

T.C.  
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERZİNCAN' DA MEVCUT BİNALARIN BÖLGESEL AFET RİSK  
DAĞILIMININ BELİRLENMESİ

Ayşe BAŞGÖZE

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Arzu GÜNCÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI

ERZİNCAN  
2020  
Her Hakkı Saklıdır.

## Bilimsel Etiğe Uygunluk Sayfası

“Erzincan' da Mevcut Binaların Bölgesel Afet Risk Dağılımının Belirlenmesi” isimli “Yüksek Lisans” tezim tarafımca intihal tespit programı ile incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığını taahhüt ederim.

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiğı gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim. 27/08/2020

  
Ayşe BAŞGÖZE

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ERZİNCAN' DA MEVCUT BİNALARIN BÖLGESEL AFET RİSK DAĞILIMININ BELİRLENMESİ

Ayşe BAŞGÖZE

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Arzu GÜNCÜ

Ülkemiz önemli deprem kuşağı üzerinde yer almakta olup, nüfusun çoğu deprem tehlikesi altında yaşamaktadır. Günümüze kadar meydana gelmiş depremler, oluşan can ve mal kayıpları bunun en büyük göstergesidir. Ülkemizin sismik olarak en aktif bölgelerinden biri olan Erzincan ili tarihsel süreçte birçok yıkıcı depremlere maruz kalmıştır. 1939 Erzincan'da meydana gelen deprem şiddeti ve doğurduğu hasar sonuçları ile Anadolu coğrafyasının en büyük depremlerinden biri olarak tarihe geçmiştir. 1939'da meydana gelen depremin ardından Erzincan afet yerine dönüşmüş, kent başka bir alanda yeniden inşa edilmiştir. 13 Mart 1992'de kentte yıkıcı bir deprem daha meydana gelmiş, yüzlerce bina hasar almış veya yıkılmıştır. Depremin meydana getirdiği bu durum kent yerleşimindeki mevcut yapı stokunun yapısal olarak irdelenmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu kapsamda çok sayıda bina hızlı ve ekonomik olarak değerlendirilmesi için hızlı tarama yöntemine ihtiyaç duyulmuştur. Çalışmada ODTÜ tarafından geliştirilen, hızlı tarama yöntemlerinden biri olan birinci kademe (sokaktan tarama) değerlendirme yöntemi uygulanmıştır. Bu çerçevede belirlenen alanlarda tüm betonarme konut yapıları sokaktan tarama yöntemi ile değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlarla bina performans puanları hesaplanmıştır. Böylelikle binaların deprem riskine karşı öncelik sıralamaları belirlenmiştir. Çalışma yapılan alanlarda "Erzincan (Merkez) Belediyesinin İmar Planına Esas Jeolojik/Jeoteknik Etüt Raporu"nda yer alan zemin etüt çalışmaları ile oluşturulmuş raster haritalar ArcGIS programında sayısallaştırılarak çalışmada altlık olarak kullanılmıştır. Saha ve zemin etüt çalışmalarından elde edilen veriler birleştirilerek risk haritaları oluşturulmuştur. Bu tez ile kent yerleşimindeki binalar afet riski yönünden değerlendirilerek bölgesel ölçekte bir envanter oluşturulmuştur. Yerel yöneticiler tarafından yürütülecek olan afete hazırlık strateji ve planlamalarında bilgi tabanının oluşturulmasına ve afet kaynaklı zarar azaltma çalışmalarına altlık oluşturması hedeflenmektedir.

2020, 143 Sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Afet, deprem riski, erzincan, sokaktan tarama yöntemi

## ABSTRACT

Master Thesis

### DETERMINATION OF REGIONAL DISASTER RISK DISTRIBUTION OF EXISTING BUILDINGS IN ERZİNCAN

Ayşe BAŞGÖZE

Erzincan Binali Yıldırım University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Civil Engineering

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Arzu GÜNCÜ

Our country is located on an important earthquake zone and most of the population lives under earthquake danger. Earthquakes that have occurred until today and the loss of life and property are the biggest indicators of this. Erzincan province, which is one of the most seismically active regions of our country has been exposed to many devastating earthquakes in the historical process. The earthquake that occurred in Erzincan in 1939 went down in history as one of the biggest earthquakes in the Anatolian geography with its severity and the consequences of damage. After the earthquake in 1939, Erzincan turned into a disaster area and the city was rebuilt in another area. On March 13, 1992, another devastating earthquake occurred in the city, hundreds of buildings were damaged or destroyed. This situation caused by the earthquake has made it necessary to structurally examine the existing building stock in the city settlement. In this context, a fast scanning method was needed to evaluate many buildings quickly and economically. In the study, the first stage (scanning from the street) evaluation method, which is one of the fast screening methods developed by METU, was applied. In the areas determined within this framework, all reinforced concrete residential structures were evaluated with the method of scanning from the street and building performance scores were calculated with the results obtained. Thus, priority rankings of buildings against earthquake risk were determined. In the study areas, the raster maps created with the soil survey studies in the "Geological / Geotechnical Survey Report Based on the Zoning Plan of Erzincan (Center) Municipality" were digitized in the ArcGIS program and used as a base in the study. The data obtained from field and ground surveys were combined and risk maps were created. With this thesis, the buildings in the city settlement were evaluated in terms of disaster risk and an inventory was created on a regional scale. It is aimed to create a knowledge base in the disaster preparedness strategy and planning to be carried out by local administrators and to provide a basis for disaster related mitigation efforts.

**2020, 143 Pages**

**Keywords:** Disaster, earthquake risk, erzincan, street screening method



## TEŐEKKÖR

Tez sürecim boyunca her aşamada yardım, destek ve yönlendirmelerini benden esirgemeyen saygı değer hocam, danışmanım Doktor Öğretim Üyesi Sayın Arzu GÜNCÜ' ye, yardım ve bilgilerinden ötürü bölüm hocam Doktor Öğretim Üyesi Sayın İsmet ULUSU' ya, il dışından tez savunmama katkıda bulunan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Asena SOYLUK' a, tez çalışmamda her türlü kaynak desteğinde bulunan Erzincan Belediyesi İmar Müdürlüğü bölümü ve çalışanlarına, hayatım boyunca sağladıkları maddi ve manevi tüm imkanlar ve destekler için aileme teşekkürlerimi borç bilirim.

Ayşe BAŞGÖZE

Ağustos, 2020

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR .....	xiii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>7</b>
<b>3. KURAMSAL TEMELLER.....</b>	<b>12</b>
3.1. Deprem ve Türkiye'nin Depremselliği.....	12
3.2. Afet, Tehlike, Risk ve Risk Yönetimi .....	14
3.3. Dünyada ve Türkiye'de Deprem Kaynaklı Afet Risk Azaltma Çalışmaları ....	16
3.3.1. Dünyada yapılan risk azaltma çalışmaları.....	16
3.3.2. Türkiye'de yapılan risk azaltma çalışmaları .....	18
3.3.2.1. İstanbul deprem master planı.....	19
3.3.2.2. Zeytinburnu pilot projesi .....	21
3.3.2.3. İzmir Büyükşehir Belediyesi radius projesi.....	22
3.3.2.4. İstanbul ili sismik mikro-bölgeleme dahil afet önleme/azaltma temel planı çalışması.....	23
3.3.2.5. Erzincan'da olası deprem hasarlarının belirlenmesi.....	24
3.4. Hızlı Değerlendirme Yöntemleri.....	26
3.4.1. FEMA 154.....	26
3.4.2. P25 yöntemi .....	27
3.4.3. Birinci aşama değerlendirme (sokak taraması)- ODTÜ yöntemi .....	29
3.4.4. Sokak taraması yöntemi- YTÜ- BÜ.....	30
3.4.5. 6306 sayılı afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi hakkında kanun değerlendirme yöntemi .....	31
<b>4. MATERYAL ve YÖNTEM .....</b>	<b>33</b>
4.1. Araştırma Alanı .....	33
4.1.1. Coğrafik ve demografik özellikleri .....	33
4.1.2. Sismolojik özellikleri ve depremselliği.....	33

4.1.3. Erzincan ilinin afet riski ve depremselliği .....	36
4.2. Yöntem .....	44
4.2.1. Yöntemin uygulama adımları.....	46
4.2.1.1. Çalışmanın yapılacağı mahallelerin belirlenmesi .....	46
4.2.1.2. Mahallelere ve binalara ilişkin jeolojik verilerin ArcGIS programı ile analizi ve haritalandırılması .....	49
4.2.1.3. Sokaktan tarama yönteminin uygulanması .....	49
4.2.1.4. ArcGIS programı ile risk haritalarının oluşturulması.....	62
<b>5. ARAŞTIRMA BULGULARI.....</b>	<b>64</b>
5.1. CBS Yöntemiyle Erzincan Jeolojik Raster Haritalarının ArcGIS Programında Sayısallaştırılması.....	64
5.1.1. İncelenen binaların eğim haritasına göre analizleri .....	64
5.1.2. İncelenen mahallelerin yerleşime uygunluk açısından değerlendirilmesi	65
5.1.3. İncelenen mahalle ve binaların zemin sınıfı haritasına göre dağılımlar ...	67
5.1.4. İncelenen binaların sıvılaşma haritasına göre analizleri .....	68
5.2. Mahalle Ölçeğinde Binaların Risk Değerlendirmesi.....	68
5.2.1. Yunus Emre mahallesi .....	69
5.2.1.1. Genel değerlendirme.....	69
5.2.1.2. Risk değerlendirmesi .....	76
5.2.2. Akşemsettin mahallesi .....	77
5.2.2.1. Genel değerlendirme.....	78
5.2.2.2. Risk değerlendirmesi .....	84
5.2.3. Barbaros mahallesi .....	85
5.2.3.1. Genel değerlendirme.....	86
5.2.3.2. Risk değerlendirmesi .....	93
5.2.4. Fatih mahallesi .....	94
5.2.4.1. Genel değerlendirme.....	95
5.2.4.2. Risk değerlendirmesi .....	102
5.2.5. Kızılay mahallesi.....	103
5.2.5.1. Genel değerlendirme.....	104
5.2.5.2. Risk değerlendirmesi .....	112
5.3. Mahallelerin Risk Düzeylerinin Değerlendirilmesi ve Karşılaştırılması .....	112
5.3.1. Genel değerlendirme .....	112
5.3.2. Mahallelerin bina deprem puanına göre değerlendirilmesi.....	130

<b>6. SONUÇLAR</b> .....	<b>133</b>
<b>7. ÖNERİLER</b> .....	<b>136</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>137</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>144</b>



## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3. 1 . Deprem Bölgeleri Haritası (AFAD, 2016).....	13
Şekil 3. 2. Türkiye Diri Fay Haritası (MTA, 2020) .....	13
Şekil 4. 1. Türkiye deprem tehlike haritası (AFAD, 2020).....	34
Şekil 4. 2. Erzincan Ovası çevresindeki ana fay sistemleri (Barka ve Gülen, 1989).....	35
Şekil 4. 3. Kuzey Anadolu Fay Zonu (Demir, 2011).....	35
Şekil 4. 4. 1939 depremi öncesi Erzincan (Erzincan Belediyesi, 2020) .....	38
Şekil 4. 5. 1939 depremi sonrası Erzincan (T24, 2020).....	39
Şekil 4. 6. 1992 Erzincan Depreminde yumuşak kat sebebiyle meydana gelen hasar (Doğu Gazetesi, 2020).....	42
Şekil 4. 7. 1992 Erzincan Depreminde çarpışma etkisiyle meydana gelen hasar (Doğu Gazetesi, 2020).....	42
Şekil 4. 8. 1992 Erzincan Depreminde yüksek katlı yapılarda meydana gelen hasar (Doğu Gazetesi, 2020).....	43
Şekil 4. 9. 1992 Erzincan Depreminde binalarda meydana gelen hasarlar (Doğu Gazetesi, 2020) .....	44
Şekil 4. 10. 1992 Erzincan depremi sonrası Fatih Mahallesi (Doğu Gazetesi, 2020).....	47
Şekil 4. 11. Erzincan il Merkezi ve çalışma alanının lokasyon haritası (Vikipedi, 2020) .....	48
Şekil 4. 12. Yumuşak Kat Düzensizliği (Kepenek, 2016) .....	52
Şekil 4. 13. Örnek Bina (Başgöze, 2020).....	53
Şekil 4. 14. Planda ağır çıkma düzensizliği (TBDY, 2018).....	53
Şekil 4. 15. Örnek Bina (Başgöze, 2020).....	54
Şekil 4. 16. Görsel kalitesi iyi olan bina (Başgöze, 2020).....	54
Şekil 4. 17. Görsel kalitesi kötü olan bina (Başgöze, 2020) .....	55
Şekil 4. 18. Kısa kolon davranışı (Çağatay, 2007).....	55
Şekil 4. 19. Örnek Bina (Başgöze, 2020).....	56
Şekil 4. 20. Binalarda çarpışma etkisi (Kamal vd., 2018).....	56
Şekil 4. 21. Örnek Bina (Başgöze, 2020).....	57
Şekil 4. 22. ArcGIS' e bina parametrelerinin işlenmesi.....	63
Şekil 5.1. Erzincan il merkezi eğim haritası (Are Jeoteknik, 2009) .....	64
Şekil 5.2. Raster eğim haritasının sayısallaştırılması.....	65
Şekil 5.3. Yerleşime uygunluk haritası (Are Jeoteknik, 2009). .....	66

Şekil 5.4. İnceleme alanının yerleşime uygunluk haritası.....	66
Şekil 5.5. Zemin sınıflarına göre yapıların sayısal dağılımları .....	67
Şekil 5.6. Zemin sınıfları dağılımı ve raster haritanın sayısallaştırılmış hali.....	68
Şekil 5.7. Yunus Emre Mahallesi'nin uydu görüntüsü.....	69
Şekil 5.8. Yıllara göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2020).....	70
Şekil 5.9. İncelenen yapıların taşıyıcı sistemine göre dağılımları .....	70
Şekil 5.10. Bölgedeki yapıların kullanım türüne göre oransal dağılımları .....	71
Şekil 5.11. Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılımı.....	72
Şekil 5.12. Binaların kat adetlerine göre oransal dağılımı .....	72
Şekil 5.13. İncelenen alana ait binaların yapım yılı yüzdeleri .....	73
Şekil 5.14. İncelenen binaların ağır çıkma dağılımları .....	74
Şekil 5.15. İncelenen binaların kısa kolon dağılımları.....	74
Şekil 5.16. İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre dağılımları.....	75
Şekil 5.17. İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre dağılımları .....	76
Şekil 5.18. İncelenen binaların risk durumuna göre bölgesel dağılımı.....	77
Şekil 5.19. Akşemsettin Mahallesi uydu görüntüsü.....	77
Şekil 5.20. Yıllara göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2020).....	78
Şekil 5.21. İncelenen yapıların taşıyıcı sistemine göre dağılımları .....	79
Şekil 5.22. Bölgedeki yapıların kullanım türüne göre oransal dağılımları .....	79
Şekil 5.23. Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım.....	80
Şekil 5.24. Binaların kat adetlerine göre oransal dağılım .....	80
Şekil 5.25. İncelenen alana ait binaların yapım yılı yüzdeleri .....	81
Şekil 5.26. İncelenen binaların ağır çıkma dağılımları .....	82
Şekil 5.27. İncelenen binaların kısa kolon dağılımları.....	83
Şekil 5.28. İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre dağılımları.....	83
Şekil 5.29. İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre dağılımları .....	84
Şekil 5.30. İncelenen binaların risk durumuna göre bölgesel dağılımı.....	85
Şekil 5.31. Barbaros Mahallesi uydu görüntüsü .....	86
Şekil 5.32. Yıllara göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2020).....	86
Şekil 5.33. İncelenen yapıların taşıyıcı sistemine göre dağılımları .....	87
Şekil 5.34. Bölgedeki yapıların kullanım türüne göre oransal dağılımları .....	88
Şekil 5.35. Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım.....	88
Şekil 5.36. Binaların kat adetlerine göre oransal dağılım .....	89
Şekil 5.37. İncelenen alana ait binaların yapım yılı yüzdeleri .....	89

Şekil 5.38. İncelenen binaların ağır çıkma dağılımları .....	90
Şekil 5.39. İncelenen binaların yumuşak kat dağılımları.....	91
Şekil 5.40. İncelenen binaların kısa kolon dağılımları.....	92
Şekil 5.41. İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre dağılımları.....	92
Şekil 5.42. İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre dağılımları .....	93
Şekil 5.43. İncelenen binaların risk durumuna göre bölgesel dağılımı.....	94
Şekil 5.44. Fatih Mahallesi uydu görüntüsü .....	95
Şekil 5.45. Yıllara göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2020).....	95
Şekil 5.46. İncelenen yapıların taşıyıcı sistemine göre dağılımları .....	96
Şekil 5.47. Bölgedeki yapıların kullanım türüne göre oransal dağılımları .....	97
Şekil 5.48. Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım.....	97
Şekil 5.49. Binaların kat adetlerine göre oransal dağılım .....	98
Şekil 5.50. İncelenen alana ait binaların yapım yılı yüzdeleri .....	99
Şekil 5.51. İncelenen binaların ağır çıkma dağılımları .....	100
Şekil 5.52. İncelenen binaların kısa kolon dağılımları.....	100
Şekil 5.53. İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre dağılımları.....	101
Şekil 5.54. İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre dağılımları .....	102
Şekil 5.55. İncelenen binaların risk durumuna göre dağılımı .....	103
Şekil 5.56. Kızılay Mahallesi uydu görüntüsü .....	103
Şekil 5.57. Yıllara göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2020).....	104
Şekil 5.58. İncelenen yapıların taşıyıcı sistemine göre dağılımları .....	105
Şekil 5.59. Bölgedeki yapıların kullanım türüne göre oransal dağılımları .....	105
Şekil 5.60. Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım.....	106
Şekil 5.61. Binaların kat adetlerine göre oransal dağılım .....	106
Şekil 5.62. İncelenen alana ait binaların yapım yılı yüzdeleri .....	107
Şekil 5.63. İncelenen binaların ağır çıkma dağılımları .....	108
Şekil 5.64. İncelenen binaların kısa kolon dağılımları.....	109
Şekil 5.65. İncelenen binaların yumuşak kat dağılımları.....	109
Şekil 5.66. İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre dağılımları.....	110
Şekil 5.67. İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre dağılımları .....	111
Şekil 5.68. İncelenen binaların çarpışma etkisine göre dağılımları .....	111
Şekil 5.69. İncelenen binaların risk durumuna göre dağılımı .....	112
Şekil 5.70. Mahallelere göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2020).....	113
Şekil 5.71. Binaların taşıyıcı sistemine ve sayılarına göre dağılımı .....	114

Şekil 5.72. Binaların taşıyıcı sistemine göre oransal dağılımı .....	114
Şekil 5.73. Binaların kullanım türüne ve sayılarına göre dağılımı .....	115
Şekil 5.74. Binaların kullanım türüne göre oransal dağılımı .....	115
Şekil 5.75. Binaların kat adetleri ve sayılarına göre dağılımı .....	116
Şekil 5.76. Binaların kat adedine göre oransal dağılımı .....	116
Şekil 5.77. Binaların kat adetlerine göre haritalandırılması.....	117
Şekil 5.78. Binaların inşa tarihlerine göre oransal dağılımı.....	118
Şekil 5.79. Deprem öncesi inşa edilen binaların oransal dağılımı .....	118
Şekil 5.80. Deprem sonrası inşa edilen binaların oransal dağılımı .....	119
Şekil 5.81. Binaların inşa tarihlerine göre haritalandırılması .....	119
Şekil 5.82. Binalarda bulunan ağır çıkma sayıları ve dağılımları .....	120
Şekil 5.83. Binalarda bulunan ağır çıkma oransal dağılımları .....	120
Şekil 5.84. Binaların ağır çıkma etkisine göre haritalandırılması.....	121
Şekil 5.85. Binalarda bulunan kısa kolon sayıları ve dağılımları .....	121
Şekil 5.86. Binalarda bulunan kısa kolon oransal dağılımları .....	122
Şekil 5.87. Binaların kısa kolon etkisine göre haritalandırılması .....	122
Şekil 5.88. Binalarda bulunan yumuşak kat sayıları ve dağılımları.....	123
Şekil 5.89. Binalarda bulunan yumuşak kat oransal dağılımları.....	123
Şekil 5.90. Binaların yumuşak kat etkisine göre haritalandırılması.....	124
Şekil 5.91. Binalarda tepe/ yamaç etkisinin oransal dağılımı .....	124
Şekil 5.92. Binaların tepe/yamaç etkisine göre haritalandırılması.....	125
Şekil 5.93. Görünen yapı kalitesine göre binaların sayıları ve dağılımları .....	126
Şekil 5.94. Görünen yapı kalitesine göre binaların dağılımları .....	126
Şekil 5.95. Binaların görünen yapı kalitesine göre haritalandırılması.....	127
Şekil 5.96. İncelenen yapıların nizam durumuna göre sayısı ve dağılımı .....	128
Şekil 5.97. İncelenen yapıların nizam durumuna göre dağılımı .....	128
Şekil 5.98. Binaların çarpışma etkisine göre sayısı ve dağılımı .....	129
Şekil 5.99. Binaların çarpışma etkisine göre dağılımı .....	129
Şekil 5.100. Binaların çarpışma etkisine göre haritalandırılması .....	130
Şekil 5.101. Deprem puanına göre binaların sayısı ve dağılımı .....	131
Şekil 5.102. Deprem puanına göre binaların dağılımı .....	131
Şekil 5.103. Deprem puanına göre binaların haritalandırılması .....	132



## TABLULAR LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 3. 1.Yapı türüne bağlı olarak değerlendirme seviyeleri.....	21
Tablo 4. 1. Deprem yer hareketi düzeyleri (TBDY,2019).....	33
Tablo 4. 2. Tarihi Erzincan Depremleri (Akyıldırım, 1993; Şengezer, 1999; Şaylan, 2006, aktaran Aslan,2015) .....	37
Tablo 4. 3. Erzincan Depremi kesin hasar tespitleri (Sucuoğlu, Gülkan, 1992; Aktaran, Arıoğlu, Girgin, 2002) .....	40
Tablo 4. 4. Erzincan Depremi kesin hasar tespitleri (Sucuoğlu, Gülkan, 1992; Aktaran, Arıoğlu, Girgin, 2002) .....	47
Tablo 4. 5. Betonarme binalar için veri toplama formu .....	50
Tablo 4. 6. Yerel zemin sınıfları (TBDY, 2019).....	58
Tablo 4. 7. Betonarme Binaların Deprem Puanlaması.....	59
Tablo 4. 8. Olumsuzluk parametreleri ve değerleri.....	60
Tablo 4. 9. Binaların risk öncelik değerleri.....	61
Tablo 5. 1. Zemin sınıflarına göre binaların dağılımı.....	67
Tablo 5. 2. Bölgede bulunan konutların taşıyıcı sistemine göre sayısal dağılım.....	70
Tablo 5. 3. Yapıların kullanım türüne göre incelenmesi.....	71
Tablo 5. 4. Bölgede bulunan binaların inşa tarihlerine göre sayısal dağılım.....	72
Tablo 5. 5. 1992 deprem sonrası hasar tespit sonuçları .....	73
Tablo 5. 6. İncelenen binaların ağır çıkma sayıları .....	74
Tablo 5. 7. İncelenen binaların kısa kolon sayıları .....	74
Tablo 5. 8. İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre sayıları .....	75
Tablo 5. 9. İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre sayıları.....	75
Tablo 5. 10. İncelenen binaların risk durumuna göre sayıları.....	76
Tablo 5. 11. Bölgede bulunan binaların taşıyıcı sistemine göre sayısal dağılım .....	78
Tablo 5. 12. Binaların kullanım türüne göre incelenmesi.....	79
Tablo 5. 13. Bölgede bulunan binaların inşa tarihlerine göre sayısal dağılım.....	81
Tablo 5. 14. 1992 deprem sonrası hasar tespit sonuçları .....	81
Tablo 5. 15. İncelenen binaların ağır çıkma sayıları .....	82
Tablo 5. 16. İncelenen binaların kısa kolon sayıları .....	82
Tablo 5. 17. İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre sayıları .....	83
Tablo 5. 18. İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre sayıları.....	84

Tablo 5. 19. İncelenen binaların risk durumuna göre sayıları.....	85
Tablo 5. 20. Bölgede bulunan binaların taşıyıcı sistemine göre sayısal dağılım .....	87
Tablo 5. 21. Binaların kullanım türüne göre incelenmesi .....	87
Tablo 5. 22. Bölgede bulunan binaların inşa tarihlerine göre sayısal dağılım.....	89
Tablo 5. 23. 1992 deprem sonrası hasar tespit sonuçları .....	90
Tablo 5. 24. İncelenen binaların ağır çıkma sayıları .....	90
Tablo 5. 25. İncelenen binaların yumuşak kat sayıları.....	91
Tablo 5. 26. İncelenen binaların kısa kolon sayıları .....	91
Tablo 5. 27. İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre sayıları .....	92
Tablo 5. 28. İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre sayıları .....	93
Tablo 5. 29. İncelenen binaların risk durumuna göre sayıları.....	94
Tablo 5. 30. Bölgede bulunan binaların taşıyıcı sistemine göre sayısal dağılım .....	96
Tablo 5. 31. Binaların kullanım türüne göre incelenmesi .....	96
Tablo 5. 32. Bölgede bulunan binaların inşa tarihlerine göre sayısal dağılım.....	98
Tablo 5. 33. 1992 deprem sonrası hasar tespit sonuçları .....	99
Tablo 5. 34. İncelenen binaların ağır çıkma sayıları .....	100
Tablo 5. 35. İncelenen binaların kısa kolon sayıları .....	100
Tablo 5. 36. İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre sayıları .....	101
Tablo 5. 37. İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre sayıları .....	101
Tablo 5. 38. İncelenen binaların risk durumuna göre sayıları.....	102
Tablo 5. 39. Bölgede bulunan binaların taşıyıcı sistemine göre sayısal dağılım .....	104
Tablo 5. 40. Binaların kullanım türüne göre incelenmesi .....	105
Tablo 5. 41. Bölgede bulunan binaların inşa tarihlerine göre sayısal dağılım.....	107
Tablo 5. 42. 1992 deprem sonrası hasar tespit sonuçları .....	107
Tablo 5. 43. İncelenen binaların ağır çıkma sayıları .....	108
Tablo 5. 44. İncelenen binaların kısa kolon sayıları .....	108
Tablo 5. 45. İncelenen binaların yumuşak kat sayıları.....	109
Tablo 5. 46. İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre sayıları .....	110
Tablo 5. 47. İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre sayıları .....	110
Tablo 5. 48. İncelenen binaların çarpışma etkisine göre sayıları .....	111
Tablo 5. 49. İncelenen binaların risk durumuna göre sayıları.....	112
Tablo 5. 50. Mahallelerin zemin sınıfları.....	113
Tablo 5. 51. İnşa tarihlerine göre binaların mahallelerde bulunma sayısı .....	118

## SİMGELER ve KISALTMALAR

### Simgeler

$\Sigma$	Toplama
$O_i$	Olumsuzluk Parametre Değeri
$OP_i$	Olumsuzluk Parametre Puanı
$TP$	Taban Puan
$YSP$	Yapısal Sistem Puanı
$\alpha$	Düzeltilme Çarpanı
$\beta$	Düzeltilme Çarpanı

### Kisaltmalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ABYYHY	Afet Bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik
ADNKS	Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
ArcGIS	Geographic Information Systems
ATC	Applied Technology Council
BÜ	Boğaziçi Üniversitesi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DAFZ	Doğu Anadolu Fay Zonu
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
EMS	Acil Önlem Destek Sistemleri
ESS	Erken Hasar Tahmin Sistemleri
FEMA	Federal Acil Durum Yönetim Kurumu
GK	Güvenlik Katsayısı
HAZUS-MH	Hazard United States- Multi Hazard
İDMP	İstanbul Deprem Master Planı
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
JICA	Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı

KAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
NEHRP	Ulusal Deprem Tehlikesini Azaltma Programı
NIST	Ulusal Standartlar Ve Teknoloji Enstitüsü
NSF	Ulusal Bilim Vakfı
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
ÖA1	Önlemler Alanları 1
ÖA2	Önlemler Alanları 2
PGV	Peak Ground Velocity
RADIUS	Risk Assessment Tools For Diagnosis Of Urban Areas Against Seismic Disasters
TBDY	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel Ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USGS	Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Kurumu
YTÜ	Yıldız Teknik Üniversitesi

## 1. GİRİŞ

Dünyanın birçok bölgesinde deprem, sel, heyelan gibi doğal tehlikelerin neden olduğu afetler can ve mal kayıpları ile sonuçlanmakta; bu kayıpların büyük bir kısmı ise deprem etkisiyle meydana gelmektedir (Bayraktar, 2014). Ülkemizde de hem can hem de mal kaybı bakımından ilk sırada yer alan afet türü depremdir. Afetler nedeniyle meydana gelen can kayıplarının yaklaşık %60'ı depremler nedeniyle meydana gelmektedir. Bulunduğu coğrafya itibariyle Türkiye, en etkin deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer almaktadır. Bu kuşak, dünyadaki depremlerin yaklaşık %20'sinin meydana geldiği ve Türkiye'de ortalama olarak beş yılda bir, yıkıcı bir depreme neden olan aktif bir kuşaktır (AFAD, 2020).

İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın (AFAD) 1900 ile 2019 yılları arasında meydana gelen depremlerle ilgili paylaştığı istatistiklere göre, Türkiye'nin çeşitli kentlerinde son 119 yılda can kaybı, ağır hasar ya da yıkıma neden olan 240 deprem meydana gelmiştir. 4,0 ile 7,9 arasında değişen büyüklüklerde gerçekleşen deprem sayısı 13 bin 687'dir. Bu depremlerde 86 bin 456 kişi hayatını kaybetmiş, 603 bin 131 yapı ise yıkılmış ya da ağır hasar görmüştür (NTV, 2020). AFAD'a (2020) göre Ülkemizde, depremler nedeniyle her yıl ortalama 1.003 kişi ölmekte ve 7.094 bina yıkılmaktadır. Ayrıca depremler ortalama her yıl milli gelirin % 1'inden fazlasının kaybedilmesine neden olmaktadır (Taymaz, 2008). Dolayısıyla bir doğa olayı olan depremler Türkiye'de insan hayatına ek olarak yapısal kayıplar, makro ölçekte ekonomik zararlar ve buna bağlı olarak kalkınmada sebep olduğu kesintiler ile bir afete dönüşmektedir.

Afet, deprem tehlikesi ile bunlara karşı dayanıksız ve hazırlıksız olan toplumların ve fiziksel çevrelerin etkileşimi sonucu ortaya çıkmaktadır (Siembada vd., 2002). Bu nedenle Ülkemizde deprem tehlikesi olan yerleşimlerde afet risklerinin önceden tespiti ve bu doğrultuda önlemlerin alınması konusu önem taşımaktadır. Dünyada da afet risklerinin azaltılması yoluyla toplumun zarar görebilirliğinin azaltılması, afete dayanıklılığın geliştirilmesini amaçlayan risk yönetimi, afet yönetiminin öncelikli yaklaşımlarından birini oluşturmaktadır.

Bu bağlamda risk yönetiminin en önemli parametresi;

- Yeni yapıların depreme dayanıklı inşası,
- Kentsel dönüşümle yapısal stokun yenilenmesi,
- Mevcut yapı stoku içinde riskli binaların tespit edilmesi ve bu yönde güçlendirme gibi önlemlerin alınması yoluyla,

yerleşim yerlerinde yapısal risklerin azaltılmasına yöneliktir (Şengezer, 1999).

Bu çerçevede ülkemizde son 20 yılda yapılan en önemli adımlardan biri yeni binalara ilişkin yasal düzenlemeler olmuştur. 1992 Erzincan Depremi'nin neden olduğu fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar yeni yönetmeliğin gerekliliğine zemin hazırlamış, 1997 yılında "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" (ABYYHY) yürürlüğe girmiştir (Okuyucu vd., 2018). 1999 Kocaeli depremi ve sonuçları ise "risk azaltma" çalışmalarını ve önemini Türkiye'nin öncelikli konusu haline getirmiştir (AFAD, 2020). Bu doğrultuda mevcut yönetmelik "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik" (DBYBHY) şeklinde güncellenerek 2007 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikle yeni yapılarla birlikte mevcut yapıların deprem performansının değerlendirilmesine yönelik standart ve kurallarda belirlenmiştir. 2018 tarihinde yürürlüğe giren "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği" (TBDY) ise en güncel yönetmelik olup yeni yapılacak binaların deprem etkisi altında tasarımı ile mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesini içermektedir. Dolayısıyla tüm bu yasal düzenlemelerle alınan önlemler, öncelikli olarak yeni yapılarda deprem güvenliğini sağlamak amacına odaklanırken, öngördüğü risk değerlendirmeleri de ayrıntılı deneysel ve analitik çalışmaları gerektirmektedir.

Ülkemizde %90'dan fazla nüfus deprem tehlikesi bulunan bölgelerde yaşarken 20 milyondan fazla yapı stoku bulunmaktadır (Okuyucu vd., 2018). Bu durum, olası bir depremde oluşabilecek can ve mal kayıplarının önlenmesi ve azaltılması yönünde özellikle kentsel yerleşimlerde mevcut yapı stokunun hızlı ve kısa sürede incelenerek risk seviyelerinin araştırılması ve gereken önlemlerin alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Binaların tekil olarak yapısal risklerinin değerlendirilmesi, her binaya ilişkin elde edilecek detaylı veriler ile bunların modelleme ve detaylandırılmasını gerektirir. Ancak böylesi bir yöntemin pratikte çok sayıda binayı içeren tüm yapı stokuna uygulanması zaman ve finansman açısından neredeyse olanaksız görünmektedir (Özçelik vd., 2013; Işık ve Özlük, 2013). Bu nedenle ön değerlendirme amaçlı, az veri ile basit ve hızlı risk analiz yöntemlerine gereksinim duyulmaktadır. Bu bağlamda başta Amerika ve Japonya olmak üzere birçok ülkede hızlı tarama yöntemi kullanılmış ve kullanılmaya devam etmektedir. Türkiye’de de yerel koşullar, yapısal özellikler ve geçmiş deprem deneyimlerinden yararlanılarak “birinci kademe değerlendirme” ya da “sokaktan tarama” olarak tanımlanan yöntemler geliştirilmiş ve başta İstanbul olmak üzere birçok yerleşim yerinde de uygulanmıştır (Temur, 2006).

“Sokaktan tarama yöntemi”, alanında uzman kişiler tarafından yapıların dışarıdan gözlem yoluyla değerlendirilmesi ve her yapının hesaplanan deprem performans puanına göre risk önceliklerinin belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Bu süreçte gözlemcilerin her bina için harcayacağı süre 10 dakikayı geçmemektedir. Ancak bu yöntem istatistiksel olarak anlamlı sayıda bina ihtiva eden alanlarda uygulanabilirken, tekil binalarda risk değerlendirme amaçlı olarak kullanılmaya uygun değildir (Sucuoğlu, 2007).

Diğer taraftan birçok alanda olduğu gibi olası afetlerin risk analizlerinin yapılmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) vazgeçilmez bir araçtır. Coğrafi Bilgi Sistemleri veri depolama, üretme, analiz etme gibi daha doğru verileri elde etme ve sahip olduğu mekânsal sorunları çözme potansiyeline sahiptir (Özşahin, 2013; Sönmez vd., 2013). Bu sistem sayesinde afet riskleri belirlenebilmekte ve diğer afet çalışmaları ile kıyaslanabilmektedir. Planlama çalışmalarında, afet öncesi risk analizlerinde, afet sonrası hasar tespit çalışmalarında ve risk haritalarının oluşturulmasında ciddi ölçüde kolaylık sağlamaktadır (Sönmez vd., 2013; Ocak, 2018).

Sokaktan tarama ile elde edilen envanter bilgilerinin Coğrafi Bilgi sisteminde değerlendirilmesi, afet öncesi risk azaltma ve hazırlık, afet sonrası müdahale ve iyileştirme çalışmalarında ihtiyaç duyulan güncel, doğru, amaca uygun bilgiler içermesi açısından önemlidir. Dolayısıyla deprem tehlikesine maruz kalma ihtimali yüksek yerleşim yerlerinde risk oluşturabilecek binalar ile bu binaların bölgesel olarak risk dağılımının belirlenmesi, afet öncesinde gereken önlemlerin alınmasının yanı sıra afet

sonrasında yerel yönetimlere doğru müdahale için bir kılavuz oluşturması açısından önem taşımaktadır.

Türkiye’de fiziksel çevre ve yapısal özellikler ile buna bağlı yapılaşmanın kentsel ölçekte farklılık göstermesi her kentin afete karşı davranışında değişikliğe neden olmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın konusunu oluşturan Erzincan kenti, bulunduğu jeolojik konumu nedeniyle tarihi süreçte deprem kaynaklı afetlere maruz kalmış, sosyal, fiziksel ve ekonomik kayıplara uğramış önemli kent yerleşimlerinden biridir. Özellikle 1939 depremi ile kentin konumunda ciddi değişiklikler yaşanmıştır. Deprem etkisiyle birçok can ve mal kaybı yaşanmış ve Anadolu coğrafyasında büyüklük ve etki alanı olarak en büyük depremlerden biri olarak tarihe geçmiştir. 1939 deprem öncesi Erzincan kenti Fırat Nehrinin iki yakasında günümüz tren garı ve demiryolu güzergâhının güneyinde yer almaktaydı. Deprem etkisiyle şehrin konumu günümüzdeki şehir yerleşmesi halini almıştır (Orhan, 2019). Sonrasında 1992 yılında Erzincan kent merkezinde 6,8 şiddetinde deprem meydana gelmiş ve birçok hasara sebep olmuştur. 1992 deprem hasar raporlarına göre 1.344 konut, 825 işyeri yıkılmış veya ağır hasar almış, 2.881 konut ve 409 işyeri orta hasar almış, 3.832 konut ve 229 işyeri ise az hasar almıştır (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992). Deprem sonrası yapılan hasar tespit çalışmaları sonucunda yapılarda temel mühendislik hizmetlerine uyulmadığı ve yapılarda yumuşak kat, ağır çıkma, çarpışma etkisi gibi yapısal kusurların varlığı dikkat çekmiştir (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992). Bu olumsuz sonuçlar kentte risk azaltma ve hazırlığın ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle Erzincan’da mevcut yapı stokuna yönelik risk analizi, oluşabilecek bir afeti önlemede ve afet öncesi uygun çözümleri üretmede önemli bir aşama olacaktır. Ancak kentte yerel yönetimin donanım ve teknik kadro yetersizliği nedeniyle mevcut yapı stokunun etkilenebilir yapısına ilişkin güncel veriler, bilinebilir ve erişilebilir düzeyde değildir. ODTÜ tarafından yürütülen “*Erzincan’da olası hasarların belirlenmesi*” (Gündoğan vd., 2015) isimli araştırma projesi ile TÜİK verilerinden alınan bilgiler kullanılarak Erzincan kent genelinde “*sokaktan tarama*” yöntemine benzer bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada kentin en büyük mahalleleri ele alınmış, elde edilen verilere göre binaların yapı tipi, kullanım amacı ve kat sayısı incelenmiştir. Ancak bu çalışmada yapıların olumsuzluk parametrelerinin detaylı ele alınmaması ve yapı stokunun zamanla artması detaylı bir çalışmanın gerekliliğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan 1992 depremi ile Belediye binasının yıkılması nedeniyle kentin 1992 öncesi binalarına ilişkin



hiçbir kayıttın bulunmaması da diğer önemli sorunlardan biridir. Bu kapsamda yerel yönetimin bölgesel ölçekte bütünleşmiş, güvenilir bilgi tabanına sahip olması önem taşımaktadır.

Bu bağlamda tezin temel amacı, hızlı tarama yöntemlerinden biri olan “*sokaktan tarama yöntemi*” ile Erzincan kent yerleşimindeki binaları afet riski yönünden incelemek ve elde edilen verileri coğrafi bilgi sistemine aktararak bölgesel ölçekte bir envanter oluşturmaktır.

İkincil amaç ise oluşturulacak bu envanter ile olası bir depremde yıkılma ve can kaybına neden olma olasılığı çok yüksek binaların yerini tespit etmek ve bu yapıların detaylı risk analizlerinin yapılmasına katkı sağlamaktır. Ayrıca yerel yönetim tarafından yürütülecek afete hazırlık stratejileri ve planlamalarına yönelik oluşturulan bilgi tabanı ile kent yerleşiminde olası deprem kaynaklı afetlerin fiziksel, dolayısıyla ekonomik ve sosyal etkilerinin azaltılması tezin diğer alt amacını oluşturmaktadır.

Erzincan özelinde yapılan bu çalışma ile elde edilen bilgi tabanının, afetlere karşı toplumsal bilincin artırılması, afetlere dayanıklı ve güvenli yerleşim yerlerinin oluşturulması ve risk azaltma çalışmaları yapılarak afetlerin neden olabileceği can ve mal kaybının asgari düzeye indirgenebilmesi, yerel yönetim ve diğer paydaşlar için önemli bir envanter olması açısından önem taşımaktadır. Ayrıca böyle bir çalışma ile elde edilecek veri tabanı ile Erzincan’daki kentsel dönüşüm çalışmalarına referans oluşturması hedeflenmektedir.

Bu amaç doğrultusunda yapılmış bilimsel araştırmalar ile Dünya ve Türkiye’de uygulanan örneklerin incelenmesi, sokaktan tarama yöntemi ile Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak Erzincan kent yerleşimindeki yapıların risk önceliklerinin belirlenmesi ve bölgesel dağılımlarının tespiti çalışmanın kapsamını oluşturmaktadır.

Ancak kent yerleşimindeki tüm yapı stokunun zaman açısından incelenme zorluğu dikkate alınarak, çalışma 1992 Erzincan Depreminde en çok hasar alan 5 mahalle ve betonarme konutlarla sınırlandırılmıştır. Erzincan’ın en eski ve 1992 depreminde en çok hasar alan yerleşim bölgeleri olmaları nedeniyle Yunus Emre, Fatih, Akşemsettin, Barbaros ve Kızılay mahallesi pilot bölge olarak seçilmiştir. Aynı zamanda bu mahalleler

Erzincan'ın en fazla betonarme toplu konut yapılarına sahip alanlarıdır. Çalışmada taşıyıcı sistemine göre yığma, çelik, ahşap iskeletli ve karma sistemli yapılar; kullanım türüne göre ise eğitim, dini, resmi, ofis gibi yapılar da kapsam dışı bırakılmıştır.

Pilot bölge olarak seçilen alanlar yerleşim yeri, zemin özellikleri, jeolojik yapısı; binalar ise kimlik ve risk parametrelerini oluşturan teknik bilgileri ile incelenmiştir. Çalışma yapılan alanlarda demografik yapı sadece nüfus sayısı ile sınırlandırılmış, nüfusun binalara göre dağılımları ile cinsiyet, yaş vb. parametreler dikkate alınmamıştır.

Bu kapsamda çalışmanın katkısı aşağıdaki gibidir:

- Giriş bölümü, çalışmanın konusu, amacı, önemi, kapsamı ve sınırlılıklarını içermektedir.
- İkinci bölüm, çalışmaya ilişkin yapılmış bilimsel araştırmaların incelendiği bölümdür.
- Üçüncü bölüm, deprem, afet, afet riski, risk analizi gibi kavramlar ile Dünyada ve Türkiye'de deprem risk analizi yapılan uygulamaları içermektedir. Dünyada Amerika ve Japonya'da yapılan risk azaltma çalışmaları; Türkiye'de yapılan İstanbul Deprem Master Planı, Zeytinburnu Pilot Proje, İzmir Büyükşehir Belediyesi Radius Projesi, İstanbul ili sismik mikro-bölgeleme dahil afet önleme/azaltma temel planı çalışması, Erzincan' da olası deprem hasarlarının belirlenmesi gibi çalışmalara yer verilmiştir. Bölümde son olarak da hızlı değerlendirme yöntemleri olan; FEMA 154, P25 yöntemi, Birinci aşama değerlendirme (sokak taraması)- ODTÜ yöntemi, Sokak taraması yöntemi- YTÜ-BÜ ve 6306 sayılı afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi hakkında kanun değerlendirme yöntemi isimli uygulama çalışmalarını içermektedir.
- Dördüncü bölümde araştırma alanını oluşturan Erzincan kent yerleşimi ve araştırmada kullanılan yöntem detaylı bir şekilde anlatılmaktadır.
- Beşinci bölüm, sokaktan tarama yöntemiyle elde edilen verilerin analizleri ve Jeolojik-jeoteknik raster haritaların ArcGIS programında sayısallaştırılmasını içermektedir.
- Sonuç ve öneriler bölümünde ise elde edilen bulgular değerlendirilmektedir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Son yıllarda, afet yönetiminde kentsel ölçekte yapısal risk analizlerini içeren risk yönetimi güncel bir yaklaşım haline gelmiş ve bu kapsamda birçok bilimsel araştırma yapılmıştır.

Temur (2006) “*Hızlı Durum Tespit (Durtes) Yöntemi Ve Bilgisayar Programının Geliştirilmesi*” isimli yüksek lisans çalışmasında, mevcut binaların deprem etkilerinin belirlenebilmesine yönelik bir yazılım geliştirmiştir. Geliştirilen bu yazılımla yapılan analizlerin hızlı ve doğru sonuç verdiği, verilerin bilgi girişlerini ve düzeltmelerini de büyük oranda kolaylaştırdığı görülmüştür.

Sucuoğlu (2007) “*Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemiyle Belirlenmesi*” isimli çalışmasında kentsel yerleşimlerde bulunan orta yükseklikteki (1-6 katlı) betonarme binalar için bir risk değerlendirme yöntemi geliştirmiştir. Bu yöntemle, mevcut binaların sokaktan gözlenebilen bina parametreleri (kat sayısı, ağır çıkma, yumuşak kat ve görünen yapı kalitesi) gözlem yoluyla incelenerek risk sıralaması oluşturulmuştur. Önerilen bu yöntemle İstanbul Fatih ilçesindeki yapı stoku incelenmiş, sokaktan toplanan veriler değerlendirilerek her bina için bir performans skoru hesaplanmıştır. Böylelikle binaların bulunduğu mevcut konumları, herhangi bir deprem etkisi ile binaların beklenen performanslarına bağlı olarak risk öncelikleri belirlenmiştir.

Benzer şekilde “*Depremden Fiziksel Ve Sosyal Etkilenebilirlik Değerlendirme Modeli: Avcılar Örneği*” isimli doktora çalışmasında Yücel (2009) deprem tehlikesi bulunan mevcut binaların deprem öncesi fiziksel ve sosyal etkilenebilirliği belirlemeyi amaçlayan bir değerlendirme formu geliştirmiştir. Bu formda binanın fiziksel özellikleri, bulunduğu zemin sınıfı ve sosyal koşulları yer almaktadır. Çalışmada kullanılan değerlendirme formu İstanbul Avcılar ilçesinde betonarme konutlar ve bu konutları kullanan kişiler üzerinde uygulanmıştır. Elde edilen anket veri sonuçları SPSS programı ile değerlendirilmiş, etkilenebilir değişkenler arasındaki bağlantı incelenmiştir.

Yakut vd. (2012) ise “*Seismic risk prioritization of residential buildings in Istanbul*” çalışmada İstanbul ili 6 ilçe merkezinde, (Bahçelievler, Bayrampaşa, Güngören, Fatih,

Küçükçekmece, Zeytinburnu) 1-7 katlı betonarme binalarda sismik risk analizi yapmışlardır. Yaklaşık 100.000'in üzerinde binayı sokaktan tarama yöntemiyle incelemişlerdir. 52.000'e yakın binayı yüksek riskli olarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada İstanbul'da görülebilecek herhangi bir depreme karşı binaların ciddi hasar görmesi ve çökmesi muhtemel olan binaları tanımlayarak zararı azaltmada acil durum planlaması yapıp can ve mal kayıplarını en aza indirmeyi hedeflemişlerdir. Aynı zamanda elde edilen veriler doğrultusunda belirlenen riskli bina ve bölgeler, kentsel dönüşüm çalışmaları içinde iyi bir altlık oluşturacağını düşünmüşlerdir.

Benzer bir çalışmada Işık (2013), "*Bitlis İli Yapı Stokunun Birinci Kademe (Sokak Tarama Yöntemi İle) Değerlendirilmesi*" isimli makalede Bitlis ilindeki betonarme yapı stokunu, Sucuoğlu tarafından geliştirilmiş olan sokak taraması yöntemiyle değerlendirmiş ve tehlike arz eden binaları belirlemiştir. Çalışmanın sonucunda tespit edilen bu binaların 2.ve 3. kademe değerlendirme yöntemlerine tabi tutulması önerilmiştir.

Işık ve Özlük (2013), "*Tatvan Kentsel Yapı Stokunun Değerlendirilmesi*" isimli çalışmasında sismik açıdan çok hareketli olan Bitlis ili Tatvan ilçesinde bulunan Cumhuriyet Caddesindeki tüm betonarme, yığma ve karma binaları 1.kademe değerlendirme yöntemi (sokaktan tarama yöntemi) ile değerlendirmişlerdir. Belirledikleri riskli binaların daha detaylı inceleme için 2.kademe değerlendirmeye tabi tutulmaları sonucuna varmışlardır.

Bayraktar (2014), "*CBS ve Sokak Taraması Yöntemleri Kullanılarak Düzce Kaynaşlı İlçesinin Afet Riski Yönünden Yerleşim Durumunun Belirlenmesi Ve Yerel Afet Risk Yönetimi*" isimli doktora çalışmasında Düzce Kaynaşlı ilçesindeki mevcut yapıları sokak taraması yöntemi ile incelemiş ve bir bina envanteri oluşturmuştur. Çalışmada elde edilen veriler ArcGIS programına aktararak raster haritalar sayısallaştırılmıştır. Binaların yerel deprem puanları ve afete hazırlık durumları belirlenmiştir. Ayrıca alan ile ilgili yerel yöneticiler ile yüz yüze görüşmeler yapılmış, afete hazırlık ve mevcut durumun iyileştirilmesine yönelik görüş ve öneriler alınmıştır.

"*Düzce İli Kaynaşlı İlçesinde Riskli Binaların Tespitinde Sokak Taraması Yönteminin Uygulanması*" adlı makalede Tokgöz ve Bayraktar (2015), Düzce'nin Kaynaşlı ilçe

merkezinde bulunan betonarme ve yığma binaların deprem tehlikesine karşı risk durumlarını belirlemek için sokaktan tarama yöntemini kullanmışlardır. Bu yöntem de 1-7 katlı betonarme binalar için ayrı hesaplama tablosu ve olumsuzluk parametreleri, 1-5 katlı yığma binalar için ayrı hesaplama tablosu ve olumsuzluk parametrelerini uygulamışlardır. Bu yöntem ile binaların risk skorları hesaplanmış, sınır değerler belirlenmiştir.

*“6306 sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası Kapsamında Yer Alan Hızlı Değerlendirme Tekniğinin Geniş Kapsamlı Saha Uygulaması: Niğde Örneği”* isimli makalede Tozlu vd. (2015), Niğde kent yerleşiminde yer alan 550 hektarlık alandaki tüm binaları, 6306 sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası Kapsamında *“EK-A: Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımını Belirlemek İçin Kullanılabilecek Yöntemler”* olarak belirlenen hızlı tarama yöntemiyle incelemiş ve riskli binaların bölgesel dağılımını belirlemişlerdir. Bu yöntem doğrultusunda kentsel dönüşüm çalışmalarında hangi alana öncelik verileceğini de bu risk sıralaması ile ortaya koymuşlardır.

*“Mevcut Yapıların Risk Durumunun Belirlenmesi İçin 6306 Sayılı Kanun Kapsamında Yer Alan Hızlı Değerlendirme Tekniğinin Uygulanması”* isimli yüksek lisans tez çalışmasında, Tozlu (2015) Niğde ili merkez ilçesinde riskli olarak ilan edilen alandaki binaları *“Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımını Belirlemek İçin Kullanılabilecek Yöntemler”* başlıklı EK-A’ da bulunan hızlı değerlendirme yöntemi ile inceleyip değerlendirmiştir.

Gürbüz ve Tekin (2015) *“Performans Sıralaması Yöntemiyle Mevcut Binaların Bölgesel Risk Dağılımının Belirlenmesi”* adlı çalışmada risk analizi için hızlı durum tespit yöntemlerinden biri olan ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan *“Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımını Belirlemek İçin Kullanılabilecek Yöntemler”* başlıklı değerlendirme yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmada harita üzerinde hayali bir alan kurgulamış, binaların belirlenen yöntem doğrultusunda performans puanlarını hesaplamışlardır. Tasarlanan alandaki yapıların belirlenen performans puanlarına göre risk önceliklerini belirleyip değerlendirmişlerdir.

Benzer şekilde *“A Rapid Seismic Risk Assessment Method For Existing Building Stock In Urban Areas”* isimli makalede Albayrak vd. (2015), sismik olarak oldukça aktif olan

Eskişehir ilini, Sucuoğlu tarafından geliştirilmiş olan 1-7 katlı betonarme binaları hızlı değerlendirme yöntemi (sokaktan tarama yöntemi) ile incelemiştir. Çalışmada olası bir depremde hasar görebilecek binaların tespit edilmesi ve bir envanter oluşturulması amaçlanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda deprem performans puanları yüksek riskli, orta riskli, düşük riskli ve risksiz olmak üzere 4 gruba ayrılmış, buna göre binaların risk sınıflandırması yapılmıştır. Bölge bazında risk haritaları oluşturulmuştur.

Kepek' de (2016) "*Kentsel Dönüşüm Amaçlı Yapısal Risk Sınıflandırması İçin Bir Model Önerisi*" adlı doktora çalışmasında ülkemizdeki kentlerin plansız kentleşme nedeniyle afetlere karşı dayanıksız bir hal aldığı probleminden yola çıkarak, "*6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun*" ve "*2007 Türkiye Deprem Yönetmelikleri*" nde belirtilen değerlendirme yöntemlerini esas alan bir değerlendirme yaklaşımı ve modeli oluşturmuştur. Bu model doğrultusunda mevcut binaları birinci kademe değerlendirme yöntemi ile inceleyip, risk oranları fazla çıkan binaları ikinci kademe değerlendirme yöntemi ile daha detaylı değerlendirmiştir. Çalışmada bu yaklaşım ile bir yazılım geliştirerek, elde edilen sonuçları yapı ölçeğinden kent ölçeğine taşımış; Antalya iline bağlı Murat Paşa ilçesindeki 26,610 binayı bu yöntem ve model doğrultusunda incelemiştir.

Bu konuda yapılan bir diğer çalışma ise Anıl vd. (2017)' nin "*6306 Sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası Risk Değerlendirme Tekniklerinin Saha Uygulaması: Beyoğlu Örneği*" isimli çalışmasıdır. Çalışmada kentsel dönüşüme tabi tutulacak tekil yapılar ve bölgelerin öncelikli belirlenmesi yönünde bir yöntem önerisi geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemle Okmeydanı bölgesinde bulunan 6 mahalledeki tüm yapılar önce "*6306 sayılı Kentsel Dönüşüm Kanunu Uygulama Yönetmeliği*" inde yer alan ve birinci aşama değerlendirme yöntemi olarak tanımlanan EK-A hızlı değerlendirme tekniği ile incelenmiştir. Sonrasında ise riskli olduğu tespit edilen yapılar, aynı yönetmelikte belirtilen ve ikinci aşama değerlendirme yöntemi olarak tanımlanan EK-2 kapsamlı değerlendirme tekniğine tabi tutularak tekrar incelenmiştir. Çalışmada, geliştirilen yöntemin istenilen herhangi bir coğrafyada üst yapı dağılımı nedeniyle risk durumunun belirlenmesi için herhangi bir alana uygulanabilecek genel bir yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Güler ve Canbaz (2017), "*Sivrihisar Merkezindeki Yapıların Deprem Riskinin Belirlenmesi*" isimli çalışmada mevcut yapıların hasar riskinin detaylı incelenmesi

mümkün olmadığı için Eskişehir ili Sivrihisar ilçe merkezindeki betonarme ve yığma binaları sokak taraması yöntemi ile hızlı bir şekilde değerlendirmişlerdir. Çalışmada betonarme ve yığma binalar için farklı puanlama işlemi uygulamışlardır. Bu değerlendirmede coğrafi konum, faya olan uzaklık ve yerel zemin sınıfına bağlı olarak hız bölgesi puanlarını belirlemişlerdir. Çalışmada ayrıntılı incelemeye tabi tutulacak binaların öncelik sıralamasını oluşturulmuş, deprem riski fazla olan bölgeler belirlenmiştir.

Benzer şekilde, *“Sokaktan Tarama Yöntemiyle Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımının Belirlenmesi: Erzurum – Yenişehir Örneği”* isimli makalede Okuyucu vd., (2018), Erzurum ili Palandöken İlçesi Yenişehir bölgesinde, *“6306 Sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası Yönetmeliği”* nde yer alan hızlı değerlendirme yöntemini uygulamışlardır. Çalışmada risk düzeyi yüksek çıkan binaların ikinci kademe yöntemiyle daha detaylı incelemeye tabi tutulması önerilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen verilerin, Yenişehir bölgesinde yapılacak kentsel dönüşüm çalışmalarına da altlık oluşturması amaçlanmıştır.

*“Afete Dirençli Kentler Kavramı Çerçevesinde İzmir’ de Yapı Stoku Envanteri Ve Deprem Riski Çalışmaları”* isimli araştırmada Baran vd., (2017) İzmir ili Balçova ve Seferihisar merkez ilçelerini pilot bölge seçerek, farklı yapısal özellikteki betonarme binaları deprem riski yönünden değerlendirmişlerdir. Pilot bölge olarak seçilen alanda 10.550 bina incelenmiş, farklı yapısal özelliklere sahip 6.371 binanın ise ön değerlendirme çalışmaları tamamlanmıştır. Çalışmada yapıların risk durumlarını belirleyebilmek için çoklu karar ağacı yaklaşımı ile farklı yöntemler bir arada kullanılmış, betonarme binalar beş kademeli öncelik sırasına ayrılmıştır. Yapılan pilot çalışmada elde edilen verilerle risk haritaları oluşturulup, bölge için ayrıntılı planların oluşturulması sağlanmıştır.

### 3. KURAMSAL TEMELLER

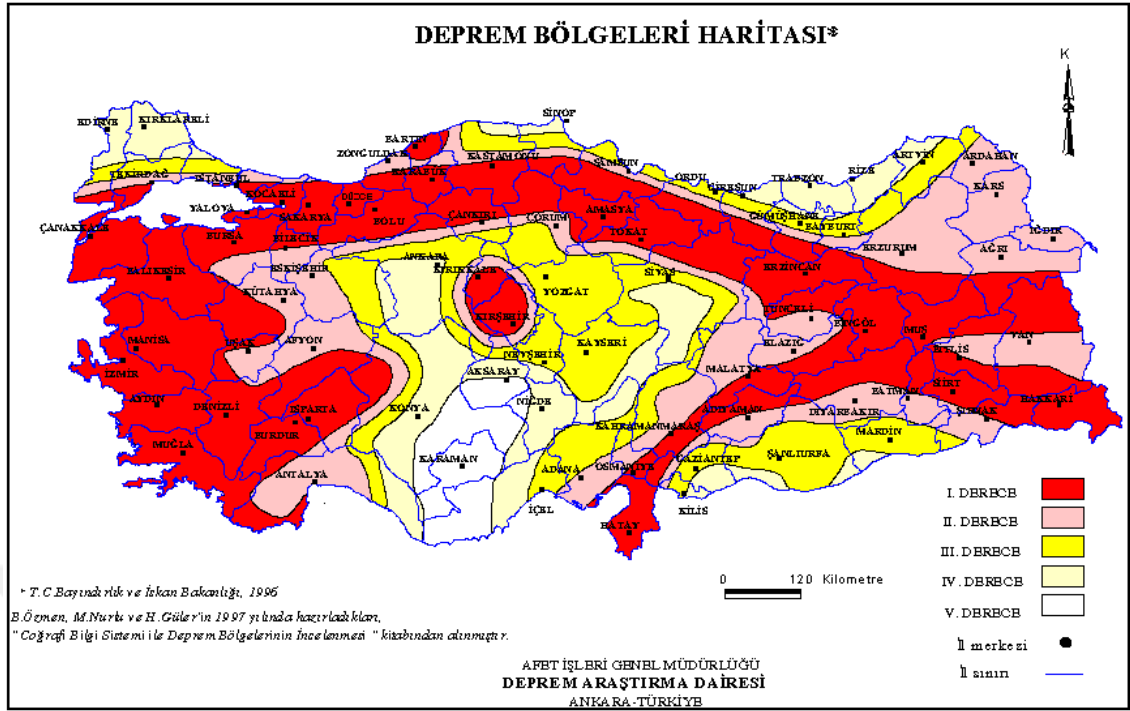
#### 3.1. Deprem ve Türkiye'nin Depremselliği

Yer kabuğunda oluşan kırılmalar nedeniyle ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde geçtikleri ortamlara yayılıp, sarsmasına deprem denir. Herhangi bir depremin belirli bir zaman ve mekânda olma olasılığına ise deprem tehlikesi denilmektedir. Deprem tamamıyla önüne geçilemeyen bir doğa olayıdır (İşçi, 2008).

Üç deprem kuşağı olan Pasifik, Atlantik ve Alp- Himalaya büyük depremlerin meydana geldiği deprem kuşaklarıdır. Bu kuşaklarda her yıl 20.000 civarında deprem meydana gelmekte ve binlerce insan yaşamını yitirmektedir (AFAD, 2020). Türkiye Alp- Himalaya deprem kuşağında yer almaktadır. Arap levhası ve Avrasya levhalarının çarpışmaları sonucu Kuzey Anadolu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonları (DAFZ) meydana gelmiştir (Demirtaş, 2000). Dolayısıyla Türkiye dünyada en etkin deprem kuşaklarının üzerinde bulunmaktadır. Bu nedenle tarihi süreçte birçok yıkıcı deprem meydana gelmiş, bu depremler büyük can ve mal kayıplarına sebep olmuştur. Gelecekte de bu tür depremlere maruz kalacağımız bir gerçektir. Deprem Bölgeleri Haritası' na göre, ülkemizin %92' si deprem bölgelerinde bulunmaktadır (İşçi, 2008). Fay hatlarına göre depremden en çok etkilenecek bölgeler (Şekil 3.1, Şekil 3.2), Doğu Anadolu Bölgesi, Marmara Bölgesi, Ege Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi'nin Kuzey Bölümü ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi'dir. Depremden en az etkilenecek olan bölgeler ise İç Anadolu Bölgesi'nin Güney Bölümü ve Akdeniz Bölgesi'nin Orta Bölümü'dür (Şengöz, 2019).

Ülkemizde 26 Aralık 1939 tarihinde meydana gelen Erzincan Depremi 7,9 büyüklüğüyle tarihin en büyük depremi olarak kayıtlara geçmiştir (Haçın, 2014). Bir diğer büyük deprem ise 17 Ağustos 1999 Marmara ve 12 Kasım 1999 Düzce Depremleridir.





Şekil 3.1. Deprem Bölgeleri Haritası (AFAD, 2016)



Şekil 3.2. Türkiye Diri Fay Haritası (MTA, 2020)

Dolayısıyla deprem bir doğa olayıdır. Fakat neden olduğu hasar ve kayıplarla bir afete dönüşebilmektedir. Yerleşim yerlerinin uygun seçilmesi, yapıların belirlenen yönetmeliklere göre uygun yapılması, gerekli mühendislik hizmetlerini alması gibi yapısal tedbirlerle afete dönüşmesi engellenebilir.

### 3.2. Afet, Tehlike, Risk ve Risk Yönetimi

Afet, insanlar için fiziksel, ekonomik veya sosyal kayıplar doğuran, insanların yaşamsal faaliyetlerini durduran ve normal yaşantısını kesintiye uğratan, imkânların yetersiz kaldığı doğal veya insan kaynaklı olayların genel adıdır. Meydana gelen afetin büyüklüğü can kayıplarının yanı sıra fiziksel, sosyal ve ekonomik kayıplarla ölçülmektedir. Afetler oluş tiplerine göre doğal afet, teknolojik afet ve insan kaynaklı afet olarak çeşitlenir. Doğal afetler, dünyada sürekli meydana gelen, insan yaşamını ciddi anlamda etkileyen deprem, sel, fırtına, heyelan, hortum, kuraklık, rüzgâr, tsunami gibi doğa olaylarının bir sonucudur. (Kadıoğlu ve Özdamar, 2008). Afet bir doğa olayı değil, meydana getirdiği sonuçtur (Kepenek, 2016).

AFAD (Sözlük, 2020)' a göre tehlike;

Belirli bir zaman veya coğrafyada ortaya çıkarak yaşamı tehdit eden, toplumun sosyoekonomik düzen ve etkinliklerine, doğal çevreye, doğal, tarihi ve kültürel kaynaklara zarar verme potansiyeli olan doğa, teknoloji ya da insandan kaynaklanan fiziki olay ve olgu. Diğer bir deyişle tehlike; doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olan ve fiziksel, ekonomik, sosyal kayıplara yol açabilecek tüm olayları ifade eder.

Tehlike ile çok karıştırılan risk kavramı ise; *“Bir olayın belirli koşul ve ortamlarda doğurabileceği can, mal, ekonomik ve çevresel gibi değerlerin kaybının gerçekleşme olasılığı”* olarak tanımlanmaktadır (AFAD Sözlük, 2020). Bir yerleşim yerinin demografik yapısı, mevcut yapı stoku, stratejik yapıları, kamusal hizmetleri, ulaşım ağı, alt yapısı vd. risk unsurlarını oluşturmaktadır (Martin, C., 2000; Aktaran vd., 2005).

Riskin belirlenmesi ile afetin etki boyutu aşağı yukarı tahmin edilebilir. Yapılan bilimsel ve istatistik veriler ile afetin yerleşim alanları ve insanlar üzerindeki etki boyutunu ortaya koymak mümkündür. Tehlikelerin sebep olacağı afetlere karşı risk analizleri yapılmalı, riske karşı nasıl önlemler alınacağı belirlenmelidir (Kadıoğlu ve Özdamar, 2008).

## Risk analizi ise

Afet Riskinin Belirlenmesi (Disaster risk assessment), Afet riskinin matematiksel olarak ifade edilebilir biçimde hesaplanmasıdır. Tehlike, çarpı değerler yani etkilenebilecek unsurlar, çarpı zarar görülebilirlik yani etkilenebilirlik oranı, esittir risk Afet Riski ;  $(R=T*D*ZG)$  ifadesi ile formüle edilir (Şahin, 2009). Afet riskinin belirlenebilmesi için öncelikle afete yol açabilecek tehlikelerin neler olduğu; yerleri, büyüklükleri, oluş sıklıkları ve etkileyebilecekleri alanların belirlenmesi, bu tehlikeden etkilenebilecek, nüfus, yapı ve altyapılar, ekonomik ve sosyal değerler, çevre gibi tüm değerlerin envanter listelerinin çıkarılması gerekir. Tehlikenin gerçekleşmesi hâlinde ise, bu değerlerin uğrayabilecekleri fiziksel, sosyal, ekonomik ve çevresel kayıpların tahmin edilmesi mümkün olur” (AFAD Sözlük, 2020).

Başka bir ifadeyle, istatistikî veriler ve bilimsel kriterler dikkate alınarak afet türlerinin ve yerleşim alanlarının hasar görülebilirliğini ve insanların zarar görülebilirliğinin ortaya konmasıyla risk analizi yapılabilmektedir (Kadioğlu ve Özdamar, 2008).

Kentlerde risk analizi yapılırken, afetin meydana getireceği şiddet, can ve mal kayıpları, fiziksel, sosyal ve ekonomik kayıplar kullanılan CBS teknolojileri ile belirlenip, basitçe ölçülebilmektedir. Kentlerde afetin oluşturacağı riskleri azaltmak, afetin öncesinde ve sonrasında yapılacak plan ve düzenlemeler ile mümkündür (Kadioğlu ve Özdamar, 2008). Kentlerde meydana gelecek riskleri azaltmada öncesinde uygulanan afet yönetimleri oldukça önem arz etmektedir. Afet yönetim sistemlerinde kayıp ve hasarları azaltmada afet öncesinde yapılan plan ve düzenlemelere afet risk yönetimi denilmektedir. Afetin meydana gelme sebeplerini belirleyip, oluşabilecek zararları en aza indirmek için alınan önlemlerdir (Kepenek, 2016).

Afet yönetim sistemi, meydana gelecek herhangi bir afetin hasar ve kayıpları azaltmak için afet öncesinde yapılan düzenleme ve planlamaların genel adıdır. Afet yönetim sistemlerinin bir alt dalları “risk yönetimi ve acil durum (kriz)” yönetimidir. Afet risk yönetimi, afet öncesinde kayıp ve zarar azaltmaya yönelik yapılan, acil durum yönetimi ise müdahale, iyileştirme ve yeniden yapılandırmaya yönelik yapılan çalışmalardır. (Kepenek, 2016; Balyemez, 2010). Afet yönetimi konusunda yapılan çalışmalarda başarılı olan ülkeler, sadece müdahale ve iyileştirme ile kalmayıp, hazırlık ve zarar azaltma konusunda da gerekli ilerlemenin yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Hasarın oluşmasına sebep olan etmenler incelenip, bu zayıf noktaların güçlendirilmesi de afet risk

yönetimi kapsamında belirlenmelidir (İDMP, 2003). Risk yönetim çalışmalarında yapılan zarar azaltma ve önlem planlamaları uzun vadede mali faydalar sağladığı, can ve mal kaybını azalttığı ve etkin çözümler ürettiği kanıtlanmıştır. Risk yönetimlerinde kurumsal altyapının hazırlanıp, aktif edilmesi büyük önem taşımaktadır. Risk yönetimleri, tehlike ve risklerin ölçülebilir parametrelerle tanımlanmasını kısacası risk analiz çalışmalarını kapsamaktadır (DPT, 2004).

### **3.3. Dünyada ve Türkiye’de Deprem Kaynaklı Afet Risk Azaltma Çalışmaları**

Tez çalışmasının bu bölümünde konuyla ilgili Dünya’da ve Türkiye’ de yapılan çalışmalar incelenmiştir.

#### **3.3.1. Dünyada yapılan risk azaltma çalışmaları**

Dünyada deprem kaynaklı afet riskini azaltma konusundaki çalışmalar genellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya’da ileri düzeyde yapılmaktadır. Sebebi ise bu ülkelerin dünyanın en aktif deprem kuşaklarında yer alması ve bu doğrultuda tüm ekonomik ve teknolojik olanakların araştırma ve uygulamalara yönlendirilmesidir (Balyemez, 2010).

A.B.D. ve Japonya’ da ya da diğer gelişmiş ülkelere uygulanan risk azaltma çalışmalarının Türkiye’ de direkt uygulanmasının mümkün olmadığı açıktır. Türkiye’nin yapısı, tarihsel süreçler, yapısal kusurlar ve parametreler deprem riskini azaltmada referans alabileceğimiz ülkelere göre oldukça farklı özelliklere sahiptir. Bu yöntemler Türkiye’de uygulanmasa da incelenip Türkiye şartlarına uygun bir model ve yöntem geliştirilebilir. Çalışmalarda ekonomik, sosyal, kültürel vb. alanlar kastedilmekte olup, kent planlama yaklaşımlarının uygulama yöntemlerindeki farklılıklar vurgulanmıştır. Bu ifade ile deprem risk azaltma çalışmaları çok yönlü ele alındığında, Türkiye için aynen uygulamak yanlış olacaktır (Balyemez, 2010). Fakat Türkiye’nin diğer ülkelere göre farklı dinamiklerde yöntemler geliştirmesi ve son yıllarda bu konu ile ilgili çok fazla çalışma yapması ile diğer çalışma yapan ülkelerin başında gelmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri sahip olduğu geniş coğrafyası ile doğal afetlere sıkça maruz kaldığından, sürekli aktif olan bir müdahale sistemine sahiptir. Federal Acil Durum

Yönetim Kurumu (FEMA) olağanüstü durum ve afet yönetiminden sorumlu kuruluştur. FEMA olası bir afet durumunda hemen devreye girmeye hazır bir örgütlenmeye sahiptir (Erkal ve Değerliyurt, 2009). FEMA, afet yönetim kapsamında kamu ve özel kurumların nasıl çalışacağını Federal Müdahale Planında detaylı belirlemiştir. Belirlenen planda, alınacak önlemler, yapılacak yardımlar, yangın söndürme, tıbbi hizmet, enkazdan gıda maddesine kadar her detay belirlenmiştir (Erkal ve Değerliyurt, 2009).

Diğer taraftan ABD’de Federal Acil Durum Yönetim Kurumu (FEMA), ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumu (USGS), Ulusal Bilim Vakfı (NSF), Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) ile temasta olan “Ulusal Deprem Tehlikesini Azaltma Programı” (NEHRP) kullanılmaktadır. Ulusal Deprem Tehlikesini Azaltma Programı’nın (NEHRP) amacı;

- Depremde meydana gelecek hasar ve kayıpları azaltmak için uygulama adımlarını hayata geçirmek,
- Yapıların deprem hassasiyetlerini düşürmeye yönelik yöntemler geliştirmek,
- Risk analiz yöntemlerini geliştirmektir (Tobin, 1998).

Bu kapsamda NEHRP programı için çok geniş kapsamlı bir Coğrafi Bilgi Sistemleri ağı oluşturulmuştur. Tüm yerel yönetimlerde ise oluşturulan plan ve haritaları doğru ve şeffaf bir şekilde paylaşma zorunluluğu bulunmaktadır. Risk düzeylerinin belirlenmesinde ise CBS tabanlı birkaç yazılım kullanılmıştır. İlk önce deprem kayıp etkilerini inceleyen HAZUS-MH (Hazard United States- Multi Hazard) sel ve kasırga gibi afetleri de içine alarak kayıp tahmini yapan bir yöntem ve yazılım geliştirmiş, bu yazılım ile deprem risk haritaları oluşturulmuştur (Kepenek, 2016).

Japonya’da bulunduğu fay hatları ve coğrafik yapısı ile ülkemiz gibi sürekli depremlere maruz kalan ülkelere biridir. Dünyadaki depremlerin %10’luk kısmı bu ülkede meydana gelmektedir. Depremin yanı sıra volkanik hareket, sel, fırtına ve tayfun gibi doğal afetlerde bu ülkede sıkça yaşanmaktadır (Yılmaz, 2017).

Japonya’da Ulusal afet yönetimi “*Afetlere Karşı Önlemler Temel Kanunu*” ve “*Büyük Ölçekli Depremlere Karşı Önlemler Kanunu*” olmak üzere iki önemli yasal düzenleme ile yürütülmektedir (Erkal ve Değerliyurt, 2009).

Afete yönelik yapılan çalışmalarda, hasar tespitleri, acil müdahale ve önlem için “*Erken Hasar Tahmin Sistemleri*” (ESS) ve “*Acil Önlem Destek Sistemleri*” (EMS) kullanılmaktadır (Keleş, 1984). Erken Hasar Tahmin Sistemi (ESS) ile en kısa sürede hasar tahmini yapılarak 30 dakika içerisinde deprem değerlendirme raporu üretilmektedir. Acil Önlem Destek Sistemi (EMS) ile de tüm bağlantılı makamlar ve birimler ile iletişime geçilerek, gerekli veri paylaşımı yapılmakta ve alınacak önlemlerin yerine getirilmesi sağlanmaktadır (Balyemez, 2010). Ulusal acil durum yönetim modelinde dört temel ilgili sorumluluk düzeyi belirlenmiştir. Bunlar; (Erkal ve Değerliyurt, 2009)

- Ulusal Hükümet düzeyi,
- Bölgesel Hükümet düzeyi,
- Belediyeler düzeyi ve
- Halk – Birey düzeyidir.

### **3.3.2. Türkiye’de yapılan risk azaltma çalışmaları**

Ülkemizde deprem afetlerine karşı yapılan risk azaltma çalışmaları, 1939 Erzincan Depremi ile başlamış fakat yapılan çalışmalar yeterli düzeyde olmadığı için afet sonrası iyileştirme ile sınırlı kalmıştır. 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 depremleri sonrasında ise arama kurtarma faaliyetleri, yer, yapı, planlama, imar düzenlemeleri, denetim zorunluluğu gibi alanlarda yeni başlangıçlarla birlikte gerekli düzenlemelerde yapılmıştır (Kepenek, 2016). Bunların yanı sıra Türkiye Ulusal Binyıl Kalkınma Raporu kapsamında ki afet risk mevzuatları Sekizinci Kalkınma Planı (2001-2006) ile ülke politikaları içinde yer almıştır. Afet zarar azaltma çalışmaları ise AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı) tarafından TÜBİTAK, çeşitli üniversiteler ortaklığında yürütülmektedir. Bu bölümünde ulusal ölçekte ve özellikle İstanbul ve İzmir gibi metropol kentleri içeren risk azaltma çalışmalarına değinilmiştir.

### 3.3.2.1. İstanbul deprem master planı

Türkiye'nin en kalabalık, ticaret, finans açısından da ülkemizin merkezi olan İstanbul'un olası bir depremde meydana gelebilecek sorunları ve öncesinde alınabilecek önlemleri belirlemek için İstanbul Teknik Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi bir araya gelerek bu il için kapsamlı bir çalışma yapmış ve İstanbul Deprem Master Planını hazırlamışlardır.

Depremi önceden tahmin edemediğimiz gibi önleyemeyeceğimiz kesindir. Ancak oluşabilecek afet zararlarını azaltmak mümkündür. Bu amaçla hazırlanan İstanbul Deprem Master Planı (İDMP) afet öncesi ön hazırlık ile afetin meydana gelmesiyle oluşacak reaksiyon sıralamasını içermektedir. Böyle bir çalışma ile mevcut durum analizi, finansal, toplumsal ve hukuki kapsamda yapılması gereken çalışmalar ve bu çalışmaların planlanması amaçlanmıştır. Yapılan çalışma İstanbul'da oluşabilecek herhangi bir depreme karşı zarar azaltmak için oluşturulmuş bir yol haritası ve eylem planıdır (Kepenek, 2016).

İstanbul Deprem Master Plan'ın da incelenmesi hedeflenmiş alanda bulunan bina sayısının çok fazla olması ve gerekli mühendislik hizmeti almamış olmalarından dolayı detaylı bir inceleme yöntemine tabi tutulamayacağı ön görülmüştür. Bu sebepten dolayı çalışma alanında üç kademeli inceleme yöntemi uygulanmıştır.

**Birinci Kademe İnceleme;** sokaktan tarama olarak bilinen bir ön değerlendirme aşamasıdır. Bu incelemede amaç gözlem yolu ile kısa bir zaman dilimi içinde, incelenen alandaki tüm binaların belirlenen parametrelerle değerlendirilmesi ve elde ettiği performans puanı ile sıralanmasıdır. Bu yolla kısa sürede birçok bina incelenebilmektedir. Yapılan performans puan hesaplaması sonrasında binalar risk durumlarına göre değil detaylı değerlendirme önceliklerine göre sıralanmaktadır (İDMP, 2003).

**İkinci Kademe İnceleme;** Birinci kademe inceleme aşamasında yapılan öncelik sıralamasında ilk sırada yer alan binalar ile bu binaların yoğunluklu olduğu bölgelerden başlanarak yapılan ayrıntılı ön değerlendirmedir. Bu değerlendirmede amaç ikinci kademe incelemeye tabi tutulan binaların doğru ve güvenilir bir şekilde incelenerek bir sonraki kademeye daha az sayıda bina aktarmaktır (Kepenek, 2016).

**Üçüncü Kademe İnceleme;** önemli kamu binalarına ve çok katlı konut ve işyerlerine, yetkinliği olan mühendislik firmaları tarafından yapılan ayrıntılı ve daha kapsamlı incelemelerdir. Bu aşamada elde edilen veriler kesine yakın sonuçlar vermektedir. Üçüncü kademe inceleme, birinci ve ikinci kademe değerlendirmelere göre çok daha masraflı ve uzun sürede tamamlanmaktadır. Bu değerlendirme ile hem kesin sonuç alabilmekte hem de güçlendirme önerilmektedir (Kepenek, 2016).

İstanbul Master Planı kapsamında yürütülen çalışmada ayrıca yapılar kullanım amacı ve yapı türüne göre sınıflandırılmıştır. Bunlar (İDMP, 2003);

- 1) 1-7 katlı betonarme binalar
- 2) 1-5 katlı yığma binalar
- 3) 8 ve daha fazla katlı yüksek binalar (konut blokları ve iş merkezleri)
- 4) Okullar, hastaneler ve itfaiye binaları (önemli yapılar)
- 5) Diğer kamu binaları
- 6) Basit sanayi yapıları (organize sanayi, 1-2 katlı betonarme, prefabrik, çelik)
- 7) Sanayi tesisleri (fabrikalar)
- 8) Stratejik yapılar
- 9) Tehlikeli yapılar (depolama tesisleri, vb.)
- 10) Köprüler
- 11) Ahşap yapılar
- 12) Altyapı şebekeleri
- 13) Kültür varlıkları' dır.

(1) türündeki binalar İstanbul'daki binaların %73'ünü, (2) türündeki binalarda %23'ünü kapsamaktadır. Genellikle (5) türündeki kamu binaları (1) ve (2) sınıfının içinde yer almaktadır. Sanayi ve tehlikeli yapılar özel yapılar olduğu için bu yöntemler ile değerlendirilmesi uygun görülmemiştir. Ahşap yapıların ise depremde yıkılma ve can kaybına sebep olma olasılığı çok düşüktür ve İstanbul'da bu tür yapılar oldukça azdır. Bundan dolayı, geliştirilecek olan değerlendirmede (1) ve (2) yapı türünü kapsamaması durumunda toplam bina stokunun %96'sı kapsanmış olacaktır (İDMP, 2003).

Yapı türlerine göre değerlendirmenin hangi kademe yöntemde yapılacağı da belirlenmiştir (Tablo 3.1).



**Tablo 3.1.**Yapı türüne bağlı olarak değerlendirme seviyeleri

Yapı Türü	Sokak Taraması	Ön Değerlendirme	Kapsamlı Değerlendirme
1	√	√	√
2	√	√	
3			√
4			√
5		√	√
6		√	√

Buna göre sekiz katlı ve daha yüksek yapılar (3.tür yapılar) çoğunlukla mühendislik hizmeti alan ve proje verileri olan yapılardır. Bu yapılara sokak taraması ve ön değerlendirme yöntemleri uygulamak yeterli sonucu vermeyeceği için doğrudan kapsamlı değerlendirme yöntemi ile incelenmesi önerilmiştir. Dördüncü yapı türü olan okul, hastane ve itfaiye binaları normal katlı yapılara göre daha yüksek deprem performansına sahip olmaları gerektiği için doğrudan kapsamlı değerlendirme yöntemi ile incelenmeleri uygun görülmektedir (İDMP, 2003).

İstanbul Deprem Master Planı için hazırlanan raporda BÜ-YTÜ “*Ön Değerlendirme Aşaması*” İTÜ-ODTÜ ise “*Sokak Taraması*” olarak adlandırdıkları “Birinci Kademe Değerlendirme” için iki farklı değerlendirme yöntemi önermiştir.

Bu kapsamda betonarme, yığma ve karma yapılar için farklı parametrelere dayalı veri toplama formları hazırlanmıştır. Önerilen yöntem Zeytinburnu pilot bölgede uygulanmış, bölgedeki binaların ön değerlendirme ile risk düzeyleri belirlenmiştir. Elde edilen bilgilerin İstanbul Büyükşehir Belediye verileri ile birlikte değerlendirilip, kent imar planlarına ve diğer sektörlere veri tabanı oluşturması hedeflenmiştir.

### **3.3.2.2. Zeytinburnu pilot projesi**

İstanbul Deprem Master Planı 2009 yılında Zeytinburnu İlçesi Sümer Mahallesinde ilk kez uygulanmıştır. Zeytinburnu'nun bulunduğu konumu, topografik yapısının düz olması, ulaşım akslarına yakınlığı, ilk gecekondü semti olup kaçak yapılaşmanın fazla olması, zaman içerisinde yapılaşmanın artması ve nüfus yoğunluğunun da bu oranda

artması, yeşil alanların azlığı, çevre kalitesinin düşük olması, pilot bölge olarak seçilme nedenleridir. Ayrıca Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) raporlarına göre meydana gelebilecek olası bir İstanbul depreminde en çok hasar görebilecek ilçeler arasında yer almaktadır (Aşık, 2007).

Uygulanan projede amaç, Zeytinburnu ilçesinin ekonomik, sosyal, fiziksel boyutlarıyla ele alınarak kapsamlı bir dönüşüm için ortak bir stratejik hedef belirlenmesi, belli plan doğrultusunda eylem planının geliştirilmesidir. İki aşamalı gerçekleştirilen çalışmada ilk olarak saha araştırmaları ile riskli binalar belirlenmiştir. Bu aşamada yeni yerleşim yerleri, geçici yerleşim yerleri, yeşil alanların değerlendirilmesi gibi çalışmalar da yapılmıştır (İDMP, 2003).

Sahada binalara ilişkin veriler binaların fotoğrafları ve coğrafi koordinatlarıyla birlikte formlara işlenmiştir. Sahada toplanan veriler merkezi sisteme aktarılmış, ağ üzerinden verilerin güvenliği ve paylaşımı sağlanmıştır. Master planda I. ve II. kademe değerlendirme yöntemiyle sisteme aktarılan verilerin kontrolü yapıp, incelenen her binanın deprem performans dereceleri belirlendikten sonra CBS ortamında haritalara işlenmiştir (İDMP, 2003).

Yapılan çalışmada, deprem odaklı risklerin belirlenmesi ve kapsamlı dönüşüm olarak iki ana yaklaşım belirlenmiştir. Bu yaklaşım doğrultusunda, deprem riskinin belirlenmesine ilişkin incelenen ve 2295 yapının (ilçedeki yapıların yaklaşık %14'ü) çok riskli olduğu görülmüş, en kısa zamanda da gerekli önlem ve tasfiye işlemlerinin yapılması; diğer bir yaklaşımda toplumsal, ekonomik ve mekânsal boyutta kapsamlı dönüşüm faaliyetlerinin sağlanması hedeflenmiştir (Kepenek, 2016).

### **3.3.2.3. İzmir Büyükşehir Belediyesi radius projesi**

Gelişmekte olan ülkeler kentsel yerleşim bölgelerinde deprem zararlarını azaltma yönünde “*Kentsel Alanların Deprem Afetlerine Karşı İncelenmesi için Risk Değerlendirme Araçları*” (RADIUS - Risk Assessment Tools for Diagnosis of Urban Areas Against Seismic Disasters) isimli bir çalışma başlatmışlardır. Bunun için 58 kent arasından 9 kent seçilmiştir. İzmir bu kentlerden biridir (Uslu ve Uzun, 2014). İzmir Büyükşehir Belediyesi, Mimarlar Odası İzmir Şubesi ve Boğaziçi Üniversitesi ile

protokol imzalamıştır. Bu protokol çerçevesinde 1999 yılında elde edilen verilerle “*İzmir Deprem Master Planı*” tamamlanmıştır.

Uygulanan İzmir Deprem Master Planında 2 temel amaç bulunmaktadır. Bunlar (Tunçağ, 2017);

- Oluşabilecek herhangi bir depremde meydana gelebilecek hasar bölgelerini, nitelik ve boyutlarını belirleyecek bir “Deprem Hasar Senaryosu” geliştirmek,
- Depremi meydana getireceği hasarları azaltmaya yönelik bir “Risk Yönetim Planı” hazırlamaktır.

Bu kapsamda İzmir Büyükşehir Belediyesi 9 merkez ilçede veri elde etmek için çalışmalar başlatmıştır. Zemin ile ilgili çalışmalar yapıp sondaj verilerinden elde edilen bilgiler Kandilli Rasathanesi ve İstanbul Teknik Üniversitesine gönderilerek zemin sınıfları belirlenmiştir. Alanın jeolojik yapısı, proje bilgileri gerekli tüm kamu binalarından elde edilerek senaryo depremine göre incelenip, olası hasarlar belirlenmiştir. İnşaat Mühendisleri Odası ekipleri tarafından yaklaşık 220 bin bina (toplu konutlar dahil) gözlemsel verilerle incelenip, hasar oranları belirlenmiştir (Tunçağ, 2017).

Çalışmada kullanılan hasar tahmin metodolojisi ile 50 yıllık süre içerisinde meydana gelebilecek bir depremin oluşturacağı yapısal ve alt yapı hasarlarının %10’luk aşılma payı olacağı tahmin edilmiştir (Tunçağ, 2017). İzmir’de meydana gelebilecek 6,5 büyüklüğündeki bir depremde 11 merkez ilçede hayatı durduracağı, 195.376 yapının ağır hasar alacağı veya yıkılacağı, 225.990 yapının orta, 283.111 yapının ise az hasar göreceği belirtilmiştir (İBB, 2016; Aktaran Kepenek, 2016). Çalışması yapılan senaryo depremleri en kötü duruma ve geçmiş dönemlerde meydana gelmiş büyük depremlere göre belirlenmiştir.

#### **3.3.2.4. İstanbul ili sismik mikro-bölgeleme dahil afet önleme/azaltma temel planı çalışması**

Proje, 2001 yılında Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA)’na hazırlanmış 2002 yılında ise tamamlanmıştır. Projenin temel amacı, İstanbul için afet yönetim ve zarar azaltma çalışmalarının temelini meydana getirecek mikro bölgeleme haritalarını

oluşturmak ve yapıların depreme dayanıklı inşasında öneride bulunup bu doğrultuda planlama tekniklerini belirlemektir (İskenderoğlu vd., 2003).

Çalışma kapsamında belirlenen hedefler;

- İstanbul ili için yapılan projede, afete hazırlık noktasında zarar azaltma ve önlemede sismik mikro bölgeleme çalışmalarının yapılması ve geliştirilmesi,
- Kentsel ölçekte bina deprem dayanıklılığının değerlendirilmesi ve altyapılarda oluşabilecek hasarlara göre sismik mikro-bölgeleme çalışmasının yapılması,
- İstanbul için arazi kullanım planı, binaların depreme dayanıklılığı ve afet önleme noktasında gereken tavsiyeler,
- Çalışma yapılan süreçte planlama aşamalarının ilgili yerlere aktarılmasıdır.

Öncelikle deprem senaryoları belirlenmiş ve belirlenen her senaryo farklı büyüklüklerde oluşturulmuştur. 1992 Erzincan ve 1999 Marmara depremleri baz alınarak analiz modeli oluşturulmuştur. Projede deprem zararlarını azaltmak için kısa, orta ve uzun vadeli tedbirler önerilmiştir. Kısa vadeli tedbirler en kısa zamanda uygulanması gereken ve genellikle güçlendirme çalışmalarını kapsayan önerilerdir. Hastanelerin, kamu binalarının, okulların, köprülerin, altyapıların vb. güçlendirilmesi kısa vadeli tedbirler kapsamına girmektedir. Uzun vadeli tedbirler ise 5 ila 10 yıl gibi bir sürede gerçekleştirilebilen ve yapısal olmayan önerilerdir. Depremi önlemek için hazırlanan master planlar, depreme dayanıklı alanlarının belirlenerek kentsel dönüşümün uygulanması, heyelan riskine açık yamaçlarda gecekondu alanlarının tahliye edilmesi gibi çalışmalar uzun vadede yapılması önerilen tedbirlerdir (İskenderoğlu vd., 2003).

### **3.3.2.5. Erzincan'da olası deprem hasarlarının belirlenmesi**

Kentsel olarak risk azaltma çalışmaları, bölgedeki potansiyel kayıpların belirlenmesidir. Çalışmada sismik analizlerden yapı kırılganlıkları ve kayıp modellerine kadar bir çalışma geliştirilmiştir. Çalışma yapılan alana ait deterministik ve olasılıksal sismik tehlike analizleri, yerel sismik hız modelleri, senaryo deprem simülasyonları ve yapı stoku özellikleridir. Alan olarak 1939 ve 1992 yıllarında yıkıcı depremlere maruz kalan Erzincan ili seçilmiştir. Ekip tarafından yürütülen projede 1992 Erzincan depreminde gözlemlenen yapısal hasarlara göre yöntem önerilmiştir. Bu yöntem ile tehlikesi yüksek

alanlarda risk belirlemenin daha gerçekçi yapılması, deprem tehlikesi bulunan alanlarda afet yönetimine ve risk azaltma çalışmalarına katkı sağlaması hedeflenmiştir (Gündoğan vd., 2015).

Erzincan İl merkezinde bulunan binaların hasar durumlarını belirlemek için ODTÜ tarafından genel bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada ilk önce TÜİK verilerden, Erzincan il merkezinde bulunan binaların yapı tipleri, kat sayıları ve kullanım amacı gibi veriler derlenmiştir. İncelenen parametrelerde elde edilen verilerin mahallelere göre yüzde olarak dağılımları belirlenmiştir. Yapılan inceleme Erzincan il merkezinde bulunan en büyük 6 mahallede, betonarme ve yığma sistemli yapılarda yapılmıştır (Gündoğan vd., 2015).

Erzincan il merkezi için yapılan ön çalışmadan sonra binalar hakkında genel bilgiler elde edilip 2013 yılında saha çalışması yapılarak, 275 bina sokak taraması yöntemiyle incelenmiştir. Gözlem yoluyla yapılan incelemede binalara ait yapısal parametreler değerlendirilmiştir. Böylelikle Erzincan'daki binaların saha çalışmasıyla yerel özellikleri yerinde tespit edilip, TÜİK' den elde edilen verilerle karşılaştırılması yapılmıştır. Binalarda incelenen yapısal parametreler şunlardır (Gündoğan vd., 2015)

- Binanın konumu
- Yapı sistem türü (betonarme çerçeve, betonarme perdeli, yığma taş, yığma briket, yığma kerpiç, yığma tuğla, ahşap çerçeve)
- Kat sayısı
- Bina kullanımını (konut, işyeri, resmi, eğitim, sağlık, karma)
- Yatayda düzensizlik
- Düşeyde düzensizlik
- Ticari giriş katı
- Binanın genel görünen kalitesi

Çalışma yapılan mahallelere göre binalar parametrelere göre teker teker incelenip, oransal yüzdeleri hesaplanmıştır. Mahallelerin yapı türüne göre yoğunlukları, 1992 deprem öncesi veya deprem sonrası inşa edildikleri, yapı türüne göre binaların kaçar katlı oldukları bu yöntem ile belirlenmiştir. Yapılan uygulama ilk kez bir şehir bazında deprem temelinden başlayıp, zemin ve dalga hareketleri göz önünde bulundurularak geniş

spektrumlu, sismoloji ve deprem mühendisliği ilkelerine dayanan geniş kapsamlı bir hasar belirleme çalışmasıdır.

### **3.4. Hızlı Değerlendirme Yöntemleri**

#### **3.4.1. FEMA 154**

1988 yılında ABD’de “*Deprem Zararlarını Azaltma Ulusal Programı*” kapsamında geliştirilen, 2002 yılında ise güncellenen FEMA 154 yöntemi, meydana gelebilecek bir afet durumunda zarar tespiti ve yapıların hızlı şekilde deprem güvenliğini belirlemeyi sağlayan hızlı tarama yöntemlerinin ilkidir. ATC 21 (Applied Technology Council) olarak isimlendirilen bu yöntem FEMA 154 ve FEMA 155 (Federal Emergency Management Agency) olarak güncellenmiştir (FEMA, 2003).

Yöntemde amaç, hızlı değerlendirme yöntemleri ile kısa sürede birçok yapının en doğru şekilde deprem risklerini belirlemektir. Bu değerlendirme yönteminde yapılar hızlı bir şekilde taranmakta ve ayrıntılı değerlendirmeye ihtiyaç duyanlar belirlenmektedir. Yöntemde FEMA tarafından geliştirilmiş olan risk analiz ve afet planlama yazılımı olan HAZUS (Hazards United States) kullanılmış ve sonuçların daha hızlı değerlendirilmesi sağlanmıştır. Tarihi yapılar, yüksek kuleler ve taşıyıcı sistemi olmayan yapılar FEMA 154 hızlı değerlendirme yöntemi ile değerlendirilmemektedir (Temür, 2006).

Bu yöntemle yapılar incelenirken ilk olarak 15 farklı sınıfa ayrılmış olan taşıyıcı sistem türü seçilmektedir. Yapıların temel yapısal risk puanları ait oldukları sistem türüne göre belirlenmektedir. Hesaplanan puanlar oluşabilecek herhangi bir depremde taşıyıcı sistemde meydana gelecek hasarı ifade etmektedir (FEMA, 2003).

Binaların taşıyıcı sistemleri belirlendikten sonra veri toplama formu yardımıyla değerlendirmeye esas teşkil edecek parametreler incelenmektedir. Dışarıdan gözlem yoluyla belirlenebilecek parametreler; (FEMA, 2003; Aktaran Kepenek, 2016).

- Binanın fotoğrafı ve coğrafi koordinatları
- Binanın temel özellikleri (adresi, kat sayısı, yapım yılı, kat alanı, kullanım amacı, binadaki insan sayısı)
- Zemin tipi

- Devrilme tehlikesi olan elemanlar (parapet, baca)
- Temel yapısal risk puanı
- Değerlendirme parametreleri

Veri toplama formları deprem bölgelerine göre farklılık göstermektedir. Uygulama yapılırken binanın bulunduğu deprem bölgesine göre uygun veri toplama formları seçilmektedir. Taşıyıcı sistem türüne göre de formda verilen ana puan belirlenmektedir. Elde edilen puana, formda verilen değerler eklenerek veya çıkarılarak sonuç puanı (S) hesaplanmaktadır. Bu puanlara göre sonuç 2'den ( $S > 2$ ) büyük çıkması durumunda deprem performansının iyi olduğu, 2'den ( $S < 2$ ) küçük çıkmasında ise deprem riskinin olduğu ve detaylı incelemeye tabi tutulması sonucuna varılmaktadır (Ergun, 2007).

FEMA 154 bir ön değerlendirme yöntemi olup, zaman ve maliyet açısından oldukça masrafsızdır. Ancak bu yöntemde gözlem yoluyla inceleme yapıldığı için risk sayılan parametreler her zaman belirlenemeyebilir. Sonuç puanına göre gözlemcinin bilgisi çok önem taşımaktadır ve gerektiği yerde detaylı inceleme kararı da verebilmektedir.

### **3.4.2. P25 yöntemi**

Ülkemiz aktif deprem bölgelerine sahip olduğu için binaların deprem karşısındaki performansı ve mevcut yapı stokunun bilinmesi önemli bir konudur. Betonarme binaların, depremin meydana getireceği etki karşısında hasar derecesinin ne seviyede olacağı, hasarı en aza indirmek için ne gibi tedbirlerin alınacağı oldukça önemlidir. Bu kapsamda da yapılarda toptan göçmenin yaşanmasını veya can kaybına neden olma olasılığını belirlemek için Tezcan ve Bal (2005) "Sıfır Can Kaybı" yaklaşımı ile P5 değerlendirme yöntemini oluşturmuşlardır (Tezcan ve Bal, 2005). P5 yöntemi öncelikle P24 ve sonrasında P25 yöntemi olarak geliştirilmiş ve birçok bina üzerinde uygulanmıştır. P25 yönteminde yedi farklı göçme puanı ve bu puanların birbiriyle etkisinden ortaya çıkan P sonuç puanı hesaplanmaktadır. Hesaplanan P sonuç puanına göre binanın göçme riskinin az, orta veya yüksek riskli olduğu hakkında yorum yapılabilmektedir (Hanbaba, 2019).

Yöntem, kritik katın belirlenmesiyle başlamaktadır. Perde ve dolgu duvar ile çevrilmeyen kat kritik kat olarak gösterilmekte ve genellikle bodrumun üstündeki kat olarak belirlenmektedir. Fakat yapı incelenirken bodrum kat perde veya dolgu duvar ile

çevrilmemiş ise kritik kat olarak bodrum kat alınmaktadır. Kritik katın belirlenememesi durumunda her katın puan hesabı ayrı yapılmakta ve hesaplanan en düşük puan ise yapının puanı olarak kabul edilmektedir. Sonrasında yapının x ve y yönünde boyutları belirlenip ve atalet moment endeksleri hesaplanmaktadır. Yedi şekilde belirlenen göçme riski parametreleri şu şekilde sıralanmaktadır (Tezcan ve Bal, 2005);

*Temel yapısal puanı- P1;* Belirlenen kritik katta, perde, kolon ve duvarların rijitliği ile binanın yüksekliğine bağlı taşıyıcı sistem puanı belirlenmektedir. Sonrasında 14 yapısal düzensizlik faktörü olan; döşeme süreksizliği, burulma düzensizliği, kütle düzensizliği, düşey doğrultuda süreksizlik, katlarda seviye farkı veya kısmi bodrum, korozyon mevcudiyeti, beton kalitesi, asma kat mevcudiyeti, etriye sıklığı, zayıf kolon- kuvvetli kiriş, temel tipi, temel derinliği ve zemin sınıfı değerlendirilerek P1 puanı hesaplanmaktadır (Kepenek, 2016).

*Kısa kolon puanı- P2;* Kolon boyunun, bulunduğu kattaki diğer kolonlara göre boyunun kısa olması durumudur. P2 puanı, yapıdaki kısa kolonların bulunma oranına ve kısa kolonun serbest yüksekliğinin kat yüksekliğine oranına bağlı olarak hesaplanmaktadır (Kepenek, 2016).

*Yumuşak kat ve zayıf kat puanı- P3;* Yapının bir katının yüksekliğinin diğer katlardan farklı olması veya yatay yükleri taşıyan dolgu duvarların olmaması durumudur. Bu durum genellikle zemin katlarda gözlenmekle birlikte, P25 yöntemine göre de kritik kat olarak da tanımlanabilmektedir (Hanbaba, 2019).

*Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı- P4;* Genellikle giriş kat üzerindeki çıkmalar yapıda hem kütle düzensizliğine hem de cephede kolonlar arasındaki ötelenme ile çerçeve süreksizliğine yol açmaktadır (Hanbaba, 2019).

*Çarpışma puanı- P5;* Bitişik nizamdaki yapılarda ağırlık ve yüksekliklerin farklı olmasında dolayı risk düzeyinin fazla olduğu, en sondaki binanın ise risk düzeyinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yapılarda çarpışma etkisi, bitişik olduğu bina ile kat yüksekliğinin, kat seviyesinin, kütle ve rijitliğinin farklı olması çarpışma etkisini belirlemektedir. Bitişik nizamdaki iki yapının plandaki ağırlık merkezlerini birleştiren



çizgi iki yapının çarpışacağı ortak çizginin tam ortasında geçiyorsa “merkezi” çarpışma, geçmiyorsa “dış merkezli” çarpışma olarak tanımlanmaktadır (Tezcan ve Bal, 2005).

*Sıvılaşma potansiyeli puanı- P6;* Yöntemde yeraltı su seviyesine ve zemin özelliklerine göre belirlenmektedir. Sıvılaşma potansiyeli “az”, “orta” ve “yüksek” olarak, zemin parametrelerine bağlı olarak tespit edilmektedir. Sıvılaşma olmayan zeminlerde P6=100 olarak alınmaktadır (Hanbaba, 2019).

*Toprak hareketleri puanı- P7;* Zemin parametrelerine göre heyelan, istinat duvarı göçmesi, büyük oturma gibi zemin hareketleri saptanmaktadır. Bunlardan herhangi birinin olması durumunda yer altı su seviyesine göre P7 değeri hesaplanmaktadır (Kepenek, 2016).

Binanın performans puanı denklem 3.1’ de verilen yöntem ile P sonuç puanı hesaplanmaktadır. Pi değerlerinin en küçüğü olan Pmin değeri belirlenir. Denkleme göre;  $\beta$  çarpanı; Pi göçme kriterlerinin etkileşimini,  $\alpha$  düzeltme çarpanı; bölgenin depremselliğini, arazinin topoğrafyasını, binanın önem derecesini temsil eder. Hesaplama sonucunda elde edilen P sonuç puanına göre; 30 puan sınır olarak değerlendirilip, puan 30’dan fazla ise güvenli, az ise ayrıntılı incelemeye tabi tutulması gerektiği belirtilmektedir (Tezcan ve Bal, 2005).

$$P \text{ sonuç} = \alpha \cdot \beta \cdot P \text{ min} \quad (3.1)$$

### **3.4.3. Birinci aşama değerlendirme (sokak taraması)- ODTÜ yöntemi**

Orta Doğu Teknik Üniversitesi tarafından, 1-7 katlı betonarme binalara yönelik hazırlanan bu yöntem, binalara dışardan bakılarak, belli parametrelerin gözlem yoluyla değerlendirilip, analiz edilmesine dayanmaktadır. Binalarda belirlenen parametreler (İDMP, 2003);

- 1) Kat adedi
- 2) Yumuşak kat
- 3) Ağır çıkma
- 4) Görünen yapı kalitesi
- 5) Kısa kolon

- 6) Çarpışma etkisi
- 7) Tepe / yamaç etkisi
- 8) Yerel zemin koşulları ve deprem etkisi' nden oluşmaktadır.

Sokaktan tarama yöntemiyle incelenen parametre sonuçlarına göre binaların bulunduğu hız bölgesi belirlenip, belirlenen değerlere uygun olarak bina deprem puanı hesaplanmaktadır. Binanın kat sayısı ve bulunduğu hız bölgesine göre artı puan verilip, bulundurduğu her olumsuzluk parametre puanından düşülmektedir. Elde edilen bina deprem puanı ne kadar düşük ise binanın riski de o kadar yüksek olmaktadır (İDMP, 2003). Bina deprem puan hesabı yapılırken Denklem 3.2 kullanılmaktadır.

*Bina Deprem Puanı Hesabı;*

$$\text{Bina deprem puanı} = (\text{hız bölgesi puanı}) - \sum_1^5 (\text{olumsuzluk parametresi}) * (\text{olumsuzluk puanı}) \quad (3.2)$$

#### **3.4.4. Sokak taraması yöntemi- YTÜ- BÜ**

Ortadoğu Teknik Üniversitesi'nden farklı olarak Boğaziçi Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesi tarafından geliştirilen bu yöntemle binalar bilgisayar ortamında hazırlanacak olan standart veri toplama formuna işlenmesi ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Veri formuna işlenmesi gereken bilgiler ise şunlardır (İDMP, 2003):

- 1) Binanın adresi ve koordinatı
- 2) Binanın cepheden çekilmiş elektronik fotoğrafı
- 3) Binanın yaklaşık oturma alanı
- 4) Binanın kat sayısı (bodrum hariç, varsa çekme kat dahil)
- 5) Binanın görünen inşaat kalitesi (iyi- orta- kötü)
- 6) Binanın bitişik veya ayrık nizamda olması durumu
- 7) Bitişik nizamda ise;
  - a) Binanın köşede olup olmadığı
  - b) Bina betonarme ise kat seviyelerinin farklı olup olmadığı
- 8) Binanın ana taşıyıcı sistemi (betonarme, yığma- kagir, ahşap)
- 9) Betonarme binalarda;
  - a) Zayıf kat olup olmadığı
  - b) Cephede kısa kolon olup olmadığı

- c) Cephe kolonlarının zemin katta konsollara oturup oturmadığı
- 10) Yığma, kagir ve ahşap binalarda;
- a) Cephe duvarlarında duvar boşluk oranı mertebesi (az – orta – çok)
  - b) Cephe duvarlarında duvar boşluklarının düzenli olup olmadığıdır.

Geliştirilen bu yöntem ile oluşabilecek herhangi bir afette can kaybı bakımından riskli olan binaların ve kent içindeki dağılımlarının gerçeğe yakın bir şekilde tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan bu ön değerlendirme çalışması İstanbul'daki mevcut bina stokunu kapsamaktadır. Böylelikle bir sonraki değerlendirme olan ikinci kademe değerlendirmede binaların tekil olarak detaylı bir şekilde incelenmesi mümkün olacaktır (İDMP, 2003).

Yapılan bu çalışmada İstanbul ilinde yaklaşık bir milyon yapının bölge bölge elden geçirilerek risk düzeylerinin belirlenmesi yönünde bir yöntem geliştirilmiş ve başka pilot bölgelerde de uygulanması önerilmiştir. Elde edilen bilgilerin İstanbul Büyükşehir Belediye verileri ile birlikte değerlendirilip, kent imar planlarına ve diğer sektörlere veri tabanı oluşturması hedeflenmiştir (İDMP, 2003).

#### **3.4.5. 6306 sayılı afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi hakkında kanun değerlendirme yöntemi**

6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun”, 2011 yılında yaşanan Van Depremi sonrasında kabul edilmiştir. 31.05.2012 tarihinde Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir (Kaymak, 2018). Kanun kapsamında; afet tehlikesi bulunan alanlar ve bu alanlar dışında riskli yapıların bulunduğu arsa ve arazilerin, fen ve sanat normları ile standartlara uygun, sağlığa elverişli ve güvenli alanlar oluşturmak için yenileme, iyileştirme ve tasfiye uygulamalarının belirlenmesi amacıyla 6306 sayılı yasa kabul edilmiştir (Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, 2012).

6306 sayılı yasanın eki “Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımını Belirlemek İçin Kullanılabilecek Yöntemler” başlıklı EK-A'ya göre düzenlenmiştir. EK-A'da kullanılan yöntem hızlı değerlendirme tekniklerinden biridir. Yönteme göre 1 ila 7 katlı betonarme binaların gözlem yoluyla incelenip, risk değerlendirilmesinin yapılmasıdır. Yöntemin uygulanabilmesi için incelenmesi gereken parametreler şunlardır (Tozlu, 2015);

- Yapısal sistem türü (Betonarme çerçeve veya betonarme çerçeve perde)
- Kat adedi
- Mevcut durum ve görünen kalite
- Yumuşak kat/ zayıf kat
- Düşeyde düzensizlik
- Ağır çıkma
- Planda düzensizlik/ burulma etkisi
- Kısa kolon etkisi
- Yapı nizamı/çarpışma etkisi
- Tepe/ yamaç etkisi
- Deprem tehlikesi ve zemin sınıfı

Yönteme göre, elde edilen verilerin performans puanları hesaplanırken öncelikle incelenecek alanın deprem bölgesi ve zemin sınıfına göre binanın tehlike bölgesi belirlenip, kat sayısına göre her binanın taban puanı (TP) oluşturulmaktadır. Binaların olumsuzluk parametre değeri ( $O_i$ ) ve olumsuzluk parametre puanı ( $OP_i$ ) ve yapısal sistem puanı (YSP) belirlenip, taban puanla toplandığında binaların performans puanları hesaplanmaktadır. Yönteme ait hesaplama ise Denklem 3.3' de verilmiştir.

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

(3.3)

## 4. MATERYAL ve YÖNTEM

### 4.1. Araştırma Alanı

Çalışmanın araştırma alanını oluşturan Erzincan, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Kuzey Batı bölümünün Yukarı Fırat Havzası'nda yer almaktadır. 1.derece deprem bölgesinde yer alan Erzincan, deprem kaynaklı afetlere sıkça maruz kalmaktadır. Özellikle 27 Aralık 1939 ve 13 Mart 1992'de meydana gelen şiddetli depremler birçok can ve mal kaybı ile sonuçlanmıştır. Bu durum, Erzincan'ı afet riski yüksek bir kent konumuna getirmiştir.

#### 4.1.1. Coğrafi ve demografik özellikleri

Erzincan ili doğuda Erzurum, batıda Sivas, güneyde Tunceli, güneydoğuda Bingöl, güneybatıda Elazığ, Malatya, kuzeyde Gümüşhane, Bayburt ve kuzeybatıda Giresun illeri ile çevrilidir. Yüzölçümü 11.903 km<sup>2</sup>, il merkezinin denizden yüksekliği ise 1.185 metredir. Tercan, Kemah, Kemaliye, Çayırlı, Üzümlü, Refahiye, İliç ve Otlukbeli olmak üzere sekiz ilçeye sahiptir.

2019 TÜİK verilerine göre il nüfusu 234.747, merkez nüfus ise 161.191 olarak kayıtlara geçmiştir. Erkek nüfus 81.779, kadın nüfus 79.412'dir. Nüfusun yaklaşık % 68'lik kısmı şehir merkezinde yaşamaktadır.

#### 4.1.2. Sismolojik özellikleri ve depremselliği

Erzincan, Türkiye deprem bölgesi haritası Şekil 4.1' de verilmiştir. TBDY 2019'a göre depremin tekrarlanma periyoduna göre deprem yer hareketi düzeyleri tanımlanmıştır (Tablo 4.1). AFAD sayfası üzerinden yer hareket düzeyleri belirlenebilmektedir.

**Tablo 4.1.** Deprem yer hareketi düzeyleri (TBDY,2019)

Deprem Hareketi Düzeyi	Yer	50 Yılda Aşılma Olasılığı (%)	Tekrarlanma Periyodu (Yıl)	Deprem Hareketi Niteliği
DD – 1		2%	2475	Çok Seyrek
DD – 2		10%	475	Seyrek
DD – 3		50%	72	Sık
DD – 4		68%	43	Çok Sık

**Deprem yer hareketi düzeyi- 1 (DD-1):** Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşılık gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir (TBDY, 2019).

**Deprem yer hareketi düzeyi- 2 (DD-2):** Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir (TBDY, 2019).

**Deprem yer hareketi düzeyi- 3 (DD-3):** Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketini nitelemektedir (TBDY, 2019).

**Deprem yer hareketi düzeyi- 4 (DD-4):** Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %68 (30 yılda aşılma olasılığı %50) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu çok sık deprem yer hareketini nitelemektedir (TBDY, 2019).



**Şekil 4.1.** Türkiye deprem tehlike haritası (AFAD, 2020)



### **4.1.3. Erzincan ilinin afet riski ve depremselliği**

Günümüze kadar birçok depreme maruz kalan Erzincan ili, deprem etkisi ile çok fazla hasar almış, ağır can ve mal kaybına uğramıştır. Tablo 4.2’ de Erzincan’da farklı tarihlerde meydana gelen deprem bilgileri verilmiştir.





**Tablo 4.2.** Tarihi Erzincan Depremleri (Akyıldırım, 1993; Şengezer, 1999; Şaylan, 2006, aktaran Aslan,2015)

TARİH	ENLEM	BOYLAM	ŞİDDET	ÖZELLİKLER
1011	39 80	39 50	VIII	Şiddetli sarsıntı sonucu şehir harap oldu.
1045	39 75	39 50	IX	Çok şiddetli deprem, çok ölü olmuştur.
1161	39 75	39 50	VII	
1168	39 75	39 50	VIII	
1236	39 75	39 50	VII	
1254	39 75	39 50	VIII	16000 ölü
1268	39 75	40 40	IX	15000 ölü, Erzincan yıkılmıştır.
1281	39 75	39 50	VI	Şiddetli sarsıntı, kayıp yok.
1287	39 75	39 50	VIII	Pek çok ölü
1289	39 75	39 50	VII	Geniş hasar, birkaç bin ölü.
1290	39 75	39 50	VI	Şiddetli sarsıntı, kayıp yok.
1308	39 75	39 50	VII	Şiddetli sarsıntı, kayıp yok.
1345	39 75	39 50	VI	
1356	39 75	39 50	VI	Depremler birkaç gün sürmüş, yerleşim yeri uzak olduğundan kayıp olmamıştır.
1366	39 75	39 50	VI	Sarsıntı
1374	39 75	39 50	VIII	1 saat süren depremde şehir surları dahi yıkılmıştır.
1422	39 75	39 50	VIII	Ağır deprem ve birçok ölüm meydana gelmiştir.
1433	39 75	39 50	VI	
1456	39 75	39 50	VIII	Şehir kısmen yıkılmıştır.
1458	39 75	39 50	X	Erzincan ve Erzurum'da büyük hasar
1482	39 75	39 50	IX	Erzincan ve Erzurum'da büyük hasar
1543	39 75	39 50	VII	Köyler hasar görmüş, şehir kısmen yıkılmıştır.
1576	39 75	39 50	VII	1500 kişi ölmüştür.
1579	39 75	39 50	VIII	
1584	39 75	39 50	IX	
1667	39 75	39 50	VIII	
1784	39 75	39 50	VIII	Çok şiddetli depremlerdendir, çok sayıda ölü olmuş, dört ay süren sarsıntılar meydana gelmiştir.
1787	39 75	39 50	VIII	
1888	39 75	39 50	VII	Hasar
1939	39 75	39 50	X	7.8 büyüklüğünde deprem, yaklaşık 33000 can kaybı
1983	36 80	39 50	VII	Can kaybı yaşanmamış, birçok binada yapısal hasar meydana gelmiştir.
1992	39 70	39 30	VIII	500 kişi hayatını kaybetmiş, 11.000 konut hasar görmüştür.

### 1939 Depremi

27 Aralık 1939 Erzincan depremi Anadolu coğrafyasında meydana gelmiş en büyük depremlerden biri olarak tarihe geçmiştir. 7,9 büyüklüğünde gerçekleşen deprem Erzincan merkez olmak üzere birçok çevre ilde de hissedilmiştir. 400 km yarıçapında etkili olan deprem Erzincan dışında Sivas, Amasya, Gümüşhane, Tokat, Giresun, Çorum gibi illerde de hasarlara sebep olmuştur. En çok hasar ve kayıp ise Erzincan kent merkezinde gerçekleşmiştir. 15.600'ü Erzincan kent merkezi olmak üzere toplamda 32.968 insan hayatını kaybetmiş, 116.720 bina tamamen yıkılmıştır. Yıkılan binaların 2.684'ü Erzincan kent merkezinde yer almaktadır. Kentte 10.712 bina ise ağır hasar almıştır (Sür, 1993). Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'de 1939 Erzincan Depremi öncesi ve sonrasına ilişkin görseller yer almaktadır.



Şekil 4.4. 1939 depremi öncesi Erzincan (Erzincan Belediyesi, 2020)



**Şekil 4.5.** 1939 depremi sonrası Erzincan (T24, 2020)

### **13 Mart 1992 Depremi**

13 Mart 1992 tarihinde Ms 6,8 büyüklüğünde gerçekleşen deprem diğer depremler gibi Erzincan kent yerleşiminde, can ve mal kaybına yol açmıştır. Depremde yaklaşık 500 kişi hayatını kaybetmiş, 2800 kişi yaralanmış, 11.000 konut hasar görmüştür ( Erdik vd., 1994; Aktaran Aslan, 2015).

Deprem etkisi ile yapıların %8'i ağır hasar veya yıkılmış, %12'si orta hasar, %15'i ise hafif hasar almıştır. Bu kapsamda kamu binalarının %32'si ağır hasarlı veya yıkılmış, %8'i orta, %60'ı ise az hasarlıdır (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992). Mahalle ölçeğinde konut ve işyerlerindeki hasarlar ise Tablo 4.3' de görüldüğü gibidir. Ancak hasar tespit çalışmalarında kapalı olan binalar, resmi binalar ve askeri lojmanlar bu değerlendirmenin dışında tutulmuştur (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992).

**Tablo 4. 3.** Erzincan Depremi kesin hasar tespitleri (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992; Aktaran, Arıoğlu vd., 2002)

Merkez ilçe mahallesi	Hane sayısı	Hasarlı konut sayısı ve yüzdeleri						Oran	Hasarlı işyeri sayısı ve yüzdeleri						Oran
		Yıkık+ ağır		Orta		Az			Yıkık+ ağır		Orta		Az		
		Adet	%	Adet	%	Adet	%		Adet	%	Adet	%	Adet	%	
Yavuz Selim	1512	396	29.4	570	19.8	250	5.9	%26	-	-	1	0.2	-	-	-
Fatih	1415	353	26.2	456	15.8	97	2.3	%25	-	-	-	-	-	-	-
Akşemsettin	1200	88	6.5	261	9.1	47	1.1	%7	-	-	-	-	-	-	-
Kızılay	893	55	4.1	144	5.0	294	7.0	%6	142	17.3	177	33.3	8	3.6	%16
İnönü	3200	158	11.7	107	3.7	142	3.4	%5	413	50.4	95	17.9	37	16.7	%137
Barbaros	813	33	2.5	25	0.9	5	0.1	%4	-	-	-	-	-	-	-
Halitpaşa	1050	47	3.5	66	2.3	4	0.1	%4	1	1.0	123	23.1	-	-	-
Karaağaç	600	24	1.8	15	0.5	27	0.6	%4	195	23.8	69	13.0	7	3.2	%33
Taksim	350	14	1.0	73	2.5	146	3.5	%4	-	-	-	-	-	-	-
Aslanlı	473	12	0.9	350	12.1	251	6.0	%3	-	-	-	-	-	-	-
Atatürk	2100	53	3.9	78	2.7	175	4.2	%3	44	5.4	45	8.5	22	10.0	%20
Hocabey	965	30	2.2	228	7.9	399	9.5	%3	5	0.6	1	0.2	136	61.5	%15
Yenimahalle	1000	27	2.0	68	2.4	118	2.8	%3	13	1.6	20	3.8	8	3.6	%1
Mimar sinan	650	14	1.0	7	0.2	77	1.8	%2	-	-	-	-	-	-	-
Yunus Emre	1500	12	0.9	94	3.3	568	13.5	%1	-	-	-	-	-	-	-
Çarşı	1200	16	1.2	80	2.8	827	19.6	%1	-	-	-	-	-	-	-
Cumhuriyet	3500	3	0.2	25	0.9	142	3.4	~%0	1	0.1	-	-	2	0.9	-
Gülâbibey	403	2	0.1	21	0.7	20	0.5	~%0	5	0.6	1	0.2	-	-	%1
90 evler	1650	8	0.6	17	0.6	227	5.4	~%0	-	-	-	-	-	-	-
Bahçelievler	1500	-	-	52	1.8	12	0.3	-	-	-	-	-	1	0.5	-
K.karabekir	2033	-	-	144	5.0	385	9.1	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Toplam</b>	<b>28007</b>	<b>1345</b>	<b>100</b>	<b>2881</b>	<b>100</b>	<b>4213</b>	<b>100</b>		<b>819</b>	<b>100</b>	<b>532</b>	<b>100</b>	<b>221</b>	<b>100</b>	

Bu rakamsal verilere göre konutlarda hasar oranı %25, ticari alanlarda %43 ve kent geneli ortalama hasar oranı %16'dır. Binaların yapısal sistemlerine göre hasar oranları incelendiğinde ise en çok hasarın betonarme binalarda olduğu görülmektedir. Yapılan incelemelere göre kurma evlerde<sup>1</sup> ortalama hasar %9, tuğla yapılarda %5, hımiş yapılarda %34 ve betonarme yapılarda ise %35 olarak belirlenmiştir. Betonarme yapıların %8'i,

<sup>1</sup> Halk arasında Kurma ev olarak tanımlanan yapılar, 1939 depremi sonrası yurt dışından getirilen tek katlı prefabrike konutlardır.

kerpiç yapıların %3'ü ve tuğla yapıların %0.08'i yıkılmıştır. Kent genelindeki betonarme yapılar, tuğla yapılara göre neredeyse 7 kat daha fazla hasar almıştır (Şengezer, 1993).

Bunların dışında en çok hasar merkezde ve toplu konut alanlarında; Kızılay, Fatih ve Akşemsettin mahallelerinde gerçekleşmiştir. Kızılay mahallesinde binaların %33'ü deprem anında tamamen yıkılmıştır. Toplu konut alanlarında en çok hasar Akşemsettin ve Fatih mahallesinde meydana gelmiştir. Akşemsettin mahallesindeki binaların %17'si, Fatih mahallesindeki binaların %19'u deprem esnasında yıkılmıştır (Şengezer, 1993).

### **1992 Erzincan Depremi Sonrası Raporlanan Yapısal Hasar Nedenleri**

1992 depremi sonrasında, yapılarda meydana gelen hasarlar ODTÜ, İTÜ gibi üniversiteler ve alanında uzman mühendisler tarafından detaylı bir şekilde incelenmiş ve rapor edilmiştir. Erzincan'da yıkılarak can kaybına neden olan pek çok bina üzerindeki genel kanaat şu şekildedir:

- Yapılardaki yıkılmaların temel sebeplerinden biri temel mühendislik hizmetlerine uyulmaması,
- Binalarda yumuşak kat, kat adedi, ağır çıkma ve çarpışma etkisi gibi yapısal kusurların varlığıdır (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992).

Kent merkezinde tek katlı ve iki katlı yapılarda hasar görülürken, daha ağır hasara uğrayan yapıların 4 kat ve üstü yapılar olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle çok katlı yapılarda gözlemlenen hasarların çoğunluğunda “*yumuşak kat etkisi*” dikkat çekmektedir (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992). Şengezer'e (1999) göre genellikle ticari amaçlı kullanılan bu yapılarda kolonların arası dolgu duvarla kaplanması gerekirken camekan olması, gelen deprem yükünü direkt doğrudan kolonların üzerine bindirmektedir ve bu durumda binalarda oluşan hasarı artırmaktadır. Dolayısıyla depremde yumuşak katlı binaların neredeyse çoğu yıkılmış veya ağır hasar almıştır. Yumuşak kata bağlı oluşan hasar, Şekil 4.6' da gösterilmiştir.



**Şekil 4.6.** 1992 Erzincan Depreminde yumuşak kat sebebiyle meydana gelen hasar (Doğu Gazetesi, 2020)

Bir diğer hasar sebebi bitişik nizamlı binalarda, farklı yüksekliklerdeki yapıların kat seviyelerinin farklı olmasından kaynaklı “Çarpışma Etkisi” dir. Erzincan’da da deprem sebebiyle meydana gelen salınımda, bitişik düzenli binaların çarpışma etkisiyle ağır hasar aldığı veya yıkıldığı rapor edilmiştir (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992) (Şekil 4.7).



**Şekil 4.7.** 1992 Erzincan Depreminde çarpışma etkisiyle meydana gelen hasar (Doğu Gazetesi, 2020)

1992 depreminde olduğu gibi günümüze kadar meydana gelen diğer depremlerde de hasara neden olan ana etkenlerden birinin “kat adedi” olduğu ve kat sayısı arttıkça hasarın arttığı bilinmektedir. 1992 Erzincan Depremi’nde de iki katlı yapılarda hasar oranı yaklaşık %13 iken üç kat ve üstü yapılarda hasar oranı %40’dan fazladır. Ayrıca kentte bir ve iki katlı hiçbir betonarme bina yıkılmamıştır. Buna rağmen üç katlı yapılarda %15,



dört katlı yapılarda %24, beş katlı yapılarda %44, altı katlı yapılarda %27 oranında bina yıkılmıştır (Şengezer, 1999) (Şekil 4.8).



**Şekil 4.8.** 1992 Erzincan Depreminde yüksek katlı yapılarda meydana gelen hasar (Doğu Gazetesi, 2020)

Meydana gelen hasarlar incelendiğinde “*Zemin türü*” nün depremin meydana getireceği etkiyi artırdığı görülmüştür. Erzincan havzası Fırat nehrinin taşımış olduğu malzemeler ile dolmuş ve bundan dolayı dağ yamaçlarında alüvyon tabakası azalırken, havzanın ortasında bu tabaka kalınlaşmaktadır. Şehrin kuzeyinde çakıl tabakası 4-6 m iken, güneye doğru 14-16 m derinliğe kadar artmaktadır. Bu durum da güneyde zeminin yumuşamasına ve depremde hasarın artmasına yol açmıştır (Lav vd., 1992). Bu çerçevede Akşemsettin mahallesindeki binaların %17’si, Fatih mahallesindeki binaların %19’u deprem esnasında yıkılmış ve meydana gelen hasarın kuzeyden güneye doğru arttığı belirlenmiştir (Şengezer, 1999). Şekil 4.9’ da 1992 depreminde binalarda meydana gelen hasarlar fotoğraflarla gösterilmiştir.



**Şekil 4.9.** 1992 Erzincan Depreminde binalarda meydana gelen hasarlar (Doğu Gazetesi, 2020)

Bunların dışında 1992 depreminin şiddetini ve meydana getirdiği hasarı artıran başka faktörlerde bulunmaktadır. Bu faktörler:

- Deprem merkezinin tam kent merkezinde olması,
- Yer hareketinin merkeze çok yakın olmasıdır (Sucuoğlu, 1992).

#### **4.2. Yöntem**

Erzincan'daki binaların bölgesel olarak risk öncelik dağılımlarının belirlenmesi ve haritalandırılmasını amaçlayan bu çalışmada, I. Kademe değerlendirme yöntemlerinden biri olan “sokaktan tarama yöntemi” ile Coğrafi Bilgi Sistemlerinden ArcGIS programından yararlanılmıştır.



“*Sokaktan tarama yöntemi*”, yerleşimlerin yapı stokları içerisinde yer alan binalar için sokaktan gözlenebilen bina parametrelerini kullanarak risk sıralaması yapmaya olanak sağlayan bir yöntemdir (İDMP, 2003).

Bu kapsamda literatürde birçok yöntem önerilmekle birlikte, çalışmada ODTÜ tarafından geliştirilmiş olan yöntem kullanılmıştır. Yerleşim bölgelerindeki yığma yapılarla birlikte 1 ila 7 katlı betonarme binaların değerlendirilmesi için kullanılan ODTÜ yöntemi, binalarda deprem performansını olumsuz etkileyen parametrelerin belirlenmesi prensibine dayanmaktadır.

“*Coğrafi Bilgi Sistemi* “(CBS) ise ekonomik, sosyal, çevresel problemlerin çözümüne yönelik, konuma ve mekâna dayalı gözlem yoluyla elde edilen grafik ve grafik olmayan her tür verinin; toplanmasını, depolanmasını, değerlendirilmesini ve sunulmasını bir bütün olarak gerçekleştiren bilgi sistem bütünüdür (Çukur, 2002). İlk kez 1832 yılında Charles Picquet, Paris’in 48 ilçesinde görülen kolera salgınına haritalandırmak, 1854 yılında ise Dr. John Snow Londra’da artan kolera ölümlerini göstermek için haritalar oluşturarak salgının odak noktasını keşfetmiş, salgının önüne geçmişlerdir (Basarsoft, 2020). 1963 yılında ise Kanada’da arazilerin kapladıkları alanları ve kullanım amaçlarını belirlemek için CBS yöntemine başvurulmuştur.

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte, Coğrafi Bilgi Sistemleri pek çok bilim dalına hizmet ederken, coğrafi veri ile ilgilenen coğrafya, yazılım mühendisliği ve bunun gibi birçok alanda CBS kullanılmaktadır (Özçağlar vd., 2014).

Çalışmada CBS analizlerinin yapılması ve haritalandırılmasında ise ArcGIS programı kullanılmıştır. Bu program, CBS kullanıcılarının coğrafi verileri kullandıkları ve yayınladıkları birincil programdır. ArcGIS’ de haritalama, analiz, coğrafi verilerin paylaşımı gibi birçok uygulama bir arada gerçekleştirilebilmektedir. ArcGIS Desktop yazılımları, ArcMap, ArcCatalog, ArcGlobe, ArcScene, ArcToolbox gibi arayüz ve uygulamalara sahiptir (Töreayen vd., 2010). Çalışmada kullanılan yöntem ile raster haritaların ArcGIS programında sayısallaştırılması ve binaların risk dağılımlarını haritalandırmak için bu program kullanılmıştır.

#### **4.2.1. Yöntemin uygulama adımları**

Tez çalışmasında kullanılan yöntem saha ve ofis olmak üzere iki ortamda gerçekleştirilmiştir. Sahada Sokaktan Tarama Yöntemi ile binalara ilişkin veriler elde edilmiştir. Ofis ortamında ise veriler analiz edilerek, risk değerlendirmeleri ve haritalandırmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çerçevede yöntemin uygulanmasına yönelik işlem adımları aşağıdaki gibidir:

- Çalışmanın yapılacağı mahallelerin belirlenmesi
- Mahallelere ve binalara ilişkin jeolojik verilerin analizi ve haritalandırılması
- Sokaktan tarama yönteminin Uygulanması
  - Verilerin elde edilmesi,
  - Verilerin Analizi
    - Yapıların “Bina Deprem Puanı”nın hesaplanması,
    - Yapıların risk önceliklerinin ve bölgesel risk dağılımlarının belirlenmesi
- Risk dağılımının ArcGIS programında haritalandırılması

##### **4.2.1.1. Çalışmanın yapılacağı mahallelerin belirlenmesi**

Bu tez çalışması Erzincan kent merkezi sınırlarında yer alan 5 mahallede yapılmıştır. Bunlar, Yunus Emre, Kızılay, Fatih, Barbaros ve Akşemsettin mahallesidir. Çalışma kapsamında bu mahallelerin en temel seçilme gerekçesi, 13 Mart 1992 depremi sonrası raporlarına göre (Şengezer, 1993) can kayıpları ile fiziki çevresinde oluşan yapısal hasarlarla afetten en fazla etkilenen konut bölgelerini kapsamalarıdır (Tablo 4.4), (Şekil 4.10) .

**Tablo 4. 4.** Erzincan Depremi kesin hasar tespitleri (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992; Aktaran, Arıoğlu ve Girgin, 2002)

Merkez ilçe mahallesi	Hane sayısı	Hasarlı konut sayı ve yüzdeleri						Oran
		Yıkık+ ağır		Orta		Az		
		Adet	%	Adet	%	Adet	%	
Akşemsettin	1200	88	6.5	261	9.1	47	1.1	%7
Fatih	1415	353	26.2	456	15.8	97	2.3	%25
Yunus Emre	1500	12	0.9	94	3.3	568	13.5	%1
Kızılay	893	55	4.1	144	5.0	294	7.0	%6
Barbaros	813	33	2.5	25	0.9	5	0.1	%4



**Şekil 4.10.** 1992 Erzincan depremi sonrası Fatih Mahallesi (Doğu Gazetesi, 2020)

Saha çalışması ve Erzincan Belediyesi İmar Müdürlüğünden alınan güncel verilere göre de bu mahallelerin çok büyük bir bölümünün konutlardan oluşması, diğer bir seçilme gerekçesini oluşturmaktadır. Bu yerlere ilişkin kent merkezi lokasyon haritası ve uydu görüntüsü Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Erzincan il Merkezi ve çalışma alanının lokasyon haritası (Wikipedi, 2020)

#### 4.2.1.2. Mahallelere ve binalara ilişkin jeolojik verilerin ArcGIS Programı ile analizi ve haritalandırılması

Bu aşamada jeolojik- jeoteknik etüt raporuna göre seçilen mahallelerin zemin durumları değerlendirilmiş ve bu verilere göre mahalleler ArcGIS programı kullanılarak haritalandırılmıştır.

Öncelikle Erzincan Belediyesi'nden elde edilen, Jeolojik-jeoteknik etüt raporunda belirtilen zemin durumları dikkate alınarak, kentin raster haritaları oluşturulmuştur. Sonrasında çalışma kapsamındaki mahalleler (kuzeyden güneye doğru; Yunus Emre, Barbaros, Akşemsettin, Fatih ve Kızılay mahalleleri olarak sıralanmaktadır) haritalar üzerinde işlenerek ArcGIS programında sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan bu haritaların incelenen binalar için altlık olarak kullanımı amaçlanmıştır.

Çalışmada ArcGIS programı kullanılarak sayısallaştırılması yapılan jeolojik haritalar şunlardır;

- Eğim haritası,
- Yerleşime uygunluk,
- Zemin sınıfları,

#### 4.2.1.3. Sokaktan Tarama Yönteminin Uygulanması


##### **Verilerin Elde Edilmesi**

Sokak taraması yöntemi ile yapılacak saha çalışmasında veriler, “6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüşümü Hakkındaki Kanun’un Uygulama Yönetmeliği Ek- A” da önerilen anket formu ve ODTÜ tarafından geliştirilmiş olan anket formundan yararlanılarak, çalışma yöntemine göre yeniden oluşturulmuştur (Tablo 4.5). Anket formunda yer alan yapısal parametrelere (yerel zemin koşulları, kat adedi, yumuşak kat, ağır çıkma, kısa kolon, görünen kalite, çarpışma etkisi gibi) ilişkin veriler sahada yerinde gözlem tekniği ile gözlem yoluyla belirlenemeyecek veriler (imar planı ve binanın künyesi) ise daha önce toplanmış, var olan veri kaynaklarının (ikincil veriler) kullanılmasına dayanan “*hazır verileri kullanma*” modeli (Erdoğan, 2003), referans



alınarak Erzincan Belediyesi İmar Müdürlüğü veri tabanından sağlanmıştır. Ancak 1992 Depreminde Erzincan Belediye Fen İşleri Binasının yıkılması nedeniyle bazı verilere (binaların inşa yılı) ulaşılamamıştır.

**Tablo 4.5.** Betonarme binalar için veri toplama formu

ADRES BİLGİLERİ		BİNA KODU:	
Mahalle	Fatih		
Cadde/ Sokak	700		
Kapı No /Bina Adı	8		
TAPU KAYIT BİLGİLERİ			
Ada / Pafta / Parsel	1420/78/5		
ZEMİN ÖZELLİKLERİ			
Bulunduğu hız bölgesi			
<input type="checkbox"/> Hız Bölgesi I: PGV > 60 cm/s <input checked="" type="checkbox"/> Hız Bölgesi II: 40 < PGV < 60 cm/s			
<input type="checkbox"/> Hız Bölgesi III: PGV < 40 cm/s			
Zemin Türü	<input type="checkbox"/> ZA	<input type="checkbox"/> ZB	<input checked="" type="checkbox"/> ZC <input type="checkbox"/> ZD <input type="checkbox"/> ZE <input type="checkbox"/> ZF
BİNA ÖZELLİKLERİ			
Bina Yaşı			
<input type="checkbox"/> 2018- <input type="checkbox"/> 2007-2017 <input checked="" type="checkbox"/> 2000-2006 <input type="checkbox"/> 1997-1999 <input type="checkbox"/> 1976-1996 <input type="checkbox"/> -1975			
Kat Adedi			
<input type="checkbox"/> 2 Kat <input type="checkbox"/> 3 Kat <input checked="" type="checkbox"/> 4 Kat <input type="checkbox"/> 5 Kat <input type="checkbox"/> 6 Kat <input type="checkbox"/> 7 Kat			
Bina Kullanım Türü			
<input checked="" type="checkbox"/> Konut <input type="checkbox"/> Konut+Ticaret <input type="checkbox"/> Ticaret <input type="checkbox"/> Sanayi <input type="checkbox"/> Kamu <input type="checkbox"/> Metruk			
BİNA TEKNİK ÖZELLİKLERİ			
Yapı Nizamı	<input type="checkbox"/> Ayrık	<input type="checkbox"/> Bitişik	<input checked="" type="checkbox"/> Blok
Ağır Çıkmalar	<input checked="" type="checkbox"/> Var		<input type="checkbox"/> Yok
Zayıf/Yumuşak kat	<input type="checkbox"/> Var		<input checked="" type="checkbox"/> Yok
Kısa Kolon	<input type="checkbox"/> Var		<input checked="" type="checkbox"/> Yok
Çarpışma Etkisi	<input type="checkbox"/> Var		<input checked="" type="checkbox"/> Yok
Tepe/Yamaç Etkisi	<input checked="" type="checkbox"/> Düz		<input type="checkbox"/> Eğimli (Eğim>300)
Görünen Yapı Kalite	<input checked="" type="checkbox"/> İyi		<input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Kötü

Tablo 4.5’ de görüldüğü üzere çalışmada kullanılan veri toplama formu “*Bina Künyesi*”, “*Zemin Özellikleri*”, “*Bina Özellikleri*” ve “*Bina Teknik özellikleri*” olmak üzere 4 bölümden oluşmaktadır.

- ***Bina Künyesi***; incelenen binanın bulunduğu cadde/sokak adı, ada, parsel, pafta numaraları gibi adres bilgilerini,
- ***Zemin Özellikleri***; binanın bulunduğu yerin zemin türü ile depremselliğine ilişkin verileri,
- ***Bina Özellikleri*** ise bina yaşı, kat adedi ve kullanımına ilişkin verileri içermektedir.

Yukarıda verilen bu bilgiler sahaya çıkmadan önce Erzincan Belediyesi, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü sayfasındaki parsel sorgu ekranından elde edilmiştir. Bu şekilde adres bilgilerinin önceden belirlenmesi sahada kolaylık sağlamıştır. Binanın künyesine ilişkin elde edilen bilgiler, hesaplama aşamasında değerlendirilmese de yapıların haritalarda gösterimine olanak sağlamıştır.

Anketin son kısmını oluşturan ve binaların “*teknik özellikleri*” başlığı altında yer alan, yumuşak kat, ağır çıkma, kısa kolon, görünen yapı kalitesi, tepe/ yamaç etkisi gibi yapısal parametrelere ilişkin veriler ise sahada yerinde gözlem tekniği ile elde edilmiştir.

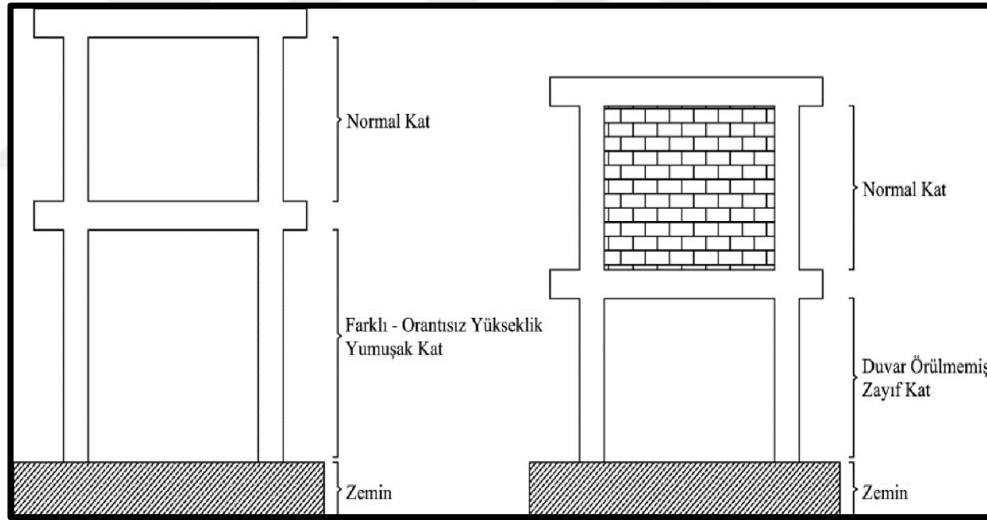
Dolayısıyla binalar veri toplama formları ile aşağıdaki parametreler dikkate alınarak incelenmiştir:

- Kat adedi
- Yumuşak kat (yok, var)
- Ağır çıkma (yok, var)
- Görünen yapı kalitesi (iyi, orta, kötü)
- Kısa kolon (yok, var)
- Çarpışma etkisi (yok, var)
- Tepe/yamaç etkisi (yok, var)

- Yerel zemin koşulları.

**Kat adedi:** Temel üzerindeki toplam katın; çatı katı, bodrum katı veya ara katı varsa tam kat adedi olarak sayılıp, eklenmesiyle belirlenmektedir.

**Yumuşak kat:** Bir katın diğer katlara oranla rijitliğinin ve dayanımının az olması yumuşak kata sebep olmaktadır. Genellikle zemin katın ticari amaçla düzenlenmesinden dolayı, zemin katın diğer katlardan daha yüksek yapılması, ön cephe ve iç bölme duvarların kaldırılması yumuşak kata yol açmaktadır (İDMP, 2003). Binada bulunan herhangi bir katın diğer katlara oranla rijitlik ve yükseklik farkının bulunması, kolonlar arasında bölme duvarların yapılmaması dayanımın düşmesine sebep olmaktadır (Bayraktar, 2014) (Şekil 4.12). Yapılarda gözlemlenen yumuşak kat problemi depremde meydana gelecek hasarın artmasındaki başlıca sebeplerden biridir. Yapılan uygulama çalışmasında yumuşak kat örneği Şekil 4.13’de verilmiştir.



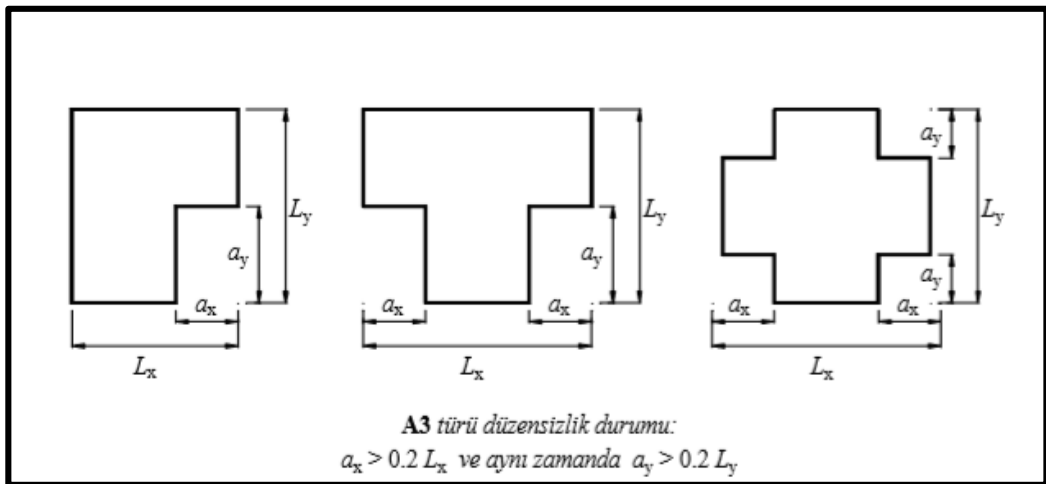
Şekil 4. 12. Yumuşak Kat Düzensizliği (Kepenek, 2016)





Şekil 4. 13. Örnek Bina (Başgöze, 2020)

**Ağır çıkmalar:** Kat sayısı birden fazla olan binalarda, zemin katın üzerinde bulunan katlarda çerçeve sistemin dışında düzenlenen açık ve kapalı çıkmalar, binalarda düzensizliğe sebep olmaktadır. Yapının ağırlık merkezini yukarı kaydırarak depremin şiddetini artırmaktadır. 2018 deprem yönetmeliğine göre binada çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20' sinden daha büyük olması halinde kusur olarak belirlenen ağır çıkma durumu meydana gelmektedir (Şekil 4.14). Binalarda gözlemlenen ağır çıkma örneği Şekil 4.15'de belirtilmiştir.



Şekil 4. 14. Planda ağır çıkma düzensizliği (TBDY, 2018)



Şekil 4. 15. Örnek Bina (Başgöze, 2020)

**Görünen yapı kalitesi:** Yapının malzeme kalitesini, işçiliğini ve mevcut kalitesini yansıtmaktadır. Hasar riski ve yapının görünen kalitesi arasında doğrusal bir oran vardır. Yapının görünen kalitesinin iyi olmaması malzemenin dayanımını da belli oranda düşürmektedir (İDMP, 2003; Kepenek, 2015). Binalar görünen yapı kalitesine göre iyi, orta- kötü olarak ayrılmış Şekil 4.16 (görünen yapı kalitesi iyi) ve Şekil 4.17’ de (görünen yapı kalitesi kötü) gösterilmiştir.

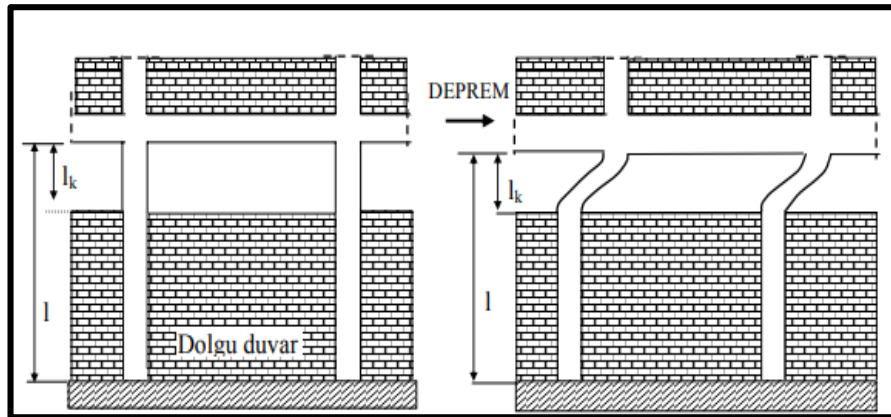


Şekil 4. 16. Görsel kalitesi iyi olan bina (Başgöze, 2020)



Şekil 4. 17. Görsel kalitesi kötü olan bina (Başgöze, 2020)

**Kısa kolon:** Binalarda çerçevelerin belli yüksekliğe kadar bölme duvarlarla doldurulması, sahanlıklarda ara kirişler kullanılması veya bant pencerelerin yapılması yapıda kısa kolon oluşumuna sebep olmaktadır. Yapısal parametreler arasında depremde en fazla hasara sebep olan parametrelerden biri kısa kolon etkisidir (İDMP, 2003; Kepenek, 2015). Yapıları kısa kolonlarına göre incelerken Şekil 4.18’de etkinin nasıl olduğu, Şekil 4.19’da da bu etkinin yer aldığı yapı gösterilmiştir.



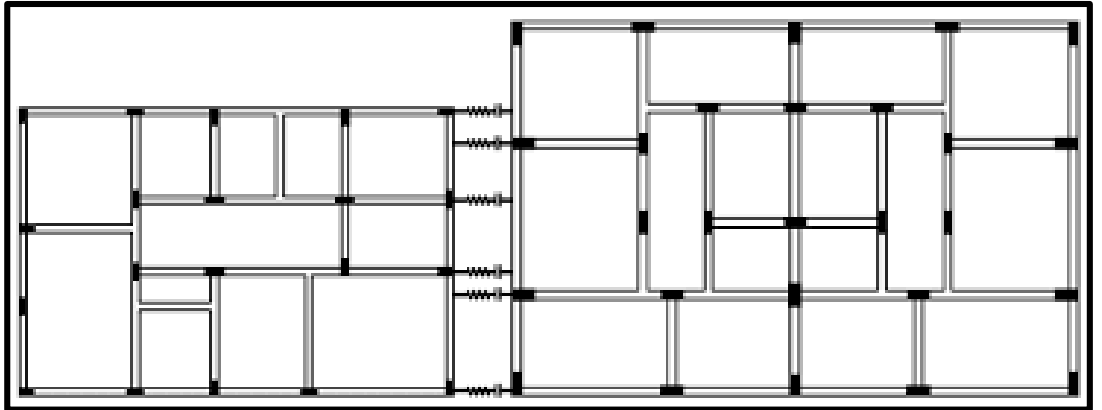
Şekil 4. 18. Kısa kolon davranışı (Çağatay, 2007)





Şekil 4. 19. Örnek Bina (Başgöze, 2020)

**Çarpışma etkisi:** Bitişik ve yan yana yapılmış iki komşu bina arasında yetersiz ya da hiç boşluk bırakılmaması durumu ile kat adetleri ve döşeme seviyelerindeki farklılıklar çarpışma etkisine neden olmaktadır (Çetinkaya ve Akköse, 2011). Bu yapıların deprem sırasında birbirini çarpması sonucunda ise yapılarda ağır hasarlar oluşmaktadır (Pala ve Şaşmaz, 2019). Çarpışan binalarda en fazla hasar üst katlarda meydana gelirken, bu etki ara katlarda çökmelere neden olmaktadır (İDMP, 2003). Öte yandan Şengezer'e (1999) göre blok veya bitişik düzen yapılaşmada blok başı binalar en fazla hasara uğrayan yapılardır. Şekil 4.20'de çarpışma etkisinin meydana gelmesine sebep olan yapıım şekli ve Şekil 4.21'de uygulamada bu etkinin olduğu bina örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. 20. Binalarda çarpışma etkisi (Kamal vd., 2018)



**Şekil 4. 21.** Örnek Bina (Başgöze, 2020)

***Tepe/ Yamaç etkisi:*** Binanın belirli bir yükseklikte olması veya 30 dereceden fazla eğimde olması deprem etkisinin artmasına neden olmaktadır (İDMP, 2003). Bu parametre incelendiğinde genel itibari ile Erzincan il merkezinde tepe/ yamaç etkisinin olmadığı görülmüştür. Çalışma yapılan alanlarda bu etki olmadığı için eğim 0 olarak değerlendirilmiştir.

***Yerel zemin koşulları ve deprem etkisi:*** Deprem sırasında yapılara etkileyen zemin hareketinin şiddeti yapının üzerinde bulunduğu zeminin özelliğine ve faya olan uzaklığına bağlıdır. Büyük depremler incelendiğinde en fazla hasarın zemin yapısından ve yer hızından dolayı meydana geldiği bilinmektedir. Tablo 4.6’ da da yerel zemin sınıfları ve özellikleri verilmiştir. İstanbul Deprem Master Planı (İDMP, 2003) na göre maksimum yer hızı (PGV- Peak Ground Velocity) üç farklı hız bölgesine ayrılmıştır.

Hız Bölgesi I:  $PGV > 60$  cm/s

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

Hız Bölgesi III:  $PGV < 40$  cm/s

**Tablo 4.6. Yerel zemin sınıfları (TBDY, 2019)**

Yerel zemin sınıfı	Zemin cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe/30 cm]	$(C_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	-	-
ZB	Az ayrışmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 – 50	70 – 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ( $c_u < 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ( $PI > 50$ ) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

### **Verilerin Analizi**

Anket formları ile ikincil veri kaynaklarından elde edilen veriler, “Betimsel istatistik” ve ArcGIS programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Bu çerçevede mahalle ölçeğinde;

- Binaların olumsuzluk parametrelerinin frekans analizi yapılmış ve grafiklerle gösterilmiş,
- Her binanın “*Deprem Puanı*” hesaplanmış ve risk sınıfı tespit edilmiş,

- Risk sınıflarının bölgesel dağılım oranları belirlenmiş ve bölgesel dağılımlar karşılaştırılmıştır.

### **Bina Deprem Puanının Hesaplanması**

Bina deprem Puanının hesaplanmasında ODTÜ tarafından geliştirilmiş olan hesaplama yönteminden yararlanılmıştır. Tablo 4.7’ de verilen değerlere göre binaların deprem puanlaması yapılmıştır. Bu yöntemle göre, öncelikle yapıların buldukları alana göre hız bölgesi tespit edilmekte, belirlenen hız bölgesi ve yapının kat sayısına göre bir taban puan belirlenmektedir. Artı puan olarak kabul edilen bu taban puandan gözlemlenen her olumsuzluk parametresi değeri kadar düşülmektedir. Sonuçta elde edilen deprem puanı ne kadar düşük ise binanın riski o kadar yüksektir.

**Tablo 4.7.** Betonarme Binaların Deprem Puanlaması

Kat Adedi	Hız Bölgesi I PVG>60	Hız Bölgesi II 40<PGV<60	Hız Bölgesi III PGV<40	Yumuşak Kat	Ağır Çıkma	Görünen Kalite	Kısa Kolon	Çarpışma Etkisi	Tepe/Yamaç Etkisi
1, 2	100	130	150	0	0	-10	-5	0	0
3	95	120	140	-10	-5	-10	-5	-2	0
4	75	100	120	-15	-10	-10	-5	-3	-2
5	65	85	100	-20	-10	-10	-5	-3	-2
7	60	80	90	-20	-10	-10	-5	-3	-2

Betonarme binalar için ankette yer alan olumsuzluk parametreleri ve değerleri şunlardır:

- Yumuşak Kat: Yok (0); Var (1)
- Ağır Çıkma: Yok (0); Var (1)
- Görünen kalite: İyi (0); Orta (1); Kötü (2)
- Kısa kolon: Yok (0); Var (1)
- Çarpışma Etkisi: Yok (0); Var (1)
- Tepe/Yamaç Etkisi: Yok (0); Var (1)

Yumuşak kat, Ağır çıkma, Görünen kalite, Kısa kolon, Çarpışma etkisi ve Tepe/yamaç etkisinden oluşan olumsuzluk parametreleri, “*var*” veya “*yok*” şeklindeki tespitlerle değerlendirilmiştir. Olumsuzluk değeri de bu tespitlere göre belirlenmiştir. İncelenen parametre “*var*” ise 1, “*yok*” ise 0 değerini almaktadır. Olumsuzluk parametrelerinin yer aldığı değerler Tablo 4.8’ de verilmiştir.

**Tablo 4.8.** Olumsuzluk parametreleri ve değerleri

Olumsuzluk Parametre No	Olumsuzluk Parametresi	Durum 1		Durum 2	
		Parametre Tespiti	Parametre Değeri	Parametre Tespiti	Parametre Değeri
1	Yumuşak Kat	Yok	0	Var	1
2	Ağır Çıkma	Yok	0	Var	1
3	Görünen Kalite	İyi	0	Orta; Kötü	1;2
4	Kısa Kolon	Yok	0	Var	1
5	Çarpışma Etkisi	Yok	0	Var	1
6	Tepe/Yamaç Etkisi	Yok	0	Var	1

İncelenen binaların deprem puanının hesaplanmasında ise Denklem (4.1)’den yararlanılmıştır. Olumsuzluk parametre değerleri denklemde yerine yazılarak bina deprem puanları hesaplanmaktadır.

$$\text{Bina deprem puanı} = (\text{hız bölgesi puanı}) - \sum_1^5 (\text{olumsuzluk parametresi}) * (\text{olumsuzluk puanı}) \quad (4.1)$$

### **Risk Sınıflarının Belirlenmesi**

Çalışmada Denklem (4.1) ile deprem puanı hesaplanan her bina risk önceliklerine göre;

- 1. öncelikli,
- 2. öncelikli ve
- 3. öncelikli olarak sınıflandırılmıştır.



Binaların risk önceliğinin belirlenmesinde, Işık (2013) tarafından önerilen değerlendirme yaklaşımından yararlanılmış olup sınır değerler yapılan analiz sonuçlarına göre belirlenmiştir. Literatüre göre de sınır değerler karar vericilerin değerlendirilmesine bırakılmıştır. Sucuoğlu (2007) sokaktan tarama yönteminin esas amacının binaları risklerine göre sıralamak ve yüksek riskli binaları daha kapsamlı bir inceleme için ayırmak olduğundan sınır değerinin seçiminin karar vericilere bırakılabileceğini belirtmektedir.

Buradan hareketle çalışmada, deprem puanı hesaplanan 490 bina için en yüksek ve en düşük risk skoruna göre sınırlar belirlenmiştir (Tablo 4.9). Denklem (4.1)'e göre en yüksek risk değeri 120, en düşük risk değeri ise 60 olarak hesaplanmıştır.




Sınıf sayısını bulmak ve frekans tablosunu oluşturmak için aşağıdaki adımlar izlenmiştir.

1. k ile gösterilen sınıf sayısını bulmak için  $k = 1 + 3.3 \log(n)$  formülü kullanılmıştır.
2. R ile gösterilen dağılım genişliğini bulmak için en büyük risk değeri ile en küçük risk değeri arasındaki fark alınmıştır.
3. c ile gösterilen sınıf aralığını bulmak için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$c = \frac{\text{dağılım genişliği (son hanesine 1 eklenmiş hali)}(R)}{\text{sınıf sayısı } (k)}$$

4. Alt sınır olarak belirlenen, en küçük risk değerine sınıf aralığı değerini ekleyerek bir sonraki alt sınır belirlenmiştir. Belirlenen alt sınırdan 0,1 çıkartılarak ilk sınıfın üst sınır değeri hesaplanmış ve bu şekilde en büyük değere ulaşana kadar her bir sınıfın alt ve üst sınırları belirlenmiştir.
5. Elimizdeki veriler uygun olan sınıflara atanarak frekans tablosu oluşturulmuştur.

**Tablo 4. 9.** Binaların risk öncelik değerleri

Bina Deprem Puanlaması		
Bina Risk Önceliği	Deprem Puanı	Renk Göstergesi
1.Öncelikli (Yüksek Riskli)	0-85	
2.Öncelikli (Orta Riskli)	86-105	
3.Öncelikli (Düşük riskli)	106-130	

**Buna göre;**

**I. Öncelikli yapılar:** II. Kademe değerlendirme (kapsamalı değerlendirme) önceliği yüksek yapıları içermektedir. En yüksek risk skoru 85, en düşük risk skoru ise 60 değerine sahip olan yapıların bu risk grubuna dahil edilmesi kabulüne dayanmaktadır.

**II. Öncelikli yapılar:** II. Kademe değerlendirme (kapsamalı değerlendirme) önceliği orta düzeyde olan yapıları içermektedir. En yüksek risk skoru 105, en düşük risk skoru ise 86 değerine sahip olan yapıların bu risk grubuna dahil edilmesi kabulüne dayanmaktadır.

**III. Öncelikli yapılar:** II. Kademe değerlendirme (kapsamalı değerlendirme) önceliği düşük düzeyde olan yapıları içermektedir. En yüksek risk skoru 121, en düşük risk skoru ise 106 değerine sahip olan yapıların bu risk grubuna dahil edilmesi kabulüne dayanmaktadır.

Dolayısıyla çalışmada bu sınır değerlere göre binaların ikinci kademe değerlendirmeye alınmaları ve Erzincan Belediyesi tarafından takiplerinin yapılması öngörülmektedir.

Ayrıca çalışmada binaların mahalle ölçeğinde dağılımları dikkate alındığında;

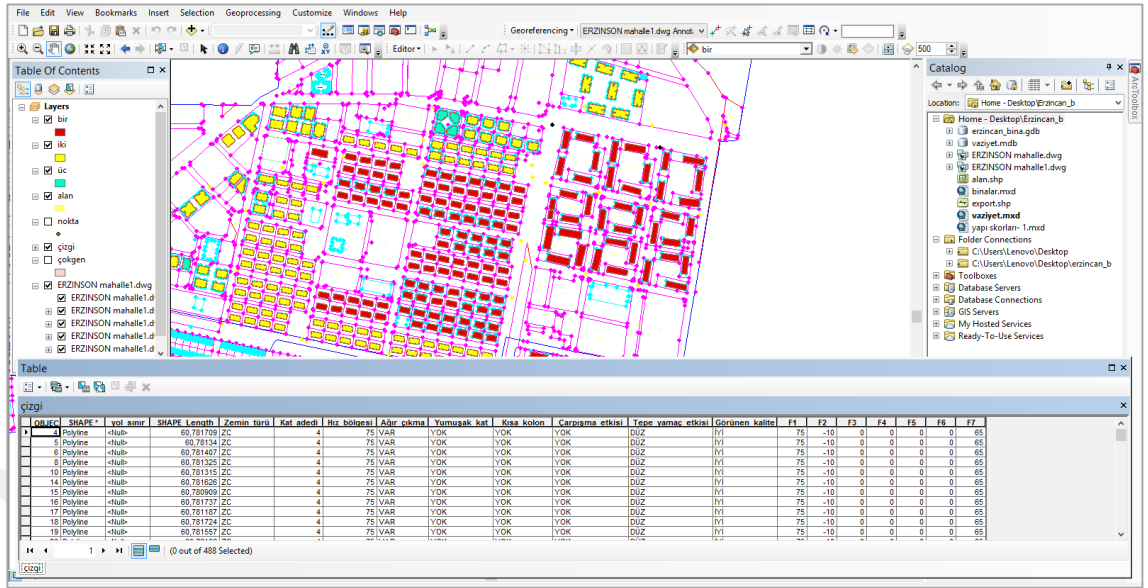
- 1.öncelikli yapıların yoğun olduğu alanlar, oluşabilecek herhangi bir depremde öncelikli olarak müdahale edilmesi gereken alanları,
- 2.öncelikli yapıların yoğun olduğu alanlar, oluşabilecek bir depremde ikinci sırada müdahale edilmesi gereken alanları,
- 3.öncelikli yapıların yoğun olduğu alanlar ise (106-130 arası) deprem açısından güvenli olan, oluşabilecek bir depremde risk taşımayan yapılardan oluşan alanları içermektedir.

#### **4.2.1.4. ArcGIS programı ile risk haritalarının oluşturulması**

Sokaktan tarama yöntemi ile elde edilen veriler, ArcGIS programında sayısallaştırılmış ve haritalar oluşturulmuştur (Şekil 4.22). Bu haritalar;

- İncelenen bina olumsuzluk parametrelerin mahalle ölçeğinde dağılım haritası
- Mahalle ölçeğinde binaların risk önceliğine göre dağılım haritası

- Yapım yıllarına göre (deprem öncesi- deprem sonrası) binaların dağılım haritası



Şekil 4.22. ArcGIS' e bina parametrelerinin işlenmesi

## 5. ARAŞTIRMA BULGULARI

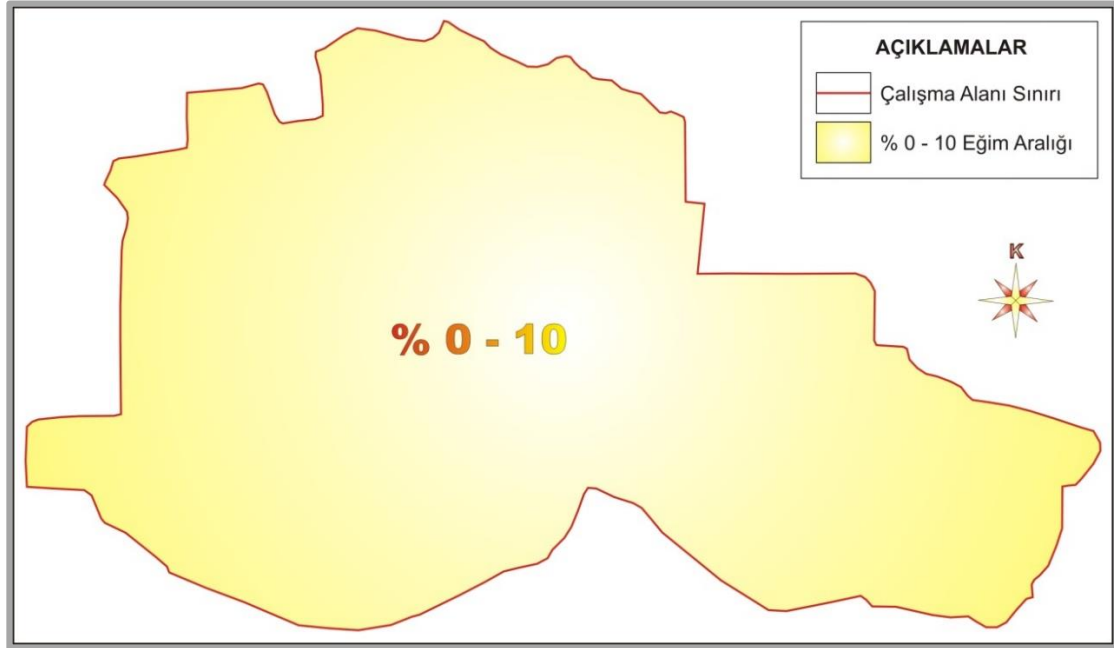
Çalışmada, Erzincan kent merkezinde yer alan, Yunus Emre, Fatih, Akşemsettin, Barbaros ve Kızılay mahallesi olmak üzere 5 mahallede toplam 490 adet konut amaçlı kullanılan betonarme bina incelenmiştir.

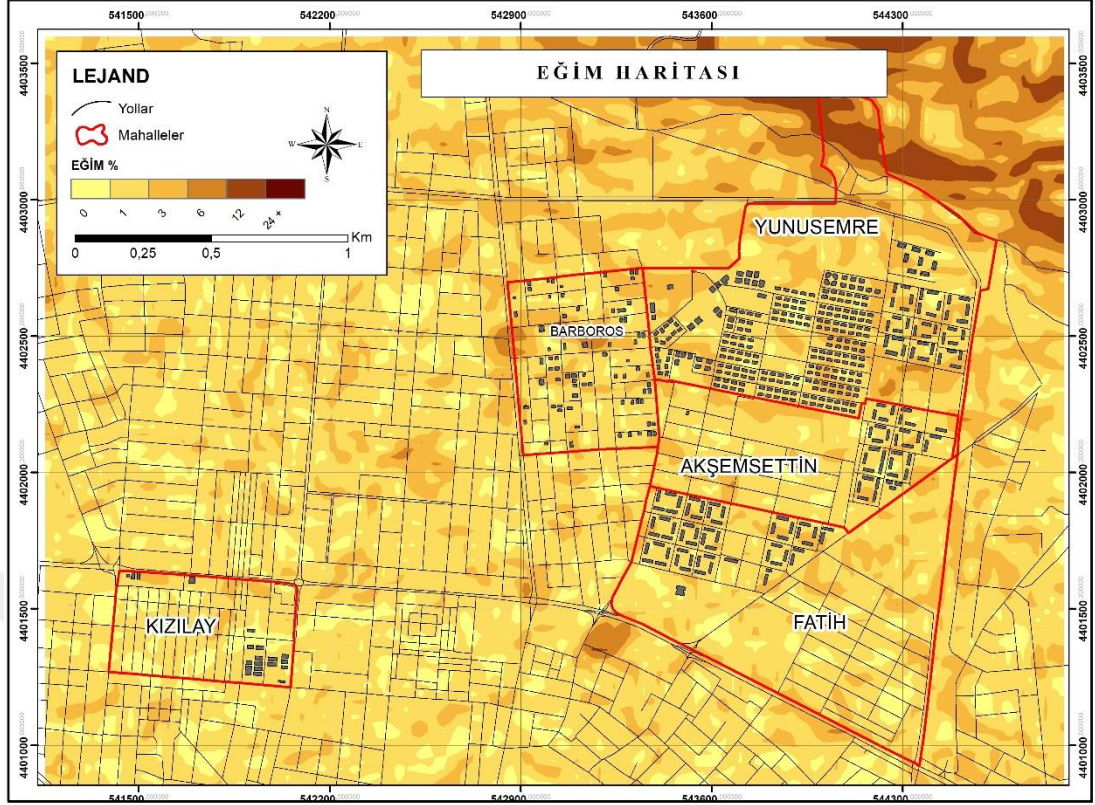
### 5.1. CBS Yöntemiyle Erzincan Jeolojik Raster Haritalarının ArcGIS Programında Sayısallaştırılması

Erzincan Belediyesi'nin "İmar Planına Esas Jeolojik/jeoteknik Etüt Raporu" na göre mahalle ölçeğinde binaların eğim, yerleşime uygunluk, zemin ve sıvılaşma analizi yapılmıştır. Buna göre aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

#### 5.1.1. İncelenen binaların eğim haritasına göre analizleri

Erzincan kent yerleşiminin eğim haritasına (Şekil 5.1) göre eğimin %0-10 arasında olduğu ve bu eğimin kent yerleşimi içinde fazla değişkenlik göstermediği; eğim haritası ile incelenen bölgeler karşılaştırıldığında (Şekil 5.2) ise tüm mahalleler dolayısıyla yapıların tümünün %0-10 eğimli alan üzerinde yer aldıkları görülmüştür.





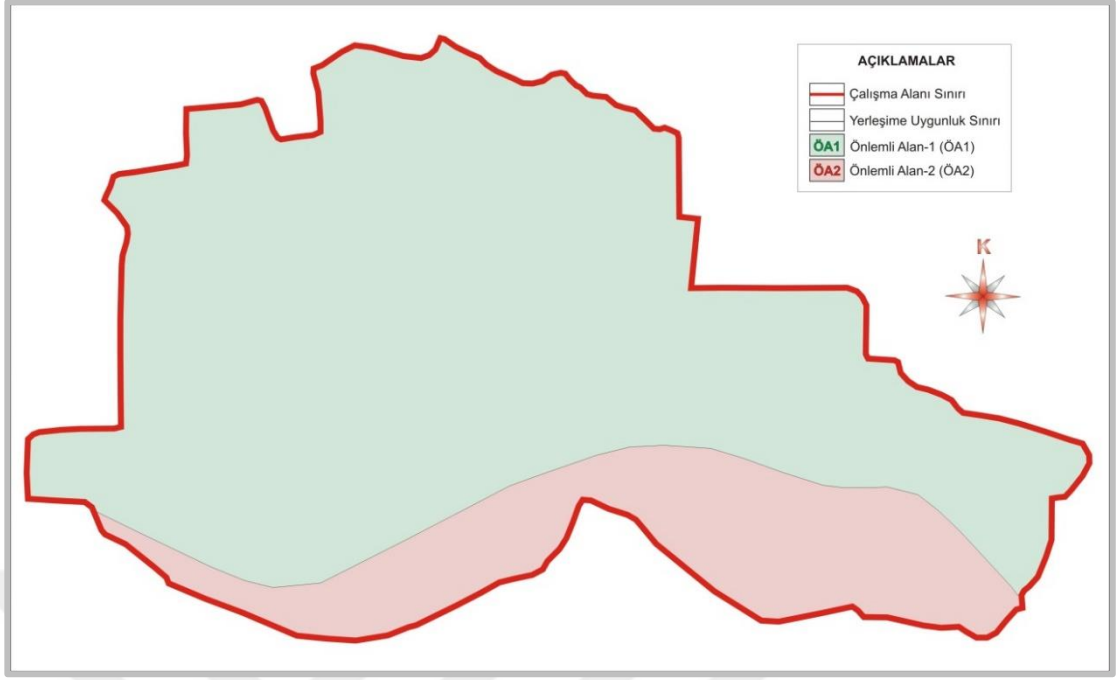
Şekil 5.2. Raster eğim haritasının sayısallaştırılması

### 5.1.2. İncelenen mahallelerin yerleşime uygunluk açısından değerlendirilmesi

Raporda, Erzincan kent merkezindeki yerleşim alanları yer altı su seviyesine göre “Önlemler Alanlar-1 (ÖA1)” ile “Önlemler Alanlar-2 (ÖA2)” olarak sınıflandırılmış (Şekil 5.3) ve inceleme yapılan alanların yerleşime uygunluk haritası Şekil 5.4’de verilmiştir.

- **Önlemler Alanlar- 1 (ÖA1);** alüvyonların bulunduğu, yer altı suyunun bulunmadığı çok sıkı bir yapıya sahip alanlardır. Bu alanlar, yerleşim açısından birinci öncelikli alan olarak değerlendirilir. Düşük yoğunlukta yapılaşma önerilirken, yüksek katlı yapılaşmanın tercih edilmesi durumunda yeterli mühendislik hizmeti almaları ve zeminde oluşabilecek risklere karşı gerekli önlemlerin alınması önerilmiştir.
- **Önlemler Alanlar- (ÖA2);** yeraltı su seviyesinin gözlemlendiği alanlardır. Bu alanlardaki su seviyesi 8-14 m. arasında değişir. Yerleşime uygunluk açısından değerlendirildiğinde ikinci öncelikli alan olarak belirlenmiştir. Yerleşim açısından düşük yoğunluklu yapılaşmaya gidilmesi ve yüksek katlı yapılaşma durumunda zemin iyileştirme tekniklerinin kullanılıp, gerekli mühendislik hizmeti almaları önerilmiştir.





Şekil 5.3. Yerleşime uygunluk haritası (Are Jeoteknik, 2009).



Şekil 5.4. İnceleme alanının yerleşime uygunluk haritası

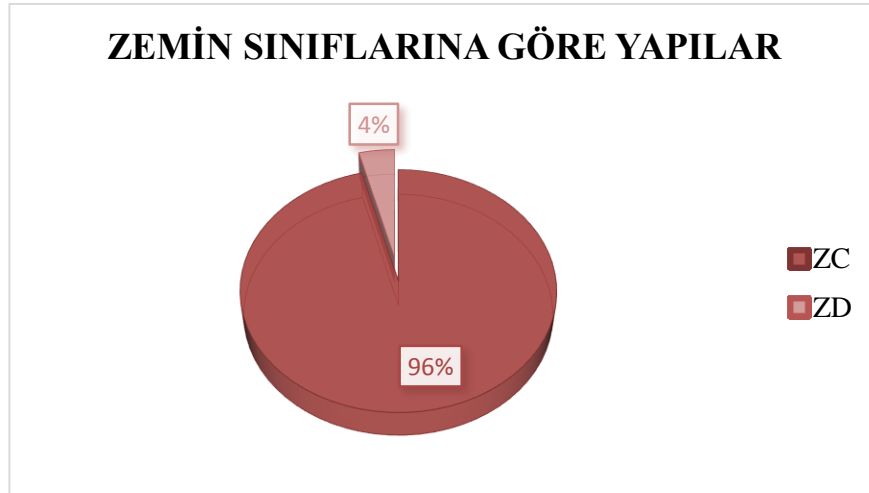
### 5.1.3. İncelenen mahalle ve binaların zemin sınıfı haritasına göre dağılımları;

Raporda kent yerleşimindeki zeminler birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre ayrılmıştır. Bu kapsamda incelenen alanların zemin sınıfları ZC (çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış çok çatlaklı zayıf kayalar) ve ZD (orta sıkı-sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları)'dir. Zemin sınıflarına göre mahalle ve binaların dağılımı ise Tablo 5.1' de görüldüğü gibidir.

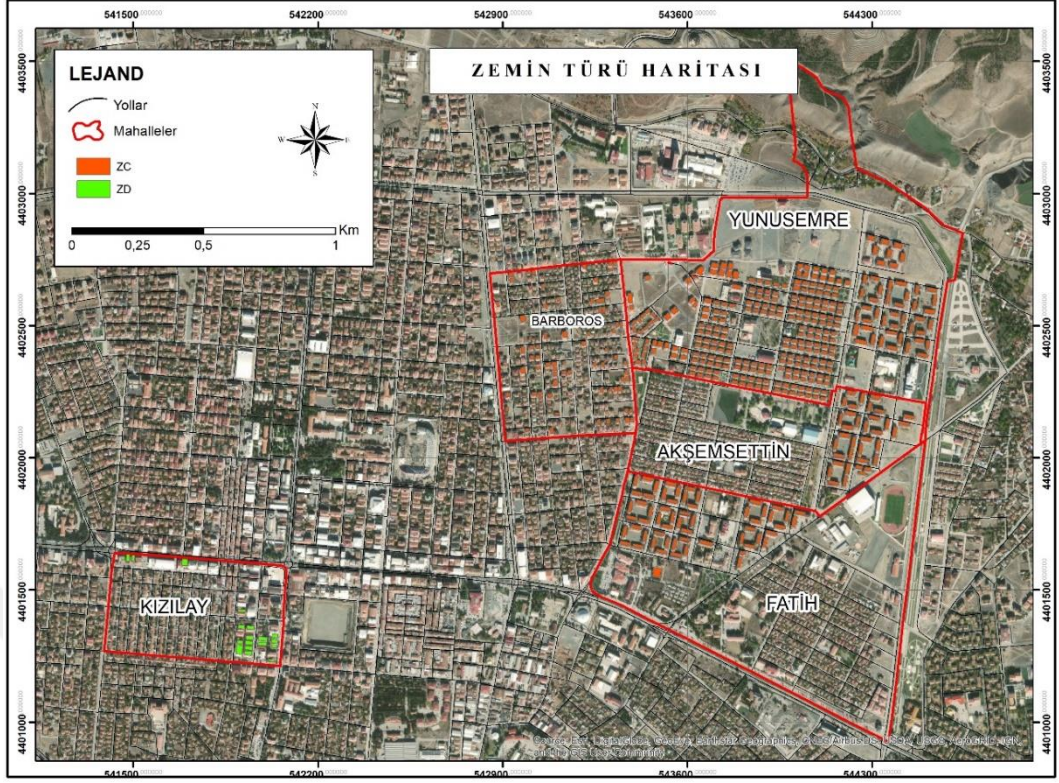
**Tablo 5.1.** Zemin sınıflarına göre binaların dağılımı

Zemin Sınıfları	Yunus Emre	Akşemsettin	Barbaros	Fatih	Kızılay	Toplam
ZC	300	38	73	60		471
ZD					19	19

Buna göre 471 yapının ZC, 19 yapının ise ZD zemin sınıfında yer aldığı görülmüş ve Şekil 5.5' de yüzde olarak değerlendirilmiştir. Çalışma alanına göre yapıların %96'sı ZC, %4'ü de ZD zemin sınıfında yer almaktadır. Zemin sınıflarına göre belirlenen binalar ArcGIS programında haritalandırılmıştır (Şekil 5.6)



**Şekil 5.5.** Zemin sınıflarına göre yapıların sayısal dağılımları



Şekil 5.6. Zemin sınıfları dağılımı ve raster haritanın sayısallaştırılmış hali

#### 5.1.4. İncelenen binaların sıvılaşma haritasına göre analizleri;

Rapora göre, jeolojik olarak gevşek zeminler ile genellikle kum gibi ince taneli malzemelerin depolandığı ve yer altı suyunun sığ olduğu alanlar, sıvılaşmanın oluşmasına en uygun alanlardır. Buna göre kent yerleşiminde yer altı su seviyesi en güneyde ve derinde gözlenmiştir. Kuzeyde su seviyesi 15 m'nin altında iken güneye doğru gidildikçe yükselmekte, en güneyde ise su seviyesi 8 m'dir.

Ayrıca raporda, güvenlik katsayısı (GK) değeri  $GK < 1$  olması durumunda "sıvılaşma riski olduğu",  $1 < GK < 1,2$  durumunda "sıvılaşma potansiyelinin olduğu" ve  $GK > 1,2$  olması durumunda ise "sıvılaşmanın beklenmeyeceği" belirtilmiştir. Buna göre çalışma yapılan alanlarda ciddi bir sıvılaşma riski olmadığı görülmüştür.

#### 5.2. Mahalle Ölçeğinde Binaların Risk Değerlendirmesi

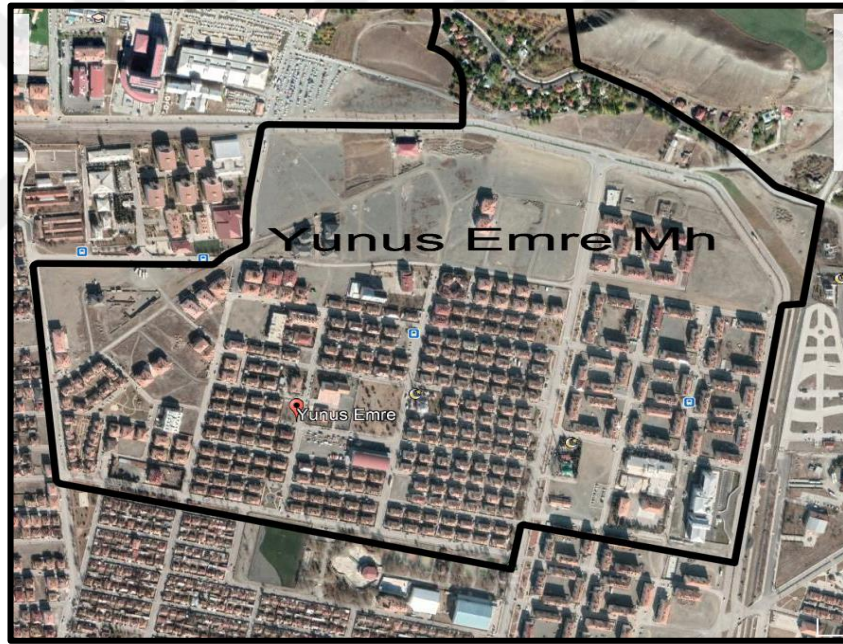
Çalışmada Yunus Emre, Akşemsettin, Barbaros, Fatih ve Kızılay mahallelerindeki 490 adet betonarme binaya sokaktan tarama yöntemi uygulanmıştır. İncelenen her binanın olumsuzluk parametrelerine göre risk skoru hesaplanmıştır. Hesaplanan risk skorları



ArcGIS programında ki veri tabanına aktarılmıştır. Bu bölümde mahalle ölçeğinde risk analiz sonuçları ve haritalara yer verilmiştir.

### 5.2.1. Yunus Emre mahallesi

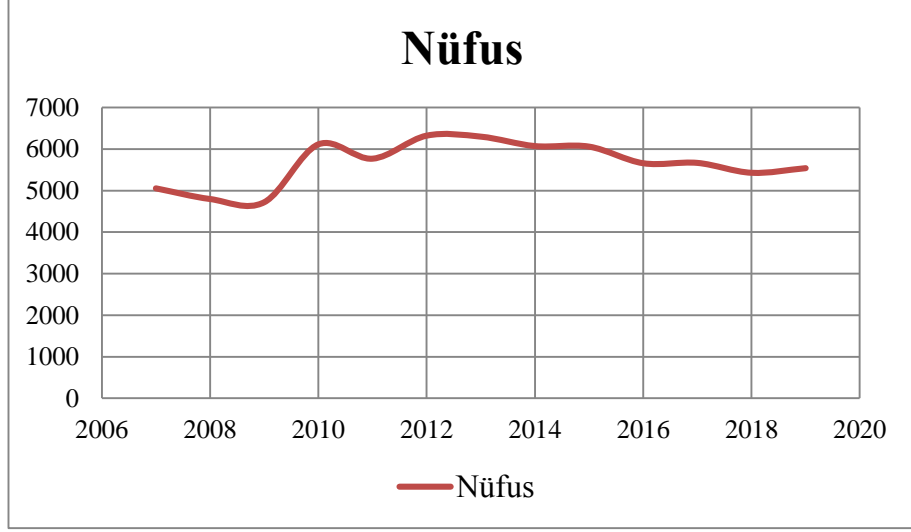
İnceleme yapılan alan konut yapılarının en fazla bulunduğu alandır. Şekil 5.7' de mahalleye ait uydu görüntüsü verilerek çalışma alanı belirtilmiştir. Yunus Emre Mahallesiinde yapılan incelemede 320 adet bina bulunmakta ve bunların 315'i betonarme, 3'ü yığma sistemlidir. 315 betonarme binanın 300'ü konut, 15'i de diğer (ticari, okul, dini vb.) amaçlarla kullanılmaktadır. Mahalleye ait tüm bilgiler (nüfus, yapıların kullanım türü, taşıyıcı sistem türü vb.) incelenip, genel değerlendirme kısmında ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 5.7. Yunus Emre Mahallesi'nin uydu görüntüsü

#### 5.2.1.1. Genel değerlendirme

Yunus Emre Mahallesi, incelenen diğer mahallelerle kıyaslandığında en fazla konut ve nüfus sayısına sahip mahalledir. TÜİK verilerine göre mahallenin toplam nüfusu 5.552 olup 2777'ini erkek, 2765'ini ise kadınlar oluşturmaktadır. 2007-2019 yılları arasındaki nüfus dağılımları Şekil 5.8' de görüldüğü gibidir.

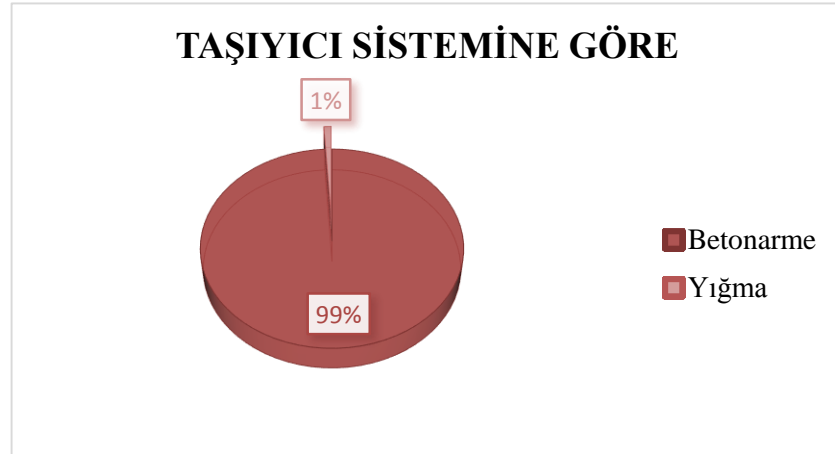


Şekil 5.8. Yıllara göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2020)

Bölgedeki yapılar “*taşıyıcı sistemine*” göre incelendiğinde ise 315 binanın (konut ve diğerleri) betonarme, 3 binanın ise yığma sistemli olduğu görülmüştür (Tablo 5.2). Dolayısıyla bölgede %99 oranında betonarme iskeletli bina bulunmaktadır (Şekil 5.9).

Tablo 5.2. Bölgede bulunan konutların taşıyıcı sistemine göre sayısal dağılım

Taşıyıcı Sistem	Betonarme	Yığma
Bina Sayısı	315	3



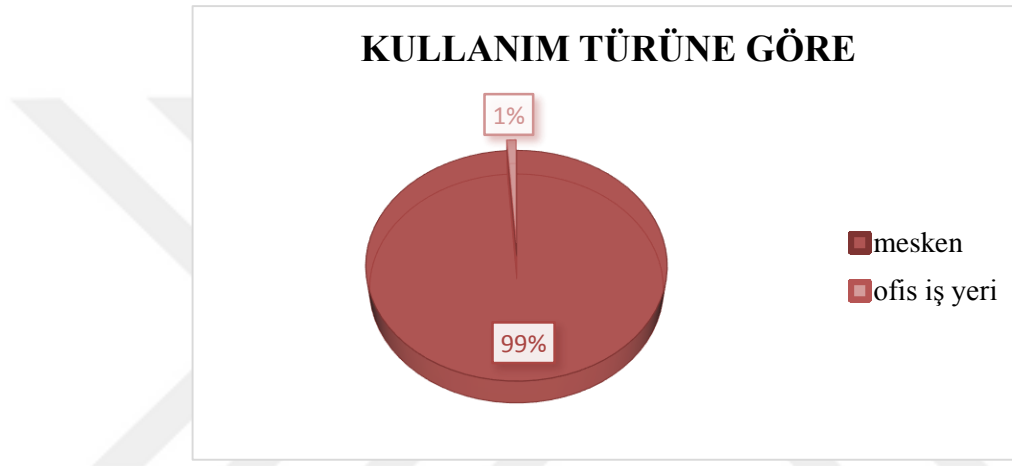
Şekil 5.9. İncelenen yapıların taşıyıcı sistemine göre dağılımları

Belediyeden alınan verilere göre bölgedeki yapılar “*kullanım türüne*” göre incelendiğinde 2331 mesken, 26 ofis ve işyeri, 2 bina resmi kurum, 7 bina okul-üniversite-araştırma, 2 bina ibadet ve dini faaliyetler, 3 binada öğrenci yurdu olarak

kullanılmaktadır (Tablo 5.3). Kullanım türüne göre mesken ve ofis binaları daha fazla yüzdeye sahip oldukları için Şekil 5.10’da gösterilmiştir.

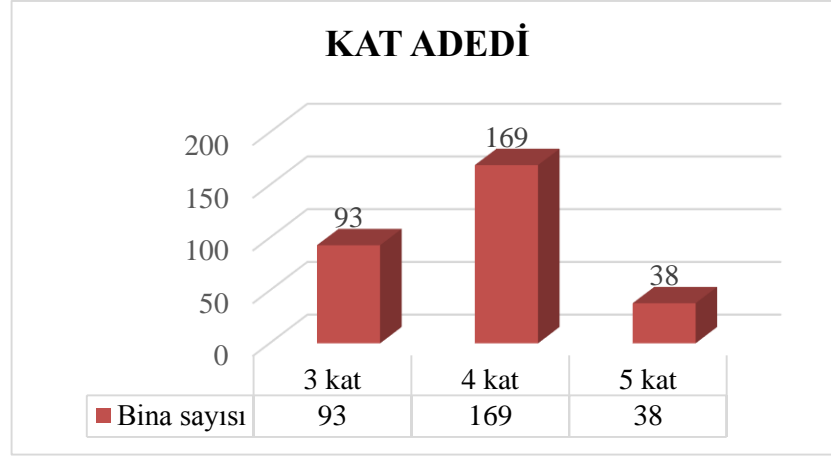
**Tablo 5.3.** Yapıların kullanım türüne göre incelenmesi

	Kullanım Türüne Göre					
	Mesken	Ofis Ve İş Yeri	Okul, Üniversite, Araştırma	İbadet Veya Dini Faaliyetler	Resmi Kurum	Öğrenci Yurdu
Sayı	2331	26	7	2	2	3

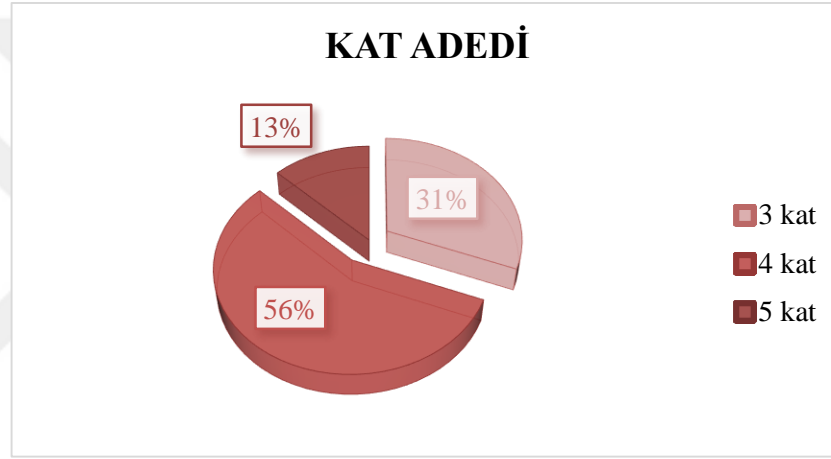


**Şekil 5.10.** Bölgedeki yapıların kullanım türüne göre oransal dağılımları

Yunus Emre Mahallesindeki yapılar “kat adetlerine” göre incelendiğinde toplamda 300 binanın %31’nin 3 katlı, %57’sinin 4 katlı, %12’sinin 5 katlı olduğu görülmüştür. Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım Şekil 5.11’ de, kat adetlerine göre oransal dağılım da Şekil 5.12’ de verilmiştir. Yöntem doğrultusunda sadece 1-7 katlı betonarme konutlar incelenmiş fakat genel itibari ile tek katlı ve iki katlı yapılar yığma sistem oldukları için kapsam dışı bırakılmıştır.



**Şekil 5.11.** Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılımı

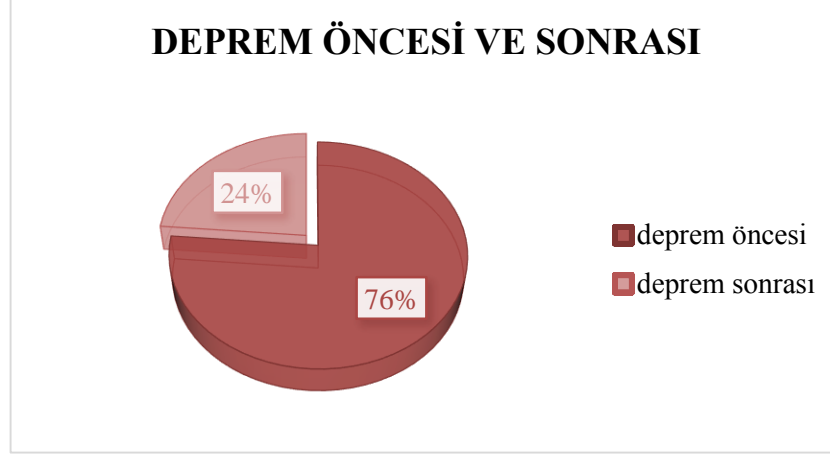


**Şekil 5.12.** Binaların kat adetlerine göre oransal dağılımı

Binalar “İnşa tarihlerin” e göre incelendiğinde Yunus Emre Mahallesiindeki çoğu yapının 1992 deprem öncesi yapıldığı görülmüştür. Erzinan Belediyesi verilerine göre 229 adet konut 1992 deprem öncesi, 71 adet konut ise deprem sonrasında inşa edilmiştir (Tablo 5.4). İncelenen binaların oransal dağılımlarına bakıldığında binaların %76’sının deprem öncesi, %24’nün ise deprem sonrası inşa edildiği görülmüştür (Şekil 5.13). Dolayısıyla 1992 öncesi yapı inşa sürecinde yapı denetim mekanizmasının olmaması, beraberinde yeterli düzeyde denetlenememesi, mühendislik hizmeti almamış olması ve 1992 depremine maruz kalmış olması gibi faktörler bu yapıların risk düzeyini artırmaktadır.

**Tablo 5.4.** Bölgede bulunan binaların inşa tarihlerine göre sayısal dağılım

İnşa Tarihleri	1992 Öncesi	1992 Sonrası
Bina Sayısı	229	71



**Şekil 5.13.** İncelenen alana ait binaların yapım yılı yüzdeleri

### **Deprem Hasar Durumu**

Çalışma yapılan alanda, 1992 Erzincan Depremi hasar raporları incelendiğinde depremin etkisiyle birçok yapının yıkıldığı, orta veya ağır hasar aldığı belirlenmiştir (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992). Depremde yapıların ne ölçüde hasar aldıkları Tablo 5.5’ de verilmiştir.

**Tablo 5.5.** 1992 deprem sonrası hasar tespit sonuçları

Merkez İlçe Mahallesi	Genel Hane	Yıkık		Orta Hasarlı		Az Hasarlı	
		Konut	İşyeri	Konut	İşyeri	Konut	İşyeri
Yunus Emre	1500	12	----	94	-----	568	-----

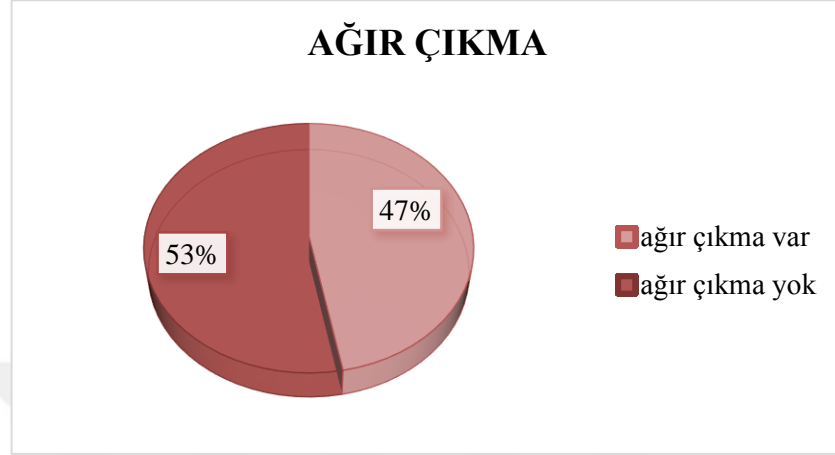
### **Yunus Emre Mahallesinde İncelenen Yapıların Parametre Analizleri;**

Binalarda olumsuzluk parametreleri olarak tanımlanan ağır çıkma, yumuşak kat, kısa kolon, çarpışma etkisi, tepe/ yamaç etkisi ve görünen yapı kalitesi incelendiğinde, bölgede yumuşak kata hiç rastlanmazken, kısa kolonların fazla sayıda bulunması dikkati çekmektedir.

Anket sonuçlarına göre 141 binada ağır çıkma bulunurken 159 binada bulunmamaktadır (Tablo 5.6). Oransal olarak değerlendirildiğinde binaların %47’sinde ağır çıkmanın olduğu, %53’ünde ise olmadığı görülmüştür (Şekil 5.14).

**Tablo 5.6.** İncelenen binaların ağır çıkma sayıları

Ağır Çıkma	Var	Yok
Bina Sayısı	141	159

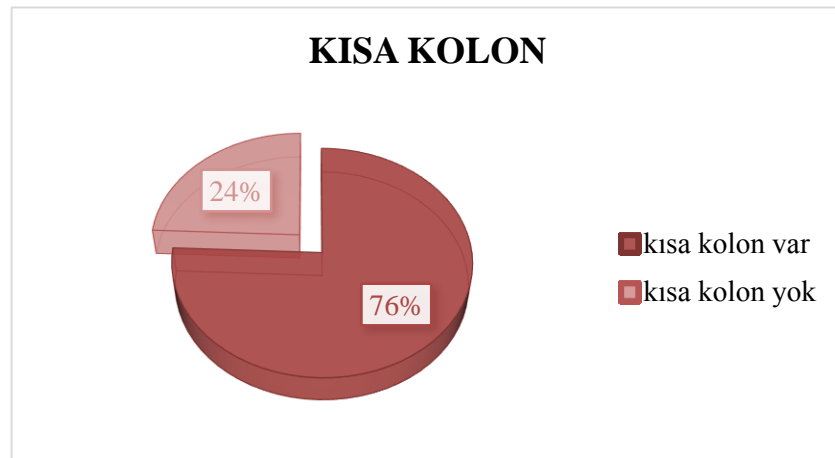


**Şekil 5.14.** İncelenen binaların ağır çıkma dağılımları

Kısa kolon açısından incelendiğinde 227 binada bu etkiye rastlanırken, 73 binada bu etkinin olmadığı görülmüştür. Buna göre kısa kolon etkisine sahip binaların bölgedeki bulunma sayısı Tablo 5.7' de, dağılımı ise Şekil 5.15'de görüldüğü gibidir.

**Tablo 5.7.** İncelenen binaların kısa kolon sayıları

Kısa Kolon	Var	Yok
Bina Sayısı	227	73

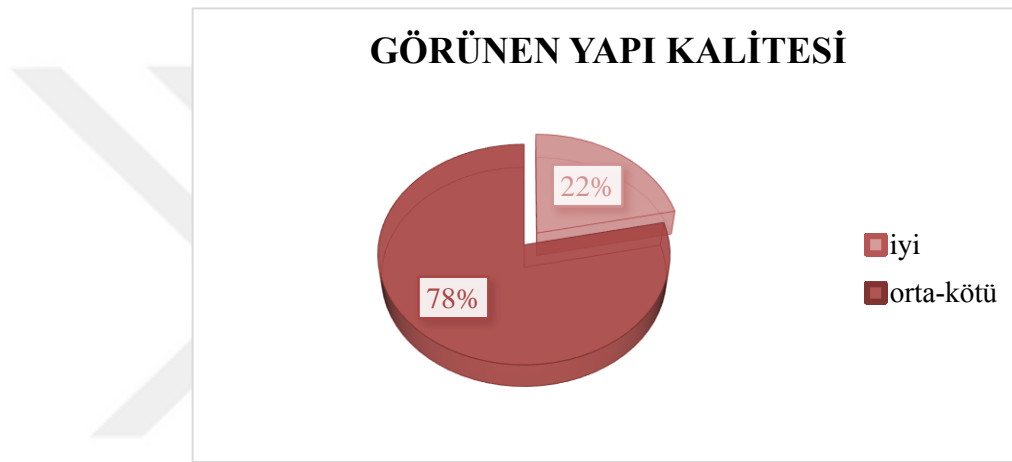


**Şekil 5.15.** İncelenen binaların kısa kolon dağılımları

Binalar görünen yapı kaliteleri bağlamında incelendiğinde ise 65 konut binasının iyi, 235 konut binasının ise orta veya kötü olduğu görülmüştür. Buna göre bölgedeki binaların %22' si iyi iken %78' i orta veya kötü görünen bir yapı kalitesine sahiptir (Tablo 5.8 ve Şekil 5.16).

**Tablo 5.8.** İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre sayıları

Görünen yapı kalitesi	İyi	Orta- Kötü
Bina Sayısı	65	235

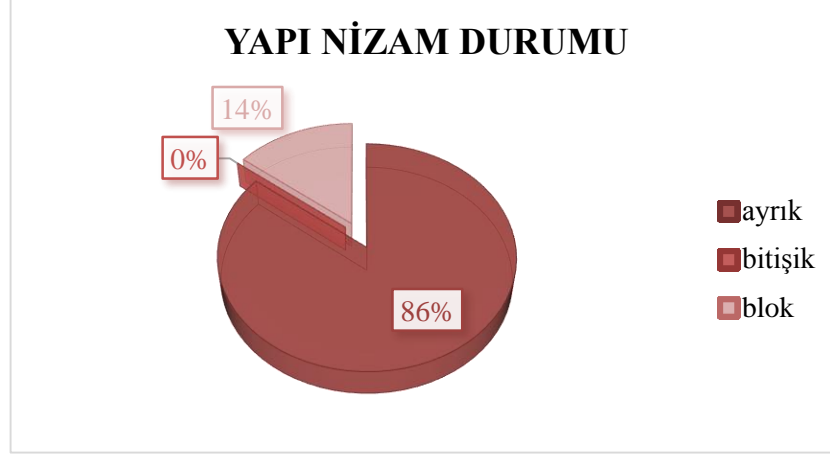


**Şekil 5.16.** İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre dağılımları

Çalışmada risk analizinin bir diğer parametresi olan çarpışma etkisi, binaların ayırık, bitişik ve blok şeklindeki yapı nizam durumlarına göre incelenmiştir. Buna göre bölgede toplamda 300 binanın 257'sinin ayırık, 43'inin blok düzende olduğu görülmüştür (Tablo 5.9). Dolayısıyla bölgede %86 oranında betonarme bina ayırık, %14 oranında bina blok düzendedir (Şekil 5.17).

**Tablo 5.9.** İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre sayıları

Yapı nizam durumu	Ayrık	Bitişik	Blok
Bina Sayısı	257	0	43



**Şekil 5.17.** İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre dağılımları

Binaların bitişik nizam düzeninde olması, depremin hasar etkisini artırmaktadır. Bu tip düzende binaların döşeme seviyeleri veya kat adetleri farklı olması durumunda çarpışma etkisi meydana gelmektedir. Ancak bitişik ve blok nizamdaki binaların döşeme seviyeleri ve kat adetleri arasında farklılığın olmamasının yanı sıra deprem derzinin varlığı çarpışma etkisinin oluşmayacağı kanaati oluşturmuştur.

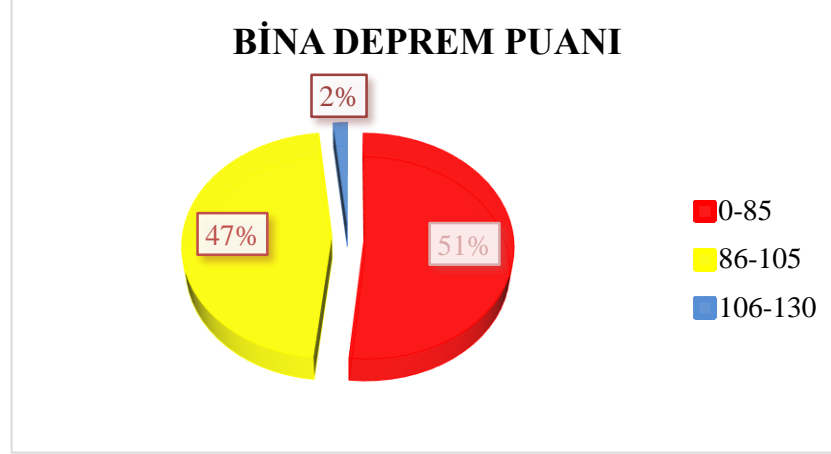
#### 5.2.1.2. Risk değerlendirmesi

Yunus Emre Mahallesinde toplamda 300 adet betonarme konutun risk analizi yapılmıştır. Buna göre bölgede 1.öncelikli riskli bina sayısı 155, 2.öncelikli riskli bina sayısı 140, 3. öncelikli riskli bina sayısı ise 5'dir. Binaların risk durumuna göre sayıları Tablo 5.10'da ve bölgesel dağılımı Şekil 5.18'de görüldüğü gibidir.

**Tablo 5.10.** İncelenen binaların risk durumuna göre sayıları

Yapı nizam durumu	1.öncelikli (0-85)	2.öncelikli (86-105)	3.öncelikli (106-130)
Bina Sayısı	155	140	5





**Şekil 5.18.** İncelenen binaların risk durumuna göre bölgesel dağılımı

### 5.2.2. Akşemsettin mahallesi

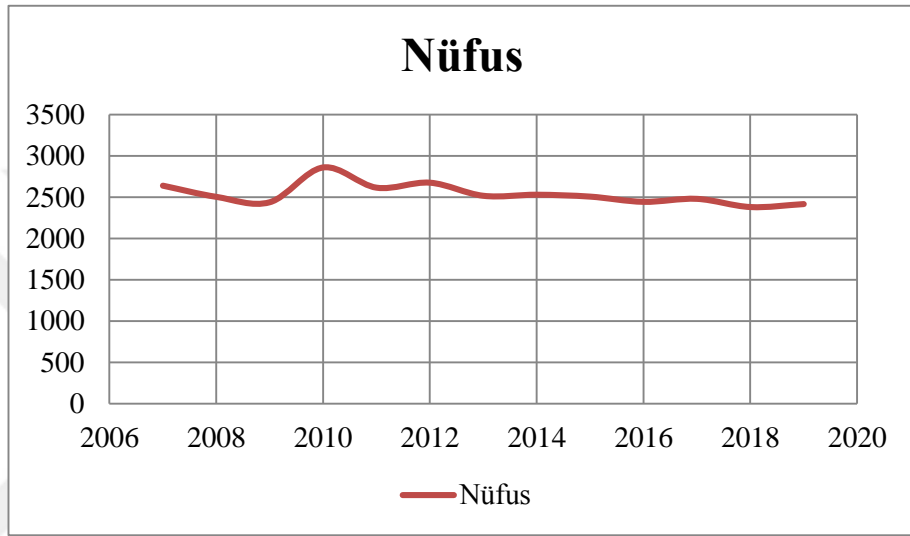
Tez çalışması kapsamında Akşemsettin Mahallesinde yapılan incelemede toplu konut alanlarının ve tek katlı yığma yapıların çok sayıda bulunduğu görülmüştür. Şekil 5.19’da alanın uydu görüntüsü verilerek çalışma alanı belirtilmiştir. Alanda yapılan inceleme sonucunda 400 adet binanın 52’si betonarme, 348’i yığma sistemlidir. 52 adet betonarme binanın 38’i konut, 14’ü diğer (okul, ibadet, resmi kurum vb.) amaçlarla kullanılmaktadır. Mahalleye ait tüm bilgiler (nüfus, yapıların kullanım türü, taşıyıcı sistem türü vb.) incelenip, genel değerlendirme kısmında ayrıntılı olarak verilmiştir.



**Şekil 5.19.** Akşemsettin Mahallesi uydu görüntüsü

### 5.2.2.1. Genel değerlendirme

Akşemsettin Mahallesi, yerleşime uygunluk açısından toplu konut alanlarına en uygun alanlardan biridir. Fakat sadece konut alanları olmasına rağmen nüfus olarak yoğun değildir. TÜİK verilerine göre mahallenin toplam nüfusu 2418 olup 1166'sını erkek, 1252'sini kadınlar oluşturmaktadır. 2007-2019 yılları arasındaki nüfus dağılımları Şekil 5.20'de verilmiştir.

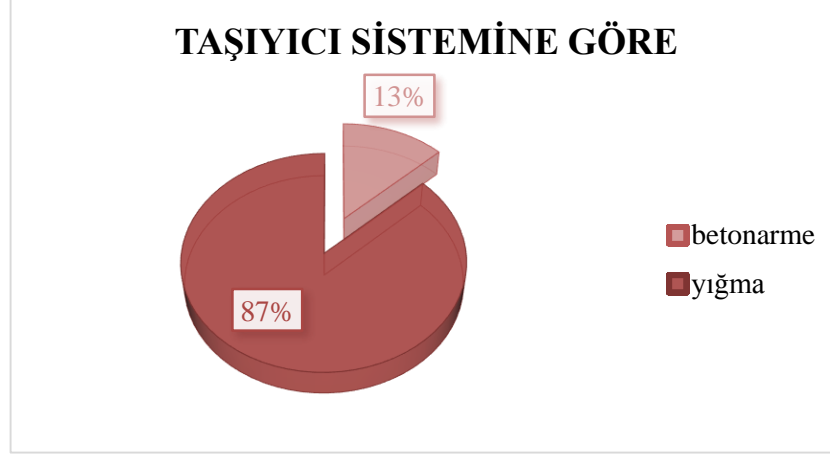


Şekil 5.20. Yıllara göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2020)

Bölgedeki yapılar “*taşıyıcı sistemine*” göre incelendiğinde ise 52 binanın (konut ve diğerleri) betonarme, 348 binanın ise yığma sistemli olduğu görülmüştür (Tablo 5.11). Dolayısıyla bölgede %11 oranında betonarme iskeletli bina bulunurken, %89 oranında da yığma bina bulunmaktadır (Şekil 5.21).

**Tablo 5.11.** Bölgede bulunan binaların taşıyıcı sistemine göre sayısal dağılım

Taşıyıcı Sistem	Betonarme	Yığma
Bina Sayısı	52	348

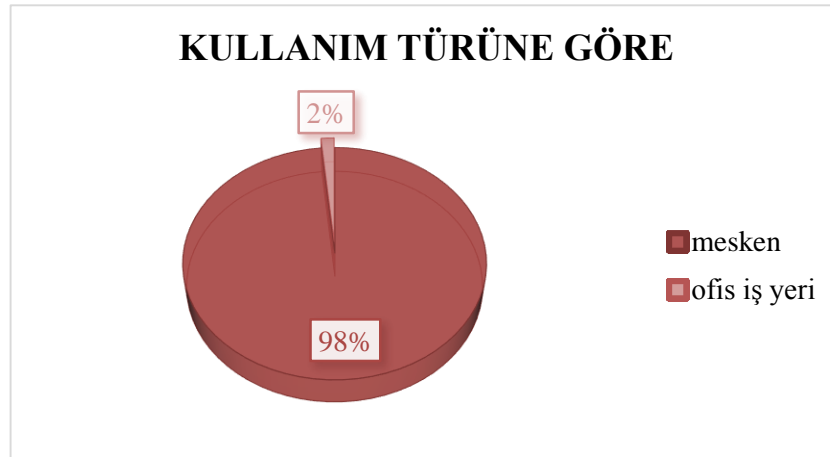


**Şekil 5.21.** İncelenen yapıların taşıyıcı sistemine göre dağılımları

Belediyeden alınan verilere göre bölgedeki yapılar “*kullanım türüne*” göre incelendiğinde 964 mesken, 15 bina ofis ve işyeri, 3 bina resmi kurum, 3 bina okul-üniversite-araştırma, 2 bina ibadet ve dini faaliyetler, 1 binada sosyal tesis olarak kullanılmaktadır (Tablo 5.12). Kullanım türüne göre mesken ve ofis binaları daha fazla yüzdeye sahip oldukları için Şekil 5.22’de gösterilmiştir.

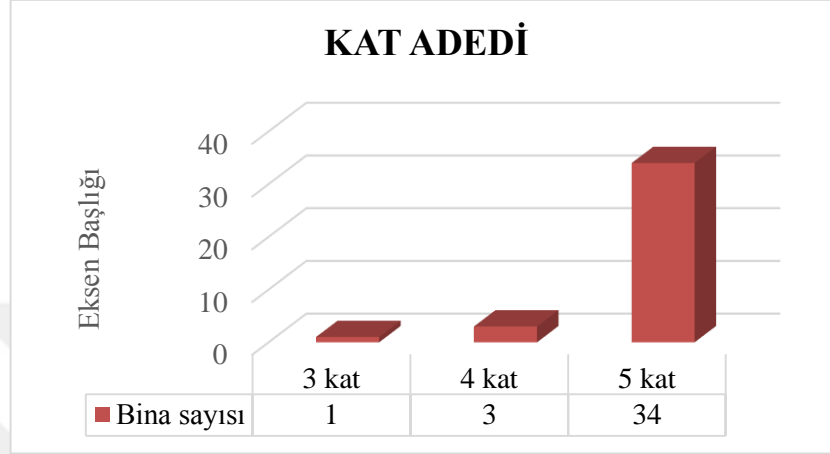
**Tablo 5.12.** Binaların kullanım türüne göre incelenmesi

	Kullanım Türüne Göre					
	Mesken	Ofis Ve İş Yeri	Okul, Üniversite, Araştırma	İbadet Veya Dini Faaliyetler	Resmi Kurum	Sosyal Tesis
Sayı	964	15	3	2	3	1

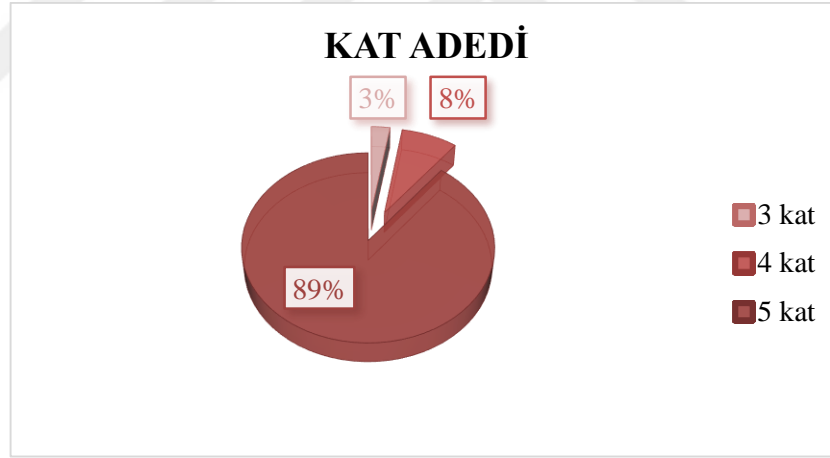


**Şekil 5.22.** Bölgedeki yapıların kullanım türüne göre oransal dağılımları

Akşemsettin Mahallesiindeki yapılar “kat adetlerine” göre incelendiğinde toplamda 300 binanın %3’ünün 3 katlı, %8’inin 4 katlı, %89’unun 5 katlı olduğu görülmüştür. Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım Şekil 5.23’ de, kat adetlerine göre oransal dağılım da Şekil 5.24’ de verilmiştir.



Şekil 5.23. Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım



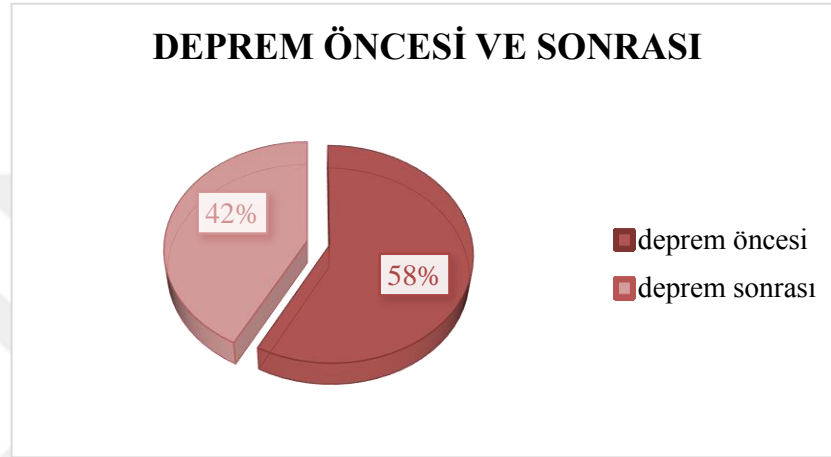
Şekil 5.24. Binaların kat adetlerine göre oransal dağılım

Binalar “İnşa tarihlerin”e göre incelendiğinde Akşemsettin Mahallesiindeki çoğu yapının 1992 deprem öncesi yapıldığı görülmüştür. Erzincan Belediyesi verilerine göre 22 adet konut 1992 deprem öncesi, 16 adet konut ise deprem sonrasında inşa edilmiştir (Tablo 5.13). İncelenen binaların oransal dağılımlarına bakıldığında binaların %58’inin deprem öncesi, %42’sinin ise deprem sonrası inşa edildiği görülmüştür (Şekil 5.25). 1992 öncesi yapı inşa sürecinde yapıların yeterli mühendislik hizmeti almamış olmaları ve denetime tabi tutulmamaları risk düzeyini artırmaktadır. Bundan dolayı deprem öncesi yapılan

binalarda ciddi yapısal hasarlar olduğu, deprem sonrasında çoğu binaya güçlendirme yapıldığı belirlenmiştir.

**Tablo 5.13.** Bölgede bulunan binaların inşa tarihlerine göre sayısal dağılım

İnşa Tarihleri	1992 Öncesi	1992 Sonrası
Bina Sayısı	22	16



**Şekil 5.25.** İncelenen alana ait binaların yapım yılı yüzdeleri

### **Deprem Hasar Durumu**

1992 Erzincan Depremi hasar raporlarına göre çalışma yapılan alanda deprem öncesi 1200 genel hanenin bulunup deprem etkisiyle birçok yapının hasar gördüğü belirlenmiştir (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992) (Tablo 5.14).

**Tablo 5.14.** 1992 deprem sonrası hasar tespit sonuçları

Merkez İlçe Mahallesi	Genel Hane	Yıkık		Orta Hasarlı		Az Hasarlı	
		Konut	İşyeri	Konut	İşyeri	Konut	İşyeri
Akşemsettin	1200	88		261		47	3

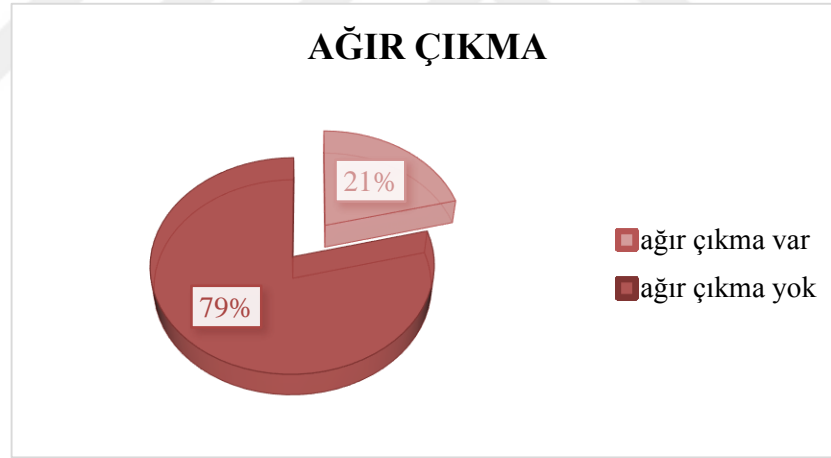
### Akşemsettin Mahallesinde İncelenen Yapıların Parametre Analizleri;

Binalarda olumsuzluk parametreleri olarak tanımlanan ağır çıkma, yumuşak kat, kısa kolon, çarpışma etkisi, tepe/ yamaç etkisi ve görünen yapı kalitesi incelendiğinde, bölgede yumuşak kata hiç rastlanmazken, kısa kolon ve görünen yapı kalitesinin kötü olması dikkat çekmektedir.

Anket sonuçlarına göre 8 binada ağır çıkma bulunurken 30 binada bulunmamaktadır (Tablo 5.15). Binalardaki ağır çıkmalar kat çıkması şeklinde inşa edilmiştir. Oransal olarak değerlendirildiğinde %21 yapıda ağır çıkmanın olduğu, %79 yapıda olmadığı görülmüştür (Şekil 5.26).

**Tablo 5.15.** İncelenen binaların ağır çıkma sayıları

Ağır Çıkma	Var	Yok
Bina Sayısı	8	30

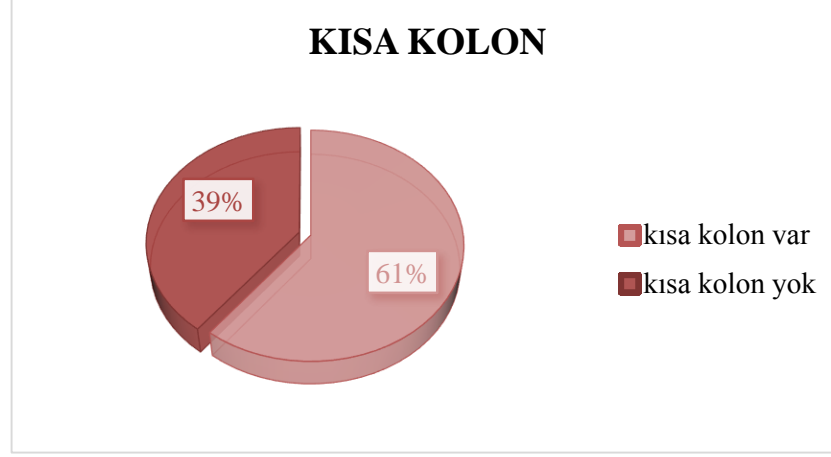


**Şekil 5.26.** İncelenen binaların ağır çıkma dağılımları

Kısa kolon açısından incelendiğinde 23 binada bu etkiye rastlanırken, 15 binada bu etkinin olmadığı görülmüştür. Buna göre kısa kolon etkisine sahip binaların bölgedeki bulunma sayısı Tablo 5.16'da, dağılımı ise Şekil 5.27'de görüldüğü gibidir.

**Tablo 5.16.** İncelenen binaların kısa kolon sayıları

Kısa Kolon	Var	Yok
Bina Sayısı	23	15

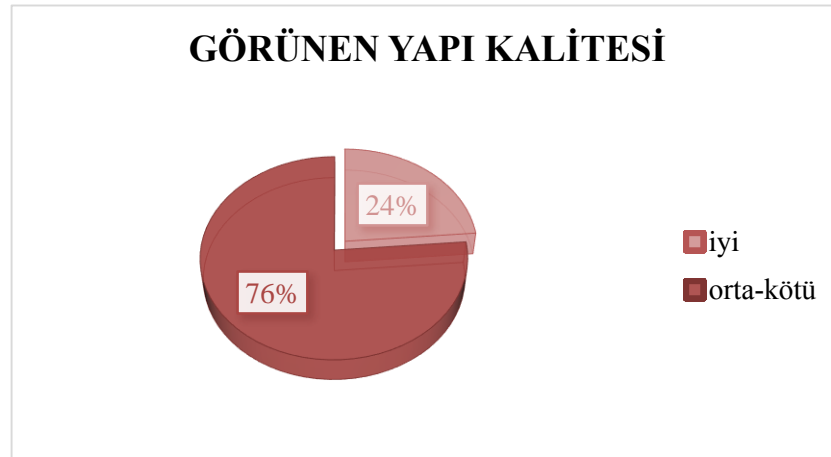


**Şekil 5.27.** İncelenen binaların kısa kolon dağılımları

Binalar görünen yapı kalitelerine göre incelendiğinde ise 9 konut binasının iyi, 29 konut binasının ise orta veya kötü olduğu görülmüştür. Buna göre bölgedeki binaların %24'ü iyi iken %76'sı orta veya kötü görünen bir yapı kalitesine sahiptir (Tablo 5.17 ve Şekil 5.28).

**Tablo 5.17.** İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre sayıları

Görünen yapı kalitesi	İyi	Orta-Kötü
Bina Sayısı	9	29



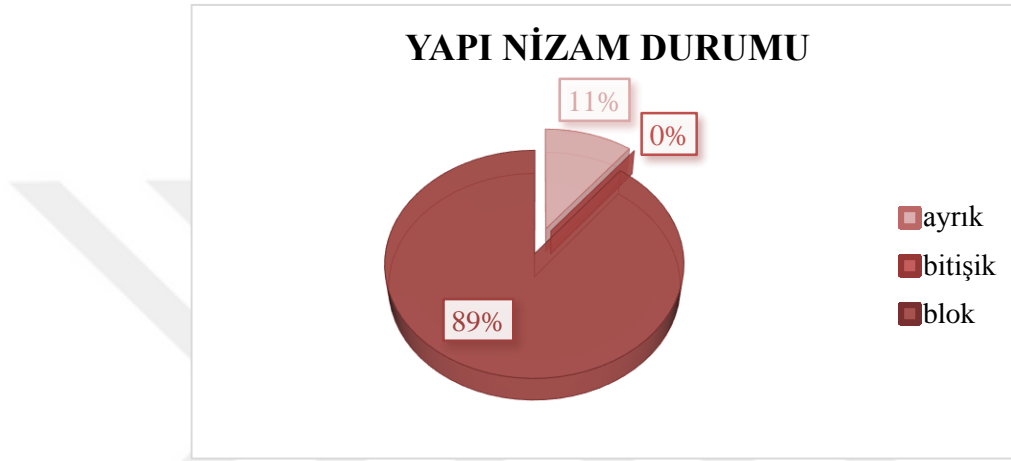
**Şekil 5.28.** İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre dağılımları

Çalışmada risk analizinin bir diğer parametresi olan çarpışma etkisi, binaların ayırık, bitişik ve blok şeklindeki yapı nizam durumlarına göre incelenmiştir. Buna göre bölgede toplamda 38 binanın 4'ünün ayırık, 34'ünün blok düzende olduğu görülmüştür (Tablo

5.18). Dolayısıyla bölgede %11 oranında betonarme bina ayırık, %89 oranında bina blok düzendedir (Şekil 5.29).

**Tablo 5.18.** İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre sayıları

Yapı nizam durumu	Ayrık	Bitişik	Blok
Bina Sayısı	4	0	34



**Şekil 5.29.** İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre dağılımları

Çalışma yapılan alanda yapıların bitişik nizamda olması, depremin hasar oranını artırmaktadır. Binaların bu tip düzende olması döşeme seviyeleri ve kat yüksekliklerinin farklı olması çarpışma etkisini meydana getirmektedir. İncelenen alanda blok nizamdaki yapılarda döşeme seviyeleri ve kat yükseklikleri arasında farkın olmaması çarpışma etkisini meydana getirmemektedir.

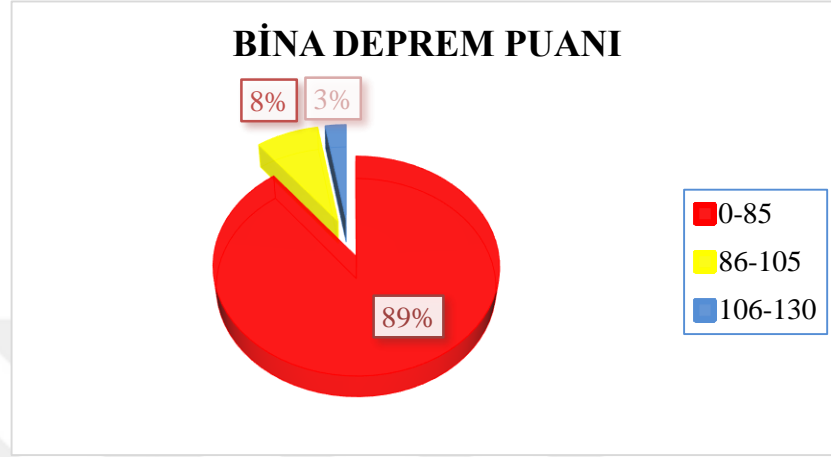
#### 5.2.2.2. Risk değerlendirmesi

Akşemsettin Mahallesinde toplamda 38 adet betonarme konutun risk analizi yapılmıştır. Buna göre bölgede 1.öncelikli riskli bina sayısı 34, 2.öncelikli riskli bina sayısı 3, 3. öncelikli riskli bina sayısı ise 1'dir. Binaların risk durumuna göre sayıları Tablo 5.19'da ve bölgesel dağılımı Şekil 5.30'da görüldüğü gibidir.



**Tablo 5.19.** İncelenen binaların risk durumuna göre sayıları

Yapı nizam durumu	1.öncelikli (0-85)	2.öncelikli (86-105)	3.öncelikli (106-130)
Bina Sayısı	34	3	1



**Şekil 5.30.** İncelenen binaların risk durumuna göre bölgesel dağılımı

### 5.2.3. Barbaros mahallesi

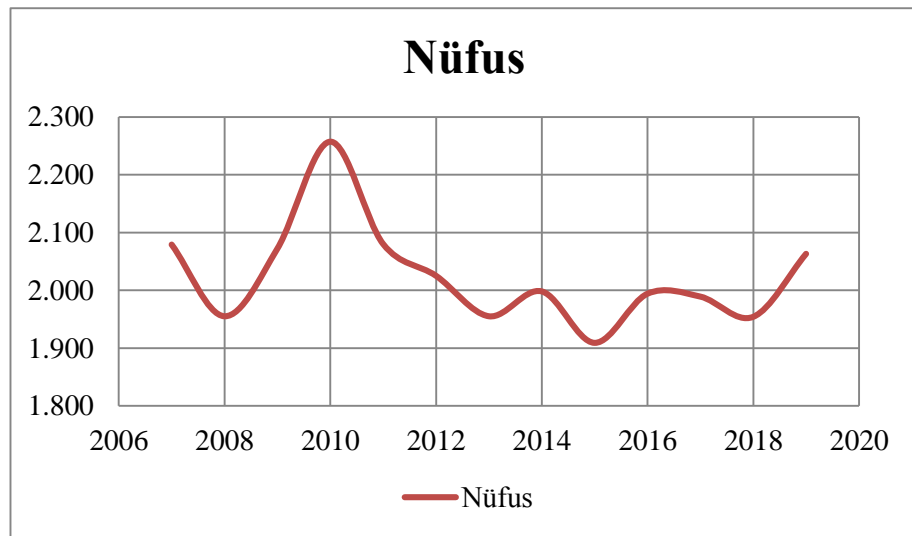
Uygulama yapılan alanda ticari, konut yapıların bir arada bulunduğu ve yığma sistemli yapıların sayıca fazla olduğu görülmüştür. Şekil 5.31’de alanın uydu görüntüsü verilip, çalışma alanı belirtilmiştir. Alanda yapılan incelemede 360 binanın 80’i betonarme sistemli, 280’i yığma sistemlidir. İncelenen betonarme yapıların 73’ü konut, 7’si diğer (okul, ibadet, spor kompleksi vb.) amaçlarla kullanılmaktadır. Çalışma alanına ait detaylı bilgiler (nüfus, bina parametreleri vb.) genel değerlendirme kısmında verilmiştir.



Şekil 5. 31. Barbaros Mahallesi uydu görüntüsü

#### 5.2.3.1. Genel değerlendirme

Barbaros Mahallesi, konut alanlarına uygun diğer mahallelerden biridir. Yunus Emre, Akşemsettin ve Fatih Mahallesinden ayrı olarak Barbaros Mahallesinde konut ile birlikte ticari alanlarda bulunmaktadır. Konut yapılarının fazla olmasına rağmen nüfus olarak fazla yoğunlukta değildir. TÜİK' den alınan verilere göre toplam nüfus 2063 olup, 995'i erkek, 1068'i ise kadınlardan oluşmaktadır. Nüfus dağılımları 2007-2019'u kapsamakta olup Şekil 5.32'de verilmiştir.

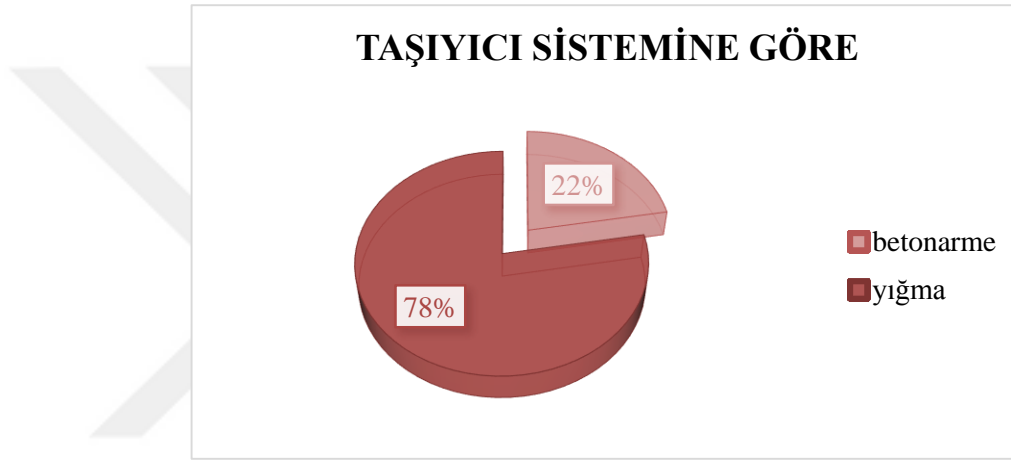


Şekil 5.32. Yıllara göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2020)

Bölgedeki yapılar “*taşıyıcı sistemine*” göre incelendiğinde ise 80 binanın (konut ve diğerleri) betonarme, 280 binanın ise yığma sistemli olduğu görülmüştür (Tablo 5.20). Dolayısıyla bölgede %21 oranında betonarme iskeletli bina, %79 oranında ise yığma iskeletli bina bulunmaktadır (Şekil 5.33).

**Tablo 5.20.** Bölgede bulunan binaların taşıyıcı sistemine göre sayısal dağılım

Taşıyıcı Sistem	Betonarme	Yığma
Bina Sayısı	80	280

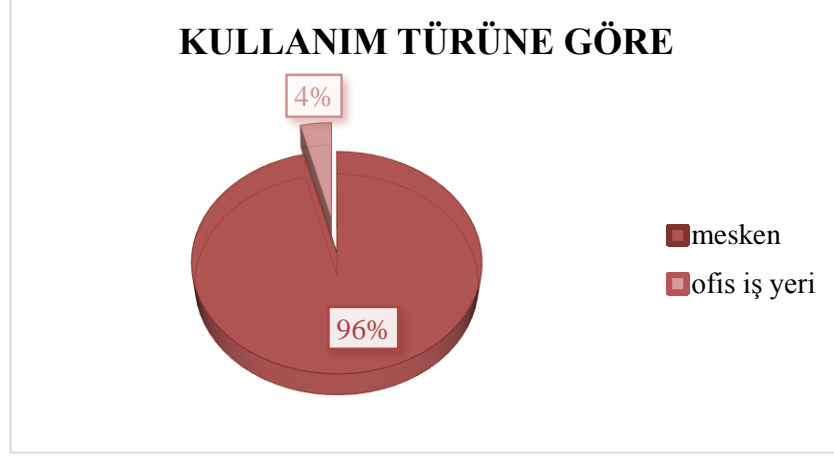


**Şekil 5.33.** İncelenen yapıların taşıyıcı sistemine göre dağılımları

Belediyeden alınan verilere göre bölgedeki yapılar “*kullanım türüne*” göre incelendiğinde 1019 bina mesken, 41 bina ofis ve işyeri, 2 bina okul-üniversite-araştırma, 1 bina ibadet ve dini faaliyetler, 1 binada spor kompleksi olarak kullanılmaktadır (Tablo 5.21). Kullanım türüne göre en çok bulunma yüzdesine göre mesken ve ofis binaları Şekil 5.34’de gösterilmiştir.

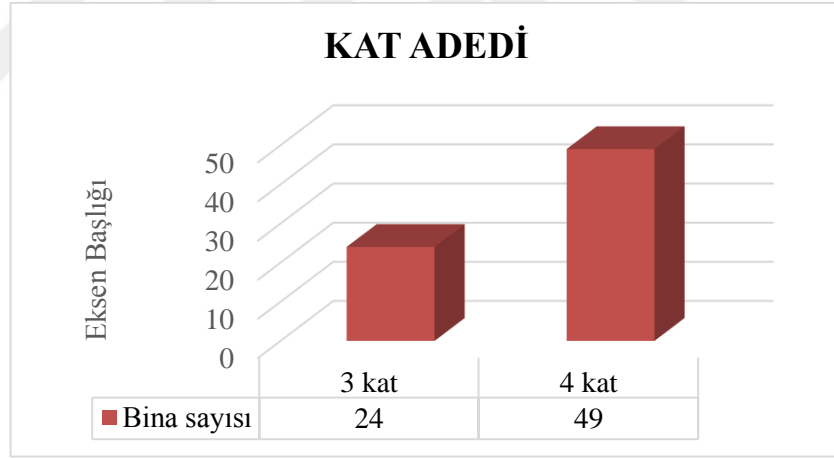
**Tablo 5.21.** Binaların kullanım türüne göre incelenmesi

	Kullanım Türüne Göre				
	Mesken	Ofis Ve İş Yeri	Okul, Üniversite, Araştırma	İbadet Veya Dini Faaliyetler	Spor kompleksi
Sayı	1019	41	2	1	1

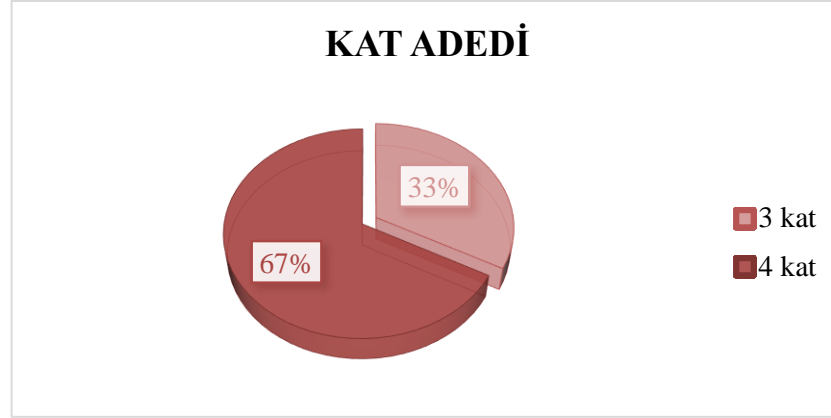


**Şekil 5.34.** Bölgedeki yapıların kullanım türüne göre oransal dağılımları

Barbaros Mahallesiindeki yapılar “*kat adetlerine*” göre incelendiğinde toplamda 73 binanın %33’ünün 3 katlı, %67’sinin ise 4 katlı olduğu görülmüştür. Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım Şekil 5.35’ de, kat adetlerine göre oransal dağılım da Şekil 5.36’ da verilmiştir.



**Şekil 5.35.** Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım

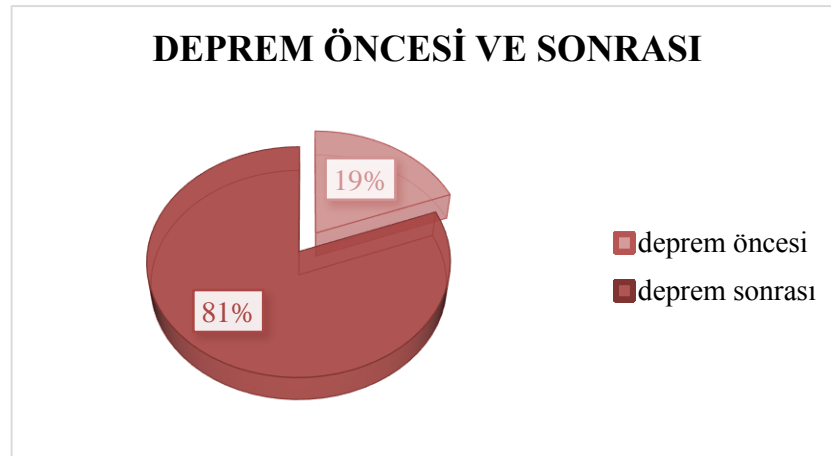


**Şekil 5.36.** Binaların kat adetlerine göre oransal dağılım

Binalar “İnşa tarihlerin”e göre incelendiğinde Barbaros Mahallesiindeki yapıların çoğunun 1992 deprem öncesi yapıldığı görülmüştür. Erzincan Belediyesi verilerine göre 14 adet konut 1992 deprem öncesi, 56 adet konut ise 1992 depremi sonrası inşa edilmiştir (Tablo 5.22). İncelenen binaların oransal dağılımlarına bakıldığında binaların %19’unun deprem öncesi, %81’inin ise deprem sonrası inşa edildiği görülmüştür (Şekil 5.37). 1992 öncesi yapı inşa sürecinde yapıların yeterli mühendislik hizmeti almamış olmaları ve denetime tabi tutulmamaları risk düzeyini artırmaktadır. Yapılan incelemelerde elde edilen bilgilere göre 1992 depreminin meydana getirdiği hasarlar sonrasında, gerekli yerlerde kolon ve perdelerle güçlendirilme yapıldığı belirlenmiştir.

**Tablo 5.22.** Bölgede bulunan binaların inşa tarihlerine göre sayısal dağılım

İnşa Tarihleri	1992 Öncesi	1992 Sonrası
Bina Sayısı	14	59



**Şekil 5.37.** İncelenen alana ait binaların yapım yılı yüzdeleri

### Deprem Hasar Durumu

1992 Erzincan Depremi hasar raporlarına göre deprem öncesi 813 genel hanenin bulunup deprem etkisiyle birçok yapının hasar gördüğü rapor edilmiştir (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992) (Tablo 5.23).

**Tablo 5.23.** 1992 deprem sonrası hasar tespit sonuçları

Merkez İlçe Mahallesi	Genel Hane	Yıkık		Orta Hasarlı		Az Hasarlı	
		Konut	İşyeri	Konut	İşyeri	Konut	İşyeri
Barbaros	813	33		25		47	5

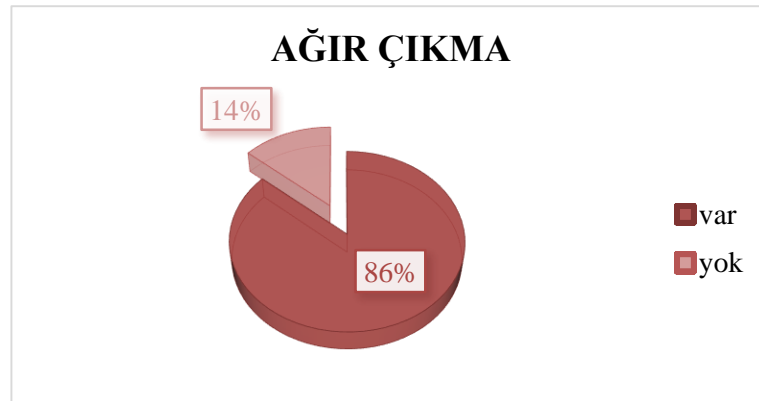
### Barbaros Mahallesinde İncelenen Yapıların Parametre Analizleri;

Yöntem kapsamında binalarda olumsuzluk parametreleri olarak tanımlanan ağır çıkma, yumuşak kat, kısa kolon, çarpışma etkisi, tepe/ yamaç etkisi ve görünen yapı kalitesi incelendiğinde, ağır çıkmanın fazla olması dikkat çekmektedir.

Anket sonuçlarına göre 63 binada ağır çıkma bulunurken 10 binada bulunmamaktadır (Tablo 5.24). Binalardaki ağır çıkmalar kat çıkması şeklinde inşa edilmiştir. Oransal olarak değerlendirildiğinde %86 yapıda ağır çıkmanın olduğu, %14 yapıda olmadığı görülmüştür (Şekil 5.38).

**Tablo 5.24.** İncelenen binaların ağır çıkma sayıları

Ağır Çıkma	Var	Yok
Bina Sayısı	63	10

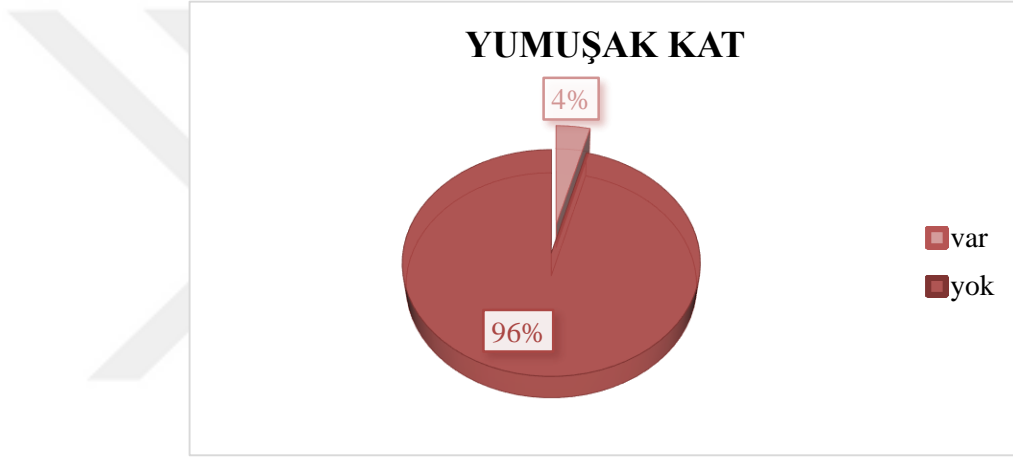


**Şekil 5.38.** İncelenen binaların ağır çıkma dağılımları

İncelenen parametreler doğrultusunda alandaki bazı yapıların ticari amaçla kullanılmasından dolayı yumuşak kat bulunmaktadır. Anketlere göre 73 binadan 3'ünde yumuşak kat bulunurken, 70'inde yumuşak kat bulunmamaktadır (Tablo 5.25). Yumuşak katın yüzde olarak oranına bakıldığında ise %4'lük bir yapıda olduğu, %96'lık yapıda olmadığı belirlenmiş, Şekil 5.39'da verilmiştir.

**Tablo 5.25.** İncelenen binaların yumuşak kat sayıları

Ağır Çıkma	Var	Yok
Bina Sayısı	3	70



**Şekil 5.39.** İncelenen binaların yumuşak kat dağılımları

Kısa kolon açısından incelendiğinde 9 binada bu etkiye rastlanırken, 64 binada bu etkinin olmadığı görülmüştür. Buna göre kısa kolon etkisine sahip binaların bölgedeki bulunma sayısı Tablo 5.26'da, dağılımı ise Şekil 5.40'da görüldüğü gibidir.

**Tablo 5.26.** İncelenen binaların kısa kolon sayıları

Kısa kolon	Var	Yok
Bina Sayısı	9	64

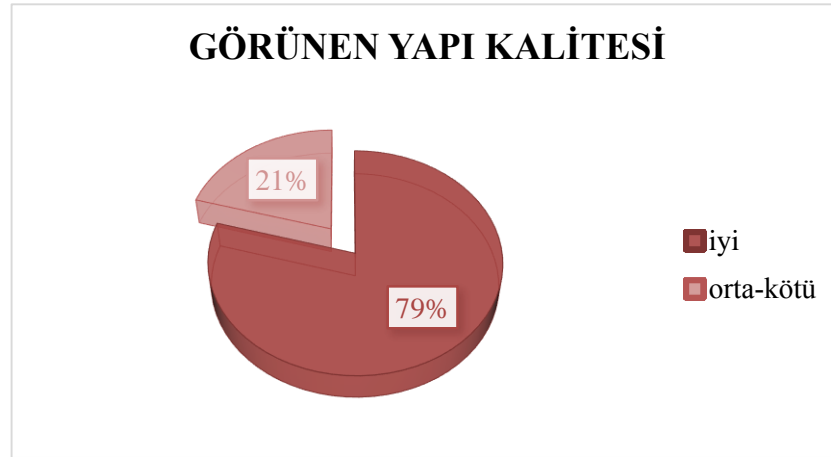


**Şekil 5.40.** İncelenen binaların kısa kolon dağılımları

Binalar görünen yapı kalitelerine göre incelendiğinde ise 58 binanın iyi, 15 binanın ise orta veya kötü olduğu görülmüştür (Tablo 5.27) Buna göre bölgedeki binaların %79'u iyi iken %21'i orta veya kötü görünen bir yapı kalitesine sahiptir (Şekil 5.41).

**Tablo 5.27.** İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre sayıları

Görünen yapı kalitesi	İyi	Orta- Kötü
Bina Sayısı	58	15



**Şekil 5.41.** İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre dağılımları

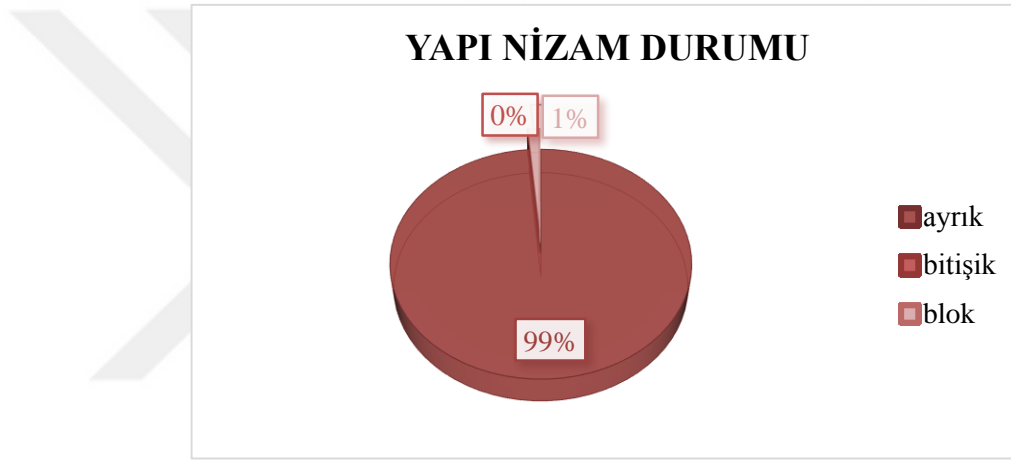
Barbaros mahallesinde yapılan incelemede betonarme konut yapıların genellikle yeni (1992 deprem sonrası) ve yönetmeliğe uygun yapıldıkları belirlenmiştir. Bundan dolayı diğer mahallelerde olduğu gibi kısa kolon ve binalarda kötü yapı kalitesi fazla bulunmamaktadır.



Çalışmada risk analizinin bir diğer parametresi olan çarpışma etkisi, binaların ayırık, bitişik ve blok şeklindeki yapı nizam durumlarına göre incelenmiştir. Buna göre bölgede toplamda 73 binanın 72'sinin ayırık, 1'inin blok düzende olduğu görülmüştür (Tablo 5.28). Dolayısıyla bölgede %99 oranında betonarme bina ayırık, %1 oranında bina blok düzendedir (Şekil 5.42).

**Tablo 5.28.** İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre sayıları

Yapı nizam durumu	Ayrık	Bitişik	Blok
Bina Sayısı	72	0	1



**Şekil 5.42.** İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre dağılımları

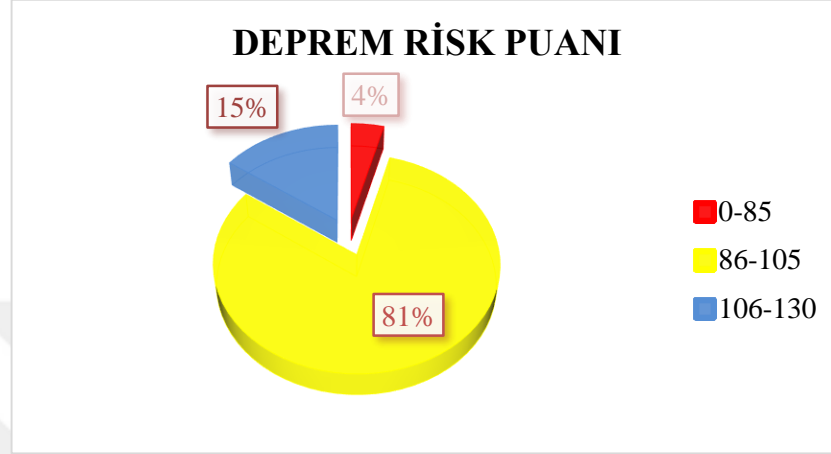
Yapıların bitişik nizamda olması depremin hasar oranını artırmaktadır. Bitişik nizamdaki yapılarda döşeme seviyeleri ve kat yüksekliklerinin farklı olması çarpışma etkisini meydana getirmektedir. İnceleme yapılan alanda bitişik nizamda yapı olmadığı için çarpışma etkisi oluşmamaktadır.

### 5.2.3.2. Risk değerlendirmesi

Barbaros Mahallesinde toplamda 78 adet betonarme binada risk analizi yapılmıştır. Buna göre bölgede 1.öncelikli riskli bina sayısı 3, 2.öncelikli riskli bina sayısı 59, 3. öncelikli riskli bina sayısı ise 11'dir. Binaların risk durumuna göre sayıları Tablo 5.29'da ve bölgesel dağılımı Şekil 5.43'de görüldüğü gibidir.

**Tablo 5.29.** İncelenen binaların risk durumuna göre sayıları

Yapı nizam durumu	1.öncelikli (0-85)	2.öncelikli (86-105)	3.öncelikli (106-130)
Bina Sayısı	3	59	11



**Şekil 5.43.** İncelenen binaların risk durumuna göre bölgesel dağılımı

#### 5.2.4. Fatih mahallesi

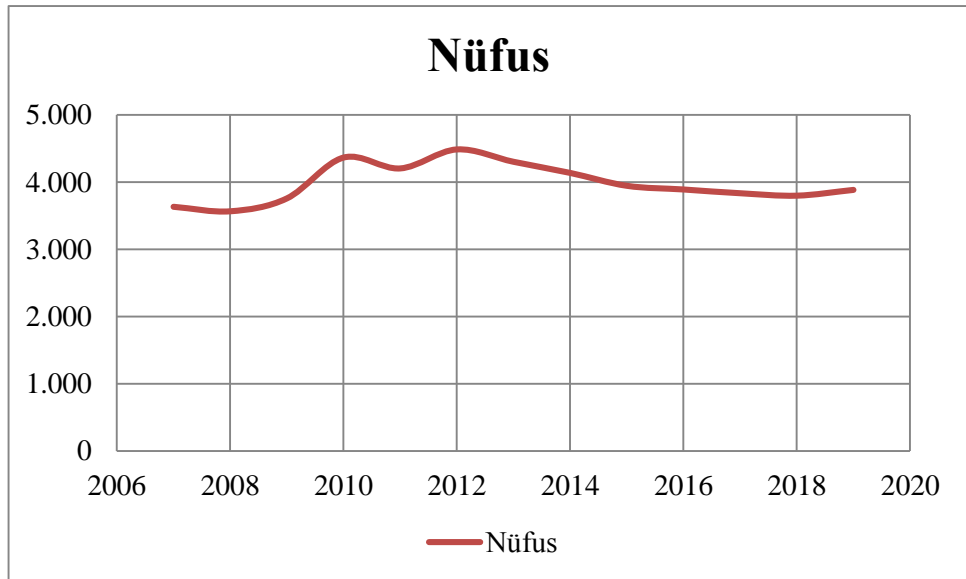
Fatih mahallesinde yapılan incelemede toplu konut alanlarının bulunduğu ve 1992 deprem öncesi yığma yapıların sayıca fazla bulunduğu alandır. Şekil 5.44’de uydu görüntüsü ile çalışma alanının sınırları belirtilmiştir. Alan değerlendirme yapılırken 450 binanın 110’unun betonarme, 335’inin yığma ve 5’inin karma sistemli olduğu belirlenmiştir. Betonarme binalardan 60’ı konut amaçlı kullanılmaktadır. İncelenen mahalleye ait tüm bilgiler (nüfus, kullanım türü, bina parametreleri vb.) genel değerlendirme kısmında verilmiştir.



Şekil 5.44. Fatih Mahallesi uydu görüntüsü

#### 5.2.4.1. Genel değerlendirme

Fatih Mahallesi, yerleşime uygunluk ve zemin sınıfı açısından toplu konut alanlarına en uygun alanlardan biridir. Toplu konut alanlarının fazla olmasına rağmen nüfus olarak yoğun değildir. TÜİK' den alınan verilere göre mahallenin toplam nüfusu 3883 olup 1946'sını erkek, 1937'sini kadınlar oluşturmaktadır. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemine (ADNKS) göre 2007-2019 yılları arasındaki nüfus dağılımları Şekil 5.45'de verildiği gibidir.

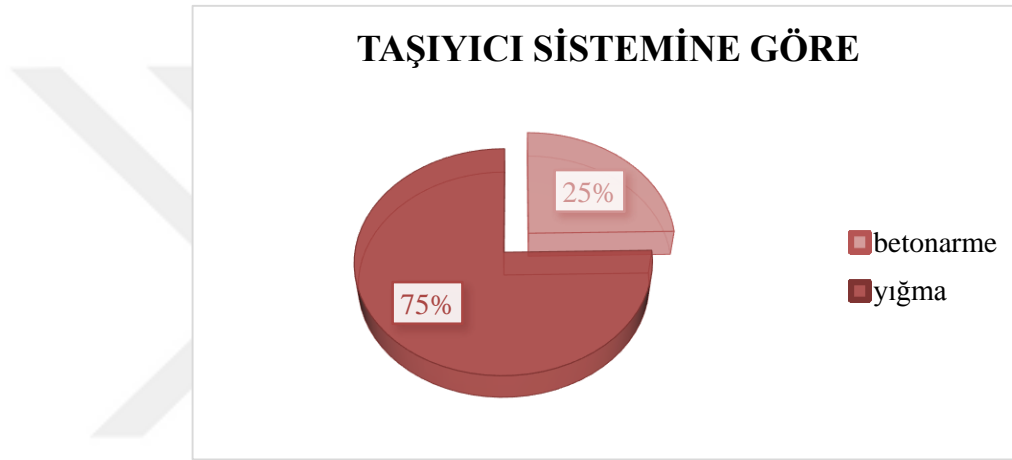


Şekil 5.45. Yıllara göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2020)

Bölgedeki yapılar “*taşıyıcı sistemine*” göre incelendiğinde ise 110 binanın (konut ve diğerleri) betonarme, 335 binanın ise yığma sistemli olduğu görülmüştür (Tablo 5.30). Dolayısıyla bölgede %23 oranında betonarme iskeletli bina, %77 oranında ise yığma iskeletli bina bulunmaktadır (Şekil 5.46).

**Tablo 5.30.** Bölgede bulunan binaların taşıyıcı sistemine göre sayısal dağılım

Taşıyıcı Sistem	Betonarme	Yığma
Bina Sayısı	110	335

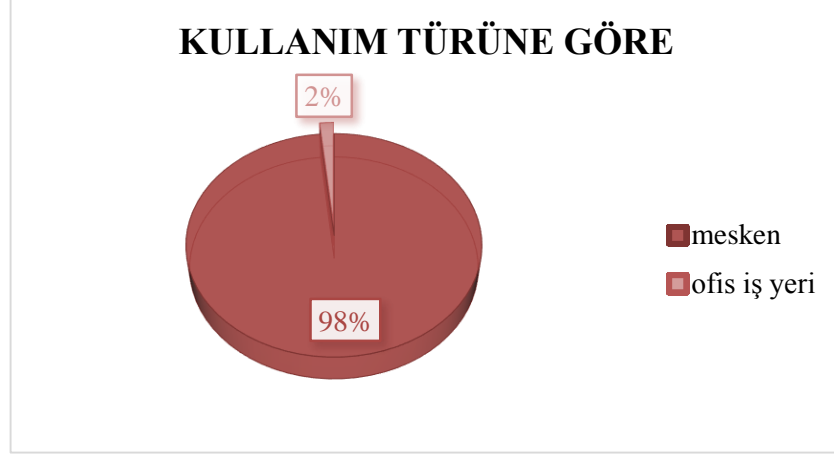


**Şekil 5.46.** İncelenen yapıların taşıyıcı sistemine göre dağılımları

Belediyeden alınan verilere göre bölgedeki yapılar “*kullanım türüne*” göre incelendiğinde 1570 bina mesken, 26 bina ofis ve işyeri, 12 bina resmi kurum, 19 bina okul-üniversite-araştırma, 1 bina ibadet ve dini faaliyetler, 6 bina eczane veya sağlık kuruluşu, 1 bina itfaiye, 2 bina spor kompleksi ve 3 binada öğrenci yurdu olarak kullanılmaktadır (Tablo 5.31). Kullanım türüne göre en çok yüzdeye sahip olan mesken ve ofis binaları Şekil 5.47’de gösterilmiştir.

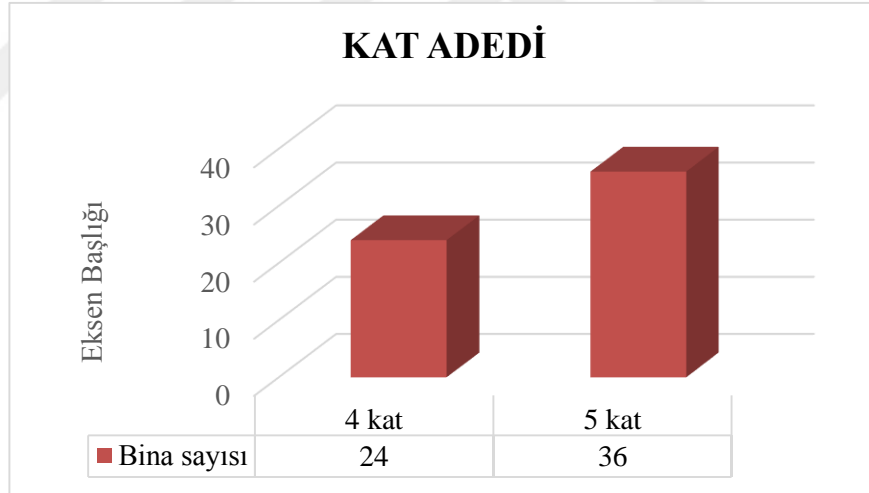
**Tablo 5.31.** Binaların kullanım türüne göre incelenmesi

	Kullanım Türüne Göre								
	Mesken	Ofis Ve İş Yeri	Okul, Üniversite, Araştırma	İbadet Veya Dini Faaliyetler	Resmi Kurum	Eczane Ve Sağlık	İtfaiye	Spor Kompleksi	Öğrenci Yurdu
Sayı	1570	26	19	1	12	6	1	2	3

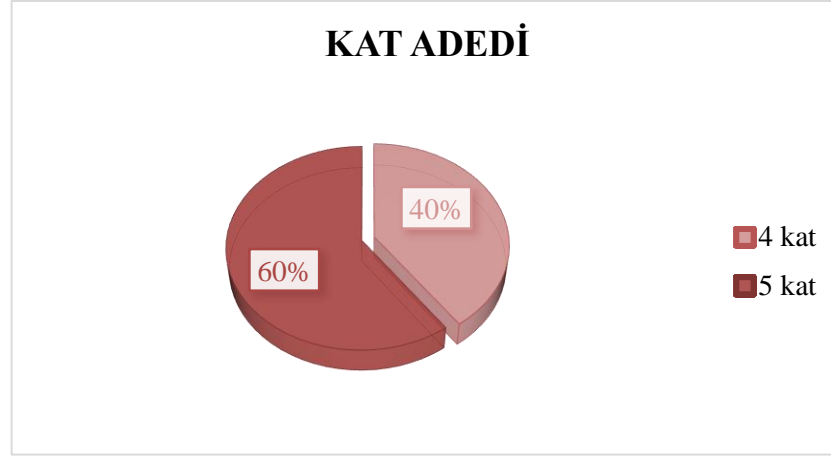


**Şekil 5.47.** Bölgedeki yapıların kullanım türüne göre oransal dağılımları

Fatih Mahallesiindeki yapılar “kat adetlerine” göre incelendiğinde toplamda 60 binanın %39’unun 4 katlı, %61’inin 5 katlı olduğu görülmüştür. Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım Şekil 5.48’ de, kat adetlerine göre oransal dağılım da Şekil 5.49’ da verilmiştir.



**Şekil 5.48.** Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım

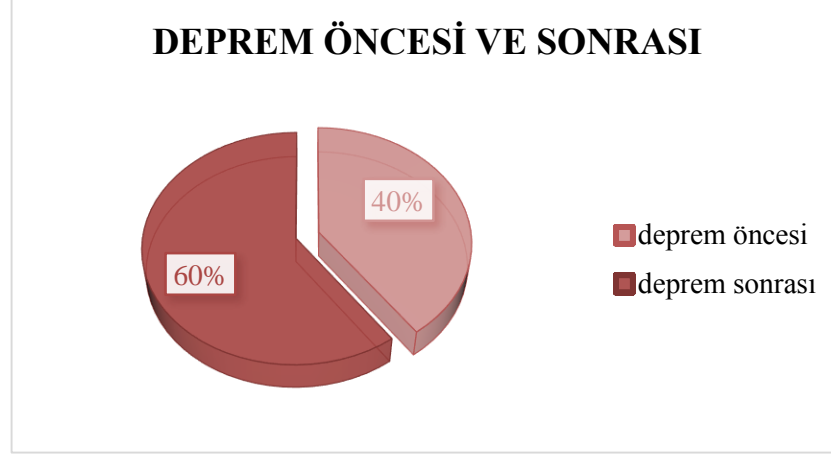


**Şekil 5.49.** Binaların kat adetlerine göre oransal dağılım

Binalar “*İnşa tarihlerin*” e göre incelendiğinde Fatih Mahallesiindeki yapıların çoğunun 1992 deprem sonrası inşa edildiği görülmüştür. Depremde betonarme yapılar çok hasar aldığından yapılar genellikle yenidir. Erzincan Belediyesinden alınan verilere göre 24 adet konut 1992 deprem öncesi, 36 adet konut ise 1992 depremi sonrası inşa edilmiştir (Tablo 5.32). İncelenen binaların oransal dağılımlarına bakıldığında binaların %40’ının deprem öncesi, %60’ının ise deprem sonrası inşa edildiği görülmüştür (Şekil 5.50). 1992 öncesi yapı inşa sürecinde yapıların yeterli mühendislik hizmeti almamış olmaları ve denetime tabi tutulmamalarından dolayı yapıların depremde çok hasar aldığı belirtilmiştir. Belediye verilerine göre hasar alan binalarda iyileştirme ve güçlendirme yapıldığı görülmüştür.

**Tablo 5.32.** Bölgede bulunan binaların inşa tarihlerine göre sayısal dağılım

İnşa Tarihleri	1992 Öncesi	1992 Sonrası
Bina Sayısı	24	36



**Şekil 5.50.** İncelenen alana ait binaların yapım yılı yüzdeleri

### ***Deprem Hasar Durumu***

Çalışma yapılan alanda 1992 Erzincan Depremi hasar raporlarına göre deprem öncesi 1415 genel hanenin bulunduğu, 353 konutun yıkıldığı, 465 konutun orta ve 97 konutun ise az hasar aldığı belirlenmiştir (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992) (Tablo 5.33).

**Tablo 5.33.** 1992 deprem sonrası hasar tespit sonuçları

Merkez İlçe Mahallesi	Genel Hane	Yıkık		Orta Hasarlı		Az Hasarlı	
		Konut	İşyeri	Konut	İşyeri	Konut	İşyeri
Barbaros	1415	353		465		97	

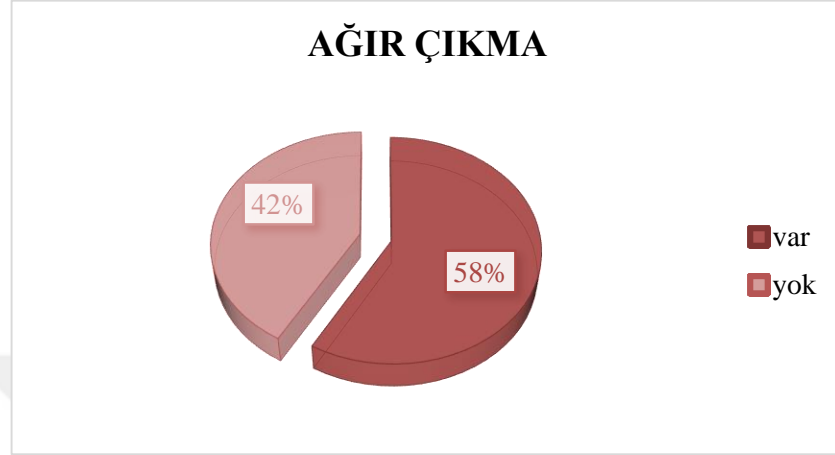
### **Fatih Mahallesinde İncelenen Yapıların Parametre Analizleri;**

Binalarda olumsuzluk parametreleri olarak tanımlanan ağır çıkma, yumuşak kat, kısa kolon, çarpışma etkisi, tepe/ yamaç etkisi ve görünen yapı kalitesi incelendiğinde, bölgede yumuşak kata hiç rastlanmazken, kısa kolon ve ağır çıkmanın fazla sayıda bulunması dikkati çekmektedir.

Anket sonuçlarına göre 35 binada ağır çıkma bulunurken 25 binada bulunmamaktadır (Tablo 5.34). Oransal olarak değerlendirildiğinde binaların %47'sinde ağır çıkmanın olduğu, %53'ünde ise olmadığı görülmüştür (Şekil 5.51).

**Tablo 5.34.** İncelenen binaların ağır çıkma sayıları

Ağır Çıkma	Var	Yok
Bina Sayısı	35	25



**Şekil 5.51.** İncelenen binaların ağır çıkma dağılımları

Kısa kolon açısından incelendiğinde merdiven sahanlıklarından dolayı 24 binada bu etkiye rastlanırken, 36 binada bu etkinin olmadığı görülmüştür. Buna göre kısa kolon etkisine sahip binaların bölgedeki bulunma sayısı Tablo 5.35’de, dağılımı ise Şekil 5.52’de görüldüğü gibidir.

**Tablo 5.35.** İncelenen binaların kısa kolon sayıları

Kısa Kolon	Var	Yok
Bina Sayısı	24	36



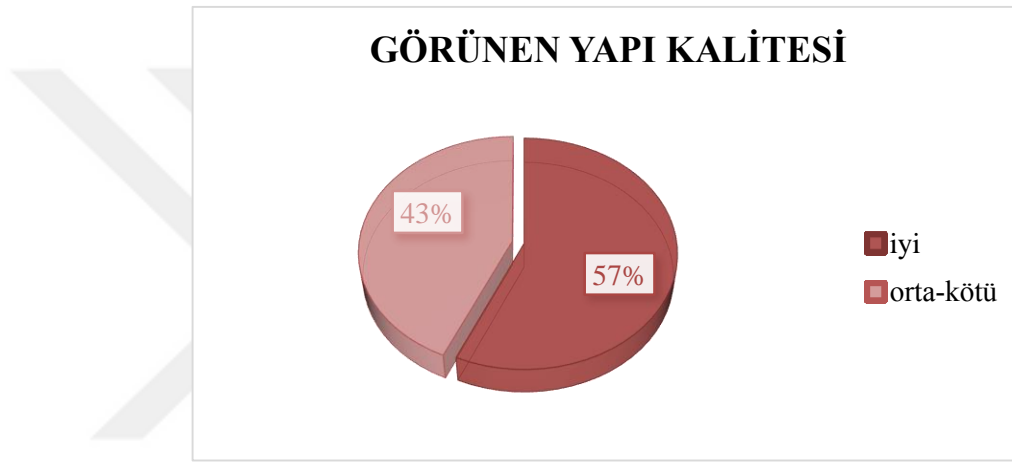
**Şekil 5.52.** İncelenen binaların kısa kolon dağılımları



Binalar görünen yapı kalitelerine göre incelendiğinde ise 34 konut binasının iyi, 26 konut binasının ise orta veya kötü olduğu görülmüştür. Buna göre bölgedeki binaların %57'si iyi iken %43'ü orta veya kötü görünen bir yapı kalitesine sahiptir (Tablo 5.36 ve Şekil 5.53).

**Tablo 5.36.** İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre sayıları

Görünen yapı kalitesi	İyi	Orta-Kötü
Bina Sayısı	34	26



**Şekil 5.53.** İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre dağılımları

Uygulamada risk analizinin bir diğer parametresi olan çarpışma etkisi, binaların ayırık, bitişik ve blok şeklindeki yapı nizam durumlarına göre incelenmiştir. Buna göre bölgede toplamda 38 binanın 4'ünün ayırık, 34'ünün blok düzende olduğu görülmüştür (Tablo 5.37). Dolayısıyla bölgede %5 oranında betonarme bina ayırık, %95 oranında bina blok düzendedir (Şekil 5.54).

**Tablo 5.37.** İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre sayıları

Yapı nizam durumu	Ayrık	Bitişik	Blok
Bina Sayısı	3	0	57



**Şekil 5.54.** İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre dağılımları

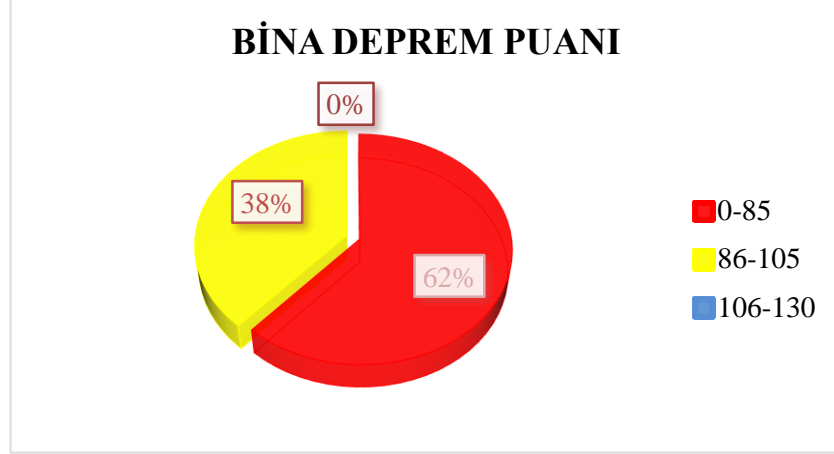
Yapılar nizam durumlarına göre incelendiğinde bitişik nizam yapılarda depremin hasar oranını artırmaktadır. Bu tip nizamdaki yapılarda kat yüksekliklerinin ve döşeme seviyelerinin farklı olması çarpışma etkisini artırmaktadır. Çalışma yapılan alanda bitişik nizamda yapıya rastlanmadığı için bu etki görülmemiştir.

#### 5.2.4.2. Risk değerlendirme

Fatih mahallesinde toplamda 60 adet betonarme binada risk analizi yapılmıştı. Buna göre bölgede 1.öncelikli riskli bina sayısı 37, 2.öncelikli riskli bina sayısı 23 olup 3. öncelikli riskli binaya rastlanılmamıştır. Fatih Mahallesindeki yapıların çoğunun 4 ve 5 katlı olması yapı puanlarını düşürdüğü görülmüştür. Binaların risk durumuna göre sayıları Tablo 5.38’de ve bölgesel dağılımı Şekil 5.55’de görüldüğü gibidir.

**Tablo 5.38.** İncelenen binaların risk durumuna göre sayıları

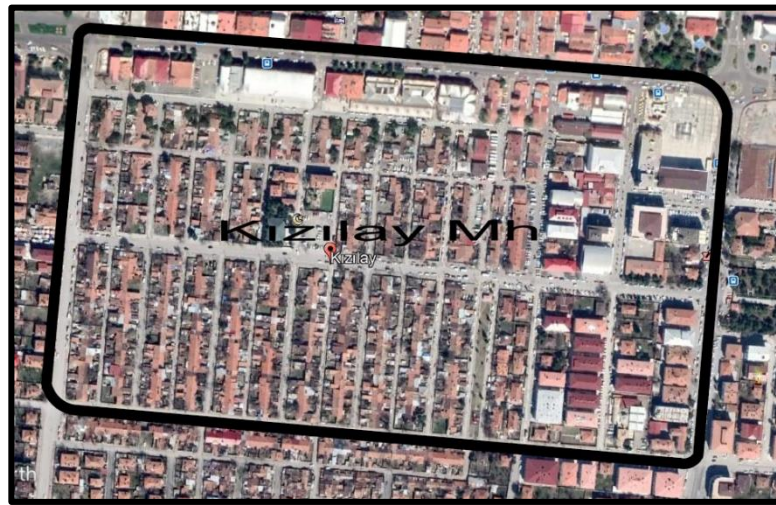
Yapı nizam durumu	1.öncelikli (0-85)	2.öncelikli (86-105)	3.öncelikli (106-130)
Bina Sayısı	37	23	0



Şekil 5.55. İncelenen binaların risk durumuna göre dağılımı

### 5.2.5. Kızılay mahallesi

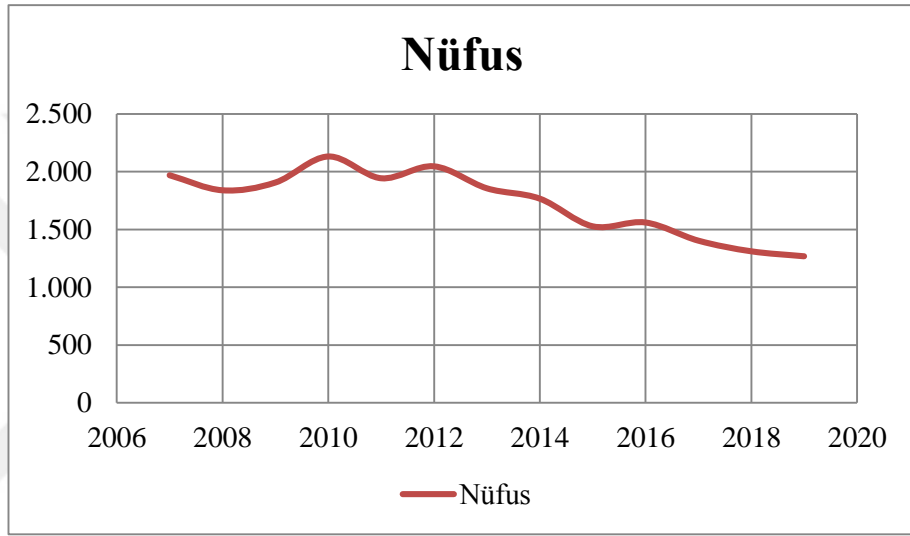
İnceleme yapılan alan ticari ve konut yapıların birlikte bulunduğu, yığma sistemli yapıların sayıca fazla bulunduğu alandır. Alana ait uydu görüntüsü Şekil 5.56’da verilerek çalışma alanının sınırları belirlenmiştir. Kızılay Mahallesinde yapılan kentsel dönüşüm çalışması sebebiyle 170 adet bina olduğu belirlenmiş ve diğer alanlara ulaşılamamıştır. Belirlenen 170 adet binanın 40’ı betonarme sistemli olup bunların 19’u betonarme konut, 21’i ise okul, resmi kurum vb. olarak kullanılmaktadır. 130 adet binanın ise yığma sistemli olduğu ve diğer amaçlarla (ofis veya işyeri, eczane vb) kullanıldığı belirlenmiştir. Kızılay mahallesinde yapılan detaylı inceleme genel değerlendirme kısmında bahsedilmiştir.



Şekil 5.56. Kızılay Mahallesi uydu görüntüsü

### 5.2.5.1. Genel değerlendirme

Kızılay Mahallesi, konut alanlarından çok ticari alanlara uygun mahallelerden biridir. İncelenen diğer mahallelerden farklı olarak bu alanda ticari yapı daha fazla bulunmaktadır. Konut amaçlı kullanılan yapıların genellikle tek katlı olduğu ve kentsel dönüşüme uğradığı için nüfus olarak en az yoğunluğa sahip mahalledir. TÜİK verilerine göre toplam nüfus 1268 olup, 636'sı erkek, 632'si ise kadınlardan oluşmaktadır. Nüfus dağılımları 2007-2019'u kapsamakta olup Şekil 5.57'de verilmiştir.

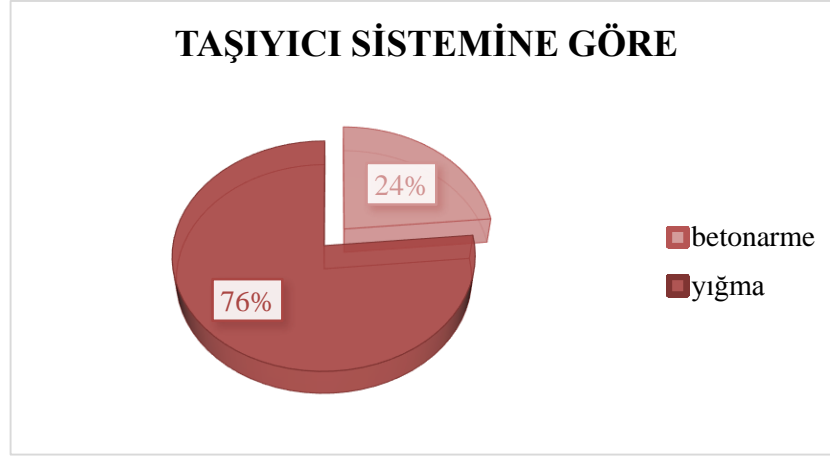


Şekil 5.57. Yıllara göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2020)

Bölgedeki binalar “*taşıyıcı sistemine*” göre incelendiğinde 34 binanın (konut ve diğerleri) betonarme sistemli olduğu görülmüş ve kentsel dönüşüm kapsamında yığma sistemli binaların yalnızca 136 tanesi hesaplanabilmiş, diğer yapılar hesaplanamamıştır. Tablo 5.39’da taşıyıcı sistemin sayısal dağılımı, Şekil 5.58’de oransal dağılımı verilmiştir.

**Tablo 5.39.** Bölgede bulunan binaların taşıyıcı sistemine göre sayısal dağılım

Taşıyıcı Sistem	Betonarme	Yığma
Bina Sayısı	40	130

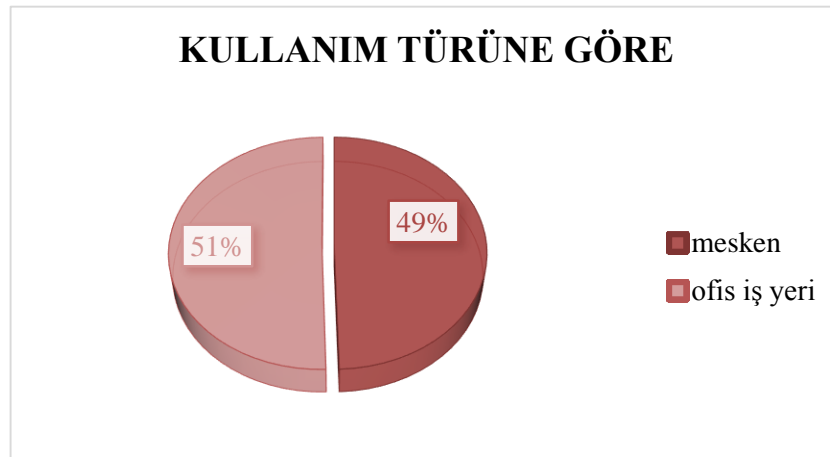


**Şekil 5.58.** İncelenen yapıların taşıyıcı sistemine göre dağılımları

Erzincan Belediyesinden alınan verilere göre bölgedeki yapılar “*kullanım türüne*” göre incelendiğinde 789 bina mesken, 805 bina ofis ve işyeri, 6 bina okul-üniversite-araştırma, 2 bina ibadet ve dini faaliyetler, 5 bina resmi kurum, 1 bina eczane veya sağlık, 5 bina otel veya pansiyon ve 2 binada öğrenci yurdu olarak kullanılmaktadır (Tablo 5.40). Kullanım türüne göre en çok bulunma yüzdesine göre mesken ve ofis binaları Şekil 5.59’da gösterilmiştir.

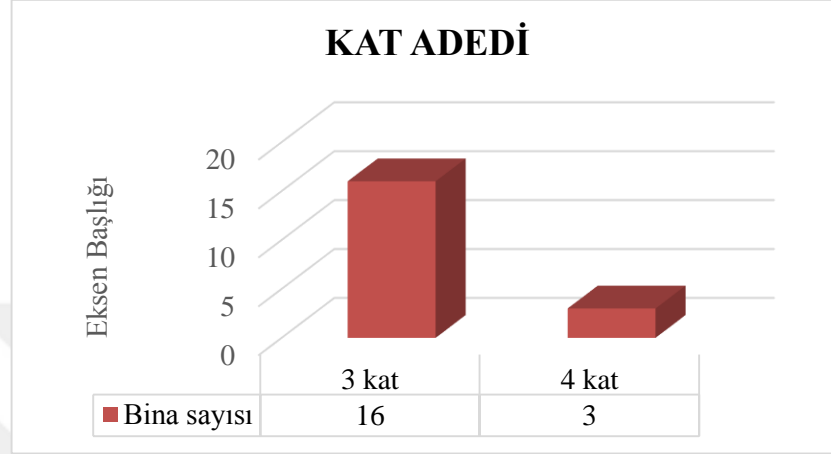
**Tablo 5.40.** Binaların kullanım türüne göre incelenmesi

Kullanım Türüne Göre							
Mesken	Ofis Ve İş Yeri	Okul, Üniversite, Araştırma	İbadet Veya Dini Faaliyetler	Resmi Kurum	Eczane ve sağlık	Otel veya pansiyon	Öğrenci Yurdu
789	805	6	2	5	1	5	2
Sayı							

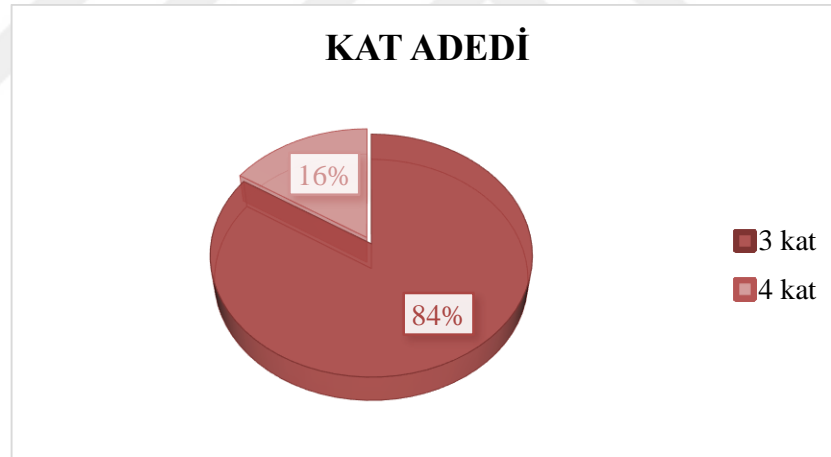


**Şekil 5.59.** Bölgedeki yapıların kullanım türüne göre oransal dağılımları

Kızılay Mahallesinde yapılan çalışmada yapılar “kat adetlerine” göre incelendiğinde toplamda 19 binanın %84’ünün 3 katlı, %16’sının 4 katlı olduğu görülmüştür. Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım Şekil 5.60’ da, kat adetlerine göre oransal dağılım da Şekil 5.61’ de verilmiştir.



**Şekil 5.60.** Binaların kat adetlerine göre sayısal dağılım

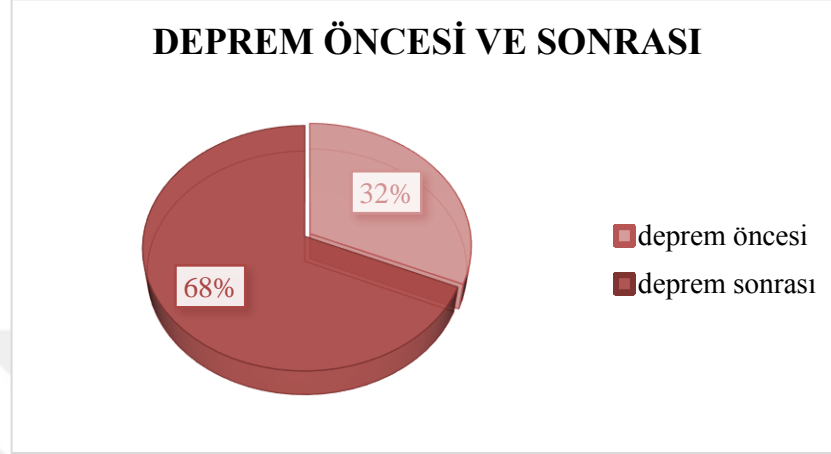


**Şekil 5.61.** Binaların kat adetlerine göre oransal dağılım

Binalar “İnşa tarihlerin” e göre incelendiğinde Kızılay Mahallesindeki yapıların çoğunun 1992 Depremi sonrası inşa edildiği görülmüştür. Depremde yapılar çok hasar aldığından betonarme yapılar genellikle yenidir. Erzincan Belediyesinden alınan verilere göre 6 adet konut 1992 deprem öncesi, 13 adet konut ise 1992 depremi sonrası inşa edilmiştir (Tablo 5.41). İncelenen binaların oransal dağılımlarına bakıldığında binaların %32’sinin deprem öncesi, %68’inin ise deprem sonrası inşa edildiği görülmüştür (Şekil 5.62). Deprem öncesi yapılan binaların betonarmeden çok yığma olduğu görülmüştür.

**Tablo 5.41.** Bölgede bulunan binaların inşa tarihlerine göre sayısal dağılım

İnşa Tarihleri	1992 Öncesi	1992 Sonrası
Bina Sayısı	6	13



**Şekil 5.62.** İncelenen alana ait binaların yapım yılı yüzdeleri

### **Deprem Hasar Durumu**

Uygulama yapılan alanda 1992 Erzincan Depremi hasar raporları incelendiğinde 893 genel haneden 55 konut, 142 işyerinin yıkıldığı, geriye kalan yapıların ise orta ve az hasar aldığı belirlenmiş, Tablo 5.42’de gösterilmiştir (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992).

**Tablo 5.42.** 1992 deprem sonrası hasar tespit sonuçları

Merkez İlçe Mahallesi	Genel Hane	Yıkık		Orta Hasarlı		Az Hasarlı	
		Konut	İşyeri	Konut	İşyeri	Konut	İşyeri
Barbaros	893	55	142	144	177	294	8

### **Kızılay Mahallesinde İncelenen Yapıların Parametre Analizleri;**

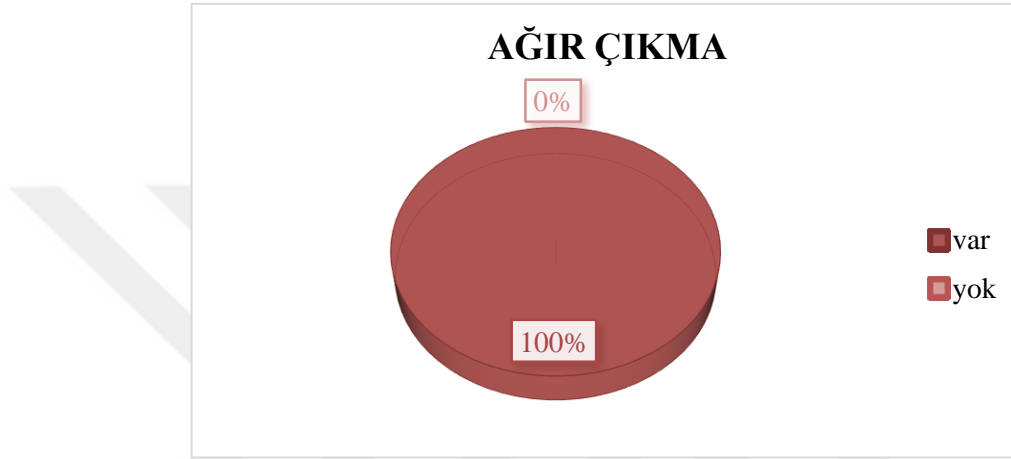
Binalarda olumsuzluk parametreleri olarak tanımlanan ağır çıkma, yumuşak kat, kısa kolon, çarpışma etkisi, tepe/ yamaç etkisi ve görünen yapı kalitesi incelendiğinde, ağır çıkmanın ve yumuşak katın fazla olması dikkat çekmektedir.

Anket sonuçlarına göre incelenen 19 adet betonarme binanın hepsinde ağır çıkma olduğu belirlenmiştir (Tablo 5.43). Binalardaki ağır çıkmalar kat çıkması şeklinde inşa edilmiştir.

Oransal olarak değerlendirildiğinde yapılarda %100 oranında ağır çıkmanın olduğu görülmüştür (Şekil 5.63).

**Tablo 5.43.** İncelenen binaların ağır çıkma sayıları

Ağır Çıkma	Var	Yok
Bina Sayısı	19	0



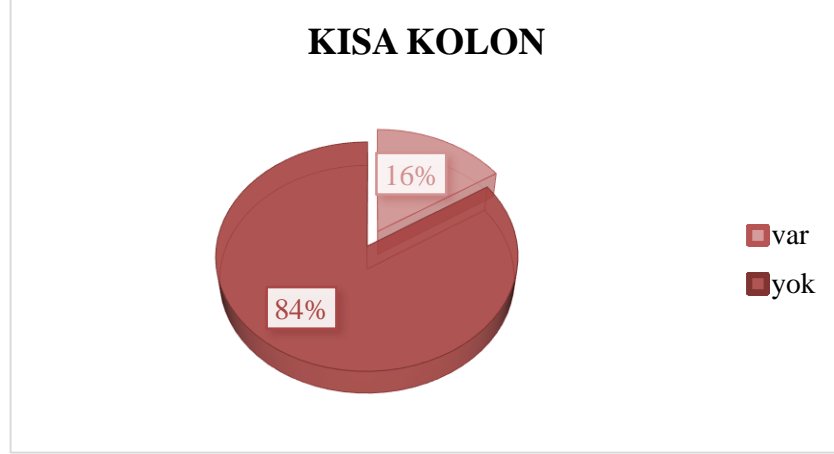
**Şekil 5.63.** İncelenen binaların ağır çıkma dağılımları

Kısa kolon açısından incelendiğinde 3 binada bu etkiye rastlanırken, 16 binada bu etkinin olmadığı görülmüştür. Buna göre kısa kolon etkisine sahip binaların bölgedeki bulunma sayısı Tablo 5.44’de, dağılımı ise Şekil 5.64’de görüldüğü gibidir.

**Tablo 5.44.** İncelenen binaların kısa kolon sayıları

Kısa Kolon	Var	Yok
Bina Sayısı	3	16



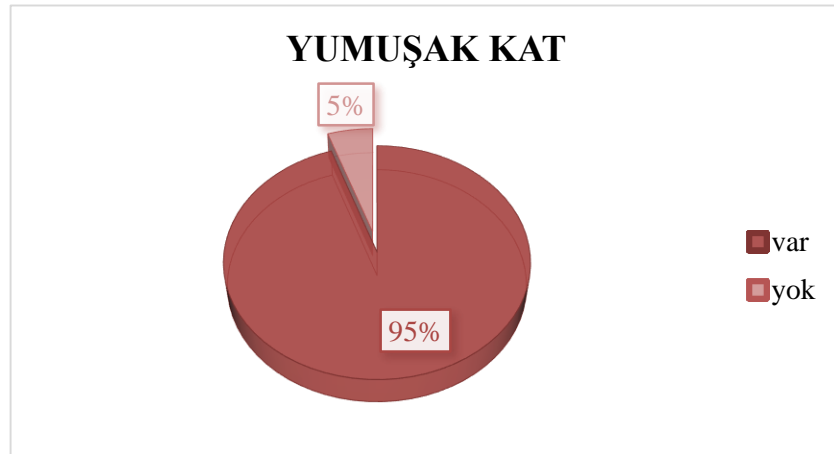


**Şekil 5.64.** İncelenen binaların kısa kolon dağılımları

Yapılarda risk oluşturabilecek en önemli parametrelerden biri yumuşak kat etkisidir. Diğer mahallelere oranla en fazla yumuşak katın Kızılay Mahallesinde olduğu görülmüştür. Anketlere göre 19 binadan 18'inde yumuşak kat bulunurken, 1'inde yumuşak kat bulunmamaktadır (Tablo 5.45). Yumuşak katın yüzde olarak oranına bakıldığında ise %95'lik bir yapıda olduğu, %5'lik yapıda olmadığı belirlenmiş, Şekil 5.65'de verilmiştir.

**Tablo 5. 45.** İncelenen binaların yumuşak kat sayıları

Yumuşak kat	Var	Yok
Bina Sayısı	18	1

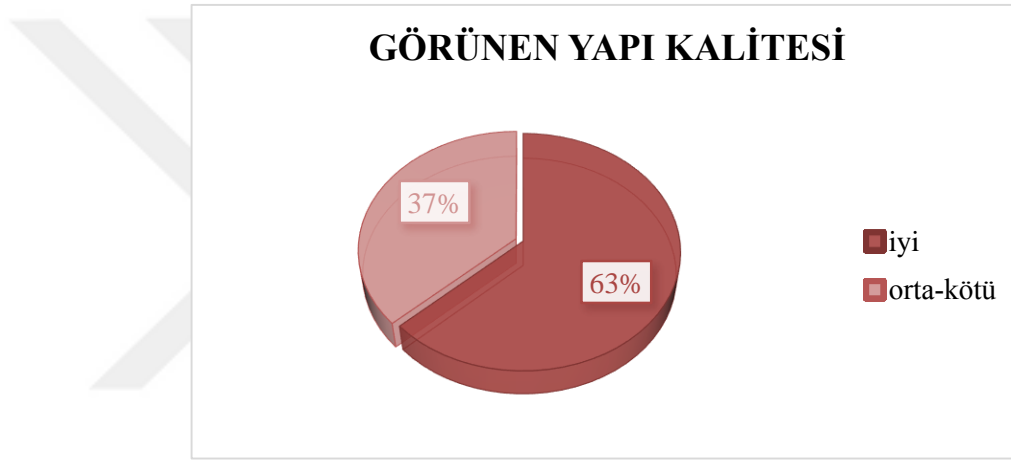


**Şekil 5.65.** İncelenen binaların yumuşak kat dağılımları

Binalar görünen yapı kalitelerine göre incelendiğinde ise binaların çoğunun yeni yapılmasından dolayı görünen kalitenin iyi olduğu belirlenmiştir. Ankete göre 12 adet binanın iyi, 7 adet binanın ise orta veya kötü olduğu görülmüştür. Buna göre bölgedeki binaların %63'ü iyi iken %37'si orta veya kötü görünen bir yapı kalitesine sahiptir (Tablo 5.46 ve Şekil 5.66).

**Tablo 5.46.** İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre sayıları

Görünen yapı kalitesi	İyi	Orta-Kötü
Bina Sayısı	12	7

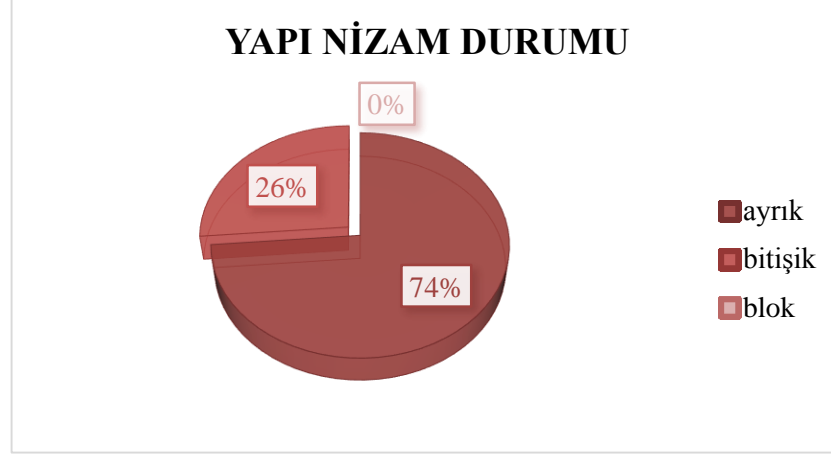


**Şekil 5.66.** İncelenen binaların görünen yapı kalitesine göre dağılımları

Uygulamada risk analizinin bir diğer parametresi olan çarpışma etkisi, binaların ayırık, bitişik ve blok şeklindeki yapı nizam durumlarına göre incelenmiştir. Buna göre bölgede toplamda 19 binanın 14'ünün ayırık, 5'inin bitişik düzende olduğu görülmüştür (Tablo 5.47). Dolayısıyla bölgede %74 oranında betonarme bina ayırık, %26 oranında bina bitişik düzendedir (Şekil 5.67).

**Tablo 5.47.** İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre sayıları

Yapı nizam durumu	Ayrık	Bitişik	Blok
Bina Sayısı	14	5	0

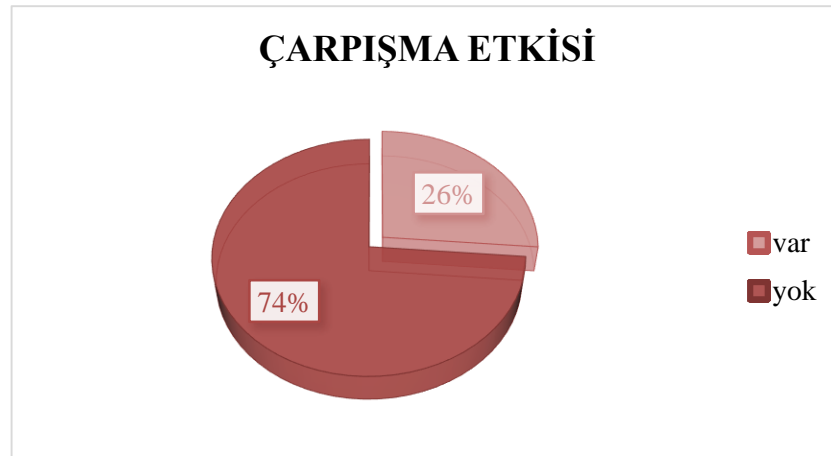


**Şekil 5.67.** İncelenen binaların yapı nizam durumuna göre dağılımları

Binaların bitişik nizam düzeninde olması, depremin hasar etkisini artırmaktadır. Bu tip düzende binaların döşeme seviyeleri veya kat adetleri farklı olması durumunda çarpışma etkisi meydana gelmektedir. İnceleme yapılan alanda 5 adet betonarme binada yapıların bitişik nizamda olması, kat yükseklikleri ve döşeme seviyelerinin farklı olması çarpışma etkisini meydana getirmektedir. Anket sonuçlarına göre 19 adet betonarme binadan 5'inde çarpışma etkisinin olduğu, 14'ünde ise bu etkinin olmadığı Tablo 5.48'de gösterilmiştir. Buna göre bölgedeki binaların %26'sında çarpışma etkisi var iken %74'ünde bu etki yoktur (Şekil 5.68).

**Tablo 5.48.** İncelenen binaların çarpışma etkisine göre sayıları

Çarpışma etkisi	Var	Yok
Bina Sayısı	5	14



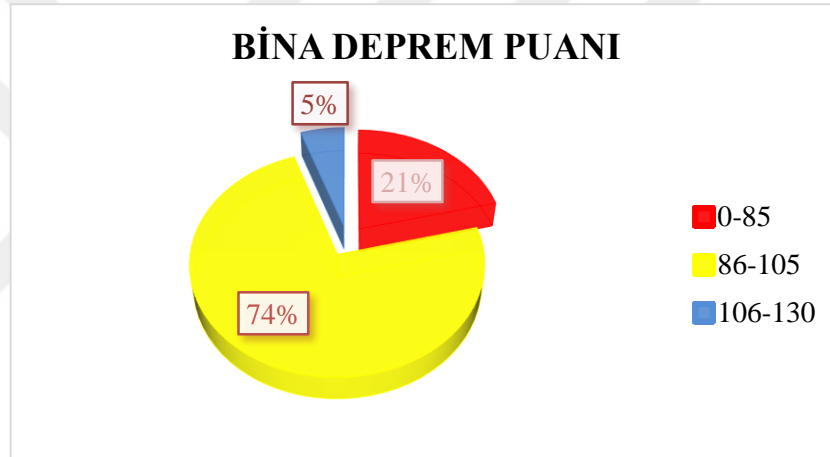
**Şekil 5.68.** İncelenen binaların çarpışma etkisine göre dağılımları

### 5.2.5.2. Risk değerlendirmesi

Kızılay Mahallesinde toplamda 19 adet betonarme binada risk analizi yapılmıştır. Buna göre bölgede 1.öncelikli riskli bina sayısı 4, 2.öncelikli riskli bina sayısı 14, 3. Öncelikli riskli bina sayısı ise 1'dir. Binaların risk durumuna göre sayıları Tablo 5.49'da ve bölgesel dağılımını Şekil 5.69'da görüldüğü gibidir.

**Tablo 5.49.** İncelenen binaların risk durumuna göre sayıları

Yapı nizam durumu	1.öncelikli (0-85)	2.öncelikli (86-105)	3.ncelikli (106-130)
Bina Sayısı	4	14	1



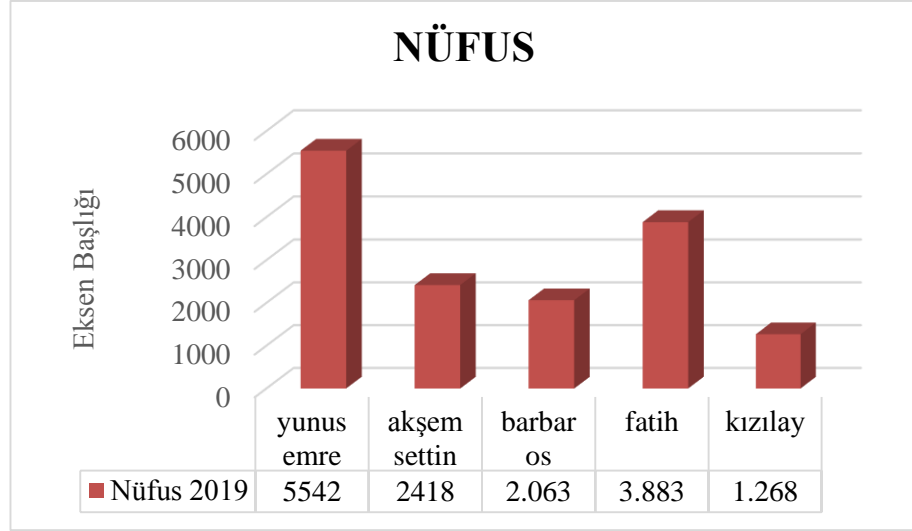
**Şekil 5.69.** İncelenen binaların risk durumuna göre dağılımını

### 5.3. Mahallelerin Risk Düzeylerinin Değerlendirilmesi ve Karşılaştırılması

Erzincan il merkezinde 5 mahallede gerçekleştirilen sokaktan tarama yöntemi ile her mahalle ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu bölümde ise incelenen parametreler ile riskli bina sayısına göre mahalleler karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

#### 5.3.1. Genel değerlendirme

Yunus Emre, Fatih, Kızılay, Akşemsettin ve Barbaros mahalleleri *demografik yapısına göre* karşılaştırıldığında, TÜİK' den alınan verilere göre, nüfus yoğunluğu bakımından en kalabalık mahallenin Yunus Emre Mahallesi, en az yoğunluklu olanın ise Kızılay Mahallesi olduğu görülmüştür (Şekil 5.70)



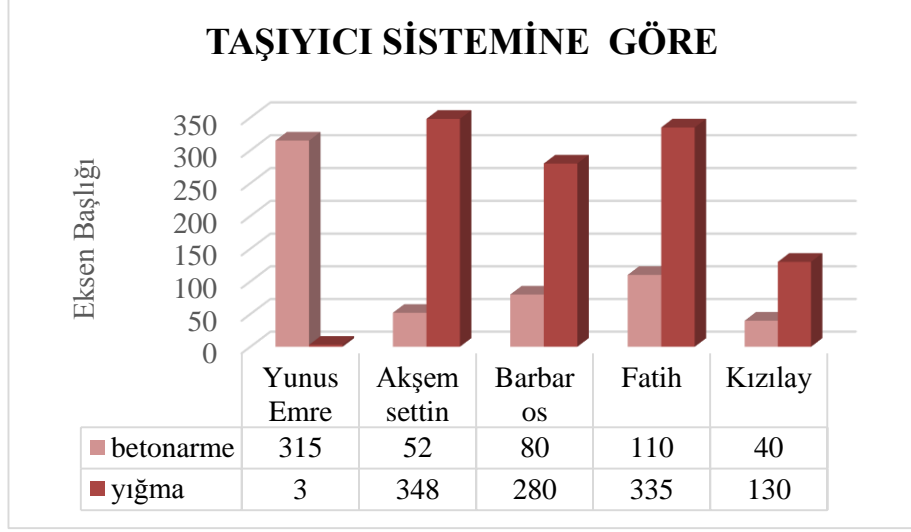
**Şekil 5.70.** Mahallelere göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2020)

Araştırma kapsamındaki mahalleler *zemin sınıfına göre* değerlendirildiğinde Fatih, Yunus Emre, Akşemsettin ve Barbaros mahallesinin ZC, Kızılay Mahallesi mahallesinin ise ZD zemin sınıfında olduğu görülmüştür (Tablo 5.50).

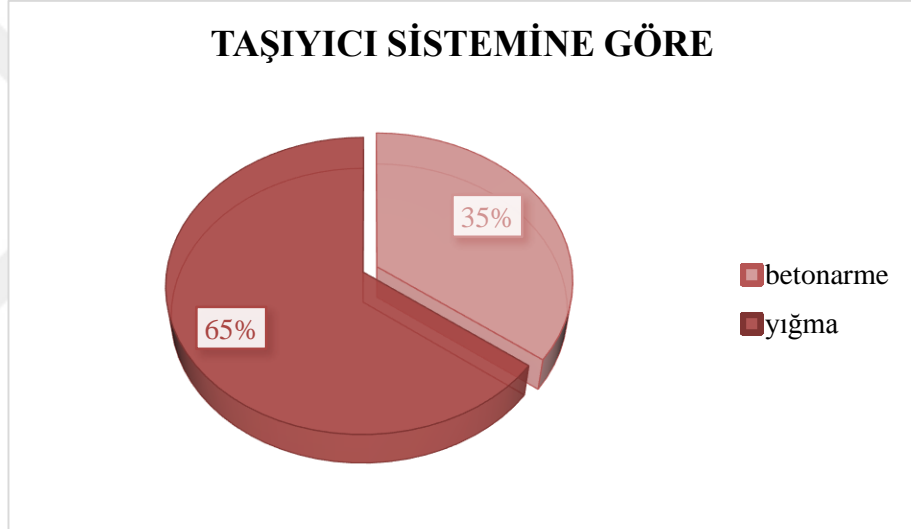
**Tablo 5. 50.** Mahallelerin zemin sınıfları

Zemin Sınıfları	Mahalle İsimleri				
	Yunus Emre	Akşemsettin	Barbaros	Fatih	Kızılay
ZC	√	√	√	√	
ZD					√

Binalar *taşıyıcı sistemine göre* incelendiğinde 597 binanın betonarme iskeletli, 1096 binanın ise yığma sistemli olduğu görülmüştür. Erzincan belediyesinden alınan hali hazır haritada bazı binalar işlenmediği için gözlem yoluyla bina sayıları tespit edilmiştir. Ancak Kızılay mahallesinde yapılan kentsel dönüşüm çalışmaları nedeniyle özellikle yığma binaların sayısı tam olarak belirlenememiştir. Dolayısıyla Fatih, Akşemsettin, Barbaros ve Yunus Emre mahallelerinde betonarme ve yığma binalar, Kızılay mahallesinde ise betonarme binalar ve kısmı olarak yığma binalar değerlendirilmiştir. Şekil 5.71’de sayılarına göre ve Şekil 5.72’ de oranına göre değerleri verilmiştir.

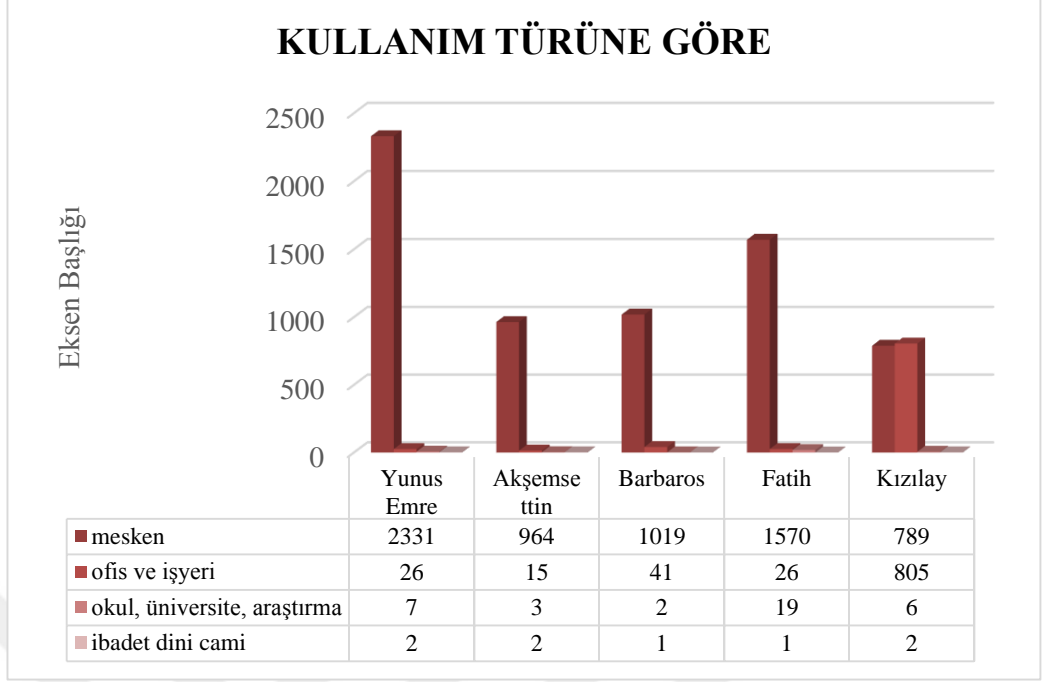


**Şekil 5.71.** Binaların taşıyıcı sistemine ve sayılarına göre dağılımı

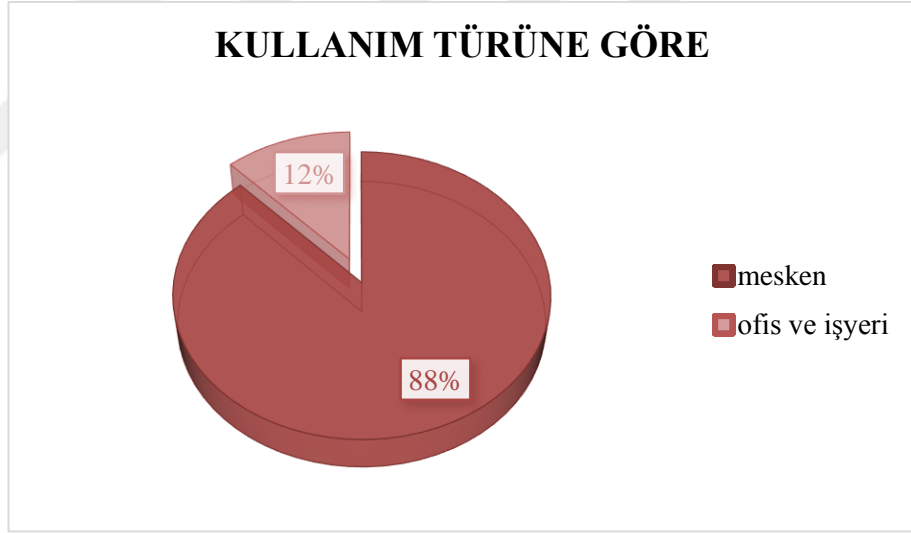


**Şekil 5.72.** Binaların taşıyıcı sistemine göre oransal dağılımı

Belediyeden elde edilen verilere göre binalar *kullanım türüne göre* en çok mesken, ofis ve işyeri olarak kullanılmaktadır. Şekil 5.73’de inceleme yapılan mahallelerdeki ortak olan kullanım türlerine yer verilmiştir. Oransal olarak bakıldığında ise en çok mesken, ofis ve işyerleri olup Şekil 5.74’de gösterilmiştir.

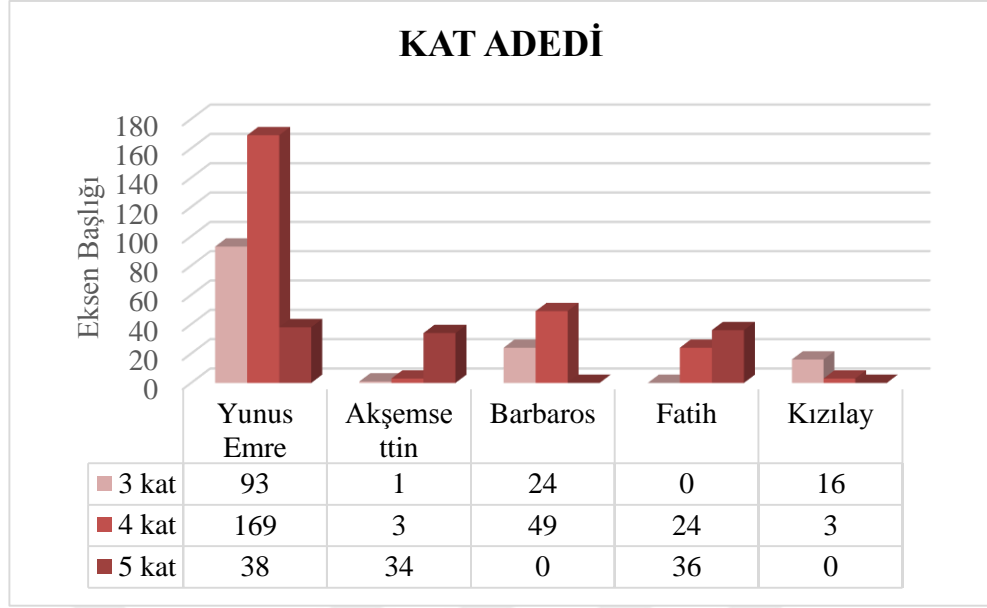


**Şekil 5.73.** Binaların kullanım türüne ve sayılarına göre dağılımı

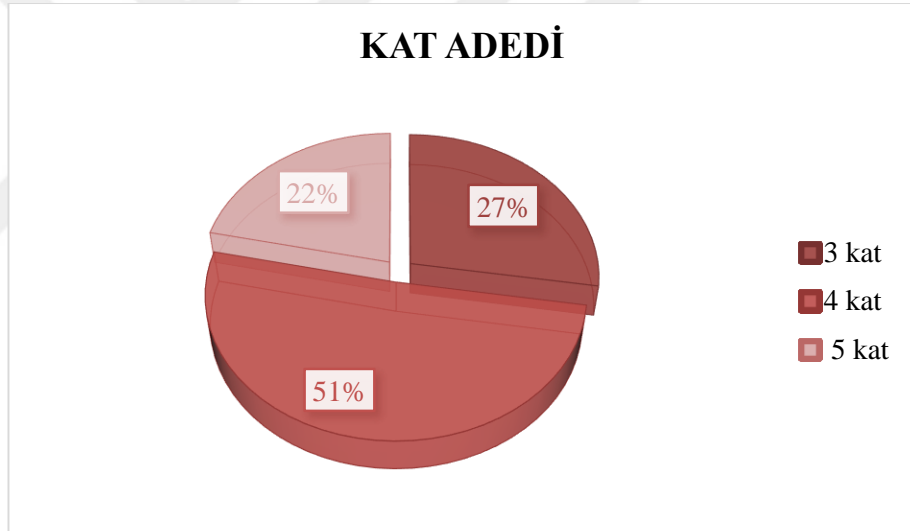


**Şekil 5.74.** Binaların kullanım türüne göre oransal dağılımı

*Kat adedine göre yapılan analiz sonuçlarına göre, çalışma kapsamındaki mahallelerde 3 kattan az ve 5 kattan fazla betonarme konuta rastlanılmamıştır. Kat adetleri 3, 4 ve 5 kat arasında değişmektedir. Şekil 5.75’de görüldüğü üzere Barbaros ve Kızılay mahallesinde 5 katlı bina hiç bulunmazken, Yunus Emre, Akşemsettin ve Fatih mahallelerinde sırasıyla 38, 34 ve 36 adet bulunmaktadır. 4 katlı yapıların en yoğun olduğu mahalle ise Yunus Emre mahallesidir. Binaların kat adetlerine göre oransal dağılım Şekil 5.76’da, haritalandırılması 5.77’de verilmiştir.*

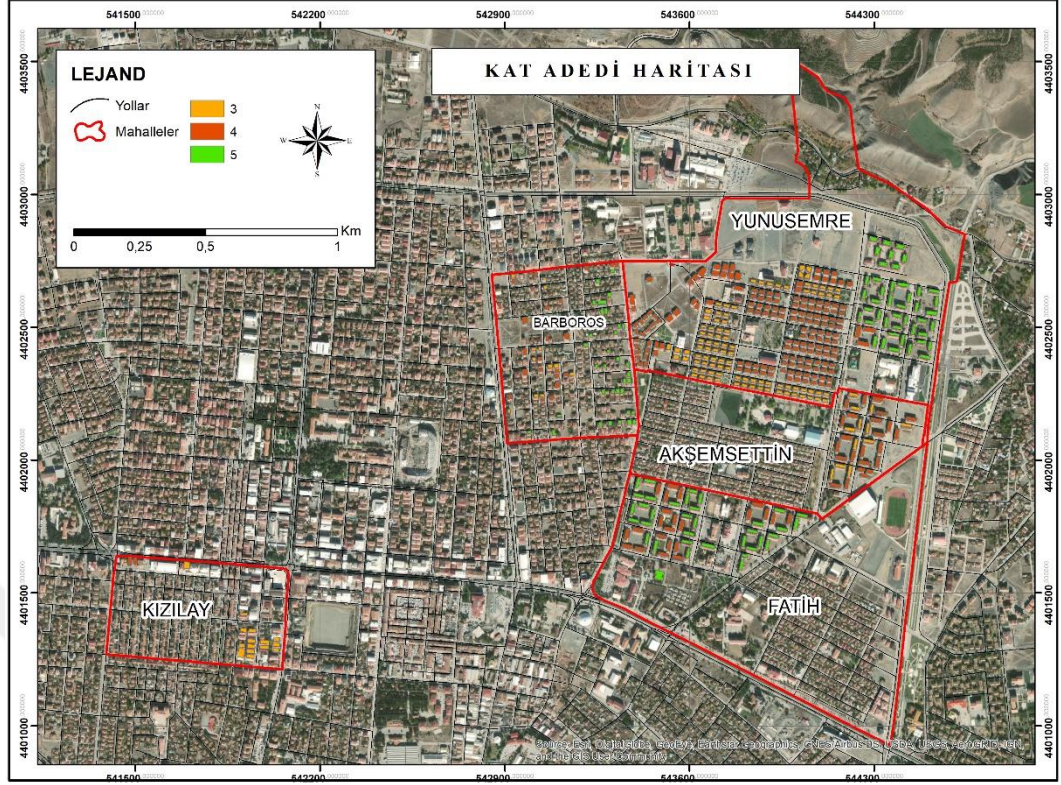


Şekil 5.75. Binaların kat adetleri ve sayılarına göre dağılımı



Şekil 5.76. Binaların kat adedine göre oransal dağılımı



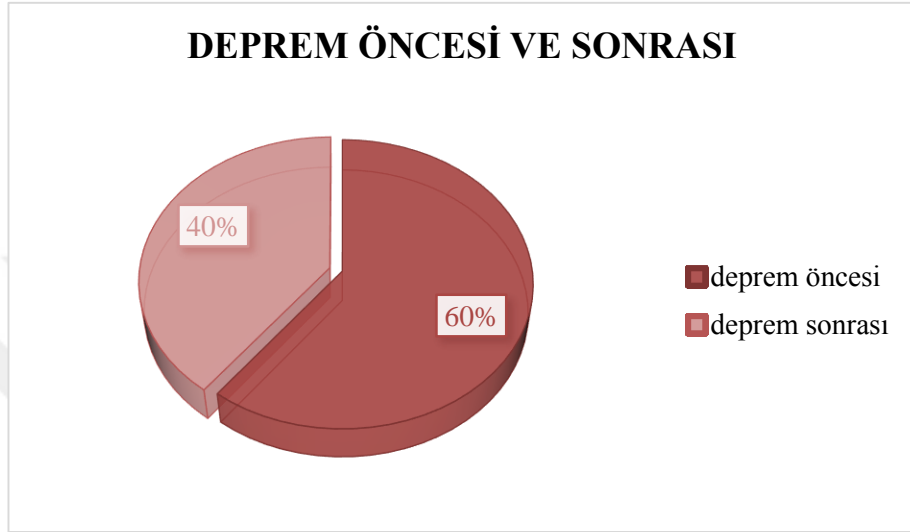


Şekil 5.77. Binaların kat adetlerine göre haritalandırılması

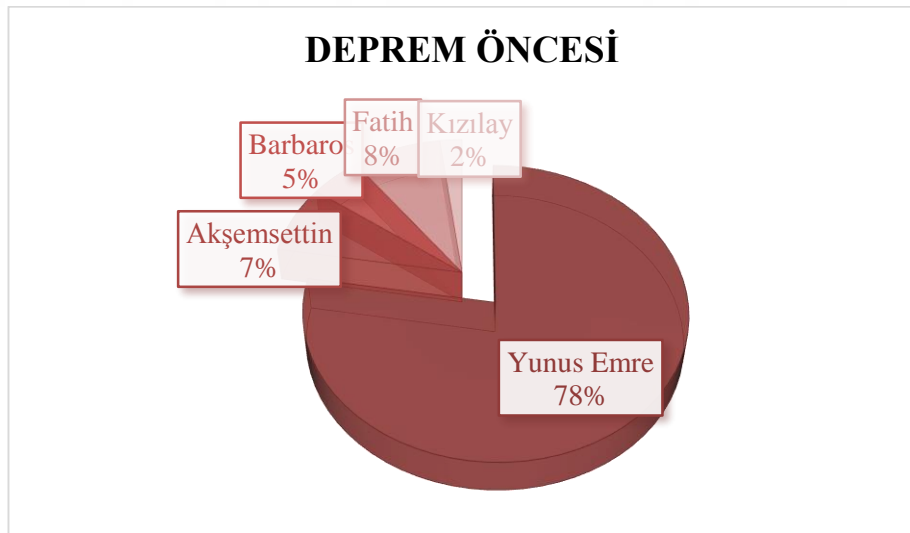
Binalar *inşa tarihlerine göre*, 1992 depremi öncesi ve sonrası olarak iki ayrı grupta analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre çalışma kapsamında yer alan mahallelerdeki toplam bina sayısı 490 olup, 295 konut deprem öncesi, 195 konut ise deprem sonrası inşa edilmiştir. Oransal dağılıma bakıldığında binaların %60'ının deprem öncesi, %40'ının ise deprem sonrası inşa edildiği görülmüştür (Şekil 5.78). Binaların mahallelere göre inşa tarihleri Tablo 5.51'de görüldüğü gibidir. Deprem öncesi ve deprem sonrası inşa edilen bina sayıları incelendiğinde en çok binanın Yunus Emre Mahallesinde, en az binanın ise Kızılay Mahallesinde olduğu belirlenmiştir. Buna göre deprem öncesi inşa edilen 295 binanın 229 adedi Yunus Emre Mahallesinde, 6 adedi ise Kızılay mahallesindedir ve Şekil 5.79'daki oransal dağılıma bakıldığında en fazla yüzdeliğe sahip mahallenin Yunus Emre, en az yüzdeliğe sahip mahallenin Kızılay mahallesi olduğu görülmektedir. Deprem sonrası inşa edilen 195 binanın 71'i Yunus Emre Mahallesinde, 13'ü ise Kızılay mahallesinde olduğu belirlenmiş oransal olarak dağılımı Şekil 5.80'de, haritalandırılması Şekil 5.81'de verilmiştir.

**Tablo 5.51.** İnşa tarihlerine göre binaların mahallelerde bulunma sayısı

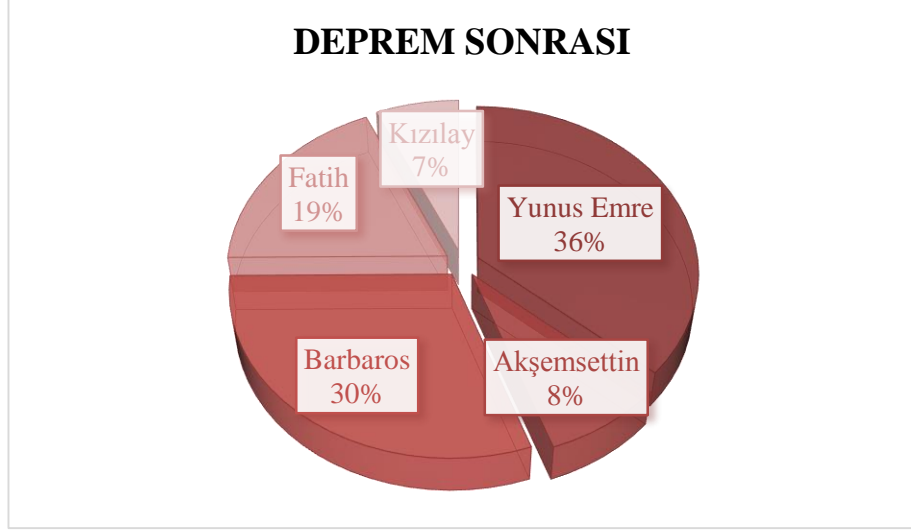
Mahalleler	Yunus Emre	Akşemsettin	Barbaros	Fatih	Kızılay
Bina Sayısı	300	38	73	60	19
Deprem Öncesi	229	22	14	24	6
Deprem Sonrası	71	16	59	36	13



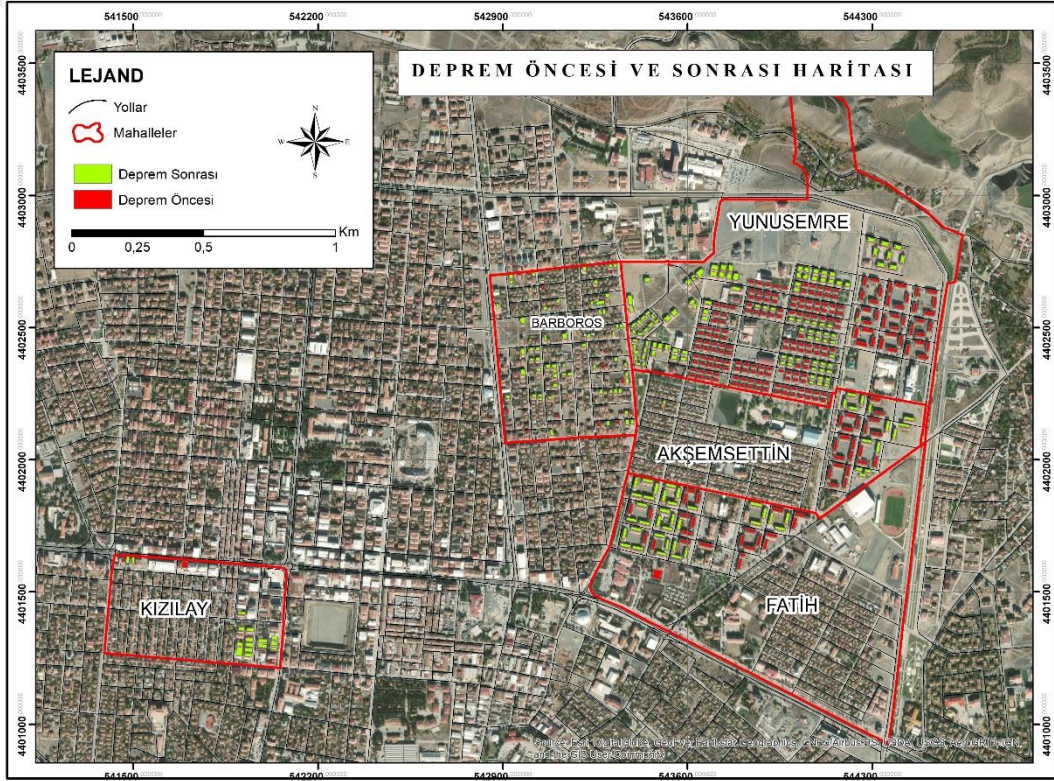
**Şekil 5.78.** Binaların inşa tarihlerine göre oransal dağılımı



**Şekil 5.79.** Deprem öncesi inşa edilen binaların oransal dağılımı



Şekil 5.80. Deprem sonrası inşa edilen binaların oransal dağılımı

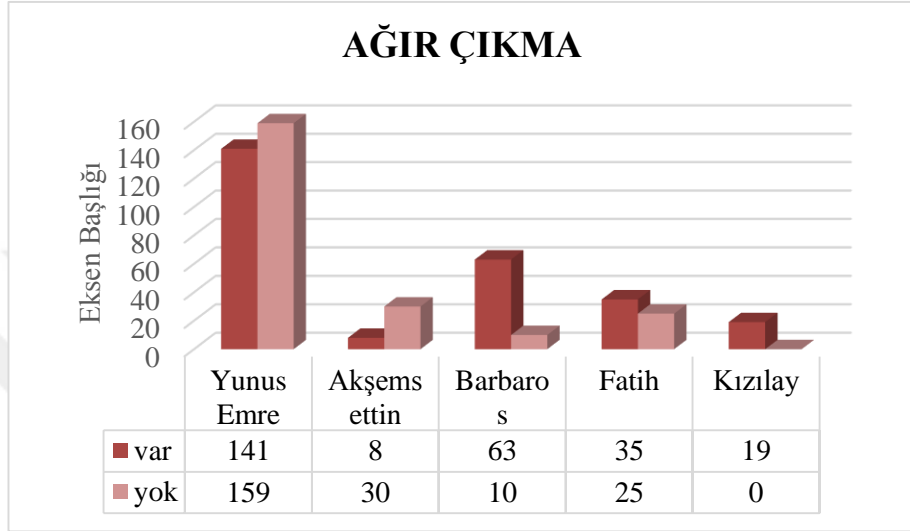


Şekil 5.81. Binaların inşa tarihlerine göre haritalandırılması

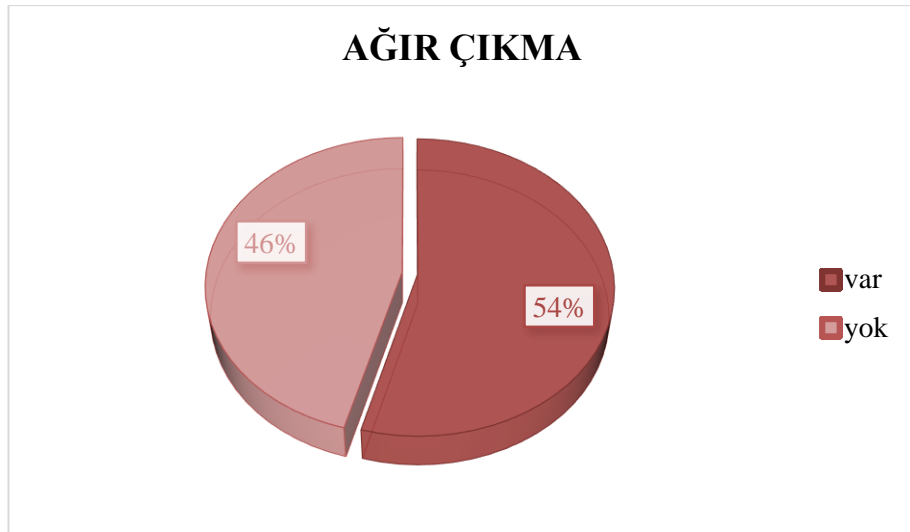
Risk analizi kapsamında ağır çıkma, kısa kolon, yumuşak kat, çarpışma etkisi, tepe/yamaç etkisi, görünen yapı kalitesinden oluşan olumsuzluk parametrelerinin bölgesel dağılımları dikkate alındığında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.



Analizi yapılan 490 binanın 226'sında *ağır çıkma* var iken 224'ünde bu etki görülmemiştir. Binalardaki ağır çıkma parametresinin mahallelere göre dağılımı Şekil 5.82 ve Şekil 5.83'de görüldüğü gibidir. Bu değerlendirmeye göre incelenen binaların yaklaşık yarısında ağır çıkmanın var olması dikkati çekmektedir. İnceleme yapılan alanların ağır çıkma dağılım haritası Şekil 5.84'de verilmiştir.

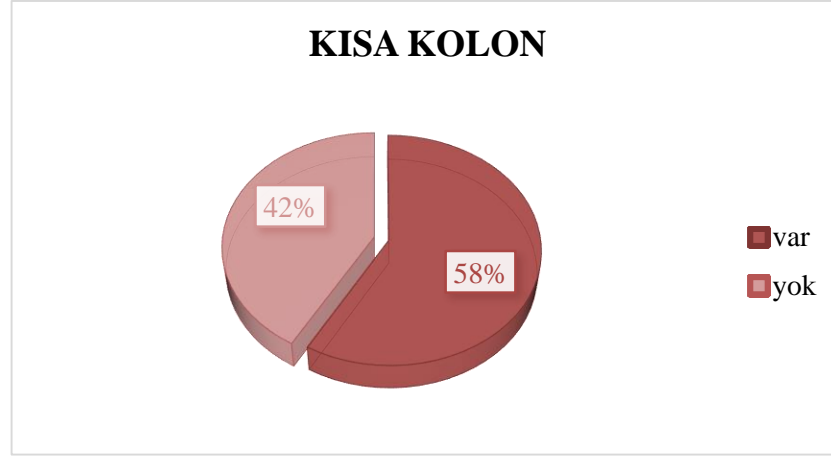


**Şekil 5.82.** Binalarda bulunan ağır çıkma sayıları ve dağılımları



**Şekil 5.83.** Binalarda bulunan ağır çıkma oransal dağılımları



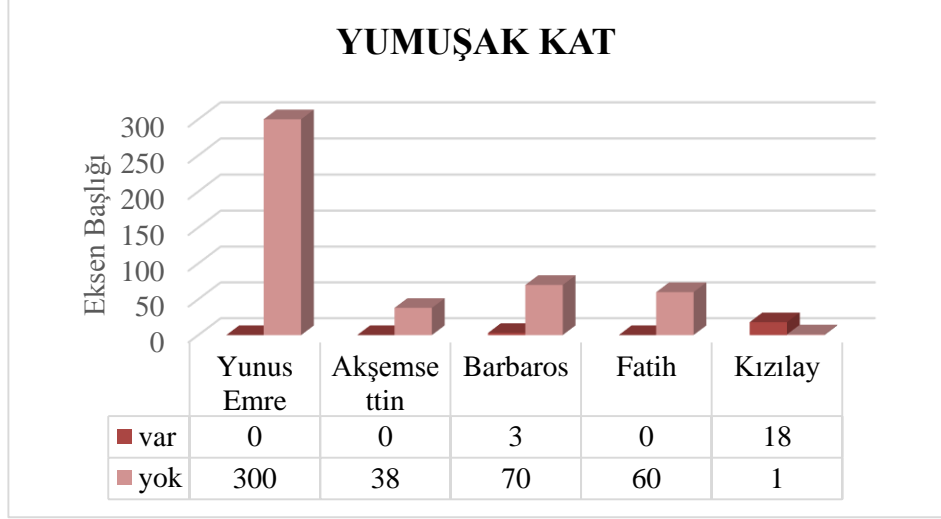


**Şekil 5.86.** Binalarda bulunan kısa kolon oransal dağılımları

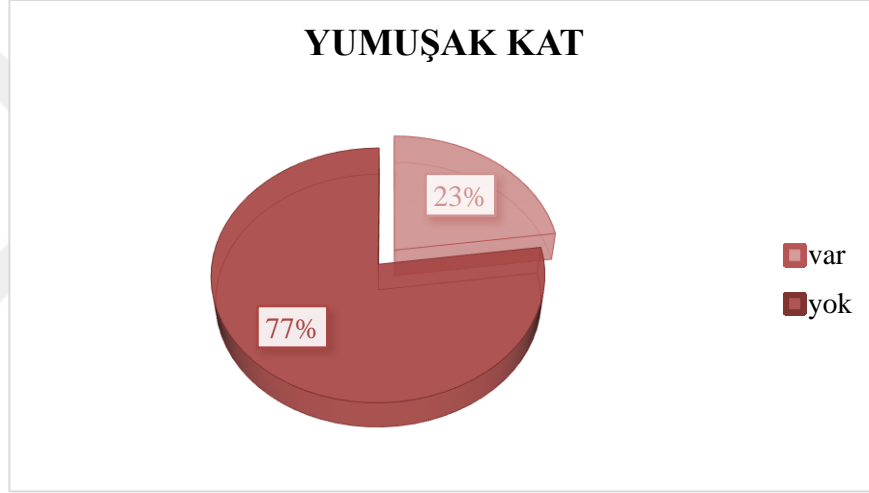


**Şekil 5.87.** Binaların kısa kolon etkisine göre haritalandırılması

Binalarda risk puanını etkileyen önemli parametrelerden biri de *yumuşak kat* etkisidir. Yumuşak kat olası depremde en çok hasara sebep olan etmenlerin başında gelmektedir. İncelenen bu parametre zemin katı ticari amaçla kullanılan binalarda söz konusudur. Yumuşak kat etkisinin görüldüğü mahalleler ise Barbaros ve Kızılây mahalleleridir. Diğer mahallelerde bu etkiye maruz kalacak binaya rastlanmamıştır. Şekil 5.88'de mahallelerdeki yumuşak kat etkisinin görüldüğü yapıların sayıları, Şekil 5.89'da oranları ve Şekil 5.90'da haritalandırılması verilmiştir.

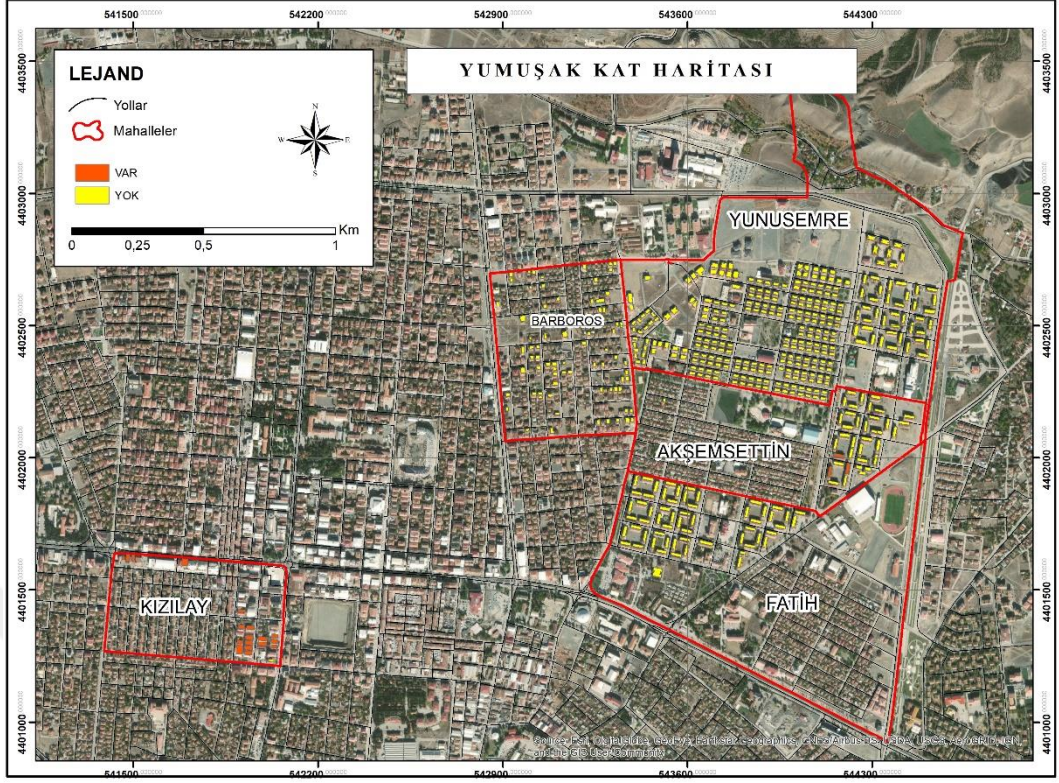


Şekil 5.88. Binalarda bulunan yumuşak kat sayıları ve dağılımları



Şekil 5.89. Binalarda bulunan yumuşak kat oransal dağılımları





Şekil 5.90. Binaların yumuşak kat etkisine göre haritalandırılması

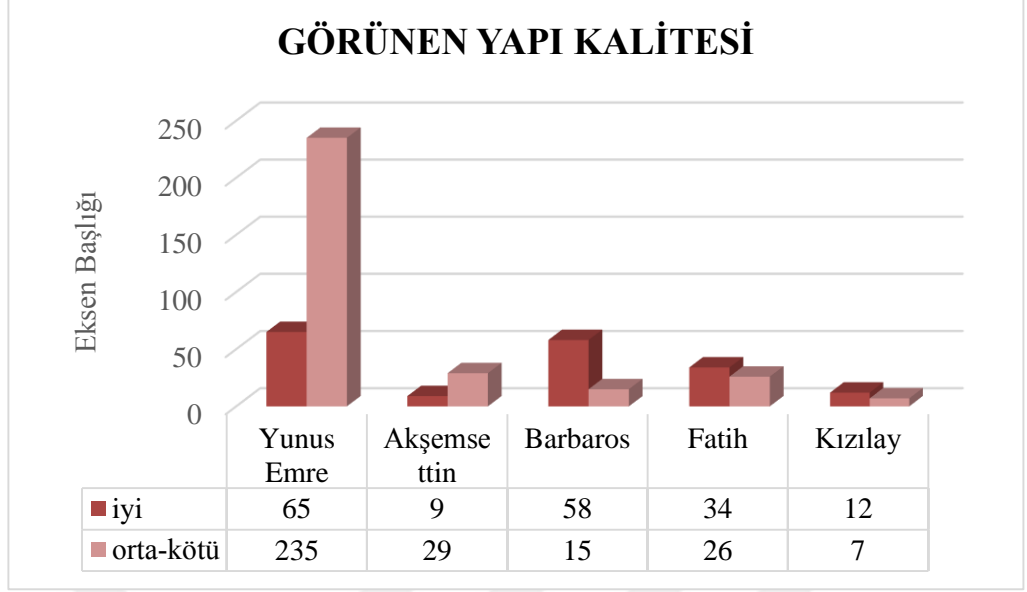
Çalışmada *Tepe/yamaç etkisi* incelenen diğer bir parametredir. Erzincan il merkezinde eğim (0-10) arasında olduğu için hiçbir mahallede tepe/ yamaç etkisi söz konusu değildir (Şekil 5.91). Çalışma alanına ait tepe / yamaç etkisinin haritalandırılması Şekil 5.92’de gösterilmiştir.



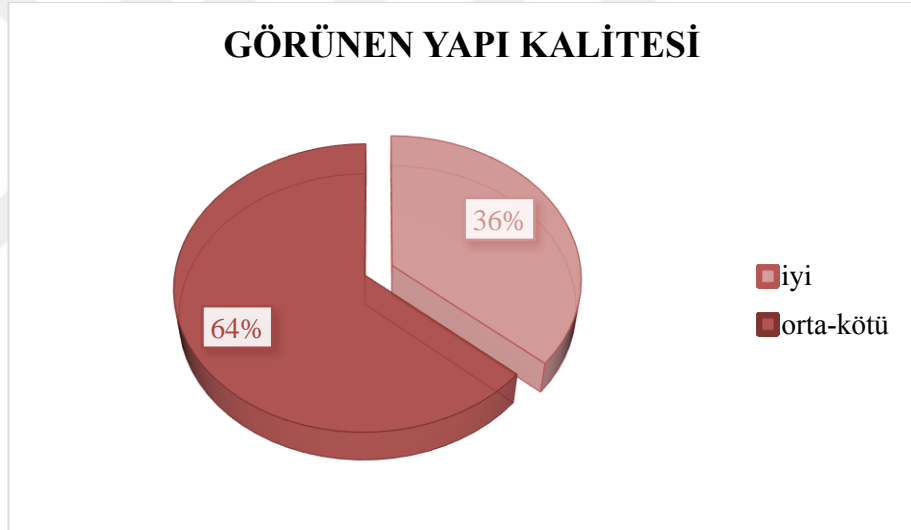
Şekil 5.91. Binalarda tepe/ yamaç etkisinin oransal dağılımı



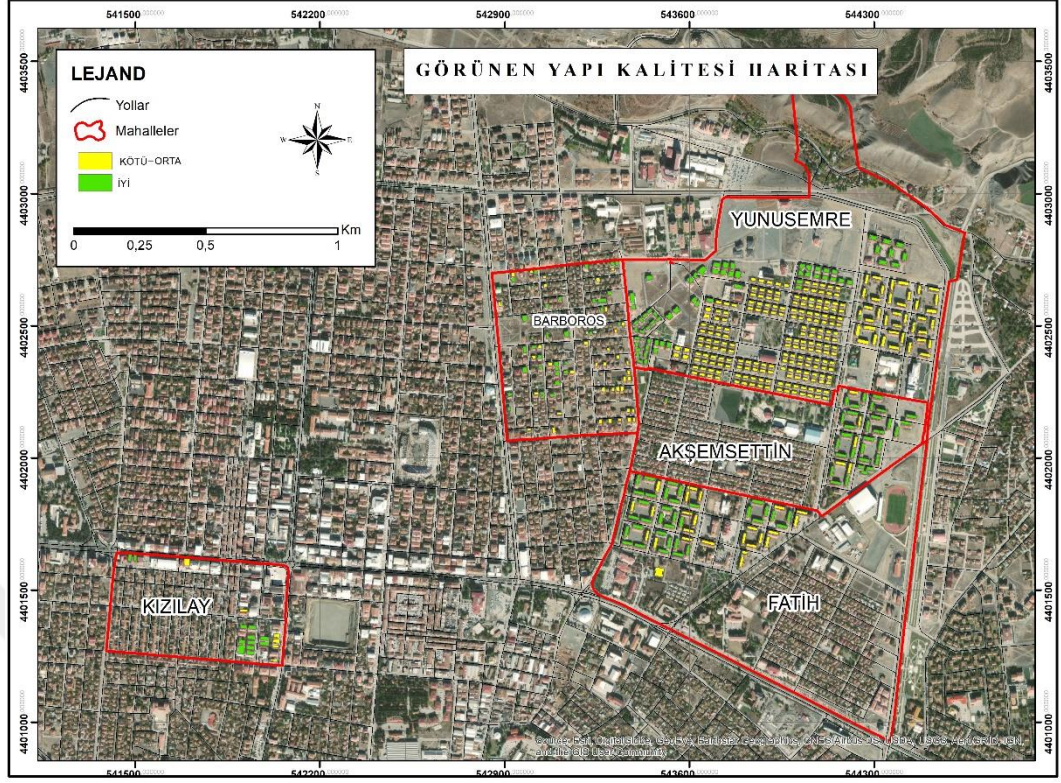




Şekil 5.93. Görünen yapı kalitesine göre binaların sayıları ve dağılımları



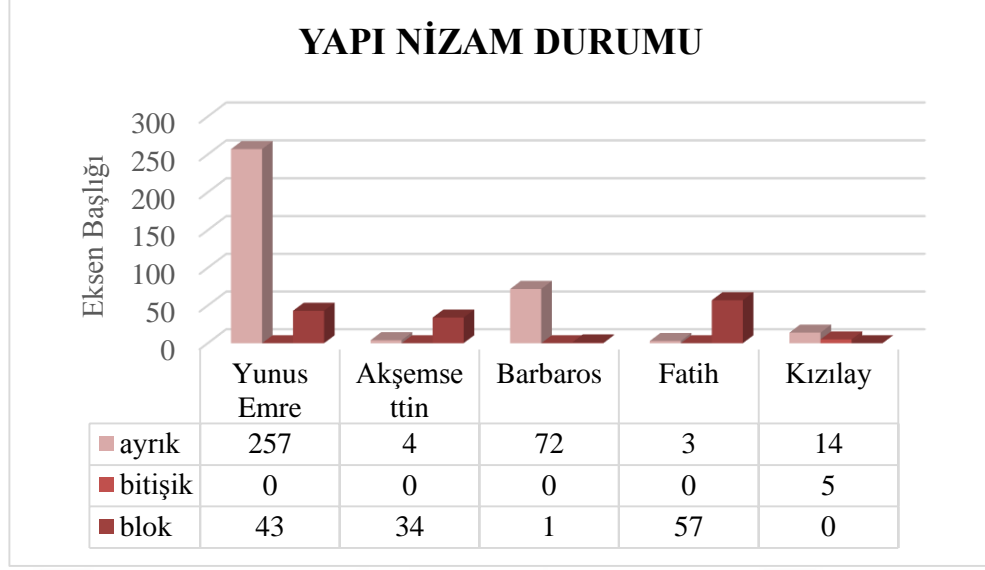
Şekil 5.94. Görünen yapı kalitesine göre binaların dağılımları



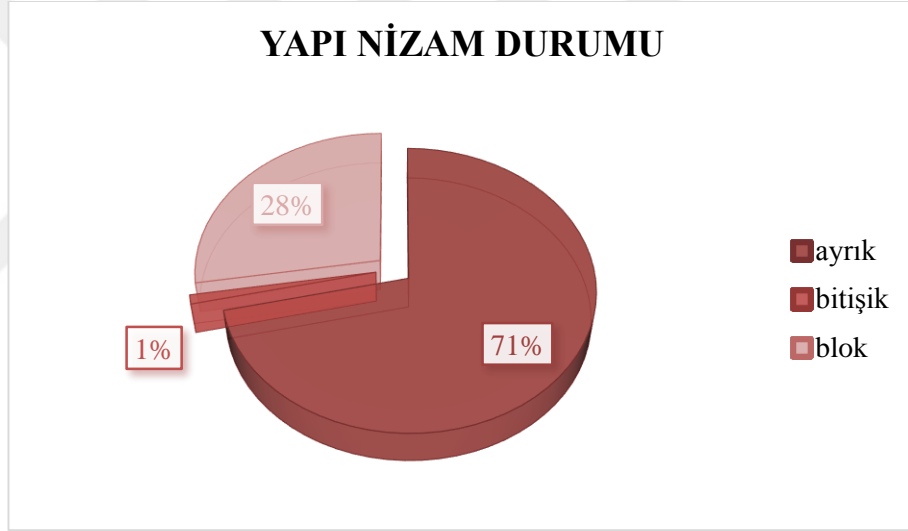
Şekil 5.95. Binaların görünen yapı kalitesine göre haritalandırılması

Çarpışma etkisi bağlamıyla mahalleler karşılaştırıldığında, incelenen tüm alanlarda ayrık düzenli yapılaşmanın daha yoğun olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu tür bir düzene sahip yerleşim bölgesindeki binalarda çarpışma etkisinden söz edilemez. Bitişik düzende yapılaşmanın en yoğun olduğu mahalle Kızılay Mahallesidir. Diğer incelenen mahallelerde bitişik nizama rastlanmamıştır. Yapı nizam durumlarına göre binaların sayısal dağılımı Şekil 5.96’da ve oransal dağılımı Şekil 5.97’de verilmiştir.



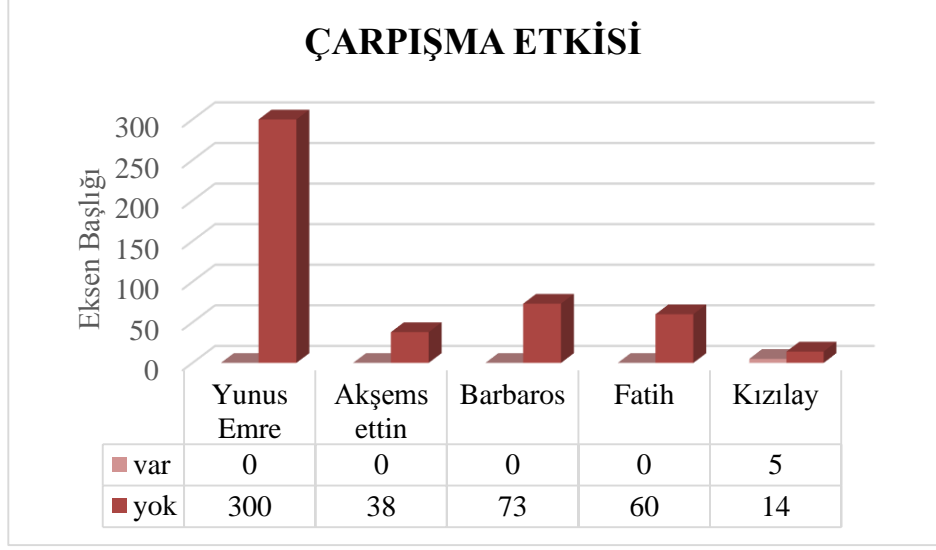


**Şekil 5.96.** İncelenen yapıların nizam durumuna göre sayısı ve dağılımı

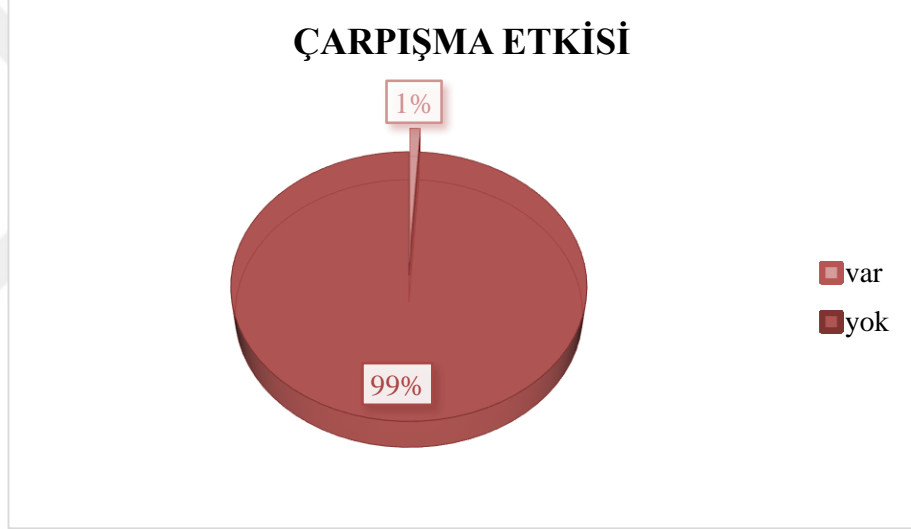


**Şekil 5. 97.** İncelenen yapıların nizam durumuna göre dağılımı

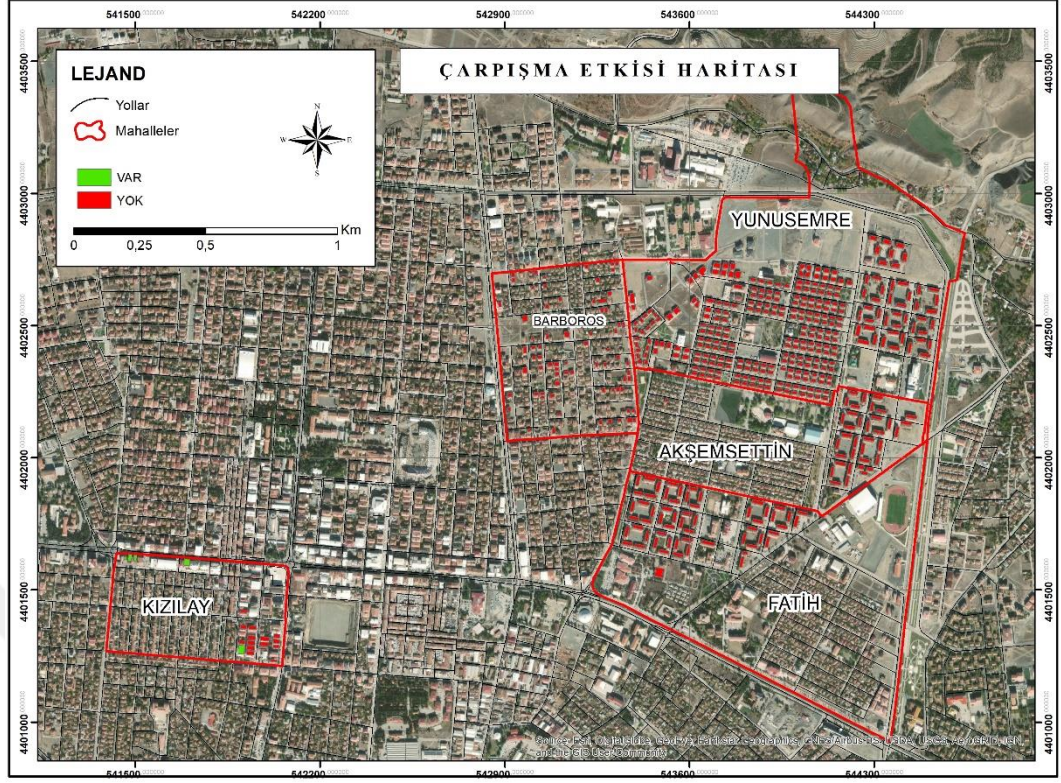
Çalışmada *çarpışma etkisi* incelenirken, Kızılay Mahallesi dışında hiçbir mahallede bitişik nizama rastlanmamıştır. Kızılay Mahallesinde bitişik nizamlı yapılarda kat yüksekliklerinin ve döşeme seviyelerinin farklı olması çarpışma etkisini meydana getirmektedir. Bu etkinin mahallelere göre sayısal değerleri (Şekil 5.98) ve oransal dağılımları (Şekil 5.99) aşağıdaki grafikte verilmiştir. Çarpışma etkisine göre binaların haritalandırılması Şekil 5.100’de verilmiştir.



Şekil 5.98. Binaların çarpışma etkisine göre sayısı ve dağılımı



Şekil 5.99. Binaların çarpışma etkisine göre dağılımı



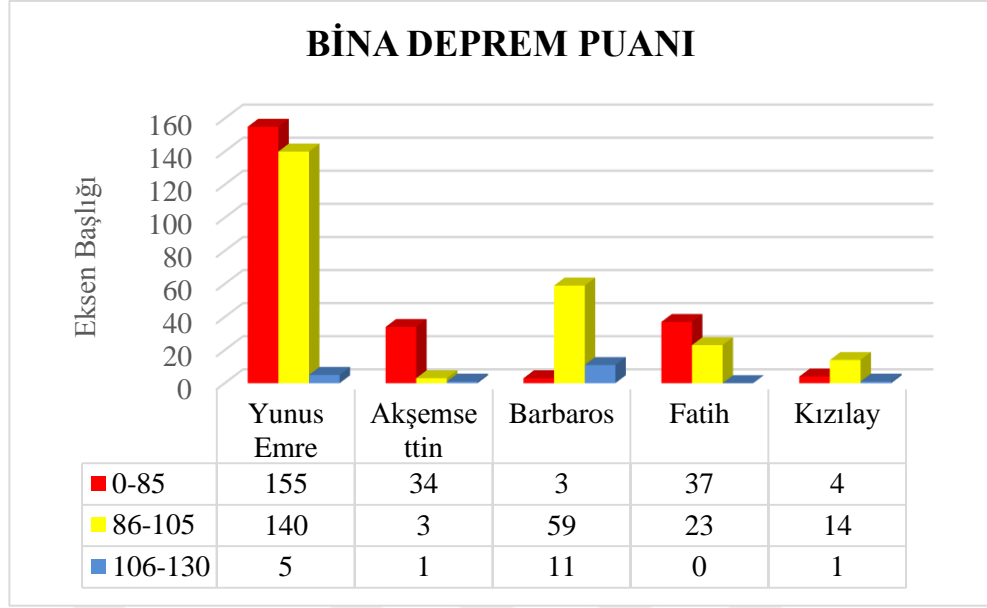
Şekil 5.100. Binaların çarpışma etkisine göre haritalandırılması

### 5.3.2. Mahallelerin bina deprem puanına göre değerlendirilmesi

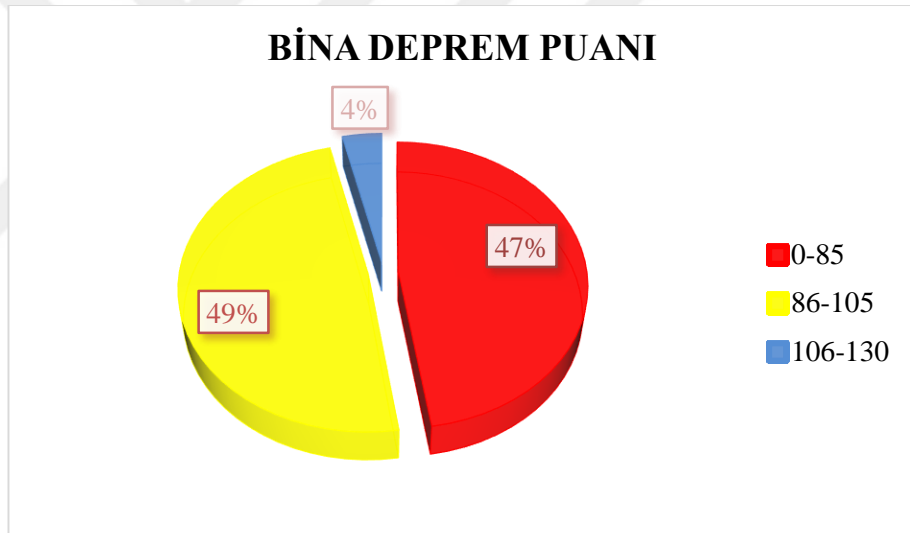
Binalar deprem riski yönünden değerlendirilirken, belirlenen hız bölgesine göre analizleri yapılmış ve bu doğrultuda risk düzeyleri belirlenmiştir. Her yerleşim bölgesindeki binalar 1. 2. ve 3. öncelikli olacak şekilde sıralanmıştır.

Bu bağlamda tez kapsamındaki 5 mahallede, toplam 490 bina üzerinde yapılan analiz çalışması sonucunda 1.öncelikli bina sayısı 233, 2.öncelikli bina sayısı 239, 3.öncelikli bina sayısı ise 18'dir. Risk önceliklerine göre belirlenen bina sayıları ve mahallelere göre dağılımları Şekil 5.101'de detaylı olarak gösterilmiştir. Şekil 101'de görüldüğü üzere 1. öncelikli bina sayısının en fazla olduğu mahalle Yunus Emre iken en az Kızılay Mahallesi'dir. İncelenen binaların deprem puanına göre oransal dağılım Şekil 5.102'de, haritalandırılması Şekil 5.103'de verilmiştir.

Dolayısıyla bu bulgulara göre ikinci kademe değerlendirme için önceliğin Yunus Emre Mahallesi'ndeki binalara verilmesi gerektiği görülmüştür. Diğer taraftan bu mahallenin, meydana gelecek olası bir depremde ilk müdahale edilmesi gereken bölge olacağı kanaatine ulaşılmıştır.

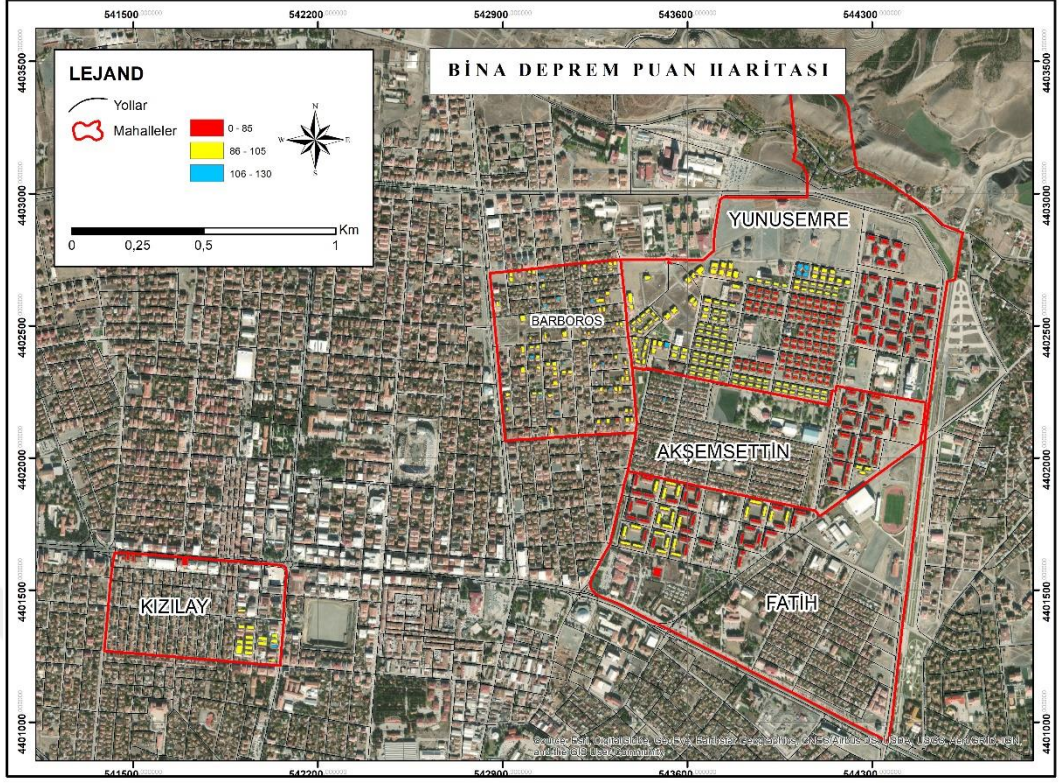


Şekil 5.101. Deprem puanına göre binaların sayısı ve dağılımı



Şekil 5.102. Deprem puanına göre binaların dağılımı





Şekil 5.103. Deprem puanına göre binaların haritalandırılması



## 6. SONUÇLAR

Ülkemizde yerleşim yerlerinin büyük çoğunluğu fay hattı üzerinde yer almaktadır. Bu nedenle özellikle kentsel yerleşimler mevcut yapı stoku ile afet riski taşımaktadır. Ancak bu yerleşimlerde tüm yapıların incelenmesi zaman ve maliyet açısından mümkün değildir. Diğer yandan 1992 Erzincan ve 1999 Kocaeli depremlerinde meydana gelen yapısal hasarlar da mevcut yapı stoku noktasında ciddi yetersizliklerin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu durum yerleşimlerde binaların en kolay yoldan taranmasına yönelik hızlı tarama yöntemlerinin gelişmesinde önemli rol oynamıştır. Geliştirilen hızlı tarama yöntemlerinden biri de sokaktan tarama (birinci kademe değerlendirme) yöntemidir. Sokaktan tarama yöntemiyle yapılan değerlendirmede olumsuzluk parametreleri üzerinden binaların deprem puanlarına göre risk sınıfları belirlenmektedir. Binalar risk durumlarına göre sınıflandırılırken II. Kademe değerlendirme önceliğine göre sıralanmaktadır. Deprem Puanı yüksek olan binalar düşük olanlara göre daha güvenli olarak yorumlanabilirken, kesin olarak riskli olup olmadıklarını belirlemek için daha detaylı incelemeye tabi tutulmaları gerekmektedir. Elde edilen kesin sonuçlara göre güvenli görülmeyen, risk oranı fazla ve güçlendirilmesi olanaksız olan yapıların yıkılması, güçlendirilmesi mümkün olan yapıların ise yönetmeliklere uygun olarak güçlendirilmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında, ODTÜ yöntemi olarak geliştirilen sokaktan tarama yöntemi ile Erzincan kent merkezinde, Fatih, Yunus Emre, Akşemsettin, Barbaros ve Kızılay mahallesi olmak üzere toplamda 5 bölgede 490 adet betonarme konut binası incelenmiş, deprem puanlarına göre bu bölgelerdeki yapı stoku değerlendirilmiştir. Sahada bu yöntem ile elde edilen veriler, Coğrafi Bilgi Sistemlerinden ArcGIS programında sayısallaştırılmış ve haritalar oluşturulmuştur. Ayrıca mahalle ölçeğinde binaların eğim, yerleşime uygunluk ve zemin türü analizi yapılmıştır.

Bu çerçevede incelenen tüm binaların 0-10 eğim arasında olduğu, yerleşime uygunluk açısından önlemler alanlar 1 ve önlemler alanlar 2'de yer aldığı, zemin türüne göre Akşemsettin, Fatih, Barbaros ve Yunus Emre Mahallelerinin ZC, Kızılay Mahallesi'nin ZD zemin türünde olduğu, zemin sıvılaşmasının çok fazla görülmediği belirlenmiştir.

Diğer taraftan incelenen mahallelerde bina deprem puanını etkileyen olumsuzluk parametreleri de irdelenmiştir. Buna göre binalarda en fazla görülen olumsuzluk parametresinin “*ağır çıkma*”, en az görülen parametrenin de “*çarpişma etkisi*” olduğu görülmüştür. Ağır çıkmalar zemin kat ya da birinci kat düzeyinde oluşan çıkmalardır. Yerel yönetimin kentte bu yöndeki tasarım ve uygulamalara düzenleme getirmesi, risk düzeyinin azaltılması açısından olumlu sonuçlar doğuracaktır.

Diğer taraftan incelenen alanlardaki 1992 depremi öncesi inşa edilen binalarda perde duvarsız bodrum katlardan kaynaklı “*kısa kolon etkisi*”, ticaret+konut işlevi verilen bölgelerde ise “*yumuşak kat*” dikkati çeken diğer olumsuzluk parametreleridir. Kentin bir ova yerleşimi olması nedeniyle puanlamada “*Tepe/ yamaç etkisi*” söz konusu olmamıştır.

Çalışmada bina deprem puanları hesaplanan betonarme yapılar; 1.öncelikli (0-85), 2.öncelikli (86-105) ve 3.öncelikli (106-130) olarak sıralanırken, 1.öncelikli 233, 2.öncelikli 239, 3.öncelikli 18 adet betonarme bina tespit edilmiştir. 1.öncelikli (0-85) yapı grubunda olan binaların çoğunlukla 1992 Erzincan Depreminden önce yapıldıkları görülmüştür. 2.öncelikli (86-105) ve 3.öncelikli (106-130) yapı grubunda yer alan binalar ise deprem sonrası yapılmış, 1997 ve 2007 yönetmelikleri kapsamında mühendislik hizmeti almış yapılardır.

1.öncelikli yapı grubunda bulunan binaların, yıprandığı ve beraberinde ekonomik ömürlerini tamamlama aşamasında oldukları gerçeğinden de hareketle, en kısa zamanda II. Kademe değerlendirmeye tabi tutulması gerekmektedir. Aksi durumda 1992 depremi sonrası ortaya çıkan yıkım ve yapısal hasarların tekrarı kaçınılmaz olabilir.

Mahalle ölçeğinde karşılaştırma yapıldığında ise en fazla 1. Öncelikli binanın Yunus Emre ve Akşemsettin Mahallesinde olduğu görülmüştür. II. Kademe değerlendirme açısından ilk öncelikli alan Yunus Emre ve Akşemsettin Mahallesidir.

Sonuç olarak Erzincan özelinde 5 pilot alanda Sokaktan tarama yöntemi ile yapılan risk analizi tamamen gözleme dayalı olduğundan daha kesin sonuçlar için öncelik durumuna göre daha ayrıntılı incelenmesi, deney ve ölçüme dayalı değerlendirmelere tabi tutulması gerekmektedir. Diğer taraftan 5 mahallenin yapı stokunu kapsayan bu tez çalışmasının

genişletilerek kentin bütününe uygulanması, yapısal risklere göre bir bina envanterinin oluşturulması, kentin afete hazırlık kapsamında risk azaltma çalışmaları açısından önem arz etmektedir.



## 7. ÖNERİLER

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre öneriler aşağıda sunulmuştur:

- Sokaktan tarama yöntemi betonarme binalar için hazırlanan veri toplama formunda daha sağlıklı bilgiler elde edebilmek için bazı parametrelerin daha anlaşılır ve açık olması, bazı parametrelerin seçeneklerinin çoğaltılarak puanlamaların bu yönde yapılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.
- Çalışma alanına yönelik verilerin elde edilmesinde ilgili belediye ve kamu kurumlarından gerekli ruhsat, belge ve dokümanlardan yararlanılması kısa yoldan daha sağlıklı ve doğru bilgilere ulaşabileceğimizi göstermiştir.
- Saha çalışmasında daha doğru bilgiler elde edebilmek için, saha ekibinin belirlenen anketteki parametreleri değerlendirebilecek bilgi ve birikime sahip olması gerekmektedir.
- Saha çalışması yapılırken bina fotoğraf çekimlerinde vatandaşın özel hayatına müdahale şeklinde algılanması ve önyargılı bir şekilde yavaşılması zaman zaman problem yaşanmasına sebep olmuştur. Bu nedenle yerel halkın afete hazırlık yönünde eğitilmesi ve farkındalığın oluşturulması, hatta sürece dahil edilmesi konusu önem taşımaktadır.
- Sokaktan tarama yöntemiyle binaların deprem performans puanlarına göre risk önceliklerinin belirlenmesinde herhangi bir sınır değer verilmemesi veya bir yönlendirme yapılmaması, binaların risk önceliği ile ilgili yorum yapılabilmesi açısından bir eksiklik olarak değerlendirilebilir.

## KAYNAKLAR

- ABYYHY. (1997), *Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik*. Ankara, 2 Eylül 1997 tarih ve 23098 sayılı Resmi Gazete.
- Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, <https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu>: Son erişim tarihi: 10.05.2020
- Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, <https://www.afad.gov.tr/deprem-nedir>, Son erişim tarihi: 26.04.2020
- Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, "Türkiye Deprem Tehlike Haritası", <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi>, Son erişim tarihi: 15.05.2020
- Akbulut, M. T., ve Aytuğ, A. (2005) "Deprem Hasar Görebilirlik Riskinin Gözleme Dayalı Belirlenmesine Yönelik Öneri Değerlendirme Yaklaşımı", *YTÜ Mimarlık Fakültesi e- Dergisi*, 88-98.
- Akyıldırım, A. (1993) "Mühendislik Jeolojisi Açısından Erzincan Şehir Alanının Yerleşime Uygunluğunun Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Albayrak, U., Canbaz, M., and Albayrak, G. (2015) "A Rapid Seismic Risk Assessment Method For Existing Building Stock İn Urban Areas", *International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction*, 1242-1249.
- Alca'ntara, I. (2002) "Geomorphology, Natural Hazards, Vulnerability And Prevention Of Natural Disasters İn Developing Countries", *Geomorphology*, 107-124.
- Anıl, Ö., Şahmaran, M., ve Koçkar, M. K. (2017) "6306 Sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası Risk Değerlendirme Tekniklerinin Saha Uygulaması: Beyoğlu Örneği", *4. Uluslararası Deprem Mühendisliği Konferansı*, Eskişehir.
- Are Jeoteknik. (2009) "Erzincan (Merkez) Belediyesinin İmar Planına Esas Jeolojik/Jeoteknik Etüt Raporu", *İller Bankası Genel Müdürlüğü İmar Planlama Dairesi Başkanlığı*, Ankara.
- Aslan, Ö. (2015) "13 Mart 1992 Erzincan Depremi Yapısal Hasarları Üzerinde Yerel Zemin Koşullarının Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Aşık, R. (2007) "Kentsel Dönüşüme Aktörlerin Bakışı: Zeytinburnu Pilot Projesi Örneği", Yüksek Lisans Tezi, *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- ATC-21, (2002) "Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards", A Handbook (FEMA-154), *Federal Emergency Management Agency-FEMA, Applied Technology Council*, Redwood City, CA, ABD.
- Balamir, M. (2008) "Afet Politikalarında Risk Yönetiminin Önceligi Türkiye’de Kentsel Riskler", *Doğal Afetler Risk Yönetimi: Güvenli Şehirler, Dünya Bankası Uzaktan Öğrenim Enstitüsü*.

- Balyemez, S. (2010) "Kentsel Mekânın, Deprem Risklerinin Azaltılmasına Yönelik Yeniden Organizasyonu Ve Bir Toplumsal Katılım Süreci", Doktora Tezi, **İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- Barka, A., and Gülen, L. (1989) "Complex Evolution of the Erzincan Basin (Eastern Turkey) and its Pull-apart and Continental Escape Origin", **J. Struct. Geol.**, 275-283.
- Başarsoft, <https://www.basarsoft.com.tr/cografi-bilgi-sistemleri-cbs-nedir/>, Son erişim tarihi: 10.6.2020
- Bayraktar, H. (2014) "CBS Ve Sokak Taraması Yöntemleri Kullanılarak Düzce Kaynaşlı İlçesinin Afet Riski Yönünden Yerleşim Durumunun Belirlenmesi Ve Yerel Afet Risk Yönetimi", Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.
- Blaikie, P., Cannon, I. D., and Wisner, B. (1994) "At Risk, Natural Hazards, People's Vulnerability and Disaster", **Routledge**, London.
- BÜ, YTÜ, İTÜ ve ODTÜ (2003) "İstanbul İçin Deprem Master Planı", **İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama Ve İmar Dairesi Zemin Ve Deprem İnceleme Müdürlüğü**, İstanbul.
- Çağatay, İ. (2007) "Binalarda Kısa Kolona Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi", **Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı**, İstanbul, 229-236.
- Çetinkaya, G., ve Akköse, M. (2011) "Depreme Maruz Farklı Yükseklikteki İki Komşu Betonarme Binanın Çarpışma Analizi", **1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı**, Ankara, 1-8.
- Çukur, H. (2002) "Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Esasları ve Net CAD Kullanımı", Ders Notu, **Dokuz Eylül Üniversitesi Coğrafya Ana Bilim Dalı**.
- DBYBHY. (2007), **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik**, Ankara, 16 Mart 2007 tarih ve 26454 sayılı Resmi Gazete.
- Demir, G. (2011) "Kuzey Anadolu Fayı Üzerinde Niksar-Suşehri Arasındaki Alanın CBS Tabanlı Heyelan Duyarlılık Analizi", Doktora Tezi, **K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon.
- Demirtaş, R. (2000) "Deprem ve Jeoloji", 1. Baskı, **TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası**, Ankara.
- Doğu Gazetesi, "1992 Erzincan Depreminde Yumuşak Kat Sebebiyle Meydana Gelen Hasar", <http://www.dogugazetesi.com/1992-erzincan-depremi-fotograflari-resimleri,18.html>, Son erişim tarihi: 30.05.2020
- Doğu Gazetesi, "1992 Erzincan Depreminde Çarpışma Etkisiyle Meydana Gelen Hasar", <http://www.dogugazetesi.com/1992-erzincan-depremi-fotograflari-p10-aid,18.html#galeri>, Son erişim tarihi: 30.05.2020
- Doğu Gazetesi, "1992 Erzincan Depreminde Yüksek Katlı Yapılarda Meydana Gelen Hasarlar", <http://www.dogugazetesi.com/1992-erzincan-depremi-fotograflari-p9-aid,18.html#galeri>, Son erişim tarihi: 30.05.2020

- Doğu Gazetesi, "1992 Erzincan Depremi Sonrası", <http://www.dogugazetesi.com/1992-erzincan-depremi-fotograflari-p12-aid,18.html#galeri>, Son erişim tarihi: 31.05.2020
- Doğu Gazetesi, " 1992 Erzincan Depremi Sonrası", <http://www.dogugazetesi.com/1992-erzincan-depremi-fotograflari-p15-aid,18.html#galeri>, Son erişim tarihi: 31.05.2020
- DPT. (2004) "Türkiye'de Afetlere İlişkin Politikalar ve İktisadi Etkenler", **Afet Yönetimi Çalışma Grubu**, Ankara.
- E- Şehir, " Erzincan Deprem Fay Hattı Haritası", <https://www.e-sehir.com/turkiye-haritasi/erzincan-deprem-fay-hatti-riskharitasi.html>, Son erişim tarihi: 1.06.2020
- Ekşişeyler, "1939 Erzincan Depremi Sonrası ", <https://seyler.eksisozluk.com/cumhuriyet-tarihinde-olculmus-en-buyuk-deprem-1939-erzincan-depremi>, Son erişim tarihi: 28.06.2020
- Ergun, M. (2007) "Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesinde Japon Sismik İndeks Yöntemi İle Doğrusal Olmayan Artımsal İtme Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, **İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- Erkal, T., ve Değerliyurt, M. (2009) "Türkiye’de Afet Yönetimi", **Doğu Coğrafyası Dergisi**, 147-164.
- Erzincan Belediyesi, "1939 Erzincan Depremi Öncesi", <https://www.erkincan.bel.tr/fotograf/13/1939+%C3%96ncesi+Erzincan>, Son erişim tarihi: 28.06.2020
- Gül, O. (2011) "27 Aralık 1939 Erzincan Depremi'nin Sivas ve İlçelerine Etkileri" **Zeitschrift für die Welt der Türken Journal of World of Turks**, 135-145.
- Güler, E., ve Canbaz, M. (2017) "Sivrihisar Merkezindeki Yapıların Deprem Riskinin Belirlenmesi" **4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı**. Eskişehir.
- Güler, H. (2008) "Zarar Azaltmanın Temel İlkeleri", **Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri**, **JICA Türkiye Ofisi**, Ankara.
- Gündoğan, A.A.,vd., (2015) "Erzincan' da Olası Deprem Hasarlarının Belirlenmesi", **Türkiye Ulusal Jeodezi Ve Jeofizik Birliği (TUJJB)**, Ankara.
- Gürbüz, A., ve Tekin, M. (2015) "Performans Sıralaması Yöntemiyle Mevcut Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımının Belirlenmesi", **C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi**, 37-48.
- Haçın, İ. (2014) "1939 Erzincan Büyük Depremi", **Atatürk Araştırma Merkezi Dergisi**, 37-70.
- Hanbaba, H. (2019) "Betonarme Binaların Deprem Güvenliklerinin Doğrusal Elastik Olmayan Yöntem Ve Hızlı Değerlendirme Yöntemleri İle İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Isparta.
- İskenderoğlu, A. vd., (2003) "İstanbul'da Muhtemel Depremler Karşısında Çözüm Önerileri", **Jeoloji Mühendisliği Dergisi**, 3-17.

- İşçi, C. (2008) "Deprem Nedir ve Nasıl Korunuruz", *Journal of Yasar University*, 959-983.
- Işık, E. (2013) "Bitlis İli Yapı Stoğunun Birinci Kademe (Sokak Tarama Yöntemi İle) Değerlendirilmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 173-178.
- Işık, E., ve Özlük, M. H. (2013) "Tatvan Kentsel Yapı Stoğunun Değerlendirilmesi", *LAAOJ, Scientific Science*, 8-21.
- Kadioğlu, M. (2008). "Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri", *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, JICA Türkiye Ofisi*, Ankara.
- Kadioğlu, M., ve Özdamar, E. (2008) "Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri", *JICA Türkiye Ofisi*, Ankara.
- Kamal, M., Çaycı, T. B., ve İnel, M. (2018) "Düşük Ve Orta Yükseklikteki Binalarda Çekiçleme Etkisi", *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B-Teorik Bilimler*, 141-151.
- Keleş, R. (1984) "Japonya'da Yerel Yönetimler", *Amme İdaresi Dergisi*, 101-122.
- Kaymak, M. (2018) "Kentsel Dönüşüm: 6306 Sayılı Kanun Kapsamında İstanbul'dan Örnekler", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Kepenek, E. (2016) "Kentsel Dönüşüm Amaçlı Yapısal Risk Sınıflandırması İçin Bir Model Önerisi", Doktora Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta.
- Lav, A., Erken, A., İyisan, R., ve Ansal, A. (1992) "Erzincan'da Yerel Zemin Koşulları ve Bunun Yapısal Hasar Üzerindeki Etkisi", *13 Mart 1992 Erzincan Depremi Mühendislik Raporu, Ankara*.
- Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü, " Erzincan Diri Fay Hattı Haritası" [https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/doc/yenilenmis\\_diri\\_fay\\_haritasi/erzincan.pdf](https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/doc/yenilenmis_diri_fay_haritasi/erzincan.pdf), Son erişim tarihi: 10.5.2020
- Martin, C. (2000) "Rismique Sismique, Sismologie Appliquée, Alea Sismique Regional", *Geoter International*.
- Nehaber24, " 1992 Erzincan Depremi Sonrası Fatih Mahallesi", <https://www.nehaber24.com/13-mart-1992-erzincan-depremi-resimleri,142.html>, Son erişim tarihi: 10.07.2020
- NTV, <https://www.ntv.com.tr/turkiye/turkiyenin-son-119-yillik-istatistikleriyle-deprem-gercegi,Wyuyunjh7gUGCApb96usppQ>, Son erişim tarihi: 12.07.2020
- Okuyucu, D. S., Okuyucu, D., Savaş, G. K., Gedik, B., Şuşarlıoğlu, M. F., ve Kara, T. (2018) "Sokaktan Tarama Yöntemiyle Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımının Belirlenmesi: Erzurum – Yenişehir Örneği", *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 219-231.
- Orhan, F. (2019) "Depremlerin Şehir ve Mesken Mimarisine Olan Etkilerine Coğrafi Bir Bakış: 1939 Erzincan Depremi Örneği", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 339-364.



- Orhan, F. (2019) "Depremlerin Şehir ve Mesken Mimarisine Olan Etkilerine Coğrafi Bir Bakış: 1939 Erzincan Depremi Örneği", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 339-364.
- Özçağlar, A., Bayar, R., ve Karabacak, K. (2014) "TÜCAM I. Coğrafi Bilgi Sistemleri Çalıştayı Raporu", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 89-94.
- Özçelik, Ö. (2017) "Afete Dirençli Kentler Kavramı Çerçevesinde İzmir'de Yapı Stoku Envanteri Ve Deprem Riski Çalışmaları", *İzmir ve Deprem Konferansı*, İzmir, 23-40.
- Özçelik, Ö., Baran, T., Saatçi, A., Mısır, S., Kahraman, S., ve Girgin, S. C. (2013) "Balçova Ve Seferihisar İlçelerinde Gerçekleştirilen Yapı Stoğu Envanter Ve Deprem Güvenliği Ön Değerlendirmesi Projesi Sonuçları", İzmir, *TMMOB 2. İzmir Kent Sempozyumu*, 157-167.
- Özdoğan, S. (1993) "Türkiye'nin Deprem Bölgeleri", *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 53-68.
- Özşahin, E. (2013) "Arnavutluk'ta Taşkın Risk Analizi", *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 91-109.
- Pala, M., ve Şaşmaz, Z. (2019) "Kat Seviyeleri Farklı Bitişik Nizam Yapılarda Kat Kütlelerinin Çarpışma Kuvvetine Etkisi", *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 47-63.
- Saylan, F. (2006) "Erzincan Ovasının Kayma Dalgası Hızına Bağlı Potansiyel Sıvılaşma Analizi", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Siembieda, W., Bruce, B., and Ken, T. (2002) "Disaster Recovery, A Global Planning Perspective In Interplan", *Chicago. Illinois: International Division of the American Planning Association, Issue*, 69.
- Sönmez, M. E., Çelik, M. A., ve Seven, M. (2013) "Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Kilis Merkez İlçesinin Erozyon Risk Alanlarının Belirlenmesi", *KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 1-21.
- Sucuoğlu, H. (1992) "Erzincan Depremi Yer Hareketi", *13 Mart 1992 Erzincan Depremi Mühendislik Raporu, Ankara*.
- Sucuoğlu, H. (2007) "Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemi İle Belirlenmesi" *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul. 267-284.
- Sucuoğlu, H., ve Gülkan, P. (1992) "Yapısal Hasarların Genel Değerlendirmesi", *13 Mart 1992 Erzincan Depremi Mühendislik Raporu, Ankara*.
- Şahin, G. (2009) "Kentsel Afet Risklerine Yönelik Zarar Azaltma Stratejilerinin Geliştirilmesi", Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Şengezer, B. (1999) "13 Mart 1992 Erzincan depremi hasar analizi ve Türkiye'de deprem sorunu", *YTÜ Basım -Yayın Merkezi*.

- Şengezer, S. (1993) "13 Mart 1992 Erzincan Kentinde Meydana Gelen Hasarın Mahallelere Göre İrdelenmesi", **2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı**, İstanbul, 404-415.
- Şengöz, T. E. (2019) "Deprem Nedir? Deprem Nasıl Oluşur? Depremden Önce, Deprem Sırasında Ve Depremden Sonra Yapılması Gerekenler, Kutsal Kitabımız Kur'an-I Kerim'deki Depremlerle İlgili Ayetler İle Depremlerle İlgili Okunabilecek Dualar", Ankara.
- Deprem Şurası. (2004). **Mevcut Yapıların incelenmesi ve Yapı Denetimi Komisyonu Raporu. Ankara.**
- T24, " 1939 Erzincan Depremi Sonrası", <https://t24.com.tr/k24/yazi/1939-erzincan-depremi-bircok-nufus-enkaz-altindadir,2537>, Son erişim tarihi: 28.06.2020
- Tarihin tozlu sayfaları, " 1992 Erzincan Depremi sonrası", <https://tarihtetozlusayfalar.blogspot.com/2017/03/1992-erzincan-depremi.html>, Son erişim tarihi: 30.05.2020
- TBDY. (2018). **Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Ankara**, 18 Mart 2018 tarih ve 30364 Mükerrer sayılı Resmi Gazete.
- Temür, R. (2006) "Hızlı Durum Tespit (Durtes) Yöntemi Ve Bilgisayar Programının Geliştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- Tezcan, S. S., ve Bal, E. (2005) "Sıfır Can Kaybı Projesi İstanbul' un Kurtuluş Reçetesi", **Yapı Denetim Dergisi**, 149.
- Tobin, T. (1998) "Public Policy Regarding Earthquake Mitigation in the United States, Proceedings of the First High-Level United States-Japan", **Earthquake Policy Operation Forum**, 11-27.
- Tokgöz, H., ve Bayraktar, H. (2015) "Düzce İli Kaynaşlı İlçesinde Riskli Binaların Tespitinde Sokak Taraması Yönteminin Uygulanması", **Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 107-116.
- Tozlu, Z. (2015) "Mevcut Yapıların Risk Durumunun Belirlenmesi İçin 6306 Sayılı Kanun Kapsamında Yer Alan Hızlı Değerlendirme Tekniğinin Uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.
- Tozlu, Z., Anıl, Ö., ve Şahmaran, M. (2015) "6306 Sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası Kapsamında Yer Alan Hızlı Değerlendirme Tekniğinin Geniş Kapsamlı Saha Uygulaması: Niğde Örneği" **3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı**, İzmir.
- Töreyan, G., Özdemir, İ. ve Kurt, T. (2010) " ArcGIS 10 Desktop Uygulama Dokümanı", 1.Baskı, **İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti.**, Ankara.
- Tunçağ, M. (2017) "İzmir Büyükşehir Belediyesi Radius Projesi", **İzmir ve Deprem Konferansı**, İzmir, 41-46.
- Türkiye İstatistik Kurumu, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>, Son erişim tarihi: 15.06.2020

- Uslu, G., ve Uzun, B. (2014) "Kentsel Dönüşüm Projelerinde Deprem Etkisi", *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1-11.
- Ocak, F. (2018) "Ünye Şehir Sellerinin Zarar Görebilirlik Yöntemi İle İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Samsun.
- Vikipedi, "Erzincan İl Merkezi Ve Çalışma Alanının Lokasyon Haritası", [https://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Erzincan\\_in\\_Turkey.svg](https://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Erzincan_in_Turkey.svg), Son erişim tarihi: 05.06.2020
- Vikipedi, "Coğrafi Bilgi Sistemleri", [https://tr.wikipedia.org/wiki/Co%C4%9Frafî\\_bilgi\\_sistemi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Co%C4%9Frafî_bilgi_sistemi), Son erişim tarihi: 10.06.2020
- Yakut, A., Sucuoğlu, H., and Akkar, S. (2012) "Seismic risk prioritization of residential buildings in İstanbul", *International Association For Earthquake Engineering*, 1533-1547.
- Yılmaz, A. (2017) "Afet Yönetimi I", *İstanbul Üniversitesi Açık Ve Uzaktan Eğitim Fakültesi*, İstanbul.
- Yücel, G. (2009) "Depremden Fiziksel ve Sosyal Etkilenebilirlik Değerlendirme Modeli: Avcılar Örneği", Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

## ÖZGEÇMİŞ

1994 yılında Erzincan'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzincan'da tamamlayarak 2012 yılında Avrasya Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünde öğrenime başlayarak, 2017 yılında mezun oldu. Mezuniyet sonrası özel sektörde mimar olarak görev yaptı ve bir yıl mesleki tecrübe kazandı. 2018 yılında Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Fakültesi'nde Yapı Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2019 yılında özel sektörde işe başlayarak, Yapı İşleri bünyesinde gerçekleştirilmiş olan Merkezi Laboratuvar Projesi tasarım ekibinde görev aldı (2019-2020). Özel kurumdaki mesleğine eğitim durumunun devam etmesinden dolayı ara verdi.