

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ
FESTİVALİ

AKILLI ULAŞIM YARIŞMASI
PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: Tren Raylarında Oluşabilecek Kusurların Drone Kullanılarak Derin Öğrenme Tekniğiyle Tespiti

TAKIM ADI: Rigel A

TAKIM ID: T3-23391-200

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite

DANIŞMAN ADI: Prof. Dr. Alper BAŞTÜRK

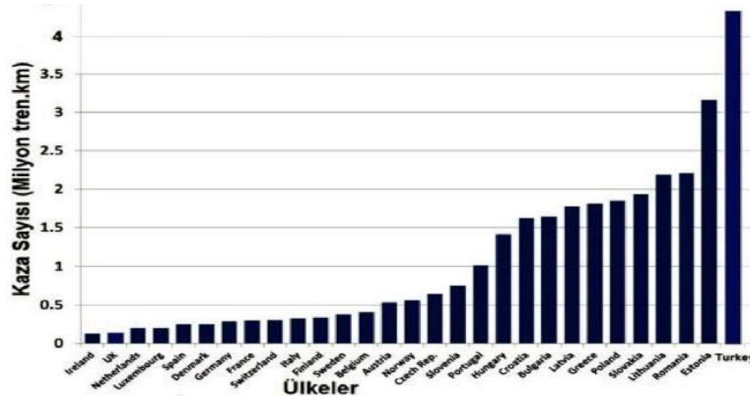
1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Demiryolu seyahatleri günümüzde yaygın olarak kullanılan ulaşım araçlarından biridir. Çok sık gerçekleşen bu seyahatler de kazalar, ciddi boyutlarda can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Bu kaza nedenlerinden birçoğu, güvenlik sistemlerindeki eksikliklerden kaynaklanmaktadır.

Bu projede güvenlik sistemlerindeki eksiklikleri en aza indirmeyi hedeflenmiştir. Projede otonom drone ve derin öğrenme tabanlı nesne tanıma algoritmaları kullanılacaktır. Derin öğrenme alanındaki görüntü işleme teknolojisini temel alarak tren raylarında oluşan eğilme, kırılma, toprak kayması, tren raylarına düşen canlı cansız engeller, hemzemin geçitlerinde insan, araç unsurlarının tespiti yapacaktır. Otonom drone ile bir otonom araç gibi rayları takip ederek videoya alınan görüntüler sınıflandırılarak veri seti oluşturulacaktır. Drone rayları takip ederek video kaydı alacaktır. Uçuşu tamamlamış olan drone'un hafızasından alınacak video verileri gerçek zamanlı olarak en hızlı şekilde nesne tespiti yapabilen YOLO (You Only Look Once) algoritmasının bu proje için yeniden eğitilmiş modeli kullanılarak raylardaki sorunların tespiti yapılacaktır. Herhangi bir olumsuz geri dönüşte ise gerekli birimlere haber verilerek olası kazaların önüne geçilecektir. Bu sayede tren seferlerinin güvenliğinin artırılması hedeflenecektir. Aynı zamanda hazırlanacak proje ile Türkiye'de tren seferleri daha güvenli bir şekilde gerçekleştirilecektir. Donanımlar yeterli olduğu sürece, hazırlanacak nesne tespiti yazılımı ile milli teknolojilere katkı sağlayacaktır.

2. Problem/Sorun:

Türkiye'de demiryolu taşımacılığı ile ilişkili kazalar sonucunda, yılda taşınan 100 milyon yolcu başına 150-200 ölüm gerçekleşmektedir [1]. Kazaların birçoğunun güvenlik sistemlerinde oluşan eksiklik, arıza, zamanı kestiremeyen doğal unsurlardan dolayı oluşmaktadır.



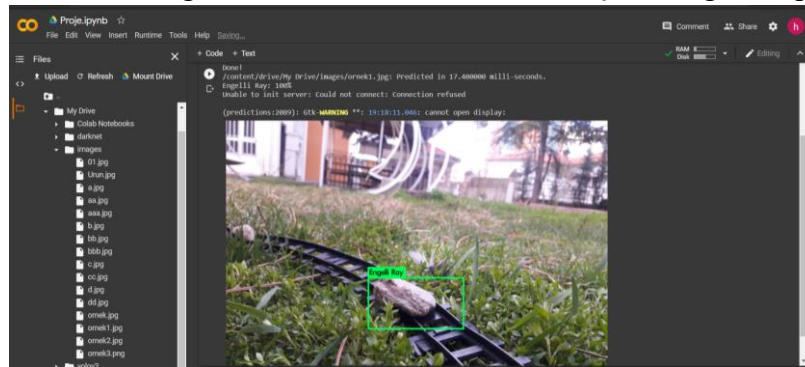
Tablo 1. Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'deki 2010-2013 yılları arasındaki milyon tren.km kaza sayıları [2] TCDD'nin 2010-2017 faaliyet raporları ve istatistik yıllarına göre Tablo 1'de kaza sayıları verilmiştir [3-4]. Kaza sayıları diğer ülkeler ile karşılaştırıldığında Türkiye'de kaza sayıları oldukça fazladır. Diğer ülkelerin kaza sayılarının düşük olma sebebi araştırıldığında seferlerden önce yapılan ray kontrolleri, demiryolu güvenliği gelmektedir. TCDD'de demiryolları güvenliği kılavuz tren, sinyalizasyon sistemleri ve belirli aralıklardaki kamera sistemlerin yetkililer tarafından izlenmesiyle yapılmaktadır.

Bu güvenlik sistemleri ülkemizde sadece hızlı tren hatlarında yapılmaktadır. Konvansiyonel hatlarda sadece yılda birkaç defa kontroller yapılmaktadır.

TCDD Taşımacılık A.Ş. Genel Müdürlüğü Araç Bakım Dairesinde alınan bilgiye göre TCDD'nin kılavuz trenin alış maliyeti: 4.160.000\$, elektrik yakıt maliyeti: 35 kws/km, dört yılda bir genel bakım maliyet; 2,5 Milyon TL, ayrıca 400.000 km: 2.8 Milyon TL yıllık servis bakım maliyeti vardır. Kılavuz trenin yolculuk süresi ortalama 140 km/saat hızla 3 Saat 14 dakika sürmektedir ancak yavaşlamalar nedeniyle seyir süresi 5 saat 30 dk ya kadar uzamaktadır. Tüm bu kontrol sistemlerine bakıldığında zahmetli, maliyetli ve insan faktörüne bağlı olarak hatalar meydana gelmektedir. Bu hatalar milli servete, iş gücümüze, insan ve mal kaybına olumsuz olarak yansımaktadır.

3. Çözüm

Belirtilen soruna çözüm olarak tren raylarının kontrolüne en az maliyetle, daha hızlı ve daha güvenilir kontrol ile otonom drone ve derin öğrenme tabanlı nesne tanıma algoritmaları kullanılacaktır. Programlanan drone sayesinde raylar üzerinde drone uçuş yaparak rayların görüntüsü alınacaktır. Alınan görüntüler ilk olarak sınıflandırılacaktır. Derin öğrenme tekniklerinden YOLO ile eğitim ve test veri setlerinin elde edilmesi operasyonu gerçekleştirilecektir. Test veri setiyle sistemin çalışması gözlemlenecektir. Doğru çıktıların elde edilmesinin ardından eğitilmiş test veri seti Coral Beta Dev karta aktarılacaktır. Veri setinin oluşturulmasının ardından otonom drone ile raylar üzerinde uçuş yapılacaktır. Uçuştan elde edilen video görüntüler oluşturulan sisteme yüklenecektir. Yüklenen görüntüler sistemde incelenerek Şekil 1. gibi tespit edecektir.



Şekil 1. Colab Üzerinden Eğitilen Veri ile Engelli Rayın Tespit

Derin Öğrenme

Derin öğrenme, bir makinenin önceki katmandaki gösterimde her katmandaki gösterimi hesaplamak için kullanılan iç parametrelerini nasıl değiştirmesi gerektiğini göstermek için geri yayma algoritmasını kullanarak büyük veri kümelerindeki karmaşık yapıyı keşfetmektedir.

YOLO

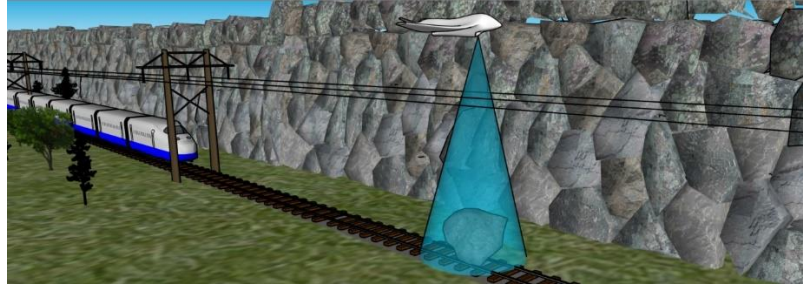
YOLO' da sınırlama kutusunun her biri için, ağ sınırlayıcı kutu için bir sınıf olasılığı ve denge değerleri çıkartmasıdır. Bir eşik değerinin üzerinde sınıf olasılığına sahip olan sınırlayıcı kutular seçilerek görüntü içindeki nesneyi bulmak için kullanılmaktadır.

Coral Beta Dev Kart

Coral Dev Board, özel tensör işleme ünitesi (TPU) AI yongalarından birine sahip, modül üzerinde çıkarılabilir bir minyatür bilgisayardır. TPU'lar, sinir ağları makine öğrenmesi

için özel olarak geliştirilen uygulamaya özel tümleşik devrelerdir. Programlama dili Python'dır.

Projenin algoritması şu şekildedir: Drone'nun uçurulması, ray odaklı kodlanması, Drone ile uçuş yaparak ray görüntülerinin alınması, sınıflandırılarak veri tabanı oluşturulması, Görüntüler üzerinden eğitim yapılarak veri setinin oluşturulması, Kullanılan cihaz ile veri setinin birleştirilmesi ile sistem oluşturulması, Drone ile uçuş yaparak görüntü alınması, görüntülerin sisteme yüklenmesi ile veri seti sayesinde raylarda oluşan sorunların tespit edilerek bildirilmesi

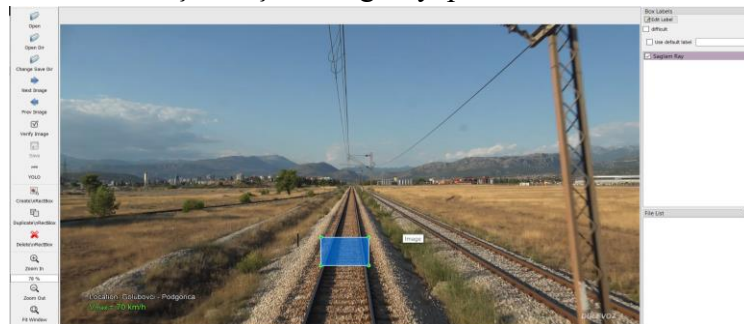


Şekil 2.Çözüme Ait 3B Görsel

4. Yöntem

Projenin ilk aşaması drone'un kodlanmasıdır. Proje prototipinde kullanmak üzere kodlanabilir drone seçilmiştir. Drone ile otonom bir şekilde iniş ve kalkışın yanında tren raylarının takip edecektir. Drone şarj yüzdesini belirli bir seviyeye düşmesi durumunda yere inerek konum bilgisini paylaşacaktır. Drone Python dilinde OpenCV kütüphanesini kullanarak nesne takibi yapacaktır. İlk olarak Drone'a komut göndermek, sensör okuması video akışı sağlamak için Python programı oluşturulur. Ardından drone'u kodlayabilmek için LabelImg kullanarak ray görüntülerini etiketlenir, veriler eğitilir. Drone ile nesne ray takibi yapılır.

Projedeki ikinci aşama ise otonom drone test uçuşunun olumlu sonuç alınmasından sonra tren raylarının verileri oluşturabilmek için raylar üzerinde uçuş yaparak video kaydı alacaktır. Video bilgisayar ortamına aktarılacaktır. Aktarılan video izlenerek ilk olarak güvenli, bozuk ve üzerine cisim bulunan raylar tespit edilerek video içerinden fotoğraflar alınarak sınıflandırılacaktır. Daha sonra fotoğrafların veri tabanı oluşturulacaktır. Veri tabanı oluşturulmasıyla Visual Studio Code uygulaması üzerinde sınıflarına göre etiketleme işlemi Şekil 3. gibi yapılacaktır.

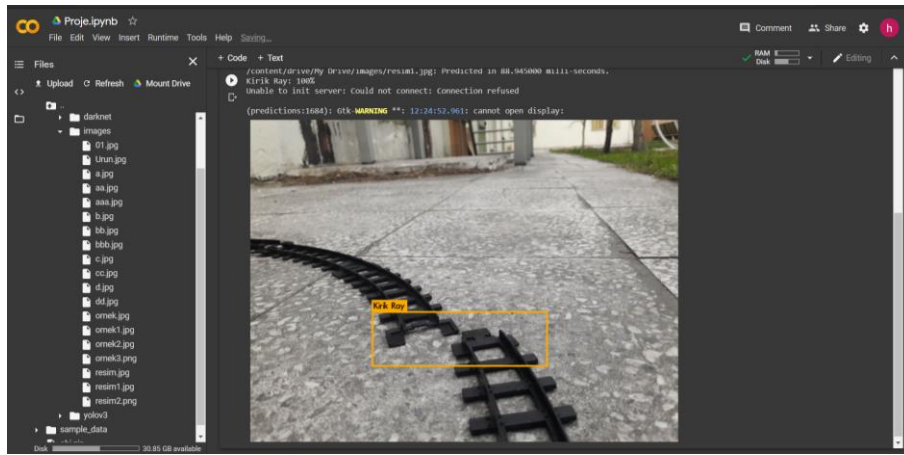


Şekil 3. Visual Studio Code Üzerinde Etiketleme

Etiketleme işleminin amacı her bir fotoğraf için txt formatındaki dosyalar eğitim için hazırlanacaktır. Bütün bu dosyalar bir araya getirilerek zip dosyası oluşturularak

eğitime hazır duruma getirilir. Eğitime başlamak için sınıf sayısına göre gerekli diğer dosyalar eğitim için yapılandırılacaktır. Yapılandırılan dosyalar ve etiketlenen resimler Google Colab'a ykylenecektir. Daha sonra Colab üzerinden eğitim gerçekleştirilecektir. Derin ğrenme tekniklerinden YOLO ile her tren rayına ait bir özellik bulunmaktadır ve bu özellik değerleri vasıtasıyla sistemimiz eğitilecektir. Bu işlem adımımdan sonra sistem için kullanabileceğimiz eğitim veri seti oluşmuş olacaktır. Oluşturmuş olduğumuz eğitim veri seti vasıtasıyla sistem eğitilecektir. Sistemin eğitilmesinin ardından test setiyle sistemin çalışması gözlemlenecektir. Doğru ıktıların elde edilmesinin ardından eğitilmiş test veri seti Coral Beta Dev karta aktarılacaktır. Bu işlemle birlikte Coral Beta Dev kart TPU görevi görecektir.

Veri setinin oluşturulmasının ardından otonom drone ile belirlenen bölgede uçuş yapılacaktır. Uçuştan elde edilen video görüntüler sisteme aktarılacaktır. Aktarılan görüntüler ile veri seti üzerinden eğitilmiş model sayesinde Şekil 4' deki cisim bulunan rayın tespit edildiği gibi raylar üzerindeki sorunlar en hızlı Şekilde tespit edilerek merkeze bildirecektir.



Şekil 4.Colab zerinden Eğitilen Veri ile Kırk Rayın Tespit

Raporda lkemizde bulunan COVID-19 salgınından dolayı raylar üzerinde çekim yapılamadığı için prototip olarak oyuncak tren, Youtube içerisinde bulunan canlı tren srşlerinden ve Google Görsellerden alınan fotoğraflar kullanıldı.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Bu projede gelişen derin öğrenme alanı ile dünyada otonom araçların kullanımının artması dikkate alındığında, görüntü içindeki rayların birbiriyle olan ilişkisinin bir insan gibi makineler tarafından anlamlı bir Şekilde ortaya koymaktadır. Bu sayede yüzlerce görüntü akışı makineler tarafından, insanın nesne tanıma seviyesinin üzerinde bir başarıyla değerlendirilmektedir. Dünya genelinde birçok Şirket bu alanın teknolojisinden faydalanmaktadır.

Fransız Delair Őirketinin tren yollarını haritalamak üzerine geliştirmiş oldukları hali hazırda İHA sistemi bulunmaktadır. Bu haritalar üzerinden tren raylarında oluşan doğal felaket ve kazalar tespit edilmektedir. Aynı zamanda kazalara neden olabilecek potansiyel tehlikelerin havadan görüntüler ile otomatik tespit edip belirlenmektedir. Őirketin sistemi anlık olarak raylar üzerindeki bilgileri görüntülü olarak operatöre aktarmaktadır [5].

Bir başka şirket olan Dirghadhi Teknoloji, demiryolu parça sağlık izleme ve muayene sistemlerini yapmaktadır. İz denetimi, gevşek ray bağlantı elemanları, klips ve ray anahtarlarındaki kusurlar, kırılmış ve yanlış yerleştirilmiş geçitler ve ray çatlaklarını incelemektedir. Drone verileri kullanarak bilgisayarla görme tabanlı muayene yöntemi hayati bir rol oynamaktadır. Drone çeşitli yüksekliklerde çalıştırılabileceği ve güvenli veri esnekliği sağlamaktadır [6].

Yapılan sistemlere bakılıp bu proje ile karşılaştırıldığında drone, kamera sistemleri gibi bu projeye benzerlikler taşımaktadır. Ancak bu projede bu sistemlere ek olarak derin öğrenme, görüntü işleme, otonom drone gibi günümüz teknolojileri de kullanılacaktır. Tren seferlerinde önce bu projedeki belirtilen teknolojileri taşıyan otonom drone hem hızlı tren hattında hem de konvansiyonel hatta gidecek olup bu sayede günlük kontroller yapılarak gün içindeki yolcu trenlerin güvenliği sağlanacaktır.

6. Uygulanabilirlik

Proje hayata geçirilmesi durumunda bu sistemi şu an Türkiye’de kullanılan milli ve özgün İHA’lara veya DİHA’lara entegre edilerek yerden görüntü işleme yerine havadan görüntü işleme yapılması ve olası ray bozukluklarında gerekli birimlere haber verilmesi sağlanabilir. Türkiye’deki mevcut İHA’lar 12 saat havada kalma süresi, 80 knot maksimum hız, 150 kilometre haberleşme menzili gibi birçok gelişmiş özelliklere sahiptir. Bu özellikler bu proje için yeterli düzeydedir.

Proje Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryollarının ihtiyacını karşılayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu sistemi metro, tramvay, karayolları ve şehir elektrik hatları gibi diğer alanlara entegre edilmesiyle ürünün pazar payı genişletilerek, ürün ticarileştirilebilir.

Ülkemizde tren raylarının bazı kısımlarında enerji nakil hatları geçmektedir. İHA’nın uçuş yüksekliği ve enerji nakil hatlarının yüksekliği ile aynı olması İHA’nın yüksek gerilime tutulup bozulmasına neden olabilir. Aynı zamanda tünel, üst geçit, köprü, viyadük gibi yapıların konumunun yanlış verilmesinden dolayı İHA’nın bu yapılara çarpma riski mevcuttur.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Prototip için drone ve geliştirme kartı kullanılmalıdır. Kullanılacak drone ve geliştirme kartına göre bütçe değişebilir. Drone’un kodlanabilir ve kamera çözünürlüğü, geliştirme kartının ise TPU bakımından proje yeterli düzeyde olması için prototipin en az maliyete göre bütçesi yaklaşık olarak 2800 TL olarak hesaplanmıştır.

Projenin gerçeğe dönüştürülmesi durumunda ülkemizde üretilen yerli ve milli insansız hava araçlarını kullanarak bu sistemi bu araçlara entegre ederek en az maliyetle proje gerçekleştirilebilir.

Proje en önemli kısmı yazılımdan oluşmaktadır. Prototip ile projenin yazılım kısmı büyük bir ölçüde tamamlanmış olup donanımların geliştirilmesi ile projenin uygulanabilirliği sağlıklı bir şekilde sağlanmış olacaktır.

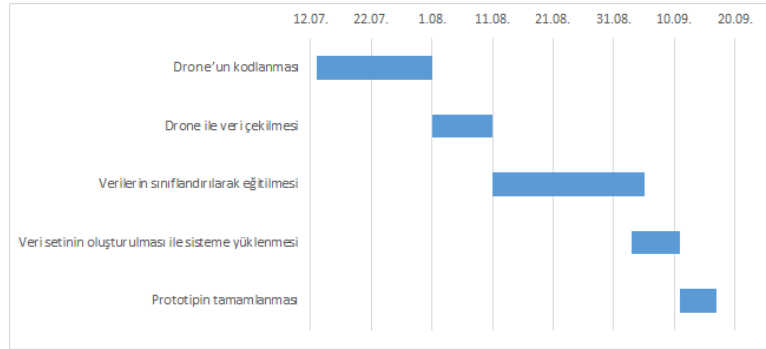
Projenin uygulanabilirlik maliyetine bakıldığında tam bir rakam verilememektedir. Fakat şu an Türkiye’de üretilen milli İHA’ların birkaç milyon TL maliyeti olduğu bilinmektedir. Buna benzer bir projenin yurtdışından ithal edildiği düşünüldüğünde çok

daha fazla bir maliyete tekabül edeceği öngörülmektedir. Bu yüzden yazılımın İHA'lara entegre edilip hem ülke içinde hem de ihraç edilerek ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Malzeme Listesi: DJI Ryze Tello Edu Drone, Google Coral Dev Beta Board

Görev Adı	Zaman Aralığı
Drone'un kodlanması	13.07.2020-31.07.2020
Drone ile veri çekilmesi	1.08.2020-10.08.2020
Verilerin sınıflandırılarak eğitilmesi	11.08.2020-02.09.2020
Veri setinin oluşturulması ile sisteme yüklenmesi	3.09.2020-10.09.2020
Prototipin tamamlanması	11.09.2020-16.09.2020

Gantt Şeması:



8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Yapılacak proje başta Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryollarını sorunlarına çözüm bulacaktır. Ayrıca oluşturulacak olan bu sistem farklı alanlara entegre edilebilecektir. Örneğin bu sistemin gelişmesi ile şehir elektrik hatlarının kontrolü, tramvay, metro vb. ulaşım araçlarında yollardaki hataların karayollarındaki yol bozukluklarının tespiti yapılabilir. Bu kullanımlar ülkemizde yaygın kullanılmaya başlanılarak, ülke ihtiyaçlarının daha hızlı ve az maliyetle giderilmesi ve bu sistem diğer ülkelere de ihracat ederek ülke ekonomisine katkı sağlayarak milli gelir elde edilecektir.

9. Riskler

Zaman planlamasında Yapılacak işlerdeki

1. Drone'un kodlanması F. Reyyan Sarıkaya tarafından gerçekleştirilecektir. Projeye katkısı drone'un otonom araç gibi rayları takip etmesi amaçlanır.
2. Drone ile veri çekilmesi F. Reyyan Sarıkaya tarafından gerçekleştirilecektir. Projeye katkısı Drone ile rayların videosu alınarak veri seti oluşturulur.
3. Verilerin sınıflandırılarak eğitilmesi Hatice Bolat tarafından gerçekleştirilecektir. Projeye katkısı her fotoğraf için düzgün, kırık, engelli ray olarak tanımlanır. Eğitilmesi sistemin içindeki katmanların ağırlıkları hesaplanacak ve veri tabanındaki her bir ray çeşidinin tanımlanması sağlanacaktır.
4. Veri setinin oluşturulması ile sisteme yüklenmesi F. Reyyan Sarıkaya, Hatice Bolat tarafından gerçekleştirilecektir. Projeye katkısı veri seti test edilerek Coral Beta Dev kartına aktarılacaktır.
5. Prototipin tamamlanması F. Reyyan Sarıkaya, Hatice Bolat tarafından gerçekleştirilecektir. Projeye katkısı tüm sistemin doğru çalışıp çalışmadığı kontrol

edilmesi öngörülmektedir.

Projesi içinde karşılaşılabilecek bazı risklerin listelendiği bir risk matrisi örneği aşağıda verilmiştir: Riskler önem derecesi ve olasılığına göre; Yüksek (Y), Orta (O) ve Düşük (D) şeklinde sınıflandırılmıştır.

Risk	Önem Derecesi	Olasılık	Risk Yönetimi
Ray veri setinin yanlış eğitilmesinden dolayı problemleri algılayamaması.	Y	O	Veri setini yeniden eğitmek.
Veri yetersizliği.	Y	D	Daha çok veri toplayabilmek için daha çok zamana ihtiyaç vardır.
Drone'un kaybolması.	O	O	Drone'a GPS özelliği eklenerek bulunduğu yerin konumunu öğrenme
Drone'un güzergahtaki tünel, üst geçit, köprü, viyadük gibi yapılara çarpma durumu.	Y	Y	Gerekli kurumlardan yapıların konumlarını alarak drone'un bu konumlara göre hareket etmesini kodlamak.
Drone'nun tünele girerek karanlık ortamda kalması ve gece uçuşlarında görüntü alamaması.	O	O	Drone takılacak ışık sensörü ile karanlık ortamda ledin yanması

Risk Yönetimi, Olasılık ve Etki Matris Tablosu

Malzeme Adı	Fiyatı
DJI Ryze Tello Edu Drone	1.199,00 TL
Google Coral Beta Dev Board	1.648,27 TL

10. Proje Ekibi

Takım Lideri: Fatma Reyhan SARIKAYA

Ad Soyad	Projedeki Görevi	Okul	Tecrübesi
Fatma Reyhan SARIKAYA	Drone'un kodlanması. Veriseti oluşturma.	Erciyes Üniversitesi	İHA seçmeli dersi alması. Tübitak projelerindeki bilgi.
Hatice BOLAT	Verisetini sınıflandırma, eğitme.	Erciyes Üniversitesi	Tübitak projelerindeki bilgi. Görüntü işleme.

11. Kaynaklar

[1] <https://trdizin.gov.tr/publication/show/pdf/paper/TmpNMk5UazU>

[2] **AKBAYIR Ö. (2016). DergiPark : Dünya'da ve Türkiye'de Demiryolu Kazalarındaki Ölüm Oranlarının Karşılaştırılması:** <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/516756>

[3] **TC Devlet Demiryolları Faaliyet Raporu 2017:**

http://www.tcddtasimacilik.gov.tr/files/3/Strateji/Faaliyet_Raporlari/faaliyet_raporu_2017.pdf

[4] Türkiye'de son 15 yılın ölümlü tren kazaları: <https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-46551115>

[5] <https://delair.aero/portfolio/emergency-mapping/>

[6] <http://www.dirghadhi.com/pages/Drone.html>

OpenCV Python Complete Course: <https://www.youtube.com/watch?v=CJXIj...>

Colab Eğitimi: <https://www.youtube.com/watch?v=10joRJt39Ns&t=1535s>

AI tracking drone using DJI Tello: <https://www.youtube.com/watch?v=rHY3T7-vK38>,
<https://www.youtube.com/watch?v=vDOKUHNdmKs>

Source code for simple Tello SDK: <https://bitbucket.org/RobotAndCode/tello-ai/src/master/>
<https://github.com/geaxgx/tello-openpose>