



**HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ VE EVRİŞİMLİ SINIR
AĞLARI KULLANILARAK YAPI PERFORMANSI TAHMİNİ**

Emre EMIN KECHAGIA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2022

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Emre EMIN KECHAGIA

25/01/2022

HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ VE EVRİŞİMLİ SİNİR AĞLARI KULLANILARAK YAPI PERFORMANSI TAHMİNİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Emre EMIN KECHAGIA

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2022

ÖZET

Günümüzde sıklıkla deprem ve seller gibi doğal afetlerde ne yazık ki birçok insan yaşamını yitirmektedir. Bunun nedeni, binaların yapımında mühendislik hizmetinin tam alınamaması, bakımsız kalitesiz malzemelerin kullanılması ve uygun olmayan zeminlere inşa edilmeleridir. Şehirlerde oluşan bu yapılaşma için hala etkili ve çabuk sonuç verebilen bilgisayar destekli bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla böyle bir yöntemin geliştirilmesi biz insanların can güvenliği için önemlidir. Bunun yanı sıra son yıllarda bilgisayar teknolojilerinde özellikle yapay zekâ ve derin öğrenme alanlarında yaşanan hızlı gelişmeler klasik yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda etkili bir şekilde kullanılmışlardır ve artmaya devam etmektedir. Yapılan bu çalışmada yapay zekâ tekniklerinden olan evrişimli sinir ağları ve görüntü sınıflandırmada sıkça kullanılan VGG-16 mimarisi kullanılarak yapıların stabilitesi hakkında bilgi edinilmesi hedeflenmiştir. İncelenecek olan yapı görsel açıdan 15 farklı kategoride değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme esnasında yapının iç mekân (kolon, giriş, döşeme-duvar birleşimleri) ve dış cephe görüntülerinden faydalanılmıştır. Çalışmada ikili sınıflandırma yöntemi ve python programlama dili kullanılmıştır. VGG-16 mimarisi ile eğitilen modeller en düşüğü %68,32 olmak üzere genellikle %90 oranında doğruluğa ulaşmıştır. Yapılan bu çalışmanın sonucunda etkili bir durum tespiti yönteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Böylelikle, hasar almış yapılar veya riskli durum tespit edilen yapılar deprem veya herhangi bir doğal afete maruz kalmadan erkenden tespit edilebilecektir.

Bilim Kodu : 91117

Anahtar Kelimeler : Yapay zekâ, hızlı değerlendirme yöntemleri, evrişimli sinir ağları, riskli yapılar, deprem

Sayfa Adedi : 127

Danışman : Prof. Dr. A. Samet ARSLAN

STRUCTURAL PERFORMANCE ESTIMATION BY USING RAPID EVALUATION METHODS AND CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

(M. Sc. Thesis)

Emre EMIN KECHAGIA

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2022

ABSTRACT

Earthquakes and other natural disasters have left deep marks on people's lives throughout history. The biggest reason for this are that people still have buildings that have not received full engineering service, are neglected, poor quality materials are used, and are built on unsuitable grounds. The development of an effective computer-aided rapid assessment method against the rapidly increasing building stock is important for the safety of our people. As a result, no computer-aided study has been encountered that can give effective and quick results for these structures formed in cities. In addition, the rapid developments in computer technologies, especially in the field of artificial intelligence, have been used effectively in cases where classical methods are insufficient. In this study, it is aimed to obtain information about the stability of structures by using convolutional neural networks, which are artificial intelligence techniques, and VGG-16 architecture, which is frequently used in image classification. The building to be examined is visually evaluated in 15 different categories. During this evaluation, the interior (column, beam, floor-wall combinations) and exterior views of the building will be used. Binary classification method and python programming language are used in the study. Models trained with the VGG-16 architecture generally achieve an accuracy of 90%, with a minimum of 68,32%. In case of the success of this study, it is aimed to develop an effective due diligence method. In this way, damaged structures or structures in risky situations will be detected without being exposed to earthquakes or any natural disasters.

Science Code : 91117

Key Words : Artificial intelligence, rapid evaluation methods, convolutional neural networks, risky structures, earthquake

Page Number : 127

Supervisor : Prof. ABDUSSAMET ARSLAN

TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans tez çalışmam esnasında değerli yönlendirmelerini ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. A.Samet ARSLAN'a teşekkürü borç bilirim. Bunun yanı sıra bu zorlu çalışma süresi boyunca maddi ve manevi yardımlarını, desteklerini bir nebze olsun esirgemeyen değerli ailem, kardeşim ve nişanlıma sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiv
RASİMLERİN LİSTESİ.....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	3
2.1. Kanada Sismik Tarama Yöntemi	3
2.2. Japon Sismik İndeks Yöntemi	6
2.2.1. Deprem indeksleri	6
2.2.2. Karşılaştırma indeksi (ISO).....	7
2.2.3. Değerlendirme.....	7
2.3. P25 Puanlama Yöntemi	8
2.4. Kapasite İndeksi Yöntemi.....	11
2.5. Kolon ve Duvar İndeksleri Yöntemi	14
2.6. Durtes Yöntemi	17
2.7. FEMA 154 Tarafından Sokak Taraması Şeklinde Geliştirilen Yöntem	18
2.8. Kamu ve Kamu Hizmet Binalarının Deprem Öncesi Muayenesi (Yunanistan).	18
2.9. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar 2019 (RYTEİE 2019)	22
2.10. Avrupa Komisyonu- Çevre ve Sivil Halkı Koruma Genel Müdürlüğü	23

	Sayfa
2.11. Evrişimli Sinir Ağları ile İlgili Çalışmalar	23
3. KULLANILAN YÖNTEM VE VERİ SETİ OLUŞTURMA	25
3.1. Kullanılan Yöntem	25
3.1.1. Evrişimli sinir ağları ve mimarisi.....	26
3.1.2. VGG-16 mimarisi	30
3.2. VGG-16 Modelleri İçin Veri Setlerinin Oluşturulması ve Modellerin Eğitilmesi.....	30
3.2.1. Beton yüzeyde çatlakların görülmesi	32
3.2.2. Beton yüzeyde dökülmelerin görülmesi.....	34
3.2.3. Yüzeyde bozulmaların görülmesi	35
3.2.4. Kat planı düzeni.....	37
3.2.5. Yumuşak katın olup olmaması.....	39
3.2.6. Zeminde kayma yarıma olup olmaması	40
3.2.7. Bina taşıyıcı sistemi	42
3.2.8. Binanın görsel kalitesi.....	44
3.2.9. Binada gözle görülür eğilme	45
3.2.10. Donatının korozyona uğraması durumu.....	47
3.2.11. Katlar arası seviye farkı	49
3.2.12. Kısa kolon oluşması durumu.....	50
3.2.13. Tavan duvar veya zemin duvar arasında ayrışma	51
3.2.14. Yapıda ağır çıkma durumu.....	53
3.2.15. Zemin eğimi	54
3.3. Kullanıcı Tarafından Girilen Veriler.....	25
3.3.1. Binanın yapım yılı.....	56
3.3.2. Binanın TBDY-2018'e göre zemin sınıfı.....	56

	Sayfa
3.3.3. TBDY-2018' göre bina kullanım sınıfı.....	56
3.3.4. Betonarme yapısal sistem türü.....	56
3.3.5. Yapımı esnasında kullanılan deprem yönetmeliği	57
3.3.6. İncelenen binaya sonradan ek yapılmış olması.....	57
3.3.7. Binada devam eden çatlak oluşumu	58
3.3.8. Binanın düşey taşıyıcı elemanlarında düzensizlik durumu.....	58
3.3.9. Kapı ya da pencere köşelerinde çatlak oluşumu	59
3.3.10. Binada mevcut hasar durumu.....	59
3.3.11. Binanın komşu binalarla olan nizamı.....	60
3.3.12. Binanın duvar birleşim noktalarında çatlama ayrılma olması durumu ...	60
3.3.13. Binada daha önce onarılmış ve tekrar oluşan hasar varlığı.....	61
3.3.14. Binanın kapı ve pencerelerinde sebepsiz çatlamların oluşması durumu	60
3.3.15. Binaya yapılan ek inşaatın türü	61
4. UYGULAMANIN OLUŞUM AŞAMASI	63
4.1. Bina Kimlik Bilgileri.....	64
4.2. Kullanıcı Tarafından Girilen Teknik Bilgiler	65
4.3. Programa eklenen görsellerden bilgilerin elde edilmesi	68
4.4. Hesap Aşaması ve Bina Etiketinin Belirlenmesi	70
4.5. Hazırlanan Uygulamanın Gerçek Binalar Üzerinde Denenmesi.....	71
4.5.1. Ankara ili Mamak ilçesi yurt binası	72
4.5.2. Ankara ili Altındağ ilçesi ofis binası.....	73
4.5.3. Ankara ili Çankaya ilçesi Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi	74
4.5.4. Ankara ili Yenimahalle ilçesi Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi.....	75
4.5.5. Ankara ili Altındağ ilçesi tarihi yapı.....	76

Sayfa

4.5.6. Ankara ili Çankaya ilçesi özel okul binası.....	77
4.5.7. Ankara ili Çankaya ilçesi konut-iş yeri.....	78
4.5.8. Ankara ili Çankaya ilçesi özel okul binası.....	79
4.5.9. Ankara ili Çankaya ilçesi yurt binası	80
4.5.10. Ankara ili Mamak ilçesi Hüseyingazi Mahallesi konut binası.....	81
4.5.11. Ankara ili Mamak ilçesi Harman Mahallesi konut-iş yeri.....	82
4.5.12. Ankara ili Mamak ilçesi konut binası	83
4.5.13. Ankara ili Mamak ilçesi Harman Mahallesi konut binası.....	84
4.5.14. İstanbul ili Sultangazi ilçesi konut binası.....	85
4.5.15. Yunanistan-Xanthi şehri konut binası.....	86
4.5.16. Yunanistan-Xanthi ili Myki ilçesi konut binası	87
4.6. Yapay Zeka Uygulamasından Elde Edilen Sonuçlar	88
4.7. P25 Puanlama Yönteminin Uygulanması	89
4.8. FEMA Hızlı Görsel Tarana Yönteminin Uygulanması	97
5. BULGULAR	99
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	101
EK-1. FEMA P-154 veri toplama formu (seviye 1)	110
EK-1.(devam) FEMA P-154 veri toplama formu (seviye 2)	111
EK-2. Hızlı görsel muayene formu.....	112
EK-2. (devam) Hızlı görsel muayene formu.....	113
EK-3. RYTEİE-2019 betonarme binalar için veri toplama formu	114
EK-4. Avrupa komisyonu binaların deprem sonrası hasar değerlendirilmesi raporu.....	115
EK-4. (devam) Avrupa komisyonu binaların deprem sonrası hasar değerlendirilmesi raporu	116
EK-5. Modelleri eğitmek amacı ile hazırlanan Python kodu.....	117

	Sayfa
EK-5. (devam) Modelleri eğitmek amacı ile hazırlanan Python kodu	118
EK-6. TBDY-2018’de yer alan yerel zemin sınıfları.....	119
EK-7. TBDY-2018’de yer alan bina kullanım sınıfları ve önem katsayıları	120
EK-8. Kodun çalıştırılması sonucu oluşturulan TXT formatında rapor	121
EK-8. (devam) Kodun çalıştırılması sonucu oluşturulan TXT formatında rapor	122
EK-9. Kodun çalıştırılması sonucu oluşturulan PDF formatında rapor.....	123
EK-9. (devam) Kodun çalıştırılması sonucu oluşturulan PDF formatında rapor	124
EK-10. Kodun hazırlanması esnasında kullanılan Python ve kütüphanelerin sürümleri	125
EK-10. (devam) Kodun hazırlanması esnasında kullanılan Python ve kütüphanelerin sürümleri	126
ÖZGEÇMİŞ	127

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Gözle kontrole dayalı beton kalitesine göre tavsiye edilen beton dayanımları	12
Çizelge 2.2. Mimari özelliklere ilişkin katsayılar	13
Çizelge 2.3. <i>CM</i> katsayısı için önerilen değerler	14
Çizelge 3.4. ConvNet(VGG) konfigürasyonları	31
Çizelge 3.5. Parametre değerleri (milyon)	31
Çizelge 4.1. Verilen cevaplara karşılık alınan puanlar	66
Çizelge 4.1. (devam) Verilen cevaplara karşılık alınan puanlar	67
Çizelge 4.2. İkili sınıflandırma sonucu elde edilen cevaplara karşılık alınan puanlar ...	70
Çizelge 4.3. Yapıya verilen etiketler ve anlamları	71
Çizelge 4.4. Gerçek yapılar üzerinde elde edilen performans puanı	88
Çizelge 4.5. P25 puanlama yöntemi sonuçları	96
Çizelge 4.6. P25 puanlama yöntemi sonuçları	97
Çizelge 4.7. FEMA hızlı görsel tarama sonuçları	97
Çizelge 5.1. Eğitim sonucunda elde edilen doğruluk oranları	99
Çizelge E.1. TBDY-2018'e göre yerel zemin sınıfları	119
Çizelge E.2. TBDY-2018'e göre bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları	120

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kolon ve duvar indeksleri yönteminde hesaplama ve karar vermek için kullanılan grafik	16
Şekil 3.1. Katmanlardan oluşan ESA modeli	28
Şekil 3.2. Birinci ve ikinci adımların gösterildiği evrişim katmanı	29
Şekil 3.3. Mak-pooling işleminin yapıldığı ortaklama katmanı	29
Şekil 3.4. Tam bağlantı katmanı	30
Şekil 3.5. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, beton yüzeyde çatlakların görülmesi durumu için.	34
Şekil 3.6. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, beton yüzeyde dökülmelerin görülmesi durumu için.....	35
Şekil 3.7. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, yüzeyde bozulmaların görülmesi.....	37
Şekil 3.8. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, Kat planı düzeni (Düzenli/Düzensiz).	38
Şekil 3.9. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, yumuşak katın bulunması ya da bulunmaması durumu	40
Şekil 3.10. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, Zeminde kayma yarılma olup olmaması durumu.	42
Şekil 3.11. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, bina taşıyıcı sistemi için ..	43
Şekil 3.12. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, bina görsel kalitesi için....	45
Şekil 3.13. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, bina gözle görülür eğilme durumu için.	47
Şekil 3.14. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, donatı korozyonu için.....	49
Şekil 3.15. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, katlar arası seviye farkı için.....	50
Şekil 3.16. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, kısa kolon oluşması durumu için	51
Şekil 3.17. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, tavan duvar ve ya duvar zemin arasında ayrışma durumu için	53

Şekil	Sayfa
Şekil 3.18. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, yapıda ağır çıkma bulunması durumu için.	54
Şekil 3.19. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, zemin eğiminin bulunması durumu için	55
Şekil 3.20. Yapısal sistem türü	57
Şekil 3.21. RYTEİE2019’da tanımlı düşey düzensizlik durumları	59
Şekil 3.22. Yapı nizam durumu	60
Şekil 3.23. Yapılara yapılması muhtemel ekler	61

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Çatlak içermeyen beton yüzeyi	33
Resim 3.2. Çatlak içeren beton yüzeyi	33
Resim 3.3. Beton Yüzeyde dökülmeler	35
Resim 3.4. CODEBRIM veri setinden 8 örnek.....	36
Resim 3.5. CODEBRIM veri setinden 10 örnek.....	36
Resim 3.6. Düzenli plan görüntülerinden oluşan veri seti	38
Resim 3.7. Düzensiz plan görüntülerinden oluşan veri seti.....	38
Resim 3.8. Yumuşak katın görüldüğü yapılardan oluşan veri seti	39
Resim 3.9. Yumuşak katın görülmediği yapılardan oluşan veri seti	39
Resim 3.10. Olumsuzluk içermeyen zemin türü.....	41
Resim 3.12. Bina taşıyıcı sistemi betonarme olan veri seti	43
Resim 3.13. Bina taşıyıcı sistemi betonarme olmayan veri seti	43
Resim 3.14. Görsel kalitesi kötü binalar.....	44
Resim 3.15. Görsel kalitesi iyi binalar.....	45
Resim 3.16. binada gözle görülür eğilme olması.....	46
Resim 3.17. binada gözle görülür eğilme olmaması.....	46
Resim 3.18. Kullanılan yüksek çözünürlüklü donatı görselleri.....	47
Resim 3.19. Yüksek çözünürlüklü korozyona uğramış donatı görselleri kullanılarak oluşturulan korozyona uğramış donatı veri seti	48
Resim 3.20. Yüksek çözünürlüklü korozyona uğramamış donatı görselleri kullanılarak oluşturulan korozyona uğramamış donatı veri seti	48
Resim 3.21. Farklı kat seviyelerine sahip bitişik nizam binalar	49
Resim 3.22. Aynı kat seviyelerine sahip bitişik nizam binalar.....	50
Resim 3.23. Kısa kolon içeren görseller	51

Resim	Sayfa
Resim 3.24. Tavan duvar ve ya duvar zemin arasında ayrışma olmaması durumu.....	52
Resim 3.25. Tavan duvar ve ya duvar zemin arasında ayrışma olması durumu.....	52
Resim 3.26. Yapıda ağır çıkma bulunması durumu için kullanılan veri örnekleri.....	53
Resim 3.27. Zemin eğimi içeren görseller	54
Resim 3.28. Zemin eğimi içermeyen görseller	55
Resim 3.29. Muhtemel kat eklemesi yapılmış yapı	58
Resim 3.30. Kapı köşesinde çatlak oluşumu	59
Resim 4.1. Jupyter notebook'ta bina kimlik bilgilerinin girilmesi	65
Resim 4.2. Jupyter notebook'ta bina teknik bilgilerin kullanıcı tarafından girilmesi	68
Resim 4.3. Kodun bulunduğu klasördeki data klasörleri	69
Resim 4.4. Jupyter notebook'ta görsellerden VGG-16 sayesinde bilgilerin elde edilmesi	69
Resim 4.5. Ankara/Mamak ilçesi yurt binası ön cephe görseli.....	72
Resim 4.6. Ankara/Mamak ilçesi yurt binası YZ uygulamasında kullanılan görseller ..	72
Resim 4.7. Ankara/Altındağ ofis binası yan cephe görseli.....	73
Resim 4.8. Ankara/Altındağ ofis binası YZ uygulamasında kullanılan görseller	73
Resim 4.9. Ankara/Çankaya Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi binası	74
Resim 4.10. Ankara/Çankaya üniversite binası YZ uygulamasında kullanılan görseller.....	74
Resim 4.11. Ankara/Yenimahalle üniversite binası ön cephe görseli	75
Resim 4.12. Ankara/Yenimahalle üniversite binası YZ uygulamasında kullanılan görseller.....	75
Resim 4.13. Ankara/Altındağ konut binası ön cephe görseli.....	76
Resim 4.14. Ankara/Altındağ konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller	76
Resim 4.15. Ankara/Çankaya özel okul binası ön cephe görseli	77
Resim 4.16. Ankara/Çankaya özel okul binası YZ uygulamasında kullanılan görseller	77

Resim	Sayfa
Resim 4.17. Ankara/Çankaya iş yeri-konut binası ön cephe görseli	78
Resim 4.18. Ankara/Çankaya iş yeri konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller.....	78
Resim 4.19. Ankara/Çankaya konut binası ön cephe görseli.....	79
Resim 4.20. Ankara/Çankaya konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller	79
Resim 4.21. Ankara/Çankaya yurt binası ön cephe görseli	80
Resim 4.22. Ankara/Çankaya yurt binası YZ uygulamasında kullanılan görseller	80
Resim 4.23. Ankara/Mamak Mamak caddesi konut binası ön cephe görseli	81
Resim 4.24. Ankara/Mamak Mamak caddesi konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller.....	81
Resim 4.25. Ankara/Mamak konut-iş yeri binası ön cephe görseli	82
Resim 4.26. Ankara/Mamak konut-iş yeri binası YZ uygulamasında kullanılan görseller.....	82
Resim 4.27. Ankara/Mamak Harman Mahallesi konut-iş yeri binası ön cephe görseli .	83
Resim 4.28. Ankara/Mamak Harman Mahallesi konut-iş yeribinası YZ uygulamasında kullanılan görseller	83
Resim 4.29. Ankara/Mamak Harman Mahallesi konut binası ön cephe görseli.....	84
Resim 4.30. Ankara/Mamak Harman Mahallesi konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller.....	84
Resim 4.31. İstanbul/Sultangazi konut binası ön cephe görseli.....	85
Resim 4.32. İstanbul/Sultangazi konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller .	85
Resim 4.33. Yunanistan/Xanthi konut binası ön cephe görseli	86
Resim 4.34. Yunanistan/Xanthi konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller..	86
Resim 4.33. Yunanistan/Xanthi Myki ilçesi konut binası ön cephe görseli	87
Resim 4.30. Yunanistan/ Xanthi Myki ilçesi konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller.....	87
Resim E.1. FEMA P-154 Yapı inceleme formu (Seviye 1).....	110

Resim	Sayfa
Resim E.2. FEMA P-154 Yapı inceleme formu (Seviye 2).....	111
Resim E.3. Hızlı görsel muayene yapı inceleme formu (Yunanca).....	112
Resim E.4. Hızlı görsel muayene yapı inceleme formu devamı(Yunanca)	113
Resim E.5. Betonarme binalar için veri toplama formu	114
Resim E.6. Avrupa komisyonu binaların deprem sonrası hasar değerlendirme raporu	115
Resim E.7. Hasar veren bir depremden sonra bina güvenliğinin acil durum değerlendirmesi akış şeması	116
Resim E.8. Yüzeyde oluşan çatlakları tespit etmede kullanılan Python kodu.....	117
Resim E.9. Yüzeyde oluşan çatlakları tespit etmede kullanılan Python kodu, eğitim sonuçları.....	118
Resim E.10. TXT raporu.....	121
Resim E.11. TXT raporu, etiketin elde edilmesi	122
Resim E.12. PDF raporu	123
Resim E.13. PDF raporu, etiketin elde edilmesi	124
Resim E.14. Kullanılan Python kütüphaneleri.....	125
Resim E.15. Kullanılan Python kütüphaneleri.....	126

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
A_0	ABYYHY 98’de tanımlanan etin yer ivmesi
A_{ce}	Temeldeki kolonların etkili kesit alanı
A_{col}	Temel üstündeki kolonların toplam kesit alanı
A_{cw}	Temeldeki betonarme perde duvarların bir yöndeki kesit alanı
A_{ft}	Duvarların etkili kesit alanı
A_{mw}	Temeldeki dolgu duvarlarının bir yöndeki kesit alanı
A_{tf}	Yapının toplam zemin alanını
A_w	Dolgu duvarların alanını
A_{wt}	Temel üstündeki toplam kat alanı
a	Dayanım azaltma faktörü ile çekme dayanımı etkisinde kesme dayanımı ilişkisinin ortak etkisini göz önüne alan katsayı
a_a	r_a ’nın düzeltme faktörüne etkisini yükselten parametre
b_w	Kiriş gövde genişliği
f_{ctk}	Betonun karakteristik çekme dayanımı
C_A	Kritik kattaki etkili kesme alanı
C_{AF}	Düşey düzensizlik katsayısı
C_{AP}	Plandaki düzensizlik katsayısı
C_{AS}	Yumuşak kat katsayısı
C_{ASC}	Kısa kolon katsayısı
$C_A \text{ ve } C_M$	Mimari özellikleri ve yapı kalitesini yansıtan katsayılarıdır
C_I	Etkili eğilme rijitliği indeksi
c	Elemanların doğrultusuna ait bir katsayı
E_0	Davranış ana indeksi

Simgeler**Açıklamalar**

E_S	Ana karşılaştırma indeksi
h	Eleman yüksekliği
h_{i+1}	Binanın kritik katının bir üzerindeki katının yüksekliği
h_i	Binanın kritik katının yüksekliği
I_S	Taşıyıcı Elemanlar için deprem indeksi
I_N	Taşıyıcı olmayan elemanlar için deprem indeksi
I_{S0}	Karşılaştırma indeksi
I_x	Binanın kritik katındaki ortalama kolon boyutundan elde edilen X yönündeki atalet momentini
I_y	Binanın kritik katındaki ortalama kolon boyutundan elde edilen Y yönündeki atalet momentini
I_b	Binanın kritik katında en çok rastlanan kirişin atalet momenti
n	Kat sayısı
s	Kolon sarılma bölgesinde iki enine donatı arasındaki mesafe
O_i	İlgili parametre
O_t	Var ve Yok durumları için sırasıyla 1 ve 0 değerlerini alan olumsuzluk parametre değerleri
O_S	Toplam parametre sayısını
OP_i	Olumsuzluk parametre puan değeri
Q_r	Yapı kalitesi ile ilgi katsayı
r_a	Komşu iki kat arası etkili kesme oranlarının küçük olanı
r_r	Komşu iki kat arası etkili atalet momenti oranlarının küçük olanı
S_D	Tasarım ve boyutlandırma indeksi
S_{L1}	1. Seviye final skoru
S_{L2}	2. Seviye final skoru
S_{MIN}	Minimum skor
t_0	Yükseklığe bağlı bir parametre
V_{ci}	Dikdörtgen kesitli betonarme elemanın kesme kapasitesi

Simgeler**Açıklamalar**

V_c	Toplam kesme kapasitesi
V_c	Yapının ilgili katına ait toplam beton kesme kapasitesi
V_y	Akma taban kesme kuvvetin
V_{yw}	Duvarların bulunmayan akma taban kesme kuvveti

Kısaltmalar**Açıklamalar**

A	Beklenen maksimum yer ivmesi ve hızını içeren bölgenin depremselliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ABYYHY 98	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
ATC	Applied Technology Council
B	Zemin koşulları
BCPI	Temel kapasite indeksi
C	Taşıyıcı sistemin türü
CI	Kolon İndeksi
CNN	Convolutional Neural Networks
CPU	Central Processing Unit
CODEBRIM	Concrete Defect Bridge Image Dataset
ÇTB	Çok tehlikeli binalar
D	Döşeme sistemi
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
DÖB	Düşük öncelikli binalar
DURTES	Durum tespit programı
E	Binada var olan düzensizlikler
ESA	Evrişimli sinir ağları
EAK-2000	Yunanistan Deprem Yönetmeliği - 2000
F	Binayı kullanan insan sayısına bağlı bir bina önem sayısı
FEMA	Federal Emergency Management Agency
G	Binanın genel durumu
G	Zemin indeksi

Kısaltmalar**Açıklamalar**

GPU	Grafphics Processing Unit
H	Yapısal olmayan bileşenler
K	C_A , C_I ve t_0 değerleri hasaba katılarak elde edilen katsayı
K1	Mukavemet puanı
K2	Kusur puanı
NSI	Yapısal olmayan indeks
NYP	Nesne yönelimli programlama
OÖB	Orta öncelikli binalar
OOP	Object - Oriented Programming
OASP	Deprem planlama ve koruma organizasyonu
P	Performans puanını
PP	Performans puanı
PI	Öncelik indeksi
RYTEİE-2019	Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar-2019
SI	Yapısal indeks
SPI	Sismik öncelik indeksi
T	Zamanla bozulma indeksi
TP	Taban puanı
TBDY-2018	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018
U	Kullanım indeksi
YDG	Yeterli deprem güvenliği
YÖB	Yüksek öncelikli binalar
YSA	Yapay sinir ağları
YSP	Yapı sistem Puanı
YZ	Yapay Zeka
WI	Duvar İndeksi
Z	Bölge indeksi

1. GİRİŞ

Yapıların ömrü boyunca maruz kaldığı yükler ve depremler, stabilitelerini etkileyecek önemli hasarlara yol açabilmektedir. Yapılarda oluşan bu hasarların tespiti veya gösterdikleri performans açısından durumunun tespiti bu yapılarda yaşayan biz insanların can güvenliği için oldukça büyük öneme sahiptir. Bu sorun önemli deprem kuşaklarında bulunan Türkiye ve güneydoğu Avrupa gibi bölgeler için daha büyük önem teşkil etmektedir.

Ülkelerin kurum ve kuruluşları yapıların güvenliğini kontrol altına almak için tarih boyunca birçok çalışmalar yürütmüşlerdir. Ancak hızla artan yapı stoğu, kalifiye elemanların yeterli olmaması, yapıların incelenmesi için kullanılan klasik yöntemlerin uzun zaman alması, ekonomik açıdan maliyetli olmaları ve alanında uzman kişilere ihtiyaç duyulması yapıların hızlı bir şekilde incelenmesini elverişsiz hale getirmektedir.

Ortaya çıkan bu olumsuz tablo karşısında özellikle gelişmiş ülkeler sahip oldukları milyonlarca yapı stoğunun daha hızlı ve güvenilir bir şekilde incelenmesi arayışına gitmişlerdir. Bunun neticesinde yapıların hızlı bir şekilde taranması için birçok ülke hızlı değerlendirme yöntemleri oluşturmuştur [1-4]. Ayrıca ülkelerin yanı sıra literatürde bu konu üzerine yapılmış akademik çalışmalara ulaşmak mümkündür [5-12].

Hazırlamış olduğumuz bu çalışmanın amacı FEMA, Türkiye ve diğer ülkelerdeki yapı inceleme formları ve yapılan akademik çalışmalardan yola çıkarak inceleyeceğimiz yapının güvenliği hakkında bilgi sahibi olmak ve tahminde bulunmaktır. Tahmini gerçekleştirmek için ise son zamanlarda oldukça yaygın olarak kullanılan, araştırmalara konu olmuş evrişimli sinir ağları kullanılmıştır. Modellerin eğitimi esnasında ise VGG-16 mimarisine başvurulmuştur. Bilgisayar tarafından görsellerden elde edilen tahminlerin yanı sıra kullanıcının binanın teknik özellikleri için verdiği cevaplar da değerlendirme aşamasında ele alınmıştır.

Çalışmayı diğer mevcutlarından farklılaştıran özelliği hızlı değerlendirme ve yapay zekânın bütünleşmiş bir şekilde kullanılmasıdır. Bunun haricinde yapının güvenli olup olmamasına karar verirken birçok parametreye aynı anda bakmak ve bu parametrelerin isteğe bağlı olarak artırılabilmesi açısından da benzerlerinden farklılaşmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Kanada Sismik Tarama Yöntemi

Kanada Ulusal Birliği tarafından önerilen yöntem değineceğimiz ilk hızlı değerlendirme yöntemi olacaktır. İncelenen her binanın sismik riskinin ön sayısal değerlendirmesini içeren çok amaçlı bir araştırmanın ilk aşaması olarak kabul edilmektedir. İlgili değerlendirme yöntemlerinde sayısal değerlendirme yapıldıktan sonra sırasıyla daha kapsamlı bir çalışma yapılmalıdır. Mühendislik hizmetinden yoksun geleneksel yapılar, hasar görme olasılığı yüksek ve sünek olarak tasarlanmadığı ve bu şekilde inşa edilmediği düşünülen çerçeve türü binalara değerlendirme kapsamında öncelik verilebilmektedir. Mevcut Mimari ve Mühendislik hesapları bulunan binalar bir sonraki aşamaya bırakılabilmektedir [13].

İleri sürülen yöntemde kullanıcı kitlenin yapı mühendisleri, mimarlar, bina sahipleri acil müdahale yöneticileri gibi farklı disiplinlerden olması yöntem için gerekli olan formların özenle hazırlanmasına ve gereğinden fazla teknik terime yer verilmemesine yol açmıştır. Ayrıca değerlendirmeyi yapacak olanlar için hızlı değerlendirme yöntemlerini içeren el kitapları hazırlanmıştır. Güvenilir bir değerlendirme süreci için, değerlendirme ekibinin başında yapı ve deprem mühendisliği konularında bilgili ve sürekli bilgi alabilecekleri bir liderin bulunması önem taşımaktadır [13].

Doğru karar verebilmek için binalardan olabildiğince bilgi toplamak önemlidir. Bu nedenle bu yöntemde hazırlanan formlarda bu bilgilere yer verilmekte ve her bilgi sayısal bir değere tekabül etmektedir. Formdaki bilgiler aşağıdaki gibidir:

- Binanın adresi,
- Binanın bulunduğu bölgenin posta kodu,
- Kat adedi,
- Binanın yapım yılı,
- Projelendirme yılı,
- Toplam bina kullanım alanı,
- Bina ismi,

- Değerlendirmeyi yapanın adı,
- Değerlendirme tarihi,
- Binanın çevresiyle ilişkisini gösteren şematik bir plan,
- Binanın bir fotoğrafı,
- Mevcut olması durumunda kalıp resmi ya da kat planı,
- Yapımı esnasında taşıyıcı sistem olarak kullanılan malzeme (betonarme, çelik, ahşap vs.),
- Zaman içinde taşıyıcı sisteme müdahale yapılmış olması,
- Bozulmalar,

Bunun yanında yapısal indeks (SI) değerini hesaplamamız için:

- Beklenen maksimum yer ivmesi ve hızını içeren bölgenin depremselliği (A),
- Zemin koşulları (B),
- Taşıyıcı sistem türü (C),
- Döşeme sistemi (D),
- Binada mevcut düzensizlikler (E),
- Binayı kullanan insan sayısına göre bir bina önem sayısı (F)

Parametreleri kullanılarak yapısal indeks (SI) aşağıda Eşitlik 2.1’de tanımlanmıştır.

$$SI = ABCDEF \quad (2.1)$$

Yapısal olmayan indeks (NSI)’nin hesabı ise Eşitlik 2.2’de

- Binanın genel durumu (G) ve
- Yapısal olmayan bileşenleri (H) de dikkate alarak;

$$NSI = BFGH \quad (2.2)$$

Şeklinde hesaplanmaktadır. Sismik öncelik indeksine ise yapısal ve yapısal olmayan indeksler toplanarak Eşitlik 2.3’teki gibi elde edilir

$$SPI = SI + NSI \quad (2.3)$$

Yukarıdaki denklemlerde A, B, C, D, E, F, G ve H olarak belirlenen katsayılar aldıkları değerlendirme sonuçlarını etkilemektedir. A 1 ile 5 arasında değerler almaktadır ve daha

öncede belirtildiği gibi deprensellik faktörünü ifade etmektedir. A değerinin yüksek olması riskli bölgeleri ifade etmektedir.

Zemin koşulu faktörü olarak tanımlanan B ise çok sağlam zeminlerde 1.0 değerini almakta, 1.5 değerini ise sıvılaşma olasılığı yüksek veya çok zayıf zeminlerde alır, C Taşıyıcı sistemi temsil eden katsayıdır, sünek olarak ve depreme dayanıklı tasarım esasları doğrultusunda tasarlanmış yapılarda 1.0 gibi düşük değerler, tersi durumda gevrek olarak tasarlanmış sistemlerde 3.5 gibi yüksek değerler almaktadır. 1 ile 2 arasında değerler alabilen D katsayısı Döşeme sistemine bağlı bir katsayıyı ifade etmektedir, döşeme sistemi hafif ve diyafram olarak belirlenen sistemlerde bu değer düşüktür.

Binada mevcut düzensizliklerin düşeyde düzensizlikler, burulma düzensizliği, kısa kolon, zayıf kat gibi yapısal düzensizlikler E katsayısında işlenmiştir. E katsayısı, düzensizlik türüne göre 0.3 ile 1.0 arasında değişen değerler almaktadır. Binada yaşayan insan sayısına (N) bağlı olan F bina önemini ifade eden bir katsayıdır. F katsayısı, binada bulunan insan sayısına göre değerler almaktadır. Bu değerler önem düzeyine göre 0.1, 1.5, 2.0 ve 3.0'dır. G katsayısı, binanın mevcut durumunu ifade eden katsayıdır. Sorunsuz durumlar için 1.0 değerini, sorun teşkil eden durumlar için ise 4.0 değerini almaktadır.

Çalışma kapsamında H katsayısı ile yapısal olmayan faktörler belirtilmektedir. Bu katsayı daha çok mimari olumsuzlukları barındıran bir katsayı özelliğini taşımaktadır. Her bir bileşen için 1.0 değerini almaktadır.

Bina hakkındaki verilerin elde edilmesinin ardından sonraki değerlendirme aşamasına geçilmektedir. Değerlendirme aşamasında indeksi yüksek hesaplanan yapılara öncelik verilmelidir. Buna bağlı kalarak bir sıralama yapılması gerekmektedir. Öncelik sırasına göre üç göstergeden (SI, NSI, SPI) biri kullanılabilse de binaların ve binanın bulunduğu konumun sismik aktivitesi göz önüne alındığında yalnızca biri kullanılabilir. Örneğin, daha düşük deprem riski olan bölgelerde yapısal olmayan hasarı değerlendirmek daha önemli olabilmektedir. Bir diğer önemli konu, herhangi bir göstergenin küçük olduğunun tespit edilmesi durumunda, binanın değerlendirmeye dahil edilip edilmeyeceğine karar vermektir. Öncelik sıralamasında kullanılacak sınır değerlerin belirlenmesi bina için ayrılan bütçeyi doğrudan etkilediğinden, güç olmakla birlikte, varsayılan bazı değerler karşı geldiği öncelik düzeyleri ile şu şekilde ele alınabilmektedir:

SI ya da *NSI* değerlerinin 1.0 ile 2.0 olarak gerçekleşmesi durumunda yapının yeterli deprem güvenliğine (*YDG*) sahip olduğu anlaşılmaktadır. *SPI* değerinin 10'dan düşük çıkması durumunda yapı düşük öncelikli bina (*DÖB*) olarak değerlendirilmektedir, *SPI*'nin 10 ile 20 arasında bir değer alması durumunda orta öncelikli bina (*OÖB*), 20'nin üzerinde değer alması durumunda yüksek öncelikli (*YÖB*), 30'un üzerinde değer alması durumunda ise çok tehlikeli bina olarak (*ÇTB*) değerlendirilmektedir [13].

2.2. Japon Sismik İndeks Yöntemi

Taşıyıcı sistemi betonarme çerçeve, betonarme perde ve çerçeve veya perdelerden oluşan yapılara uygulanabilir olan bu yöntemde amaç bahsi geçen türlerdeki binaların deprem güvenilirliğinin hızlı bir şekilde tahmin edilmesidir. Üç aşamadan oluşan bu yöntemde aşamalar attıkça zaman almasına rağmen daha gerçekçi sonuçlar alınmaktadır. 30 yaşını tamamlamış, altı kattan fazla, büyük fiziksel bozuklukları bulunan, taşıyıcı sistemi bakımından benzerlerine nazaran farklılık gösteren, malzeme dayanımı açısından da düşük olan yapılarda kullanımı tavsiye edilmemektedir [14].

Sismik indeks yönteminde birbirinden bağımsız olmak üzere birinci, ikinci ve üçüncü inceleme seviyeleri şeklinde üç farklı hassaslık seviyesi uygulanabilmektedir. Hassaslık seviyesi arttıkça yöntemin güvenilirliğinin artmasına karşın hesapların karmaşıklığı, parametreler ve katsayılar artmaktadır. Paralel olarak da harcanan emek ve zaman da artmış olur. Bu nedenle uygun seviyenin seçimi tecrübe gerektiren bir durumdur. Yöntemin birinci inceleme seviyesi aşağıdaki gibidir.

2.2.1. Deprem indeksleri

Yapının deprem esnasındaki davranışını belirleyebilmek için iki tane deprem indeksi birbirinden bağımsız olarak hesaplanmaktadır. Değerlerin yüksek çıkması incelenen yapının deprem performansının yüksek olduğunun göstergesidir. Bu iki indeks aşağıdaki gibidir:

Taşıyıcı Elemanlar için deprem indeksi (I_s)

Deprem performansı için belirlenen I_s değeri her kat ve doğrultu için Eşitlik 2.4 ile ayrı

ayrı hesaplanmaktadır.

$$I_S = E_0 \times S_D \times T \quad (2.4)$$

Burada E_0 davranış ana indeksini, S_D tasarım ve boyutlandırma indeksini, T ise zamanla bozulma indeksini ifade etmektedir. Davranış ana indeksinin alacağı değerin büyüklüğü ise yapının deprem performansının iyi olduğu anlamına gelmektedir. İncelenmekte olan yapının taşıyıcı sisteminin düzenli olup olmaması ve kütesinin, rijitliğinin düzgün dağılımı, tasarım ve boyutlama indeksi ile ifade edilmektedir. Yapının kullanımı süresince oluşan çatlaklar ve şekil-yer değiştirmeler zamanla bozulma indeksinde ele alınmaktadır.

Taşıyıcı özelliği taşımayan elemanlar için deprem indeksi (I_N)

Ele alınan yapının deprem esnasında taşıyıcı olmayan elemanlarının düşmesi sonucu oluşacak hayati yaralanmalar ile ilgili bir indekstir.

2.2.2. Karşılaştırma indeksi (I_{S0})

Yapının depremdeki performansı hakkında bilgi sahibi olabilmek için, yapının karşılaştırma indeksi ile karşılaştırılması gerekmektedir. Karşılaştırma indeksi Eşitlik 2.5 sayesinde hesaplanabilmektedir.

$$I_{S0} = E_S \times Z \times G \times U \quad (2.5)$$

Burada; E_S ana karşılaştırma indeksini, Z bölge indeksini, G zemin indeksini ve U kullanım indeksini ifade etmektedir.

2.2.3. Değerlendirme

Yapı için hesaplanan karşılaştırma indeksinin ardından binanın depremdeki davranışı için karar verilmektedir.

$I_S > I_{S0}$ durumunda bina depreme karşı güvenli olarak belirlenmektedir.

$I_S < I_{S0}$ durumunda ise binanın depremdeki davranışının belirsiz olduğu anlaşılmaktadır.

Yapılan karşılaştırma her iki deprem yönü ve tüm kritik katlar için gerçekleştirilmektedir. Yukarıda yer alan güvenli ifadesi yapının deprem esnasında herhangi bir hasar almayacağını ifade etmemektedir. Ancak, incelenmekte olan yapının toptan göçmeye karşı güvenli olduğunu ifade etmektedir [9,15,16].

2.3. P25 Puanlama Yöntemi

İncelenecek olan P25 metodu zaman içinde çeşitli değişimlere uğrayarak ve geliştirilerek son halini kazanmıştır. İlk olarak çeşitli konferans ve dergilerde depremlerde yaşanan can kayıplarının engellenmesi ve yapıların hızlı bir şekilde değerlendirmeye alınabilmesi için Tezcan vd. [17] tarafından “Sıfır Can Kaybı Projesi” ve “P5 Yöntemi” adıyla yayınlar yapılmıştır. Ardından P5 yöntemi olarak isimlendirilen çalışmada, Bal [7] tarafından hasar seviyeleri farklı 23 binaya uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda P24 yöntemi olarak gelişmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiş olur. P24 yöntemi daha sonra 106M278 no’lu TÜBİTAK Projesi kapsamında P25 adını alarak bununla beraber daha fazla yapıya uygulanarak, gelişim kaydetmiştir. [6]. P25 Yönteminde izlenen adımlar aşağıdaki gibidir.

Binanın kimlik bilgilerinin işlenmesi

Yöntemde ilk olarak inceleme kapsamına alınan yapının ismi, bulunduğu konumu, yapıldığı yıl, sahip olduğu kat sayısı gibi binaya has bilgiler girilmektedir. Binaya ait bilgileri kısaltılarak kullanımı sayesinde bir kodlama oluşturulmuştur.

Binanın kritik katının belirlenmesi

Anlattığımız yöntemdeki çalışmalar, kritik kat ve bir üzerindeki kat baz alınarak yapıldığı için binanın kritik katının belirlenmesi önemli bir aşamadır. Genelde kritik kat binanın zemin katı olmasına karşın bazı özel durumlar söz konusu olabilmektedir. Örneğin; bodrum katı bulunan binalarda hiç perde bulunmuyorsa ya da yeterli rijitliği sağlamayacak derecede perde bulunuyorsa kritik kat bodrum kat olur Bunun haricinde, bazı durumlarda kritik kat üst katlarda bulunabilmektedir. Şüpheyi düşülen bu gibi durumlarda katlar için ayrı ayrı hesaplar gerçekleştirilmeli ve en düşük çıkan hesap kullanılmalıdır.

Binanın kartezyen (X-Y) koordinat sistemine oturtturulması ve boyutların işlenmesi

İncelenen bina, planda bir Kartezyen sisteme oturtturulur. ardından kritik kat ve üzerindeki kattaki kolon, betonarme perde duvar ve dolgu duvarların X - Y yönündeki boyutları girilmelidir. Binanın kritik kat alanının, rijitlik indekslerinin ve f_{12} düzeltme faktörünün hesaplanması için işlenen boyutlar önemlidir. Eleman boyları işlenmesi esnasında belirsizlik durumları oluşabilmektedir. Bu durumların nasıl aşılacağı kaynak [9]'da Yer almaktadır.

Alan ve rijitlik indekslerinin hesaplanması

Sıradaki adımda, elde edilen veriler kullanılarak yapının kritik katındaki ve bir üzeri katındaki kolonların, bunun yanında betonarme perde duvarlarının ve dolgu duvarlarının alanları ve atalet momentleri hesaplanmaktadır [9].

(K) değerinin hesaplanması

Performans puanının (P) belirlenmesi için gerekli olan (K) değeri Eşitlik 2.6 ile hesaplanmaktadır.

$$K = \frac{C_A + C_I}{t_0} \quad (2.6)$$

Burada; C_A kritik kattaki etkili kesme alanı ve C_I etkili eğilme rijitliği indeksidir. t_0 ise yüksekliğe bağlı bir parametredir. Bu değer arttıkça ' P ' puanı azalmaktadır.

Performans puanının (P) hesaplanması

Son adımda incelenen binanın performans puanı Eşitlik 2.7 sayesinde hesaplanmaktadır. Denklemdaki f_i değeri ise 25 adet düzeltme faktörlerini temsil etmektedir.

$$P = K \prod_{i=1}^{25} f_i \quad (2.7)$$

Binanın hangi risk bölgelerinde bulunduğunu gösteren bant genişlikleri performans

puanına bağılı kalarak aşağıdaki gibidir;

- ($P \geq 40$) Düşük Risk Bölgesi: Bu risk bölgesi yapının, oluşacak depremde hasar alabileceğini ancak toptan göçme yaşanarak insan kaybına neden olmayacağını ifade etmektedir.
- ($40 > P > 15$) Şüpheli Risk Bölgesi: bu risk bölgesinde yapının durumuna şüpheyile bakılmaktadır. Ayrıntılı ikincil inceleme ele alınmalıdır.
- ($P \leq 15$) Yüksek Risk Bölgesi: Yapının kuvvetle muhtemel toptan göçme yaşayacağını ifade eden risk bölgesidir. Binanın yıkılması veya güçlendirilmesi tavsiye edilmektedir.

P25 puanlama yönteminin isminden de anlaşılacağı gibi nicelik ve niteliklerine göre 25 adet düzeltme faktörü değerleri bulunmaktadır. Bu değerler Yapısal Düzeltme Faktörleri ve Zemin Düzeltme Faktörleri şeklinde iki grupta incelenmektedir. Alabilecekleri değerler ise Bölüm 4.7’de anlatılmaktadır.

Yapısal düzeltme faktörleri

f_1 : Burulma Düzensizliği ile İlgili Faktör

f_2 : Döşeme Süreksizliği ile İlgili Faktör

f_3 : Taşıyıcı Düşey Elemanların Süreksizliği ile İlgili Faktör

f_4 : Kütle Düzensizliği ile İlgili Faktör

f_5 : Korozyon ile İlgili Faktör

f_6 : Kısa Kolon ile İlgili Faktör

f_7 : Ağır Cephe Elemanları ile İlgili Faktör

f_8 : Asma Kat ile İlgili Faktör

f_9 : Çarpışma Olasılığı ile İlgili Faktör

f_{10} : Katlardaki Seviye Farkı ve Kısmi Bodrum ile İlgili Faktör

f_{11} : Beton Kalitesi ile İlgili Faktör

f_{12} : Yumuşak/Zayıf Kat ile İlgili Faktör

f_{13} : Zayıf Kolon ile İlgili Faktör

f_{14} : Enine Donatı Sıklığı ile İlgili Faktör

f_{15} : Bina Önem Derecesi ile İlgili Faktör

Temel ve zemin düzeltme faktörleri

f_{16} : Deprem Bölgesi ile İlgili Faktör

f_{17} : Zemin Tipi ile İlgili Faktör

f_{18} : Zemin Oturması ile İlgili Faktör

f_{19} : Zemin Sıvılaşması ile İlgili Faktör

f_{20} : Heyelan ile İlgili Faktör

f_{21} : Zemin Büyütmesi ile İlgili Faktör

f_{22} : Topoğrafik Etkiler ile İlgili Faktör

f_{23} : Temel Tipi ile İlgili Faktör

f_{24} : Temel Derinliği ile İlgili Faktör

f_{25} : Yer Altı Su Seviyesi ile İlgili Faktör

2.4. Kapasite İndeksi Yöntemi

Kat adedi bakımından az ve yükseklik bakımından orta yükseklikteki yapılara için önerilen yöntemdir. Beton tarafından karşılanan kesme kapasitesi her eleman için aşağıdaki Eşitlik (2.8) ile hesaplanmaktadır.

$$V_{ci} = c \cdot \alpha \cdot f_{ctk} \cdot b_w \cdot h \quad (2.8)$$

Burada V_{ci} , dikdörtgen kesitli betonarme elemanın kesme kapasitesine, c , elemanların doğrultusuna ait bir katsayıdır. 1/3 değerini enine çalışan kolonlarda, 2/3 değerini ise boyuna çalışan elemanlarda almaktadır. α , dayanım azaltma faktörü ile çekme dayanımı etkisinde kesme dayanımı ilişkisinin ortak etkisini ifade eden bir katsayıdır ve TS-500'de 0,65 olarak kullanılmaktadır. b_w ve h , söz konusu elemana ait boyutları, f_{ctk} betonun, karakteristik çekme dayanımını ifade etmektedir. 0,65 değeri TS-500'den kaynaklanmaktadır. Eleman kesme kapasiteleri ayrı ayrı hesaplanmaktadır daha sonra her iki doğrultuda ayrı ayrı toplanarak V_c , toplam kesme kapasitesi hesaplanmaktadır. Çalışmada çizelge 2.1.'de görüleceği üzere Türkiye'de bulunan yapılara ait beton dayanım tablosu da yer almaktadır.

Çizelge 2.1. Gözle kontrole dayalı beton kalitesine göre tavsiye edilen beton dayanımları [18-19]

Gözle kontrole dayalı beton kalitesi	Tavsiye edilen basınç dayanımı (MPa)
Zayıf	<10
Orta	10-16
İyi	>16

Katın toplam beton kesme kapasitesinin, akma taban kesme kapasitesine oranı Eşitlik (2.9) ile verilmiştir.

$$V_y = \frac{V_c}{0,95e^{0,125n}} \quad (2.9)$$

Burada V_y , akma taban kesme kuvvetini, V_c , yapının ilgili katına ait toplam beton kesme kapasitesini ve n kat sayısını ifade etmektedir. Aynı denklem dolgu duvarların bulunduğu durumlar için ise aşağıdaki gibidir.

$$V_{yw} = V_y \left(46 \frac{A_w}{A_{tf}} + 1 \right) \quad (2.10)$$

Eşitlik (2.10)'da V_{yw} , duvarların bulunmayan akma taban kesme kuvvetini, A_w dolgu duvarların alanını ve A_{tf} yapının toplam zemin alanını ifade etmektedir.

Yukarıda ifade edilen Eşitlik (2.8), Eşitlik (2.9) ve Eşitlik (2.10) kullanılarak Eşitlik (2.11) elde edilmiştir. Elde edilen Eşitlik (2.11)'le temel kapasite indeksi hesaplanmaktadır.

$$BCPI = \frac{V_{yw}}{V_{code}} \quad (2.11)$$

Bu ifadede, V_{code} , yönetmeliğe göre hesaplanan taban kesme kuvvetidir.

Yukarıdaki denklem, yönetmeliğe birebir uygun şekilde ifade edilerek mevcut yapıların kapasite değerlendirmesinde kullanılabilmektedir. Bu noktada, mimari olumsuzluklar,

işçilik kusurları gibi durumlar göz ardı edilebilmektedir. Bu nedene, Eşitlik (2.12)'te belirtilen ifade hesaplanabilmektedir. Denklemdaki, C_A ve C_M , mimari özellikleri ve yapı kalitesini yansıtan katsayılarıdır.

$$CPI = C_A C_M B CPI \quad (2.12)$$

$$C_A = 1 - (C_{AS} + C_{ASC} + C_{AP} + C_{AF}) \quad (2.13)$$

Eşitlik (2.13)'te C_{AS} , C_{ASC} , C_{AP} , C_{AF} sırasıyla yumuşak kat, kısa kolon, plandaki düzensizlik ve düşey düzensizlik katsayılarıdır. Söz konusu katsayılar ve değerleri Çizelge 2.2.'de verilmektedir.

Çizelge 2.2. Mimari özelliklere ilişkin katsayılar [18-19]

Değişken	Ağırlık katsayısı		
	FEMA 154	Gulkan-Yakut	Sucuoğlu-Yazgan
Yumuşak Kat	0,36	0,5	0,32
Kısa Kolon	0,18	0,25	0,11
Plan Düzensizliği	0,19	0,125	0,19
Düşey Düzensizlik	0,27	0,125	0,38

Yapı kalitesi ile ilgi katsayıları elde etmek için Eşitlik (2.14)'ten yararlanılmaktadır.

$$Q_r = \frac{(1-C_M)}{(1-C_A)} \quad (2.14)$$

Son olarak Çizelge 2.3 yardımı ve Eşitlik (2.14) ile C_M değerleri elde edilebilmektedir.

Çizelge 2.3. C_M katsayısı için önerilen değerler [18-19]

İşçilik ve inşaat kalitesi	C_M
Zayıf	$1 - Q_r(1 - C_A)$
Orta	$1 - Q_r(1 - C_A)/3$
İyi	1

Yöntemin Türkiye’de kullanılması durumunda C_A için 0,85 ve Q_r için 0,55 değerleri önerilmektedir. Genel değerlendirme için yöntemin önerdiği sınır değer 1,2’dir.

2.5. Kolon ve Duvar İndeksleri Yöntemi

Az katlı binalar için kullanılan bu yöntem, yapının deprem esnasındaki performansını ve hasar seviyesini, kolonların ve duvarların boyutlarını göz önünde bulundurarak hızlı bir şekilde belirlenmesini hedeflenmektedir. [11] yaptığı çalışmada 1992 yılında Erzincan depreminde hasar görmüş ve katları 2 ila 4 arasında değişen 46 bina üzerinde yöntemi uygulamıştır. Çalışmalarında ilk olarak 1968’de Tokachi-Oki depremi sonrası t. Shina vd. Tarafından geliştirilen SST yöntemine başvurulmuştur. Ancak başvuru bu yöntemde incelenen binalar, benzer özelliklere sahip iyi inşa edilmiş binalar olduğundan, yöntemin bahsedilen 46 hasarlı binaya uygulanmasının sağlıklı sonuçlar vermeyeceği sonucuna ulaşılmıştır. Yöntemi kullanırken incelenen yapı stoğunda benzer özellik göstermeyen yapıların bulunması doğru sonuçların elde edilmemesine yol açabilmektedir. Bundan dolayı yapılan çalışmada SST yöntemine benzerlik gösteren yeni bir yöntem geliştirilmiştir.

Yöntem, az kat adedine sahip birbirinden farklı özellikler barındıran ve aynı bölge içerisinde yer alan yapılara uyarlanmıştır. Böylelikle bu yapıların deprem güvenliği açısından sorun oluşturup oluşturmayacaklarına bakılabilmektedir. Yöntemin kullanılabilmesi için duvar indeksi ve kolon indeksi adında iki indeksin hesaplanması gerekmektedir. Duvar indeksi; temeldeki etkili duvar alanının, yapının temel üstündeki toplam kat alanına oranını ifade etmektedir. Kolon indeksi, temeldeki etkili kolon alanının temel üstündeki toplam kat alanına oranını ifade etmektedir. Sonuçların değerlendirilmesi, indekslerin hesaplanması ve Şekil 2.1’de verilen grafik yardımı ile

gerçekleştirilmektedir.[8].

Grafik incelendiğinde kolon indeksinin X, duvar indeksini ise Y doğrultusunda işlendiği görülmektedir. Binalar bu iki koordinat sistemindeki değerlerin çakıştığı noktalarda gösterilmektedir. Noktalara göre binalar hasarsız, hafif hasarlı, orta hasarlı ve ağır hasarlı olmak üzere 4 farklı hasar seviyesinde değerlendirilmektedir.

Duvar İndeksi (WI):

$$WI = \frac{A_{wt}}{A_{ft}} \times 100 \quad (2.15)$$

A_{wt} : Temel üstündeki toplam kat alanı

A_{ft} : Duvarların etkili kesit alanı

$$A_{wt} = A_{cw} + \frac{A_{mw}}{10} \quad (2.16)$$

A_{cw} : Temeldeki betonarme perde duvarların bir yöndeki kesit alanı

A_{mw} : Temeldeki dolgu duvarlarının bir yöndeki kesit alanı

Kolon İndeksi (CI):

$$CI = \frac{A_{ce}}{A_{ft}} \times 100 \quad (2.18)$$

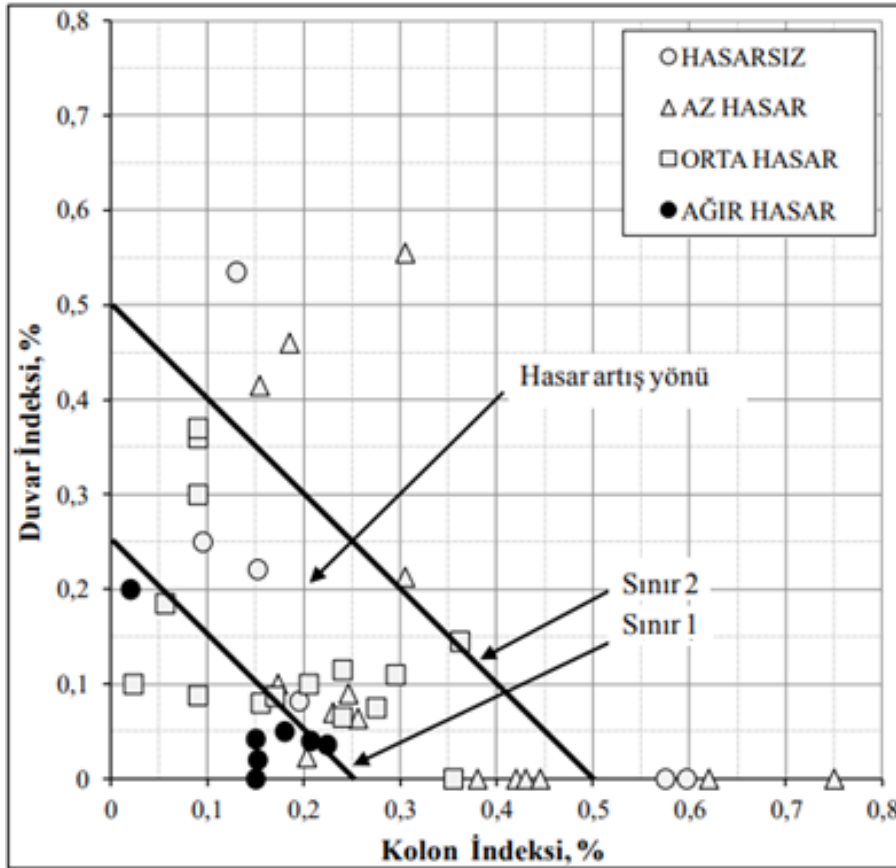
A_{ce} : Temel üstündeki kolonların toplam kesit alanı

$$A_{ce} = \frac{A_{col}}{2} \quad (2.19)$$

A_{col} : Temeldeki kolonların etkili kesit alanı

Verilen formüllerde de görüldüğü gibi, hesaplamalarda betonarme perde duvarların etkisi %100 olmasına karşın, dolgu duvarların etkisi %10 olarak belirlenmiştir, kolonların etkisi de %50 olarak alınmıştır. Grafiğe bakıldığında iki adet sınır çizgisi görülmektedir, bunlar sınır 1 ve sınır 2 olarak adlandırılmaktadır. Grafikte belirlenen bu sınır çizgileri binaların hasar tespiti için büyük öneme sahiptir. Açıklayacak olursak, X ve Y doğrultuları ile Sınır

1 arasındaki üçgen içinde kalan binalar, Sınır 2' nin dışında kalan binalara nazaran daha risklidir, sınır 1 ile sınır 2 çizgileri arasında kalan binalar şüpheli olarak değerlendirilmektedir. Kısacası grafikte orijin noktasına yaklaştıkça hasar oranı artmaktadır [9].



Şekil 2.1. Kolon ve duvar indeksleri yönteminde hesaplama ve karar vermek için kullanılan grafik [11]

Çalışma kapsamında öncelik indeksi PI olarak belirlenmiştir ve indeks aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$PI = WI + CI \quad (2.20)$$

Bu indeks azaldıkça, binanın risk durumunun arttığı anlaşılmaktadır [3].

Çalışma [11]'deki yazarlardan birinin de yer aldığı sonraki çalışmalar sayesinde [20-22] kat yüksekliğinin ne şekilde hesaba katılacağı, taşıyıcı elemanlar ve dolgu duvarlarının

atalet momentlerinin nasıl hesaba katılacağı araştırılmıştır, netice olarak yöntem aşağıdaki parametreler kullanılacak şekilde tekrardan düzenlenmiştir [7].

- Binada bulunan kat sayısı,
- Binanın kütlesi (birim alana düşen),
- Taşıyıcı olmayan duvarlarda ve betonda kullanılan malzemenin özellikleri,
- Dolgu duvarlarının tipi ve mesnetlenme şekilleri
- Kolon ve kirişlerin birbirlerine göre, görelî boyutları ile mesnetlenme şekilleri,
- Duvarın sahip olduğu geometri ve kolon burkulma katsayıları (λ),
- Ortalama kat yüksekliği,
- Zemin koşulları ve temel tipi,
- Hesaplanan kolonların alanının kat alanına oranı,
- Hesaplanan dolgu duvarlarının alanının kat alanına oranı [7]

2.6. Durtes Yöntemi

İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği bölümü tarafından İstanbul'un Bakırköy ilçesindeki yapıların deprem güvenliği bakımından analizi ile ilgili gerçekleştirilen çalışmadır. Yapıların durumunun tespiti yaklaşık on bin adet binada detaylı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada esnasında hızlı bir şekilde değerlendirme yapabilen bilgisayar programı geliştirilmiştir. Değerlendirme, hazırlanan anket sayesinde yapı hakkında gerekli bilgilere ulaşılarak yapılmıştır. Bunun yanı sıra toplanan bu bilgiler Durtes isimli programa iletilerek incelenen binanın karşılaştığı deprem yükü, karşılayabileceği deprem yükü ve mukavemeti gibi özellikleri hızlı bir şekilde elde edilebilmektedir.

Durtes yöntemi, binaların malzeme özellikleri dikkate alınarak, farklı özelliklere sahip olsalar bile, taşıdıkları yüke göre birim alan başına gerekli yapısal birim boyutunu belirler ve bir katsayı (K1: Mukavemet Puanı) elde eder ve bu katsayıya göre bina gruplandırılmaktadır. Her bina, mevcut durumuna bağlı olarak (K2 Kusur Puanı) bir puan almaktadır. K1 olarak belirlenen katsayı yönetmelikteki standartlara göre, K2 ise binanın mevcut durumu dikkate alınarak yaklaşık 100 parametreye bağlı olarak belirlenmektedir.

Program kullanılırken, parametrelere karşılık gelen puanlar kesin çözüm yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile kıyaslanarak kalibre edilmektedir. Bu kalibrasyon yöntemi çoğaldıkça programdan elde edilen çıktılar gerçeğe daha fazla yaklaşmaktadır [9-10].

2.7. FEMA 154 Tarafından Sokak Taraması Şeklinde Geliştirilen Yöntem

Her ne kadar Türkiye'deki bina stoğuna tam uyum sağlamasa da, deprem mühendisliği literatüründe hızlı değerlendirme yöntemlerinin yer almasını sağlayan önemli bir gelişme, ATC 21'in Amerika Birleşik Devletleri'nde yayınlanmasıdır. Sonrasında FEMA 154 ve FEMA 155 şeklinde yayımlanan bu dokümanlardan, yöntem ve değerlendirme ölçütleri FEMA 154'te anlatılmakta, yardımcı dokümanlar ise FEMA 155'te verilmektedir.

Yayımlanan en son güncel formda yapılar çelik yapı, betonarme, prefabrik, donatılı yığma yapı, donatısız yığma yapı ve fabrikasyon (manufactured housing) olmak üzere toplamda 17 kategoriye ayrılmaktadır. Bir başlangıç puanı FEMA 154 formunda her yapı için belirlenmektedir, ardından asıl puan S_{L1} 'e gerektiğinde puan azaltma veya çoğaltma faktörleri uygulandıktan sonra ulaşılmaktadır. Elde edilen bu değer S_{MIN} değerinden düşük ise bir sonraki değerlendirilme aşamasına geçilmektedir ve bu aşamanın sonunda S_{L2} puanı elde edilmektedir. Son olarak elde edilen S_{L1} ve S_{L2} değerleri 'cut-off score' isimli değerlendirme puanı ile karşılaştırılmaktadır. EK-1'de FEMA P-154'e ait inceleme formu çok yüksek sismisiteye sahip bölgeler için seviye 1 ve seviye 2 şeklinde verilmiştir [7,1].

2.8. Kamu ve Kamu Hizmet Binalarının Deprem Öncesi Muayenesi (Yunanistan)

Aynı zaman diliminde inşa edilmiş, binaların sismik davranışının tespit edilmesini ve konumlandırılmasını son derece zorlaştıran ve maliyetli bir iş haline getiren birçok faktör vardır. Bu faktörler, binaların çizimlerinin, yapılan çalışmalarının kaybolması veya bulunmasının zor olması şeklinde sıralanabilmektedir. Bazı durumlarda, çalışmalar mevcut olsa bile plana uygun yapılmamaları da faktörler arasındadır.

Bir binanın sismik davranışı için çok önemli olan donatı, yapısal elemanların kesitleri, malzeme kalitesi, temel vb. gibi birçok bileşenin görsel olarak kontrol edilmesi imkânsızdır ve pahalı yöntemlerin kullanılmasını gerektirmektedir. Binaların sismik

güvenliği için bir diğer kritik faktör, onları tehdit eden beklenen sismik riskin büyüklüğüdür.

Kamu binalarının deprem öncesi kontrolü için uygulanabilir, Yunanistan koşullarına uyarlanmış ve bilimsel olarak doğrulanmış bir değerlendirme formu oluşturma çalışmaları, Depreme dayanıklı planlama ve koruma organizasyonu (OASP) tarafından bir bilim ekibine verilmiştir.

OASP tarafından oluşturulan bilim ekibi, başta ABD olmak üzere diğer ülkelerde deprem öncesi yöntemlerin uygulanmasından elde edilen deneyimlerden yararlanarak ve ülkedeki binaların yapım koşullarını dikkate alarak, deprem öncesi kontrol için düzenleyici bir çalışma hazırlamışlardır. Çalışmada kontroller üç aşamadan oluşmaktadır:

- Kamu ve kamu kullanımına yönelik binaların sismik kapasitesinin ilk kaydı ve hızlı değerlendirmesi için birincil deprem öncesi muayene veya Hızlı Görsel Muayene (HGM).
- HGM sonuçlarına göre yetersiz sismik kapasite gösteren binalar için, daha ayrıntılı hesaplamalara dayalı olarak, sismik kapasitenin yaklaşık değerlendirmesi ve malzeme kalitesinin (tahribatsız) kontrolü için ikincil deprem öncesi kontrol.
- Yerel veya genel sismik yetersizliğin bir önceki aşamadan kaynaklandığı binalar için, sismik kapasitenin ayrıntılı değerlendirilmesi ve bir restorasyon-güçlendirme çalışmasının hazırlanması.

Bu kısımda, kamu ve hizmet binalarının deprem denetiminin ilk aşamasını, yani birincil deprem denetimi veya hızlı görsel muayene ele alınmıştır.

Deprem öncesi kontrol, bölgedeki olası maksimum sismik etkilere karşı kamu ve kamu binaları tarafından sağlanan güvenlik düzeyini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Hastane, okul, kamu hizmetleri, telekomünikasyon birimleri veya enerji santrallerinin bulunduğu binalar, bulundukları mülkiyet durumuna bakılmaksızın kamu hizmeti binaları kategorisine girmektedir. Bu binalarda bulunan halkın korunması ve kritik işlevlerinin sağlanması için gerekli tedbirlerin alınması bu denetimin sonuçlarına bağlı olmaktadır.

Hızlı görsel kontrol (HGK), kamu veya kamu kullanımına ait tüm binalara uygulanmakta

ve elde edilen verilere dayanarak sismik kapasitelerinin ilk değerlendirmesi gerçekleştirilmektedir. Veriler oluşturulan form sayesinde kayıt altına alınarak biriktirilmektedir. Ardından OASP tarafından formlardaki bilgilere dayanarak binalar hakkında karar verilmektedir. Oluşturulan form orijinal dili olan Yunanca olarak EK-2’de verilmiştir [3].

Çalışma için oluşturulan form, hızlı görsel kontrolü yapacak olan mühendislere yönetilecek 40 sorudan oluşmaktadır. Bu sorular 5 başlık altında toplanmaktadır. Aşağıda, başlıklar ve sorular verilmektedir:

A. Binanın Kimlik Bilgileri

- Binanın bulunduğu bölge
- Ait olduğu belediye
- Adresi ve coğrafi konumu
- Binanın ismi
- Kullanım amacı (Hastane, Okul v.s)
- Binayı kullananın bilgileri
- Bina sahibinin bilgileri
- Yetkili kurum
- Denetimi gerçekleştiren hizmet
- Binayı kullanan insan sayısı

B. Binanın Teknik zellikleri

- Bina kat sayısı ve bodrum sayısı
- Binanın plan görüntüsü
- Toplam kullanım alanı
- Binanın yapım yılı
- Binaya ek kat yapılan son yıl
- Bina önceden incelenmiş mi?
- nceki inceleme kullanılmış mı?
- Bina korunabilmiř mi?

- Ciddi bir onarım geçirmiş mi?
- Geçirmiş ise ne zaman ve neden?
- EAK-2000'e göre bina'nın önemi
- Ek faydalı bilgiler
- Binayı inceleyen mühendislerin bilgileri
- İnceleme tarihi

C. Bölgenin Depremselliği ve Jeolojik Özellikleri

- EAK -2000'e göre deprem bölgesi
- EAK -2000'e göre zaman içinde bulunduğu deprem bölgeleri
- EAK -2000'e göre zemin sınıfı

D. Binanın Türü

- Binanın türü

E. Olumsuzluk Parametreleri

- Deprem yönetmeliği kullanılmaması
- Bina öneminin kullanımın nedeninin değişmesi sonucu artması
- Yaşanmış depremlerden etkiler
- Binanın bakımsızlığı
- Komşu binalarla çarpışma tehlikesi
- Yumuşak kat varlığı
- Dolgu duvarların plandan farklı yapılmış olması
- Yüksek katlı bina olması
- Bina yüksekliği boyunca görülen düzensizlikler
- Yatayda düzensizlik oluşumu
- Burulma olasılığı
- Kısa kolon varlığı

2.9. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar 2019 (RYTEİE 2019)

İlgili yönetmelikte, afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi ve riskli binaların tespiti için kurallar 16/5/2012 tarihli 6306 sayılı kanun kapsamında ele alınmaktadır. Yönetmeliğe göre riskli bina; coğrafi konuma göre deprem tehlikesi ve yıkılma riski altında bulunan veya ağır hasar görme riski yüksek olan binalar olarak değerlendirilmektedirler. Riskli yapıların tespit edilebilmesi için değerlendirme kuralları bu esaslarda belirtilmektedir.

Riskli olabilecek yapının, belirli bir alanda bölgesel dağılımının ve öncelik sırasının belirlenmesi amacı ile 6306 sayılı kanun kapsamında deprem tehlikesi ve bina özelliklerini göz önüne alan basit hale getirilmiş yöntemler sunulmaktadır. Katları 1 ila 7 arasında değişen mevcut betonarme binalar için bahsi geçen yöntem uygulanabilmektedir. Bunun yanı sıra aşağıdaki parametrelere yöntemin uygulanabilmesi için ihtiyaç duyulmamaktadır. Çalışmamızda ağırlıklı olarak betonarme yapılar üzerinde durulduğu için burada da betonarme binalar için gerekli olan değerlendirme başlıkları verilmektedir:

- Yapısal sistemin türü
- Binadaki kat adedi
- Bina görsel kalitesi
- Yumuşak/Zayıf kat:
- Düşeyde düzensizlik durumu
- Ağır çıkmalar
- Planda düzensizlik/Burulma etkisi
- Kısa kolon etkisinin mevcudiyeti
- Bitişik yapılarla döşeme seviyesi/nizamı
- Zemin eğimi
- Deprem tehlike bölgeleri
- Coğrafi koordinatlar

Binaların dıştan görsel olarak incelenmeleri sonucunda elde edilen veriler EK-3'te belirtilen forma işlenmektedir. Kayıt altına alınan bu veriler sayesinde bina performans puanı her bina için hesaplanmaktadır. Binanın performans puanı (PP) Eşitlik 2.21 sayesinde hesaplanmaktadır.

$$PP = TP + \sum_{i=1}^n (O_i * OP_i) + YSP \quad (2. 21)$$

Burada; TP taban puanı, O_i , 1 veya 0 değerini Var ve Yok için sırasıyla alan olumsuzluk parametre değerlerini, OP_i ise, olumsuzluk parametre puan değerini ifade etmektedir [2].

2.10. Avrupa Komisyonu- Çevre ve Sivil Halkı Koruma Genel Müdürlüğü

Avrupa Komisyonu Çevre ve Sivil Halkı Koruma Genel Müdürlüğünce hazırlanan final raporunda, deprem sonrası kullanılabilirlik ve hasar değerlendirme için hazırlanan yapı inceleme formu sunulmaktadır. Hazırlanan çalışmada söz konusu formu dolduran kişinin alanında uzman olması gerekmektedir.

Hazırlanacak olan raporda, ciddi bir deprem sonrası hızlı ve detaylı olarak iki farklı değerlendirme yapılabilmektedir. Denetlenen binalar, sarı yeşil ve kırmızı olmak üzere üç kategoride sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmanın temel amacı, bina içindeki ve dışındaki insanların güvenliğidir. İkinci amaç, sismik kapasitesi azalmamış binalarda bile (örneğin hasarlı parapetler, bacalar vb.) var olabilecek bazı tehlikeli durumların varlığıdır. EK-4'te yöntemde kullanılan form verilmiştir. Devamında ise hızlı ve detaylı inceleme için izlenilecek adımların olduğu bir çizelge verilmiştir [23].

2.11. Evrişimli Sinir Ağları ile İlgili Çalışmalar

Evrişimli sinir ağları ile ilgili literatürde yapılmış birçok çalışmaya ulaşmak mümkündür. [24] tarafından hazırlanan çalışmada, derin öğrenmeden en gelişmiş tekniklere, gemi sınıflandırma, doğrulama ve tanıma görevlerinde başvurulmuştur. Çalışmada, literatürde yer alan en popüler üç evrişimli sinir ağı mimarisi yer almıştır. [25]'de, binalarda çatlak tespiti üzerine bir çalışma sunulmuştur. Çatlak tespiti görsel sınıflandırma ve semantik bölütleme ile incelenmiştir. Bilgilendirici otoyol şerit yönlendirme işaretlerinin tespit ve konumlandırılması, [26] tarafından ele alınmıştır. Çalışma [27]'te ise OpenAerialMap'den elde edilen uzaktan algılama görüntüleri ve OpenStreetMap'den elde edilen vektörel bilgi kullanılarak denetimli sınıflandırma için bir veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri seti, anlamsal bölütleme tekniği kullanılarak yol ağlarının tespitini amaçlayan modeli eğitmek ve test etmek için kullanılmıştır. Çalışmada özelleştirilmiş tam evrişimsel ağ (TEA), SegNet ve PSPNet gibi farklı modeller kullanılmıştır.

Yukarıda bahsedilen çalışmaların yanı sıra CNN kullanılarak yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Bunlardan bahsedecek olursak. ‘Güvensiz Davranışı Tespit Etmek İçin Derin Bir Hibrit Öğrenme Modeli: Evrişimsel Sinir Ağları Ve Uzun Kısa Süreli Bellek’ [53] isimli çalışmada, evrişimsel sinir ağları ve uzun kısa süreli bellek yardımıyla bir hibrit model, işçilerin ya da çalışma sahasında bulunan kişilerin güvenli olmayan hareketlerini tespit etmek için kullanılmıştır. ‘Beton Çatlak Tespiti İçin Evrişimsel Ağ Yapısı Optimizasyonu İçin Bir Genetik Algoritma’ [54]’da önerilen yöntemde, CNN’in parametrelerini optimize etmek için bir Genetik Algoritma kullanılmıştır. Bu yöntemde amaç, CNN’in beton yüzeyindeki çatlakları tespit etme performansını optimize etmektir. ‘Betonda Kusurların Ultrasonik Tomografi ve Evrişimsel Sinir Ağları ile Tespiti’ [55] çalışmasında, ultrasonik tomografi kullanılarak beton elemanlardaki kusurların otomatik olarak tespitine yönelik evrişimli bir sinir ağı (CNN) değerlendirilmeye çalışılmıştır. Önerilen metodolojide iki ana aşama bulunmaktadır. İlk aşamada, incelenen yapının iç kısmının bir görüntüsü elde edilmekte ve ultrasonik tomografi tabanlı test yapılar kaydedilmektedir. İkinci aşamada, kaydedilen görüntüdeki kusurların otomatik tespiti için evrişimli bir sinir ağı modeli kullanılmaktadır. Bu çalışmada, büyük ve önceden eğitilmiş bir CNN kullanılmaktadır. ‘Etkili Yapısal Hasar Tespiti ve Lokalizasyonunda Evrişimsel Sinir Ağı Yaklaşımı’nda [56] görüntü tanımda en büyük atılımlardan biri olan evrişimli sinir ağı CNN hasar tespiti ve lokalizasyon sorunu için kullanılmıştır. Çalışma [33]’te korozyon tespiti için evrişimli sinir ağlarına başvurulmuştur. Çalışma [57]’, de yol yüzeyi sınıflandırması yapmak için CNN modelleri kullanılmıştır. Çoklu hasar türlerini tespit etmek için [58] kullanılmıştır. Yer seviyesindeki görüntü verileri kullanılarak bina hasar tespiti ve değerlendirilmesi çalışma [59]’da yer almaktadır. Bunun gibi CNN kullanıldığı birçok çalışma [60-64] kaynaklarında bulunmaktadır.

3. KULLANILAN YÖNTEM VE VERİ SETİ OLUŞTURMA

3.1. Kullanılan Yöntem

Tez çalışması hazırlanırken literatürde ağırlıklı olarak FEMA 154, Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RYTEİE) gibi yönetmeliklerin yanı sıra yapılan akademik çalışmalarda yapı inceleme formları dikkate alınmaktadır. İncelenen formlardan elde edilen kurallar ve önerilen sorular yardımıyla kendi oluşturacağımız modele uygun yeni bir soru havuzu oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu soru havuzu yardımı ve derin öğrenme tekniği olan evrişimli sinir ağları yardımı ile girilen veriler sayesinde incelenmekte olan yapının stabilitesi hakkında bir tahminde bulunacaktır. Derin öğrenme tekniği olan evrişimli sinir ağlarını eğitmek için başta görüntü sınıflandırmada sıkça kullanılan mimarilerden biri olan VGG-16 mimarisi seçilmektedir. Ayrıca modeli eğitmek için gerekli olan veriler ilk olarak diğer çalışmalarca yayınlanmış ve telif içermeyen veri setleri üzerinden oluşturulmaktadır. Hazır veri setlerinin bulunamadığı durumlarda çeşitli tarayıcılar yardımı ile kendi veri setimizi oluşturma yoluna gidilmektedir.

Yapı inceleme formlardan yola çıkarak oluşturulan soru havuzundan 15 başlık için VGG-16 görüntü sınıflandırma metodu uygulanmaktadır. Uygulanan bu başlıklar aşağıdaki gibidir.

1. Beton yüzeyde çatlakların görülmesi (Özellikle taşıyıcı elemanlardaki çatlaklar)
2. Beton yüzeyde dökülmelerin görülmesi (Özellikle taşıyıcı elemanlardaki dökülmeler)
3. Yüzeyde bozulmaların görülmesi
4. Kat planı düzeni (Düzenli/Düzensiz)
5. Yumuşak katın olup olmaması
6. Zeminde kayma yarıma olup olmaması
7. Binanın taşıyıcı sistemi (Betonarme veya Betonarme olmayan)
8. Binanın görsel kalitesi (İyi/Kötü)
9. Binada gözle görülür eğilme durumu
10. Donatının korozyona uğraması durumu
11. Katlar arası seviye farkı
12. Kısa kolon oluşması durumu

13. Tavan duvar veya zemin duvar arasında ayrışma
14. Yapıda ağır çıkma durumu
15. Zemin eğimi (Zemin eğimi var/yok)

Jupyter notebook ve Python programlama dili kullanılarak oluşturulan modeller CPU üzerinden eğitilmektedir. Kullanılan CPU modeli AMD Ryzen 9 3900XT'dır. Modeller eğitimleri tamamlandıktan sonra tekrar kullanılmak üzere kaydedilmektedir. Modellerin eğitim süreleri kullanılan verilerin boyutlarına ve epoch değerine göre değişim göstermektedir.

Belirlenen başlıklar için modellerin eğitimleri ve kayıt işlemleri tamamlandıktan sonra oluşturulan yeni jupyter notebook sayfasında kaydedilen modeller çağrılır ve kullanılan eşitlik sayesinde performans tahmininde bulunmaktadır. Sayısal bir tahmine bulunmak için belirlenen her bir parametre oluşturacakları risk durumuna göre belirli değerler almaktadır. Her parametrenin alacağı bu değerler sayesinde incelenecek olan yapının performansının belirleneceği sayısal bir değer elde edilmektedir. Bölüm 4'te bahsedilenlerin nasıl uygulanacağı ve hesaplama sırasında nelerin yapılması gerektiği açık bir şekilde ifade edilmektedir.

3.1.1. Evrişimli sinir ağları ve mimarisi

Evrişimsel ağlar veya CNN (ESA) olarak da bilinen evrişimsel sinir ağları derin öğrenmenin bir alt dalıdır, Aynı zamanda özel bir tür yapay sinir ağı (YSA)'dır. Genellikle görsel bilginin analiz edilmesinde kullanılmaktadır. ESA'lar, bilinen ızgara benzeri bir topolojiye sahip verileri işlemek için özel bir tür sinir ağıdır. Zaman serisi verileri içi 1B ızgara, 2B pixel ızgarası olarak görüntü verileri düşülebilir. ESA'lar pratik uygulamalarda muazzam derecede başarılı olmuştur. "Evrişimli Sinir Ağı" denmesinin sebebi ağın evrişim ismi verilen matematiksel bir işlem kullanmasından kaynaklanmaktadır. Evrişim, özel bir doğrusal işlemdir. Evrişimli ağ, genel matris çarpımı yerine en az bir katmanda evrişim kullanan basit bir sinir ağıdır.

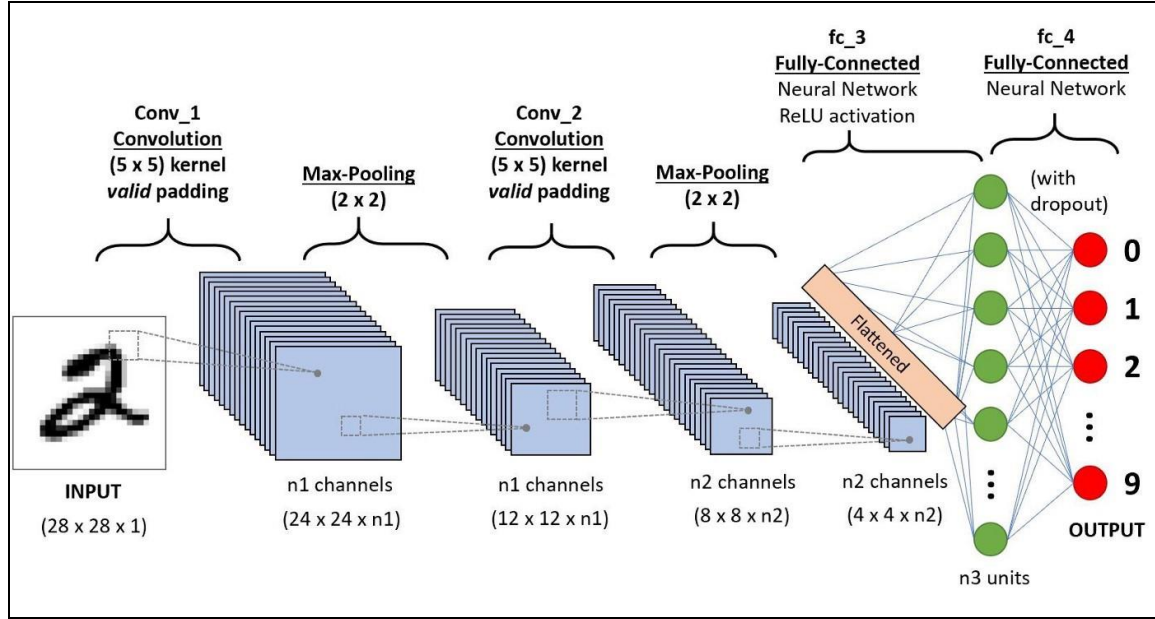
ESA'nın oluşum aşamalarına değinecek olursak LeCun vd.,[30,31] LeNet-5 olarak adlandırılan çok katmanlı bir yapay sinir ağı geliştirerek ESA'ların çerçevesini oluşturmuştur. LeNet-5, el yazısı rakamları sınıflandırmak için kullanılmaktadır ve

desenleri doğrudan ham piksellerden tanımayı mümkün kılan ve böylece ayrı bir özellik çıkarma mekanizmasını ortadan kaldıran geri yayılım algoritması ile eğitilmektedir. Avantajlara rağmen o yıllarda yaşanan veri eksikliği ve bilgisayarların hasaplaama kabiliyetinin yeterince yüksek olmaması, LeNet-5'i video sınıflandırması gibi karmaşık problemlerde iyi performans gösterememesine neden olmuştur. Bununla beraber ESA'lar üzerindeki araştırmalar sınırlı sayıda kalmıştır [32].

2009 yılında, ImageNet olarak bilinen 10 milyondan fazla görüntü ve birkaç bin nesne sınıfından oluşan bir veritabanı oluşturulmuştur. ImageNet yarışması, ImageNet veri tabanından 1000 sınıf içeren bir veri kümesindeki sınıflandırma ve algılama algoritmalarını değerlendirmek ve karşılaştırmak için oluşturulmuştur. Güçlü grafik işlem birimlerinin (GPU'lar) geliştirilmesi, ImageNet'in oluşturulması ve ImageNet yarışmasındaki ESA'ların başarısı ile ESA'lara olan araştırma ilgisinde önemli bir artış olmuştur. GPU'ların ortaya çıkmasından ve makine öğreniminde kullanımlarından bu yana, ESA alanı büyük bir aşama kaydetmiştir. Birçok yayında, GPU kullanarak ESA'nı eğitmenin daha verimli yolları bulmuştur. AlexNet [34] olarak adlandırılan ve görüntü sınıflandırma görevinde önemli gelişme gösteren derin bir ESA mimarisi önerilmektedir. AlexNet, daha derin bir yapıya sahip olsa da klasik LeNet-5'e çok benzerdir. AlexNet'in başarısını takiben, GoogleNet [35], VGGNet [36], ZFNet [37] ve ResNet [38] gibi çeşitli yayınlar ESA'lar üzerinde performansını artırdığını göstermiştir [32].

Evrişimli sinir ağlarının yapısı

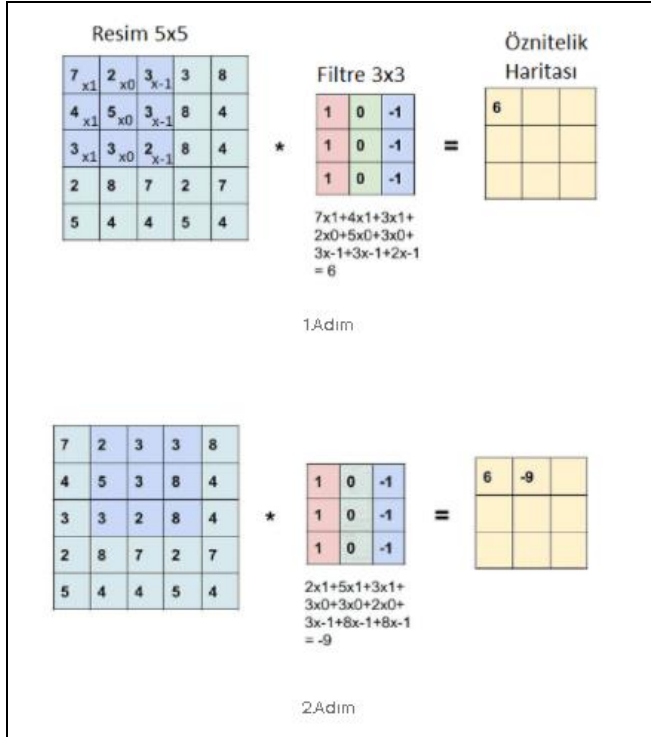
Literatürde birçok ESA mimarisi bulunmasına rağmen genel yapıları birbirlerine benzemektedir. Örnek bir ESA yapısı aşağıda Şekil 3.1.'da verilmiştir. Evrişimli sinir ağları, her aşaması birden çok katmandan oluşan, eğitilebilir çok aşamalı mimarilerdir, genelde aşağıda belirtilen katmanları barındıran bir tür sinir ağıdır.



Şekil 3.1. Katmanlardan oluşan ESA modeli [39]

Evrişim katmanı (CONV)

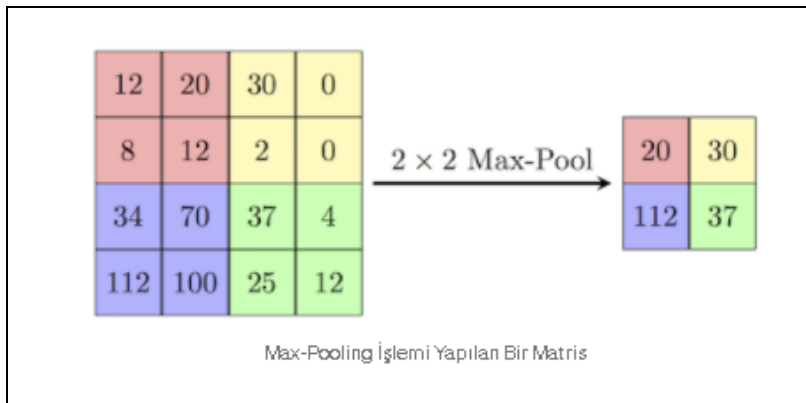
Evrişim katmanı ESA'ların ilk katmanı olma özeliğini taşımaktadır. Ayrıca ESA'ların ana yapı taşlarından birini oluşturmaktadır. Bir girdi görüntüsünden özniteliklerin çıkarıldığı katmandır. Bu da katmanda resmin üzerine filtreler uygulanarak gerçekleştirilmektedir. Evrişim katmanında girdi görüntüsü tarandıkça evrişim işlemini gerçekleştiren filtreler bulunmaktadır. Filtre boyutu ve adımı (stride) hiperparametre olarak içerir. Sonuç olarak da aktivasyon veya öznitelik haritası elde edilmektedir. Şekil 3.2.'de evrişim katmanının birinci ve ikinci adımı verilmektedir.



Şekil 3.2. Birinci ve ikinci adımların gösterildiği evrişim katmanı [39]

Ortaklama

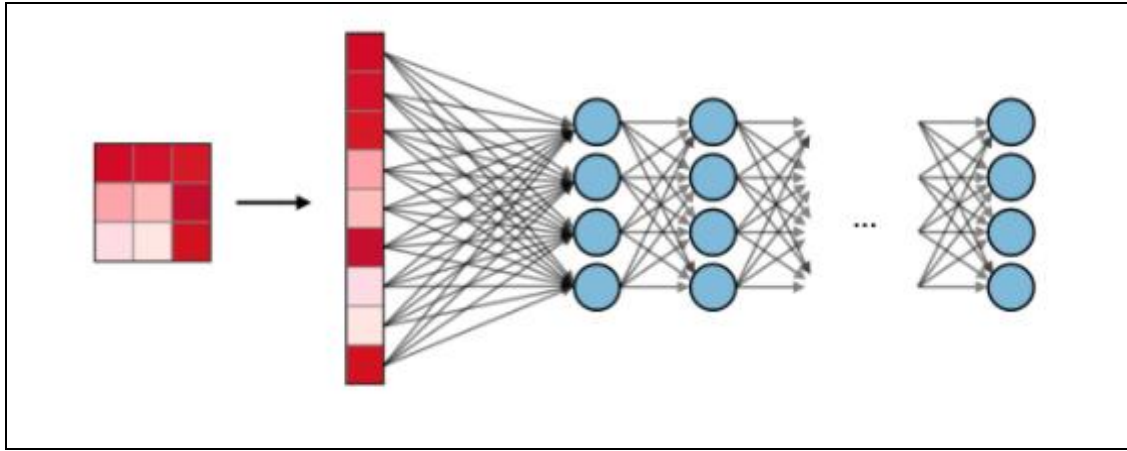
Ortaklama (pool) olarak isimlendirilen katman, genellikle bazı uzamsal değişmezlik yapan bir evrişim katmanının ardından uygulanan bir örnekleme operasyonudur. Maksimum ortaklama ve ortalama ortaklama olmak üzere özel iki tipi bulunmaktadır. Bunlar da sırasıyla maksimum ve ortalama değer alındığı ortaklama çeşitleridir. Ortaklama katmanının da amaç girilen resmin özelliklerini kaybetmeden resmin boyutunu düşürmektir. Örnek bir maksimum ortaklama işlemi Şekil 3.3.'de verilmektedir.



Şekil 3.3. Maksimum-ortaklama (pooling) işleminin yapıldığı ortaklama katmanı [39]

Tam Bağlantı

Tam bağlı katmanı (Fully connected layer), ağdaki her bir girişin tüm nöronlara bağlı olduğu düzleştirilmiş (flattened) bir giriş üzerinde çalışmaktadır. Sınıf skorları gibi hedefleri optimize etmede kullanılan tam bağlantı katmanları çoğunlukla ESA mimarisinin sonunda yer almaktadır. ESA'ların tam bağlantılı kısmı bir sınıflandırıcı YSA olarak çalışır. Bu nedenle, parametre sayısı (ağırlıklar) evrişimli katmanlara göre çarpıcı biçimde artmaktadır [25]. Şekil 3.4'te tam bağlantı katmanı ve nöronları verilmektedir.



Şekil 3.4. Tam bağlantı katmanı [40]

3.1.2. VGG-16 mimarisi

Oxford Üniversitesi Visual Geometry Group tarafından ileri sürülen ve 16 veya 19 katmanlı modellere sahip ESA mimarisidir. VGG-16 mimarisini diğer ESA modellerinden farklı kılan en önemli özelliği 2'li ya da 3'lü evrişim katmanları uygulamasıdır. Tam bağlantı katmanında 4096 nörondan oluşan bir öznitelik vektörüne dönüştürülür. İki tam bağlantı katmanı çıkışında 1000 sınıflı softmax başarımı hesaplanarak yaklaşık olarak 138 milyon parametre hesabı yapılmaktadır. VGG mimarileri aşağıda Çizelge 3.4.'te [36]'deki çalışmada detaylı bir şekilde verilmektedir. Çizelge 3.4.'te Konfigürasyonların derinliği daha çok katman eklendikçe soldan(A) sağa(E) doğru artmaktadır. Çizelge 3.5.'de ise kullanılan katman sayısına göre hesaplanan parametre değerleri verilmektedir.

Çizelge 3.4. ConvNet(VGG) konfigürasyonları[36]

ConvNet Konfigürasyonu					
A	A-LRN	B	C	D	E
11 ağırlık katmanları	11 ağırlık katmanları	13 ağırlık katmanları	16 ağırlık katmanları	16 ağırlık katmanları	19 ağırlık katmanları
Girdi (224x224 RGB görüntü)					
conv3-64	conv3-64	conv3-64 conv3-64	conv3-64 conv3-64	conv3-64 conv3-64	conv3-64 conv3-64
maxpool					
conv3-128	conv3-128	conv3-128 conv3-128	conv3-128 conv3-128	conv3-128 conv3-128	conv3-128 conv3-128
maxpool					
conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256 conv1-256	conv3-256 conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256 conv3-256 conv3-256
maxpool					
conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv1-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512 conv3-512
maxpool					
conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv1-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512 conv3-512
maxpool					
FC-4096					
FC-4096					
FC-1000					
soft-max					

Çizelge 3.5. Parametre değerleri (milyon) [36]

Ağ	A,A-LRN	B	C	D	E
Parametre değerleri	133	133	134	138	144

3.2. VGG-16 Modelleri İçin Veri Setlerinin Oluşturulması ve Modellerin Eğitilmesi

Veri setlerini oluşturmak için daha öncede belirtildiği gibi ilk olarak diğer çalışmalarda kullanılan veri setleri kullanılmıştır. Aşağıda açıklanan ilk 5 alt başlıkta diğer çalışmalarda kullanılan veri setleri verilmektedir. Son 10 başlıkta, çalışma kapsamında oluşturulan veri setleri verilmiştir.

Aşağıda açıklanan alt başlıklardaki modellerin eğitimi sırasında jupyter notebook ve Python programlama dili kullanılmıştır. Yapay zekâ kütüphanesi olarak, Tensorflow ve Keras kütüphaneleri kullanılmıştır. VGG-16 mimarisi, kullandığımız keras kütüphanesinde tanımlı bulunmaktadır. Kullanılan veri setlerinin %70'i eğitim verisi %15'i validasyon verisi ve kalan %15 ise test verisi olarak belirlenmiştir. Test verisi, tahminlerde bulunmak amacı ile kullanılmıştır. VGG-16 mimarisi 224x224 boyutlarında görüntülerle çalıştığı için veri setlerindeki görseller hazırlanan MATLAB kodu ile ilk olarak 224x224 boyutuna dönüştürülmüştür. EK-5'de modellerin eğitimi için kullanılan kod ve sonuçları verilmiştir. EK-5'te verilen kod her model için ayrı ayrı oluşturulmuştur.

3.2.1. Beton yüzeyde çatlakların görülmesi

Hazırlamış olduğumuz çalışmada kullanılan ilk veri seti, [41] tarafından oluşturulup çatlak tespiti için kullanılmıştır. ODTÜ kampüsünün çeşitli binalarından elde edilen görüntülerde 20 000 çatlak içeren ve 20 000 çatlak içermeyen toplamda 40 000 beton yüzeyi görüntüsü bulunmaktadır. Oluşturulan bu veri seti, 458 yüksek çözünürlüklü (4032x3024 piksel) görüntü ve [43] tarafından öne sürülen yöntem ile elde edilmiştir. Resim 3.1. ve Resim 3.2.'de örnek beton yüzeyi görüntüleri verilmektedir. Tarayıcıdan ulaştığımız veri seti, 227x227 piksel boyutlarına sahiptir ancak VGG-16 224x224 boyutlarında görüntülerle çalıştığı için 227x227 boyutundaki görüntüler hazırlanan MATLAB kodu ile ilk olarak 224x224 boyutuna dönüştürülmüştür [42-43].

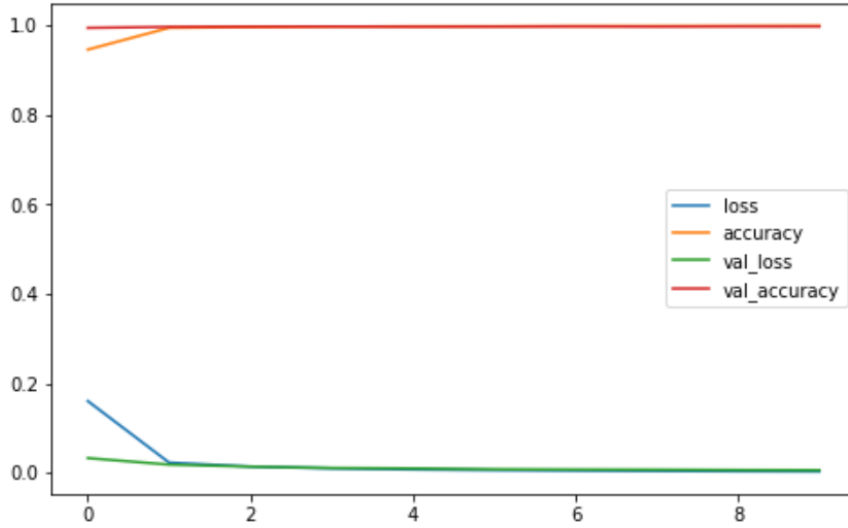


Resim 3.1. Çatlak içermeyen beton yüzeyi [41]



Resim 3.2. Çatlak içeren beton yüzeyi [41]

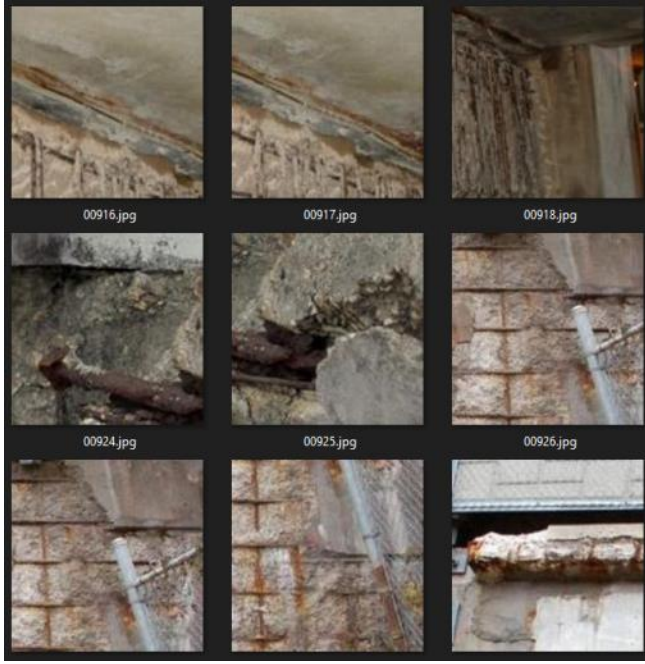
VGG-16 ve yukarıda bahsedilen veri setinin kullanımı sonucunda, 10 epoch değeri için %99,83 oranında doğruluğa ulaşılmıştır. 10 epoch için oluşturulan eğitim eğrisinin grafiği Şekil 3.5.’teki gibidir.



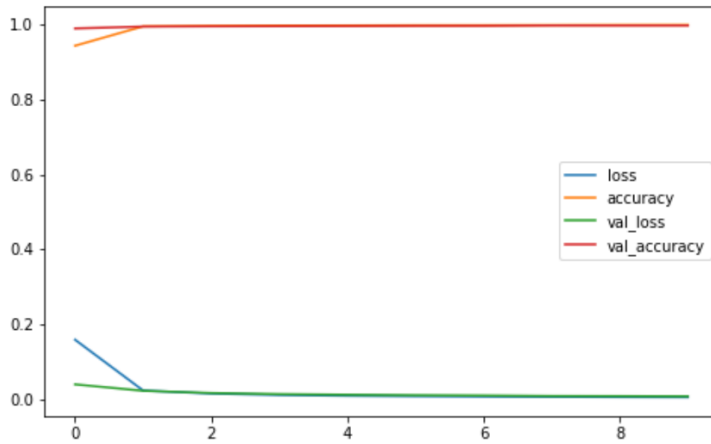
Şekil 3.5. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, beton yüzeyde çatlakların görülmesi durumu için.

3.2.2. Beton yüzeyde dökülmelerin görülmesi

Beton yüzeyde dökülmelerin bulunduğu durumlar için, [44-45] tarafından oluşturulan ve yaklaşık 8 571 beton yüzeyde dökülmenin görüldüğü veri seti ile beton yüzeyde çatlakları eğitmek için kullanılan çatlak içermeyen veri seti kullanılmıştır. Resim 3.3.’te beton yüzeyde görülen dökülmeler verilmektedir. Çatlak yüzeylerin belirlenmesinde olduğu gibi, burada da VGG16 kullanılarak oluşturulan modelde, doğruluk oranı %99,92 değerine ulaşmaktadır. Model için eğitim eğrisinin grafiği ise Şekil 3.6.’deki gibidir.



Resim 3.3. Beton Yüzeyde dökülmeler [44-45]



Şekil 3.6. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, beton yüzeyde dökülmelerin görülmesi durumu için

3.2.3. Yüzeyde bozulmaların görülmesi

Beton yüzeyde bozulmaların oluşup oluşmaması için ayrıca eğitilen modelde, CODEBRIM: CONcrete DEfect BRidge IMage Dataset [46] veri setinden faydalanılmıştır. Veri seti köprülerde, beton yüzeylerde oluşan bozulmalardan oluşmaktadır. Ancak önceki kısımlarda çatlak ve yüzeyde oluşan beton dökülmeleri için model oluşturulduğundan CODEBRIM veri setinden çatlak ve betonda dökülme içeren görüntüler arındırılarak kullanılmıştır. Resim 3.4. ve Resim 3.5.'te CODEBRIM veri setinden örnekler

verilmektedir. Resim 3.4.'te sol üst köşeden başlayarak 1.) betonarme donatılarının görülmesi 2.) beton yüzeyde çatlak ve çiçeklenme 3.) çiçeklenme 4.) bozulma olmayan yüzey 5.) betonda oluşan dökülme sonucu donatının gözükmesi 6.) beton yüzeyde çatlak oluşumu 7.) korozyon lekesi ve çiçeklenme başlangıcı 8.) bozulma olmayan betonarme yüzey görselleri verilmektedir [46]. Resim 3.5.'te ise sol taraftan başlayarak:1.) betonda dökülmenin yanında korozyon, çiçeklenme ve donatının gözükmesi 2.) korozyona uğramış donatı 3.) büyük çatlak oluşumu 4.) kısmi dökülmelerle ortaya çıkmış donatılar 5.) kılcal çatlaklar 6.) beton yüzeyinde oluşan ağır dökülmeler 7.) nemli ve rutubetli çatlaklar 8.) tavan yüzeyinde görülen çiçeklenmeler 9.) beton yüzeyde dökülmeye uğramış kısımlar 10.) çiçeklenme ile birlikte oluşan kılcal çatlaklar görsellerinden örnekler verilmektedir.

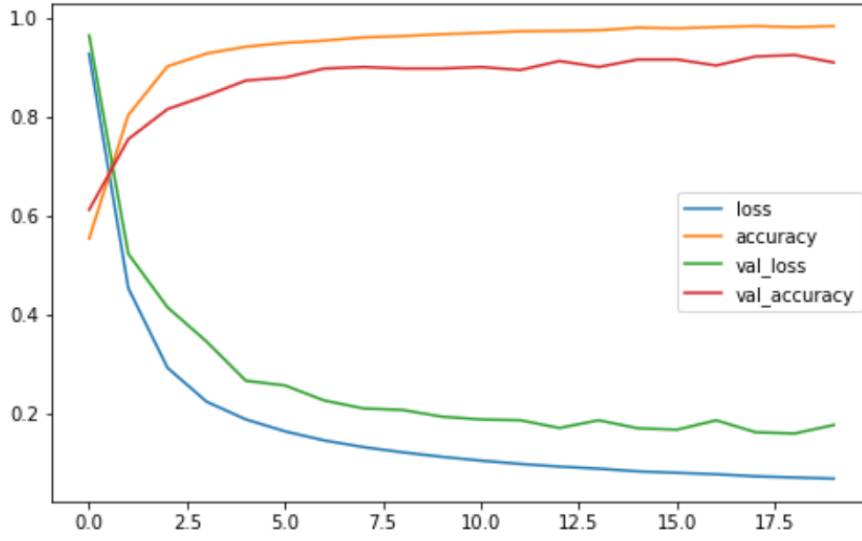


Resim 3.4. CODEBRIM veri setinden 8 örnek



Resim 3.5. CODEBRIM veri setinden 10 örnek

Kullanılan veri setindeki görüntüler kullanılarak elde edilen doğruluk oranı, 20 epoch sonunda %90,3 olarak gerçekleşmiştir. Modelin eğitim eğrisinin grafiği ise Şekil 3.7.'de verilmektedir.



Şekil 3.7. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, yüzeyde bozulmaların görülmesi.

3.2.4. Kat planı düzeni

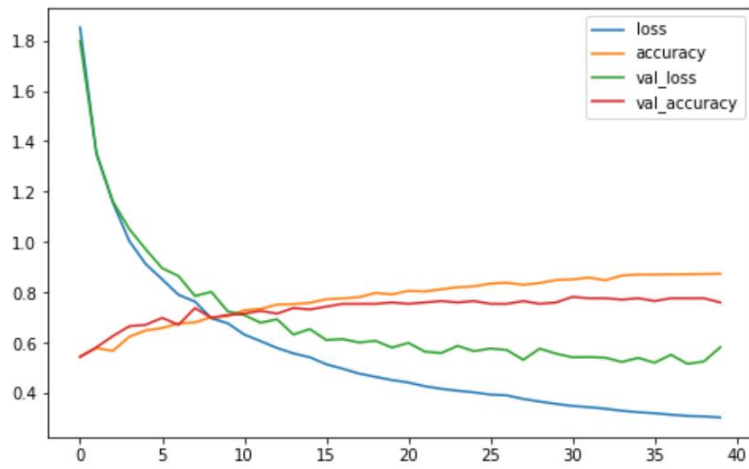
Kat planının düzenli olup olmamasını tahmin etmek için ise düzenli ve düzensiz plan çizimlerini içeren yaklaşık 5000 görüntüden oluşan CubiCasa5K[47] veri setinden faydalanılmıştır. Başta görüntüler düzenli ve düzensiz olmak üzere iki ayrı sınıfa ayrılmıştır, bu şekilde ikili sınıflandırma yoluna gidilmiştir. Her bir sınıf 600 adet görüntü içermektedir. Kullanılan görüntüler, Resim 3.6. ve Resim 3.7.'de yer almaktadır. Modelin eğitimi sonucunda, VGG-16 kullanılarak elde edilen doğruluk oranı, 40 epoch sonunda, %82,78 civarındadır. Model için oluşan eğitim eğrisinin grafiği Şekil 3.8.'te verilmektedir.



Resim 3.6. Düzenli plan görüntülerinden oluşan veri seti



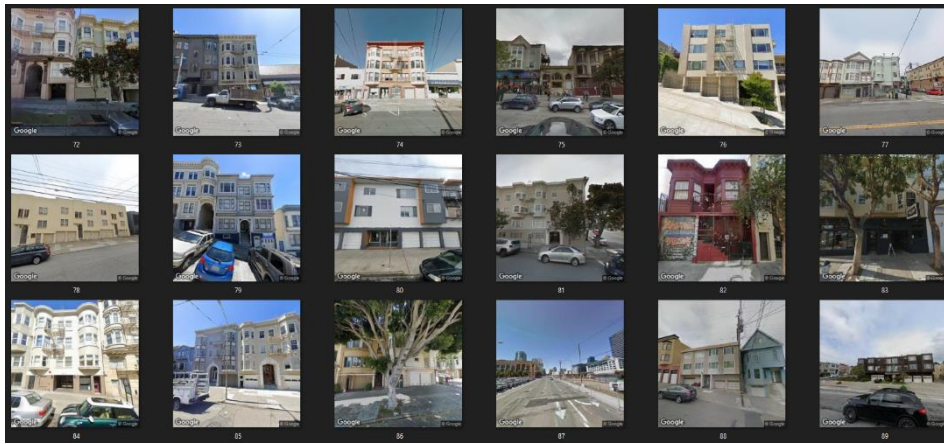
Resim 3.7. Düzensiz plan görüntülerinden oluşan veri seti



Şekil 3.8. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, Kat planı düzeni (Düzenli/Düzensiz).

3.2.5. Yumuşak katın olup olmaması

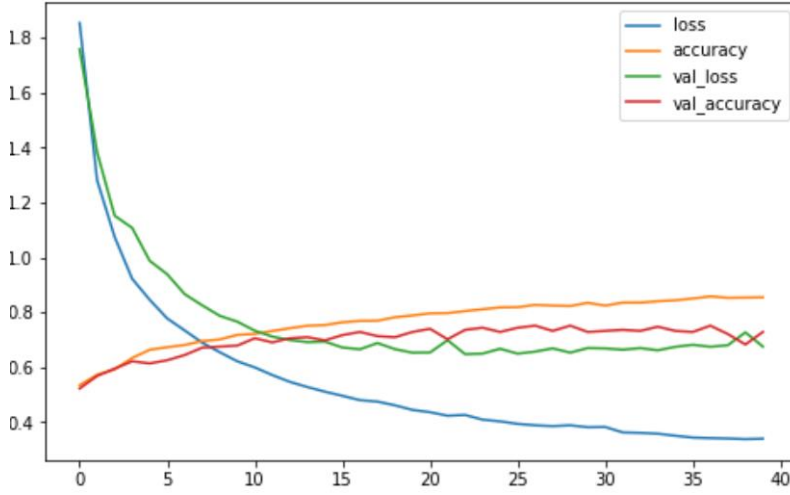
Binalarda görülen olumsuz durumlardan bir tanesi, yapıda yumuşak kat-zayıf kat oluşumudur. Çalışmamızda, bu konu için tarayıcı üzerinden ulaşılan Google Street view [48-49] görüntülerinden faydalanılmıştır. Uygulanan VGG16 yöntemi ve 40 epoch sonucunda %68,32 gibi oldukça düşük bir değer elde edilmiştir. Kullanılan görüntülerden bazıları Resim 3.8. ve Resim 3.9.'da verilmektedir. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar grafiği ise Şekil 3.9.'te bulunmaktadır.



Resim 3.8. Yumuşak katın görüldüğü yapılardan oluşan veri seti



Resim 3.9. Yumuşak katın görülmeyen yapılardan oluşan veri seti

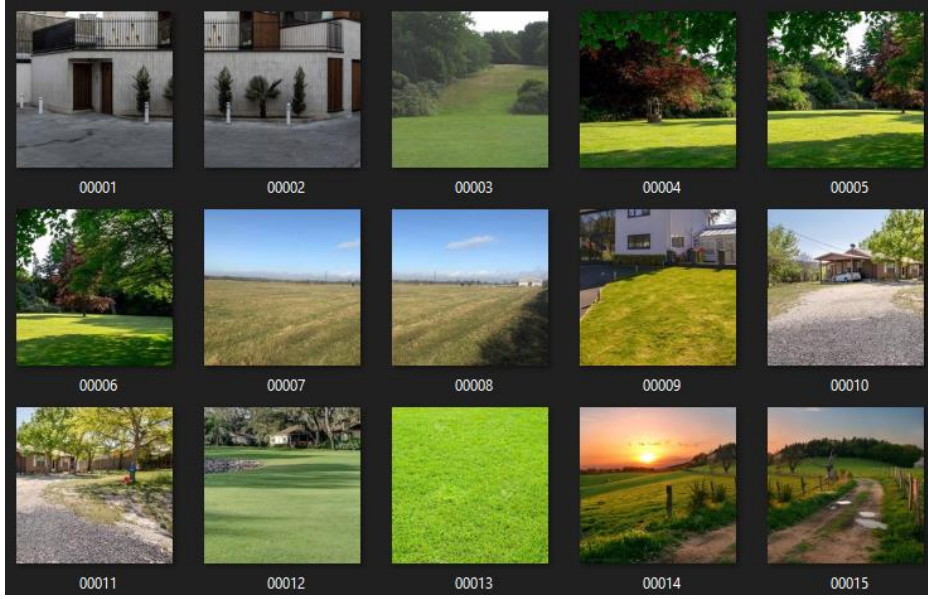


Şekil 3.9. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, yumuşak katın bulunması ya da bulunmaması durumu.

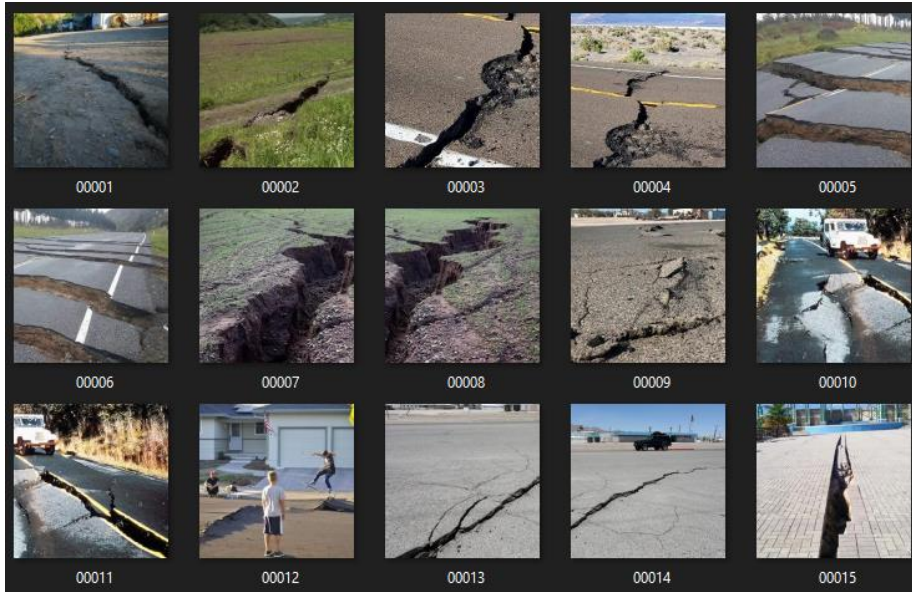
3.2.6. Zeminde kayma yarıma olup olmaması

Yukarıda bahsedilen 5 konu haricinde kalan başlıklar için kendi veri setimizi oluşturma yoluna gidilmiştir. Tarayıcılarda yapılan araştırmalar sonucu, hazır veri setine ulaşılamaması durumunda, tarayıcılar yardımıyla kendi veri setimizi oluşturma yoluna gidilmiştir. Veri seti oluşturulurken her konu başlığı için 200-300 adet pozitif 200-300 adet negatif veri setleri oluşturulmuştur.

Zeminde kayma ya da yarıma olup olmasını araştırmak, Google ve Yandex gibi tarayıcılardan ulaşılan görüntüler sayesinde veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri seti, normal zemin görüntüleri, kayma ve yarıkların görüldüğü görüntüler olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Modeli eğitmek için kullanılan seçili görüntüler Resim 3.10. ve Resim 3.11.'de verilmektedir. Eğitim sonucunda %97,78 (50 epoch) oranında doğruluk elde edilmiştir.

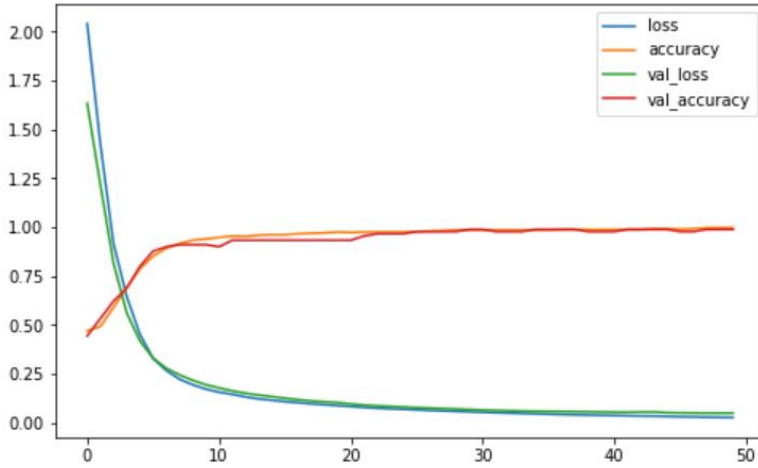


Resim 3.10. Olumsuzluk içermeyen zemin türü



Resim 3.11. Zeminde yarık ve kaymaların oluşumu.

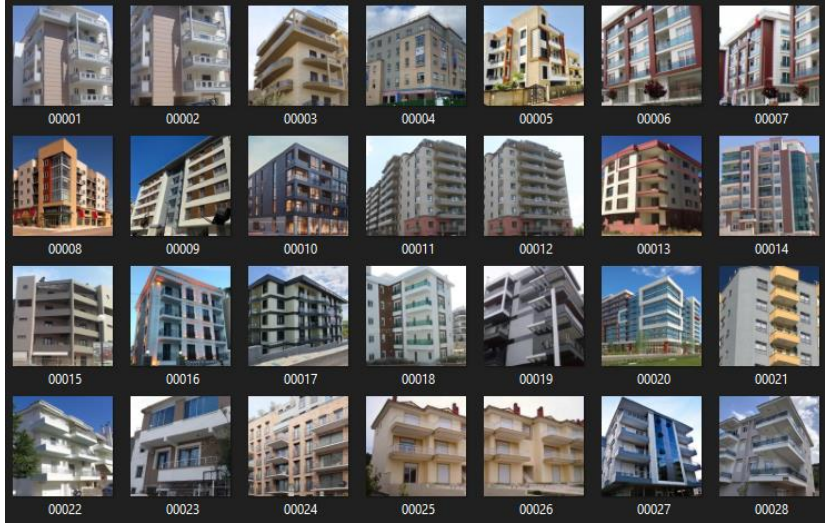
Modelin eğitilmesi sonucunda eğitim eğrisinin grafiği ise Şekil 3.10.'daki gibidir.



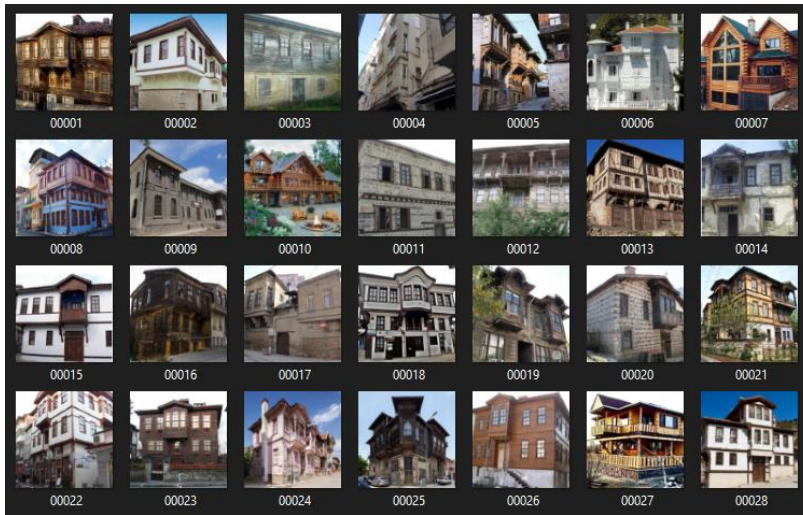
Şekil 3.10. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, Zeminde kayma yarıma olup olmaması durumu.

3.2.7. Bina taşıyıcı sistemi

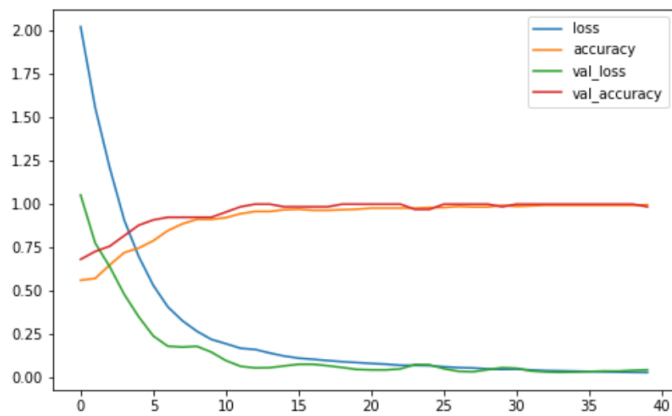
Binanın taşıyıcı sistemini belirlemek için hazırlanan evrişimli sinir ağı modelinde, yine tarayıcılardan elde edilen görüntüler kullanılmıştır. Tarayıcılardan 300 civarında ahşap, kerpiç ve yığma yapı görüntüsü, 220 adet, betonarme yapı görüntüsü derlenmiştir. Çalışmamızda ikili sınıflandırma kullanıldığı için, betonarme ve betonarme olmayan şeklinde ikili bir sınıflandırmaya gidilmiştir. Modelin eğitimi, validasyonu ve testi için, 220 adet ahşap kerpiç ve yığma ile, 220 adet betonarme yapı görüntüsü kullanılmıştır. Kullanılan görüntüler Resim 3.12. ve Resim 3.13.'te verilmektedir. Eğitim sonucunda, 40 epoch değerinde, %96,97'lük bir doğruluk elde edilmiştir. Eğitim eğrisi grafiği ise Şekil 3.11.'deki gibidir.



Resim 3.12. Bina taşıyıcı sistemi betonarme olan veri seti



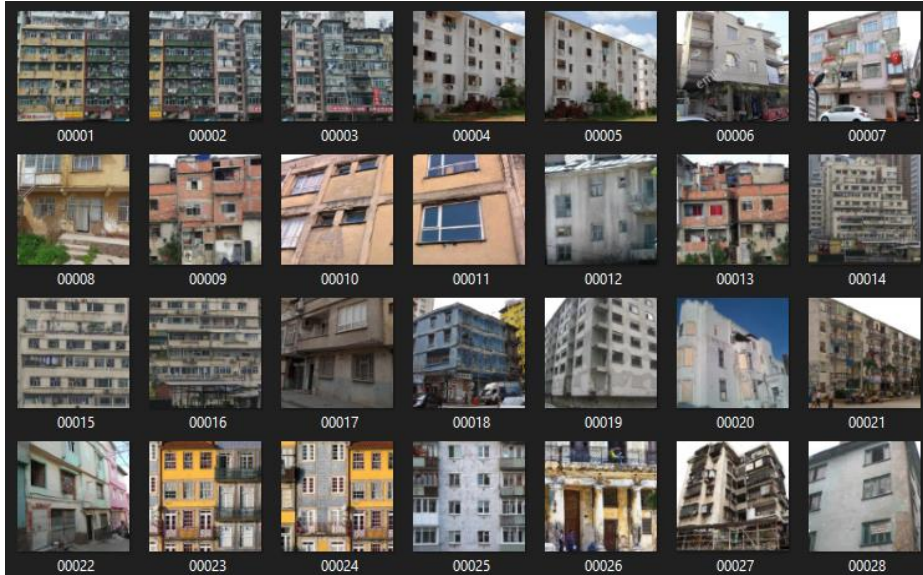
Resim 3.13. Bina taşıyıcı sistemi betonarme olmayan veri seti



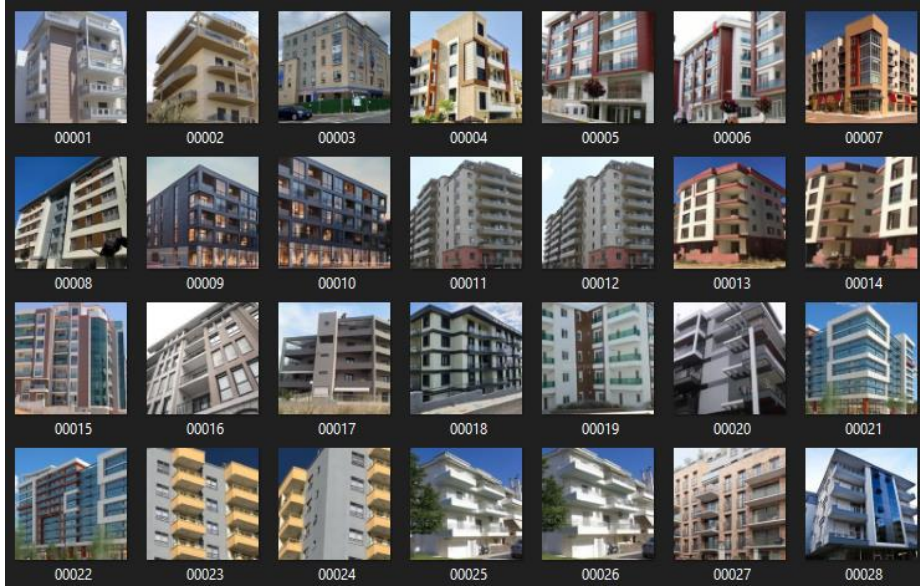
Şekil 3.11. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, bina taşıyıcı sistemi için

3.2.8. Binanın görsel kalitesi

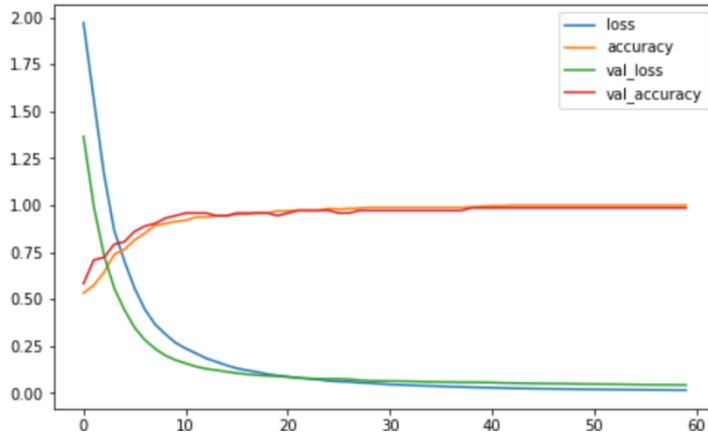
Çalışmamızda tahmin için kullanılan diğer bir parametre de binanın görsel kalitesinin ne durumda olduğudur. Bunun içinde yaklaşık 300 adet eski, bakımsız bina ve bina cephe görüntülerine ve yaklaşık 240 adet bakımlı yapılardan oluşan görüntülere yine tarayıcı yardımı ile ulaşılmıştır. Tarayıcılar yardımı ile elde edilen görüntüler uygun oldukları takdirde hazırlanan diğer modellerin eğitimi içinde kullanılabilirler. Binanın görsel kalitesi hakkında tahminde bulunmak için ise, 240 adet bakımsız eski ve 240 adet bakımlı bina ve bina cephe görselleri kullanılmıştır. Kullanılan görüntüler Resim 3.14. ve Resim 3.15.'te verilmektedir. Model 60 epoch sonunda, %98,61 doğruluğa ulaşmıştır. Elde edilen eğitim eğrisinin grafiği, Şekil 3.12.'deki gibidir.



Resim 3.14. Görsel kalitesi kötü binalar



Resim 3.15. Görsel kalitesi iyi binalar

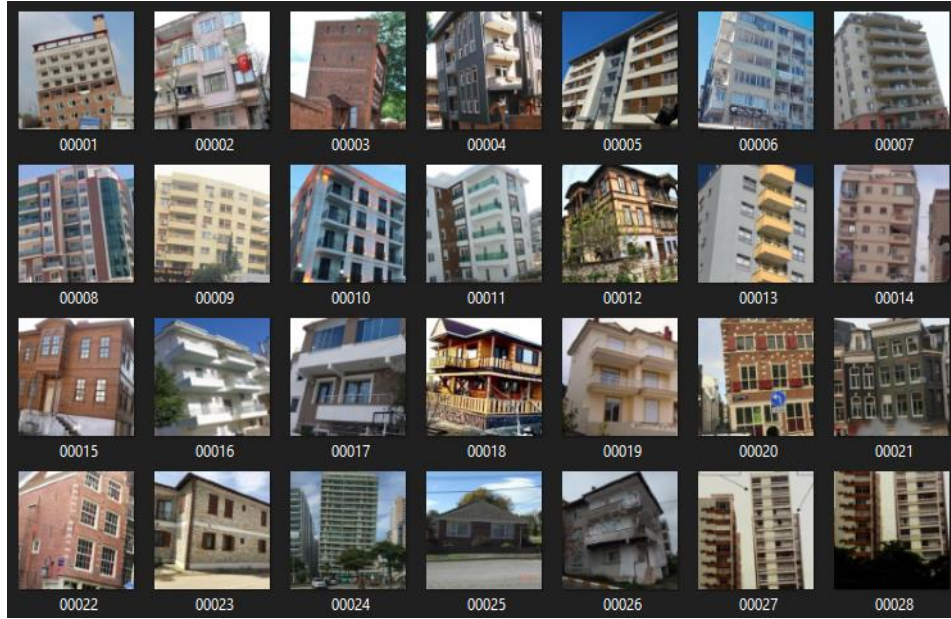


Şekil 3.12. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, bina görsel kalitesi için

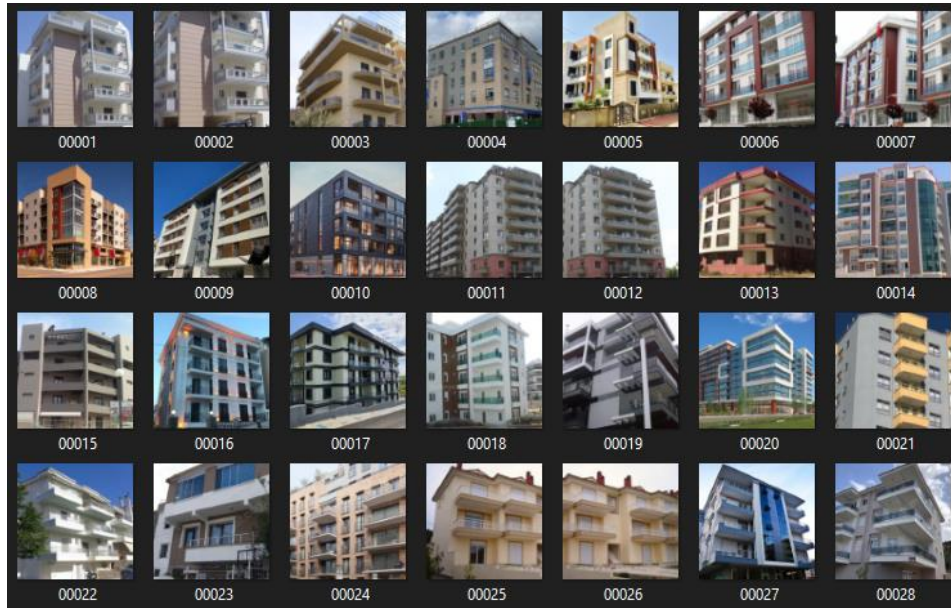
3.2.9. Binada gözle görülür eğilme

İncelenecek olan binada gözle görülür bir eğilmenin olup oluşmadığını tespit etmek için kullanılan ikili sınıflandırma yönteminin, etkili olduğunu söylemek pek mümkün değildir. Öncelikle, tarayıcıdan konu ile ilgili görsellere ulaşmak güç olduğu için modeli eğitebilmek adına ancak 80-90 civarı görüntüye ulaşılabilmektedir. Veri setini 200'e tamamlamak için bina görsel kalitesi tahmininde kullanılan veri setinden faydalanılmıştır. Modeli eğitmek için oluşturulan veri setleri Resim 3.16. ve Resim 3.17.'de verilmektedir. Modelin eğitimi sonucunda, VGG-16 kullanılarak elde edilen doğruluğun, %73,33 gibi

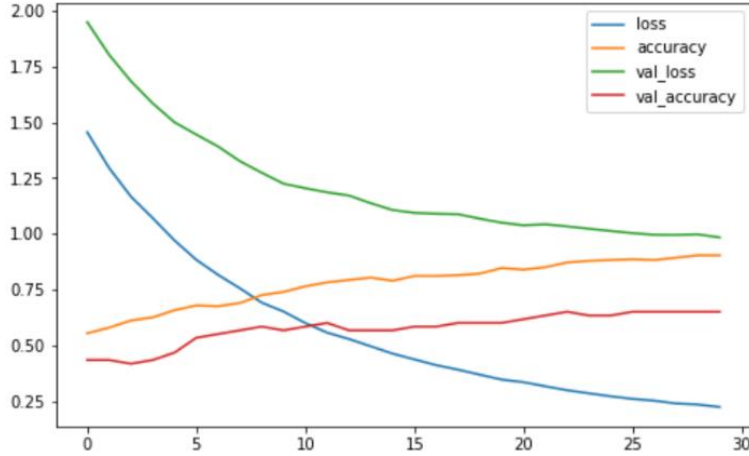
oldukça düşük bir değere sahip olduğu gözlenmiştir. Ayrıca tahminlerde de başarılı olunamamıştır. Elde edilen eğitim eğrisi grafiği Şekil 3.13.'te yer almaktadır.



Resim 3.16. Binada gözle görülür eğilme olması



Resim 3.17. Binada gözle görülür eğilme olmaması



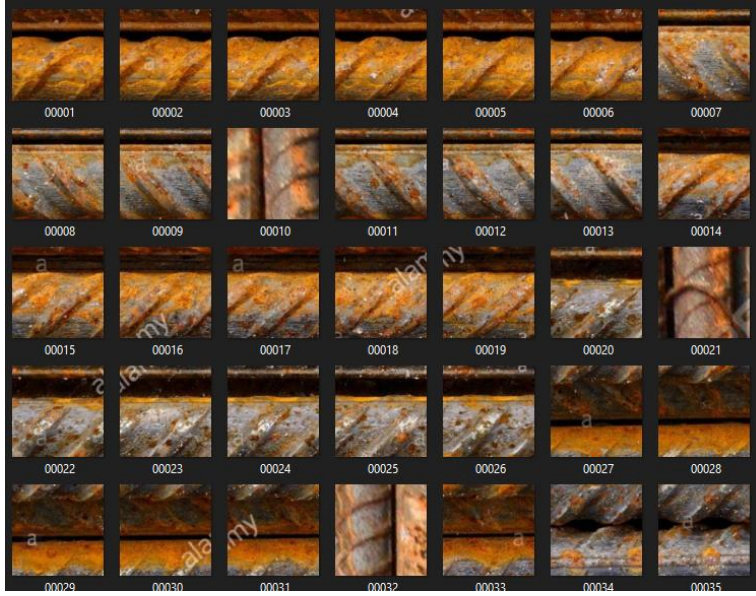
Şekil 3.13. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, bina gözle görülür eğilme durumu için.

3.2.10. Donatının korozyona uğraması durumu

İkili sınıflandırma yönteminin etkili kullanıldığı başlıklardan biri de, donatının korozyona uğramış olup olmamasının tahmin etmesidir. Bu modeli eğitmek için, birkaç korozyona uğramış yüksek çözünürlüğe sahip görsel ile, birkaç korozyona uğramamış yüksek çözünürlüğe sahip görüntü yeterli bulunmuştur kullanılan bu görseller sayesinde, 612 korozyon içeren görsel ve 557 adet korozyon içermeyen donatı görseli elde edilmiştir. Görseller, Resim 3.18’ de verilmektedir. Görseller sayesinde oluşturulan veri setleri, sırasıyla Resim 3.19. ve Resim 3.20.’deki gibidir. Oluşturulan bu model sayesinde ve VGG-16 yardımı ile %93,21 gibi iyi bir doğruluk elde edilmiştir. Epoch sayısına bağlı olarak oluşturulan doğruluk grafiği, şekil 3.14.’da gösterilmektedir.



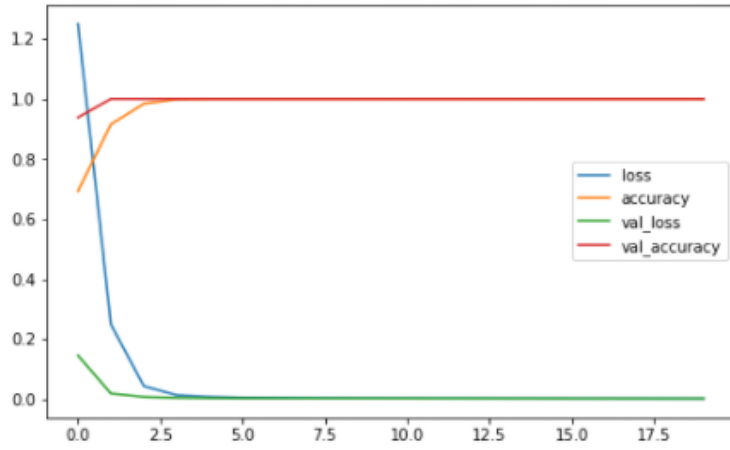
Resim 3.18. Kullanılan yüksek çözünürlüklü donatı görselleri



Resim 3.19. Yüksek çözünürlüklü korozyona uğramış donatı görselleri kullanılarak oluşturulan korozyona uğramış donatı veri seti



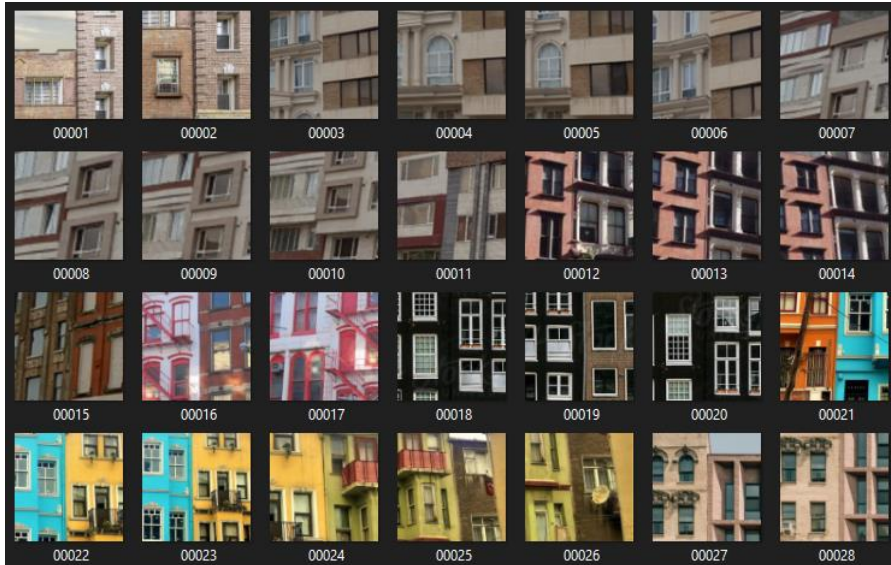
Resim 3.20. Yüksek çözünürlüklü korozyona uğramamış donatı görselleri kullanılarak oluşturulan korozyona uğramamış donatı veri seti



Şekil 3.14. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, donatı korozyonu için

3.2.11. Katlar arası seviye farkı

Bitişik nizam binalar için oluşturulan bu modelde ise, bitişik nizam yapılaşmadan dolayı oluşabilecek olumsuzluklar hedeflenmiştir. Görseller, yapının iki katını içerecek şekilde düzenlenmiştir. Kullanılan görsellerden örnekler, Resim 3.21. ve Resim 3.22.'de verilmektedir. Oluşturulan modelin eğitimi sonucunda hedeflenen performans elde edilememiştir ve 60 epoch sonunda doğruluk oranı %72,22 olarak bulunmuştur.

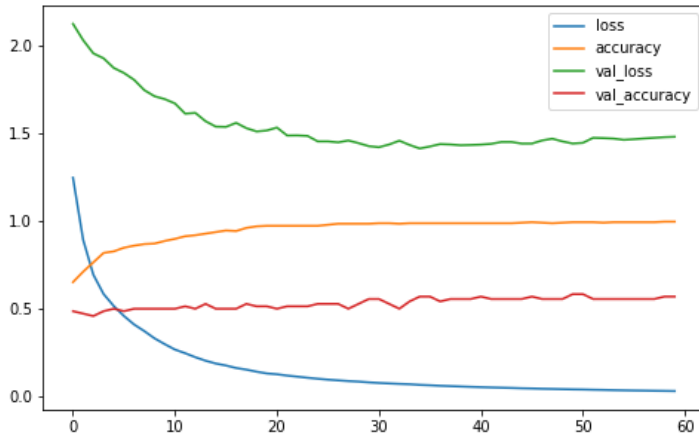


Resim 3.21. Farklı kat seviyelerine sahip bitişik nizam binalar



Resim 3.22. Aynı kat seviyelerine sahip bitişik nizam binalar

Modelden elde edilen eğitim eğrisinin grafiği ise Şekil 3.15.'deki gibidir.

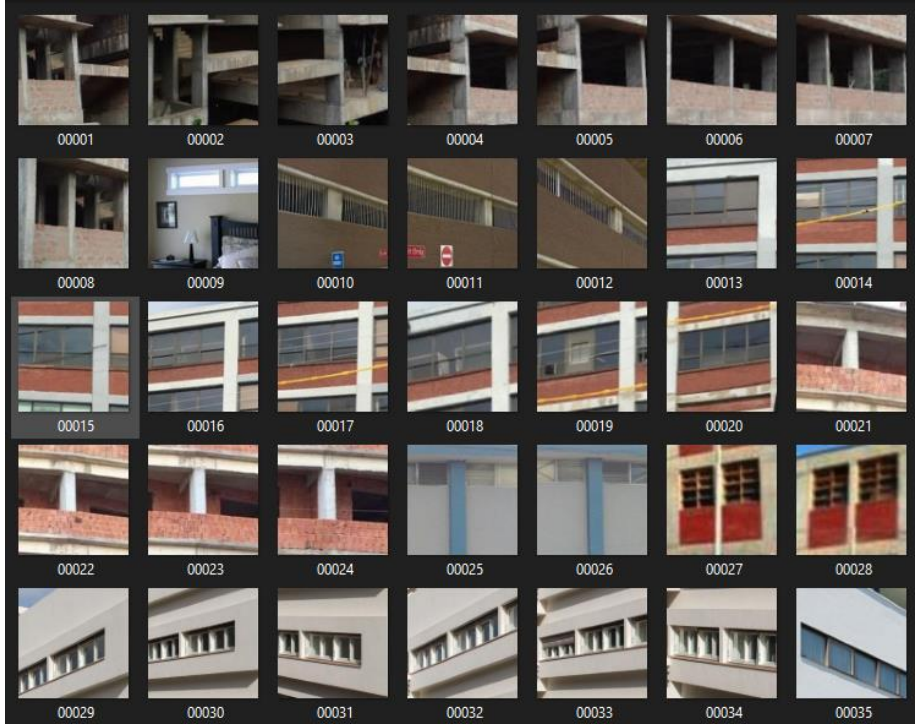


Şekil 3.15. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, katlar arası seviye farkı için

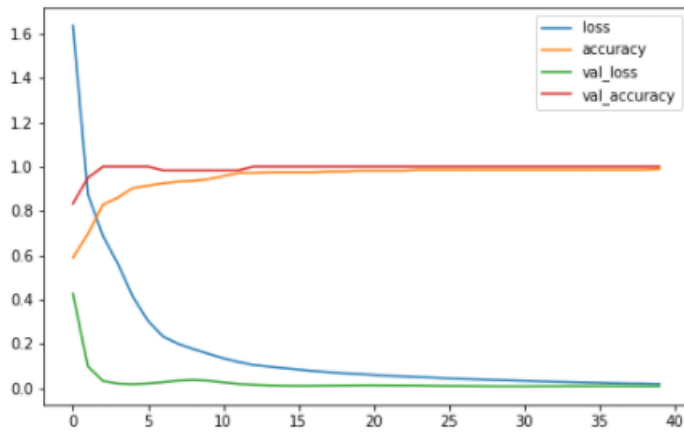
3.2.12. Kısa kolon oluşması durumu

İncelenecek olan yapıda, kısa kolon bulunup bulunmamasını tahmin etmek amacıyla kısa kolonun görüldüğü görseller kullanılmıştır. Merdiven sahanlıklarının uygunsuz yerleşimi, yapıda bant türü pencerelerin bulunması veya betonarme katlı otoparklarda görülen kısa kolon durumları kullanılmıştır. Böylelikle tarayıcıdan, 210 adet kısa kolon içeren görüntü elde edilmiştir. Kısa kolon içermeyen veri seti olarak ise, bitişik nizam yapılarda seviye farkı için oluşturulan veri seti kullanılmıştır. Bu iki veri seti yardımı ile modelimizin

doğruluk oranı %96,7 olarak bulunmuştur. Kullanılan veri seti ve elde edilen grafik Resim 3.23. ve Şekil 3.16.'de verilmektedir.



Resim 3.23. Kısa kolon içeren görseller

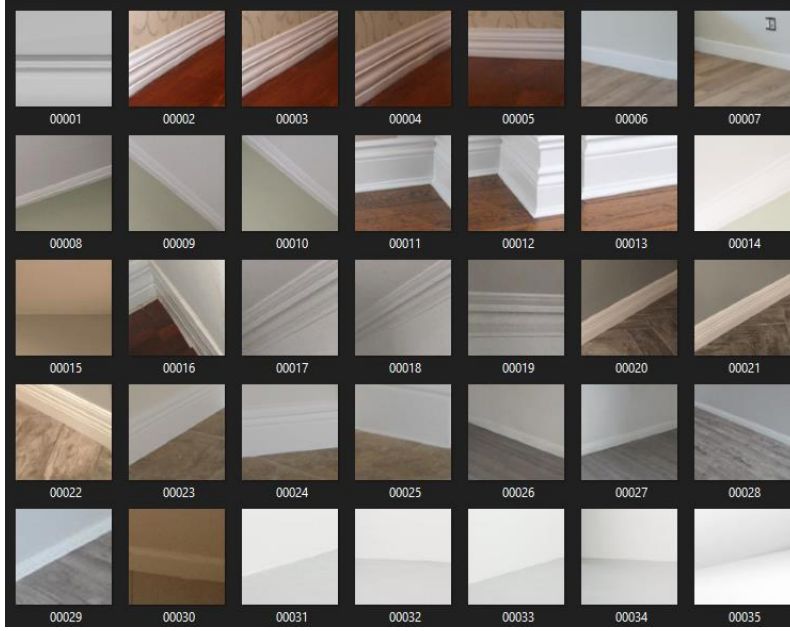


Şekil 3.16. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, kısa kolon oluşması durumu için

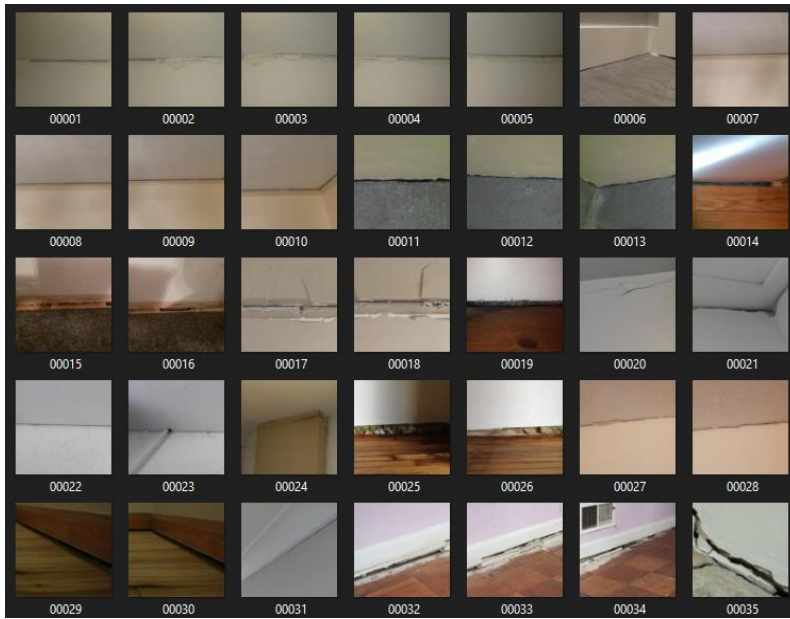
3.2.13. Tavan duvar veya zemin duvar arasında ayrışma

Tavan duvar veya zemin duvar aralarında oluşan ayrılmaları tespit etmek için elde edilen görseller işlenerek, 329 ayrışma içeren ve 311 adet ayrışma içermeyen görsel elde

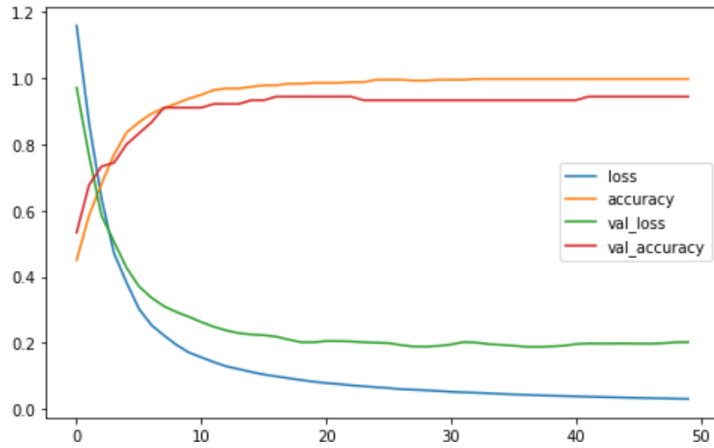
edilmiştir. Böylelikle modelimizi, 300'e 300'den oluşan veri setleri ile eğitme imkanı oluşmuştur. Modelin eğitimi sonucunda ve 50 epoch değerinde, %91,11 oranında bir doğruluk elde edilmiştir. Veri setinden örnek görseller Resim 3.24. ve Resim 3.25., eğitim eğrisinin grafiği ise Şekil 3.17.'daki gibidir.



Resim 3.24. Tavan duvar ve ya duvar zemin arasında ayrışma olmaması durumu



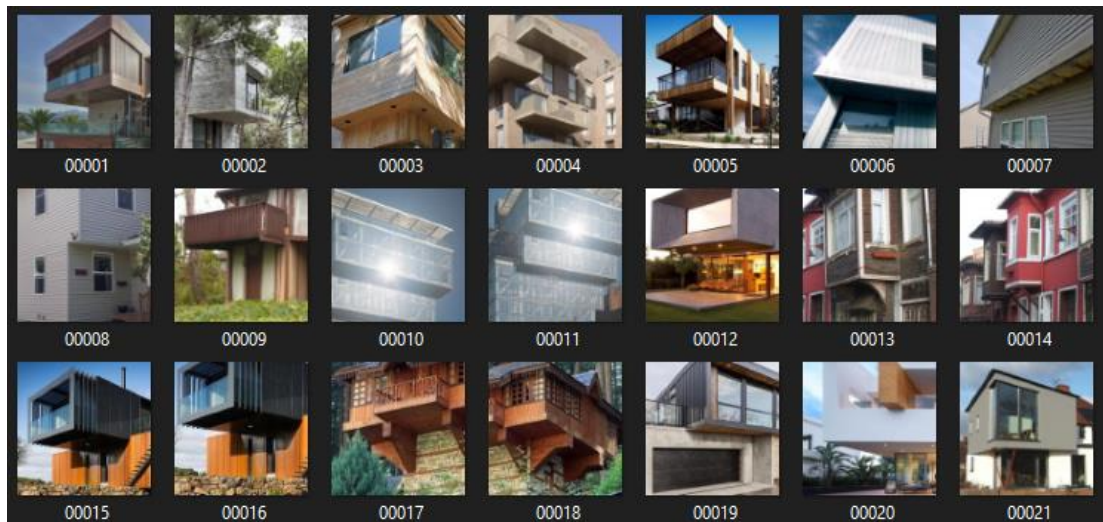
Resim 3.25. Tavan duvar ve ya duvar zemin arasında ayrışma olması durumu



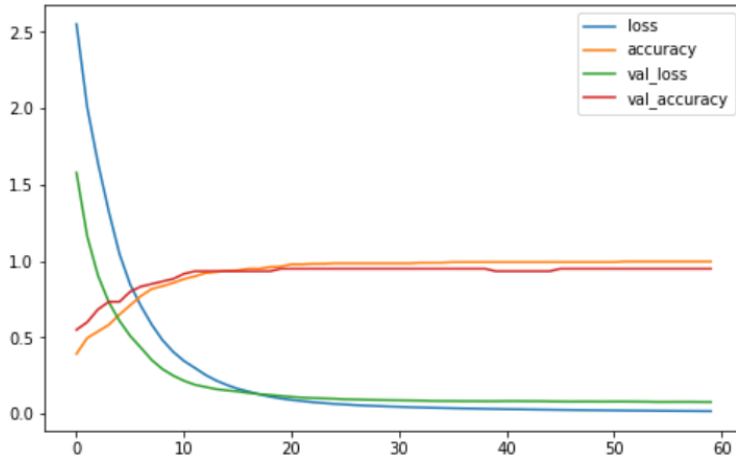
Şekil 3.17. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, tavan duvar veya duvar zemin arasında ayrışma durumu için

3.2.14. Yapıda ağır çıkma durumu

Yapıda ağır çıkma bulunup bulunmaması durumu için, 200'er adet ağır çıkmaların görüldüğü ve görülmediği veri setleri oluşturulmuştur. Bir önceki modellerde olduğu gibi, diğer modellerde kullanılan veri seti burada da kullanılmıştır. Ağır çıkmanın bulunmaması durumu için, kat seviye farkını tanımlamada kullanılan veri seti kullanılmıştır. Modelin eğitimi sonucunda, %83,3 oranında bir doğruluk elde edilmiştir. Kullanılan veri seti Resim 3.26.'daki gibidir. Elde edilen doğruluk ve kayıplar grafiği de Şekil 3.18.'te verilmiştir.



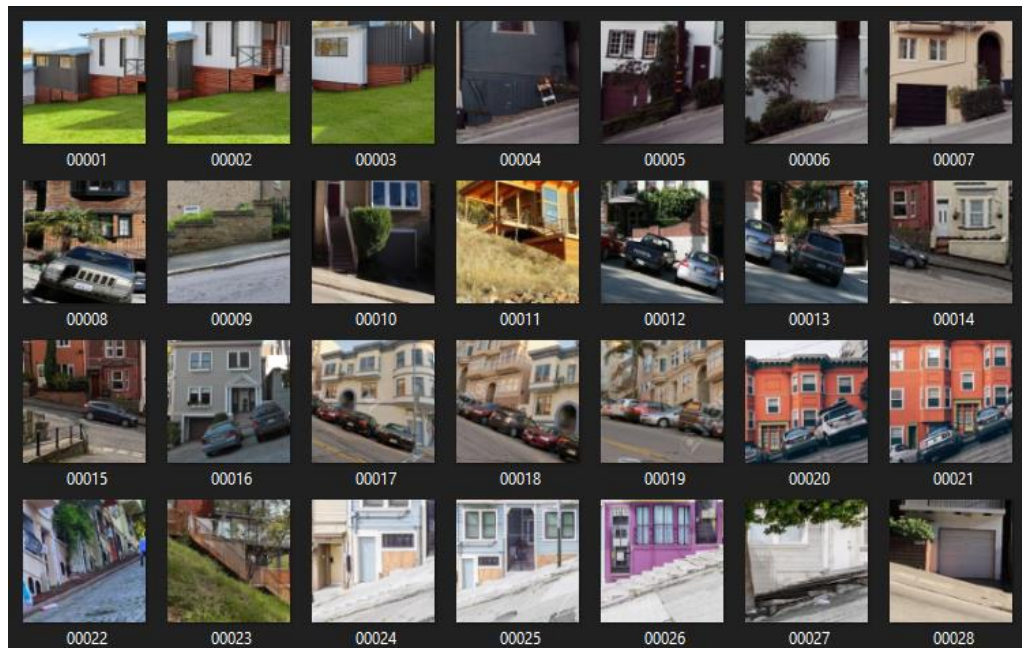
Resim 3.26. Yapıda ağır çıkma bulunması durumu için kullanılan veri örnekleri



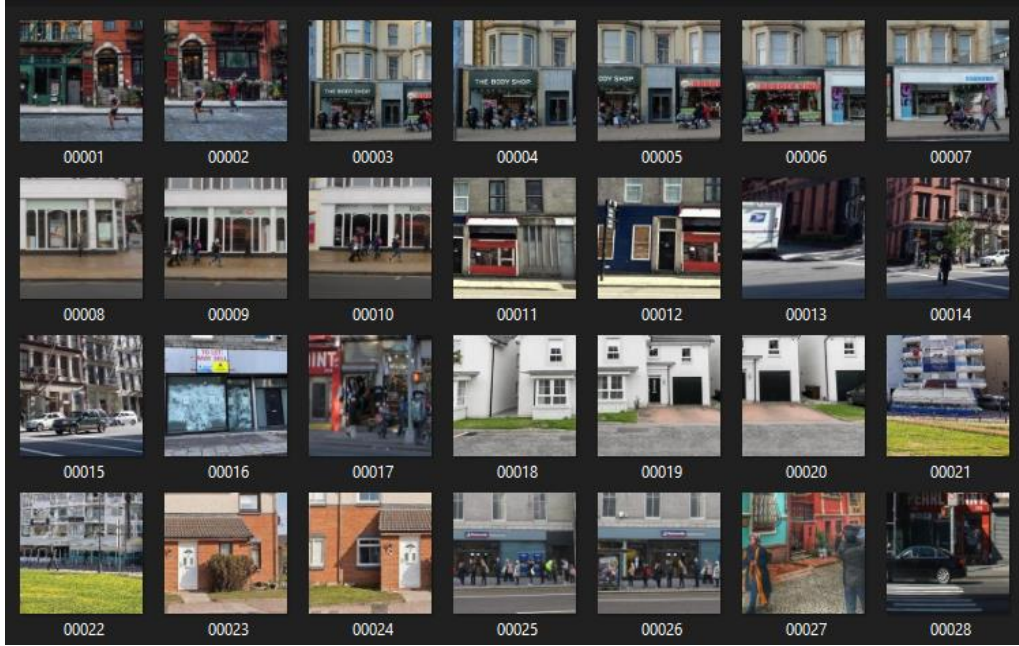
Şekil 3.18. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, yapıda ağır çıkma bulunması durumu için

3.2.15. Zemin eğimi

İncelenecek olan yapının bulunduğu zeminin eğimli olup olamaması durumu için hazırlanan modelde, 220 adet eğimli ve 220 adet düz arazide bulunan bina modeli kullanılmıştır. Modelin çalıştırılması sonucunda, %93,94 oranında doğruluk elde edilmiştir. Modeli oluşturmak için, tarayıcıdan elde edilen görüntüler ve oluşturulan veri setleri Resim 3.27. ve Resim 3.28.'de verilmektedir.

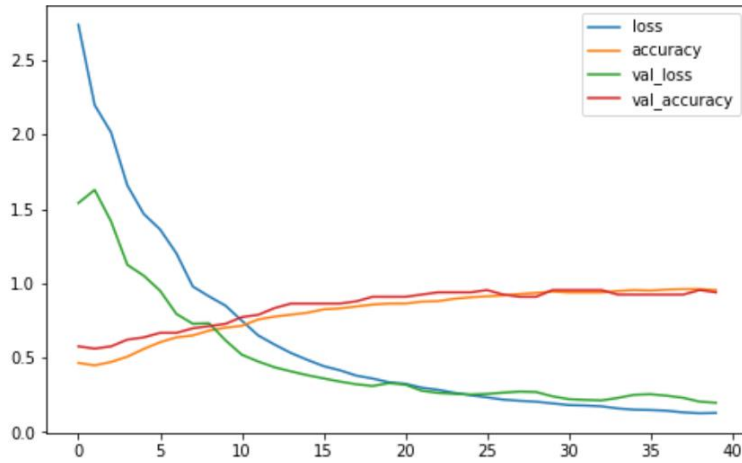


Resim 3.27. Zemin eğimi içeren görseller



Resim 3.28. Zemin eğimi içermeyen görseller

Modelden elde edilen eğitim eğrisinin grafiği ise Şekil 3.19.'teki gibidir.



Şekil 3.19. Eğitim ve validasyon için doğruluk ve kayıplar, zemin eğiminin bulunması durumu için

3.3. Kullanıcı Tarafından Girilen Veriler

Bölüm 3.2.'de bahsi geçen verilerin haricinde hazırlanmış olan kodun işleyebilmesi ve incelenen yapı hakkında tahminde bulunması için kullanıcı tarafından girilecek bilgilere de

ihtiyaç duyulmaktadır. Kullanıcı tarafından girilmesi gereken veriler aşağıda sıralanmaktadır.

3.3.1. Binanın yapım yılı

Binanın yapım yılı, yapılan hesaplama için önem teşkil etmektedir. Yapım yılının girilmesi sayesinde, binanın tarihi olup olmadığı, hangi yönetmeliklerin kullanılmış olunabileceği hakkında fikir sahibi olunmaktadır. Ayrıca, binaya ek yapılmış olması durumunda, zaman aşımının kontrolü için gerekmektedir.

3.3.2. Binanın TBDY-2018'e göre zemin sınıfı

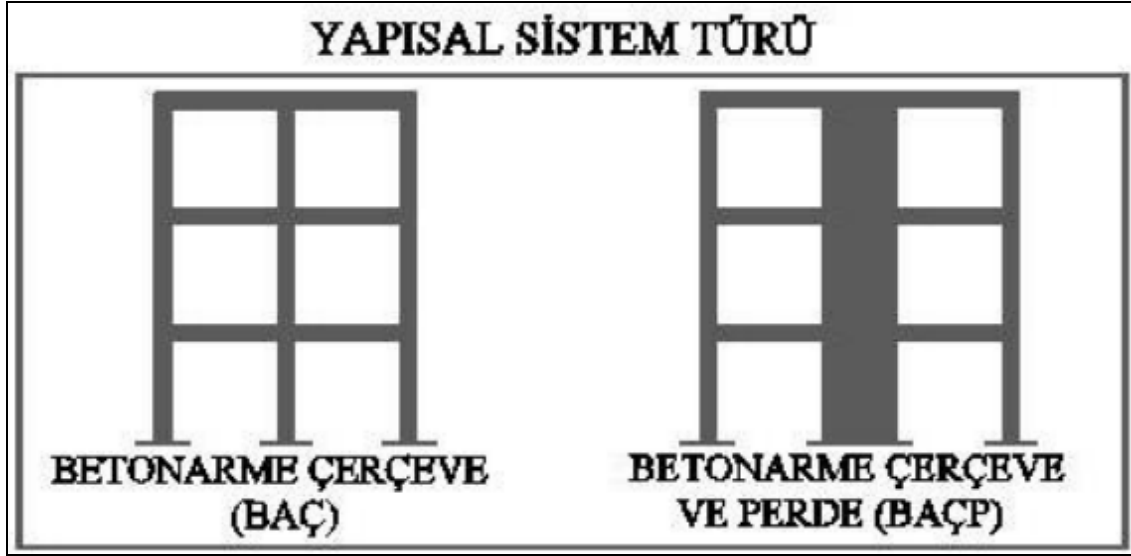
Binanın bulunduğu zeminin sınıfı, gerek tasarım aşamasında, gerekse mevcut binaların değerlendirilmesi aşamasında büyük öneme sahiptir. Zeminin cinsinin, sert kaya veya killi bir zemin olması, binanın deprem esnasındaki performansını etkilemektedir. Bundan dolayı çalışmamız hazırlanırken kullanıcıdan incelenecek binanın TBDY-2018'e göre zemin sınıfının girilmesi istenmektedir. EK-6'da TBKD-2018'de yer alan yerel zemin sınıfları verilmektedir.

3.3.3. TBDY-2018' göre bina kullanım sınıfı

Kullanıcı tarafından girilmesi istenen bir diğer bilgi, incelenen binanın hangi kullanım sınıfında bulunduğudır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre yapı, Acil Durum, Toplu Kullanım ve Konut olmak üzere 3 farklı kullanım sınıfına ayrılmıştır. İlgili kullanım sınıfları EK-7'de verilmektedir.

3.3.4. Betonarme yapısal sistem türü

Hazırladığımız çalışmada ağırlık olarak betonarme yapılar üzerinde durulduğu için, kullanıcı tarafından betonarme yapısal sistem türünün belirtilmesi istenmiştir. Betonarme yapısal sistem türü, çalışmada iki farklı şekilde tanımlanmaktadır. Betonarme çerçeve ve betonarme çerçeve ve perde olarak iki seçenekten birisinin seçilmesi gerekmektedir. Şekil 3.20.'de yapısal sistem türleri verilmektedir.



Şekil 3.20. Yapısal sistem türü

3.3.5. Yapımı esnasında kullanılan deprem yönetmeliği

Kullanıcı tarafından elde edilen diğer bir veri ise, binanın yapımı esnasında hangi yönetmeliğin kullanıldığı, yönetmelik kullanılmamış ise bunun belirtilmesidir. Hazırlamış olduğumuz uygulamada kullanılan deprem yönetmeliğine göre yapıya puan verilmektedir. Bahsedilen işlemin nasıl gerçekleşeceği bölüm 4'te anlatılmaktadır.

3.3.6. İncelenen binaya sonradan ek yapılmış olması

İncelenecek binaya asıl inşaat tamamlandıktan sonra ek yapılmışsa kullanıcı tarafından bunun belirtilmesi istenmektedir. Ayrıca son ek yapım yılı belirtilerek, zaman aşımına uğramış olup olmamasına bakılmalıdır. Sonradan kat eklemesi yapılmış muhtemel bir yapı, Resim 3.29.'te verilmektedir.



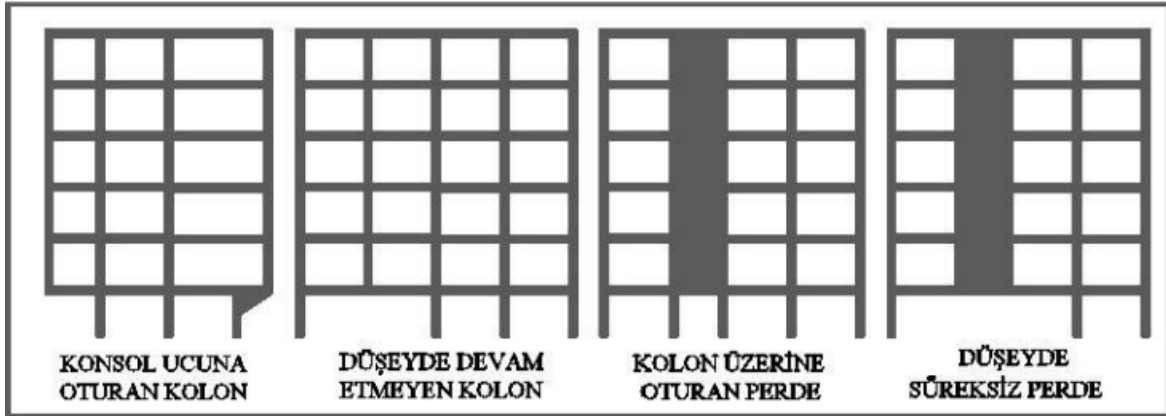
Resim 3.29. Muhtemel kat eklemesi yapılmış yapı

3.3.7. Binada devam eden çatlak oluşumu

Binada özellikle yapısal elemanlarda devam eden çatlak oluşumu varsa, kullanıcı tarafından bunun belirtilmesi gerekmektedir. Çatlaklar, yapı elemanlarının deformasyona uğradığını ve uğramaya devam ettiğinin göstergesidir. Bu nedenle gözle görülür bir şekilde ilerleyen çatlakların kullanıcı tarafından dikkate alınması gerekmektedir.

3.3.8. Binanın düşey taşıyıcı elemanlarında düzensizlik durumu

Her ne kadar bölüm 3.2.14'te, yapıda ağır çıkmalar üzerinde durulmuş olsa da, konsol ucuna oturan kolon, düşeyde devam etmeyen kolon, kolon üzerine oturan perde, düşeyde süreksiz perdeler gibi düşey taşıyıcı elemanlarda düzensizliklerin görülmesi olasıdır. Bu nedenle, kullanıcının bunu belirtmesi gerekmektedir. Şekil 3.21.'te RYTEİE2019'da tanımlı düşey düzensizlik durumları verilmektedir.



Şekil 3.21. RYTEİE2019’da tanımlı düşey düzensizlik durumları

3.3.9. Kapı ya da pencere köşelerinde çatlak oluşumu

Kapı ya da pencere köşelerinde 45 derecelik çatlakların görülmesi, yapıda zamanla duvarlar arası yük dağılımları arasında farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, olumsuzluk parametresi ele alınmaktadır. Resim 3.30’ da kapı köşesinde oluşmuş 45 derecelik açılı çatlak oluşumu görülmektedir.



Resim 3.30. Kapı köşesinde çatlak oluşumu

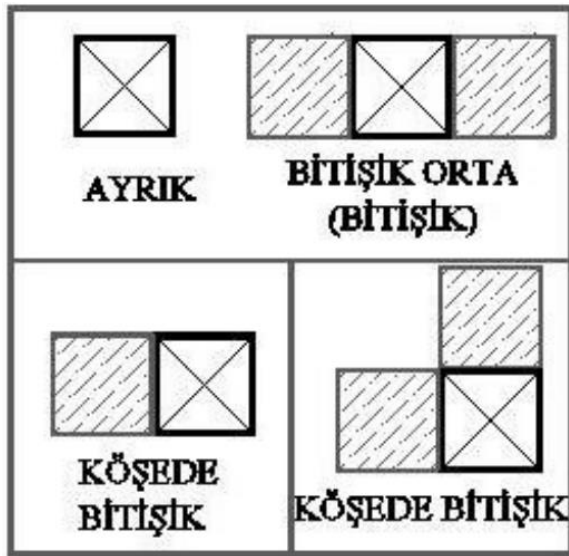
3.3.10. Binada mevcut hasar durumu

Kullanıcının incelenen yapı hakkında girmesi istenilen diğer bir bilgi ise, binada deprem sonrası veya yapısal sistemden dolayı oluşan mevcut hasar durumudur. Burada da, [50] çalışmasında olduğu gibi Avrupa Komisyonu tarafından Çevre ve Sivil Halkı Koruma

Programı çerçevesinde oluşturulan, binaların deprem sonrasında kullanılabilirlik ve hasar değerlendirilmesi son raporundaki [23] hasar değerlendirme cetveli kullanılmıştır. İlgili değerlendirme cetvelinde incelenmiş olan yapıda herhangi bir çatlak bulunmaması durumu, hasarsız yapı anlamını taşımaktadır. Ancak, 1 mm dan az kılcal çatlak bulunabilir. Yığma yapılarda, X şeklinde 1.0 ila 10.0 mm arası duvar içine kadar uzanan çatlak genişliğine sahip yapılar az hasarlı, 10.0 ila 25.0 mm arası X şeklinde kesme çatlağı barındıran yapılar orta hasarlı, 25.0 mm genişliği aşan çatlaklar barındıran yapılar ise, ağır hasarlı yapılar olarak tanımlanmaktadır [50].

3.3.11. Binanın komşu binalarla olan nizamı

Bu bölümde incelenen binanın, nizamı hakkında bilgi verilmektedir. RYTEİE2019'a göre 4 farklı yapı nizamı türü tanımlanmıştır. Şekil 3.22.'de RYTEİE2019'da belirtilen yapı nizam durumları verilmektedir.



Şekil 3.22. Yapı nizam durumu

3.3.12. Binanın duvar birleşim noktalarında çatlama ayrılma olması durumu

Bu başlıkta kullanıcı tarafından girilmesi istenen, duvarların birleşim noktalarında (kolon-duvar, perde-duvar) ayrılmanın ya da çatlakların görülmesi durumudur. Aynı durum bölüm 3.2.13'te tavan-duvar veya zemin-duvar şeklinde de ele alınmıştır.

3.3.13. Binada daha önce onarılmış ve tekrar oluşan hasar varlığı

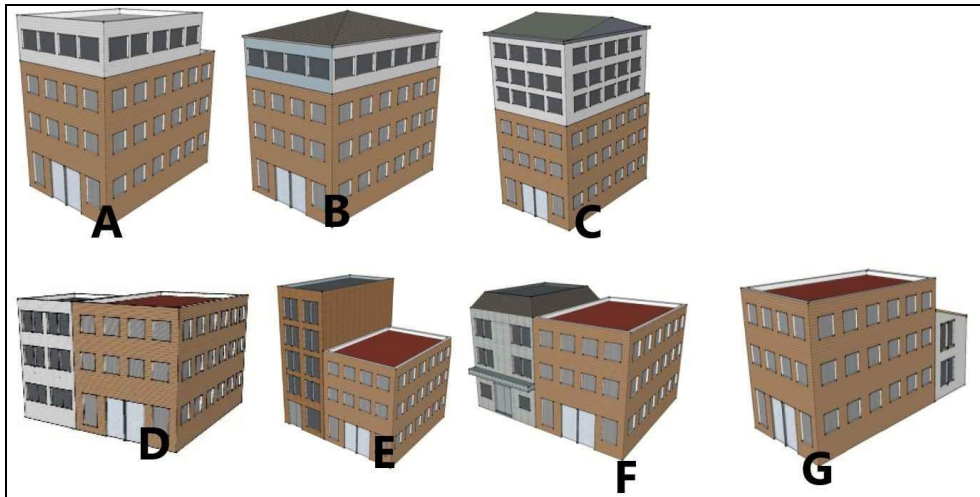
Binada, öncesinde oluşup onarılan ve tekrar gerçekleşen hasarlar var ise kullanıcı tarafından bunun belirtilmesi istenmektedir. Onarılan hasarların tekrar oluşuyor olması, binanın anormal derecede deformasyona uğradığının bir göstergesi olabilir.

3.3.14. Binanın kapı ve pencerelerinde sebepsiz çatlamların oluşması durumu

Yapının, kapı ve pencere camlarında nedensiz çatlamların oluşuyor olması, kolonlarda düşey yükler altında yük taşıma kapasitesinin aşıldığının bir işareti olabilir. Böyle bir durumda bina, göçme tehlikesiyle karşı karşıya kalabilmektedir. Bu durum karşısında, kullanıcının bunu belirtmesi gerekmektedir [50].

3.3.15. Binaya yapılan ek inşaatın türü

Kullanıcıya yöneltilen son soru ise, ek yapılmış olması durumunda ne tür bir ek yapıldığı ile ilgilidir. Bu sorunun yöneltilmesinin nedeni, yapılan ekin yerine ve türüne göre binanın olası bir deprem anında hareketinin değiştirilmesidir. Yapıya bitişik bir ek yapılması durumunda, deprem anında yapıda burulma modu daha etkin oluşabilmekte veya ek katın plana uygun yapılmaması durumunda düşey yükler altında düzensizlikler oluşabilmektedir. Şekil 3.23., yapılara yapılması muhtemel ek türleri verilmektedir. Hazırlanan programa bu başlığın ne şekilde işleneceği, bölüm 4'te açık bir şekilde ifade edilmektedir.



Şekil 3.23. Yapıların yapılması muhtemel ekler

4. UYGULAMANIN OLUŞUM AŞAMASI

Uygulama daha öncede bahsedildiği üzere Jupyter notebook kullanılarak Python programlama dili yardımı ile gerçekleşmiştir. Kod hazırlanırken Jupyter notebook'un tercih edilmesinin nedeni kullanıcıya sade, anlaşılır ve kolay arayüz sunmasıdır. Son yıllarda kullanımı muazzam bir şekilde yaygınlaşan Python programlama dilinin tercih edilmesinin sebebi ise ücretsiz olmasının yanı sıra yapay zekâ ile çalışabilmemiz için bizlere sundu kütüphanelerdir. 1990 yılında Guido Van Rossum adında Hollandalı bir programcı tarafından geliştirilmiş programlama dilidir. Esnek olan Python, geliştiricilere nesne yönelimli programlama (NYP) yaklaşımını kullanmayı ve / veya kodlama yapmayı seçmeleri için bir seçenek sunar ve bu nedenle geliştiriciler için birçok amaç için uygundur. NYP'de her işlevin nesneler olarak soyutlandığı bir programlama yaklaşımıdır. Yüksek seviyeli programlama dilleri aynı zamanda NYP destekleyen programlama dilleridir. Python daha az kodlama ve yüksek okunabilirlik açısından avantaj sağlamaktadır. Açık kaynaklı bir dil olan Python, bir yapay zeka (YZ) projesinin neredeyse her ihtiyacı için birçok kütüphaneye sahiptir. Bunlardan bazıları gelişmiş bilişim için SciPy, ML için Pybrain ve bilimsel hesaplama için numpy'dir. "Yapay Zekâ: Modern Bir Yaklaşım"dan uygulanan AIMA, bugün bile yapay zekâ için mevcut en iyi performans gösteren kütüphanelerden biridir [52]. Python'da NumPy, Pandas, scipy, Scikit-Learn, Matplotlib, Vpython gibi kütüphaneler popüler hale gelmiş kütüphanelerdendir.

Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesini; mantıksal işlemler yapabilen bir makinenin gözlem ve ölçüm yöntemleriyle elde ettiği verileri deneyim olarak aldığı ve bu deneyimlerden matematiksel algoritmalar aracılığıyla anlamlı ilişkiler ürettiği bir süreç olarak tanımlanmaktadır.

Makine öğrenmesinde veri kümeleri geçmiş tecrübelerimize karşılık gelmektedir. Öğrenme algoritmaları sayesinde veriler arasındaki ilişkilerden çözülmesi istenilen probleme uygun bir model oluşturulmaktadır ve problemlerin çözümü için modele başvurarak sonuçlar üretilmektedir. Nasıl ki belirli bir alanda uzmanlaşmış ve bu alanda geçmişte çok fazla tecrübesi bulunan kişinin karşılaştığı problemi kolayca çözüme ulaştırması mümkünse, belirli bir alana özgü daha büyük veri kümelerinden tecrübe edinen öğrenme

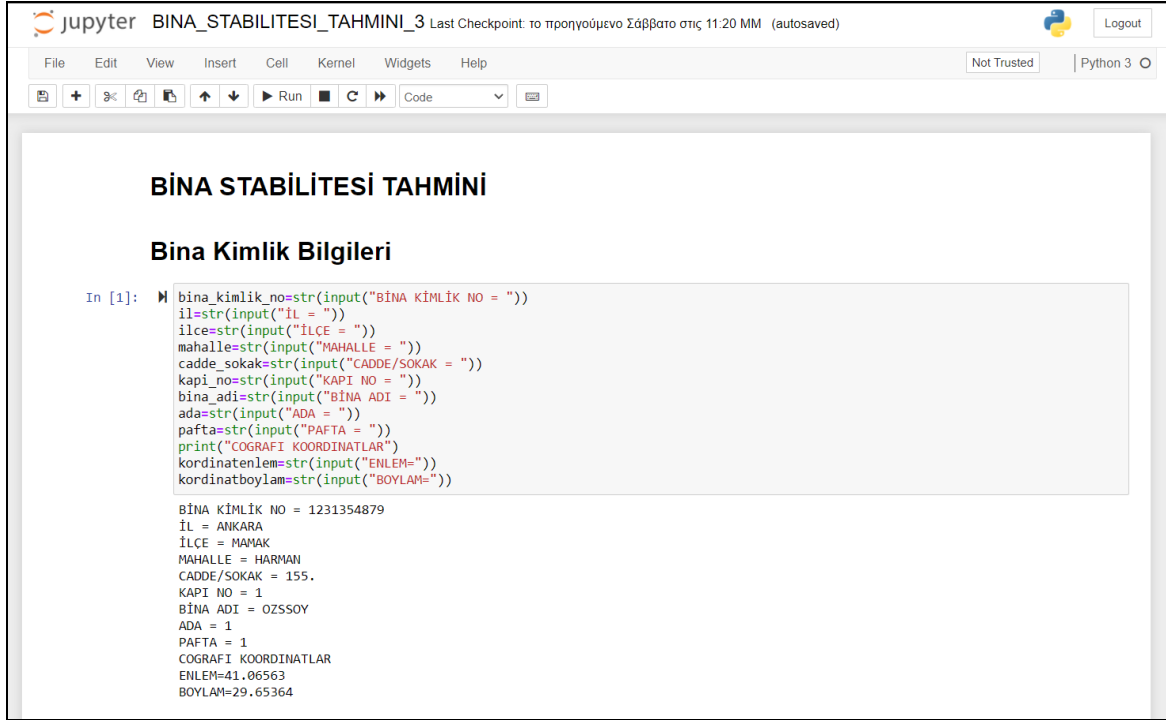
algoritmalarının da kolayca doğru çözüme ulaşması mümkündür [51]. Klasik makine öğrenmesi kütüphaneleri olarak SciKit-Learn, PyLearn2, NiLearn, ByBrain gibi kütüphaneler kullanılabilir.

Derin Öğrenme

Hiyerarşik öğrenme, derin yapılandırılmış öğrenme, derin makine öğrenmesi gibi farklı isimlerle de anılan derin öğrenme, yapay sinir ağları veya bunun gibi makine öğrenmesi algoritmaları da içine alan bir veya daha fazla gizli katman içeren çalışma alanıdır. Kısacası bilgisayarın elde bulunan verileri kullanarak yeni verileri en az bir tane YSA'nın ve bunun yanında birçok algoritma ile elde etmesidir. Habel, Theano, TensorFlow, Keras, Caffe gibi kütüphaneler ise derin öğrenme kütüphaneleri arasında yer almaktadır. Nitekim hazırlamış olduğumuz çalışmada da derin öğrenme kütüphanelerinden olan TensorFlow ve Keras kütüphanelerinden faydalanılmıştır.

4.1. Bina Kimlik Bilgileri

Jupyter notebook ve Python sayesinde hazırladığımız kod açıldığında ilk olarak bizlerden bina kimlik bilgileri istenmektedir. Burada kullanıcı tarafından girilmesi istenilen 11 soru mevcuttur. Bina kimlik no, il, ilçe, mahalle, cadde, kapı no., bina adı, ada, pafta ve enlem boylam koordinatları girilmesi gereken sorulardır. Kullanıcı tarafından girilecek olan bu bilgiler hesap ve tahminler için kullanılmayacaktır, ancak rapor elde edilmesi sırasında gerekmektedir.



Resim 4.1. Jupyter notebook'ta bina kimlik bilgilerinin girilmesi

4.2. Kullanıcı Tarafından Girilen Teknik Bilgiler

Kullanıcı tarafından binanın kimlik bilgileri girildikten sonra bina görseli jupyter notebook'ta görülebilecektir. Bina görselini yansıtmak için binaya ait jpg uzantılı dosyayı BINA_GORSELI.jpg ismi ile kodun bulunduğu klasöre eklemeniz yeterlidir.

Bir sonraki aşama bina hakkında teknik bilgilerin kullanıcı tarafından girilmesi olacaktır. Bu kısımda Resim 4.2.'de de görüleceği üzere kullanıcıya toplamda 15 soru sorulmuştur. İlk soru binanın yapım yılıdır. Binanın yapım yılı sayı olarak kullanıcıdan girilmesi beklenmektedir. İkinci soru TBDY-2018'e göre binanın bulunduğu zeminin sınıfıdır. Kullanıcıdan burada zemin sınıfını ZA, ZC gibi büyük harflerle girilmesi gerekmektedir. Zemin sınıfının bilinmediği durumlarda ise cevap kısmına BILINMIYOR veya YOK yazılması gerekmektedir. Böyle bir durumda zemin sınıfı ZD kabul edilerek devam edilecektir. Bir sonraki soruda kullanıcı binanın TBDY-2018'e göre yapı kullanım sınıfını girmesi gerekmektedir. 1, 2 ve 3 seçeneklerinden uygun olanı belirtilmelidir. Yardımcı olabilmesi için kullanım sınıfları EK-7'de verilmiştir. Ele alınan betonarme binanın yapısal sistem türü 4.soruda belirtilmelidir. Burada BA CERCEVE veya BA CERCEVE VE PERDE seçeneklerinden uygun olanı seçilmelidir. Binanı hangi deprem yönetmeliği ele

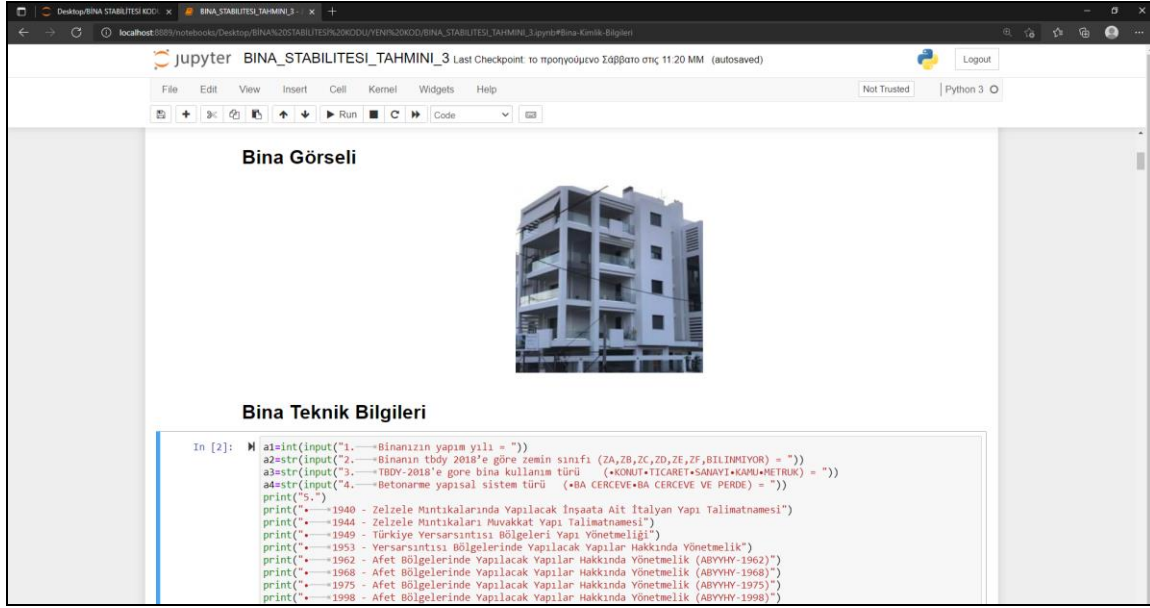
alınarak yapıldığı bir sonraki soruda belirlenmelidir. Kullanıcı deprem yönetmeliğini tanımlarken TBDY-2018, DBYBHY-2007 gibi kısaltmaları kullanarak cevaplaması gerekmektedir. Binanın inşaatı sırasında herhangi bir deprem yönetmeliği kullanılmamış ise HICBIRI seçeneği kullanılmalıdır. Böyle bir durumda bu sorudan yapı (-) ceza puanı alacaktır. Binaya ek yapılmış olması durumunda 6.soruda VAR veya YOK seçeneklerinden biri uygulanmalıdır. Eğer binaya ek yapılmış ise VAR cevabının ardından gelen soruda son ek yapım yılı sayı olarak girilmelidir. Yapı teknik bilgilerinin işlendiği bir sonraki soruda binada gözlemlenen çatlak oluşumun VAR veya YOK seçenekleri kullanarak belirtilmesidir. Aynı şekilde binanın düşey taşıyıcı elemanlarında düzensizlik durumu, kapı ya da pencere köşelerinde çatlak oluşumu, binada mevcut hasar durumu VAR veya YOK seçeneklerinden birisi kullanılarak belirlenmelidir. Binanın bitişik veya ayrıık nizam olması durumu 11.soruda kullanıcı tarafından BITISIK veya AYRIK seçeneklerinden birisi girilerek cevaplanmalıdır. Takip eden 3 soruda binanın duvar birleşim noktalarında çatlama ayrılma olması durumu, daha önce onarılıp tekrar oluşan hasarlar, kapı ve pencere camlarından oluşan sebepsiz çatlamlar durumu için VAR veya YOK seçeneklerinden uygun olanı seçilmelidir. Bu bölümde kullanıcıya yöneltilen son soruda ise ek yapılmışsa yapılan ekin türü görselde sunulan türlerden uygun olanının A,B,C,D,E,F ve G şeklinde belirtilmesi olacaktır. Bu kısımlar cevaplandıktan sonra her soru verilen cevaplar doğrultusunda 10 üzerinden bir puan almış olacaktır. Aşağıda Çizelge 4.1.'de verilen her bir cevaba karşılık alınan puanlar verilmiştir.

Çizelge 4.1. Verilen cevaplara karşılık alınan puanlar

SORU	CEVAPLAR						
	>1971	<1971					
1. Binanın yapım yılı	10	5					
	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE	ZF	BILINMIYOR
2. Binanın TBDY-2018’e göre zemin sınıfı	10	8	6	4	2	0	4
	1	2	3				
3. TBDY-2018’e göre bina kullanım sınıfı	10	10	10				
	BA CERCEVE VE PERDE					BA CERCEVE	
4. Betonarme yapısal sistem türü	10					5	
	TBDY-2018		DBYBHY-2007		ABYYHY-1998		
5. Yapımı esnasında kullanıla deprem yönetmeliği	10		9		8		
	ABYYHY-1975		ABYYHY-1968		ABYYHY-1962		
	7		6		5		

Çizelge 4.1. (devam) Verilen cevaplara karşılık alınan puanlar

	EVET	HAYIR						
6.Binaya ek yapılmış mı?		10						
	Yapım yılı > 10			Yapım yılı < 10				
6.1.Ek yapım yılı	0			10				
	VAR	YOK						
7.Binada devam eden çatlak oluşumu	0	10						
	VAR	YOK						
8.Binanın düşey taşıyıcı elemanlarında düzensizlik durumu	0	10						
	VAR	YOK						
9.Kapı ya da pencere köşelerinde çatlak oluşumu	0	10						
	VAR	YOK						
10.Binanın mevcut hasar durumu	0	10						
	BITİSİK		AYRIK					
11.Binanın komşu binalara olan nizamı	10		10					
	VAR	YOK						
12.Binanın duvar birleşim noktalarında çatlama ayrılma var mı?	0	10						
	VAR	YOK						
13.Binada daha önce onarılmış ve tekrar oluşan hasarlar var mı?	0	10						
	VAR	YOK						
14.Binada kapı ve pencere camlarında sebepsiz çatlama var mı?	0	10						
	A	B	C	D	E	F	G	HİÇBİRİ
15.Binada ek varsa aşağıdakilerden hangisi yapılmıştır.	5	5	5	5	5	5	5	10

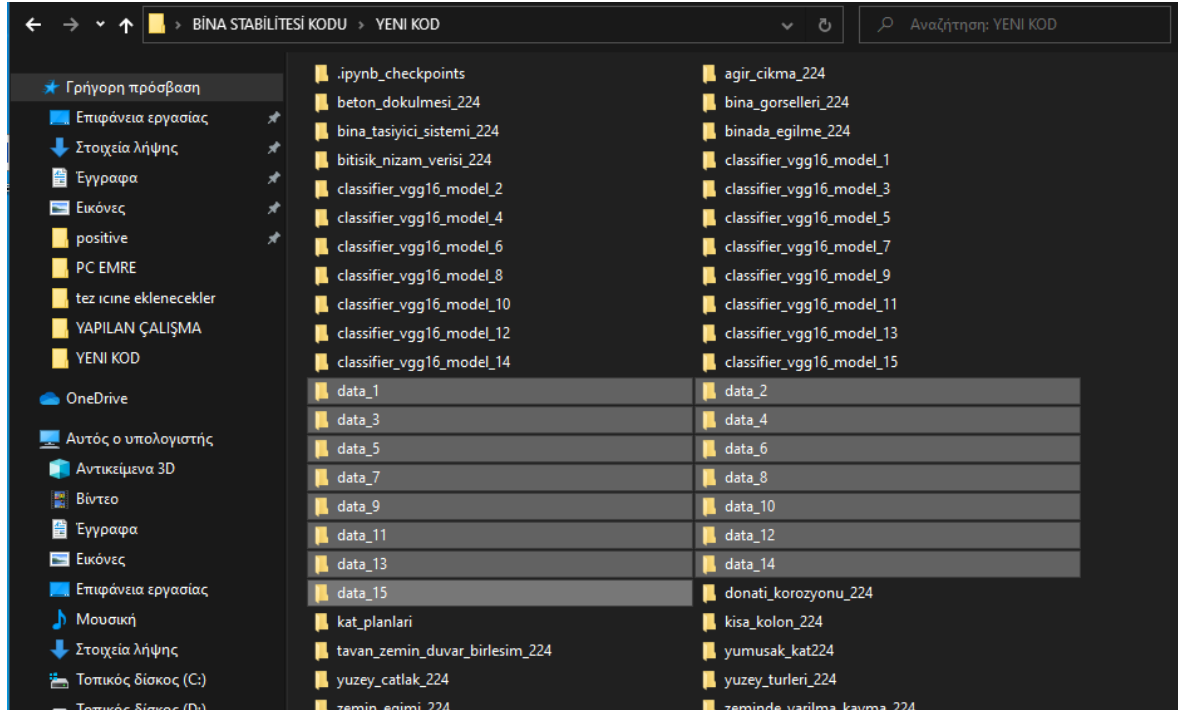


Resim 4.2. Jupyter notebook'ta bina teknik bilgilerin kullanıcı tarafından girilmesi

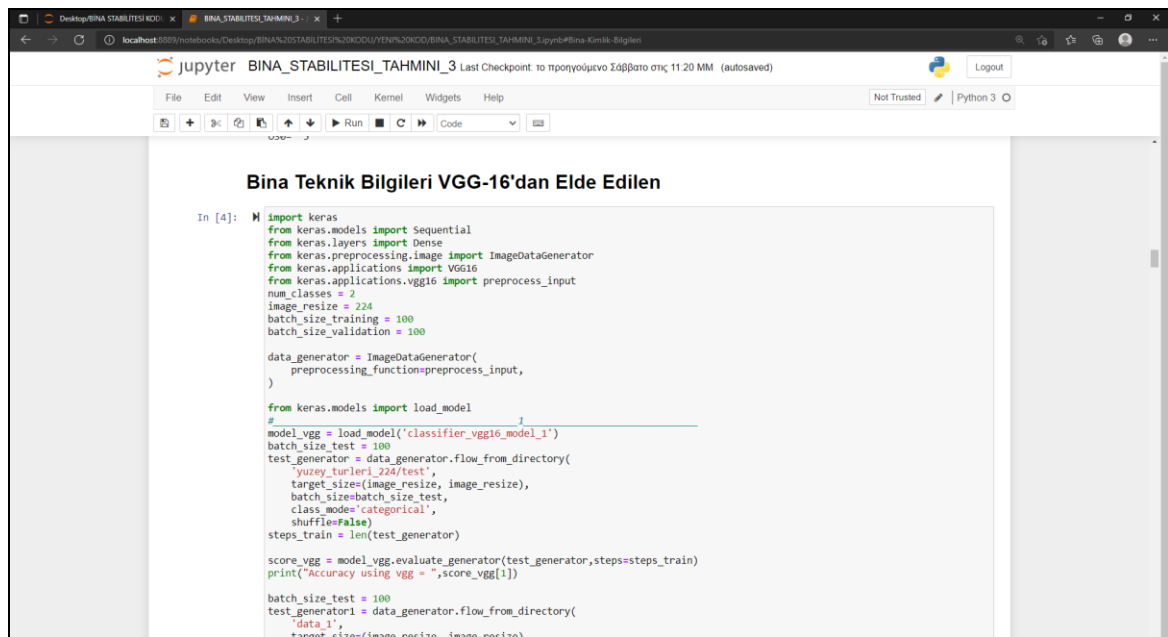
4.3. Programa Eklenen Görsellerden Bilgilerin Elde Edilmesi

Binaya ait görsellerden tahminlerde bulunabilmesi için ise bölüm 3.2'de bahsi geçen parametrelere ait görsellerin ilk olarak Resim 4.3'te gösterildiği gibi Python kodunun yazılı olduğu klasördeki data klasörlerine aktarılması gerekmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken husus tahmin yürütmede kullanılacak görsellerinde 224x224 piksel boyutlarına sahip ve PNG formatında olmalarıdır. Burada görsellerin 224x224 piksel boyutlarında olmalarının nedeni yine bölüm 3.2.'de anlattığımız gibi VGG-16 mimarisinin bu boyutlarla çalışıyor olmasıdır. Binaya ait ilgili görseller klasörlere aktarıldıktan sonra Resim 4.4'te de görüleceği üzere kodun çalışması hazır hale gelmektedir.

Hazırlanan koddaki ilgili kısım çalıştırıldıktan sonra klasörlere eklenen her görsel için tahminlerde bulunmaktadır. Parametreler önceden eğitildiği için kodun çalışma süresi yaklaşık 5-6 dakika olarak sürmektedir. Elde edilen tahminler ışığında bölüm 3.2.'de bahsedilen her bir parametre 10 üzerinden bir değer almış olacaktır. Aşağıda Çizelge 4.2.'de ikili sınıflandırma sonucu elde edilen cevaplara karşılık puan değerleri verilmektedir.



Resim 4.3. Kodun bulunduğu klasördeki data klasörleri



Resim 4.4. Jupyter notebook'ta görsellerden VGG-16 sayesinde bilgilerin elde edilmesi

Çizelge 4.2. İkili sınıflandırma sonucu elde edilen cevaplara karşılık alınan puanlar

SORU	CEVAPLAR	
	VAR	YOK
1.Yüzeyde bozukluk	0	10
2.Kat planı düzensizliği	0	10
3.Yumuşak kat	0	10
4.Betonarme yüzeyde dökülme	0	10
5.Betonarme yüzeylerde çatlak	0	10
6.Bina çevresindeki zeminde kayma yarıma	0	10
	Betonarme	Betonarme olmaya
7.Binanın taşıyıcı sistemi	10	5
	VAR	YOK
8.Tavan duvar veya zemin duvar arasında ayrışma	0	10
9.Zemin eğimi	0	10
10.Bina görsel kalitesi	0 (Kötü)	10 (İyi)
11.Katlar arası seviye fark	0	10
12.Yapıda ağır çıkma	0	10
13.Donatı korozyonu	0	10
14.Kısa kolon	0	10
15.Binada gözle görülür eğilme	0	10

4.4. Hesap Aşaması ve Bina Etiketinin Belirlenmesi

Bina performansını tahmin etmek için, hazırlanmış olan kodun son aşamasında, kullanıcı tarafından girilen teknik bilgiler ve tahminlerden elde edilmiş veriler ışığında yapı için bir performans puanı (*PP*) belirlemek olacaktır. Aşağıdaki *PP* belirlemek için kullanılan Eşitlik 4.1. verilmiştir:

$$PP = \left(\frac{\sum_{i=1}^{30} O_i}{(10 \cdot O_s)} \right) * 100 \quad (4.1)$$

Burada; O_i , ilgili parametreyi O_s ise toplam parametre sayısını ifade etmektedir.

Elde edilen bu puan sayesinde yapı 100 üzerinden bir değer almış olacaktır ve almış olduğu bu değere göre yapı etiketi verilmiş olacaktır. Yapıya verilecek olan etiketler 4 farklı renkte olabilir. Bunlar; kırmızı, sarı, açık yeşil ve koyu yeşil renklerdir. Kırmızı renkli etiket yapıya *PP* puanı 25 ve daha düşük gerçekleştiği durumlarda verilmektedir. Kırmızı etiket yapının güvensiz olduğunu yıkılması veya analitik hesap sonucu güçlendirme yapılması gerektiği anlamını taşımaktadır. Performans puanı 25 ile 50

değerleri arasında gerçekleştiğinde yapı sarı etiketli olarak değerlendirilir. Sarı etiket yapının güvensiz olduğu ve detaylı hesap sonucu güçlendirme yapılması gerektiğini ifade etmektedir. Performans puanının 50 ile 75 değerleri arasında elde edilmesi sonucu yapı açık yeşil renk olarak değerlendirilir. Açık yeşil yapının güvenliliğine detaylı inceleme sonucunda karar verilmesini önermektedir. Son olarak performans puanının 75 ve üzeri bir değer alması sonucu yapı koyu yeşil renk olarak değerlendirilir. Koyu yeşil yapının güvenli olduğunu ifade etmektedir. Çizelge 4.3.'te yapıların alabilecekleri etiketler ve anlamları verilmektedir.

Çizelge 4.3. Yapıya verilen etiketler ve anlamları

Etiket Rengi	Aldığı Değer	Anlamı
Koyu Yeşil	$x > 75$	Yapı güvenli
Açık Yeşil	$75 > x > 50$	Yapının güvenliliğine detaylı inceleme sonucunda karar verilmelidir
Sarı	$50 > x > 25$	Yapı güvensiz, detaylı hesap sonucu güçlendirme yapılması gerekmektedir
Kırmızı	$25 > x$	Yapı güvensiz, yıkılması veya analitik hesap sonucu güçlendirme yapılması gerekmektedir.

Hazırlanmış olan kodun çalıştırılması sonucu incelenen yapı ile ilgili rapor otomatik olarak oluşturulmaktadır. EK-8'de EK-9'da kodun çalıştırılması sonucu elde edilen raporlar TXT ve PDF formatlarında örnek olarak verilmektedir.

4.5. Hazırlanan Uygulamanın Gerçek Binalar Üzerinde Denenmesi

Çalışmamızın bu kısmında, hazırlamış olduğumuz programın gerçek binalar üzerinde test edilmesine yer verilmektedir. Bu doğrultuda program, Ankara, İstanbul ve Yunanistan'dan seçilen toplam 16 bina üzerinde test edilmiştir. Ele alınan binaların 11'i konut, 3'ü okul ve 2'si yurt türü yapılardır. Kat adedi bakımından ise, 3 ile 8 arasında değişim göstermektedirler. Kapsama alınan bu yapıların, zemin koşullarına, detaylı çizimlerine ulaşılması kimi zaman olanaklı olmadığından, bu ve benzeri durumlarda ortalama değer ve atıfta bulunulan yönetmeliklerin tavsiyesi doğrultusunda hareket edilmektedir. Örneğin; zemin sınıfının bilinmemesi durumu için, kaynak [1]'de önerildiği gibi ZD zemin sınıfı seçilmiştir.

Çalışmanın betonarme yapılarda uyumluluğu daha fazla olsa da, betonarme olmayan binaları tahmin etmedeki başarısını test etmek amacıyla Ankara ilinden 2 yığma yapı seçilmiştir. Ayrıca, yığma yapılarda oluşan ağır çıkma ve ahşap tavan duvar arasındaki ayrışma durumları da test edilmiştir. İnceleme kapsamına alınan yapılar ve yapay zeka uygulamasında, her yapı için tahminlerde kullanılan görseller, aşağıda bölümler halinde sıralanmaktadır.

4.5.1. Ankara ili Mamak ilçesi yurt binası

Yapı, Ankara ilinin Mamak ilçesi, Harman Mahallesi 155. Sokak No:21’de yer almaktadır. Yapısal sistem türü ‘betonarme çerçeve’ olarak ele alınan yapı, zemin ve 2 normal kat olmak üzere toplamda 3 kattan oluşmaktadır. Toplam bina kullanım alanı 1520m² olan yapının, bina kullanım amacı ‘yurt’ olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018’e göre zemin sınıfı ‘ZD’ olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilebilmiş ve plan düzenini görebileceğimiz çizimlere ulaşılabılmıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.5. ve Resim 4.6.’da verilmektedir.



Resim 4.5. Ankara/Mamak ilçesi yurt binası ön cephe görseli



Resim 4.6. Ankara/Mamak ilçesi yurt binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.2. Ankara ili Altındağ ilçesi ofis binası

Yapı, Ankara ilinin Altındağ ilçesi, Sakarya Mahallesi, Öz Sokak No:10'da yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'yığma yapı' olarak ele alınan yapı, zemin ve 1 normal kat olmak üzere toplamda 2 kattan oluşmaktadır. Bina kullanım amacı 'işyeri' olarak ele alınan yapının, bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilebilmiş ancak, yapı ile ilgili detaylı çizimlere ulaşamamıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.7. ve Resim 4.8.'da verilmektedir.



Resim 4.7. Ankara/Altındağ ofis binası yan cephe görseli



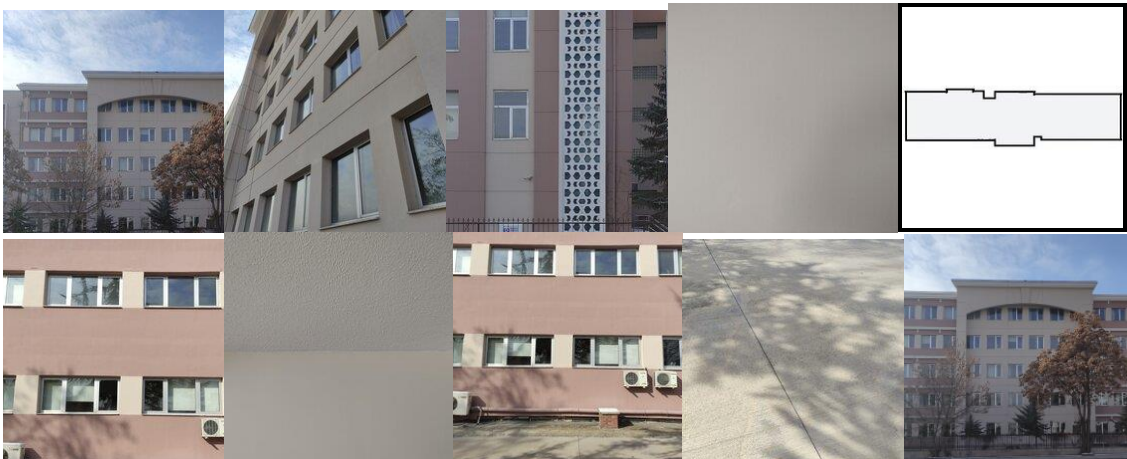
Resim 4.8. Ankara/Altındağ ofis binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.3. Ankara ili Çankaya ilçesi Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Yapı, Ankara ilinin Çankaya ilçesi, Eti Mahallesi Yükseliş Sokak No:5'te yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'betonarme çerçeve ve perde' olarak ele alınan yapı, bodrum, zemin ve 5 normal kat olmak üzere toplamda 7 kattan oluşmaktadır. Yapı üniversite olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı 'okul' olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilebilmiş ancak, yapı ile ilgili detaylı çizimlere ulaşılamamıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.9. ve Resim 4.10.'da verilmektedir.



Resim 4.9. Ankara/Çankaya Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakülte binası



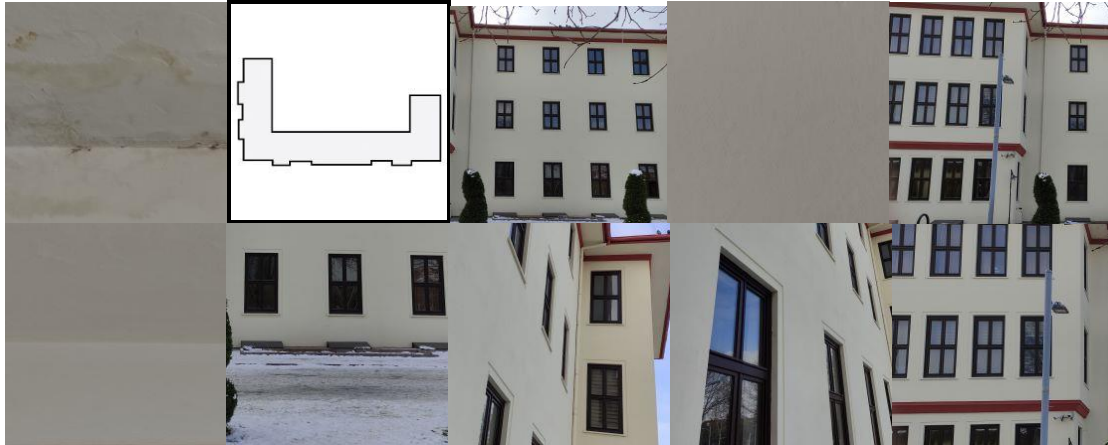
Resim 4.10. Ankara/Çankaya üniversite binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.4. Ankara ili Yenimahalle ilçesi Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi

Yapı, Ankara ilinin Yenimahalle ilçesi, Emniyet Mahallesi, Milas Sokak No:30'de yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'betonarme çerçeve' olarak ele alınan yapı, bodrum, zemin ve 2 normal kat olmak üzere toplamda 4 kattan oluşmaktadır. Yapı üniversite olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı 'okul' olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilebilmiş ancak, yapı ile ilgili detaylı çizimlere ulaşılamamıştır. Yapıya ait dış cephe görselleri ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.11. ve Resim 4.12.'da verilmektedir.



Resim 4.11. Ankara/Yenimahalle üniversite binası ön cephe görseli



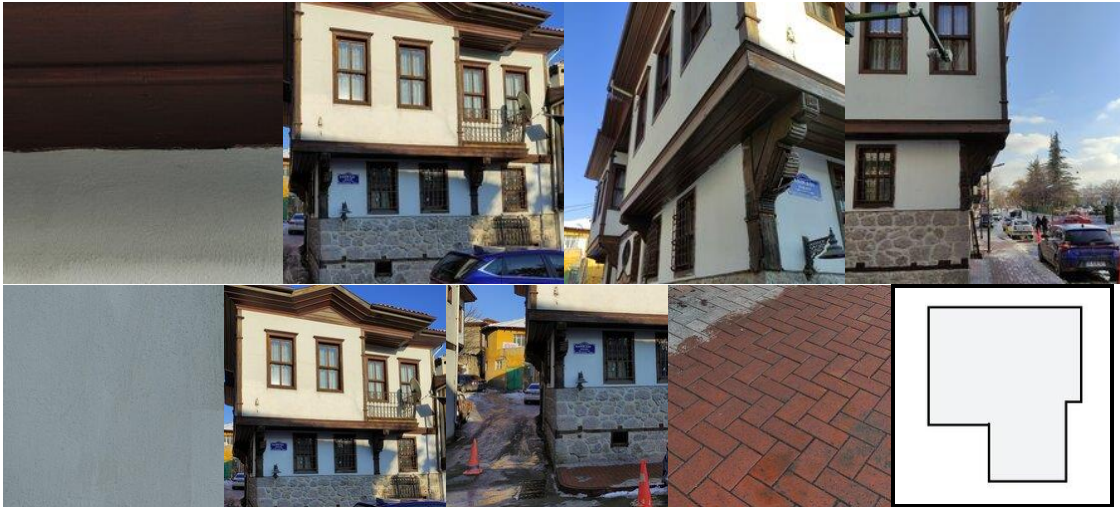
Resim 4.12. Ankara/Yenimahalle ilçesi yurt binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.5. Ankara ili Altındağ ilçesi tarihi yapı

Yapı, Ankara ilinin Altındağ ilçesi, Hacettepe Mahallesi, Sarıkadın Sokak No:53'te yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'yığma yapı' olarak ele alınan yapı, zemin ve 1 normal kat olmak üzere toplamda 2 kattan oluşmaktadır. Bina kullanım amacı 'konut' olarak ele alınan yapının, bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilememiş ve yapı ile ilgili detaylı çizimlere ulaşılamamıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.13. ve Resim 4.14.'da verilmektedir.



Resim 4.13. Ankara/Altındağ konut binası ön cephe görseli



Resim 4.14. Ankara/Altındağ konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.6. Ankara ili Çankaya ilçesi özel okul

Yapı, Ankara ilinin Çankaya ilçesi, Maltepe Mahallesi, Ali Suavi Sokak No:15'te yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'betonarme çerçeve ve perde' olarak ele alınan yapı, bodrum, zemin ve 5 normal kat olmak üzere toplamda 7 kattan oluşmaktadır. Yapı özel okul olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı 'okul' olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilememiş ve yapı ile ilgili detaylı çizimlere ulaşılamamıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.15. ve Resim 4.16.'da verilmektedir.



Resim 4.15. Ankara/Yenimahalle üniversite binası ön cephe görseli



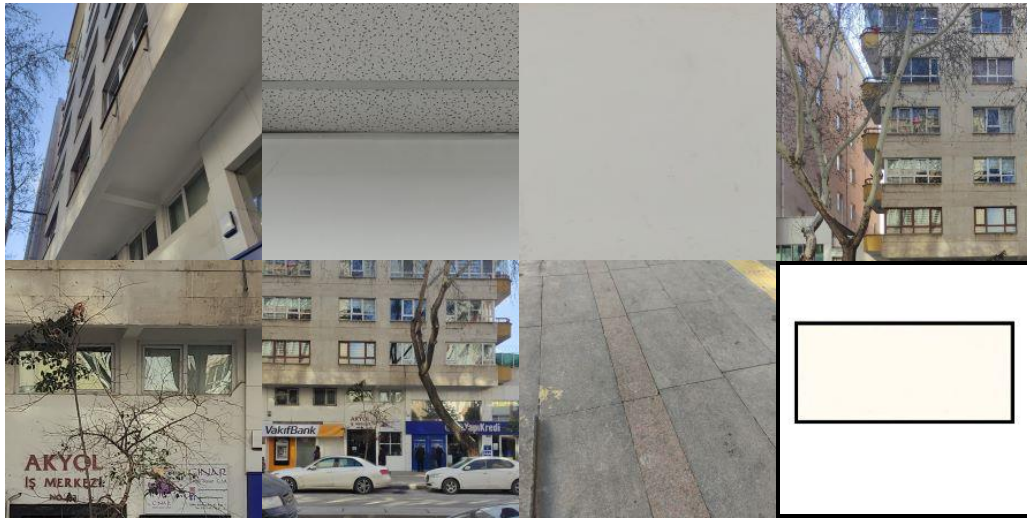
Resim 4.16. Ankara/Altındağ konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.7. Ankara ili Çankaya ilçesi konut-iş yeri

Yapı, Ankara ilinin Çankaya ilçesi, Maltepe Mahallesi, Gazi Mustafa Kemal Bulvarı No:83/B’de yer almaktadır. Yapısal sistem türü ‘betonarme çerçeve’ olarak ele alınan yapı, bodrum, zemin ve 6 normal kat olmak üzere toplamda 8 kattan oluşmaktadır. Yapı konut ve iş yeri olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı ‘konut’ olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018’e göre zemin sınıfı ‘ZD’ olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilememiş ve yapı ile ilgili detaylı çizimlere ulaşılamamıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.17. ve Resim 4.18.’da verilmektedir.



Resim 4.17. Ankara/Çankaya iş yeri-konut binası ön cephe görseli



Resim 4.18. Ankara/Çankaya iş yeri-konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.8. Ankara ili Çankaya ilçesi konut

Yapı, Ankara ilinin Çankaya ilçesi, Eti Mahallesi, Gazi Mustafa Kemal Bulvarı No:108A'da yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'betonarme çerçeve' olarak ele alınan yapı, bodrum, zemin ve 6 normal kat olmak üzere toplamda 8 kattan oluşmaktadır. Yapı konut ve iş yeri olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı 'konut' olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilememiş ve yapı ile ilgili detaylı çizimlere ulaşılamamıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.19. ve Resim 4.20.'da verilmektedir.



Resim 4.19. Ankara/Çankaya konut binası ön cephe görseli



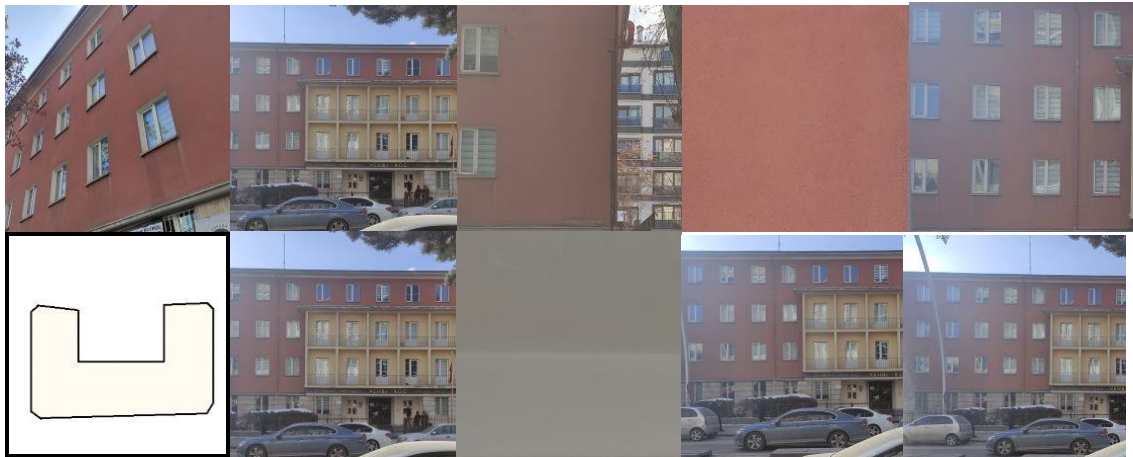
Resim 4.20. Ankara/Çankaya konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.9. Ankara ili Çankaya ilçesi yurt binası

Yapı, Ankara ilinin Çankaya ilçesi, Eti Mahallesi, Gazi Mustafa Kemal Bulvarı'nda yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'betonarme çerçeve' olarak ele alınan yapı, zemin ve 3 normal kat olmak üzere toplamda 4 kattan oluşmaktadır. Yapı yurt olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı 'konut' olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilememiş ve yapı ile ilgili detaylı çizimlere ulaşılamamıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.21. ve Resim 4.22.'da verilmektedir.



Resim 4.21. Ankara/Çankaya yurt binası ön cephe görseli



Resim 4.22. Ankara/Çankaya yurt binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.10. Ankara ili Mamak ilçesi konut yapısı

Yapı, Ankara ilinin Mamak ilçesi, Hüseyingazi Mahallesi, Mamak Caddesi'nde yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'betonarme çerçeve' olarak ele alınan yapı, bodrum, zemin ve 2 normal kat olmak üzere toplamda 4 kattan oluşmaktadır. Yapı konut-iş yeri olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı 'konut' olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilebilmiş ancak, yapı ile ilgili detaylı çizimlere ulaşılamamıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.23. ve Resim 4.24.'da verilmektedir.



Resim 4.23. Ankara/Mamak Mamak caddesi konut binası ön cephe görseli



Resim 4.24. Ankara/Mamak Mamak caddesi konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.11. Ankara ili Mamak ilçesi konut-iş yeri yapısı

Yapı, Ankara ilinin Mamak ilçesi, Harman Mahallesi, Ahmet Akbaş caddesi No:4/10'da yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'betonarme çerçeve' olarak ele alınan yapı, bodrum, zemin ve 3 normal kat olmak üzere toplamda 5 kattan oluşmaktadır. Yapı konut-iş yeri olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı 'konut' olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilebilmiş ancak, yapı ile ilgili detaylı çizimlere ulaşılamamıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.25. ve Resim 4.26.'da verilmektedir.



Resim 4.25. Ankara/Mamak konut-iş yeri binası ön cephe görseli



Resim 4.26. Ankara/Mamak konut-iş yeri binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.12. Ankara ili Mamak ilçesi konut yapısı

Yapı, Ankara ilinin Mamak ilçesi, Harman Mahallesi, Ahmet Akbaş caddesi No:6'da yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'betonarme çerçeve' olarak ele alınan yapı, bodrum, zemin ve 6 normal kat olmak üzere toplamda 8 kattan oluşmaktadır. Yapı konut-iş yeri olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı 'konut' olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilememiş ve yapı ile ilgili detaylı çizimlere ulaşılamamıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.27. ve Resim 4.28.'da verilmektedir.



Resim 4.27. Ankara/Mamak Harman Mahallesi konut-iş yeri binası ön cephe görseli



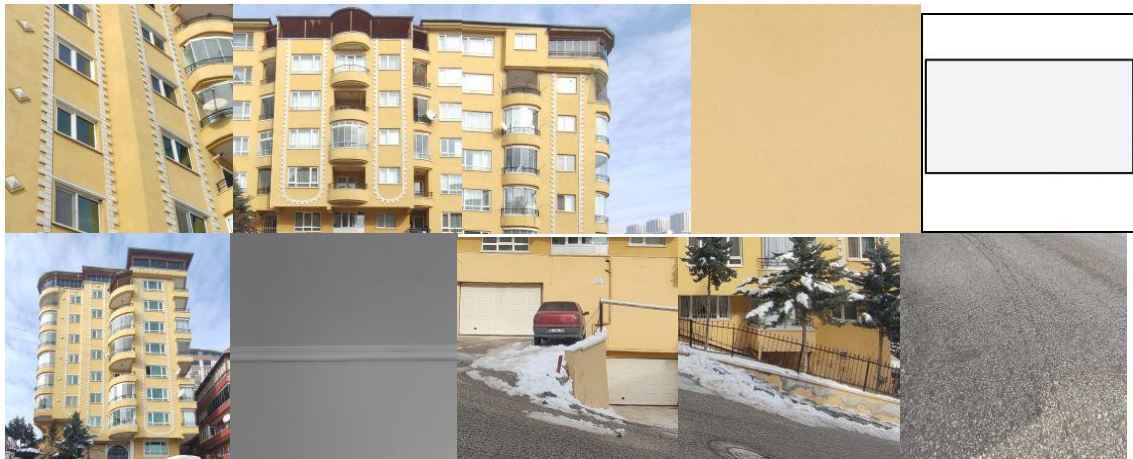
Resim 4.28. Ankara/Mamak Harman mahallesi konut-iş yeri binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.13. Ankara ili Mamak ilçesi konut

Yapı, Ankara ilinin Mamak ilçesi, Harman Mahallesi, Ahmet Akbaş Caddesi'nde yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'betonarme çerçeve' olarak ele alınan yapı, 3 bodrum, zemin ve 6 normal kat olmak üzere toplamda 10 kattan oluşmaktadır. Yapı konut olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı 'konut' olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilememiş ve yapı ile ilgili detaylı çizimlere ulaşılamamıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.29. ve Resim 4.30.'da verilmektedir.



Resim 4.29. Ankara/Mamak Harman Mahallesi konut binası ön cephe görseli



Resim 4.30. Ankara/Mamak Harman mahallesi konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.14. İstanbul ili Sultangazi ilçesi konut yapısı

Yapı, İstanbul ilinin Sultangazi ilçesi, 50.Yıl Mahallesi, 2057. Sokak No:27’de yer almaktadır. Yapısal sistem türü ‘betonarme çerçeve’ olarak ele alınan yapı, 1 bodrum, zemin ve 4 normal kat olmak üzere toplamda 6 kattan oluşmaktadır. Yapı konut olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı ‘konut’ olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018’e göre zemin sınıfı ‘ZD’ olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilebilmiş ve plan düzenini görebileceğimiz çizimlere ulaşılabilmektedir. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.31. ve Resim 4.32.’da verilmektedir.



Resim 4.31. İstanbul/Sultangazi konut binası ön cephe görseli



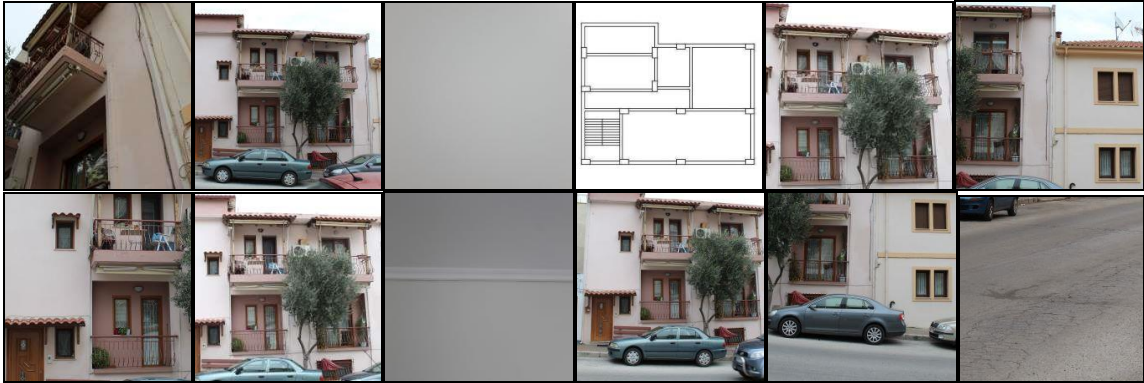
Resim 4.32. İstanbul/Sultangazi konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.15. Yunanistan-Xanthi şehri konut yapısı

Yapı, Yunanistan'ın Xanthi ilinin, 50. 4hs Oktobriou 1919 Caddesi, No:60'da yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'betonarme çerçeve' olarak ele alınan yapı, zemin ve 2 normal kat olmak üzere toplamda 3 kattan oluşmaktadır. Yapı konut olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı 'konut' olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilebilmiş ancak, Plan düzenini tanımlayabileceğimiz çizimlere ulaşamamıştır. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.33. ve Resim 4.34.'da verilmektedir.



Resim 4.33. Yunanistan/Xanthi konut binası ön cephe görseli



Resim 4.34. Yunanistan/Xanthi konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.5.16. Yunanistan/Xanthi ilinin Myki ilçesi konut yapısı

Yapı, Yunanistan'ın Xanthi ilinin, Myki ilçesinde yer almaktadır. Yapısal sistem türü 'betonarme çerçeve' olarak ele alınan yapı, zemin ve 2 normal kat olmak üzere toplamda 3 kattan oluşmaktadır. Yapı konut olarak kullanıldığından, bina kullanım amacı 'konut' olarak ele alınmaktadır. Yapının bulunduğu zemin ile ilgili herhangi bir veriye ulaşılamadığından, TBDY-2018'e göre zemin sınıfı 'ZD' olarak ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra, yapının içine girilebilmiş ve plan düzenini görebileceğimiz çizimlere ulaşılabilmiştir. Yapıya ait dış cephe görseli ve bununla beraber yapay zeka uygulamasında tahminde bulunması istenilen görseller, sırasıyla Resim 4.35. ve Resim 4.36.'da verilmektedir.



Resim 4.33. Yunanistan/Xanthi Myki ilçesi konut binası ön cephe görseli



Resim 4.32. Yunanistan/Xanthi Myki ilçesi konut binası YZ uygulamasında kullanılan görseller

4.6. Yapay Zeka Uygulamasından Elde Edilen Sonuçlar

Bölüm 4.5. altında tanıtılan yapılardan elde edilen görsellerle beraber kullanıcı tarafından yapı ile ilgili teknik bilgiler bilgisayara girildikten sonra, her yapı için elde edilen performans puanları Çizelge 4.4, ikinci sütunda verilmektedir. Değerler incelendiğinde, Ankara ilinden seçilen iki yığma yapının içerdikleri olumsuz parametre ve yönetmelik öncesi yapıldığı göz önünde bulundurularak Çizelge 4.3'te belirtilen açık yeşil bölgede kaldığı görülmektedir. Üçüncü sütunda ise, incelenen 16 bina için ilgili parametrelere ait görseller girilerek, 15 parametreden kaçının doğru tahmin edildiği gösterilmektedir.

Çizelge 4.4. Gerçek yapılar üzerinde elde edilen performans puanları

	Bina Türü ve Konumu	Elde Edilen Performans Puanı (%)	VGG16 ile Doğru Tahmin Edilen Parametre (%)
1	Yurt (Ankara)	81,00	66,67
2	Konut (Ankara)	59,67	73,33
3	Okul (Ankara)	78,67	60,00
4	Okul (Ankara)	69,67	66,67
5	Konut (Ankara)	56,33	66,67
6	Okul (Ankara)	79,67	93,33
7	Konut (Ankara)	70,67	66,67
8	Konut (Ankara)	72,0	66,67
9	Yurt (Ankara)	80,33	73,33
10	Konut (Ankara)	79,00	80,00
11	Konut (Ankara)	87,67	86,67
12	Konut (Ankara)	82,67	93,33
13	Konut (Ankara)	79,33	80,00
14	Konut (İstanbul)	78,00	80,00
15	Konut (Yunanistan)	82,33	66,67
16	Konut (Yunanistan)	75,33	66,67

4.7. P25 Puanlama Yönteminin Uygulanması

Bölüm 4.5.'te ele aldığımız 16 yapının diğer hızlı değerlendirme yöntemleri kullanılarak nasıl sonuçlar elde edildiğini gözlemek adına bu bölümde P25 Puanlama Yöntemi üzerinden değerlendirilmektedir. Öncelikle P25 Puanlama Yönteminin yapıya uygulanabilmesi için, Eşitlik 2.6. ile K katsayısının hesaplanması gerekmektedir. K katsayısının hesaplanabilmesi için ise, ele alınan yapıların kolon boyutları, dolgu duvar alanları gibi detaylı ölçümlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bölüm 4.5'te ele alınan 16 yapının detaylı çizimlerine ulaşamadığından, genellikle Türkiye'deki yapı stoğunu temsil edecek şekilde ortalama bir K değeri alınarak devam edilmiştir. K değeri ve bunun yanı sıra f_{13} , f_{14} ve f_{15} yapısal düzeltme faktörleri için kaynak [9]'da 26 yapı üzerinde elde edilen ortalama değerler seçilmiştir. Bunun haricinde, zemin tipi ile ilgili faktör için ise, incelenen 16 yapının zemin koşullarına erişilemediğinden, f_{17} faktörü için ortalama bir değer alınarak 0,96 değeri seçilmiştir. Yapısal ve temel-zemin düzeltme faktörleri olarak iki gruba ayrılan bu düzeltme faktörleri ve her faktörün alabileceği limit değerler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

Yapısal Düzeltme Faktörleri

f_1 : Burulma Düzensizliği Faktörü

Yapıda, perde duvar veya dolgu duvarların burulmaya sebebiyet verebileceğini göz önünde bulunduran faktördür. Üç farklı durum için değer alabilmektedir. Binada betonarme perde ve dolgu duvarların, planda dengeli bulunması durumu için 1,00, binada burulmaya sebebiyet verecek şekilde bir kısmının bir tarafta ve yönde bulunması durumu için 0,98, her iki yönde de burulmaya sebebiyet verebilmesi durumu için ise 0,96 değerini almaktadır.

f_2 : Döşeme Süreksizliği Faktörü

Binada, döşemelerin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmalar bulunup bulunmaması ile ilgili faktördür. Herhangi bir azalma olmadığı durumlarda 1,00, döşeme kat brüt alanının 1/3'ünü geçen boşluklar veya ani rijitlik azalması durumlarından birinin bulunmasında 0,98, her ikisinin ayı anda bulunması durumunda 0,96 değerini almaktadır.

f_3 : Taşıyıcı Düşey Eleman Süreksizliği Faktörü

Binanın, düşey eleman taşıyıcı sistemlerinin, süreksizlik durumları ile ilgili faktördür. Burada dört farklı süreksizlik durumları tanımlanmaktadır ve aşağıda verilmektedir.

- a) Konsol kiriş veya guselerin üzerine oturan kolonlar.
- b) İki uçtan mesnetli kirişe oturan kolon
- c) Üst katta bulunan perdenin altında her iki ucundan kolona oturması
- d) Perdelerin kirişlerin üzerinde açıklık ortasında oturtulmaları

Faktör bu süreksizliklerin oluşturdukları kombinasyonlar doğrultusunda altı farklı değerler alabilmektedir. Olumsuzluk bulunmaması durumunda 1,00, (b) veya (c) tipindeki süreksizlikler lokal olarak mevcutsa 0,92, yaygın olarak mevcutsa 0,84, (a) veya (d) tipindeki süreksizlikler lokal olarak mevcutsa 0,76, yaygın olarak mevcutsa 0,68, ikiden fazla süreksizlik mevcutsa 0,60 değerlerini almaktadır.

f_4 : Kütle Düzensizliği Faktörü

Yapıda normalin dışında kütle birikmesi ile ilgili faktördür. Depo katı veya anormal kütle birikimi mevcut değilse 1,00, zemin veya diğer katlardan bir veya birkaçında mevcutsa 0,99, zemin ve diğer katlardan bir veya birkaçında mevcutsa 0,98 değerlerini almaktadır.

f_5 : Korozyon Faktörü

Yapının, taşıyıcı sistem elemanlarında korozyon durumunun oluşup oluşmaması ile ilgili faktördür. Elemanlarda korozyona rastlanmaması durumunda 1,00, lokal olarak görülmesi durumunda 0,98, bir katındaki sistem elemanlarının çoğunda görülmesi durumunda ise 0,96 değerini almaktadır.

f_6 : Kısa kolon Faktörü

Kısa kolon barındırması durumu ile ilgili olan bu faktör. Yapının kısa kolon barındırmaması durumu için 1,00, lokal olarak kısa kolon durumu için 0,96 ve tüm katta ya da birçok cephede barındırması durumu için ise 0,92 değerini almaktadır.

f_7 : Ağır Cephe Elemanları Faktörü

Parapet veya ağır cephe askıları barındıran binalar ile ilgili olan bu faktör. Yapının, ağır cephe askısı veya parapet barındırmaması durumunda 1,00, lokal ya da tek bir cephede barındırması durumunda 0,98, tüm yapı ya da cephelerde barındırması durumunda ise 0,96 değerini almaktadır.

f_8 : Asmak Kat Faktörü

Yapılarda asma kat ile ilgili olan bu faktör, asma kat mevcut olmaması durumunda 1,00, binanın kat alanının %25'inden küçük bölümünde mevcut olması durumunda 0,95, %25 ve üzeri bölümünde mevcut olması durumunda ise 0,90 değerini almaktadır.

f_9 : Çarpışma Olasılığı Faktörü

Yapının, komşu binalar ile çarpışma olasılığının ele alındığı bu faktör. En uç parselde bulunmama koşulu sağlanarak kat seviyesi aynı yapılar ile çarpışma riski bulunması veya hiç bulunmaması durumunda 1,00, kat seviyesi farklı bir bina veya binanın en uç parselde bulunması şartıyla kat seviyesi aynı bir binayla çarpışma riski barındırması durumunda 0,90, hem uç parsel hem de kat seviyesi farklı bina ile çarpışma riski durumunda 0,80 değerini almaktadır.

f_{10} : Katlardaki Seviye Farkı ve Kısmi Bodrum Faktörü

Katlar arasında seviye farkı veya kısmi bodrum barındırıp barındırmamasıyla ilgili olan bu faktör. Barındırmaması durumunda 1,00, tek bir katta veya bölgesel olarak tek bir yerde bu barındırması durumunda 0,90, her katta barındırması durumunda ise 0,80 değerini almaktadır.

f_{11} : Beton Kalitesi Faktörü

Binanın, beton kalitesi ile ilgili faktördür. Alabileceği değerler 'C' beton dayanımını simgeleyecek şekilde $C > BS16$ durumunda 1,00, $BS10 < C \leq BS16$ durumunda 0,90, $C \leq BS10$ durumunda ise 0,80 değerini almaktadır.

f_{12} : Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Faktörü

TBDY 2018’de de tanımlanan B1 ve B2 türü düzensizlikleri temsil eden faktördür. B1 ‘Zayıf Kat’ yani komşu katlar arası dayanım düzensizliğini, B2 ise ‘Yumuşak Kat’ yani komşu katlar arası rijitlik düzensizliğini temsil etmektedir. Eşitlik 4.2. ile hesaplanabilmektedir.

$$f_{12} = [a_a r_r (h_{i+1}/h_i)^3]^{0,15} \leq 1,00 \quad (4.2.)$$

Burada, r_r komşu iki kat arası etkili atalet momenti oranlarının küçük olanını, h_i binanın kritik katının yüksekliğini, h_{i+1} binanın kritik katının bir üzerindeki katın yüksekliğini, a_a r_a ’nın düzeltme faktörüne etkisini yükselten parametreyi, r_a ise komşu iki kat arası etkili kesme oranlarının küçük olanını ifade etmektedir. f_{12} 1,00’den büyük olamayacağı için, hesaplanan değer büyük çıktığı takdirde 1,00 alınacaktır.

f_{13} : Zayıf Kolon Faktörü

Yapıda, kolonların kirişlerden güçlü olup olmamasını göz önüne alan faktördür. Eşitlik 4.3. ile hesaplanabilmektedir.

$$f_{13} = \left[\frac{I_x + I_y}{2I_b} \right]^{0,15} \leq 1,00 \quad (4.3.)$$

Burada, I_x ve I_y sırasıyla binanın kritik katındaki ortalama kolon boyutundan elde edilen X ve Y yönündeki atalet momentini I_b ise binanın kritik katında en çok rastlanan kirişin atalet momentini temsil etmektedir. Ele alınan binanın kritik katında kiriş yok ise f_{13} 0,60 değerini almaktadır.

f_{14} : Enine donatı sıklığı faktörü

Yapının, kritik katındaki kolonlarının etriye sıklığı ile ilgili olan bu faktör. Eşitlik 4.4. ile hesaplanabilmektedir.

$$0,60 \leq f_{14} = (100/s)^{0,25} \leq 1,00 \quad (4.4.)$$

Burada, s kolon sarılma bölgesinde iki enine donatı arasındaki mesafeyi ifade etmektedir.

f_{15} : Bina önem derecesi faktörü

Yönetmelikte yer alan bina önem katsayısını göz önüne alan düzeltme faktörüdür. Eşitlik 4.5. ile hesaplanabilmektedir.

$$f_{15} = \frac{1}{I} \quad (4.5.)$$

Temel ve zemin düzeltme faktörleri

f_{16} : Deprem bölgesi faktörü

Binanın bulunduğu deprem bölgesi ile ilgili faktördür. Eşitlik 4.6. ile hesaplanabilmektedir.

$$f_{16} = \frac{0,40}{A_0} \quad (4.6.)$$

Burada, A_0 ABYYHY 98'de tanımlanan etkin yer ivmesini ifade etmektedir. Binanın bulunduğu deprem bölgesine göre değer almaktadır. Bu değer, 1. Deprem Bölgesi için 0,40, 2. Deprem Bölgesi için 0,30, 3. Deprem Bölgesi için 0,20 ve 4. Deprem Bölgesi için 0,10 olarak belirlenmektedir.

f_{17} : Zemin tipi faktörü

Binanın yer aldığı zemin tipini dikkate alan faktördür. ABYYHY 98'de bulunan zemin tiplerine göre üç farklı durum söz konusudur. 3 ve üzeri kat adedinde Z1 veya Z2 ya da 3'ten az kat adedinde Z3 tipi zeminde bulunan yapılar için 1,00, 3 ve altı kat adedinde Z1 veya Z2 ya da 3'ten fazla kat adedinde bulunan yapılar için 0,96, Z4 tipi zeminde bulunan yapılar için ise 0,92 değerini almaktadır.

f_{18} : Zemin oturması faktörü

Zeminde oturma riskinin göz önünde bulundurulduğu düzeltme faktörüdür. Düşük seviyede veya hiç risk olmaması durumunda 1,00, orta seviyede 0,98, yüksek seviyede risk teşkil etmesi durumunda ise 0,96 değerini almaktadır.

f_{19} : Zemin sıvılaşması faktörü

Yapının, zeminde sıvılaşma riski ile karşı karşıya kalabileceğini göz önünde bulunduran düzeltme faktörüdür. Düşük seviyede veya hiç risk olmaması durumunda 1,00, orta seviyede 0,98, yüksek seviyede risk teşkil etmesi durumunda ise 0,96 değerini almaktadır.

f_{20} : Heyelan faktörü

Heyelan riskinin göz önünde bulundurulduğu faktördür. Düşük seviyede veya hiç risk olmaması durumunda 1,00, orta seviyede 0,98, yüksek seviyede risk teşkil etmesi durumunda ise 0,96 değerini almaktadır.

f_{21} : Zemin büyütesi faktörü

Zemin büyütmesi riskinin göz önünde bulundurulduğu faktördür. Düşük seviyede veya hiç risk olmaması durumunda 1,00, orta seviyede 0,90, yüksek seviyede risk teşkil etmesi durumunda ise 0,75 değerini almaktadır.

f_{22} : Topoğrafik etkiler faktörü

Binanın, bulunduğu alanın eğimini dikkate alan faktördür. Binanın, eğimsiz arazide bulunması durumunda 1,00, yamaçta 0,90, bir tepenin üstünde yer alması durumunda 0,80 değerini almaktadır.

f_{23} : Temel tipi faktörü

Temel tipine göre değer alan düzeltme faktörüdür. Radye veya iki yönlü sürekli temel durumunda 1,00, tek yönlü sürekli temelde 0,98, bağ kirişli temelde 0,96, bağ kirişsiz temelde 0,94 değerini almaktadır.

f_{24} : Temel derinliği faktörü

Temelin derinliğine göre değer alan faktördür. 4m den derin temelerde 1,00, 4m ile 1m arası temelerde 0,98, 1m'nin altında inşa edilen temelerde ise 0,96 değerini almaktadır.

f_{25} : Yer altı su seviyesi faktörü

Yapının bulunduğu zeminde, yer altı su seviyesini dikkate alan faktördür. Yer altı su seviyesinin 10m üzerinde olması durumunda 1,00, 10m ile 5m arasında 0,99, 5m altında olması durumunda 0,98 değerini almaktadır [9].

Yukarıda açıklanan 25 düzeltme faktörü, K katsayısı ve Eşitlik 4.7. kullanılarak P performans puanı ele alınan 16 yapı için hesaplanabilmektedir.

$$P = K \prod_{i=1}^{25} f_i \quad (4.7.)$$

Burada, f_i yukarıda açıklanan düzeltme faktörlerini temsil etmektedir. 25 düzeltme faktörünün birbirleri ile çarpılması ve elde edilen değer K katsayısı ile çarpılması sonucu P performans puanı elde edilebilmektedir.

Bu şartlar altında kaynak [9]'da gösterildiği şekliyle yöntem yapılara uygulandığında, Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6'da da görüleceği üzere Ankara ilindeki tüm yapıların, düşük risk bölgesinde kaldığı gözlemlenmektedir. İstanbul ili için ele alınan yapının ise, f_{16} deprem bölgesi faktörünün de etkisiyle, 40 ile 15 arasındaki bant genişliğine düşerek şüpheli risk bölgesinde kaldığı görülmektedir. Son olarak, 15 ve 16 sütunlarında, Yunanistan'da bulunan yapıların da düşük risk bölgesinde kaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.5. P25 puanlama yöntemi sonuçları

	1 Ankara Yurt	2 Ankara Konut	3 Ankara Okul	4 Ankara Okul	5 Ankara Konut	6 Ankara Okul	7 Ankara Konut	8 Ankara Konut
K	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
f_1	0,98	0,98	1,00	1,00	0,98	0,98	1,00	1,00
f_2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_3	0,92	1,00	1,00	1,00	0,92	1,00	1,00	1,00
f_4	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00
f_5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_6	0,96	1,00	0,96	1,00	1,00	0,92	0,96	1,00
f_7	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98	0,98	0,96
f_8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_9	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00
f_{10}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90
f_{11}	1,00	0,90	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00
f_{12}	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
f_{13}	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
f_{14}	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
f_{15}	0,67	1,00	0,67	0,67	1,00	0,67	1,00	1,00
f_{16}	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
f_{17}	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
f_{18}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_{19}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_{20}	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_{21}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_{22}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_{23}	1,00	0,94	1,00	0,94	0,94	1,00	1,00	1,00
f_{24}	0,98	0,96	1,00	0,98	0,96	1,00	0,98	0,98
f_{25}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P	54,86	77,97	61,47	60,80	57,96	57,73	82,11	83,78

Çizelge 4.6. P25 puanlama yöntemi sonuçları

	9 Ankara Yurt	10 Ankara Konut	11 Ankara Konut	12 Ankara Konut	13 Ankara Konut	14 İstanbul Konut	15 Yunanistan Konut	16 Yunanistan Konut
K	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
f_1	0,98	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00	0,98	1,00
f_2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_4	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
f_5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_7	1,00	1,00	0,98	1,00	0,98	0,98	1,00	1,00
f_8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_9	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	0,90
f_{10}	1,00	0,90	0,90	0,90	1,00	0,90	1,00	1,00
f_{11}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_{12}	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
f_{13}	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
f_{14}	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
f_{15}	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_{16}	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,33	1,33
f_{17}	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
f_{18}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98
f_{19}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00
f_{20}	1,00	1,00	0,98	0,98	0,96	1,00	0,98	0,98
f_{21}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_{22}	1,00	1,00	0,90	0,90	0,80	1,00	0,90	0,90
f_{23}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,94
f_{24}	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
f_{25}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P	62,75	77,76	74,68	73,16	72,98	37,72	49,27	47,26

4.8. FEMA Hızlı Görsel Tarama Yönteminin Uygulanması

Çalışmanın bu bölümünde, değerlendirme kapsamına aldığımız Bölüm 4.5'te sunulan 16 yapı üzerine FEMA'nın seviye 1 Hızlı Görsel Tarama yöntemi uygulanmıştır.

Değerlendirme sonuçları, Çizelge 4.7’de verilmektedir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere, Ankara ilinden seçilen 2 yığma yapının barındırdıkları yapısal düzensizlikler ve yönetmelik öncesi yapılmış olmaları sebebiyle, Cut-off olarak belirlenen sınır değerinin altında kaldıkları görülmektedir. Öte yandan, 10., 15. ve 16. yapıların skorları, 2’nin üstünde olmasına karşılık, bitişik nizam ve bitişigindeki yapı ile kat seviyeleri farklı olduğundan, detaylı incelemeye tabi tutulmaları gerekmektedir. Eğer detaylı inceleme gerçekleştirmek istenmiyorsa, seviye 2 tarama sonucu S_{L2} değerinin 2’nin üzerinde gerçekleşmesi gerekmektedir. İstanbul ilinde yer alan yapının bulunduğu coğrafi konumu sonucu, yüksek riskli bölgeler için hazırlan form seçildiğinden 2,0 olarak belirlenen sınır değerin altında kaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.7. FEMA hızlı görsel tarama sonuçları

	Bina Türü ve Konumu	S_{L1}	S_{MIN}	Cut-off
1	Yurt (Ankara)	2,6	0,3	2,0
2	Konut (Ankara)	-0,1	0,2	2,0
3	Okul (Ankara)	4,1	0,3	2,0
4	Okul (Ankara)	0,9	0,2	2,0
5	Konut (Ankara)	-0,1	0,2	2,0
6	Okul (Ankara)	1,0	0,3	2,0
7	Konut (Ankara)	3,0	0,3	2,0
8	Konut (Ankara)	2,1	0,3	2,0
9	Yurt (Ankara)	1,3	0,3	2,0
10	Konut (Ankara)	3,0	0,3	2,0
11	Konut (Ankara)	3,0	0,3	2,0
12	Konut (Ankara)	2,2	0,3	2,0
13	Konut (Ankara)	3,0	0,3	2,0
14	Konut (İstanbul)	1,3	0,3	2,0
15	Konut (Yunanistan)	2,9	0,3	2,0
16	Konut (Yunanistan)	3,4	0,3	2,0

5. BULGULAR

Oluşturulan modellerin performansı kullanılan veri setlerine ve epoch değerlerine bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilmektedir. Örneğin, duvarlarda oluşan çatlakları tespit etmek için oluşturulan modelde, VGG16 mimarisi kullanılarak test verisi üzerinden %99,6 oranında doğruluk ile modeller arasında en yüksek doğruluk oranı elde edilmektedir. Yapıda yumuşak kat bulunup bulunmaması durumu için oluşturulan modelde ise test verisi üzerinden doğruluk oranı %68,32 olarak gerçekleştirilerek modeller arasında en düşük doğruluk oranı elde edilmektedir. Eğitilen modeller için elde edilen doğruluk değerleri aşağıda Çizelge 5.1.'de verilmektedir.

Hazırlanan çalışmanın gerçek yapıları üzerinde ve genellikle Türkiye'deki yapı stoğuna uyumluluğu Bölüm 4.5'te ele alınmaktadır. Yapılar üzerinde gerçekleştirilen bu denemeler sonucunda, tahminlerin nispeten test verisi üzerinden elde edilen doğruluk oranları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak zeminde kayma yarıma, bina taşıyıcı sistemi, bina görsel kalitesi, kısa kolon oluşması ve zeminde eğilme durumları için aynı durum söz konusu değildir. Bahsi geçen parametrelerde binalar üzerinden elde edilen tahminler, test verisindeki doğruluk oranlarının gerisinde kaldığı görülmektedir.

Çizelge 5.1. Eğitim sonucunda elde edilen doğruluk oranları

Parametre	Doğruluk Oranı	Geçer Yapıları Üzerinde Oran
Beton yüzeyde çatlakların görülmesi	%99,83	%100,00
Beton yüzeyde dökülmelerin görülmesi	%99,92	%100,00
Yüzeyde bozulmaların görülmesi	%90,30	%87,50
Kat planı düzeni	%82,78	%81,30
Yumuşak katın olup olmaması	%68,32	%62,50
Zeminde kayma yarıma olup olmaması	%97,78	%75,00
Binanın taşıyıcı sistemi	%96,97	%56,30
Binanın görsel kalitesi	%98,61	%68,80
Binada gözle görülür eğilme durumu	%73,33	%37,50
Donatının korozyona uğraması durumu	%93,21	%100,00
Katlar arası seviye farkı	%72,22	%62,50
Kısa kolon oluşması durumu	%96,7	%62,50
Tavan duvar veya zemin duvar arasında ayrışma	%91,11	%87,50
Yapıda ağır çıkma durumu	%83,3	%68,80
Zemin eğimi	%93,94	%62,50

Öte yandan binada gözle görülür eğilme durumu, gerçek yapılar üzerindeki testlerde %37,5 ile en düşük orana sahiptir. 16 yapının hiçbirinde eğilme durumu bulunmamasına rağmen modelin 10 yanlış tahmin gerçekleştirdiği görülmektedir. Bunda en büyük etken, yapıda eğilme durumunun, 400 görselden oluşan veri seti ve bununla beraber görüntü sınıflandırma yöntemi ile etkili bir şekilde eğitilememiş olmasıdır.

Bölüm 4'te üzerinde durduğumuz, modellerin eğitimi sonucunda oluşturulan kod sayesinde kullanıcıya kolay anlaşılır bir ortam sunulmaktadır. Kullanıcının girdiği bilgiler ışığında ve görsellerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kodun bir performans puanı belirlemesi ve belirlenen bu performans puanı sayesinde raporlar hazırlaması kullanıcıya büyük bir avantaj sağlamaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın sonucunda yapay zekâ tekniği olan evrişimli sinir ağlarının ve bununla beraber oluşturulan modellerde VGG-16 mimarisinin etkisi araştırılmıştır. Sonuçlara bakıldığında VGG-16 mimarisinde, ikili sınıflandırma yöntemi, belirlenen başlığa uygun veri setinin kullanımı ve yeterli miktarda görsel kullanımı sayesinde başarılı sonuçların elde edildiği görülmüştür. Böylelikle, hızlı değerlendirme yöntemleri ile beraber yapay zekânın etkili bir şekilde kullanımının mümkün olduğu bir kez daha anlaşılmıştır.

Oluşturulan modellerin sonuçları incelendiğinde uygun veri setleri oluşturulduğu takdirde modellerdeki doğruluk oranlarının arttığı görülmektedir. Böylelikle modeller tahminde bulunması istenildiğinde daha doğru değerler elde edilebilmektedir. Yapılan bu çalışma sayesinde zamandan ve maliyetten tasarruf sağlayan, yapay zekâ destekli hızlı bir yapı değerlendirme yönteminin geliştirilmesinin önü açılmıştır.

Uygulamanın gerçek binalar üzerinde denenmesi aşamasında, Çizelge 4.4. incelendiğinde, doğru tahmin edilen parametre ortalamasının, %74,17 seviyelerinde kaldığı görülmektedir. Burada en önemli etken, kimi parametreleri eğitmek için oluşturulan veri setindeki görseller ile tahminde bulunulması istenilen görselin farklı özelliklere sahip olmasıdır. Örneğin; bazı kusur içermeyen asfalt yüzeylerin tahmini sonucunda, kayma veya yarık tahmininde bulunması, üzerine gölge düşen ya da su izleri bulunan zeminleri yarık olarak görmesidir. Bir başka örnek ise, betonarme yapı olmasına rağmen, duvarlardaki dolgu duvar süslemeleri veya ağaçların, bilgisayarı yanıltarak betonarme olmayan yapı olarak tahmin etmesidir. Bu durumun üstesinden gelebilmek için yapılabilecek işlemlerden bir tanesi, veri setine uygun görseller eklemek olabilir. Örneğin; zeminde yarık veya kayma durumunda bilgisayarın kusursuz asfalt yüzeyleri doğru tahmin edebilmesi için, veri seti, olumsuzluk içermeyen asfalt yüzeyler ile zenginleştirilebilir. Bunun yanı sıra, VGG16 mimarisi harici ve görüntü sınıflandırma dışındaki yöntemlere başvurulabilir.

Hazırlan yapay zeka yöntemi ile Bölüm 4.7. ve Bölüm 4.8’de üzerinde durulan diğer hızlı değerlendirme yöntemleri kıyaslandığında FEMA’nın Hızlı Görsel Tarama yöntemi ile daha uyumlu olduğu söylenilebilir. Bunda en önemli etken P25 yönteminde hesaplanabilmesi için yapının detaylı çizimlerine ihtiyaç duyulan K katsayısıdır.

Çalışma esnasında karşılaşılan en önemli kısıtlılıklardan bir tanesi hazır veri setlerinin bulunamadığı durumlarda ortaya çıkmıştır. Oluşturulan yeni veri setlerinde image.google.com veya farklı tarayıcılardan faydalanılması, görüntülerin toplanması aşamasında kimi zaman kaliteli, yüksek çözünürlüklü veya yapılan çalışma için elverişli görüntülere ulaşılmasını zorlaştırmıştır. Bunun neticesinde kimi başlıklar için hedeflenen doğruluk oranları elde edilememiştir. Bu durumu karşı karşıya kaldığımız 3 başlık, yumuşak kat, katlar arası seviye farkı ve binada gözle görülür eğilme modellerinde elde edilen düşük doğruluk oranları ile görülmüştür. Yapıda yumuşak kat bulunup bulunmaması için eğitilen modelde kullanılan veri setinin yeterli olmasına rağmen, görüntülerin Google Street View görüntüleri olması, kimi görüntülerin açık olmaması ve üzerinde işlem yapılmadan kullanılmış olması doğruluk oranının düşük kalmasına neden olmaktadır. Diğer iki başlıkta ise kullanılan verilerin azlığı ile beraber bazılarının belirgin olamaması değerin düşük çıkması ile sonuçlanmıştır.

Bunun yanı sıra program hazırlanırken bölgenin depremselliği dikkate alınmadan bir performans puanı elde edilmektedir. Ancak çalışmanın devam etmesi durumunda binanın bulunduğu konumun depremselliğini göz önüne alan bir başlık eklenebilir ve elde edeceğimiz performans puanında bu başlıkta dikkate alınabilir. Ayrıca eğitim aşamasında VGG-16 mimarisi kullanılmış ve başarılı sonuçlar vermiştir. Fakat literatürdeki diğer mimariler veya oluşturacağımız yeni bir mimari ile performans karşılaştırması yapılabilir. Bunun haricinde modellerin eğitimleri CPU üzerinden gerçekleşmiştir. Literatürde yapılan araştırmalar sonucu ise modellerin GPU üzerinden eğitimlerinin daha az zaman alacağı görülmektedir. Bu vesile ile hazırlanmış modeller GPU üzerinden de eğitilip zaman tasarrufu sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Federal Acil Durum Yönetim Kurumu. (2015). *Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook*. Haziran 1990. Washington DC: Applied Technology Council, Federal Emergency Management Agency. 154.
2. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2019). *Afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi hakkında kanunun uygulama yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*. T.C. Resmi Gazete: 30688, 16 Şubat 2019.
3. Alt Yapı ve Ulaştırma Bakanlığı Deprem Tasarımı ve Koruma Organizasyonu. (2020). *Kamu ve kamu hizmet binalarının deprem öncesi muayenesi*. 32 Xanthou St. , TK 15451, Athens, Greece.
4. Japan Building Disaster Prevention Association. (1990). *Standart for evaluation of seismic capacity of existing reinforced concrete buildings*. Tokyo.
5. Sucuoglu, H., and Yazgan, U. (2003). Simple survey procedures for seismic risk assessment in urban building stocks. in: Wasti ST, Ozcebe G (ed.) of seismic assessment and rehabilitation of existing buildings. *Earth and Environmental Sciences*, 29, 97- 118.
6. Bal, İ. E., Tezcan, S. S., ve Gülay, F. G. (2007). *Betonarme binaların göçme riskinin belirlenmesi için p25 hızlı değerlendirme yöntemi*. 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye, 16-20 Ekim, 661-673.
7. Bal İ. E. (2005). *Deprem etkisindeki betonarme binaların göçme riskinin hızlı değerlendirme yöntemleri ile belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 16-36.
8. Tural, M. (2014). *Betonarme yapıların deprem güvenilirliklerinin hızlı değerlendirme yöntemleri ile karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 31-32.
9. Tüysüz, S. (2007). *Betonarme binaların göçme riskinin hızlı değerlendirme yöntemleri ile belirlenmesi: P25 puanlama yöntemi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 24-41.
10. Çelik, T., Özturun, N. K., Damcı, E., Yıldızlar, B., Gürsoy, G. (2003). *Bakırköy özelinde türkiye genelinde yapı durum tespiti için bir algoritma*. Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye, 26-30 Mayıs, 63-64.
11. Hassan, A.F. ve Sözen, M.A. (1997). Seismic vulnerability assessment of low rise buildings in regions with infrequent earthquakes. *ACI Structural Journal*, V.94, No.1, January-February, 31-39.
12. Gülkan, P. ve Sözen, M.A. (1999). Procedure for determining seismic vulnerability of building structures. *ACI Structural Journal*, V.96, No.3, May-June, 336-342.

13. Çelik, C. O., İlki, A., Yalçın, C., ve Yüksel, E. (2007). *Doğu ve batı avrupa kentlerinde değişik tip binaların deprem riskinin hızlı değerlendirmesi üzerine bir deneyim*. 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
14. Altıner, M. (2008). *Deprem etkisindeki betonarme binaların göçme riskinin saptanması için hızlı değerlendirme yöntemleri*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 6-9.
15. Celep, Z. ve Kumbasar, N. (2000). *Deprem mühendisliğine giriş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı*. İstanbul, Beta Yayınevi.
16. Yağcıoğlu, A.A. (2003). *Mevcut bir betonarme binanın yapısal çözümlemesi ve sismik indeks yöntemine göre incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-2.
17. Tezcan, S. S., Gürsoy M., Kaya E. ve Bal İ. E. (2003). *Depremde can kaybını önleme projesi*. Kocaeli-99 Acil Durum Konferansı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 16-17 Ocak.
18. Özberk, Ö. F. (2009). *Bina performans değerlendirmesinde kapasiteye bağlı ve istatistiksel yöntemlerin karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 31-55.
19. Yakut, A. (2004). Preliminary seismic performance assesment procedure for existing rc buildings. *Engineering Structures*, 1447-1461.
20. Gülkan, P., Sözen, M.A., Ersoy, U., Yorulmaz, M., ve Akar, G. (1997). *Betonarme binaların deprem güvenliğinin tesbiti için alternatif bir yaklaşım*. Türkiye Deprem Vakfı Yayınları, TDV / TR 97-011, İstanbul.
21. Gülkan, P., and Sözen, M. A. (1999). Procedure for determining seismic vulnerability of building structures. *ACI Structural Journal*, V. 96, No.3, pp. 336-342.
22. Gülkan, P., ve Sözen, M. A. (1997). *Binaların deprem hesabında yerdeğiştirme kriterinin uygulanması*. Prof. Dr. A. Rifat Yazar Sempozyumu, İstanbul.
23. Stavros, A., Moretti, M., Panagiotopoulou, D., and Thoma, T. (1999). Post earthquake damage and usability assessment of buildings: further development and applications. European Commison- D.G. *Enviroment Civil Protection Final Report*. EPPO 2. Avrupa Birliği Komisyonu, 1-164.
24. Gürkayak, C. D. (2018). *Evrişimli sinir ağlarında eğitim transferi ile gemi sınıflandırma, doğrulama ve tanıma*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 19-24.
25. Özgenel, Ç. F. (2018). *Derin öğrenme ile çatlak tespiti: mimarlıkta veri tasarımı örnek çalışması*. Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 55-66.
26. Hakan, H. (2019). *Otoyol üst yönlendirici tabelalarının yapay görüntülerle eğitilen evrişimli sinir ağları ile tespiti ve konumlandırılması*. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Teknoloji Enstitüsü, İzmir, 31-37.

27. Daş, F. (2020). *Görüntü tabanlı otomatik yol tespiti ve modellenmesi*. Doktora Tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 87-122.
28. LeCun, Y. (1989). Generalization and network design strategies. *University of Toronto CRG-TR-89-4*, Technical Report, Toronto, 1-17.
29. İnternet: Goodfellow, I., Bengio, Y., and Courville, A. (2016). Deep Learning. London:MIT Press URL: <https://www.deeplearningbook.org/> Son Erişim Tarihi 16.10.2021.
30. Le Cun, Y., Boser, B., Danker, J. S., Howard, R. E., Habbard, W., Jackel, L. D., and Hendersom, D. (1990). Handwritten digit recognition with a backpropagation network. *Advances in neural information processing systems* 2, p 396-404.
31. Le Cun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., and Haffner P. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. *Proceedings of the IEEE* 86.11 (1998): 2278-2324.
32. Bhandare, A., Bhide, M., Gokhale, P., and Chandavarkar, R. (2016). Applications of convolutional neural networks. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 7(5), 2206 2215.
33. Atha, D. and R Jahanshahi, M. (2017). Evaluation of deep learning approaches based on convolutional neural networks for corrosion detection. *Structural Health Monitoring*, 1–19.
34. Krizhevsky, A., Ilya S., and Geoffrey E. H. (2012). *Imagenet classification with deep convolutional neural networks*. Advances in neural information processing systems 25 (NIPS 2012), Nevada.
35. Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., and Sermanet, P. (2015). *Going deeper with convolutions*. Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Boston.
36. Karen, S., and Zisserman, A. (2015). *Very deep convolutional networks for large-scale image recognition*. ICLR 2015, San Diego.
37. Matthew, D. Z., and Fergus, R. (2014). *Visualizing and understanding convolutional networks*. European Conference on Computer Vision. Springer International Publishing, Switzerland.
38. He, K., Zhang, X., Ren, S., and Sun, J. (2016). *Deep residual learning for image recognition*. Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Las Vegas.
39. İnternet: URL: <https://mustafaserdarkonca.medium.com/evri%C5%9Fimli-sinir-a%C4%9Flar%C4%B1-convolutional-neural-networks-cnn-74b3d4a567f9> Son Erişim Tarihi 16/10/2021.
40. İnternet: URL: <https://stanford.edu/~shervine/l/tr/teaching/cs-230/cheatsheet-convolutional-neural-networks> Son Erişim Tarihi 16/10/2021.
41. İnternet: Özgenel, Ç. F. (2019). Concrete crack images for classification. mendeley Data V2, URL: [doi: 10.17632/5y9wdsg2zt.2](https://doi.org/10.17632/5y9wdsg2zt.2) Son Erişim Tarihi 16/10/2021.

42. Özgenel, Ç.F., Gönenç Sorguç, A. (2018). *Performance comparison of pretrained convolutional neural networks on crack detection in buildings*. ISARC 2018, Berlin.
43. Zhang, L., Yang, F., Zhang, Y. D., and Zhu, Y. J. (2016). *Road crack detection using deep convolutional neural network*. IEEE International Conference on Image Processing 2016(ICIP), Phoenix, Arizona.
44. Yang, L., Li, B., Li, W., Liu, Z., Yang, G., and Xiao, J. (2017). *Deep Concrete Inspection Using Unmanned Aerial Vehicle Towards CSSC Database*. 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), IROS 2017, Vancouver.
45. Yang, L., Li, B., Li, W., Liu, Z., Yang, G., and Xiao, J. (2017). *A Robotic System Towards Concrete Structure Spalling And Crack Database*. 2017 IEEE Int. Conf. on Robotics and Biomimetics (ROBIO 2017), Macau.
46. Mundt, M., Majumder, S., Murali, S., Panetsos, P., and Ramesh, V. (2019). *Meta-learning convolutional neural architectures for multi-target concrete defect classification with the CONcrete DEfect BRIDGE IMage Dataset*. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2019), Long Beach.
47. İnternet: Ahti K., Juha Y., Markus H., Antti K., and Juho K.. (2019). CubiCasa5K: A Dataset and an Improved Multi-Task Model for Floorplan Image Analysis URL: (<https://github.com/CubiCasa/CubiCasa5k>). Son Erişim Tarihi 16/10/2021.
48. İnternet: SimCenter. (2020). Soft-story Buildings Street View Images [Data set] URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4092974>. Son Erişim Tarihi 16/10/2021.
49. İnternet: Wang. C. (2021). Soft-story Buildings Street View Images Validation Dataset (v0.1) [Data set]. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4508433>. Son Erişim Tarihi 16/10/2021.
50. Tekel M. G.(2019). *Mobil cihazlarda, yapılarda görsel inceleme yöntemleri ile depreme karşı risk değerlendirmesi yapılması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 9-25.
51. Torkul, O., Gülseçen, S.,Uyaroglu, Y., Çagıl, G., and Uçar, M. (2017) *Mühendislikte yapay zeka ve uygulamaları*, Sakarya Üniversitesi Kütüphanesi Yayınevi.
52. Nagpal, A., and Gabrani, G. (2019). *Python for data analytics, scientific and technical applications*. School of Computer Science and Engineering, Vellore Institute of Technology, Vellore, School of Engineering and Technology, BML Munjal University, IEEE 2019, Gurugram.
53. Dinga, L., Fanga, W., Luoa, H., Lovec, P., Zhonga, B., and Ouyangd, Xi. (2018). A deep hybrid learning model to detect unsafe behavior: Integrating convolution neural networks and long short-term memory. *Automation in Construction*. Volume 86, 118-124.
54. Gibb, S., La, H.M., and Louis, S. (2018). *A genetic algorithm for convolutional network structure optimization for concrete crack detection*. 2018 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), Rio de Janeiro, Brazil.

55. Słonski, M., Schabowicz, K., and Krawczyk, E. (2020). Detection of flaws in concrete using ultrasonic tomography and convolutional neural networks. *Materials* 2020. 13(7), 1557.
56. Gulgec, N. S., Takáč, M., and Pakzad, S. N. (2019). Convolutional Neural Network Approach for Robust Structural Damage Detection and Localization. *Journal of Computing in Civil Engineering*. Volume 33 Issue 3.
57. Nolte, M., Kister, N., and Maurer, M. (2018). *Assessment of deep convolutional neural networks for road surface classification. 21st international conference on intelligent transportation systems (ITSC)*. Maui, Hawaii, USA.
58. Cha, Y., Choi, W., Suh, G., Mahmoudkhani, S., and Büyüköztürk, O. (2017). Autonomous Structural Visual Inspection Using Region-Based Deep Learning for Detecting Multiple Damage Types. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, p. 1–17.
59. Nia, K. R., and Mori, G. (2017). *Building damage assessment using deep learning and ground-level image data*. 14th Conference on Computer and Robot Vision, Edmonton, AB, Canada.
60. Fujita, A., Sakurada, K., Imaizumi, T., Ito, R., Hikosaka, S., and Nakamura, R. (2017). *Damage detection from aerial images via convolutional neural networks*. Fifteenth IAPR International Conference on Machine Vision Applications (MVA) Nagoya University, Nagoya, Japan.
61. Wu R. and Jahanshahi, M. R., A.M.ASCE. (2018). deep convolutional neural network for structural dynamic response estimation and system identification. *Journal of Engineering. Mechanics*, 145(1): 04018125.
62. Tong, Z., Gao, J., and Zhang, H. (2017). Innovation for evaluating aggregate angularity based upon 3D convolutional neural network. *Construction and Building Materials* 155 (2017) 919-929.
63. Tong, Z., Gao, J., Han, Z., and Wang, Z. (2017). Recognition of asphalt pavement crack length using deep convolutional neural networks. *Road Materials and Pavement Design*, p 1334-1349.
64. Nex, F., Duarte, D., Tonolo, F. G., and Kerle, N. (2019). structural building damage detection with deep learning: assessment of a state-of-the-art CNN in operational conditions. *Remote Sens.* 2019, 11, 2765.

EKLER

EK-1. FEMA P-154 veri toplama formu (seviye 1)

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards FEMA P-154 Data Collection Form															Level 1 VERY HIGH Seismicity				
PHOTOGRAPH										Address: _____									
										Zip: _____									
										Other Identifiers: _____									
										Building Name: _____									
										Use: _____									
										Latitude: _____ Longitude: _____									
										S ₁ : _____ S ₂ : _____									
										Screener(s): _____ Date/Time: _____									
										No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built: _____ ☐ EST									
										Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____									
										Additions: ☐ None ☐ Yes, Year(s) Built: _____									
										Occupancy: Assembly ☐ Commercial ☐ Emer. Services ☐ Historic ☐ Shelter Industrial ☐ Office ☐ School ☐ Government Utility ☐ Warehouse ☐ Residential, # Units: _____									
										Soil Type: ☐ A Hard Rock ☐ B Avg Rock ☐ C Dense Soil ☐ D Stiff Soil ☐ E Soft Soil ☐ F Poor Soil ☐ DNK If DNK, assume Type D.									
										Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK									
										Adjacency: ☐ Pounding ☐ Falling Hazards from Taller Adjacent Building									
										Irregularities: ☐ Vertical (type/severity) _____ ☐ Plan (type) _____									
										Exterior Falling Hazards: ☐ Unbraced Chimneys ☐ Heavy Cladding or Heavy Veneer ☐ Parapets ☐ Appendages ☐ Other: _____									
										COMMENTS:									
										Additional sketches or comments on separate page									
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1}																			
FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (IRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (IRF)	C2 (SW)	C3 (URM NF)	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 ₁		-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 ₂		-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 ₁		-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 _{MIN}		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_{L1} ≥ S_{MIN}																			
EXTENT OF REVIEW					OTHER HAZARDS					ACTION REQUIRED									
Exterior: ☐ Partial ☐ All Sides ☐ Aerial Interior: ☐ None ☐ Visible ☐ Entered Drawings Reviewed: ☐ Yes ☐ No Soil Type Source: _____ Geologic Hazards Source: _____ Contact Person: _____					Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation? ☐ Pounding potential (unless S ₂ > cut-off, if known) ☐ Falling hazards from taller adjacent building ☐ Geologic hazards or Soil Type F ☐ Significant damage/deterioration to the structural system					Detailed Structural Evaluation Required? ☐ Yes, unknown FEMA building type or other building ☐ Yes, score less than cut-off ☐ Yes, other hazards present ☐ No Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one) ☐ Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated ☐ No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary ☐ No, no nonstructural hazards identified ☐ DNK									
LEVEL 2 SCREENING PERFORMED? ☐ Yes, Final Level 2 Score, S _{L2} _____ ☐ No Nonstructural hazards? ☐ Yes ☐ No					Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data QR DNK = Do Not Know														
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																			

Resim E.1. FEMA P-154 Yapı inceleme formu (Seviye 1)

EK-1.(devam) FEMA P-154 veri toplama formu (seviye 2)

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards 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.				Level 2 (Optional) VERY HIGH Seismicity	
Bldg Name: _____		Final Level 1 Score: $S_{L1} =$ _____ (do not consider S_{MIN})			
Screener: _____		Level 1 Irregularity Modifiers: $V_{L1} =$ _____ $P_{L1} =$ _____			
Date/Time: _____		ADJUSTED BASELINE SCORE: $S' = (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1}) =$ _____			
STRUCTURAL MODIFIERS TO ADD TO ADJUSTED BASELINE SCORE					
Topic	Statement (if statement is true, circle the "Yes" modifier; otherwise cross out the modifier.)	Yes	No	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		$V_{L2} =$ _____ (Cap at -0.9)
	Weak and/or Soft Story (circle one maximum)	Non-W1 building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-0.2		
		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			
Plan Irregularity, P_{L2}	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		$P_{L2} =$ _____ (Cap at -0.7)	
	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		
	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			
Redundancy	Non-parallel system: There are one or more major vertical elements of the lateral system that are not orthogonal to each other.	-0.2		$P_{L2} =$ _____ (Cap at -0.7)	
	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			
	Other irregularity: There is another observable plan irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-0.5			
Pounding	The building has at least two bays of lateral elements on each side of the building in each direction.	+0.2		$M =$ _____	
	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:				
S2 Building	The floors do not align vertically within 2 feet.	-0.7		(Cap total pounding modifiers at -0.9)	
	One building is 2 or more stories taller than the other.	-0.7			
C1 Building	The building is at the end of the block.	-0.4		(Cap total pounding modifiers at -0.9)	
	"K" bracing geometry is visible.	-0.7			
PC1/RM1 Bldg	Flat plate serves as the beam in the moment frame.	-0.3		(Cap total pounding modifiers at -0.9)	
	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		(Cap total pounding modifiers at -0.9)	
	URM	Gable walls are present.	-0.3		
MH	There is a supplemental seismic bracing system provided between the carriage and the ground.	+0.5		(Cap total pounding modifiers at -0.9)	
	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.				
	Other observed exterior nonstructural falling hazard:				
Interior	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: _____					

Resim E.2. FEMA P-154 Yapı inceleme formu (Seviye 2)

EK-2. Hızlı görsel muayene formu

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ & ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΔΕΛΤΙΟ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΥ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ (5^η Έκδοση, 2020)				
<u>ΕΝΟΤΗΤΑ Α: ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ</u>				
1. ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: _____				
2. ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: _____				
3. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ: _____ Τ.Κ.: _____				
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ φ: _____ λ: _____				
4. ΟΝΟΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ: _____ Τηλ: _____				
5. ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ: _____				
6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΡΗΣΤΗ: _____				
7. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ: _____				
8. ΑΡΜΟΔΙΟΣ ΦΟΡΕΑΣ: _____				
9. ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΠΟΥ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ: _____				
10. ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΟΣΩΠΩΝ ΜΕΧΡΙ 10 10 – 100 > 100 ☐ ☐ ☐				
ΠΟΥ ΣΥΝΑΘΡΟΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ: ☐ ☐ ☐				
<u>ΕΝΟΤΗΤΑ Β: ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ</u>				
11. ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΡΟΦΩΝ: _____ ΥΠΟΓΕΙΩΝ: _____				
12. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΤΟΨΗΣ: _____				
13. ΟΛΙΚΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: _____				
14. ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: _____				
15. ΕΤΟΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ: _____				
16. ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ Η ΜΕΛΕΤΗ: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐				
17. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ Η ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐				
18. ΕΧΕΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΕΙ ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΟ: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐				
19. ΕΧΕΙ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΕΙ / ΕΝΙΣΧΥΘΕΙ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐				
20. ΑΝ ΝΑΙ ΓΙΑ ΠΟΙΑ ΑΙΤΙΑ ΚΑΙ ΠΟΤΕ: _____				
21. ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΤΑ Ε.Α.Κ-2000 Σ1 Σ2 Σ3 Σ4				
22. ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ: _____				
23. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΕΓΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ:				
1. ΟΝΟΜΑ: _____		2. ΟΝΟΜΑ: _____		
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: _____		ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: _____		
ΤΗΛ: _____		ΤΗΛ: _____		
24. ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ: _____				

Resim E.3. Hızlı görsel muayene yapı inceleme formu (Yunanca)

EK-2. (devam) Hızlı görsel muayene formu

ΕΝΟΤΗΤΑ Γ : ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ				
25. Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας κατά Ε.Α.Κ.-2000 (σύμφωνα με τροπ. 2003)				
I ☐	II ☐	III ☐		
26. Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας κατά το χρόνο μελέτης του Κτιρίου				
Πριν το 1995	I ☐	II ☐	III ☐	
Μεταξύ				
1995 και 2003	I ☐	II ☐	III ☐	IV ☐
Μετά το 2004	I ☐	II ☐	III ☐	
27. Κατηγορία Εδάφους κατά Ε.Α.Κ. - 2000				
A ☐	B ☐	Γ ☐	Δ ☐	X ☐
Άγνωστη κατηγορία εδάφους ☐				
ΕΝΟΤΗΤΑ Δ : ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ				
28. Δομικός τύπος του κτιρίου (Σύμφωνα με το συνημμένο πίνακα 1)				
ΟΣα ☐	ΟΣβ ☐	ΟΣγ ☐		
ΠΟΣ1 ☐	ΠΟΣ2 ☐			
ΑΤ ☐	ΔΤ ☐	ΟΤ ☐	ΕΤ ☐	
ΧΛ1α ☐	ΧΛ1β ☐	ΧΛ2α ☐	ΧΛ2β ☐	
ΕΝΟΤΗΤΑ Ε : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ				
(Σημειώστε με Χ τις θετικές απαντήσεις στα παρακάτω ερωτήματα)				
29. Χωρίς αντισεισμικό κανονισμό				☐
30. Έχει αυξηθεί η σπουδαιότητα λόγω αλλαγής της χρήσης				☐
31. Προηγούμενες σεισμικές επιβαρύνσεις				☐
32. Κακή κατάσταση λόγω ελλιπούς συντήρησης/κακοτεχνιών/καθιζήσεων				☐
33. Κίνδυνος κρούσης με γειτονικά κτίρια				☐
34. Μαλακός όροφος				☐
35. Μη κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης σε κάτοψη				☐
36. Μεγάλο ύψος				☐
37. Μη κανονικότητα καθ' ύψος				☐
38. Οριζόντια μη κανονικότητα				☐
39. Ενδεχόμενο στρέψης				☐
40. Κοντά υποστυλώματα				☐

Resim E.4. Hızlı görsel muayene yapı inceleme formu devamı(Yunanca)

EK-3. RYTEİE-2019 betonarme binalar için veri toplama formu

BETONARME BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU					
BİNA KİMLİK BİLGİLERİ				Tarih:	
				Sıra:	
BİNA KİMLİK NO			BİNA FOTOĞRAF (BİNANIN ÖN CEPHESİNDEN VE BİNAYI TEMSİL EDEBİLECEK NET BİR FOTOĞRAF OLMALI)		
İL					
İLÇE					
MAHALLE					
CADDE / SOKAK					
DIŞ KAPI NO					
BİNA ADI					
PAFTA					
ADA					
PARSEL					
UAVT BİNA KODU					
BİNANIN TAHMİNİ YAŞI					
COĞRAFİ KOORDİNATLARI		ENLEM:		BOYLAM:	
YAPI KULLANIM TÜRÜ	☐ KONUT	☐ TİCARET	☐ SANAYİ	☐ KAMU	☐ METRUK
BİNA TEKNİK BİLGİLERİ					
YAPISAL SİSTEM TÜRÜ	☐ BA ÇERÇEVE		☐ BA ÇERÇEVE VE PERDE		
SERBEST KAT ADEDİ (İsk)					
BİNA GÖRSEL KALİTESİ	☐ İYİ		☐ ORTA	☐ KÖTÜ	
YUMUŞAK KAT / ZAYIF KAT	☐ VAR		☐ YOK		
DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK	☐ VAR		☐ YOK		
AĞIR ÇIKMALAR	☐ VAR		☐ YOK		
PLANDA DÜZENSİZLİK	☐ VAR		☐ YOK		
KISA KOLON ETKİSİ	☐ VAR		☐ YOK		
YAPI NİZAMI	☐ AYRIK		☐ BİTİŞİK	☐ KÖŞEDE BİTİŞİK	
BİTİŞİK BİNALARLA DÖŞEME SEVİYESİ	☐ AYNİ		☐ FARKLI		
TABİİ ZEMİN EĞİMİ	☐ DÜZ		☐ EĞİMLİ (Eğim > 30°)		
ZEMİN SINIFI	☐ ZA	☐ ZB	☐ ZC	☐ ZD	☐ ZE
NOT:					

Şekil A.1 Betonarme Binalar İçin Veri Toplama Formu

Resim E.5. Betonarme binalar için veri toplama formu

EK-4. Avrupa komisyonu binaların deprem sonrası hasar değerlendirilmesi raporu

LOCAL AUTHORITY CrewNo:

OFFICE Report No:

TEL:

INSPECTION FORM: RAPID ASSESSMENT (1st) ☐ DETAILED ASSESSMENT* (2nd) ☐

****The information in italics need not be filled in during the rapid (1st) assessment***

A. BUILDING LOCATION AND ID

Street No. Postal Code Town/Municipality

Section No: Block No: Or Streets surrounding block: 1. 2. 3. 4. 5.

Position of building in block: ☐ 1=Free 2=Middle (2 opposite sides free) 3=Corner (2 or 3 sides free)

B. DESCRIPTION OF THE BUILDING

Number of stories ☐☐ Number of apartments ☐☐ Area of story (m2, approx.) ☐☐☐ Year of construction* ☐☐☐☐

Type of structural system: (see back page) ☐☐ Usage: (see back page) GROUND STORY ☐☐ STORIES ☐☐

Soft or weak story (e.g. pilotis, etc) YES ☐ NO ☐ Irregularity ☐ 0=None 1= In height 2= In layout 3= Both

Semi-basement YES ☐ NO ☐ Number of basements ☐ Multi-level foundation YES ☐ NO ☐

* If built in phases (e.g later additions of stories, strengthening, etc.) use latest year and explain in COMMENTS below.

C. DAMAGE (a) SEVERITY (1st BOX) : 1 = None 2 = Slight 3 = Moderate - Heavy 4 = Severe -Total

(b) EXTENT (2nd BOX) : 1 = None 2 = 1 to Few 3 = Few to several 4 = Several to many

COLUMNS ☐ ☐ SHEAR WALLS/ ELEV. SHAFT ☐ ☐ FRAME JOINTS ☐ ☐ BEAMS ☐ ☐

STAIRS ☐ ☐ BEARING WALLS ☐ ☐ INFILL WALLS (masonry, ecc) ☐ ☐

ROOF ☐ CHIMNEYS, PARAPETS ☐ ☐ BUILDING OUT OF PLUMB ☐ ☐

Apparent ground problems: ☐ 1= None 2 = Settlement 3 = Liquefaction 4 = Slope movement

5 = Ground fissures 6 = Rockfalls 7 = Other (explain)

Indirect damage: ☐ 1=None 2=Pounding to adjacent building 3=Fire 4=Other (explain)

Inspected: Exterior ☐ Ground story ☐ 1st story ☐ Other stories ☐

D. OVERALL ASSESSMENT FOR USE (See back page for explanations):

Safe for use (GREEN) ☐ Unsafe for use (YELLOW) ☐ Dangerous for use (RED) ☐

The assessment made is : for the whole building: ☐ for part of the building: ☐

E. HUMAN LOSSES (if known): Number of deaths ☐☐☐ Number of injuries ☐☐☐

F. ACTION TO TAKE: ☐ 1 = None 2 = Remove local hazards* 3 = Urgent support required

4 = Combination of actions 2 and 3 5 = Urgent re-inspection required. 6 = Urgent demolition required

Urgency: ☐ 1 = Low 2 = Medium 3 = High

*** The following elements should be demolished or removed**

Access to the following areas is prohibited and must be blocked.

The following utilities must be disconnected: electricity ☐ water ☐ gas ☐

COMMENTS:

INSPECTION TEAM DATA

1. Signature 2. Signature 3. Signature

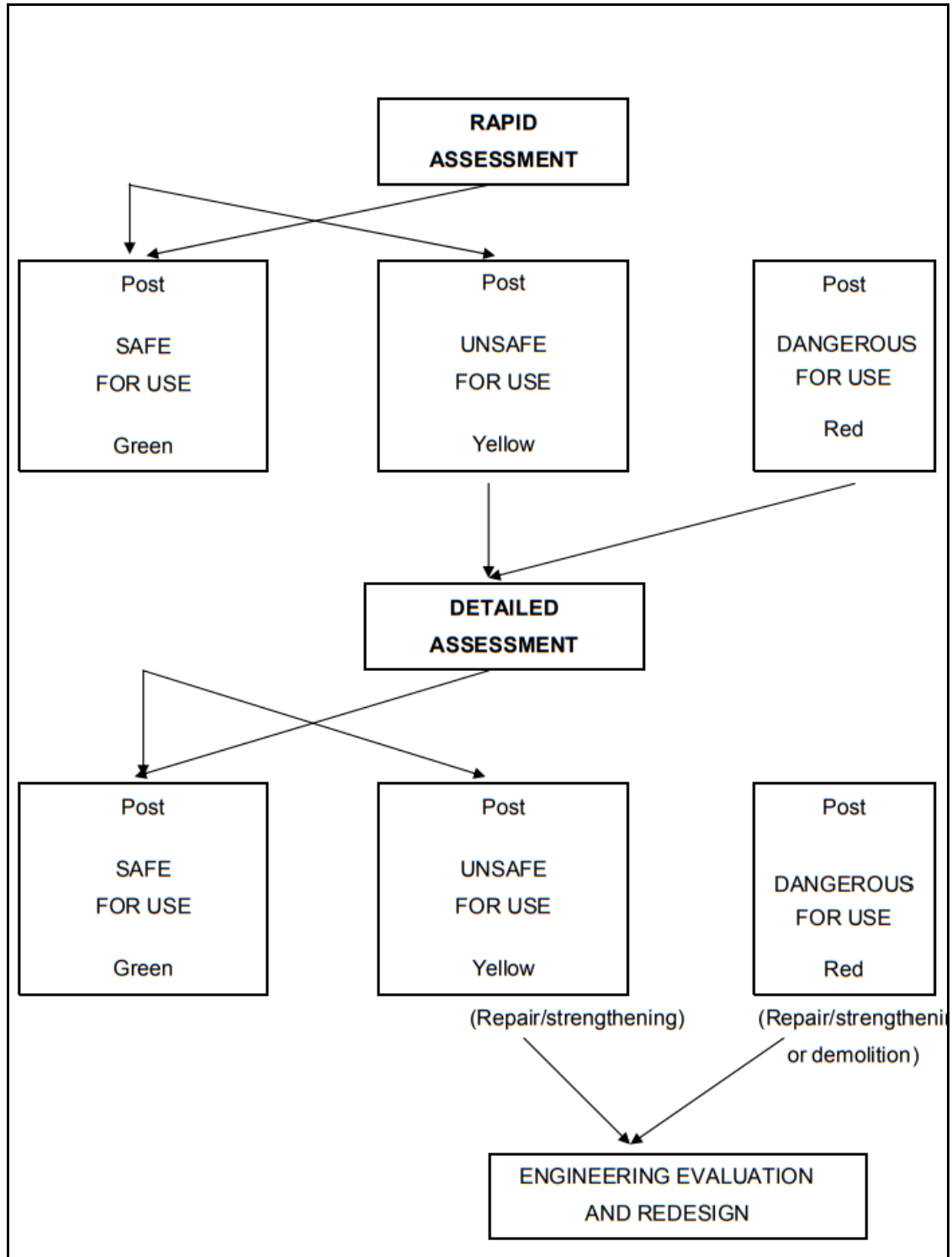
Name/ Title Name/ Title Name /Title

INSPECTION FORM RECEIVED BY: Owner ☐ Building manager ☐ Other ☐

Recipient's Signature Name Date 18

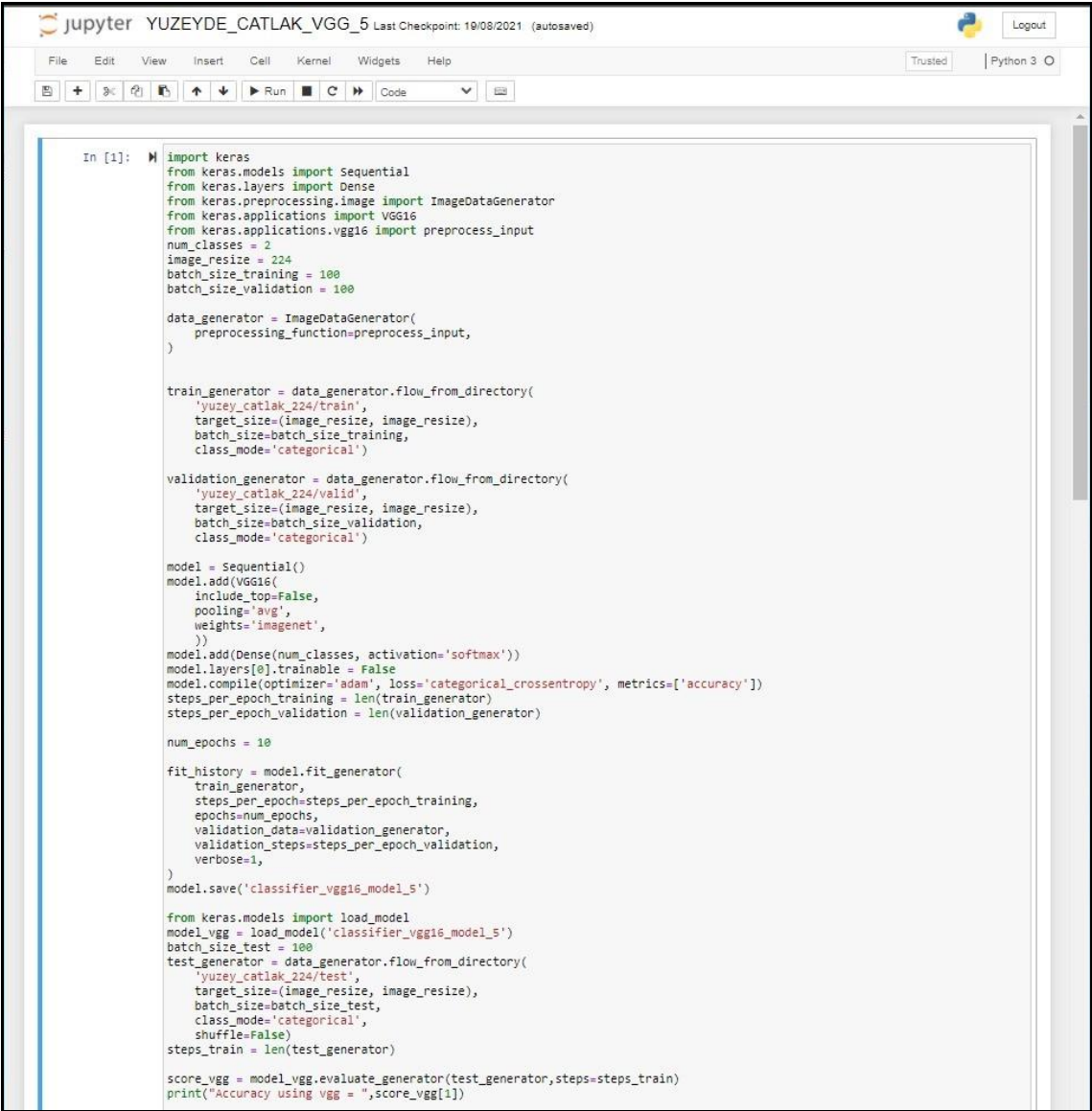
Resim E.6. Avrupa komisyonu binaların deprem sonrası hasar değerlendirilmesi raporu

EK-4. (devam) Avrupa komisyonu binaların deprem sonrası hasar değerlendirilmesi raporu



Resim E.7. Hasar veren bir depremden sonra bina güvenliğinin acil durum değerlendirmesi akış şeması

EK-5. Modelleri eğitmek amacı ile hazırlanan Python kodu



```

In [1]: import keras
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense
from keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
from keras.applications import VGG16
from keras.applications.vgg16 import preprocess_input
num_classes = 2
image_resize = 224
batch_size_training = 100
batch_size_validation = 100

data_generator = ImageDataGenerator(
    preprocessing_function=preprocess_input,
)

train_generator = data_generator.flow_from_directory(
    'yuzey_catlak_224/train',
    target_size=(image_resize, image_resize),
    batch_size=batch_size_training,
    class_mode='categorical')

validation_generator = data_generator.flow_from_directory(
    'yuzey_catlak_224/valid',
    target_size=(image_resize, image_resize),
    batch_size=batch_size_validation,
    class_mode='categorical')

model = Sequential()
model.add(VGG16(
    include_top=False,
    pooling='avg',
    weights='imagenet',
))
model.add(Dense(num_classes, activation='softmax'))
model.layers[0].trainable = False
model.compile(optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])
steps_per_epoch_training = len(train_generator)
steps_per_epoch_validation = len(validation_generator)

num_epochs = 10

fit_history = model.fit_generator(
    train_generator,
    steps_per_epoch=steps_per_epoch_training,
    epochs=num_epochs,
    validation_data=validation_generator,
    validation_steps=steps_per_epoch_validation,
    verbose=1,
)
model.save('classifier_vgg16_model_5')

from keras.models import load_model
model_vgg = load_model('classifier_vgg16_model_5')
batch_size_test = 100
test_generator = data_generator.flow_from_directory(
    'yuzey_catlak_224/test',
    target_size=(image_resize, image_resize),
    batch_size=batch_size_test,
    class_mode='categorical',
    shuffle=False)
steps_train = len(test_generator)

score_vgg = model_vgg.evaluate_generator(test_generator, steps=steps_train)
print("Accuracy using vgg = ", score_vgg[1])

```

Resim E.8. Yüzeyde oluşan çatlakları tespit etmede kullanılan Python kodu

EK-5. (devam) Modelleri eğitmek amacı ile hazırlanan Python kodu

```

Found 28000 images belonging to 2 classes.
Found 6000 images belonging to 2 classes.

C:\Users\Emre\anaconda3\envs\PythonCPU\lib\site-packages\tensorflow\python\keras\engine\training.py:1844: UserWarning: 'Model.fit_generator' is deprecated and will be removed in a future version. Please use 'Model.fit', which supports generators.
  warnings.warn('Model.fit_generator' is deprecated and

Epoch 1/10
280/280 [=====] - 1204s 4s/step - loss: 0.4170 - accuracy: 0.8373 - val_loss: 0.0394 - val_accuracy: 0.9893
Epoch 2/10
280/280 [=====] - 1214s 4s/step - loss: 0.0269 - accuracy: 0.9938 - val_loss: 0.0223 - val_accuracy: 0.9943
Epoch 3/10
280/280 [=====] - 1222s 4s/step - loss: 0.0155 - accuracy: 0.9960 - val_loss: 0.0163 - val_accuracy: 0.9950
Epoch 4/10
280/280 [=====] - 1225s 4s/step - loss: 0.0122 - accuracy: 0.9966 - val_loss: 0.0133 - val_accuracy: 0.9953
Epoch 5/10
280/280 [=====] - 1237s 4s/step - loss: 0.0088 - accuracy: 0.9975 - val_loss: 0.0117 - val_accuracy: 0.9957
Epoch 6/10
280/280 [=====] - 1250s 4s/step - loss: 0.0085 - accuracy: 0.9975 - val_loss: 0.0105 - val_accuracy: 0.9962
Epoch 7/10
280/280 [=====] - 1245s 4s/step - loss: 0.0059 - accuracy: 0.9982 - val_loss: 0.0096 - val_accuracy: 0.9963
Epoch 8/10
280/280 [=====] - 1236s 4s/step - loss: 0.0066 - accuracy: 0.9983 - val_loss: 0.0083 - val_accuracy: 0.9973
Epoch 9/10
280/280 [=====] - 1300s 5s/step - loss: 0.0052 - accuracy: 0.9992 - val_loss: 0.0080 - val_accuracy: 0.9972
Epoch 10/10
280/280 [=====] - 1351s 5s/step - loss: 0.0045 - accuracy: 0.9989 - val_loss: 0.0075 - val_accuracy: 0.9972
INFO:tensorflow:Assets written to: classifier_vgg16_model_5/assets
Found 6000 images belonging to 2 classes.

C:\Users\Emre\anaconda3\envs\PythonCPU\lib\site-packages\tensorflow\python\keras\engine\training.py:1877: UserWarning: 'Model.evaluate_generator' is deprecated and will be removed in a future version. Please use 'Model.evaluate', which supports generators.
  warnings.warn('Model.evaluate_generator' is deprecated and

Accuracy using vgg = 0.9983333349227905
Found 1 images belonging to 1 classes.

```

Resim E.9. Yüzeyde oluşan çatlakları tespit etmede kullanılan Python kodu, eğitim sonuçları

EK-6. TBDY-2018’de yer alan yerel zemin sınıfları

Çizelge E.1. TBDY-2018’e göre yerel zemin sınıfları

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

EK-7. TBDY-2018’de yer alan bina kullanım sınıfları ve önem katsayıları

Çizelge E.2. TBDY-2018’e göre bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. c) Müzeler d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
BKS = 2	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.2
BKS = 3	Diğer binalar BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

EK-8. Kodun çalıştırılması sonucu oluşturulan TXT formatında rapor

```

Results.txt - Not Defteri
Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım
SONUÇLAR

BINA KİMLİK BİLGİLERİ

BINA KİMLİK NO: 1231354879
İL : ANKARA
İLCE : MAMAK
MAHALLE : HARMAN
CADDE/SOKAK : 155.
KAPI NO : 1
BINA ADI : OZSSOY
ADA : 1
PAFTA : 1
COGRAFI KOORDİNATLAR
ENLEM : 41.06563
BOYLAM : 29.65364

BINA TEKNİK BİLGİLERİ (YAZILI)

1.Binanizin yapım yılı : 2000
2.Binanın tbdy 2018'e göre zemin sinifi : ZB
3.TBDY-2018'e göre bina kullanım turu : KONUT
4.Betonarme yapısal sistem turu : BA CERCEVE
5.Yapımı esnasında kullanılan deprem yönetmeliği : ABYYHY-1998
6.Binaya ek yapılmış mı? : EVET
6.1.ek yapım yılı? : 2005
7.Binada devam eden çatlak oluşumu durumu : YOK
8.Binanın düşey taşıyıcı elemanlarında düzensizlik durumu : VAR
9.Kapı ya da pencere koselerinde çatlak oluşumu : YOK
10.Binada mevcut hasar : YOK
11.Binanın komşu binalarla olan nizami : BITİSİK
12.Binanın duvar birleşim noktalarında çatlama ayrılma var mı? : YOK
13.Binada daha önce onarılmış ve tekrar oluşan hasalar var mı? : YOK
14.Binada kapı ve pencere camlarında sebepsiz çatlamalar var mı? : YOK
15.Binada ek varsa aşağıdakilerden hangisi yapılmıştır? : B

```

Resim E.10. TXT raporu

EK-8. (devam) Kodun çalıştırılması sonucu oluşturulan TXT formatında rapor

```

Results.txt - Not Defteri
Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım

BINA TEKNİK BİLGİLERİ (GORSEL-CNN-VGG16)

1.Yüzeyde bozulmalar : YÜZEYDE BOZUKLUK YOK
2.Kat planı düzeni : DÜZENSİZ!!!!!!
3.Yumusak kat varlığı : YUMUSAK VEYA ZAYIF KAT YOK
4.Betonarme yüzeylerde dokulmelerin görülmesi : DOKULME VAR!!!
5.Betonarme yüzeylerde çatlak olup olmaması : ÇATLAK VAR!!!
6.Bina çevresindeki zeminde kayma yarıma görülmesi : ZEMİNDE KAYMA YARILMA VAR!!!!
7.Binanın taşıyıcı sistemi : BETONARME OLMAYAN BINA
8.Tavan duvar veya zemin duvar arasında ayrışma : BİRLESİM YERLERİNDE AYRILMA VAR!!!!
9.Zemin eğimi : ZEMİN EĞİMİ VAR!!!!
10.Bina görsel kalitesi : BINA GÖRSELİ KALİTESİ KOTU!!!!
11.Katlar arası seviye farkı : KATLAR ARASI SEVİYE FARKI VAR!!!!
12.Yapıda ağır çıkma : AĞIR ÇIKMA YOK
13.Donati korozyonu : DONATI KOROZYONU VAR!!!!
14.Kısa kolon : KISA KOLON VAR!!!!
15.Binada gözle görülür eğilme : BINADA EGİLME YOK

UYARILAR!!!!!!

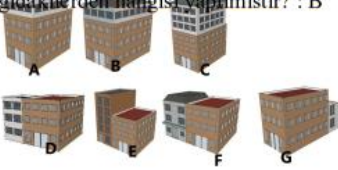
YAPININ PERFORMANSI

YAPININ PERFORMANS PUANI=57.33333333333336
YAPININ ETİKETİ=ACIK YESİL

```

Resim E.11. TXT raporu, etiketin elde edilmesi

EK-9. Kodun çalıştırılması sonucu oluşturulan PDF formatında rapor

BINA STABILITESİ TAHMINİ	
SONUCLAR : 1231354879	
SONUCLAR	
BINA KIMLIK BİLGİLERİ	
BINA KIMLIK NO: 1231354879 IL : ANKARA ILCE : MAMAK MAHALLE : HARMAN CADDE/SOKAK : 155. KAPI NO : 1 BINA ADI : OZSSOY ADA : 1 PAFTA : 1 COGRAFI KOORDİNATLAR ENLEM : 41.06563 BOYLAM : 29.65364	
	
BINA TEKNİK BİLGİLERİ (YAZILI)	
1.Binanizin yapım yılı : 2000 2.Binanin tbdy 2018'e göre zemin sınıfı : ZB 3.TBDY-2018'e göre bina kullanım turu : KONUT 4.Betonarme yapısal sistem turu : BA CERCEVE 5.Yapımı esnasında kullanılan deprem yönetmeliği : ABYYHY-1998 6.Binaya ek yapılmış mı? : EVET 6.1.ek yapım yılı? : 2005 7.Binada devam eden çatlak oluşumu durumu : YOK 8.Binanin duşey taşıyıcı elemanlarında düzensizlik durumu : VAR 9.Kapı ya da pencere köşelerinde çatlak oluşumu : YOK 10.Binada mevcut hasar : YOK 11.Binanin komşu binalarla olan nizami : BITİSİK 12.Binanin duvar birleşim noktalarında çatlama ayrılma var mı? : YOK 13.Binada daha önce onarılmış ve tekrar oluşan hasalar var mı? : YOK 14.Binada kapı ve pencere camlarında sebepsiz çatlamalar var mı? : YOK 15.Binada ek varsa aşağıdakilerden hangisi yapılmıştır? : B	
	
BINA TEKNİK BİLGİLERİ (GORSEL-CNN-VGG16)	
1.Yüzeyde bozulmalar : YÜZEYDE BOZUKLUK YOK	

Resim E.12. PDF raporu

EK-9. (devam) Kodun çalıştırılması sonucu oluşturulan PDF formatında rapor

BINA STABILİTESİ TAHMİNİ	
2.Kat planı düzeni :	DUZENSİZ!!!!!!
3.Yumusak kat varlığı :	YUMUSAK VEYA ZAYIF KAT YOK
4.Betonarme yüzeylerde dokulmelerin görülmesi :	DOKULME VAR!!!
5.Betonarme yüzeylerde çatlak olup olmaması :	CATLAK VAR!!!
6.Bina çevresindeki zeminde kayma yarıma görülmesi :	ZEMİNDE KAYMA YARILMA VAR!!!!
7.Binanın taşıyıcı sistemi :	BETONARME OLMAYAN BINA
8.Tavan duvar veya zemin duvar arasında ayrışma :	BİRLESİM YERLERİNDE AYRILMA VAR!!!!
9.Zemin eğimi :	ZEMİN EĞİMİ VAR!!!!
10.Bina görsel kalitesi :	BINA GÖRSELİ KALİTESİ KOTU!!!!
11.Katlar arası seviye farkı :	KATLAR ARASI SEVİYE FARKI VAR!!!!
12.Yapıda ağır çıkma :	AGIR ÇIKMA YOK
13.Donati korozyonu :	DONATI KOROZYONU VAR!!!!
14.Kısa kolon :	KISA KOLON VAR!!!!
15.Binada gözle görülür eğilme :	BİNADA EĞİLME YOK
UYARILAR!!!!!!	
YAPININ PERFORMANSI	
YAPININ PERFORMANS PUANI=57.33333333333336	
YAPININ ETİKETİ=ACIK YEŞİL	
	
Sayfa 2	

Resim E.13. PDF raporu, etiketin elde edilmesi

EK-10. Kodun hazırlanması esnasında kullanılan Python ve kütüphanelerin sürümleri

Anaconda Navigator'da anaconda3 2020.11 sürümü, Python'da ise 3.8.5 64-bit sürümü kullanılmıştır. Python kütüphaneleri ise aşağıda verilmiştir.

absl-py	0.10.0	ipython	7.20.0	pycparser	2.20
aiohttp	3.6.3	ipython-genutils	0.2.0	pydeck	0.6.1
alabaster	0.7.12	ipywidgets	7.6.3	pydocstyle	5.1.1
altair	4.1.0	isort	5.7.0	pydot	1.4.2
appdirs	1.4.4	jedi	0.17.2	pyflakes	2.2.0
argh	0.26.2	Jinja2	2.11.3	Pygments	2.7.4
argon2-cffi	20.1.0	joblib	1.0.1	PyJWT	1.7.1
astor	0.8.1	jsonschema	3.2.0	pylint	2.6.0
astroid	2.5	jupyter-client	6.1.7	pyls-black	0.4.6
astunparse	1.6.3	jupyter-core	4.7.1	pyls-spyder	0.3.0
async-generator	1.10	jupyterlab-pygments	0.1.2	PyNaCl	1.4.0
async-timeout	3.0.1	jupyterlab-widgets	1.0.0	pyOpenSSL	19.1.0
atomicwrites	1.4.0	Keras	2.4.3	pyarsing	2.4.7
attrs	20.2.0	Keras-Applications	1.0.8	pyreadline	2.1
autopep8	1.5.5	Keras-Preprocessing	1.1.2	pyrsistent	0.17.3
Babel	2.9.0	keyring	22.0.1	PySocks	1.7.1
backcall	0.2.0	kiwisolver	1.3.1	python-dateutil	2.8.1
base58	2.1.0	lazy-object-proxy	1.5.2	python-jsonrpc-server	0.4.0
bcrypt	3.2.0	Markdown	3.3.2	python-language-server	0.36.2
beautifulsoup4	4.9.3	MarkupSafe	1.1.1	python-utls	2.5.6
black	19.10b0	matplotlib	3.3.4	pytz	2021.1
bleach	3.3.0	mccabe	0.6.1	PyWavelets	1.1.1
blinker	1.4	mistune	0.8.4	pywin32	227
brotlipy	0.7.0	mkl-fft	1.2.0	pywin32-ctypes	0.2.0
cachetools	4.1.1	mkl-random	1.1.1	pywinpty	0.5.7
certifi	2021.5.30	mkl-service	2.3.0	PyYAML	5.3.1
cffi	1.14.3	multidict	4.7.6	pymzmq	20.0.0
chardet	3.0.4	mypy-extensions	0.4.3	QDarkStyle	2.8.1
click	7.1.2	nbclient	0.5.2	QtAwesome	1.0.1
cloudpickle	1.6.0	nbconvert	6.0.7	qtconsole	5.0.2
colorama	0.4.4	nbformat	5.1.2	QtPy	1.9.0
cryptography	3.1.1	nest-asyncio	1.5.1	regex	2020.11.13
cycler	0.10.0	networkx	2.5	requests	2.24.0
cytoolz	0.11.0	notebook	6.2.0	requests-download	0.1.2
dask	2021.2.0	numpy	1.19.5	requests-file	1.5.1
decorator	4.4.2	numpydoc	1.1.0	requests-ftp	0.3.1
defusedxml	0.6.0	oauthlib	3.1.0	requests-futures	1.0.0
diff-match-patch	20200713	olefile	0.46	requests-kerberos	0.12.0
docutils	0.16	opt-einsum	3.3.0	requests-oauthlib	1.3.0
entrypoints	0.3	packaging	20.9	requests-toolbelt	0.9.1
flake8	3.8.4	pandas	1.2.2	rope	0.18.0
flatbuffers	1.12	pandocfilters	1.4.3	rsa	4.6
fpdf	1.7.2	paramiko	2.7.2	Rtree	0.9.4
future	0.18.2	parso	0.7.0	scikit-image	0.17.2
gast	0.3.3	pathspec	0.7.0	scikit-learn	0.24.1
gitdb	4.0.5	pexpect	4.8.0	scipy	1.6.1
GitPython	3.1.14	pickleshare	0.7.5	Send2Trash	1.5.0
google-auth	1.22.1	Pillow	8.1.0	Setuptools	50.3.0.post20201006
google-auth-oauthlib	0.4.1	pip	20.2.4	sip	4.19.13
google-pasta	0.2.0	pluggy	0.13.1	six	1.15.0
grpcio	1.32.0	progressbar2	3.53.1	smmmap	3.0.5
h5py	2.10.0	prometheus-client	0.9.0	snowballstemmer	2.1.0
idna	2.10	prompt-toolkit	3.0.8	sortedcontainers	2.3.0
imagecodecs	2021.1.11	protobuf	3.13.0	soupsieve	2.2.1
imageio	2.9.0	psutil	5.8.0	Sphinx	3.4.3
imagesize	1.2.0	ptyprocess	0.7.0	sphinxcontrib-applehelp	1.0.2
importlib-metadata	2.0.0	pyarrow	3.0.0	sphinxcontrib-devhelp	1.0.2
imutils	0.5.4	pyasn1	0.4.8		
intervaltree	3.1.0	pyasn1-modules	0.2.8		
ipykernel	5.3.4	pycodestyle	2.6.0		

Resim E.14. Kullanılan Python kütüphaneleri

EK-10. (devam) Kodun hazırlanması esnasında kullanılan Python ve kütüphanelerin sürümleri

sphinxcontrib-htmlhelp	
1.0.3	
sphinxcontrib-jsmath	1.0.1
sphinxcontrib-qthelp	1.0.3
sphinxcontrib-	
serializinghtm	1.1.1.4
spyder	4.2.1
spyder-kernels	1.10.1
streamlit	0.77.0
tensorboard	2.4.1
tensorboard-plugin-wit	1.6.0
tensorflow	2.4.0
tensorflow-estimator	2.4.0
termcolor	1.1.0
terminado	0.9.2
testpath	0.4.4
textdistance	4.2.1
threadpoolctl	2.1.0
three-merge	0.1.1
tiff file	2021.2.1
toml	0.10.1
toolz	0.11.1
torch	1.8.0+cpu
torchaudio	0.8.0
torchvision	0.9.0+cpu
tornado	6.1
traitlets	5.0.5
typed-ast	1.4.2
typing-extensions	3.7.4.3
tzlocal	2.1
ujson	4.0.2
urllib3	1.25.11
validators	0.18.2
watchdog	1.0.2
wcwidth	0.2.5
webencodings	0.5.1
Werkzeug	1.0.1
wheel	0.35.1
widgetsnbextension	3.5.1
win-inet-pton	1.1.0
wincertstore	0.2
winkerberos	0.7.0
wrapt	1.12.1
yapf	0.30.0
yaml	1.6.2
zipp	3.3.1

Resim E.15. Kullanılan Python kütüphaneleri



GAZİ GELECEKTİR..