

**DELİKLİTAŞ MAHALLESİ-ESKİŞEHİR
COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ
İLE DEPREM RİSK ANALİZİ**

EMRE MOLA

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

**Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri
Anabilim Dalı**

Ağustos 2005

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Emre MOLA' nın “Deliklitaş mahallesi-Eskişehir Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Deprem Risk Analizi” başlıklı Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans tezi tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

| | Adı-Soyadı | İmza |
|---------------------|-----------------------------|-------|
| Üye (Tez Danışmanı) | : Prof.Dr. Can AYDAY | |
| Üye | : Yard.Doç.Dr. Metin ALTAN | |
| Üye | : Yard.Doç.Dr. Günseli KURT | |

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

Enstitü Müdürü

ÖZET**Yüksek Lisans Tezi****DELİKLİTAŞ MAHALLESİ-ESKİŞEHİR COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ
İLE
DEPREM RİSK ANALİZİ****EMRE MOLA****Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü****Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı****Danışman: Prof.Dr.Can AYDAY****2005, 129 sayfa**

Doğal afetlerin başında gelen deprem, can kaybı, ekonomik kayıp, sosyal ve psikolojik kayıplar şeklinde olan bir doğal afet biçimidir. Günümüzde bilim adamları depremi önceden belirlemeye çalışılarda şu anda en geçerli olan model önceden tedbir almaya yönelik olan riskli coğrafi yerleri ve yapıları belirlemektir.

Bu tezde Eskişehir ilinde bulunan Deliklitaş mahallesindeki binalar (yığma ve betonarme) için deprem risk analizi ve risk haritası oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışma alanındaki yapıların tipleri, kat sayıları, zemininin yapısı, yapım tarihleri, kaliteleri için tüm çalışma alanına bina envanter anketi uygulanmış, yerel zemin grubu için daha önce yapılan Eskişehir ili mühendislik jeoloji haritasından yararlanılmış, ve elde edilen tüm bilgiler Coğrafi Bilgi Sistemi veri tabanına aktarılarak gerekli sorgulamalar yapılmıştır. Daha sonra yapı sınıflarına göre ilgili zemin yapısı için talep ve kapasite eğrileri çıkarılmış buradan elde edilen performans noktasıyla çalışma alanındaki değişik sınıftaki binaların yapısal elemanları için dört farklı (az, orta, ağır, çok ağır) hasar seviyesinde birikimli hasar olasılık eğrileri yardımıyla beklenen etkin bina kayıp sayıları bulunmuş ve ait oldukları yapı sınıfları Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Deprem Risk Analizi,

Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi

ABSTRACT**Master of Science Thesis****DELIKLITAS REGION–ESKISEHIR CITY GEOGRAPHICAL
INFORMATION SYSTEMS WITH ANALYSES OF EARTHQUAKE RISK****EMRE MOLA****Anadolu University
Graduate School of Sciences
Remote Sensing and Geographical Information Systems Program****Supervisor: Prof.Can AYDAY
2005, 129 pages**

The loses of lives earthquakes which is one of the first standing catastrophes, is a kind of catastrophe which has also life, economical, social and psychological loses. Today, in spite of the fact that the scientists try to guess the earthquakes at first, the usual method is to know have risk geographical places and buildings which are have to consider.

In this thesis, it is aimed that there must be earthquake risk analyse and risk map for Deliklitas region buildings (Concrete and Masonry Bearing) in Eskisehir. Therefore, building inventory questionnaire was done for types of buildings, number of floors, type of building's ground, construction of buildings dates, their qualities. Also, for local ground group, the map of Eskişehir engineering geology is used and all information which was obtain was transfered to the Geographical Information Systems. Later, according to the building classify, for type of ground, the spectral response and buildings capacity curves were separated, then with the level of performance curves which was done before was found expectation active with the lose for four different types of damage (slight, moderate, extensive, complete) for different building types in working zone by the help of the fragility curves and were showed on the Geographical Information Systems.

Keywords :Earthquake, Geographical Information Systems, Earthquake Risk Analyse, Fragility Curves

TEŞEKKÜR

Güçlüklerle dolu bu çalışmada Aileme,

Bu çalışmaya benimle birlikte çaba sarf ederek büyük destek olan değerli hocam (danışman hocam) Anadolu Üniversitesi Uydu ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü Müdürü Prof. Dr. Can AYDAY'a, yine çok yardımını gördüğüm Yard. Doç. Dr. Metin ALTAN'a, Araştırma Görevlisi Muammer Tün'e, eleştirileriyle Emrah PEKKAN'a

Osmangazi Üniversitesi İstatistik Bölümü eski başkanı Prof. Dr. Necla ÇÖMLEKÇİ'ye Yard. Doç. Dr. Veysel YILMAZ'a değerli eleştirileriyle tezime yön veren sayın Yard. Doç. Dr. Günseli KURT'a

İnşaat Mühendisliğiyle ilgili konularda büyük yardımını gördüğüm sayın Yard. Doç. Dr. Gülgün ÜNAL YILMAZ'a

Saha çalışmasındaki yardımlarından dolayı Deliklitaş mahallesi muhtarı Hüsnü PETEK'e

Teşekkürler.

Emre MOLA

Ağustos-2005

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| TEŞEKKÜR | iii |
| İÇİNDEKİLER | iv |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | vii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | xviii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | xx |
| | |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| | |
| 2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ | 3 |
| 2.1. Vektör Veri Modeli..... | 5 |
| 2.2. Raster (Hücresel) Veri Modeli..... | 6 |
| | |
| 3. SİSMİK DALGALAR, YAPI TIPLERİ VE YAPI DİNAMİĞİ | 7 |
| 3.1. Sismik Dalgalar..... | 7 |
| 3.1.1. Birincil (P) ve İkincil (S) Dalgalar..... | 7 |
| 3.1.2. Yüzey Dalgaları..... | 8 |
| 3.1.2.1. Love Dalgaları..... | 8 |
| 3.1.2.2. Rayleigh Dalgaları..... | 9 |
| 3.2. Eskişehir İli Deliklitaş Mahallesiindeki Yapı Tipleri ve Açıklamaları..... | 10 |
| 3.2.1. Betonarme Tipli Binalar ve Deprem Etkisindeki Davranışları..... | 11 |
| 3.2.2. Yığma Tipli Binalar ve Deprem Etkisindeki Davranışları..... | 12 |
| 3.2.3. Taş Tipli Binalar..... | 14 |
| 3.2.4. Taşınabilir Tipli Binalar..... | 14 |
| 3.3. Yapı Dinamiği..... | 14 |
| 3.3.1. Kapasite Eğrisi..... | 15 |
| 3.3.2. Talep Spektrumu..... | 22 |
| 3.3.3. Performans Noktası..... | 29 |

| | <u>Sayfa</u> |
|---|---------------------|
| 3.4. Yapısal Hasar Seviyeleri..... | 36 |
| 3.5. Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi ve Beklenen Kayıp..... | 40 |
| 4. YAPILAN ÇALIŞMALAR..... | 46 |
| 4.1. Çalışma Alanının Sınırları..... | 46 |
| 4.2. Bina Envanter Anketi ve Saha Çalışmaları..... | 47 |
| 4.3. Verilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Kullanımı..... | 50 |
| 5. DELİKLİTAŞ MAHALLESİ-ESKİŞEHİR COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE DEPREM RİSK ANALİZİ..... | 83 |
| 5.1. 1975 Sonrası 1-3 Katlı Betonarme Binaların Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Etkin Kayıplar ve Risk Haritası..... | 83 |
| 5.2. 1975 Sonrası 4-7 Katlı Betonarme Binaların Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Etkin Kayıplar ve Risk Haritası | 88 |
| 5.3. 1975 Sonrası 8 ve Daha Fazla Katlı Betonarme Binaların Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Etkin Kayıplar ve Risk Haritası..... | 92 |
| 5.4. 1975 Öncesi 1-3 Katlı Betonarme Binaların Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Etkin Kayıplar ve Risk Haritası | 96 |
| 5.5. 1975 Öncesi 4-7 Katlı Betonarme Binaların Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Etkin Kayıplar ve Risk Haritası..... | 100 |
| 5.6. 1975 Öncesi 8 ve Daha Fazla Katlı Betonarme Binaların Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Etkin Kayıplar ve Risk Haritası..... | 104 |
| 5.7. 1975 sonrası 1-3 Katlı yığma Binaların Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Etkin Kayıplar ve Risk Haritası..... | 108 |
| 5.8. 1975 sonrası 4 ve daha Fazla Katlı yığma Binaların Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Etkin Kayıplar ve Risk Haritası..... | 112 |
| 5.9. 1975 öncesi 1-3 Katlı yığma Binaların Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Etkin Kayıplar ve Risk Haritası..... | 116 |

| | <u>Sayfa</u> |
|--|---------------------|
| 5.10. 1975 öncesi 4 ve daha fazla Katlı yığma Binaların Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Etkin Kayıplar ve Risk Haritası..... | 120 |
| 6. TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 125 |
| KAYNAKLAR..... | 126 |
| EKLER..... | 128 |
| EK-1. Kapasite Katsayıları..... | 128 |
| EK-2. Spektral Yer Değiştirmeye Bağlı Birikimli Hasar Olasılık Eğrileri İçin Bina Sınıflarına ve Kat Sayılarına Göre Kullanılan Medyan ve Sapma Değerleri..... | 129 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| 2.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Fonksiyonları..... | 4 |
| 2.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki Vektör Tipi Veri | 5 |
| 2.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki Raster Tipi Veri | 6 |
| 3.1. Deprem dalgalarının yayılma şekli | 9 |
| 3.2. Norveç (ilk üç sismogram) ve Japonya’da olan depremlerin Almanya’daki aynı istasyondan alınmış kayıtları..... | 10 |
| 3.3. Bina Yatay Yük Taşıma kapasitesi Eğrisi..... | 16 |
| 3.4. Bina kapasite eğrisi ve kapasite noktaları..... | 19 |
| 3.5. Parametrelere bağlı Bina kapasite eğrisi ve kapasite noktaları..... | 21 |
| 3.6. Elastik ivme spektrumu..... | 22 |
| 3.7. 1998 yılı Türkiye deprem yönetmeliğine göre elastik ivme spektrumu..... | 25 |
| 3.8. Gerçek yüklemde omurga eğrisinin oluşması | 29 |
| 3.9. Basitleştirilmiş tipik yatay yük-yer değiştirme değişimleri | 30 |
| 3.10. Yatay etki çözümlemesinden kapasite spektrum eğrisinin elde edilmesi | 31 |
| 3.11. Taşıyıcı sistemde kapasite spektrum eğrisi..... | 31 |
| 3.12. Talep ve kapasite spektrum eğrileri | 32 |
| 3.13. %5’lik talep spektrumu sönümü ve performans noktasının bulunması | 33 |
| 3.14. Yığma tipli bir binada az hasar seviyesindeki durum..... | 36 |
| 3.15. Yığma tipli bir binada orta hasar seviyesindeki durum | 36 |
| 3.16. Yığma tipli bir binada ağır hasar seviyesindeki durum | 37 |
| 3.17. Yığma tipli bir binada çok ağır hasar seviyesindeki durum ve göçme | 38 |
| 3.18. Betonarme tipli bir binada az hasar seviyesindeki durum..... | 38 |
| 3.19. Betonarme tipli bir binada orta hasar seviyesindeki durum..... | 39 |
| 3.20. Betonarme tipli bir binada ağır hasar seviyesindeki durum | 20 |

| | |
|--|----|
| 3.21. Betonarme tipli bir binada çok ağır hasar seviyesindeki durum ve göçme..... | 40 |
| 3.22. Lognormal dağılımın ve birikimli lognormal dağılımın grafiği | 41 |
| 4.1. Eskişehir ili Deliklitaş mahallesi sınırı..... | 46 |
| 4.2. Çalışma alanındaki bina envanter anketi için geliştirilen kodlama ve E adasındaki birinci bina E1 binası..... | 47 |
| 4.3. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki bina tipleri ve yüzdeleri..... | 50 |
| 4.4. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki betonarme binaların CBS ortamında gösterimi..... | 51 |
| 4.5. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki yığma binaların CBS ortamında gösterimi..... | 51 |
| 4.6. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 1975 yılından sonra yapılan betonarme binaların CBS ortamında gösterimi..... | 52 |
| 4.7. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 1975 yılından önce yapılan betonarme binaların CBS ortamında gösterimi..... | 52 |
| 4.8. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 1975 yılından sonra yapılan yığma binaların CBS ortamında gösterimi..... | 53 |
| 4.9. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 1975 yılından önce yapılan yığma binaların CBS ortamında gösterimi..... | 53 |
| 4.10. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki ilgilenilen binaların bina tiplerine ve yapım tarihlerine göre yüzdesel dairesel grafik..... | 54 |
| 4.11. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (1-3) katlı 43 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 55 |
| 4.12. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (4-7) katlı 215 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 55 |
| 4.13. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 8 ve daha fazla katlı 61 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 56 |
| 4.14. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (1-3) katlı 301 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi..... | 56 |

| | |
|---|----|
| 4.15. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (4-7) katlı 68 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi..... | 57 |
| 4.16. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki ilgilenilen binaların tiplerine ve katsayılarına göre dairesel grafiği..... | 57 |
| 4.17. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (1-3) katlı 32 adet 1975 yılından sonra yapılmış betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 58 |
| 4.18. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (4-7) katlı 172 adet 1975 yılından sonra yapılmış betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 59 |
| 4.19. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 8 ve daha fazla katlı 58 adet 1975 yılından sonra yapılmış betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 59 |
| 4.20. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (1-3) katlı 11 adet 1975 yılından önce yapılmış betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 60 |
| 4.21. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (4-7) katlı 39 adet 1975 yılından önce yapılmış betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 60 |
| 4.22. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 8 ve daha fazla katlı 3 adet 1975 yılından önce yapılmış betonarme binanın CBS ortamında gösterimi | 61 |
| 4.23. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (1-3) katlı 12 adet 1975 yılından sonra yapılmış yığma binanın CBS ortamında gösterimi..... | 61 |
| 4.24. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (4-7) katlı 3 adet 1975 yılından sonra yapılmış yığma binanın CBS ortamında gösterimi..... | 62 |

| | |
|---|----|
| 4.25. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (1-3) katlı 289 adet 1975 yılından önce yapılmış yığma binanın CBS ortamında gösterimi..... | 62 |
| 4.26. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (4-7) katlı 65 adet 1975 yılından önce yapılmış yığma binanın CBS ortamında gösterimi..... | 63 |
| 4.27. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki binaların 1975 yılından önce veya sonra yapımına, katsayısına ve tipine göre dairesel grafiği..... | 63 |
| 4.28. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış kötü kalitede (1-3) katlarındaki 5 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 64 |
| 4.29. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış kötü kalitede (4-7) katlarındaki 24 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 65 |
| 4.30. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış orta kalitede (1-3) katlarındaki 6 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 65 |
| 4.31. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış orta kalitede (4-7) katlarındaki 15 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 66 |
| 4.32. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış orta kalitede 8 ve daha fazla kattaki 3 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 66 |
| 4.33. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış kötü kalitede (1-3) katlarındaki 2 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi..... | 67 |
| 4.34. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış kötü kalitede (4-7) katlarındaki 5 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi | 67 |

- 4.35. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra
yapılmış orta kalitede (1-3) katlarındaki 28
adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi.....68
- 4.36. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra
yapılmış orta kalitede (4-7) katlarındaki 149
adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi.....68
- 4.37. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra
yapılmış orta kalitede 8 ve daha fazla kattaki
52 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi.....69
- 4.38. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra
yapılmış iyi kalitede (1-3) katlarındaki 2
adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi.....69
- 4.39. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra
yapılmış iyi kalitede (4-7) katlarındaki 22
adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi.....70
- 4.40. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra
yapılmış iyi kalitede 8 ve daha fazla sayıda
kattaki 6 adet betonarme binanın CBS ortamında
gösterimi.....70
- 4.41. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra
yapılmış kötü kalitede (1-3) katlarındaki 2
adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi.....71
- 4.42. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra
yapılmış kötü kalitede (4-7) katlarındaki 1
adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi.....71
- 4.43. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra
yapılmış orta kalitede (1-3) katlarındaki 10
adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi.....72
- 4.44. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra
yapılmış orta kalitede (4-7) katlarındaki 2
adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi.....72

| | |
|--|----|
| 4.45. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış kötü kalitede (1-3) katlarındaki 287 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi..... | 73 |
| 4.46. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış kötü kalitede (4-7) katlarındaki 63 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi..... | 73 |
| 4.47. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış orta kalitede (1-3) katlarındaki 2 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi..... | 74 |
| 4.48. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış orta kalitede (4-7) katlarındaki 2 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi..... | 74 |
| 4.49. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki ilgilenilen binaların; tipine katsayısına 1975 yılından önce ya da sonra yapılmasına ve kalitesine göre sınıflandırılması..... | 75 |
| 4.50. Eskişehir Deliklitaş mahallesi jeolojik durumu..... | 79 |
| 4.51. Eskişehir Deliklitaş mahallesi mühendislik jeoloji haritasındaki 3 sondaj noktası..... | 80 |
| 4.52. Eskişehir Deliklitaş mahallesi mühendislik jeoloji haritasındaki 37 nolu sondaj noktasının SPT kesiti..... | 80 |
| 4.53. Eskişehir Deliklitaş mahallesi mühendislik jeoloji haritasındaki 61 nolu sondaj noktasının SPT kesiti..... | 81 |
| 4.54. Eskişehir Deliklitaş mahallesi mühendislik jeoloji haritasındaki 70 nolu sondaj noktasının SPT kesiti | 81 |
| 4.55. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki ve sondaj noktalarındaki jeolojik durum..... | 82 |
| 5.1. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi..... | 83 |
| 5.2. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve %5'lik sönüm..... | 84 |

| | |
|---|----|
| 5.3. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve sönüm ve performans noktası..... | 84 |
| 5.4. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıba karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası..... | 85 |
| 5.5. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi..... | 85 |
| 5.6. Çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme 32 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi..... | 87 |
| 5.7. 1975 yılından sonra yapılan (4-7) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve sönüm ve performans noktası..... | 88 |
| 5.8. 1975 yılından sonra yapılan (4-7) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıba karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası..... | 89 |
| 5.9. 1975 yılından sonra yapılan (4-7) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi..... | 89 |
| 5.10. Çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan (4-7) katlı betonarme 176 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi..... | 91 |
| 5.11. 1975 yılından sonra yapılan 8 ve daha fazla katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve sönüm ve performans noktası..... | 92 |

| | |
|---|-----|
| 5.12. 1975 yılından sonra yapılan 8 ve daha fazla katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıba karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası..... | 93 |
| 5.13. 1975 yılından sonra yapılan 8 ve daha fazla katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 10 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi..... | 93 |
| 5.14. Çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan 8 ve daha fazla katlı betonarme 58 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi..... | 95 |
| 5.15. 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve sönüm ve performans noktası..... | 96 |
| 5.16. 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıba karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası..... | 97 |
| 5.17. 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi..... | 97 |
| 5.18. Çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı betonarme 11 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi..... | 99 |
| 5.19. 1975 yılından önce yapılan (4-7) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve sönüm ve performans noktası..... | 100 |
| 5.20. 1975 yılından önce yapılan (4-7) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıba karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası..... | 101 |

| | |
|---|-----|
| 5.21. 1975 yılından önce yapılan (4-7) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5,5 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi..... | 101 |
| 5.22. Çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan (4-7) katlı betonarme 39 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi..... | 103 |
| 5.23. 1975 yılından önce yapılan 8 ve daha fazla katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve sönüm ve performans noktası..... | 104 |
| 5.24. 1975 yılından önce yapılan 8 ve daha fazla katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıba karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası..... | 105 |
| 5.25. 1975 yılından önce yapılan 8 ve daha fazla katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 6,2 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi | 105 |
| 5.26. Çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan 8 ve daha fazla katlı betonarme 3 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi..... | 107 |
| 5.27. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı yığma binaların deprem talep eğrisi ve performans noktası..... | 108 |
| 5.28. 1975 yılından önce yapılan 8 ve daha fazla katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıba karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası..... | 109 |

| | |
|---|-----|
| 5.29. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı yığma binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi..... | 109 |
| 5.30. Çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı yığma 12 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi..... | 111 |
| 5.31. 1975 yılından sonra yapılan 4 ve daha fazla katlı yığma binaların deprem talep eğrisi ve performans noktası..... | 112 |
| 5.32. 1975 yılından önce yapılan 8 ve daha fazla katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıba karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası..... | 113 |
| 5.33. 1975 yılından sonra yapılan 4 ve daha fazla katlı yığma binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5,7 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi..... | 113 |
| 5.34. Çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan 4 ve daha fazla katlı yığma 3 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi..... | 115 |
| 5.35. 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı yığma binaların deprem talep eğrisi ve performans noktası..... | 116 |
| 5.36. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı yığma binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıba karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası..... | 117 |
| 5.37. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı yığma binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5,5 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi..... | 117 |

- 5.38. Çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan
(1-3) katlı yığma 289 adet risk
altındaki binanın CBS ortamında gösterimi.....119
- 5.39. 1975 yılından önce yapılan 4 ve daha fazla
katlı yığma binaların deprem talep
eğrisi ve performans noktası.....120
- 5.40. 1975 yılından sonra yapılan 4 ve daha fazla
katlı yığma binaların birikimli hasar olasılık
eğrisi ve etkin kayıba karşılık gelen spektral
yer değiştirme noktası.....121
- 5.41. 1975 yılından sonra yapılan 4 ve daha
fazla katlı yığma binaların birikimli hasar olasılık
eğrisi ve etkin kaybın ilk 7cm'lik spektral yerdeğiştirme
içinde gösterimi121
- 5.42. Çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan
(1-3) katlı yığma 65 adet risk
altındaki binanın CBS ortamında gösterimi123

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| 3.1. Spekturum karakteristik periyodları (T_A, T_B)..... | 23 |
| 3.2. Zemin grupları..... | 24 |
| 3.3. Yerel zemin sınıfları..... | 25 |
| 3.4. Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0)..... | 26 |
| 3.5. Bina Önem Katsayısı (I)..... | 27 |
| 3.6. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R)..... | 35 |
| 4.1. Çalışma alanındaki yapı sınıfları tablosu..... | 49 |
| 4.2. Çalışma alanındaki binaların tiplerine ve yapım tarihlerine göre sayısal ve oransal durumu..... | 54 |
| 4.3. Çalışma alanındaki betonarme binaların katsayılarına göre sayısal ve oransal durumu | 58 |
| 4.4. Çalışma alanındaki yığma binaların katsayılarına göre sayısal ve oransal durumu..... | 58 |
| 4.5. Çalışma alanındaki binaların tiplerine ve yapım tarihlerine ve kat sayılarına göre göre sayısal ve oransal durumu..... | 64 |
| 4.6. Çalışma alanındaki betonarme (1-3) katlı binaların tiplerine ve yapım tarihlerine kalitelerine göre sayısal ve oransal durumu...76 | 76 |
| 4.7. Çalışma alanındaki betonarme (4-7) katlı binaların tiplerine ve yapım tarihlerine kalitelerine göre sayısal ve oransal durumu...76 | 76 |
| 4.8. Çalışma alanındaki betonarme 8 ve daha fazla katlı binaların tiplerine ve yapım tarihlerine kalitelerine göre sayısal ve oransal durumu..... | 76 |
| 4.9. Çalışma alanındaki yığma (1-3) katlı binaların tiplerine ve yapım tarihlerine kalitelerine göre sayısal ve oransal durumu..... | 76 |
| 4.10. Çalışma alanındaki yığma (4-7) katlı binaların tiplerine ve yapım tarihlerine kalitelerine göre sayısal ve oransal durumu..... | 77 |
| 4.11. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki binaların; tipine katsayısına 1975 yılından önce ya da sonra yapılmasına, kalitesine ve kullanımına göre sayısal tablosu..... | 78 |

| | |
|---|-----|
| 5.1. 1975 yılı sonrasında yapılan 32 adet (1-3) katlı betonarme binanın beklenen etkin kayıpları (2,85 cm)..... | 86 |
| 5.2. 1975 yılı sonrasında yapılan 176 adet (4-7) katlı betonarme binanın beklenen etkin kayıpları (4,7 cm)..... | 90 |
| 5.3. 1975 yılı sonrasında yapılan 58 adet 8 ve daha fazla katlı betonarme binanın beklenen etkin kayıpları (5,24 cm)..... | 94 |
| 5.4. 1975 yılı öncesinde yapılan 11 adet (1-3) katlı betonarme binanın beklenen etkin kayıpları (5 cm)..... | 98 |
| 5.5. 1975 yılı öncesinde yapılan 39 adet (4-7) katlı betonarme binanın beklenen etkin kayıpları (5,24 cm)..... | 102 |
| 5.6. 1975 yılı öncesinde yapılan 3 adet 8 ve daha fazla katlı betonarme binanın beklenen etkin kayıpları (6 cm)..... | 106 |
| 5.7. 1975 yılı sonrasında yapılan 12 adet (1-3) katlı yığma binanın beklenen etkin kayıpları (4,9 cm)..... | 110 |
| 5.8. 1975 yılı sonrasında yapılan 3 adet 4 ve fazla katlı yığma binanın beklenen etkin kayıpları (5,62 cm)..... | 114 |
| 5.9. 1975 yılı sonrasında yapılan 289 adet (1-3) katlı yığma binanın beklenen etkin kayıpları (5 cm)..... | 118 |
| 5.10. 1975 yılı öncesinde yapılan 65 adet 4 ve daha fazla katlı yığma binanın beklenen etkin kayıpları (6 cm)..... | 122 |
| 5.11. Çalışma alanındaki sınıflanmış binaların etkin kayıp noktaları ve farklı hasar seviyelerindeki beklenen kayıp sayıları..... | 124 |

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|-----------------|--|
| CBS | : Coğrafi Bilgi Sistemleri |
| W | : Taban kesme kuvveti (binaya etkiyen toplam yük) |
| V | : Taban kesme kuvveti (binaya etkiyen yük) |
| C | : Yatay dayanım katsayısı |
| γ | : Dayanım fazlalığı katsayısı (nihai) |
| λ | : Dayanım fazlalığı katsayısı (ilk akma) |
| S_a | : Spektral ivme |
| S_d | : Spektral yerdeğiştirme |
| T | : Periyod |
| M_{x1} | : Birinci doğal titreşim modundaki etkin kütle |
| $\Phi_{tepe,1}$ | : Birinci doğal titreşim modunun tepe noktasındaki genliği |
| L_1 | : Birinci doğal titreşim modundaki katkı çarpanı |
| $S_a(T)$ | : Genel spektral ivme |
| S_1 | : 1 saniye spektral ivmesi |
| T_A | : Yerel zemin sınıfının alt period değeri |
| T_B | : Yerel zemin sınıfının üst period değeri |
| Z | : Zemin sınıfı |
| A | : İvme |
| A_0 | : Etkin yer ivme katsayısı |
| I | : Bina önem katsayısı |
| T_e | : Elastik mod periyodu |
| μ | : Düktülüte katsayısı |
| e | : Logaritmik katsayı (2,71...) |
| κ | : Histerisiz çevrimiçi alan katsayısı |
| R | : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı |
| g | : Yerçekimi ivmesi |
| Π | : Pi katsayısı (22/7) |
| w | :Salınım |
| V_b | : Yatay yük |

| | |
|--------------|--|
| Δ_N | : Yerdeğiştirme |
| $R_a(T)$ | : Deprem yükü azaltma katsayısı |
| \ln | : Doğal logaritma |
| μ | : Anakütle ortaması |
| σ | : Anakütle sapması |
| σ^2 | : Anakütle varyansı |
| \int | : İntegral |
| m | : Logormal dağılıma ait Mod |
| P_{50} | : Logormal dağılıma ait Medyan |
| M | : Lognormal dağılıma ait ortalama |
| β_{ds} | : Lognormal dağılımın logaritmik sapması |
| Φ | : Birikimli standart normal dağılım |
| \sum | : Toplam |
| $P(X)$ | : X rassal değişkenine bağlı olasılık |
| $B(X)$ | : Beklenen değer |

Alt ve üst indisler

| | |
|----------|--|
| a | : İvme |
| d | : Yer değiştirme |
| x_1 | : Birinci doğal titreşim modu |
| $tepe,1$ | : Binanın birinci titreşim modunun tepe noktasındaki ifadesi |
| 1 | : Bina birinci doğal titreşim modu, 1 saniye |
| A | : İlgili zemin sınıfı için alt sınır |
| B | : İlgili zemin sınıfı için üst sınır |
| ∞ | : Sonsuz |
| d_s | : İlgili hasar (az, orta, ağır ve çok ağır) düzeyi |
| 50 | : Birikimli olasılığın %50' sine karşılık gelen değer |

1. GİRİŞ

Dünya'nın oluşumundan beri günümüze kadar devam eden süreçte, tüm doğal olaylar yaşamın devam edebilmesi için bir döngü içerisinde ve gelecekte de bu süreç devam edecektir. Doğal devir daim olaylarından belki de en önemlisi depremin varlık nedeni olan levha tektoniği kuramı olarak da bilinen iki anakaradan birinin, dünya yüzeyinin aşağısındaki mağma tabakasına olan yolculuğunun yer yüzeyinin 32 km aşağısında eriyerek katı özelliğini kaybetmesine kadar olan zamanda, iki ana kara tabakasının rassal bir şekilde birbirlerine büyük kuvvet uygulaması ve depremi ortaya çıkarmasıdır.

Depremin oluş aşamasından sonra şiddetli şekilde ortaya çıkan deprem dalgaları insan nüfusunun yoğun olduğu yerlerde can kaybı, ekonomik kayıp, sosyal ve psikolojik kayıplar şeklinde ortaya çıkmaktadır. Günümüzde tüm dünyadaki konuyla ilgili bilim adamları birçok bilinen ve bilinmeyen değişken içeren ve rassal şekilde ortaya çıkan depremi önceden belirleyebilmek için çalışmalarda bulunsalarda, nihayetinde bu kadar çok bilinen ve bilinmeyen doğa olaylarının değişkenliğinin gözlem değerlerini derlemek ve bunu bir modele oturtmak oldukça güçtür.

Bu çalışmada ise depremin olacağı gerçeği varsayımından yola çıkılarak Eskişehir ili Deliklitaş mahallesi sınırları içinde binalarda 4 farklı seviyede oluşabilecek (hafif, orta, ağır, çok ağır) deprem durumuna ve yapı tiplerine göre beklenen bina kayıplarını içeren bir deprem senaryosu oluşturulmuştur. Bu senaryonun önemi gelecekte olması muhtemel bir depreme karşı en kötü ihtimali göz önünde bulundurarak kurumların ve kişilerin önlem alması, en az hasarla canlıları ve taşınmaz varlıklarını kurtarılmasıdır.

Bu amaçlar doğrultusunda ikinci bölümde Coğrafi Bilgi Sistemlerine ilişkin temel bilgiler verilmiş 3. bölümde sismik tehlike analizi ve dayandığı temel prensipler ve hasar olasılık eğrilerinin ve beklenen kayıpların tespit edilebilmesi için gerekli olan istatistiksel dağılım lognormal dağılım anlatılmış, 4 bölümde ise çalışma sahasındaki yapılan uygulamalar ve tespitler anlatılmıştır. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 688 adet yapı için bina envanter anketinin hangi kriterler göz önüne alınarak nasıl bir kodlama sistemiyle yapıldığı belirtildikten

sonra Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında sayısallaştırma yapılmış öznitelikler veri tabanına kaydedilerek çalışma alanı içerisindeki mevcut yapı sınıfsal durumu sayılarıyla verilmiştir.

Daha önce yapılan Eskişehir ili mühendislik Jeoloji haritasının projesindeki Deliklitaş paftası zemin durumları coğrafi bilgi sistemleri ortamında yorumlanılarak, spektral periyod ve spektral ivme katsayıları belirlenmiş, akma, dayanım, kopma, görelî kat ötelemelerinin medyan ve standart sapma değerlerinin belirlenmesi için, literatürden alınmış önemli bir çalışmanın katsayıları 1998 deprem yönetmeliği ile Hazus 1999 projesinden yerel koşullar göz önüne alınarak jeoloji mühendisi ve İnşaat mühendisinden oluşan bir uzman ekiple tespit edilmiştir.

Son bölüm olan uygulamam bölümünde, her bir ayrı sınıftaki yapılar için deprem talep eğrisi kapasite eğrisi ve sönümler 1998 deprem yönetmeliğinden ve Hazus 1999 deprem projesinden hesaplanarak performans noktası bulunmuş daha sonra etkin kayıp sayısını bulmak için belirlenen katsayılar yardımıyla 4 farklı seviyedeki hasar (hafif, orta, ağır, çok ağır) durumu, deprem etkisiyle yapıların 1cm'den 55'cm kadar olan spektral yer değiştirme her farklı yapı tipine göre birikimli lognormal dağılımla incelenmiştir. Ortaya çıkan beklenen kayıplar Deliklitaş-Eskişehir mahallesi için sayısallaştırılmış pafta üzerinde ilgili riskli yapılar ve bu risklerin yüzdeleriyle beklenen bina kayıpları her bir yapı tipi için ayrı ayrı görsel bir şekilde sonuç olarak verilmiştir.

Ek 1'de kullanılan katsayılar yer alırken Ek 2' de Eskişehir Deliklitaş mahallesinin yapı tiplerine ait spektral yer değiştirmeye bağlı birikimli hasar olasılık eğrileri için bina sınıflarına ve kat sayılarına göre kullanılan medyan ve sapma değerleri yer almaktadır.

2. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), İngilizce Geographical Information Systems (GIS) kelimesinin Türkçe'ye çevrilmiş hali olup, kullanıcıların çok farklı disiplinlerden olması nedeniyle, bu kavramda değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Özellikle CBS'nin dünyada konumsal bilgi ile ilgilenen kişi kurum ve kuruluşlar arasında geniş bir merak uyandırması, gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler, CBS'nin çok farklı tanımları ortaya çıkarılmıştır. CBS bazı araştırmacılara göre konumsal bilgi sistemlerinin tümünü içeren ve coğrafik bilgiyi irdeleyen bir bilimsel kavram, bazılarına göre; konumsal bilgileri sayısal yapıya kavuşturan bilgisayar tabanlı bir araç, bazılarına göre de; organizasyona yardımcı olan bir veri tabanı yönetim sistemi olarak nitelendirilmektedir.

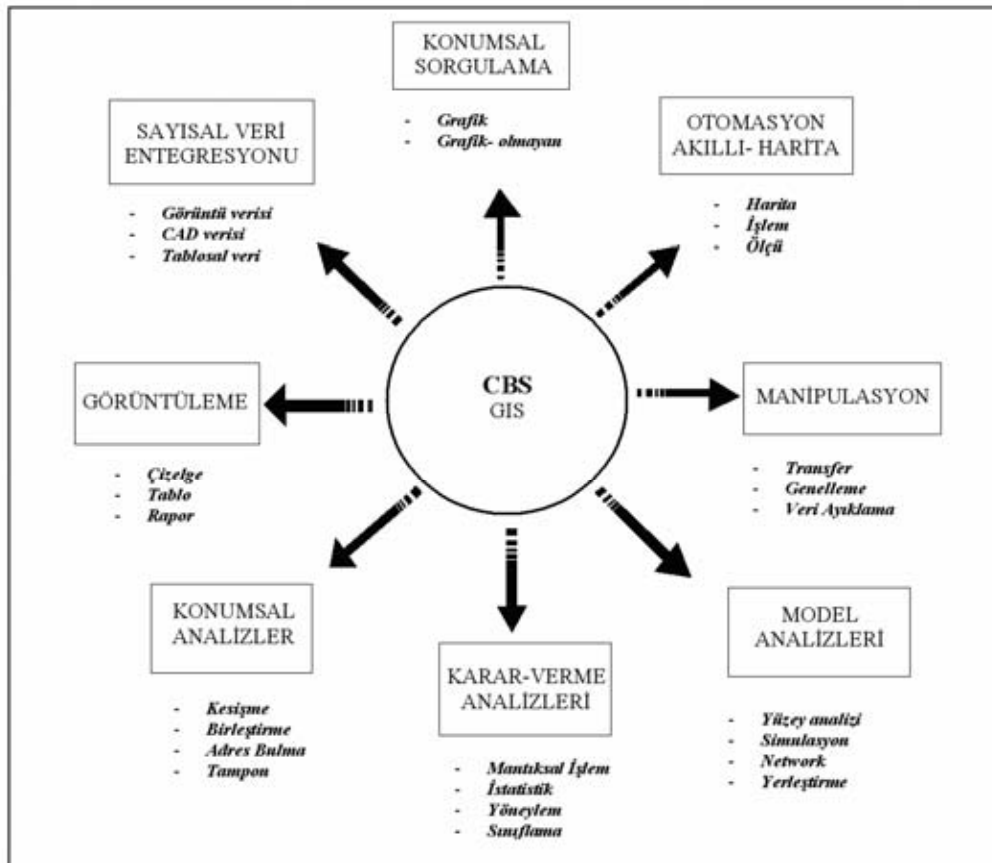
Bütün tanımlarda, coğrafyaya konu olan bilgilerin toplanmasından bu bilgilerin üretilmesine kadar geçen süreçte bir takım mekansal analitik işlemlerin gerçekleşmesi bilgisayarların bir araç olarak kullanılması ve tüm bunların ancak bir sistem dahilinde sağlanabileceği vurgulanmaktadır. Buna göre CBS aşağıdaki şekilde tanımlanabilir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bilgi sistemidir (Yomralıoğlu 2002).

Coğrafi bilgi sistemleri, yeryüzü şekillerini ve yeryüzünde gelişen olayları haritaya dönüştürmek 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. Bunun bir sonucu olarak, CBS, hizmet alanındaki olayların tanımlanmasında ve ileriye dönük tahminlerde bulunarak stratejik planların yapılmasında kamu özel sektör tarafından oldukça yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Yomralıoğlu 2002).

Her ne kadar harita yapımı ve coğrafik verilerin analizi yeni bir işlem değilse de, CBS bu tür işlemleri olduğundan daha iyi ve hızlı yapabilmektedir. Coğrafi bilgi sistemlerindeki teknolojik gelişmelerden önce sadece belli kişiler coğrafik bilgiyi karar verme ve problem çözümede kullanmaya ihtiyaç duymuştu. Oysa bugün, CBS bütün dünyada, büyük yatırımlara konu olmakta, yan mesleki kuruluşlarda bilhassa endüstri alanında birçok kişiyi iş sahibi yapmakta; temel eğitim okullarında, üniversite ve özel sektör kuruluşlarında gereğinde özel kurslarla öğrenilmektedir. Dolayısıyla konum bilgisi kullanan kişilerin coğrafik bilgiye olan ilgileri ve konumsal verilerle çalışmaları her geçen gün daha fazla olmaktadır (Yomralıoğlu 2002).

Tüm bu gelişmelerin temelinde coğrafi bilgi sistemlerinin diğer sistemlerden farklı olarak sahip olduğu fonksiyonlar vardır. Belirtilen bu fonksiyonların işlevleri Şekil 2.1.'de özetlenmiştir.

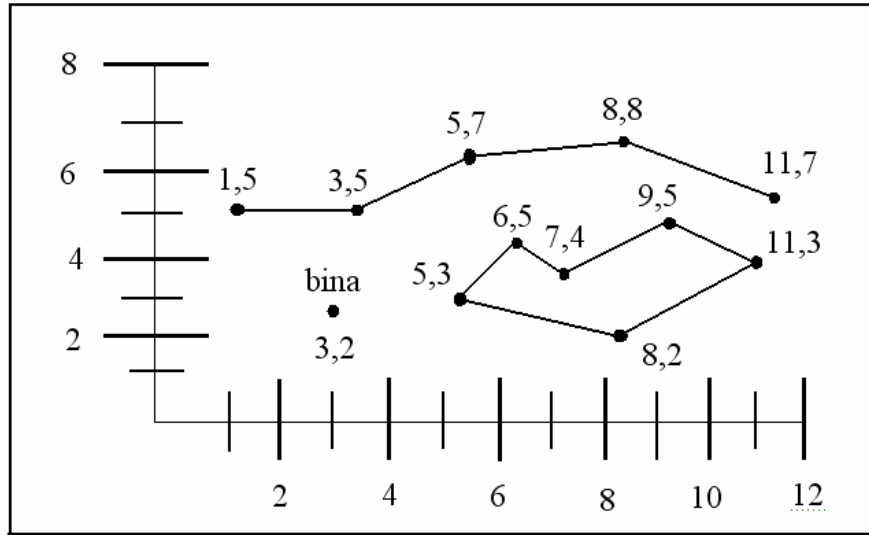


Şekil 2.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Fonksiyonları (Yomralıoğlu 2002)

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde vektör veri modeli ve raster veri modeli olmak üzere iki tip veri modeli bulunur.

2.1. Vektör Veri Modeli

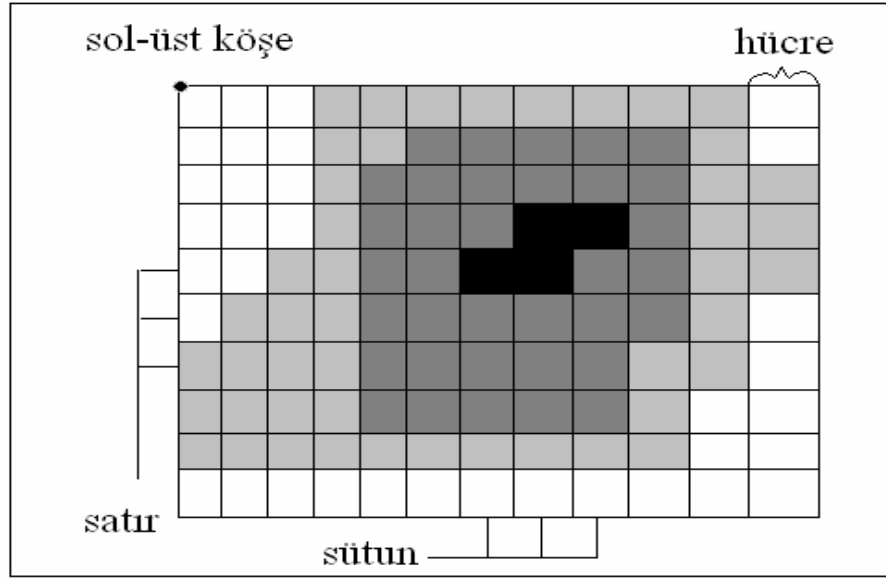
Vektörel veri modelinde, nokta çizgi ve poligonlar (x,y) koordinat değerleriyle kodlanarak depolanırlar. Nokta özelliği gösteren bir elektrik direği tek bir (x,y) koordinatıyla tanımlanırken, çizgi özelliği gösteren bir yol veya akarsu şeklindeki coğrafi varlık birbirini izleyen (x_1,y_1) (x_2,y_2) (x_3,y_3) (x_n,y_n) koordinat serisi şeklinde saklanır. Poligon özelliğine sahip coğrafi varlıklar, örneğin imar adası, bina orman alanı, parsel veya göl, kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişte aynı koordinat olan (x_1,y_1) (x_2,y_2) (x_3,y_3) (x_n,y_n) (x_1,y_1) dizi koordinatlar ile depolanır. Vektörel model coğrafi varlıkların kesin konumlarını tanımlamada son derece uygun bir modeldir. Ancak süreklilik özelliği gösteren coğrafi varlıkların, örneğin toprak yapısı, bitki örtüsü, jeolojik yapı ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir model olarak bilinir.



Şekil 2.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki Vektör Tipi Veri (Yomralıoğlu., 2002)

2.2. Raster (Hücresel) Veri Modeli

Hücresel ya da raster veri modeli daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafik varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. Raster görüntü, birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hücrelerin her biri piksel (pixel) olarak da bilinir. Fotoğraf görüntüsü özelliğine sahip raster modeller, genellikle uydu görüntüsü, fotoğraf ya da haritaların taranması (scanning) ile elde edilirler.



Şekil 2.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki Raster Tipi Veri (Yomraloğlu 2002)

3. SİSMİK DALGALAR, YAPI TİPLERİ VE YAPI DİNAMİĞİ

3.1. Sismik Dalgalar

Deprem esnasında yerküre içerisindeki bir deprem kaynağından birtakım dalgalar yayılır ve yeryüzünün sarsılmasına neden olurlar. Yerküre içerisinde yayılan çeşitli dalga tipleri bu bölümde anlatılacaktır (Demirtaş ve Erkmen 2000).

3.1.1. Birincil (P) ve İkincil (S) Dalgalar

Birçok insan göl ya da deniz gibi durgun su kenarlarında, sudaki dalga hareketlerinin nasıl olduğunu fark edebilir. Bir göle taş attığımız zaman, taşın düştüğü bölgede, su yüzeyinde birtakım karışıklıklar meydana gelir ve bu karışıklık noktasından dışa doğru yayılan dalgalar gelişir. Bu dalga izleri su taneciklerinin hareketleri sonucu oluşurlar. Buna karşılık, gerçekte dalganın yayıldığı yönlerde herhangi bir su akışı gelişmez. Bu karışıklık, kısa süreli olarak su taneciklerinin ileri-geri gitme hareketleri sonucu meydana gelir ve bu hareket sürekli olarak taneciklerin daha ileri gitmesinin sağlar. Böylece taşın düştüğü yüzeyden dalganın kuvvetli bir şekilde kırıldığı gölün kenarına doğru su enerjisinin taşır. Deprem hareketleri de suda sözlendi bu olaylara çok büyük benzerlik gösterirler. Deprem esnasında hissettiğimiz sarsıntı, sismik dalgalardaki enerji ve elastik kayaçların titreşimiyle ilgilidir.

Kayaç gibi elastik bir kütle bir darbeye maruz bırakılırsa, kaynaktan yayılan iki tür dalga üretilir. Bu dalgalardan ilki fiziksel özellikleri açısından ses dalgalarına çok benzerlik gösterirler. Havada ses dalgaları ardışıklı sıkışma ve çekmeler şeklinde bir yerden başka bir yere iletilir. Gaz gibi sıvı ya da katı kayaçlar sıkıştırıldığı için, göl ve okyanus gibi su ortamında ya da yerküre içerisinde aynı tip dalgalar yayılırlar. Depremlerde, bu tip dalgalar, seyahat ettiği kayaçları sıkıştırarak ya da genişleterek, ani kırılma noktasından dışa doğru her yönde eşit hızlarla yayılırlar. Kayaç taneleri, bu dalgaların yayılma yönlerine ileri-geri doğru hareket ederler. Bir başka deyişle tanecikler dalga cephesine dik olarak

hareket ederler. İleri-geriye doğru yer değiştirme miktarı, dalga genliği olarak adlandırılır. Sismoloji biliminde bu tip dalgalar, birincil ya da P dalgaları olarak isimlendirilir.

Sıkıştırılan fakat kesmeye uğratılmayan hava dışında, elastik malzemeler ikinci tip dalgaların yayılmasına izin verir. Bu dalgalar malzemeyi keserek ya da bükerek yayılır. Bir deprem tarafından üretilen bu tip dalgalar S dalgası olarak adlandırılır (Demirtaş ve Erkmen 2000).

3.1.2. Yüzey Dalgaları

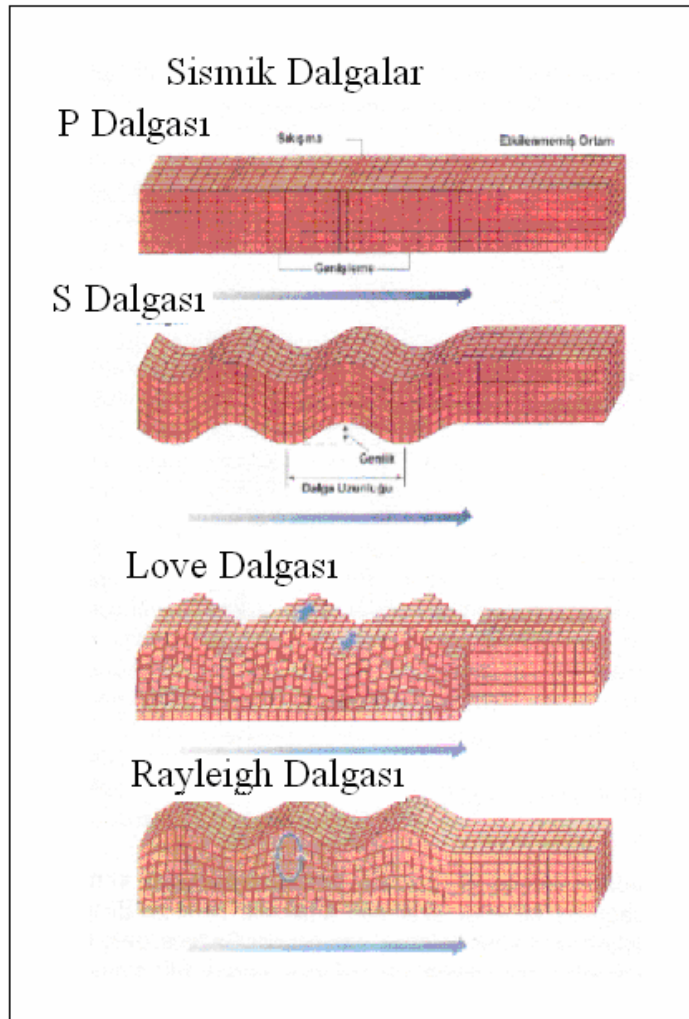
P ve S dalgaları yerin serbest yüzeyine veya tabakalı bir jeolojik yapı sınırına vardıkları zaman, diğer birtakım sismik dalgalar üretirler. Bu tip dalgaların en önemlileri Rayleigh ve Love dalgalarıdır. Her iki dalga da yeryüzü boyunca yayılırlar ve derinlik arttıkça sifıra doğru yaklaşırlar. Bu tip yüzey dalgalarının enerjisi zemin yüzeyi boyunca ya da yakınında saklanır. Diğer bir deyişle bu tür dalgalar yer içinde aşağıya doğru yansır ve yüzeyde geçici ömürleri bulunur. Bu dalgalar, Londra'daki St. Paul Katedrali'nin domu gibi fisıltı şeklinde ses çıkaran galerilerde duvar yüzeyi yakınında kapanan ses dalgalarına çok benzerlik gösterirler. Sadece kulak duvar yakınına tutulduğu zaman, karşı duvardan fisıltı duyulabilir (Demirtaş ve Erkmen 2000).

3.1.2.1. Love Dalgaları

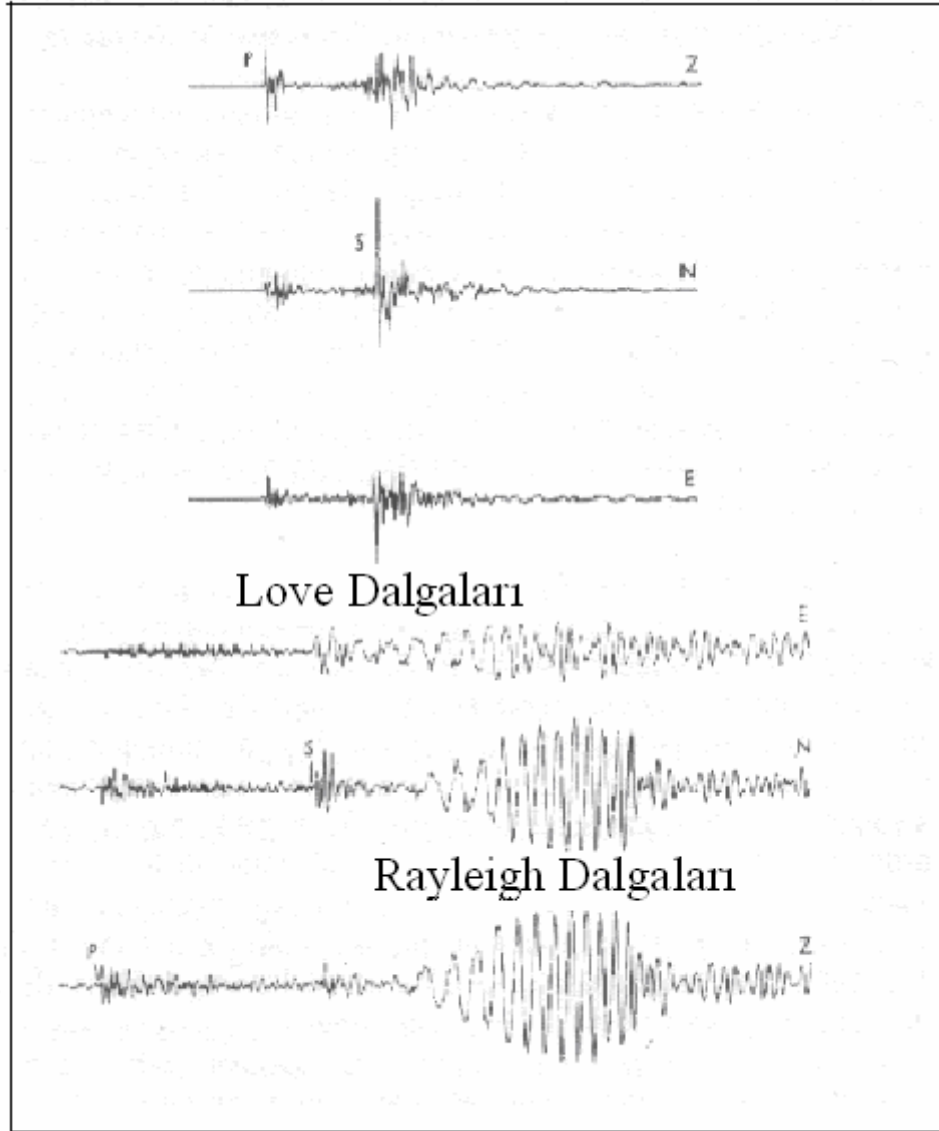
En basit yüzey dalgası tipidir. 1912 yılında ilk defa A.E.H. Love tarafından keşfedildiği için bu ad verilmiştir. şekil 3.2.'de gösterildiği gibi Love dalgaları, kayaç tanelerini hareket ettirirler. Yani tanecikler, yatay düzlemde yayılma yönüne dik açıyla bir kenardan diğer kenara doğru hareket ederler. Her ne kadar Love dalgalarının düşey bileşeni olmamakla birlikte, depremde en yıkıcı dalgalar Love dalgalarıdır. Çünkü bu tür dalgalar yapıların temelleri altında yatay kesme meydana getiren büyük genlikler oluştururlar (Demirtaş ve Erkmen 2000).

3.1.2.2. Rayleigh Dalgaları

Çok farklı zemin hareketlerine neden olurlar. 1855 yılında ilk defa Lord Rayleigh tarafından tanımlanan bu dalgalar, su dalgalarına çok büyük benzerlik sunan yüzey dalgalarıdır. Rayleigh dalgaları, kayaç taneciklerinin ileri, yukarı ve geriye, aşağıya doğru hareket ettirerek, yayılma yönünü içeren bir düzlemde yönlenmiş bir yörünge çizerek meydana gelirler. Love ve Rayleigh dalgalarının hızları, her zaman P dalgasının hızından daha azdır fakat S dalgasının hızına eşit veya daha azdır (Demirtaş ve Erkmen 2000).



Şekil 3.1. Deprem dalgalarının yayılma şekli (Demirtaş ve Erkmen 2000).



Şekil 3.2. Norveç (ilk üç sismogram) ve Japonya'da olan depremlerin Almanya'daki aynı istasyondan alınmış kayıtları (Demirtaş ve Erkmen 2000).

3.2. Eskişehir İli Deliklitaş Mahallesiindeki Yapı Tipleri ve Açıklamaları

Bu bölümde, çalışma alanı sınırlarında (Eskişehir yerleşim yeri içinde bulunan Deliklitaş mahallesi) bulunan yapı tipleri açıklanacaktır.

3.2.1. Betonarme Tipli Binalar ve Deprem Etkisindeki Davranışları

Beton; kum, çakıl (veya kırma taş, hafif agrega v.b.) çimento ve suyun karıştırılmasından elde edilen bir yapı malzemesidir. Sözü edilen malzemeler belirli bir oranda karıştırıldığında, kalıplarda istenilen biçimi alabilecek plastik bir malzeme elde edilir. Betonun diğer yapı malzemelerine üstün kılan en önemli özelliklerden biri, istenilen biçimin verilebilmesinin sağlayan plastik kıvamıdır. Beton karıştırılıp kalıba döküldükten sonra kısa sürede katılaştır ve zamanla dayanım kazanır.

Beton gibi çekme dayanımı düşük bir malzemedен taşıyıcı sistemler oluşturmak zor ve ekonomik olmayan çözümler gerektirir. Belki ilk akla gelen çözüm, eski çağlarda taşın kullanımına benzer bir biçimde eleman ya da sistemde kesitlerde yalnız basınç oluşturacak bir form vermektir (kemer ya da kubbe gibi). Ancak, bu tür yapı geometrileri birçok durumda fonksiyonel ve ekonomik olmayabilir. Akla gelen ikinci çözüm çekme gerilmelerinin betonun içine yerleştirilen, çekme dayanımı yüksek başka bir malzemece karşılanmasıdır. Bu ikinci çözüm mühendislik açısından çok daha uygun bir çözümdür. Betonda çekme gerilmelerini karşılamak için genelde çelik çubuklar kullanılır. Son yıllarda geliştirilen cam elyafı çubuklar, henüz çelik kadar ekonomik olmamaktadır.

Çelik ve betondan oluşan bu kompozit yapı malzemesi “betonarme” olarak adlandırılır. Betonarme genel olarak betonun görevi basınç, çeliğin görevi de çekme gerilmelerinin karşılanmasıdır. Ancak donatılı olarak adlandırılan çelik çubuklar, bazı durumlarda basınca yardımcı olmak amacıyla veya tamamen konstrüktif olarak da kullanılabilir.

Çelik ve betondan oluşan malzemenin betonarme olabilmesi için, bu iki malzemenin birbirine kaynaşmış olması gerekir. Başka bir deyişle, çelik çubuk etrafındaki beton kütleyle o şekilde kenetlenmelidir ki, çelik ve çevresindeki beton deformasyonu farklı olmasın. Beton ve çeliğin birlikte çalışmasını sağlayan bu olay “kenetlenme” veya “aderans” olarak adlandırılır. İki malzeme arasında oluşan kenetlenme veya aderans gerilmeleri, çeliğin betondan sıyrılmasını önler bu aşamada önemli olan betonarme davranışının temel koşulu olduğudur. (Ersoy 2001)

Bu tip yapılarda sadece kolon ve kirişlerde betonarmedir. Bir elemanın göçmesi binanın donanımının göçmesine neden olabilir (HAZUS 1999). Betonarme binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri; sadece çerçevelerden, sadece perdelerden veya çerçeve ve perdelerin birleşiminden oluşabilir. Yerinde dökme monolitik betonarme binalar ile, aksi belirtilmedikçe, taşıyıcı sistemi betonarme ve/veya ön gerilmeli beton elemanlardan oluşan prefabrike binalar için betonarme sınıfı geçerlidir (Deprem Yön. 1998).

Bu tip binaların deprem karşısında otaya çıkması muhtemel problemleri şu şekildedir: Kolonlarda, etriye aralıklarının büyüklüğü betonun yanal basınç etkisinin düşük olmasına ve yükleme sırasında betonun dayanımını daha erken kaybetmesine ve sünekliğinin daha az olmasına neden olması, donatı eklerinde yeterli aderans boyunun sağlanmamış olması kolonun ve kirişin bu bölgelerde dayanımının düşük olmasına sebep olur. Kayma donatısının veya kenetlenme boyunun yeterli olmaması, eğilme göçmesinden önce sünek olmayan kayma göçmesinin meydana gelmesine neden olur. Kiriş-kolon birleşimlerinde yeterli enine ve boyuna donatıların bulunmaması, birleşim bölgelerini göçmeye götürebilir. Çerçeve taşıyıcı sisteminin rijitliğinin düşük olması, büyük yer değiştirmeleri ve bunun sonucu taşıyıcı olmayan elemanlarda önemli hasarları doğurabilir. Komşu binaların derz aralıklarının yeterli olmaması, deprem sırasında binaların çarpışmasına ve hasara neden olabilir (Celep ve Kumbasar 2004).

3.2.2. Yığma Tipli Binalar ve Deprem Etkisindeki Davranışları

Taş, tuğla, kerpiç, briket, ytong, ahşap gibi yapı malzemelerinin üst üste yerleştirilip kendi ağırlıklarının bağlayıcı gücü veya harç ile birleştirilerek duvar, kolon, kemer, kubbe, tonoz gibi taşıyıcı elemanlar oluşturulması şeklindeki yapı yapımına “yığma sistem” denilmektedir.

Taşıyıcı sistemi taş ve tuğla gibi malzemelerle inşa edilen yapılar “kagir (kargir) yapılar” olarak adlandırılır. Dış duvarlar kargir, kiriş döşeme, merdiven ile bölme duvarları gibi iç taşıyıcı elemanların tamamı veya bir kısmı ahşaptan inşa edilen yapılar “yarı kagir” olarak adlandırılırlar. Bir kısmı yığma, bir kısmı karkas şeklinde olan yapılara “yarım yığma” veya “karkas karışımı” yapı denilir.

Yığma inşaatın en tipik örneği olarak adlandırılan piramitleri gösterebiliriz. (Mısır, Honduras, Guatemala, Meksika). Bu piramitler taş blokların üst üste yerleştirilmesiyle elde edilmiştir.

Yığma inşaatlar bu gibi özel kullanışları dışında yapıldıklarında kemerler, tonozlar kubbeler, ahşap ve betonarme döşeme gibi örtülerle kapanarak iç hacimler meydana getirirler. Örtü kavramı strüktürde belirli bir açıklığı belirli bir malzeme ile kapamayı ifade etmektedir. Yığma sistemin genel özelliği yapı malzemelerinin kendi ağırlığı ile birbiri üstüne yerleştirilerek bir bütün yapı elemanı teşkil etmesidir (Erol 1997).

Bu tip yapıların taşıyıcı duvarları tuğladan oluşur. Türkiye'deki karşılığı kargir binalardır. Kirişler aynı zamanda kontrplak olabilir. Örülen duvarların köşegensel (diyagonal) destek sistemi yoktur. Döşemeler genelde ahşaptandır. (HAZUS 1999)

Bu tip binaların deprem karşısında otaya çıkması muhtemel problemleri şu şekildedir:

Döşemelerin veya onların mesnetini oluşturan kirişlerin taşıyıcı duvarlara kenetlenme şeklinde bir bağı olmaması sistemin en zayıf noktasını meydana getirir. Taşıyıcı bir duvarın göçmesi tüm binanın göçmesine neden olabilir. Taşıyıcı duvarlarda kullanılan harcın kayma dayanımının düşük olması, sistemi yatay yüklere karşı hassas durumu getirebilir. Kat yüksekliğine göre ince olan taşıyıcı duvarlarda deprem sırasında meydana gelen duvar düzlemine dik yer değiştirme duvarın göçmesine neden olabilir (Celep ve Kumbasar 2004). Eskişehir ili 2. dereceden deprem bölgesinde olduğu için 1998 deprem yönetmeliğinde en fazla 3 kat sayısına izin verilmiştir. 1998 yılından önce yapılmış yığma tipli binalarda Deliklitaş mahallesinde mevcut yapılara ek kat eklenmesiyle 3 kat sayısından fazla katsayısında yığma binalara rastlanmaktadır.

3.2.3. Taş Tipli Binalar

Hava etkilerine en fazla dayanan, taşıyıcı gücü fazla olan doğada bol miktarda bulunan taş mimarinin en soylu malzemesi olarak kabul edilmiştir. Taşın diğer malzemelere göre en üstün olan yönü tekniğin en az gelişmiş olduğu bir devirde hiçbir bağlantı sisteminde ihtiyaç olmadan basit strüktür teşkiline imkan vermiş olmasıdır. Ağaç strüktür ne kadar basit olursa olsun ancak bir bağlantı sistemiyle meydana gelebilir. Taşıma kaldırma zorluğuna rağmen, statik yönden emniyetli ve dayanıklı olan en basit strüktür taş malzemesi ile meydana getirilebilmektedir. Basınca karşı çok dayanıklı, çekmeye karşı ise zayıf bir malzemedir. Bu nedenle büyük açıklıkların geçilmesinde yalnız basınç kuvveti alan kemer, tonoz ve kubbeler yapılmıştır. Taşın çekme dayanımı basınç dayanımının %10'u kadardır. (Erol 1997)

Tüm taşıyıcı sistemi taştan oluşan bina tipleridir. Genellikle tarihi binalarda görülür.

3.2.4. Taşınabilir Tipli Binalar

Bu tip binalar daha önce bir yerde imal edilmiş olarak gelirler. Yerler temas noktasında destekler bulunur. (Hasuz 1999) Metalik malzeme ya da ahşap malzemedен yapırlar. Çalışma alanındaki tramvay bileti satış noktaları ile Hamamyolu caddesindeki prefabrik iş yerleri bu yapı kategorisine girer.

3.3. Yapı Dinamiği

Dinamik kelime olarak genellikle zamanla değişmeyi belirlemek için kullanılır. Örneğin bir yükün büyüklüğü, doğrultusu ve etkime yeri zamana bağlı olarak ortaya çıkabilir. Bunun sonucu olarak da taşıyıcı sistemde meydana gelen iç etkiler, şekil yer değiştirme ve yer değiştirmeler zamanının bir fonksiyonu şeklinde belirir. Statik çözümlemede olduğu gibi, dinamik çözümlemede de en önemli adım ele alınan problemin matematik modelinin kurulmasıdır. Bu işlem sırasında bazı basitleştirici kabullerin yapılması gerekir. Bu kabullerin seçiminde

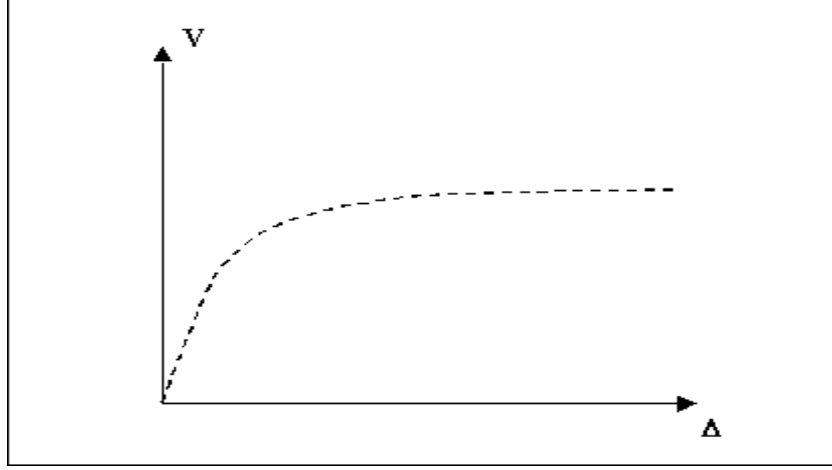
taşıyıcı sistemin durumu yanında, etkiyen yüklerin türünün de göz önüne alınması önemlidir. Yapılacak çok fazla basitleştirici kabullerle elde edilen modelin sistemin davranışını gerçekçi biçimde yansıtmayacağı açıktır. Ancak karmaşık modellerin kullanılması da her zaman gerçekçi bir çözüm değildir. Böyle bir durumda hesap hacmi artacağı gibi, bazı ikincil etkiler öne çıkacak sonuçların yorumlanmasını zorlaştırabilir. Uygun kabullerin yapılması bir deneyime ihtiyaç gösterir. Bunun yanında farklı türden yaklaşık modellerin irdelenmesi sonucu yapılacak kabullere karar vermek de geçerli bir yol olabilir. Matematik model kurulduktan sonraki ilk adım, dinamik çözümleme için hareket denklemlerinin yazılması ve modelin davranışın belirlenmesidir (Celep ve Kumbasar 2001).

Yapı Dinamiğinin konusu, zamana bağlı olarak yükler altında taşıyıcı sistemdeki gerilmelerin ve yer değiştirmelerin incelenmesini içerir. Bu maksatla kullanılan yöntemler, yapı statığında kullanılanların geliştirilmiş olarak görülebilir. Bu iki konunun birbiriyle karşılaştırılmasından, dinamik çözümün, statik çözüm gibi tek bir çözümden ibaret olmayıp, zamana bağlı bir çözüm ailesinden meydana geldiği ortaya çıkar. Bu ise dinamik çözümün, statige göre olan zorluğunu ortaya koyar (Celep ve Kumbasar 2001).

Depremesel yapı dinamiği, yapıların deprem dalgaları karşısındaki yapısal dinamiğini inceler.

3.3.1 Kapasite Eğrisi

Deprem mühendisliğinde “kapasite spektrumu” kavramı göreceli olarak yeni bir kavramdır. Bina kapasite spektrumu; doğrusal-olmayan (non-lineer) bina davranışı gözönünde tutularak, düşey ekseninde binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü, yatay ekseninde ise binanın karakteristik bir yer değiştirmesi (binanın en tepesinin yer değiştirmesi) alınarak çizilen “bina yatay yük taşıma kapasitesi eğrisi”nin, yatay ekseninde “spektral yer değiştirme”, düşey ekseninde ise “spektral ivme” olacak biçimde dönüştürülmesi ile elde edilen bir eğri olarak tanımlanmaktadır (<http://www.izmir-bld.gov.tr/izmirdeprem/chp7.html>).



Şekil 3.3. Bina Yatay Yük Taşıma kapasitesi Eğrisi (<http://www.izmir-bld.gov.tr/izmirdeprem/chp7.html>)

Yukarıda belirtildiği üzere, 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 doğrusaldışı (non-linear) analiz sonucunda elde edilen yer değiştirmeleri deprem yüklerinin fonksiyonu olarak gösteren eğri olarak tanımlanmaktadır . (<http://www.izmir-bld.gov.tr/izmirdeprem/chp7.html>)

Her bir bina türü için yatay yük taşıma kapasitesi standardize hali

$$(V/W) = C * \gamma * \lambda \quad (3-1)$$

formülüyle verilir.

Burada V, binaya etkiyen deprem yükünü (taban kesme kuvvetini)

W, binaya etkiyen toplam deprem yükünü (taban kesme kuvvetini);

C, binanın yapıldığı tarihte geçerli olduğu varsayılan yatay dayanım katsayısını;

γ ve λ , binanın proje/yapım kalitesine göre öngörülen “dayanım fazlalığı” katsayılarının takribi değerlerini göstermektedir.

λ = Akma dayanımı (ilk akma) katsayısı/Tasarım dayanımı katsayısı

γ = Nihai (Ultimate) dayanımı katsayısı/Akma dayanımı Katsayısı

(<http://www.izmir-bld.gov.tr/izmirdeprem/chp7.html>)

Bu çalışmada Eskişehir ili Deliklitaş mahallesindeki yapılarla ilgili katsayılar HAZUS 1999 projesinde bulunan katsayılardan yerel koşullar (zemin durumu, deprem bölgesi, vb.) göz önüne alınarak belirlenmiştir.

Bina yatay yük taşıma kapasitesi eğrisi formül (3-1)’de verilen yatay yük taşıma kapasitesi düşey ekseninde, binanın tepe yer değiştirmesi u_{tepe} yatay ekseninde olmak üzere çizilen eğridir. Bina kapasite spektrumu ise, bina yatay yük taşıma kapasitesi eğrisi eksenlerinin formül (3-2) ve formül (3-3)’deki gibi dönüştürülmesiyle elde edilir.

$$S_a = (V / W) * 9,81 / \alpha_1 \quad (3-2)$$

$$S_d = \alpha_2 * u_{tepe} \quad (3-3)$$

S_a ve S_d , ilgili yapı için spektral ivme ve spektral yer değiştirme fonksiyonlarını göstermektedir.

S_a ve S_d ’ye ait formül (3-2) ve formül (3-3)’de bulunan α_1 , α_2 ve u_{tepe} ’ye ait formüller ve açıklamaları aşağıda verilmiştir;

$$\alpha_1 = \frac{M_{x1}}{\sum m_n} \quad (3-4)$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{(\Phi_{tepe,1} * L_1)} \quad (3-5)$$

Formül (3-4)’de M_{x1} , bina taşıyıcı sisteminin birinci doğal titreşim moduna karşılık gelen “etkin kütle”yi

$\sum m_n$, bina toplam kütlesini

Formül (3-5)'de $\Phi_{tepe,1}$, birinci doğal titreşim modunun tepe noktasındaki genliğini

L_1 , birinci doğal titreşim modundaki katkı çarpanını göstermektedir.

(<http://www.izmir-bld.gov.tr/izmirdeprem/chp7.html>)

Bina kapasite eğrisi, temel mühendislik bilgileri içeren tasarım parametreleri ve kuralları için geliştirilmiştir. Her bir yapı kapasitesi eğrisi için üç tip kontrol noktası tanımlanabilir. Bu üç kontrol noktası: Tasarım noktası, İlk akma noktası ve Kopma noktasıdır.

Tasarım noktası bina kuvvetlerinin sismik kod şartnamesindeki veya deprem yüklerinin tasarımsal olmayan tahminleri tarafından gerekliliğini ortaya koyar. Binalardaki Rüzgar tasarımı tasarım kapasitesi'nin veya bazı binalar (düşük ya da orta deprem kuşağında bulunan yüksek katlı binalar) yanal tasarım kuvvetleri deprem yönetmeliğinden oldukça büyük olabilen tahmininde göz önünde bulundurulmaz.

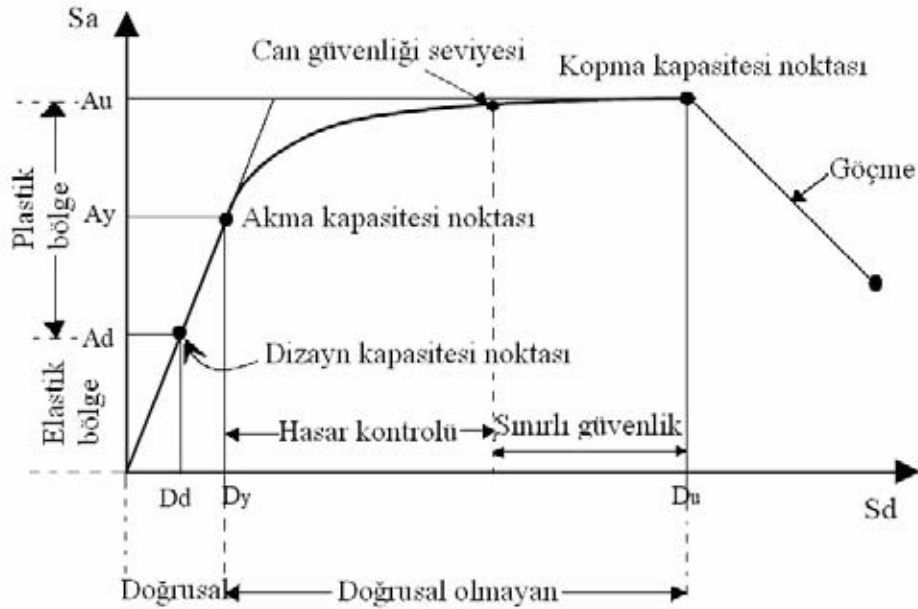
Akma noktası binaların maruz kaldığı en fazla yanal yükteki son plastik noktayı göstermektedir. Bu noktada hasar sınırlı kalır. Bina ilk rijitliğini veya muhtemelen hepsini korumaktadır. Bina donatılarında ufak hasarların başladığı ilk yerdir.

Kopma noktasına kadar olan kısımda binada önemli hasar meydana gelmiştir. Kopma noktasının üstü seviyeye çıkıldığında bina kararsız duruma gelecek ve göçecektir. Kopma noktasına kadar olan seviyede binada önemli hasar meydana gelmiş ve bina ilk rijitliğinin önemli bir kısmını kaybetmiştir. Bununla beraber, göçme ortaya çıkmadan oluşacak ek yanal yer değiştirme kapasitesi bulunmaktadır. Genel olarak kopma noktasına yaklaşılırken oluşacak can güvenliği seviyesini sağlayan binanın, toptan göçmeye erişmeden en az %33'den daha büyük yanal yer değiştirme yapabileceği kabul edilir.

Her bir kapasite noktasının amacı, bir yandan belirli bir deprem hasar seviyesi ve diğer yandan belirli bir bina performans (kapasite) seviyesi öngörülerek tanımlanır. İşlem sırasında binanın her elemanı birincil (ana) ve

ikincil (tali) eleman olarak sınıflandırılır. Ana elemanlar, taşıyıcı sistemin deprem etkisinin altında göçmesini doğrudan engelleyen türdendir. Bu elemanlarda kısmi dayanım ve rijitlik kaybının meydana gelmesine müsaade edilir. (HAZUS 1999; Celep ve Kumbasar 2004).

Akma noktasına kadar bina doğrusal davranış gösterirken akma noktası ve kopma noktası arasındaki mesafede doğrusal olmayan bir davranış gösterir. Akma noktasına kadarki hasarlarda bina eski haline elastik davranışla getirilebilirken akma ve kopma noktası arasındaki mesafede bina plastik davranış sergiler ve eski haline gelmez birçok yapısal değişikliğe uğrar. Şekil 3.4.'de genel bir bina kapasite eğrisi üzerindeki kapasite noktaları tanımlanmıştır.



Şekil 3.4. Bina kapasite eğrisi ve kapasite noktaları (Hasuz 1999; Celep ve Kumbasar 2004).

Şekil 3.4'de Spektral ivme ve spektral yer değiştirme düzlemi üzerinde bina kapasite eğrisi üzerindeki kapasite noktalarının koordinatlarını $((A_u, D_u)$, (A_y, D_y)) belirlen parametreler vardır. Bu parametreler:

C_s : Dizayn kuvvet katsayısı (bina'nın ağırlığının katsayısı)

T_e : Bina'nın saniye cinsinden elastik gerçek mod periyodu

α_1 : İttirme modundaki binanın ağırlığı için etkili olan katsayı

α_2 : Yer değiştirme itirme modunun bina yüksekliğine bağlı katsayısı

γ : Dizayn kuvvetinden akma kuvvetine aktarılan dayanım fazlalığı katsayısı

λ : Akma kuvvetinden kopma kuvvetine aktarılan dayanım fazlalığı katsayısı

μ : Düktilite katsayısı (Hasuz 1999).

Bir elemanın düktilitesi, genelde maksimum deformasyonun, ilk akma anındaki deformasyona oranı şeklinde ifade edilir. Düktilite başka bir şekilde de, yük taşıma kapasitesinde düşme olmadan, kesitin büyük deformasyon yapabilme özelliği olarak ifade edilmektedir (Sağanak 1993).

Yukarıdaki parametreler kullanılarak, bina kapasite eğrisi üzerindeki kapasite noktalarının koordinatları ((A_u, D_u), (A_y, D_y)) eşitlikleri eşitlik (3-6), (3-7), (3-8) ve (3-9)'de verilmiştir.

$$A_y = \frac{C_s * \gamma}{\alpha_1} \quad (3-6)$$

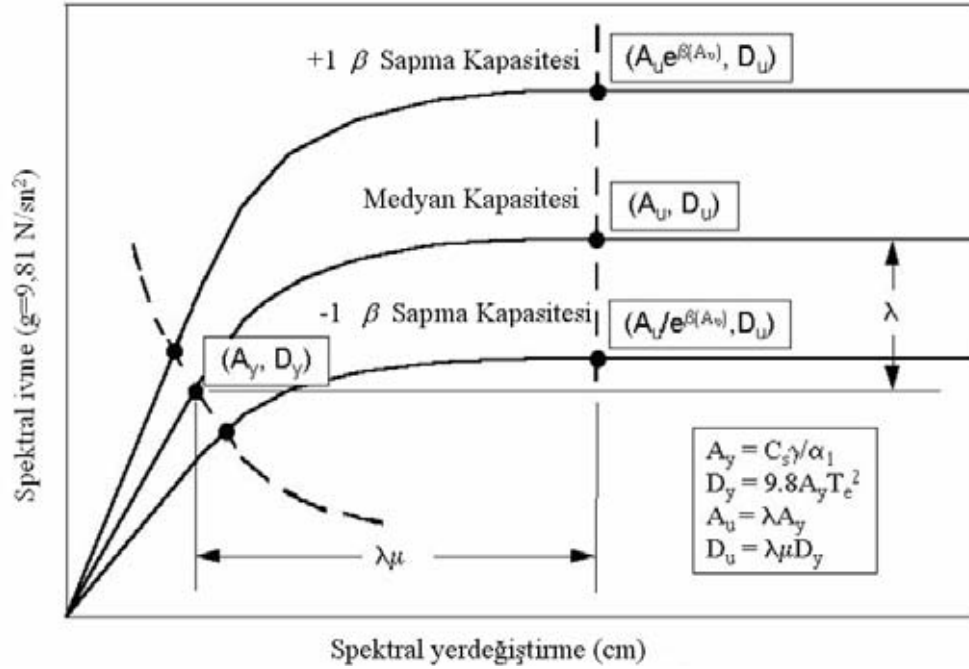
$$D_y = 9,81 * A_y * T_e^2 \quad (3-7)$$

$$A_u = \lambda * A_y \quad (3-8)$$

$$D_u = \lambda * \mu * D_y \quad (3-9)$$

Bina kapasite eğrisi üzerindeki kapasite noktalarının koordinatlarını ((A_u, D_u), (A_y, D_y)) bulmak için gerekli olan katsayılar yerel koşullara uygun olarak Ek-1 'de verilmiştir.

Yukarıdaki eşitlikler kullanılarak bulunan kapasite spektrumu eğrisi ve bu eğriye ait fonksiyon Şekil 3.5.'da gösterilmiştir.



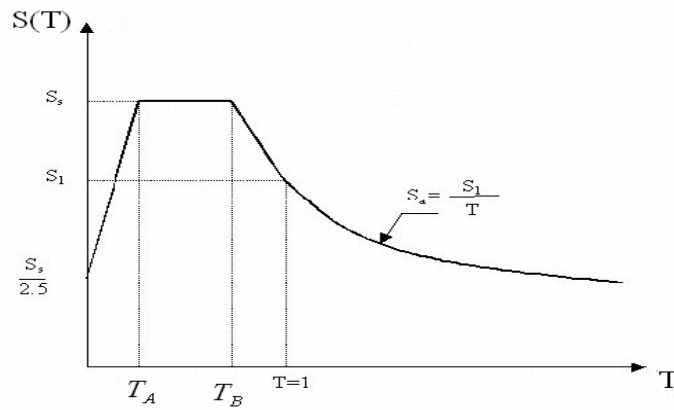
Şekil 3.5. Parametrelere bağlı Bina kapasite eğrisi ve kapasite noktaları (HAZUS 1999).

Şekil 3.4.'de anlatılan parametrelere bağlı olarak bina kapasite eğrisi 3 kısımdan oluşmaktadır. İlk kısım olan akma noktası (A_y, D_y) 'na kadar olan kısım ve akma noktası ile medyan kapasitesi noktası arasındaki eğri $A_u * e^{\beta(A_u)}$ fonksiyonu değiştirilerek elde edilen eğridir. Bu fonksiyondaki $\beta(A_u)$ katsayısı deprem bölgeleri için değişen bir katsayıdır. HAZUS 1999 projesine göre 2. derece deprem bölgelerinde (Eskişehir/ Deliklitaş mahallesi) bu katsayı 0,25 olarak alınmıştır. Son kısım ise medyan noktasından (A_u, D_u) , sonraki kısımdır ve doğrusal olarak devam eder. Medyan kapasitesinden birimsel olarak değişen sapmalar $A_u * e^{\beta(A_u)}$ fonksiyonundaki $\beta(A_u)$ katsayısının değişmesine bağlı olarak fonksiyonu üstel olarak değiştirir. (A_y, D_y) noktasının bir özelliği de bölüm 3.4'de anlatılacak olan talep spektrumu ile kesişimden bulunan performans noktası olma özelliğine sahip olmasıdır (HAZUS 1999).

3.3.2. Talep Spektrumu

Deprem Talep Spektrumunun bazını oluşturan elastik ivme spektrumu, sabit spektral ivme bölgesini tanımlayan “kısa periyod spektral ivmesi” S_s ile spektrumun azalan bölgesini tanımlayan “1 saniye spektral ivmesi” S_1 aracılığı ile belirlenmektedir. Her iki parametre, yerel zemin koşullarının etkisini de içermektedir. Azalma bölgesinde elastik ivme spektrumu aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır. (<http://www.izmir-bld.gov.tr/izmirdeprem/chp7.html>)

$$S_a = S_1 / T \quad (3-10)$$



Şekil 3.6. Elastik ivme spektrumu (<http://www.izmir-bld.gov.tr/izmirdeprem/chp7.html>)

1998 yılı Türkiye deprem yönetmeliğine göre spektrum katsayısı $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina periyoduna T 'ye bağlı olacak şekilde (3-11), (3-12), (3-13) 'nolu eşitliklerindeki gibi koşullu olarak hesaplanır.

$$S(T) = 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3-11)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (3-12)$$

$$S(T) = 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad (3-13)$$

Spektrum karakteristik periyodları, T_A ve T_B yerel zemin sınıflarına bağlı olarak Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Spekturum karakteristik periyodları (T_A, T_B) (Deprem Yön. 1998)

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

İlgili zemin sınıfının belirlenmesinde kullanılan kriterler ise Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.3’de özetlenmiştir.

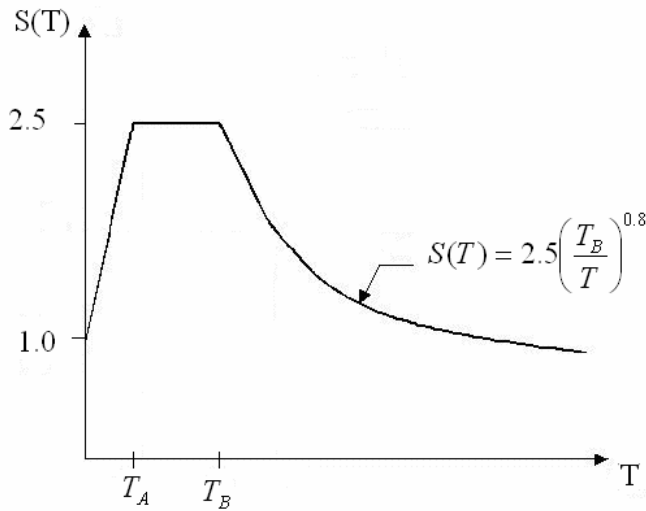
Çizelge 3.2. Zemin grupları (Deprem Yön. 1998)

| Zemin grubu | Zemin Grubu Tanımı | Stand Penetr. (N/30) | Relatif Sıklık (%) | Serbest Basınç Direnci (kPa) | Kayma Dalgası Hızı (m/s) |
|-------------|---|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------|
| (A) | 1. masifvolkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar... | - | - | >1000 | >1000 |
| | 2. Çok sıkı kum, çakıl... | >50 | 85-100 | - | >700 |
| | 3. Sert kil ve siltli kil... | >32 | - | >400 | >700 |
| (B) | 1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar... | - | - | 500-1000 | 700-1000 |
| | 2. Sıkı kum, çakıl... | 30-50 | 65-85 | - | 400-700 |
| | 3. Çok katı kil ve siltli kil... | 16-32 | - | 200-400 | 300-700 |
| (C) | 1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar... | - | - | <500 | 400-700 |
| | 2. Orta sıkı kum, çakıl... | 10-30 | 35-65 | - | 200-400 |
| | 3. Katı kil ve siltli kil... | 8-16 | - | 100-200 | 200-300 |
| (D) | 1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak kalın alüvyon tabakaları... | - | - | - | <200 |
| | 2. Gevşek kum... | <10 | <35 | - | <200 |
| | 3. Yumuşak kil, siltli kil... | <8 | - | <100 | <200 |

Çizelge 3.3. Yerel zemin sınıfları (Deprem Yön. 1998)

| Yerel Zemin Sınıfı | Zemin Grubu ve En üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1) |
|--------------------|---|
| Z1 | (A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler |
| Z2 | $h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler |
| Z3 | $15\text{m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler |
| Z4 | $h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler |

Bu durumda Türkiye 1998 deprem yönetmeliğine göre elastik ivme spektrumu Şekil 3.7’de özetlenmiştir.



Şekil 3.7. 1998 yılı Türkiye deprem yönetmeliğine göre elastik ivme spektrumu (İnş.Müh.Od. 1999)

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için elastik tasarım ivme spektrumunun yerçekimi ivmesi g 'ye bölünmesine karşı gelen spektral ivme katsayısı $A(T)$ eşitlik (3-14)'de verilmiştir.

$$A(T) = A_0 * I * S(T) \quad (3-14)$$

(3-14) nolu eşitlikte yer alan etkin yer ivmesi katsayısı A_0 Çizelge 3.4.'de tanımlanmıştır.

Çizelge 3.4. Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0) (Deprem Yön. 1998)

| Deprem Bölgesi | A_0 |
|----------------|-------|
| 1 | 0.40 |
| 2 | 0.30 |
| 3 | 0.20 |
| 4 | 0.10 |

(3-14) nolu eşitlikte yer alan bina önem katsayısı I Çizelge 3.5.'de tanımlanmıştır.

Çizelge 3.5. Bina Önem Katsayısı (I) (Deprem Yön. 1998)

| Binanın Kullanım Amacı veya Türü | Bina Önem Katsayısı (I) |
|--|----------------------------------|
| <p>1. Deprem sonrası kullanımı gereken ve tehlikeli madde içeren binalar</p> <p>a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaye bina ve tesisleri, PTT ve diğer ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)</p> <p>b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar</p> | 1.5 |
| <p>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu değerli eşyanın saklandığı binalar</p> <p>a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.</p> <p>b) Müzeler</p> | 1.4 |
| <p>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</p> <p>Spor tesisleri, sinema tiyatro, ve konser salonları, vb.</p> | 1.2 |
| <p>4. Diğer binalar</p> <p>Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar</p> <p>(Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)</p> | 1.0 |

Genel spektral ivme $S_a(T)$ ivme spektrum eğrilerinin oluşturulmasında yatay ekseninde tek serbestlik dereceli sistemin periyodu, düşey ekseninde sistemde meydana geldiği kabul edilen mutlak ivmenin maksimum değeri bulunur. Bilindiği gibi yer değiştirme spektrumu ile ivme spektrumu arasında;

$$S_d(T) \approx \frac{1}{\omega^2} * g * S_a(T) \approx \frac{T^2}{4\Pi^2} * g * S_a(T) \quad (3-15)$$

Yaklaşık bağıntısı bulunmaktadır. Burada $S_d(T)$ spektral değerinin yönetmeliklerde olduğu gibi g yerçekimi ivmesi ile boyutsuzlaştırıldığı kabul edilerek, ifadeler g ilave edilmiştir. Bu ifadenin incelenmesinden $S_d - S_a$ eksen takımında başlangıçtan geçen doğruların T sabit tanımına karşı geldiği anlaşılır.

formül (3-15) ya gerekli dönüşümler uygulanırsa;

$$S_d = \frac{1}{4\Pi^2} * S_a * T^2 \quad (3-16)$$

ve formül (3-16)'den de

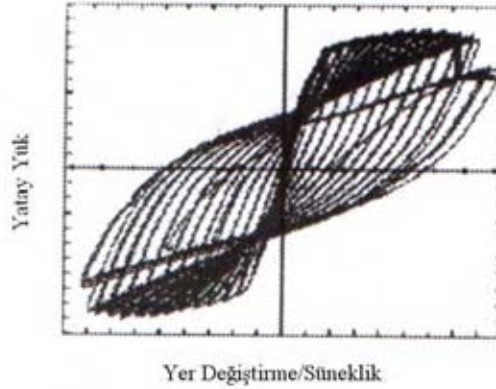
$$T = 2\Pi * \sqrt{\frac{S_d}{S_a}} \quad (3-17)$$

elde edilir ve böylece $S_d - S_a$ grafiğine ulaşılır (Celep ve Kumbasar 2004).

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

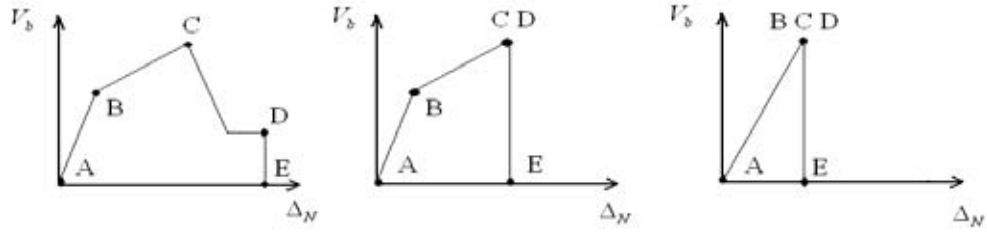
3.3.3. Performans Noktası

Deprem yükleri taşıyıcı sistemi tekrarlanan ve yön değiştiren biçimde zorlar. Bir taşıyıcı sistemde deprem yükünü temsil eden bir yatay yükün sisteme yön değiştirerek ve artarak uygulandığını göz önüne alırsak, toplam yük ile en üst kat yer değiştirmesi arasındaki ilişkisinin Şekil 3.8' deki gibi olduğu kabul edilir.



Şekil 3.8. Gerçek yüklemeye omurga eğrisinin oluşması (Celep ve Kumbasar 2004).

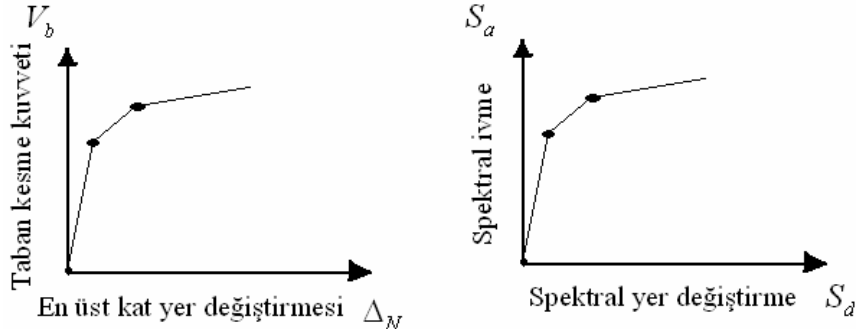
Burada çevrimsel eğrilerin en uç noktalarının birleştirilmesi ile elde edilen eğri davranışı temsil etmesi bakımından omurga eğrisi olarak isimlendirilir. Deprem etkisi gibi dinamik bir etki sonucu ortaya çıkan bu eğrinin deprem yükünü temsil eden yatay yükleme altında elde edilebileceği söylenebilir. Sistemin doğrusal olmayan davranışını temsil edilen ve deprem durumunda beklenen düşey yüklerin varlığı ile elde edilen bu eğri $V_b - \Delta_N$ yatay yük yer değiştirme eğrisi olarak adlandırılır. Sistem elemanlarının davranışına bağlı olarak bu eğri Şekil 3.9'da verildiği gibi basitleştirilebilir. Şekildeki birinci eğri sünek ve üçüncü eğri gevrek davranışa karşı gelmektedir.



Şekil 3.9. Basitleştirilmiş tipik yatay yük-yer değiştirme değişimleri
(Celep ve Kumbasar 2004).

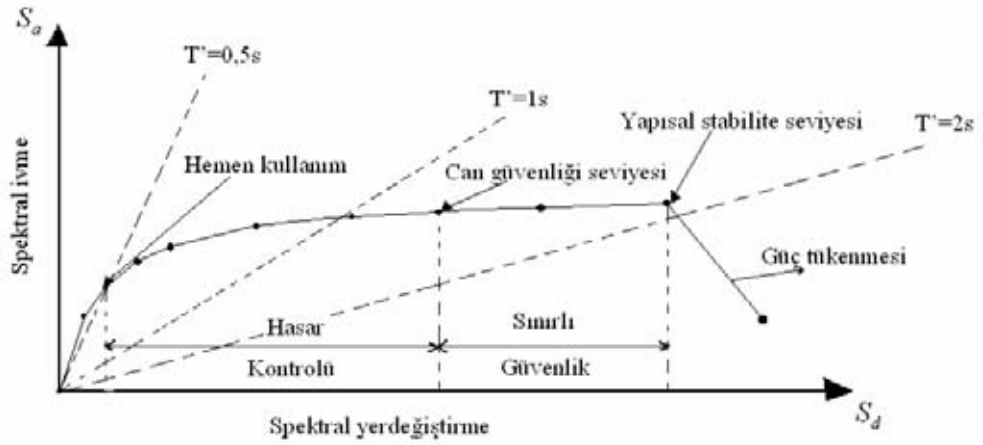
Yatay yük-yer değiştirme eğrisinin elastik bölgesinde davranış doğrusaldır. Ancak, betonda çatlama donatıda akma ve bazı kesitlerin taşıma gücü değerlerine erişmesi sonucu ortaya çıkan plastik eğri şekil değiştirmelerle sistemin davranışı yumuşar ve eğrinin eğimi azalır. Binalarda deprem etkilerinin oluşmasında birinci mod çok daha etkili olduğu için yatay yük dağılımında birinci mod esas alınır.

Çözümde yer değiştirmenin bina yüksekliğince değişimde de birinci mod etkili olacağı için sadece en üst katın yer değiştirmesinin göz önüne alınması yeterlidir. Yatay yükün uygulanması sırasında yapıda düşey yüklerin bulunduğu kabul edilerek ve yatay yük adım adım artırılarak taşıyıcı sistem çözümü yapılır. Her adımda kesitlerdeki plastik şekil artırılarak taşıyıcı sistem çözümü yapılır. Her adımda kesitlerdeki plastik şekil değiştirmeler sonucu oluşan rijitlik değişimi söz önüne alınır. Plastik şekil değiştirmelerin belirli bir kesitte yoğunlaşması kabulüne dayanan plastik mafsallık kabulü kullanılarak çözümleme basitleştirilebilir. Bu kesitlerin moment-eğrilik bağıntısını kesin taşıyabileceği momente kadar doğrusal ve daha sonra moment artmadan kesitte dönmeye başladığı yani davranışının elastik-ideal plastik olduğu kabul edilir. Ancak kolon kesitlerinde taşınabilecek momentin normal kuvvete bağlı olduğunun göz önüne alınması gerekir. Bu durumda çözümleme sırasında yatay yük artırılırken, kolon ve kirişlerin uçlarındaki kritik kesitler kontrol edilerek, kesitin moment taşıma kapasitesine eriştikten sonraki yüklemelerde moment artmadan kesitin döndüğü kabul edilebilir. Böylece bulunan $V_b - \Delta_N$ yatay yük-yer değiştirme eğrisini $S_a - S_d$ kapasite spektrum eğrisi haline getirilen durum Şekil 3.10'de gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Yatay etki çözümlemesinden kapasite spektrum eğrisinin elde edilmesi (Celep ve Kumbasar 2004).

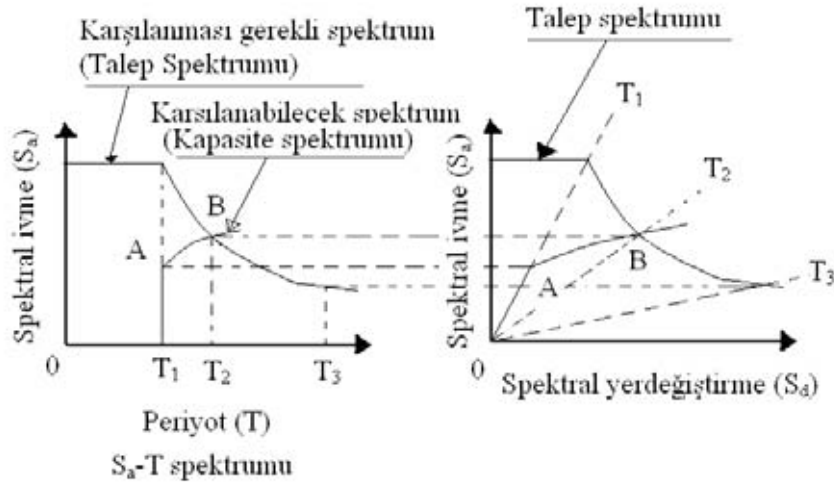
Bu yöntemle taşıyıcı sistemin deprem etkisi altındaki davranışını en üst kat yer değiştirmesinin yatay kuvvete bağlı olarak elde edilen kapasite spektrum eğrisinin temsil ettiği kabul edilen eğri Şekil 3.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Taşıyıcı sistemde kapasite spektrum eğrisi (Celep ve Kumbasar 2004).

Şekil 3.11.' e göre başlangıçtan geçen doğrular sabit periyoda karşı gelir ve ilerleyen yükleme durumunda rijitlik azaldıkça periyoda artar. Eğrinin doğrusal durumundan ayrılmasından sonra, hasar ile orantılı olan plastik davranış ortaya çıkar. Yükün artması ile sistemdeki plastik şekil değiştirmeler sonucu sistem yumuşar ve rijitlik azalır. Eğrinin bu bölümünde kesitlerdeki betonda dökülmeler

ve çatlamlar ile donatıda plastik şekil değiştirmeler meydana gelir. Yükleme ile elemanlarda hasar olarak beliren bu tür plastik şekil değiştirmeler artarak devam eder. Kesitlerin bir veya bir kaçında plastik mafsallık dönme kapasitesine erişilmesi sistemi taşıma gücü sınır durumuna getirebilir. Eğer plastik mafsallık kesitlerinde yeterli dönme kapasitesi varsa, taşıyıcı sistem en sonunda yapısal stabilite sınırına gelir ve güç tükenmesi ortaya çıkar. Herhangi bir yükleme adımında meydana gelen hasar ve taşıyıcı sistemde geriye kalan ek taşıma kapasitesi göz önüne alınarak, hemen kullanım, can güvenliği ve yapısal stabilite performans seviyeleri tanımlanabilir. Bunun gibi, hasar kontrolü ve sınırlı güvenlik performans aralıkları oluşturulabilir

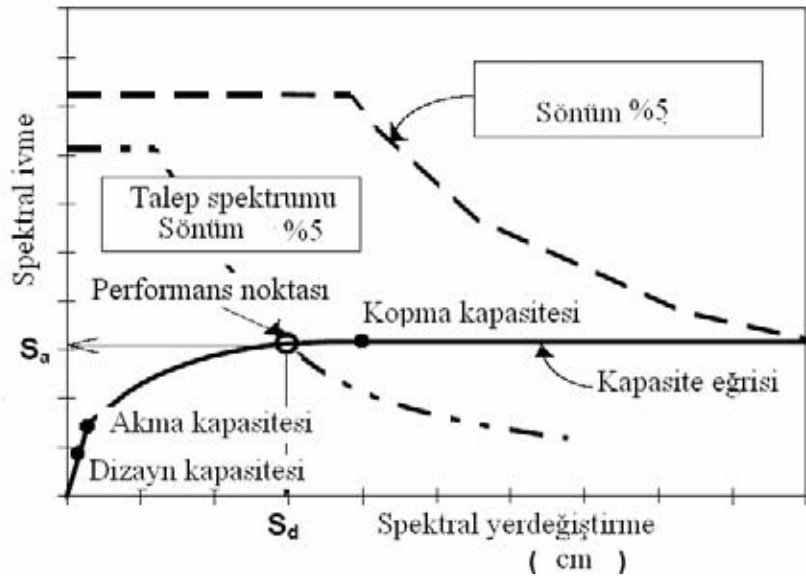


Şekil 3.12. Talep ve kapasite spektrum eğrileri (Celep ve Kumbasar 2004).

Şekil 3.12.'de alışlagelen $T-S_a$ düzleminde öngörülen belirli bir deprem için karşılanması gerekli spektral ivme talebi ve karşılanabilecek kapasite spektrumu beraber görülmektedir. Başlangıçta yapının T_1 periyodu olduğu için kapasite spektrumu bu değerden başlamakta ve elastik davranış devam ettiği sürede A noktasına kadar artmaktadır. Plastik şekil değiştirmelerin başlamasıyla periyot artarken, karşılanabilecek spektral ivme de artmaktadır. Sonuçta talep ile spektrum eğrilerinin kesiştiği B noktasında performans noktası ortaya çıkar.

Benzer davranış S_d - S_a düzleminde de gösterilebilir. Burada başlangıçtan geçen doğrular sabit periyoda karşı geldiği için kapasite spektrumu başlangıçtan başlayarak elastik davranış bölgesinde sabit bir eğimle yükselmekte, hasarın ortaya çıkması ve rijitliğin azalması ile periyot büyümekte ve kapasite spektrum eğrisinin eğimi azalarak B performans noktasına erişilmektedir (Celep ve Kumbasar 2004).

Şekil 3.12'deki gibi talep spektrum eğrisi ile kapasite spektrum eğrisi üst üste çizilerek binanın performans eğrisi bulunabilir. Ancak kapasite spektrum eğrisinin üzerinde ilerlerken sönüm artar. Kapasite spektrumunda sönüm, elastik davranışın sona erdiği noktanın koordinatları yanında aranan performans noktasının koordinatlarına bağlıdır. Bu sönüme bağlı olarak talep spektrumunun azaltılması gerekir (Celep ve Kumbasar 2004).



Şekil 3.13. %5'lik talep spektrumu sönümü ve performans noktasının bulunması (HAZUS 1999).

1998 yılı Türkiye deprem yönetmeliğinde ise sönüm elastik deprem yüklerinin azaltılması ya da deprem yükü azaltma katsayısı olarak geçer. Deprem taşıyıcı sisteminin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere Çizelge 3.1'de verilen spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, denklem (3-18) ve (3-19)'da tanımlanan deprem yükü

azaltma katsayısına bölünecektir. Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$, çeşitli taşıyıcı sistemler için Çizelge 3.6.'ta tanımlanacak olan taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R ' ye ve doğal titreşim periyodu T ' ye bağlı olarak eşitlik (3-18) ve (3-19)' de tanımlanmıştır.

$$R_a(T) = 1.5 + \frac{(R-1.5)*T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3-18)$$

$$R_a(T) = R \quad (T > T_A) \quad (3-19)$$

Çizelge 3.6.'da taşıyıcı sistem davranış katsayısı ve koşulları verilmiştir. Bu tabloda süneklik düzeyi yüksek olarak göz önüne alınacak taşıyıcı sistemlerde, süneklik düzeyinin her iki yatay deprem doğrultusunda da yüksek olması zorunludur. Süneklik düzeyi bir deprem doğrultusunda yüksek, buna dik diğer bir deprem doğrultusunda ise normal olan sistemler, her iki doğrultuda da süneklik düzeyi normal sistemler olarak sayılacaktır (Deprem Yön. 1998).

Çizelge 3.6. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) (Deprem yön. 1998).

| Bina Taşıyıcı Sistemi | Süneklik Düzeyi Normal Sistemler | Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler |
|--|----------------------------------|----------------------------------|
| (1) Yerinde Dökme Betonarme Binalar | | |
| 1.1. Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar | 4 | 8 |
| 1.2. Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar | 4 | 7 |
| 1.3. Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerde taşındığı binalar | 4 | 6 |
| 1.4. Deprem yüklerinin, çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar | 4 | 7 |
| (2) Prefabrike betonarme binalar | | |
| 2.1. Deprem yüklerinin tamamının, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar | 3 | 6 |
| 2.2. Deprem yüklerinin tamamının; kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı çerçevelerle taşındığı binalar | - | 5 |
| 2.3. Deprem yüklerinin tamamının prefabrike boşluksuz perdelerle taşındığı binalar | - | 4 |
| 2.4. Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar | 3 | 5 |

1998 yılı Türkiye deprem yönetmeliğine göre Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde taşıyıcı sistemi sadece çerçevelerden oluşan binalar ve taşıyıcı sistemden bağımsız olarak bina önem katsayısı $I=1.5$ ve $I=1.4$ olan tüm binalarda süneklik düzeyi yüksek olarak alınacaktır (Deprem Yön 1998).

1998 yılı Türkiye deprem yönetmeliğinde yığma binalar için taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) tanımlanmadığı için R katsayısı, bazı yığma bina tiplerine göre yerel koşullar formül (3-18) ve (3-19) göre ve Hazus 1999 projesine göre hesaplanacak, bazı yığma binalar için sönüm 1998 Türkiye deprem yönetmeliğimizdeki gibi yok varsayılacaktır.

3.3. Yapısal Hasar Seviyeleri

Eskişehir ili Deliklitaş mahallesinde büyük oranda yığma ve betonarme binalar vardır. Tüm bina tiplerinde 4 tip hasar seviyesi vardır. Bunlar az, orta, ağır ve çok ağır hasardır.

Yığma tipli binalarda az hasar seviyesinde ihmal edilebilir hasar vardır. Yapısal hasar yoktur. Yapısal olmayan hasarlar azdır. Çok az sayıda duvarlarda kılcal çatlaklar, küçük sıva parçaları dökülmeleri ve nadiren binaların üst kısımlarından hafif taşların düşmesi şeklinde ortaya çıkar.



Şekil 3.14. Yığma tipli bir binada az hasar seviyesindeki durum

(<http://www.ibb.gov.tr/deprem/mikrobolgeleme/afetonlem-kisim8.pdf>).

Yığma tipli binalarda orta hasar seviyesinde yapısal elemanlarda hasar azken yapısal olmayan elemanlarda hasar orta seviyededir. Birçok duvarda çatlaklar, büyük sıva bacalarının dökülmesi bacaların kısmen yıkılması belirgin özelliklerindedir.



Şekil 3.15. Yığma tipli bir binada orta hasar seviyesindeki durum

(<http://www.ibb.gov.tr/deprem/mikrobolgeleme/afetonlem-kisim8.pdf>).

Yığma tipli binalarda ağır hasar seviyesinde önemli hasarlar görülür. Yapısal elemanlarda hasar orta seviyedeysen, yapısal olmayan elemanlarda hasar ağır seviyededir. Yapının birçok duvarında geniş ve yaygın çatlaklar, çatı kiremitlerinin dökülmesi, çatı hattında bacaların kırılması, yapısal olmayan ayrı elemanların tahribatı (dam, ayırıcı duvarlar) bu hasar seviyesinin yığma bina tipleri için görülen belirgin özelliklerindedir.



Şekil 3.16. Yığma tipli bir binada ağır hasar seviyesindeki durum

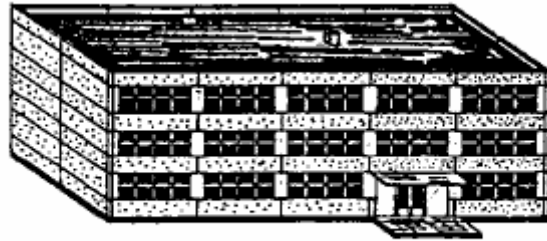
(<http://www.ibb.gov.tr/deprem/mikrobolgeleme/afetonlem-kisim8.pdf>).

Yığma tipli binalarda çok ağır hasar seviyesinde yapısal elemanlara ait hasar ağır iken, yapısal olmayan elemanların hasarı çok ağırdır. Duvarlarda ciddi tahribat, çatı ve döşemelerde kısmi yapısal tahribat görülür. Göçme bu seviyeyle ya da bu seviyeden sonra gerçekleşir.



Şekil 3.17. Yığma tipli bir binada çok ağır hasar seviyesindeki durum ve göçme
(<http://www.ibb.gov.tr/deprem/mikrobolgeleme/afetonlem-kisim8.pdf>).

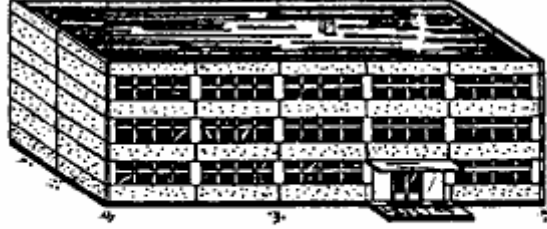
Betonarme tipli binalarda az hasar seviyesinde ihmal edilebilir az hasar vardır. Yapısal elemanlarda hasar yokken, yapısal olmayan elemanlarda az hasara rastlanır. Çerçeve elemanlarında ya da temeldeki duvarlarda ince sıva çatlakları görülürken ayırıcı ve dolgu duvarlarında ince çatlaklar vardır.



Şekil 3.18. Betonarme tipli bir binada az hasar seviyesindeki durum
(<http://www.ibb.gov.tr/deprem/mikrobolgeleme/afetonlem-kisim8.pdf>).

Betonarme tipli binalarda orta hasar seviyesinde yapısal elemanlara ait hasar az, yapısal olmayan elemanlara ait hasar orta seviyededir. Çerçeve kolon ve kirişlerde ve yapısal duvarlarda çatlaklar oluşur. Ayırıcı ve dolgu duvarlarında

çatlaklar; kırılğan kaplama ve sıvaların dökülmesiyle duvar panellerinin bağlantılarından harç dökülmeleri bu seviye hasar durumunda gerçekleşir.



Şekil 3.19. Betonarme tipli bir binada orta hasar seviyesindeki durum

(<http://www.ibb.gov.tr/deprem/mikrobolgeleme/afetonlem-kisim8.pdf>).

Betonarme tipli binalarda ağır hasar seviyesinde yapısal elemanlarda orta hasar oluşurken yapısal olmayan elemanlarda ağır hasar oluşur. Kolonlarda ve temeldeki kolon kiriş bağlantılarında ve duvar bağlantılarında çatlaklar oluşur. Beton sıvaların dökülmesi, betonarme demirlerin bükülmesi, ayırıcı ve dolgu duvarlarda geniş çatlaklar, ayrı dolgu panellerinde tahribat betonarme binalarda bu hasar seviyesinde oluşur.



Şekil 3.20. Betonarme tipli bir binada ağır hasar seviyesindeki durum

(<http://www.ibb.gov.tr/deprem/mikrobolgeleme/afetonlem-kisim8.pdf>).

Betonarme tipli binalarda çok ağır hasar seviyesinde yapısal elemanlarda ağır hasar oluşurken yapısal olmayan elemanlarda çok ağır hasar meydana gelir. Betonun basınç tahribatıyla yapısal elemanlarda geniş çatlaklar, betonarme

demirlerde tahribat, kirişlerdeki betonarme demirlerin bağlantı tahribatı buna bağlı olarak kolonlarda eğilmeyle birkaç kolon göçmesi ya da üst katlardan birinin göçmesi görülür. Göçme bu seviyeyle ya da bu seviyeden sonra gerçekleşir (<http://www.ibb.gov.tr/deprem/mikrobolgeleme/afetonlem/pdf/afetonlem>)



Şekil 3.21. Betonarme tipli bir binada çok ağır hasar seviyesindeki durum ve göçme (<http://www.ibb.gov.tr/deprem/mikrobolgeleme/afetonlem-kisim8.pdf>).

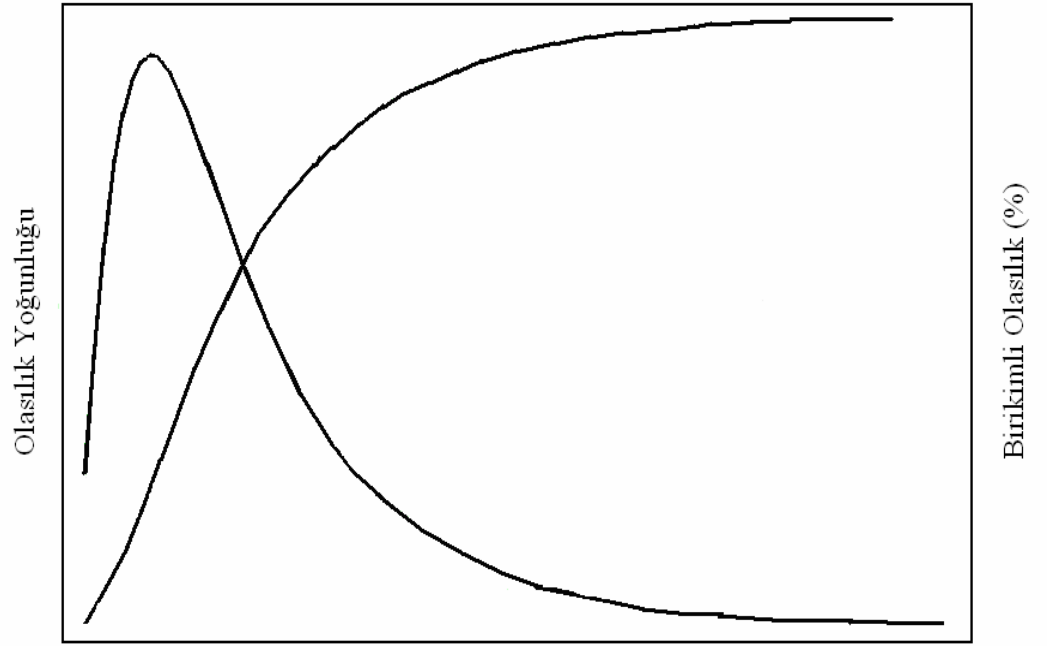
4 farklı hasar tipinde spektral yer değiştirmeye bağlı olarak bulunan kayıplar birikimli hasar olasılık eğrisi yardımıyla bulunur.

3.4. Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi ve Beklenen Kayıp

Lognormal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\Pi}} * e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2}, & x > 0 \quad \text{için} \\ 0, & x < 0 \quad \text{için} \end{cases} \quad (3-20)$$

olarak tanımlanır.



Şekil 3.22. Lognormal dağılımın ve birikimli lognormal dağılım grafiği
(<http://www.cgrpttc.lsu.edu/products/stats/stats.pdf>)

Şekil 3.22.'de lognormal dağılımın olasılık yoğunluğu fonksiyonu ve birikimli olasılık grafikleri bir arada verilmiştir. (3-20) nolu eşitlik düzenlenirse;

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma * \sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (3-21)$$

Şeklini alır. (4-7)'nolu eşitlikteki lognormal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonuna oldukça benzer. μ , doğal logaritması ($\ln x$)'in ortalamasıyken, σ^2 ise doğal logaritmanın varyansıdır (<http://www.cgrpttc.lsu.edu/products/stats/stats.pdf>).

Lognormal dağılımda x sadece pozitif değerler alabilir. Bu sebepten sadece pozitif büyüklüklerin logaritması tanımlanmıştır.

Bir çarpımın logaritması çarpanların logaritmaları toplanarak elde edildiğinden merkezi limit teoremine göre bir rassal değişkeni etkileyen çok sayıda bağımsız etkenin etkileri çarpım şeklinde ortaya çıkıyorsa bu değişken için lognormal dağılımın geçerli olması beklenir.

Lognormal dağılımda rassal değişken sadece pozitif değerler alabildiği ve dağılımın pozitif çarpıklığı olduğu için bu dağılım pratikte karşılaşılan birçok değişkenlere iyi uyar. İnşaat mühendisliğinde hidrolojik değişkenlerde, yorulma problemlerinde ve depremlerle ilgili problemlerde geniş ölçüde kullanılmıştır (Beyazıt ve Oğuz 1985).

Lognormal dağılımın ortalaması eşitlik (3-22)'de gösterilmiştir.

$$M = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}} \quad (3-22)$$

Lognormal dağılımın mod değeri eşitlik (3-23)'de gösterilmiştir.

$$m = e^{\mu - \sigma^2} \quad (3-23)$$

Lognormal dağılımın medyan (ortanca) değerine birikimli olasılığın %50 sine karşılık gelen yere P_{50} (medyan) dersek bu durumda medyan (ortanca) değeri;

$$P_{50} = e^{\mu} \quad (3-24)$$

olur (<http://www.cgrpttc.lsu.edu/products/stats/stats.pdf>).

Lognormal dağılım için iki sadece parametre gereklidir. Bu parametreler ortalama ($\ln x$ 'in ortalaması μ) ve sapma ($\ln x$ 'in sapması) dır. Bu iki parametre kullanılarak belirli bir durumu aşma olasılıkları lognormal dağılım ile bulunur.

Lognormal dağılım yardımıyla deprem hasar olasılıklarının bulunmasında öncelikle az, orta, ağır ve çok ağır hasar seviyeleri olmak üzere dört hasar seviyesi tanımlanır. Bu bazen orta ve ağır hasar seviyesinin birleştirilmesiyle üç tip hasar seviyesine dönüştürülebilir.

Her bir hasar seviyesinin ayrı iki parametresi vardır. Bunlar ilgili hasar seviyesi için oluşturulacak olan lognormal dağılımın ortalaması ve sapmasıdır. HAZUS 1999'da hasar olasılıkları bulmaya yarayacak olan lognormal dağılım eşitlik (3-25)'de verilmiştir.

$$P[d_s / S_d] = \Phi \left[\frac{1}{\beta_{ds}} \ln \left(\frac{S_d}{\bar{S}_{d,ds}} \right) \right] \quad (3-25)$$

(HAZUS 1999).

Eşitlik (3-25)'da d_s , sembolik olarak hasarı

S_d , spektral yer değiştirmeyi;

$\bar{S}_{d,ds}$, ilgili bina hasarının ilgili hasar düzeyinde (hafif, orta, ağır ve çok ağır) eriştiği duruma karşılık gelen medyan spektral yer değiştirme değerini;

β_{ds} , ilgili hasar düzeyi için spektral yer değiştirme değerlerinin doğal logaritmalarına ait sapmayı;

Φ , birikimli (kümülatif) standart normal dağılım fonksiyonunu göstermektedir.

Her bir hasar düzeyine karşı gelen medyan spektral yer değiştirme değerleri $S_{d,ds}$, her bir bina türü için tahmin edilen kat ötelemesi oranlarına bağlı olarak tahmin edilmektedir. Standart sapma β_{ds} ise, ilgili hasar düzeyinin tanımında, binanın deprem yükü taşıma kapasitesinde ve nihayet deprem yer hareketinin belirlenmesindeki belirsizlikleri, diğer bir deyişle bunlarda mevcut olan değişkenlikleri ifade etmek üzere amprik yollarla tahmin edilmektedir (<http://www.izmir-bld.gov.tr/izmirdeprem/chp7.html>).

HAZUS 1999 deprem senaryosu projesinde binalar tiplere ayrılmış her bir yapı tipi için deprem bölgesi, deprem yönetmeliğinden önce ya da sonra yapılabildiği, kat sayısı ve hasar düzeyi gibi kriterlere göre ayrı ayrı görelî kat ötelemeleri medyan değeri ve ilgili hasar düzeyi için spektral yer değiştirmelerin doğal logaritmalarına ait standart sapmayı ifade eden β_{ds} değerleri verilmiştir. Bu çalışmada verilen değerler Eskişehir ili Deliklitaş mahallesindeki yerel koşullar göz önüne alınarak değerlendirmeye alınacaktır.

İlgili durumu aşma olasılığını bulurken ilgilendiğimiz durum binanın ilgili spektral yer değiştirmeyi (1cm, 2cm, 3cm...) aşma olasılığıdır. Bu olasılığı bulmak için ilgili binanın sapma değerini ve medyan değerini yerel koşulları göz önüne alarak değerlendirmeye aldıktan sonra, verilen görelî kat ötelemesinin medyan değerinden görelî kat ötelemesi ortalama değerine ulaşmamız lognormal dağılımın olasılığını hesaplamak için gereklidir. Bunun için eşitlik (3-24)'e ilgili dönüşüm uygulanırsa;

$$\begin{aligned} P_{50} &= e^{\mu} \\ \ln P_{50} &= \ln e^{\mu} \\ \ln P_{50} &= \mu \end{aligned} \quad (3-26)$$

Görelî kat ötelemesinin ortalama değerine ulaşılmış olur. P_{50} ' değeri medyan olarak tanımlandığına göre başka bir anlatımla ilgili bina için hesaplamaya katacağımız medyan değerinin ln fonksiyonu bize ortalamayı yani bina görelî kat ötelemesi medyan değerlerinin ln'i bize görelî kat ötelemelerinin ortalamasını verir.

Böylece ilgili bina için görelî kat ötelemeleri ortalama ve görelî kat ötelemeleri sapma değerleri kullanılarak ilgili spektral yer değiştirmedeki (cm) ilgili düzeydeki (az, orta, ağır ve çok ağır) hasar olasılıkları bulunur.

Bir olayın ortaya çıkma olasılığı $P(X_i)$ ve bu olayın kişiye sağlayacağı katkı (yarar, gelir, maliyet vb.) x_i olsun. Bu kimsenin söz konusu olaydan beklediği katkı;

$$x_i * P(X_i) \quad (3-27)$$

olup, bu katkı kişinin matematiksel umudu veya beklenen değeri olarak tanımlanır.

Ele alınan rassal değişkenle ilgili bir işlem olarak geliştirilen beklenen değer "matematiksel umut" un bir genellemesidir.

X rassal değişkeninin beklenen değeri $B[X]$ ile gösterilir ve,

$$B[X] = \begin{cases} \sum_{x \in A} xP(x), & X \text{ kesikli} \\ \int_A xf(x)dx, & X \text{ sürekli} \end{cases} \quad (3-28)$$

şeklinde tanımlanır.

Genel gösterimiyle $P(X)$ 'in olasılık fonksiyonu ve $f(x)$ 'in olasılık yoğunluk fonksiyonu olduğu, yani $x \notin A$ için bunların sıfır olarak ele alındığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Bir rassal değişkenin beklenen değerinin bulunabilmesi için, yukarıda verilen toplam veya integralin hesaplanabilir olması gerekir. Bunun için x kesikli iken $\sum xP(x)$ serisi yakınsak, x sürekli iken ise $\int_A xf(x)dx$ integrali belirli olmalıdır.

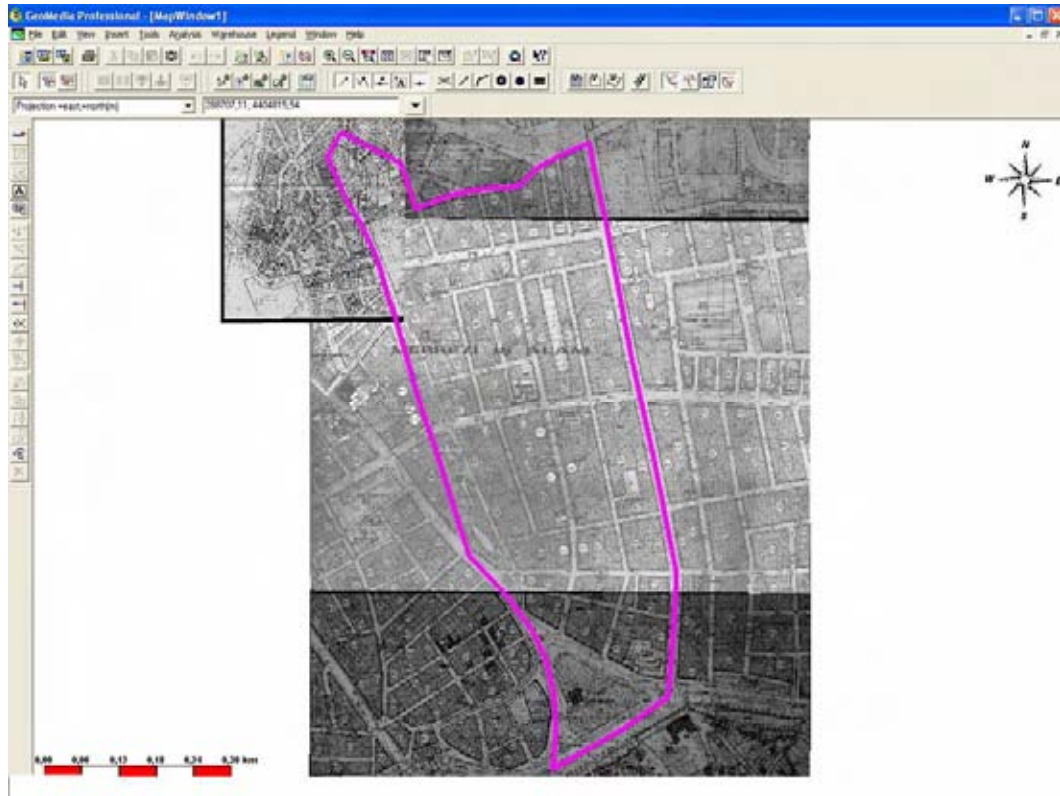
$B[X]$ gösteriminde “B” harfi anlatılan tanıma bağlı hesaplamaların yapılması anlamında olup, “işlem” olarak ele alınır ve kullanılır. Bu nedenle “B” ye beklenen değer işlemi denir. Beklenen değer işlemi için İngilizce Expectation kelimesinin baş harfi olan “E” kullanılır (Kara 1994).

Beklenen bina kayıpları bulmak için beklenen değer fonksiyonu kullanılır.

4. YAPILAN ÇALIŞMALAR

4.1. Çalışma Alanının Sınırları

Çalışma alanı olan Eskişehir yerleşim yeri içinde bulunan Odunpazarı belediyesine ait Deliklitaş mahallesi güney-kuzey ve kuzey güney yönünde saat yönünün tersi istikametinde sırasıyla (287890, 4404823), (2808073, 4404935), (288086, 4405137), (287946, 4405815), (287859, 4405774), (287830, 4405749), (287672, 4405715), (287643, 4405783), (287550, 4405831), (287529, 4405795), (287613, 4405614), (287751, 4405160), (287875, 4404991) koordinat noktalarının sınırladığı alandır. Şekil 4.1.'de çalışma alanı olan Eskişehir ili Deliklitaş mahallesi gösterilmiştir.



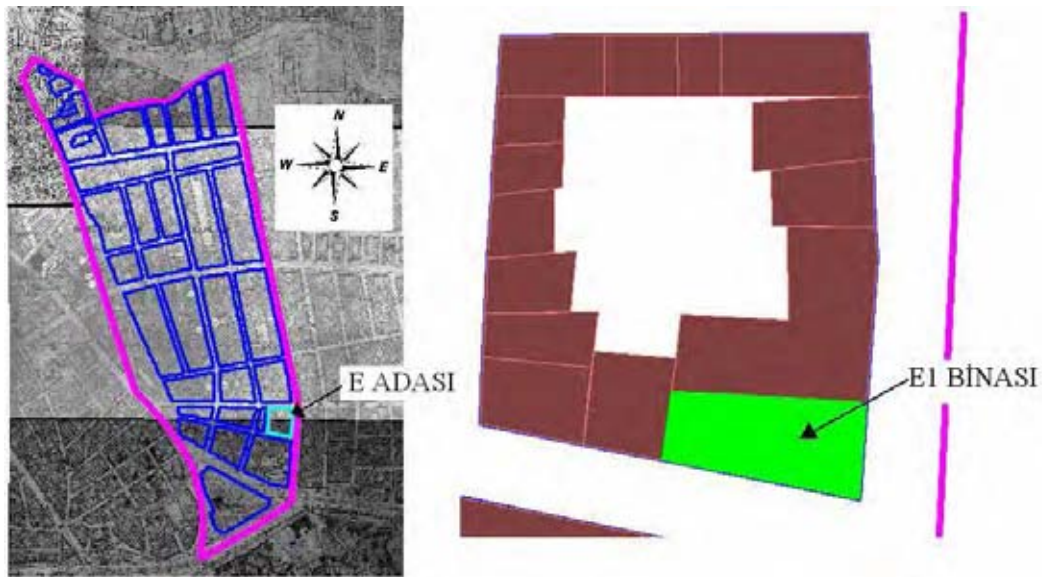
Şekil 4.1. Eskişehir ili Deliklitaş mahallesi sınırı (çalışma alanı sınırı)

4.2. Bina Envanter Anketi ve Saha Çalışmaları

Eskişehir ili Deliklitaş mahallesi deprem risk haritasını oluşturmak için ilk adımda mahalle sınırları içerisindeki tüm yapılar için önce bina envanter anket formu oluşturulmuş daha sonrada oluşturulan anket çalışma sahası içerisindeki tüm yapılara uygulanmıştır. Bina envanter anketi oluşturulurken göz önünde tutulan kriterler;

1. Bina katsayısı (1 katlı, 2 katlı, 3 katlı, ...)
2. Bina tipi (Betonarme, yığma, diğer)
3. Bina kullanım sınıfı (Konut, işyeri,...)
4. Bina yapım tarihi (1975 yılı öncesi, 1975 yılı sonrası ve 1998 yılı öncesi, 1998 yılı sonrası)
5. Bina nizamı (bitişik nizam, ayırık nizam)
6. Binanın kalitesi (Kötü kalite, orta kalite, iyi kalite)

Oluşturulan bina envanter anketi formuyla çalışma alanına gidilmiş ve özel olarak geliştirilen kodlama sistemiyle her bir binaya kod numarası verilmiş ve anket uygulanmıştır. Kodlama sistemi için ilk önce çalışma alanındaki adalara birer harf verilmiş ve her bir adanın içindeki binalara başına ait olduğu adanın harfi gelecek şekilde numara verilmiştir.



Şekil 4.2. Çalışma alanındaki bina envanter anketi için geliştirilen kodlama ve E adasındaki birinci bina E1 binası

Bina envanter anketi yapılırken, site şeklindeki binalar yapı elemanları bileşik olduğu için tek bina olarak alınmıştır. Bina tiplerinin (betonarme, yığma) belirlenmesi için yan taraflarındaki yapı elemanlarından (kolon, kiriş, örme tuğla) anlaşılanlar tespit edilmiş, üzerinde sıva olup dış görünüşten yapı tipi belli olmayan binalar apartman yöneticileri ve Deliklitaş mahallesi muhtarlığından elde edilen bilgilerle tespit edilmiştir.

Bina kullanım sınıfı için genel binalar ve önemli binalar ve kritik binalar olarak üçe ayrılmış; genel binalar kendi içinde konut tipi binalar, dini binalar ve diğer olarak ayrılmış, önemli binalar eğitim ve resmi ve de ticari binalar olarak kendi içinde ikiye ayrılmış, kritik binalar ise askeri binalar olarak sınıflandırılmıştır.

Bina yapım tarihleri muhtarlıktan, apartman girişlerindeki yapım tarihleriyle ve apartman yöneticilerinden elde edilen bilgilerle belirlenmiştir.

Bina kalitesi için eğer sonradan ilgili binaya takviye yapılmamışsa veya daha önceki depremlerden (özellikle 1999 İzmit depremi) zarar görmemişse bina yapım tarihine bağlı kalınmıştır. 1975 yılı öncesi Türkiye imar iskan yönetmeliği olmadığı için, 1975 yılından önce yapılan binalar için kötü kalite, 1975 sonrasında ve 1998 yılından önce imar iskan yönetmeliğine göre binalar yapıldığı için 1975 ve 1998 yılları arasında yapılan binalar için orta kalite, 1998 yılında ve bu tarihten sonra yapılan binalar deprem yönetmeliğine göre yapıldığı için bu tip binalara iyi kalite denilmiştir.

Bina katsayıları için üç tip yükseklik sınıfı tanımlanmıştır. Eğer bina (1-3) arasında kat sayısına sahipse az yükseklik, eğer (4-7) arasında ise orta yükseklik ve son olarak 8 ve daha fazla katsayısına sahipse yüksek yükseklik olarak sınıflandırılmıştır.

Çalışma alanındaki bina envanter anket formu sonuçlarını sayısal ve sınıfsal olarak görülmesi için Çizelge 4.1. hazırlanmıştır.

4.3. Verilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Kullanımı

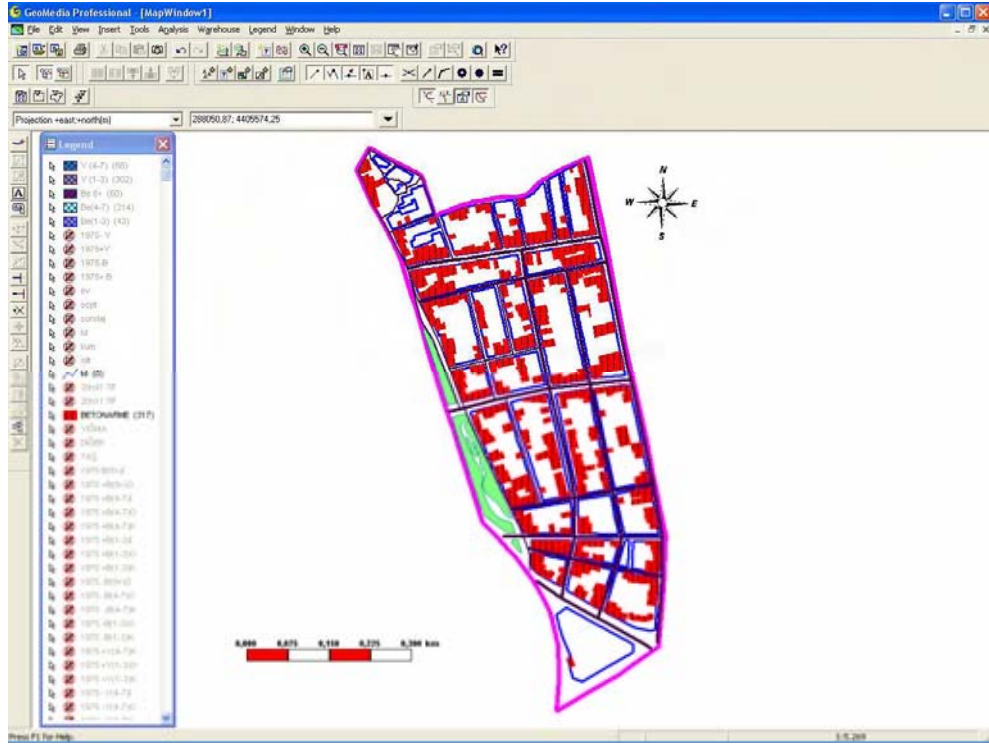
Bina envanter anket formuna göre çalışma alanında yapılan çalışmada, elde edilen sonuçlara göre 688 adet binanın 319 adeti betonarme 369 adeti yığma türünde olduğu tespit edilmiştir.



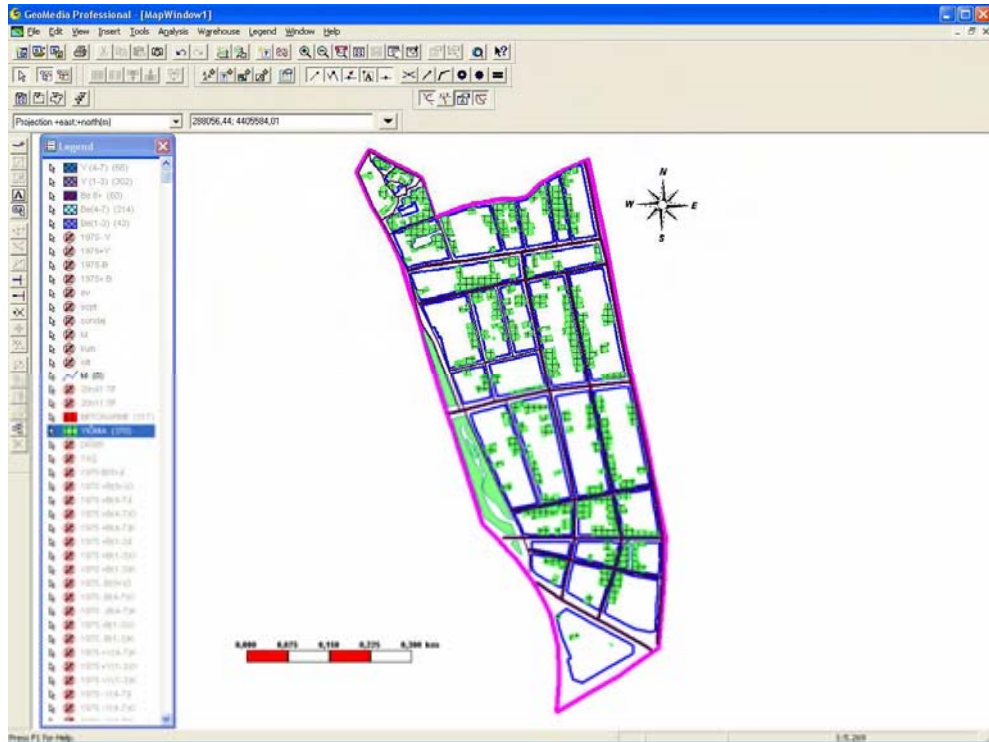
Şekil 4.3. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki ilgililenilen bina tipleri ve yüzdeleri

Tüm anket sonuçları Geomedia paket programıyla coğrafi bilgi sistemleri veri tabanına aktarılmış ve gerekli sorgulamalar yapılmıştır. Buna göre çalışma alanındaki betonarme ve yığma binalar CBS ortamında Şekil 4.4. ve Şekil 4.5’de gösterilmiştir.

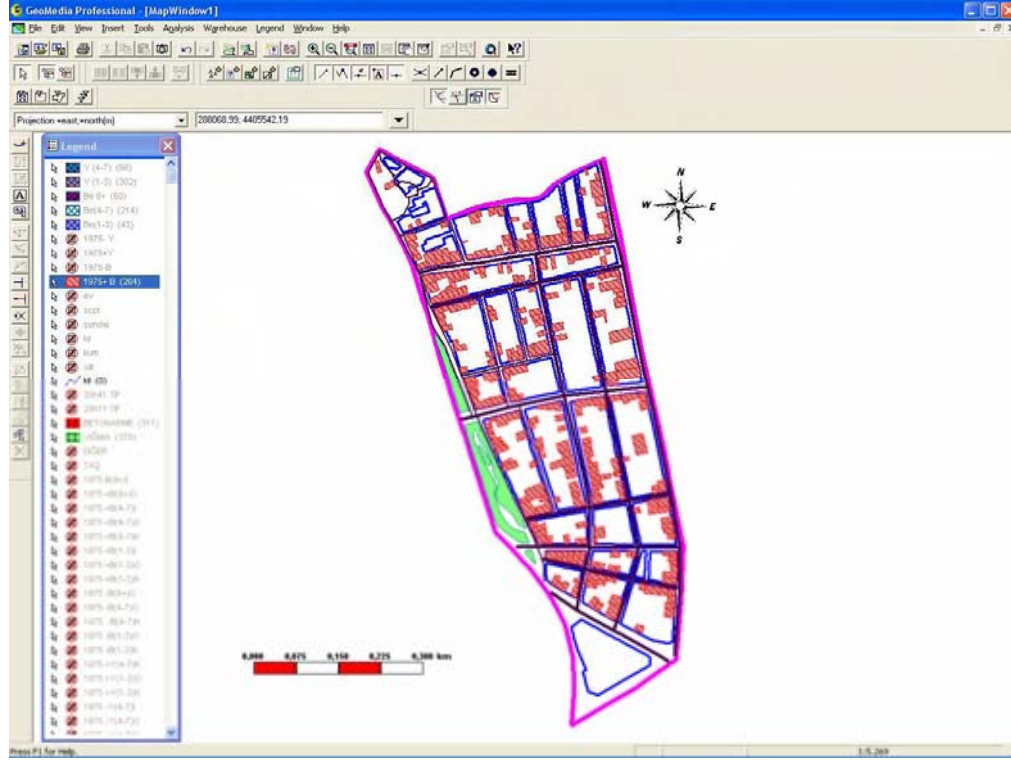
Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9 da sırasıyla 1975 yılından sonra yapılmış betonarme binalar, 1975 yılından önce yapılmış betonarme binalar, 1975 yılından sonra yapılmış yığma binalar, 1975 yılından önce yapılmış yığma binalar CBS ortamında gösterilmiş, bu bina tipleri ve yüzdesel daire grafiği ise Şekil 4.10’ gösterilmiştir.



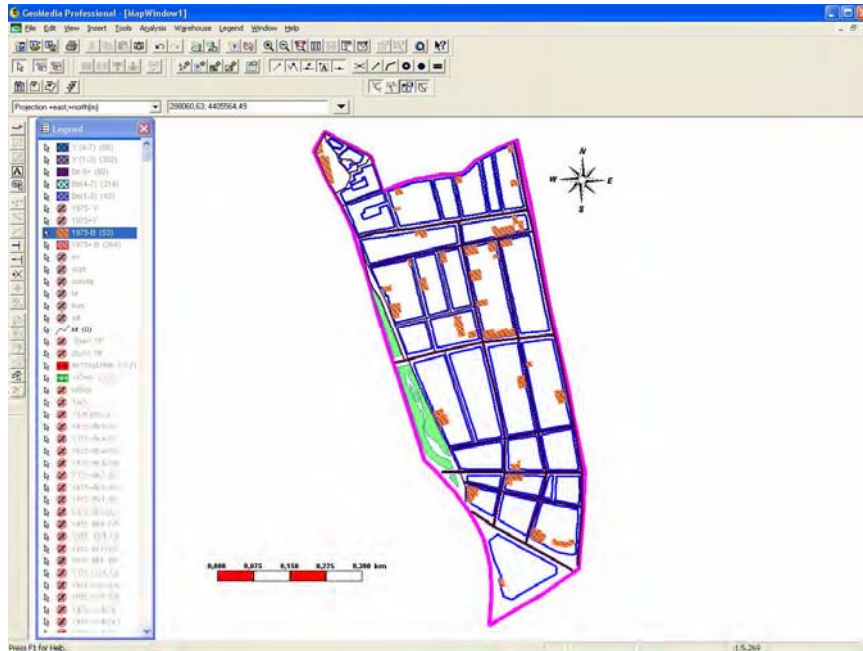
Şekil 4.4. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki betonarme binaların CBS ortamında gösterimi



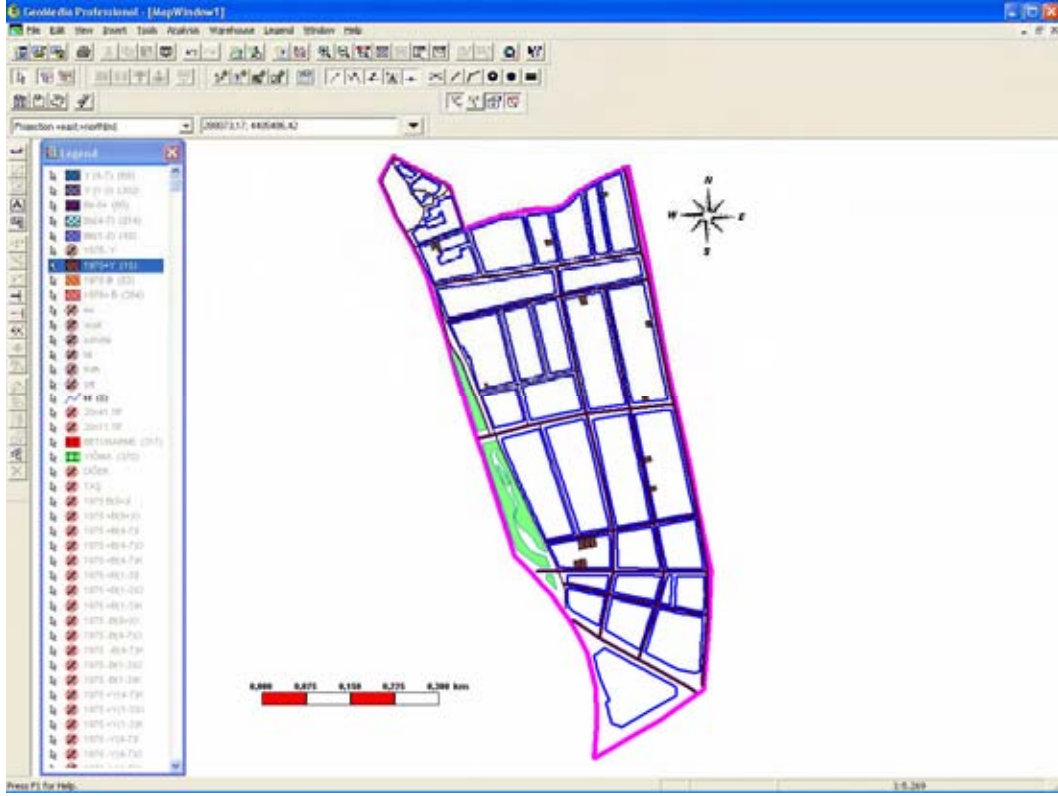
Şekil 4.5. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki yığma binaların CBS ortamında gösterimi



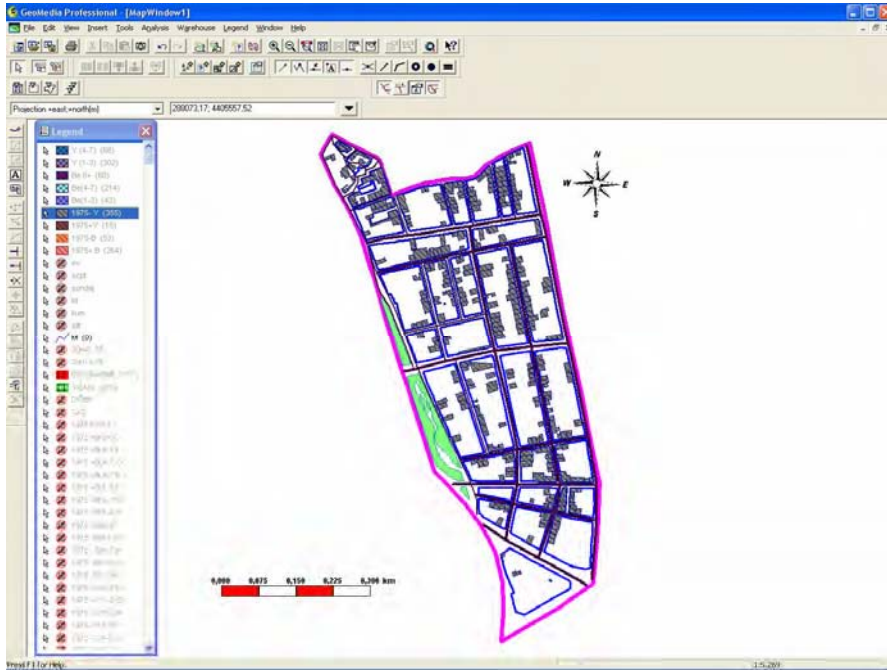
Şekil 4.6. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 1975 yılından sonra yapılan betonarme binaların CBS ortamında gösterimi



Şekil 4.7. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 1975 yılından önce yapılan betonarme binaların CBS ortamında gösterimi

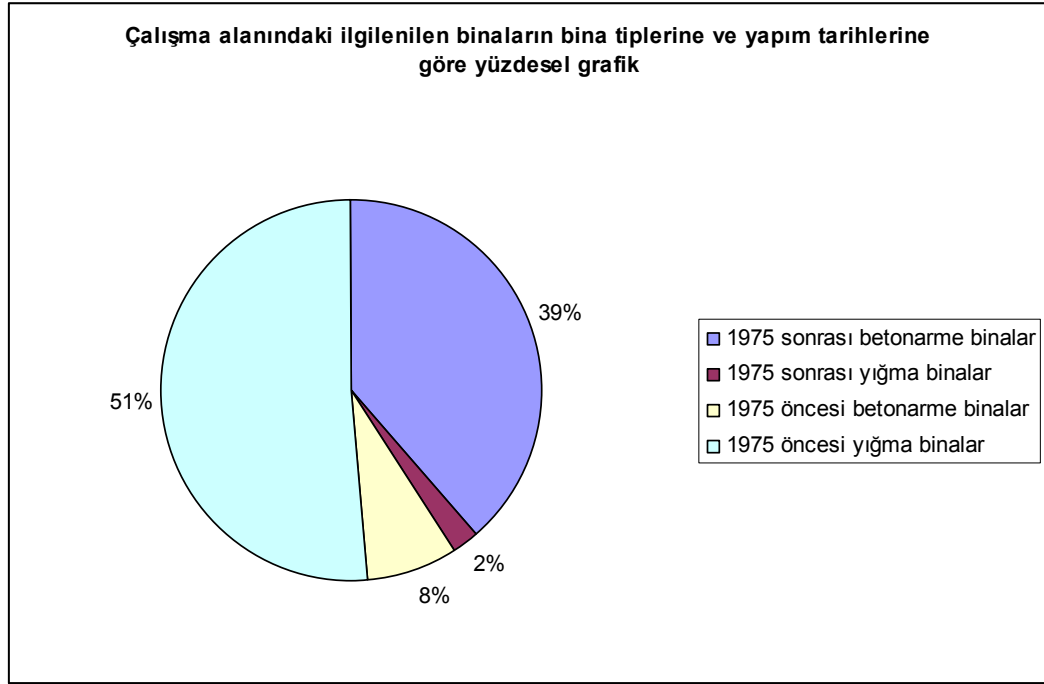


Şekil 4.8. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 1975 yılından sonra yapılan yığma binaların CBS ortamında gösterimi



Şekil 4.9. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 1975 yılından önce yapılan yığma binaların CBS ortamında gösterimi

Özetlenecek olursa 1975 yılından sonra yapılmış betonarme binaların sayısı 266 adet, yığma binaların sayısı 15 adet, 1975 yılından önce yapılmış olan betonarme binaların sayısı 53 adet, yığma binaların sayısı 354 adettir. Bu durumun dairesel grafiği Şekil 4.10'daki gibidir.

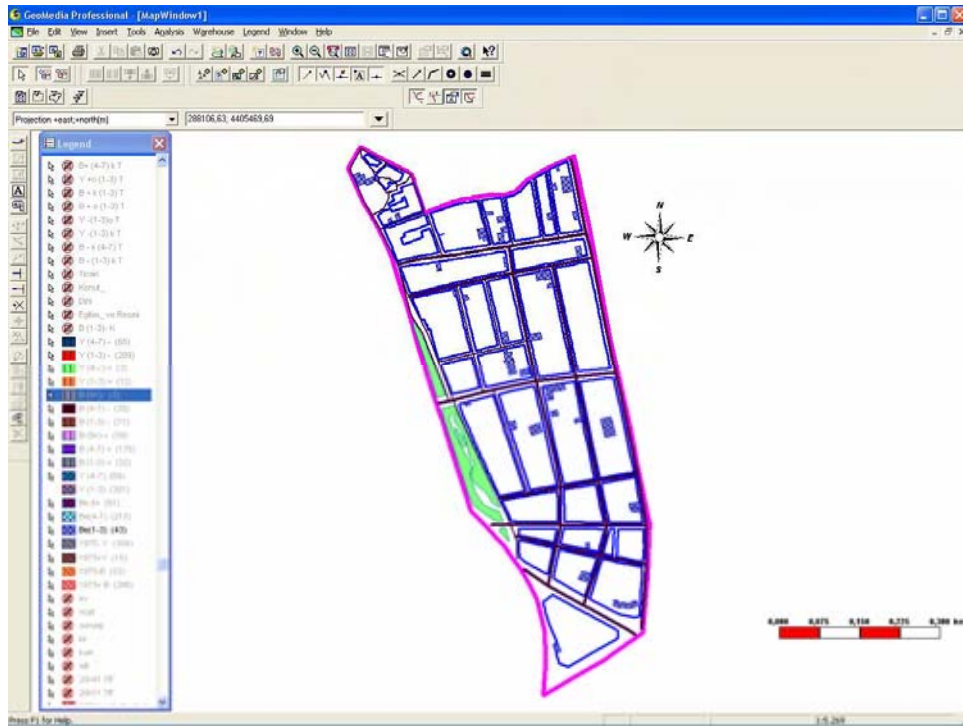


Şekil 4.10. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki ilgilenilen binaların bina tiplerine ve yapım tarihlerine göre yüzdesel dairesel grafik

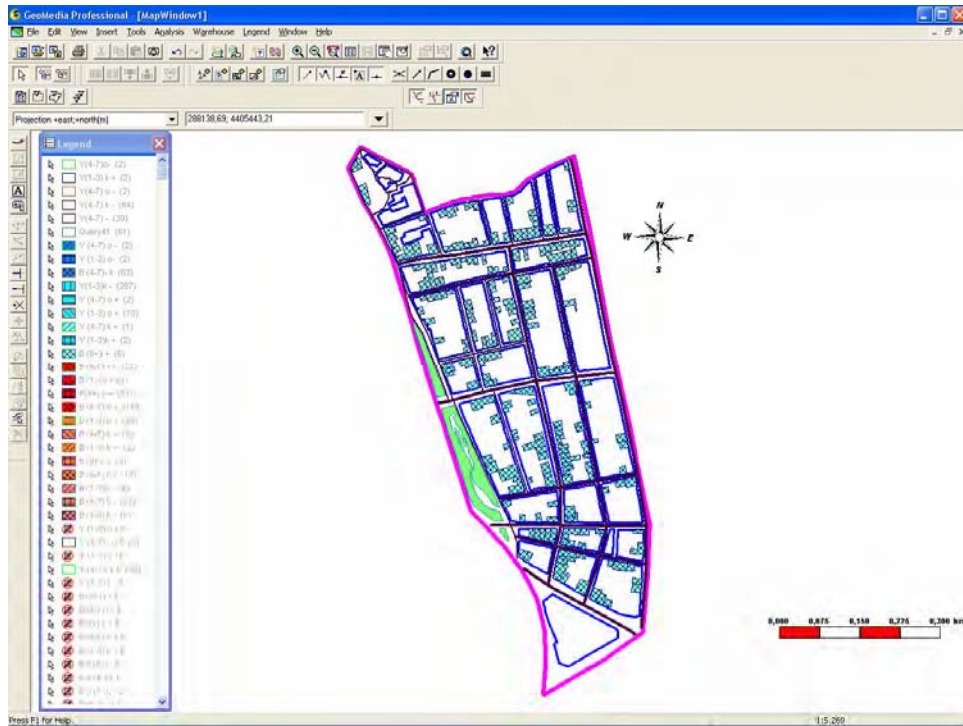
Katsayılarına göre Bina tipleri Şekil 4.11- Şekil 4.15 'de CBS ortamında gösterilmiş Şekil 4.16'de ise yüzdesel grafik halinde özetlenmiştir.

Çizelge 4.2. Çalışma alanındaki binaların tiplerine ve yapım tarihlerine göre sayısal ve oransal durumu

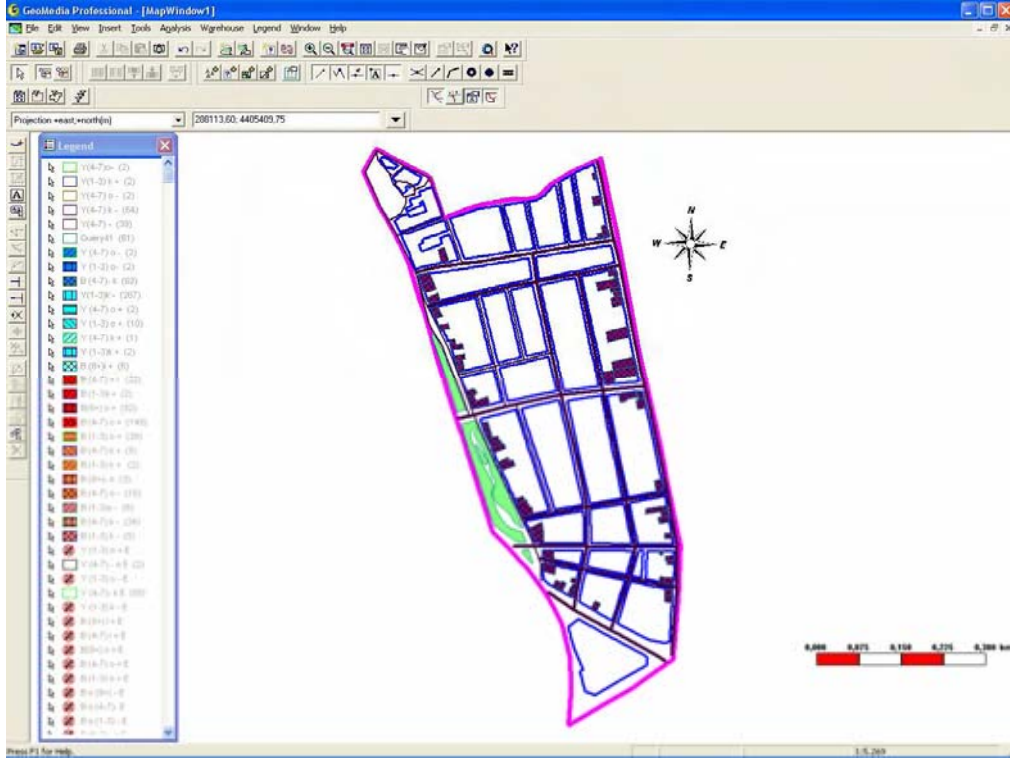
| BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ GÖSTERGELER | BETONARME | | YIĞMA | |
|--------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|
| | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE |
| 1975 YILINDAN SONRA YAPILAN | 266 | 38,66 | 15 | 2,18 |
| 1975 YILINDAN ÖNCE YAPILAN | 53 | 7,70 | 354 | 51,45 |



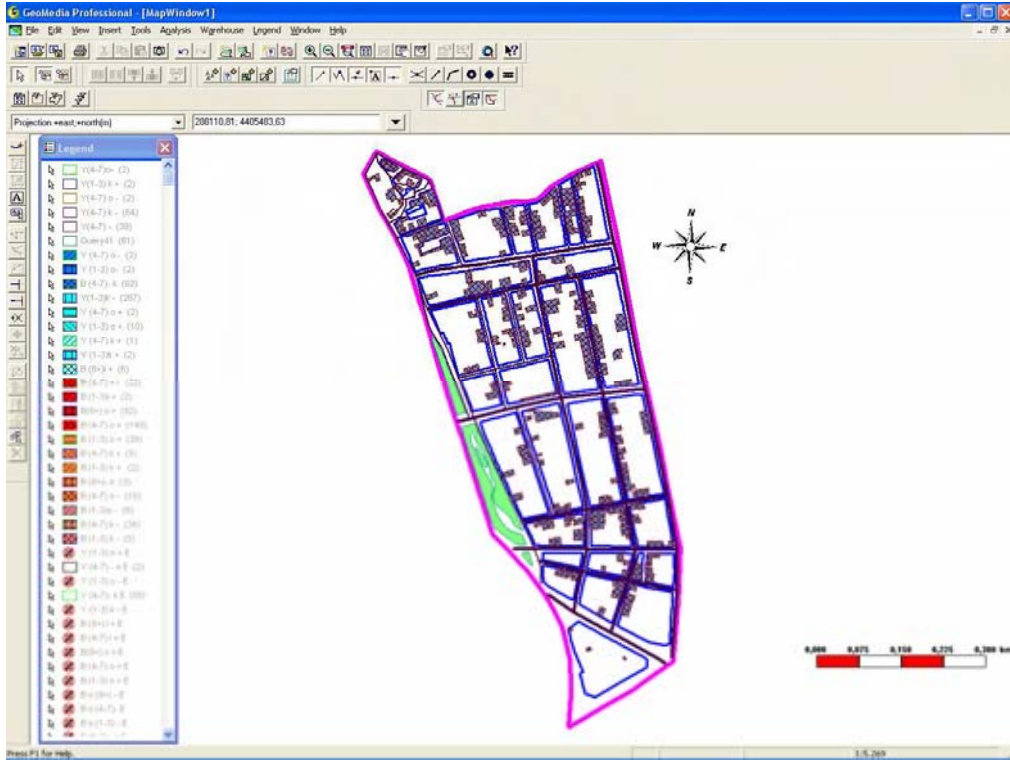
Şekil 4.11. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (1-3) katlı 43 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



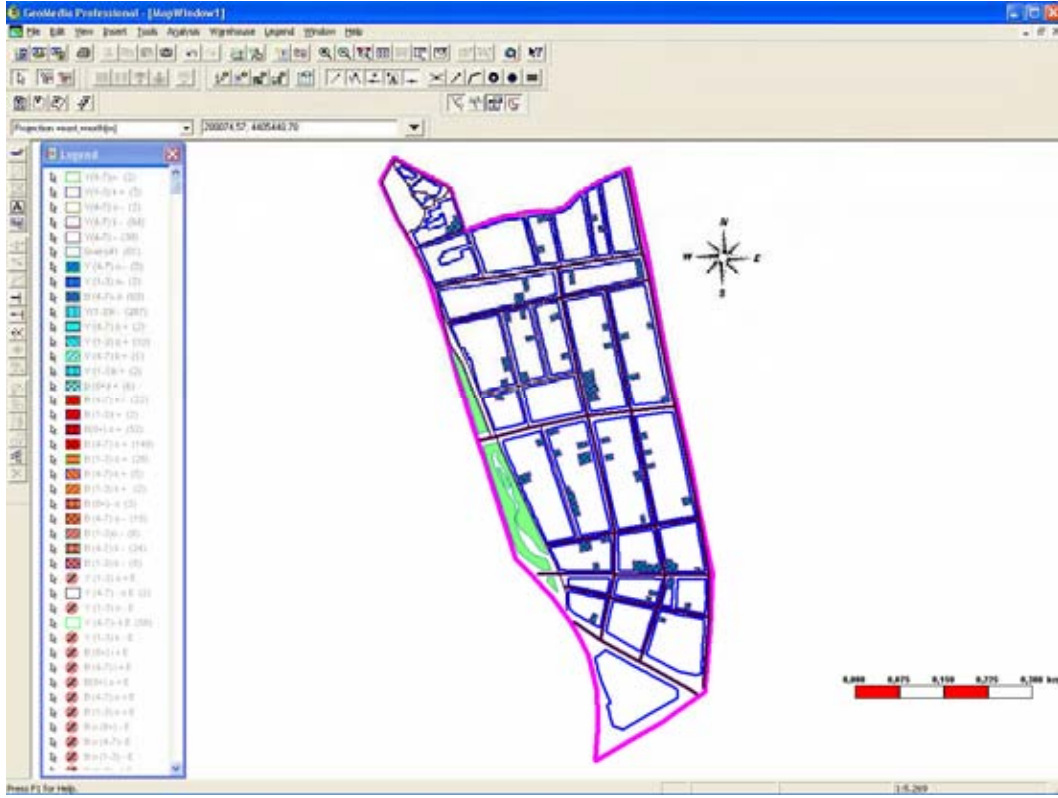
Şekil 4.12. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (4-7) katlı 215 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



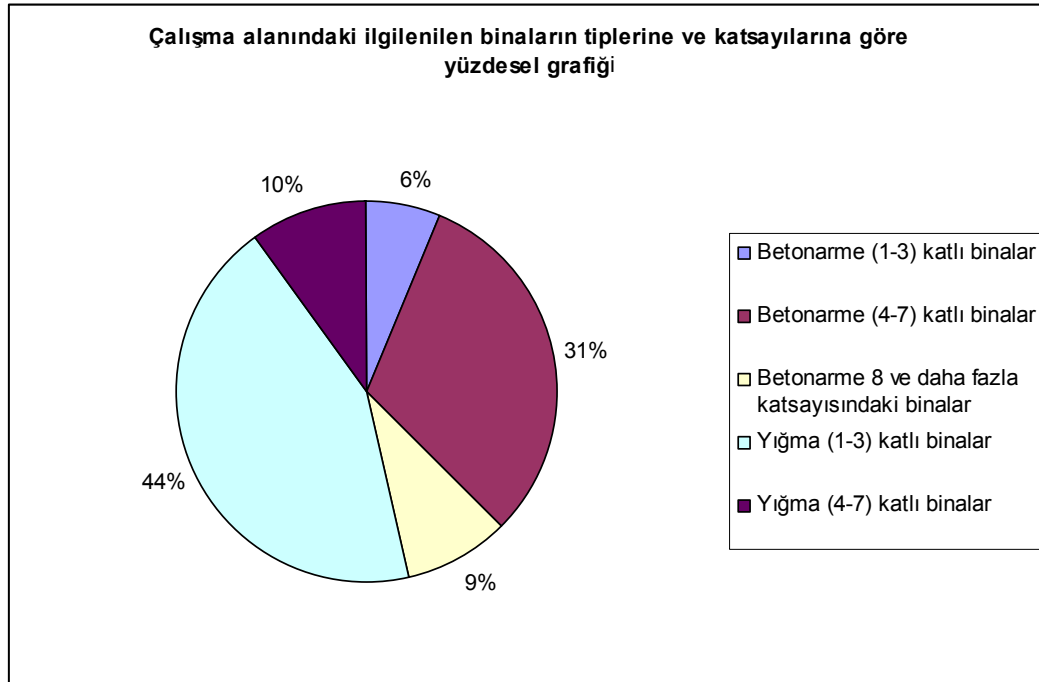
Şekil 4.13. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 8 ve daha fazla katlı 61 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



Şekil 4.14. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (1-3) katlı 301 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi



Şekil 4.15. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (4-7) katlı 68 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi



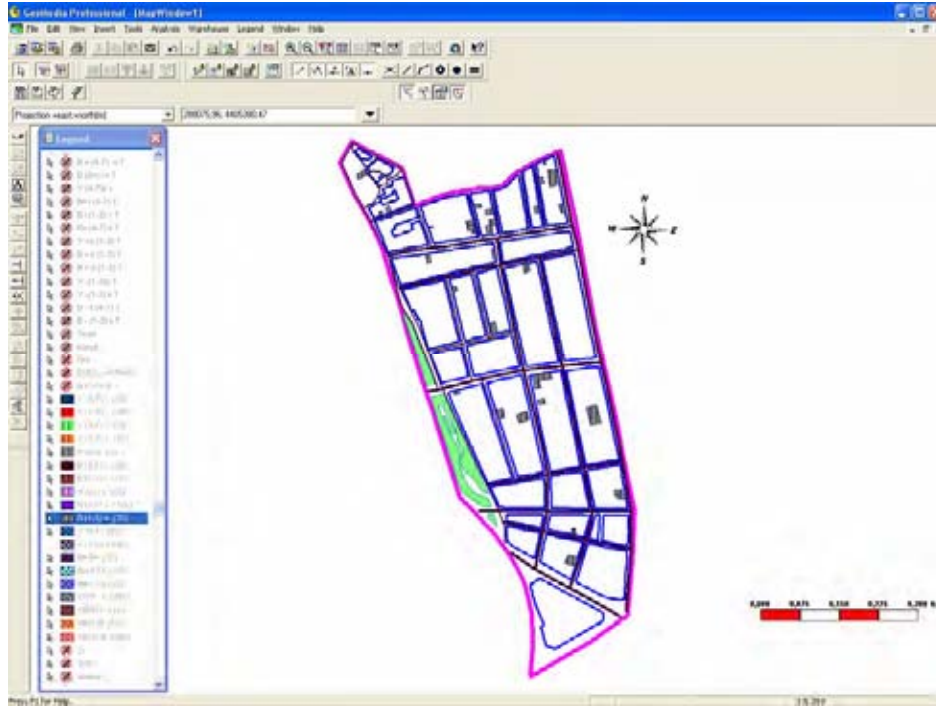
Şekil 4.16. Eskişehir /Deliklitaş mahallesindeki ilgilenilen binaların tiplerine ve katsayılarına göre dairesel grafiği

Çizelge 4.3. Çalışma alanındaki betonarme binaların katsayılarına göre sayısal ve oransal durumu

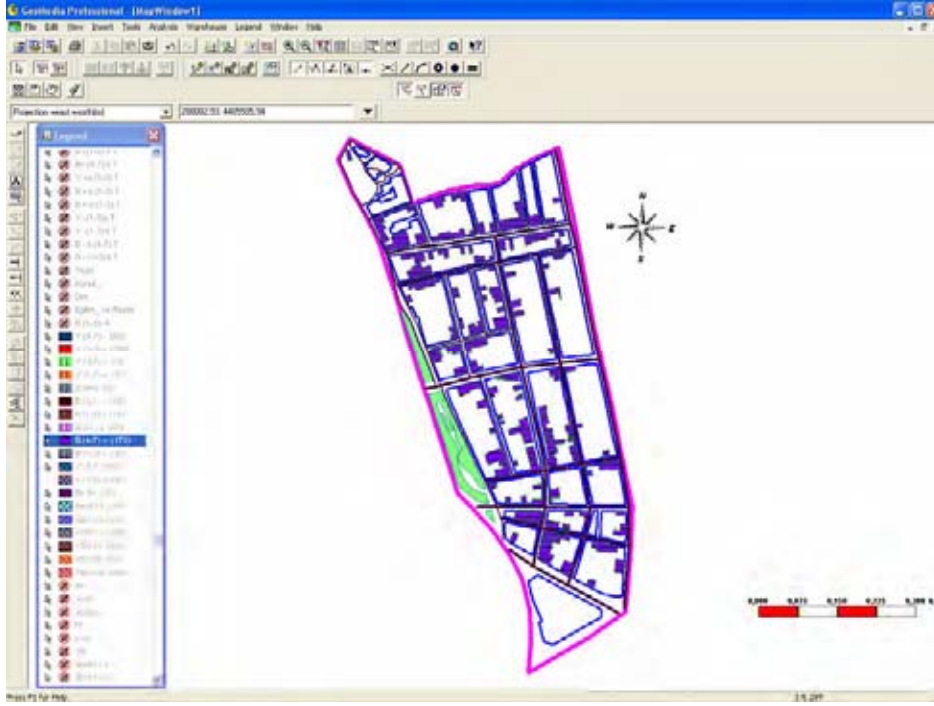
| BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ | BETONARME | | | | | |
|---------------------------------|-----------|-------|-------|-------|------|-------|
| | (1-3) | | (4-7) | | (8+) | |
| KAT SAYISI | | | | | | |
| GÖSTERGELER | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE |
| HERHANGİ BİR TARİHTE YAPILANLAR | 43 | 6,25 | 215 | 31,25 | 61 | 8,86 |

Çizelge 4.4. Çalışma alanındaki yığma binaların katsayılarına göre sayısal ve oransal durumu

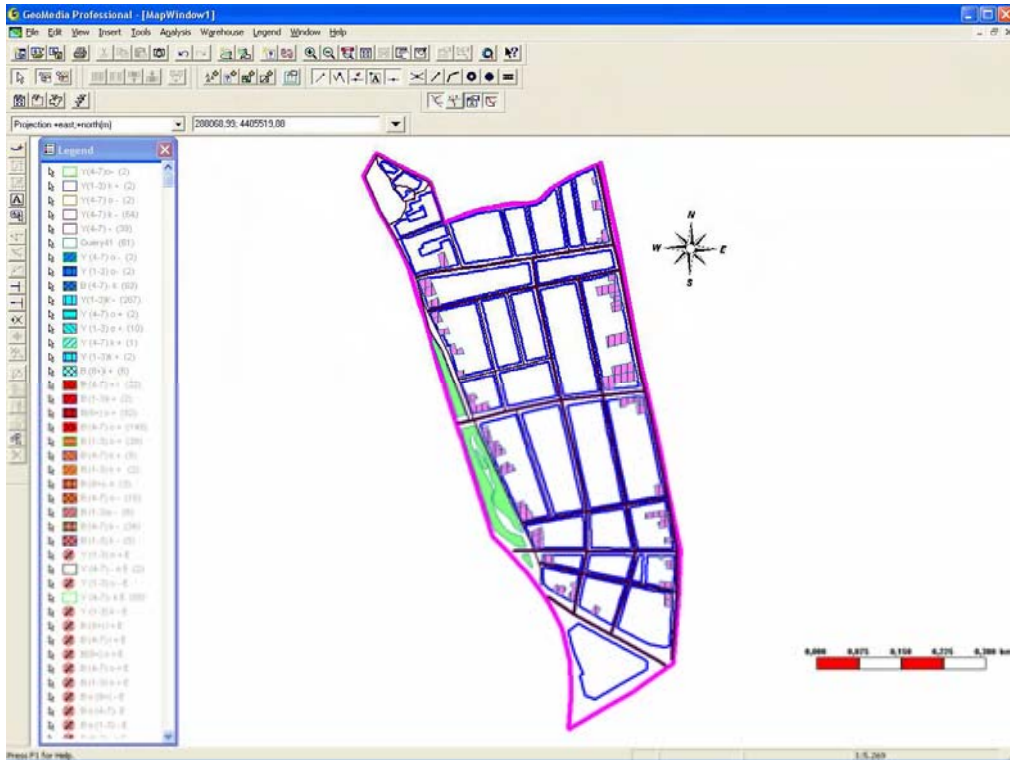
| BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ | YIĞMA | | | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | (1-3) | | (4-7) | |
| KAT SAYISI | | | | |
| GÖSTERGELER | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE |
| HERHANGİ BİR TARİHTE YAPILANLAR | 301 | 43,75 | 68 | 9,88 |



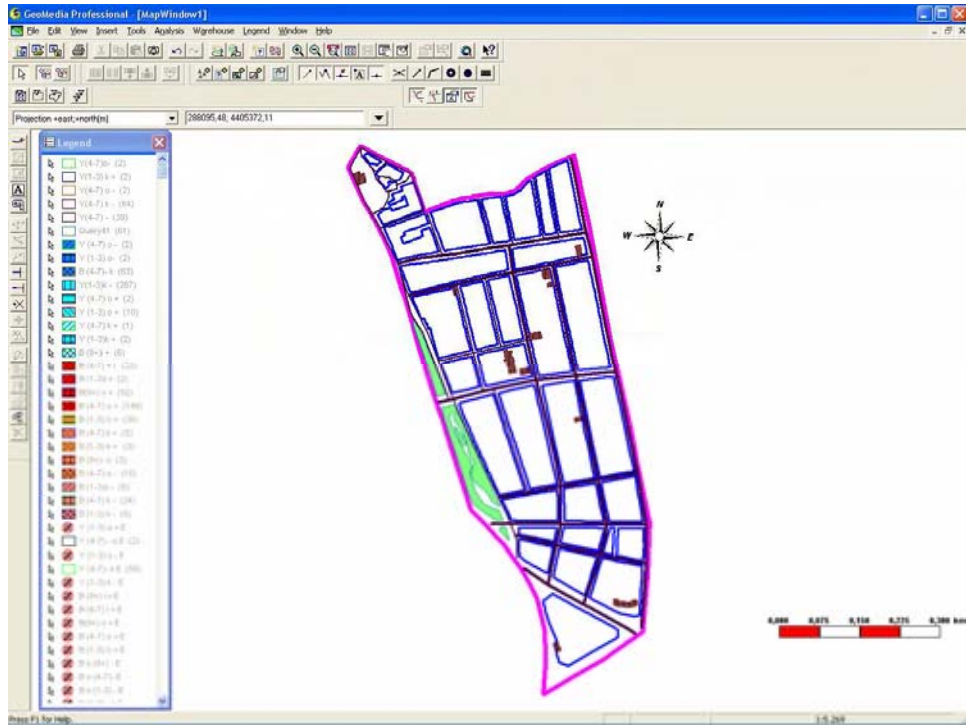
Şekil 4.17. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (1-3) katlı 32 adet 1975 yılından sonra yapılmış betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



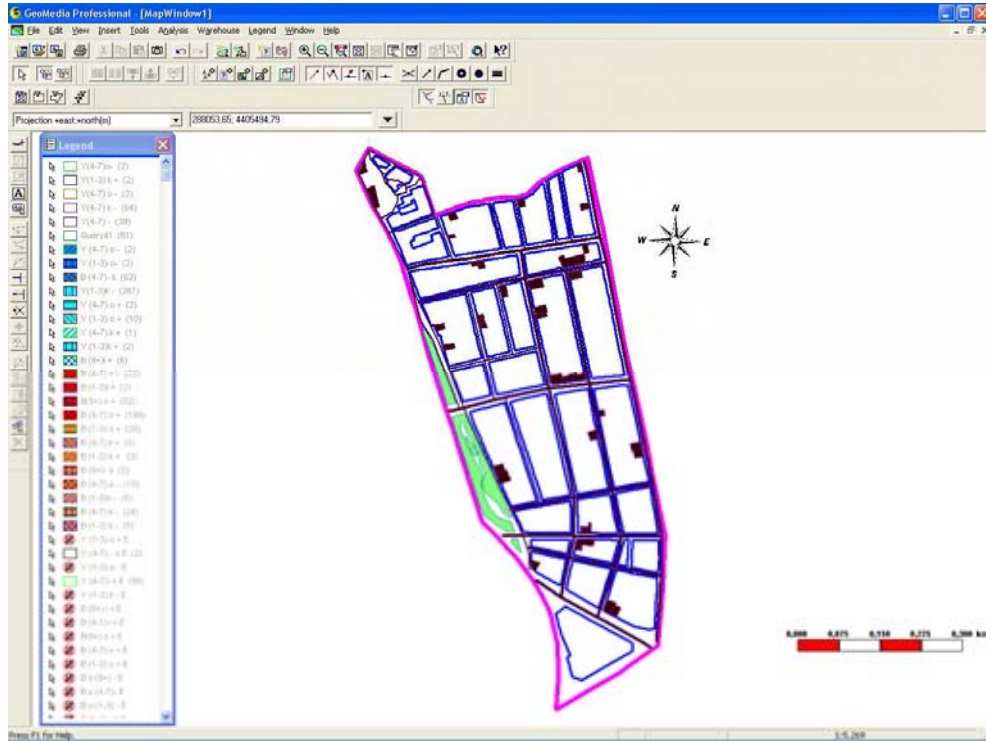
Şekil 4.18. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (4-7) katlı 172 adet 1975 yılından sonra yapılmış betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



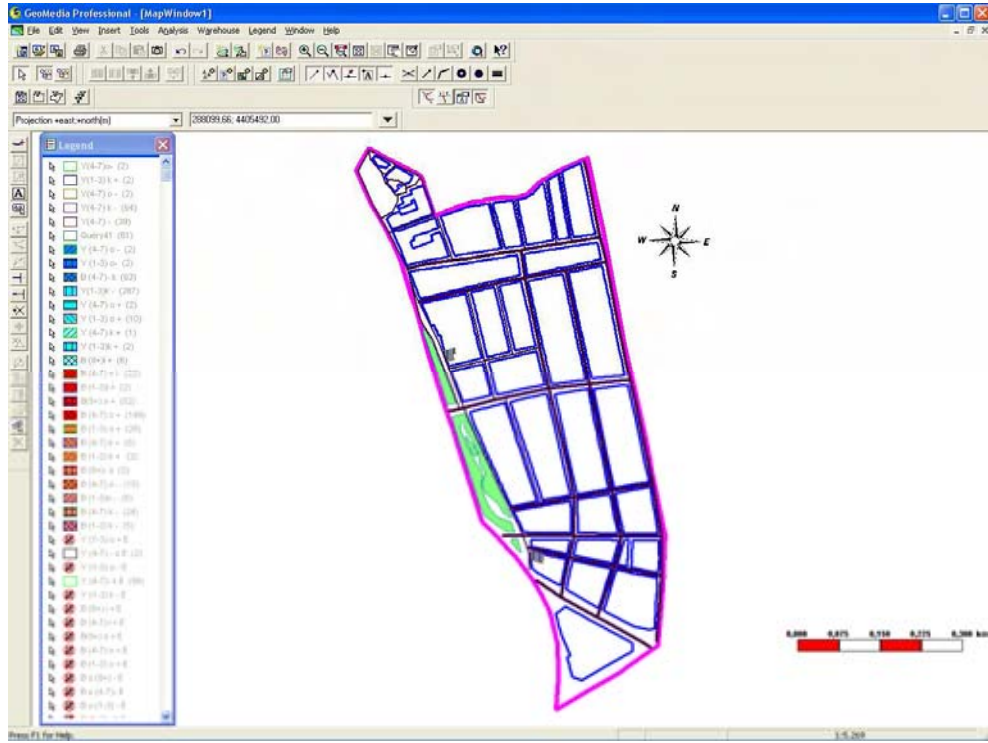
Şekil 4.19. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 8 ve daha fazla katlı 58 adet 1975 yılından sonra yapılmış betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



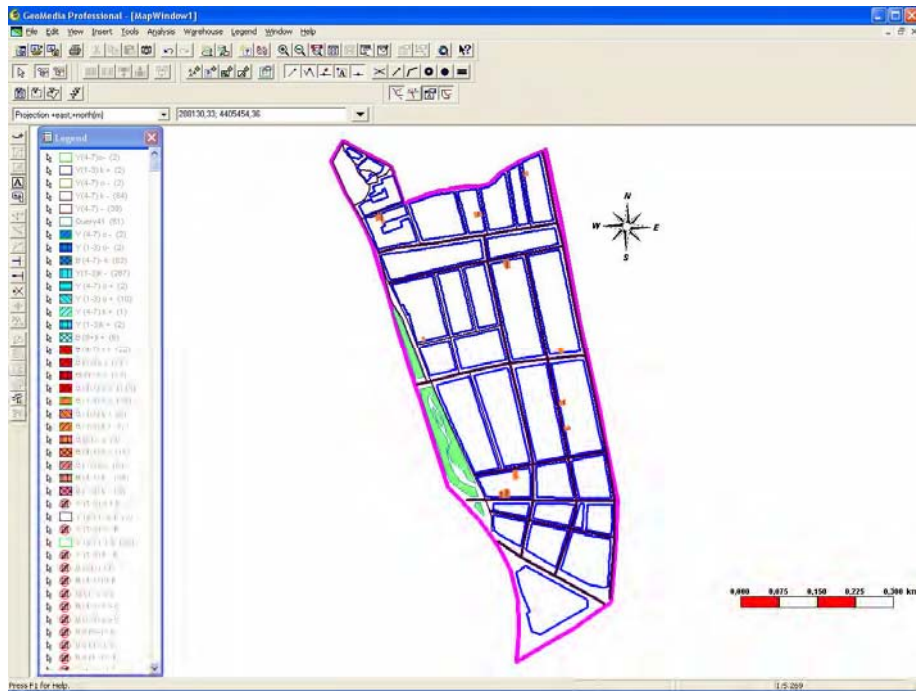
Şekil 4.20. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (1-3) katlı 11 adet 1975 yılından önce yapılmış betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



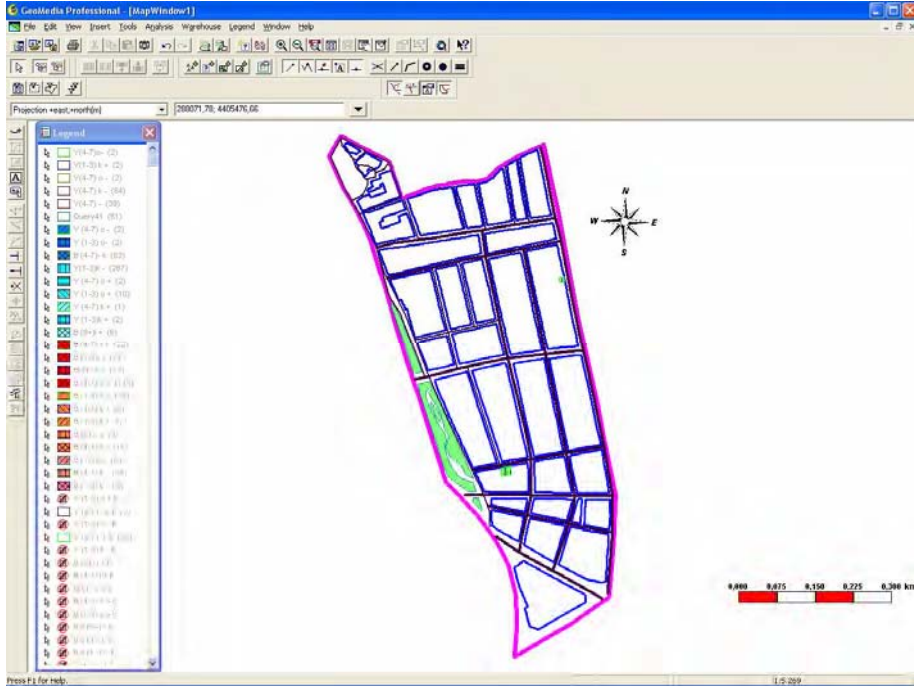
Şekil 4.21. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (4-7) katlı 39 adet 1975 yılından önce yapılmış betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



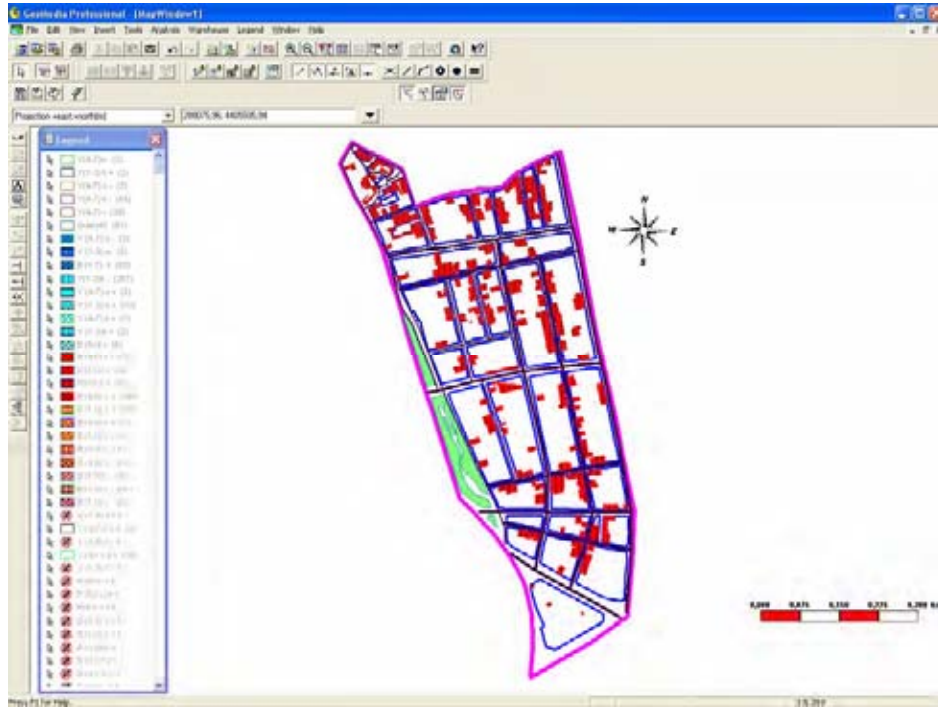
Şekil 4.22. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki 8 ve daha fazla katlı 3 adet 1975 yılından önce yapılmış betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



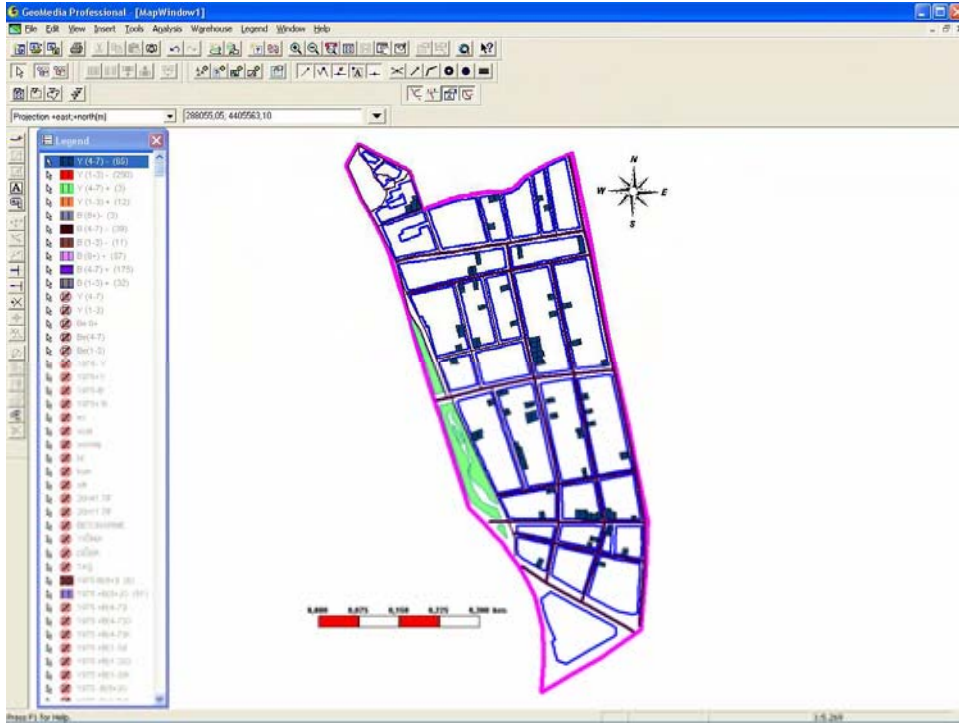
Şekil 4.23. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (1-3) katlı 12 adet 1975 yılından sonra yapılmış yığma binanın CBS ortamında gösterimi



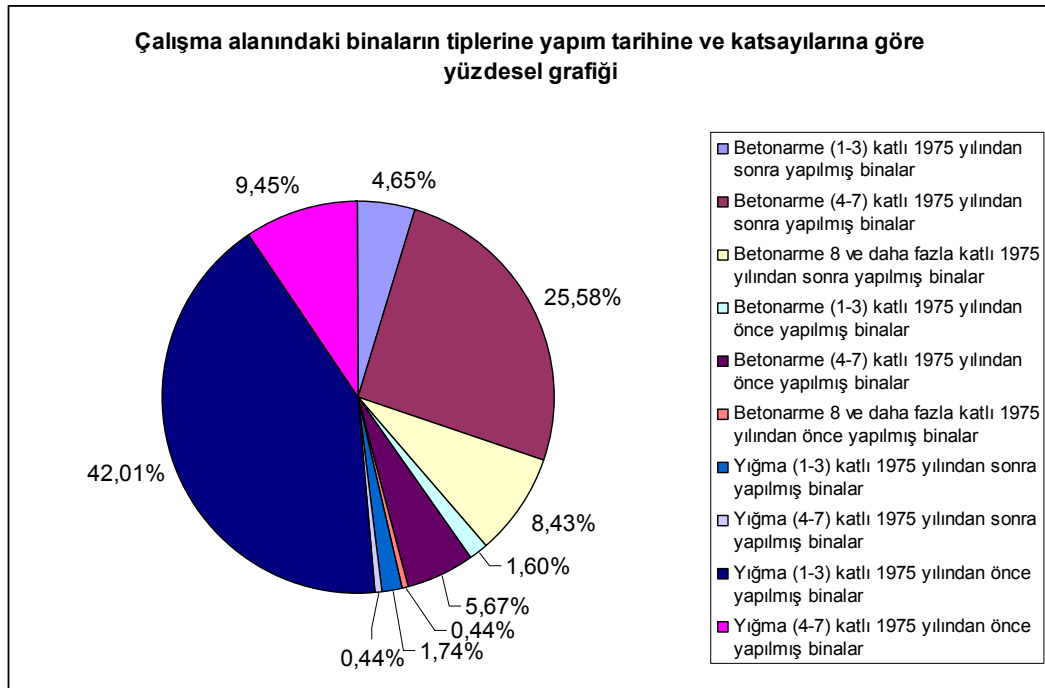
Şekil 4.24. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (4-7) katlı 3 adet 1975 yılından sonra yapılmış yığma binanın CBS ortamında gösterimi



Şekil 4.25. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (1-3) katlı 289 adet 1975 yılından önce yapılmış yığma binanın CBS ortamında gösterimi



Şekil 4.26. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki (4-7) katlı 65 adet 1975 yılından önce yapılmış yığma binanın CBS ortamında gösterimi

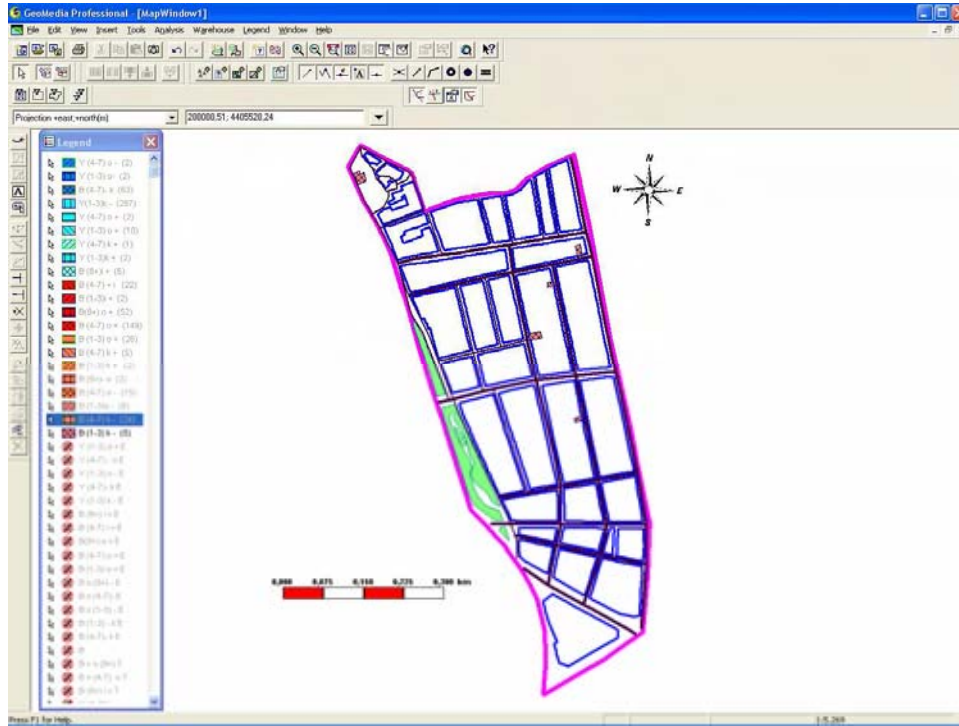


Şekil 4.27. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki binaların 1975 yılından önce veya sonra yapımına, katsayısına ve tipine göre yüzdesel grafiği

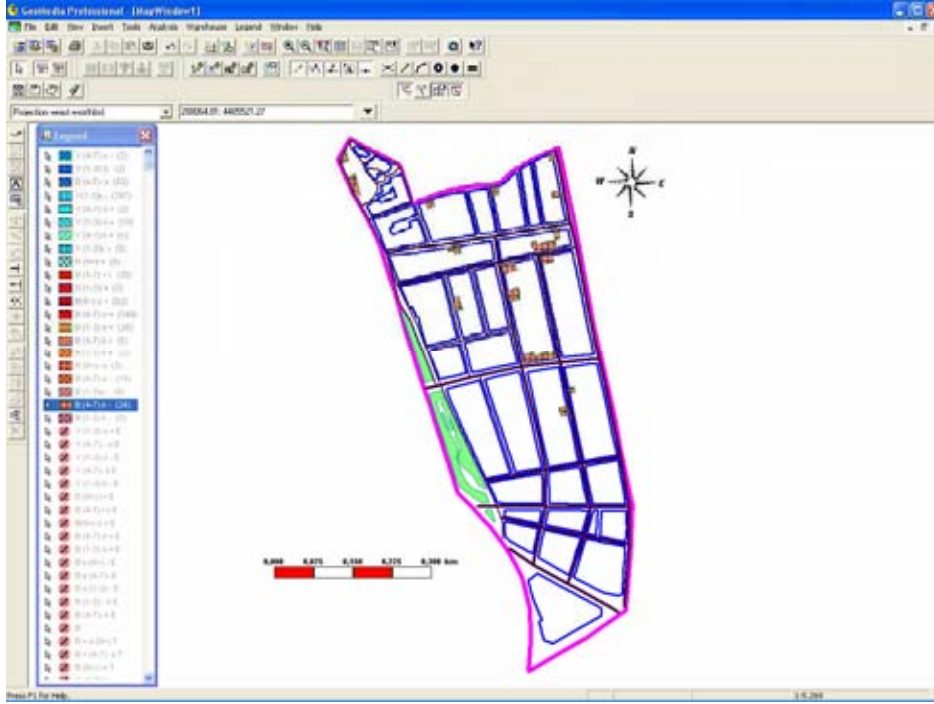
Çizelge 4.5. Çalışma alanındaki binaların tiplerine ve yapım tarihlerine ve kat sayılarına göre göre sayısal ve oransal durumu

| BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ | BETONARME | | | | | | YIĞMA | | | |
|------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | (1-3) | | (4-7) | | (8+) | | (1-3) | | (4-7) | |
| KAT SAYISI | AEDET | YÜZDE | AEDET | YÜZDE | AEDET | YÜZDE | AEDET | YÜZDE | AEDET | YÜZDE |
| GÖSTERGELER | | | | | | | | | | |
| 1975 YILINDAN SONRA YAPILAN | 32 | 4,65 | 176 | 25,58 | 58 | 8,43 | 12 | 1,74 | 3 | 0,43 |
| 1975 YILINDAN ÖNCE YAPILAN | 11 | 1,59 | 39 | 5,66 | 3 | 0,43 | 289 | 42 | 65 | 9,44 |

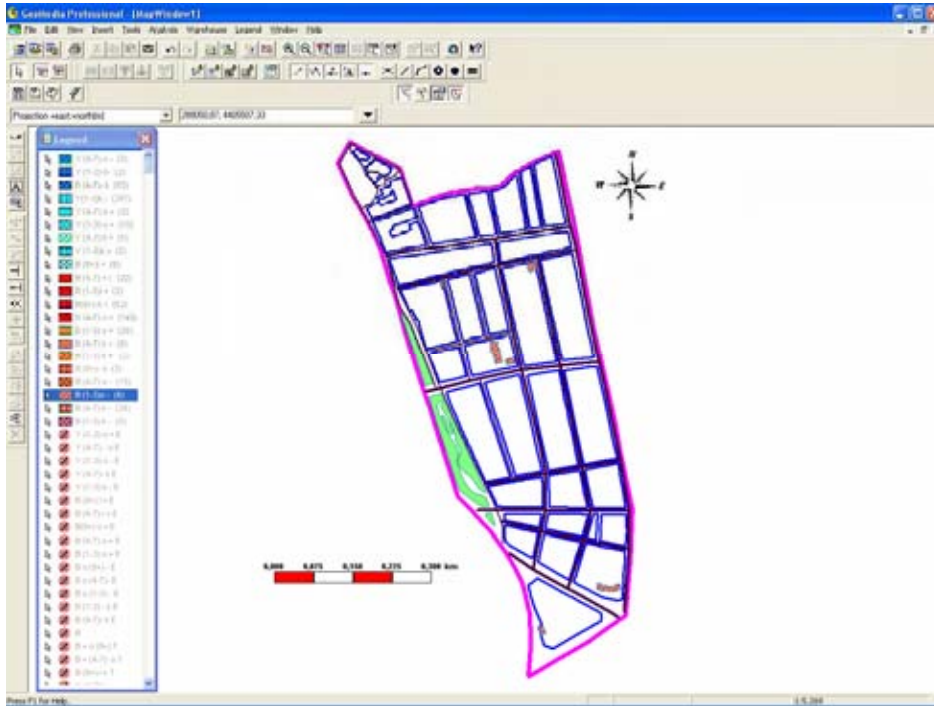
Son olarak Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki binaların tiplerine, 1975 yılından önce ya da sonra olmasına, kalitesine (kötü, orta, iyi) ve katsayısına ((1-3), (4-7), (8 ve daha fazla)) olmasına göre sınıflanmış olarak CBS ortamında gösterimi Şekil 4.28-Şekil 4.48’de verilmiş bu durumun yüzdesel grafiği Şekil 4.49’de verilmiş, Tüm envanter anketi sonuçları Şekil 4.50’de verilmiştir.



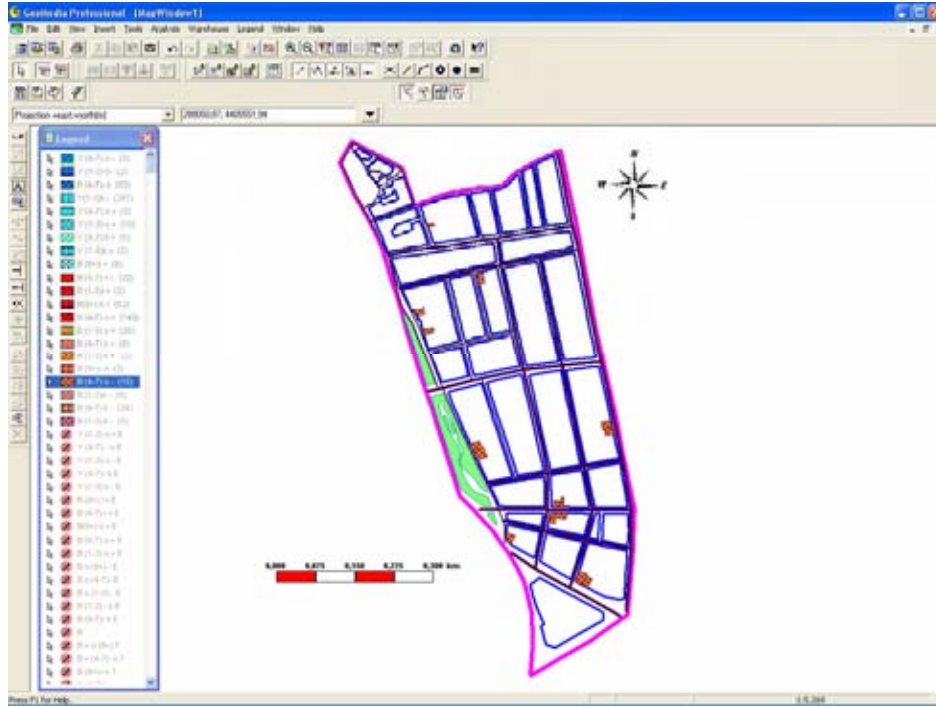
Şekil 4.28. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış kötü kalitede (1-3) katlarındaki 5 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



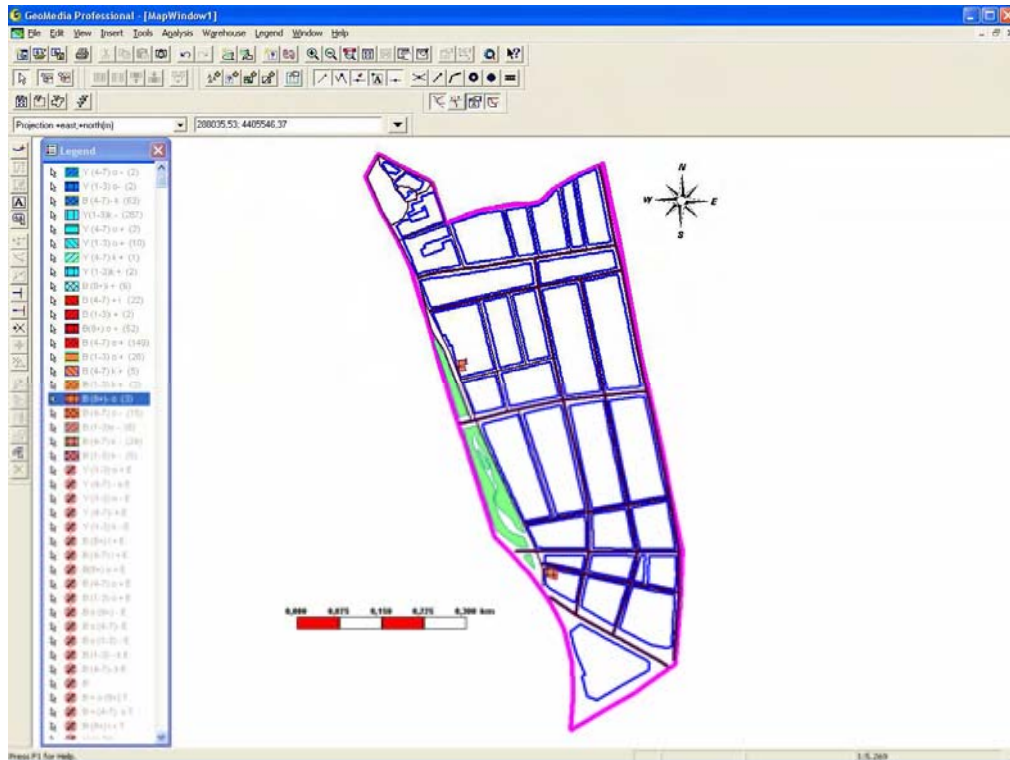
Şekil 4.29. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış kötü kalitede (4-7) katlarındaki 24 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



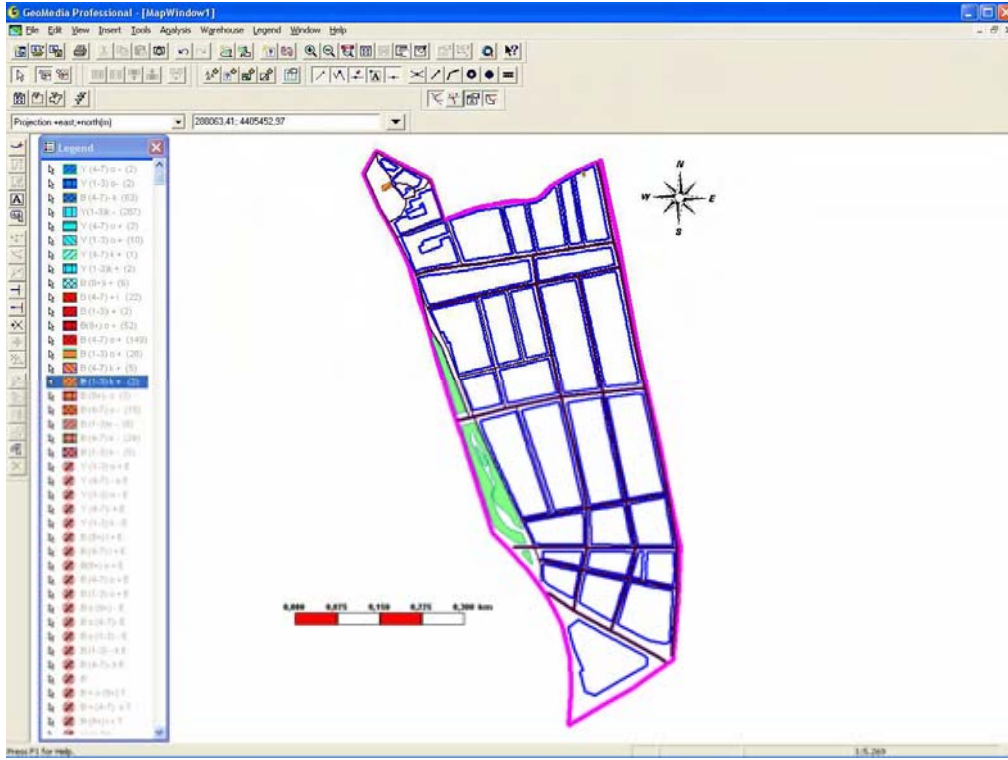
Şekil 4.30. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış orta kalitede (1-3) katlarındaki 6 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



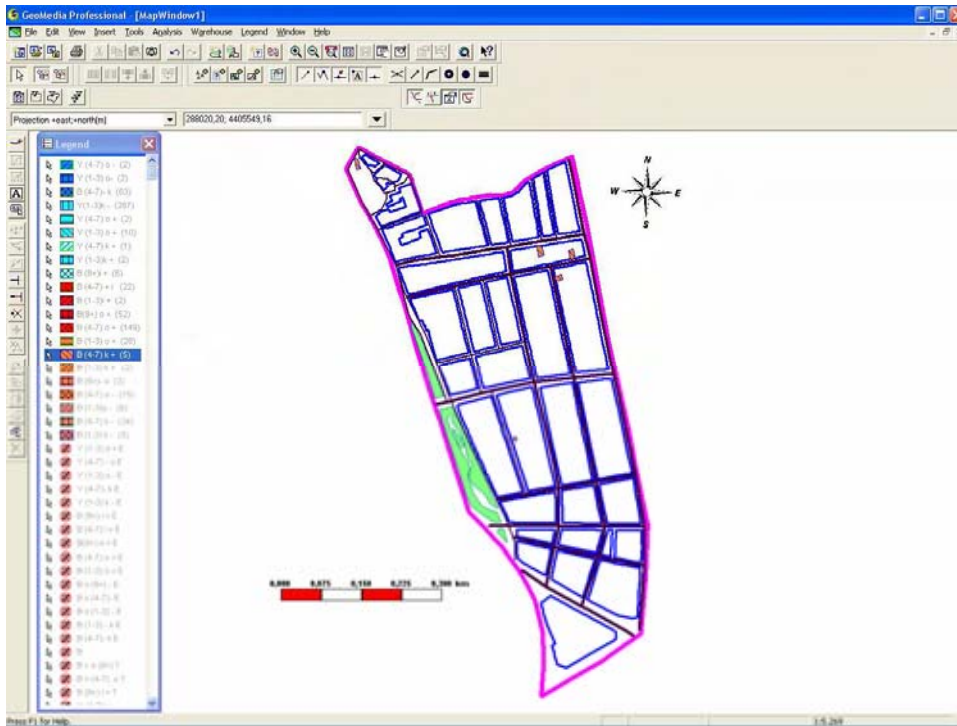
Şekil 4.31. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış orta kalitede (4-7) katlarındaki 15 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



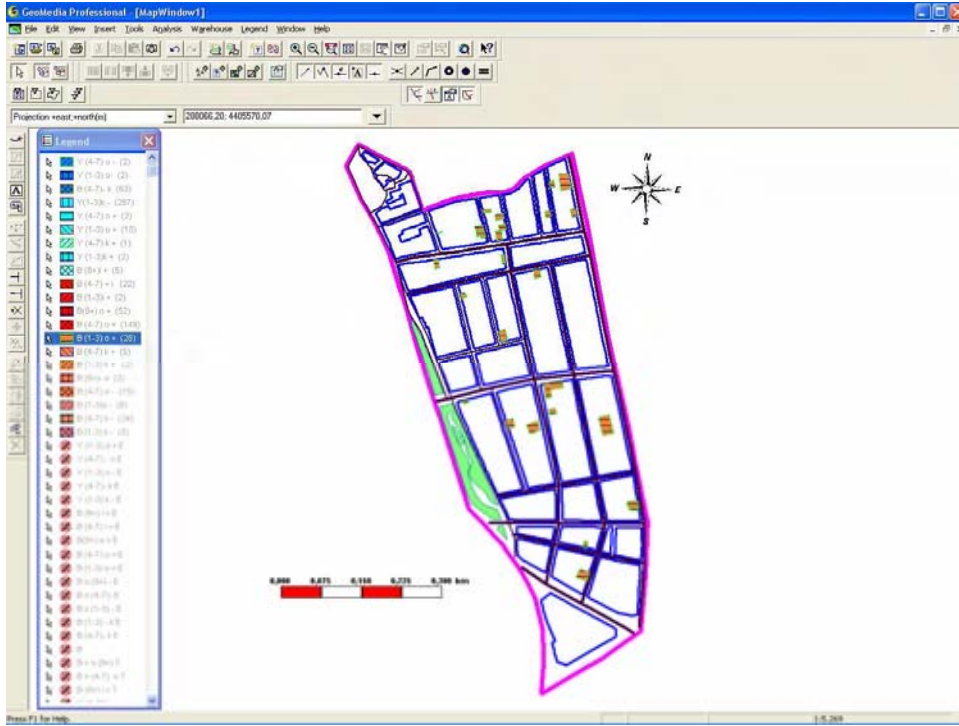
Şekil 4.32. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış orta kalitede 8 ve daha fazla kattaki 3 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



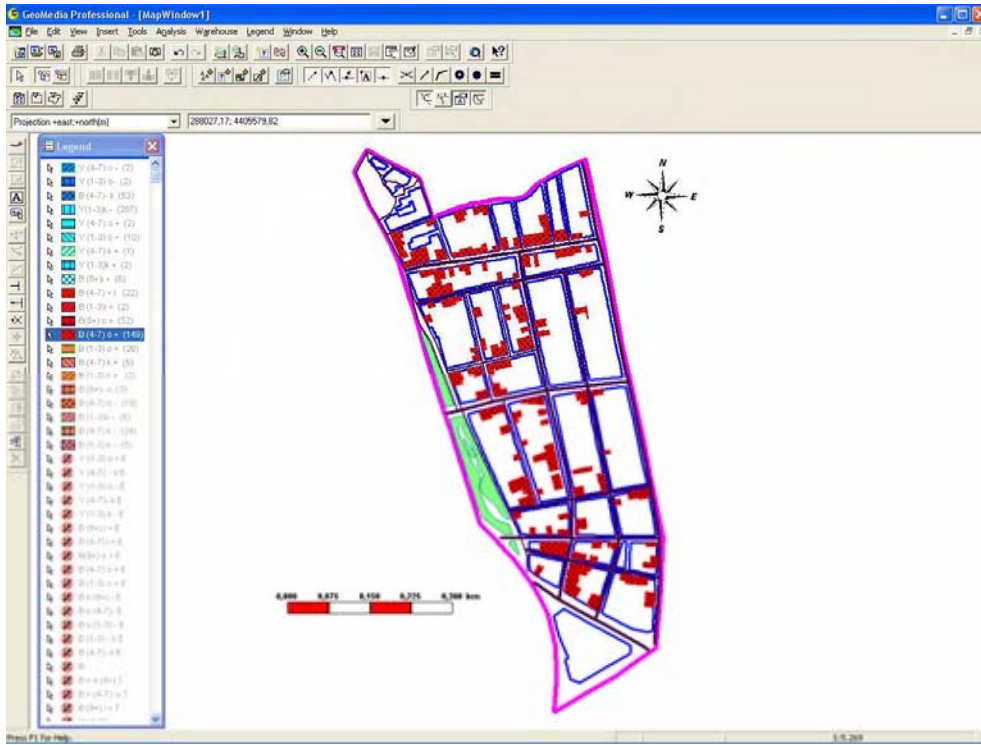
Şekil 4.33. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış kötü kalitede (1-3) katlarındaki 2 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



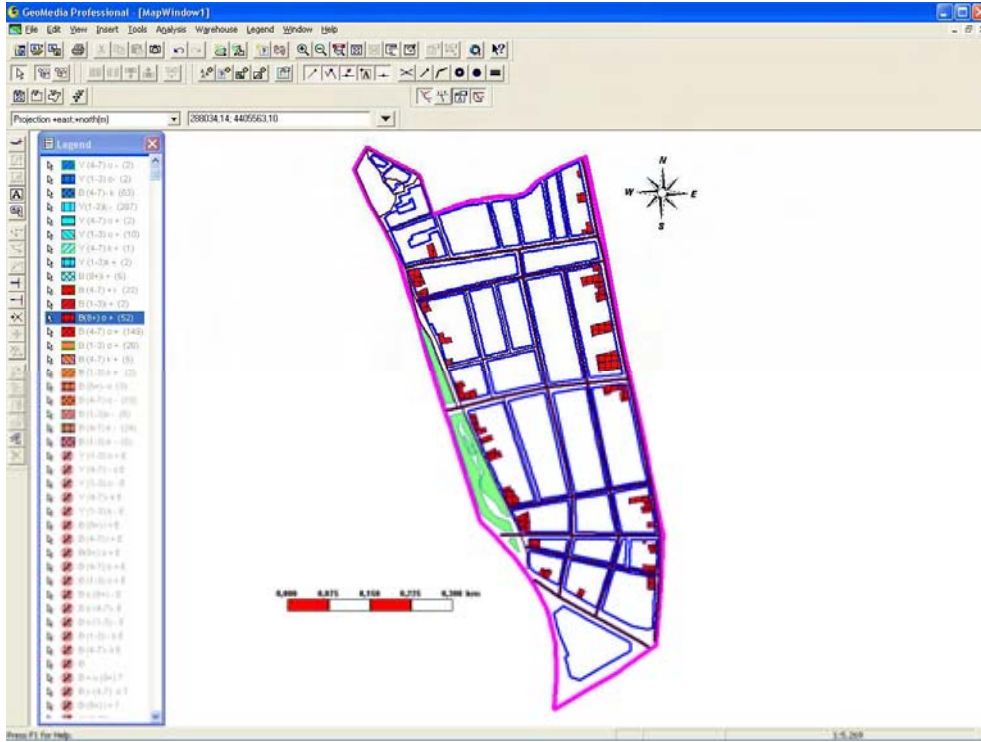
Şekil 4.34. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış kötü kalitede (4-7) katlarındaki 5 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



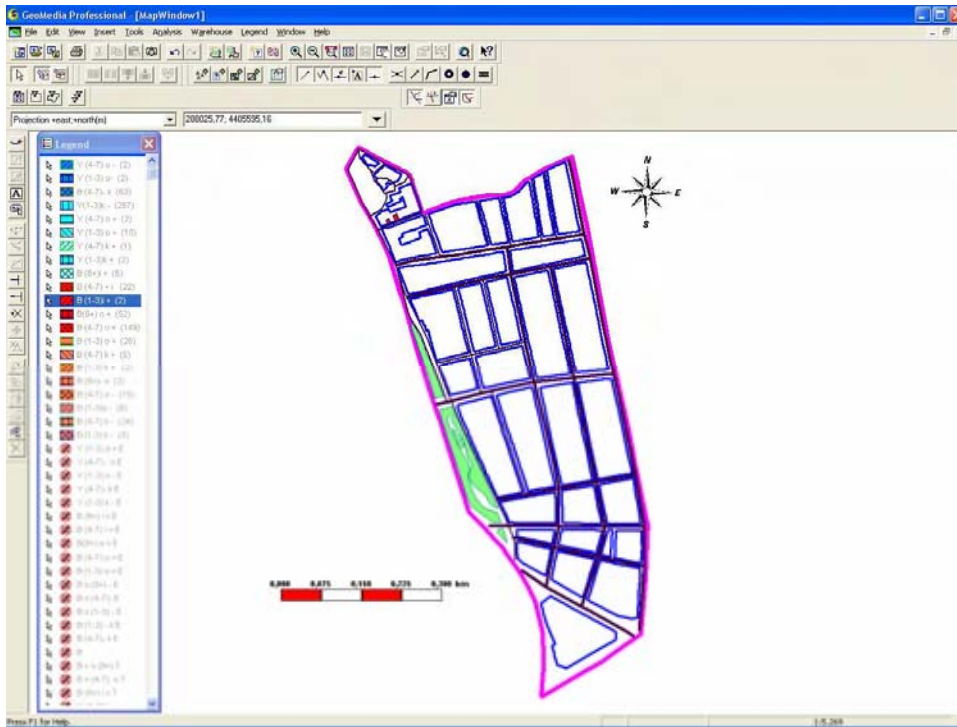
Şekil 4.35. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış orta kalitede (1-3) katlarındaki 28 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



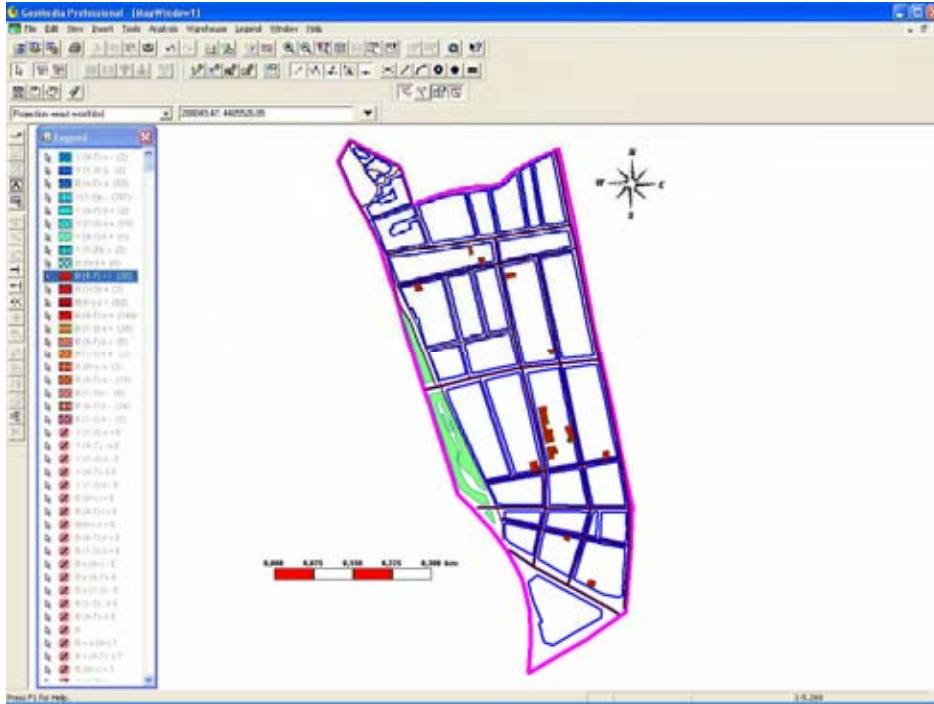
Şekil 4.36. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış orta kalitede (4-7) katlarındaki 149 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



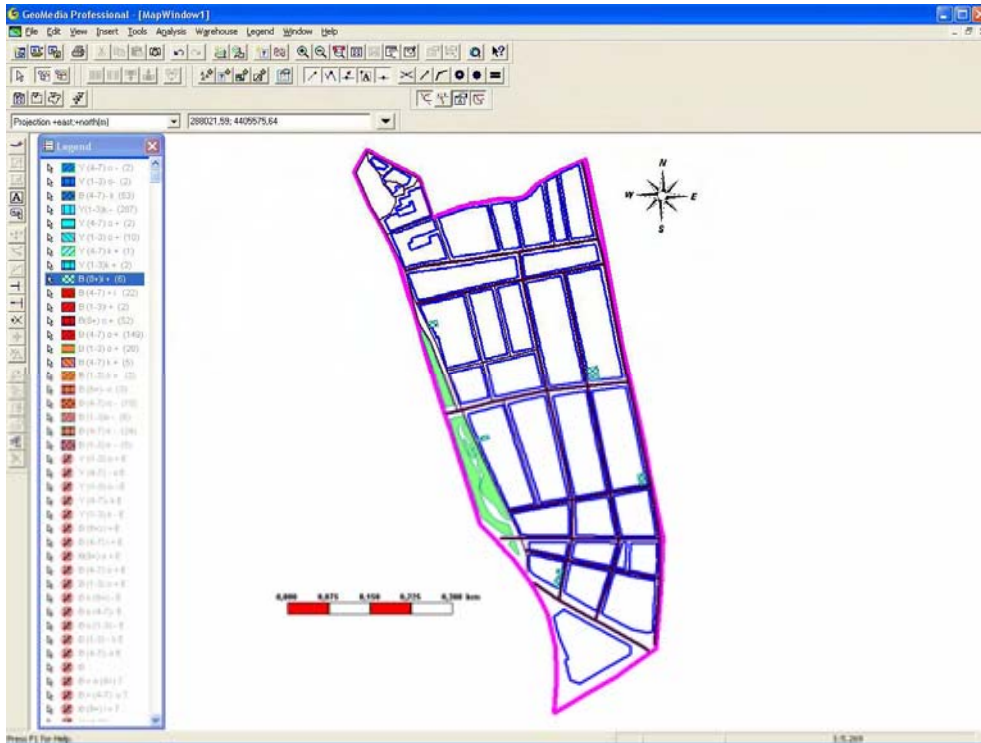
Şekil 4.37. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış orta kalitede 8 ve daha fazla kattaki 52 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



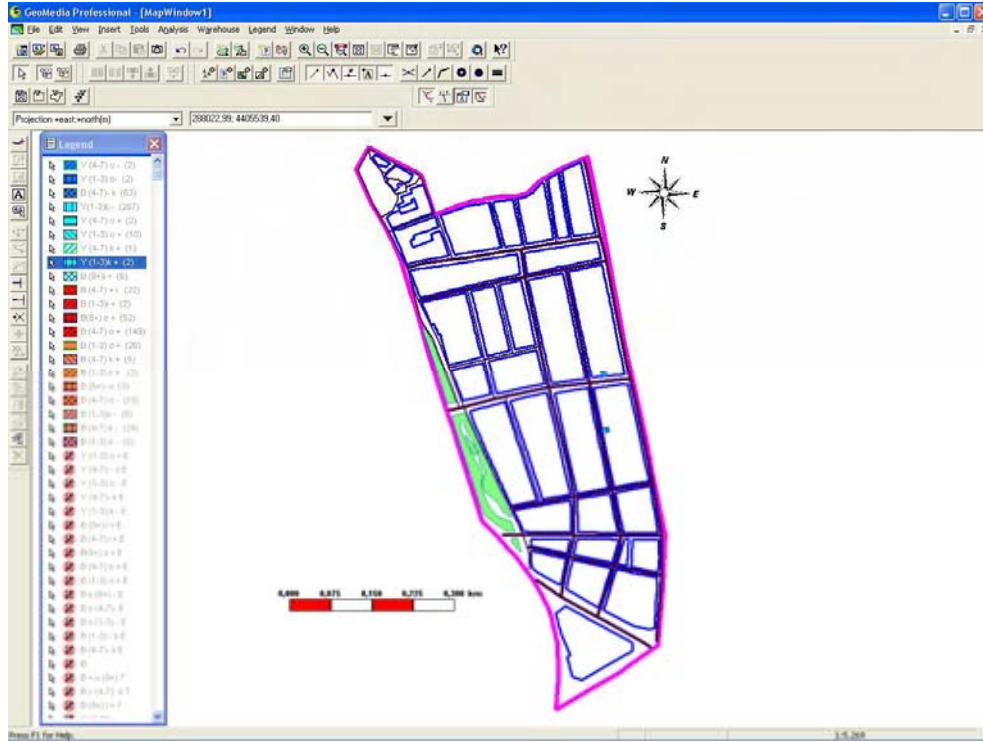
Şekil 4.38. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış iyi kalitede (1-3) katlarındaki 2 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



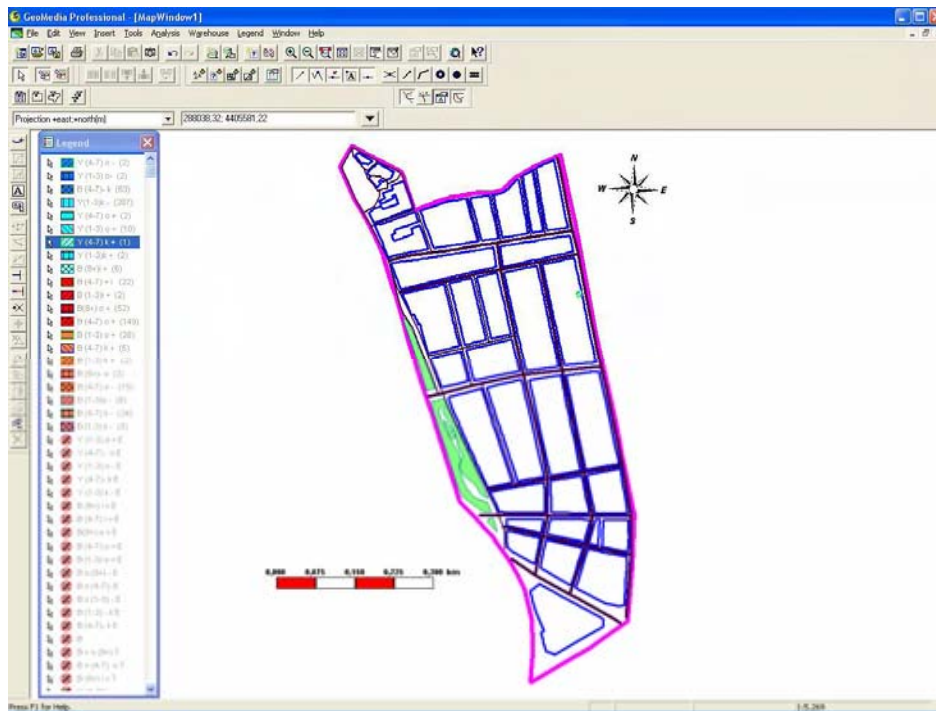
Şekil 4.39. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış iyi kalitede (4-7) katlarındaki 22 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



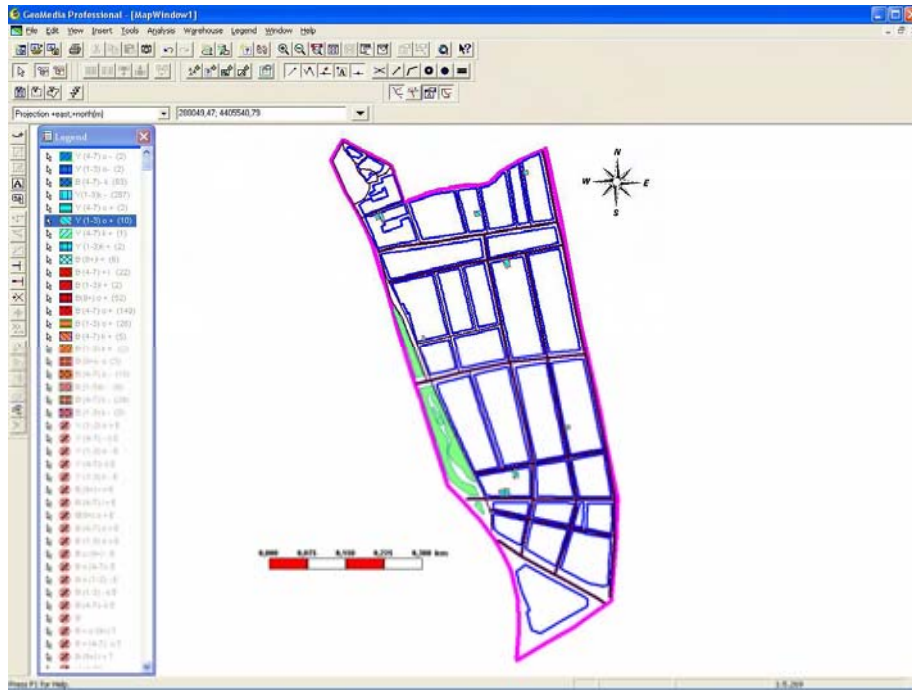
Şekil 4.40. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış iyi kalitede 8 ve daha fazla sayıda kattaki 6 adet betonarme binanın CBS ortamında gösterimi



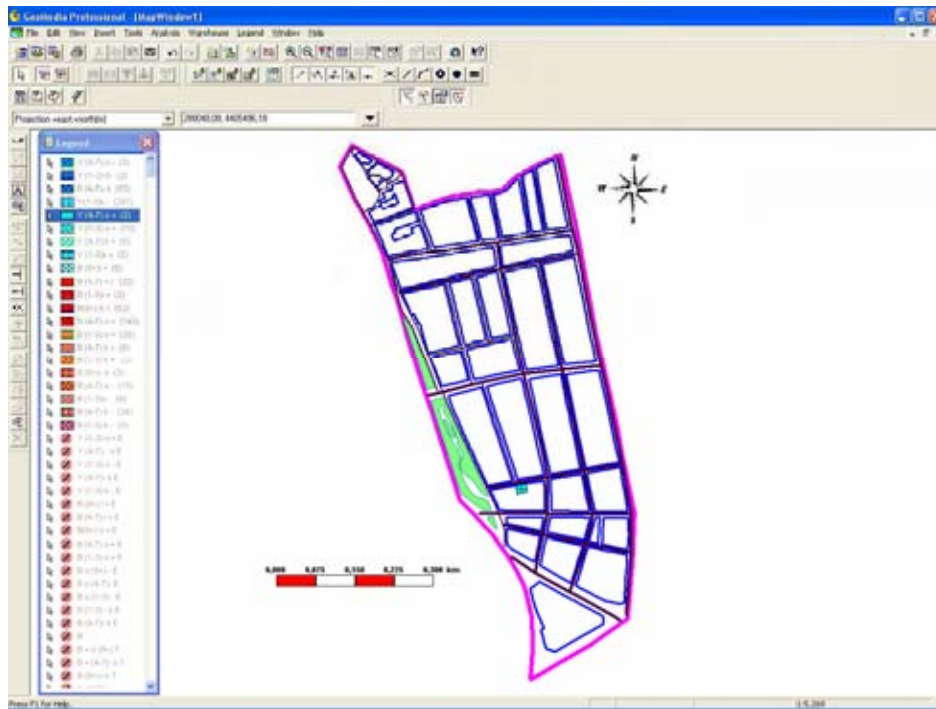
Şekil 4.41. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış kötü kalitede (1-3) katlarındaki 2 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi



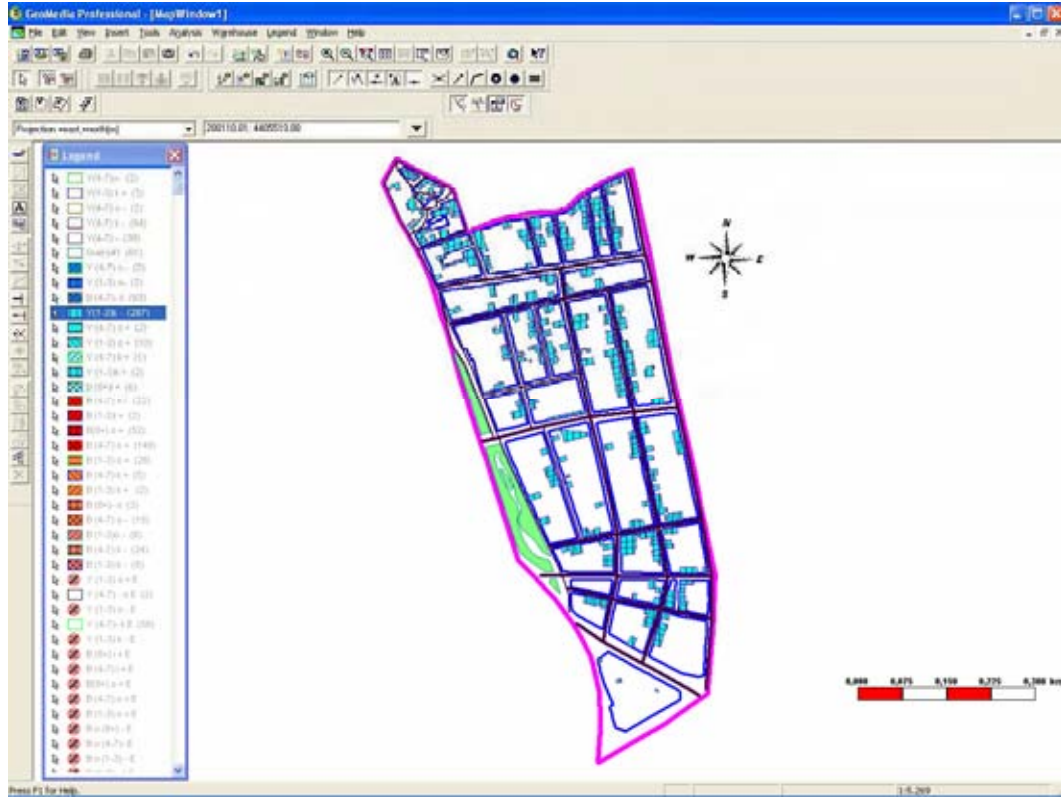
Şekil 4.42. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış kötü kalitede (4-7) katlarındaki 1 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi



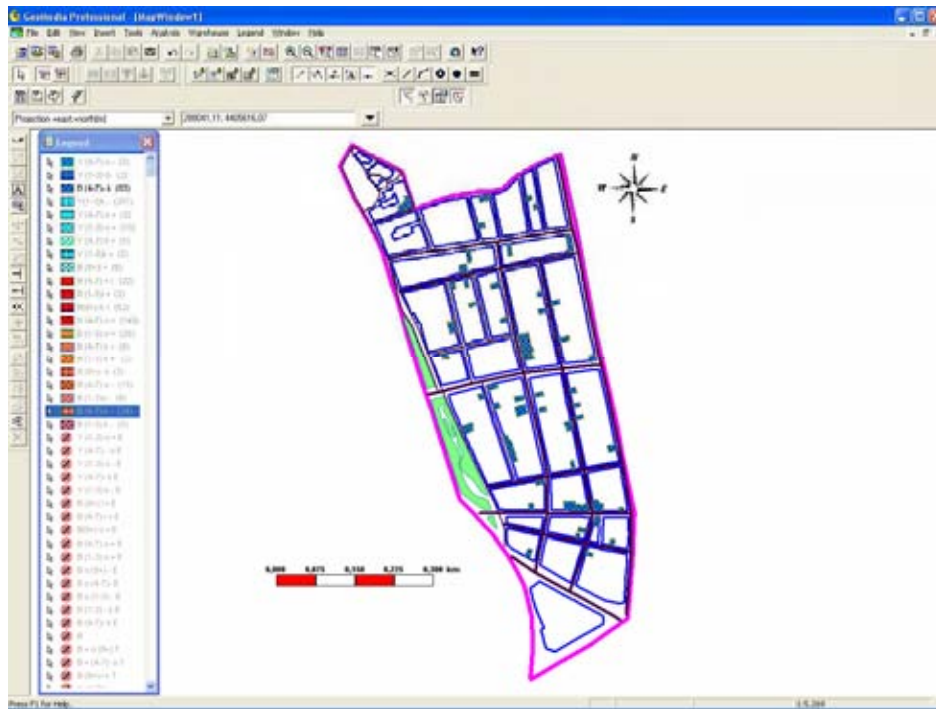
Şekil 4.43. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış orta kalitede (1-3) katlarındaki 10 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi



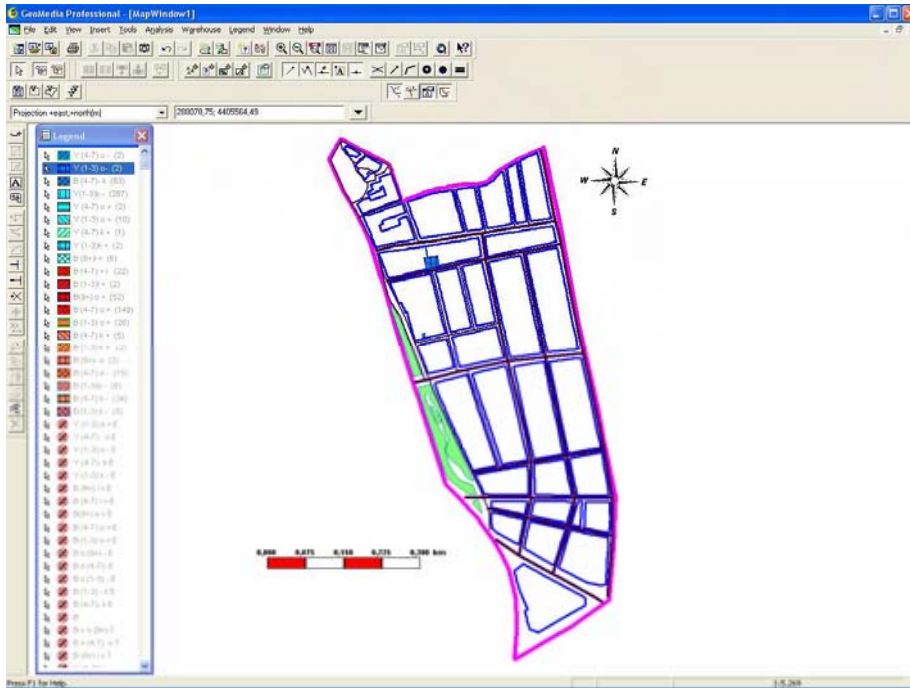
Şekil 4.44. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından sonra yapılmış orta kalitede (4-7) katlarındaki 2 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi



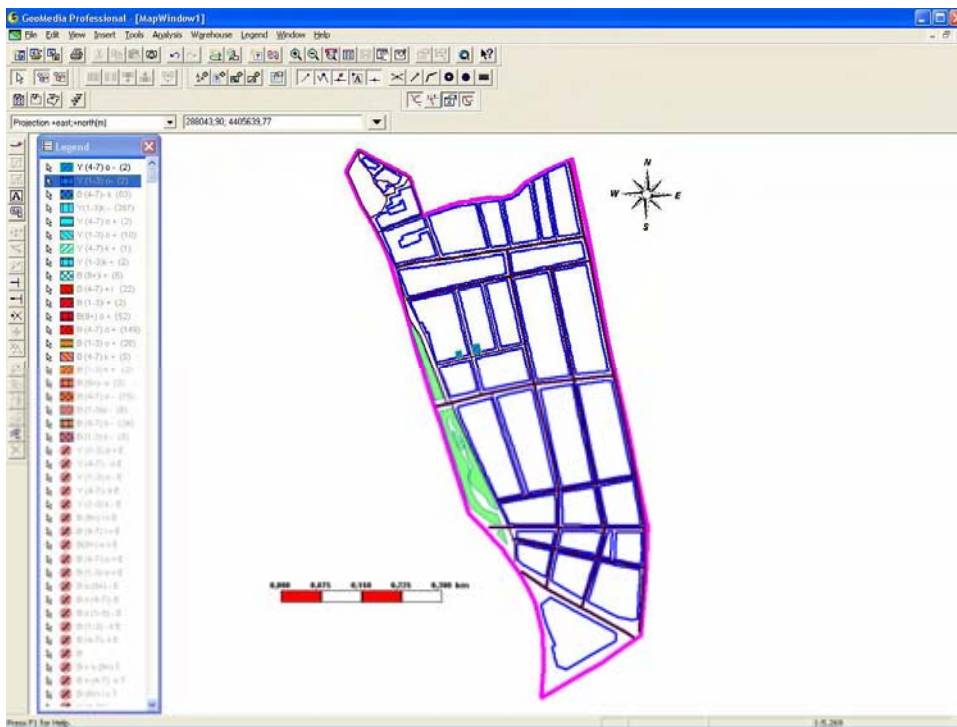
Şekil 4.45. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış kötü kalitede (1-3) katlarındaki 287 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi



Şekil 4.46. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış kötü kalitede (4-7) katlarındaki 63 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi

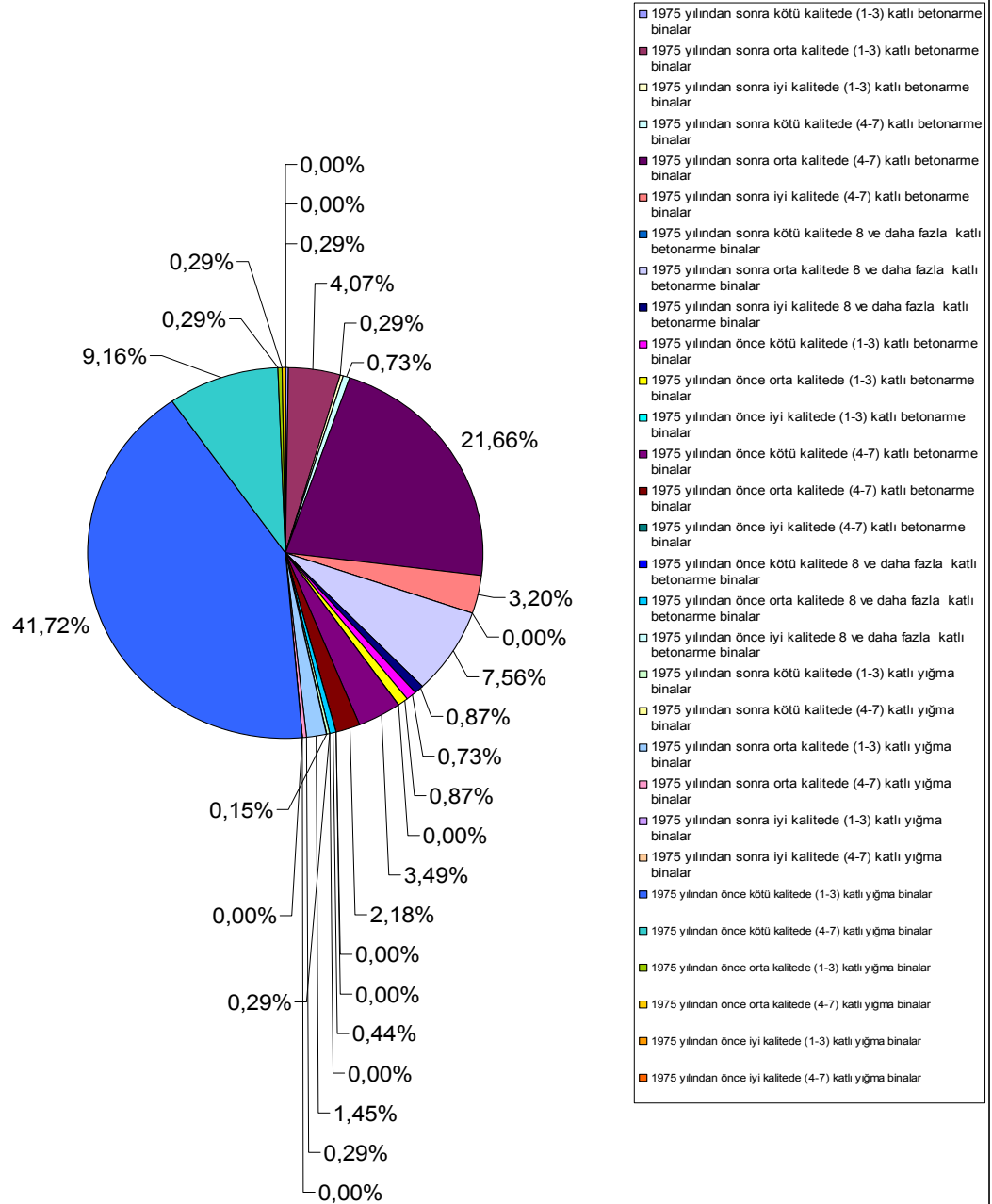


Şekil 4.47. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış orta kalitede (1-3) katlarındaki 2 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi



Şekil 4.48. Eskişehir Deliklitaş mahallesinde 1975 yılından önce yapılmış orta kalitede (4-7) katlarındaki 2 adet yığma binanın CBS ortamında gösterimi

Çalışma alanındaki ilgilenilen binaların tipine, katsayısına, 1975 yılından önce yapılmamasına ve kalitesine göre yüzdesel grafiği



Şekil 4.49. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki ilgilenilen binaların; tipine katsayısına 1975 yılından önce ya da sonra yapılmasına ve kalitesine göre sınıflandırılması

Çizelge 4.6. Çalışma alanındaki betonarme (1-3) katlı binaların tiplerine ve yapım tarihlerine kalitelerine göre sayısal ve oransal durumu

| BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ | BETONARME | | | | | |
|-----------------------------|-----------|-------|------|-------|------|-------|
| KAT SAYISI | (1-3) | | | | | |
| KALİTE | Kötü | | Orta | | İyi | |
| GÖSTERGELER | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE |
| 1975 YILINDAN SONRA YAPILAN | 2 | 0,29 | 28 | 4,06 | 2 | 0,29 |
| 1975 YILINDAN ÖNCE YAPILAN | 5 | 0,72 | 6 | 0,87 | 0 | 0 |

Çizelge 4.7. Çalışma alanındaki betonarme (4-7) katlı binaların tiplerine ve yapım tarihlerine kalitelerine göre sayısal ve oransal durumu

| BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ | BETONARME | | | | | |
|-----------------------------|-----------|-------|------|-------|------|-------|
| KAT SAYISI | (4-7) | | | | | |
| KALİTE | Kötü | | Orta | | İyi | |
| GÖSTERGELER | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE |
| 1975 YILINDAN SONRA YAPILAN | 5 | 0,72 | 149 | 21,65 | 22 | 3,19 |
| 1975 YILINDAN ÖNCE YAPILAN | 24 | 3,48 | 15 | 2,18 | 0 | 0 |

Çizelge 4.8. Çalışma alanındaki betonarme 8 ve daha fazla katlı binaların tiplerine ve yapım tarihlerine kalitelerine göre sayısal ve oransal durumu

| BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ | BETONARME | | | | | |
|-----------------------------|-----------|-------|------|-------|------|-------|
| KAT SAYISI | (8+) | | | | | |
| KALİTE | Kötü | | Orta | | İyi | |
| GÖSTERGELER | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE |
| 1975 YILINDAN SONRA YAPILAN | 0 | 0 | 52 | 7,55 | 6 | 0,87 |
| 1975 YILINDAN ÖNCE YAPILAN | 0 | 0 | 3 | 0,43 | 0 | 0 |

Çizelge 4.9. Çalışma alanındaki yığma (1-3) katlı binaların tiplerine ve yapım tarihlerine kalitelerine göre sayısal ve oransal durumu

| BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ | YIĞMA | | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|------|-------|------|-------|
| KAT SAYISI | (1-3) | | | | | |
| KALİTE | Kötü | | Orta | | İyi | |
| GÖSTERGELER | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE |
| 1975 YILINDAN SONRA YAPILAN | 2 | 0,29 | 10 | 1,45 | 0 | 0 |
| 1975 YILINDAN ÖNCE YAPILAN | 287 | 41,71 | 2 | 0,29 | 0 | 0 |

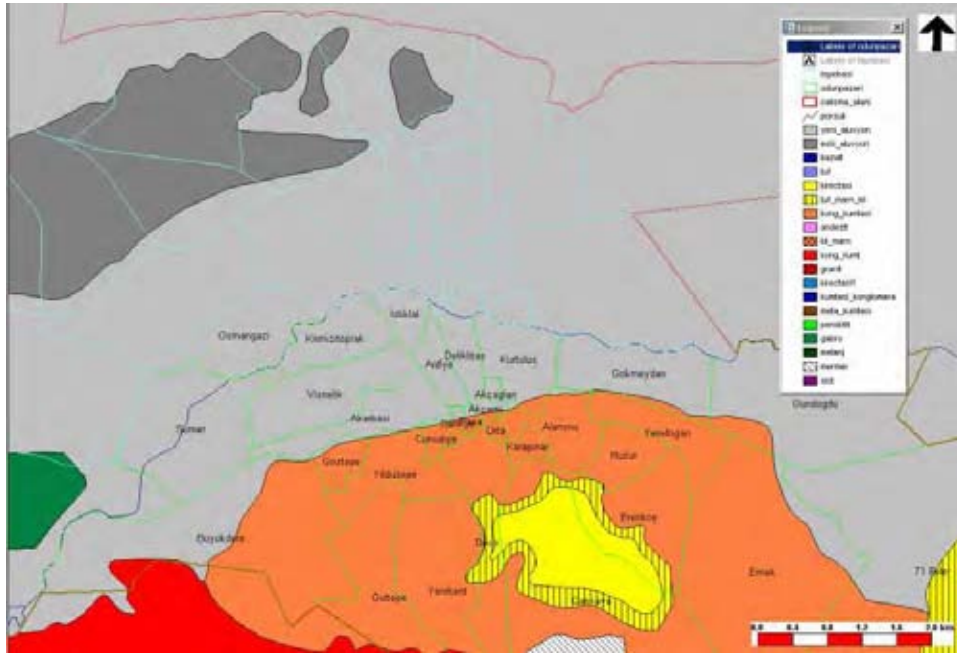
Çizelge 4.10. Çalışma alanındaki yığma (4-7) katlı binaların tiplerine ve yapım tarihlerine kalitelerine göre sayısal ve oransal durumu

| BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ | YIĞMA | | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|------|-------|------|-------|
| | (4-7) | | | | | |
| KAT SAYISI | | | | | | |
| KALİTE | Kötü | | Orta | | İyi | |
| GÖSTERGELER | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE | ADET | YÜZDE |
| 1975 YILINDAN SONRA YAPILAN | 1 | 0,14 | 2 | 0,29 | 0 | 0 |
| 1975 YILINDAN ÖNCE YAPILAN | 63 | 9,15 | 2 | 0,29 | 0 | 0 |

Çizelge 4.11. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki binaların; tipine katsayısına 1975 yılından önce ya da sonra yapılmasına, kalitesine ve kullanımına göre sayısal tablosu

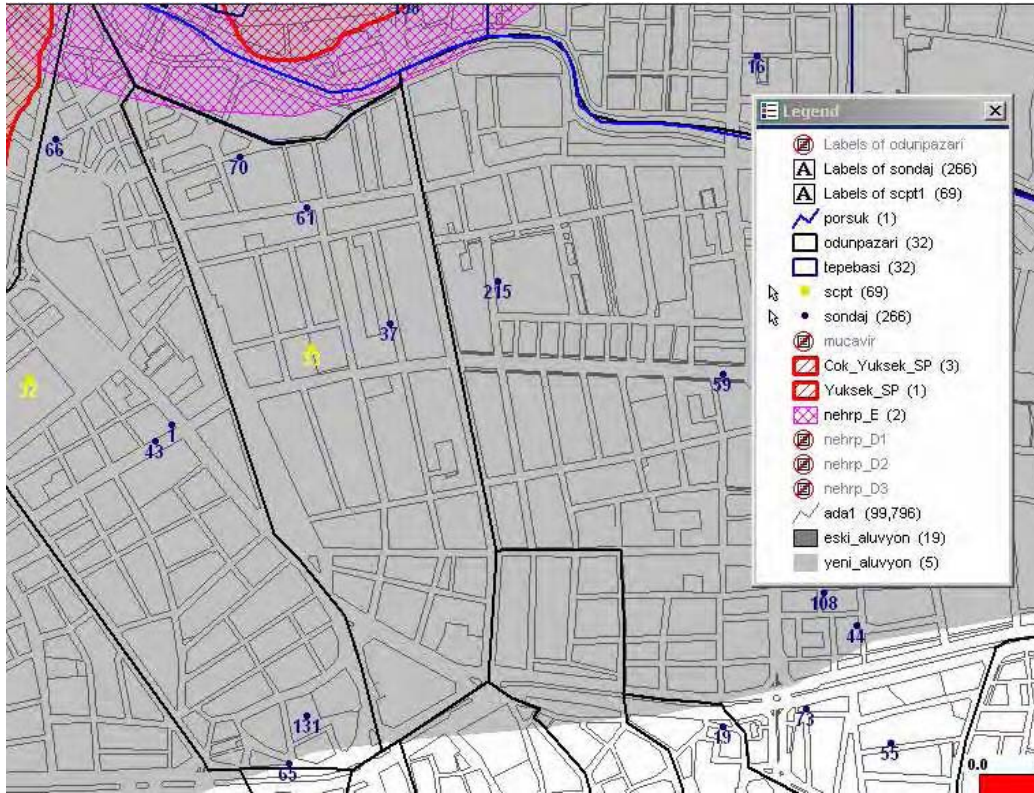
| | YAPI TİPİ | | BETONARME | | | | | | | | | | | | | | | YIĞMA | | | | | | | | | | | | | | | TOPLAM | | | | | | | |
|----------------|----------------|-----------------|-------------|-------|------|-------|-------|------|--------------|-------|------|-------|-------|------|-------------|-------|------|-------|-------|------|--------------|-------|------|-------|-------|------|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|-----|-----|
| | YAPIM TARİHİ | | 1975 ÖNCESİ | | | | | | 1975 SONRASI | | | | | | 1975 ÖNCESİ | | | | | | 1975 SONRASI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | KALİTE | | KÖTÜ | | ORTA | | İYİ | | KÖTÜ | | ORTA | | İYİ | | KÖTÜ | | ORTA | | İYİ | | KÖTÜ | | ORTA | | İYİ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | KAT SAYISI | | (1-3) | (4-7) | (8+) | (1-3) | (4-7) | (8+) | (1-3) | (4-7) | (8+) | (1-3) | (4-7) | (8+) | (1-3) | (4-7) | (8+) | (1-3) | (4-7) | (8+) | (1-3) | (4-7) | (8+) | (1-3) | (4-7) | (8+) | | | | | | | | | | | | | | |
| YAPI SINIFLARI | ÖNEMLİ BİNALAR | TİCARİ | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 5 | 8 | 3 | 2 | 2 | 1 | 64 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 114 |
| | | EĞİTİM ve RESMİ | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | |
| | GENEL BİNALAR | KONUT | 4 | 21 | 0 | 2 | 15 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 21 | 141 | 49 | 0 | 20 | 5 | 222 | 44 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 564 |
| | | DİNİ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | | DİĞER | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| KRİTİK BİNALAR | ASKERİ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| TOPLAM | | | 5 | 24 | 0 | 6 | 15 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 0 | 28 | 149 | 52 | 2 | 22 | 6 | 287 | 63 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 688 | |

Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki zemin grubunu belirlemek için daha önce yapılan mühendislik jeoloji haritasından faydalanılarak sayısallaştırmalar yapılmış ve Bölüm 3, Çizelge 3.2.'de verilmiş olan zemin grupları kriterlerinden mühendislik jeoloji haritası kullanılarak saptamalar yapılmıştır.



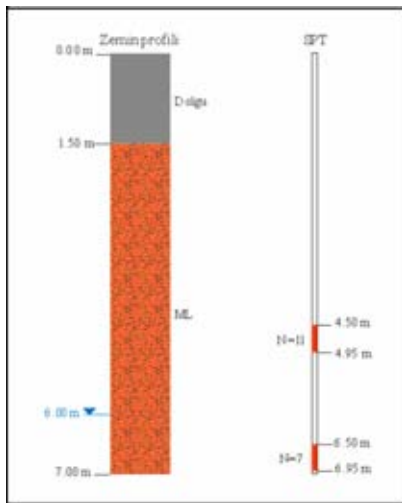
Şekil 4.50. Eskişehir Deliklitaş mahallesi jeolojik durumu (Ayday ve ark. 2001)

Şekil 4.51'e göre Eskişehir Deliklitaş mahallesi jeolojik yapısı tamamen yeni alüvyon bölgesindedir. Bu durumda Bölüm 3, Çizelge 3.2.'de verilmiş olan zemin grupları tablosuna bakıldığında, (D) grubu zemin grubuna ait olduğu görülür. Yerel zemin grubunu (Z1, Z2, Z3, Z4) ü belirlemek için, Eskişehir Deliklitaş mahallesi mühendislik jeolojisi haritasındaki sondaj verilerine ait SPT değerlerine bakmak gerekir.



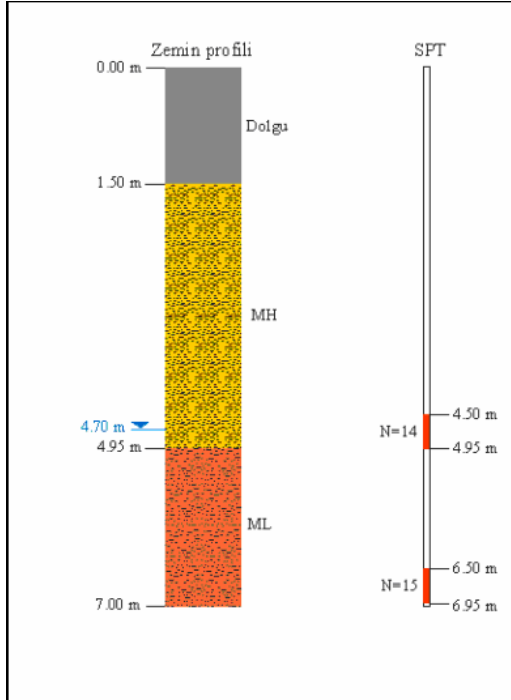
Şekil 4.51. Eskişehir Deliklitaş mahallesi mühendislik jeoloji haritasındaki 3 sondaj noktası (Ayday ve ark. 2001)

Şekil 4.51 deki 37, 61, 70 nolu sondaj noktalarına ait SPT verileri ve bu üç sondaj noktasındaki ayrıntılı jeolojik durum sırasıyla Şekil 4.52, Şekil 4.53, Şekil 4.54, Şekil 4.55' de verilmiştir.

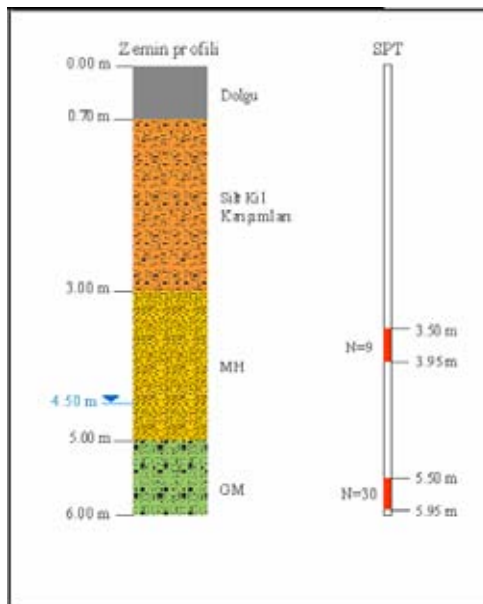


Şekil 4.52. Eskişehir Deliklitaş mahallesi mühendislik jeoloji haritasındaki

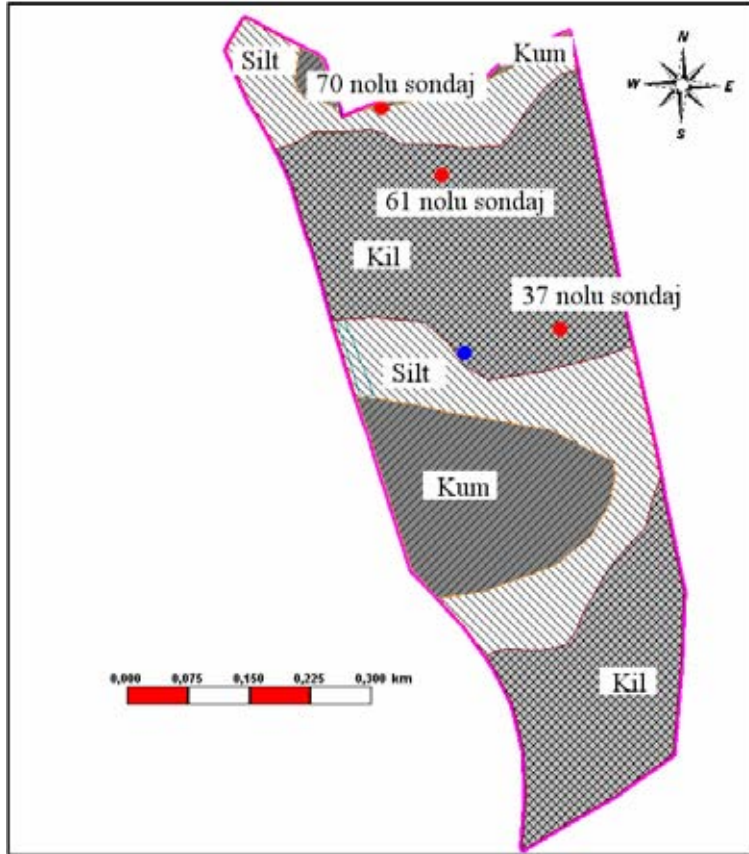
37 nolu sondaj noktasının SPT kesiti (Ayday ve ark. 2001)



Şekil 4.53. Eskişehir Deliktaş mahallesi mühendislik jeoloji haritasındaki 61 nolu sondaj noktasının SPT kesiti (Ayday ve ark. 2001)



Şekil 4.54. Eskişehir Deliktaş mahallesi mühendislik jeoloji haritasındaki 70 nolu sondaj noktasının SPT kesiti (Ayday ve ark. 2001)



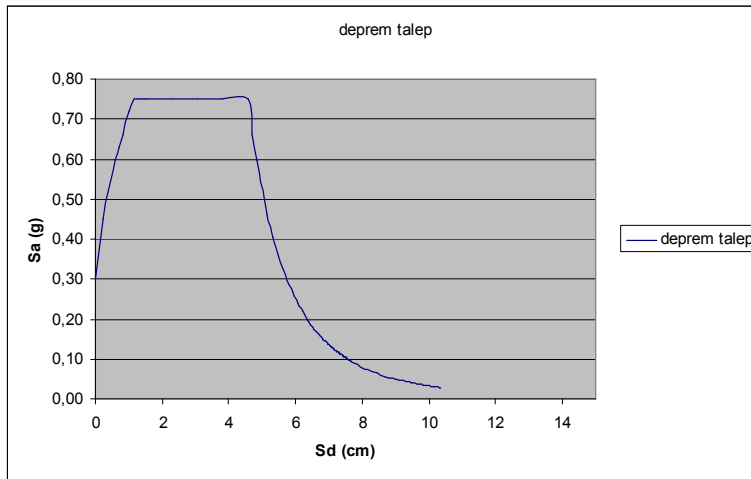
Şekil 4.55. Eskişehir Deliklitaş mahallesindeki ve sondaj noktalarındaki jeolojik durum (Ayday ve ark. 2001)' den değiştirilerek

Bölüm 3, Çizelge 3.2.'de verilmiş olan zemin grupları tablosuna sondaj noktalarındaki jeolojik durum ve Eskişehir Deliklitaş mahallesi genel jeolojik durumuna bakıldığında h_1 (en üst kat zemin tabakası) SPT verilerinden tüm sondaj noktaları için $h_1 \leq 10m$ ve alüvyon, silt ve kum jeolojik şartları sağlandığı için çalışma alanının Z3 tipi yerel zemin sınıfına girdiğine karar verilir.

5. DELİKLİTAŞ MAHALLESİ-ESKİŞEHİR COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE DEPREM RİSK ANALİZİ

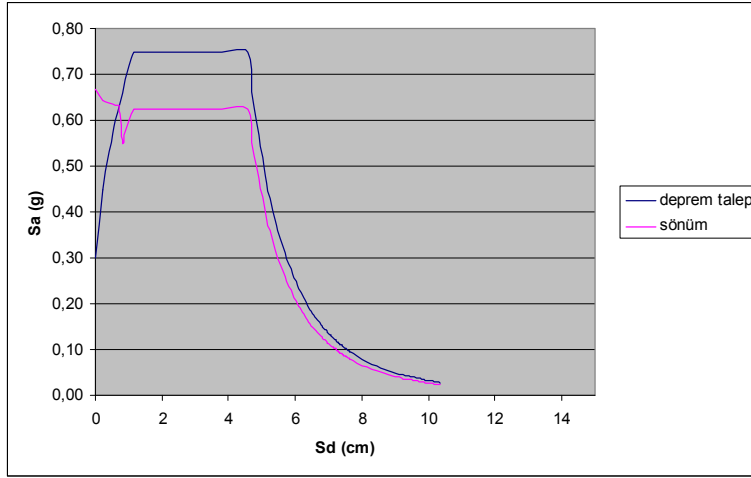
5.1. 1975 Sonrası (1-3) Katlı Betonarme Binaların Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Kayıplar ve Risk Haritası

Bölüm 4 'de yerel zeminin Z3 tipi zemin yapısında olduğuna karar verilmiştir. Bu durumda 1975 yılı sonrasında yapılan (1-3) katlı betonarme binalar için kapasite spektrum eğrisi Bölüm 3'de anlatılanlar uygulanırsa Şekil 5.1'deki gibi olur.



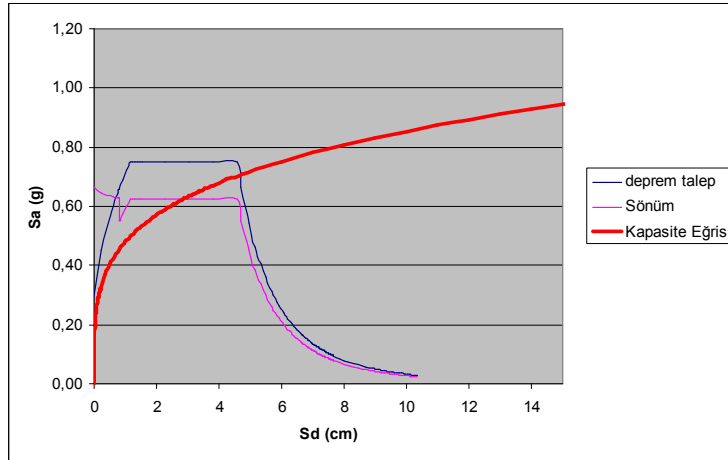
Şekil 5.1. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi

Bölüm 3'de anlatılan %5'lik sönüm oranı hesaba katılırsa 1975 yılı sonrasında yapılan (1-3) katlı betonarme binalar için sönülmenmiş deprem talep eğrisi Şekil 5.2'de gibi olur.



Şekil 5.2. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve %5'lik sönüm

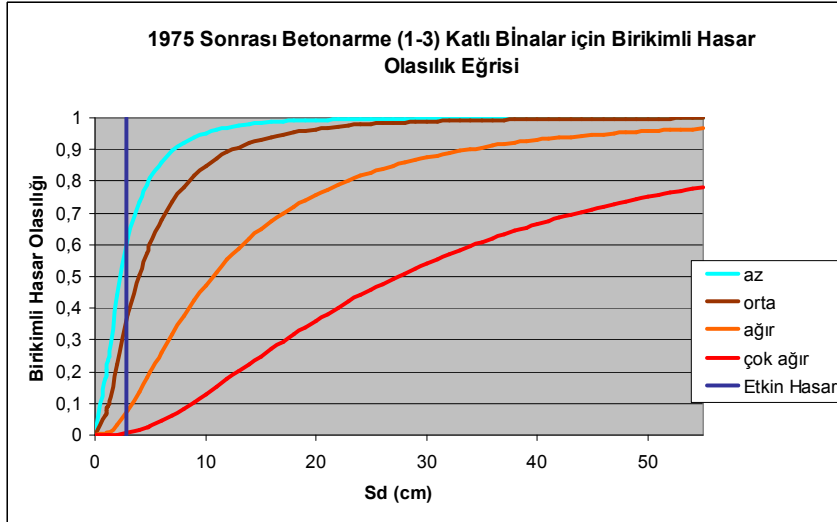
Elde edilen sönüm ilgili binanın kapasite eğrisiyle kesiştirilirse ilgili binayla ait performans noktası bulunur. Tüm kapasite eğrilerine ait katsayılar EK-1'de inch cinsinden verilmiş, daha sonra cm'e çevrilmiştir.



Şekil 5.3. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve sönüm

Şekil 5.3.'de görüldüğü gibi performans noktası 2,85 cm'dir. Bu noktadan etkin beklenen kaybı bulmak için 1975 yılı sonrasında yapılan (1-3) katlı betonarme binaların (az, orta, ağır ve çok ağır) seviyedeki birikimli hasar olasılığı eğrisi Bölüm 4'de anlatıldığı gibi çizilir. Her bina tipi katsayısı ve yapım tarihi için ilgili katsayılar ektedir.

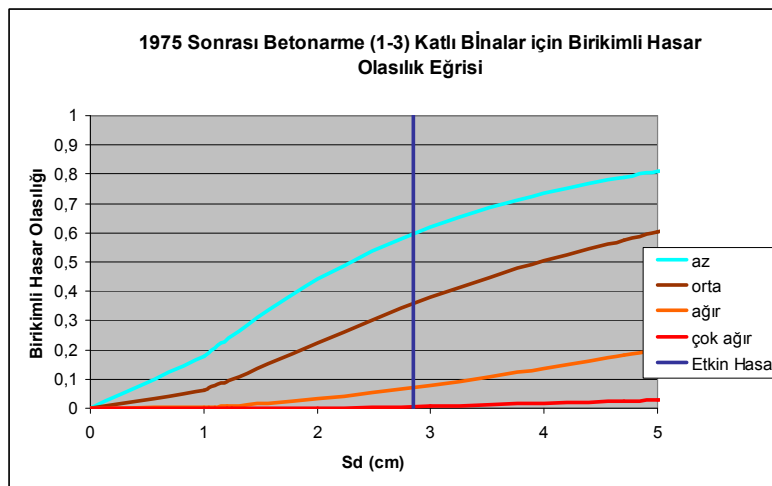
2,85 cm'lik spektral yer değiştirmesine karşı gelen dikme üzerindeki ayırık olasılıklar bize etkin kayıp olasılıklarını verir.



Şekil 5.4. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıp'a karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası

Tüm yapı sınıflarına ait birikimli hasar olasılık eğrilerinin çizilebilmesi için gerekli olan lognormal dağılıma ait katsayılar (medyan ve sapma) EK-2'de inch cinsinden verilmiş, daha sonra cm'e çevrilmiştir.

Şekil 5.4.'ün daha hassas grafiği, Şekil 5.5'deki gibidir.



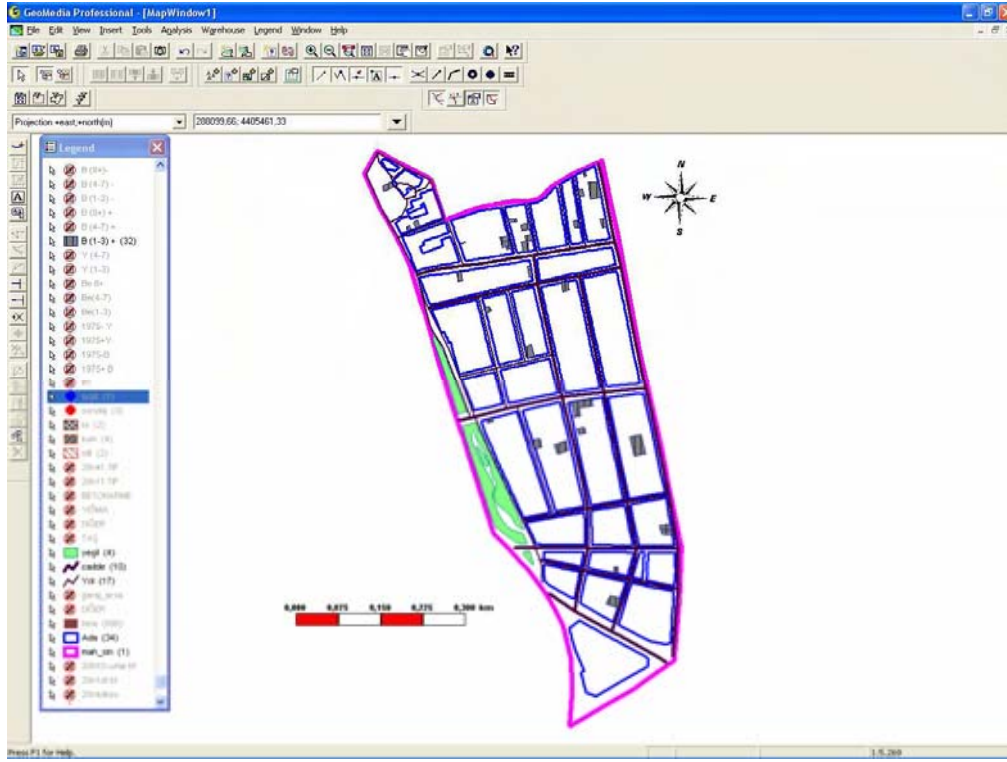
Şekil 5.5. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi

Bu durumda 1975 yılı sonrasında yapılan 32 adet (1-3) katlı betonarme binanın performans noktasındaki beklenen az, orta, ağır ve çok ağır hasar durumundaki beklenen etkin kayıpları Çizelge 5.1'deki gibidir.

Çizelge 5.1. 1975 yılı sonrasında yapılan 32 adet (1-3) katlı betonarme binanın beklenen etkin kayıpları (2,85 cm)

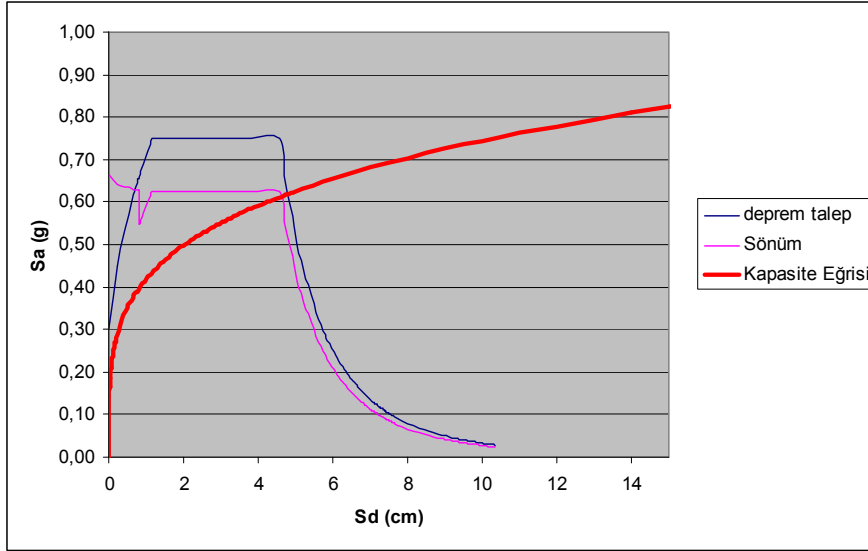
| Sd (cm) | B[Hasarsız] | B[Az] | B[Orta] | B[Ağır] | B[Çok Ağır] |
|----------------|--------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|
| 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 26 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 1,05 | 25 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| 1,1 | 25 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 1,2 | 24 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 1,25 | 24 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 17 | 6 | 6 | 0 | 0 |
| 2,85 | 12 | 7 | 9 | 2 | 0 |

Çizelge 5.1.'e göre etkin kayıp noktası olan 2,85 cm'de Şekil 5.6.'da CBS ortamında görülen çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme 32 adet binanın 12 tanesinde hiç hasar olmaması beklenmekte, 7 tanesinde az hasar, 9 tanesinde orta hasar beklenmekte, 2 tanesinde ağır hasar beklenmekte ve çok ağır hasar hiçbir binada beklenmemektedir.



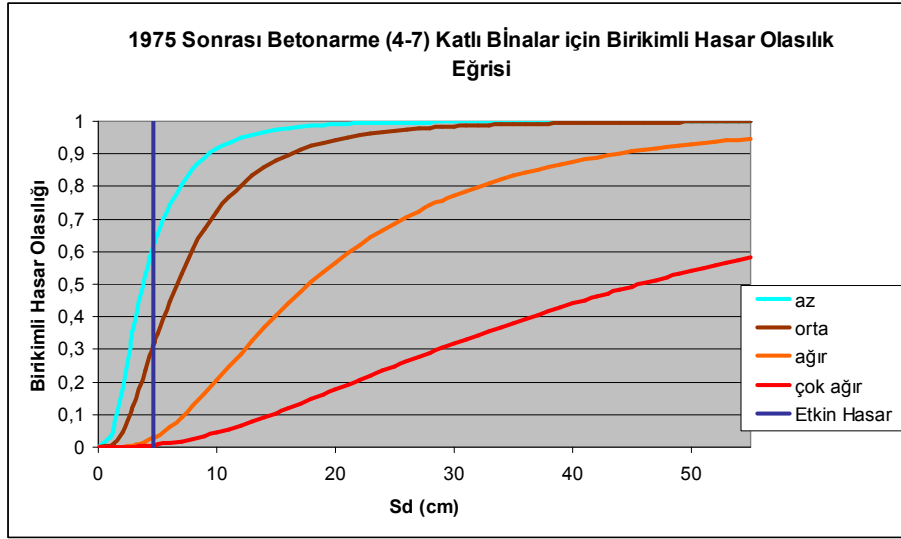
Şekil 5.6. Çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı betonarme 32 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi

5.2. 1975 Sonrası 4-7 Katlı Betonarme Binaların Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Kayıplar ve Risk Haritası



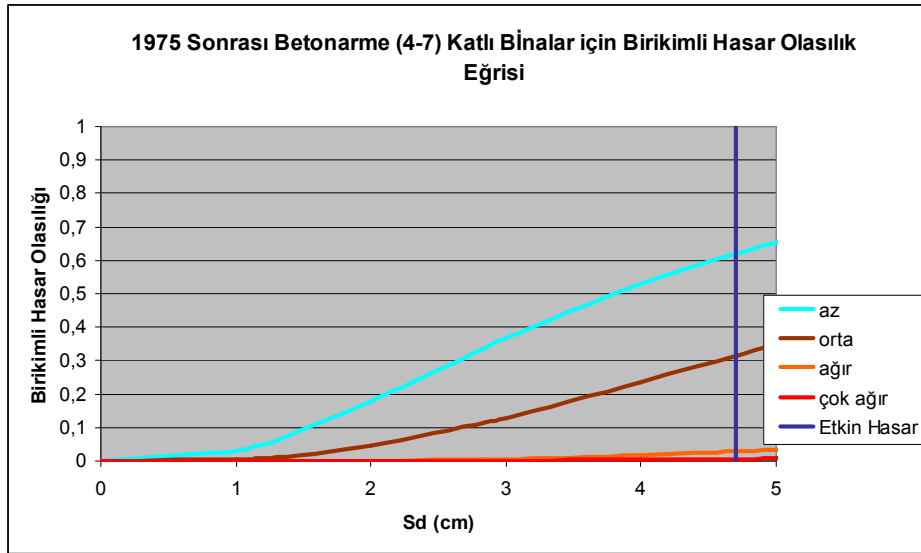
Şekil 5.7. 1975 yılından sonra yapılan (4-7) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve sönüm ve performans noktası

Şekil 5.7.'de görüldüğü gibi performans noktası 4,7 cm'dir. Bu noktadan etkin beklenen kaybı bulmak için 1975 yılı sonrasında yapılan (4-7) katlı betonarme binaların (az, orta, ağır ve çok ağır) seviyedeki birikimli hasar olasılığı eğrisi Bölüm 4'de anlatıldığı gibi çizilir. Her bina tipi katsayısı ve yapım tarihi için ilgili katsayılar ekte'dir. 4,7 cm'lik spektral yer değiştirmesine karşı gelen dikme üzerindeki ayrık olasılıklar bize etkin kayıp olasılıklarını verir.



Şekil 5.8. 1975 yılından sonra yapılan (4-7) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıp'a karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası

Şekil 5.8.'in daha hassas grafiği, Şekil 5.9'daki gibidir.



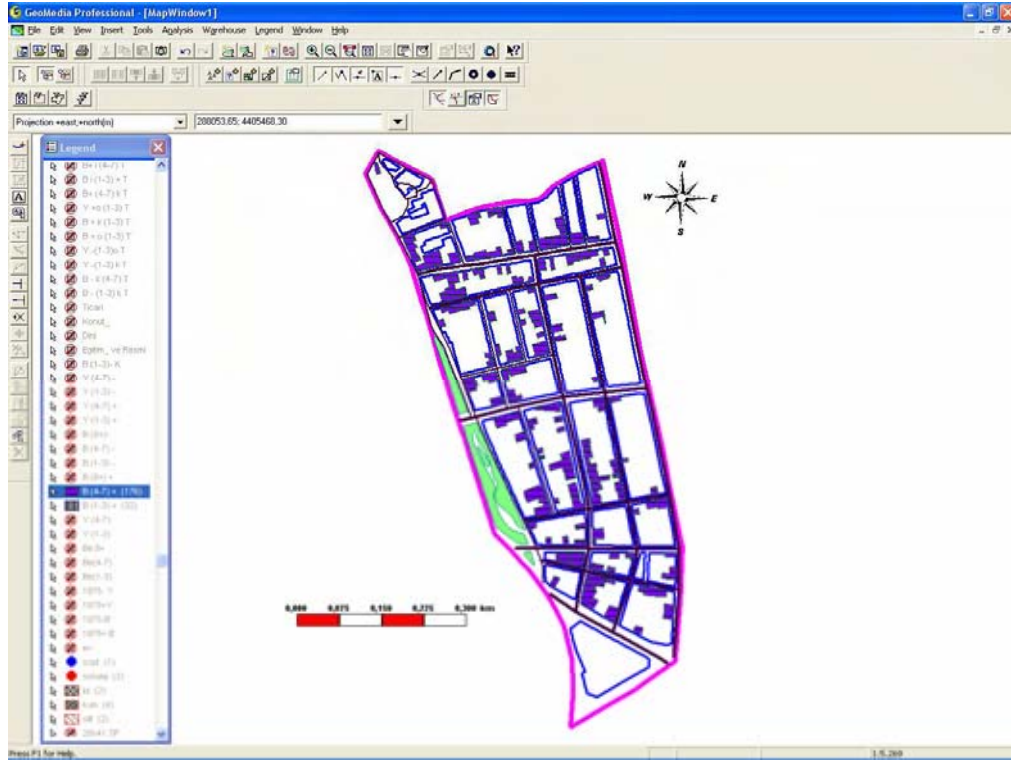
Şekil 5.9. 1975 yılından sonra yapılan (4-7) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi

Bu durumda 1975 yılı sonrasında yapılan 176 adet (4-7) katlı betonarme binanın performans noktasındaki beklenen az, orta, ağır ve çok ağır hasar durumundaki beklenen etkin kayıpları Çizelge 5.2'deki gibidir.

Çizelge 5.2. 1975 yılı sonrasında yapılan 176 adet (4-7) katlı betonarme binanın beklenen etkin kayıpları (4,7 cm)

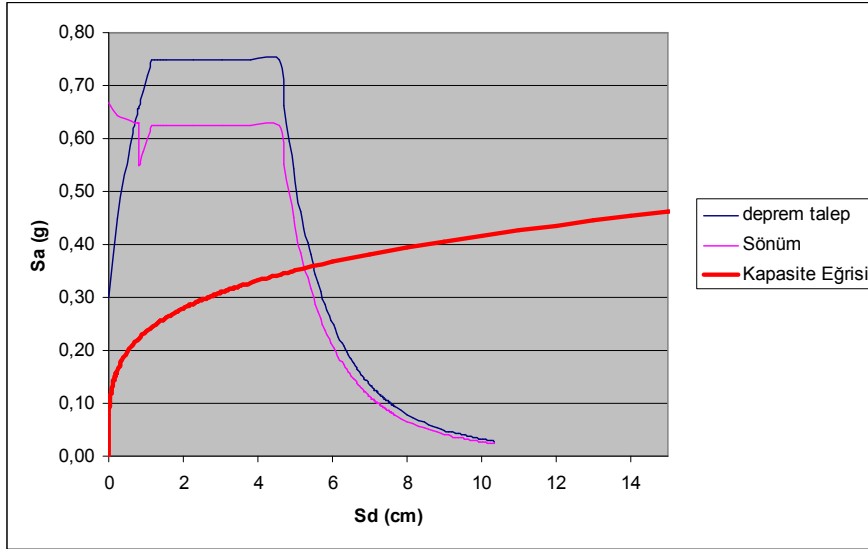
| Sd (cm) | B[Hasarsız] | B[Az] | B[Orta] | B[Ağır] | B[Çok Ağır] |
|----------------|--------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|
| 0 | 176 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 171 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 1,05 | 170 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 1,1 | 169 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 1,2 | 167 | 7 | 1 | 0 | 0 |
| 1,25 | 166 | 8 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 144 | 23 | 7 | 0 | 0 |
| 2,85 | 116 | 39 | 19 | 0 | 0 |
| 3 | 111 | 41 | 21 | 0 | 0 |
| 4 | 83 | 51 | 38 | 2 | 0 |
| 4,7 | 67 | 53 | 50 | 4 | 0 |

Çizelge 5.2.'ye göre etkin kayıp noktası olan 4,7 cm'de Şekil 5.10.'da CBS ortamında görülen çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan (4-7) katlı betonarme 176 adet binanın, 67 tanesinde hiçbir hasar beklenmemekte, 53 tanesinde az hasar, 50 tanesinde orta hasar, 4 tanesinde ağır hasar beklenmekte, çok ağır hasar hiçbir binada beklenmemektedir.



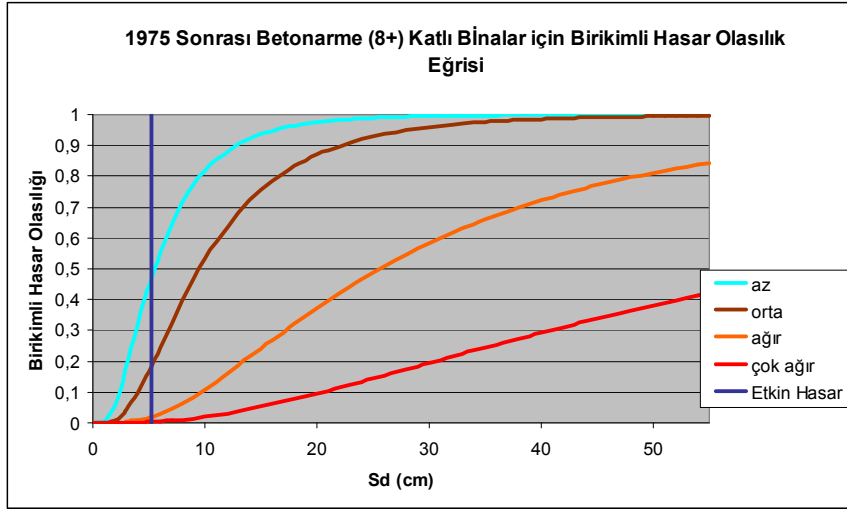
Şekil 5.10. Çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan (4-7) katlı betonarme 176 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi

5.3. 1975 Sonrası 8+ Katlı Betonarme Binaların Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Kayıplar ve Risk Haritası



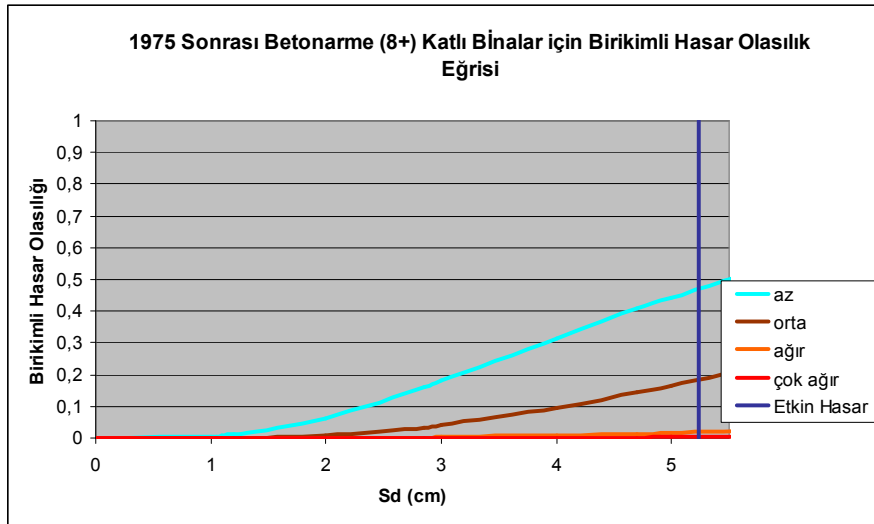
Şekil 5.11. 1975 yılından sonra yapılan 8 ve daha fazla katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve sönüm ve performans noktası

Şekil 5.11.'de görüldüğü gibi performans noktası 5,24 cm'dir. Bu noktadan etkin beklenen kaybı bulmak için 1975 yılı sonrasında yapılan (8+) katlı betonarme binaların (az, orta, ağır ve çok ağır) seviyedeki birikimli hasar olasılığı eğrisi Bölüm 4'de anlatıldığı gibi çizilir. Her bina tipi katsayısı ve yapım tarihi için ilgili katsayılar ektedir. 5,24 cm'lik spektral yer değiştirmesine karşı gelen dikme üzerindeki ayırık olasılıklar bize etkin kayıp olasılıklarını verir.



Şekil 5.12. 1975 yılından sonra yapılan (8+) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıp'a karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası

Şekil 5.12.'nin daha hassas grafiği, Şekil 5.13'deki gibidir.



Şekil 5.13. 1975 yılından sonra yapılan (8+) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 10 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi

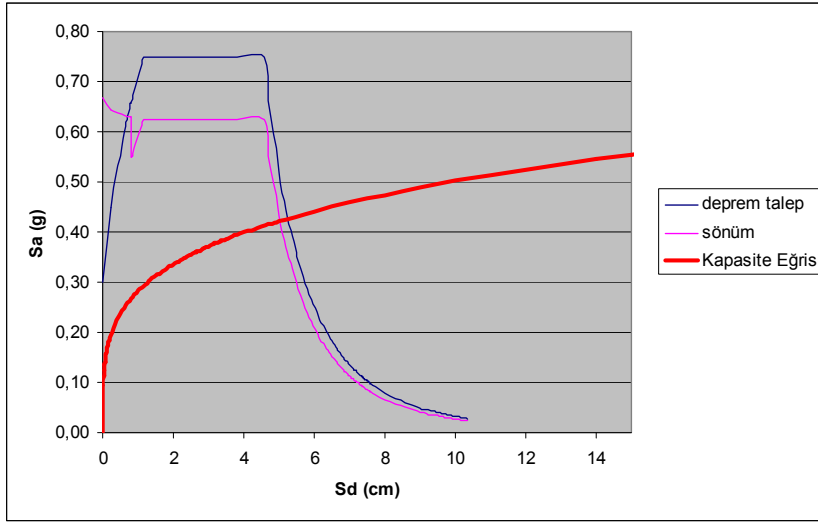
Bu durumda 1975 yılı sonrasında yapılan 58 adet (8+) katlı betonarme binanın performans noktasındaki beklenen az, orta, ağır ve çok ağır hasar durumundaki beklenen etkin kayıpları Çizelge 5.3'deki gibidir.

Çizelge 5.3. 1975 yılı sonrasında yapılan 58 adet (8+) katlı betonarme binanın beklenen etkin kayıpları (5,24 cm)

| Sd (cm) | B[Hasarsız] | B[Az] | B[Orta] | B[Ağır] | B[Çok Ağır] |
|----------------|--------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|
| 0 | 58 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,05 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,1 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,2 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,25 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 54 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 2,85 | 48 | 7 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 47 | 8 | 2 | 0 | 0 |
| 4 | 39 | 12 | 5 | 0 | 0 |
| 4,7 | 34 | 15 | 7 | 0 | 0 |
| 5 | 32 | 16 | 8 | 0 | 0 |
| 5,24 | 30 | 16 | 9 | 0 | 0 |

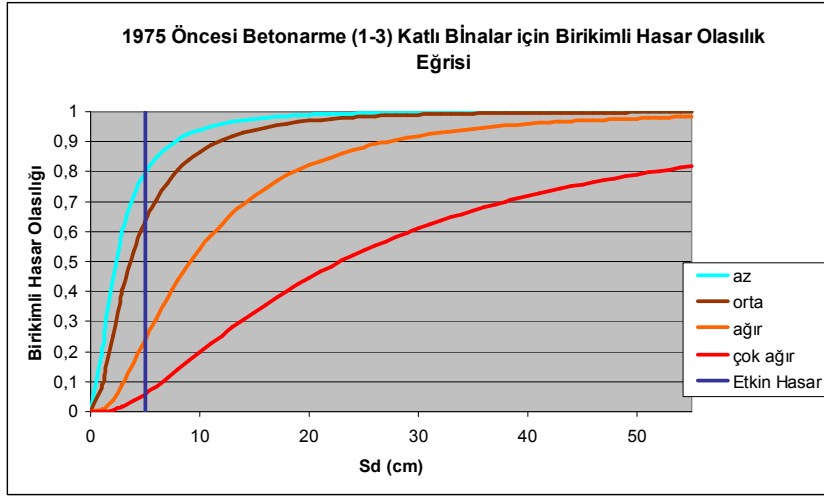
Çizelge 5.3.' e göre etkin kayıp noktası olan 5,24 cm'de Şekil 5.14.'de CBS ortamında görülen çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan (8+) katlı betonarme 58 adet binanın 30 tanesinde hiçbir hasar beklenmemekte, 16 tanesinde az hasar, 29 tanesinde orta hasar beklenmekte, ağır ve çok hasarlı bina beklenmemektedir.

5.4. 1975 Öncesi 1-3 Katlı Betonarme Binaların Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Kayıplar ve Risk Haritası



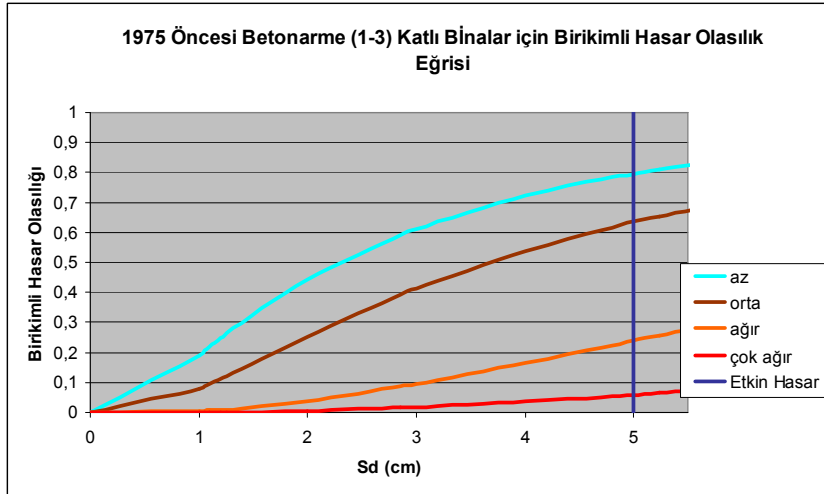
Şekil 5.15. 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve sönüm ve performans noktası

Şekil 5.15.'de görüldüğü gibi performans noktası 5 cm'dir. Bu noktadan etkin beklenen kaybı bulmak için 1975 yılı öncesinde yapılan (1-3) katlı betonarme binaların (az, orta, ağır ve çok ağır) seviyedeki birikimli hasar olasılığı eğrisi Bölüm 4'de anlatıldığı gibi çizilir. Her bina tipi katsayısı ve yapım tarihi için ilgili katsayılar ektedir. 5 cm'lik spektral yer değiştirmesine karşı gelen dikme üzerindeki ayırık olasılıklar bize etkin kayıpları verir.



Şekil 5.16. 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıp'a karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası

Şekil 5.16.'nin daha hassas grafiği, Şekil 5.17'deki gibidir.



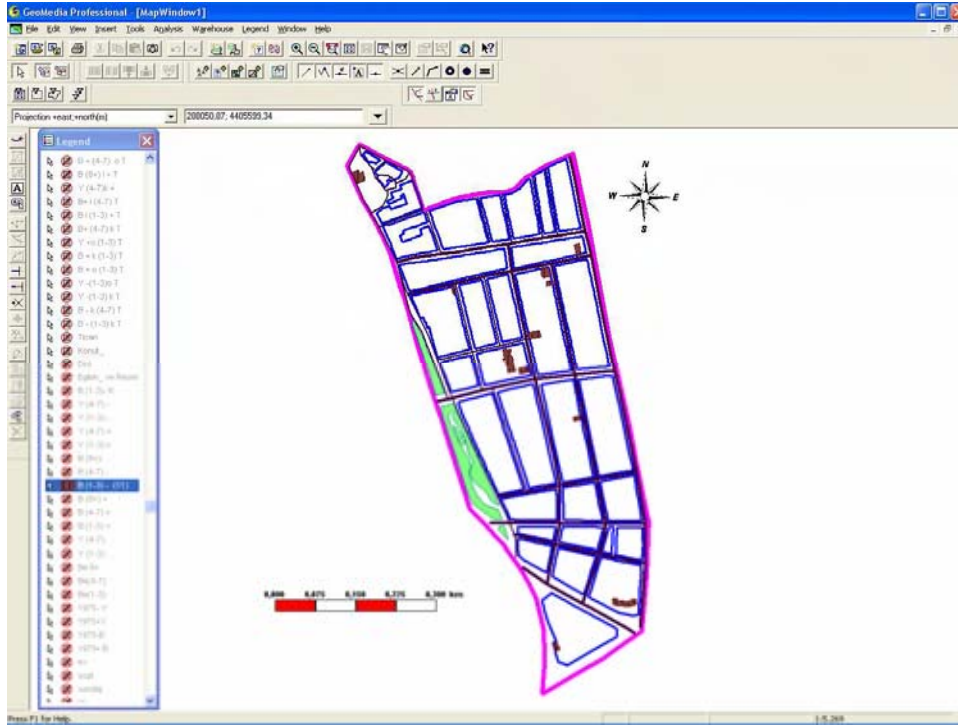
Şekil 5.17. 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5,5 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi

Bu durumda 1975 yılı öncesinde yapılan 11 adet (1-3) katlı betonarme binanın performans noktasındaki beklenen az, orta, ağır ve çok ağır hasar durumundaki beklenen etkin kayıpları Çizelge 5.4'deki gibidir.

Çizelge 5.4. 1975 yılı öncesinde yapılan 11 adet (1-3) katlı betonarme binanın beklenen etkin kayıpları (5 cm)

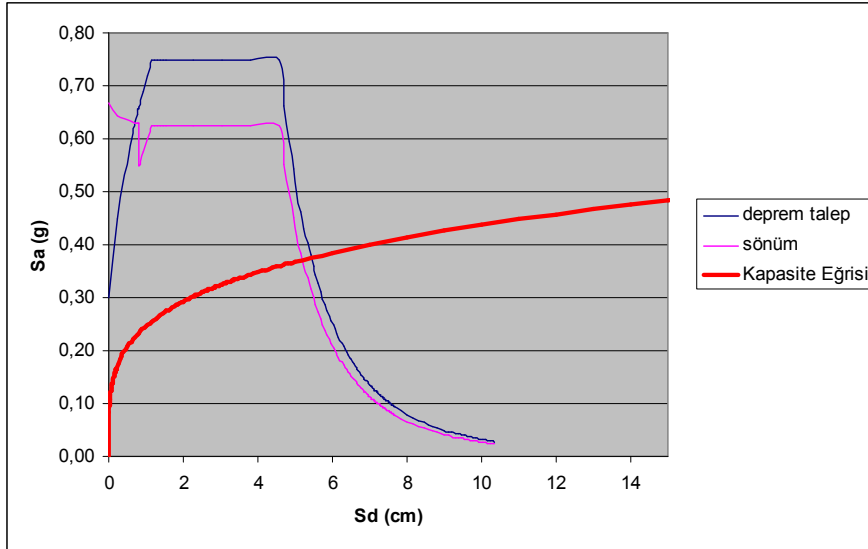
| Sd (cm) | B[Hasarsız] | B[Az] | B[Orta] | B[Ağır] | B[Çok Ağır] |
|----------------|--------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|
| 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1,05 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1,1 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1,2 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1,25 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 6 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2,85 | 4 | 2 | 3 | 0 | 0 |
| 3 | 4 | 2 | 3 | 0 | 0 |
| 4 | 3 | 2 | 4 | 1 | 0 |
| 4,7 | 2 | 1 | 4 | 1 | 0 |
| 5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 0 |

Çizelge 5.4.' e göre etkin kayıp noktası olan 5 cm'de Şekil 5.18.'de CBS ortamında görülen çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı betonarme 11 adet binanın 2 tanesinde hiç hasar olmaması beklenmekte, 1 tanesinde az hasar, 4 tanesinde orta hasar, 1 tanesinde ağır hasar beklenmekte, çok ağır hasar hiçbir binada beklenmemektedir.



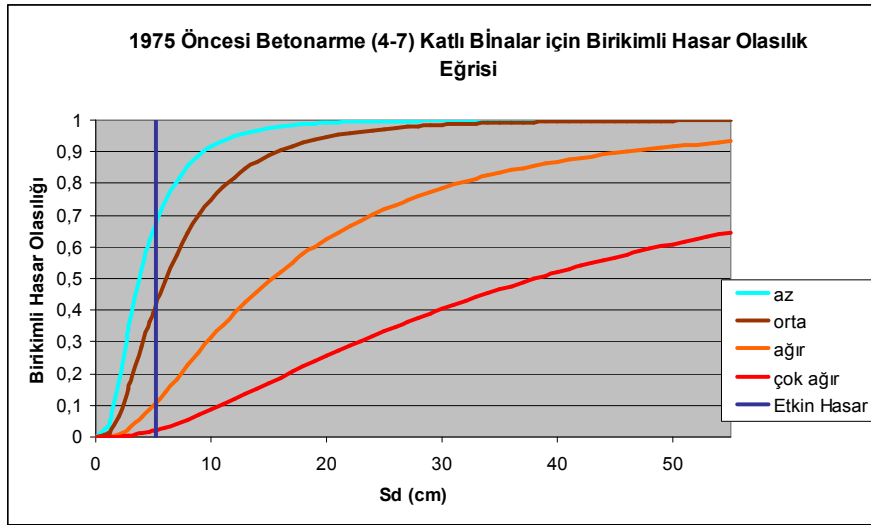
Şekil 5.18. Çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı betonarme 11 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi

5.5. 1975 Öncesi 4-7 Katlı Betonarme Binaların Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Kayıplar ve Risk Haritası



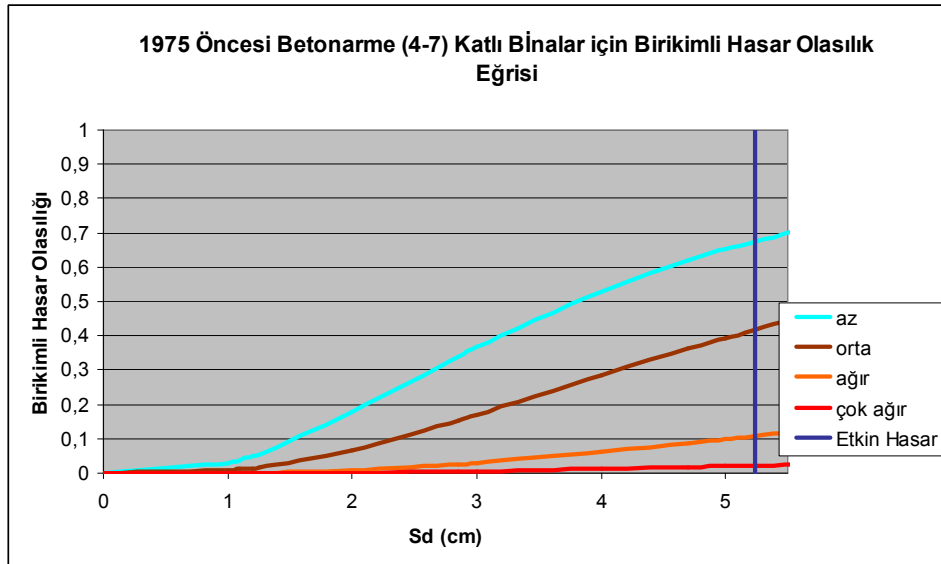
Şekil 5.19. 1975 yılından önce yapılan (4-7) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve sönüm ve performans noktası

Şekil 5.19.'da görüldüğü gibi performans noktası 5,24 cm'dir. Bu noktadan etkin beklenen kayıpları bulmak için 1975 yılı öncesinde yapılan (4-7) katlı betonarme binaların (az, orta, ağır ve çok ağır) seviyedeki birikimli hasar olasılığı eğrisi Bölüm 4'de anlatıldığı gibi çizilir. Her bina tipi katsayısı ve yapım tarihi için ilgili katsayılar ektedir. 5,24 cm'lik spektral yer değiştirmesine karşı gelen dikme üzerindeki ayırık olasılıklar bize etkin kayıp olasılıklarını verir.



Şekil 5.20. 1975 yılından önce yapılan (4-7) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıp'a karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası

Şekil 5.20.'nin daha hassas grafiği, Şekil 5.21'deki gibidir.



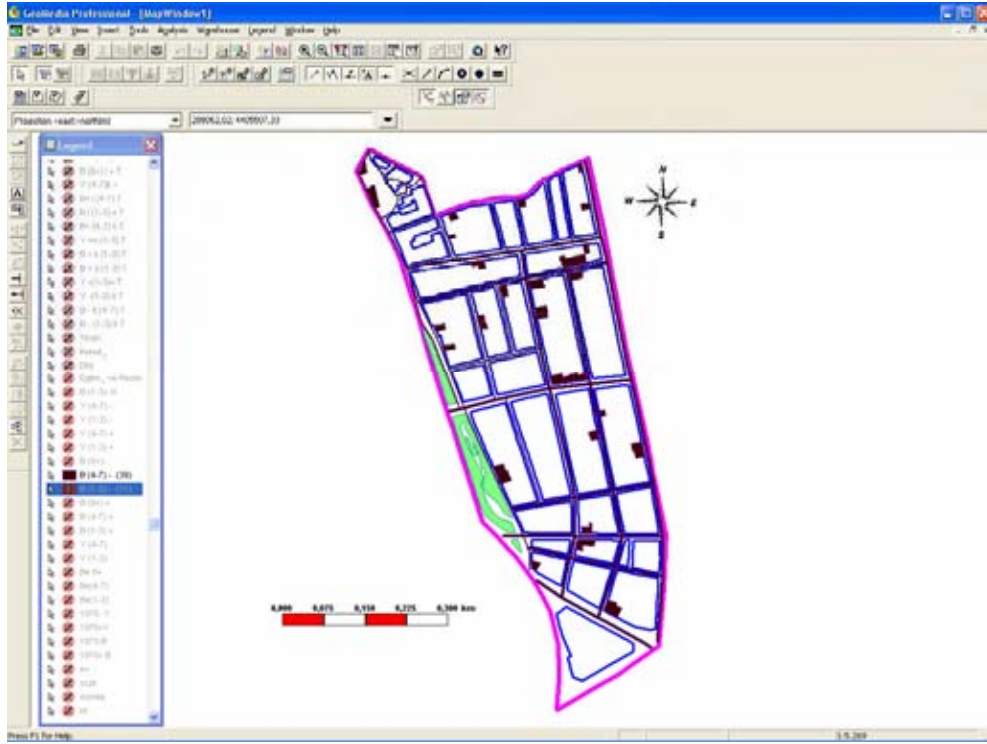
Şekil 5.21. 1975 yılından önce yapılan (4-7) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5,5 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi

Bu durumda 1975 yılı öncesinde yapılan 39 adet (4-7) katlı betonarme binanın performans noktasındaki beklenen az, orta, ağır ve çok ağır hasar durumundaki beklenen etkin kayıpları Çizelge 5.5’deki gibidir.

Çizelge 5.5. 1975 yılı öncesinde yapılan 39 adet (4-7) katlı betonarme binanın beklenen etkin kayıpları (5,24 cm)

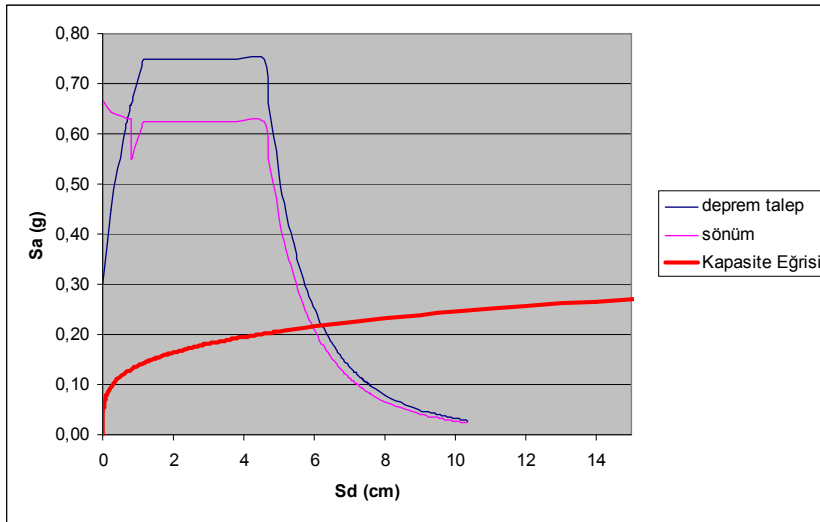
| Sd (cm) | B[Hasarsız] | B[Az] | B[Orta] | B[Ağır] | B[Çok Ağır] |
|----------------|--------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|
| 0 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,05 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,1 | 37 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1,2 | 37 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1,25 | 36 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 32 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 2,85 | 25 | 7 | 4 | 0 | 0 |
| 3 | 24 | 7 | 5 | 0 | 0 |
| 4 | 18 | 9 | 8 | 1 | 0 |
| 4,7 | 14 | 9 | 10 | 2 | 0 |
| 5 | 13 | 10 | 11 | 3 | 0 |
| 5,24 | 12 | 10 | 12 | 3 | 0 |

Çizelge 5.5.’ e göre etkin kayıp noktası olan 5,24 cm’de Şekil 5.22.’de CBS ortamında görülen çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan (4-7) katlı betonarme 39 adet binanın 12 tanesinde hiç hasar beklenmemekte, 10 tanesinde az hasar, 12 tanesinde orta hasar, 3 tanesinde ağır hasar beklenmekte, hiçbir binada çok ağır hasar beklenmemektedir.



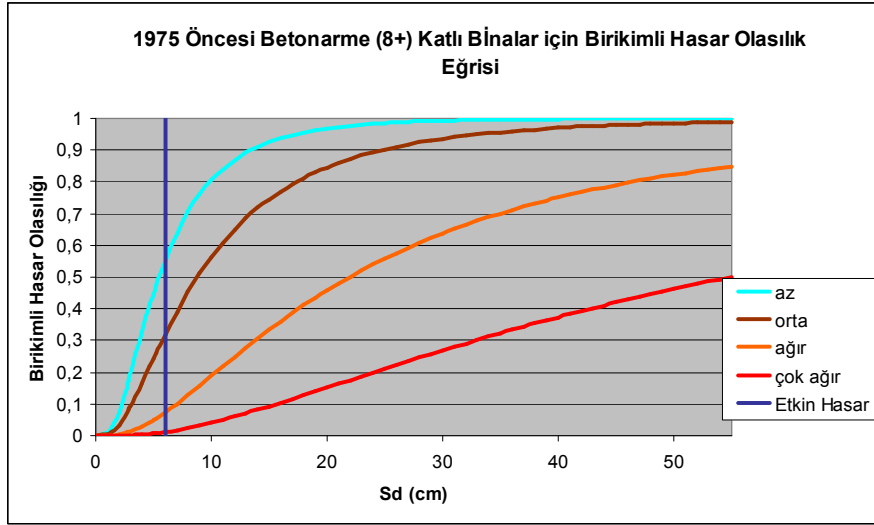
Şekil 5.22. Çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan (4-7) katlı betonarme 39 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi

5.6. 1975 Öncesi 8 ve Daha Fazla Katlı Betonarme Binaların Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Kayıplar ve Risk Haritası



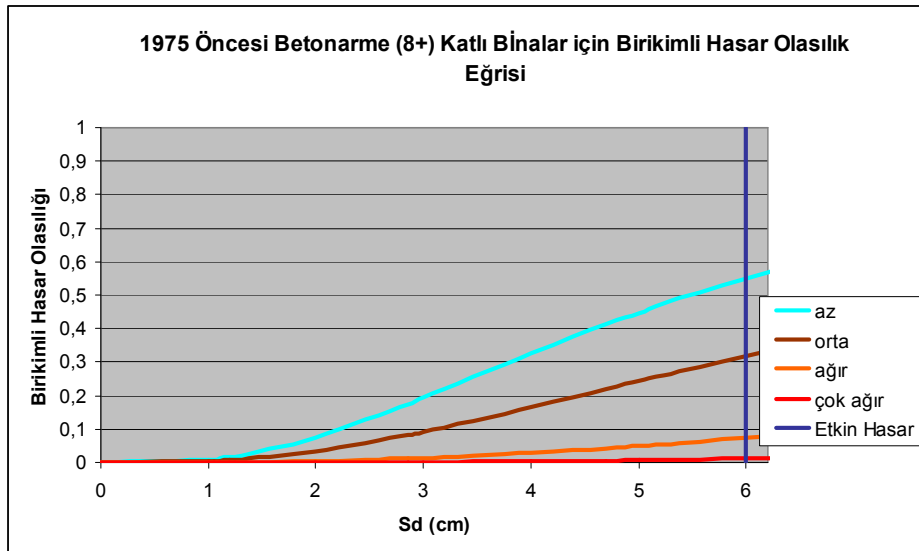
Şekil 5.23. 1975 yılından önce yapılan (8+) katlı betonarme binaların deprem talep eğrisi ve sönüm ve performans noktası

Şekil 5.23.'de görüldüğü gibi performans noktası 6 cm'dir. Bu noktadan etkin beklenen kaybı bulmak için 1975 yılı sonrasında yapılan (8+) katlı betonarme binaların (az, orta, ağır ve çok ağır) seviyedeki birikimli hasar olasılığı eğrisi Bölüm 4'de anlatıldığı gibi çizilir. Her bina tipi katsayısı ve yapım tarihi için ilgili katsayılar ektedir. 6 cm'lik spektral yer değiştirmesine karşı gelen dikme üzerindeki ayırık olasılıklar bize etkin kayıp olasılıklarını verir.



Şekil 5.24. 1975 yılından önce yapılan (8+) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıp'a karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası

Şekil 5.24.'nin daha hassas grafiği, Şekil 5.25'deki gibidir.



Şekil 5.25. 1975 yılından önce yapılan (8+) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 6,2 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi

Bu durumda 1975 yılı öncesinde yapılan 3 adet (8+) katlı betonarme binanın performans noktasındaki beklenen az, orta, ağır ve çok ağır hasar durumundaki beklenen etkin kayıpları Çizelge 5.6'daki gibidir.

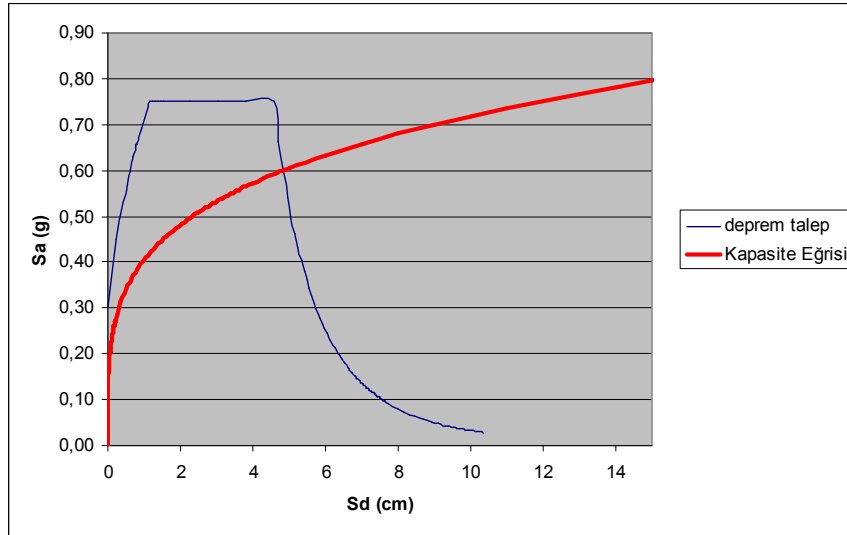
Çizelge 5.6. 1975 yılı öncesinde yapılan 3 adet (8+) katlı betonarme binanın beklenen etkin kayıpları (6 cm)

| Sd (cm) | B[Hasarsız] | B[Az] | B[Orta] | B[Ağır] | B[Çok Ağır] |
|----------------|--------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|
| 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,05 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,25 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,85 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4,7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5,24 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Çizelge 5.6.'ya göre etkin kayıp noktası olan 6 cm'de Şekil 5.26.'de CBS ortamında görülen çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan (8+) katlı betonarme 3 adet binanın sadece 1 tanesinde hasar olmaması beklenmekte, az, orta, ağır ve çok ağır hasarlı bina beklenmemektedir.

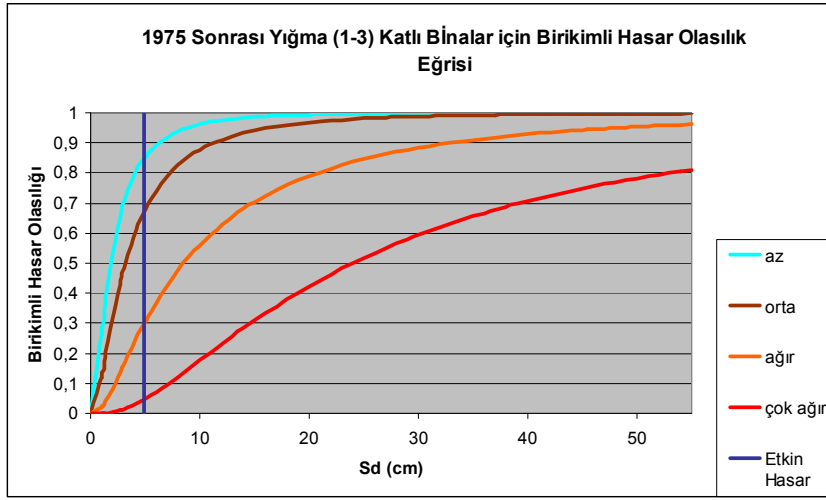
5.7. 1975 sonrası 1-3 Katlı Yığma Binaların Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Kayıplar ve Risk Haritası

1998 yılı Türkiye deprem yönetmeliğine göre yığma binalar için deprem sönüm oranıyla ilgili bir şart bulunmadığından yığma binalar için yapılan hesaplar sönümsüz olarak hesaplanmıştır.



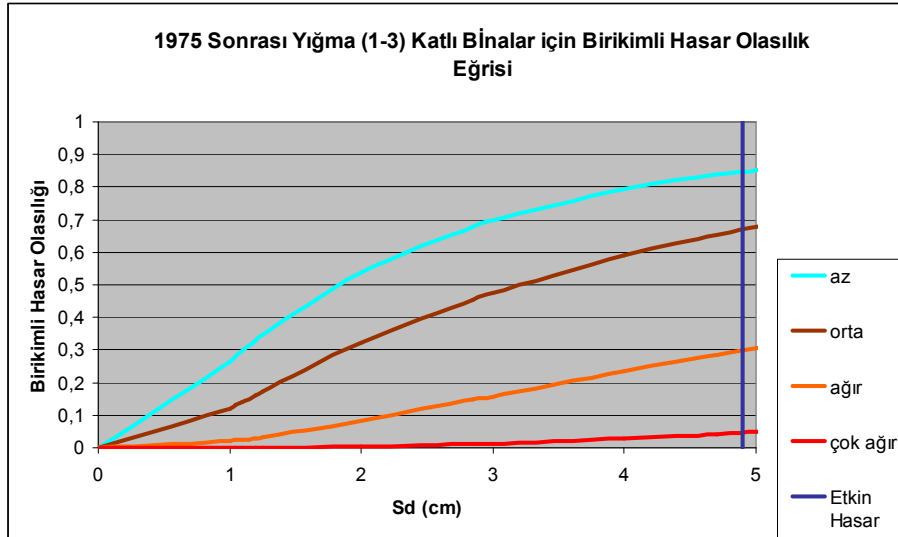
Şekil 5.27. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı yığma binaların deprem talep eğrisi ve performans noktası

Şekil 5.27.'de görüldüğü gibi performans noktası 4,9 cm'dir. Bu noktadan etkin beklenen kaybı bulmak için 1975 yılı sonrasında yapılan (1-3) katlı yığma binaların (az, orta, ağır ve çok ağır) seviyedeki birikimli hasar olasılığı eğrisi Bölüm 4'de anlatıldığı gibi çizilir. Her bina tipi katsayısı ve yapım tarihi için ilgili katsayılar ektedir. 4,9 cm'lik spektral yer değiştirmesine karşı gelen dikme üzerindeki ayrık olasılıklar bize etkin kayıp olasılıklarını verir.



Şekil 5.28. 1975 yılından önce yapılan (8+) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıp'a karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası

Şekil 5.28.'nin daha hassas grafiği, Şekil 5.29'deki gibidir.



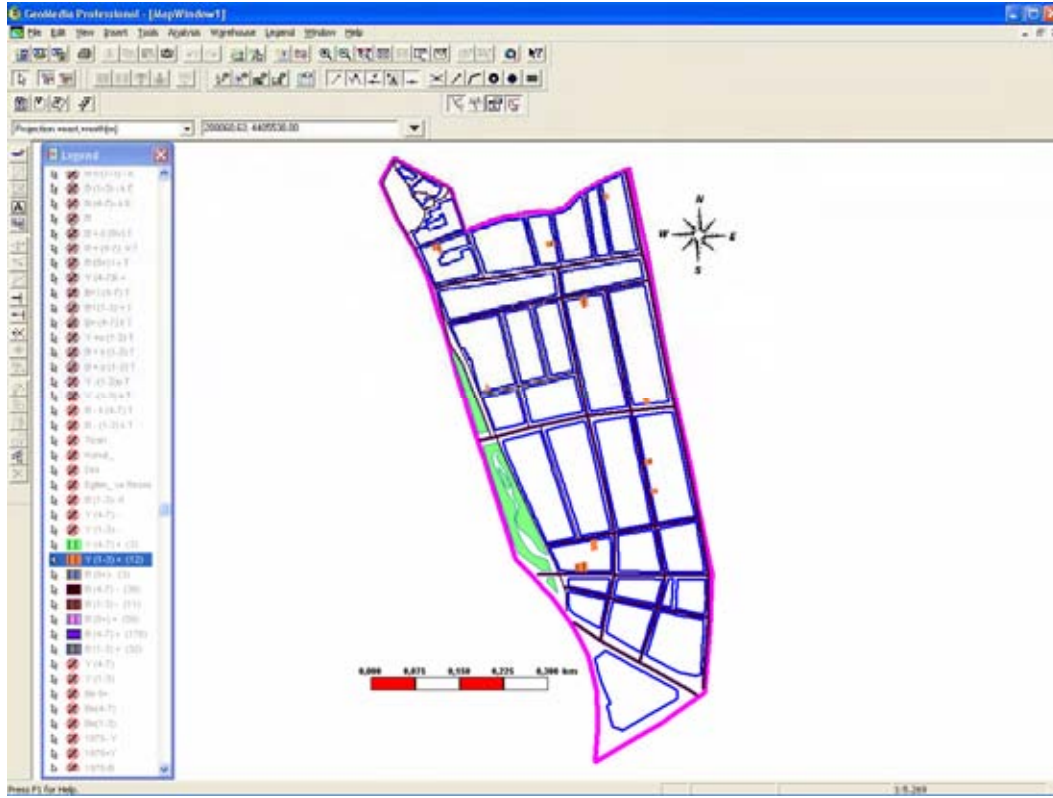
Şekil 5.29. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı yığma binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi

Bu durumda 1975 yılı öncesinde yapılan 12 adet (1-3) katlı yığma binanın performans noktasındaki beklenen az, orta, ağır ve çok ağır hasar durumundaki beklenen etkin kayıpları Çizelge 5.7'deki gibidir.

Çizelge 5.7. 1975 yılı sonrasında yapılan 12 adet (1-3) katlı yığma binanın beklenen etkin kayıpları (4,9 cm)

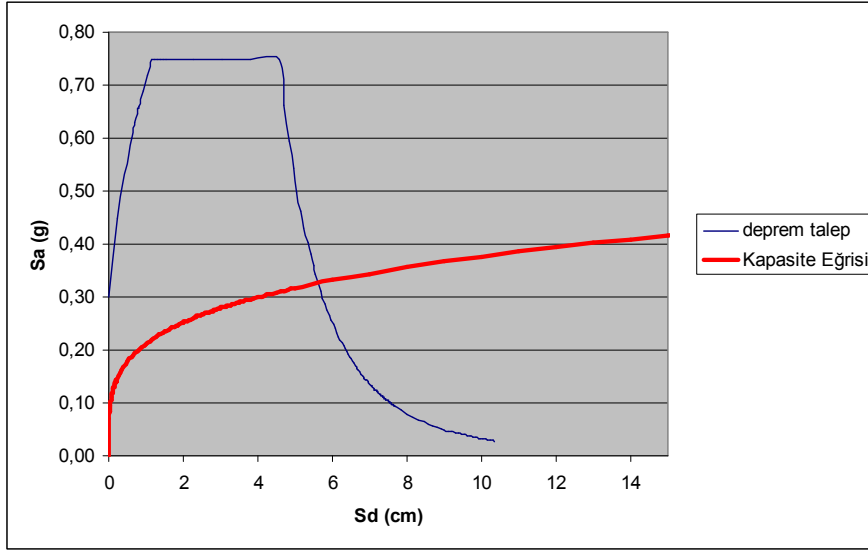
| Sd (cm) | B[Hasarsız] | B[Az] | B[orta] | B[Ağır] | B[Çok Ağır] |
|----------------|--------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|
| 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1,05 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1,1 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1,2 | 8 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 1,25 | 7 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 5 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2,85 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 0 |
| 4,7 | 1 | 2 | 4 | 3 | 0 |
| 4,9 | 1 | 2 | 4 | 3 | 0 |

Çizelge 5.7.'ye göre etkin kayıp noktası olan 4,9 cm'de Şekil 5.30.'da CBS ortamında görülen çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı yığma 12 adet binanın 1 tanesinde hasar beklenmemekte, 2 tanesinde az hasar, 4 tanesinde orta hasar, 3 tanesinde ağır hasar beklenmekte, hiçbir binada çok ağır hasar beklenmemektedir.



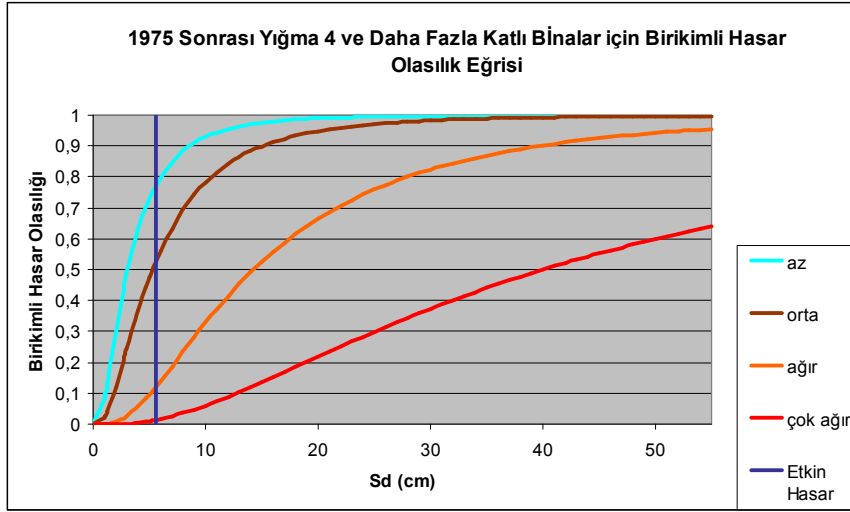
Şekil 5.30. Çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı yığma 12 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi

5.8. 1975 Sonrası 4 ve Daha Fazla Katlı Yığma Binaların Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Kayıplar ve Risk Haritası



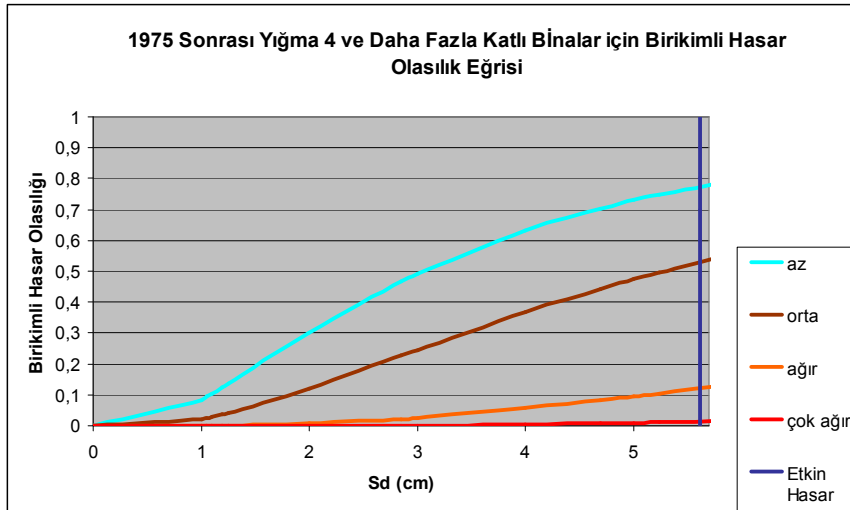
Şekil 5.31. 1975 yılından sonra yapılan 4 ve daha fazla katlı yığma binaların deprem talep eğrisi ve performans noktası

Şekil 5.31.'de görüldüğü gibi performans noktası 5,62 cm'dir. Bu noktadan etkin beklenen kaybı bulmak için 1975 yılı sonrasında yapılan 4 ve daha fazla katlı yığma binaların (az, orta, ağır ve çok ağır) seviyedeki birikimli hasar olasılığı eğrisi Bölüm 4'de anlatıldığı gibi çizilir. Her bina tipi katsayısı ve yapım tarihi için ilgili katsayılar ektedir. 5,62 cm'lik spektral yer değiştirmesine karşı gelen dikme üzerindeki ayırık olasılıklar bize etkin kayıp olasılıklarını verir.



Şekil 5.32. 1975 yılından önce yapılan (8+) katlı betonarme binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıp'a karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası

Şekil 5.32.'nin daha hassas grafiği, Şekil 5.33'deki gibidir.



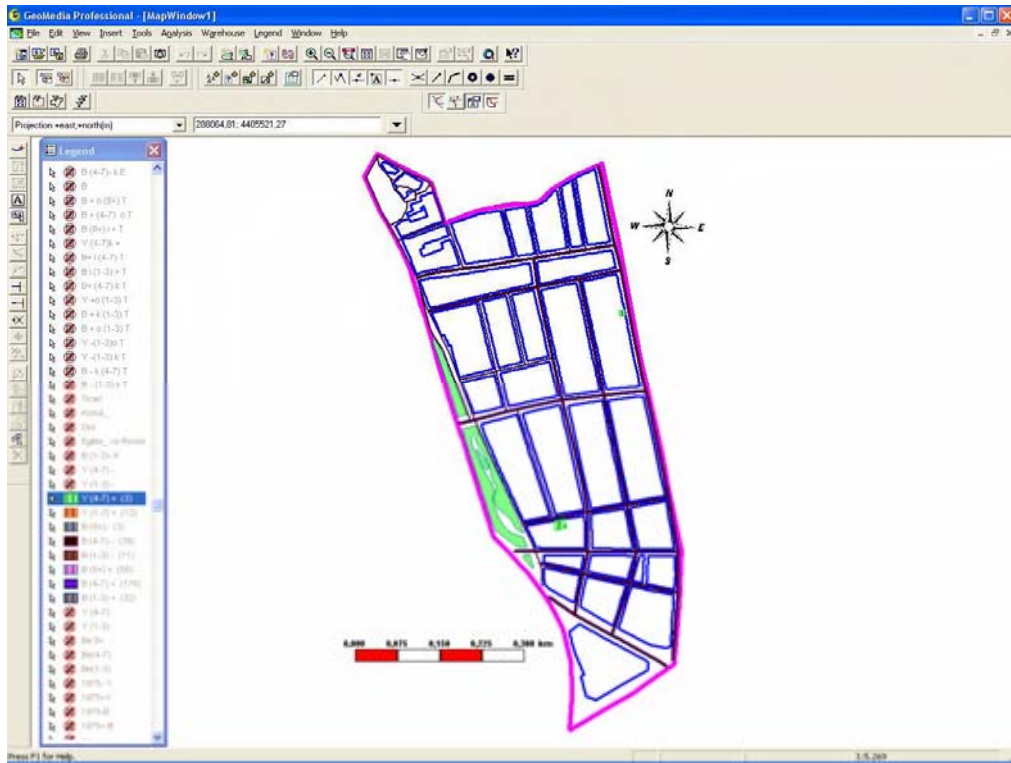
Şekil 5.33. 1975 yılından sonra yapılan 4 ve daha fazla katlı yığma binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5,7 cm'lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi

Bu durumda 1975 yılı öncesinde yapılan 12 adet (1-3) katlı yığma binanın performans noktasındaki beklenen az, orta, ağır ve çok ağır hasar durumundaki beklenen etkin kayıpları Çizelge 5.8'deki gibidir.

Çizelge 5.8. 1975 yılı sonrasında yapılan 3 adet 4 ve fazla katlı yığma binanın beklenen etkin kayıpları (5,62 cm)

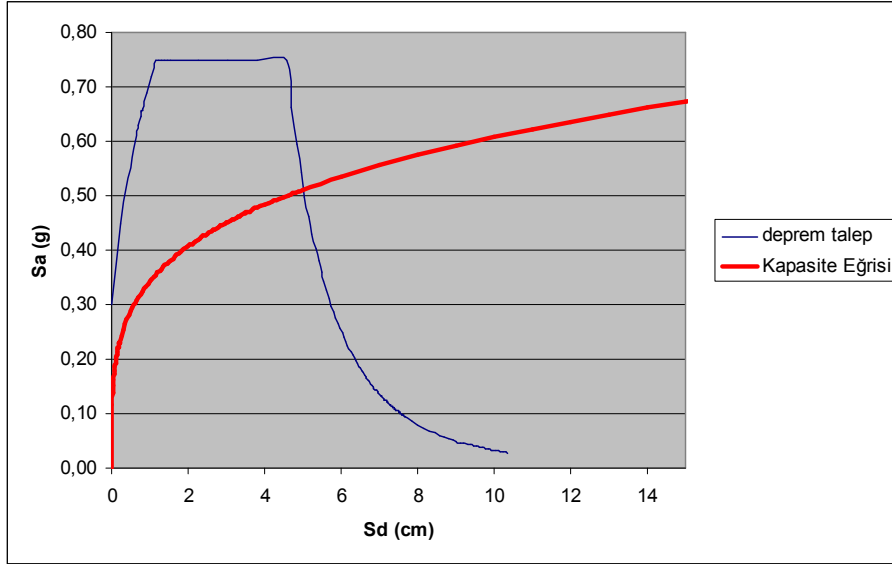
| Sd (cm) | B[Hasarsız] | B[Az] | B[Orta] | B[Ağır] | B[Çok Ağır] |
|----------------|--------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|
| 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,05 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,25 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,85 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4,7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5,24 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5,62 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

Çizelge 5.8.'e göre etkin kayıp noktası olan 5,62 cm'de Şekil 5.34.'de CBS ortamında görülen çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan 4 ve daha fazla katlı yığma 3 adet binanın hepsinde hasar beklenmekte, 1 tanesinde orta hasar beklenmekte, ağır ve çok ağır hasar beklenmemektedir.



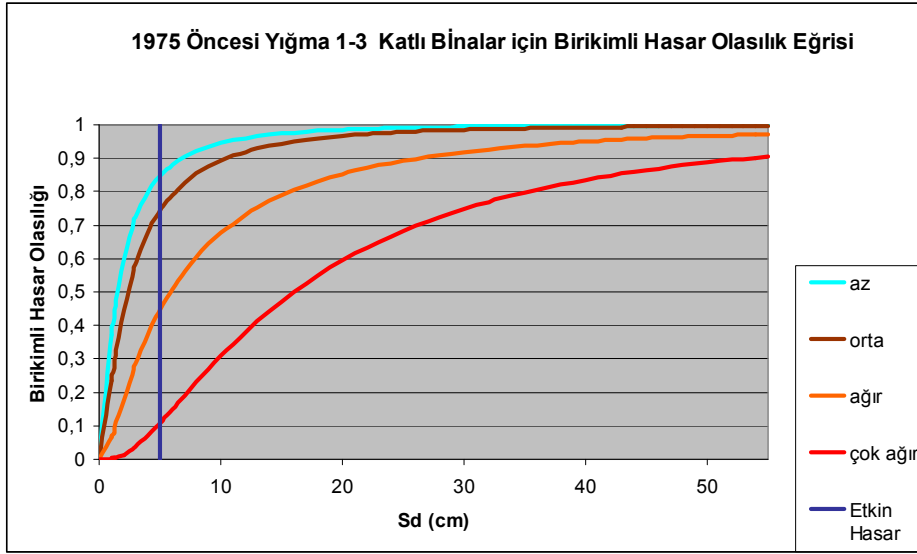
Şekil 5.34. Çalışma alanındaki 1975 yılından sonra yapılan 4 ve daha fazla katlı yığılma 3 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi

5.9. 1975 öncesi 1-3 Katlı yığma Binaların Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Kayıplar ve Risk Haritası



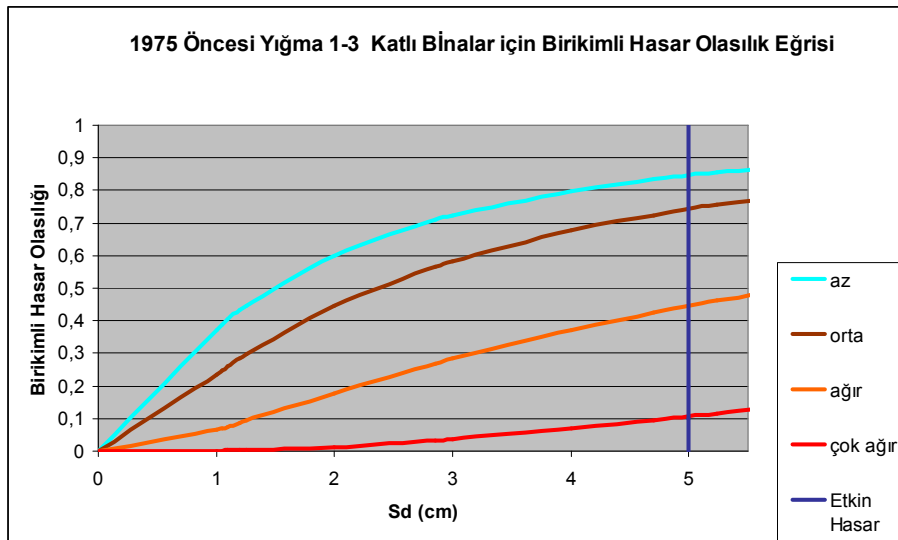
Şekil 5.35. 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı yığma binaların deprem talep eğrisi ve performans noktası

Şekil 5.35.'de görüldüğü gibi performans noktası 5 cm'dir. Bu noktadan etkin beklenen kaybı bulmak için 1975 yılı öncesinde yapılan (1-3) katlı yığma binaların (az, orta, ağır ve çok ağır) seviyedeki birikimli hasar olasılığı eğrisi Bölüm 4'de anlatıldığı gibi çizilir. Her bina tipi katsayısı ve yapım tarihi için ilgili katsayılar ektedir. 5 cm'lik spektral yer değiştirmesine karşı gelen dikme üzerindeki ayrık olasılıklar bize etkin kayıp olasılıklarını verir.



Şekil 5.36. 1975 yılından sonra yapılan (1-3) katlı yiğma binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıp'a karşılık gelen spektral yer değıştirme noktası

Şekil 5.36.'nin daha hassas grafiğı, Şekil 5.37'deki gibidir.



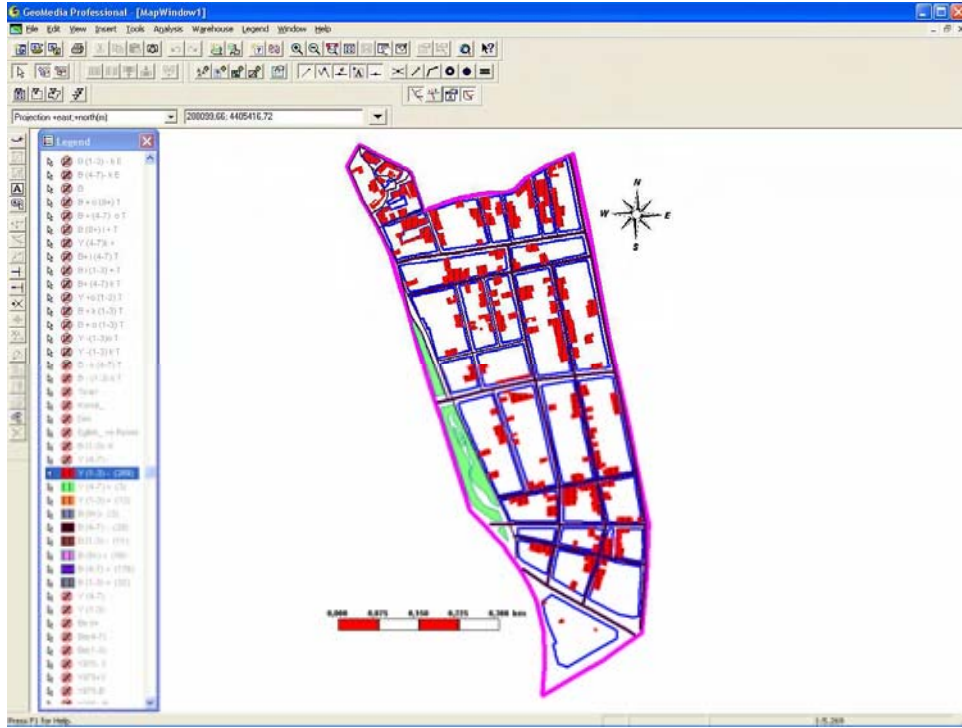
Şekil 5.37. 1975 yılından sonra yapılan 1-3 katlı yiğma binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 5,5 cm'lik spektral yer değıştirme içinde gösterimi

Bu durumda 1975 yılı öncesinde yapılan 289 adet (1-3) katlı yığma binanın performans noktasındaki beklenen az, orta, ağır ve çok ağır hasar durumundaki beklenen etkin kayıpları Çizelge 5.9'deki gibidir.

Çizelge 5.9. 1975 yılı sonrasında yapılan 289 adet (1-3) katlı yığma binanın beklenen etkin kayıpları (5 cm)

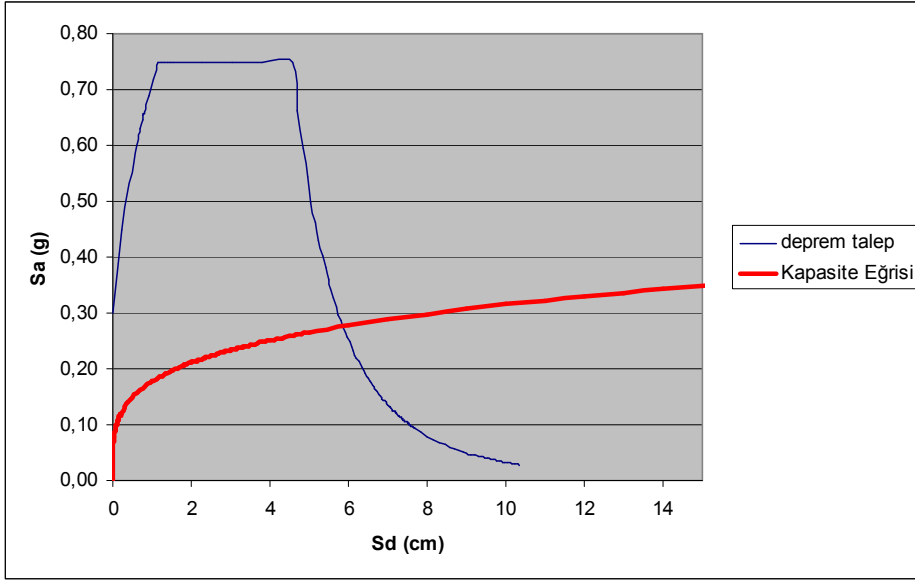
| Sd (cm) | B[Hasarsız] | B[Az] | B[Orta] | B[Ağır] | B[Çok Ağır] |
|----------------|--------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|
| 0 | 289 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 181 | 40 | 48 | 18 | 0 |
| 1,05 | 176 | 40 | 50 | 19 | 0 |
| 1,1 | 172 | 41 | 53 | 21 | 0 |
| 1,2 | 164 | 42 | 56 | 24 | 0 |
| 1,25 | 160 | 43 | 58 | 25 | 0 |
| 2 | 115 | 44 | 77 | 47 | 3 |
| 2,85 | 84 | 40 | 86 | 68 | 9 |
| 3 | 79 | 40 | 87 | 71 | 10 |
| 4 | 58 | 34 | 88 | 87 | 20 |
| 4,7 | 48 | 31 | 86 | 94 | 27 |
| 5 | 44 | 29 | 85 | 97 | 31 |

Çizelge 5.9.' e göre etkin kayıp noktası olan 5cm'de Şekil 5.38.'de CBS ortamında görülen çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı yığma 289 adet binanın 44 tanesinde hiçbir hasar beklenmemekte, 29 tanesinde az hasar beklenmekte, 85 tanesinde orta hasar beklenmekte, 97 tanesinde ağır hasar beklenmekte, 31 tanesinde çok ağır hasar beklenmektedir.



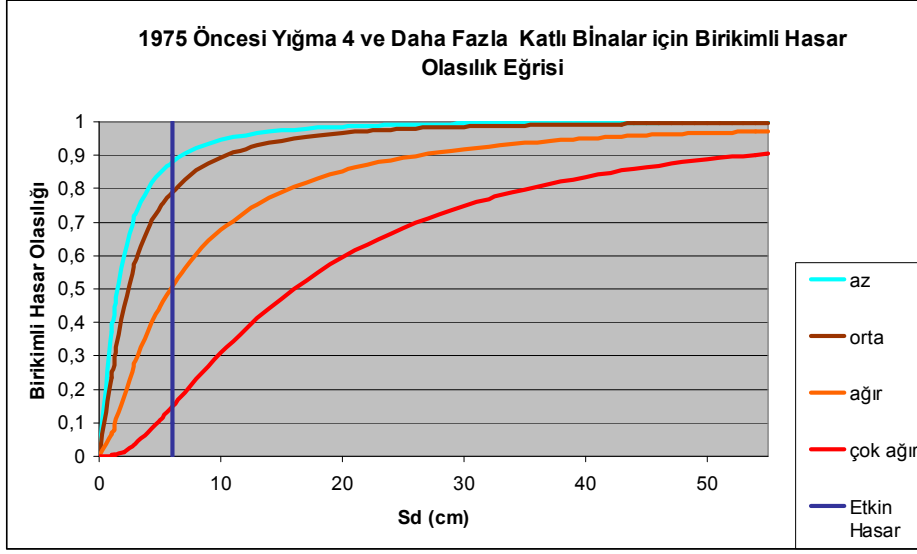
Şekil 5.38. Çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı yığma 289 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi

5.10. 1975 öncesi 4 ve Daha Fazla Katlı Yığma Binaların Birikimli Hasar Olasılık Eğrisi için Beklenen Kayıplar ve Risk Haritası



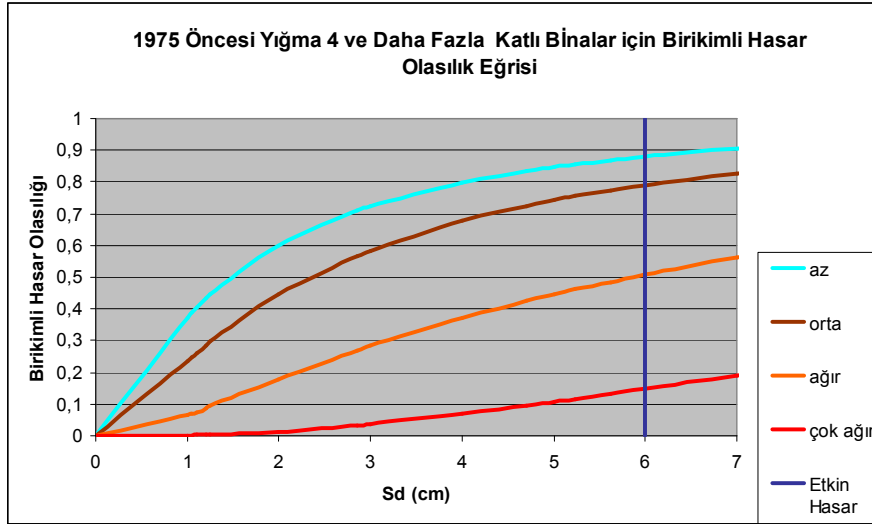
Şekil 5.39. 1975 yılından önce yapılan 4 ve daha fazla katlı yığma binaların deprem talep eğrisi ve performans noktası

Şekil 5.39.'da görüldüğü gibi performans noktası 6 cm'dir. Bu noktadan etkin beklenen kaybı bulmak için 1975 yılı öncesinde yapılan 4 ve daha fazla katlı yığma binaların (az, orta, ağır ve çok ağır) seviyedeki birikimli hasar olasılığı eğrisi Bölüm 4'de anlatıldığı gibi çizilir. Her bina tipi katsayısı ve yapım tarihi için ilgili katsayılar ektedir. 6 cm'lik spektral yer değiştirmesine karşı gelen dikme üzerindeki ayırık olasılıklar bize etkin kayıp olasılıklarını verir.



Şekil 5.40. 1975 yılından sonra yapılan 4 ve daha fazla katlı yığma binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kayıp'a karşılık gelen spektral yer değiştirme noktası

Şekil 5.40.'ın daha hassas grafiği, Şekil 5.41'deki gibidir.



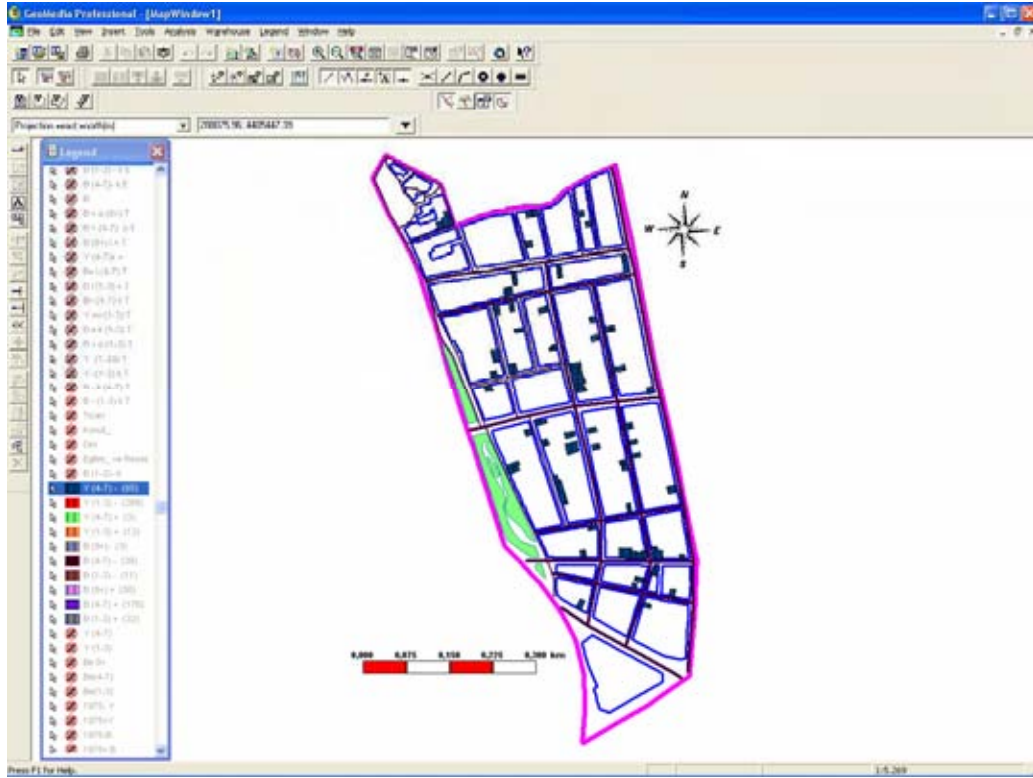
Şekil 5.41. 1975 yılından sonra yapılan 4 ve daha fazla katlı yığma binaların birikimli hasar olasılık eğrisi ve etkin kaybın ilk 7 cm' lik spektral yer değiştirme içinde gösterimi

Bu durumda 1975 yılı öncesinde yapılan 65 adet 4 ve daha fazla katlı yığma binanın performans noktasındaki beklenen az, orta, ağır ve çok ağır hasar durumundaki beklenen etkin kayıpları Çizelge 5.10'daki gibidir.

Çizelge 5.10. 1975 yılı öncesinde yapılan 65 adet 4 ve daha fazla katlı yığma binanın beklenen etkin kayıpları (6 cm)

| Sd (cm) | B[Hasarsız] | B[Az] | B[Orta] | B[Ağır] | B[Çok Ağır] |
|----------------|--------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|
| 0 | 65 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 54 | 6 | 3 | 0 | 0 |
| 1,05 | 53 | 6 | 4 | 0 | 0 |
| 1,1 | 52 | 7 | 4 | 0 | 0 |
| 1,2 | 50 | 8 | 5 | 0 | 0 |
| 1,25 | 49 | 8 | 5 | 0 | 0 |
| 2 | 38 | 12 | 12 | 2 | 0 |
| 2,85 | 28 | 13 | 18 | 4 | 0 |
| 3 | 26 | 13 | 18 | 5 | 0 |
| 4 | 19 | 12 | 22 | 8 | 1 |
| 4,7 | 15 | 11 | 24 | 11 | 2 |
| 5 | 13 | 11 | 24 | 12 | 2 |
| 5,24 | 13 | 11 | 25 | 12 | 2 |
| 5,62 | 11 | 10 | 25 | 13 | 3 |
| 6 | 10 | 10 | 25 | 15 | 3 |

Çizelge 5.10.' e göre etkin kayıp noktası olan 6 cm'de Şekil 5.42.'de CBS ortamında görülen çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan (1-3) katlı yığma 65 adet binanın 7 tanesinde hiçbir hasar beklenmemekte, 5 tanesinde az hasar beklenmekte, 18 tanesinde orta hasar beklenmekte, 23 tanesinde ağır hasar beklenmekte, 9 tanesinde çok ağır hasar beklenmektedir.



Şekil 5.42. Çalışma alanındaki 1975 yılından önce yapılan 4 ve daha fazla katlı
yığma 65 adet risk altındaki binanın CBS ortamında gösterimi

Eğitim ve resmi tipli binalar için bina önem katsayısı 1998 deprem yönetmeliğine uygun olarak 1,4 ve 1,5 olarak alınmıştır. Performans noktaları artsada bina önem katsayıları göz önünde bulundurularak binaların ait oldukları sınıflardaki sayıları az olduğu için beklenen dört farklı hasar seviyesindeki etkin kayıpları çok az çıkmıştır. Bu yüzden bu tip binalar için kendi yapı sınıflarındaki sayıları çok olan bina sınıflarının önem katsayılarına dahil olduğu varsayılarak, analiz yapılmıştır.

Çizelge 5.11. Çalışma alanındaki sınıflanmış binaların etkin kayıp noktaları ve farklı hasar seviyelerindeki beklenen kayıp sayıları

| | BETONARME | | | | | | YIĞMA | | | |
|--|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | (1-3) | | (4-7) | | (8+) | | (1-3) | | (4-7) | |
| | 1975 YILI ÖNCESİ YAPILAN | 1975 YILI SONRASI YAPILAN | 1975 YILI ÖNCESİ YAPILAN | 1975 YILI SONRASI YAPILAN | 1975 YILI ÖNCESİ YAPILAN | 1975 YILI SONRASI YAPILAN | 1975 YILI ÖNCESİ YAPILAN | 1975 YILI SONRASI YAPILAN | 1975 YILI ÖNCESİ YAPILAN | 1975 YILI SONRASI YAPILAN |
| BİNA SAYISI | 11 | 32 | 39 | 176 | 3 | 58 | 289 | 12 | 65 | 3 |
| ETKİN KAYIP NOKTASI (CM) | 5 | 2,85 | 5,24 | 4,7 | 6 | 5,24 | 5 | 4,9 | 6 | 5,62 |
| BEKLENEN HASARSIZ BİNA SAYISI | 2,25 | 12,90 | 12,65 | 67,25 | 1,34 | 30,60 | 44,58 | 1,82 | 10,09 | 0,53 |
| BEKLENEN HAFİF HASARLI BİNA SAYISI | 1,76 | 7,66 | 10,00 | 53,56 | 0,69 | 16,73 | 29,92 | 2,13 | 10,01 | 0,48 |
| BEKLENEN ORTA HASARLI BİNA SAYISI | 4,35 | 9,14 | 12,15 | 50,13 | 0,73 | 9,58 | 85,71 | 4,46 | 25,54 | 1,17 |
| BEKLENEN AĞIR HASARLI BİNA SAYISI | 1,98 | 2,07 | 3,34 | 44,11 | 0,18 | 0,91 | 97,58 | 3,02 | 15,04 | 0,64 |
| BEKLENEN ÇOK AĞIR HASARLI BİNA SAYISI | 0,64 | 0,20 | 0,83 | 0,93 | 0,035 | 00,05 | 31,19 | 0,54 | 3,90 | 0,15 |

6. TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Eskişehir İli Deliklitaş mahallesindeki binaların %46'sı betonarme %54'ü yığma taşıyıcı sisteme ait binalardan oluşmaktadır. 1998 Türkiye deprem yönetmeliğine ve Hazus 1999 deprem projesine (senaryosuna) göre gerçek (denenerek bulunmuş) parametre değerleriyle yapılan istatistiksel çözümlenelerde katsayıları (kat yükseklikleri) aynı kat sınıfında olmak koşuluyla betonarme binaların yığma binalara göre daha az beklenen etkin kayba uğrayacağı ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında çalışma alanındaki 1975 önce yapılmış olan yığma bina tiplerinin fazla olması ve bu bina tiplerinin yapılan istatistiksel çözümlenelerde beklenen etkin kayıplarının fazla çıkması Eskişehir ili Deliklitaş mahallesinde bulunan 1975 yılı öncesinde yapılmış olan yığma binaların büyük risk altında olduğunu göstermektedir.

Her bir bina tipi, katsayılarına(kat yükseklikleri) ve yapım tarihlerine, yapı dinamiğine ve istatistiksel çözümlenelere bağlı olarak etkin beklenen kayıpları sonuçları uygulama kısmında verilmiştir. Özellikle 1998 yılından sonra yapılan binalar 1998 Türkiye deprem yönetmeliğine uygun olarak yapıldığı için bu tip binalarda fazla bir risk olmaması ihtimali yüksektir. Bu binaların içinde betonarme (1-3) katlı binaların performans noktasına karşılık gelen spektral yer değiştirme değerleri en az olacağı için en az riske sahip binalardır.

Her şeye rağmen en kötü ihtimal düşünülerek başta yukarıda belirtilen yapı tiplerinde yaşayanlar ve geri kalan yapı tiplerinde yaşayanlar gerekli önlemleri almalıdır.

KAYNAKLAR

AYDAY C., TUNCAN M. ve ALTAN M., vd., *Eskişehir Yerleşim Yeri Mühendislik Jeoloji Haritasının Hazırlanması*, Anadolu Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi, Anadolu Üniversitesi Uydu Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye (2001).

BEYAZIT, M ve OĞUZ, B., *Mühendisler İçin İstatistik*, Birsen Yayınevi, İstanbul, Türkiye (1985).

CELEP, Z. ve KUMBASAR, N., *Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı*, Beta Dağıtım, İstanbul, Türkiye (2004).

CELEP, Z. ve KUMBASAR, N., *Yapı dinamiği*, Rehber Matbaacılık, İstanbul, Türkiye, (2001).

DEMİRTAŞ R. ve ERKMEN C., *Deprem ve Jeoloji*, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, Türkiye (2000)

EROL, A.İ. *Yapılarda Taşığı Sistemler*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Matbaası, Zonguldak, Türkiye, (1997).

ERSOY, U., *Betonorme- Temel ilkeler ve taşıma gücü hesabı*, Evrim Yayınevi, İstanbul, Türkiye (2001).

HAZUS, *Direct phssical damage-General building stock*, Washington D.C. USA (1999).

http-1: <http://www.cgrpttc.lsu.edu/products/stats/stats.pdf>

http-2:<http://www.ibb.gov.tr/deprem/mikrobolgeleme/afetonlem/pdf/afetonlem-kisim8.pdf>

http-3: <http://www.izmir-bld.gov.tr/izmirdeprem/chp7.html>

İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI İZMİR ŞUBESİ EĞİTİM MERKEZİ, *Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik (1998)*, İnşaat mühendisleri odası İzmir şubesi, Yayın No:25, İzmir (1999).

KARA, İ., *Olasılık*, Bilim ve Teknik Yayınevi, Eskişehir, Türkiye (1994).

SAĞANAK, C., *Betonarme kesitlerin Düktilitelerinin Araştırılması*, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilimdalı Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, Türkiye (1993).

SARAÇOĞLU, B., FERHAN, Ç., *Matematiksel İstatistik Olasılık ve Önemli Dağılımlar*, Gazi Büro Kitabevi, Ankara, Türkiye (1995).

YOMRALIOĞLU, T., *Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar*, Trabzon, Türkiye, (2002).

EKLER

EK-1 Kapasite Katsayıları (inch)

| Bina Sınıfları | Kat Sayısı | Au | Du | Ay | Dy | Cs | α_1 | α_2 | γ | λ | μ | Te |
|--|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|----------|-----------|-------|-----------|
| Betonarme 1975 sonrası yapılmış | (1-3) | 0,375 | 3,52 | 0,125 | 0,2 | 0,067 | 0,8 | 0,75 | 1,5 | 3 | 6 | 0,4 |
| | (4-7) | 0,312 | 6,91 | 0,104 | 0,58 | 0,067 | 0,8 | 0,75 | 1,25 | 3 | 4 | 0,75 |
| | 8+ | 0,147 | 9,05 | 0,049 | 1,01 | 0,033 | 0,75 | 0,6 | 1,1 | 3 | 3 | 1,45 |
| Betonarme 1975 Öncesi yapılmış | (1-3) | 0,187 | 1,76 | 0,062 | 0,1 | 0,033 | 0,8 | 0,75 | 1,5 | 3 | 5 | 0,4 |
| | (4-7) | 0,156 | 3,46 | 0,052 | 0,29 | 0,033 | 0,8 | 0,75 | 1,25 | 3 | 3,3 | 0,75 |
| | 8+ | 0,073 | 4,52 | 0,024 | 0,5 | 0,017 | 0,75 | 0,6 | 1,05 | 3 | 2,5 | 1,45 |
| Yığma 1975 Sonrası yapılmış | (1-3) | 0,267 | 1,6 | 0,133 | 0,16 | 0,05 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 2 | 6 | 0,35 |
| | (4-7) | 0,222 | 2,31 | 0,111 | 0,35 | 0,038 | 0,75 | 0,75 | 1,25 | 2 | 4 | 0,5 |
| Yığma 1975 Öncesi yapılmış | (1-3) | 0,4 | 2,4 | 0,2 | 0,24 | 0,04 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 2 | 5 | 0,35 |
| | (4-7) | 0,222 | 1,81 | 0,111 | 0,27 | 0,03 | 0,75 | 0,75 | 1,25 | 2 | 3 | 0,5 |

EK-2 Spektral Yer Değiştirmeye Bağlı Birikimli Hasar Olasılık Eğrileri İçin Bina Sınıflarına ve Kat Sayılarına Göre Kullanılan Medyan ve Sapma Değerleri (inch)

| Bina Sınıfları | Kat Sayısı | Az Hasar | | Orta Hasar | | Ağır Hasar | | Çok ağır Hasar | |
|-------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| | | Medyan | Sapma | Medyan | Sapma | Medyan | Sapma | Medyan | Sapma |
| Betonarme 1975 sonrası | (1-3) | 0,9 | 0,89 | 1,56 | 0,9 | 4,2 | 0,9 | 10,8 | 0,89 |
| | (4-7) | 1,5 | 0,7 | 2,6 | 0,7 | 7 | 0,7 | 18 | 0,89 |
| | 8+ | 2,16 | 0,66 | 3,74 | 0,66 | 10,08 | 0,76 | 25,92 | 0,91 |
| Betonarme 1975 Öncesi | (1-3) | 0,9 | 0,95 | 1,44 | 0,91 | 3,6 | 0,85 | 9 | 0,97 |
| | (4-7) | 1,5 | 0,7 | 2,4 | 0,74 | 6 | 0,86 | 15 | 0,98 |
| | 8+ | 2,16 | 0,7 | 3,46 | 0,81 | 8,64 | 0,89 | 21,6 | 0,98 |
| Yığma 1975 Sonrası | (1-3) | 0,72 | 0,96 | 1,25 | 0,99 | 3,37 | 1,05 | 9,45 | 0,94 |
| | (4-7) | 1,2 | 0,81 | 2,08 | 0,82 | 5,61 | 0,8 | 15,75 | 0,89 |
| Yığma 1975 Öncesi | (1-3) | 0,58 | 1,2 | 0,92 | 1,17 | 2,31 | 1,17 | 6,3 | 0,94 |
| | (4-7) | 0,96 | 0,91 | 1,54 | 0,89 | 3,85 | 0,89 | 10,5 | 0,96 |