

## FEMA P-154 Formlarının Dijitalleştirilmesi İçin Bir Python Tabanlı Uygulama

Nurdan TALASLIOĞLU <sup>1\*</sup>, Asena SOYLUK <sup>2</sup>

ORCID 1: 0009-0007-7794-8691 ORCID 2: 0000-0002-6905-4774

<sup>1-2</sup> Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 06570, Ankara-Türkiye

\* e-mail: [nurdan.talasioglu@gazi.edu.tr](mailto:nurdan.talasioglu@gazi.edu.tr)

### Öz

Deprem kuşağında yer alan ve büyük deprem tehditleri ile karşı karşıya olan Türkiye, 6 Şubat depremleri dolayısıyla ciddi kayıplar vermiştir. Deprem yönetmeliklerine uygun olmayan birçok mevcut-yeni yapıya sahip yerleşim yerleri bulunmaktadır. Bu nedenle, olası bir depremde can ve mal kayıplarına engel olmak için, yapı stokundaki binaların deprem dayanımlarının güvenli ve hızlı şekilde araştırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Yapı stokunun olası bir deprem etkisiyle oluşturacakları risk düzeyinin gerçekçi şekilde belirlenebilmesi için detaylı yapısal araştırmaların yapılması gereklidir. Hızlı ve güvenilir olması sebebiyle sık kullanılan değerlendirme metodlarından biri olan "FEMA P-154" hızlı değerlendirme yönteminin Python tabanlı bir uygulama ile uygulanarak sonuçların veri seti haline getirilmesi amaçlanmıştır. Uygulama ile FEMA P-154 formunun uygulanmasında süre, maliyet, iş gücü ve depolamada avantaj elde edilebilmektedir. Bu yöntem sayesinde hızlı bir şekilde hazırlanabilen veri setleri daha sonra yapay zekâ projelerinde kullanılmak üzere saklanabilir ve deprem dayanımı uygun olmayan binaların öncelik sırasına göre dönüşümünün yapılması için referans oluşturabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Python, hızlı görsel tarama, deprem güvenlik değerlendirmesi, veri seti.

## A Python-Based Application for Digitizing FEMA P-154 Forms

### Abstract

Türkiye, which is located in an earthquake zone and faces major earthquake threats, has suffered serious losses due to the February 6 earthquakes. There are many settlements with existing and new buildings that do not comply with earthquake regulations. Therefore, in order to prevent loss of life and property in a possible earthquake, it is imperative to investigate the earthquake safety of buildings in the existing building stock quickly and safely. In order to realistically determine the level of risk posed by the building stock due to earthquake effects, detailed structural analyses are required. It is aimed to apply the "FEMA P-154" rapid assessment method, which is one of the frequently used assessment methods due to its fast and reliable nature, with a Python-based application and to transform the results into a data set. The application provides advantages in time, cost, labor and storage in the implementation of the FEMA P-154 form. Thanks to this method, data sets that can be prepared quickly can be stored for later use in artificial intelligence projects and can serve as a reference for the transformation of buildings with inappropriate earthquake resistance in order of priority.

**Keywords:** Python, rapid visual screening, earthquake safety assessment, data set.

**Citation:** Talaslıoğlu, N. & Soyuluk, A. (2024). A python-based application for digitizing FEMA P-154 forms. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 9 (Special Issue), 179-200.

**DOI:** <https://doi.org/10.30785/mbud.1336300>



## 1. Giriş

Türkiye aktif fay zonu üzerinde bulunan, büyük kısmında deprem riski taşıyan bir ülkedir. Bu gibi risklere sahip ülkelerde depremin vereceği hasarı azaltmak adına çalışmalar yapılmalıdır. Sismik bir aktiviteyi ve onun fiziksel, sosyal ve ekonomik etkilerini önlemek pratik olarak imkânsız olsa da hesaplamalı bilim ve sayısal modellemedeki ilerlemeleri kullanmak, insanlığı; depremin şiddetini tahmin etmek, sonuçlarını anlamak ve afet sonrası yönetim konusunda bilgilendirebilir (Das, Harirchian, Jadhav, Kumari, Lahmer ve Rasulzade, 2020).

Büyük depremler dünyanın birçok yerinde özellikle mühendislik hizmeti görmemiş ya da yapım sırasında denetlenmemiş yapılarda yıkım gibi ağır sonuçlar meydana getirmektedir. Yakın tarihli binalar genellikle deprem yönetmelikleri tasarım ilkelerine uygun olarak tasarlanmakta ve deprem gibi yatay yükler karşısında daha yeterli dayanım gösterirken, yönetmeliklere uygun olmayan binalar çoğunlukla ağır hasarlar almakta ya da göçmektedirler. Yaşanabilecek bir depremde oluşabilecek her türlü kaybı en aza indirmek adına yapı stoku hızlı bir şekilde taranmalı, riskli binalar tespit edilmelidir.

Diğer yandan; detaylı yapısal analizler, yapı stokundaki fazlalık göz önüne alındığında, zaman ve maliyet bakımından birtakım sorunlar barındırmaktadır. Hızlı deprem performans analiz metodları, bunun gibi sorunlara çözüm olması için geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin kullanımı ile, yapı stokunun kolay ve hızlı şekilde incelenmesi, daha sonra bu yapıların risk düzeyine göre sıralanarak daha detaylı değerlendirmeye ihtiyaç duyan binaların belirlenmesi amaçlanmaktadır.

### 1.1. FEMA P-154 Hızlı Görsel Tarama Yöntemi 'nin Değerlendirmesi

Hızlı görsel tarama yöntemleri kısa sürelerde, daha az insan gücü kullanarak görsel değerlendirme yoluyla yapıların; deprem performansının değerlendirilmesini ve öncelikli olarak incelenmesi, dönüşüm yapılması ya da güçlendirilmesi gereken yapıları tespit edilmesini sağlar. Veri sayfalarının toplanması bir değerlendiriciye ihtiyaç duyar. Hızlı görsel tarama, daha hızlı tarama süresi ve kolay uygulanabilirliği sayesinde deprem performansı düşük yapıları belirlemek için oldukça etkili bir mekanizmadır ve bu sayede daha fazla binanın kısa sürede analiz edilmesini sağlar. Hızlı görsel tarama yöntemi, bazı temel değerlendirmeler yaparak sonuç performans puanının elde edildiği bir puanlama sistemine dayanmaktadır. Farklı değerlendirme yöntemlerinin önceden belirlenmiş farklı puanlama sistemleri ve formları vardır, örneğin Federal Acil Durum Yönetim Ajansı (FEMA). Limit puanına ulaşamayan yapılar kapsamlı ikinci ve üçüncü değerlendirme aşamalarından geçirilir (Das ve diğerleri, 2020).

FEMA P-154 Hızlı Görsel Tarama Yöntemi mevcut binaların deprem anında göstereceği performansın hızlıca değerlendirilmesine imkân sağlayan bir yöntemdir. Binanın sismik performansını etkileyecek özellikleri sadece gözlem yapılarak değerlendirip, elde edilen verilerin veri formuna işlenmesi ile uygulanır. Binanın düşey düzensizlikleri, plan düzensizlikleri, zemin türü, yönetmelik yılı, değerlendirme yılı verilerine göre sonuç puan hesaplanır. Bu sonuç puan binanın sismik performansını sayısal olarak ifade etmektedir. Sonuç puan belirlenmiş limit puan ile karşılaştırılır ve binanın incelenen yapı stoku içerisinde detaylı analiz önceliği belirlenir (Kızılkaya, 2018). FEMA'nın geliştirmiş olduğu ve 2015 yılında güncellenen Hızlı Görsel Tarama Yöntemi iki aşamalı bir yöntem olup, yöntemin ikinci aşaması isteğe bağlıdır. Öncelikle, bina stoğunun bulunduğu bölgenin depremselliğine göre uygun veri toplama formu (Şekil 1 ve 2) seçilir. Bina dışarıdan ve mümkün ise içeriden de incelenerek olumlu ve olumsuz özellikleri tespit edilir ve veri toplama formu doldurulur. Herhangi bir hesap gerekmeden binanın özellikleri puanlanarak bir sonuç puan elde edilir. Her bina için bulunan sonuç puan (S) bir limit puan ile karşılaştırılarak binanın deprem performansı belirlenir. Hızlı Görsel Tarama sonucu bulunan sonuç puan 2'den büyük ise binanın deprem performansı yeterli, sonuç puan 2'den küçük ise binanın deprem performansı yetersiz olarak kabul edilir. Deprem performansı yetersiz olan binalar için detaylı analiz gerekmektedir (Federal Emergency Management Agency (FEMA), 2015).

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

Level 1  
VERY HIGH Seismicity

PHOTOGRAPH	Address: _____
	Zip: _____
SKETCH	Other Identifiers: _____
	Building Name: _____
	Use: _____
	Latitude: _____ Longitude: _____
	Ss: _____ S <sub>r</sub> : _____
	Screeener(s): _____ Date/Time: _____
	No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built: _____ <input type="checkbox"/> EST
	Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____
	Additions: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Yes, Year(s) Built: _____
Occupancy: Assembly Commercial Emer. Services <input type="checkbox"/> Historic <input type="checkbox"/> Shelter Industrial Office School <input type="checkbox"/> Government Utility Warehouse Residential, # Units: _____	
Soil Type: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> DNK Hard Avg Dense Stiff Soft Poor DNK Rock Rock Soil Soil Soil Soil If DNK, assume Type D.	
Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK	
Adjacency: <input type="checkbox"/> Pounding <input type="checkbox"/> Falling Hazards from Taller Adjacent Building	
Irregularities: <input type="checkbox"/> Vertical (type/severity) _____ <input type="checkbox"/> Plan (type) _____	
Exterior Falling Hazards: <input type="checkbox"/> Unbraced Chimneys <input type="checkbox"/> Heavy Cladding or Heavy Veneer <input type="checkbox"/> Parapets <input type="checkbox"/> Appendages <input type="checkbox"/> Other: _____	
COMMENTS: _____	
<input type="checkbox"/> Additional sketches or comments on separate page	

**BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S<sub>L1</sub>**

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		2.1	1.9	1.8	1.5	1.4	1.6	1.4	1.2	1.0	1.2	0.9	1.1	1.0	1.1	1.1	0.9	1.1
Severe Vertical Irregularity, V <sub>L1</sub>		-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	NA
Moderate Vertical Irregularity, V <sub>L1</sub>		-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	NA
Plan Irregularity, P <sub>L1</sub>		-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.3	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	NA
Pre-Code		-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.0
Post-Benchmark		1.9	1.9	2.0	1.0	1.1	1.1	1.5	NA	1.4	1.7	NA	1.5	1.7	1.6	1.6	NA	0.5
Soil Type A or B		0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1
Soil Type E (1-3 stories)		0.0	-0.2	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	-0.1
Soil Type E (> 3 stories)		-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	NA	-0.3	-0.1	-0.1	-0.3	-0.1	NA	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	NA
Minimum Score, S <sub>MIN</sub>		0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

FINAL LEVEL 1 SCORE, S<sub>L1</sub> ≥ S<sub>MIN</sub>:

<b>EXTENT OF REVIEW</b> Exterior: <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial Interior: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entered Drawings Reviewed: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Soil Type Source: _____ Geologic Hazards Source: _____ Contact Person: _____	<b>OTHER HAZARDS</b> <b>Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?</b> <input type="checkbox"/> Pounding potential (unless S <sub>L2</sub> > cut-off, if known) <input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent building <input type="checkbox"/> Geologic hazards or Soil Type F <input type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to the structural system	<b>ACTION REQUIRED</b> <b>Detailed Structural Evaluation Required?</b> <input type="checkbox"/> Yes, unknown FEMA building type or other building <input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off <input type="checkbox"/> Yes, other hazards present <input type="checkbox"/> No <b>Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one)</b> <input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated <input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary <input type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DNK
<b>LEVEL 2 SCREENING PERFORMED?</b> <input type="checkbox"/> Yes, Final Level 2 Score, S <sub>L2</sub> _____ <input type="checkbox"/> No Nonstructural hazards? <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Where information cannot be verified, screener shall note the following: <b>EST = Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know</b>	

Legend: MRF = Moment-resisting frame RC = Reinforced concrete URM INF = Unreinforced masonry infill MH = Manufactured Housing FD = Flexible diaphragm  
BR = Braced frame SW = Shear wall TU = Tilt up LM = Light metal RD = Rigid diaphragm

Şekil 1. 1. aşama değerlendirme formu örneği -yüksek sismik aktivite için (Federal Emergency Management Agency, 2015)

**Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards**

**Level 2 (Optional)  
VERY HIGH Seismicity**

FEMA P-154 Data Collection Form

Optional Level 2 data collection to be performed by a civil or structural engineering professional, architect, or graduate student with background in seismic evaluation or design of buildings.

<b>Bldg Name:</b>	<b>Final Level 1 Score:</b> $S_{L1} =$ _____ (do not consider $S_{MIN}$ )
<b>Screener:</b>	<b>Level 1 Irregularity Modifiers:</b> Vertical Irregularity, $V_{L1} =$ _____ Plan Irregularity, $P_{L1} =$ _____
<b>Date/Time:</b>	<b>ADJUSTED BASELINE SCORE:</b> $S' = (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1}) =$ _____

**STRUCTURAL MODIFIERS TO ADD TO ADJUSTED BASELINE SCORE**

Topic	Statement (If statement is true, circle the "Yes" modifier; otherwise cross out the modifier.)	Yes	Subtotals
Vertical Irregularity, $V_{L2}$	Sloping Site	W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-0.9
		Non-W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-0.2
	Weak and/or Soft Story (circle one maximum)	W1 building cripple wall: An unbraced cripple wall is visible in the crawl space.	-0.5
		W1 house over garage: Underneath an occupied story, there is a garage opening without a steel moment frame, and there is less than 8' of wall on the same line (for multiple occupied floors above, use 16' of wall minimum).	-0.9
		W1A building open front: There are openings at the ground story (such as for parking) over at least 50% of the length of the building.	-0.9
		Non-W1 building: Length of lateral system at any story is less than 50% of that at story above or height of any story is more than 2.0 times the height of the story above.	-0.7
	Setback	Non-W1 building: Length of lateral system at any story is between 50% and 75% of that at story above or height of any story is between 1.3 and 2.0 times the height of the story above.	-0.4
		Vertical elements of the lateral system at an upper story are outboard of those at the story below causing the diaphragm to cantilever at the offset.	-0.7
		Vertical elements of the lateral system at upper stories are inboard of those at lower stories.	-0.4
	Short Column/ Pier	There is an in-plane offset of the lateral elements that is greater than the length of the elements.	-0.2
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: At least 20% of columns (or piers) along a column line in the lateral system have height/depth ratios less than 50% of the nominal height/depth ratio at that level.	-0.4
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: The column depth (or pier width) is less than one half of the depth of the spandrel, or there are infill walls or adjacent floors that shorten the column.	-0.4
Split Level	There is a split level at one of the floor levels or at the roof.	-0.4	
Other Irregularity	There is another observable severe vertical irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-0.7	
	There is another observable moderate vertical irregularity that may affect the building's seismic performance.	-0.4	
Plan Irregularity, $P_{L2}$	Torsional irregularity: Lateral system does not appear relatively well distributed in plan in either or both directions. (Do not include the W1A open front irregularity listed above.)	-0.5	
	Non-parallel system: There are one or more major vertical elements of the lateral system that are not orthogonal to each other.	-0.2	
	Reentrant corner: Both projections from an interior corner exceed 25% of the overall plan dimension in that direction.	-0.2	
	Diaphragm opening: There is an opening in the diaphragm with a width over 50% of the total diaphragm width at that level.	-0.2	
	C1, C2 building out-of-plane offset: The exterior beams do not align with the columns in plan.	-0.2	
Redundancy	Other irregularity: There is another observable plan irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-0.5	
	The building has at least two bays of lateral elements on each side of the building in each direction.	+0.2	
Pounding	The building is separated from an adjacent structure by less than 1.5% of the height of the shorter of the building and adjacent structure and:	The floors do not align vertically within 2 feet. (Cap total -0.7)	
		One building is 2 or more stories taller than the other. (pounding -0.7)	
		The building is at the end of the block. (modifiers at -0.9) -0.4	
S2 Building	"K" bracing geometry is visible.	-0.7	
C1 Building	Flat plate serves as the beam in the moment frame.	-0.3	
PC1/RM1 Bldg	There are roof-to-wall ties that are visible or known from drawings that do not rely on cross-grain bending. (Do not combine with post-benchmark or retrofit modifier.)	+0.2	
PC1/RM1 Bldg	The building has closely spaced, full height interior walls (rather than an interior space with few walls such as in a warehouse).	+0.2	
URM	Gable walls are present.	-0.3	
MH	There is a supplemental seismic bracing system provided between the carriage and the ground.	+0.5	
Retrofit	Comprehensive seismic retrofit is visible or known from drawings.	+1.2	

**FINAL LEVEL 2 SCORE,  $S_{L2} = (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{MIN}$ :** \_\_\_\_\_ (Transfer to Level 1 form)

There is observable damage or deterioration or another condition that negatively affects the building's seismic performance:  Yes  No  
If yes, describe the condition in the comment box below and indicate on the Level 1 form that detailed evaluation is required independent of the building's score.

**OBSERVABLE NONSTRUCTURAL HAZARDS**

Location	Statement (Check "Yes" or "No")	Yes	No	Comment
Exterior	There is an unbraced unreinforced masonry parapet or unbraced unreinforced masonry chimney.			
	There is heavy cladding or heavy veneer.			
	There is a heavy canopy over exit doors or pedestrian walkways that appears inadequately supported.			
	There is an unreinforced masonry appendage over exit doors or pedestrian walkways.			
	There is a sign posted on the building that indicates hazardous materials are present.			
	There is a taller adjacent building with an unanchored URM wall or unbraced URM parapet or chimney.			
Interior	Other observed exterior nonstructural falling hazard:			
	There are hollow clay tile or brick partitions at any stair or exit corridor.			
	Other observed interior nonstructural falling hazard:			

**Estimated Nonstructural Seismic Performance** (Check appropriate box and transfer to Level 1 form conclusions)  
 Potential nonstructural hazards with significant threat to occupant life safety →Detailed Nonstructural Evaluation recommended  
 Nonstructural hazards identified with significant threat to occupant life safety →But no Detailed Nonstructural Evaluation required  
 Low or no nonstructural hazard threat to occupant life safety →No Detailed Nonstructural Evaluation required

**Comments:**

Şekil 2. 2. aşama değerlendirme formu örneği -yüksek sismik aktivite için (FEMA, 2015)

FEMA P-154 Hızlı Değerlendirme Yöntemi'nde bir yapının analiz edilmesi için gereken süre yaklaşık 15 dakikadır; bu süre maksimum 60 olmaktadır. FEMA P-154, mevcut deprem yönetmeliklerine göre inşa edilmemiş yapı stokunun fazlalığı dikkate alındığında, yapıların detaylı analize ihtiyaç duyanlarının hızlıca sıralanması yönünden üstünlük sağlamaktadır. Ayrıca analiz için binanın yapısal sistem ya da mimari projeleri gerekli değildir; buna göre herhangi ek çalışma (binanın rölöve projesinin çizilmesi gibi) yapılmasına gerek görülmemektedir. Yöntemin; her türden binaya uygulanabilir olması için, kılavuzunda her türlü taşıyıcı sistem türünün özellikleri detaylıca açıklanmıştır. Analiz esnasında karşılaşılabilecek ve analizin sonucunu etkileyebilecek sorunlarla ilgili detaylı açıklamalar yapılmıştır (binaya yapılan ekler, dilatasyon derzleri vb.). Binanın değerlendirme sonuç puanı belirlenen limit puandan yüksek dahi olsa; çekiçleme etkisi, daha yüksek olan yan binalardan düşme ihtimali olan elemanlar var ise, binanın, yapısal olan ve yapısal olmayan elemanlarında hasarlar ve bozulmalar var ise detaylı analiz istenmektedir (Kızılkaya, 2018).

## **1.2. FEMA P-154'ün Kod Sistemi ile Kullanımı**

Öncelikli olarak 1. aşama değerlendirme formunda bulunan hesaplama kriterleri Python tabanlı bir kod sistemine girilmiştir. Veriler girildikten sonra sistem; FEMA P-154 formundaki puanlama sistemine uygun olacak şekilde risk değerlendirmesini hesaplamaktadır. Oluşturulan risk değerlendirmesi sonrası yapı hakkındaki bilgilerle birlikte girilen yapı adresi risk değerlendirmesi sonucu ile eşleştirilerek, .xlsx dosyası olarak Excel tablosuna işlenir. Bunun sonucunda daha sonra makine öğrenmesi, derin öğrenme vb. yapay zekâ programlarında kullanılmak üzere veri seti oluşturulmuş olur. Aynı zamanda bu veri seti; yaşanabilecek bir deprem öncesi, ciddi hasarlar alması muhtemel yapıların hızlı bir şekilde güçlendirme yapmak ya da yenilemek üzere seçilmesinde, yerel yönetimlere ve firmalara kılavuz oluşturabilir.

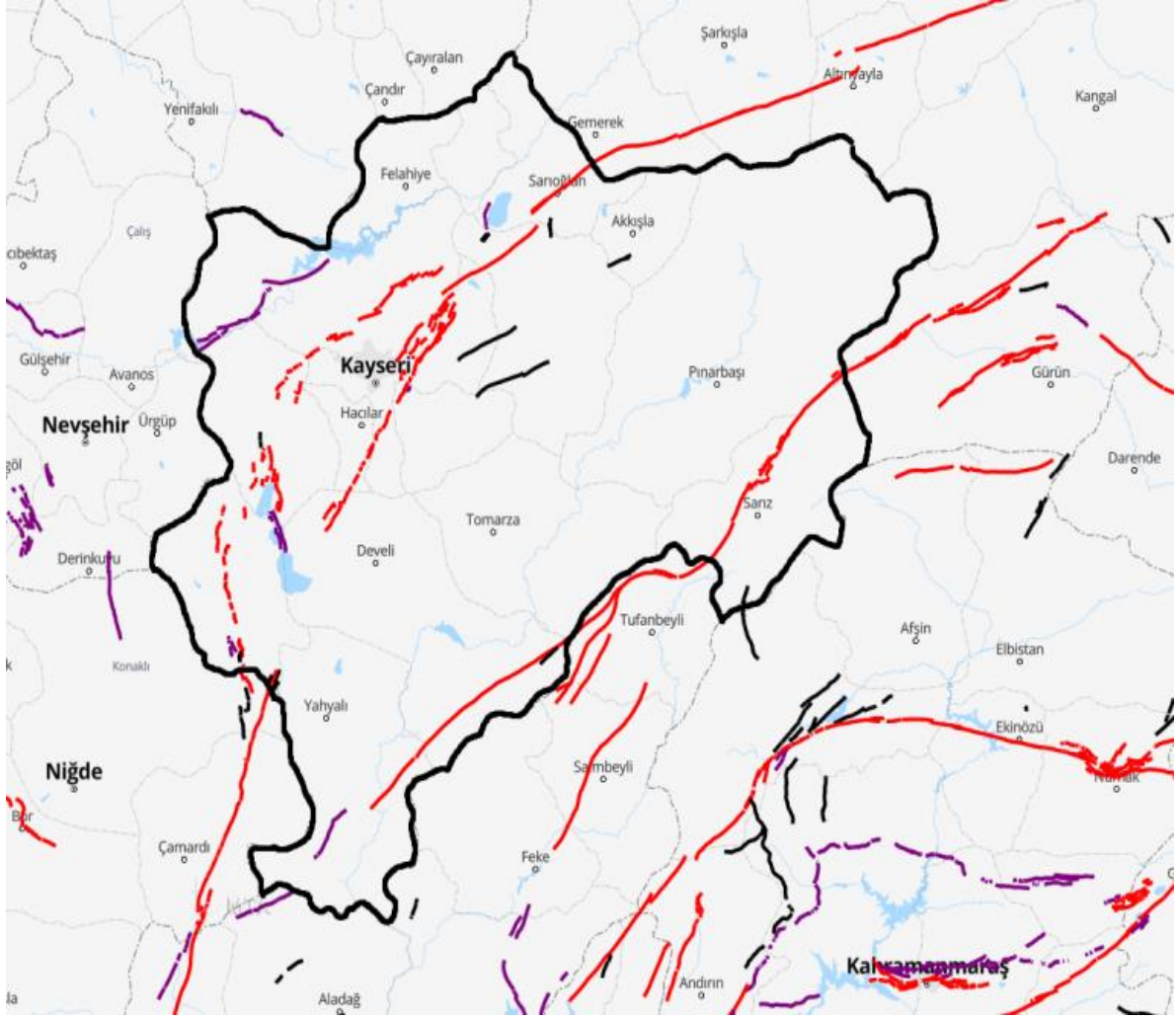
Bir veri seti, ana hatları ile bahsetmek gerekirse bir hedef dahilinde bir araya getirilmiş veri topluluğudur. Veri setleri için genel olarak kullanılan biçim, satırlar ve sütunlar ile oluşturulmuş bir tablo şeklinde düzenlenmiş bir dosya olan çevrimiçi elektronik tablo, json veya csv uzantılı bir belge olabilir (Medium, 2021).

Aynı zamanda veri setleri, daha sonra makine öğrenmesi programlarında makinelere büyük miktarda veri girdileri yapılabilmesini olanak sağlar. Bir program amacı dahilinde doğru bir öğrenme ve çıktı üretme sürecinde bulunabilmesi için doğru veri setleri ile eğitilmelidir.

## **2. Materyal ve Yöntem**

Çalışma kapsamında bir "Risk Değerlendirme Programı" isimli masaüstü program arayüzü tasarlanarak FEMA P-154 hızlı tarama formundaki girdilerin bu arayüze girilmesi sağlanmıştır. Girilen veriler formdaki hesaplama kriterlerine göre yazılan program ile hesaplanarak deprem performans sonucu elde edilmektedir. Elde edilen sonuç yapı adresi ile eşleştirildikten sonra Excel dosyasına işlenmektedir.

Masaüstü programın test edilmesi ve örnek veri seti oluşturulması için Kayseri ili Kılıçaslan Mahallesinde bulunan Müderris Sokakta alan çalışması yapılmıştır. Kayseri, 6 Şubat 2023 itibarıyla Maraş ve çevre illerde yaşanan depremleri yoğun şekilde hissetmiş ve özellikle mart ayında, Kayseri merkezli 4 üzeri büyüklüklerde birçok deprem meydana gelmiştir. Aynı zamanda Kayseri, AFAD tarafından 2021 yılında açıklanan verilere göre diri fay hatları üzerinde bulunmaktadır (Şekil 3). Bu doğrultuda Kayseri, "Genel Hayata Etkili Afet Bölgesi" kapsamına alınmıştır. Kayseri'de; hazırlanan risk değerlendirme programı ile yapı stokunun bir kısmında örnek değerlendirilme yapılması, şehir hala risk altında bulunduğu için önemlidir ve deprem riski yüksek iller için referans oluşturabilir.



Şekil 3. Kayseri ve civarı diri fay haritası (AFAD, 2021)

## 2.1. Masaüstü Programının Tasarlanması

Masaüstü programı yazımında Python programlama dili kullanılmıştır. Programın oluşturulması için Spyder yazılımı kullanılmış ve kod dizinleri bu yazılım üzerinde hazırlanmıştır. Masaüstü programın arayüzü “Tkinter” grafiksel kullanıcı arayüzü (GUI) aracı ile oluşturulmuştur. Girilen verilerin hesaplamaları sonucu elde edilen veriler ve adresler “openpyxl” kütüphanesi ile .xlsx formatında Excel dosyası olarak kaydedilmektedir.

### 2.1.1. Python nedir?

Python, 1989 yılında Hollandalı programcı Guido van Rossum tarafından tasarlanan genel amaçlı bir programlama dilidir. Python, Python Yazılım Vakfı aracılığıyla koordine edilen geliştirme ile ücretsiz ve açık kaynak kodludur. Python son on yılda hızlı bir şekilde benimsenmiştir ve şu anda en yaygın kullanılan programlama dillerinden biridir. Python, yapay zekâ geliştirmek için birçok harika özelliğe sahip çok popüler bir programlama dilidir. Dünyanın dört bir yanındaki birçok yapay zekâ geliştiricisi Python kullanmaktadır (Rong ve Teoh, 2022).

### 2.1.2. Spyder yazılımı nedir?

Spyder, Python için Python'da yazılmış; bilim insanları, bu alandaki mühendisler ve veri analistleri için tasarlanmış ücretsiz ve açık kaynak kodlu bilimsel bir ortamdır. Çok yönlü bir geliştirme aracının geliştirilmiş düzenleme, analiz yapma, hataları ayıklama ve profiller oluşturma işlevselliği ile bilimsel bir veri grubunun veri keşfi, etkileşimli yürütme, derin analiz ve görselleştirme yeteneklerinin kombinasyonunu gerçekleştirebilir (Spyder-ide, 2023).

### 2.1.3. Tkinter nedir?

Tkinter, Python'un standart grafik kullanıcı arayüzü paketidir. Tkinter ile Python, grafiksel kullanıcı arayüzleri tasarlamayı kolaylaştırır. Tkinter, GUI araç setine zengin bir nesne yönelimi verir. Bir GUI programında düğmeler, etiketler ve metin kutuları gibi, genel adı ile Widget'ların kontrolü destekler (Agarwal, Navale, Nawale, Parakh, Pate ve Vayadande, 2022).

### 2.1.4. Openpyxl nedir?

Openpyxl, bir Excel dosyasından okumak veya bir Excel dosyasına yazmak için kullanılan bir Python kütüphanesidir. Veri bilimcileri; veri analizi, veri kopyalama, veri madenciliği, çizim çizelgeleri, stil sayfaları, formül ekleme ve daha fazlası için Openpyxl'i kullanır (Topcoder, 2021).

“Risk Değerlendirme Sistemi” isimli program; kullanılan bu araçlar ve yöntemler ile FEMA P-154 formunda belirtilen girdileri arayüz sayesinde kullanıcıdan alır (Şekil 4). FEMA'nın yayınladığı formda yer alan kriterler ile yapı adresi de programa girilir. Yapı adresinin doğru ve net girilmesi daha sonra yapının yeniden değerlendirilmesi ya da sonuç bilginin daha sonra kullanılması için önemlidir. Program farklı girdilerin hesaplanması üzerine olduğu için kutucuklara belirlenen cevaplar girilmelidir. “Var mı?” sorularına “evet” ya da “hayır” şeklinde cevap verilmelidir. Sismik aktivite derecesi; 1.bölge, 2.bölge, 3.bölge ve 4.bölge olarak TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası'nın yayınladığı yer ivmesi değerlerine (TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, 2022) göre girilmelidir. Zemin sınıfı FEMA formunda bulunduğu şekilde “sert kaya zemin”, “kaya zemin”, “çok sıkı zemin”, “sıkı zemin”, “yumuşak zemin” ya da “zayıf zemin” olarak yanıtlanmalıdır. Bina yapım yılı kutucuğuna yalnızca yıl, rakam olarak girilmelidir. Kat sayısı, zemin üstü kat sayısı rakamla girilmelidir. Arayüzde FEMA P-154 değerlendirme formundan ayrı olarak geçmiş hasar tespit değerlendirmesi sonucu girilmesi için de bir kutucuk bulunmaktadır. Daha önce aldığı hasar kaydı kutusuna “ağır hasarlı”, “orta hasarlı”, “az hasarlı” ya da “hasarsız” girilmelidir. Eğer daha önce hasar tespit değerlendirme yapılmadı ise “hasarsız” girilebilir. Bunun sebebi, daha önce hasar tespit değerlendirilmesi yapılmış yapılarda eğer yapı, değerlendirme sonucu “orta hasar” ya da “ağır hasar” olarak nitelendirildi ise inceleme yapılmadan 2.aşama değerlendirmeye gerek görülmektedir.

RİSK DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

BÖLGENİN SİSMİK AKTİVİTE DERECESİNİ GİRİNİZ:

ZEMİN SINIFINI GİRİNİZ:

BİNA YAPIM YILI GİRİNİZ:

BİNA KAT SAYISINI GİRİNİZ:

BİNANIN DAHA ÖNCE ALDIĞI HASAR KAYDINI GİRİNİZ:

YAPIDA YUMUŞAK/ZAYIF KAT VAR MI? :

YAPIDA KISA KOLON VAR MI? :

YAPIDA PLAN DÜZENSİZLİĞİ VAR MI? :

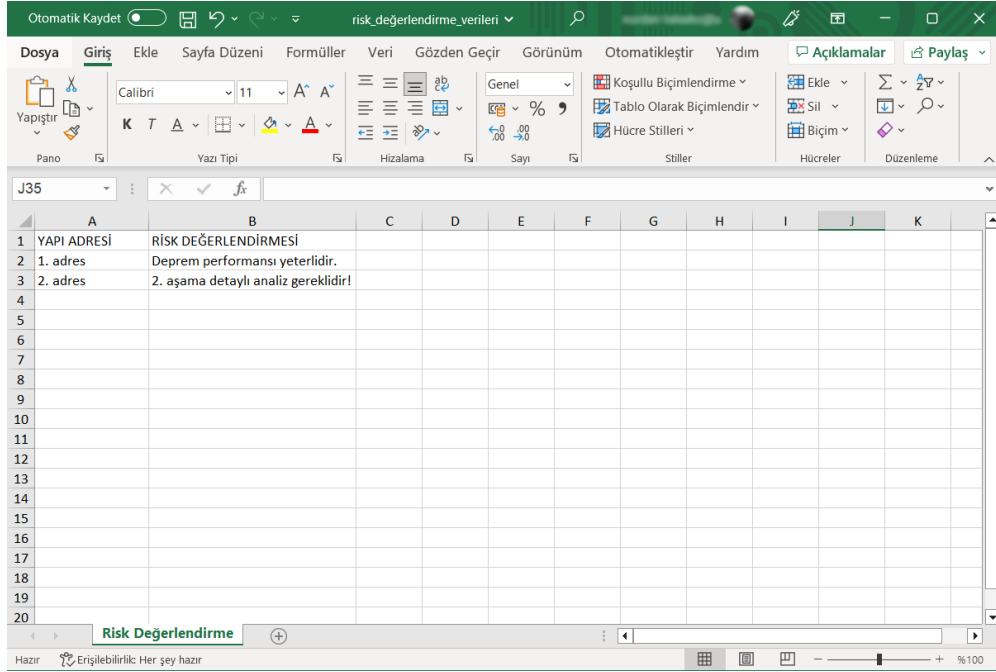
YAPI ADRESİ GİRİNİZ:

GİRİŞ TEMİZLE

Şekil 4. Masaüstü program arayüzü

Girdilerin değerlendirilmesi sonucu program, deprem dayanım risk değerlendirmesi yaparak “2. Aşama değerlendirme gereklidir!” ya da “Deprem performansı yeterlidir.” çıktısını üretir. Değerlendirme kriterleri ile girilmesi istenen yapı adresi; yapının değerlendirilmesi sonucunda üretilen çıktılardan biri ile eşleştirilerek, “YAPI ADRESİ” başlığı altındaki sütuna adresler, “RİSK DEĞERLENDİRMESİ” başlığı altındaki sütuna da çıktılar olacak şekilde Excel dosyasına işlenir (Şekil 5). Excel dosyası; bilgisayarda

programın bulunduğu konuma, işlem sonrası "risk\_değerlendirme\_verileri" ismi ile otomatik olarak oluşmaktadır. Excel dosyası kapatılıp programa veri girilmesi devam ettikçe mevcut Excel dosyası da girilen verileri işlemeye devam eder.



Şekil 5. "Risk\_değerlendirme\_verileri" isimli excel dosyası örnek ekranı

## 2.2. FEMA P-154 Formu Değerlendirme Kriterlerinin İncelenmesi

### 2.2.1. Betonarme çerçeve sistemler (C1)

Genel olarak en çok karşılaşılan sistemdir. Betonarme çerçeve sistemlerde çoğu zaman kirişli döşeme, kaset döşeme ya da nervürlü döşeme sistemlerle karşılaşılır (Şekil 6 ve 7). Betonarme binalarda, süneklik düzeyinin deprem performansındaki etkisi önemlidir. Kolonlardaki etriyelerin yeteri kadar olmaması kayma göçmelerine sebep olabilir. Kiriş donatısında bulunan süreksizlikler sebebiyle yükün boşalması halinde plastik mafsallaşma meydana gelebilir. Düşük miktarda yatay rijitliğe sahip olan çerçeveler çok fazla sayıda yapısal olmayan hasarlara neden olabilir. Yeteri kadar donatı kullanılmaması ve birleşim detaylarının yeterince iyi olmaması, bu sistemlerin deprem kuvvetlerine dayanımlarının azalmasına yol açmaktadır. Aynı zamanda kolonlardaki eksenel yüklerin artması sonucunda kolonda gevrek kırılmalar oluşabilir, boyuna donatılarda da dışa doğru burkulmalar gözlemlenebilir (Kızılkaya, 2018).



Şekil 6. Betonarme çerçeve sistem

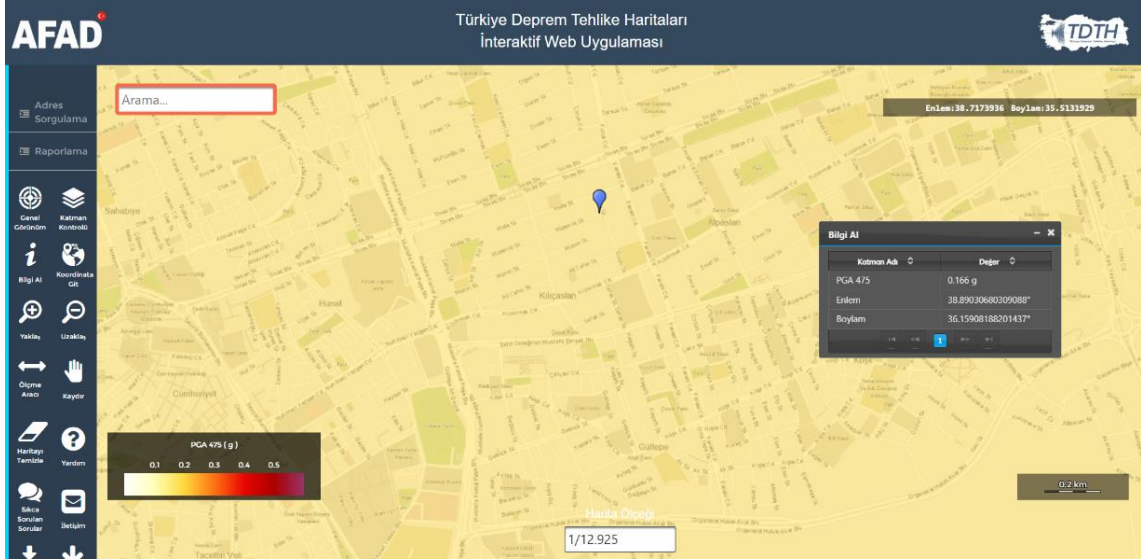


Şekil 7. Betonarme çerçeve sistem bina örneği



## 2.2.2. Sismik aktivite değerleri

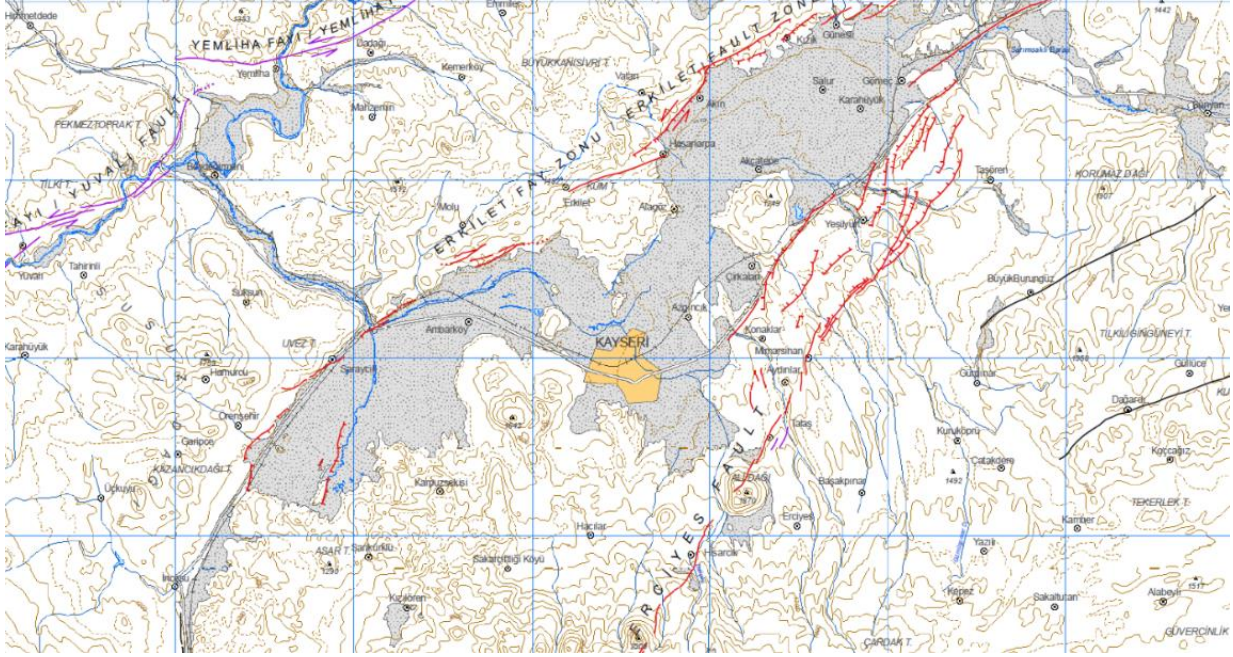
Alan alışması için seçilen Kayseri ili Kılıçaslan Mahallesi Müderris Sokak, AFAD tarafından yayınlanan Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasına (AFAD, 2023) göre 1. Bölge yer ivmesi değerlerine sahiptir (şekil 8). Masaüstü program alan çalışmasının yapılacağı yerin sismik aktivitesi ve evre bölgelerdeki deprem riskleri dikkate alınarak, “orta düzey depremsellik” formuna göre yazılmıştır.



şekil 8. Müderris sokak tehlike haritası verileri (AFAD, 2023)

## 2.2.3. Zemin türleri

FEMA P-154 formunda altı farklı zemin türü seçeneği bulunmaktadır. “A/Sert kaya”, “B/Kaya”, “C/çok sıkı zemin”, “D/Sıkı zemin”, “E/ Yumuşak zemin”, “F/Zayıf zemin” seçenekleri arasından biri işaretlenmeli, eğer zemin türü bilinmiyorsa, bilinmiyor seçeneği işaretlenmeli ve zemin sınıfı “D/Sıkı zemin” kabul edilmelidir. Zemin türü; limit puan hesaplamasında önemli etkiye sahip olduğu için tarama yapılan binaların bulunduğu alanın zemin türünün tespiti oldukça önemlidir. AFAD ve kamu kuruluşlarının hazırladığı zemin türü haritalandırılmalarından bu veri elde edilebilmektedir. FEMA ’ya göre zemin türü “E/Yumuşak zemin” olan bölgelerde yapı katları 4 ve üzeri olan yapılarda değerlendirme puanı daha az katlı yapılara göre daha çok düşmektedir. Alan alışması kapsamında, TMMOB Kayseri İl Koordinasyon Kurulu tarafından hazırlanan Kayseri Deprem Raporu’na göre zeminin alüvyon olduğu (şekil 9) görülmektedir (Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, 2023). Yani zemin türü “E/Yumuşak zemin” olarak kabul edilecektir.



Şekil 9. Kayseri ve çevresindeki diri faylar [Gri alanlar alüvyon birimlerini göstermektedir] (TMMOB, 2023)

#### 2.2.4. Kod yılı

Binanın tasarım ve kod yılı ile ilgili bilgiler, Hızlı Görsel Tarama prosedürünün temel unsurlarından biridir. Bina yaşı doğrudan tasarım ve inşaat uygulamalarına bağlıdır. Bu nedenle yaş, FEMA Bina Tipini belirlemede bir faktör olabilir ve dolayısıyla Nihai Puanı etkileyebilir. Bu bilgi genellikle sahada mevcut değildir ve bu nedenle saha çalışmasından önce edinilmelidir (FEMA, 2015). 1999'da gerçekleşmiş olan Gölcük Depremi, Türkiye'de doğal afetler ve yapıların deprem dayanımlarının önemine dair farkındalıkların daha önemli olmaya başladığı bir dönüm noktasıdır. Bu tarihten itibaren mevzuatta daha gerçekçi önlemlerin alınmaya başlandığı söylenebilir. Türkiye'nin imar, afet önleme ve müdahale planının da deprem konusunda bu yıldan sonra ilerleme kaydetmeye başladığı, özellikle de 2001 tarihli Yapı Denetim Kanunu'nun yapı sağlamlığı konusunda bir güvence oluşturduğu düşünülüyor. Bu nedenle Türkiye için kod ve değerlendirme yılı olarak 1999 seçilmiştir.

#### 2.2.5. Düşey düzensizliklerin incelenmesi

##### 2.2.5.1. Yumuşak/zayıf kat

Zayıf kat; betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki toplam etkili kesme alanının, bir üst kattaki toplam etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı  $\eta_{ci}$  'nin 0.80'den küçük olması durumu (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY), 2018).

Yumuşak kat; birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat öteleme oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat öteleme oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı  $\eta_{ki}$  'nin 2.0'den fazla olması durumu (TBDY, 2018).

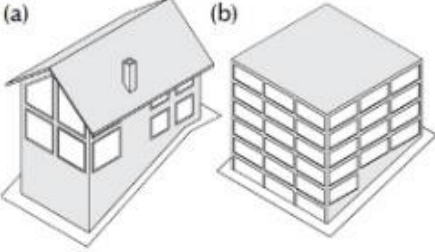
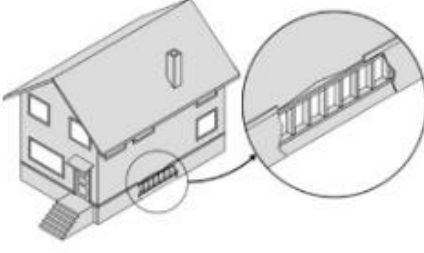
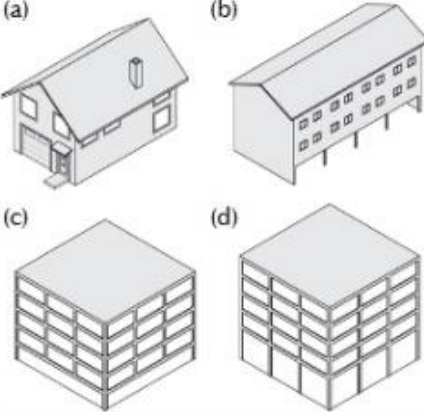
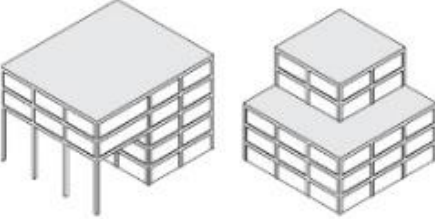
##### 2.2.5.2. Kısa kolon

Kısa kolonlar, taşıyıcı sistem nedeni ile veya dolgu duvarlarında kolonlar arasında bırakılan boşluklar nedeni ile oluşabilirler (TBDY, 2018).

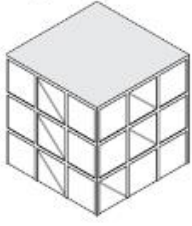
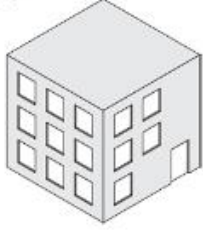
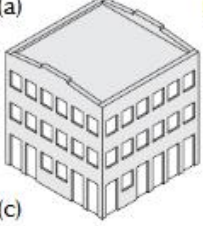
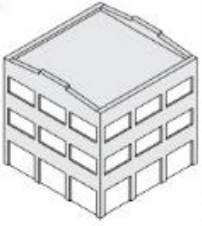
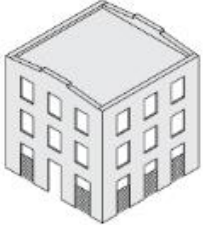
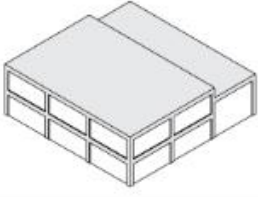
Kısa kolonların ortaya çıkmasındaki nedenlerinden bir tanesi dolgu duvarların, kolonların yüksekliği boyunca değil, belirli bir yüksekliğe kadar örülmesidir. Diğer bir nedeni ise kat aralarında döşeme bulunmasıdır. Bu durumlarda sonucunda deprem sarsıntısı sırasında hasar, kirişlerden daha çok kolonlarda ortaya çıkmaktadır (Çelik, Çılı ve Özgen, 1992,2000).

### 2.2.5.3. Düşey düzensizliklerin gösterimleri

FEMA P-154 kitapçığında değerlendirme kriteri olarak formda belirtilen düşey düzensizlikler detaylı olarak açıklanmıştır (Şekil 10 ve 11). Bunlar şu şekildedir;

Düşey düzensizlikler	Şiddet	Level 1 açıklamalar
<p>Eğimli arazi</p> 	Değişken	Binanın bir yanında diğer yanına 1 kat ve üzeri eğim varsa uygulanır. Şekil (a)'da gösterildiği gibi binalar için şiddetli olarak değerlendirin; şekil (b)'de gösterildiği gibi diğer tüm bina türleri için orta derece olarak değerlendirin.
<p>Desteklenmemiş bozuk duvar</p> 	Orta derece	Binanın boşluklarında desteklenmemiş bozuk duvarlar gözleniyorsa uygulanır. Eğer bodrum dolu ise bunu yumuşak kat olarak alın.
<p>Zayıf ve/veya yumuşak kat</p> 	Şiddetli	Uygulayın: Şekil (a): Garaj açıklığının her iki tarafında sınırlı veya kısa duvar uzunlukları olan bir garajın üzerinde dolu alanı olan bir ev için. Şekil (b): Zemin katında açık cephesi olan bir bina için (örneğin otopark için) Şekil (c): Katlardan birinin diğerlerinden daha az duvarı veya daha az sütunu olduğunda (genellikle en alt kat). Şekil (d): Katlardan biri diğer katlara göre daha uzun olduğunda (genellikle en alt kat).
<p>Düzlem dışı geri çekilme</p> 	Şiddetli	Binanın duvarları planda dikey olarak devam etmiyorsa uygulayın. Bu düzensizlik, şekil (a)'da gösterildiği gibi, üst seviyelerdeki yanal sistemin dikey elemanları alt seviyelerdekilerin dışında olduğunda en şiddetli halini alır. Şekil (b)'deki koşul da bu düzensizliği tetikler. İstiflenmeyen duvarların yapısal olmadığı biliniyorsa, bu düzensizlik geçerli değildir. Eğer 2 feet'ten büyük veya eşitse gerileme uygulayın.

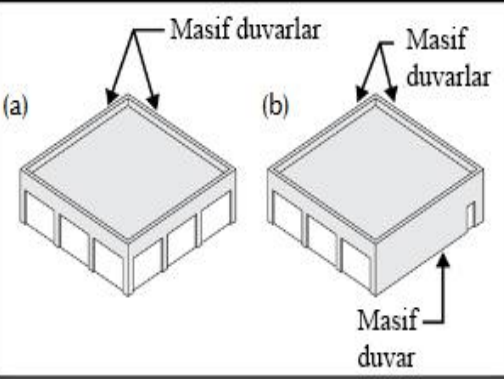
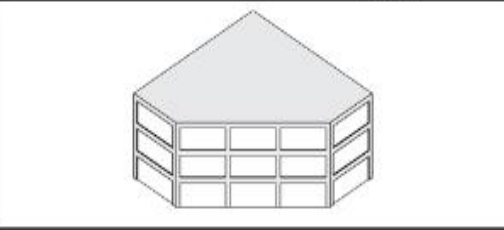
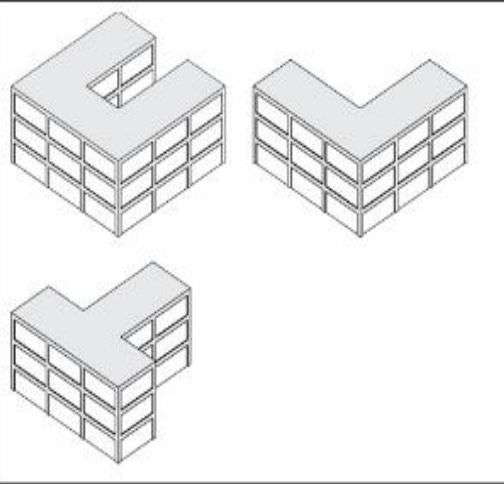
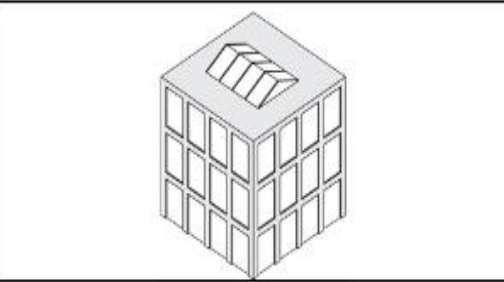
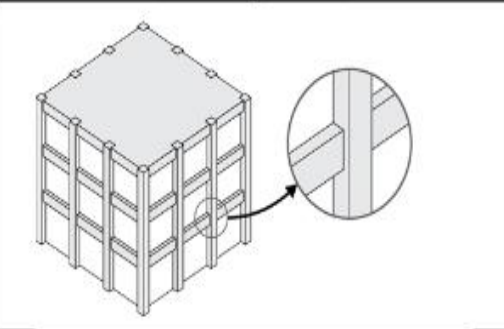
Şekil 10. Düşey düzensizlikler ve açıklamaları 1. kısım (FEMA, 2015)

	Düsey düzensizlikler	Şiddet	Level 1 düzensizlikler
Düzlem içi geri çekilme	(a)  (b) 	Orta derece	Yanal sistemde düzlem içi bir kayma varsa uygulanır. Bu durum genellikle çaprazlı çerçeve (şekil (a)) ve perde duvarlı binalarda (şekil (b)) gözlemlenebilir.
Kısa kolon/iskele	(a)  (b)  (c) 	Şiddetli	Uygulayın, eğer: şekil (a): Bazı sütunlar/pierler aynı zamanda tipik sütunlardan/pierlerden çok daha kısadır. Şekil (b): Kolonlar/ayaklar kirişlerin derinliğine kıyasla dardır. Şekil (c): Kolonun net yüksekliğini kısaltan dolgu duvarlar vardır. Bu eksikliğin genellikle eski betonarme ve çelik bina tiplerinde görüldüğünü unutmayın.
Bölünmüş seviyeler		Orta derece	Binanın katları aynı hizada değilse veya çatı seviyesinde bir basamak varsa uygulanır.

Şekil 11. Düsey düzensizlikler ve açıklamaları 2. kısım (FEMA, 2015)

### 2.2.6. Yatay düzensizliklerin gösterimleri

Planda düzensizlikler çoğunlukla bütün yapı tiplerinde görülse de özellikle ahşap iskeletli yapılarda, ön üretimli iskelet sistem yapılarda, önüretimli sistemli yapılarda, yığma yapılarda daha çok dikkat edilmesi gereklidir. Genel anlamda beş farklı tip, plan (yatay) düzensizlikten (Şekil 12) söz edilebilir (Kızılkaya, 2018).

Plan düzensizlikleri	Level 1 açıklamaları
<p>Burulma</p> 	<p>Bir yönde iyi yanal direnç varsa, ancak sıralama yoksa veya planda eksantrik rijitlik varsa (şekil (a) ve (b)'de gösterildiği gibi; iki veya üç tarafta sağlam duvarlar ve kalan taraflarda çok sayıda açıklığı olan duvarlar) uygulayın.</p>
<p>Paralel olmayan sistemler</p> 	<p>Eğer yapının kenarları 90 derecelik açılı formlarda değilse uygulayın.</p>
<p>Planda çıkıntılar bulunması</p> 	<p>Binanın L, U, T veya + şeklinde olması ve 20 fitten fazla çıkıntıya sahip olması durumunda uygulayın. Mümkünse, kanatların birleştiği yerlerde sismik ayrımlar olup olmadığını kontrol edin. Eğer varsa, çarpma açısından değerlendirin.</p>
<p>Diyafram açıklıkları</p> 	<p>Herhangi bir seviyede diyafram genişliğinin %50'sinden daha geniş açıklık varsa uygulanır.</p>
<p>Kirişlerin sütunlarla aynı hizada olmaması</p> 	<p>Dış hatıllar plandaki kolonlara uymuyorsa uygulanır. Tipik olarak bu, çevre kolonlarının çevre kirişlerinin dışında olduğu beton binalar için geçerlidir.</p>

Şekil 12. Yatay düzensizlikler ve açıklamaları (FEMA, 2015)

### 3. Bulgular ve Tartışma

Uygulamanın test edilmesi için betonarme konut binalarda deprem dayanım değerlendirmesi yapılmıştır. Alan çalışması için Kayseri ili Melikgazi ilçesi Kılıçaslan Mahallesi Müderris Sokak seçilmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Müderris Sokak uydu görüntüsü (Google Maps, 2023)

Alanda 34 betonarme çerçeve sistemli, 1999 öncesi ve sonrası yıllara ait, 3-14 kat aralıklarında kat yükseklikleri olan konut binalar bulunmaktadır. Bölgenin depremsellik verilerine bakılarak FEMA P-154 hızlı tarama yönteminin “Orta Düzey Depremsellik/ Moderate Seismicity” formu seçilmiş (Şekil 14), puanlamalar ve temel skor bu forma göre hesaplanmıştır. Yapılar hakkındaki kriterler ve adresler forma uygun olacak şekilde programa girilmiştir. Yapıların tamamına; aynı bölgede oldukları için “Bölgenin sismik aktivite derecesini giriniz:” kutucuğuna “1.bölge yer ivmesi” ibaresi, “Zemin sınıfını giriniz:” kutucuğuna da “yumuşak zemin” ibaresi girilmiştir. Bunun dışında binalar yapım yılları öğrenilerek, dışardan hızlı görsel inceleme ile yoluyla incelenmiş, bilgiler sisteme girilmiştir (Şekil 15).

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

**Level 1**  
**MODERATE Seismicity**

<p>PHOTOGRAPH</p>	<p>Address: _____ Zip: _____</p> <p>Other Identifiers: _____</p> <p>Building Name: _____</p> <p>Use: _____</p> <p>Latitude: _____ Longitude: _____</p> <p>Ss: _____ S<sub>r</sub>: _____</p> <p>Screener(s): _____ Date/Time: _____</p> <p>No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built: _____ <input type="checkbox"/> EST</p> <p>Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____</p> <p>Additions: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Yes, Year(s) Built: _____</p> <p>Occupancy: Assembly Commercial Emer. Services <input type="checkbox"/> Historic <input type="checkbox"/> Shelter                  Industrial Office School <input type="checkbox"/> Government                  Utility Warehouse Residential, # Units: _____</p> <p>Soil Type: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> DNK                  Hard Avg Dense Stiff Soft Poor DNK                  Rock Rock Soil Soil Soil Soil If DNK, assume Type D.</p> <p>Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK</p> <p>Adjacency: <input type="checkbox"/> Pounding <input type="checkbox"/> Falling Hazards from Taller Adjacent Building</p> <p>Irregularities: <input type="checkbox"/> Vertical (type/severity) _____  <input type="checkbox"/> Plan (type) _____</p> <p>Exterior Falling Hazards: <input type="checkbox"/> Unbraced Chimneys <input type="checkbox"/> Heavy Cladding or Heavy Veneer  <input type="checkbox"/> Parapets <input type="checkbox"/> Appendages  <input type="checkbox"/> Other: _____</p> <p>COMMENTS:                  _____</p> <p><input type="checkbox"/> Additional sketches or comments on separate page</p>
<p>SKETCH</p>	

**BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S<sub>L1</sub>**

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
<b>Basic Score</b>		5.1	4.5	3.8	2.7	2.6	3.5	2.5	2.7	2.1	2.5	2.0	2.1	1.9	2.1	2.1	1.7	2.9
Severe Vertical Irregularity, V <sub>L1</sub>		-1.4	-1.4	-1.4	-1.2	-1.2	-1.4	-1.1	-1.2	-1.1	-1.2	-1.0	-1.1	-1.0	-1.1	-1.1	-1.0	NA
Moderate Vertical Irregularity, V <sub>L1</sub>		-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6	NA
Plan Irregularity, P <sub>L1</sub>		-1.4	-1.3	-1.2	-1.0	-0.9	-1.2	-0.9	-0.9	-0.8	-1.0	-0.8	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	NA
Pre-Code		-0.3	-0.5	-0.6	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.5
Post-Benchmark		1.4	2.0	2.5	1.5	1.5	0.8	2.1	NA	2.0	2.3	NA	2.1	2.5	2.3	2.3	NA	1.2
Soil Type A or B		0.7	1.2	1.8	1.1	1.4	0.6	1.5	1.6	1.1	1.5	1.3	1.6	1.3	1.4	1.4	1.3	1.6
Soil Type E (1-3 stories)		-1.2	-1.3	-1.4	-0.9	-0.9	-1.0	-0.9	-0.9	-0.7	-1.0	-0.7	-0.8	-0.7	-0.8	-0.8	-0.6	-0.9
Soil Type E (> 3 stories)		-1.8	-1.6	-1.3	-0.9	-0.9	NA	-0.9	-1.0	-0.8	-1.0	-0.8	NA	-0.7	-0.7	-0.8	-0.6	NA
Minimum Score, S <sub>MIN</sub>		1.6	1.2	0.9	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.5

**FINAL LEVEL 1 SCORE, S<sub>L1</sub> ≥ S<sub>MIN</sub>**

<p><b>EXTENT OF REVIEW</b></p> <p>Exterior: <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial</p> <p>Interior: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entered</p> <p>Drawings Reviewed: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p> <p>Soil Type Source: _____</p> <p>Geologic Hazards Source: _____</p> <p>Contact Person: _____</p>	<p><b>OTHER HAZARDS</b></p> <p><b>Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?</b></p> <p><input type="checkbox"/> Pounding potential (unless S<sub>L2</sub> &gt; cut-off, if known)</p> <p><input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent building</p> <p><input type="checkbox"/> Geologic hazards or Soil Type F</p> <p><input type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to the structural system</p>	<p><b>ACTION REQUIRED</b></p> <p><b>Detailed Structural Evaluation Required?</b></p> <p><input type="checkbox"/> Yes, unknown FEMA building type or other building</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, other hazards present</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><b>Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one)</b></p> <p><input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated</p> <p><input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary</p> <p><input type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DNK</p>
<p><i>Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know</i></p>		

Legend: MRF = Moment-resisting frame RC = Reinforced concrete URM INF = Unreinforced masonry infill MH = Manufactured Housing FD = Flexible diaphragm  
 BR = Braced frame SW = Shear wall TU = Tilt up LM = Light metal RD = Rigid diaphragm

**Şekil 14.** Orta düzey depremsellik formu (FEMA, 2015)

**RISK DEĞERLENDİRME SİSTEMİ**

BÖLGENİN SİSMİK AKTİVİTE DERECESİNİ GİRİNİZ: 1. bölge yer ivmesi

ZEMİN SINIFINI GİRİNİZ: yumuşak zemin

BİNA YAPIM YILI GİRİNİZ: 1992

BİNA KAT SAYISINI GİRİNİZ: 4

BİNANIN DAHA ÖNCE ALDIĞI HASAR KAYDINI GİRİNİZ: hasarsız

YAPIDA YUMUŞAK/ZAYIF KAT VAR MI?: evet

YAPIDA KISA KOLON VAR MI?: hayır

YAPIDA PLAN DÜZENSİZLİĞİ VAR MI?: hayır

YAPI ADRESİ GİRİNİZ: . Müderris Sok. No: 37

GİRİŞ TEMİZLE

Şekil 15. Programın örnek çalışma ekranı

Girilen bilgiler doğrultusunda, .xlsx formatlı Excel dosyası sistem tarafından oluşturulmuştur (Şekil 16 ve 17). Oluşturulan bu Excel dosyası deprem dayanım değerlendirmesi sonuçlarının daha sonra kullanılmasını ve işlenmesini sağlamak adına küçük bir veri seti olma özelliğine sahiptir.

YAPI ADRESİ	RİSK DEĞERLENDİRMESİ
Kılıçaslan mah. Güçlü Sok. No: 11	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Güçlü Sok. No: 12	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 13	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 14	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 15	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 16	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 17	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 18	Deprem performansı yeterlidir.
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 19	Deprem performansı yeterlidir.
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 20	Deprem performansı yeterlidir.
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 21	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 22	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 23	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 24	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 25	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 26	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 27	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 28	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 29	2. aşama detaylı analiz gereklidir

Şekil 16. Alan çalışması sonrası oluşturulan Excel dosyası 1. kısım

YAPI ADRESİ	RİSK DEĞERLENDİRMESİ
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 30	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 31	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 32	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 33	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 34	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 35	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 36	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 37	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 38	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 39	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 40	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 41	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 42	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 43	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 44	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 45	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 46	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 47	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 48	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 49	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 50	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 51	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 52	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 53	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 54	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 55	2. aşama detaylı analiz gereklidir
Kılıçaslan mah. Müderris Sok. No: 56	2. aşama detaylı analiz gereklidir

Şekil 17. Alan çalışması sonrası oluşturulan excel dosyası 2. kısım



Hazırlanan bu program ile hızlı tarama yöntemlerinden sık kullanılan FEMA P-154 hızlı tarama yönteminin gerektirdiği zaman ve uzman gereksinimlerinin daha az miktara indirilebilmesi hedeflenmiştir. Yapılan alan çalışmasında FEMA'nın değerlendirme için gerekli gördüğü, her yapı için 15-60 dakika arası sürenin Python tabanlı program ile çok daha kısa hale geldiği ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda değerlendirme yapılacak alanda tarama yapılması için gerekli olan yeterli miktarda araç gereç taşınması gereksinimini de tablet gibi tek dijital cihaz ile azaltılmaktadır. Bunun yanında doldurulan formların doğru şekilde depolanmak üzere sıralanması, taşınması gibi problemler tek seferde büyük bir alanın taranmasını zorlaştırırken, bu program ile bu sorunun da önüne geçilmesi hedeflenmiştir (Çizelge 1). Adres ve değerlendirme sonuçlarını barındıran veri seti; dönüşüm esnasında riskli yapıların tespitini kolaylaştıracak, bu yapıların adreslerine erişimi kolaylaştıracaktır.

**Çizelge 1.** Klasik FEMA P -154 ile dijital programın karşılaştırılması (Yazarlar tarafından hazırlanmıştır)

Karşılaştırma Kriterleri	Klasik FEMA P-154 Formu ile Hızlı Tarama Uygulaması	Yazarlar Tarafından Hazırlanan Python Tabanlı Dijital Formun Uygulanması
Süre (Bina başı)/dakika	15-60 dakika	10-20 dakika
İş gücü	Süreye bağlı olarak tarama için daha fazla uzman gereklidir.	Hızlı olduğu için az sayıda uzmanla daha fazla tarama yapılabilir.
Maliyet	Her yapı için ayrı form maliyeti vardır.	Dijital uygulama tek bir cihaz üzerinden sınırsız veri alabilir.
Tarama için araç/gereçler	Her yapı için farklı form ihtiyacı vardır.	Tek bir tablet üzerinden bütün taramalar yapılabilir.
Sonuçların depolanması	Fiziksel depolama alanı ihtiyacı bulunur.	Farklı cihazlardan erişilebilecek .xls dosyası olarak depolanır.

Veri setleri; makine öğrenmesi, derin öğrenme programlarının eğitilmesi için önemli bir kaynak oluşturmaktadırlar. Aynı zamanda online ortamlarda (Kaggle gibi) bu veri setleri ve kod dizilimleri paylaşarak dünya üzerindeki birçok veri bilimciye açılarak işlenebilir ve geliştirilebilir. Aynı zamanda araştırma kapsamında yazılan program sonucu üretilen bu veri seti; dijital ortamda saklanabilir olması ve erişim kolaylığı sayesinde birçok özel-kamu kuruluşları tarafından değerlendirilebilir ve veriler artırılabilir. Bu sayede şehir ya da bölgelerdeki yapıların deprem dayanımları bilgileri, bölge hakkında fikir sahibi olmak ve müdahale etmek için arşiv haline getirilebilir.

Aynı zamanda bu arşiv yapılarda deprem sonrası hasara sebebiyet verebilecek, tasarımdaki yapısal hataların tespit edilmesinde de kullanılabilir. Bu hataların daha sonra mimari tasarımda dikkate alınmak üzere belgelenmesi mimarlık etiğine katkıda bulunmak adına da önemlidir. Çünkü yapılarda deprem sonrası hasara sebebiyet veren hataların genel olarak benzer olduğu görülmektedir. Türkiye'de yaşanan depremlerin bir kısmı incelendiğinde hasar alan yapılarda; plan düzensizlikleri, yumuşak-zayıf kat düzensizlikleri, yumuşak zemin düzensizlikleri ve yapısal düzensizliklerle karşılaşılmaktadır (Ercal, Özdemir, Tezcan ve Yazıcı 2007). Türkiye'de depremlerin neden olduğu hasarların ve can kayıplarının çoğu yukarıda bahsedilen tasarıma bağlı yapısal düzensizliklerden kaynaklanmaktadır. Çünkü bir yapının tüm serüveni ister estetik ister işlevsel ister dayanıklı olsun tasarım aşamasında başlar. Bu bağlamda söz konusu düzensizliklerin başlangıç noktası da tasarım aşaması, yani mimarlardır (Dallı ve Soylok, 2022).

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Deprem riskinin yüksek olduğu, yapı stokunda çok fazla sayıda deprem yönetmeliklerine uygun olmayan yapının bulunduğu Türkiye'de risk altındaki yapıların hızlı bir şekilde kontrol edilmesi oldukça önemli bir gerekliliktir. Hızlı görsel tarama yöntemleri, bu konuda yönetimlere ve insanlara önemli ölçüde fayda sağlamaktadır. 6 Şubat 2023 depremleri sonrası yapı stokundaki deprem dayanımı düşük binaların bulunmasının sonucu olarak çok ciddi düzeyde can ve mal kayıpları yaşanmıştır. Bu depremler sonrası yapı stokunun, özellikle de deprem riski taşıyan illerde, hızlı şekilde taranması gereksinimi öncelikli hale gelmiştir.

Yapıların taranması ve sonuçların bir araya getirilmesi fazla sayıda insan gücüne ihtiyacı ortaya çıkarmakta, aynı zamanda da verilerin fiziksel olarak depolanması problemini beraberinde getirmektedir. Yerel yönetimler ve kamu-özel kuruluşlar yapıların deprem dayanım performanslarını hızlı bir şekilde ölçme ve riskli yapılara doğru önceliklerle müdahale yapma sorumluluğu altındadır. Hızlı görsel tarama yöntemleri sayesinde olası bir deprem ihtimaline karşı hızla yapıların taranmasını sağlanabilir. Günümüzde oldukça yaygın kullanılan FEMA P-154 hızlı görsel tarama yöntemi bu soruna çözüm olarak kullanılabilir yöntemler arasındadır. Ancak uzman görüşüne de ihtiyaç duyan bu yöntem, yetersiz uzman sayısı ve zaman problemleri ile bazı zorlukları barındırmaktadır.

Bu yöntem, bir masaüstü programı haline getirilerek erişilebilir ve kolay kullanımlı bir hale getirilmiştir. Verilerin bir Python tabanlı uygulama sistemi ile değerlendirilmesiyle, hesaplama sürecinin hızlandırılması mümkün olurken, aynı zamanda sisteme veri girmenin daha kolay olması ve hesaplamanın program tarafından yapılması nedeniyle daha çok insanın tarama yapabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu durum yapı stokunun taranmasını kolaylaştırırken önlem alınması için de gerekli zamanı sağlamayı hedeflemektedir.

Diğer bir yandan, normal şartlarda el ile doldurularak hazırlanan ve sonuç bilgilerin de el ile forma işlenmesi ile çalışan görsel tarama yönteminde sonuç verilerin fiziksel saklama ortamlarına ihtiyaç duyması, gerekli görüldüğünde arama-filtreleme-kolay erişim gibi imkanların bulunmaması özellikle de verilerin saklanması konusunda büyük bir problem teşkil etmektedir. Bölgelerde tarama yapılacak çok fazla sayıda bina olması -özellikle de yakın zamanda deprem beklenen Marmara Bölgesi gibi- kâğıt üzerinde işleyen form sistemini, inceleme ve saklama gibi temel faaliyetlerin oldukça zor ve uzun süreli çalıştığı bir durum haline getirmektedir. Verilerin saklanması hem ikinci derece taramaların, hem gerekli müdahalelerin yapılması ve verilerin daha sonra başka programları geliştirmek adına kullanılması için oldukça önemlidir. Bu tarama yöntemi sonuçlarının sistem tarafından otomatik olarak veri seti haline getirilmesi ile bu soruna bir çözüm getirilmesi hedeflenmiştir. Gelişmekte olan yapay zekâ ve veri bilimciliğinde, mevcut veriler geliştirmelerde kullanılma potansiyelleri ile ihtiyaç duyulan veri topluluklarıdır. Araştırma kapsamında geliştirilen uygulama ile üretilen veri seti ya da setleri hem geliştirme ortamlarında kullanılabilir hem de bölge yerel yönetimleri tarafından gerekli işlemlerin yapılması noktasında referans oluşturabilir.

Sistem oldukça sık kullanılan bir programlara dili, erişimi kolay kütüphane ve uygulamalar aracılığıyla hazırlanmıştır. Bunun sonucunda gelişime açık, kolay okunabilme ve kolay kullanılabilme özelliklerine sahiptir. Bu tarz yeni çalışmalara referans oluşturma amacı ile hazırlanmış bu programın bir diğer amacı da deprem konusunda ciddi risk altında olan Türkiye’de hızlı görsel tarama yöntemlerinden biri olan FEMA P-154’ün dijital ortamda kullanımını sağlayarak gelişimini ve kullanımını artırmaktır. Çalışma yalnızca FEMA P-154 değil, diğer hızlı görsel tarama yöntemlerine de uygulanabilme potansiyeline sahiptir ve mevcut risklere karşı önlem planları oluşturmak için yönetimlerde destek yazılımı olarak kullanılabilir.

Aynı zamanda hızlı görsel tarama yöntemlerinin değerlendirme kriterleri, mevcut yapı stokunda deprem dayanımı düşük olan ve zarara sebebiyet verecek yapıların ortak problemlerinin de ortaya çıkmasında önemli bir araçtır. 6 Şubat 2023 depremleri sonrası hasar gören yapıların değerlendirilmesi sonrası bu durumun yeniden gündeme gelmesi ile 12 Mayıs 2023 tarihinde imar yönetmeliğinde değişikliklere gidilmiş ve kısa kolon, kapalı çıkımlar vs. düzensizliklerle ilgili yasaklamalar ve düzenlemelere gidilmiştir. Yani bu durum göstermektedir ki bu tip düzensizlikler, yapıların deprem dayanımları üzerinde ciddi etkiye sahiptir. Bu doğrultuda programın üreteceği veri setleri aynı zamanda bu gibi ortak problemlerin istatistiksel olarak tespitinin ve etkisinin hesaplanmasını kolaylaştıracaktır.

### **Teşekkür ve Bilgi Notu**

Makalede ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Çalışmada etik kurul izni gerekmemiştir.

### **Yazar Katkısı ve Çıkar Çatışması Beyan Bilgisi**

Makalede tüm yazarlar aynı oranda katkıda bulunmuştur. Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynaklar

- AFAD. (2023). Türkiye Deprem Tehlike Haritaları. Erişim adresi (25.06.2023): <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>
- Agarwal, N., Navale, D., Nawale, A., Parakh, P., Pate, S., Vayadande, K. (2022). Modulo Calculator Using Tkinter Library, Artificial Intelligence and Data Science, Vishwakarma Institute of Technology, Pune, Maharashtra, India.
- Çelik, O.C., Çılı, F. ve Özgen, K. (1992). Erzincan depreminden gözlemler. *Yapı Dergisi*, 129, 35-41.
- Çelik, O.C., Çılı, F. ve Özgen, K. (2000). 17 Ağustos 1999 Kocaeli (İzmit) depreminden gözlemler. *Yapı Dergisi*, 218, 65-76.
- Dallı, M. ve Soyluk, A. (2022). Ethical analysis of architecture on structural irregularities in major earthquakes in Turkey. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*.
- Das, R. R., Harirchian, E., Jadhav, K., Kumari, V., Lahmer, T., Rasulzade, S. (2020). A machine learning framework for assessing seismic hazard safety of reinforced concrete buildings. *Applied Sciences*, 10(20), 7153.
- Erkal, A., Özdemir, Z., Tezcan, S. ve Yazıcı, A. (2007). Zayıf Kat – Yumuşak Kat Düzensizliği. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim, İstanbul-Türkiye, s. 339- 350.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2015). Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook. Third Edition.
- Google Maps. (2023). Kayseri İli Haritası [Harita] Erişim adresi (27.06.2023): <https://www.google.com/maps/@38.724612,35.5040207,495m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>
- Kızılkaya, Ş. (2018). FEMA 154 Hızlı Görsel Tarama, Kanada Sismik Tarama ve Japon Sismik İndeks Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi ve Uygulaması (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Medium. (2021). Veri Seti Nedir ve Nerede Bulunur?. Erişim adresi (27.06.2023): <https://elifmeseci.medium.com/veri-seti-nedir-ve-nerede-bulunur-d825351b9f08>
- Rong, Z. ve Teoh, T. T. (2022). Artificial intelligence with Python. Machine Learning: Foundations, Methodologies, and Applications. Springer, Singapore.
- Spyder-ide. (2023). Overview. Erişim adresi (27.06.2023): <https://www.spyder-ide.org/>
- TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası. (2022). Fay üzerinde yaşayan illerimiz: Kayseri raporu-13
- Topcoder. (2021). Excel Automation With Openpyxl in Python. Erişim adresi (30.06.2023): <https://www.topcoder.com/thrive/articles/excel-automation-with-openpyxl-in-python>
- Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği. (2023). Kayseri deprem raporu.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY). (2018). 18 Mart 2018 Tarih ve 30364 Sayılı Resmi Gazete.

## **A Python-Based Application for Digitizing FEMA P-154 Forms**

### **Summary**

Türkiye is a country located above an active fault zone and is at risk of earthquakes in most of its territory. In countries with such risks, efforts should be made to reduce earthquake damage. While it is practically impossible to prevent seismic activity and its physical, social, and economic impacts, using advances in computational science and numerical modeling can inform humanity on how to predict the intensity of an earthquake, understand its consequences and manage its aftermath.

Large earthquakes have devastating consequences all over the world, especially in structures that have not been engineered or inspected during construction. While new buildings are generally designed in accordance with the design principles in earthquake codes and show more adequate resistance against horizontal loads, buildings that do not comply with the codes are often severely damaged or collapse. To minimize any loss that may occur in an earthquake, the building stock should be scanned rapidly and risky buildings should be identified.

On the other hand, detailed structural analyses pose some problems in terms of time and cost, considering a large amount of building stock. Rapid earthquake performance analysis methods have been developed as a solution to this problem. With these methods, it is aimed to determine which buildings are prioritized for more detailed evaluation by examining the buildings quickly and easily and ranking them according to their risk level.

Rapid visual screening methods enable the assessment of the earthquake performance of buildings through visual assessment in short periods, using less manpower, and identify buildings that need to be prioritized for inspection, conversion, or retrofitting. The collection of datasheets requires an assessor. Rapid visual screening is a highly effective mechanism for identifying structures with poor seismic performance due to its faster screening time and easy applicability, allowing more buildings to be analyzed in a short time. The rapid visual screening method is based on a scoring system where a final performance score is obtained by making some basic assessments. Different assessment methods have different predetermined scoring systems and forms, for example, the Federal Emergency Management Agency (FEMA). Structures that fail to reach the limit score are subjected to extensive second and third evaluation phases.

Emerging computer programming technologies are making people's daily lives easier. Thanks to these technologies, certain tasks can be performed faster and more reliably. In addition to the fact that the calculations made by the computer are more accurate and faster, the results of these calculations can be easily stored in areas such as cloud systems and internal storage areas of the computer. In line with this situation, the possibility of integrating the FEMA P-154 fast scanning method with the Python-based system was emphasized. With the prepared code sequence, the result value is calculated and stored by the computer after the form is filled in by the human.

First of all, the calculation criteria in the stage 1 evaluation form were entered into an Python-based code system. After the data is entered, the system calculates the risk assessment in accordance with the scoring system in the Fema P-154 form. After the risk assessment, the building address entered together with the information about the building is matched with the risk assessment result and processed into an Excel table as an .xlsx file. As a result, a data set is created to be used in artificial intelligence programs such as machine learning, deep learning, etc. At the same time, this data set can serve as a guide for local governments and companies in selecting buildings that are likely to be severely damaged before an earthquake, to quickly retrofit or renovate them.

Within the scope of the study, a desktop program interface named "Risk Assessment Program" was designed and the inputs from the FEMA P-154 quick scan form were entered into this interface. The data entered are calculated with the program written according to the calculation criteria in the form and the earthquake performance result is obtained. After the result is matched with the building address, it is processed into an Excel file.

To test the desktop program and create a sample data set, a field study was conducted in Müderris Street in Kılıçaslan Neighborhood of Kayseri province. As of February 6, 2023, Kayseri felt the earthquakes in Maraş and neighboring provinces intensely, and especially in March, many earthquakes with magnitudes above 4 centered in Kayseri occurred. At the same time, according to the data announced by AFAD in 2021, Kayseri is located on live fault lines (Figure 3). Accordingly, Kayseri has been included in the scope of "Disaster Zone with Impact on General Life". In Kayseri, a sample assessment of some of the building stock with the risk assessment program prepared is important as the city is still at risk and can serve as a reference for provinces with high earthquake risk.

Python programming language was used to write the desktop program. Spyder software was used to create the program and code directories were prepared on this software. The interface of the desktop program was created with "Tkinter" graphical user interface (GUI) tool. The data obtained as a result of the calculations of the entered data and the address are saved as an Excel file in .xlsx format with the "openpyxl" library.

With these tools and methods, the program named "Risk Assessment System" receives the inputs specified in the FEMA P-154 form from the user through the interface. With the criteria in the form published by FEMA, the building address is also entered into the program. The building address must be entered accurately and clearly to re-evaluate the structure later or to use the resultant information later.

As a result of the evaluation of the inputs, the program makes an earthquake-resistant performance assessment of the building and produces the output "Stage 2 assessment is required!" or "Earthquake performance is sufficient." The building address, which is requested to be entered with the evaluation criteria, is matched with one of the outputs produced as a result of the evaluation of the building and entered into an Excel file with addresses in the column under the heading "BUILDING ADDRESS" and outputs in the column under the heading "RISK ASSESSMENT". The Excel file is automatically created in the location where the program is located on the computer with the name "risk\_evaluation\_data" after the process. As the Excel file is closed and data entry into the program continues, the existing Excel file continues to process the entered data.

The desktop program was tested with 34 reinforced concrete residential buildings located on Müderris Street in Melikgazi district of Kayseri province. There are 34 reinforced concrete frame residential buildings with storey heights ranging from 3-14 storeys, belonging to the years before and after 1999. Based on the seismicity data of the region, the "Moderate Seismicity" form of the FEMA P-154 rapid screening method was selected and the scores and base score were calculated according to this form. The criteria and addresses of the buildings were entered into the program in accordance with the form. For all of the buildings; since they are located in the same region, the phrase "1st region ground acceleration" was entered in the "Enter the seismic activity level of the region:" box and the phrase "soft ground" was entered in the "Enter the soil class:" box. Apart from this, the buildings were examined by learning the year of construction, by quick visual inspection from the outside, and the information was entered into the system.

In line with the information entered an Excel file in .xlsx format was created by the system. This Excel file is a small data set to ensure that the results of the earthquake resistance assessment can be used and processed later.

Data sets are an important resource for training machine learning and deep learning programs. At the same time, these data sets and code sequences can be shared in online environments (such as Kaggle) and can be processed and developed by opening them to many data scientists around the world. At the same time, this data set produced as a result of the program written within the scope of the research can be evaluated and data can be increased by many private-public institutions thanks to its digital storage and ease of access. In this way, information on the earthquake resistance of buildings in cities or regions can be archived to have an idea about the region and to intervene.

Consequently, scanning of structures and aggregation of the results requires a large number of manpower and brings along the problem of physical storage of data. Local governments and public-private organizations have the responsibility to quickly measure the earthquake resistance

performance of structures and to intervene in risky structures with the right priorities. Rapid visual scanning methods can be used to quickly scan structures against the possibility of a possible earthquake. The FEMA P-154 rapid visual screening method, which is widely used today, is among the methods that can be used as a solution to this problem. However, this method, which also requires expert opinion, has some difficulties with an insufficient number of experts and time problems.

This method has been made accessible and easy to use by turning it into a desktop program. By evaluating the data with a Code system, it is possible to speed up the calculation process, while at the same time allowing more people to scan because it is easier to enter data into the system and the calculation is done by the system. This situation aims to facilitate the screening of the building stock and provide the necessary time to take precautions.

On the other hand, in the visual scanning method, which normally works by filling in the form by hand and processing the result information manually, the need for physical storage of the result data and the lack of facilities such as search-filtering-easy access when deemed necessary constitute a major problem, especially in terms of data storage. The large number of buildings to be surveyed in the regions - especially in the Marmara Region, where an earthquake is expected in the near future - makes the form system, which works on paper, a situation where basic activities such as inspection and storage are very difficult and long-term. Storing the data is very important for both secondary screening and necessary interventions and for the data to be used later to develop other programs. The aim is to provide a solution to this problem by automatically converting the results of this screening method into a data set by the system. In developing artificial intelligence and data science, datasets are the data communities that are needed with their potential to be used in development. The data set or sets produced with the application developed within the scope of the research can be used both in development environments and can serve as a reference for local governments to take necessary actions.

The system has been prepared through a frequently used programming language, easy-to-access libraries, and applications. As a result, it is open to development, easy to read and easy to use. Another aim of this program, which was prepared with the aim of creating a reference for such new studies, is to increase the development and use of FEMA P-154, which is one of the fast visual scanning methods in Turkey, which is under serious risk in terms of earthquakes, by providing its use in digitally. The study has the potential to be applied not only to FEMA P-154, but also to other rapid visual scanning methods and can be used as support software in administrations to create precaution plans against existing risks.

