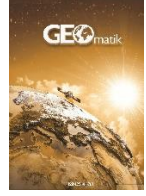




Geomatik

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



Erzincan kent merkezinin deprem güvenliği: yapı stoğu, ulaşım ağı, toplanma ve geçici barınma alanlarının stratejik analizi

Halim Ferit Bayata*¹, Yunus Emre Mazlum¹, Fatih İrfan Baş¹, Muhammed Ali Çolak¹

¹Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzincan, Türkiye, hfbayata@erzincan.edu.tr, yunusmazlum@gmail.com, fibas@erzincan.edu.tr, macolak@erzincan.edu.tr

Kaynak Göster: Bayata, H. F., Mazlum, Y. E., Baş, F. İ., & Çolak, M. A. (2025). Erzincan kent merkezinin deprem güvenliği: yapı stoğu, ulaşım ağı, toplanma ve geçici barınma alanlarının stratejik analizi. *Geomatik*, 10(1), 54-64

DOI: 10.29128/geomatik.1512396

Anahtar Kelimeler

CBS
Deprem Yapı Stoğu
Sokaktan Tarama Yöntemi
Afet Ulaşım Analizi

Araştırma Makalesi

Geliş: 08.07.2024
Revize: 04.09.2024
Kabul: 27.08.2024
Çevrim İçi Yayınlanma:
08.11.2024



Öz

2023 yılında Kahramanmaraş'ta meydana gelen ikiz depremler, afet koordinasyonu ve afet öncesi durum analizinin gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu tür afetlerle başa çıkmak ve olası kayıpları önleyecek tedbirleri almak için, bir şehrin yapı stoğunun deprem riskleri açısından değerlendirilmesi, ulaşım ağının, acil toplanma ve geçici barınma alanlarının yeterliliğinin değerlendirilmesi gibi kapsamlı bir hazırlık süreci gerekmektedir. Bu çalışmada, geçmişte birçok kez büyük depremlerle yıkılmış olan Erzincan İli çalışma alanı olarak seçilmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı sokaktan tarama yöntemleri kullanılarak deprem riski taşıyan yapıların belirlenerek risk haritalarının oluşturulması, yapı performans değerlendirmelerinin yapılması ve olası bir afet durumunda güvenli ulaşım güzergâhlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Erzincan il merkezindeki 2000 yılından önce inşa edilmiş, iki kat ve üzeri betonarme-yığma yapıların 3.199 adet olduğu tespit edilmiştir. Olası bir deprem durumunda ulaşım altyapısı analiz edilerek trafik yoğunluğu, acil toplanma ve geçici barınma alanlarının haritaları oluşturulmuştur. Yapılan analizlerde acil toplanma ve geçici barınma alanlarının kapasitelerinin artırılması gerektiği tespit edilmiştir. Artırılmış trafik yoğunluğu senaryolarında, 10 mahallede mevcut yolların afet-acil durumlarına uygun olmadığı tespit edilmiştir.

Earthquake safety in Erzincan City center: strategic analysis of building stock, transportation network, gathering, and temporary shelter areas

Keywords

GIS
Earthquake Building Stock
Rapid Visual Screening
Disaster Transportation
Analysis

Research Article

Received: 08.07.2024
Revised: 04.09.2024
Accepted: 27.08.2024
Online Published:
08.11.2024

Abstract

The twin earthquakes in Kahramanmaraş in 2023 revealed the necessity of disaster coordination and pre-disaster situation analysis. To cope with such disasters and prevent possible losses, a comprehensive preparation process is required, such as evaluating a city's building stock in terms of earthquake risks and assessing the adequacy of the transportation network, emergency gathering points, and temporary shelter areas. This study selected Erzincan province, which has been destroyed by many major earthquakes, as the study area. It aimed to create risk maps by determining earthquake-risk buildings using rapid visual screening methods based on Geographic Information Systems (GIS), conducting building performance evaluations, and choosing safe transportation routes in case of a possible disaster. A total of 3,199 reinforced concrete and masonry buildings with two or more stories in the city center of Erzincan, constructed before 2000, were identified. In a possible earthquake, transportation infrastructure was analyzed, and maps of traffic density, emergency gathering, and temporary shelter areas were created. The analyses showed that the capacity of emergency gathering, and temporary shelter areas needed to be increased. In the scenarios of increased traffic density, it has been determined that the existing roads in all ten neighborhoods are unsuitable for disaster-emergency situations.

1. Giriş

Dünya çapında pek çok ülke ve insanı etkileyen afetler, çoğunlukla aniden ortaya çıkan, öngörülemeyen durumlar olarak tanımlanmaktadır. Önemli hasarlara neden olan afetler sonucunda günlük yaşam durma noktasına gelmekte ve acil ulusal/uluslararası yardıma ihtiyaç duyulmaktadır (Hoyois ve ark, 2007; CRED, 2010; Şentürk ve Erener, 2017; Ekinci, 2018).

Türkiye topografik, jeolojik ve meteorolojik özellikleri nedeniyle doğal afetlere sıklıkla maruz kalan stratejik bir konumdadır (Partigöç ve Dinçer, 2024a). Ayrıca küresel iklim değişikliğinin daha da şiddetlendirdiği hızlı ve plansız kentleşme nedeniyle kentsel kırılabilirlik önemli ölçüde artmıştır (Kaya, 2018). 1990 – 2018 yılları arasında ülke genelinde toplam 27.049 afet meydana gelmiş olup, bu afetlerin 7.616'sı heyelan, 1.871'i deprem ve 17562'si diğer afetlerdir (URL-1). 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta meydana gelen ikiz depremler ve daha fazlası ile yüz yılın felaketi olarak değerlendirilen bu afetler sonucunda; tüm şehirlerimizin afet koordinasyonu ve afet öncesi durum analizi yapması gerekli hale gelmiştir. Erzincan ili geçmişten bugüne çok kez depremlerle sarsılmış (1939, 1992), büyük yıkımlara uğramış ve her zaman diri faylara yakın olması ve birinci derece deprem bölgesi olması münasebetiyle tüm afetlere her daim hazır olması gerekmektedir.

1999 Düzce depreminden sonra 1-6 katlı orta yükseklikteki betonarme binalar için bir risk değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Çalışmada yumuşak kat, ağır çıkıntı, görünür yapı kalitesi, çarpışma etkisi, kısa kolon etkisi gibi olumsuz faktörler istatistiksel veriler kullanılarak tespit edilmiştir (Sucuoğlu, 2007).

Manav (2007), Denizli İli şehir merkezinde pilot mahalle olarak seçilen 12 mahallede yer alan 3.466 binayı farklı sokaktan tarama yöntemleri ile inceleyerek riskli binaları ve deprem riski altındaki insan sayısını belirlemiştir.

Ablanedo-Rosas ve ark., (2009), Meksika'nın Hidalgo eyaletinde afet sonrası acil durum ve kurtarma merkezlerinin tahsisi için bir analiz yapmıştır. 55 km veya daha küçük etki çapına sahip acil durum kurtarma merkezlerinin kurulması gerektiğini önermişlerdir.

Işık (2013), Bitlis İli şehir merkezinde 12 mahallede yer alan 324 adet binayı sokaktan bina taraması yöntemi ile incelemiştir. Yapılan analizlere göre deprem risk seviyeleri üç olarak belirlenmiştir.

Düzce İli, Kaynaşlı İlçesi'nde çalışma alanı olarak belirlenen 7 mahallede toplam 2.112 adet binanın sokak taraması yöntemi ile yapı stoğunun depreme dayanımı incelenmiştir. Çalışmada yerel yönetimden edinilen bilgi altlıkları, jeolojik-jeoteknik zemin raporları kullanarak ArcGIS yazılımında analiz edilmiş ve afet riski yönetimi konusunda bir referans çalışma olmasını amaçlamıştır (Bayraktar, 2014).

Sönmezer (2016), Kırıkkale İli'nin birinci dereceden deprem bölgesinde olması nedeniyle sokaktan hızlı tarama yöntemini kullanarak mevcut yapı stoğunu incelemiştir. Çalışma sonucunda, deprem riskleri ortaya konularak kentin sismik mikro bölgelemesi hazırlanmıştır.

Çin'in Changshu kentinde yaşanan afetlere karşı hazır olabilmek için acil toplanma ve geçici barınma alanları belirlenirken ArcGIS ile yapılan analizler sonucu bu alanlara uzaklıkların 700 m veya yürüyerek 10 dakika uzaklıkta olması ve kişi başına en az 4 m² alan ve ortalama alanların 4.000 m² olması gerektiği savunulmuştur (Fan ve ark., 2017).

AFAD ile koordineli olarak İzmir İli'nde yapılan çalışmada, acil toplanma alanlarına ulaşılabilirlik konusunda yaya veya araç ile ulaşımın en fazla 500m veya 15dk olması, insanların güvende kalması için önemli bir kriter olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu alanlara ulaşım sağlayan ana yolların 15 m, tali yolların ise 10m olması gerektiğini ve kişi başı 3.5–4.5 m² kapalı alan olması gerektiğini savunmuştur (Çınar ve ark., 2018).

AFAD yapmış olduğu analizde ülkemizde, acil toplanma alanlarının yetersiz olduğunu tespit ederek park ve yeşil alanlara ek olarak yeni yapılmış veya güçlendirilmiş okulların bahçelerinin de toplanma alanı olarak kullanılabilmesini kararlaştırmıştır. Ayrıca toplanma alanlarındaki kişi başı asgari alanı 2 m² olarak belirlemiştir (URL-2).

Okyucu ve ark., (2018), Erzurum İli Palandöken ilçesinde yapmış oldukları çalışmada 1194 binayı sokaktan tarama yöntemi ile incelemiş ve %7'sini yüksek riskli, %62'sini ise orta derecede riskli olarak bulmuştur.

Başgöze (2020), 1992 Erzincan Depreminde şehir merkezinde en çok hasar alan 5 mahallede sokaktan tarama yöntemini uygulamıştır. ArcGIS programı kullanılarak üç farklı risk seviyesi belirleyerek her bir olumsuzluk parametresini mahalle odaklı haritalandırmıştır.

Demir ve Altaş (2024), CBS tabanlı Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Sürecini kullanarak Kars kenti belediyesi idari sınırları içerisinde deprem risk potansiyelini taşıyan sahaları ve bu sahalara ait özellikleri mekânsal olarak tespit etmişlerdir.

Partigöç ve Dinçer (2024b), Denizli ilinde bina yoğunluğunun yüksek olduğu, yoğun nüfuslu kentsel alanlardaki afet risklerini değerlendirmişlerdir. CBS araçlarını ve Ağırlıklı Çakıştırma yöntemini kullanarak afet riskine yönelik mekânsal analizler gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada şehrin afet riski üzerinde önemli etkisi olan doğal ve yapısal çevre unsurları dikkate alınmıştır.

Türkiye dahil dünyanın birçok yerinde depremler meydana gelmekte önemli can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle yerleşim yerlerinin seçiminde ve planlanmasında deprem hasarı riski taşıyan alanların ve özelliklerinin belirlenmesi ve deprem durumunda olası kayıpların önlenmesine yönelik tedbirlerin uygulanması büyük önem taşımaktadır (Kuşçu ve ark., 2019).

Bu çalışmada Erzincan kentinde bulunan 24 adet mahallede, 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş 2 kat ve üstü betonarme ve yığma yapı adedi, Erzincan Belediyesi ruhsat kayıtları ve Mekânsal Adres Kayıt Sistemi (MAKS) verileri doğrultusunda 3.199 adet olarak belirlenmiştir. Askeri nitelikli yapılar analiz çalışmasına dâhil edilmemiştir. Sokaktan tarama yöntemi ile riskli olan yapılarının belirlenmesi, çıkacak olan sonuçlara göre bina performans değerlendirmesi yapılması, risk haritalarının oluşturulması ve olası bir afet anında acil

toplanma ve geçici barınma alanlarına ulaşımı sağlayacak nitelikli yollarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Yöntem

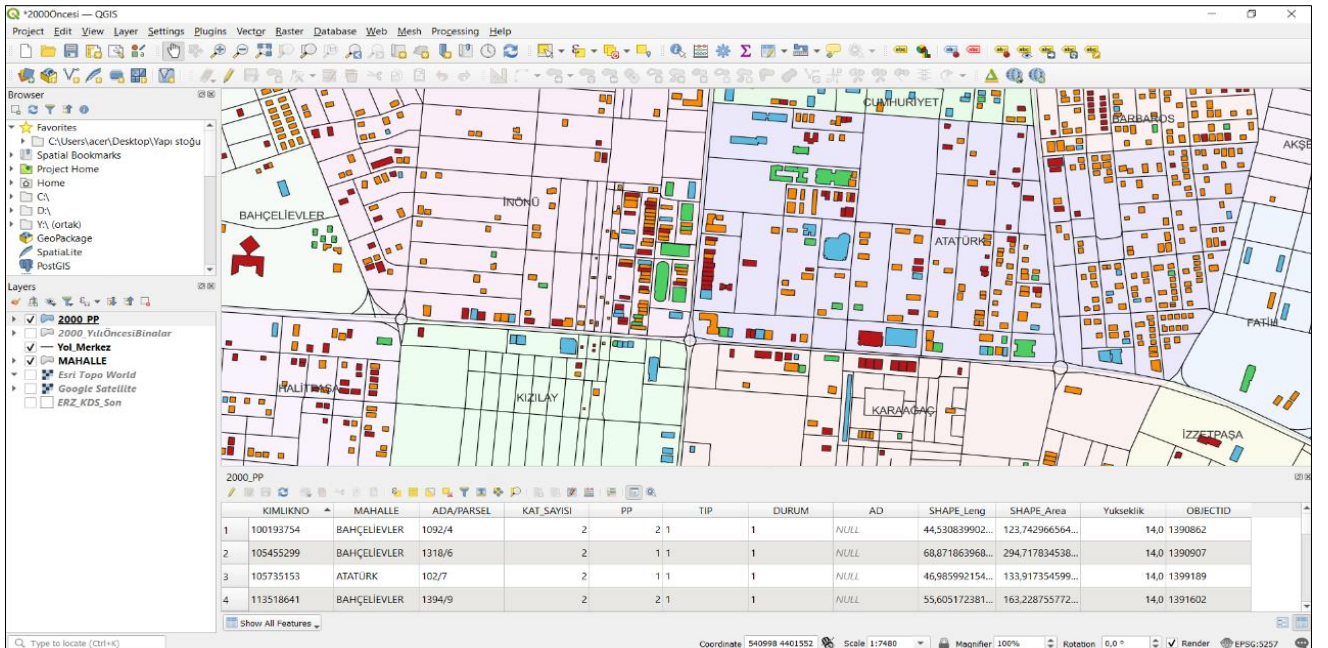
2.1 Çalışma alanı ve binaların belirlenmesi

Ruhsat kayıtları göz önüne alınarak 2 kat ve üzeri, 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş olan binalar ile buldukları mahalleler belirlenmiştir (Şekil 1). Taksim mahallesinde kriterlere uygun bina bulunmaması sebebi ile mahalle sayısı 23'e düşürülmüştür.

MAKS veri tabanından kriterlere uygun binaların sayısal ve sözel verileri elde edilmiştir. Bu veriler; koordinatlı bina çizimleri, bina kimlik numaraları, zemin üstü kat sayılarıdır. Çalışma ve sonuç paftalarının oluşturulabilmesi için ihtiyaç duyulan; mahalle, ada-parcel ve bina yükseklik verileri ise QGIS yazılımında "intersection/kesişim, overlap/çakışma" komutuyla ve MS Excel aracılığı ile sözel veriler eklenmiştir. Yapılan işlemlere örnek QGIS veri görüntüsü Şekil 2'de verilmiştir.



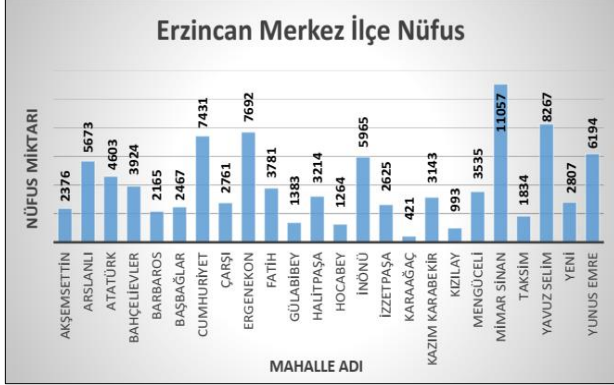
Şekil 1. Erzurum İli merkez ilçe mahalle sınırları (URL-3).



Şekil 2. QGIS veri tabanına ilişkin örnek.

2.2 Erzincan İli demografik, depremsellik ve jeolojik özellikleri

Erzincan Belediyesi Kentsel Tasarım Müdürlüğü MAKs sisteminden alınan mahalle tabanlı nüfus sayısına göre çalışmaya dâhil edilen 24 mahallenin toplam nüfus sayısı 95.575 kişidir (Şekil 3).

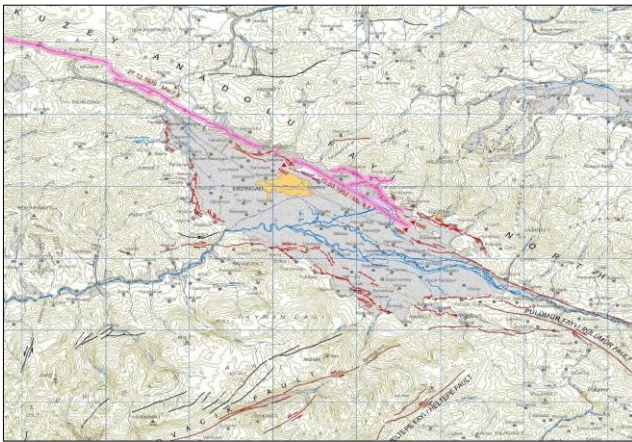


Şekil 3. Erzincan İli merkez ilçe mahalle nüfus dağılımı.

Erzincan İli, Kuzey Anadolu Fay hattı üzerinde 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Şekil 4’de Erzincan İli deprem derece durumunu gösterir harita ve Şekil 5’te diri fay hatları haritası verilmiştir.



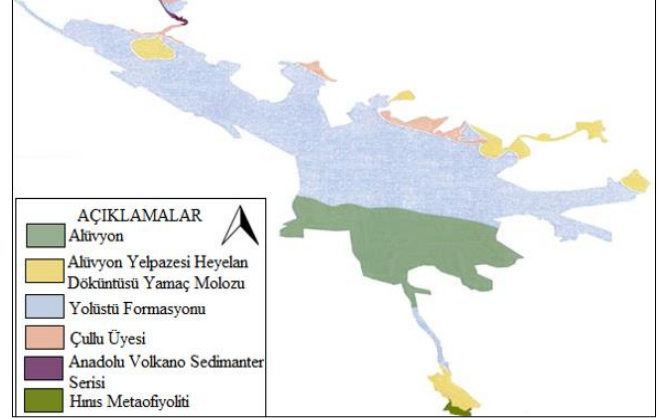
Şekil 4. Erzincan İli deprem derece haritası (URL-4).



Şekil 5. Erzincan İli diri fay hatları (URL-5).

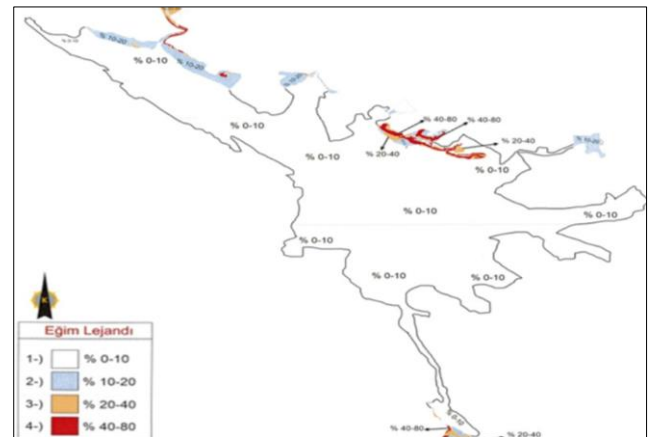
Karasu Vadisi boyunca kalın alüvyon tabaka ile kaplı olan Erzincan Ovası zemin incelemelerine bakıldığında dağ yamaçları haricinde, neredeyse tüm kent merkezi yerleşimin ZD (orta sıkı kum ya da çok katı kil

tabakalarından oluşmuş zeminler) zemin sınıfında olduğu görülmektedir (Şekil 6). Bu sınıftaki zeminlerde deprem deformasyonu ve hasarı yüksektir (Siyahi ve ark, 2013).



Şekil 6. Erzincan il merkezi jeoloji haritası (İLBANK, 2022).

Dik eğimli bölgelerde sismik risk büyütme etkisi nedeniyle yapılar çeşitli kuvvetlere maruz kaldığında dengesiz hale gelir (Işık ve ark, 2020). Deprem sırasında dik eğimli zemin, heyelan gibi kütle hareketlerini tetikleme potansiyeli taşıdığından önemli bir risk oluşturmaktadır (Özkazanç ve ark, 2020). 6306 ARAADHK ile belirtildiği üzere, “Tabii zemin eğimi 30° nin altında ise tepe yamaç etkisi “Yok”, tabii zemin eğimi 30° nin üzerinde ise tepe yamaç etkisi “Var” olarak kabul edilecektir” (URL-6). Erzincan Merkez İlçesi için İLBANK (2022) tarafından yaptırılan jeolojik etüt raporunda görüldüğü üzere Erzincan kent merkezinde çalışmaya dâhil edilen mahalleler % 0-10 eğim aralığının olduğu bölümde kalmaktadır (Şekil 7). Bu yüzden Erzincan kent merkezi yapı stoğu analizinde yamaç etkisi 0 (yok) kabul edilmiştir.



Şekil 7. Erzincan il merkezi eğim haritası (İLBANK, 2022).

2.3 Sokaktan tarama yöntemi ile riskli binaların belirlenmesi

Amerikan Acil Durum Yönetim Ajansı (FEMA), sokaktan tarama yöntemini kullanarak binaların deprem risk durumunu hızlı ve pratik bir şekilde belirlemek için yaptıkları çalışmalarında elde ettikleri bulguları 1988

yılında bir el kitabı olarak yayınlamış ve uygulamaya konulmuştur (FEMA, 1998). Mühendislik dünyasında FEMA P-154 olarak bilinen bu yöntem, deprem mühendisliğindeki gelişmeler ve kullanıcı geri bildirimleri dikkate alınarak kriterleri ve kullanılabilirliği iyileştirilerek 2002 ve 2015 yıllarında güncellenmiştir (FEMA, 2015). Yöntemin uygulanabilmesi için istatistiksel olarak anlamlı sonuçların elde edilebileceği yeterli sayıda yapı olması gerekmektedir. Yapının deprem tehlike sınıfı, hesaplanan performans puanına göre belirlenmektedir. Değerlendirme sonucunda yüksek deprem riski taşıdığı tespit edilen binaların, ikinci aşamada kapsamlı bir değerlendirmeye tabi tutulması gerekmektedir.

Birçok çalışmada, FEMA yöntemi olarak bilinen sokaktan tarama tekniği, orta yükseklikteki betonarme binalar için ülkemizde uyarlanmıştır (Sucuoğlu, 2007; Sucuoğlu ve ark., 2007). Geliştirilen yöntemde, 1999 Düzce depremi sonrası yapılan arazi çalışmalarından elde edilen verilerden yararlanılarak, sokaktan, yani binaya girmeden tespit edilebilen kat sayısı, kısa kolon, zayıf döşeme gibi yapı parametreleri kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmıştır.

Mevcut yapı stoğunun depreme dayanıklı hale getirilmesi çalışmaları çerçevesinde, yapıların deprem risk seviyelerinin ortaya konulması için kullanılan sokaktan tarama yöntemleri geliştirilmektedir. Riskli bulunan yapıların zorunlu olarak dönüştürülmesine yönelik yasal düzenlemeler 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun (ARAADHK) ile hayata geçirilmiştir. Ayrıca, ülkemizde 2000 yılı öncesinde inşa edilen yapıların nervürsüz demir kullanımı, hazır beton kullanılmaması ve inşaat tekniklerindeki yetersizlikler gibi nedenlerden dolayı depremde daha fazla hasar görme olasılıkları yüksektir. Bu nedenle birinci aşama değerlendirme yöntemi olan sokaktan tarama yönteminin uygulama esasları yürürlüğe giren bu kanun ile belirlenmiştir.

ARAADHK kapsamında yayımlanan Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar Ek-2’de yayınlanan veri toplama formları ve değerlendirme parametreleri kullanılarak mevcut yapı stoğunun performans puanları hesaplanarak deprem risk seviyeleri belirlenmiştir.

Yapı stoğu analizlerinin yapılması, sayısal(vektörel) bina verileri ve Erzincan Belediyesi’nden temin edilen ruhsat kayıtlarının sözel(öznel) verilerinin işlenmesi ve ulaşım altyapı analizi yapılmasında QGIS programı kullanılmıştır. Sokak taraması için saha paftaları, kat adedine bağlı yapı stoğu ve yükseklik haritası, saha çalışması sonrası bina performans değerlendirme durum haritaları ve ulaşım altyapı analizine ilişkin acil toplama ve geçici barınma alanlarını odak alan ulaşım haritaları hazırlanmıştır.

2.4 Analiz verilerinin toplanması

Saha çalışmaları için Erzincan Valiliğinin talimatı ile Erzincan Valiliği, Erzincan Belediyesi ve Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi iş birliğiyle Yapı Stoğu Komisyonu kurulmuştur. Saha çalışmalarında ikişer kişilik yirmi ekip aktif olarak görev almıştır. “Sokaktan Tarama Yöntemi” ve 6306 ARAADHK Ek-2’de bulunan veri toplama ve

değerlendirme formları kullanılarak saha çalışmaları ve bina risk seviyelerinin belirlenmesi yapılmıştır. Betonarme yapının değerlendirme parametreleri Tablo 1’de, yığma yapının değerlendirme parametreleri ise Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Betonarme yapının değerlendirme parametreleri ve olumsuzluk kat sayıları.

Parametre Adı	Durum	Parametre Katsayısı
Yumuşak Kat	Yok, Var	0, 1
Ağır Çıkma	Yok, Var	0, 1
Görünen Kalite	İyi, Orta, Kötü	0, 1, 2
Kısa Kolon	Yok, Var	0, 1
Planda Düzensizlik	Yok, Var	0, 1
Düşeyde Düzensizlik	Yok, Var	0, 1
Çarpışma Etkisi	Yok, Var	0, 1
Tepe/Yamaç Etkisi	Yok, Var	0, 1

Tablo 2. Yığma yapının değerlendirme parametreleri ve olumsuzluk kat sayıları.

Parametre Adı	Durum	Parametre Katsayısı
Duvar Malzeme Kal.	İyi, Orta, Kötü	0, 1, 2
Duvar İşçiliği	İyi, Orta, Kötü	0, 1, 2
Plan Geometrisi	Düzenli, Düzensiz, Aş. Düzensiz	0, 1, 2
Yatay Hatlı Yeterliliği	Pencere Üstü, Duvar Üstü, Yok	0, 1, 2
Düşey Boşluk Düzeni	Düzenli, Az Düzenli, Düzensiz	0, 1, 2
Duvar Miktarı	Çok, Orta, Az	0, 1, 2
Duvar-Duvar Bağ.	İyi, Kötü	0, 1
Duvar-Döşeme Bağ.	İyi, Kötü	0, 1
Mevcut Hasar	Yok, Var	0, 1
Cephe Kat Farklılığı	Yok, Var	0, 1
Yumuşak Kat	Yok, Var	0, 1
Toprak Tavan Döş.	Yok, Var	0, 1
Düzlem Dışı Davranış	Yok, Var	0, 1
Yapı Nizamı	Ayrık, Bitişik/Köşede Bitişik	0, 1

2.4.1 Performans puanlarının hesaplanması

Bina performans puanı hesabında 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun’ un (ARAADHK) 306 sayılı Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar ‘da belirtilen denklem kullanılmıştır. Denklem 1 kullanılarak, yapının kat sayısı ve bulunduğu deprem tehlike bölgesine göre taban puanı belirlenmiştir. Daha sonra, yapının taşıyıcı sistemi dikkate alınarak hesaplanan yapısal sistem puanından, tespit edilen tüm olumsuzluk parametreleri için puanlar çıkarılarak yapının performans puanı hesaplanmıştır.





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

Denklem 1’deki kısaltmalar; Performans Puanı: PP, Taban Puanı: TP, Olumsuz Parametre Değeri: O_i, Olumsuzluk Parametre Puanı: OP_i, Yapısal Sistem Puanı: YSP olarak ifade edilmektedir. Parametrelere karşılık gelen puanlar yönetmelikten elde edilmiştir.

2.4.2 Risk seviyelerinin belirlenmesi




Yapılan analiz çalışmasında betonarme binalar için performans puanı ortalaması 100,9 ve standart sapma puanı 55 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler doğrultusunda, ortalama değerleri kapsayacak şekilde risk aralıkları belirlenmiştir. Performans puanlarına göre betonarme binalar dört farklı risk aralığı ile **Tablo 3**'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Betonarme yapının risk aralıkları.

Risk Aralığı	Performans Puanı	Renk Göstergesi
1.Yüksek Riskli	<= 30	
2.Orta Riskli	31-85	
3.Düşük riskli	86-140	
4. Güvenli	>= 141	

Yığma binalar için hesaplanan ortalama performans puanı 72,1, standart sapma puanı 18,1 olarak bulunmuştur. Performans puanlarına göre yığma binalar üç farklı risk seviyesine ayrılmıştır. Yığma binaların betonarme binalardan farklı bir risk aralığı sayısına sahip olmasının sebebi, yığma binaların çekme, kayma gibi dış kuvvetleri sönmeyecek sünegliğe, sahip olmamalarından dolayı ani oluşan hasarlara karşı betonarme binalar gibi karşılık verememeleridir. Bu yüzden yığma yapı risk seviyesi aralığında "Güvenli" bölgeye yer verilmemiştir. Yığma yapı risk aralıkları **Tablo 4** ile gösterilmiştir.

Tablo 4. Yığma yapının risk aralıkları.

Risk Aralığı	Performans Puanı	Renk Göstergesi
1.Yüksek Riskli	<= 30	
2.Orta Riskli	31-85	
3.Düşük riskli	86-140	

2.5 Afet acil durum yolları ve acil toplanma ve geçici barınma alanlarının analizi

Afet ve acil durumlarda özellikle ilk 72 saatte toplanma alanları aracılığıyla verilmesine ihtiyaç duyulan; tedavi, yiyecek, içecek, giyecek, tuvalet, temizlenme ve yakacak temini gibi hizmetler için bu alanlara erişilebilirlik büyük önem taşımaktadır (**Erdin ve ark., 2021**).

Afetler olmadan önce afet planlarının yapılarak acil toplanma ve geçici barınma alanlarının belirlenmesi ve ulaşım, altyapı gibi temel faktörlerin ihtiyaca cevap verecek hale getirilmesi gerekmektedir. Ulaşım ağları kritik yaşam yolları olarak önemli bir rol oynamaktadır (**Konstantinidou ve ark, 2014**). Karayolu ağı, bir afet anında ilk toplanma alanlarına erişimin sağlanması açısından çok önemlidir. Aynı zamanda gerekli hizmetlerin sağlanması ve can ve mal kaybının en aza indirilmesi için de gereklidir (**Sohn, 2006; Liu ve ark, 2014**). Erzincan İl merkezi uygulama imar planı incelendiğinde tali yolların 10 m, ana yolların 15 m ve

üstü genişlikte planlandığı görülmüştür. **Çınar ve ark. (2018)** 'de Afet sonrası acil toplanma ve geçici barınma alanlarının planlanmasındaki faktörlerin incelenmesi için İzmir'de yaptıkları çalışmada tespit etmiş oldukları yol genişlikleri, referans alınarak kullanılmıştır.

2.5.1 Acil durum yollarının nitelikleri

- Önceden belirlenmiş rotaların bulunması,
- Uygun genişlik ve yükseklikte olması,
- İşaretlemelerin ve yönlendirmelerin yapılması,
- Yeterli aydınlatmaya sahip olması,
- Periyodik kontrol ve bakımların yapılması,
- Acil durum araçlarının erişimine uygun olması.

2.5.2 Acil toplanma ve geçici barınma alanlarının belirlenmesi

- Potansiyel tehlike alanlarının belirlenmesi,
- Çevresel tehlikelere göre alanların belirlenmesi,
- Ulaşım imkânlarının değerlendirilmesi,
- Yeterli kapasitenin sağlanması,
- İşaretlemeler yapılarak halka duyurulması.
- Çevresel güvenliğin sağlanması,
- İhtiyaçları karşılayabilecek konfor seviyesi,
- Erişilebilirliğin kolay olması,

Bu öncüller ve ulaşım kriterleri de göz önüne alınarak Erzincan İl merkezindeki uygun alanlar belirlenmiş ve analiz edilmiştir.

3. Bulgular

3.1 Risk analizi

Yapılan saha çalışmasında 3.199 adet binadan birinin çalışma sürecinde yıkılarak yeni inşaat ruhsatı alması nedeniyle inceleme 3.198 adet bina üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5. Bina fonksiyon dağılımı.

Fonksiyon	Konut	Kamu	Ticari	Toplam
Bina Sayısı	2.841	142	215	3.198

Binaların tahmini yaş ortalaması 39,9 yıl olarak belirlenirken en yaşlı binanın tahmini 85-90 yıllık olduğu tespit edilmiştir. Binaların fonksiyon dağılımı **Tablo 5**'te verilmiştir.

Yığma ve betonarme binaların incelenmesi sonucu kat adedi, yapı türü ve taşıyıcı sistem türü dağılımları **Tablo 6**'da, **Tablo 7**'de ve **Tablo 8**'de verilmiştir.

Tablo 6. Bina kat adedi dağılımı.

Kat Sayısı	İki	Üç	Dört	Beş	Altı	Toplam
Bina Sayısı	2.020	886	278	11	3	3.198

Tablo 7. Bina yapı türü dağılımı.

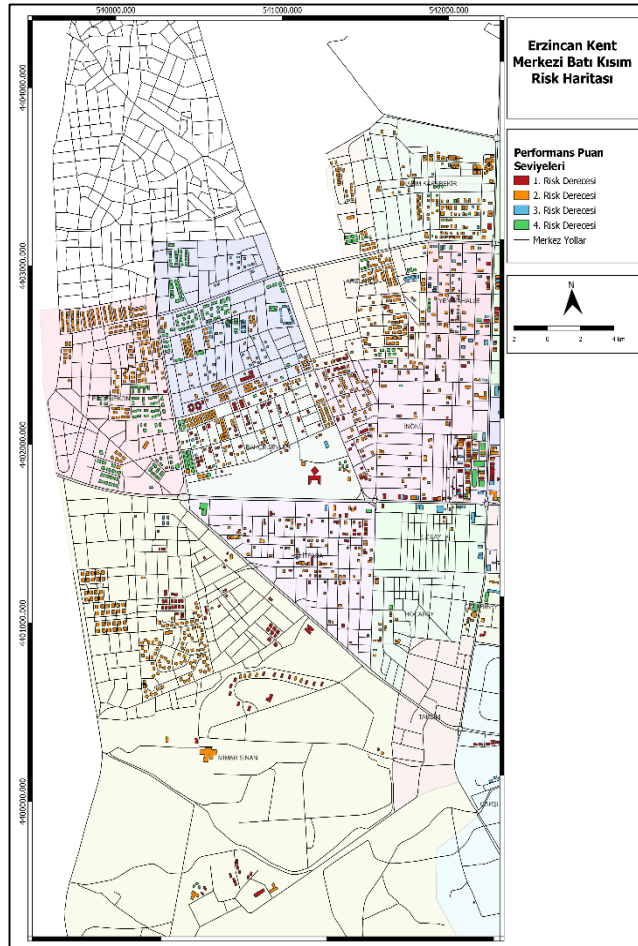
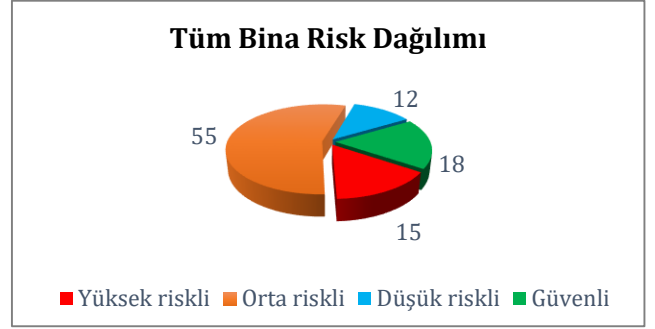
Bina Yapı Türü	Betonarme	Yığma	Toplam
Bina Sayısı	1.733	1.465	3.198

Tablo 8. Bina taşıyıcı sistem dağılımı.

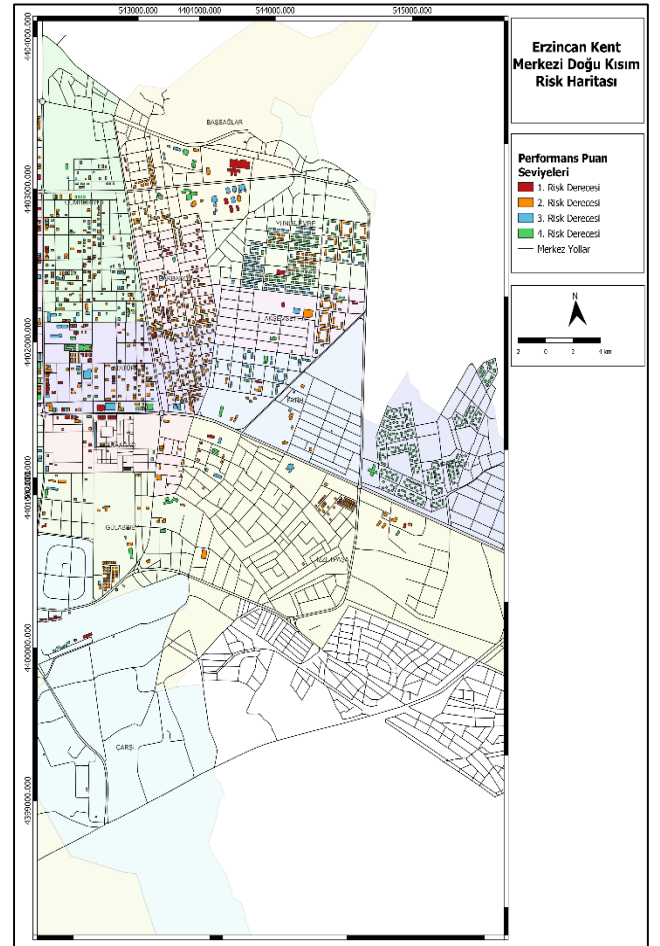
Taşıyıcı Sistem	BAÇ	BAÇP	Yığma
Bina Sayısı	899	834	1.465

BAÇ: Betonarme çerçeve, BAÇP: Betonarme çerçeve ve perde anlamına gelmektedir.

Yapılan yapı stoğu analizine genel olarak bakıldığında yüksek riskli grupta yer alan 470 adet binanın detaylı incelemesinde ortalama bina yaşının yaklaşık 40 olduğu; bunlardan 417 tanesinin konut, 53 tanesinin ticari olduğu görülmüştür. Özellikle yüksek riskli bu grupta tespit edilen yapının görünen kalitesinin düşüklüğü, hasar görmüş kolon ve kirişlerin varlığı, niteliğini yitirmiş betondan sıyrılan donatılarda var olan korozyon etkisi ile büyük tehlike arz etmektedir. Bu gruptaki binalar için bir an önce kentsel dönüşümün başlaması gerektiği önerilmektedir. Şekil 8’de tüm binaların risk dağılımı oranları ve Tablo 9’da risk dağılım miktarları verilmiştir. Kentin risk dağılım haritasının batı kısmı Şekil 9’da, doğu kısmı Şekil 10’da gösterilmiştir.

**Şekil 9.** Kent merkezinin batı kısmına ait risk haritası.**Şekil 8.** Tüm binaların risk dağılım oranları (%).**Tablo 9.** Tüm binaların risk dağılım miktarları.

Risk Seviyesi	Yüksek Riskli	Orta Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
Bina Sayısı	470	1.762	386	580

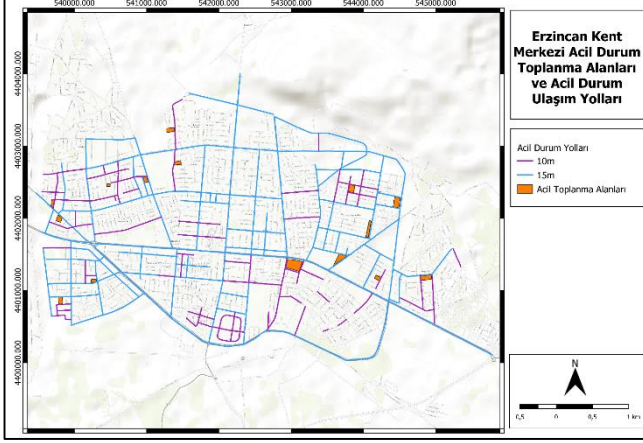
**Şekil 10.** Kent merkezinin doğu kısmına ait risk haritası.

3.2 Acil toplanma ve geçici barınma alanları analizi

Şekil 11’de Erzincan kent merkezinde acil toplanma alanı olarak kullanılabilir uygun yerler ve bu alanlara ulaşım sağlayan kriterlere uygun genişliğe sahip yollar gösterilmiştir.

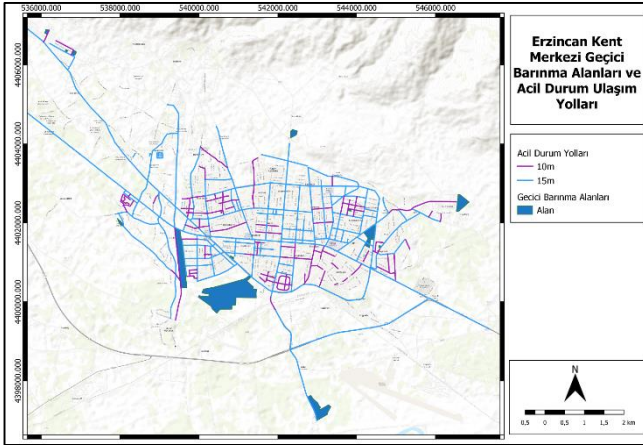
AFAD, acil toplanma alanlarındaki kişi başı asgari alanı 2 m² olarak belirlemiştir. Erzincan kent merkezinde 9 farklı mahallede 15 adet, toplamda ise

107.025 m² alan acil toplanma alanı olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda kişi başına düşen asgari alanı, Erzincan'da belirlenmiş olan toplam acil toplanma alanına oranladığımızda 53.512 kişi için yeterli olacağı düşünülmektedir. Erzincan merkez nüfusunun 166.181 kişi olmasından dolayı mevcutta belirlenmiş olan alan miktarının yeterli olmadığı görülmektedir.



Şekil 11. Acil toplanma alanları ve 10 m (mor), 15 m (mavi) genişliğe sahip ulaşım yolları.

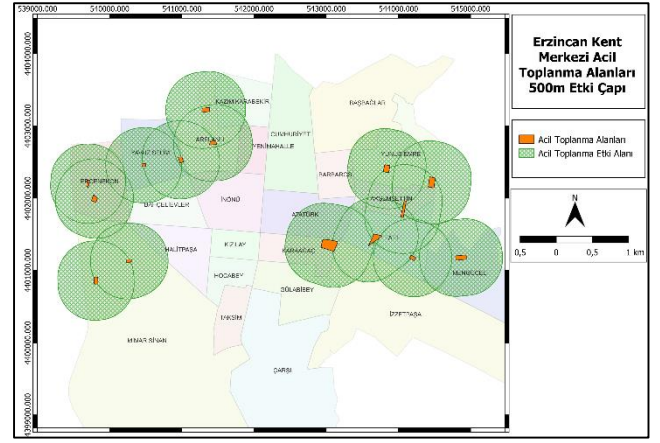
Şekil 12'de Erzincan kent merkezinde geçici barınma alanı olarak kullanılabilir uygun yerler ve bu alanlara ulaşım sağlayan kriterlere uygun genişliğe sahip yollar gösterilmiştir.



Şekil 12. Geçici barınma alanları ve 10 m(mor), 15 m (mavi) genişliğe sahip ulaşım yolları.

Erzincan kent merkezinde 9 farklı mahallede 13 adet, toplamda ise 1.287.670 m² alan geçici barınma alanı olarak belirlenmiştir. Kişi başı en az 3,5 m² kapalı alandan (URL-2), 4 kişilik bir aile için en az 14 m²'lik çadır veya konteyner alanına ihtiyaç olacaktır. İki konteyner arası ortalama 8 m² ara mesafe de hesaba katıldığında bir aile için en az 22 m² alana ihtiyaç olacaktır. Bu değeri Erzincan'da belirlenen toplam geçici barınma alanına oranladığımızda, mevcut durumda 53.692 adet konteyner kapasitesi ile yaklaşık 214.768 kişilik bir alana sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.

Belirlenen alanların merkezinden 500 m etki yarıçapı çizdirilerek kapsadığı mahalleler Şekil 13'te verilmiştir.



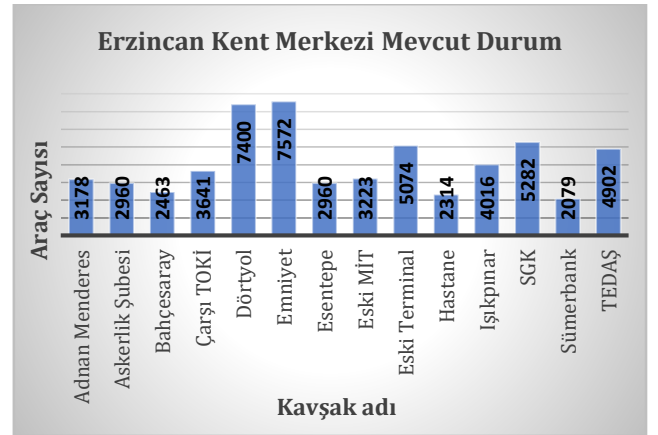
Şekil 13. Acil toplanma alanları 500 m etki çapı.

Elde edilen sonuçlardan görüldüğü üzere acil toplanma alanlarının etki alanının tamamen dışında kalan 7 adet mahalle bulunmaktadır. Belirlenen alanların hem kapasitesinin hem de etki alanının yetersizliğinden dolayı daha fazla acil toplanma alanının, Erzincan Belediyesi ve AFAD Erzincan Müdürlüğü tarafından bir an önce belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

3.3 Ulaşım analizi

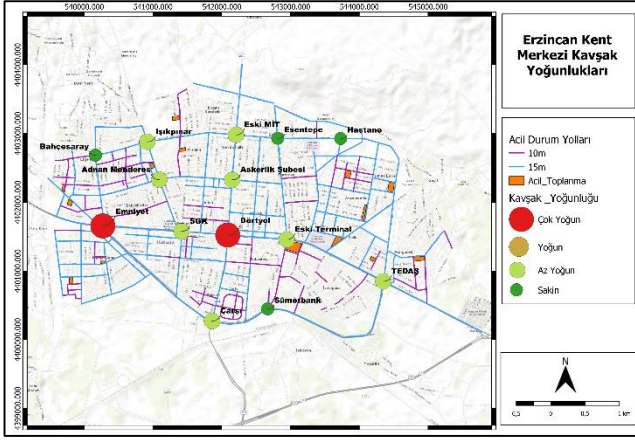
2023 yılı Kasım ayı itibarı ile Erzincan İli motorlu araç sayısının 69.689 adete yükseldiği görülmektedir (URL-7).

Demiriz (2021) çalışmasında, Erzincan kent merkezinde bulunan ana yol kavşaklarındaki günlük araç sayılarını gözlem yaparak tespit etmiştir. Güncel araç sayıları ile çalışma verileri güncellenerek Erzincan kent merkezindeki ana ulaşım yolları kavşaklarındaki günlük araç sayıları Şekil 14'deki gibi olduğu hesaplanmıştır.



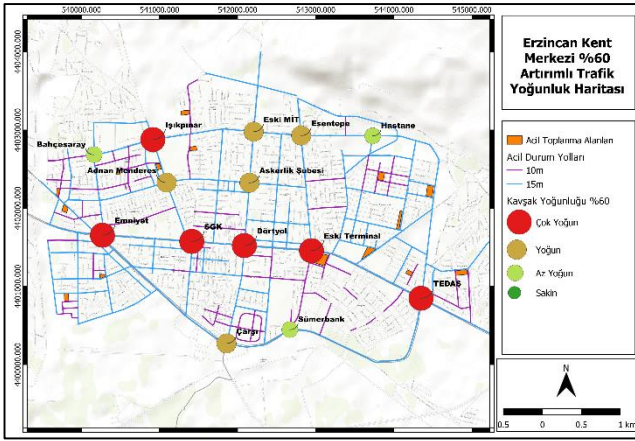
Şekil 14. Erzincan kent merkezi günlük araç sayıları.

Anayol kavşaklarının günlük araç sayılarının standart sapma değeri hesaplanarak, kavşak trafik yoğunluğu; sakin, az yoğun, yoğun ve çok yoğun olarak dört seviyede Şekil 15'te gösterilmiştir.

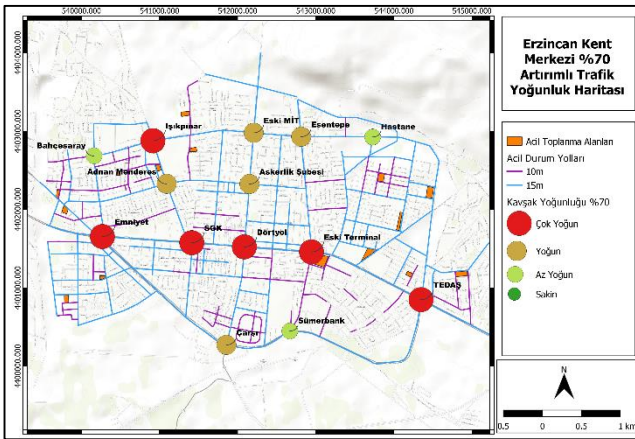


Şekil 15. Erzincan kent merkezi kavşak yoğunlukları.

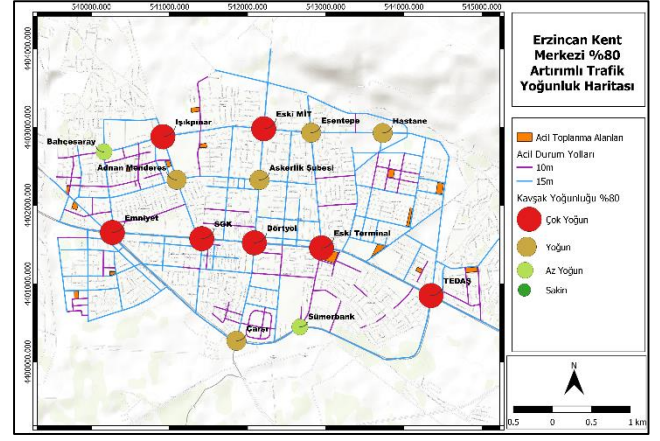
Afet anında yaşanacak kargaşa ve kent dışından gelecek olan yardım ekipleri, afetzede yakınları sebebi ile artacak olan trafik yoğunluğunu, Şekil 16'da %60, Şekil 17'de %70 ve Şekil 18'de %80 oranlarında artırılmış olarak 3 farklı senaryo için Erzincan kent merkezi ana ulaşım yollarının ulaşacağı yoğunluk durum haritası QGIS yazılımı ile gösterilmiştir.



Şekil 16. %60 artırımlı trafik yoğunluk haritası.



Şekil 17. %70 artırımlı trafik yoğunluk haritası.



Şekil 18. %80 artırımlı trafik yoğunluk haritası.

4. Sonuç ve Öneriler

Erzincan Belediyesi, vatandaşlarını olası bir depreme karşı hazırlamak amacıyla kentsel dönüşümle ilgili kamu spotları hazırlamalıdır. Vatandaşların güvenli bir binada yaşayabilmeleri için nasıl bir yol izlemeleri gerektiği anlatılmalıdır. Ayrıca, vatandaşların yaşam haklarının mal güvenliklerinden daha önemli olduğu vurgulanmalı ve depremde çaresiz kalmalarının önlenmesi hedeflenmelidir. Hazırlanacak bu kamu spotlarının sadece meydana gelen depremlerden sonra yayınlanması yerine sürekli olarak her platformda yayınlanması büyük önem arz etmektedir. Güvenilir ve sağlıklı yaşam alanlarının oluşturulmasında doğru ve tam mühendislik hizmeti almanın, yapı denetim sisteminin, önemi ve gerekliliği vatandaşlara benimsetilmelidir.

Özellikle Akşemsettin, Yunus Emre, Barbaros, Bahçelievler, Halitpaşa, İzzetpaşa ve Hocabey mahallelerinde kentsel dönüşüm ile yapı stoğu ve ulaşım altyapısında iyileştirme çalışmaları acil olarak yapılmalıdır.

Orta risk grubunda yer alan bina sayısının çok oluşu yüksek risk grubuna göre daha iyi bir durumda oldukları halde bir an önce yüksek ve orta risk grubunda olan yapılar ikinci aşama yani detaylı risk değerlendirme işlemine tabii tutulmalıdırlar. 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre performans analizleri yapılmalı ve depreme karşı dayanıklı bulunmayan binalar derhal kentsel dönüşüme alınmalıdır.

İmara yeni açılacak olan bölgelerde, özellikle 2017 yılında Erzincan Belediyesi sınırlarına dâhil edilen ve yönetimi merkez belediyeye verilen 9 belde ve 3 köy için gelen talepler doğrultusunda imar plan revizyonuna gidilmektedir. Yeni imar planı ile hem yapı stoğu güvenliğini korumak hem kentin yatay mimari özelliğini devam ettirmek gerekmektedir.

Acil toplanma ve geçici barınma alanlarına ulaşım sağlayacak ana yol genişliklerinin 15 m'den az, tali yol genişliklerinin ise 10 m'den az oldukları belirlenmiştir. Trafik yoğunluğu artırılmış senaryolardan elde edilen sonuçlara göre ana yolları destekleyecek, yeterli standartlara uygun yeni tali yolların imar planı dâhilinde açılması ihtiyacı oluşmuştur.

Yeni yapıların yola terk işlemi ile kısmi olarak genişlemesi gerçekleşmiş olan sokakların kalan

kısımlarının da genişletilmesi için imkânlar dâhilinde Erzincan Belediyesi'nin kamulaştırma yaparak işlemleri hızlandırması iyi bir seçenek olacaktır.

Mevcut acil toplanma ve geçici barınma alanlarının hem kapasitesinin hem de etki alanının yetersizliğinden dolayı gerekli alanın bir an önce belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Afet durumlarında acil toplanma ve geçici barınma alanlarının daha eşit dağılımlı olabilmesi, sosyal refah seviyesinin korunabilmesi için yapı sınırlamalarının, çekme mesafelerinin, yol düzenlemelerinin, sosyal donatı alanlarının, yeşil alan ve parkların, daha iyi planlanması büyük önem arz etmektedir.

Şehrin Doğu-Batı yönünde büyüyen yerleşim alanları ile acil durumlarda artacak olan trafik yoğunluğunun ihtimali göz önüne alındığında, tek alternatif ulaşım bağlantısının, yeni çevre yolu (E80 Karayolu) olduğu görülmüştür. Bu tek alternatifli risk ve bölgede yaşanabilecek bir afet durumunda özellikle lojistik, acil müdahale ve çevre illerden gelecek insani yardımlardan kaynaklanabilecek yoğunluklar da göz önüne alındığında şehir merkezini kuzeyden dolaşan ve devlet karayoluna bağlayan yeni bir çevre yolunun yapılması önerilmektedir.

Bilgilendirme

Bu çalışma, Erzincan Kent Merkezi Deprem Yapı Stoğu ve Ulaşım Altyapı Analizi (Mazlum, 2024) Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi'nin aynı yazar tarafından sunulan makale halidir.

Araştırmacıların katkı oranı

Yunus Emre Mazlum: Literatür taraması, Analiz, Veri tabanı oluşturma, Modelleme, **Halim Ferit Bayata:** Analiz modellemesi, Düzenleme; **Fatih İrfan Baş:** Düzenleme, **Muhammed Ali Çolak:** Düzenleme.

Çatışma Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

Ablanedo-Rosas, J.H., Gao, H., Alidaee, B. and Teng, W. (2009) "Allocation of Emergency and Recovery Centres in Hidalgo, Mexico", *International Journal Services Sciences*, 2, 206-215.

Başgöze, A. (2020) Erzincan'da Mevcut Binaların Bölgesel Afet Risk Dağılımının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

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.

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) (2010). World Disaster Report, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, Belgium.

Çınar, A. K., Akgün, Y. & Maral, H. (2018). Afet Sonrası Acil Toplanma ve Geçici Barınma Alanlarının Planlanmasındaki Faktörlerin İncelenmesi: İzmir-Karşıyaka Örneği. *Planlama*, 28(2), 179-200.

Demir, M., & Altaş, N. T. (2024). Kars kentinde deprem hasar risk potansiyeli taşıyan alanların CBS tabanlı AHP analizlerine dayalı olarak belirlenmesi. *Geomatik*, 9(1), 123-140.

Ekinci, R. (2018). Bitlis ve Yakın Çevresinin Afet Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Erdin, H. E., Aydın, M. B. S., Partigöç, N. S., Çelik, H. Z., Palazca, A. & Horoz, Ç. (2018). Kentiçi Yol Kademelenmesinin Afet Durumunda Toplanma Alanlarının Erişilebilirliğine Etkisi Açısından İrdelenmesi. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 9-1, 103-111.

Fan, C., Zhai, G., Zhou, S. & Zhang, H. (2017). Integrated Framework for Emergency Shelter Planning Based on Multihazard Risk Evaluation and Its Application: Case Study in China. *Natural Hazards Review*, 18(4).

FEMA 154 - ATC-21: Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook. (1988). Applied Technology Council. Federal Emergency Management Agency. Washington DC.

FEMA P-154: Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook. (2015). Third Edition. Applied Technology Council. Federal Emergency Management Agency. Washington DC.

Hoyois, P., Below, R., Scheuren, J. M., & Guha-Sapir, D. (2007). Annual disaster statistical review: numbers and trends. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), School of Public Health, Catholic University of Louvain, Brussels, Belgium.

Işık, E. (2013). Bitlis İli Yapı Stoğu Birinci Kademe (Sokak Tarama Yöntemi İle) Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(1), 173-178.

Işık, E., Karasin, İ. B., & Ulu, A. E. (2020). Eğimli Zeminlerde İnşa Edilen Betonarme Binaların Deprem Davranışlarının İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 162-170.

İlbank, (2022). Erzincan (Merkez) İmar Planına Esas Mikro Bölgeleme Etüt Raporu, Yüksek İnşaat, Yerbis Barkod No:20001300052331, Erzincan Belediye Başkanlığı, 33.

Kaya, Y. (2018). İklim değişikliğine karşı kentsel kırılabilirlik: İstanbul için bir değerlendirme. *International Journal of Social Inquiry*, 11(2), 219-257.

Konstantinidou, M., Kepaptsoglou, K., & Karlaftis, M. (2014). Transportation network post-disaster planning and management: a review part I: post-disaster transportation network performance. *International journal of transportation*, 2(3), 1-16.

Kuşçu, İ., Kopar, İ., & Bakırtaş, İ. (2019). Erzurum ilinde (Türkiye) 1907-2018 yılları arasında kaydedilen $M \geq 3.0$ depremlerin mekânsal analizi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(4), 1607-1624.

Liu, L., Lin, Y., & Wang, S. (2014). Urban design for post-earthquake reconstruction: A case study of Wenchuan County, China. *Habitat International*, 41, 290-299.

Manav, Y. (2007). Depremde Oluşacak Bina Hasarlarının Envanter Bilgilerine Dayalı Tahmini ve Coğrafi Bilgi

- Sistemleri (CBS) Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Mazlum, Y. E., (2024). Erzincan Kent Merkezi Deprem Yapı Stoğu ve Ulaşım Altyapı Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Okuyucu, D., Savaş, G. K., Gedik, B., Şuşarlıoğlu, M. F., & Kara, T. (2018). Sokaktan tarama yöntemiyle binaların bölgesel deprem risk dağılımının belirlenmesi: Erzurum–Yenişehir örneği. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 30(1), 219-231.
- Özkazanç, S., Siddiqui, S. D., & Güngör, M. (2020). Sensitivity analysis of earthquake using the analytic hierarchy process (AHP) method: Sample of Adana. *İdealkent*, 11(30), 570-591.
- Partigöç, N. S., & Dinçer, C. (2024a). The Multi–Disaster risk assessment: A-GIS based approach for İzmir City. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 9 (1), 61-76
- Partigöç, N. S., & Dinçer, C. (2024b). Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı afet risk analizi: Denizli ili örneği, *Geomatik*, 9 (1), 27-44
- Siyahi, B., Çetin, K. Ö., & Bilge, H. T. (2013). Geoteknik deprem mühendisliği açısından zemin-temel-yapı etkileşimine kritik bakış. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 484, 41-50.
- Sohn, J. (2006). Evaluating the significance of highway network links under the flood damage: An accessibility approach. *Transportation research part A: policy and practice*, 40(6), 491-506.
- Sönmezer, Y. B. (2016). Kırıkkale Şehir Merkezinin Deprem Riski Analizi ve Sismik Mikrobölgelemesi, Doktora Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sucuoğlu, H. (2007). Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemi ile Belirlenmesi. *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye*, 267-283.
- Sucuoğlu H, Yazgan U and Yakut A. (2007). A screening procedure for seismic risk assessment in urban building stocks. *Earthquake Spectra*. **23**. 441-458.
- Şentürk, E., & Erener, A. (2017). Determination of temporary shelter areas in natural disasters by gis: A case study, Gölcük/Turkey. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 2(3), 84-90.
- URL-1:
https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/turkiye_de_afetler.pdf Accessed date: 20 Mayıs 2024
- URL-2: <https://www.afad.gov.tr> Accessed date: 20 Mayıs 2024
- URL-3:
<https://www.google.com/maps/@39.543283,39.5231445,9z?entry=ttu> Accessed date: 18 Eylül 2023
- URL-4: <https://www.afad.gov.tr/turkiye-deprem-tehlike-haritasi> Accessed date: 22 Haziran 2024
- URL-5:
<https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/doc/diri>

- _fay_haritalari/erzincan.pdf Accessed date: 20 Mayıs 2024
- URL-6: <https://www.csb.gov.tr> Accessed date: 03 Haziran 2023
- URL-7:
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Kasim-2023> Accessed date: 10 Ocak 2024

