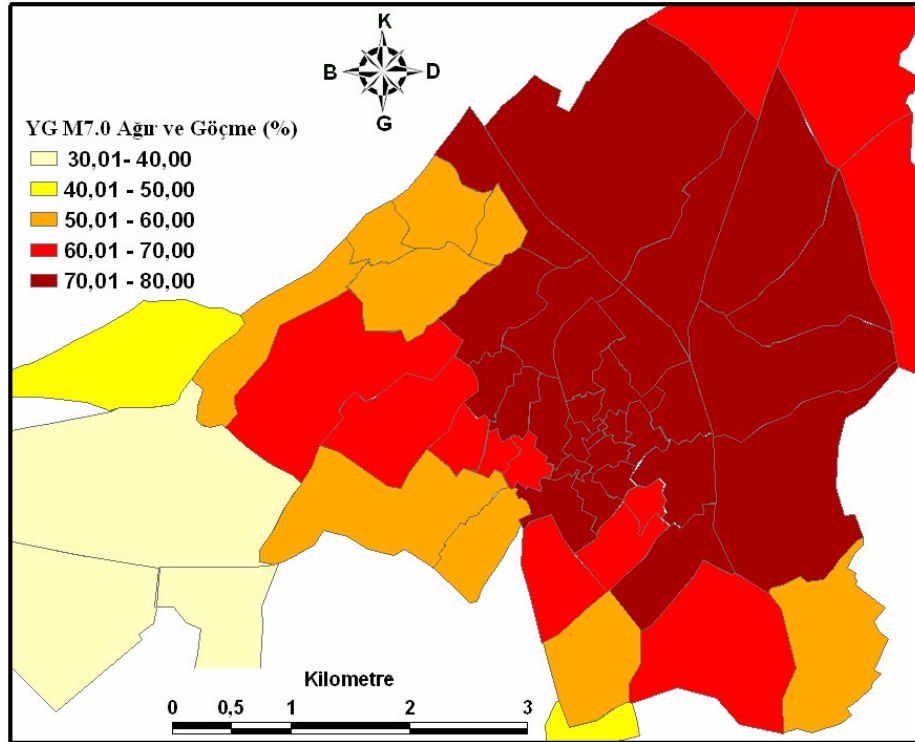


(b) YG binalar

Şekil 5.5 Karakova-Akhan Fayı M6.5 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri

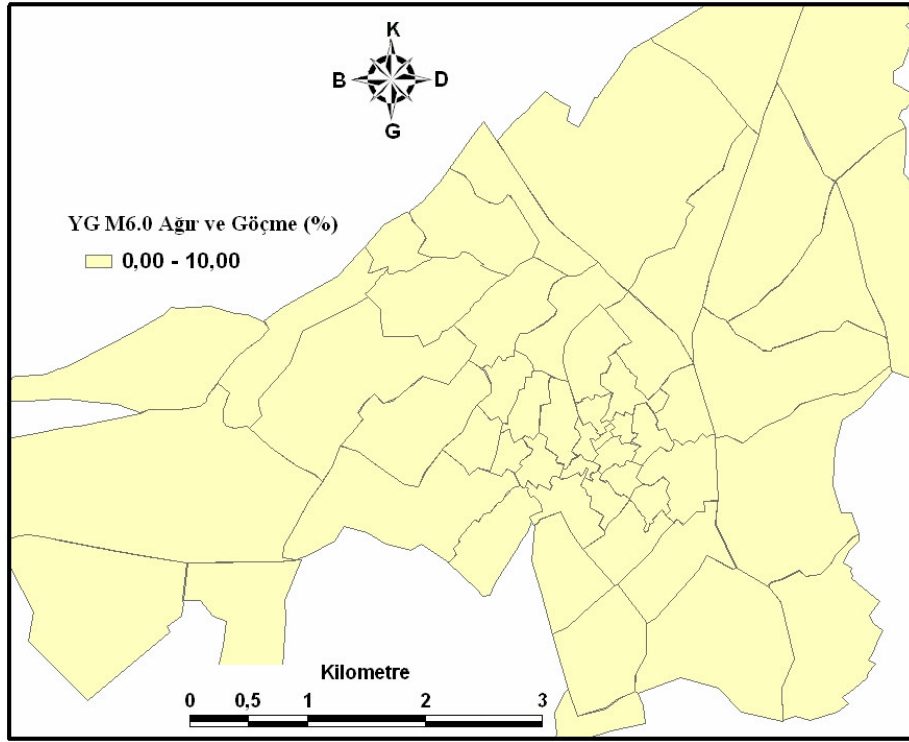


(a) BA binalar

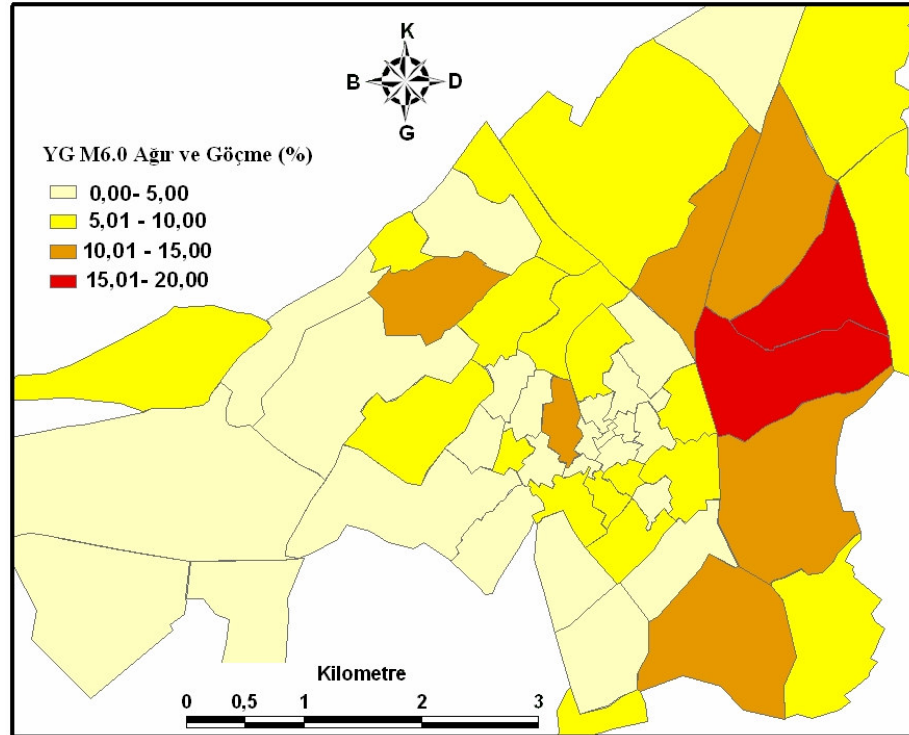


(b) YG binalar

Şekil 5.26 Karakova-Akhan Fayı M7.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri



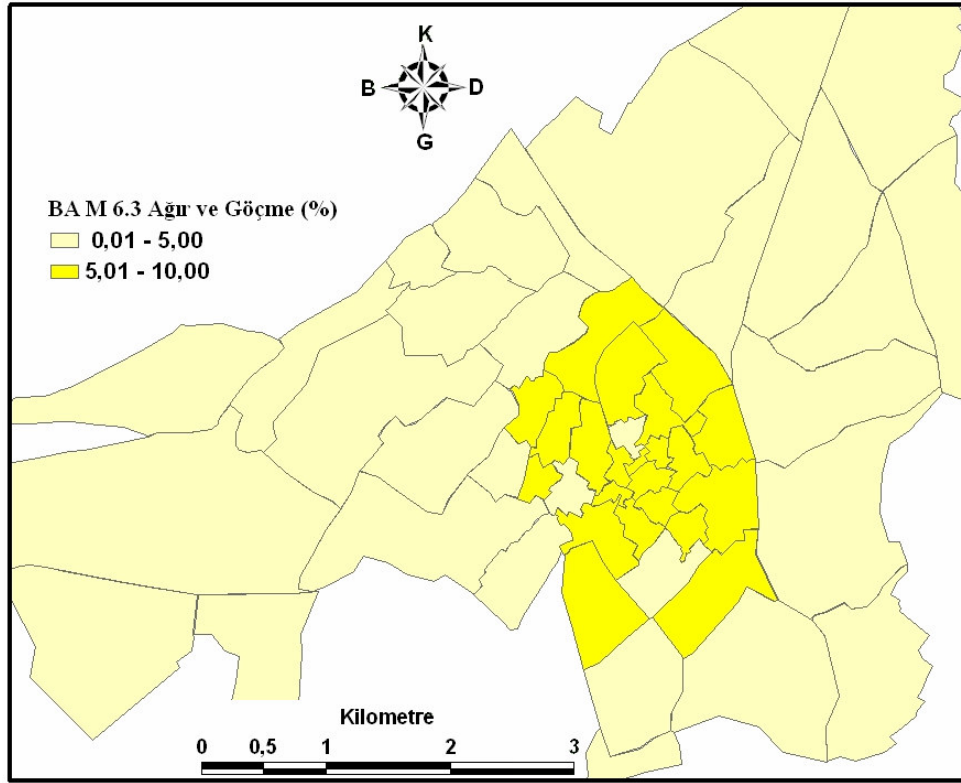
(a) BA binalar



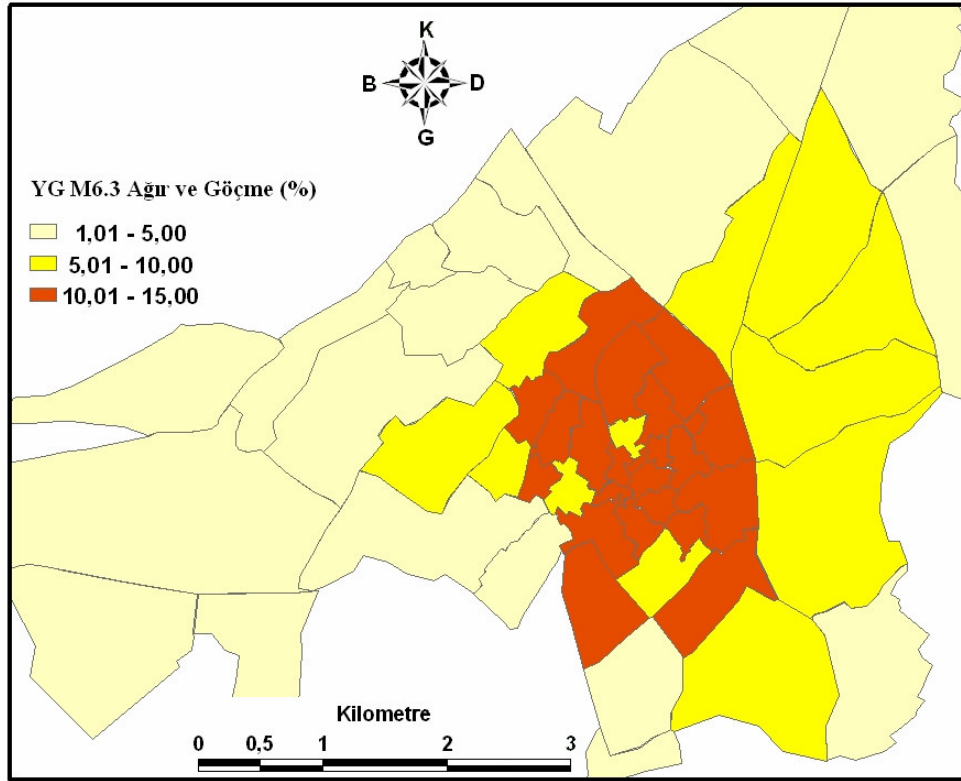
(b) YG binalar

Şekil 5.27 Pamukkale Fayı M6.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri



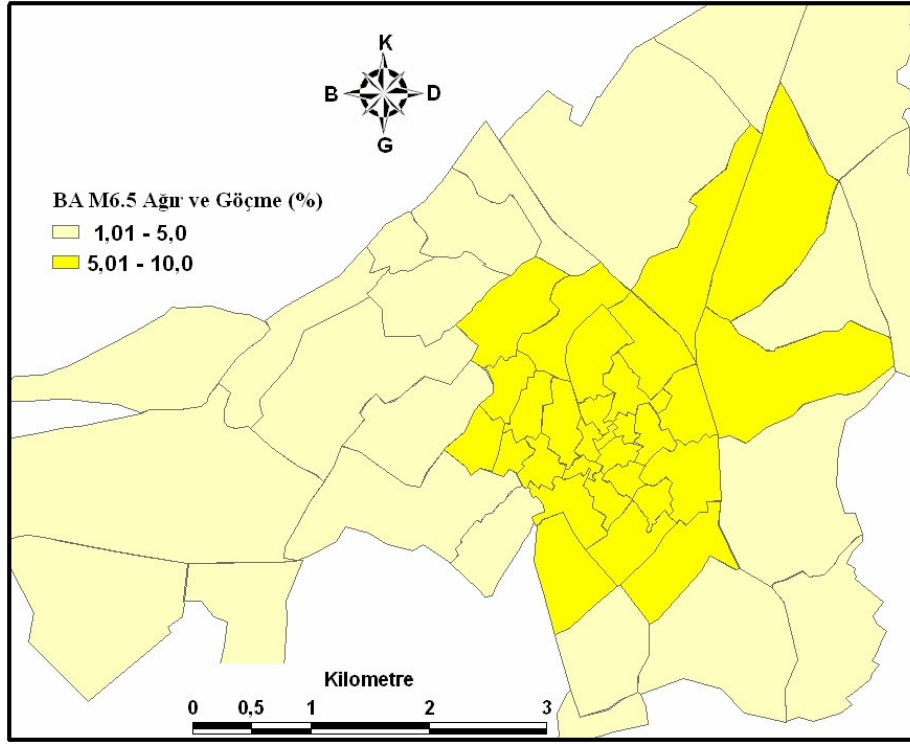


(a) BA binalar

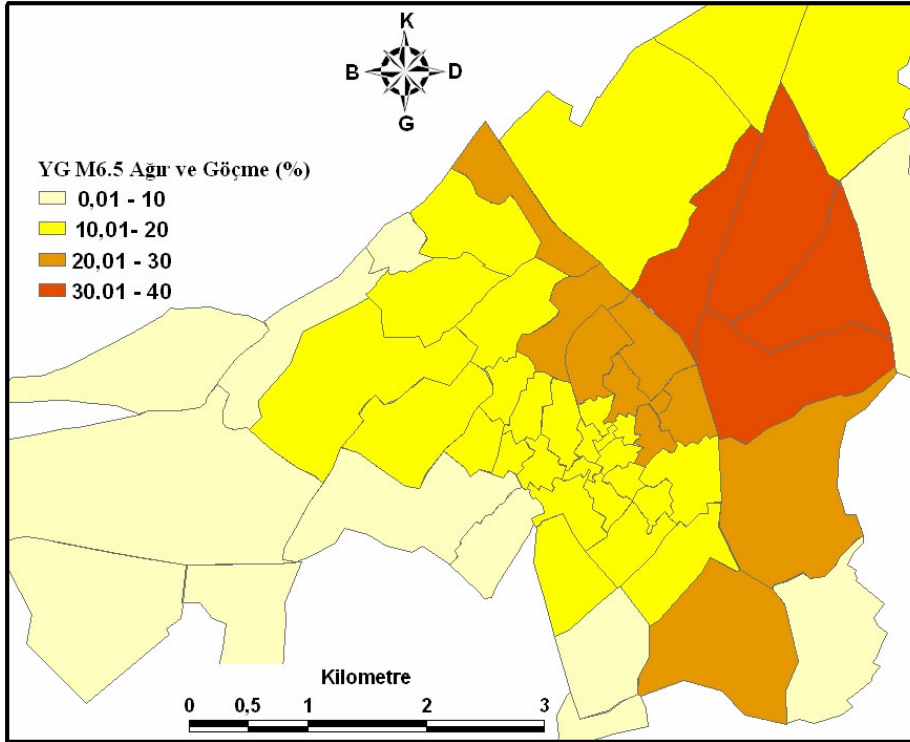


(b) YG binalar

Şekil 5.28 Pamukkale Fayı M6.3 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri

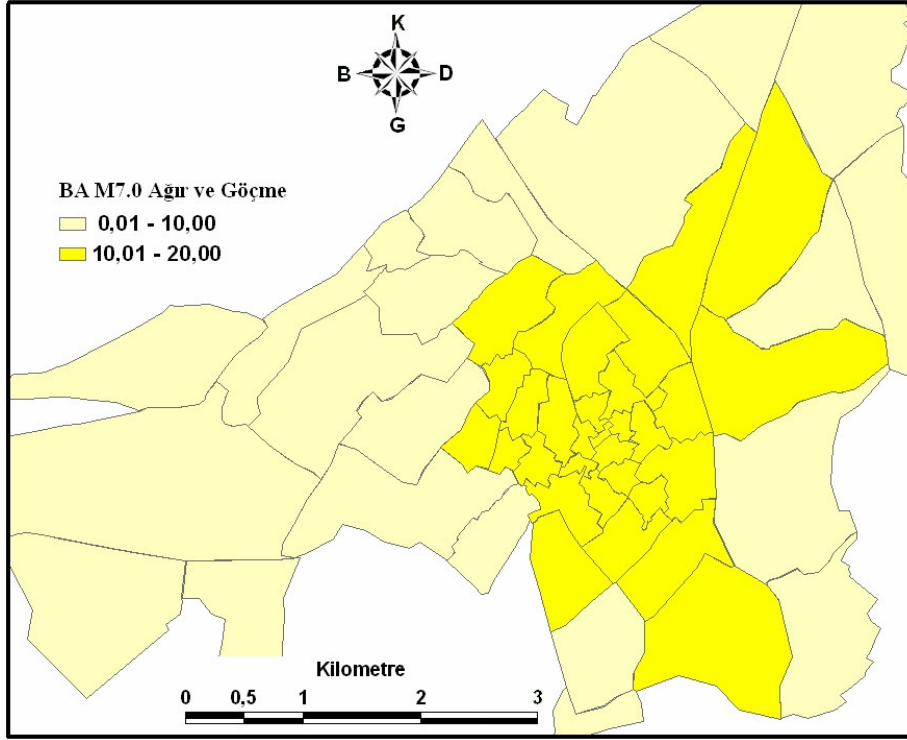


(a) BA binalar

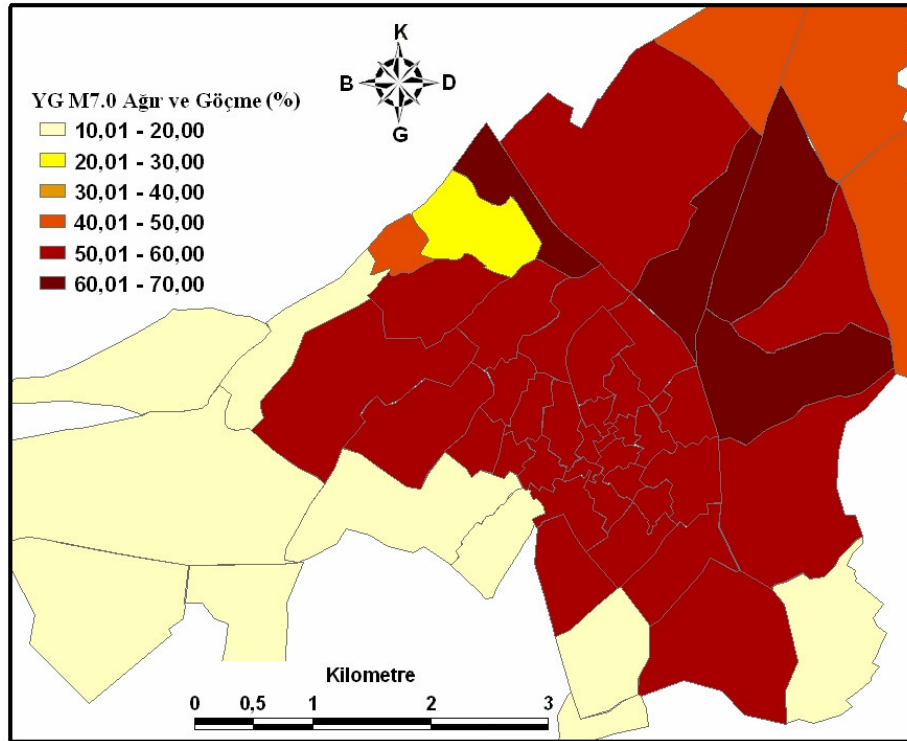


(b) YG binalar

Şekil 5.29 Pamukkale Fayı M6.5 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri



(a) BA binalar



(b) YG binalar

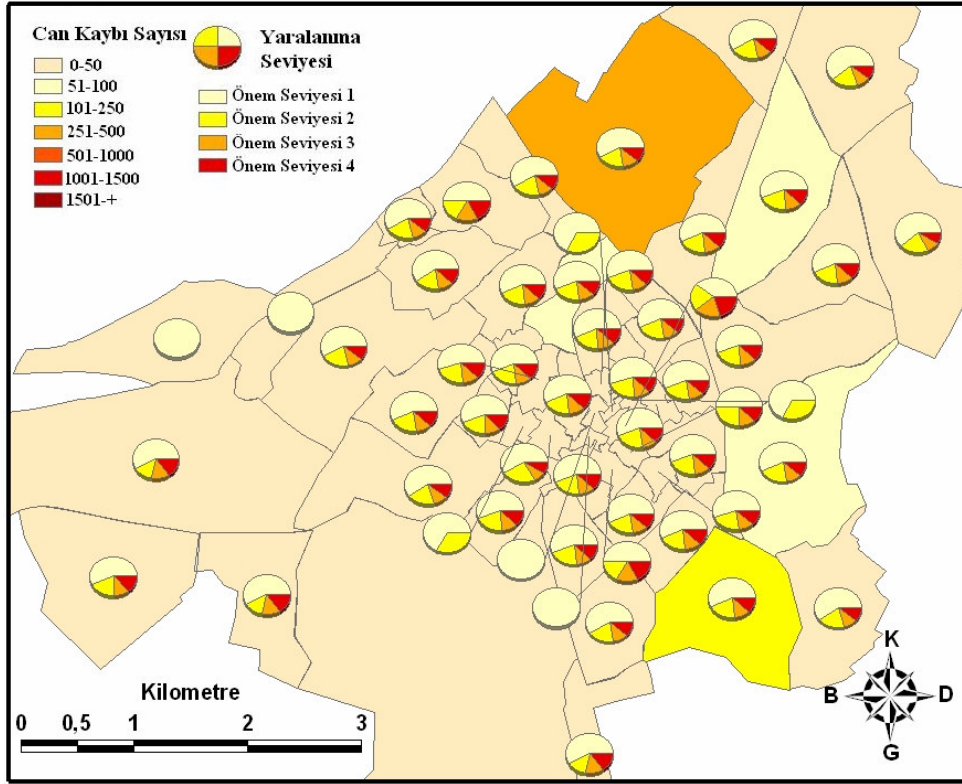
Şekil 5.30 Pamukkale Fayı M7.0 için göçme ve ağır hasarlı bina yüzdeleri

#### 5.4 Can Kaybı ve Yaralı Sayısı

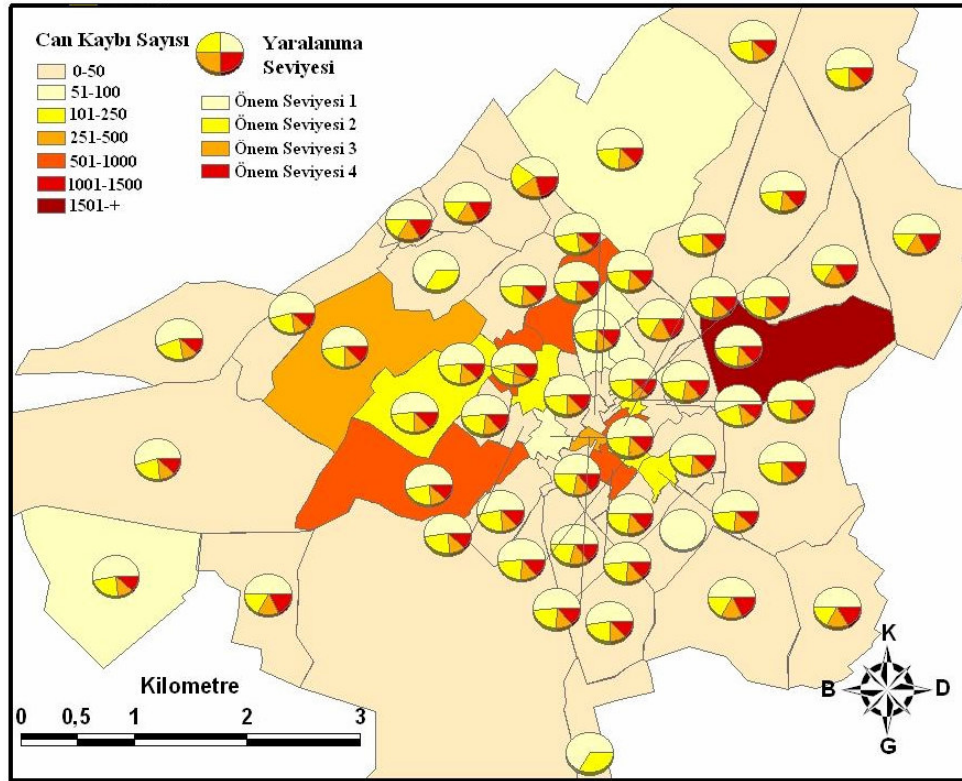
PAÜ yaklaşımında olduğu gibi senaryo depremi sonucunda ölü ve yaralı sayısının belirlenmesinde HAZUS (1999) yöntemi kullanılmıştır. HAZUS (1999) yönteminde yapısal hasar ve ölü, yaralı sayıları arasında doğrudan bir bağlantı kurulmakta ve değişik bina tiplerinin her bir hasar derecesi için, her bir yaralanma derecesine tekabül eden bina sakinlerinin yaralanma oranları verilmektedir. HAZUS (1999) yöntemi İDRY (2003) tarafından Türkiye’de geçmiş depremlerde gözlenen ölü ve yaralı sayıları dikkate alınarak Türkiye’ye uygun hale getirilmiştir. Verilen değerler akşam saatlerinde insanların evde olduğu düşünülerek yapılan düzenlemedir. PAÜ yaklaşımında HAZUS (1999)’de bulunan yaralanma seviyeleri ve can kaybı sayısı oranları dikkate alınarak İDRY (2003) çalışmasında Türkiye’deki betonarme binalar için hazırlanan katsayılar kullanılmıştır. HAZUS (1999)’daki yığma binalar ve betonarme binalar arasındaki katsayıların oranları dikkate alınarak betonarme binalar için İDRY (2003)’de verilen tablo yığma binalar için hazırlanmıştır. Bu bölümde de aynı katsayılar kullanılmıştır.

Binalarda oturan insan sayısı hesaplanırken PAÜ yaklaşımında olduğu gibi her dairede ortalama dört kişinin oturduğu varsayılmıştır. 1-2 katlı binaların hepsinin bir katta tek daire, 3-5 katlı binaların yarısının tek daire, yarısının çift daire olduğu, 6 ve üzeri katlı binaların hepsinin çift daire olduğu varsayılarak hesaplanmıştır. Önem seviyesi 1 için yaralanma sayısı hesaplanırken, hafif, orta, ağır, göçme hasarlarında bulunan bina sayıları ile insan sayısının çarpımı sonucu çıkan değerler toplanıyor. Can kaybı hesaplanırken önem seviyesi 3 değerinin 1/3 ile önem seviyesi 4’ün tamamı toplanarak elde edilir.

Yukarıdaki yaklaşımla Denizlide betonarme binalarda yaklaşık 220000, yığma binalarda yaklaşık olarak 80000 kişi yaşadığı tahmin edilmektedir. Karakova- Akhan fayı M6.0 depremi için, değişik yaralanma seviyelerinde risk altında olan insan sayısı yaklaşık 7700, can kaybı sayısı yaklaşık 1200’dür. Karakova- Akhan fayında M7.0 depremi için değişik yaralanma seviyelerinde risk altında olan insan sayısı yaklaşık 24700, can kaybı sayısı yaklaşık 3700’dür. Risk altında olan insan sayısı depremin büyüklüğü ile oldukça fazla artmaktadır. Bu oranları her bir deprem senaryosu için ayrıntılı olarak yaralanma seviyeleri ve can kaybı sayısı dağılımlarıyla birlikte Şekil 5.31-Şekil 5.38 şekillerinde görülmektedir.

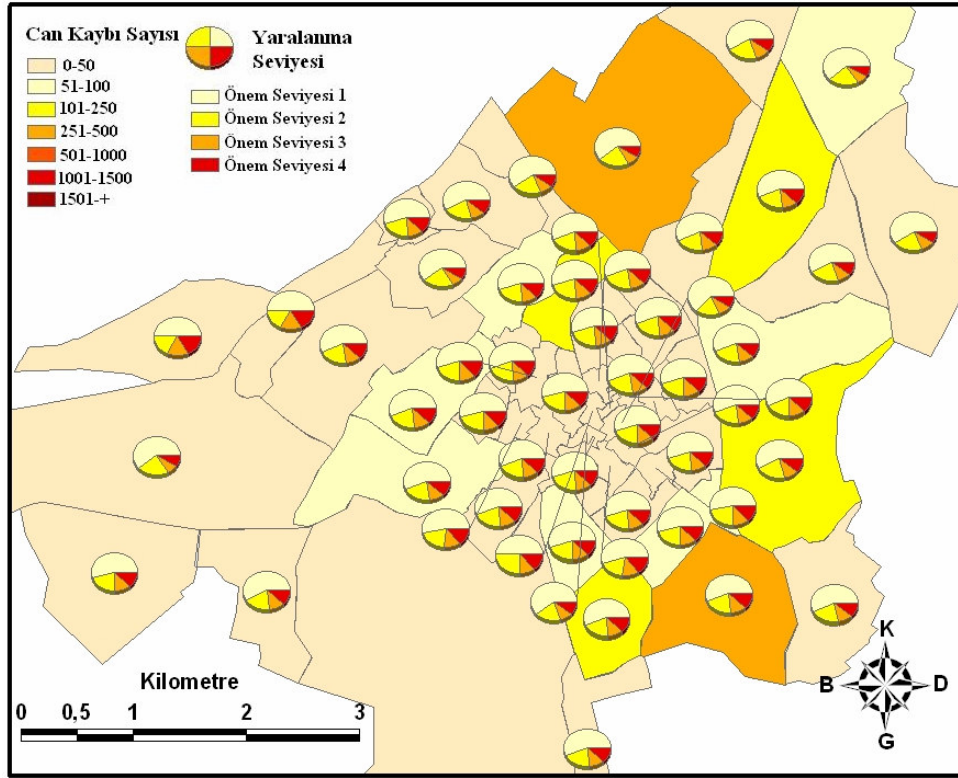


(a) Betonarme binalar

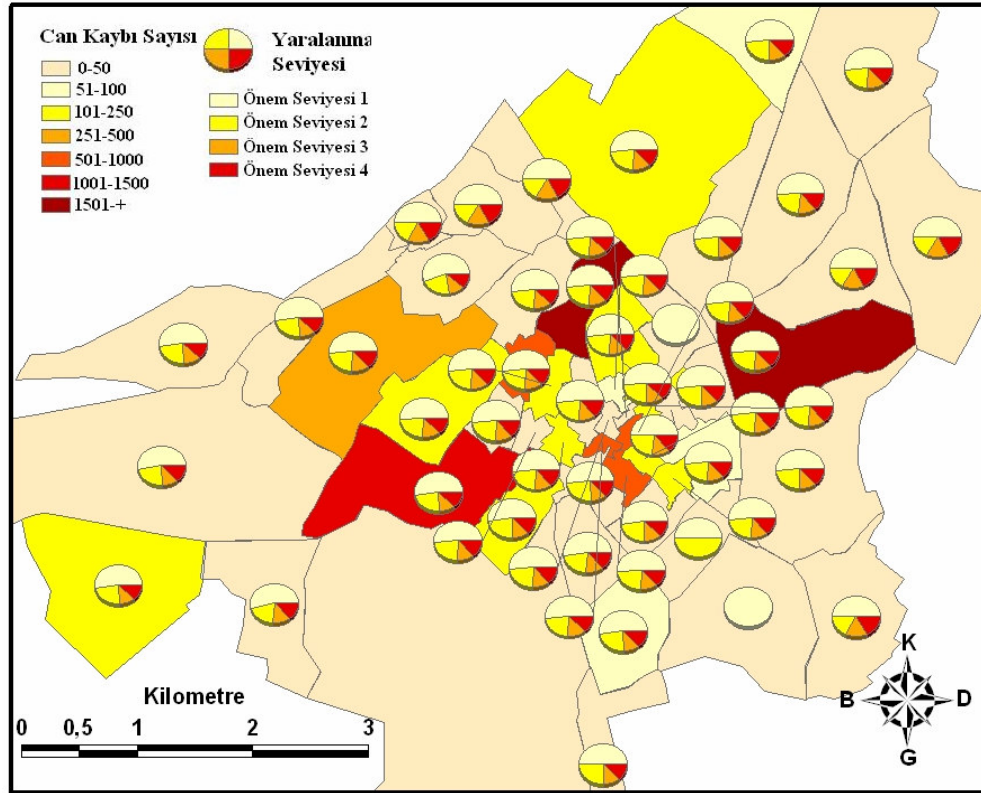


(b) Yığma binalar

**Şekil 5.31** Karkova-Akhan fayı M6.0 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri

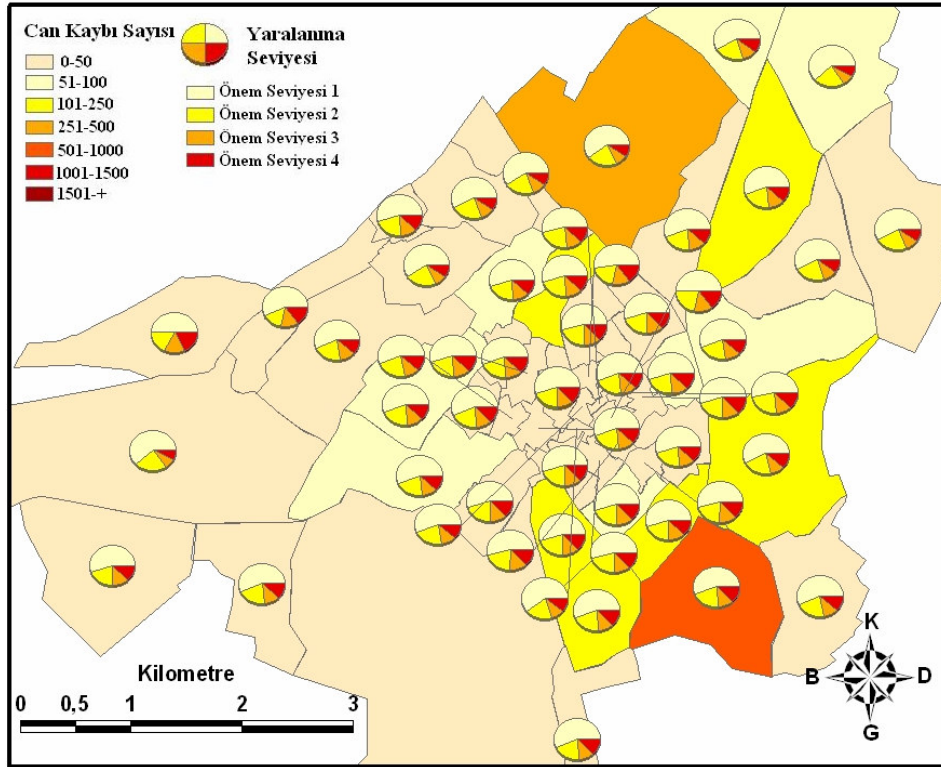


(a) Betonarme binalar

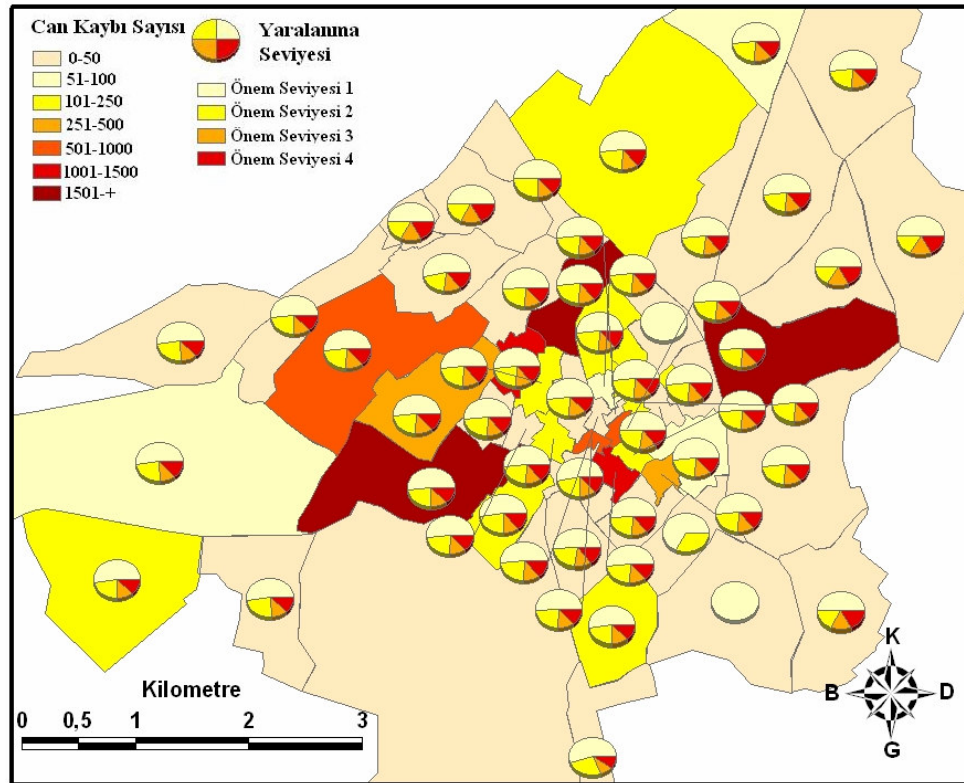


(b) Yığma binalar

Şekil 5.32 Karakova-Akhan fayı M6.3 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri

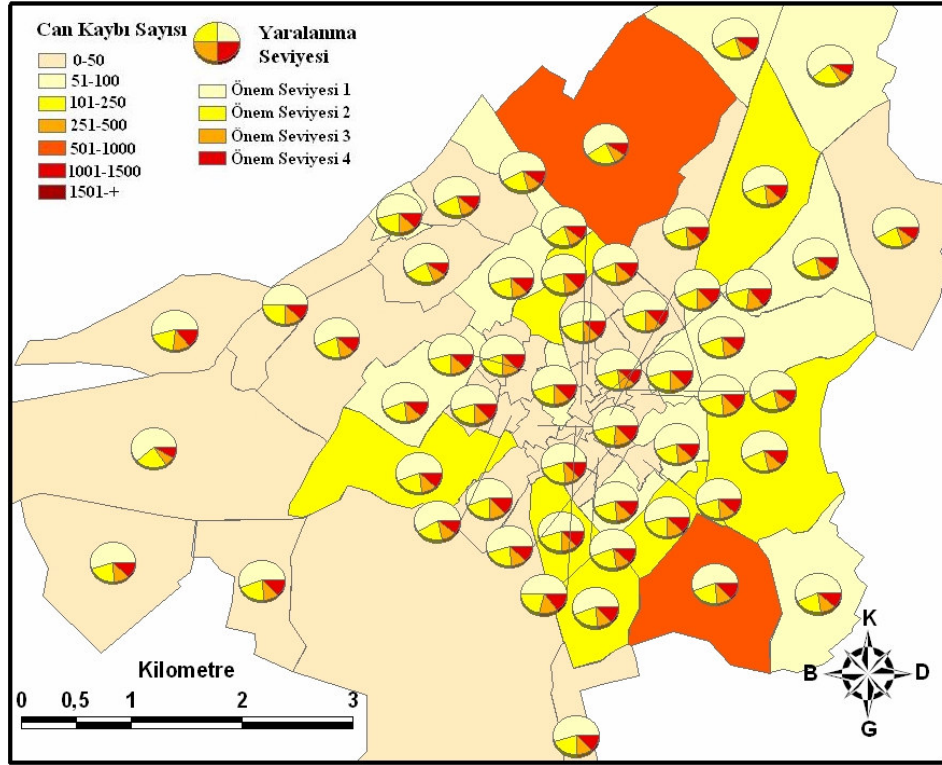


(a) Betonarme binalar

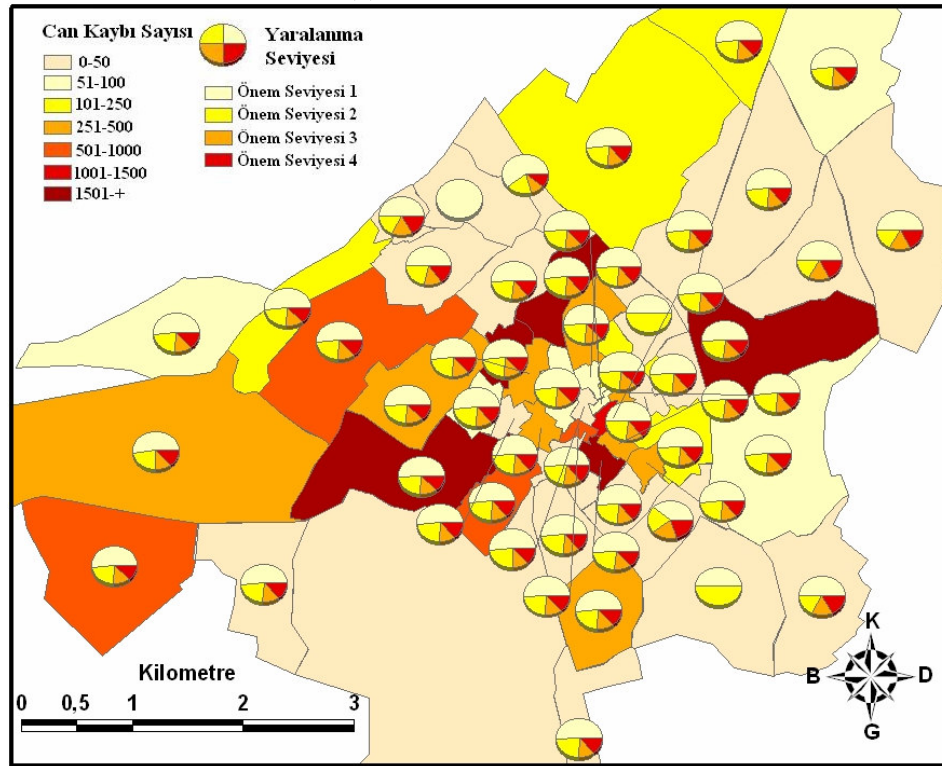


(b) Yığma binalar

Şekil 5.33 Karakova-Akhan fayı M6.5 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri



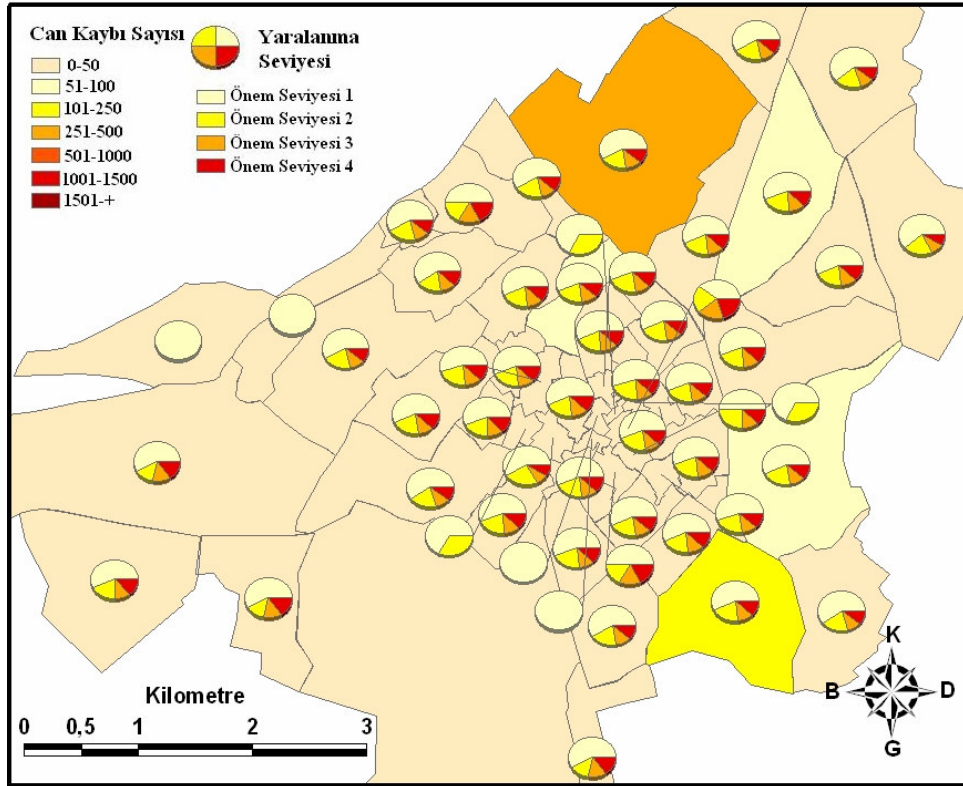
(a) Betonarme binalar



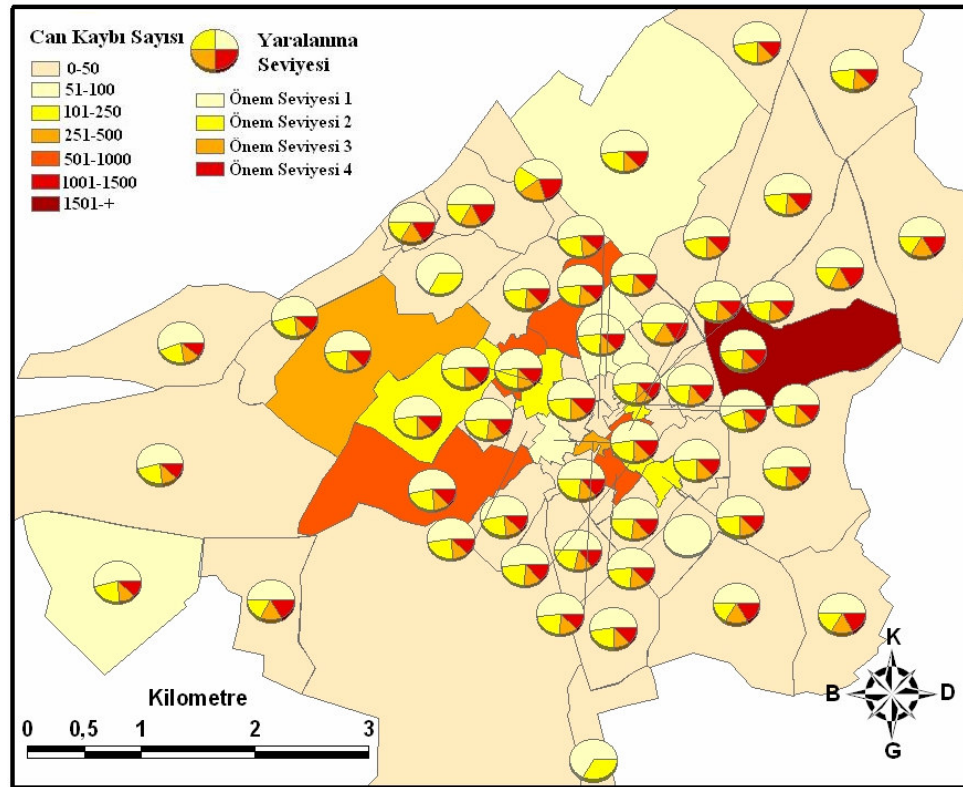
(b) Yığma binalar

**Şekil 5.34** Karakova-Akhan fayı M7.0 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri



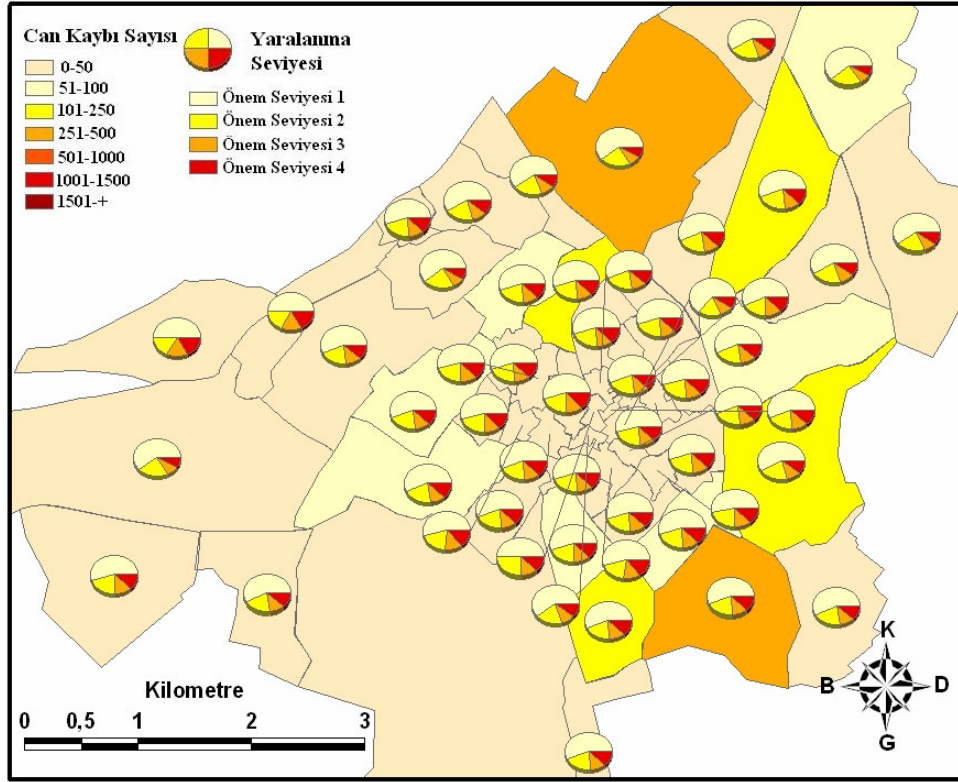


(a) Betonarme binalar

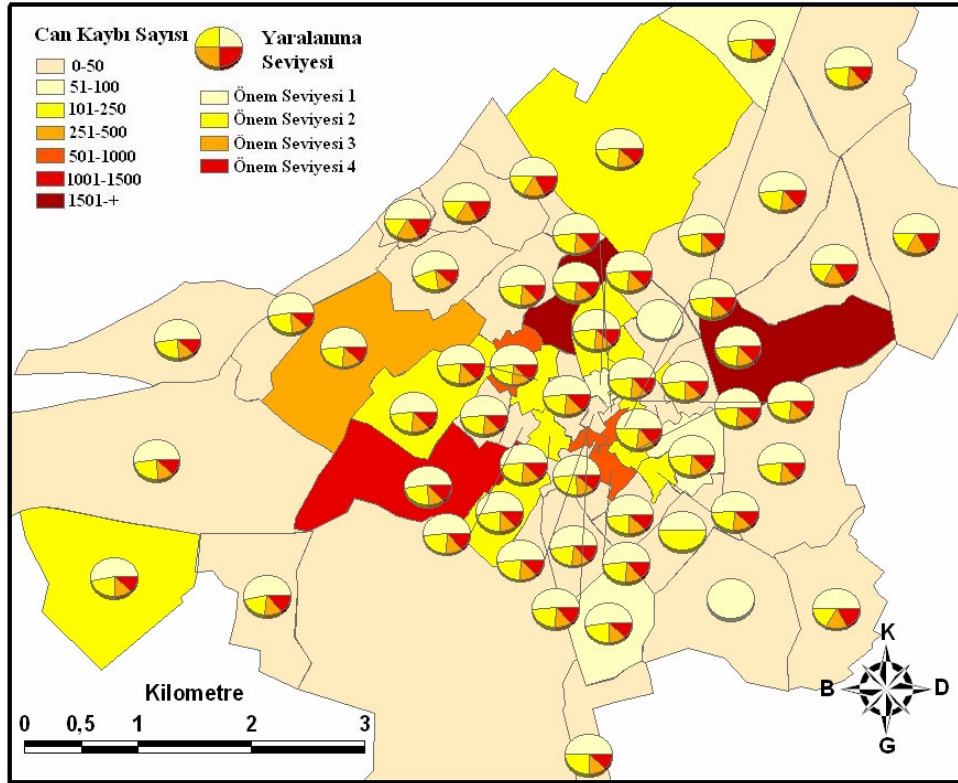


(b) Yığma binalar

Şekil 5.35 Pamukkale fayı M6.0 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri

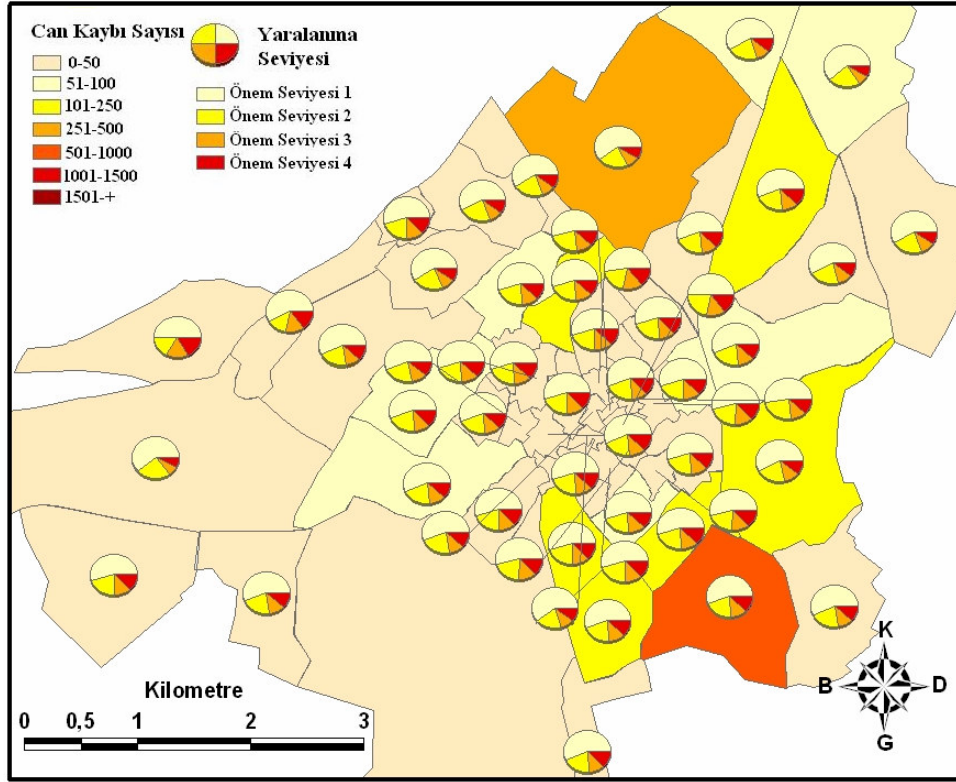


(a) Betonarme binalar

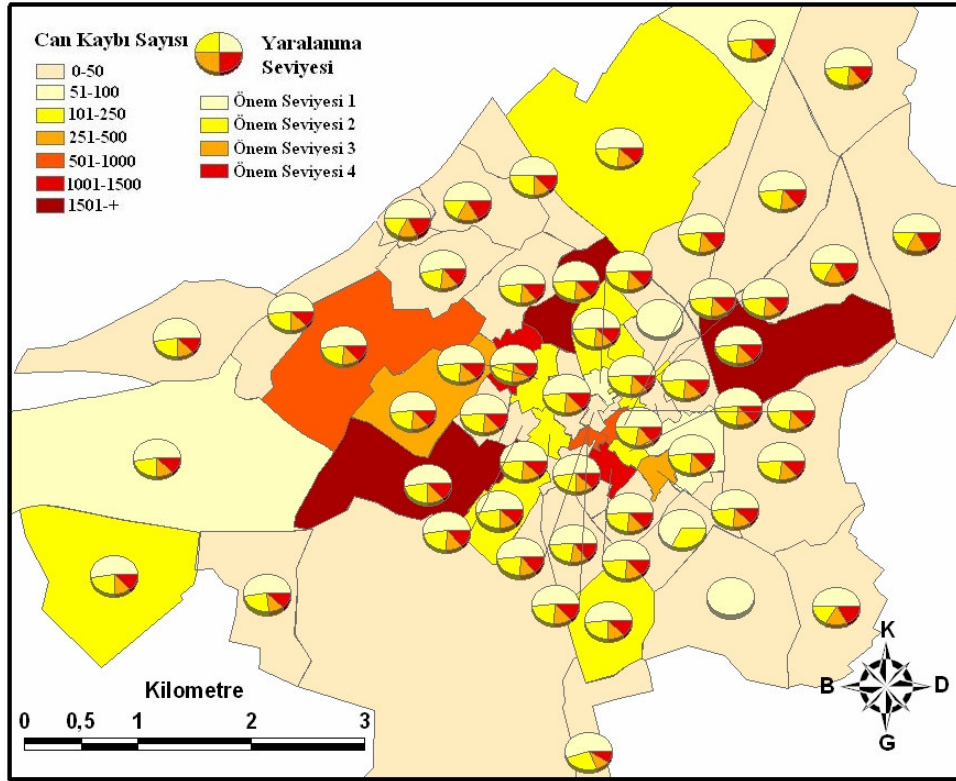


(b) Yığma binalar

Şekil 5.36 Pamukkale fayı M6.3 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri

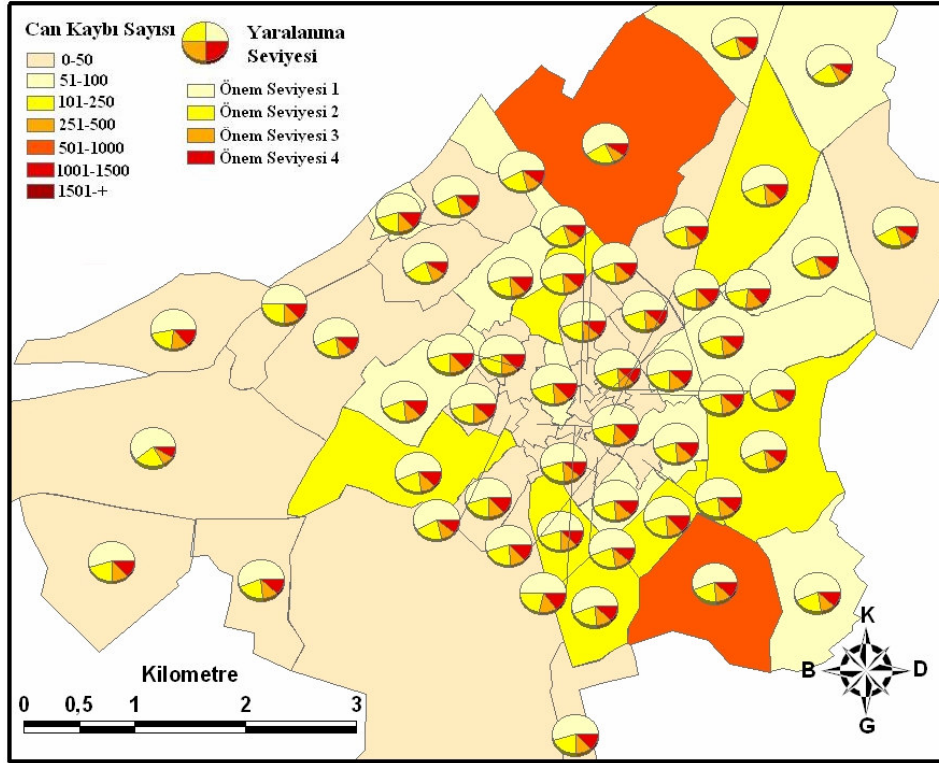


(a) Betonarme binalar

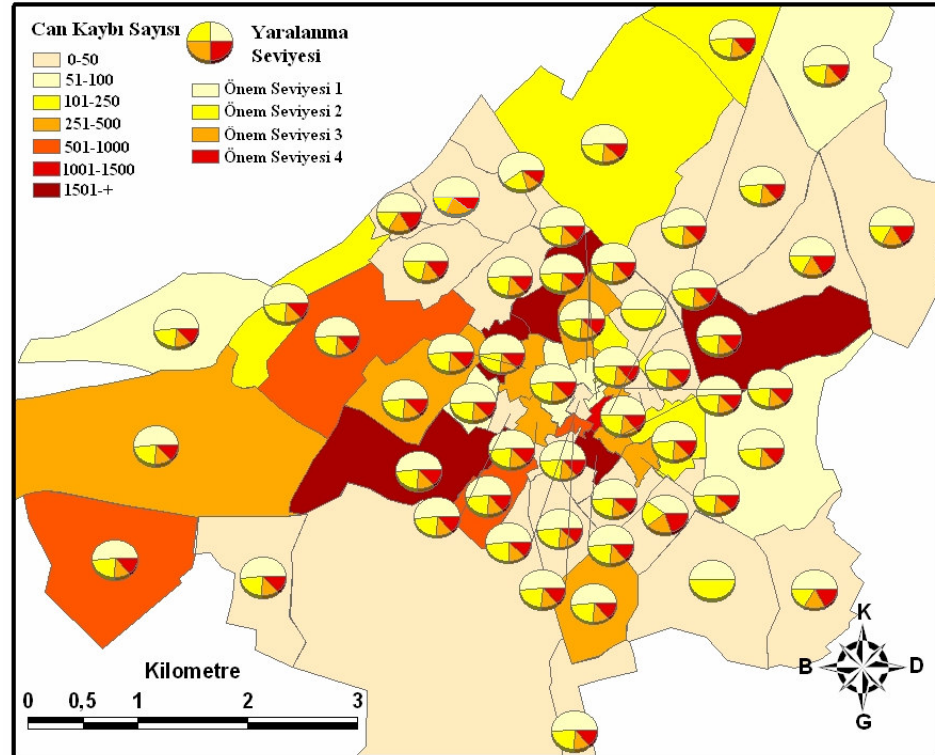


(b) Yığma binalar

Şekil 5.37 Pamukkale fayı M6.5 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri



(a) Betonarme binalar



(b) Yığma binalar

Şekil 5.38 Pamukkale fayı M7.0 senaryo depreminde mahalle bazında yaralı tahminleri

## 6. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ ÜZERİNDE HIZLI DEĞERLENDİRME METODLARININ UYGULANABİLECEĞİ YAZILIM: DEPREMRİSK-BİNA

### 6.1.Giriş

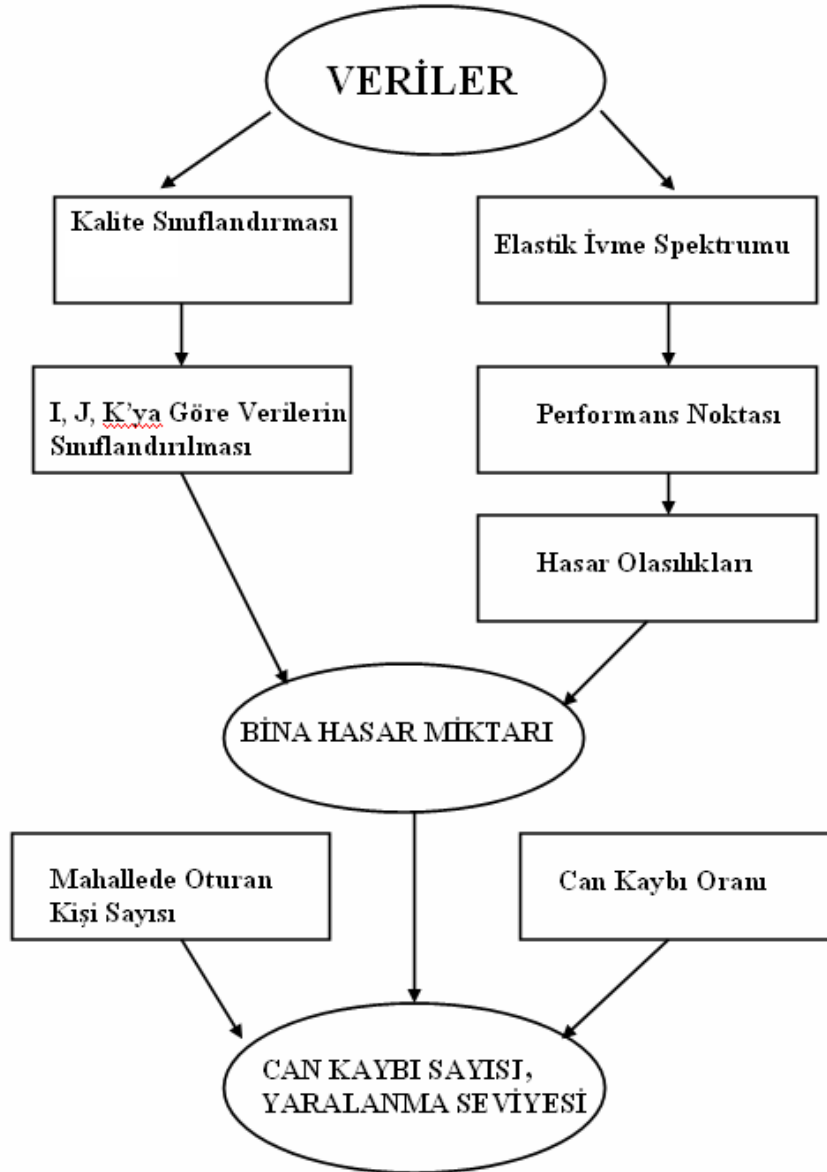
Ülkemizde yaşanan son depremlerde oluşan hasarların azaltılmasına yönelik olarak, dışardan binaların gözlemlenebilen özellikleri ile binaların hızlı bir şekilde değerlendirilmesi ve bu değerlendirme sonucu yerel yönetimlerin beklenen risk seviyelerine göre düzenlemeler yapması gerekmektedir. Afet öncesinde binalarda iyileştirmeye yönelik yapılacak her çalışma deprem sonrasında hem can, hem de mal kaybının azalmasını sağlayacaktır. Bedeli biçilemeyecek olan insan kaybını en aza indirmek için afet sonrasında acil müdahale ekiplerini olay yerlerine hızlı bir şekilde yönlendirmek afet öncesinde yapılan çalışmaların bir ürünüdür.

Tezin üçüncü ve beşinci bölümlerinde PAÜ yaklaşımı kullanılarak Denizli’de mahalle bazında bina hasarları ile muhtemel hasarlarda oluşabilecek yaralanma ve can kayıpları konusu işlenmişti. Bu bölümde PAÜ yaklaşımında binalar için istenilen verilerin toplanması halinde, PAÜ yaklaşımıyla elde edilebilen bina hasarları, can kaybı sayısı ve yaralanma seviyesi sonuçlarını mahalle bazında verebilen DepremRisk-Bina programı yazılmıştır. DepremRisk-Bina programı CBS programlarından olan ArcView, ArcMap programları altında çalışmakta, sonuçları bu programlarda görüntülenebilmektedir.

### 6.2. DepremRisk-Bina Çalışma Prensipleri

DepremRisk-Bina, C# ve Delphi programları kullanılarak yazılan, özellikle üçüncü bölümde anlatılan PAÜ yaklaşımının ArcView, ArcMap ortamında adım adım uygulanabilmesini sağlayan bir programdır. Pilot bölge için yapılan veri toplama işleminde toplanan veriler excel programı kullanılarak dijital hale getirilmiştir. C# ve Delphi programları kullanılarak yazılan DepremRisk-Bina ile excel programında bulunan veriler access veri tabanına atılarak verilerin üçüncü bölümde anlatılan veri puanlaması ile puan hesapları yapıp, bina taşıyıcı sistem türü (I), yapım yılına (J) ve kaliteye (K) göre sınıflandırılma işlemi yapılmaktadır. DepremRisk-Bina’nın akış diyagramı Şekil 6.1’de görülmektedir. Hangi deprem büyüklüğü için analiz yapılacak

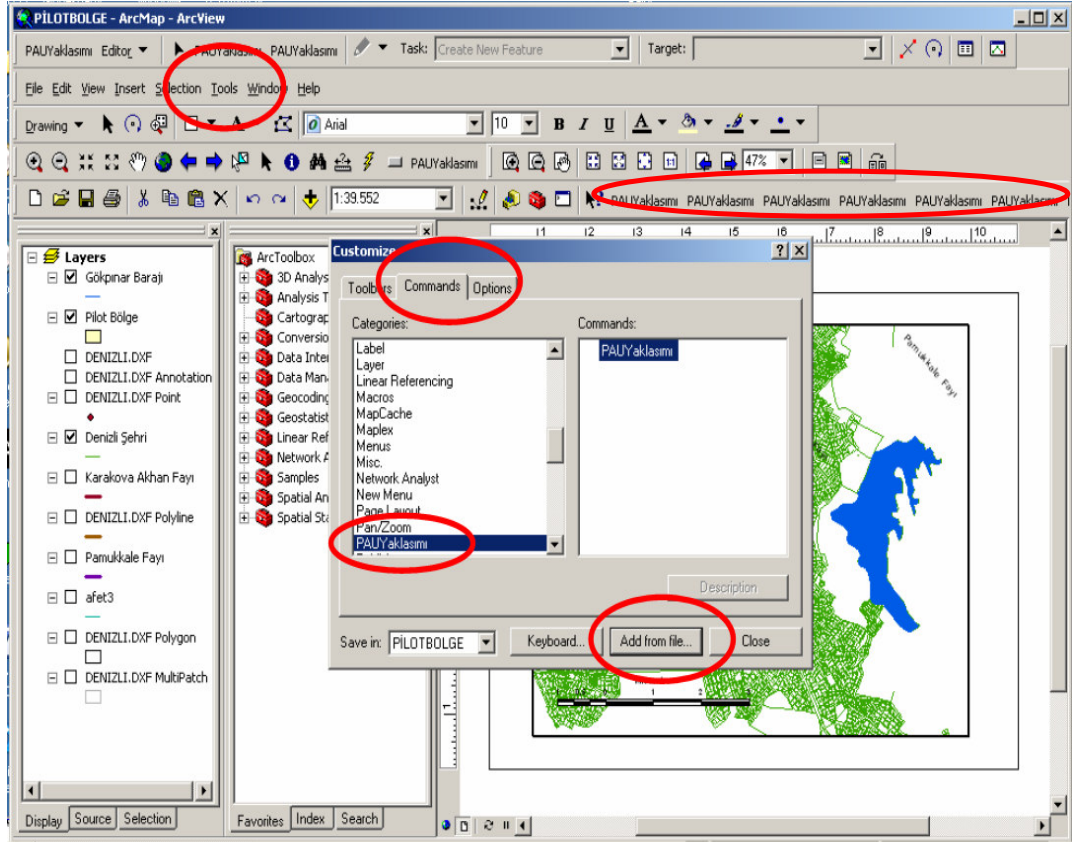
ise o depremin elastik ivme spektrumu veri tabanına aktarılmakta, bu ivme spektrumu göz önüne alınarak performans noktaları hesaplanıp hasar olasılık yüzdelere geçiş yapılmaktadır. Eğer veriler doğrudan CBS altında girildiyse sınıflandırma işlemi doğrudan gerçekleştirilmektedir. Bu hasar olasılık yüzdeleri ile I, J, K'ya göre sınıflandırılan bina verileri çarpılarak bina hasarları hesaplanmaktadır. Binalarda oturan insan sayıları üçüncü bölümde olduğu gibi her dairede ortalama dört kişinin oturduğu varsayılarak mahalledeki insan sayısı belirlenir. Yine üçüncü bölümde anlatıldığı üzere HAZUS (1999) ve IDMP (2000) yaklaşımıyla can kaybı sayısı ve yaralanma seviyeleri hesaplanır.



Şekil 6.1 DepremRisk-Bina'nın akış diyagramı

### 6.3. DepremRisk-Bina Kullanım Yöntemleri

DepremRisk-Bina ArcView, ArcMap programları altında çalışabilecek şekilde ayrı bir yazılım olarak hazırlanmıştır. DepremRisk-Bina ArcView, ArcMap programları ekranlarına eklenebilmekte ve analizler bu ekran üzerinde görüntülenebilmektedir. DepremRisk-Bina'yı ArcView, ArcMap programında ekleyebilmek için, ArcView, ArcMap programında Tools başlığına tıklanarak customize seçeneği seçilmelidir. Customize komutunun arayüzü Şekil 6.2'de görülmektedir. Burada command seçeneği seçilmeli, Add from file seçeneğinden DepremRisk-Bina programının olduğu dosya seçilmelidir. DepremRisk-Bina'nın bulunduğu klasörde bin klasörünün altındaki debug dosyasının içinde bulunan tlb uzantılı dosya seçilmelidir. Bu işlemden sonra ArcView, ArcMap ekranında PAÜ yaklaşımı isimli butonun eklendiği görülecektir. Bu buton sürüklenerek ArcView ekranındaki araç çubuklarının yanında bir yere bırakılır ve böylece ArcView, ArcMap ekranında kullanılır hale getirilir (Şekil 6.2).



Şekil 6.2 DepremRisk-Bina'nın ArcView programına eklenmesi

### 6.3.1. Bina verilerinin veri tabanına aktarılması

PAÜ yaklaşımı butonuna basıldığında Şekil 6.3'de görülen ekran açılacaktır. Excel'de hazırlanmış olan verilerin veri tabanına atılabilmesi için Excel'den Al butonuna basıldığında Şekil 6.4 a'daki ekran görülecektir. Bu ekranda Aç butonuna basılarak hangi Excel dosyasından veri alınmak isteniyorsa seçilir ve verinin bulunduğu hücre aralığı seçilerek "Excel'den veri oku" butonuna basılır. Veri tabanına yaz butonuna basılarak ekranda görülen veriler Access veri tabanına aktarılır. Excel'e gönder seçeneğine tıklandığında Access veri tabanında bulunan tüm veriler Şekil 6.4 b'deki gibi excel'de görüntülenebilir. Şekil 6.4 a'daki ekrandan çıkılıp tekrar Şekil 6.3'deki ekrana döndüğünde güncelle butonuna basılarak veri tabanına atılmış olan yeni veriler görüntülenebilir.

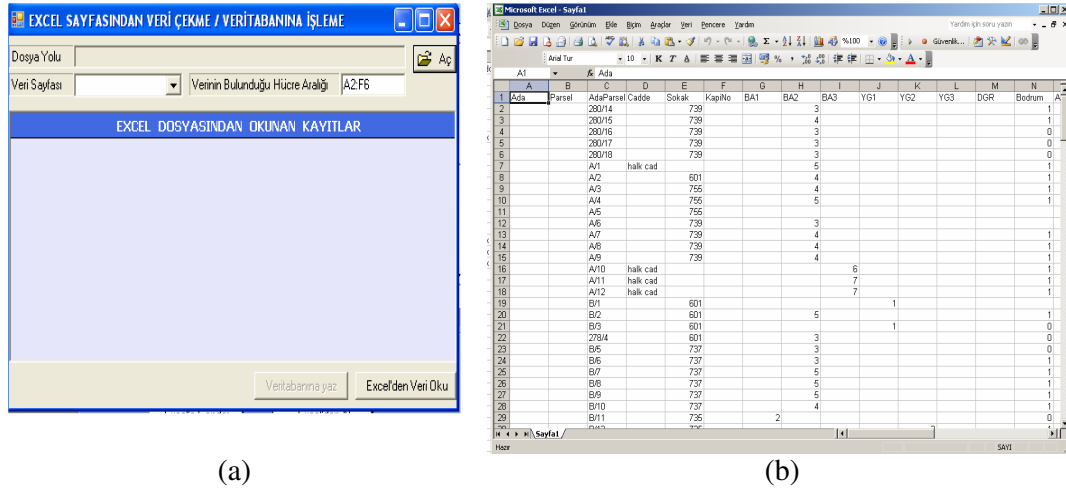
The screenshot shows a software window titled "an: Yasemin ASLANKARA - y\_aslankara@hotmail.com \*\* \*\* Hazırlay". The main area is a table with the following data:

Ada	Parsel	AdaParsel	Cadde	Sokak	KapiNo	B/
254	2	254/2	Atatürk Cad.	0	179	(nu
254	1	254/1	Atatürk Cad.	0	2	(nu
254	13	254/13	İstiklal Cad.	762	0	2
254	12	254/12	İstiklal Cad.	763	8	(nu
254	11	254/11	İstiklal Cad.	0	5	(nu
254	10	254/10	İstiklal Cad.	0	3	(nu
257	13	257/13	Atatürk bul.	(null)	11	(nu
257	12	257/12	Atatürk bul.	(null)	(null)	(nu
257	11	257/11	Atatürk Cad.	(null)	10	(nu
257	10	257/10	Atatürk Cad.	765	10	(nu
257	9	257/9	Atatürk Cad.	765	8	(nu
257	7	257/7	Atatürk Cad.	762	22	(nu

Below the table, there are five buttons: "Yenile", "Güncelle", "Excel'e Gönder", "Excel'den Al", and "Hesaplamalar".

Şekil 6.3 Veri tabanına veri ekleme





**Şekil 6.4** DepremRisk-Bina programında a) Excel programından veri alma, b) Excel programına veri gönderme

### 6.3.2. Bina verilerinin puan değerlendirilmesinin yapılması, bina performans noktası, hasar miktarları, can kaybı sayısı ve yaralanma seviyelerinin hesaplanması

Şekil 6.5 ekranında görülen “Puan Hesapla” butonuna basıldığında üçüncü bölümde anlatılan bina puanları ve parametrelerini göz önüne alarak her bir binanın kalite puanı hesaplanabilmektedir. “Hesaplanan Puanları i, j, k’ya Göre Grupla” butonuna basıldığında binalar taşıyıcı sistem türleri, yapım tarihleri, aldıkları kalite puanına göre gruplanarak bina verilerinde kaç tane aynı gruba düşen bina olduğu hesaplanmaktadır. “Hasar Miktarını Hesapla” butonuna basıldığında Şekil 6.6’da görülen ekran görülmektedir. “Performans Noktasını Hesapla” butonuna basıldığında üçüncü bölümde anlatıldığı gibi, her i, j, k grubu için performans değeri hesaplanmakta ve veri tabanına yazdırılmaktadır. “Hasar olasılıklarını hesapla” butonu ile hasar olasılıklarının hesabı PAÜ yaklaşımı kullanılarak yapılmakta, veri tabanına yazdırılmaktadır. “Mahalle hasarları hesapla” butonuna basılarak, mahalle bazında hasar seviyelerine göre hasar miktarları hesaplanmaktadır. “Can kaybı sayısı, yaralanma seviyesi hesapla” butonuna basıldığında önem seviyelerine göre yaralanma seviyeleri hesaplanmakta, ayrı bir sütunda da can kaybı sayısı hesaplanmaktadır. DepremRisk-Bina programının ana kodları EK-1’de verilmiştir.

Pamukkale Üniversitesi

id	Tur	Yıl	Kalite
2	BA1	1975+	ORTA
3	BA1	1975+	KÖTÜ
4	BA1	1975-	İYİ
5	BA1	1975-	ORTA
6	BA1	1975-	KÖTÜ
7	BA2	1975+	İYİ
8	BA2	1975+	ORTA
9	BA2	1975+	KÖTÜ
10	BA2	1975-	İYİ
11	BA2	1975-	ORTA
12	BA2	1975-	KÖTÜ
13	BA3	1975+	İYİ
14	BA3	1975+	ORTA
15	BA3	1975+	KÖTÜ
16	BA3	1975-	İYİ
17	BA3	1975-	ORTA
18	BA3	1975-	KÖTÜ
19	YG1	1975+	İYİ
20	YG1	1975+	ORTA
21	YG1	1975+	KÖTÜ
22	YG1	1975-	İYİ
23	YG1	1975-	ORTA
24	YG1	1975-	KÖTÜ
25	YG2	1975+	İYİ
26	YG2	1975+	ORTA
27	YG2	1975+	KÖTÜ
28	YG2	1975-	İYİ
29	YG2	1975-	ORTA
30	YG2	1975-	KÖTÜ

Puan Hesapla

Hesaplanan Puanları 'i,j,k' ya Göre Grupla

*i: Yapım Türü j: Yapım Yılı*  
*k: Kalite*

Hasar Miktarını Hesapla

id	İk	toplam	Mahalle
1	111	0	eskimuflu
2	112	0	eskimuflu
3	113	4	eskimuflu
4	121	0	eskimuflu
5	122	0	eskimuflu
6	123	2	eskimuflu
7	211	0	eskimuflu
8	212	5	eskimuflu
9	213	9	eskimuflu
10	221	1	eskimuflu
11	222	11	eskimuflu
12	223	8	eskimuflu
13	311	0	eskimuflu
14	312	0	eskimuflu
15	313	0	eskimuflu
16	321	3	eskimuflu
17	322	0	eskimuflu
18	323	0	eskimuflu
19	411	0	eskimuflu
20	412	0	eskimuflu
21	413	14	eskimuflu
22	421	0	eskimuflu
23	422	0	eskimuflu
24	423	2	eskimuflu
25	511	0	eskimuflu
26	512	1	eskimuflu
27	513	0	eskimuflu
28	521	0	eskimuflu
29	522	0	eskimuflu
30	523	0	eskimuflu

Şekil 6.5 Veri puanlarının hesaplanması, hesaplanan verilerin i, j, k ya göre gruplanması ve değer hesaplanması

Pamukkale Üniversitesi

id	Tur	Yıl	Kalite
2	BA1	1975+	ORTA
3	BA1	1975+	KÖTÜ
4	BA1	1975-	İYİ
5	BA1	1975-	ORTA
6	BA1	1975-	KÖTÜ
7	BA2	1975+	İYİ
8	BA2	1975+	ORTA
9	BA2	1975+	KÖTÜ
10	BA2	1975-	İYİ
11	BA2	1975-	ORTA
12	BA2	1975-	KÖTÜ
13	BA3	1975+	İYİ
14	BA3	1975+	ORTA
15	BA3	1975+	KÖTÜ
16	BA3	1975-	İYİ
17	BA3	1975-	ORTA
18	BA3	1975-	KÖTÜ
19	YG1	1975+	İYİ
20	YG1	1975+	ORTA
21	YG1	1975+	KÖTÜ
22	YG1	1975-	İYİ
23	YG1	1975-	ORTA
24	YG1	1975-	KÖTÜ
25	YG2	1975+	İYİ
26	YG2	1975+	ORTA
27	YG2	1975+	KÖTÜ
28	YG2	1975-	İYİ
29	YG2	1975-	ORTA
30	YG2	1975-	KÖTÜ

Performans noktasını hesapla

Hasar olasılıklarını hesapla

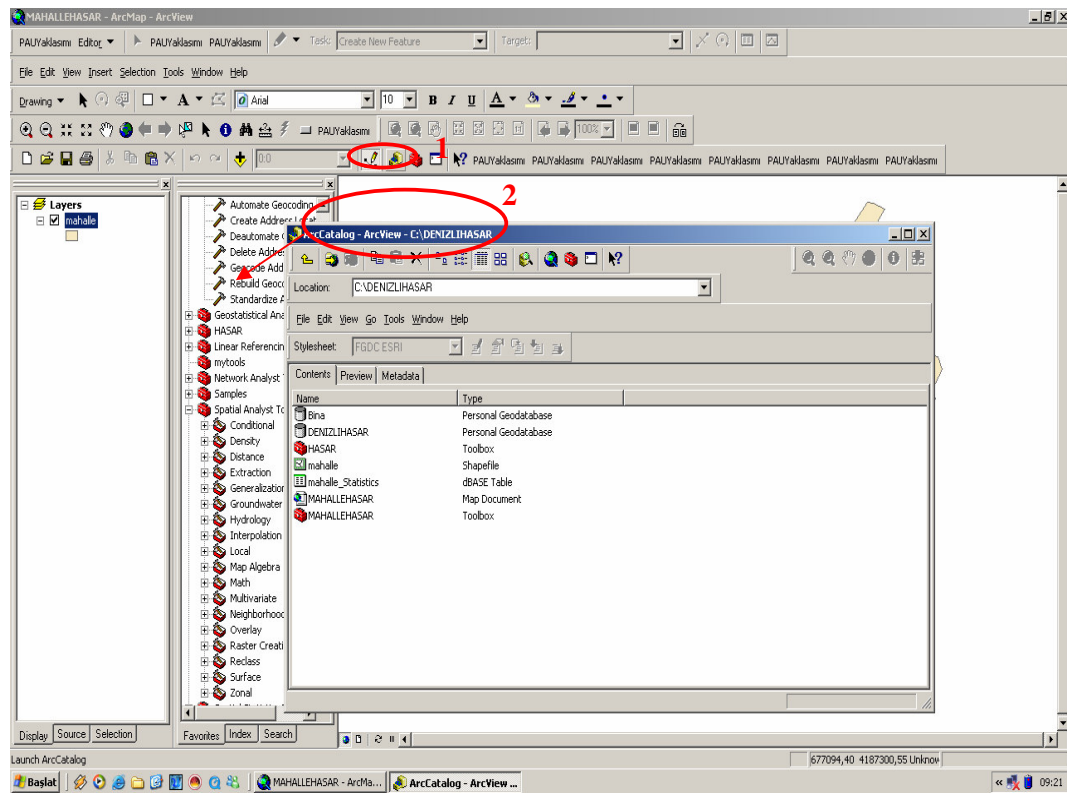
Mahalle hasarları hesapla

Can kaybı sayısı, yaralanma seviyesi hesapla

Şekil 6.6 Gruplara göre performans noktalarının hesabı ve kümülatif hasar olasılık değerlerinin hesabı

## 6.4 Bina Hasarları, Yaralanma Seviyesi ve Can Kaybı Sayılarının ArcView'de Görüntülenmesi: Denizli Örneği

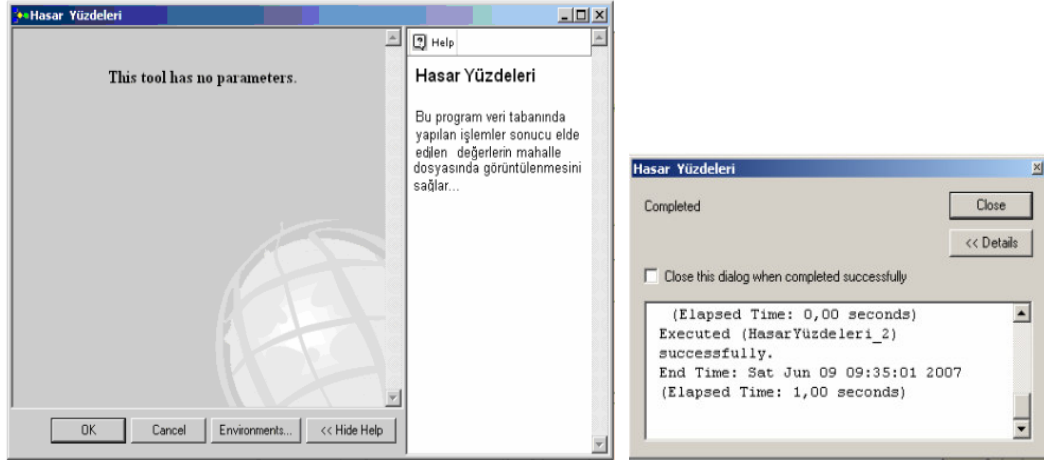
Bina hasar olasılıklarının ArcView ekranında görüntülenmesi işlemini ArcView programının içerisinde oluşturulan script sayesinde, veri tabanındaki bilgi sütunları, ArcView ekranında bulunan Denizli'nin ada ve parsel layerındaki sütunla ilişkilendirilmiştir. Oluşturulan hasar toolbox ile veri tabanındaki bilgiler ArcView ekranında görüntülenebilir hale gelmiştir. Bu işlem yapıldıktan sonra ArcView fonksiyonları kullanılarak sınıflandırılmalar yapılmıştır.



Şekil 6. 7 Hasar yüzdelerini mahalle layerına ekleme

Örneğin C:\DenizliHasar klasöründen mahallehasar.mxd projesi açılır. Bu proje içerisinde mahalle layerları bulunmaktadır. Mahalle layer'ı Denizli'de bulunan mahalle sınırlarını göstermekte ve mahalle isimleri verilerini içermektedir. Diğer bölümler de DepremRisk-Bina kullanarak yaptırılan hasar hesaplarını mahalle layer'ına ekleyebilmek için 1 numara ile gösterilen butona basılmalı, ArcCatalog açılmalıdır.

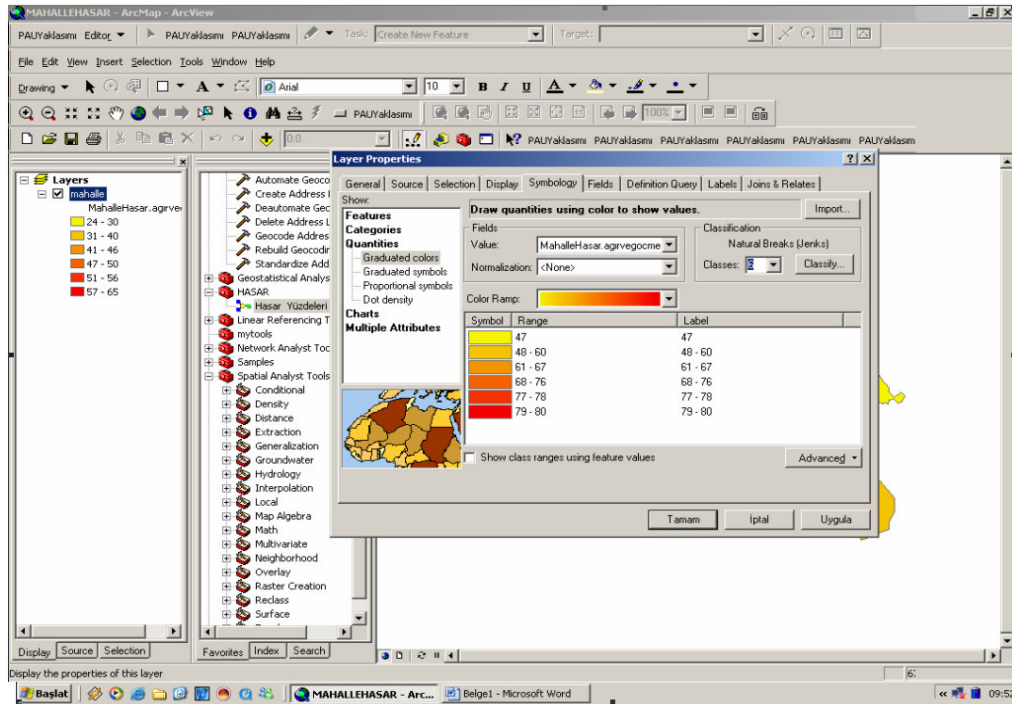
ArcCatalog ekranından C:\\DenizliHasar içersinde bulunan hasar Toolbox'ı sürüklenerek solda gösterilen Arc Toolbox ekranına bırakılmalıdır. HASAR başlığı altında görülen buton tıklandığında Şekil 6.8 a'da görülen ekran da ok butonuna basılarak veri tabanında bulunan elde edilmiş olan hasar yüzdeleri mahalle layer'ının özellik tablosunda görüntülenmesi işlemi sağlanır. Bu işlem gerçekleşirken Şekil 6.8 b'deki görülen ekran çıkacak ve işlemin tamamlandığını gösterecektir.



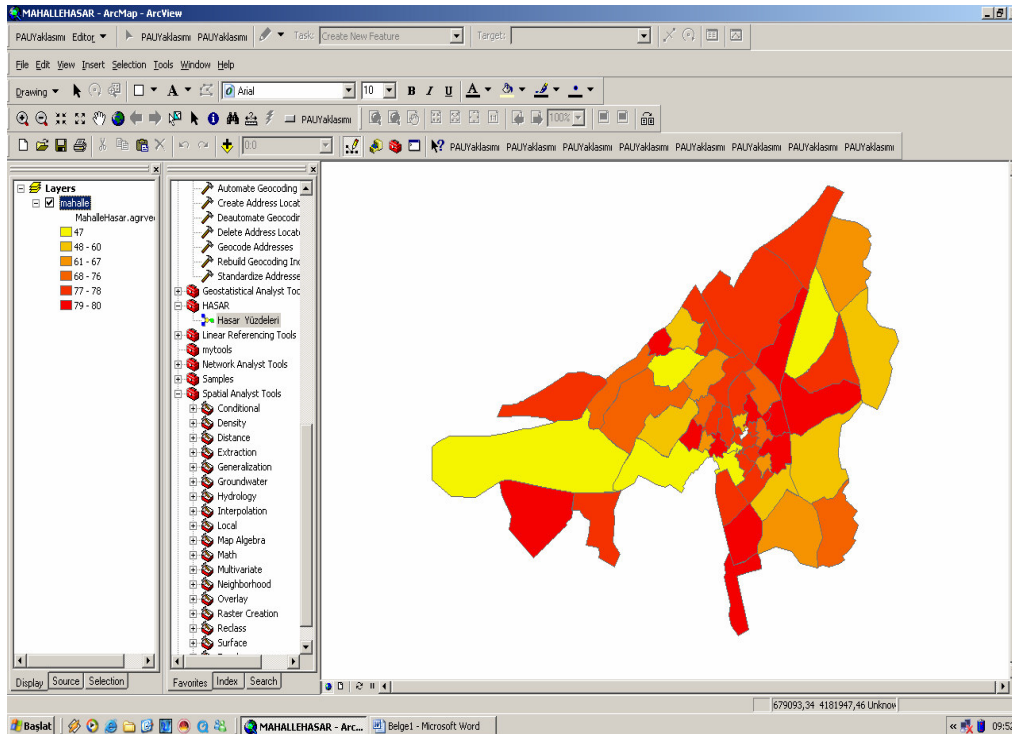
**Şekil 6. 8** Hasar yüzdeleri a) Toolbox ekranı b) Analiz ekranı

Mahalle layerının üzerine iki kere tıklandığında layer properties (layer özellikleri) çıkmaktadır. Şekil 6.9'daki ekranda Symbology seçilmeli, solda bulunan seçeneklerden Quantities, Graduated colors ekranı açılmalıdır. Value değeri olarak MahalleHasar.agırvegöçme seçeneği seçilmelidir. Uygula butonuna basıldığında Şekil 6.10'da görülen mahallelerin ağır ve göçme dağılımları görüntülenecektir.

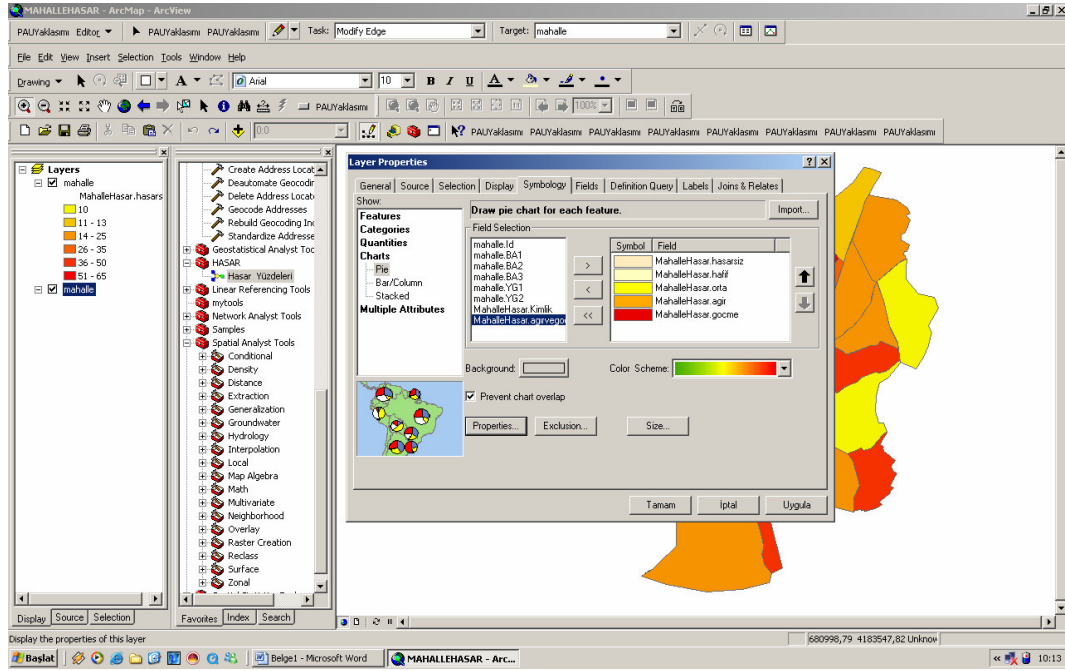
Mahallelere göre hasar dağılımları grafikler halinde görüntülemek istersek, Şekil 6.11'da sol tarafta bulunan seçeneklerden chart seçilmeli pie açılmalıdır. Hasar dağılımında görmek istediğimiz yüzdeleri seçip uygula butonuna basıldığında Şekil 6.12'deki mahallelerin hasar yüzdelerine göre dağılım grafikleri görüntülenebilir. Bu işlemler ile hesaplanmış olduğumuz hasar değerleri ArcView ekranında görüntülenmiş olur.



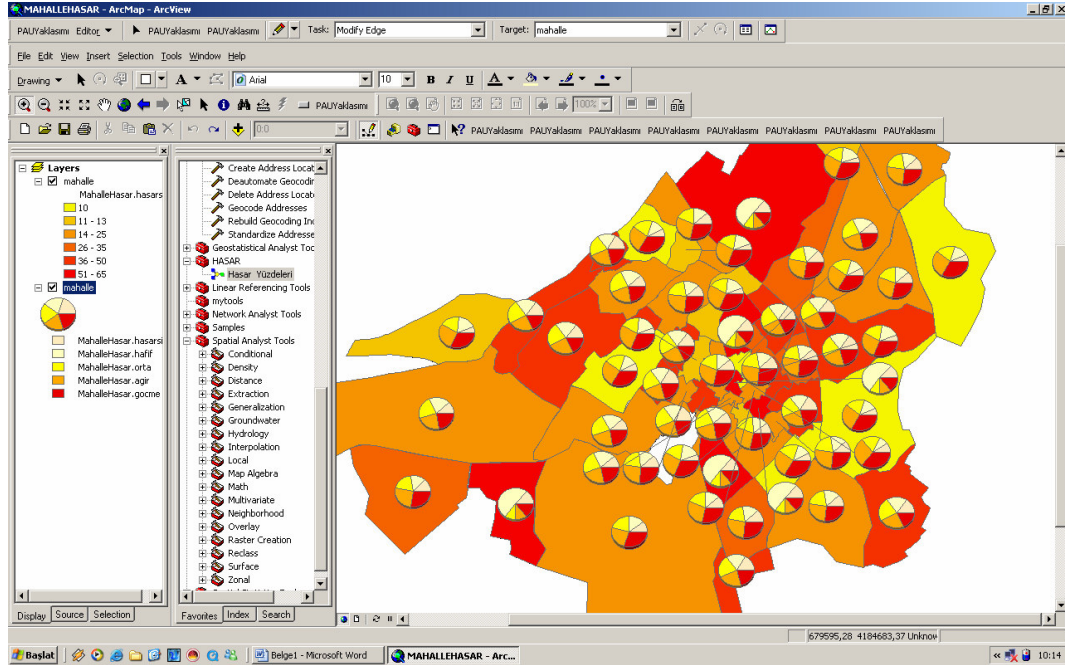
Şekil 6. 9 Mahalleleri ağır ve göçme dağılımına göre görüntüleme işlemi



Şekil 6. 10 Ağır hasarlı veya göçen bina sayılarının mahallelere göre dağılımı



Şekil 6. 11 Mahallelerin hasar yüzdelerine göre dağılım görüntüleme işlemi

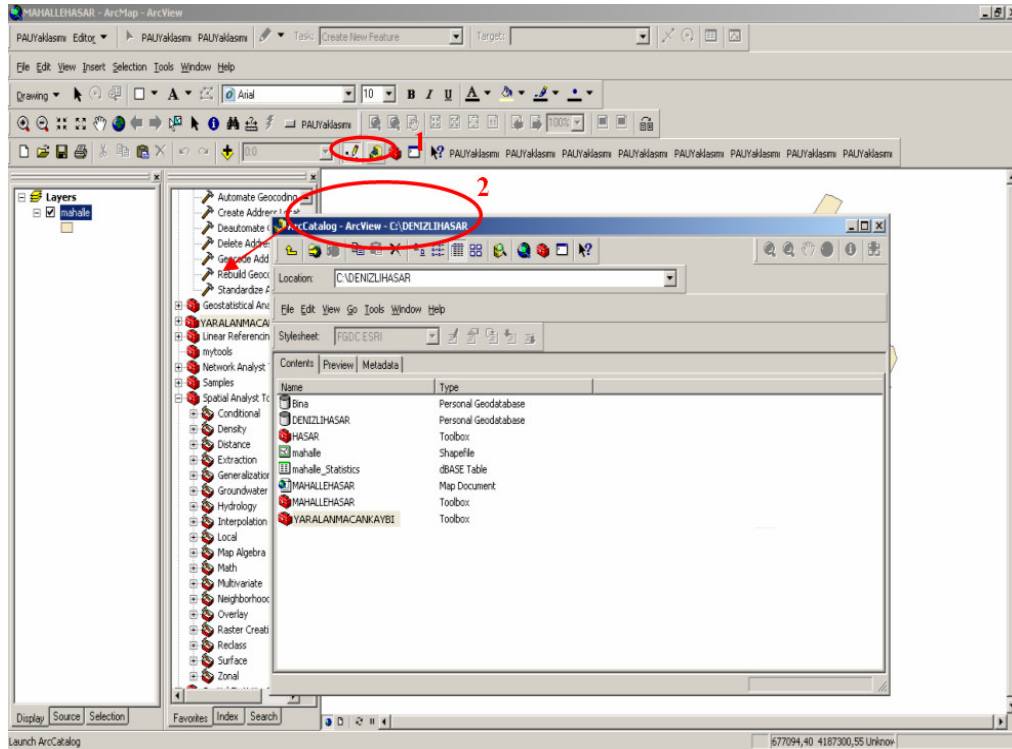


Şekil 6. 12 Hasar yüzdelerinin mahallelere göre dağılım grafikleri

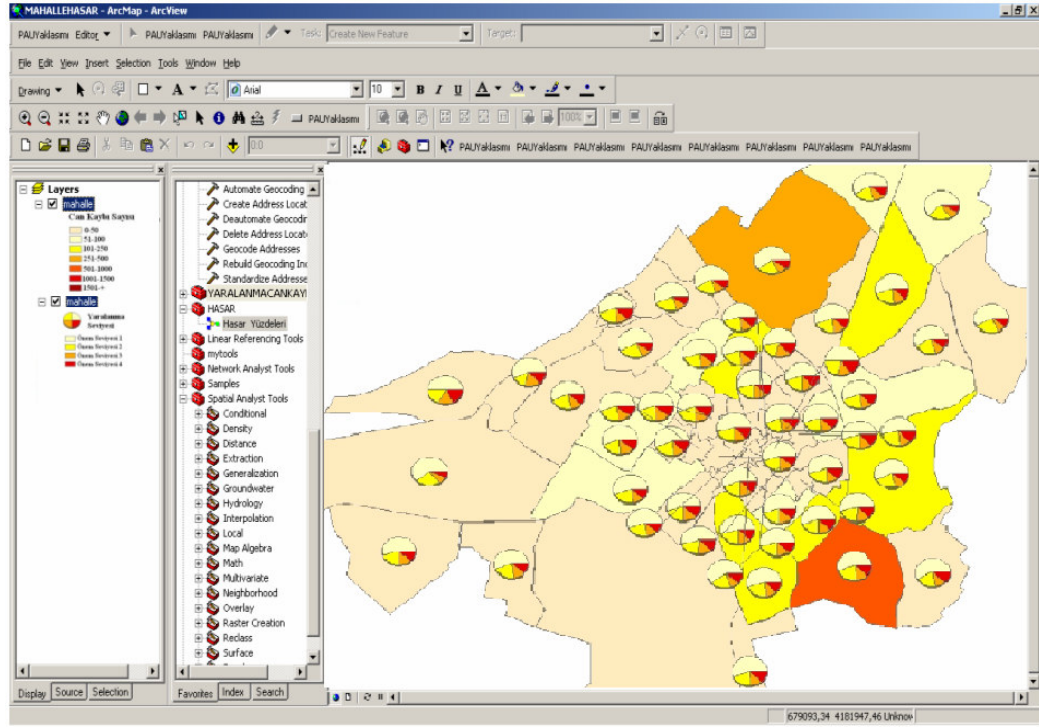
Veri tabanında kayıtlı olan can kaybı ve yaralanma seviyelerine göre insan sayılarını da ArcView ekranında görüntüleyebiliriz. Yaralanma seviyeleri ve can kaybı sayısının ArcView ekranında görüntülenmesi işlemi bina hasarlarında olduğu gibi script ile yapılmaktadır.

C:\DenizliHasar klasöründen mahallehasar.mxd projesi açılır, Şekil 6.13’de 1 numara ile gösterilen butona basılarak ArcCatalog açılmalıdır. ArcCatalog ekranından C:\DenizliHasar içerisinde bulunan “YARALANMACANKAYBI” Toolbox’ı sürüklenerek solda gösterilen Arc Toolbox ekranına bırakılmalıdır. Bina hasarlarında olduğu gibi “YARALANMACANKAYBI” scripti çalıştırılarak sonuçlar mahalle layer’ının özellik tablosunda görüntülenebilmektedir.

Symbology ‘den Quantities, Graduated colors, chart ve pie kullanılarak bina hasarlarında izlenen sırayla Şekil 6.14’deki yaralanma seviyeleri ve can kaybı sayıları dağılım grafikleri elde edilebilir.



Şekil 6.13 Yaralanma seviyesi ve can kaybı sayılarını mahalle layerına ekleme



Şekil 6.14 Yaralanma seviyeleri ve can kaybı sayıları dağılım grafikleri



## 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 7.1 Giriş

Binaların deprem sonrasında aldıkları hasar insanların can ve mal güvenliği açısından önem arz etmektedir. Binalar için yapılacak deprem hasarlarının tahminleri ile oluşacak zararın boyutunu ve etkisini tespit etmek mümkündür. Bu tez çalışmasında deprem parametreleri ile binalar arasındaki ilişkilerin gelişimi ve hasar tahmin metodlarının uygulanışı açıklanmıştır. Denizli’de seçilen pilot bölgede yapılan sokak taraması yöntemiyle Kuyupınar, Eskimüftü, Pelitlibağ, Hatipoğlu, Yücebağ, Gündoğdu, Hacıkapanlar, Uçancıbaşı, Feslikan, Kuşpınar ve Kayalık mahallelerinde 4226 parsel taranmış, söz konusu parsellerde 2510 adet betonarme, 956 adet yığma bina bilgileri toplanmıştır. Pamukkale ve Karakova-Akhan fayları esas alınarak farklı büyüklüklerde M6.0, M6.3, M6.5 ve M7 depremleri 8 farklı deprem senaryosu için PAÜ yaklaşımı kullanılarak muhtemel bina hasarları tespit edilmiştir. Hızlı değerlendirme metodlarından olan FEMA-154 (1988), Özcebe (2004), EMS (1998) yöntemleriyle bu çalışmada toplanan pilot bölge verileri değerlendirilmiş ve tüm Denizli için DİE (2000) verileri kullanılarak PAÜ yaklaşımıyla bina hasarları hesaplanmıştır. Pilot bölge verileri ve tüm Denizli için HAZUS (1999) yönteminin Türkiye için uygun hale getirilmiş hali kullanılarak ölü, yaralı sayıları hesaplanmış, tüm çalışmalar sırasında CBS kullanılarak sonuçların görüntülenmesi sağlanmıştır. Ayrıca bu çalışmada bir bölgedeki binaların muhtemel depremlerde alabilecekleri hasarları ve bu hasarlar neticesinde oluşacak yaralanma seviyeleri ve can kaybı sayısının belirlenmesi amacıyla hasar analizi yöntemleri konusunda uzman olmayanların dahi kullanabileceği CBS altında çalışan DepremRisk-Bina programı yazılmıştır.

### 7.2 Denizli’de Pilot Bölgedeki Yapıların PAÜ Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi

Denizli Pilot bölgedeki veriler üçüncü bölümde anlatılan PAÜ Yaklaşımı ile değerlendirildiğinde Karakova-Akhan fayı M6.0 senaryo depremi için tüm binalardan %50’sinde hafif, orta, ağır veya göçme hasarı görülmektedir. Bu oran tüm betonarme binalarda %45’lere düşerken, tüm yığma binalarda % 70’lere çıkmaktadır. Yığma binaların deprem performansının düşük olduğu görülmektedir. Karakova-Akhan fayı M6.3 senaryo depremi için tüm binaların %50’sinde hafif, orta, ağır veya göçme hasarı

görülmektedir. Bu oran tüm betonarme binalarda %40'lere düşerken, tüm yığma binalarda % 80'lere çıkmaktadır. M6.0 ve M6.3 senaryo depremlerinde tüm binalar için orta, ağır ve göçme hasar yüzdeleri %50 olarak görülürken M6.3 büyüklüğünde yığma binaların hasar alma yüzdeleri %10 daha fazladır. BA2 binalar için ağır hasar ve göçme %7'lerde iken bu oran BA3 binalar için %32 lere çıkmaktadır. Bu oran kat sayısı artıkça deprem performansının değişimini net bir şekilde göstermektedir. Karakova-Akhan fayı M7 senaryo depremi için tüm binaların %78'inde hafif, orta, ağır ve göçme hasarı görülmektedir. Yığma binaların %55 göçmekte, %20'si ağır hasar almaktadır. Karakova- Akhan ve Pamukkale faylarını M7.0 büyüklüğü için hasar sonuçlarına bakıldığında tüm binalarda Karakova-Akhan fayında %35 ağır hasar ve göçme olurken Pamukkale fayında bu oran %30'lardadır. Tüm betonarme binalarda iki fay arasındaki % değerler arasındaki fark %5 iken, tüm yığma binalarda bu fark %18'lere çıkmaktadır.

Pilot bölgede betonarme binalarda yaklaşık 38000, yığma binalarda yaklaşık olarak 8500 kişi yaşamaktadır. Karakova- Akhan fayı M6.0 depremi için, değişik yaralanma seviyelerinde risk altında olan insan sayısı yaklaşık 1800, can kaybı sayısı yaklaşık 274'dür. Karakova- Akhan fayında M7.0 depremi için değişik yaralanma seviyelerinde risk altında olan insan sayısı yaklaşık 5800, can kaybı sayısı yaklaşık 930'dür. Bu sonuçlara bakıldığında risk altında olan insan sayısının oldukça fazla olduğu görülmektedir.

### **7.3 Denizli Merkez 'deki Tüm Yapıların PAÜ Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi**

Denizli mücavir alanında toplam 54 mahalle içinde bulunan binalar DİE-2000 verileri kullanılarak kat sayısına göre PAÜ yaklaşımı dikkate alınarak sınıflandırılmıştır.

Karakova-Akhan fayı M6.0 için tüm binaların %60'sinde hafif, orta, ağır ve göçme hasarı görülmektedir. Bu oran tüm betonarme binalarda %55'lere düşerken, tüm yığma binalarda % 75'lere çıkmaktadır. Yığma binaların deprem performansının düşük olduğu görülmektedir. Karakova-Akhan fayı M6.3 için tüm binaların %76'sinde hafif, orta, ağır ve göçme hasarı görülmektedir. Bu oran tüm betonarme binalarda %75'lere düşerken, tüm yığma binalarda % 82'lere çıkmaktadır. BA2 için ağır hasar ve göçme %7'lerde iken bu oran BA3 için %32 lere çıkmaktadır. Bu oran kat sayısı artıkça deprem performansının değişimini net bir şekilde göstermektedir. Karakova-Akhan fayı 7.0 için

tüm binaların %88'inde hafif, orta, ağır ve göçme hasarı görülmektedir. Yığma binaların %45'i göçmekte, %25'si ağır hasar almaktadır.

Pamukkale fayı M6.0 için tüm binaların %43'ünde hafif, orta, ağır ve göçme hasarı görülmektedir. BA3 türü binalarda orta, ağır ve göçme hasarı % 62'lere çıkmaktadır. Pamukkale fayı M6.3 için tüm yığma binalarda göçme ve ağır hasar oranı %7'dir. Bu oran betonarme binalarda %4, yığma binalarda de %8'lerde olduğu görülmektedir. BA1 için hasarsızlık %65'lere varırken BA3 için %38'lere düşmektedir. Pamukkale fayı M6.5 için tüm binalarda göçme ve ağır hasar % 12'lerde, Pamukkale fayı M7.0 için tüm binalarda göçme ve ağır hasar % 23'lerdedir. Yaklaşık 2 katı olan bu oran tüm betonarme ve tüm yığma binalar içinde aynıdır. İki deprem büyüklüğü için oldukça ciddi bir hasar artışı olduğu gözlemlenmektedir.

Karakova- Akhan ve Pamukkale faylarının M7.0 büyüklüğü için hasar sonuçlarına bakıldığında tüm binalarda Karakova-Akhan fayında %38 ağır hasar ve göçme olurken Pamukkale fayında bu oran %22'lerdedir. İki fay arasında M7 büyüklüğündeki bu fark talep spektrumlarını uzaklığa bağlı değişimin önemini görülmektedir.

Denizli'de betonarme binalarda yaklaşık 220000, yığma binalarda yaklaşık olarak 80000 kişi yaşamaktadır. Karakova- Akhan fayı M6.0 depremi için, değişik yaralanma seviyelerinde risk altında olan insan sayısı yaklaşık 7700, can kaybı sayısı yaklaşık 1200'dür. Karakova- Akhan fayı M7.0 depremi için değişik yaralanma seviyelerinde risk altında olan insan sayısı yaklaşık 24700, can kaybı sayısı yaklaşık 3700'dür. Risk altında olan insan sayısı depremin büyüklüğü ile oldukça fazla artmaktadır.

#### **7.4 Hızlı Değerlendirme Metotlarının Değerlendirilmesi**

FEMA-154 kullanılarak pilot bölge verileri değerlendirilmiş, pilot bölgedeki binaların % 65'inin detaylı incelenmesi gerektiği sonucu çıkmıştır. Oldukça büyük bir rakam çıkmasının başlıca sebepleri Denizli bina envanterinin 1975 ile 1998 arasında yoğunlaşmış olması ve pilot bölgede yığma bina stoğunun fazla olmasıdır. Detaylı inceleme işleminin oldukça zahmetli ve ekonomik giderinin fazla olması gözleri korkutsa da, olası bir deprem de oluşabilecek can ve ekonomik kayıplar daha fazladır.

İÇTAG-2004 yaklaşımıyla 1-2 katlı binalar en yüksek puanı, 7 katlı binalar en düşük puanı almıştır. İÇTAG-2004’de en fazla 7 katlı bina değerlendirilmektedir. Pilot bölgede 7’nin üzeri katlı binalardaki puan dağılımlarını görmek adına, 7 katlı bina kriterleri ile 7 ve üzeri katlı binalar değerlendirilmiştir. Bunun sonucunda 7 katın üzerindeki binaların puan dağılımı, 7 katlı binaların puan aralığında olduğu görülmektedir. İÇTAG-2004’ e göre yapılan puanlamalar bu yöntemi kullanan kişi tarafından belirlenen puana göre incelenmelidir yada güvenlidir diye değerlendirilmektedir.

EMS98 ile Pilot bölgede toplanan veriler katlarına göre ayrılmış şiddet büyüklüğüne karşılık gelen hasar yüzdesi okunarak hasarlı bina sayısı hesaplanmıştır. Az, orta ve çok katlı binalar için ayrı ayrı hasarlar hesaplanmış ve toplam hasarlı bina sayısı verilmiştir. VII şiddeti için tüm mahallelerde hasarlı bina sayısı 594 bu binaların 400 tanesi az ve yüksek katlı binalardır. VIII büyüklüğünde hasarlı bina sayısı 1190’na çıkmakta bu binaların 838 tanesi az ve yüksek katlı binalardır. IX şiddetinde 1849 hasarlı bina bunların 1352 tanesi az ve yüksek katlı binalardır.

Hızlı değerlendirme metodlarından çıkan sonuçlara bakıldığında bina stoğunun hızla detaylı olarak gözden geçirilmesi ve bina stoğunda iyileştirilmeler yapılması gerektiği apaçık ortadadır.

### **7.5 DepremRisk-Bina İle Bina Verilerinin Değerlendirilmesi**

DepremRisk-Bina programı hasar tahmini konusunda uzman olmayanların dahi kullanabileceği şekilde tasarlanmıştır. Bu yazılımla kullanıcıların kendi seçtikleri çalışma bölgesi için belli verileri girerek yapı stoklarının deprem sonrası performanslarını değerlendirmeleri ve can kayıplarını tahmin etmeleri sağlanmıştır. Mevcut haliyle yazılımda PAÜ yaklaşımı kullanılmaktadır.

DepremRisk-Bina programı sayesinde belli bir bölge için bina envanter bilgileri olan bir kurum rahatlıkla PAÜ yaklaşımını uygulayabilecek ve hızlı değerlendirme metodlarının sonuçlarını görüntüleyebilecektir. Can kaybı sayısı, yaralanma seviyelerine göre insan sayılarına ulaşma kolaylığı ile de afet sonrası acil müdahale yerlerinin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır.

## 7.6 Öneriler

PAÜ yaklaşımı, FEMA-154, İÇTAG ve EMS98 ile Denizli'de meydana gelecek muhtemel depremlerde oluşacak bina hasar dağılımları, can ve mal kayıpları Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile elde edilmiştir. Bu çalışmada Pamukkale ve Karakova-Akhan fayından kaynaklanabilecek dört farklı büyüklükte, sekiz deprem senaryosu kullanılmıştır. Bu deprem senaryolarında meydana gelen bina hasarları muhtemel depremlerde meydana gelecek ekonomik ve can kayıplarının ciddi boyutlarda olduğunu göstermiştir.

Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak yerleşim bölgelerinde deprem senaryoları ile oluşacak bina hasar durumları incelenmeli ve gerekli önlemler alınmalı ve bu sayede muhtemel afetlere hazırlıklı olunmalıdır. Güncellenmemiş veriler ile yapılan kısıtlı sayıda afet senaryoları yerine devamlı güncellenen ve her an istediğimiz senaryoyu bilgisayar teknolojisi desteği ile hemen yapıp sonuçlarını görebileceğimiz ve gerekli acil kararları alabileceğimiz bir yapı aktif hale getirilmelidir. Bu yüzden tüm Kamu Kurum ve Kuruluşları ve belediyeler afet bilgi sistemlerinin hazırlanması için ellerinde bulunan verileri derlemeli, yeni verileri toplayarak ve coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak veri tabanları oluşturmalıdır. Bu veri tabanları kullanılarak oluşturulan deprem senaryolarında çıkan sonuçlara göre mevcut bina stokları için gerekli iyileştirme çalışmaları vakit kaybedilmeden başlatılmalıdır. Bu sayede fazla can ve mal kaybı olmadan deprem afetine hazırlıklı olmamız sağlanacaktır.

Bu çalışmada hazırlanan DepremRisk-Bina gibi yazılımlar daha da geliştirilerek ilgili kuruluşların uygun deprem senaryolarıyla bina hasar ve can kaybı analizlerini kolaylıkla yapılabilmesi sağlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Abrahamson, N. A. and Silva, W. J. (1997) Empirical Response Spectral Attenuation Relations For Shallow Crustal Earthquake. *Seismological Research Letters* 68(1): 94-127.
- Afet Yönetmeliği (1998) Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Esaslar, *Bayındırlık Bakanlığı*, Ankara.
- Altunel, E. (2000) Historical Earthquake Activity İn And Around Hierapolis. Ricerche Archeologiche Turche Nella Valle Del Lykos, *Lykos Vadisi Türk Arkeoloji Araştırmaları*. Congedo Editore (in Italian and Turkish), D'Andria F., Silvestrelli F. Editors, s. 299-325.
- Aksaraylı, M. ve Tecim, V. (2004) İzmir İli Deprem Senaryolarının Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Analizi Ve Acil Afet Yönetim Sistemi Amaçlı Kullanımı, *3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri*, Fatih Üniversitesi, İstanbul, s 228-232.
- Altunel, E. and Barka, A. A. (1997) Hierapolis'teki Arkeosismik Hasarların Değerlendirilmesi, *Türkiye Jeoloji Dergisi*, s . 49.
- Altunel, E. and Hancock, P. L. (1993) Active Fissuring And Quaternary Travertines At Pamukkale, western Turkey. *Z. Geomorph. N. F.*, 94, 285-302.
- Ambraseys, N.N. (1970) Some Characteristic Features Of The Anatolian Fault Zone, *Tectonophysics*, v. 9,p. 143-165.
- Aslankara, Y., İnel, M., Toprak, S. (2005) Kent Ölçeğinde Senaryo Depremde Oluşacak Bina Hasarlarının Tahmini, *2005 Kocaeli Deprem Sempozyumu*, 23-25 Mart, 1434-1443.
- ATC-40 (1996) ATC Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, *Applied Technology Council*, Redwood City, California.
- Aydan, Ö., Kumsar, H. and Ulusay, R. (2001a) How To Infer The Possible Mechanism And Characteristics Of Earthquakes From The Striations And Ground Surface Traces Of Existing Faults. *Seismic Fault Induced Failures*, s. 153-162.
- Aydan, O., Kumsar, H., Ulusay, R. and Tano, H. (2001b) Is There A Relation Between The Temperature Changes Of Thermal Waters İn Denizli Region And The Earth Crust At The Denizli Fault Zone? JEOTEKNİKIII, 3rd Earthquake and Geotechnical Conference on Izmir and its Surroundings, 12-14 November 2001, Izmir, Turkey (in Turkish).s. 58-64.
- Boore, D. M., Joyner, W. B. and Fumal, T. E. (1997) Equations For Estimating Horizontal Response Spectra And Peak Acceleration For Western North American Earthquakes: A Summary Of Recent Work. *Seismological Research Letters*, 68(1): 128-153.
- Campbell, K. W. (1997) Empirical Near-source Attenuation Relationships for Horizontal and Vertical Components of Peak Ground Acceleration, Peak Ground

Velocity, and Pseudo-Absolute Acceleration Response Spectra. *Seismological Research Letters*, 68 (1): 154-179

Campbell, K. W. and Bozorgnia, Y. (2003) Updated Near Source Ground-Motion (Attenuation) Relations for the Horizontal and Vertical Components of Peak Ground Acceleration And Acceleration Response Spectra. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 93(1): 314-331.

Çelik, S. B. (2003) Denizli İl Merkezi Zeminlerinin Jeolojik, Jeoteknik Açından İncelenmesi Ve Sıvılaşma Duyarlılığının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 112-200s.

Çolak, E. (2004) Uzaktan Algılamada Risk Analizi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi, Fotogrametri Mühendisliği Bölümü*, Trabzon, 2-8s.

DBJJR (2002) Denizli Belediyesi (Denizli) Yerleşim Alanlarının Jeolojik Ve Jeoteknik Özelliklerinin İncelenmesi Raporu, *Pamukkale Üniversitesi*, Denizli, 763s.

Demirtaş, R., Erkmen, C., Yaman, M., Eravcı, B., Aktan, T., Tepeğür, E. And Özdemir, U. (2003) Pamukkale Fayı Paleosismolojik Çalışmaları Kocadere Hendek Çalışması Ön Sonuçları. Aktif Tektonik Araştırmaları Grubu, <http://www.atag.itu.edu.tr> (10.06.2005)

DIE (2000) T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, 2000

EMS98 (European Macroseismic Scale) (1998) Editor Grünthal, G., European *Seismological Commission Working Group Macroseismic Scales*.

Erberik, M. A. and Mülazimoğlu, O. (2006) Seismic Performance Evaluation Of Urban And Rural Non-Engineered Construction In Turkey, *Seventh International Congress on Advances in Civil Engineering*, October 11-13, 2006, Yıldız Technical University, Istanbul, Turkey

FEMA (Federal Emergency Management Agency) (1999) Earthquake Loss Estimation Methodology, HAZUS 99: technical manual. Prepared by the *National Institute of Building Sciences*.

FEMA-154 (2002) Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazard: A Handbook.

FEMA-368 (2000) NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations of New Buildings and Other Structures, Part 1: Provisions.

Hamzaçebi, G., Nurlu, M., Koç, N., Temiz, A. ve Özmen, B. (2004), İl Afet Bilgi Sistemi Çalışması ( Kastamonu İli ), *3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri*, Fatih Üniversitesi, İstanbul, s 232-238.

HAZUS (1999) Earthquake Loss Estimation Methodology Technical Manual, Prepared By The National Institute Of Building Sciences For Federal Emergency Management Agency (FEMA).

- IDMP (İzmir Deprem Senaryosu ve Deprem Master Planı) (2000), Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Merkezi, [www.koeri.boun.edu.tr](http://www.koeri.boun.edu.tr), 10/05/2005
- İDRY (İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem Risk Yönetimi) (2003), Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Merkezi, *Boğaziçi Üniversitesi*, İstanbul, Türkiye.
- İnel, M., Şenel, Ş. M., Toprak, S., Kayhan, A. H., ve Yılmaz, S., "Building Damage Assessment of Urban Areas: A Case Study for Denizli, Turkey", *6<sup>th</sup> International Congress on Advances in Civil Engineering*, 6-8 October 2004, Bogazici University, İstanbul, Turkey, p. 432-441, 2004.
- Karaaslan, Ş. ve Yalçiner, Ö. (2003) Afet Yönetiminde Etkin Çözümler: Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Uzaktan Algılama Ve İnternet Teknolojilerinin Depremde Kullanılması, *Kocaeli Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 202-212 s.
- Kumsar, H., Çelik, S. B. ve Kaya, M. (2004) Denizli İl Merkezi Yerleşim Alanının Jeolojik, Jeoteknik Kent Bilgi Sistemi (JEO-KBS), *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi II. Bilgi Teknolojileri Kongresi*, Özel Sayısı Yıl:2004 Cilt:10 Sayfa:25-31
- Musson, R., M., W. (2000) Intensity-Based seismic risk Assesment, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 20 (2000) 353-360 p.
- Nurlu, M., Özmen, B. ve Güler, H. (1995) Deprem Zararlarının Azaltılmasında Coğrafi Bilgi Sistemi, *Deprem Zararlarının Azaltılması Çalışmaları Semineri*, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, s 5-21, Ankara
- O'Rourke, T. D and Jeon, S. S. (2000) Seismic Zonation For Lifelines and Utilities, Invited Keynote Paper on Lifelines, *Proceedings Sixth International Conference on Seismic Zonation*, Palm Springs, CA, EERI CD ROM.
- ÖZCEBE, G. (2004) DEPREM GÜVENLİĞİNİN SAPTANMASI İÇİN YÖNTEMLER GELİŞTİRİLMESİ, TÜBİTAK İÇTAG YMAÜ İ574 NUMARALI ARAŞTIRMA PROJESİ SONUÇ RAPORU, ANKARA.
- ÖZKUL, M., VAROL, B. VE ALÇİÇEK, M. C., (2002) DENİZLİ TRAVERTENLERİNİN PETROGRAFIK ÖZELLİKLERİ VE DEPOLANMA ORTAMLARI . *MTA Dergisi*, 125, 13-29.
- PAÜ (2002) Denizli Belediyesi (Denizli) Yerleşim Alanlarının Jeolojik Ve Jeoteknik Özelliklerinin İncelenmesi Raporu, *Pamukkale Üniversitesi*, Denizli, 763s.
- Şenel, Ş. 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 (YOGS 2006)*, Denizli, s 335-345.
- Simsek, C. ve Ceylan, A. (2003) Laodikeia'da Tespit Edilen Bir Deprem Ve Diocletianus'a İthaf Edilen Bir Ya Zit (Lykos Laodikeia'si), *Anadolu Arsivleri Dergisi*. A.Ü.D.T.C.F. Sayı:6 (yayimda)
- Sungur, İ. (2006) İlköğretim Okul Binalarının Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi Ve Onarılması/ Güçlendirilmesi, Pamukkale Üniversitesi Yapısal Onarım Ve



Güçlendirme Sempozyumu, 7-8 Aralık, Denizli

- Sun, S. (1990)Denizli Uşak Arasının Jeolojisi ve Linyit Olanakları, MTA Rap., No. 9985, (yayımlanmamış), Ankara.
- Şahin, G. ve Tecim, V. (2006) Yerel Yönetimler İçin CBS Tabanlı Risk Planlaması İzmir - Buca örneği, **4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri**, Fatih Üniversitesi, İstanbul
- Taşkın, F. (2005) Su Dağıtım Şebekelerinin Deprem Performansının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) İle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, **Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Denizli, 185s.
- Toprak, S. ve Taşkın, F. (2006) Estimation of Earthquake Damage to Buried Pipelines Caused By Ground Shaking, **Natural Hazards**, Springer, Netherlands
- Toprak, S., Koç, A. C., and Taşkın, F. (2004) Seismic Vulnerability Assessment of Denizli City, Turkey Water Supply System, **13th World Conference on Earthquake Engineering**, Vancouver, B. C., Canada, Paper No. 812.
- Wong, I., Bouabid, J., Graf, W., Huyck, C., Porush, A., Silva, W., Seigel, T., Bureau, G., Eguchi, R. and Knight, J. (2005) Potential Losses in a repeat of the 1886 Charleston, South Carolina, Earthquake, **Earthquake Spectra**, Volume 21, No. 4, pages 1157–1184, Earthquake Engineering Research Institute
- Yıldırım, V. (2003) Adres Bilgi Sistemi Tasarımı Ve Uygulaması: Trabzon Kent Örneği, **Yüksek Lisans Tezi**, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi Ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon
- Yomralıoğlu, T. (2000) Coğrafi Bilgi Sistemleri, **Akademi Kitabevi**, Trabzon, 479 s.

**EKLER****EK1: DEPREMRİSK-BİNA (DRB) C# VE DELPHİ KODLARI**

**EK1: DEPREMRİSK-BİNA (DRB) C# VE DELPHİ KODLARI****C# KODU****ArcView Ekranına Ekleme**

```

using System;
using ESRI.ArcGIS.Utility.BaseClasses;
using System.Windows.Forms;
using ESRI.ArcGIS.ArcMapUI;
using System.Runtime.InteropServices;

namespace ClassLibrary1
{
    [Guid("baa910df-c8bd-4252-b7f5-849dcde86323")]

    public class excelX : BaseCommand
    {
        private IApplication m_app;

        public excelX()
        {
            base.m_caption = "PAUYaklasımı";
            base.m_name = "PAUYaklasımı";
            base.m_category = "PAUYaklasımı";
            base.m_toolTip = "PAUYaklasımı";
        }

        public override void OnClick()
        {
            ocx.Form1 ac = new ocx.Form1();
            ac.Show();
        }

        public override void OnCreate(object hook)
        {
            m_app = hook as IApplication;
        }

        public override bool Checked
        {
            get
            {
                return false;
            }
        }
    }
}

```

```

        public override bool Enabled
        {
            get
            {
                return true;
            }
        }
    }
}

```

### **İlk Ekran**

Excelden veri alma, excele veri atma, güncelleme, yenileme işlemlerinin olduğu arayüzdür...

```

using System;
using System.Drawing;
using System.Drawing.Printing;
using System.IO;
using System.Collections;
using System.Data.OleDb;
using System.Runtime.InteropServices;
//using Office = Microsoft.Office.Core;

```

```

namespace ocx
{
    /// <summary>
    /// Summary description for Form1.
    /// </summary>
    public class Form1 : System.Windows.Forms.Form
    {
        private System.Windows.Forms.DataGrid dataGrid1;
        private System.Windows.Forms.Button button1;
        private System.Windows.Forms.GroupBox groupBox1;
        private System.Windows.Forms.Button güncelle;
        private System.Windows.Forms.Button button2;
        private System.Windows.Forms.Button button4;
        private System.Windows.Forms.Timer timer1;
        private System.Windows.Forms.Button button3;
        private System.ComponentModel.IContainer components;

        public Form1()
        {
            //
            // Required for Windows Form Designer support
            //
            InitializeComponent();
        }
    }
}

```

```

        //
        // TODO: Add any constructor code after InitializeComponent call
        //
    }

    /// <summary>
    /// Clean up any resources being used.
    /// </summary>
    protected override void Dispose( bool disposing )
    {
        if( disposing )
        {
            if (components != null)
            {
                components.Dispose();
            }
        }
        base.Dispose( disposing );
    }

    #region Windows Form Designer generated code
    /// <summary>
    /// Required method for Designer support - do not modify
    /// the contents of this method with the code editor.
    /// </summary>
    private void InitializeComponent()
    {
        this.components = new System.ComponentModel.Container();
        System.Resources.ResourceManager resources = new
System.Resources.ResourceManager(typeof(Form1));
        this.dataGrid1 = new System.Windows.Forms.DataGrid();
        this.button1 = new System.Windows.Forms.Button();
        this.groupBox1 = new System.Windows.Forms.GroupBox();
        this.button3 = new System.Windows.Forms.Button();
        this.button4 = new System.Windows.Forms.Button();
        this.button2 = new System.Windows.Forms.Button();
        this.güncelle = new System.Windows.Forms.Button();
        this.timer1 = new
System.Windows.Forms.Timer(this.components);

        ((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.dataGrid1)).BeginInit();
        this.groupBox1.SuspendLayout();
        this.SuspendLayout();
        //
        // dataGrid1
        //
        this.dataGrid1.BackgroundColor =
System.Drawing.SystemColors.Info;

```

```

        this.dataGrid1.CaptionBackColor =
System.Drawing.Color.LightSkyBlue;
        this.dataGrid1.CaptionForeColor =
System.Drawing.SystemColors.ControlText;
        this.dataGrid1.CaptionText = "
KAYITLI PERSONELLER";
        this.dataGrid1.DataMember = "";
        this.dataGrid1.HeaderForeColor =
System.Drawing.SystemColors.ControlText;
        this.dataGrid1.Location = new System.Drawing.Point(8, 0);
        this.dataGrid1.Name = "dataGrid1";
        this.dataGrid1.Size = new System.Drawing.Size(520, 264);
        this.dataGrid1.TabIndex = 0;
        this.dataGrid1.DoubleClick += new
System.EventHandler(this.dataGrid1_DoubleClick);
        this.dataGrid1.Navigate += new
System.Windows.Forms.NavigateEventHandler(this.dataGrid1_Navigate);
        this.dataGrid1.CurrentCellChanged += new
System.EventHandler(this.dataGrid1_CurrentCellChanged);
        //
        // button1
        //
        this.button1.BackColor = System.Drawing.Color.AliceBlue;
        this.button1.Location = new System.Drawing.Point(8, 64);
        this.button1.Name = "button1";
        this.button1.Size = new System.Drawing.Size(104, 24);
        this.button1.TabIndex = 20;
        this.button1.Text = "Excel'Ve Gönder";
        this.button1.Click += new
System.EventHandler(this.button1_Click);
        //
        // groupBox1
        //
        this.groupBox1.BackColor =
System.Drawing.SystemColors.InactiveCaption;
        this.groupBox1.Controls.Add(this.button3);
        this.groupBox1.Controls.Add(this.button4);
        this.groupBox1.Controls.Add(this.button2);
        this.groupBox1.Controls.Add(this.güncelle);
        this.groupBox1.Controls.Add(this.button1);
        this.groupBox1.FlatStyle =
System.Windows.Forms.FlatStyle.Flat;
        this.groupBox1.Location = new System.Drawing.Point(96, 280);
        this.groupBox1.Name = "groupBox1";
        this.groupBox1.Size = new System.Drawing.Size(432, 96);
        this.groupBox1.TabIndex = 22;
        this.groupBox1.TabStop = false;
        //
        // button3
        //

```

```

        this.button3.BackColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((System.Byte)(255)), ((System.Byte)(128)),
((System.Byte)(0)));
        this.button3.Location = new System.Drawing.Point(328, 32);
        this.button3.Name = "button3";
        this.button3.Size = new System.Drawing.Size(96, 40);
        this.button3.TabIndex = 28;
        this.button3.Text = "Hesaplamalar";
        this.button3.Click += new
System.EventHandler(this.button3_Click);
        //
        // button4
        //
        this.button4.BackColor = System.Drawing.Color.Bisque;
        this.button4.Location = new System.Drawing.Point(24, 16);
        this.button4.Name = "button4";
        this.button4.Size = new System.Drawing.Size(64, 24);
        this.button4.TabIndex = 27;
        this.button4.Text = "Yenile";
        this.button4.Click += new
System.EventHandler(this.button4_Click);
        //
        // button2
        //
        this.button2.BackColor = System.Drawing.Color.AliceBlue;
        this.button2.Location = new System.Drawing.Point(176, 64);
        this.button2.Name = "button2";
        this.button2.Size = new System.Drawing.Size(112, 24);
        this.button2.TabIndex = 26;
        this.button2.Text = "Excel'den Al";
        this.button2.Click += new
System.EventHandler(this.button2_Click);
        //
        // güncelle
        //
        this.güncelle.BackColor = System.Drawing.Color.Bisque;
        this.güncelle.Location = new System.Drawing.Point(192, 16);
        this.güncelle.Name = "güncelle";
        this.güncelle.Size = new System.Drawing.Size(64, 24);
        this.güncelle.TabIndex = 13;
        this.güncelle.Text = "Güncelle";
        this.güncelle.Click += new
System.EventHandler(this.güncelle_Click);
        //
        // timer1
        //
        this.timer1.Tick += new System.EventHandler(this.timer1_Tick);
        //
        // Form1
        //

```

```

        this.AutoScaleBaseSize = new System.Drawing.Size(5, 13);
        this.BackColor = System.Drawing.SystemColors.Control;
        this.ClientSize = new System.Drawing.Size(536, 381);
        this.Controls.Add(this.groupBox1);
        this.Controls.Add(this.dataGrid1);
        this.FormBorderStyle =
System.Windows.Forms.FormBorderStyle.FixedSingle;
        this.Icon =
((System.Drawing.Icon)(resources.GetObject("$this.Icon")));
        this.IsMdiContainer = true;
        this.MaximizeBox = false;
        this.Name = "Form1";
        this.StartPosition =
System.Windows.Forms.FormStartPosition.CenterScreen;
        this.Text = "Form1";
        this.Load += new System.EventHandler(this.Form1_Load);

        ((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.dataGrid1)).EndInit();
        this.groupBox1.ResumeLayout(false);
        this.ResumeLayout(false);

    }
    #endregion

    /// <summary>
    /// The main entry point for the application.
    /// </summary>
    [STAThread]
    static void Main()
    {
        Application.Run(new Form1());
    }

    OleDbConnection odc;
    OleDbDataAdapter adp;
    DataSet dt;
    OleDbCommandBuilder cb;// OleDbDataAdapter'i silme, güncelleme ve
kayıt'a hazır hale getirmek için
    private void Form1_Load(object sender, System.EventArgs e)
    {
        this.Text = " ** Hazırlayan: Yasemin ASLANKARA -
y_aslankara@hotmail.com ** ";
        timer1.Interval = 100;
        timer1.Enabled = true;

        string baglanti = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=" + Application.StartupPath.ToString() + "\\Bina.mdb";
        string sorgu="SELECT * FROM VERI";
        odc = new OleDbConnection(baglanti);
        adp = new OleDbDataAdapter(sorgu,odc);

```



```

        dt=new DataSet();

        adp.Fill(dt, "VERI");
        dataGrid1.ReadOnly=true;
        dataGrid1.CaptionText="KAYITLI BINALAR";
        dataGrid1.DataSource = dt.Tables[0];
    }

    private void dataGrid1_DoubleClick(object sender, System.EventArgs e)
    {

    }

    private void guncelle_Click(object sender, System.EventArgs e)
    {
        CurrencyManager sonraki=

        (CurrencyManager)this.BindingContext[dt.Tables["VERI"]];
        sonraki.EndCurrentEdit();
        cb=new OleDbCommandBuilder(adp); // OleDbDataAdapter'i
silme, güncelleme ve kayıt'a hazır hale getirmek için
        adp.Update(dt, "VERI");
        dt.Clear();
        adp.Fill(dt.Tables[0]);

        dataGrid1.DataSource = dt.Tables[0];
        MessageBox.Show (" Güncelleme tamamlandı!", "İŞLEM
TAMAM");
    }

    private void dataGrid1_CurrentCellChanged(object sender,
System.EventArgs e)
    {
        //dataGridde tıkladığımız satırın tümünün seçilmesi için
        dataGrid1.UnSelect (dataGrid1.CurrentRowIndex );
        int i=dataGrid1.CurrentRowIndex ;
        try
        {
            dataGrid1.Select (i);
        }
        catch
        {
            dataGrid1.Select ();
        }
    }

    private void kapandı2(object sender, System.EventArgs e )
    {
        f2 = null;
    }

```

```

    }
    ExcelExport f2;
    private void button2_Click(object sender, System.EventArgs e)
    {
        if (f2 == null) //form değişkeni bir nesneyi göstermiyorsa
        {
            f2 = new ExcelExport(); //Yeni form oluştur
            f2.Closed += new EventHandler(kapandı2);
            f2.Text="EXCEL SAYFASINDAN VERİ ÇEKME /
VERİTABANINA İŞLEME";
            f2.Show();
        }
        else
            //form zaten varsa öne getir
            f2.Text="EXCEL SAYFASINDAN VERİ ÇEKME /
VERİTABANINA İŞLEME";
            f2.Activate();
    }

    private void button4_Click(object sender, System.EventArgs e)
    {
        dt.Clear();
        adp.Fill(dt.Tables[0]);
        dataGrid1.DataSource = dt.Tables[0];
    }

    private void button1_Click(object sender, System.EventArgs e)
    {
        Excel.Application uygulama = new Excel.Application();
        Excel.Workbook kitap=uygulama.Workbooks.Add(true);
        Excel.Worksheet sayfa=(Excel.Worksheet)
uygulama.ActiveSheet;
        uygulama.Visible=true;
        int rowIndex=1;
        int colIndex=0;

        foreach(DataColumn col in dt.Tables[0].Columns)
        {
            colIndex++;
            sayfa.Cells[1, colIndex]=col.ColumnName;
        }
        foreach(DataRow row in dt.Tables[0].Rows)
        {
            rowIndex++;
            colIndex=0;
            foreach(DataColumn col in dt.Tables[0].Columns)
            {
                colIndex++;
                sayfa.Cells[rowIndex,colIndex]=

```

```

        row[col.ColumnName].ToString();
    }
}

private void timer1_Tick(object sender, System.EventArgs e)
{
    this.Text = this.Text.Substring(1)
        + this.Text.Substring(0,1);
}

private void bul_Click(object sender, System.EventArgs e)
{
}

private void dataGrid1_Navigate(object sender,
System.Windows.Forms.NavigateEventArgs ne)
{
    dataGrid1.Name="KAYITLI BINALAR";
}

private void button3_Click(object sender, System.EventArgs e)
{
    System.Diagnostics.Process.Start("C:\\Documents and
Settings\\oem\\Desktop\\arcveri\\Project1.exe");
}
}
}

```

### **Excelden Veri Alma**

İlk arayüzden excelden veri al butanına basıldığında ekrana gelen arayüzdür.

```

using System;
using System.Drawing;
using System.Collections;
using System.ComponentModel;
using System.Windows.Forms;
using System.Data;
using System.Data.OleDb;
using ocx;

namespace ocx
{
    /// <summary>
    /// Summary description for ExcelExport.
    /// </summary>
    public class ExcelExport : System.Windows.Forms.Form
    {

```

```

private System.Windows.Forms.ComboBox cboSheetnames;
private System.Windows.Forms.TextBox txtRange;
private System.Windows.Forms.TextBox textBox1;
private System.Windows.Forms.Label label3;
private System.Windows.Forms.Label lblSheet;
private System.Windows.Forms.Button btnOpenFileDialog;
private System.Windows.Forms.Label lblFilename;
private System.Windows.Forms.DataGrid dataGrid1;
internal System.Windows.Forms.ProgressBar progressBar1;
private System.Windows.Forms.Button button1;
private System.Windows.Forms.Button btnGetData;
private DataTable _dt;
private string _strExcelFilename = "";
private ExcelReader _exr=null;
private int _intPKCol=-1;
private System.Windows.Forms.Button btnSetPK;
private System.Windows.Forms.Label label4;
private System.Windows.Forms.TextBox txtPK;
private System.Windows.Forms.Label label1;
private System.Windows.Forms.Label lblCellOperatorIs;
private System.Windows.Forms.Label lblGetValueData;
private System.Windows.Forms.TextBox txtCell;
/// <summary>
/// Required designer variable.
/// </summary>
private System.ComponentModel.Container components = null;

public ExcelExport()
{
    //
    // Required for Windows Form Designer support
    //
    InitializeComponent();

    //
    // TODO: Add any constructor code after InitializeComponent call
    //
}

/// <summary>
/// Clean up any resources being used.
/// </summary>
protected override void Dispose( bool disposing )
{
    if( disposing )
    {
        if(components != null)
        {
            components.Dispose();
        }
    }
}

```

```

    }
    base.Dispose( disposing );
}

#region Windows Form Designer generated code
/// <summary>
/// Required method for Designer support - do not modify
/// the contents of this method with the code editor.
/// </summary>
private void InitializeComponent()
{
    System.Resources.ResourceManager resources = new
System.Resources.ResourceManager(typeof(ExcelExport));
    this.cboSheetnames = new System.Windows.Forms.ComboBox();
    this.txtRange = new System.Windows.Forms.TextBox();
    this.textBox1 = new System.Windows.Forms.TextBox();
    this.label3 = new System.Windows.Forms.Label();
    this.lblSheet = new System.Windows.Forms.Label();
    this.btnOpenFileDialog = new System.Windows.Forms.Button();
    this.lblFilename = new System.Windows.Forms.Label();
    this.dataGrid1 = new System.Windows.Forms.DataGrid();
    this.progressBar1 = new System.Windows.Forms.ProgressBar();
    this.button1 = new System.Windows.Forms.Button();
    this.btnGetData = new System.Windows.Forms.Button();
    this.btnSetPK = new System.Windows.Forms.Button();
    this.label4 = new System.Windows.Forms.Label();
    this.txtPK = new System.Windows.Forms.TextBox();
    this.label1 = new System.Windows.Forms.Label();
    this.lblCellOperatorIs = new System.Windows.Forms.Label();
    this.lblGetValueData = new System.Windows.Forms.Label();
    this.txtCell = new System.Windows.Forms.TextBox();

    ((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.dataGrid1)).BeginInit();
    this.SuspendLayout();
    //
    // cboSheetnames
    //
    this.cboSheetnames.Location = new System.Drawing.Point(72,
32);

    this.cboSheetnames.Name = "cboSheetnames";
    this.cboSheetnames.Size = new System.Drawing.Size(121, 21);
    this.cboSheetnames.TabIndex = 25;
    //
    // txtRange
    //
    this.txtRange.Location = new System.Drawing.Point(368, 32);
    this.txtRange.MaxLength = 20;
    this.txtRange.Name = "txtRange";
    this.txtRange.Size = new System.Drawing.Size(72, 20);
    this.txtRange.TabIndex = 24;

```

```

        this.txtRange.Text = "A2:F6";
        //
        // textBox1
        //
        this.textBox1.Enabled = false;
        this.textBox1.Location = new System.Drawing.Point(72, 8);
        this.textBox1.Name = "textBox1";
        this.textBox1.Size = new System.Drawing.Size(368, 20);
        this.textBox1.TabIndex = 19;
        this.textBox1.Text = "";
        //
        // label3
        //
        this.label3.BorderStyle =
System.Windows.Forms.BorderStyle.Fixed3D;
        this.label3.Location = new System.Drawing.Point(200, 32);
        this.label3.Name = "label3";
        this.label3.Size = new System.Drawing.Size(167, 20);
        this.label3.TabIndex = 23;
        this.label3.Text = "Verinin Bulunduğu Hücre Aralığı";
        this.label3.TextAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.MiddleLeft;
        //
        // lblSheet
        //
        this.lblSheet.BorderStyle =
System.Windows.Forms.BorderStyle.Fixed3D;
        this.lblSheet.Location = new System.Drawing.Point(0, 32);
        this.lblSheet.Name = "lblSheet";
        this.lblSheet.Size = new System.Drawing.Size(72, 20);
        this.lblSheet.TabIndex = 22;
        this.lblSheet.Text = "Veri Sayfası";
        this.lblSheet.TextAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.MiddleLeft;
        //
        // btnOpenFileDialog
        //
        this.btnOpenFileDialog.Image =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("btnOpenFileDialog.Image")));
        this.btnOpenFileDialog.ImageAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.MiddleLeft;
        this.btnOpenFileDialog.Location = new System.Drawing.Point(448,
8);

        this.btnOpenFileDialog.Name = "btnOpenFileDialog";
        this.btnOpenFileDialog.Size = new System.Drawing.Size(48, 24);
        this.btnOpenFileDialog.TabIndex = 21;
        this.btnOpenFileDialog.Text = "Aç";
        this.btnOpenFileDialog.TextAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.MiddleRight;

```

```

        this.btnOpenFileDialog.Click += new
System.EventHandler(this.btnOpenFileDialog_Click);
        //
        // lblFilename
        //
        this.lblFilename.BorderStyle =
System.Windows.Forms.BorderStyle.Fixed3D;
        this.lblFilename.Location = new System.Drawing.Point(0, 8);
        this.lblFilename.Name = "lblFilename";
        this.lblFilename.Size = new System.Drawing.Size(72, 20);
        this.lblFilename.TabIndex = 20;
        this.lblFilename.Text = "Dosya Yolu";
        this.lblFilename.TextAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.MiddleLeft;
        //
        // dataGrid1
        //
        this.dataGrid1.AlternatingBackColor =
System.Drawing.Color.GhostWhite;
        this.dataGrid1.BackColor = System.Drawing.Color.GhostWhite;
        this.dataGrid1.BackgroundColor =
System.Drawing.Color.Lavender;
        this.dataGrid1.CaptionBackColor =
System.Drawing.Color.RoyalBlue;
        this.dataGrid1.CaptionFont = new
System.Drawing.Font("Tahoma", 9.75F, System.Drawing.FontStyle.Bold,
System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((System.Byte)(162)));
        this.dataGrid1.CaptionForeColor = System.Drawing.Color.White;
        this.dataGrid1.CaptionText = "                EXCEL
DOSYASINDAN OKUNAN KAYITLAR";
        this.dataGrid1.DataMember = "";
        this.dataGrid1.FlatMode = true;
        this.dataGrid1.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans
Serif", 8F);
        this.dataGrid1.ForeColor = System.Drawing.Color.MidnightBlue;
        this.dataGrid1.GridLineColor =
System.Drawing.Color.RoyalBlue;
        this.dataGrid1.HeaderBackColor =
System.Drawing.Color.MidnightBlue;
        this.dataGrid1.HeaderFont = new
System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 8F);
        this.dataGrid1.HeaderForeColor =
System.Drawing.Color.Lavender;
        this.dataGrid1.LinkColor = System.Drawing.Color.Teal;
        this.dataGrid1.Location = new System.Drawing.Point(0, 64);
        this.dataGrid1.Name = "dataGrid1";
        this.dataGrid1.ParentRowsBackColor =
System.Drawing.Color.Lavender;
        this.dataGrid1.ParentRowsForeColor =
System.Drawing.Color.MidnightBlue;

```

```

        this.dataGrid1.ReadOnly = true;
        this.dataGrid1.SelectionBackColor = System.Drawing.Color.Teal;
        this.dataGrid1.SelectionForeColor =
System.Drawing.Color.PaleGreen;
        this.dataGrid1.Size = new System.Drawing.Size(496, 216);
        this.dataGrid1.TabIndex = 26;
        //
        // progressBar1
        //
        this.progressBar1.Location = new System.Drawing.Point(0, 288);
        this.progressBar1.Name = "progressBar1";
        this.progressBar1.Size = new System.Drawing.Size(256, 24);
        this.progressBar1.TabIndex = 29;
        this.progressBar1.Visible = false;
        //
        // button1
        //
        this.button1.Enabled = false;
        this.button1.Location = new System.Drawing.Point(272, 288);
        this.button1.Name = "button1";
        this.button1.Size = new System.Drawing.Size(104, 24);
        this.button1.TabIndex = 28;
        this.button1.Text = "Veritabanına yaz";
        this.button1.Click += new
System.EventHandler(this.button1_Click);
        //
        // btnGetData
        //
        this.btnGetData.Anchor =
((System.Windows.Forms.AnchorStyles)((System.Windows.Forms.AnchorStyles.Botto
m | System.Windows.Forms.AnchorStyles.Right)));
        this.btnGetData.Location = new System.Drawing.Point(384, 288);
        this.btnGetData.Name = "btnGetData";
        this.btnGetData.Size = new System.Drawing.Size(112, 24);
        this.btnGetData.TabIndex = 27;
        this.btnGetData.Text = "Excel\den Veri Oku";
        this.btnGetData.Click += new
System.EventHandler(this.btnGetData_Click);
        //
        // btnSetPK
        //
        this.btnSetPK.Enabled = false;
        this.btnSetPK.Location = new System.Drawing.Point(136, 472);
        this.btnSetPK.Name = "btnSetPK";
        this.btnSetPK.Size = new System.Drawing.Size(76, 24);
        this.btnSetPK.TabIndex = 32;
        this.btnSetPK.TabStop = false;
        this.btnSetPK.Text = "Set PK";
        this.btnSetPK.Visible = false;
        //

```



```

        // label4
        //
        this.label4.BorderStyle =
System.Windows.Forms.BorderStyle.Fixed3D;
        this.label4.Location = new System.Drawing.Point(0, 472);
        this.label4.Name = "label4";
        this.label4.Size = new System.Drawing.Size(78, 20);
        this.label4.TabIndex = 31;
        this.label4.Text = "Birincil Sütun";
        this.label4.TextAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.MiddleLeft;
        this.label4.Visible = false;
        //
        // txtPK
        //
        this.txtPK.Enabled = false;
        this.txtPK.Location = new System.Drawing.Point(80, 472);
        this.txtPK.MaxLength = 3;
        this.txtPK.Name = "txtPK";
        this.txtPK.Size = new System.Drawing.Size(47, 20);
        this.txtPK.TabIndex = 30;
        this.txtPK.TabStop = false;
        this.txtPK.Text = "0";
        this.txtPK.Visible = false;
        //
        // label1
        //
        this.label1.BorderStyle =
System.Windows.Forms.BorderStyle.Fixed3D;
        this.label1.Enabled = false;
        this.label1.Location = new System.Drawing.Point(0, 496);
        this.label1.Name = "label1";
        this.label1.Size = new System.Drawing.Size(48, 20);
        this.label1.TabIndex = 36;
        this.label1.Text = "Cell";
        this.label1.TextAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.MiddleLeft;
        //
        // lblCellOperatorIs
        //
        this.lblCellOperatorIs.Enabled = false;
        this.lblCellOperatorIs.Location = new System.Drawing.Point(120,
496);
        this.lblCellOperatorIs.Name = "lblCellOperatorIs";
        this.lblCellOperatorIs.Size = new System.Drawing.Size(8, 12);
        this.lblCellOperatorIs.TabIndex = 34;
        this.lblCellOperatorIs.Text = "=";
        //
        // lblGetValueData
        //

```

```

        this.lblGetValueData.BorderStyle =
System.Windows.Forms.BorderStyle.Fixed3D;
        this.lblGetValueData.Enabled = false;
        this.lblGetValueData.Location = new System.Drawing.Point(136,
496);

        this.lblGetValueData.Name = "lblGetValueData";
        this.lblGetValueData.Size = new System.Drawing.Size(144, 20);
        this.lblGetValueData.TabIndex = 33;
        this.lblGetValueData.TextAlign =
System.Drawing.ContentAlignment.MiddleLeft;
        //
        // txtCell
        //
        this.txtCell.Enabled = false;
        this.txtCell.Location = new System.Drawing.Point(56, 496);
        this.txtCell.MaxLength = 4;
        this.txtCell.Name = "txtCell";
        this.txtCell.Size = new System.Drawing.Size(48, 20);
        this.txtCell.TabIndex = 35;
        this.txtCell.TabStop = false;
        this.txtCell.Text = "A2";
        //
        // ExcelExport
        //
        this.AutoScaleBaseSize = new System.Drawing.Size(5, 13);
        this.ClientSize = new System.Drawing.Size(496, 319);
        this.Controls.Add(this.label1);
        this.Controls.Add(this.lblCellOperatorIs);
        this.Controls.Add(this.lblGetValueData);
        this.Controls.Add(this.txtCell);
        this.Controls.Add(this.txtPK);
        this.Controls.Add(this.txtRange);
        this.Controls.Add(this.textBox1);
        this.Controls.Add(this.btnSetPK);
        this.Controls.Add(this.label4);
        this.Controls.Add(this.progressBar1);
        this.Controls.Add(this.button1);
        this.Controls.Add(this.btnGetData);
        this.Controls.Add(this.dataGrid1);
        this.Controls.Add(this.cboSheetnames);
        this.Controls.Add(this.label3);
        this.Controls.Add(this.lblSheet);
        this.Controls.Add(this.btnOpenFileDialog);
        this.Controls.Add(this.lblFilename);
        this.FormBorderStyle =
System.Windows.Forms.FormBorderStyle.FixedSingle;
        this.Name = "ExcelExport";
        this.StartPosition =
System.Windows.Forms.FormStartPosition.CenterScreen;
        this.Text = "ExcelExport";

```

```

        this.Load += new System.EventHandler(this.ExcelExport_Load);
    ((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.dataGrid1)).EndInit();
        this.ResumeLayout(false);

    }
    #endregion

    private void btnOpenFileDialog_Click(object sender, System.EventArgs e)
    {
        OpenFileDialog f = new OpenFileDialog();
        f.Filter = "Excel files | *.xls";
        f.InitialDirectory = Application.ExecutablePath;

        if (f.ShowDialog() == DialogResult.OK)
            if (f.FileName != null && f.CheckFileExists == true )
            {
                this._strExcelFilename = f.FileName;
                this.textBox1.Text = f.FileName;
                RetrieveSheetnames();
                if (this.cboSheetnames.Items.Count > 0)
                    cboSheetnames.SelectedIndex = 0;
            }
    }

    private void InitExcel(ref ExcelReader exr)
    {
        //Excel must be open
        if (exr == null)
        {
            exr = new ExcelReader();
            exr.ExcelFilename = _strExcelFilename;
            exr.Headers = false;
            exr.MixedData = true;
        }
        if (_dt == null) _dt = new DataTable("par");
        exr.KeepConnectionOpen = true;

        //Check excel sheetname is selected
        if (this.cboSheetnames.SelectedIndex > -1)
            exr.SheetName = this.cboSheetnames.Text;
        else
            throw new Exception("Bilgilerin olduğu sayfayı
seçmelisiniz!");

        cboSheetnames.Focus();

        //Set excel sheet range
        exr.SheetRange = this.txtRange.Text;
    }
}

```

```

private void button1_Click(object sender, System.EventArgs e)
{
    DataRow[] Satirlar;
    Satirlar = _dt.Select();
    int Satir=Satirlar.Length;
    int i=0;

    progressBar1.Minimum = 0;
    progressBar1.Maximum = Satir;
    progressBar1.Visible = true;
    for(i=0;i<Satir;i++)
    {
        System.Data.DataRow ekle;
        cb=new OleDbCommandBuilder(adp);
        ekle=dt.Tables["VERI"].NewRow();
        progressBar1.Value = i;

        ekle["Ada"]=Satirlar[i].ItemArray[0];
        ekle["Parsel"]=Satirlar[i].ItemArray[1];
        ekle["AdaParsel"]=Satirlar[i].ItemArray[2];
        ekle["Cadde"]=Satirlar[i].ItemArray[3];
        ekle["Sokak"]=Satirlar[i].ItemArray[4];
        ekle["KapiNo"]=Satirlar[i].ItemArray[5];
        ekle["BA1"]=Satirlar[i].ItemArray[6];
        ekle["BA2"]=Satirlar[i].ItemArray[7];
        ekle["BA3"]=Satirlar[i].ItemArray[8];
        ekle["YG1"]=Satirlar[i].ItemArray[9];
        ekle["YG2"]=Satirlar[i].ItemArray[10];
        ekle["YG3"]=Satirlar[i].ItemArray[11];
        ekle["DGR"]=Satirlar[i].ItemArray[12];
        ekle["Bodrum"]=Satirlar[i].ItemArray[13];
        ekle["Ana"]=Satirlar[i].ItemArray[14];
        ekle["Alt"]=Satirlar[i].ItemArray[15];
        ekle["Yil"]=Satirlar[i].ItemArray[16];
        ekle["-75"]=Satirlar[i].ItemArray[17];
        ekle["+75"]=Satirlar[i].ItemArray[18];
        ekle["+98"]=Satirlar[i].ItemArray[19];
        ekle["Ayrik"]=Satirlar[i].ItemArray[20];
        ekle["SolGrup"]=Satirlar[i].ItemArray[21];
        ekle["SolBina"]=Satirlar[i].ItemArray[22];
        ekle["SagGrup"]=Satirlar[i].ItemArray[23];
        ekle["SagBina"]=Satirlar[i].ItemArray[24];
        ekle["KapaliC"]=Satirlar[i].ItemArray[25];
        ekle["FarkliKat"]=Satirlar[i].ItemArray[26];
        ekle["GBGor"]=Satirlar[i].ItemArray[27];
        ekle["Fotograf"]=Satirlar[i].ItemArray[28];
        ekle["Dusunceler"]=Satirlar[i].ItemArray[29];
        dt.Tables["VERI"].Rows.Add(ekle);
        adp.Update(dt, "VERI");
    }
}

```

```

        Application.DoEvents();
    }
    button1.Enabled=false;
    MessageBox.Show (" " + Satir.ToString() + " adet bina kaydı
veritabanına işlendi.", "İŞLEM TAMAM");
    progressBar1.Visible = false;
}

OleDbConnection odc;
OleDbDataAdapter adp;
DataSet dt;
OleDbCommandBuilder cb;//
private void ExcelExport_Load(object sender, System.EventArgs e)
{
    string baglanti = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=" + Application.StartupPath.ToString() + "\\Bina.mdb";
    string sorgu="SELECT * FROM VERI";
    odc = new OleDbConnection(baglanti);
    adp = new OleDbDataAdapter(sorgu,odc);
    dt=new DataSet();

    adp.Fill(dt, "VERI");

    if (System.IO.File.Exists(this.textBox1.Text))
        RetrieveSheetnames();
}
private void RetrieveSheetnames()
{
    try
    {
        this.cboSheetnames.Items.Clear();

        if (_exr !=null)
        {
            _exr.Dispose();
            _exr=null;
        }

        _exr = new ExcelReader();
        _exr.ExcelFilename = _strExcelFilename;
        _exr.Headers =false;
        _exr.MixedData =true;
        string[] sheetnames = this._exr.GetExcelSheetNames();
        this.cboSheetnames.Items.AddRange(sheetnames);
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.Message,"HATA",MessageBoxButtons.OK,MessageBoxI
con.Error);
    }
}

```

```

    }
}

private void btnGetData_Click(object sender, System.EventArgs e)
{
    try
    {
        Cursor = Cursors.WaitCursor;
        InitExcel(ref _exr);
        _dt = _exr.GetTable();
        this.lblGetValueData.Text =
_exr.GetValue(txtCell.Text).ToString();
        this.dataGrid1.DataSource=_dt;

        _exr.Close();
        _exr.Dispose();
        _exr=null;
        Cursor = Cursors.Default;
        if (_dt !=null && this.txtPK.Text.Length >0) SetPK();

        DataRow[] SatirlarS;
        SatirlarS = _dt.Select();
        int SatirS=SatirlarS.Length;

        button1.Enabled=true;
        btnGetData.Enabled=false;
        MessageBox.Show (" " + SatirS.ToString() + " adet bina
kaydı okundu!", "OKUNAN KAYIT SAYISI");

    }
    catch (Exception ex)
    {
        Cursor = Cursors.Default;

        MessageBox.Show(ex.Message,"HATA",MessageBoxButtons.OK,MessageBoxI
con.Error);
    }
}

private bool IsInt(string strNr)
{
    try
    {
        int intNr= int.Parse(strNr);
        return true;
    }
    catch
    {
        return false;
    }
}

```



**Puan Hesapla**

```

procedure TForm1.Button6Click(Sender: TObject);
var
k,yt,yy:integer;
begin

adoquery1.First;
while ( not adoquery1.Eof) do begin
edit6.Text :=adoquery1.FieldByName('Mahalleler').Value;
edit3.Text:=dbedit22.Text;
p:=100;
p6:=0;
p7:=0;
p8:=0;
p9:=0;
p10:=0;
p11:=0;
p12:=0;
p13:=0;
p14:=0;
p15:=0;
p16:=0;
p17:=0;
p18:=0;
p19:=0;
p20:=0;
p21:=0;
p22:=0;
p23:=0;
p24:=0;
p25:=0;
p26:=0;

if not (adoquery1.FieldByName('BA1').AsString='') then
begin
p6:=strtoint(adoquery1.FieldByName('BA1').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('BA2').AsString='') then
begin
p7:=strtoint(adoquery1.FieldByName('BA2').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('BA3').AsString='') then
begin
p8:=strtoint(adoquery1.FieldByName('BA3').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('YG1').AsString='') then
begin
p9:=strtoint(adoquery1.FieldByName('YG1').asstring);
end;

```



```
if not (adoquery1.FieldByName('YG2').AsString=") then
begin
p10:=strtoint(adoquery1.FieldByName('YG2').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('DGR').AsString=") then
begin
p12:=strtoint(adoquery1.FieldByName('DGR').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('Bodrum').AsString=") then
begin
p13:=strtoint(adoquery1.FieldByName('Bodrum').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('Ana').AsString=") then
begin
p14:=strtoint(adoquery1.FieldByName('Ana').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('Alt').AsString=") then
begin
p15:=strtoint(adoquery1.FieldByName('Alt').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('Yil').AsString=") then
begin
p16:=strtoint(adoquery1.FieldByName('Yil').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('a75').AsString=") then
begin
p17:=strtoint(adoquery1.FieldByName('a75').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('u75').AsString=") then
begin
p18:=strtoint(adoquery1.FieldByName('u75').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('u98').AsString=") then
begin
p19:=strtoint(adoquery1.FieldByName('u98').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('Ayrik').AsString=") then
begin
p20:=strtoint(adoquery1.FieldByName('Ayrik').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('SolGrup').AsString=") then
begin
p21:=strtoint(adoquery1.FieldByName('SolGrup').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('SolBina').AsString=") then
begin
p22:=strtoint(adoquery1.FieldByName('SolBina').asstring);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('SagGrup').AsString=") then
begin
```

```

p23:=strtoint(adoquery1.FieldByName('SagGrup').asString);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('SagBina').AsString='') then
begin
p24:=strtoint(adoquery1.FieldByName('SagBina').asString);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('KapaliC').AsString='') then
begin
p25:=strtoint(adoquery1.FieldByName('KapaliC').asString);
end;
if not (adoquery1.FieldByName('FarkliKat').AsString='') then
begin
p26:=strtoint(adoquery1.FieldByName('FarkliKat').asString);
end;

```

```

if p6>0 then          //1-2 story buildings age(BA)
begin
  if p16<1975 then
  begin
    p:=p-10;
  end
  else
  begin
    if p17=1 then
    begin
      p:=p-10;
    end
    else
    begin
      if p18=1 then
      begin
        p:=p-0;
      end
      else
      begin
        if p19=1 then
        begin
          p:=p+0;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;
end;
end;          //1-2 story buildings age (BA)

```

```

if p9>0 then          //1-2 story buildings age(YG)
begin
  if p16<1975 then
  begin
    p:=p-10;
  end;
end;

```

```

end
else
begin
  if p17=1 then
    begin
      p:=p-10;
    end
  else
    begin
      if p18=1 then
        begin
          p:=p-0;
        end
      else
        begin
          if p19=1 then
            begin
              p:=p+0;
            end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;
end ;           //1-2 story buildings age (yg)

if p7>0 then           // 3-5 story buildings age(BA)
begin
  if p17=1 then
    begin
      p:=p-25;
    end
  else
    begin
      if p18=1 then
        begin
          p:=p-15;
        end
      else
        begin
          if p19=1 then
            begin
              p:=p-0;
            end
          else
            begin
              if (p16<=1984) and (p16>=1975) then
                begin
                  p:=p-15;
                end
              else
                begin

```

```

        if (p16<=1995) and (p16>1984) then
        begin
        p:=p-10;
        end
        else
        begin
        if 1995<p16 then
        begin
        p:=p+0;
        end;
        end;
        end;
        end;
        end;
        if(p16=0) and (p17=0) and (p18=0) and (p19=0) then
        begin
        p:=p-15;
        end;
end ;           // 3-5 story buildings age(BA)

if p10>0 then           // 3-5 story buildings age(YG)
begin
if p17=1 then
begin
p:=p-25;
end
else
begin
if p18=1 then
begin
p:=p-15;
end
else
begin
if p19=1 then
begin
p:=p-0;
end
else
begin
if (p16<=1984) and (p16>=1975) then
begin
p:=p-15;
end
else
begin
if (p16<=1995) and (p16>1984) then
begin
p:=p-10;

```

```

        end
        else
        begin
            if 1995<p16 then
            begin
                p:=p+0;
            end;
        end;
    end;
end;
end;
end;
if(p16=0) and (p17=0) and (p18=0) and (p19=0) then
begin
    p:=p-15;
end;
end; // 3-5 story buildings age(YG)

if p8>0 then // 6 and up story buildings age
begin
    if p17=1 then
    begin
        p:=p-30;
    end
    else
    begin
        if p19=1 then
        begin
            p:=p-0;
        end
        else
        begin
            if p18=1 then
            begin
                p:=p-20;
            end
            else
            begin
                if (p16<=1984)and (p16>1975) then
                begin
                    p:=p-20;
                end
                else
                begin
                    if (p16<=1995)and (p16>1984) then
                    begin
                        p:=p-15;
                    end
                    else
                    begin

```

```

        if 1995<p16 then
        begin
        p:=p-0;
        end
        else
        begin
        if p16<1975 then
        begin
        p:=p-30;
        end;
        end;
        end;
        end;
        end;
        end;
        end;

if(p16=0) and (p17=0) and (p18=0) and (p19=0) then
begin
p:=p-20;
end;
end; // 6 and up story buildings age

if p6>0 then //1-2 story buildings overhangs(BA)
begin
if p25>=0 then
begin
p:=p-0;
end;
end; //1-2 story buildings overhangs (BA)

if p9>0 then //1-2 story buildings overhangs(YG)
begin
if p25>=0 then
begin
p:=p-0;
end;
end; //1-2 story buildings overhangs(YG)

if p7>0 then // 3-5 story buildings overhangs (BA)
begin
if p25=0 then
begin
p:=p+-0;
end
else
begin
if p25=1 then
begin

```

```

    p:=p-7;
  end
  else
  begin
    if p25>1 then
    begin
      p:=p-10;
    end;
  end;
end;
end ;           // 3-5 story buildings overhangs (BA)

if p10>0 then           // 3-5 story buildings overhangs (YG)
begin
  if p25=0 then
  begin
    p:=p+-0;
  end
  else
  begin
    if p25=1 then
    begin
      p:=p-7;
    end
    else
    begin
      if p25>1 then
      begin
        p:=p-10;
      end
    end;
  end;
end ;           // 3-5 story buildings overhangs (YG)

if p8>0 then           // 6 and up story buildings overhangs
begin
  if p25=0 then
  begin
    p:=p-0;
  end
  else
  begin
    if p25=1 then
    begin
      p:=p-10;
    end
    else
    begin
      if p25>1 then
      begin

```

```

        p:=p-15;
        end;
    end;
end;
end ;           // 6 and up story buildings overhangs

if p6>0 then           //1-2 story buildings soft story& short Colomns (BA)
begin
    if p26<=1 then
    begin
        p:=p-0;
        end
    else
    begin
        if p26=2 then
        begin
            p:=p-10;
            end
        else
        begin
            if p26=3 then
            begin
                p:=p-10;
                end
            end;
        end;
    end;
end ;           //1-2 story buildings soft story& short Colomns (BA)

if (p9>0) then           //1-2 story buildings soft story& short Colomns (YG)
begin
    if p26<=1 then
    begin
        p:=p-0;
        end
    else
    begin
        if p26=2 then
        begin
            p:=p-10;
            end
        else
        begin
            if p26=3 then
            begin
                p:=p-10;
                end;
            end;
        end;
    end;
end ;           //1-2 story buildings soft story& short Colomns (YG)

```



```

if p7>0 then          // 3-5 story buildings soft story& short Colomns (BA)
begin
  if p26=0 then
  begin
    p:=p-0;
  end
  else
  begin
    if p26=1 then
    begin
      p:=p-20;
    end
    else
    begin
      if p26=2 then
      begin
        p:=p-10;
      end
      else
      begin
        if p26=3 then
        begin
          p:=p-30;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;
end;          // 3-5 story buildings soft story& short Colomns (BA)

```

```

if p10>0 then        // 3-5 story buildings soft story& short Colomns(YG)
begin
  if p26=0 then
  begin
    p:=p-0;
  end
  else
  begin
    if p26=1 then
    begin
      p:=p-20;
    end
    else
    begin
      if p26=2 then
      begin
        p:=p-10;
      end
      else
      begin

```



```
else
begin
  if p23=2 then
  begin
    p:=p-5;
  end
  else
  begin
    if p23=3 then
    begin
      p:=p-2;
    end
    else
    begin
      if p23=4 then
      begin
        p:=p-7;
      end;
    end;
  end;
end;
end;
end;

if (p21=1) then
begin
  if (p23=0) then
  begin
    p:=p-1;
  end
  else
  begin
    if p23=1 then
    begin
      p:=p-2;
    end
    else
    begin
      if p23=2 then
      begin
        p:=p-6;
      end
      else
      begin
        if p23=3 then
        begin
          p:=p-4;
        end
        else
        begin
```

```
        if p23=4 then
        begin
        p:=p-8 ;
        end;
    end;
end;
end;
end;
end;
```

```
if (p21=2) then
begin
    if (p23=0) then
    begin
        p:=p-5;
    end
    else
    begin
        if p23=1 then
        begin
            p:=p-6;
        end
        else
        begin
            if p23=2 then
            begin
                p:=p-7;
            end
            else
            begin
                if p23=3 then
                begin
                    p:=p-7;
                end
                else
                begin
                    if p23=4 then
                    begin
                        p:=p-12 ;
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;
end;
end;
end;
```

```
if (p21=3) then
begin
    if (p23=0) then
    begin
```

```
p:=p-2;
end
else
begin
  if p23=1 then
  begin
    p:=p-3;
  end
  else
  begin
    if p23=2 then
    begin
      p:=p-7;
    end
    else
    begin
      if p23=3 then
      begin
        p:=p-4;
      end
      else
      begin
        if p23=4 then
        begin
          p:=p-9 ;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;
end;
end;

if (p21=4) then
begin
  if (p23=0) then
  begin
    p:=p-7;
  end
  else
  begin
    if p23=1 then
    begin
      p:=p-8;
    end
    else
    begin
      if p23=2 then
      begin
        p:=p-12;
      end
    end
  end
end
```

```

else
begin
  if p23=3 then
  begin
    p:=p-9;
  end
  else
  begin
    if p23=4 then
    begin
      p:=p-10 ;
    end;
  end;
end;
end;
end;
end;

```

// Pounding

```

if (p>0) and (p<50) then k:=1;
if (p>49) and (p<70) then k:=2;
if (p>69) and (p<101) then k:=3;

```

```

if not (adoquery1.FieldName('BA1').AsString='') then yt:=1;
if not (adoquery1.FieldName('BA2').AsString='') then yt:=2;
if not (adoquery1.FieldName('BA3').AsString='') then yt:=3;
if not (adoquery1.FieldName('YG1').AsString='') then yt:=4;
if not (adoquery1.FieldName('YG2').AsString='') then yt:=5;

```

```

if not (adoquery1.FieldName('a75').AsString='') then yy:=1;
if not (adoquery1.FieldName('u75').AsString='') then yy:=2;
if not (adoquery1.FieldName('u98').AsString='') then yy:=3;

```

```

adoquery2.insert;
adoquery2.FieldName('id').Value:=edit3.Text;
adoquery2.FieldName('puan').Value:=inttostr(p);
adoquery2.FieldName('kalite').Value:=inttostr(k);

```

```
adoquery2.Post;
```

```

adoquery3.insert;
adoquery3.FieldName('id').Value:=edit3.Text;
adoquery3.FieldName('Mahalle').Value:=edit6.Text;
adoquery3.FieldName('yapimtururu').Value:=inttostr(yt);
adoquery3.FieldName('yapimyili').Value:=inttostr(yy);
adoquery3.FieldName('k').Value:=inttostr(k);
adoquery3.FieldName('hebele').Value:=inttostr(yt)+inttostr(yy)+inttostr(k);
adoquery3.Post;

```

```

adoquery1.Next;
end;
end;

```

### Hesaplanan Puanları 'i j k' ya Göre Grupla

```

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
var
i,j,k,sa,id:integer;
begin
    adoquery6.Close;
    adoquery6.sql.clear;
    adoquery6.SQL.add('select distinct Mahalle from puankategori' );
    adoquery6.open;

    adoquery6.First;
    while ( not adoquery6.Eof) do begin
    edit7.Text :=adoquery6.FieldName('Mahalle').Value;
    for i:=1 to 5 do
    begin
        for j:=1 to 2 do
        begin
            for k:=1 to 3 do
            begin
                sa:=strtoint(inttostr(i)+inttostr(j)+inttostr(k));
                adoquery4.Close;

                adoquery4.sql.clear;
                adoquery4.SQL.add('select count(hebele) as toplam from puankategori' );
                adoquery4.SQL.add('where hebele='+ inttostr(sa));
                adoquery4.SQL.add('and Mahalle='+ quotedstr(edit7.Text));
                adoquery4.open;
                edit5.Text:=adoquery4.FieldName('toplam').AsString;

                adoquery5.last;
                if not(adoquery5.FieldName('id').AsString='') then
                begin
                    id:=strtoint(adoquery5.FieldName('id').asString);
                end
                else
                begin
                    id:=0;
                end ;

                id:=id+1;
                adoquery5.insert;
                adoquery5.FieldName('Mahalle').Value:=edit7.Text;

```

```

    adoquery5.FieldName('toplaml').Value:=edit5.Text;
adoquery5.FieldName('ijk').Value:=sa;
    adoquery5.FieldName('id').Value:=inttostr(id);
    adoquery5.Post;

    end;
end;
end;
adoquery5.Close;
adoquery5.open ;
adoquery6.Next;
end;
end;

```

### **Sms değeri hesapla**

```

procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
begin
form3.show;
end;

```

### **Sdp değeri hesapla**

```

procedure TForm3.Button8Click(Sender: TObject);
var
k, id, e, sa, sdcspd, t, dt, sdc,sdc1,sdc2, agr, a, daag, ra, rv, beff, sdp, err, sd :real;
tt:Array[0..214] of real;
aag:Array[0..214] of real;
sdcc:Array[0..214] of real;
agrr:Array[0..214] of real;
j,i,l,m,n:integer;

begin

    adotable1.First;
    for i:=low(tt) to high(tt)do
        begin
            tt[i]:=strtofloat(adotable1.FieldValues['T']);
            aag[i]:=strtofloat(adotable1.FieldValues['Ag']);
            adotable1.Next;
        end;

    adoquery1.First;
    while ( not adoquery1.Eof) do begin
j:=strtoint(adoquery1.FieldValues['id']);
sd:=strtofloat(adoquery1.FieldValues['sd']);
err:=10000;
sdp:=sd;
        for i:=1 to 2000 do
            begin

```



```

sdp:=sdp + 0.01;
k:=strtofloat(adoquery1.FieldValues['K']);
beff:=5+63.7*k*(sdp-sd)/sdp;

  if (beff<40) then
    begin
      beff:=beff ;
    end
  else
    begin
      beff:=40;
    end;

ra:=2.12/(3.21-0.68*ln(beff));
rv:=1.65/(2.31-0.41*ln(beff));

  for l:=low(tt) to high(tt)do
    begin
      a:=aag[l];
      if ((a/rv)>(707.79/ra)) then
        begin
          agr:=(707.79/ra);
        end
      else
        begin
          agr:=(a/rv);
        end;
      t:=tt[l];

      sdc:=(agr*power(t,2))/(4*power(pi,2));
      sdc:=roundto(sdc,-2);
      sdcc[l]:=sdc;
      agrr[l]:=agr;
    end;

  for m:=low(sdcc) to high(sdcc)do
    begin
      sdc1:=sdcc[m];
      n:=m+1;
      sdc2:=sdcc[n];
      sdcspd:=agrr[m];
      if (sdp>sdc1) and (sdp<sdc2) then break;
    end;

sa:=strtofloat(adoquery1.FieldValues['Sa']);
e:=(sdcspd-sa)/sa;

  if e<0 then break;

  if (err>abs(e)) then

```

```

begin
err:=abs(e);
end;

if e<0.005 then break;

end;

id:=strtofloat( adoquery1.FieldValues['id']);
adotable3.insert;
adotable3.FieldName('err').AsFloat:=err;
adotable3.FieldName('id').AsInteger:=j;

adotable3.FieldName('sdp').Value:=bin(strtofloat(floattostr(sdp)));
adotable3.FieldName('beff').Value:=bin(strtofloat(floattostr(beff)));
adotable3.FieldName('ra').Value:=bin(strtofloat(floattostr(ra)));
adotable3.FieldName('rv').Value:=bin(strtofloat(floattostr(rv)));
adotable3.Post;
adoquery1.Next;
end;
close;
end;

```

### **Kumulatif değerleri hesapla**

```

procedure TForm3.Button9Click(Sender: TObject);
var
sdp, sds, sdm, sde, sdc, bs, bm, be, bc, s,m,e,c :real;
sdpp:Array[0..29] of real;
sdss:Array[0..29] of real;
sdmm:Array[0..29] of real;
sdee:Array[0..29] of real;
sdcc:Array[0..29] of real;
bss:Array[0..29] of real;
bmm:Array[0..29] of real;
bee:Array[0..29] of real;
bcc:Array[0..29] of real;
j,i,l,n,x,a,ii,jj,kk,sa:integer;
sayfa,uygulama: Variant;
xx,y,z,t:real;
go,ag,ort,ha,hsz:real;
sonuc1, sonuc2 :integer;
begin

adotable5.First;
for i:=low(sdpp) to high(sdpp) do
begin
x:=strtoint(adotable5.FieldValues['id']);
n:=x-1;
sdpp[n]:=strtofloat(adotable5.FieldValues['sdp']);

```

```

adotable5.Next;
end;
edit12.Text:=floattostr(sdpp[18]);

```

```

adotable6.First;
for j:=low(sdss) to high(sdss)do
begin
sdss[j]:=strtofloat(adotable6.FieldValues['sds']);
sdmm[j]:=strtofloat(adotable6.FieldValues['sdm']);
sdee[j]:=strtofloat(adotable6.FieldValues['sde']);
sdcc[j]:=strtofloat(adotable6.FieldValues['sdc']);
bss[j]:=strtofloat(adotable6.FieldValues['bs']);
bmm[j]:=strtofloat(adotable6.FieldValues['bm']);
bee[j]:=strtofloat(adotable6.FieldValues['be']);
bcc[j]:=strtofloat(adotable6.FieldValues['bc']);
adotable6.Next;
end;

```

```

uygulama := CreateOleObject('Excel.Application');

```

```

uygulama.Visible := true;
uygulama.WorkBooks.Open['c:\arcveri\he.xls'];
for l:=low(sdpp) to high(sdpp)do
begin
sdp:=sdpp[l];
sds:=sdss[l];
sdm:=sdmm[l];
sde:=sdee[l];
sdc:=sdcc[l];
bs:=bss[l];
bm:=bmm[l];
be:=bee[l];
bc:=bcc[l];

```

```

xx:=(1/bs)*ln(sdp/sds);
uygulama.ActiveSheet.Cells[1,1].Formula:=xx;//aktif sayfaya aktar
xx:=uygulama.ActiveSheet.cells[2,1].Value;
xx:=xx*100;
edit12.Text:=floattostr(xx);

```

```

y:=(1/bm)*ln(sdp/sdm);
y:=uygulama.ActiveSheet.cells[2,2].Value;
y:=y*100;
edit13.Text:=floattostr(y);

```

```

z:=(1/be)*ln(sdp/sde);
uygulama.ActiveSheet.Cells[1,3].Formula:=z;//aktif sayfaya aktar
z:=uygulama.ActiveSheet.cells[2,3].Value;
z:=z*100;
edit14.Text:=floattostr(z);

```

```
t:=(1/bc)*ln(sdp/sdc);
```

```
uygulama.activeSheet.Cells[1,4].Formula:=t;//aktif sayfaya aktar
```

```
t:=uygulama.ActiveSheet.cells[2,4].Value;
```

```
t:=t*100;
```

```
edit15.Text:=floattostr(t);
```

```
go:=t;
```

```
ag:=z-t;
```

```
ort:=y-z;
```

```
ha:=xx-y;
```

```
hsz:=100-(go+ag+ort+ha);
```

```
a:=l+1;
```

```
if (l=0) then sa:=111;
```

```
if (l=1) then sa:=112;
```

```
if (l=2) then sa:=113;
```

```
if (l=3) then sa:=121;
```

```
if (l=4) then sa:=122;
```

```
if (l=5) then sa:=123;
```

```
if (l=6) then sa:=211;
```

```
if (l=7) then sa:=212;
```

```
if (l=8) then sa:=213;
```

```
if (l=9) then sa:=221;
```

```
if (l=10) then sa:=222;
```

```
if (l=11) then sa:=223;
```

```
if (l=12) then sa:=311;
```

```
if (l=13) then sa:=312;
```

```
if (l=14) then sa:=313;
```

```
if (l=15) then sa:=321;
```

```
if (l=16) then sa:=322;
```

```
if (l=17) then sa:=323;
```

```
if (l=18) then sa:=411;
```

```
if (l=19) then sa:=412;
```

```
if (l=20) then sa:=413;
```

```
if (l=21) then sa:=421;
```

```
if (l=22) then sa:=422;
```

```
if (l=23) then sa:=423;
```

```
if (l=24) then sa:=511;
```

```
if (l=25) then sa:=512;
```

```
if (l=26) then sa:=513;
```

```
if (l=27) then sa:=521;
```

```
if (l=28) then sa:=522;
```

```
if (l=29) then sa:=523;
```

```
adoquery4.insert;
```

```
adoquery4.FieldByName('id').AsInteger:=a;
```

```
adoquery4.FieldByName('ijk').AsInteger:=sa;
```

```

adoquery4.FieldByName('gocme').Value:=binn(strtfloat(floattostr(go)));
adoquery4.FieldByName('agir').Value:=binn(strtfloat(floattostr(ag)));
adoquery4.FieldByName('orta').Value:=binn(strtfloat(floattostr(ort)));
adoquery4.FieldByName('hafif').Value:=binn(strtfloat(floattostr(ha)));
adoquery4.FieldByName('hasarsiz').Value:=binn(strtfloat(floattostr(hsz)));
adoquery4.Post;
edit15.Text:=floattostr(hsz);

    end;
end;

```

### **Mahalle hasarları hesapla**

```

procedure TForm3.Button10Click(Sender: TObject);
var
go,ag,ort,haf,hsz:real;
i,t:integer;
begin
adoquery5.First;
while ( not adoquery5.Eof) do begin
edit14.Text:=adoquery5.FieldByName('ijk').AsString;

go:=strtfloat(adoquery5.FieldValues['gocme']);
ag:=strtfloat(adoquery5.FieldValues['agir']);
ort:=strtfloat(adoquery5.FieldValues['orta']);
haf:=strtfloat(adoquery5.FieldValues['hafif']);
hsz:=strtfloat(adoquery5.FieldValues['hasarsiz']);

adoquery6.Close;
adoquery6.sql.clear;

adoquery6.SQL.add('select * from ijk ');
adoquery6.SQL.add('where ijk='+ quotedstr(edit14.Text));
adoquery6.open;

adoquery6.First;

while ( not adoquery6.Eof) do begin
edit16.Text:=adoquery6.FieldByName('Mahalle').Value;
t:=strtoint(adoquery6.FieldValues['toplaml']);
go:=go*t/100;
ag:=ag*t/100;
ort:=ort*t/100;
haf:=haf*t/100;
hsz:=hsz*t/100;

adoquery7.insert;
adoquery7.FieldByName('ijk').AsInteger:=strtoint(edit14.Text);
adoquery7.FieldByName('gocme').Value:=binn(strtfloat(floattostr(go)));
adoquery7.FieldByName('agir').Value:=binn(strtfloat(floattostr(ag)));

```

```
adoquery7.FieldByName('orta').Value:=binn(strtofloat(floattostr(ort)));
adoquery7.FieldByName('hafif').Value:=binn(strtofloat(floattostr(haf)));
adoquery7.FieldByName('hasarsiz').Value:=binn(strtofloat(floattostr(hsz)));
adoquery7.FieldByName('mahalle').Value:=edit16.Text;
adoquery7.Post;
```

```
adoquery6.Next;
end;
adoquery5.Next;
end;
end;
```

## ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Yasemin ASLANKARA MANAV

Ana Adı : Necibe

Baba Adı : Avni

Doğum Yeri ve Tarihi : DENİZLİ/ 31.05.1982

Lisans : Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2004

Yabancı Dil : İngilizce