



Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

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



Araştırma Makalesi

Riskli Yapıların Tespitinde Sokak Tarama Yöntemi Sınır Değerlerinin İrdelenmesi ve Yazılım Entegrasyonu Altyapısının Geliştirilmesi

Vesile Hatun AKANSEL ^{*1} Osman KAYA ², Ebru HARMANDAR ²

^{*1} Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06010, Ankara, Türkiye

² Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 48000, Muğla, Türkiye

*Sorumlu yazar e-posta: vhakansel@aybu.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, geçmiş depremlerde hasar görmüş betonarme (BA) ve yığma binalara ait saha verileri ile Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RYTEİE, 2019) kapsamında uygulanan sokak tarama yöntemiyle hesaplanan performans puanları ilişkilendirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, sokak tarama yöntemi ile elde edilen performans puanlarının deprem risk önceliklendirmesinde kullanılabilmesine yönelik ampirik sınır değerlerin belirlenmesidir. Bu kapsamda, 24 Ocak 2020 Elazığ ve 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde hasar görmüş binalardan oluşturulan veri setleri kullanılarak performans puanları ile gözlemlenen hasar durumları karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, sokak tarama yönteminin özellikle ağır hasar potansiyeli yüksek yapıların öncelikli olarak belirlenmesinde etkili olduğu, orta ve az hasarlı yapı gruplarında ise belirsizliklerin arttığı görülmüştür. Ayrıca, belirlenen sınır değerlerin uygulamada kullanılabilmesini sağlamak amacıyla coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı bir yazılım altyapısına entegrasyon gerçekleştirilmiştir. Çalışma, sokak tarama yönteminin risk önceliklendirme amacıyla kullanımına yönelik güçlü ve sınırlı yönlerini ortaya koyarak, yerel yönetimler için karar destek niteliğinde bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deprem Risk Önceliklendirmesi, Sokak Tarama Yöntemi, Betonarme ve Yığma Binalar, RYTEİE, Coğrafi Bilgi Sistemleri

Threshold Evaluation for the Walk-Down Survey Ranking Method in Risky Building Identification and Development of a Software Integration Infrastructure

Abstract: This study investigates the relationship between field data obtained from reinforced concrete (RC) and masonry buildings damaged during past earthquakes and the performance scores calculated using the walk-down survey method defined in the Principles of Risky Buildings Identification (PRBI, 2019). The main objective of the study is to examine empirical threshold values that can be used for earthquake risk prioritization based on performance scores derived from the walk-down survey method. For this purpose, building data sets compiled from the January 24, 2020 Elazığ earthquake and the February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquakes were analyzed by comparing observed damage states with calculated performance scores. The results indicate that the walk-down survey method is effective in identifying buildings with high potential for severe damage, while greater uncertainty is observed for buildings with moderate and slight damage levels. In addition, to support practical implementation, the proposed threshold values were integrated into a geographic information systems (GIS)-based software infrastructure. The study provides a decision-support framework for local authorities by highlighting the strengths and limitations of the walk-down survey method for large-scale earthquake risk prioritization.

Keywords: Earthquake Risk Prioritization, Walk-Down Survey Method, Reinforced Concrete and Masonry Buildings, RYTEİE, Geographic Information Systems

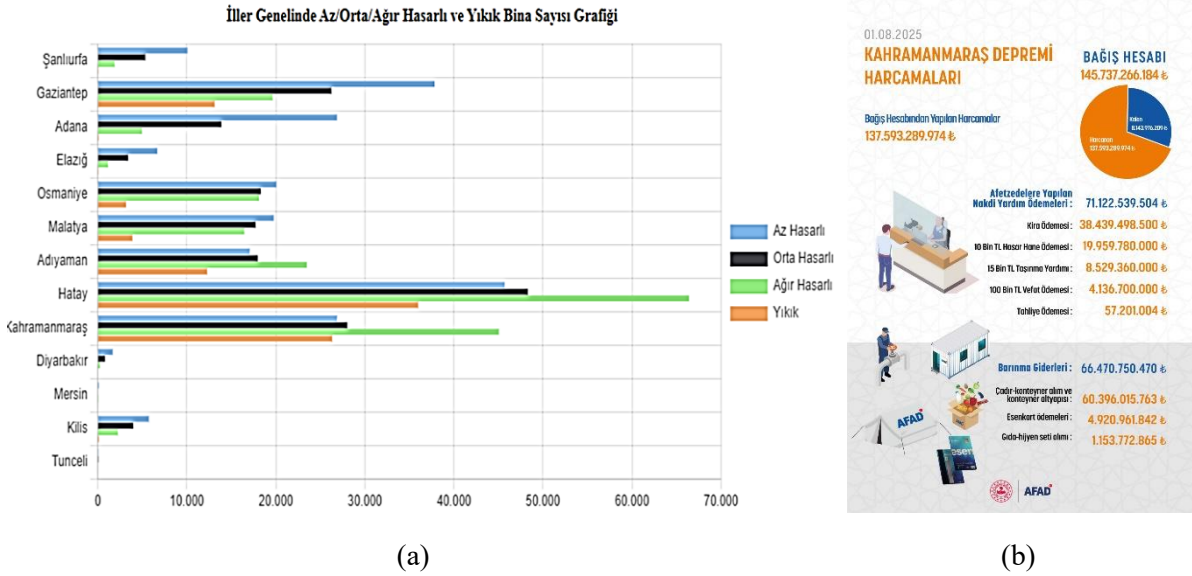
Gönderilme Tarihi: 24.10.2025

Kabul Tarihi: 12.02.2026

Nasıl atıf yapılır: Akansel, V., H., Kaya, O., Harmandar E. (2026). Riskli Yapıların Tespitinde Sokak Tarama Yöntemi Sınır Değerlerinin İrdelenmesi ve Yazılım Entegrasyonu Altyapısının Geliştirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 31, 284-308 <https://doi.org/10.53433/yyufbed.1809982>

1. Giriş

Ülkemiz, deprem açısından sismik olarak aktif bir bölgede yer almakta olup; bina stoğunun büyük ölçüde eski olması, malzeme kalitesindeki yetersizlikler ile uygulama ve kullanım hataları nedeniyle ekonomik kayıplar ve can kayıpları açısından yüksek risk taşımaktadır. Özellikle 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş yapılarda bu risk daha da fazladır. Yakut ve ark. (2012); Sucuoğlu ve Yazgan (2007), Pujol ve ark. (2024) çalışmaları bu savı desteklemektedir. En son meydana gelen 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş Pazarcık, Elbistan Depremleri bu risk senaryosunu kanıtlar niteliktedir. Bu depremler sonucunda 58,039 yıkık/acil yıkılacak bina, 205,534 ağır hasarlı bina hasar tespit raporunda belirtilmiştir (AFAD, 2023). Bu depremlerden Kahramanmaraş, Hatay, Gaziantep, Malatya, Adıyaman, Şanlıurfa, Diyarbakır, Adana, Osmaniye, Kilis ve Elazığ olmak üzere 11 il ciddi şekilde zarar görmüş ve depremler nedeniyle 50,738 kişi hayatını kaybederken, 115,353 kişi yaralanmıştır. Meydana gelen can ve mal kaybı sebebiyle en büyük deprem olan 1939 Erzincan Depremi (Mw 7.9) ile 1999 Kocaeli (Mw 7.6) depremlerinden daha fazla kayıp meydana gelmiştir. Şekil 1’de iller genelinde meydana gelen hasar dağılımları verilmiştir (AFAD, 2023).



Şekil 1. (a) 06 Şubat Kahramanmaraş depremlerinde farklı illerde meydana gelen hasar dağılımı (AFAD, 2023); (b) Yapılan harcamalar (AFAD, afad.gov.tr, 2025)

Depremlerin afetlere, büyük yıkımlara veya felaketselere, dönüşmemesi için yapılabilecek çalışmalar elbette mevcuttur. “Kyoto Protokolü” (Kyoto Protocol, 1997) ve “Sendai Afet Risk Azaltma Çerçeve programı” (UNISDR, 2015) ile Türkiye’nin de içinde bulunduğu birçok dünya ülkesi, değişen iklim şartlarından dolayı, ülkelerinde bulunan riskleri 2030 yılına kadar belirlemek ve bunları azaltmak için gerekli eylem planlarını hazırlamak zorundadırlar. Temel prensip tehlikelere karşı dirençli şehirlerin ve ülkelerin oluşturulmasıdır. Çünkü afete dönüşen bir tehlike, telafisi güç maddi ve manevi kayıplara yol açmaktadır (AFAD, 2023). Nitekim AFAD’ın resmi web sitesindeki güncel rakamlara göre yaklaşık 138 Milyar TL ekonomik kayıp sadece bağış hesapları kullanılarak yapılan harcamalardır (AFAD, afad.gov.tr, 2025) (Şekil 1).

AFAD, 2020 yılında “İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) Hazırlama Kılavuzu” (İRAP, 2020) yayınlamıştır ve 8 Temmuz 2022 tarihli 31890 sayılı Resmi Gazete’de ilan edilen Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP) ile uluslararası ölçekte dahil olunan çerçeve programlarını (UNISDR, 2015) ulusal ölçekte (İRAP, 2020) uygulanabilir seviyeye çekmiştir.

RYTEİE (2019) yönetmeliği EK-A; “Bölgesel risk durumunun tanımlanmasında kullanılacak yöntemler, bilim ve tekniğin gereği istatistiksel olarak anlamlı sayıda bina ihtiva eden alanlarda uygulanabilir ve tekil binada risk değerlendirme amaçlı olarak kullanılamaz.” ibaresi ile başlamaktadır. Bu nedenle amacımız risk önceliklerinin belirlenmesini sağlamaktır. Birinci kademe tespit yöntemi olarak değerlendirdiğimiz “Sokak Tarama Bilgi Formları” kullanılarak binalarda bulunan olumsuz teknik özellikler dikkate alınarak hesaplamalar yapılır. Bu yöntem bir sıralama gerçekleştirdiğinden dolayı risk önceliğinin belirlenmesi için bir sınır değeri önerisinde bulunmaz.

Bu çalışmada, TARAP kapsamında Muğla ilinde bulunan binaların deprem riskleri, **(RYTEİE, 2019)** Ek-A’da bulunan betonarme ve yığma binalar için bölgesel risk tespiti için önerilen sokak tarama yöntemine göre belirlenmiştir. RYTEİE (2019) sokak tarama yöntemi için 06 Şubat Pazarcık ve Elbistan Kahramanmaraş depremlerinde hasar gören binalar dikkate alınarak veri seti oluşturulmuştur. Hasarlı binalar için veri seti, literatürde bulunan çalışmalar ve 06 Şubat Pazarcık-Elbistan, Kahramanmaraş Depremleri sonrasında yapılan saha çalışması sonuçlarından derlenmiştir. Veri seti; betonarme binalar için literatürde bulunan saha çalışmaları **(Pujol ve ark. 2024)** ve yığma binalar için ise 3-5 katlı binalar için Türkiye özelinde geliştirilmiş yöntemler **(Coskun ve ark. 2020; Sahmaran ve ark. 2021)** dikkate alınarak desteklenmiştir. Her bina yazarlar tarafından tek tek incelenmiş ve güvenilir bir veri seti oluşturulmuştur. Muğla Büyükşehir Belediyesi için algoritmalar geliştirilmiş ve saha çalışmaları için altyapı çalışması tamamlanmıştır. Muğla Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Müdürlüğü bünyesinde, ArcGIS programına yapılacak entegre uygulamanın altyapısı hazırlanmış ve uygulamanın gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

2. Literatür Taraması

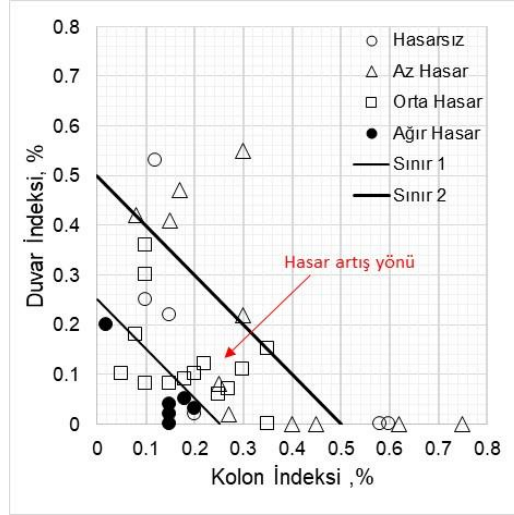
Literatürde, yapı stoklarının ön değerlendirmesi için gerçekleştirilen birçok çalışma bulunmaktadır. Riskli binaların tespiti, özellikle yapı stoğunun çok fazla olduğu ve hızlı karar mekanizmalarının oluşturulmasının zorunlu olduğu durumlarda, sokak tarama yöntemi gibi basitleştirilmiş değerlendirme yaklaşımlarını gerekli kılmaktadır. Bu kapsamda, RYTEİE (2019) Ek-A’da yer alan sokak tarama yöntemi ile Amerika Birleşik Devletleri’nde kullanılan ATC-21 yöntemi, potansiyel olarak riskli binaların ayrıntılı analizlere gerek duyulmadan, kısa sürede ön değerlendirmeye tabi tutulmasına olanak sağlamaktadır. Yönteme göre inceleme, veri toplama ve karar verme süreci sahada gerçekleştirilir ve bina başına harcanan süre yaklaşık olarak ortalama 15 ila 30 dakikadır. Her iki yönetmelikte de **(RYTEİE, 2019; ATC-21, 2002)** benzer yöntemler ve formlar kullanılmaktadır.

Risk önceliklendirmesi için ön değerlendirme çalışmalarını sınıflandırıldığında sokak tarama yöntemini 1. Kademe; kolon, perde alan bilgisi, beton dayanımı, sargılı donatı mevcut olma durumu gibi ek bilgiler gerektiren yöntemler 2. Kademe olarak değerlendirilebilir. 3. Kademe ise detaylı performans analizleri ile yapının RYTEİE (2019) ya da TBDY (2018)’ne göre istenen performans düzeyini sağlayıp sağlamadığının lineer olmayan nümerik modeller ile hesaplanmasına dayanmaktadır. 2. ve 3. kademe analizleri daha detaylı çalışma gerektirmesi sebebiyle daha fazla zamana ve ekonomik bütçeye ihtiyaç duyar. Bu nedenle kademeli bir risk değerlendirme stratejisi incelemesi hem zaman hem de bütçe olarak kolaylık sağlayacaktır. Bu minvalde, bu çalışma 1. kademe olarak sınıflandırdığımız sokak tarama yöntemine yöneliktir.

Literatürde, ön değerlendirme yöntemleri için çeşitli çalışmalar mevcuttur. Hassan ve Sozen (1997) deprem bölgelerinde az katlı binaların sismik zarar görülebilirlik değerlendirmesi üzerine çalışmalar yapmıştır. 1968 Tokachi-Oki depreminden sonra Shiga, Schibata ve Takahashi tarafından kullanılan risk değerlendirme yöntemini (SST) 1992 Erzincan depreminden sonra yeniden uyarlamışlardır. Yöntem yalnızca yapısal elemanların boyutlarını, kolon ve duvar indekslerini kullanmaktadır. Beklenen deprem hasar seviyesi tahmini, duvar ve kolon indekslerine göre elde edilmektedir. Şekil 2’de yönteme ait önerilen grafik sunulmuştur **(Hassan ve Sozen, 1997)**.

Sucuoğlu ve ark. (2007) kentsel yerleşimlerinde bulunan betonarme binalar için bir risk değerlendirme yöntemi geliştirmiştir. Sokak tarama yöntemi adı verilen yöntemle Fatih ilçesinde 16,523 betonarme bina incelenmiştir. Bu metod, orta yükseklikteki (1-6 katlı) betonarme binaları

kapsamaktadır. Metodun uygulanması ise şu şekilde gerçekleştirilmiştir: Veriler toplanıp değerlendirilmiş, her bina için bir performans skoru hesaplanmıştır. Bu skorlar binaların buldukları konumda beklenen deprem şiddetine ve binaların depremde beklenen performanslarına bağlı olarak risk önceliklerini belirlemekte kullanılmıştır. Performans skorunun değeri çoklu doğrusal regresyon analizi ile türetilen ortalama değer fonksiyonundan elde edilmiştir. Bu fonksiyonun oluşturulmasında, 1999 Düzce depremi sonrasında yapılan saha çalışmalarından derlenen ve 454 binayı kapsayan bir veri tabanı kullanılmıştır (Sucuoğlu ve ark., 2007).



Şekil 2. Kolon ve duvar indeksi - hasar ilişkisi (Hassan ve Sozen, 1997 çalışmasından alınmıştır.)

Özkaynak ve Özbay (2018), sokaktan görsel tarama metoduyla İstanbul Esenler ilçesinde bulunan 160 adet orta yükseklikteki betonarme binanın deprem güvenliğini belirlemek için çalışmalar yapmıştır. Bu çalışma, İstanbul'da bulunan mevcut yapıların deprem güvenliğine göre sınıflandırılması açısından önemli sonuçlar elde edilmiştir. Kat adedinin, yapının potansiyel risk seviyesini en düşükten en yükseğe değiştirebilen bir anahtar parametre olduğu sonucuna varılmıştır. Söz konusu yöntem, daha detaylı deprem riski değerlendirmesi için önceliğin belirlenmesi amacıyla binaların performans puanlarını tahmin etmekte kullanılabilir (Özkaynak ve Özbay, 2018).

Işık (2013), Bitlis ili, Merkez ilçesinde bulunan betonarme yapı stoğunun 1. Kademe değerlendirmesini Sucuoğlu ve ark. (2007) tarafından önerilen yöntem ile gerçekleştirmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, Bitlis için yapılan 1. Kademe değerlendirmede tüm mahallelerde incelenen 324 betonarme yapının deprem puanları dikkate alındığında; binaların %63'ü birinci öncelikli; %18'i ikinci öncelikli ve %19'u üçüncü öncelikli olarak incelenecek yapı grubuna ayırmıştır (Işık, 2013; Sucuoğlu ve ark., 2007). Okuyucu ve ark. (2018) Erzurum, Yenişehir için risk tespiti çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlarla riskli bina stoğunu skollara göre sınıflandırmışlar ve %10'luk dilimi yüksek riskli olarak belirlemişlerdir.

Yakut (2004) ve Yakut ve ark. (2012) depremde hasar gören yapı stoğu için iki farklı risk tespiti metodu geliştirmişlerdir. Yakut (2004) çalışmasında geliştirdiği metotla, işçilik kalitesini, malzeme özelliklerini ve yapısal elemanların kesme kuvvetlerini dikkate alarak binanın can güvenliği performans seviyesini ilgili mevzuata göre sağlayıp sağlamadığı hakkında bilgi vermektedir.

Coşkun ve ark. (2020) tarafından geliştirilen ve Şahmaran ve ark. (2021) tarafından güncellenen yöntem, ülke genelinde Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY, 2018) ve T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayımlanan RYTEİE (2019) kapsamında incelenmiş sayısal bina verilerinin, görsel bina özellikleriyle birlikte istatistiksel olarak değerlendirilmesine dayanmaktadır. Bu yöntem, ülkemizde mevcut yapı stoğunun büyük bir bölümünü oluşturan betonarme ve yığma taşıyıcı sisteme sahip binalar için geliştirilmiştir (Coşkun ve ark., 2020; Şahmaran ve ark., 2021).

Yığma yapılar için ayrıntılı analizler ve makine öğrenmesi algoritmalarının da kullanıldığı Coşkun ve Aldemir (2023), Şahmaran ve ark. (2021), Ceran (2010) ve SERAMAR proje raporu incelenmiş; saha verilerindeki eksiklikler Coşkun ve Aldemir (2023) çalışmasında önerilen yöntem ile giderilmiştir. Ayrıca, Akansel ve ark. (2023) tarafından geliştirilen metodoloji ile binalara ait hasar tahminleri değerlendirilmiş ve performans puanları ile hasar indeksi arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Bu proje kapsamında betonarme binalar için, Yakut ve ark. (2012) çalışmaları ön değerlendirme yöntemi olarak dikkate alınmış; ayrıca, RYTEİE (2019) EK-A'da istenilen parametreler ile uyumlu olduğu için Şahmaran ve ark. (2021) tarafından yapılan güncellemeler de göz önünde bulundurulmuştur.

3. Ön Değerlendirme Yöntemleri

3.1 1. Kademe: RYTEİE (2019) sokak tarama yöntemi

En basit ve en hızlı yöntem olan “Sokak Tarama Yöntemi” sadece binanın görsel olarak belirlenebilen teknik özelliklerini dikkate almaktadır. Hızlı değerlendirme tekniklerinin amacı, daha detaylı araştırma gerektiren, olması muhtemel en büyük deprem senaryosu altında hasar görme ihtimali yüksek binalara odaklanılmasını sağlamaktır. RYTEİE (2019) Ek-A'da da önerilen bu yöntem, mevcut betonarme binalar ve yığma binalar için uygulanmaktadır. Bölgesel risk dağılımı hakkında bilgi vermektedir. Her bina için yapısal sistem türü, kat adedi, bina görsel kalitesi, yumuşak kat/zayıf kat, düşeyde düzensizlik, ağır çıkmalar, planda düzensizlik, kısa kolon etkisi, yapı nizamı, tabii zemin eğimi, deprem tehlike bölgeleri ve coğrafi koordinat verileri derlenmiştir. Şekil 3'te, Muğla ili Emirbeyazıt Mahallesi'nde bulunan bazı binalardan alınan fotoğraflar üzerinden yumuşak kat (Şekil 3c), ağır çıkma (Şekil 3a ve 3c) ve bitişik nizam (Şekil 3b) gibi teknik olumsuzluklar gösterilmektedir.



Şekil 3. Muğla, Emirbeyazıt mahallesinden temsili seçilen binalar, (a) Yumuşak kat, (b) Bitişik nizam, (c) Ağır çıkma

RYTEİE (2019); yürürlükte olan Türkiye Deprem Tehlike Haritası dikkate alınarak binanın bulunduğu lokasyonun depremselliğine ait gerekli (S_s , S_l , T_A , T_B , PGA , PGV , Zemin Sınıfı) hesaplamaları yapmaktadır. Çizelge 1'e göre belirlenen tehlike bölgeleri dikkate alınmaktadır. RYTEİE (2019)'a göre taşıyıcı sistem türüne, kat sayısına ve tehlike bölgesine bağlı olarak her bina için bir Taban Puanı ve Yapısal Sistem Puanı tanımlanır. Binanın teknik özelliklerinde görünen olumsuzluklar için olumsuzluk parametreleri (O_i) atanır. Bu tespitlere karşılık gelen olumsuzluk parametre değerleri “1” ve “0” olarak tanımlanmış, görünen kalite değerlendirmesi ise iyi için “0”, orta için “1” ve kötü için “2” olacak şekilde derecelendirilmiştir (RYTEİE, 2019). Saha çalışmasında Şekil 4'te sunulan form betonarme binalar için ve Şekil 5'te verilen form ise yığma yapılar için bilgilerin toplanmasında verilen bilgilendirme resimleriyle birlikte kullanılmaktadır.

Tehlike bölgesinin belirlenmesinde Çizelge 1 esas alınmakta olup, RYTEİE (2019)'da tanımlanan bina kullanım amacına bağlı olarak DD2 (50 yılda aşılma olasılığı %10 ve yaklaşık 475 yıl tekerrür periyoduna sahip Tasarım Depremi) ile DD1 (50 yılda aşılma olasılığı %2 ve yaklaşık 2475 yıl tekerrür periyoduna sahip En Büyük Olası Deprem) düzeyleri dikkate alınmaktadır. Konut ve iş yerleri için DD2; kamu, hastane, okullar ve toksik patlayıcı bulunan binalar için DD1 göz önünde

bulundurulmakta ve bu binalar için DD1 S_{DS} değerinin, DD2 seviyesinden gelen S_{DS} değerinin 1.5 katından küçük olmaması beklenmektedir. Bunun olması durumunda S_{DS} değerinin 1,5 katı alınmaktadır.

BETONARME BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU	
BİNA KİMLİK BİLGİLERİ	
BİNA KİMLİK NO	Tarih: _____
İL	Sıra: _____
İLÇE	
MAHALLE	
CADDE / SOKAK	
DIŞ KAPI NO	
BİNA ADI	
PAFTA	
ADA	
PARSEL	
UAVT BİNA KODU	
BİNANIN TAHMİNİ YAŞI	
COĞRAFI KOORDİNATLARI	
ENLEM: _____	BOYLAM: _____
YAPI KULLANIM TÜRÜ <input type="checkbox"/> KONUT <input type="checkbox"/> TİCARET <input type="checkbox"/> SANAYİ <input type="checkbox"/> KAMU <input type="checkbox"/> METRUK	
BİNA TEKNİK BİLGİLERİ	
YAPISAL SİSTEM TÜRÜ	<input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE <input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE VE PERDE
SERBEST KAT ADEDİ (N _{sk})	
BİNA GÖRSEL KALİTESİ	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> ORTA <input type="checkbox"/> KÖTU
YUMUŞAK KAT / ZAYIF KAT	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
AĞIR ÇIKMALAR	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
PLANDA DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
KISA KOLON ETKİSİ	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK
YAPI NİZAMI	<input type="checkbox"/> AYRIK <input type="checkbox"/> BİTİŞİK <input type="checkbox"/> KÖŞEDE BİTİŞİK
BİTİŞİK BİNALARLA DÖŞEME SEVİYESİ	<input type="checkbox"/> AYNI <input type="checkbox"/> FARKLI
TABİİ ZEMİN EĞİMİ	<input type="checkbox"/> DÜZ <input type="checkbox"/> EĞİMLİ (Eğim > 30°)
ZEMİN SINIFI	<input type="checkbox"/> ZA <input type="checkbox"/> ZB <input type="checkbox"/> ZC <input type="checkbox"/> ZD <input type="checkbox"/> ZE
NOT:	

BETONARME BİNA FORMU İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR

YAPISAL SİSTEM TÜRÜ

BETONARME ÇERÇEVE (BAÇ) BETONARME ÇERÇEVE VE PERDE (BAÇP)

SERBEST KAT ADEDİ (N_{sk})

SEKİL 1 SEKİL 2
N_{sk} = 4 N_{sk} = 4

SEKİL 3 SEKİL 4 SEKİL 5
N_{sk} = 5 N_{sk} = 5 N_{sk} = 5

ZAYIF/YUMUŞAK KAT

ZAYIF/YUMUŞAK KAT YOK ZAYIF/YUMUŞAK KAT VAR

DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK DURUMU

KONSOL UCUNA OTURAN KOLON DÜŞEYDE HİYVAM ETMEYEN KOLON KOLON ÜZERİNE OTURAN PERDE DÜŞEYDE FARKLI PERDE

AĞIR ÇIKMA DURUMU **KISA KOLON DURUMU**

AĞIR ÇIKMA VAR AĞIR ÇIKMA YOK AĞIR ÇIKMA YOK KISA KOLON VAR

PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMU

DÜZGÜN DÜZENLİ GİRİNTİLİ DÜZENLİ YAMUK DÜZENLİ 1. SIKLIĞI DÜZENLİ FAZLA GİRİNTİLİ DÜZENLİ

YAPI NİZAM DURUMU

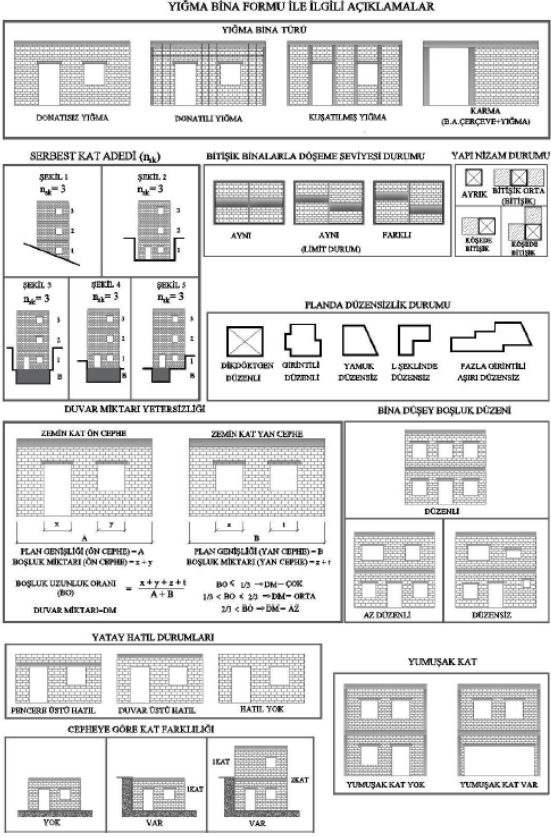
AYRIK BİTİŞİK ORTA (BİTİŞİK) KÖŞEDE BİTİŞİK KÖŞEDE BİTİŞİK

BİTİŞİK BİNALARLA DÖŞEME SEVİYESİ DURUMU

AYNI AYNI (LİMIT DURUM) FARKLI

Şekil 4. Betonarme binalar için bilgi toplama formu (RYTEİE, 2019)

YIĞMA BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU		Tarih:
BİNA KİMLİK BİLGİLERİ		Sıra:
BİNA KİMLİK NO		
İL		
İLÇE		
MAHALLE		
CAZDE / SOKAK		
DİŞ KAPI NO		
BİNA ADI		
PAFTA		
ADA		
PARSEL		
UAVT BİNA KODU		
BİNANIN TAHMİNİ YAŞI		
COĞRAFI KOORDİNATLARI	ENLEMLER: _____ BOYLAM: _____	
YAPTI KULLANIM TÜRÜ	<input type="checkbox"/> KONUT <input type="checkbox"/> TİCARİET <input type="checkbox"/> SANAYİ	
	<input type="checkbox"/> İKAMU <input type="checkbox"/> METRİK	
BİNA FOTOGRAFİ (BİNANIN ÖN CEPHESİNDEN VE BİNAYI TEMSİL EDEBİLECEK NET BİR FOTOĞRAF OLMALI)		
BİNA TEKNİK BİLGİLERİ		
TAÇIHO DUVAR TİPİ	<input type="checkbox"/> DOLU TUĞLA <input type="checkbox"/> DOLU BRİKET <input type="checkbox"/> TAŞ DUVAR <input type="checkbox"/> BOŞLUKLU BRİKET	
	<input type="checkbox"/> DÖŞEY DEĞİMLİ TUĞLA <input type="checkbox"/> SAZ BETON <input type="checkbox"/> KERPEÇ <input type="checkbox"/> YATAY DEĞİMLİ TUĞLA	
YIĞMA BİNA TÜRÜ	<input type="checkbox"/> DONATISIZ YIĞMA <input type="checkbox"/> KUSATILMIŞ YIĞMA	
	<input type="checkbox"/> DONATILI YIĞMA <input type="checkbox"/> KARMA (YIĞMA + B.A.)	
SERBEST KAT ADEDİ (n _k)		
YAPTI NİZAMI	<input type="checkbox"/> AYRIK <input type="checkbox"/> BİTİŞİK ORTA <input type="checkbox"/> BİTİŞİK KÖŞE	
BİTİŞİK BİNA İLE DÖŞEME SEVİYESİ	<input type="checkbox"/> AYNI <input type="checkbox"/> FARKLI	
YIĞMA DUVAR MALZEME KALİTESİ	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> ORTA <input type="checkbox"/> KÖTÜ	
YIĞMA DUVAR İÇİKLÜĞÜ	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> ORTA <input type="checkbox"/> KÖTÜ	
MEVCUAT HASAR	<input type="checkbox"/> YOK <input type="checkbox"/> VAR	
PLANDA DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> DÜZENLİ <input type="checkbox"/> DÜZENSİZ <input type="checkbox"/> AĞIRI DÜZENSİZ	
YATAY HATLILIK	<input type="checkbox"/> FENCENE ÖSTÜ <input type="checkbox"/> DUVAR ÖSTÜ <input type="checkbox"/> YOK	
ZEMİN KAT PLAN GENİŞLİĞİ (ÖN CEPHE) (m)	ZEMİN KAT BOŞLUK MİKTARI (ÖN CEPHE) (m)	
ZEMİN KAT PLAN GENİŞLİĞİ (YAN CEPHE) (m)	ZEMİN KAT BOŞLUK MİKTARI (YAN CEPHE) (m)	
DÖŞEY BOŞLUK DÜZENSİZLİĞİ	<input type="checkbox"/> DÜZENLİ <input type="checkbox"/> AZ DÜZENLİ <input type="checkbox"/> DÜZENSİZ	
CEPHEYE GÖRE KAT FARKLILIĞI	<input type="checkbox"/> YOK <input type="checkbox"/> VAR	
YUMUŞAK KAT / ZAYIF KAT	<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> YOK	
DÖŞEME TİPİ	<input type="checkbox"/> BETONARME <input type="checkbox"/> ANPAŞ <input type="checkbox"/> VOLTO	
HARÇ MALZEMESİ	<input type="checkbox"/> ÇİMENTO <input type="checkbox"/> KİREÇ <input type="checkbox"/> ÇAMUR <input type="checkbox"/> YOK	
DUVAR DUVAR BAĞLANTILARI	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> KÖTÜ	
DUVAR DÖŞEME BAĞLANTILARI	<input type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> KÖTÜ	
ÇATI MALZEMESİ	<input type="checkbox"/> KİREMIT <input type="checkbox"/> BETON <input type="checkbox"/> SAC <input type="checkbox"/> TOPRAK	
ZEMİN SINIRI	<input type="checkbox"/> İA <input type="checkbox"/> İB <input type="checkbox"/> İC	
NOT:		



Şekil 5. Yığma binalar için veri toplama formu (RYTEİE, 2019)

Çizelge 1. Deprem tehlike bölgeleri ((RYTEİE, 2019), Çizelge A.2)

Tehlike Bölgesi	S _{DS}	Zemin Sınıfı
I	S _{DS} ≥ 1.0	ZC / ZD / ZE
II	S _{DS} ≥ 1.0	ZA / ZB
	1.0 ≥ S _{DS} ≥ 0.75	ZC / ZD / ZE
III	1.0 ≥ S _{DS} ≥ 0.75	ZA / ZB
	0.75 ≥ S _{DS} ≥ 0.50	ZC / ZD / ZE
IV	0.75 ≥ S _{DS} ≥ 0.50	ZA / ZB
	0.50 ≥ S _{DS}	Tüm Zeminler

RYTEİE (2019) sokak tarama yöntemi bir sıralama yöntemi olup, her bina için bir performans puanı (PP) hesaplamaktadır (Denklem (1)).

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

Denklem (1)'de TP: taban puanını, O_i: teknik olumsuzluk durumunun var olup olmamasını, OP_i: olumsuzluk parametre puanını ve YSP: yapısal sistem puanını temsil etmektedir. YSP yığma yapılar için "0" puandır. Yöntem, 7 kata kadar olan binalar üzerinde doğruluk oranı daha yüksek olarak tanımlanmış ve uygulanması önerilmiştir. Farklı kat yüksekliklerine ve tehlike bölgesine bağlı TP, YSP, OP_i değerleri RYTEİE (2019)'dan incelenebilir (RYTEİE, 2019).

3.2 2. Kademe ön değerlendirme yöntemleri

Literatürde bulunan ve Türkiye için geliştirilen ön değerlendirme yöntemleri bu çalışmada dikkate alınmıştır. Bu yöntemler, Yakut ve ark. (2012)'nin Düzce deprem verilerini dikkate alarak geliştirdikleri ön değerlendirme yöntemi ile Coskun ve ark. (2020)'nin kamu binalarını baz alarak gerçekleştirilmiş ve aynı yıl içinde meydana gelen Elazığ depremi sonrası güncellenen yöntemi dikkate alınmıştır (Şahmaran ve ark., 2021).

Yakut ve ark. (2012), Düzce depremi sonrasında oluşturulan hasarlı bina veri tabanından elde edilen regresyon analizi katsayılarını kullanarak, İstanbul'daki bina stoğu için EPS (beklenen performans puanı)'nın hesaplanmasını amaçlamışlardır (Denklem (2)). AQ : görünür kalite, SS : yumuşak kat (soft story), HO : ağır çıkma (heavy overhang) teknik olumsuzluk durumları tespit edilip, var olmaları durumunda “-1”, olmamaları durumunda ise “0” alınır. Sadece görünür bina kalitesi (AQ), “-1”, “0” ve “1” değerleri ile işleme dâhil edilir. Denklem (2)'deki (β) değerleri ise regresyon analizi sonucunda elde edilen katsayılarıdır ve Denklem (3) eşitliğini minimize eden en küçük katsayıları elde edilir. (β) değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. OPS , gözlemlenen hasar için Yakut ve ark. (2012), Sucuoğlu ve ark. (2007) tarafından 1999 Düzce Depreminde meydana gelen hasarlar için sırasıyla az hasar, orta hasar, ağır hasar ve göçme seviyelerine karşılık gelen “100”, “80”, “50”, ve “0” değerleri kullanmıştır.

$$E(PS|SS = ss, AQ = aq, HO = ho) = EPS = \hat{\beta}_o + \hat{\beta}_{SS}(ss) + \hat{\beta}_{AQ}(aq) + \hat{\beta}_{HO}(ho) \quad (2)$$

$$\Delta^2 = \sum_{i=1}^n (OPS_i - EPS_i)^2 \quad (3)$$

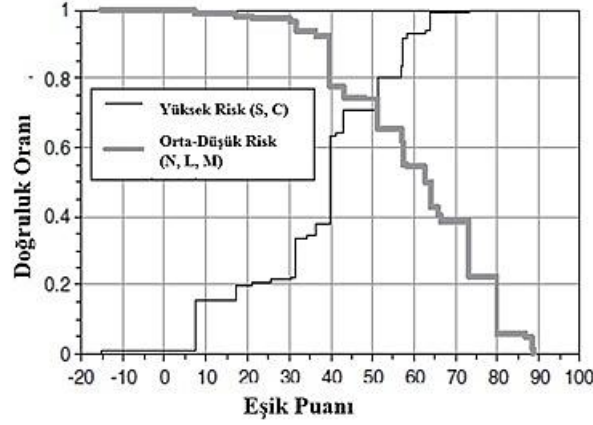
Şekil 6'da Yakut ve ark. (2012) tarafından belirtilen risk sınırını tespit etmek için kullanılan doğruluk oranını gösteren eğri verilmiştir ve eşik değerlerini bu grafiğe göre hesaplamışlardır. Bu eşik değerleri, farklı kat yükseklikleri ve PGV (en büyük hız) değerlerinde kullanılacak başlangıç performans puanları için revize edilerek, Çizelge 3’de verilmiştir. Bu çalışmada; en büyük yer hız değerleri, yürürlüğe giren deprem tehlike haritasından elde edilerek metot uygulanmıştır.

Çizelge 2. Farklı kat seviyeleri için regresyon katsayıları (Yakut vd., 2012)

Kat Sayısı	$\hat{\beta}_o$	$\hat{\beta}_{SS}$	$\hat{\beta}_{AQ}$	$\hat{\beta}_{HO}$	R
3	80.0	22.8	8.7	23.0	0.640
4	73.3	22.0	15.1	30.2	0.669
5 ve 6	64.0	24.2	22.8	32.5	0.712

Çizelge Hata! Yer işareti tanımlanmamış.. Yakut ve ark. (2012) tarafından önerilen başlangıç performans puanları ve hasar görülebilirlik puanlarının PGV ile değişimi

Kat Sayısı	Başlangıç Performans Skoru			Hasar görülebilirlik Katsayısı		
	60<PGV<80	40<PGV<60	20<PGV<40	Yumuşak Kat	Görünür Kalite	Ağır Çıkma
3	80	107	138	23	9	23
4	73	91	115	22	15	30
5 ve 6	64	76	92	24	23	33



Şekil 6. İstanbul için Yakut ve ark. (2012) tarafından risk sınırını tespit etmek için kullanılan eşik puan-doğruluk oranını gösteren eğri

Coskun ve ark. (2020) çalışmaları 2020 yılında kamu binalarını baz alarak gerçekleştirilmiş ve aynı yıl içinde meydana gelen Elazığ depremi sonrası Şahmaran ve ark. (2021) tarafından güncellenmiştir. Bu projede güncellenmiş son hali kullanılmıştır. Yöntem, esas itibarıyla, bugüne kadar ülke genelinde gerek Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre ve gerekse Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca yayınlanan Riskli Binaların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (2019)'a göre incelenmiştir. Sayısal bina verilerinin görsel bina özellikleriyle birlikte istatistiki olarak değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Bu metod, ülkemizde mevcut yapı stoğunun çok büyük bir bölümünü oluşturan betonarme ve yığma taşıyıcı sisteme sahip binalar için geliştirilmiştir. Bu yöntemde 14 adet ölçüt değerlendirilmiştir. (*N*), katsayısını; (*DR*), deprem riskini; (*ZD*), zemin durumunu; (*BY*), bina yaşını; (*TST*), taşıyıcı sistem tipini; (*YND*), yapı nizam durumunu; (*KK*), kısa kolunu; (*DD*), düşeyde düzensizliği; (*AÇ*), ağır çıkmayı; (*PD*), planda düzensizliği; (*ZK*), zayıf katı; (*KDE*), kat döşeme etkisini; (*TZE*), tabi zemin eğimini; (*YE*), yıl etkisi olumsuzluk durumlarını temsil etmektedir. Denklem (4) ile betonarme binalar için Bina Puanı hesaplanır.

$$Bina Puanı = CP_N + CP_{DR} + CP_{ZD} + CP_{BY} + CP_{TST} + CP_{YND} + CP_{KK} + CP_{DD} + CP_{AÇ} + CP_{PD} + CP_{ZK} + CP_{KDE} + CP_{TZE} + CP_{YE} \quad (4)$$

Ceza puanları, incelenen binadaki ölçütlerin var olma durumlarına göre atanmaktadır. Atanan ceza puanlarının toplanması ile betonarme binalar için Bina Puanı elde edilir. Bina Puanı “-50”den az olanlar kırmızı renk kodu ile ifade edilir ve öncelik sırası birincidir (ivedi). Bina Puanı “-50” ve “50” arasında olanlar turuncu renk kodu ile ifade edilir ve öncelik sırası ikincidir. Bina Puanı “50”den yüksek olanlar sarı renk kodu ile ifade edilir ve öncelik sırası üçüncüdür.

Yığma yapıların sismik risklerinin hızlı bir şekilde değerlendirilmesinde; kat sayısı (*N*), döşeme tipi (*DT*), düşey düzensizlik (*DD*), yapısal çatlak (*YÇ*), taşıyıcı duvar tipi (*TDT*), tipik kat yüksekliği (*TKY*), tipik kat plan alanı (*TKA*) dikkate alınmaktadır.

Yığma ve betonarme binaların bulunduğu yerleşimin sismik taleplerine bağlı olarak ceza puanları uygulanmaktadır. Binaların sismik talepleri $S_{DS} < 0.25g$; $0.25g \leq S_{DS} < 0.50g$; $0.50g \leq S_{DS} < 0.75g$; $S_{DS} \geq 0.75g$ olacak şekilde sınıflandırılmıştır. Yığma binaların Bina Puanları Denklem (5) ile hesaplanmaktadır (Coskun ve ark., 2020; Şahmaran ve ark., 2021). Denklem (5)'te *C*, binaların bulunduğu yerleşimin sismik taleplerine bağlı olarak değişen sabiti temsil etmektedir.

$$Bina Puanı = CP_N + CP_{DT} + CP_{DD} + CP_{YÇ} + CP_{TDT} + CP_{TKY} + CP_{TKA} + C \quad (5)$$

Yığma yapılar için öncelik sırası ise Bina Puanı “-25”ten küçük ise Birinci (İvedi), “-25” ile “0” arasında ise İkinci ve “0”dan büyük ise Üçüncü olarak belirlenmiştir (Coskun ve ark., 2020; Şahmaran ve ark., 2021).

3.3 Doğrulama çalışmaları ve bulgular

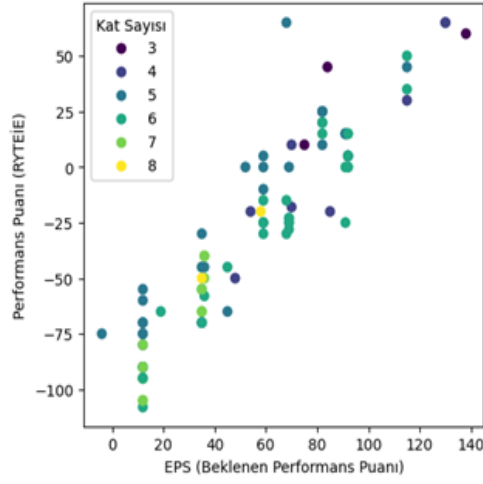
RYTEİE (2019) yönetmeliği esas alınarak oluşturulan 1.Kademe değerlendirme yöntemi olan sokak tarama ile performans değerlendirmesi hesaplamaları için Python ve MS Excel’de gerekli algoritmalar oluşturulmuştur. Literatür taraması sonucunda, karşılaştırma için kullanılmasına karar verilen Yakut ve ark. (2012), Coskun ve ark. (2020) ve Sahmaran ve ark. (2021) çalışmaları ile betonarme ve yığma yapılar için ön değerlendirme yöntemleri ile Performans Puanları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bunun için 24 Ocak 2020 tarihinde meydana gelen Mw 6.8 büyüklüğündeki Elazığ depreminde hasar gören bina verileri T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı afet hasar tespit sistemi üzerinden çekilen fotolar ve hasar tespit sonuçları dikkate alınarak bir veri seti oluşturulmuş ve incelenmiştir. Kahramanmaraş depremleri veri setinin oluşturulması sürecinde sahada veri toplama ve gözlemsel incelemeler gerçekleştirilmiştir. 11 ilin etkilendiği 06 Şubat 2023 tarihli Mw 7.7 ve Mw 7.6 büyüklüğündeki Kahramanmaraş depremlerinde 55 binin üzerinde can kaybı yaşanmış, yaklaşık 35 milyon kişi etkilenmiş ve 75 binin üzerinde bina ağır veya orta hasar görmüştür (AFAD, 2023). Bu gözlemler ve toplanan veriler literatürde sahada yapılan çalışma verileri ile birleştirilmiştir. Yığma yapılar için düzenlenen veri setinde eksik olan 3-5 katlı bina bilgileri, Coskun ve ark. (2020) ve Sahmaran ve ark. (2021) çalışması dikkate alınarak tamamlanmış ve RYTEİE (2019) için risk önceliklendirmesi sınır değerleri belirlenmiştir.

3.4 24 Ocak 2020 Elazığ depreminde hasar gören betonarme binalar

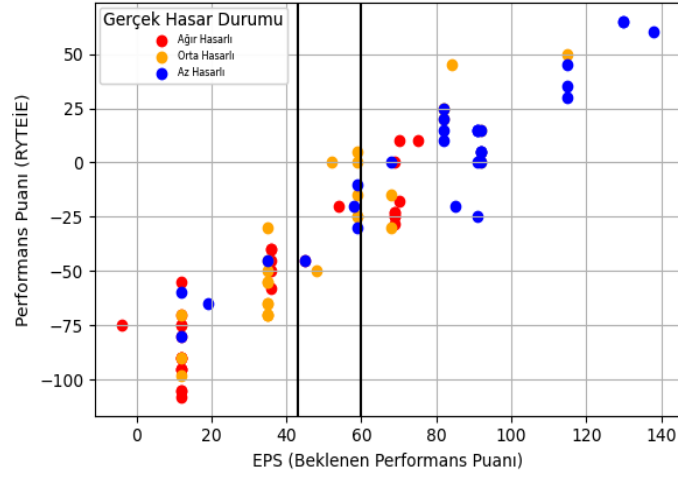
Sivrice merkez üstünde meydana gelen depremin odak derinliği yaklaşık 5 km civarında olup sığ odaklı bir depremdir. Deprem sırasında yıkılan, depremin hemen akabinde tehlike arz eden acil yıkılması gereken binalar ile ağır hasar alan binaların sayısı toplam 16,606’dır. Elazığ depremi için oluşturulan veri setinde hasar dağılımı dikkate alınarak 30 adet ağır hasarlı, 30 adet orta hasarlı ve 30 adet az hasarlı bina dikkate alınmıştır (FUYBUAM, 2020).

Şekil 7’de Yakut ve ark. (2012) yöntemine göre Elazığ örnek bina stoğu için hesaplanan *EPS* değerleri ile RYTEİE (2019)’a göre hesaplanan *PP* değerleri verilmiştir. *EPS* değeri ile *PP* puanı arasında lineer bir değişim olduğu görülmektedir. Karşılaştırma için 90 adet bina derlenmiştir ve *EPS* puanı 70 -75 bandında olan 4, 5 adet bina için ağır hasar gözlemlenmiştir. Yakut ve ark. (2012) çalışmasında önerilen *EPS* puanı için limit değerler “40” ve “60”dır. Bu değer aralığı için bina verileri incelendiğinde 6 binanın ağır hasar için gerçek hasar tahminini sağlamadığı gözlemlenmiştir. Yakut ve ark. (2012)’de *EPS* puanı sınır değerlerinin belirlenmesi için kullanılan doğruluk kırılma grafiği, RYTEİE (2019) yönetmeliğine göre hesaplanan performans puanı, *PP*, için yapılmıştır. Şekil 8’de *PP* için çizdirilen doğruluk grafiği verilmiştir. Elazığ datasında bina sistem türü kabulü için betonarme çerçeve kabulü yapılmıştır. RYTEİE (2019), sokak tarama yöntemi, mevcut yapının sistem türünün anlaşılmadığı durumda olumsuz durum olan BA çerçeve olarak kabul edilmesini önerir. Bu nedenle, BA çerçeve-perdeli binaların *PP*’lerinin daha düşük tahmin edilmesine neden olacaktır. Bu durum, TST parametresinin performans puanı üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymakta ve sonuçların yorumlanmasında önemli bir belirsizlik kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada normalize edilmiş *PP* değerleri üzerinden sınır değer belirlenmeye çalışılmıştır. Elâzığ için seçilen örneklemede RYTEİE (2019) *PP* limit değeri “-50” için yüzde altmış beş seviyesindedir.

Şekil 9’da Coskun ve ark. (2020) ve Sahmaran ve ark. (2021)’e göre Elazığ datası incelenmiş; *PP* ve Bina Puanı karşılaştırması yapılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, 10 adet ağır hasarlı binanın tahmin edilemediği gözlemlenmiştir. *PP* ile Bina Puanı arasındaki saçılım, Elâzığ datası için de geçerlidir. “-50” değerinin altında az hasarlı binaların olduğu da gözlemlenmiştir. Çalışılan bu ikinci ön değerlendirme yönteminde saçılım hem puan cinsinden hem de hasar dağılımı cinsinden fazla çıkmaktadır.

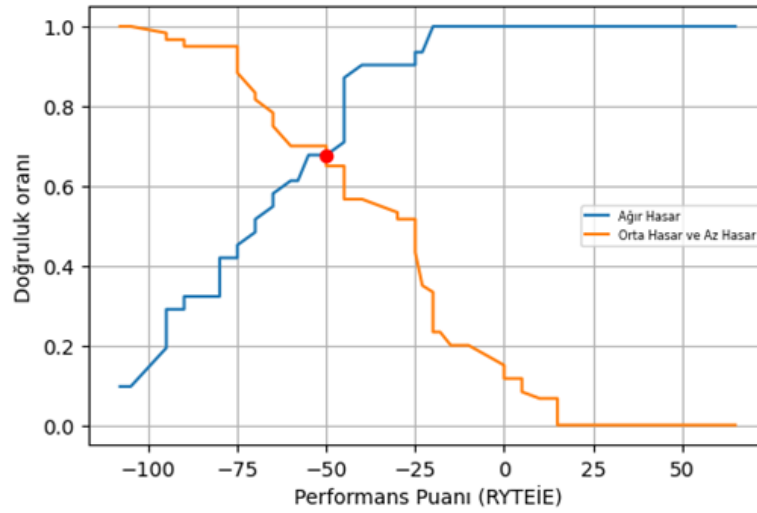


(a)

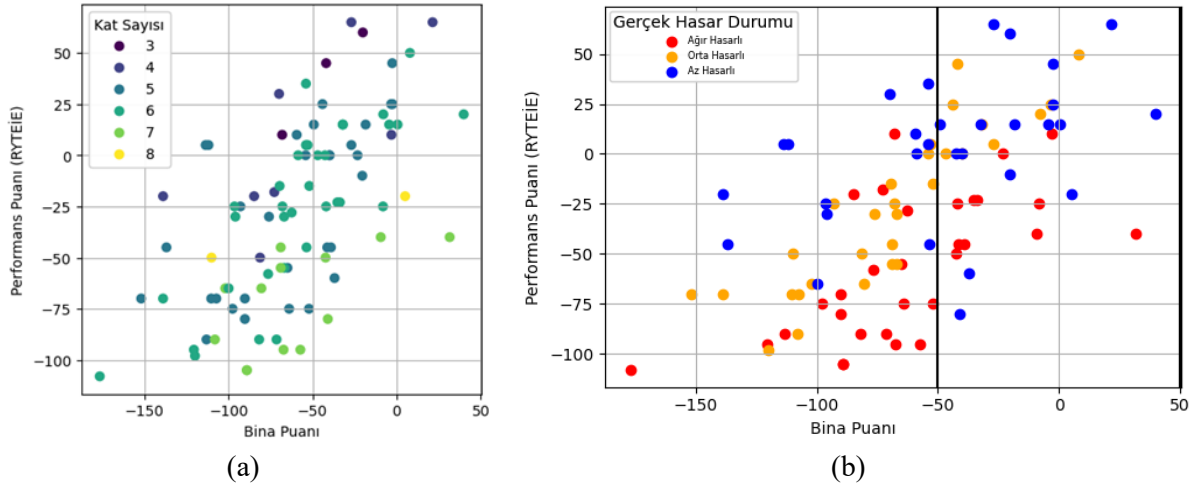


(b)

Şekil 7. Performans puanları ile EPS (beklenen performans puanı) karşılaştırması (Elazığ) (a) yapı kat sayısına göre (b) gerçek hasar durumlarına göre



Şekil 8. Elazığ yapı stoğu doğruluk oranı- performans puanı ilişkisi



Şekil 9. Elazığ örnek bina stoğu için performans puanlarının (RYTEİE, 2019) - bina puanları ile karşılaştırılması (Coskun ve ark., 2020; Sahmaran ve ark., 2021) (a) Yapı kat sayısına göre (b) gerçek hasar durumlarına göre

Ön değerlendirme yöntemleri karşılaştırırken, ilgili yöntemin hasar durumu sınır değerleri kullanılmıştır. Birinci yöntemde (Yakut ve ark., 2012), kullanılan sınır değerleri; EPS (Beklenen Performans Puanı) için “43” ve “60” arasındadır. EPS değeri “43”ten küçük ise bina hasar grubu ağır hasardır. EPS değeri “43” ve “60” arasında ise bina hasar grubu orta dereceli hasardır. EPS değeri “60”tan büyük ise bina hasar grubu az hasardır.

İkinci yöntemde Coskun ve ark. (2020), bina puanları öncelik sırasını belirlemek için kullanılmıştır. Belirlenen öncelik sıraları hasar durum grupları ile aynı doğrultudadır. Öncelik sırası sınır değerleri “50” ve “-50”dir. Bina Puanı “-50”den az olanlar ağır hasar grubundadır. Bina Puanı “-50” ve “50” arasında olanlar orta dereceli hasar grubundadır. Bina Puanı “50”den yüksek olanlar ise az hasar grubunda yer alır.

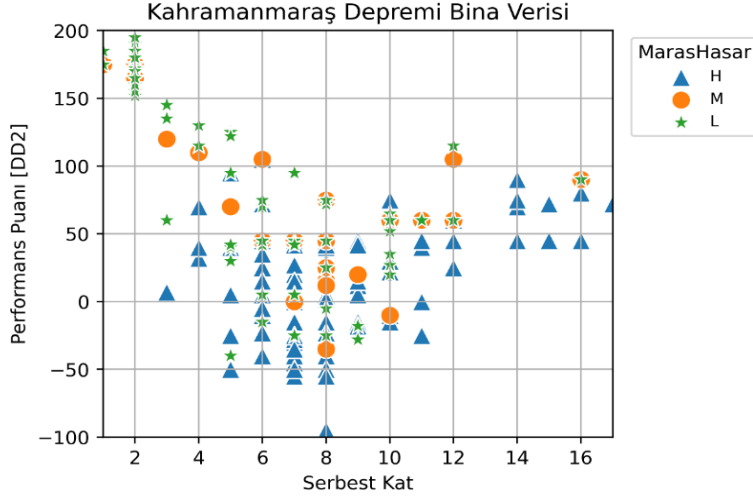
Coskun ve ark. (2020) çalışmasına göre hesaplanan Bina Puanı, BP, çok fazla saçılım göstermiş olup, üst limit “50” puanın üstünde bina puanı olmadığından hata oranı çok yüksek çıkmıştır. Bu nedenle, betonarme binalar için sınır değerlerin belirlenmesinde Yakut ve ark. (2012)’ye göre RYTEİE (2019) PP’ları için doğruluk oranları hesaplanmasına karar verilmiştir.

3.5 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde hasar gören betonarme ve yığma binalar

Kahramanmaraş depremlerinden etkilenen binaların verisi oluşturulurken hem sahada elde edilen verilerden hem de literatür çalışmalarından elde edilen veriler derlenmiştir.

3.5.1 Betonarme binalar

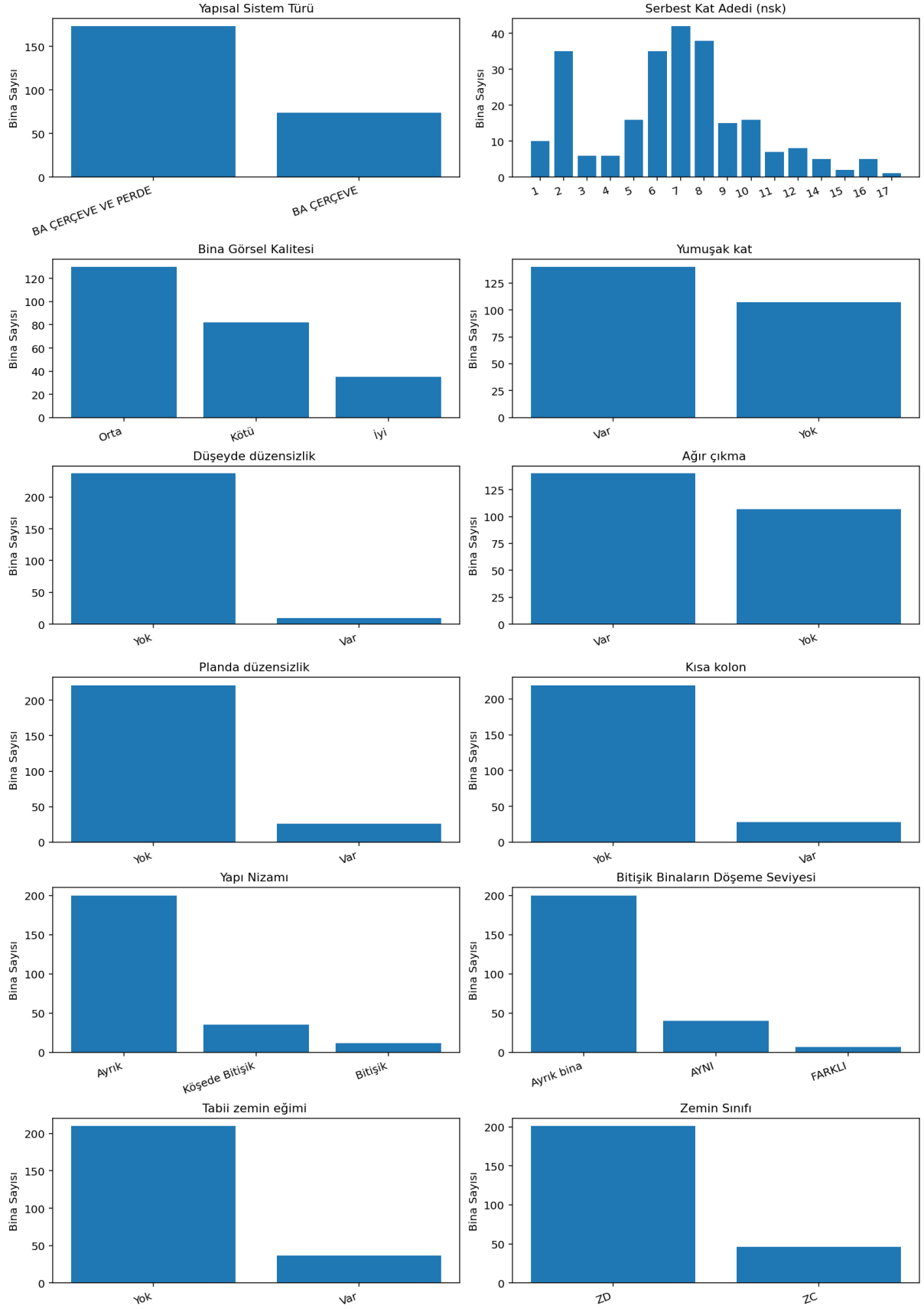
Toplam 247 adet bina içinde 132 adet ağır hasarlı/yıkılmış, 28 adet orta hasarlı ve 87 adet az hasarlı/hasarsız bina Kahramanmaraş depremleri sonrasında hasar görmüştür. Veri seti hem saha çalışmasından hem de Pujol ve ark. (2024) çalışmasında yapılan saha çalışması verileri yeniden derlenerek hazırlanmıştır. Şekil 10’da, veri setinde bulunan binalara ait gözlemlenen hasar durumları ile Performans Puanları (PP) (RYTEİE, 2019) karşılaştırıldığında saçılımlı bir yapı gözlenmiştir.



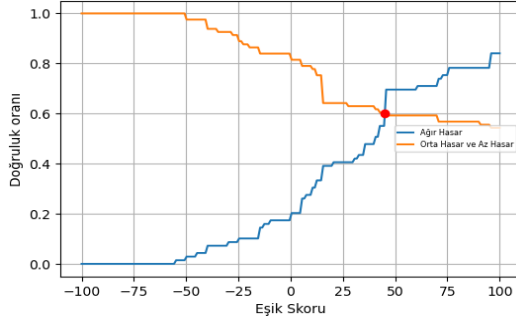
Şekil 10. Kahramanmaraş depreminde hasar gören betonarme binalar

Şekil 11’de, betonarme yapılara ait saha verilerinin istatistiksel analizi, yapı stoğunda belirli düzensizlik türlerinin ve risk artırıcı özelliklerin öne çıktığını göstermektedir. Kat sayısı ile yapı nizamı ve yumuşak/zayıf kat varlığı gibi olumsuzluk yaratan teknik parametrelerde gözlenen yoğunlaşmalar, betonarme yapıların deprem performansını olumsuz etkileyen yaygın tasarım ve yapım pratiklerini yansıtmaktadır. Şekil 11’de sokak tarama yönteminde kullanılan bu parametrelerin betonarme yapılar için risk önceliklendirmesinde anlamlı ve ayırt edici bilgiler sunmaktadır.

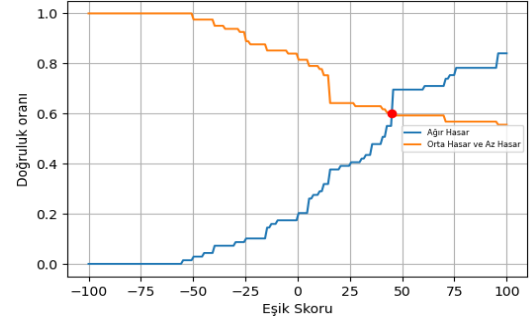
Sınır değerlerin tespit edilebilmesi ve risk önceliklendirmesi yapılabilmesi adına üç farklı yol izlenmiştir. İlk olarak RYTEİE (2019)’a göre 7 kat ve altındaki binalar için önerilen sokak tarama yöntemi için, 7 kat üstü binalardaki dağılımı görmek adına, 7 kat altı ve 7 kat üstü olarak serbest kat adedine göre doğruluk oranları Yakut ve ark. (2012) çalışmasında da uygulandığı şekliyle DD2 ve DD1 deprem tehlike seviyeleri için hesaplanmıştır. Şekil 12 ve Şekil 13’de 7 kat altı ve üstü binalar için yapılan hesaplamalara ait grafikler gösterilmektedir. DD2 ve DD1 karşılaştırmalarında ciddi bir fark olmamakla birlikte 7 kat altı binalarda doğruluk oranı % 60 ile 40-45 *PP* aralığındadır. Ancak 7 kat üstü binalarda doğruluk oranı % 40 ile 25-30 *PP* aralığındadır. Bu bilgi şunu ifade etmektedir: 7 kat altı binalar üzerinden açıklayacak olursak *PP* 40 sınırında iken bina veri setinde ağır hasarlılarda doğru tahmin oranı düşmeye başlamaktadır ve kırılma gözlemlenmektedir. Şekil 14 ve Şekil 15’te ise bina veri setinin tamamı dikkate alınmıştır. Kırılım % 55 doğruluk oranı ile 40-45 *PP* bandındadır. $PP / (TP + YSP)$ normalize edildiğinde ise kırılım % 55 ile 0.40-0.45 bandında elde edilmiştir.



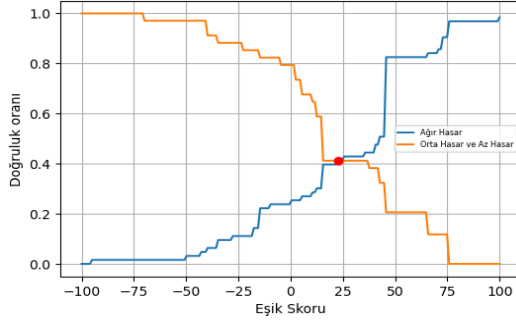
Şekil 11. Betonarme yapılara ait veri seti detayları



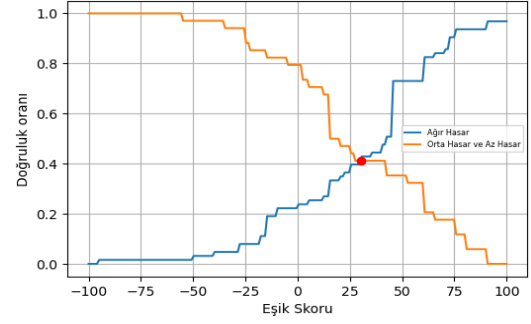
(a) DD1 seviyesi



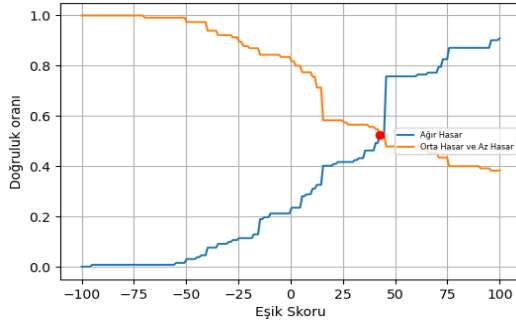
(b) DD2 seviyesi

Şekil 12. 7 kat altı serbest kat adedine sahip binalarda *PP*- doğruluk oranı ilişkisi

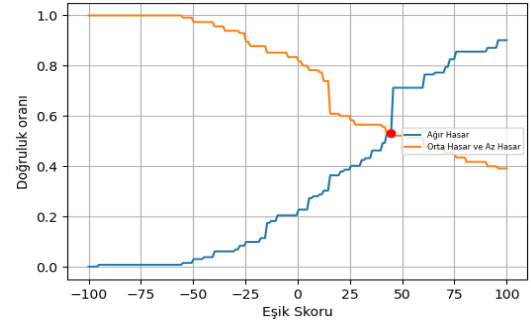
(a) DD1 seviyesi



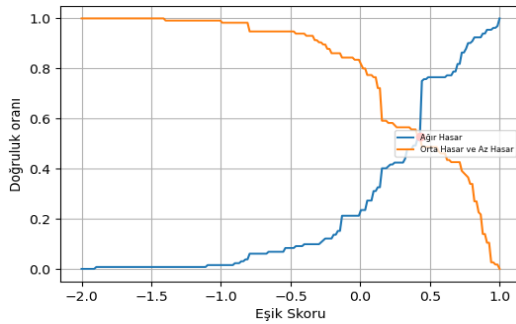
(b) DD2 seviyesi

Şekil 13. 7 kat üstü serbest kat adedine sahip binalarda *PP*- doğruluk oranı ilişkisi

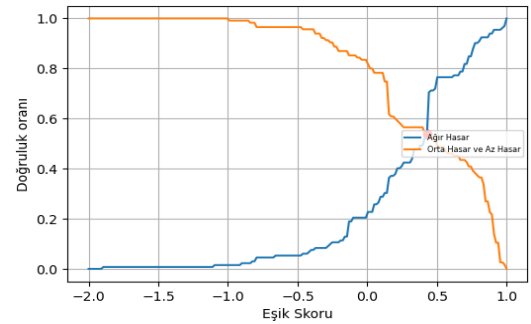
(a) DD1 seviyesi



(b) DD2 seviyesi

Şekil 14. Bütün binalarda *PP*- doğruluk oranı ilişkisi

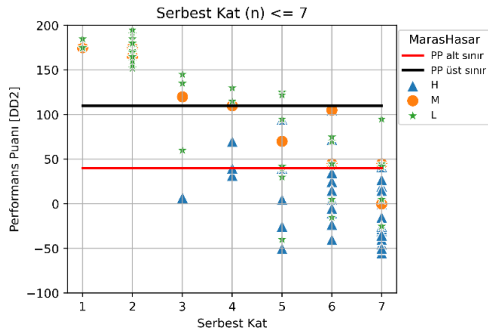
(a) DD1 seviyesi



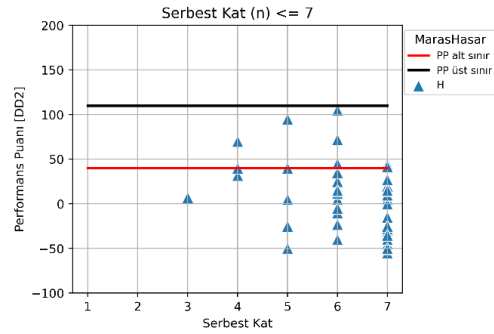
(b) DD2 seviyesi

Şekil 15. Bütün binalarda *PP / (TP+YSP)* – doğruluk oranı ilişkisi

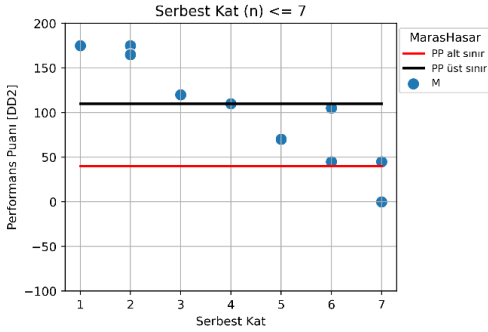
7 kat altı ve 7 kat üstü olarak serbest kat adedine göre doğru tahmin yüzdeleri %80 üstü ağır hasarlı bina tahminini sağlayacak şekilde DD2 ve DD1 deprem tehlike seviyeleri için risk önceliklendirme sınır değerleri hesaplanmıştır. DD1 seviyesinde 7 kat altı binalar için alt sınır değeri 40 ve üst sınır değeri 110 alınarak %83 ağır hasar doğru tahmin oranı (Şekil 16) tahmin edilmiştir. Benzer şekilde 7 kat üstü binalar için alt sınır değeri 45 ve üst sınır değeri 110 alınarak %86 ağır hasar doğru tahmin oranı elde edilmiştir. Orta ve düşük hasar tahminleri, bu yöntemin doğası gereği yüzdesel olarak azdır. Asıl hedef, ağır hasarlı ve orta hasarlı binaları en güvenli şekilde önceliklendirmektir. DD1 ve DD2 deprem tehlike seviyeleri için elde edilen sonuçların büyük ölçüde benzerlik göstermesi ve tek bir sınır değeri kullanılarak tüm serbest kat seviyelerinde tutarlı sonuçlar elde edilmesi nedeniyle, bina veri seti bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, DD2 deprem tehlike seviyesi için PP alt sınır değeri 45 ve PP üst sınır değeri 110 olarak belirlendiğinde, ağır, orta ve az hasar sınıfları için sırasıyla %88, %32 ve %54 doğruluk oranları elde edilmiştir (Şekil 17).



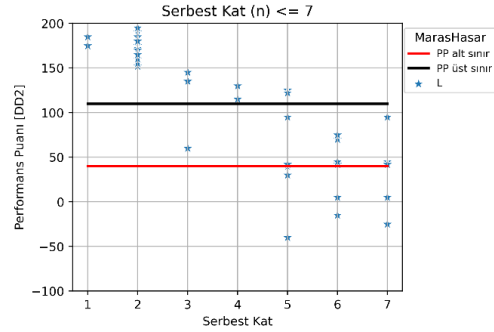
(a) Bütün betonarme binalar



(b) Ağır hasar doğru tahmin oranı: %83 (57 / 69)



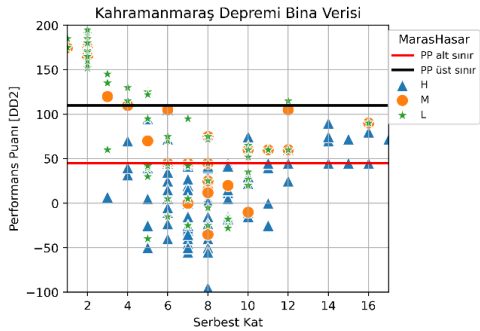
(c) Orta hasar doğru tahmin oranı: %33 (5 / 15)



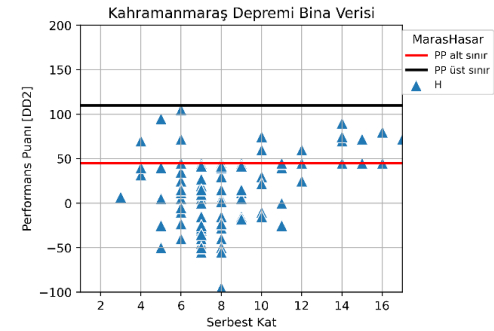
(d) Az hasar doğru tahmin oranı: %70 (46 / 66)

Şekil 16. 7 kat altı serbest kat adedine sahip binalar (DD2 seviyesi), $PP_{alt\ sınır} = 40$; $PP_{üst\ sınır} = 110$,

a) Bütün betonarme binalar, b) Ağır hasarlı binalar, c) Orta hasarlı binalar, d) Az hasarlı binalar

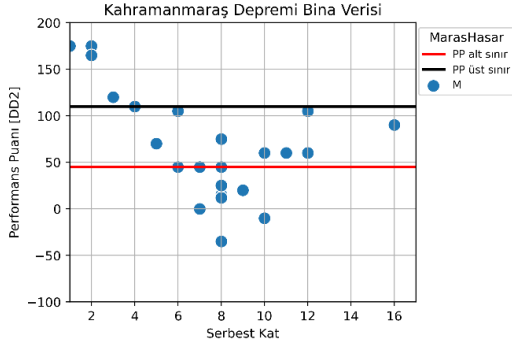
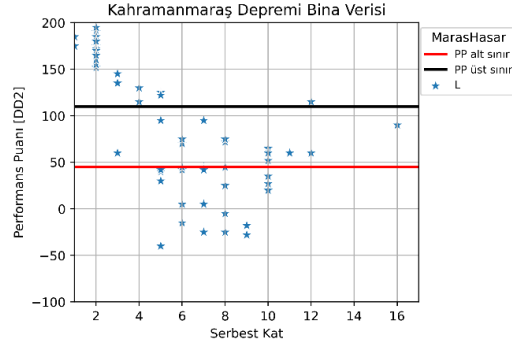


(a) Bütün betonarme binalar



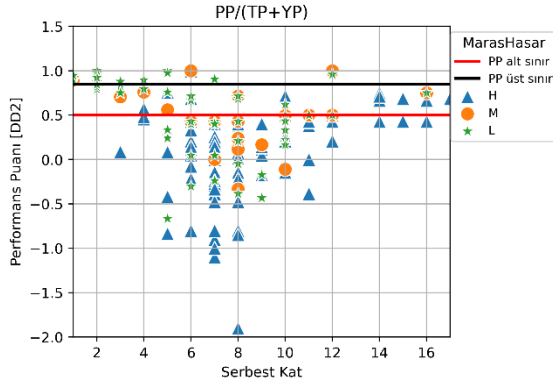
(b) Ağır hasar doğru tahmin oranı: %88 (116 / 132)

Şekil 17. PP – Serbest kat adedi (DD2 seviyesi), $PP_{alt\ sınır} = 45$; $PP_{üst\ sınır} = 110$, a) Bütün betonarme binalar, b) Ağır hasarlı binalar, c) Orta hasarlı binalar, d) Az hasarlı

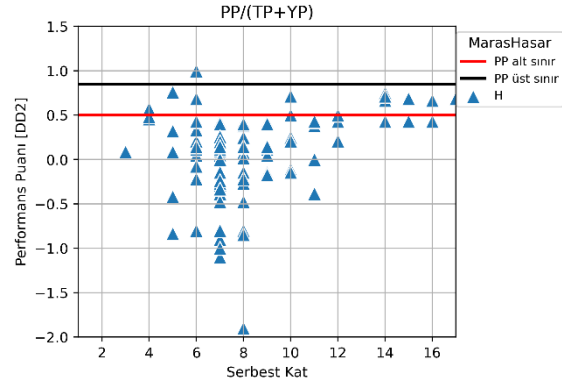
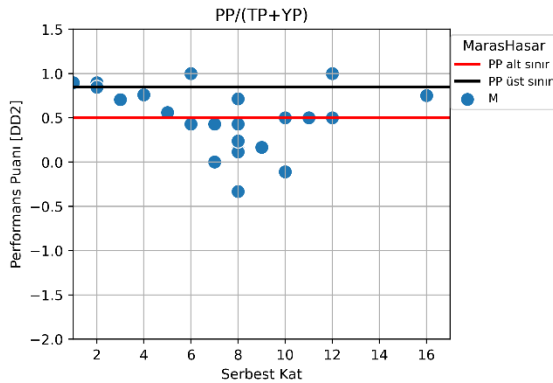
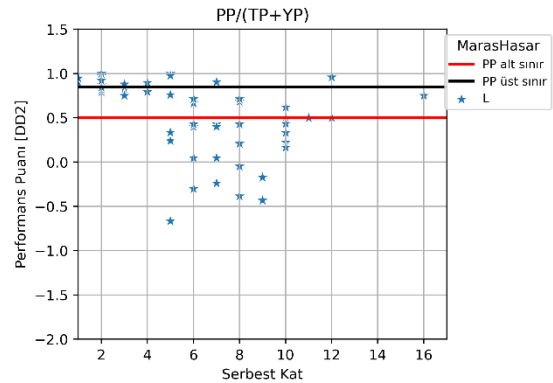
(c) Orta hasar doğru tahmin oranı: **%32** (9 / 28)(d) Az hasar doğru tahmin oranı: **%54** (47 / 87)

Şekil 17 (devam). PP – Serbest kat adedi (DD2 seviyesi), $PP_{alt_sınır} = 45$; $PP_{üst_sınır} = 110$, a) Bütün betonarme binalar, b) Ağır hasarlı binalar, c) Orta hasarlı binalar, d) Az hasarlı binalar

Hem betonarme çerçeve hem de betonarme çerçeve ve perdeli binalar için ortak ve anlamlı bir sınır değer belirleyebilmek adına PP , her bina için farklı olan TP ve YSP puanı toplamı ile normalize edilerek sınır değer belirlenmiştir. Bina veri seti bir bütün olarak incelenip, DD2 seviyesi için $PP / (TP + YSP)$ alt sınır değeri 0.50 ve $PP / (TP + YSP)$ üst sınır değeri 0.85 için %90, %28 ve %39 ile ağır, orta ve az hasar doğru tahmini elde edilmiştir (Şekil 18). Orta hasar tahminindeki azalma ağır hasar bölgesine kaymıştır ve bu sonuçları güvenli tarafta tutmaktadır.



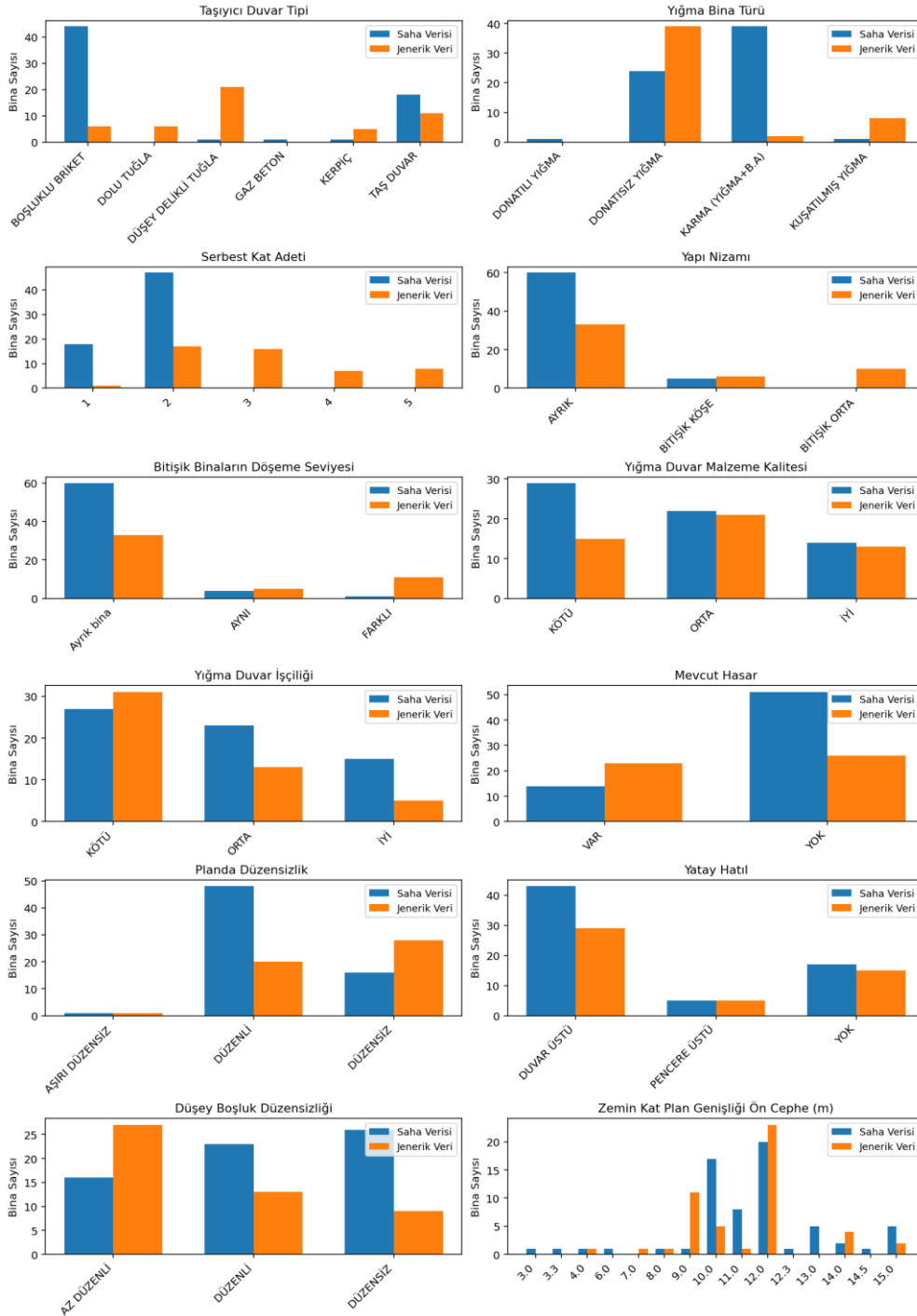
(a) Bütün betonarme binalar

(b) Ağır hasar doğru tahmin oranı: **%90** (119 / 132)(c) Orta hasar doğru tahmin oranı: **%28** (8 / 28)(d) Az hasar doğru tahmin oranı: **%39** (34 / 87)

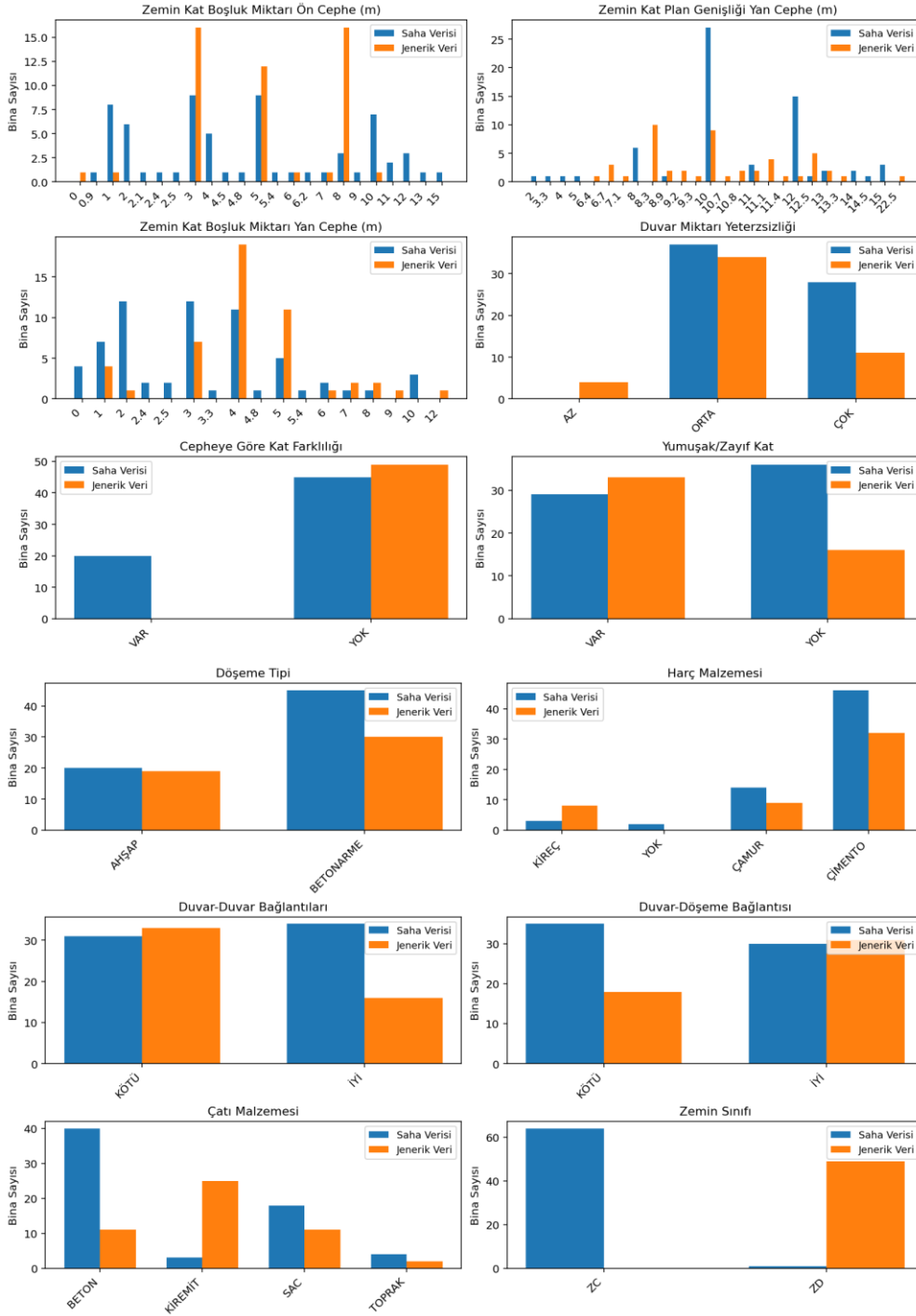
Şekil 18. $PP / (TP + YSP)$ – Serbest kat adedi (DD2 seviyesi), $PP_{nor_alt_sınır} = 0.5$; $PP_{nor_üst_sınır} = 0.85$, a) Bütün betonarme binalar, b) Ağır hasarlı binalar, c) Orta hasarlı binalar, d) Az hasarlı binalar

3.5.2 Yığma binalar

Şekil 19’da yığma yapılara ait istatistiksel dağılımlar, saha verisi ile çalışmada kullanılan jenerik veri setinin temel yapı özellikleri açısından benzer eğilimler sergilediğini göstermektedir. Saha verisinde eksik kalan 3–5 katlı binalar ile tehlike sınıfı 1, 2 ve 3 için üretilen jenerik verilere ait teknik özellikler bu kapsamda özetlenmiştir. Serbest kat adedi, taşıyıcı duvar tipi ve döşeme özelliklerindeki uyum, jenerik veri setinin yığma yapı stoğunun genel karakterini temsil edebildiğini ortaya koyarken, mevcut hasar durumu gibi yapı-özel özelliklerin güvenilir biçimde ancak saha çalışmalarıyla belirlenebileceğini göstermektedir.



Şekil 19. Yığma yapılar için saha verisi ve jenerik veri setine ait istatistiksel dağılımlar



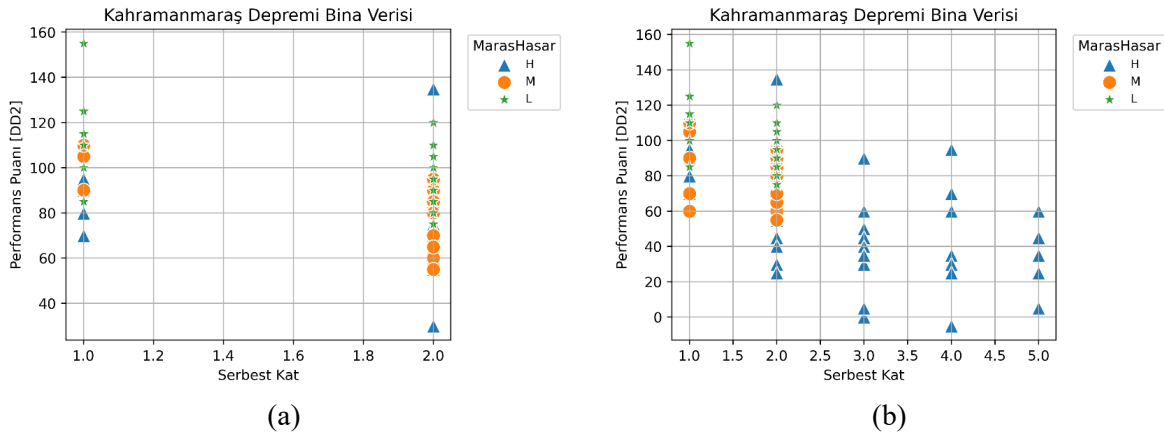
Şekil 19 (devam). Yiğma yapılar için saha verisi ve jenerik veri setine ait istatistiksel dağılımlar

Yiğma yapılar için oluşturulan veri seti kısıtlı olup, Kahramanmaraş Onikişubat, Bulutoğlu Köyünde bulunan yapılardan derlenmiştir. Toplam 64 adet yiğma bina verisi elde edilmiş olup bu binalar 4. tehlike bölgesine düşmekte ve 1 ile 2 kat arasında değişmektedir. Şekil 20a’da veri tabanında bulunan binalar hasar durumlarına bağlı *PP* değerleri çizdirilmiştir. Bu veriler için [Yakut ve ark. \(2012\)](#)’de önerilen doğruluk oranı kırılım eğrisi *PP* için çizdirilmiş ve sınır değerler belirlenmeye çalışılmıştır. DD2 ve DD1 deprem tehlike seviyeleri için doğruluk oranı kırılım eğrisi *PP* için kırılma %40 seviyesinde ve 75 puan çevresinde seyrettiği gözlemlenmiştir. Sınır değerler doğruluk kırılım eğrileri dikkate alınarak belirlenmeye çalışılmıştır. *PP* alt sınır 85 ve *PP* st sınır 110 için %81 doğrulukla ağır hasar, %31 ile orta ve %37 ile az hasar doğrulukla tespit edilmiştir.

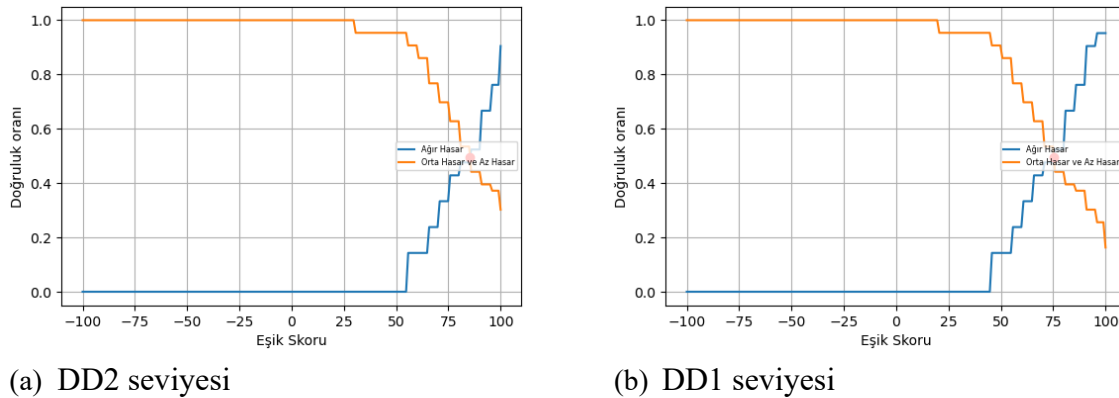
Saha çalışması sonucunda elde edilen gerek kat sayısı yetersizliği gerekse tehlike bölgesinin tek bir sınıfta olması nedeniyle jenerik data oluşturulması uygun görülmüştür (Şekil 20b). Jenerik data oluşturulurken bina kat sayısı, tehlike bölgesi, malzeme tipi, yapım yılı, bina oturma alanı ve diğer olumsuzluk parametreleri genel olarak kritik durumlar dikkate alınarak, zemin sınıfı *ZD* olarak kabul edilmiş ve ağırlıklı tehlike bölgesi 1. Sınıf olarak oluşturulmuştur (Şekil 20b).

Oluşturulan bu data için en kritik nokta hasar tahminlerinin yapılmasıdır ve bu noktada hasar tahminleri Coskun ve ark. (2020) ve Sahmaran ve ark. (2021) tarafından geliştirilen Bina Puanı hesaplaması ve T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı için önerdikleri sınır değerler dikkate alınarak belirlenmiştir (Şekil 18b). Saha çalışmasından elde edilen binalar için yöntemden elde edilen tahminler tutarlı olmamakla birlikte veri belirli bir bölgede belirli tip yapı sınıfları ile sınırlı kaldığı için Coskun ve ark. (2020) ve Sahmaran ve ark. (2021) tarafından geliştirilen Bina puanı hesaplamasına göre hasar tahminleri doğru kabul edilmiştir. Çünkü Coskun ve ark. (2020) ve Sahmaran ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada geniş bir bina verisi için detaylı performans analizi sonuçlarını da dikkate almış ve sonuçlar istatistiksel yöntemlerle formülize edilmiştir.

Yeni veri seti için Şekil 21'de Yakut ve ark. (2012)'ye göre *PP* doğruluk oranı kırılım grafikleri verilmiştir. Veri sayısındaki artış doğruluk oranını iyileştirmiştir. %55 civarındaki kırılma 75 puan civarında gözlemlenmektedir. Bu bilgi kullanılarak *P* alt sınır değeri ve *P* üst sınır değeri belirlenmiş ve en az %80 doğru tahmin hedeflenerek analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda *PP* alt sınır 80 ve *PP* üst sınır 110 için %91 oranıyla ağır hasar, %22 doğru tahminle orta hasar ve %37 doğru tahminle az hasar elde edilmiştir.



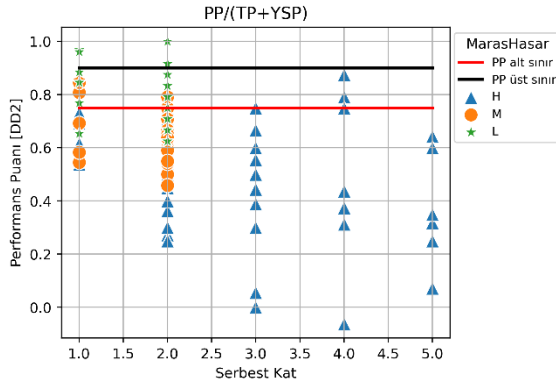
Şekil 20. Kahramanmaraş depremlerinde a) Kahramanmaraş, Onikişubat, Bulutoğlu mahallesinde hasar gören yığma binalar, b) Coskun ve ark. (2020) ve Sahmaran ve ark. (2021) çalışmalarına göre genişletilmiş veri seti



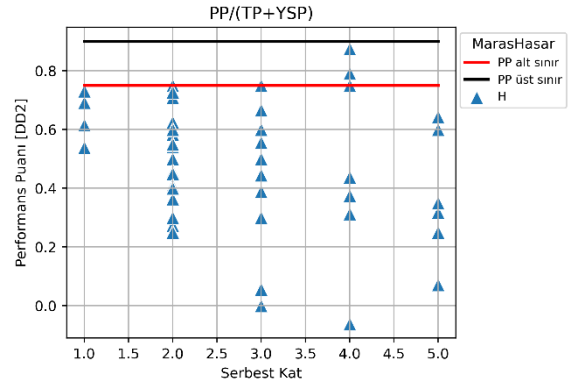
Şekil 21. Saha çalışması sonucu elde edilen ve eklenen jenerik datanın DD2 ve DD1 seviyeleri için

yığma bina PP – hasar durumu doğruluk oranı kırılım eğrileri

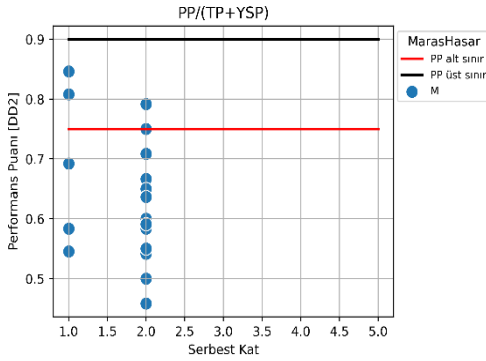
Veri seti için Şekil 22’de $PP/ (TP+YP)$ ’ye göre sonuçlar, DD2 seviyesi için yeniden analiz edilmiştir. P alt sınır değeri ve P üst sınır değeri belirlenerek ve en az %80 doğru tahmin hedeflenmiştir. Bu analiz sonucunda, PP normalize alt sınır 0.75 ve PP normalize üst sınır 0.9 için %97 oranıyla ağır hasar, %17 doğru tahminle orta hasar ve %22 doğru tahminle az hasar elde edilmiştir. Çizelge 4 ve Çizelge 5’te betonarme ve yığma binalar için depreme dayalı hasar verisi dikkate alınarak elde edilen risk önceliklendirme sınır değerleri verilmiştir. Risk önceliklendirmesi için kırmızı, turuncu ve sarı renkler lejant olarak önerilmiştir.



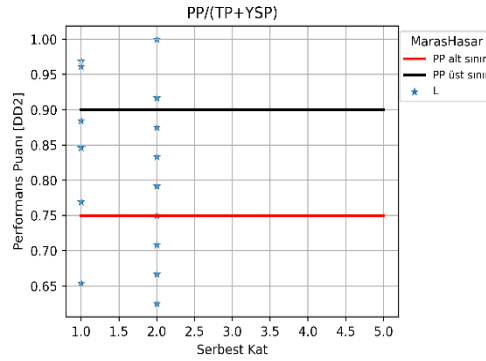
(a) Bütün yığma binalar



(b) Ağır hasar doğru tahmin oranı: %97 (62 / 64)



(c) Orta hasar doğru tahmin Oranı: %17 (4 / 23)



(d) Az hasar doğru tahmin oranı: %22 (6 / 27)

Şekil 22. Oluşturulan ek veri ile elde edilen yığma bina $PP/ (TP+YP)$ sınır değerleri ve analiz sonuçları, $PP_{nor_alt_sınır} = 0.75$; $PP_{nor_üst_sınır} = 0.9$, a) Bütün betonarme binalar, b) Ağır hasarlı binalar, c) Orta hasarlı binalar, d) Az hasarlı binalar

Çizelge 3. Betonarme binalar için önerilen sınır değerler ve önceliklendirme

Arahklar	Önerilen renk	Öncelik sırası
$PP/ (TP+YP) \leq 0.5$		Birinci öncelikli
$0.5 < PP/ (TP+YP) \leq 0.85$		İkinci öncelikli
$0.85 < PP/ (TP+YP)$		Üçüncü öncelikli

Çizelge 4. Yığma binalar için önerilen sınır değerler ve önceliklendirme

Arahklar	Önerilen renk	Öncelik sırası
$PP/ (TP+YP) \leq 0.75$		Birinci öncelikli
$0.5 < PP/ (TP+YP) \leq 0.90$		İkinci öncelikli
$0.90 < PP/ (TP+YP)$		Üçüncü öncelikli

4. Yazılım Algoritmasının ve Arayüzün Geliştirilmesi ve Kontrolü

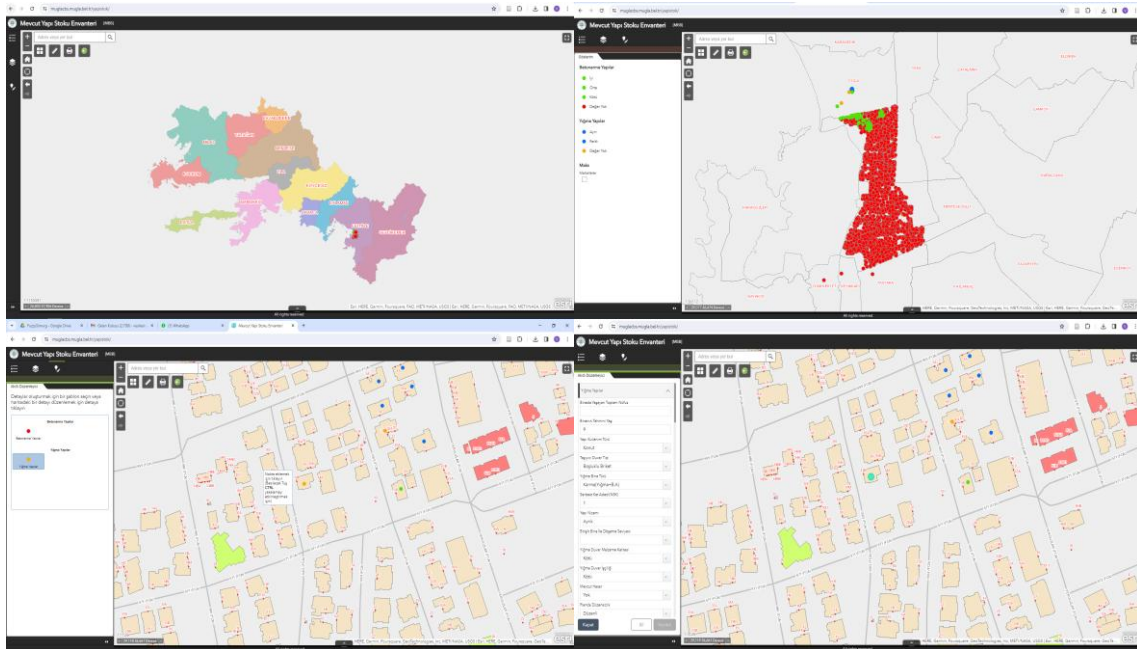
Muğla Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü tarafından, RYTEİE (2019) yönetmeliği ile uyumlu olarak oluşturulan ArcGIS Collector (Esri, 2023) veri programının tutarlılığı ve doğruluğu sokak tarama yöntemi ve sismik tehlike haritası verileri dikkate alınarak kontrol edilmiştir. Ayrıca, algoritma geliştirilirken kullanılan veriler, ArcGIS Collector veri programında test edilmiş, performans puanının tutarlılığı gözlenmiştir. Türkiye sismik tehlike haritası (2018) verileri ArcGIS içinde bulunan farklı interpolasyon algoritmaları ile tahmin edilmeye çalışılmış ve ArcMAP Kriging yöntemi uygulama içine entegre edilmiştir.

Geliştirilen yazılım altyapısında süreç; (i) saha çalışması ile bina bilgi formlarının doldurulması, (ii) bu veriler kullanılarak RYTEİE (2019) kapsamında performans puanlarının hesaplanması, (iii) elde edilen performans puanlarının geçmiş deprem verilerinden türetilen risk önceliklendirme sınır değerleri ile karşılaştırılması ve (iv) binaların risk sınıflarına atanması adımlarından oluşmaktadır. Bu süreçte herhangi bir makine öğrenmesi veya istatistiksel sınıflandırma algoritması kullanılmamış; tüm karar mekanizması, metin içinde de anlatıldığı üzere yönetmelik temelli hesaplar ve gerçek hasar verileri ile kurulan ampirik eşik değerler üzerine inşa edilmiştir.

Şekil 23'te RYTEİE (2019) sokak tarama yöntemi için Muğla Belediyesi tarafından geliştirilen arayüzler gösterilmiştir.

Çizelge 5. ArcGIS Collector S_s doğrulama hesaplamaları için kullanılan algoritmalar

No	Test Noktaları			S _s Farkları					
	Boylam	Enlem	AFAD (DD2), S _s	SQL IDW	SQL BiLL	Arcmap Spline	Arcmap Natural	Arcmap Krigin	Arcmap IDW
1	28.356527	37.198739	0.873	0.022	0.004	0.010	0.012	0.006	0.024
2	28.407165	37.207710	0.863	0.015	0.009	0.011	0.007	0.004	0.012
3	28.144737	37.337836	0.8113	0.007	0.020	0.001	0.002	0.001	0.006
4	29.133692	36.667178	1.038	0.024	0.098	0.003	0.005	0.004	0.021



Şekil 23. ArcGIS Collector (Esri, 2023) Programı kullanılarak MBB tarafından oluşturulan arayüz.

The image displays four panels of the ArcGIS Collector software interface, each titled 'Akıllı Düzenleyici'. The panels contain various data entry fields for building information:

- Panel 1 (Left):** 'Yığma Yapılar' section. Fields include: 'Binada Yaşayan Toplam Nüfus', 'Binanın Tahmini Yaşı' (9), 'Yapı Kullanım Türü' (Konut), 'Taşiyici Duvar Tipi' (Boşluklu Briket), 'Yığma Bina Türü' (Karma(Yığma+B.A)), 'Serbest Kat Adedi(NSK)' (1), 'Yapı Nizamı' (Ayrık), 'Bütçelik Bina İle Döşeme Seviyesi', 'Yığma Duvar Malzeme Kalitesi' (Kötü), 'Yığma Duvar İpliği' (Kötü), 'Mevcut Hasar' (Yok), 'Flanda Düzensizlik' (Düzenli). Buttons: Kapat, Sil, Kaydet.
- Panel 2:** 'Yatay Hesap' section. Fields include: 'Zemin Kat Plan Geniğiği (Ön Cephe) (m)' (12), 'Zemin Kat Boşluk Miktarı (Ön Cephe) (m)' (2,1), 'Zemin Kat Plan Geniğiği (Yan Cephe) (m)' (10), 'Zemin Kat Boşluk Miktarı(Yan Cephe) (m)' (2,4), 'Düşey Boşluk Düzensizliği' (Az Düzenli), 'Cepheye Göre Kat Farklılığı' (Yok), 'Yumuşak Kat / Zayıf Kat' (Yok), 'Döşeme Tipi' (Betonarme), 'Harç Malzemesi' (Çimento), 'Duvar Duvar Bağlantıları' (İyi), 'Duvar Döşeme Bağlantıları' (İyi), 'Çatı Malzemesi'. Buttons: Kapat, Sil, Kaydet.
- Panel 3:** 'Beton' section. Fields include: 'Zemin Sınıfı' (ZC), 'Korozyon Etkisi', 'İnşaat Taban Alanı', 'Toplam İnşaat Alanı', 'Notlar', 'Duvar Miktarı' (Çok), 'Boşluk Oranı' (0,204545), 'VS30 Değeri', 'Enlem' (36,66090844), 'Boylam' (29,11823698), 'Hesaplanan SS Değeri' (1,04675555), 'Hesaplanan FS' (1,2), 'Hesaplanan SDS'. Buttons: Kapat, Sil, Kaydet.
- Panel 4 (Right):** Performance and risk assessment section. Fields include: '-5', 'OP17-Boşluk Düzeni' (0), 'OP18-Cepheye Göre Kat Farklılığı' (-5), 'OP19-Yumuşak / Zayıf Kat' (0), 'OP10-Yapı Nizamı / Döşeme Seviyesi' (0), 'OP11-Çatı Malzemesi' (0), 'OP12-Düzlem Dış Davranış' (0), 'Toplam Performans Puanı' (80), 'Ekler:' (Hiçbiri), 'Ekle:' (Dosya Seç), 'Dosya seçilmedi', 'Uyarı: Ekler üzerinde yapılan değişiklikler otomatik olarak kaydedilir', 'cbölvies ile akansel tarafından Pazar günü saat: 14:00 itibarıyla düzenlendi', 'Geometriyi Düzenle'. Buttons: Kapat, Sil, Kaydet.

Şekil 23 (devam.). ArcGIS Collector (Esri, 2023) Programı kullanılarak MBB tarafından oluşturulan arayüz.

5. Sonuç ve Öneriler

Elde edilen bulgular incelendiğinde, sokak tarama yöntemi ile hesaplanan performans puanlarının, özellikle ağır hasar grubundaki binalar için anlamlı bir ayrışma eğilimi gösterdiği görülmektedir. Buna karşın, orta ve az hasarlı binalar arasında daha geniş bir saçılım gözlemlenmiştir. Bu durum, sokak tarama yöntemlerinin doğası gereği, kırılmalı yüksek yapıların öncelikli olarak belirlenmesinde daha etkili olduğunu; buna karşın hasar düzeyi görece düşük olan yapı gruplarında belirsizliğin arttığını göstermektedir. Bu sonuç, yöntemin önceliklendirme amacıyla kullanılmasını desteklemektedir.

Bu çalışma kapsamında, RYTEİE (2019) EK-A2’de önerilen “Binaların bölgesel deprem risk dağılımını belirlemek için kullanılacak basitleştirilmiş yöntemler” için birincil, ikincil ve üçüncül öncelik belirlenmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar çerçevesinde;

- Betonarme binalar için RYTEİE (2019)’a göre hesaplanan performans puanları dikkate alınarak $PP / (TP + YSP)$ ’ye göre PP alt sınır değeri için 0.5 ve PP üst değeri için 0.85 önerilmektedir (Çizelge 4).
- Yığma binalar için RYTEİE (2019)’a göre hesaplanan performans puanları dikkate alınarak $PP / (TP + YSP)$ ‘ye göre PP alt sınır değeri için 0.75 ve PP üst değeri için 0.90 önerilmektedir (Çizelge 5).

Böylelikle yapılan çalışma sonucunda, RYTEİE (2019) sokak tarama yöntemi için risk önceliklendirmesi sınır değerleri belirlenmiş olup, Muğla İli için sokak tarama çalışmaları ile birlikte hızlı bir deprem risk haritası oluşturulması ve riskin azaltılmasına yönelik hazırlanacak planlar için gerekli veri sağlanmış olacaktır. Geliştirilen yazılım entegrasyonuna (ArcGis (Version 3.2), 2023) farklı senaryo depremleri için meydana gelebilecek can ve mal kaybı hesaplamalarının ve farklı afet durumlarının da eklenmesi mümkündür. Böylelikle çoklu tehlike durumları için dirençli şehirlerin oluşturulmasına yönelik önemli bir adım atılmış olacaktır.

Bu yönüyle çalışma, sokak tarama yöntemlerinin sınırlılıklarını da açık biçimde ortaya koyarak, bu yöntemlerin bina bazlı değerlendirme aracı olarak değil, bölgesel ölçekte risk önceliklendirmesi amacıyla kullanılması gerektiğini somut verilerle göstermektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleşmesine katkı sağlayan Muğla Büyükşehir Belediyesine teşekkür ederiz

Yazarların Katkı Oranı Beyanı

Vesile Hatun AKANSEL: Kuram/Teori Oluşturma, Kavramsallaştırma, Metodoloji; Yazılım, Doğrulama, Biçimsel Analiz, Araştırma, Kaynak/Malzeme/Alet Temini, Veri Analizi, Özgün Taslak Yazımı, Gözden Geçirme ve Düzenleme, Görselleştirme, Danışmanlık, Proje Yönetimi.

Osman KAYA: Veri Analizi, Özgün Taslak Yazımı, Doğrulama, Gözden Geçirme ve Düzenleme

Ebru HARMANDAR: Veri Analizi, Özgün Taslak Yazımı, Doğrulama, Gözden Geçirme ve Düzenleme

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, bu makalede rapor edilen çalışmayı etkileyebilecek bilinen herhangi bir rakip finansal çıkarları veya kişisel ilişkileri olmadığını beyan eder.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu makalenin yazarları çalışmalarında araştırma ve yayın etiğine (YÖK Bilimsel Araştırma ve Etik Yönetmeliği (yok.gov.tr), Helsinki Deklarasyonu, Committee on Publication Ethics (COPE), WAME) uyulduğunu beyan eder.

Etik Kurul Beyanı

Bu makalenin yazarları çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

Yapay Zeka Kullanımı

Yazarlar, bu makalenin yazımında, görsellerin, grafiklerin, tabloların veya bunlara karşılık gelen başlıkların oluşturulmasında herhangi bir tür üretken yapay zeka kullanmadıklarını beyan ederler.

Kaynakça

AFAD. (2023). *06 Şubat 2023 Pazarcık- Elbistan Kahramanmaraş (Mw7.7 - Mw7.6) Depremleri Raporu*. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü, Deprem Dairesi Başkanlığı.

AFAD. (2025, Ağustos 1). *T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı*. <https://www.afad.gov.tr/>

Akansel, V. H., Ögünç, O., Şentümür, E., Baki, M. A., Yakut, A., & Gülkan, P. (2023). Simurg Resilience: Deprem Risk ve Dirençlilik Karar Destek Yazılımı. *TGS - Mühendislikte Teknolojik Gelişmeler Sempozyumu*. ANKARA: İnşaat Mühendisleri Odası.

ArcGis (Version 3.2). (2023). [Computer Software]. Environmental Systems Research Institute (ESRI), Inc.

ATC-21. (2002). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, FEMA-154*. Applied Technology Council.

Ceran, H. B. (2010). *Seismic vulnerability of masonry structures in Turkey (Yüksek lisans tezi)*. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

Coskun, O., & Aldemir, A. (2023). Machine learning network suitable for accurate rapid seismic risk estimation of masonry building stocks. *Natural Hazards*, 115(1), 261-287. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05553-y>

Coskun, O., Aldemir, A., & Sahmaran, M. (2020). Rapid screening method for the determination of seismic vulnerability assessment of RC building stocks. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 18(4), 1401-1416. <https://doi.org/10.1007/s10518-019-00751-9>

DBYBHY. (2007). *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi.

Demiraş, N., Ulucan, M., Demir, T., Bildik, A., Durucan, C., Durucan, A., . . . & Alyamaç, K. (2020). *20 Ocak 2020 Mw 6.8 Sivrice Depremi Elazığ Bölgesi Yapısal Hasarlar İnceleme ve*

- Değerlendirme Raporu*. Fırat Üniversitesi Yapı ve Beton Uygulama ve Araştırma Merkezi. <https://yabem.firat.edu.tr>
- Hassan, A. F., & Sozen, M. A. (1997). Seismic vulnerability assessment of low-rise buildings in regions with infrequent earthquakes. *ACI Structural Journal*, 94(1), 31-39.
- İRAP. (2020, Kasım 1). *İl Afet Risk Azaltma Planı*. Ankara: AFAD. https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/Mevzuat/Kilavuzlar/IRAP-KILAVUZ_tum_v7.pdf
- Işık, E. (2013). Bitlis ili yapı stoğunun birinci kademe (sokak tarama yöntemi ile) değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 173-178. <https://doi.org/10.19113/sdufbed.55891>
- Kyoto Protocol. (1997). *Kyoto Protocol*. -: Kyoto Protocol. https://unfccc.int/kyoto_protocol
- 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. <https://izlik.org/JA58AF75AN>
- Özkaynak, H., & Özbay, A. E. (2018). Seismic vulnerability assessment of reinforced concrete buildings located in Esenler district of İstanbul. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(1), 285-294. <https://doi.org/10.5578/fmbd.66804>
- Pujol, S., Bedirhanoglu, I., Donmez, C., Dowgala, D. J., Yıldırım, M. E., Klaboe, K., . . . & Sonmez, E. (2024). Quantitative evaluation of the damage to RC buildings caused by the 2023 southeast Turkey earthquake sequence. *Earthquake Spectra*, 40(1), 505-530. <https://doi.org/10.1177/87552930231211208>
- RYTEİE. (2019). *Riskli yapıların tespit edilmesine ilişkin esaslar*. Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü).
- Sucuoğlu, H., Yazgan, U., & Yakut, A. (2007). A screening procedure for seismic risk assessment in urban building stocks. *Earthquake Spectra*, 23(2), 441-458. <https://doi.org/10.1193/1.2720931>
- Şahmaran, M., Anıl, Ö., Erberik, M. A., Askan, A., Aldemir, A., Koçkar, K., & Karimzadeh, S. (2021). *Binaların Deprem Performansı İncelenmesi Esas Öncelik Belirleme Yöntemi*. Ankara: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Proje Raporu.
- TBDY. (2018). *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*. Ankara: İçişleri Bakanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD).
- U.N. International Strategy for Risk Reduction. (2015). *Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030*. Geneva: UNISDR. https://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf
- Yakut, A. (2004). Preliminary seismic performance assessment procedure for existing RC buildings. *Engineering Structures*, 26(10), 1447-1461. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2004.05.011>
- Yakut, A., Sucuoğlu, H., & Akkar, S. (2012). Seismic risk prioritization of residential buildings in İstanbul. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 41(11), 1533-1547. <https://doi.org/10.1002/eqe.2215>