

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE SAHA ÇALIŞANLARININ DİJİTAL
DÖNÜŞÜM KAPSAMINDA GÜVENLİK YELEĞİ VE
BARETLERİNİN YAPAY SİNİR AĞI YÖNTEMİ İLE ALGILANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emre EVREN

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Alper KİRAZ

Ocak 2020

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE SAHA ÇALIŞANLARININ DİJİTAL
DÖNÜŞÜM KAPSAMINDA GÜVENLİK YELEĞİ VE
BARETLERİNİN YAPAY SİNİR AĞI YÖNTEMİ İLE ALGILANMASI**

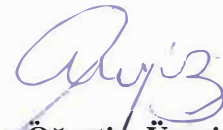
YÜKSEK LİSANS TEZİ

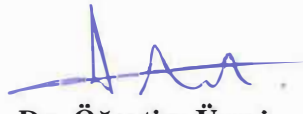
Emre EVREN

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 23.01.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Dr. Öğretim Üyesi
Alper KIRAZ
Jüri Başkanı


Dr. Öğretim Üyesi
Merve Cengiz TOKLU
Üye


Dr. Öğretim Üyesi
Çağatay TEKE
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Emre EVREN

27.12.2019

TEŞEKKÜR

Hayatımın her döneminde, maddi ve manevi desteğini eksik etmeyen her zaman yanımda olan eşim Sema EVREN, annem Zeynep EVREN ve babam Şaban EVREN'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kıymetli deneyimleri ve tecrübeleriyle yüksek lisans eğitimim süresince, her konuda sabırla bilgi ve desteğini aktarmaktan geri durmayan ve tezimin hazırlanmasında cesaretlendiren, araştırmanın ön planından tezin yazılmasına dek tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, ve büyük bir sabır ve titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Alper KİRAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Tezin Konusu ve Kapsamı	1
1.2. Saha Çalışanlarının Kaza Risklerinin İncelenmesi	1
1.3. Güvenlik Yeleği ve Baret Kullanımının İş Güvenliğindeki Önemi	4
1.4. Tezin Amacı ve Yöntemi	5
BÖLÜM 2.	
GENEL BİLGİLER	6
2.1. İş Sahasında Güvenlik Kıyafetleri Kullanımı	6
2.2. Güvenlik Yeleği	8
2.2.1. Güvenlik yeleği kullanmanın sağladığı avantajlar	10
2.2.2. Güvenlik yeleği kullanmamanın getirdiği riskler.....	11
2.3. Baret	15
2.3.1. Endüstriyel baretler	15
2.3.2. Yüksek performanslı endüstriyel baretler	16
2.3.3. Geçmişte baret kullanılmamasına dayalı meydana gelen kaza sonuçları.....	18

2.4. İş Sahasında Güvenlik Ekipmanlarının Nesne Algılama Yöntemiyle Tespit edilmesiyle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	20
--	----

BÖLÜM 3.

MATERYAL VE YÖNTEM.....	24
3.1. Görüntü Verilerinin Elde Edilmesinde Kullanılan Yöntemler.....	24
3.1.1. Google fatkun yiğın veri indirme aracı	24
3.1.2. Stok görsel indirme siteleri	25
3.1.3. IP Kamera ve diğer video kayıtlarından görsel çekme	25
3.2. YOLO: Gerçek Zamanlı Nesne Tespiti Kütüphanesi	26
3.2.1. Yolo sürüm 1	27
3.2.2. Yolo sürüm 2.....	28
3.2.3. Yolo sürüm 3.....	29
3.3. Yolo'nun Avantajları.....	31
3.4. Darknet Kütüphanesi.....	31
3.5. Yolo'nun Diğer Algılama Mimarileri ile Kıyaslanması	35
3.5.1. Algılama doğruluğu değeri.....	35
3.5.2. Algılama hızı	36
3.5.3. Yolonun performans kıyası	37
3.6. Opencv	37
3.7. PyTorch	38

BÖLÜM 4.

UYGULAMA	39
4.1. Görüntü Verilerinin Etiketlenmesi	40
4.2. Etiketlenen Görsellerin Yolov3 Sinir Ağı Algoritması ile Eğitilmesi .	41
4.3. Algılama Test Sonucu	44
4.4. Arayüz Geliştirme	47
4.5. Süreç Akışları	50
4.5.1. Arayüz Akışı	50
4.5.2. Darknet üzerinde eğitim (training) akışı	51

BÖLÜM 5.

TARTIŞMA VE SONUÇ	52
-------------------------	----

KAYNAKLAR	56
-----------------	----

ÖZGEÇMİŞ	60
----------------	----



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ABS	: Akrilonitril Bütadien Stiren
AGV	: Automated Guided Vehicle
CPU	: Dahili işlemci grafiği
EEC	: Avrupa Ekonomik Topluluğu
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlama
FPS	: Frame Per Second (Saniyede Birim Kare)
GPU	: Harici grafik birimi
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
HDPE	: Yüksek Yoğunluklu Polietilen
ICACI	: Advanced Computational Intelligence
KKE	: Kişisel Koruyucu Ekipmanlar
RFID	: Radyo Frekansı ile Tanımlama
SGK	: Sosyal Güvenlik Kurumu
OSHA	: ABD’de Mesleki Güvenlik Sağlık Kurumu
OSGB	: Organize Sanayi Geliştirme Bölgesi
SGK	: Sosyal Güvenlik Kurumu
Wi-Fi	: Wireless Fidelity - Kablosuz Bağlantı Alanı
TS EN	: Türk Standartları Enstitüsü
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
YOLO	: You Look Only Once
YSA	: Yapay Sinir Ağları

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Reflektif Özellikli İş Yelekleri Arasında Renge Göre Uygun Olan ve Olmayanlar.	10
Şekil 2.2. Risk Değerlendirme İçin Kullanılan Örnek Bir Matris.....	12
Şekil 2.3. İş güvenliği bareti kısımları.	16
Şekil 2.4. EN-50365 standardı alçak gerilimli tesise uygun şekilde yalıtım sağladığını gösteren piktogramı.	18
Şekil 2.5. Tekno Akıllı Baret Ürünü	21
Şekil 2.6. Görüntü Tanıma Yapay Zeka Yazılımlarının Çalışma Prensibi	22
Şekil 2.7. Renk Bazlı Ayırt Etme Algoritmasının Çalışma Prensibi	23
Şekil 3.1. Google Fatkun Yığın Veri İndirme Aracı(Günümüzde veri bilimciler ve Görüntü İşlemeciler Tarafından Sıklıkla Kullanılan Yığın Veri İndirme Aracı, Yüzlerce Dosyayı Aynı Anda İndirmeye Olanak Sağlamaktadır.	25
Şekil 3.2. IP Camera Görüntü Örneği; Bareti Elinde Bulunan Ve Yeşil Renk Yelek Giyen İnsan görseli yolo algoritmasında veri eğitiminde kullanılmıştır.	26
Şekil 3.3. Objeyi Sınırlayıcı Vektörlerin 3x3 Izgara Üzerinde Gösterimi.	28
Şekil 3.4. Objeyi Sınırlayıcı Vektörlerin 3x3 Izgara Üzerinde Formülize Edilişi	28
Şekil 3.5. Yolo Sınırlama Kutuları İle Algılama Mekanizması (Izgara Modeli) [28].	29
Şekil 3.6. Yolo Veri Eğitim Fonksiyonu[41].	30
Şekil 3.7. Yolo Sürüm 3 Sinir Ağı Katman Yapısı[36].	31
Şekil 3.8. Darknet ‘in 53 Katmanlı Model Yapısı[39].	33
Şekil 3.9. Darknet’in 53 Katmanlı Model Yapısı[39].	34
Şekil 3.10. Algılama Doğruluğu Kıyaslaması.....	36
Şekil 3.11. Algılama Doğruluğu Kıyaslaması 2.....	36
Şekil 3.12. Yolo’nun Diğer Modellerle Kıyaslanması.....	37
Şekil 3.13. Projede Kullanılan Opencv Kod Örneği	38

Şekil 3.14. Sinir Ağı Eğitmek İçin etkili bir veri eğitim kod bloğu (Pytorch) [43].	38
Şekil 4.1. Etiketlenen Görsel Grupları	40
Şekil 4.2. Google Colab Arayüz Örnekleme [46]	41
Şekil 4.3. Google Colab Drive Bağlantısı Kurma.....	42
Şekil 4.4. Google Colab Drive Bağlantısı Kurma.....	42
Şekil 4.5. Google Colab CUDA kurulumu	43
Şekil 4.6. Google Colab Ağırlık Dosyası Bulut Sisteme İndirme	43
Şekil 4.7. Google Colab Eğitim İşlemini Başlatma	43
Şekil 4.8. Darknet üzerinde model Katman Yapısı.....	44
Şekil 4.9. Program Örnek Çıktıları Sonuç Görseli-1 (Görsel Kaynak:[47]).....	45
Şekil 4.10. Program Örnek Çıktıları Sonuç Görseli-2 (Görsel Kaynak:[47]).....	46
Şekil 4.11. Program Örnek Çıktıları Sonuç Görseli-3 (Görsel Kaynak:[49]).....	47
Şekil 4.12. Uygulama Ana Menüsü	48
Şekil 4.13. Kaydedilmiş Öğeler Menüsü	48
Şekil 4.14. Görüntüyü Yükleme ve Algılamayı Başlatma Ekranı	49
Şekil 4.15. Görüntüyü İşlerken Bekleme Ekranı	49
Şekil 4.16. Çıktı Görüntüleme Ekranı.....	50
Şekil 4.17. Uygulama Kullanıcı Kabuğu Kullanım Akışı.....	51
Şekil 4.18. Uygulama Kullanıcı Kabuğu Kullanım Akışı.....	51

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1.1. Amerikan Çalışma Bakanlığı 1980 raporu iş ortamında kafa yaralanmaları dağılımı tablosu	2
Tablo 1.2. SGK, 2014 yılı Türkiye’de Faaliyet Alanına Göre İş Kazaları	2
Tablo 2.1. Otomotiv Firmasında Üretim Montaj Hatlarında Risk Değerlendirme Analiz Tablosu.....	13
Tablo 2.2. SGK, 2014 Yılı Türkiye’de İş Kazalarında Baş Ve Gövde Bölgesi Yaralanma Analizleri.....	19
Tablo 4.1. Program Örnek Çıktıları Sonuç Değerleri-1	45
Tablo 4.2. Program Örnek Çıktıları Sonuç Değerleri-2	46
Tablo 4.3. Program Örnek Çıktıları Sonuç Değerleri-3	47

ÖZET

Anahtar kelimeler: Dijital dönüşüm, İş güvenliği, Kişisel Koruyucu Ekipman, Yapay Sinir Ağları, Yolov3 Algoritması

Bu çalışmanın amacı otomotiv endüstrisinde dinamik üretim sahası çalışma ortamında personellerin gerekli iş güvenliği kapsamında kullandıkları koruyucu ekipmanlarından olan baret ve güvenlik yeleği kullanımlarını denetleyen yapay zeka destekli sistemler sayesinde iş kazaları risklerini minimize etmektir.

Kişisel koruyucu ekipmanlarının kullanımı iş kazaları sonucu gerçekleşen iş gücü kaybı ve otomotiv sektörünün en değerli kaynağı olan yetişmiş iş gücü kaybının önüne geçilmesi konusunda büyük önem arz etmektedir. Yapılan araştırmalar kişisel koruyucu ekipmanların personeller tarafından çalışma konforu ve farkındalık eksikliği gibi kişisel sebeplerle kullanılmadığı tespit edilmiş ve kullanımın teşviki için denetlemelerin önem arz ettiği belirlenmiştir. Araştırma kapsamında IP kamera kullanarak elde edilen görüntüler ve Google görsellerdeki yığın indirme aracı ile indirilen örnek görsellerin etiketlenerek, Yolov3 Sinir Ağı Algoritması ile eğitilmiş yapay sinir ağları ile geliştirilen model ile kişisel koruyucu ekipmanları kullanımının denetlenmesi sağlanmıştır.

Bu uygulamanın kapsamı sadece baret ve güvenlik yeleği tespiti için otomotiv üretim hattına kurularak veya sahada çalışan personel gözlemlenerek iş güvenliği yöneticilerine geri besleme sağlayabilmektedir. Geliştirilen uygulamanın potansiyeli sayesinde gerekli iş güvenliği ekipmanı kullanmayan personel tespiti yapılarak, ilgili personelin üretim hattına alınıp alınmaması kararına veya hattın otomatik durdurulmasına kadar ki sürecin yönetilmesine imkan sağlayacaktır.

PERCEPTION OF SAFETY VEST AND HELMET OF FIELD WORKERS IN AUTOMOTIVE SECTOR WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORK METHOD WITHIN THE SCOPE OF DIGITAL TRANSFORMATION

SUMMARY

Keywords: Digital transformation, Work safety, Personnel Safety Equipments, Artificial Neural networks, YOLOv3 Algorithm

The aim of this study is to minimize work area safety risks with artificial intelligence supported systems by inspecting work safety tool use such as personnel safety equipments like hard hat and work safety vest in dynamical work environment at automotive industry. Use of personnel safety equipments is fundamental for avoiding risks of losing labor and further more losing trained human resource which is most important for automotive industry.

Current studies show that personnel safety equipments are avoided because of personnel reasons such as work comfort and lack of awareness. And it is found that inspecting/auditing is very important in order to promote use of equipments. With scope of this study, image data samples that are downloaded using Google batch Data image downloader and real online images that are taken with IP cameras are labeled and will be used with model using neural networks that are trained by YOLOv3 neural network algorithms in order to inspect use of personnel safety equipments. Scope of this application is limited to inspecting hard hat and work safety vest use that can be installed at automotive industry production lines or observe working personnel at field in order to feed back to safety managers.

With the potential of this application it is possible to give ability to control the process by making automated line stop in case of determining personnels that doesn't use hard hat and work safety equipments or determining entrance of this personnel to line.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Tezin Konusu ve Kapsamı

Günümüz dinamik otomotiv endüstrisinde hız ve kalite ön plandadır, küreselleşen dünya ve inovasyonun benimsendiği, kalite ve zamanında teslim baskısı ön planda olmasından dolayı oluşan rakabet ortamında üretim hatları gün geçtikçe daha kompleks, hızlı akışın olduğu ve gerek robotlar gerekse karmaşık montaj fişstürleri nedeniyle bir çok hareketli aksamla iş kazası riskleriyle doludur. Bu sıkışık ve hareketli iş ortamında çarpmaya bağılı yaralanmalar ve iş kazalarının önlenmesi için iş güvenliği ekipmanlarının kullanılması son derece elzemdir. Bir yandan da Kişisel Koruyucu Ekipmanları (KKE) kullanılmaması halinde kazaya konu olan kişi hukuki haklarını kullanamamakta ve bu kazaya sebebiyet vermesinden dolayı işletme ve işveren kanunen sorumluluk altına girmektedir [1]. Gerek maddi gerekse yetişmiş iş gücünün kaybı nedeniyle KKE kullanımının denetlenmesi işletmelerin önemli bir önceliğı olmalıdır. Bu çalışmada, Endüstri 4.0 kapsamında dijital dönüşüm hedefleyen işletmelerde yapay zeka destekli görüntü işleme yazılımları ile KKE denetiminin sağlanması için bir örnek uygulama geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu çalışmada özetle önceden indirilmiş görüntü örnekleri ile eğitilerek geliştirilen yapay sinir ağıları modeli ile IP kamera ile elde edilen gerçek zamanlı görüntüler işlenerek, personellerin baret ve güvenlik yeleğı giyip giymediğı tespit edilmektedir.

1.2. Saha Çalışanlarının Kaza Risklerinin İncelenmesi

Literatürde iş kazası (WHO) Dünya Sağlık Örgütü tarafından; ansızın gerçekleşen ekseriyetle kişilerin yaralanmaları, makinalar ve ekipmanların zarar görmesiyle sonuçlanan, iş alanında üretim kaybına neden olan bir olay olarak tanımlamıştır. İş kaza sebepleri çalışılan sektöre, ülkeye ve iş yapış kültürüne göre farklılık gösterebilir.

Fakat bağıl faktörlerin önemlileri arasında işletmenin yapısı, ülkenin sanayileşme altyapısı, iç-dış denetimde eksiklikler, iş kazası ve meslek hastalıklarının kök sebeplerinin iyi incelenmemiş ve uygun tasarımların yapılmamış olması, çalışanların niteliği ve iş kazalarına karşı bilinç düzeyi gibi etmenler de önem arz eder [2]. Amerikan çalışma bakanlığı 1980 Raporu iş ortamında birçok farklı kaynağa bağlı iş kafa çarpması sebepli iş kazalarının travmayla sonuçlanmasının basit güvenlik önlemleri olan baret kullanımıyla 1/5 oranında azaldığını göstermektedir [3].

Tablo 1.1. Amerikan çalışma bakanlığı 1980 raporu iş ortamında kafa yaralanmaları dağılımı tablosu

Kaza Oluş Şekli	Baret Yok		Baret Var	
	Travma Sayısı	%	Travma Sayısı	%
Sabit cisimlere kafa çarpması	278	32	21	12
Sallanan/hareketli cisimlerin kafaya çarpması	154	18	44	26
Düşen cisimlerin kafaya çarpması	309	36	62	36
Uçan cisimlerin kafaya çarpması	86	10	34	20
Toplam	863	100	170	100

Baret kullanımı yanı sıra, reflektörü olan ve kolayca personelin farkedilmesini sağlayan iş elbiseleri ve yelekleri ayrıca atölye alanında malzeme hareketlerini sağlayan ve montaj, kaynak işlemlerini gerçekleştiren operatör yönlendirmeli hareketli araçların çalışması sırasında iş alanından geçen personeli kolayca fark ederek iş kazasıyla sonuçlanabilecek çarpışmaların önlenmesinde büyük farkındalık yaratmaktadır.

2014'de gerçekleşen 221.336 kazanın Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'ndan alınan verilere göre %49.5'i üretim, imalat, işleme ve depolama gibi otomotivin de içinde bulunduğu üretim sektöründe gerçekleşmiştir.

Tablo 1.2. SGK, 2014 yılı Türkiye'de faaliyet alanına göre iş kazaları

Faaliyet Alanı	Vaka Sayıları	
	Vaka Sayısı	%
Üretim, imalat, işleme ve depolama	105,539	49.5
Kazı, inşaat, yıkım	19,177	8.7
Sanatsal faaliyet, Hareketli spor faaliyetleri	6,672	3.1
Hizmet sektörü (İşletmeye & halka), entellektüel faaliyetler	4,592	2.1
Tarımsal faal., orman iş., balık yet. , besi hayvan yetiştiriciliği	1,300	0.6
Diğer	79,728	36
Toplam	221,336	100

2015 yılında, 126.473 ile yine üretim, imalat, işleme ve depolama faaliyetlerinde toplam iş kazalarının %52,35' i gerçekleşmiştir. 2015 yılında meydana gelen toplam iş kazası sayısı ise 241.547 olarak kayıtlara girmiştir. 2012 yılında ülkemizde 74.871 olarak gerçekleşen iş kazaları sayısı 2016 yılında 216.068 vaka ile %382 artış göstermiştir. Bu rakamların yaklaşık %9'luk kısmı sadece otomotiv sektöründe gerçekleşmektedir. Toplam iş gücü kaybı 3.453.702 gün olarak gerçekleşmiştir [4].

Bu veriler ışığında iş güvenliği ekipman kullanımı gerek iş gücü gerekse otomotiv sektörünün en değerli girdisi yetişmiş iş gücü kaybı açısından büyük önem arz etmektedir.

Maalesef kişisel koruyucu ekipmanları kullanımı çalışanların duyarsız davranmaları yada iş konforunu güvenliğe tercih etmeleri nedeniyle yeteri kadar kullanılmamaktadır. Bu durum bir yandan da kurumun iş güvenliği kültürü ile ilgilidir, iş güvenliği kültürü işletmenin iş güvenliği ve iş sağlığıyla ilgili programlarının yeterli olmasına, bu konsepti işleyiş tarzına ve uygulamaların takibine, karar vericilerin ve gurupların değerlerine, tutumlarına, yetkinliklerine ve davranış tarzlarına göre şekillenir. 1987 yılında meydana gelen çernobil nükleer kazasından sonra meydana gelen toplu işçi ölümleri (kaza alanında çalışmış) nedeniyle iş güvenliği kültürü önem kazanmış ve 1987 yılı OECD (Ekonomik Kalkınma İş Birliği) örgütünün raporunda bu ölümlerin sebebi kaza ile ilgili kurumların iş güvenliği kültürlerinin zayıf olmasının meydana gelen kazanın önemli bir nedeni olduğu vurgulanmıştır. 2019 yılı Selçuk Üniveritesi'nde yapılan bir çalışma sonucunda iş verenin tedarik etmesine rağmen neredeyse %50'ye yakının baret kullanmayı tercih etmediği görülmektedir [5]. İnşaat sektöründe yapılan bir çalışma neticesinde örnek olarak çalışanların %69.35'inin kişisel koruyucu ekipmanlarının çalışma performansını olumsuz etkilediğinden yakınlıkla kullanmadıkları ortaya çıkmıştır [6]. Kurallara uymaya teşvik edilmesi kapsamında iş sağlığı ve güvenliği için yapılan denetimlere önem verilmesinin olumlu sonuçlanacağı ortaya çıkan bir çalışmadaki anket sonucuyla ortaya konmuştur. İlgili anket katılımcıları %93,22 oranında iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin teşvik edilmesi sayesinde kurallara uyumun olumlu etkileneceğini bildirmişlerdir. Bu

noktada etkin denetimin insandan bağımsız olarak sağlanması ile iş kazaları riskinin proaktif olarak azaltacaktır.

Günümüzde görüntü işleme yazılımları ve yapay zeka sayesinde kişisel koruyucu ekipmanların (KKE) kullanımının denetlenmesi video kamera ile mümkün hale gelmiştir. Bu çalışma neticesinde geliştirilen yöntem ile otomotiv sektöründeki bir firma için çalışanların baret ve iş yeleği kullanımını otomatik olarak denetlenebilecek bir sistem geliştirilerek iş verimliliği ve iş kazaları sonucu oluşması muhtemel iş kaybının önüne geçilmesi sağlanabilecektir.

1.3. Güvenlik Yeleği ve Baret Kullanımının İş Güvenliğindeki Önemi

Baretler iş ortamındaki hareketli ve hareketsiz nesnelerden doğan, çarpma, çizme, düşme, sarkma, yuvarlanma veya fırlama gibi kafaya temas ile kazaya sebep olacak risklere karşı çalışanları korumak amacıyla kullanılmaktadır.

Aşağıdaki durumlarda baret kullanılması gerekmektedir;

- Başın üstünde çalışma yapılması,
- Merdiven üzerinde çalışma yapılması,
- Merdivenin alttan tutulması,
- Sahada inşaat (kırma, örme gibi) işlerin yapıldığı sahalar.
- Düşebilecek, savrulabilecek maddelerin olduğu sahalarda yapılan çalışmalarda,
- Başın çarpma ihtimali olan yerlerde yapılan çalışmalarda,
- Boruya, eşik veya tavana yakın yüksekliklerde yapılan çalışmalarda,
- 2 metreden alçak tavanların olduğu yerlerde yapılan çalışmalarda.

Baret bir muhafaza ve bir iç düzenek üzerinden darbe kuvvetlerinin dağıtılmasını ve sönümlenmesini sağlar. Bu sayede kafatası üzerine uygulanan darbe şiddeti tüm kafaya eşit şekilde dağıtılarak olası kafatası hasarlarının boyutlarını daha az tehlikesiz seviyeye çeker. 2014 yılında yayınlanan Türkiye Cumhuriyeti Çalışma ve Sosyal

Güvenlik Kurumu iş kazası ve meslek hastalıkları istatistikleri raporunda, ülkemizde iş yerlerinde yaşanan kazalarda kafa ve boyun bölgesine denk gelen darbeler ve çarpmalar kaynaklı yaralanmalarda ölümle sonuçlanma oranı %14'tür. Baretler aynı zamanda kafaya direkt teması tehlikeli olabilecek aşırı sıcak, soğuk, elektrik yüklü, aşındırıcı vb.. tehlikeler içeren yabancı maddelere karşı da anlık yalıtım sağlayabilmektedir. Reflektif yelekler ise, çalışanların görünürlüğünü arttırdığı için çalışma ortamındaki hareketli araç şöförleri, iş makinesi operatörleri ve işaretçileri tarafından tehlikeli alanlarda bulunan kişilerin görünürlüğünü kolaylaştırır. Aynı zamanda acil durum anlarında kaza geçiren bir çalışanın da yerinin tespit edilme süresini azaltır.

1.4. Tezin Amacı ve Yöntemi

Daha önceden Google Yığın Veri İndirme Aracı ile indirilen örnek baret ve iş yeleği görüntülerini ağı eğitmek için örnek olarak faydalanılmıştır. Bu çalışma kapsamında IP kamera ile alınan görüntüler, bu denetleme mekanizması sayesinde özellikle şantiye, liman vb. sahada çalışan kişilerin koruyucu ekipmanlardan baret ve güvenlik yeleği kullanıp kullanmadıkları tespit edilmeye çalışılarak bu kapsamda alınacak aksiyonlara yardımcı olunmaya çalışılması amaçlanmaktadır. Baret ve iş yeleği kullanıldığını algılama için başvuru yapıldığı yapay sinir ağlarının eğitimi için daha önce elde edilmiş etiketlenmiş görseller Yolov3 Sinir Ağı Algoritması ile YSA eğitiminde kullanılmıştır. Bu sayede baret ve iş yeleği kullanımının kontrolü hata yapmaya ve yorulmaya müsait olan insan kontrolünden çıkarılarak yüksek hızlı ve performanslı makine kontrolüne geçilmesiyle işletmenin, İş güvenliği için önemli olan ve denetlenmesi gereken baret ve iş güvenlik yeleği kontrolünün otomatik sağlanmasıyla, dijital dönüşümüne katkı sağlamaktadır.

Bu tür kontroller için kullanılan yüksek işçilik saat ücreti yerine ön teçhizat yatırımı sonrası çok düşük bir masraf ile kontrolün gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır.

BÖLÜM 2. GENEL BİLGİLER

2.1. İş Sahasında Güvenlik Kıyafetleri Kullanımını

Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) 2009 yılında oluşturduğu rapora göre Dünya'da gerçekleşen iş kazalarının sayısı yıllık 270 milyon civarındadır ayrıca meslek hastalıkları ile ilgili yaklaşık 160 milyon kişinin sağlık kurumlarına başvurduğu bildirilmiştir, her yıl yaklaşık 2.3 milyon kişi de iş kazası yada mesleki bir hastalığa bağlı nedenle yaşamını yitirmektedir.

Çalışma örgütü ILO'nun tahmini verileri, “iş kazaları ve meslek hastalıklarıyla ilgili ölümler dünyada her yıl gerçekleşen ölüm sayılarının %3,9'una denk gelmektedir. Dünya nüfusunun yaklaşık %15 lik kısmı bir şekilde hafif veya ölümlü iş kazası yada mesleki hastalıklardan herhangi bir nedenle muzdarip olmaktadır.” [7].

İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışmalar tarihte sanayi devrimi sonrası özellikle ingiltere gibi fabrika tipi üretimin ilk yaygınlaştığı ülkelerde ele alınmıştır. 1760-1830 yılları arasında ingilterede çıkarılan fabrikalar kanunu ile “çırakların sağlığı ve morali” kanunu çıkarılarak çalışma sahası ile ilgili kriterler ciddiye ele alınmıştır [8].

Gelişen ve modernleşen sanayi ile birlikte iş sağlığı ve güvenliği normları da günümüz şeklini almaya başlamıştır, Bu normlardan en güncellerinden olan Avrupa Ekonomik Topluluğu tarafından 1989'da yayınlanan ilgili 89/391/EEC İş sağlığı ve iş güvenliği direktifi bu alanda çerçeve direktif olarak değerlendirilmektedir. Ülkemiz de 2003 yılında 1457 sayılı yürürlükte olan iş kanunu kaldırarak 4857 sayılı iş kanunu kabul etmiş ve avrupa normları ile entegre bir iş güvenliği çerçevesine geçmiştir. Bu konudaki en güncel kanunlardan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu

(20/6/2012 yılında yürürlüğe girmiştir), işyerlerinde iş kazası risklerinin önlenmesi veya kabul edilebilir güvenlik seviyesine getirilmesi için, iş yerlerinde alınması gereken çeşitli teknik karşı önlemler, yada genel koruma için yapılacak iş organizasyonu veya çalışma yöntemleri sağlanamazsa bu durumda kullanılması gerekli kişisel koruyucu donanımların şartnamelerini, ilgili yerlerdeki teminini, personel tarafından kullanımını ve diğer hususlarla ilgili usul ve esasları belirlemektir [9]. Aynı zamanda endüstri 4.0 devriminin yaşandığı günümüz modern sanayi dünyasında iş güvenliği ile ilgili çalışmalar hukukçuların, sosyal bilimcilerin, hekimlerin ve mühendislik disiplinlerinin ortak potada eritildiği multi disiplinler bir alan halinde gelişimini sürdürmektedir [10]. Bu çerçevede bir çok farklı ekipman Kişisel Koruyucu Ekipmanlar başlığı altında geliştirilmekte ve gerek iş konforu, gerek iş performansı gerekse çalışan sağlığı hedeflenerek iş sahalarında kullanılmaktadır.

6331 sayılı iş sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili kanun, ülkemizde işverene iş ortamındaki şartları ve bu ortamdaki kullanılması gereken ekipmanların düzenlenmesi ile ilgili yükümlülükler vermiştir. Bu kanunun işverenlere yüklediği sorumluluklar şunlardır:

1. İşveren, ilgili iş yerlerinde görev yapan personelin işle ilgili doğabilecek zararlı sebeplere karşı gerekli sağlık ve güvenlik şartlarını sağlamalıdır.
 - Eğitim verilmesi, gerekli araç ve gereçlerin sağlamalıdır.
 - Çalışma sağlığı ve güvenliği için alınan tedbirlere çalışanların uyup uymadığını denetlemelidir.
 - Risk değerlendirmesi yapmalıdır.
 - Personele atanacak görevler ve işler için, çalışanın sağlık durumunu ve iş güvenliği koşullarını dikkate alınmalıdır.
2. İş güvenliği uzmanı yada OSGB firmalarından dış hizmet alınacaksa bu hizmet işverenin yükümlü olduğu yerine getirmesi gereken sorumlulukları değiştirmez ortadan kaldırmaz
3. Çalışanın iş güvenliği yükümlülüğü, işveren için mesul olduğu sorumluluk kapsamını etkilemez.
4. İş yerinde yerine getirilmesi gereken iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri için harcanan giderler çalışanlara yansıtılamaz.

Bu kanun işverene olduğu kadar çalışan personele de aşağıdaki yükümlülükleri getirmektedir. Bu yükümlülükler ;

1. Çalışanlar, kendilerine verilen talimatlara uyma ve yaptıkları işi tehlikeye düşürmemekle sorumludur.
2. Çalışanlar aşağıdaki konularda yükümlülüklerini yerine getirmek zorundadırlar;
 - İşyerindeki makine, araç, gereçleri kurallarına uygun şekilde kullanmak
 - Verilen kişisel koruyucu donanımları çalışan kullanmak zorundadır ve teslim edildiği şekilde sağlam tutmak zorundadır.
 - Personel çalıştığı alandaki makinenin, kullandığı araç ve gereçlerin ya da iş alanındaki binalardaki koşulların sağlık ve iş güvenliği yönünden tehlike arz eden durumlarını, bağlı olduğu çalışma temsilcisi ya da işverenine bildirmesi zorunludur.
 - İlgili iş yeri ortamında belirlenen eksiklik ve uygunsuzlukların iyileştirilmesi ve düzeltilmesi ile ilgili işveren ve çalışan temsilcisiyle iş birliği yapmalıdır.

Kanunların çizdiği çerçeve neticesinde gerek iş veren gerekse işi yapan personel iş güvenliğinden ortak sorumlu olarak, belirlenen risklerin tanımladığı ekipman ve gereçle işi yerine getirmekle kanunen mükelleftir. Bu araç ve gereçlerden iş yeleği ve iş baretinin kullanılmasının temini ve denetimi iş verene kullanma yükümlülüğü de iş yapan kişiye kanuni mesuliyet getirmektedir.

2.2. Güvenlik Yeleği

Güvenlik yelekleri fosforlu tipte kumaş kullanılarak üretilmiş, ön kısmı ve arkasında az ışıklı ortamda dahi ışığı yansıtan şeritleri olan yelek tipi kolsuz ve geniş iş elbisesinin üstüne de giyilmesi mümkün olan güvenlik ve farkındalık amacıyla tercih edilen yeleklerdir. İş güvenliği ile ilgili yasal düzenlemeler ve mevzuat ile belirlenmiş giyilmesi yasa ile zorunlu tutulan iş elbiseleri kapsamındaki yansıtıcı parçaları olan bu yelekler iş emniyeti ve personelin kolayca tespitinin sağlanması amacıyla kullanılmaktadır .

Çeşitli tasarıma sahip ve farklı renklerde güvenlik yelekleri sanayide kullanılmaktadır. Fakat iş yeleklerinin tasarımları ve iş yeleklerinde kullanılan malzemeler için belirli bir standart oluşturulması hedeflenmiştir. Bu standartlar için ilkelerden bir kısmı aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Tasarımla ilgili özellikler ve ilkeler (ergonomi yönünden ve çalışma ortamındaki sınıflandırma ile ilgili özellikler),
- Personelin koruyucu donanım tarafından zarar görmeden faydalanması (yapısındaki malzemeler, çeşitli engel ve çıkıntılar),
- Ürünün konforu ve kullanım alanına göre yeterliliği,
- Işık yansıtan donanımları veya bu amaçla kullanılan elbise olması

Güvenlik yeleklerinden beklenen özelliklerden biri kumaşlarının yumuşak, yıkanabilir özellikte olmasıdır. Güvenlik yeleklerinin üzerinde bulunan ve ışığı yansıtabilen reflektör bantlara hayat kurtarıcı bantlar da diyebiliriz. Zira hareketli bir çok tehlike ile dolu olan üretim sahasında farkedilebilirlik hayati önem arz eder. Güvenlik yelekleri üretiminde çoğunlukla polyester kumaş kullanılmaktadır. Polyester kumaşlar ağırlığı fazla olmayan, ıslandığında çabuk kuruma özelliğine sahip, herhangi ütüleme gereği olmadan kullanılabilen, hava alan bir kumaş yapısındadır. Böylece hem çalışan konforu ön planda tutularak iş yapma performansı düşmez hem de sıklıkla kullanılabilme hedeflenir.

Günümüz piyasasında iş güvenliği yeleklerinde belirlenen renk ve beden standartında ön planda tutulan yelek renkleri, gün içerisinde çevredeki ambiyans ortamdan kolay ayırt edilmeyi sağlayan, turuncu, sarı ya da kırmızı renge sahip fosforlu kumaştan üretilmiş ürünler tercih edilmektedir. Yeleklerin ön ve arkası gece ortamında ışık yansıtır şeritlere sahiptir. İş elbiseleriyle birlikte elbisenin üzerinde giyildiği için mümkün olduğunca geniş, ince ve konforludur. Eğer firma tarafından istenirse kurum kimliğini yansıtan logo ve amblemler farkedilmeyi zorlaştırmayacak şekilde eklenebilir yada personel izlenebilirliğini ve takibi kolaylaştıran işaretçiler ile baskı ve yapıştırmalar yapılabilir. Ancak bu tür modifikasyonlardaki en temel husus

yeleğin büyük kısmını kaplamamalı yada düşük aydınlatma ortamında farkedilmeyi azaltmamalıdır.



Şekil 2.1. Reflektif özellikli İş Yelekleri Arasında Renge Göre Uygun Olan ve Olmayanlar.

2.2.1. Güvenlik yeleği kullanmanın sağladığı avantajlar

Günümüz hızlı akışın olduğu ve malzeme hareketlerinin yoğun yaşandığı imalat ortamında dikkat çeken kıyafetler giyilmesi insan idaresindeki hareketli araçlarca çalışan personelin ezilme, çarpışma, çatışma vb.. gibi kazalarla karşılaşılmasında tedbir açısından önemli avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle kimi işletmeler bir yandan personel görünürlüğü üzerinde tedbir uygularken bir yandan da çarpma riskini doğuran araçların da özellikle, kırmızı, sarı gibi dikkat çeken renkler ve ışıklandırmalar ile görünürlüğünü artırıcı uygulamalar yapmaktadır.

İş güvenliği yelekleri de bu bağlamda özellikle şantiye (bina, yol inşaatı, maden vb..) işleri ve imalat ortamları gibi tedbir gerektiren iş alanlarında veya işlerde dikkati üzerine çekmek, görünürlüğü arttırmak amacıyla giyilmesi gerekli yeleklerin genel ismidir. Her tür kıyafetin üstüne giyilmesi mümkün olan, yansıtıcı özellikli kumaş ile üretilen yeleklerin tercihe göre cep detayları da bulunabilir. Şantiye ve ulaşım/inşaa işlerinde sis ve alaca karanlık ortamda yansıtıcılı ve fosforlu güvenlik yelekleri giyen çalışan uzaktan rahatlıkla gelen araç tarafından anlaşılabilmekte farkedilmektedir. Amerika Birleşik Devletlerindeki Mesleki Güvenlik Sağlık Kurumu (OSHA) standardının 29 CFR 1926.201 Subpart G maddesine istinaden, bu tip iş ortamından kaynaklanan düşük görünürlük durumunda çalışan kişi “gün içerisinde kırmızı, sarı veya turuncu renklere sahip uyarı giysisi giymeli gece ise üzerinde reflektör bulunan giysiler yada aparatlar giymelidir”. Görünürlüğün tanımı OSHA standardına göre,

reflektif olan şerit yada kaplamanın en az 1.000feet(yaklaşık 300 metre) mesafeden farkedilir olmasıdır. Gece işleri ve az ışığın olduğu tesislerde iş güvenliği & ikaz yeleğinin avantajı bu sayede tercihten öte bir şartname olarak iş güvenliğinin kapsamında bir zorunluluk olarak sayılmaktadır. Bir diğer husus da iş yapış sırasında fiziksel olarak yorulan insanın bir müddet sonra yorguluğu mental olarak da yaşaması dikkat eksikliği ve koordinasyon sorunlarına sebep olmasıdır. Bu dikkat eksikliği normal zamanda çevre renklerinden ve arka plandan kolaylıkla ayrılabilen insan gibi yada hareketli ve/veya tehlikeli olabilecek çarpma riski taşıyan nesnelerin tespit edilmesini gittikçe zihinsel yorgunluğa bağlı zorlaştırmaktadır. Bu durumda yeterli ışıklandırma şartları oluşsa dahi algısal olarak zihinde dikkat duyguları oluşturabilecek sarı, kırmızı veya turuncu gibi renkleri kullanan nesneler ile karşılaşmalar yorgun bir zihinde dahi farkındalığı arttırabilecek neticeler sağlamaktadır. Özellikle otomotiv montaj üretim hatları yoğun tempolu tekrarlı işleri nedeniyle bu tür mental yorgunluk kaynaklı dikkat azalmasına karşı riskli bir sektördür.

2.2.2. Güvenlik yeleği kullanmamanın getirdiği riskler

Günümüz imalat ortamındaki hareketli risklerin kazayla neticelenmeden öngörü ve denetimlerle bertaraf edilmesi arzu edilen amaçtır bu açıdan oluşabilecek kaza risklerini en aza indirebilmenin ön koşulu tehlikeleri doğru tanımlamak ve karşı önlemleri tanımlanmış derecelendirilmiş risklere göre öncelik sırasıyla almaktır [11]. Bu amaçla kullanılan yöntemlerden birisi risk analiz ve değerlendirme formlarıdır. Çeşitli tehlike kaynaklarının sebep olma potansiteli olan risklerinin derecelerini (şiddet, olasılık) ön görme ve bu risklerin makul seviyelere taşınması için alınacak/alınmış önlemlerin yeterli olup olmadığını belirleyen karar süreci "Risk Değerlendirme" olarak tanımlanır [12]. Risklerin ortaya çıkardığı sonuçların vehametini belirlemek işletmeler için ve özellikle iş güvenliği için önemlidir, zira alınacak karşı önlemleri önceliklendirme ve en büyük risk değerine ulaşan problemleri ilk sıralarda çözmeyle başlamak işletmelere hem zaman hem de maddi tasarruf sağlayacaktır. Bu amaçla değerlendirme yöntemi olarak risk değerlendirme matrisleri kullanılmaktadır.

L- TİPİ (5x5) RİSK DEĞERLENDİRME MATRİSİ

R = OLASILIK x ŞİDDET			ŞİDDET				
			Çok Ciddi İy Sarti-İlyardım	Ciddi İy Güni-İlyardım	Orta Hafif Yara-Tedavi	Hafif Ölüm-Ciddi Yar-MH	Çok Hafif >1 Ölüm-SİS
			5	4	3	2	1
OLASILIK	Çok Yüksek «Günde Bir»	5	25	20	15	10	5
	Yüksek «Haftada Bir»	4	20	16	12	8	4
	Orta «Ayda Bir»	3	15	12	9	6	3
	Küçük «3 Ayda Bir»	2	10	8	6	4	2
	Çok Küçük «Yılda Bir»	1	5	4	3	2	1
Düşük Risk			Acil Tedbir Gerektirmeyebilir				
Orta Risk			Bu Risklere Olabildiğince Çabuk Müdahale Edilmeli				
Yüksek Risk			Bu Risklerle İlgili Hemen Çalışma Yapılmalı				

Şekil 2.2. Risk değerlendirme için kullanılan örnek bir matris

Yukarıdaki örnek risk değerlendirme matrisinde görülebileceği gibi iş güvenliği riski oluşturacak sorun kaynağının olma olasılığı kadar ortaya çıkaracağı şiddet yanı sonucun vehameti de bir o kadar önemlidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde olma olasılığı ve ortaya çıkaracağı sonucun vehameti en büyük olan riskler en yüksek puana sahip riskler olarak öncelikli değerlendirilmektedirler. Bu tür bir yöntem matris satır ve sütunlarının olasılık ve şiddet değerleri ile derecelendirilmesi ve şiddet ve olasılık değerlerine karşılık gelen sayıların çarpılmasıyla elde edilebilir. En yüksek değerli olaylar kırmızı ile işaretlenerek öncelikli önlem alınması tavsiye edilmektedir.

Tez çalışmasının uygulandığı otomotiv firmamızda yapılan risk analiz ve değerlendirme çalışması örneğinde görüldüğü üzere iş güvenliği riskinin en fazla olduğu anlar, hattın kurulu düzeni haricinde çalışan montaj hattına yapılan plansız giriş ve çıkışlardır. Bu plansız giriş ve çıkışlar sırasında montaj operatörleri tarafından hareket ettirilen montaj fiktürleri o esnada montaj operasyonu dışı sebeplerle (anormal bir sebeple hatta giriş) çalışma alanında buluan kişilere çarpma riski taşımaktadır. Bu tür anormal durumlar gün içerisinde sık tekrarlanmakta ve risk düzeyi diğer planlı operasyon risklerine göre yüksek çıkmaktadır. Bu nedenle hattı tamamen durdurmak yerine robot montaj kolunu yöneten operatörün hatta giriş yapan personeli kolay farketmesi için üretim hattına girecek ziyaretçi yada operasyon dışı personelin sarı yelek giyme uygulamasına geçilmesi ile kaza riski önlemi alınmıştır. Basit bir önlem olmasına rağmen etkili olduğu gözlenmiştir. Fakat operasyon sorumlularından

alınan geri bildirimde istinaden sarı yelek uygulamasının sık sık ihlal edildiği rapor edilmiştir. Standart işe alışmış ve tempolu çalışan üretim operatörlerinin sarı yelek giymeyen ve hatta giriş yapan yabancı personeli farketmekte zorluk yaşadıkları ve çarpma kaynaklı iş kazası durumuna yaklaştıkları rapor edilmiştir. İşletmede bu tür durumlar için “Ramak Kala” formu doldurulmaktadır. Formlarda ay içerisinde en az 2 veya 3 defa bu tür durumların gerçekleştiği izlenmektedir.

Aşağıdaki risk analiz tablosundan da anlaşılabileceği üzere riskin en çok ortaya çıktığı durumlar alışılmış iş standardı dışında hatta giren ve farkedilmesi zorlaşan personellere hareketli montaj aletlerinin çarpması ile ilgili riskler olarak belirlenmiştir.

Tablo 2.1. Otomotiv firmasında üretim montaj hatlarında risk değerlendirme analiz tablosu

Montaj Final 3 Hattı Risk Değerlendirme Analizi							
Sıra	Tehlike	Risk	Risk Değerlendirmesi				Önlem
			Şiddet	Olasılık	Risk Skoru	Risk Düzeyi	
1		Hat içinden geçen destek personele çarpma	4	5	20	5	Hat içine geçici giriş yapacak personelin sarı yelek ile işaretlenmesi
2	FR & RR Door assembly robot kol çalışması	Kapının standan düşme riski	3	5	15	4	Klamplar montaj pozisyonuna ulaşmadan açılmayacak şekilde düzenlendi
3		Kapının montaj sırasında RR DR operatörüne çarpması	5	2	10	3	Operasyon sırası takip edilecek 1 RR, 2 FR → ilk operasyon bitmeden FR'a geçilmeyecek
4		Yükleme esnasında el sışışması	4	1	4	2	Yükleme standına ışık bariyeri eklendi
5	FR Glass yükleme operasyon	Robot kol dönüş çapı nedeniyle geçiş sırasında cam çarpma riski	4	5	20	5	Hat içine geçici giriş yapacak personelin sarı yelek ile işaretlenmesi

Sadece üretim hattı değil işletme içinde birçok alanda sarı yelek uygulamasının kullanılması çeşitli sebeplerle zorunlu kılınmıştır bu sebeplere istinaden sarı yeleğin zorunluğu olduğu alanlar örnek olarak aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Montaj hat kenarında malzeme besleyen tow truck hareketin gerçekleştiği geçiş yollarını kullanacak ziyaretçi ve personeller (AGV rotaları ve ziyaretçi kedi yolu hariç)

- Montaj hattında geçici çalışma yapacak ve geçmesi gerekecek tüm personeller ve tedarikçi firma destek elemanları
- Malzeme besleyen ve tow truck kullanan tüm glovis personelleri
- Tüm bakım personeli
- Glovis stok alanına giriş yapacak tüm personeller (forklift ve tow truck hareketi)
- Direkt kamyonlardan sıralı besleme yapan milkrun araçlarının dock alanları ve geçiş yollarını kullanacak ziyaretçiler.

Yukarıdaki örneklerde de görüldüğü üzere iş güvenliği risklerinin en temel ölçütü farkındalık ve fark edilmektir. İşletmelerde riskli alanlara girişin kısıtlanması amacıyla “PokaYoke” olarak tanımlanan bazı önlemler alınmaktadır. Poka-Yoke sıfır hata ile çalışma yöntemlerinden biridir. Japoncadan gelen bir kavram olarak Poka (tesadüf eseri oluşan hata) ve Yoke (hatadan sakınmak, olasılığı azaltmak) iki kelimenin birleşimidir. Yalın üretimin benimsendiği Toyota üretim sisteminde olduğu gibi günümüz otomotiv endüstrisinde sıklıkla kabul gören bir hata azaltma yaklaşımıdır. Günümüz üretim endüstrisinde her alanda yaygın şekilde kullanılan bu kavram Dr. Shigeo Shingo tarafından 1961 yılında ortaya atılmış ve geliştirilmiştir. İş güvenliği alanında da sıkça bu yaklaşımdan faydalanılmaktadır. Dr. Shingo Poka-Yoke kavramını ilk defa bir fabrika ziyareti sırasında ortaya koymuştur [13]. PokaYoke’nin en temel hedefi mevcut sisteme daha fazla kontrol elemanı ekleyip sistemi daha karmaşık hale getirmeden basit çözümlerle, unutkanlık, disiplinsizlik, dikkatsizlik, yanlış anlama gibi insani kaynaklı sebeplerden doğacak her türlü hataya ve kusura karşı önleyici ve destekleyici yöntemler ve araçlar geliştirmek bu sayede , sıfır hatalı üretim hedefine ulaşmaktır [14]. Farkındalık açısından iş yeleği gibi ekipmanlar işletme açısından en ucuz ve riskin kaynağı olan farkındalığı artırma hedefine en uygun pokayoke uygulama stratejisidir.

Yaşanacak iş kazalarının hem firmaya hem de ekonomiye maddi manevi bedeli düşünüldüğünde iş yeleği gibi basit PokaYoke önlemleriyle önemli miktarda maddi kayıp riskinin önüne geçilebilir. Uluslararası çalışma örgütü ILO raporlarındaki sonuçlarda Türkiye’de gerçekleşen iş yeri kazalarında ortaya çıkan tabloya göre her yıl

GSYİH üzerinden %4 oranında kayıp yaşandığı tahmin edilmektedir. Ayrıca her yıl yaşanan yaklaşık bin civarındaki ölümle sonuçlanan iş kazası neticesinde de oluşan maddi kaybın milyarlarca TL tutarına ulaştığı sonucu izlenmektedir [15]. Yetersiz önlem nedeniyle oluşabilecek maddi kaybın hukuki tanzimi işletmeden karşılanması muhtemeldir bir yandan da yetişmiş personelin kaybı da işletme için önemli bir kayıp olacaktır.

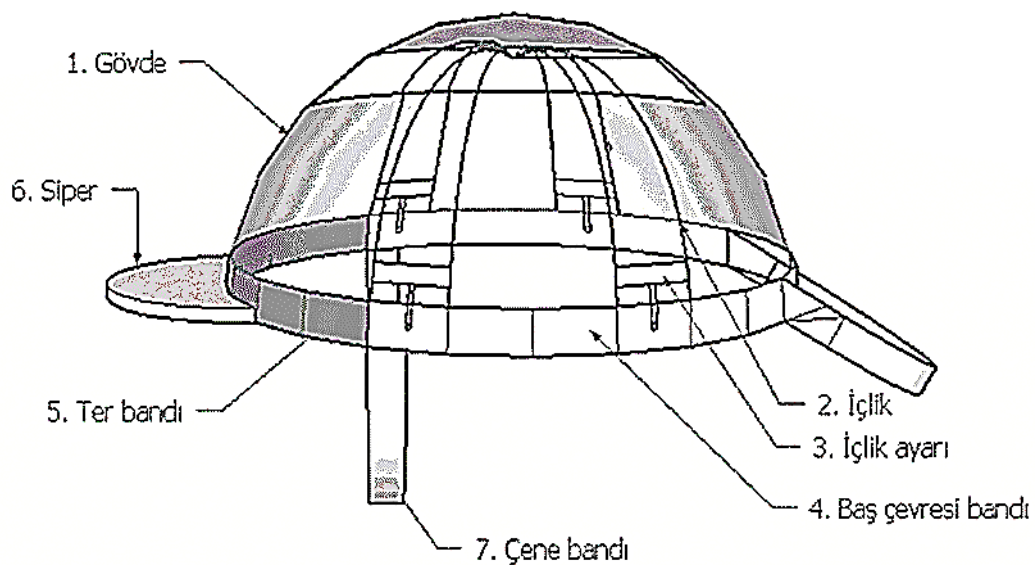
2.3. Baret

Baretler baş hizasından daha yüksekte düşen nesneler, çarpışmalar, çarpmalar ve sert cisimlerden gelen darbe, elektrik akımına kapılarak yaralanma, eriyik metallerin sıçraması ve sıcak, yanan cisimlerden alev alması gibi çeşitli ihtimallerle kafatası bölgesinin ve çevresinin korunması için kullanılan temel ekipmanlar ve önlemlerdir. Sadece baret kullanılması bu örneklenen tehlikelerin ve risklerin tümüne karşı koruma sağlamamakta diğer iş güvenliği ekipmanlarıyla birlikte kullanılması tavsiye edilmektedir [16]. Endüstride kullanılan baretler, kullanıldığı işin cinsine ve sağlaması gereken riskin ve koruma beklentisinin tipine göre endüstriyel baretler ve yüksek performanslı endüstriyel baretler olarak iki çeşittir.

2.3.1. Endüstriyel baretler

Ağır iş kollarında kullanılan En fazla karşılaşılan temel baretlerdir. Bu baretlerin en dış kısmında kullanılan malzeme polietilen, ABS (Akrilonitril Bütadien Stiren), HDPE (Yüksek Yoğunluklu Polietilen vb.) veya polyester reçineyle sertleştirilmiş fiberglas'tır.

Bu tip baretler; 1-gövde, 2-içlik, 3-içlik ayarı, 4-baş çevresi bandı, 5-ter bandı, 6-siper, 7-çene bandı kısımlarından oluşur.



Şekil 2.3. İş güvenliği bareti.

2.3.2. Yüksek performanslı endüstriyel baretler

Ağır iş kollarında, şantiyelerde, madenlerde, sıcak ve sıçrayan malzemelerle çalışılan yüksek riskli alanlarda kullanılan bu tip baretlerde koruma kapsamında üst ve yan darbelerin, delinme, kırılma, yanma vs.. sonuçlara karşı mukavemeti endüstriyel baretlere göre çok daha iyidir. Şartnameleri ve kullanılan malzemeler daha farklıdır.

Temel yapı endüstriyel tip baretler gibi olmakla birlikte daha fazla dayanım ve koruma amacıyla iç kısımda poliüretan veya yüksek yoğunluklu polistiren içerikli köpükten dolgu malzemesi eklenmektedir. Bu tip yüksek performanslı endüstriyel baretler TS-EN 14052 + A1 standardının gerekliliklerini karşılamak zorundadır.

Bu tip baretlerde aynı zamanda TS-EN 397 + A1 standardını sağlaması şart olan veya gerektirmeyen / tercihi nitelikte farklı çeşitlere sahiptir. Buradaki amaç yanlış seçilmiş koruma tipi nedeniyle olası tehlikelere karşı personelin yetersiz korunmasını önlemektir.

Bu özelliklerden mecburi olan ve içermesi beklene test muhteviyatı olanlar;

- Çene bandı bağlantılarının dirençli olması
- Elektriksel yalıtkanlık (440 VAC veya 1000VAC, en fazla 1,2mA den fazla kaçak akıma müsaade etmemek)
- Darbeye karşı ve kırılmaya karşı direnç (5000 N'luk kuvvetlerde baş ve boyun bölgesi korunumu)
- Delinmeye karşı mukavememt (yüksekten düşen sivri cisimlere karşı)
- Aleve karşı yanmazlık ve ısı geçirgenlik direnci
- Yan çarpmalara karşı deformasyon dayanım
- Çok düşük (-30°C) veya yüksek (+150°C) sıcaklığa karşı dayanım ve ergimiş metal sıçramasına karşı dayanım
- Baretler; hava şartlarından etkilenmemeli sıcak güneş ışığı, yağmurlu hava, soğuk ortam, tozlu ortam, yüksek titreşim alanı, cilt teriyle teması sonucu kirlenme gibi şartlarda görevini sağlayacak nitelikleri kaybetmemelidir.

Baretlerde iş konforu ve kullanıcının da baretle çalışmaktan şikayet etmemesi için bazı opsiyonel özelliklere izin verilmektedir. Bunlardan bazıları, absorban özellikli, kalınlığı 0.8mm'den az olmamak kaydıyla, pH değeri 3.5den yüksek, yıkanabilir özellikli ter bantları kullanılabilir ayrıca yalıtım özelliğini tehlikeye düşürmemek kaydıyla baretin alt kısımlarından içeride hava sirkulasyonunu sağlayabilecek deliklere izin verilmektedir. Delikler için müsaade edilen alanın toplam miktarı 150 mm² ile 450 mm² arasındadır.

Baretler tasarımsal olarak kullanıcının konforunu sağlamak amacıyla pozisyonları ayarlanabilir bağlara sahiptir. Fakat maksimum ve minimum ayar konumları kullanım kaynaklı riskleri en aza indirgeyebilmek için sınırlandırılmıştır.

Yalıtkan özellikli (dielektrik dayanımı yüksek) baretler orta voltaj kullanan elektrikli araçların çalıştığı ve akım kaçağı tehlikesinin bulunduğu yerlerde kullanılabilir, bu durumda baretlerde "440Vac" (440 Volt Alternatif Akım) yazısı bulunmalıdır. Yüksek-Orta gerilim sayılabilecek 1000Vac yada 1500Vdc gerilimi geçmeyen elektrikli gereçlerin bulunduğu ortamlarda EN-50365 standardı gerekliliklerine haiz baret tipleri tercih edilmelidir. Bu tip baretler EN-50365 standardı gereğince

kullanıldığı alçak gerilimli tesise uygun şekilde yalıtım sağladığını gösteren piktogramı üzerinde taşınmalıdır.



Şekil 2.4. EN-50365 standardı alçak gerilimli tesise uygun şekilde yalıtım sağladığını gösteren piktogramı.

Çalışma ortamı döküm ve sıcak işlenmiş metallerin olduğu bir sektör ise ve eriyik metallerle çalışılıyorsa bu durumda eriyik metal “MM” (Molten Metal) işareti taşıyan simge kullanan eriyik metallerin sıçrama sonucu oluşturduğu yanmalara dirençli baretlerin kullanılması gerekmektedir. Çalışma ortamı sadece üstten gelebilecek darbelere değil aynı zamanda yanal darbelerden gelebilecek risklere de açık ise bu durumda bu tür “LD” ibaresinin bulundurulması gerekmektedir.

2.3.3. Geçmişte baret kullanılmamasına dayalı meydana gelen kaza sonuçları

İş güvenliği yalnız bir tarafın sorumluluğu değildir, iş güvenliği tüm kurumu ilgilendiren ortak kültürdür. İş güvenliğinin paydaşlarını işveren, iş güvenliği uzmanı, çalışan işçi, devlet, hatta geçici gelen ziyaretçiler olarak sayabiliriz, bu açıdan gerek ekipman ve ortamın sağlanması ve bunların denetimleriyle firmaların yükümlülüğü gerekse çalışanların katılımı ile kazalardan kaçınılabilir ve kaza sonucu meydana gelebilecek zararlar azaltılabilir. Sosyal güvenlik kurumunun 2014 yılında yayınladığı rapora istinaden meydana gelen 221,336 iş kazasında yaklaşık olarak %15,0 kadarlık vaka baş bölgesi ve boyun omurlarında meydana gelmiştir [17].

Tablo 2.2. SGK, 2014 yılı Türkiye’de iş kazalarında baş ve gövde bölgesi yaralanma analizleri

Faaliyet Alanı	Vaka sayısı	%
Üst ekstremiteler	85,566	38.7
Alt ekstremiteler	42,223	19.1
Kafa-Baş Bölgesi	26,349	11.9
Sırt, boyun, omurga, omur eklemleri	7,008	3.1
Gövde ve organlar	4,823	2.2
Tüm vücudu kapsayan veya bir çok bölge	5,086	2.3
Diğer	50,311	22.8
Toplam	221,336	100

Bu istatistikler ışığında baret gibi hayati bir önlemin kullanılması sayesinde kaza oluşumu neticesinde önemli miktarda vakadan az veya hiç kayba uğramadan kurtulmak mümkündür.

Ülkemizde son yıllarda çalışma bakanlığı tarafından yapılan düzenlemeler sayesinde baret kullanımı zorunluluğu da iş kanunları ile desteklenmektedir. Örnek olarak tez uygulamasının yapıldığı işletmede güvenlik için koruyucu donanımları kullanmayan iş ile ilgili tehlike sınıfında belirtilen baretini takmayan personele önce 3 defa yazılı uyarı gelmektedir. Uyarıya rağmen uygunsuzluğun devamında ise tazminatsız iş akdinin feshi uygulaması mümkündür. Tek tarafılı fesihlerde çalışanların hak ettikleri tazminat ödemesi ve kanuni haklarından bu şekilde iş akdi feshi sonrası personel yararlanamakta hatta işsizlik maaşına dahi başvuramamaktadır.

Baret kullanımının işletmelere faydasını özetlersek;

- Büyük rekabet ortamında gerekli olan iş gücünün kaybı, duruşlar nedeniyle ortaya çıkacak üretim miktar kaybından kaçınmak,
- İş kazası neticesinde kanuni süreçten doğan giderlerin ve kaza geçiren personele ödenmesi gereken geçici ve sürekli iş göremezlik ödemelerinden kaçınma,
- Kaza geçiren personel ve aileye yapılması gereken tazminat ödemelerinden kaçınma
- Muhtemel ölümle sonuçlanacak bir kaza sonucu ortaya çıkacak ağır ceza hükmünden kaçınma

- Üretim kaybı sonucu yetişilemeyen siparişler nedeniyle piyasada itibar ve maddi kayıplardan kaçınma
- Üst makamlar ve hükümet tarafından gerçekleştirilen soruşturma, denetim gibi maliyetlerden kaçınma,
- Hepsinden önemlisi otomotiv'in en değerli kaynağı olan yetişmiş tecrübeli personelin kaybedilmesinden ve can kaybından kaçınmaktır.

2.4. İş Sahasında Güvenlik Ekipmanlarının Nesne Algılama Yöntemiyle Tespit Edilmesiyle İlgili Yapılan Çalışmalar

Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren işletmeler günümüz endüstri 4.0 devriminin yaşandığı rekabetçi ortamda hızın katlanarak artması sonucu ortaya çıkan veri işleme ve veri denetleme fonksiyonları için insan gibi çalışan, algılayan ama insan potansiyelinden daha fazla çıktıyı işleyebilen akıllı sistemler kullanmaktadırlar. Endüstride kullanılmakta olan bilişim sistemlerinin ortak özelliği aşağıdaki işlevleri yerine getiren unsurlardan oluşmaktadır [18].

- Algı (perception): İşletme içindeki çeşitli kaynaklardan veri girişlerinin gerçekleştirilmesi
- Kayıt (recording): Elde edilen bilgiyi kayıt etme depolama
- İşleme (processing): Kurum için gerekli olan bilginin ihtiyaca yönelik konular ve uygulamalar için işlenmesi
- Aktarım (transmission): Bilginin kurum içindeki farklı alt birimlerce paylaşılması yada dış paydaşlarca kullanılması için iletilmesi
- Depolama (storage): Gelecekte lazım olduğunda bilginin tekrar çağrılabilmesi için uygun fiziksel yöntemlerle saklanması.
- Geri çağırma (retrival): İstenilen verinin veri yığını içinde bulunarak tekrar kullanıcıların önüne getirilebilmesi.
- Sunma ve raporlama (presantation and reporting): Gerekli olan özet bilgilerin veri yığınları arasından yorumlanarak ve filtre edilerek yeniden düzenlenmesi ve istenilen formatlarda gösterilmesi

- Karar verme (decision making): İlgili alt birimlerin fonksiyonlarına yön verecek kararları bu bilgi ve raporlar desteği ile icra etmesi

Bu çerçevede geliştirilmekte olan sistemlerden bazıları görüntü işleme sistemleri, uzaktan algılama yapan sensörler, RFID / barkod ile izlenebilirlik sağlayan radyo dalgaları ile çalışan denetim mekanizmaları ve bunlar gibi birçok veri kaynağından gelen bilgiyi depolayan, sınıflayan, işleyen ve sonuç üreten akıllı algoritmalar, yapay zeka kullanan yazılım ve donanımlardan oluşmaktadır. Bu sistemler sayesinde işletmelere büyük fayda sağlayan teknolojinin hızlı gelişimi ve bilgi sistemleri, yönetim aşamasında olumlu kararlar alınmasını ve alınan kararlardaki hataları en aza indirgeyen, doğrudan etkileyen faktörlerdir [19].

Çalışma sahasında baret ve iş güvenliği denetimi ile ilgili uzaktan algılama sistemleri gibi barete entegre görüntüleme yapan sistemler de kullanılmaktadır. Ülkemizde geliştirilmiş bir akıllı baret uygulaması, baret üzerine entegre görüntüleme yapan HD kameralar, özelleştirilmiş sensörler ile çalışanın anlık konumu karar vericilere (ERP sistemine) gerçek zamanlı Wi-Fi ve RFID iletişim yöntemleri ile iletilmektedir. Fakat bu sistem barete entegre pahalı sistemlerle çalışmakta ve bakım maliyetleri de göz önüne alındığında yüksek miktarda kullanımı durumunda önemli bir yatırım haline gelmektedir.

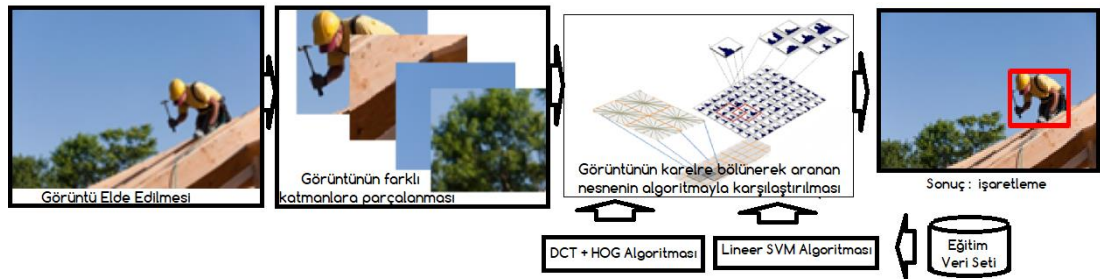


Şekil 2.5. Tekno Akıllı Baret ürünü

Bu tez çalışmasının kapsamındaki uygulama ise uzaktan görüntü algılama yöntemleri ile standart ve çok daha ucuz endüstriyel tip baretlerin kullanımı denetlenebilmektedir.

Görüntü algılama teknikleri temelde video kamera ile çekilen görüntülerin daha önce hazırlanmış olan görüntü tanımlama yazılımları sayesinde analiz edilerek görüntü içerisinde aranan ve istenilen özellikteki görüntülerin olup olmadığının karşılaştırılması yöntemine dayanmaktadır. Örnek olarak Siyah bir arka plana sahip bir görüntüde beyaz bir kare varsa, görüntü tanımlama algoritmasına sahip yazılım bu resmi önce belirli parçalara böler ardından parçalar arasında daha önce renk değeri ve boyutları tanımlanmış beyaz bir bölge olup olmadığına her bir bölünmüş kareyi sırayla tarayarak araştırır. Eğer kriterlere uygun yeterli kanıt tespit edilirse resim içerisinde beyaz karenin olduğu makine tarafından karar vericiye bildirilir.

Li ve arkadaşları 2017 yılında yapmış oldukları çalışmalarında, baret kullanımının makine öğrenmesi ve görüntü işleme yazılımları ile denetleyen bir uygulamada bu basit çıkış noktasını geliştirerek örneklemiştirler [20]. Bu uygulamada video kamera ile elde edilen ViBe Arka plan modelleme tekniği ile sabit video görüntüleri içinde hareketli nesneler işaretlenmiş, işaretlenen nesnelerin içinde insan olup olmadığı Histogram of Oriented Gradient (HOG) algoritmasıyla tespit edilmektedir. Bir sonraki adımda ise Suport Vector Machine (SVM) algoritmasıyla eğitilmiş yapay sinir ağları ve renk bazlı kareleri ayırt etme algoritmaları yardımıyla tespit edilen insanlar üzerinde sarı renkli baretlerin olup olmadığı yazılımla işaretlenmiştir.

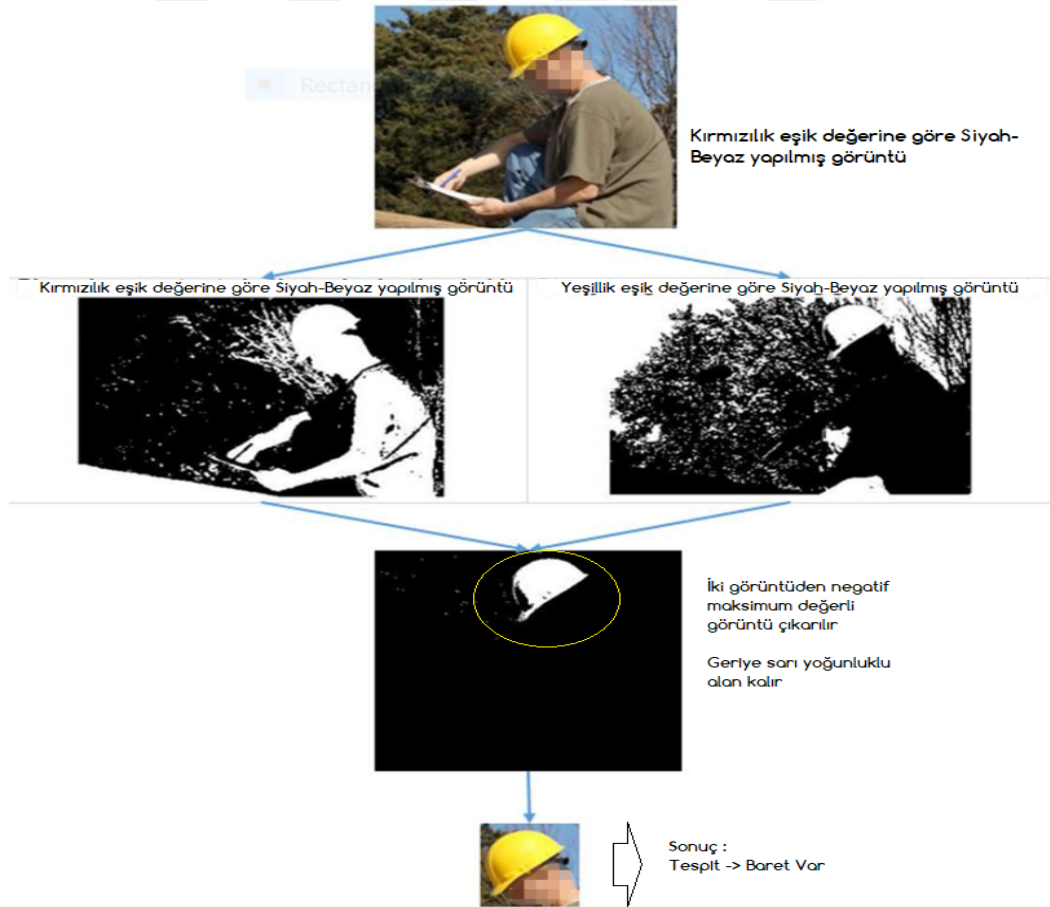


Şekil 2.6. Görüntü tanıma yapay zeka yazılımlarının çalışma prensibi

2016 yılında yapılan çalışmada ise bilgisayar destekli görüntü işleme ve makine öğrenme tekniklerini birleştirerek inşaat güvenliği performans ölçümü için yaratıcı bir işbirliği platformu oluşturularak inşaat işçilerinin baret kullanıp kullanmadıklarını ölçmektedir [21]. Bunun için geliştirilen yazılım öncelikle video kayıtlarını katmanlara bölünmüş görüntülere çeviriyor, Histogram of Oriented Gradient (HOG)

algoritması ile görüntüler arasında insanları tespit ediyor ardından da Circle Hough Transform (CHT) ve renk bazlı ayırt etme özelliğine sahip algoritmalar ile baretin kullanılmış olup olmadığı analiz edilmektedir.

Literatürde Geng Zhang ve arkadaşlarının yaptığı bir başka çalışmada ise [22]. kullanılan zeki video tanımlama teknolojisiyle baret giyildiği tespiti yapılmaktadır. Bunun için yüz bölgesine odaklanılarak, cilt rengi haritalanmakta, gözler, ağız yüz üzerinde tanımlanmakta, ardından yüzün üst kısmında renk bazlı ayırt etme ile sadece baretin ön plana çıktığı görüntülere ulaşılmakta bu sayede yazılım baret otomatik tespit etmektedir. Neticede bu tür görüntü tanıma sistemleri ve arka planda çalışan algoritmalar sayesinde baret ve iş yeleği gibi en temel iş güvenliği ekipmanlarının kullanımı oldukça düşük bir yatırım ve büyük bir hız & doğrulukla kolaylıkla tespit edilebilmekte, iş güvenliği yöneticilerine gerekli kanıt ve istatistikleri sunabilmektedir.



Şekil 2.7. Renk bazlı ayırt etme algoritmasının çalışma prensibi

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

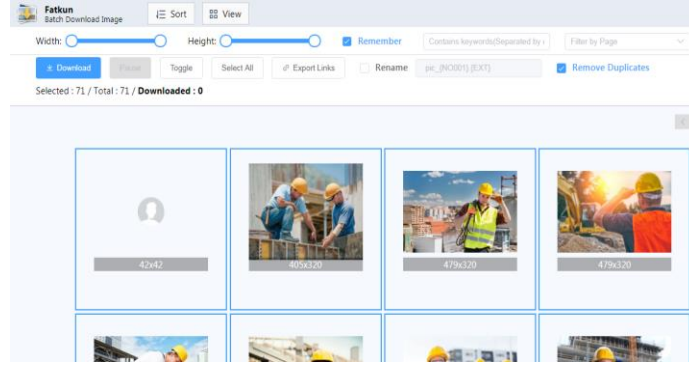
3.1. Görüntü Verilerinin Elde Edilmesinde Kullanılan Yöntemler

Günümüzde veriye olan ihtiyacın artışı son dönem yapay zekâ uygulamalarında da kendisini göstermiştir. Yapay sinir ağı modelleri öğrenim için çok miktarda veriye iştahlı olmasıyla bilinir.

Yüksek kalitede doğrulanmış bir veri seti elde etme süreci de çok miktarda kaynak tüketimi anlamına gelmektedir. Makine öğrenimindeki bu büyüyen veri miktarı ise öngörülememiş durumları ortaya çıkarabilmekte, özellikle veri arayış süreci tüm araştırmayı yavaşlatabilmektedir. Bu yüzden yapay sinir ağıyla nesne algılama sürecinde doğru görsellere en hızlı şekilde ulaşmak büyük önem arz etmektedir. Bunun için bu araştırmada birkaç görsel toplama metodu kullanılmıştır.

3.1.1. Google fatkun yığın veri indirme aracı

Google’da sahada çalışan işçileri her duruş pozisyonunu ve oluşabilecek her pozisyonu kapsayacak şekilde bir arama yapmak için Türkçe ve İngilizce anahtar kelimeler belirlenmiştir. Bu resimleri her seferinde tek tek indirmek zor olacağı için genelde makine öğrenimi uygulamalarında sıklıkla kullanılan bir Google Chrome tarayıcısı uzantısı olan Fatkun Yığın dosya eklentisi [23]. (Şekil 3.1.) ile takribi 1500 görsel Google görsellerden indirilmiştir.



Şekil 3.1. Google Fatkun Yığın Veri İndirme Aracı(Günümüzde veri bilimciler ve görüntü işlemeciler tarafından sıklıkla kullanılan Yığın Veri İndirme Aracı, yüzlerce dosyayı aynı anda indirmeye olanak sağlamaktadır.

3.1.2. Stok görsel indirme siteleri

Shutterstock.com ve istockphoto sitelerinden sadece yelek, sadece baret görsellerinin bulunduğu görseller indirilmiştir. Bu eğitim aşamasında sadece nesnelere odaklanmak amacıyla yapılmıştır. İndirilen görseller yüksek çözünürlüktedir. Yüksek çözünürlüklü görseller ile detay elde edilerek sinir ağı modelinin doğruluk oranının artırılması hedeflenmiştir.

3.1.3. IP Kamera ve diğer video kayıtlarından görsel çekme

Uygulamada bulunan gerçek zamanlı özelliğine göre anlık nesne algılamayı gerçekleştirmek üzere canlı görüntü verileri görüntü alıntıları alınıp tek tek etiketlenmiştir. Etiketlenen görseller hem veri miktarını arttırmak hem de farklı pozisyonları yakalamak amacıyla kullanılacaktır.



Şekil 3.2. IP Kamera Görüntü Örneği; Bareti elinde bulunan ve yeşil renk yelek giyen insan görseli yolo algoritmasında veri eğitiminde kullanılmıştır.

IP Kamera görüntüleri algoritmanın tepeden görünen ve nispeten küçültülmüş görüntü içeriklerinde daha efektif çatışmasını sağlayacaktır. Şekil 3.2.'de görülen örnekte bareti elinde bulunan ve yeşil renk yelek giyen insan görseli yolo algoritmasında veri eğitiminde kullanılmıştır.

3.2. YOLO: Gerçek Zamanlı Nesne Tespiti Kütüphanesi

Bir resimde bir giysi ya da insan olduğunu sınıflandırmak aşılması gereken bir problemdir, giysi ve insanı resimde yerleriyle birlikte algılamak ise bambaşka bir güçlüktür [24]. Birinci problem sınıflandırma yöntemiyle sinir ağı oluşturarak çözülebiliyorken, ikinci problem ise farklıdır ve farklı da bir yaklaşım gerektirmektedir [24]. YOLO (You look only once) ise güçlü bir sinir ağıdır ve tam olarak şöyle gerçekleştirmektedir. Size resmin nerede olduğunu sınırlayıcı bir kutu çizerek göstermektedir [25].

Günümüzde popüler olarak çalışılmakta olan bir ağ olarak tanımlanabilir. Bu popülerlik ise algılamayı adından da anlaşılabilceği gibi, resimde tek seferde geçiş yaparak algılaması sayesinde.

Bir regresyon (sınırlayıcı kutular ve her sınıf için olasılıklar tahmin etme yoluyla çalışır) ile algılama yapmaktadır. Diğer yaklaşımlar ise bir dizi işlemler (resimde farklı sınıflandırıcılar ile ve diğer metodolojiler ile) yoluyla bu işlemi gerçekleştirmektedirler.

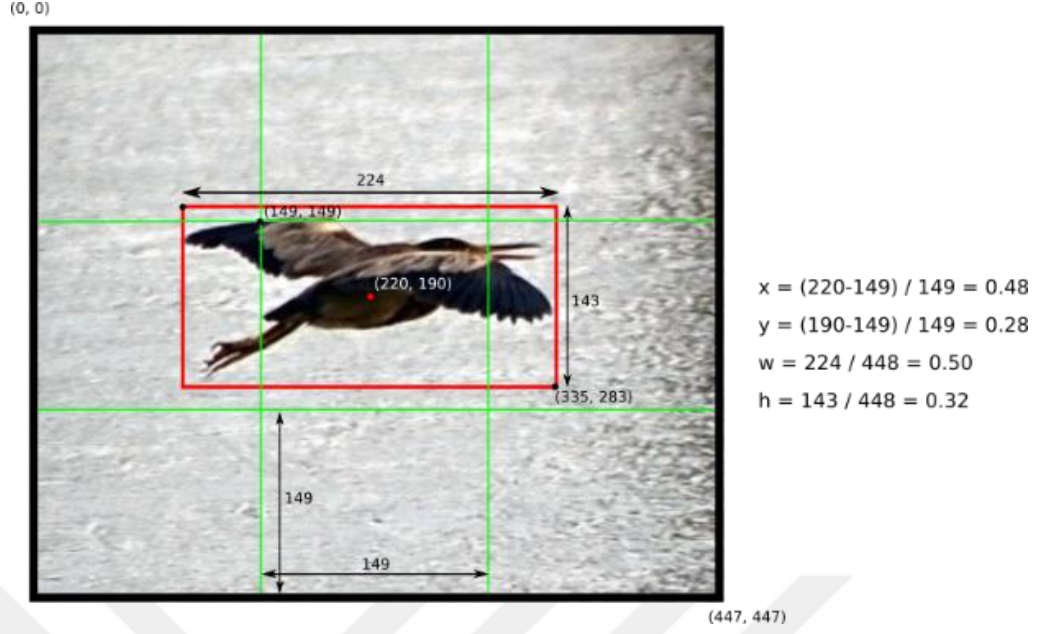
3.2.1. Yolo sürüm 1

İlk Yolo sürümü Mayıs 2016'da çıkmıştır [26,28]. İlerleyen sürümlerde ise çeşitli iyileştirmeler gerçekleştirilmektedir. Yolo GoogleNet ağından ilham alınarak üretilmiştir [29]. 24 evrimsel katman öznitelik çıkarıcıları ve 2 derin katman ile tahminlerini gerçekleştirmektedir [27]. Bu mimari Darknet adıyla alınan, YOLO makalesinin ilk yazarı tarafından oluşturulan bir sinir ağı yapısı üzerinde çalışmaktadır. Resimleri ızgara şeklinde hücrelere bölümlenmektedir [27]. Daha sonra her hücrede algılamalar için doğruluk skoru ve algılanan sınıf (yelek, baret, insan) için olasılık değeri oluşturulmaktadır. Daha sonra bu değerlere göre sınırlayıcı kutular oluşturulmaktadır [27].

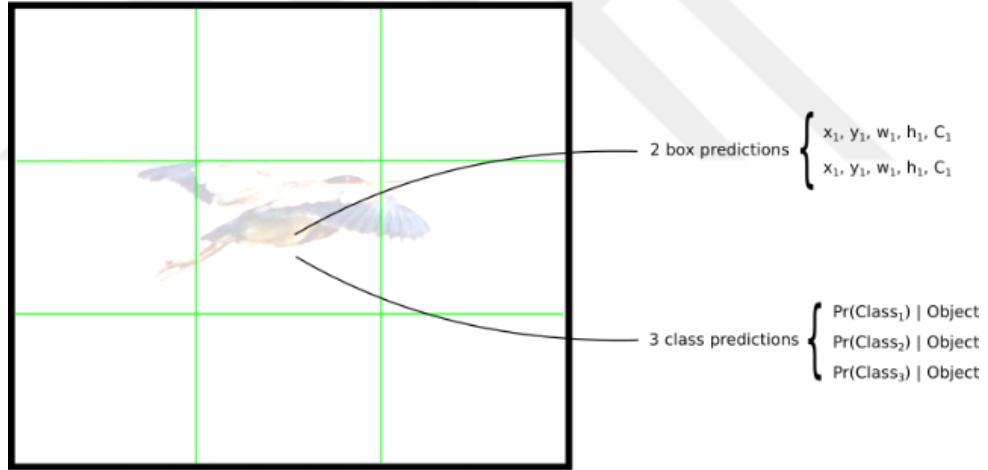
$$\Pr(\text{Class}_i | \text{Object}) \times \Pr(\text{Object}) \times \text{IOU}_{\text{pred}}^{\text{truth}} = \Pr(\text{Class}_i) \times \text{IOU}_{\text{pred}}^{\text{truth}} \quad (3.1.)$$

Kayıp fonksiyonu ise sınırlayıcı kutuların konumlarının, boyutlarının ve her algılanan tahmin için doğruluk skorunun gerçek değerden (ground truth) kaybını ifade eden 0 ile bir arasında bir sayıdır. Doğruluk skoru ise bu şekilde (Denklem 3.1.) hesaplanmaktadır [27].

Yoloda görüntü üç ana çizgi ile bölünür. En ortada ise Şekil 3.3.'deki gibi sınırlayıcı kutu bulunur . Bu kutunun merkezinde ise algılamayı temsil eden piksel (Şekil 3.3.'de kırmızı nokta şeklinde görünen) piksel bulunur ve bu piksel algılayıcı çerçevenin tam orta konumunu ifade eder. Merkez noktanın ve sınırlayıcı kutuların fonksiyonu (Şekil 3.3.'de) görüldüğü gibidir.



Şekil 3.3. Objeyi Sınırlayıcı vektörlerin 3x3 ızgara üzerinde gösterimi[26].



Şekil 3.4. Objeyi Sınırlayıcı vektörlerin 3x3 ızgara üzerinde formülize edilişi[26].

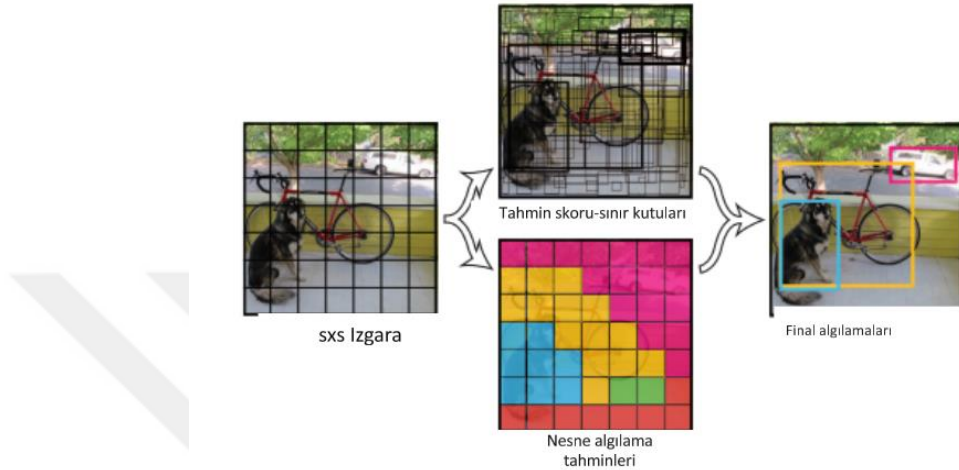
3.2.2. Yolo sürüm 2

Yolo Sürüm 2, Yolo Sürüm 1'e göre çeşitli avantajlar içermektedir [30,31].

- Yüksek çözünürlükte hız ve doğruluk oranı artmıştır [30].
- Her ızgaranın çözünürlüğü 7x7 den 13x13e arttırılmıştır [30].

- Çapa kutusu kullanımı başlamıştır [30].

Yolo Sürüm 2’de ızgaralar halinde bölme ve algılama aşamalarının görselleştirilmiş hali Şekil 3.5.’deki şemadaki gibidir.



Şekil 3.5. Yolo Sınırlama Kutuları İle Algılama Mekanizması (Izgara Modeli) [28].

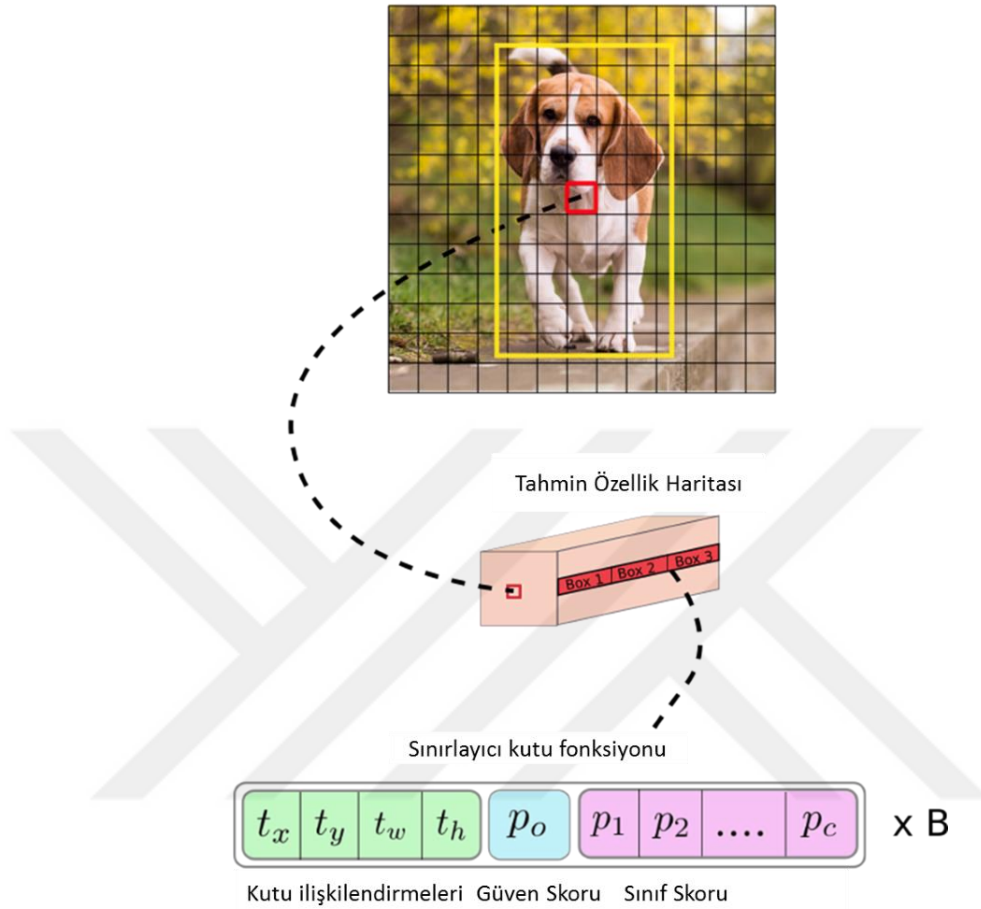
3.2.3. Yolo sürüm 3

Bu çalışmada kullanılmış olan Yolo Sürüm 3, Yolo 2 ye ek bir takım küçük iyileştirmeler ile gelmiştir. Darknet ile birlikte bu sürümde katman sayısı 53’e çıkarılmıştır [33, 32].

Yolo Sürüm 3’ün en öne çıkan özelliği ise nitelik haritasına 1x1 haritalama metodu uygulayarak sonuç vermesidir. Algılama yine bu 1x1 haritalama ile beraber gerçekleştirilir [33].

Algılama Metodunun denklem şekline gösterilmiş hali $1 \times 1 \times (B \times (5 + C))$ şeklinde gerçekleşir. Şekil 3.6.’daki sarı kutu algılanan objenin sınırlarını, kırmızı kutu algılanan nesneyi temsilen merkez pikseli, altındaki fonksiyon ise algılama denklemini göstermektedir. B harfi bir hücrenin tahmin edebileceği sınırlayıcı kutuların sayısını belirtmektedir. C ise algılanan farklı objeler yani sınıfların sayısını belirtmektedir [33].

Örneğin Yolo V3’de $B=3$ ve $C=80$ ise çekirdek boyutu $1 \times 1 \times 255$ şeklinde olur.



Şekil 3.6. Yolo Veri Eğitim Fonksiyonu[41].

Yukarıdaki şekildeki görselde boyutları toplamı resmin boyutuna eşit olan ızgaralara bölünmüştür. Eğer giriş resmini 416×416 olarak düşünürsek ağ adımı 32 olur ve resmi 13×13 boyutlu ızgaralara bölmüş oluruz

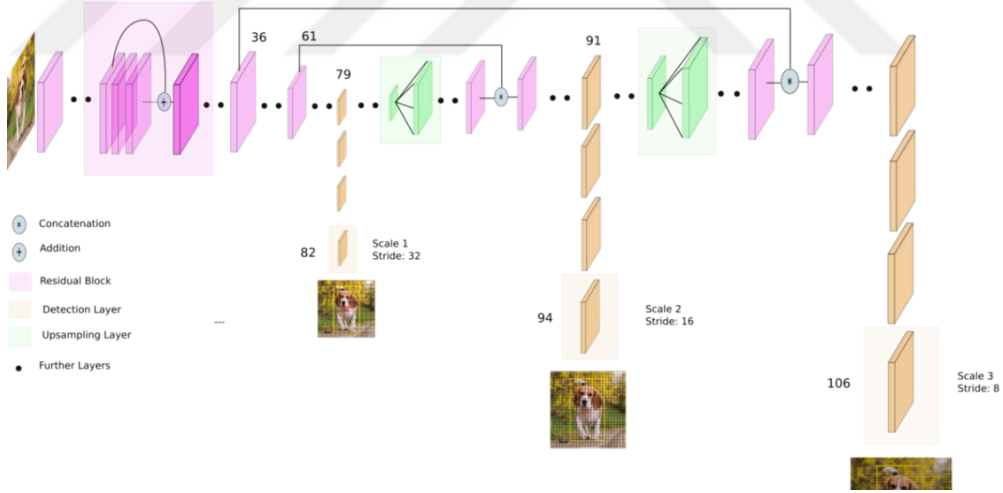
Resimde kırmızı ile çerçevelenmiş kutu algılamanın temsilcisi ve merkezidir. Yolo Sürüm 2’de küçük resimlerin algılanması çoğu zaman problem olmuştur. Yolo Sürüm 3’te ise bu soruna çeşitli iyileştirilmeler getirilmiştir.

- 13×13 boyutundaki katman büyük nesneleri algılamaktan sorumludur.
- 26×26 orta ve 52×52 ise daha küçük nesnelerle ilgilenir.

3.3. Yolo'nun Avantajları

- Yolo evrişimsel sinir ağının üst-sınır hız limitini aşmıştır ve hız ve doğruluk dengesini başarmıştır [31,34].
- Bu çalışmada tercih edilmesindeki en büyük sebep ise gerçek zamanlı algılamada diğer mimarilere göre belirgin derecede daha hızlıdır. Ayrıca 67 fps değerinde 76.8 mAp değerine ulaşabilmektedir [29].
- Diğer mimarilerin aksine yolo eğitim görsellerinde sadece etiketlenen arazi ile ilgilenmekle kalmayıp bulunduğu çevre ve bağlam hakkında da veri kodlaması gerçekleştirmektedir. Bu da hatalı algılamalara engel olmanın yanı sıra, algılanan nesnenin farklı pozisyonlardaki durumlarına da hazırlıklı olmasını sağlamaktadır [31].

Darknet kütüphanesinin 53*2 katmanlı yapısının detaylı ayrılma hali Şekil 3.7.'de görülmektedir. Yolo V3'te gelen yeni katman yapısı (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Yolo Sürüm 3 Sinir Ağı Katman Yapısı[36].

3.4. Darknet Kütüphanesi

Darknet C ve Cuda'da yazılmış evrişimli sinir ağı frameworküdür. Hızlıdır, kurulumu basittir, CPU (dâhili işlemci grafiği) ve GPU (harici grafik birimi) sistemlerinin ikisini de destekler. Kullanıcılar Github platformu üzerinde açık kaynak kodu olarak

kolaylıkla ulaşabilirler [38]. Darknet iki opsiyonel gereksinimle yüklenmektedir. Kullanıcı eğer desteklenen resimlerin geniş varyasyonda olmasını istiyorsa Opencv, eğer GPU gücü istiyorlarsa CUDA algoritması gerekmektedir [38]. İkisi de zorunlu olmamakla beraber kullanıcılar doğrudan Darknet'i indirerek başlayabilirler [38].

Darknet yapılandırma dosyası ve ağırlıklar yüklendiğinde görselleri kümeleyip en yoğun 10 sınıfı bilgi olarak görüntülenmektedir [38]. Dahası, Darknet, öznetelik çıkarmak için sinir ağı çalıştırmada kullanılabilir [38]. Sinir ağları veri düzenlemek için güçlü modellerdir fakat genelde eğitim işlemlerinin çok fazla zaman almalarıyla bilinir. Darknet ise bunları Cuda ve Opencv olmadan bile halledebilmektedir [38].

Kullanıcılara yapay zekalı oyun kontrol sistemleri yazmalarına da olanak sağlamaktadır. Kullanıcıların davranışlarıyla eğitilerek, oyunda bir sonraki hamlenin kestirilmesini sağlamaktadır [38].

Yolo'da sadece evrişimli katmanlar kullanır ve onları tamamen evrişimli bir ağ haline getirir [39]. Yine Yolo dokümanında Yolo'nın yazarları darknet-53 adında bir öznetelik çıkarıcısını tanıtmışlardır. Adından da anlaşılacağı gibi, 53 adet evrişimli katman içermektedir, her bir katman kümüle normalize katman ile takip edilir [39]. Hiçbir havuzlama biçimi kullanılmaz ve özellik haritalarını çıkarmak için isimli bir katman kullanılır. Bu da düşük seviye özneteliklerinin kayıp değerinin azaltılmasında yardımcı olur [39].

Type	Filters	Size	Output
Convolutional	32	3×3	256×256
Convolutional	64	$3 \times 3 / 2$	128×128
x	Convolutional	32	1×1
	Convolutional	64	3×3
	Residual		128×128
x	Convolutional	128	$3 \times 3 / 2$
	Convolutional	64	1×1
	Convolutional	128	3×3
x	Residual		64×64
	Convolutional	256	$3 \times 3 / 2$
	Convolutional	128	1×1
x	Convolutional	256	3×3
	Residual		32×32
x	Convolutional	512	$3 \times 3 / 2$
	Convolutional	256	1×1
	Convolutional	512	3×3
x	Residual		16×16
	Convolutional	1024	$3 \times 3 / 2$
	Convolutional	512	1×1
x	Convolutional	1024	3×3
	Residual		8×8
Avgpool		Global	
Connected		1000	
Softmax			

Darknet-53 model

Şekil 3.8. Darknet 'in 53 Katmanlı Model Yapısı[39].

Yolo Sürüm 2'de 19 katman kullanılmıştır [33]. Küçük boyutlu nesnelerde sorun çıkarmıştır. Geliştirilen Yolo V3 ise 53 katmanlı Darknet kütüphanesi kullanır. Bu da daha küçük nesnelerde artan performans ve doğruluk oranını da beraberinde getirmiştir [33]. Şekil 3.8.'de matris boyutu ve katman yapısıyla Darknet-53 model yapısı görülmektedir.

Loss Fonksiyonu, tasarlanan yapay sinir ağı modelinin doğrudan uzaklaşmasını diğer bir deyişle hata oranını ölçer. Loss fonksiyonu literatürde objective, cost fonksiyonu olarak da tanımlanmaktadır. Bir anlamda optimizasyon problemi olarak da tanımlanmaktadır [35].

Bu nedenle sinir ağını eğitmek amacıyla kullandığımız veriler ne kadar tutarsız olursa , gerçek değer (ground turth) ile tahmin edilen değer arasındaki fark yüksek olacak dolayısıyla loss değeri yüksek olacak, bu da verimsiz uygulama çıktılarına sebep olacaktır. İyi bir modelden beklenen loss fonksiyonun olabildiğince düşük olmasıdır.

Darknet modülünde loss değeri yaklaşık 400 500 sayıları düzeyinde başlayarak verinin kalitesine göre 0-1-2 rakamlarına kadar inmektedir [35].

```
Resizing
384 x 384
try to allocate additional workspace_size = 21.23 MB
CUDA allocate done!
Loaded: 0.000059 seconds
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 16 Avg (IOU: 0.764305, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 23 Avg (IOU: 0.733762, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 16 Avg (IOU: 0.795703, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 23 Avg (IOU: 0.704130, GIOU

2031: 1.102234, 1.341827 avg loss, 0.001000 rate, 1.630251 seconds, 129984 images
Loaded: 0.000060 seconds
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 16 Avg (IOU: 0.735707, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 23 Avg (IOU: 0.687888, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 16 Avg (IOU: 0.808644, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 23 Avg (IOU: 0.675579, GIOU

2032: 1.526620, 1.360307 avg loss, 0.001000 rate, 2.491659 seconds, 130048 images
Loaded: 0.000044 seconds
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 16 Avg (IOU: 0.802228, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 23 Avg (IOU: 0.690465, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 16 Avg (IOU: 0.779036, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 23 Avg (IOU: 0.701267, GIOU

2033: 1.486027, 1.372879 avg loss, 0.001000 rate, 2.485252 seconds, 130112 images
Loaded: 0.000042 seconds
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 16 Avg (IOU: 0.762910, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 23 Avg (IOU: 0.640173, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 16 Avg (IOU: 0.758380, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 23 Avg (IOU: 0.710917, GIOU

2034: 1.693633, 1.404954 avg loss, 0.001000 rate, 2.491361 seconds, 130176 images
Loaded: 0.000057 seconds
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 16 Avg (IOU: 0.831167, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 23 Avg (IOU: 0.720962, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 16 Avg (IOU: 0.769069, GIOU
v3 (mse loss, Normalizer: (iou: 0.750000, cls: 1.000000) Region 23 Avg (IOU: 0.699792, GIOU
```

Şekil 3.9. Darknet'in 53 Katmanlı Model Yapısı[39].

Başlarda 500, 600 ile başlayan bu değer 1500-2000. iterasyon sonucunda azalır. Gerçek doğru (Ground Truth) değeri 0 olarak kabul edilir ve Averaj Loss Değeri 0'a ne kadar yakınsa algılama keskinliği (Detection accuracy) de o oranda artar. Şekil 3.9.'da bu çalışmada kullanılan modelin 2000.iterasyondaki loss değeri görülmektedir.

3.5. Yolo'nun Diğer Algılama Mimarileri İle Kıyaslanması

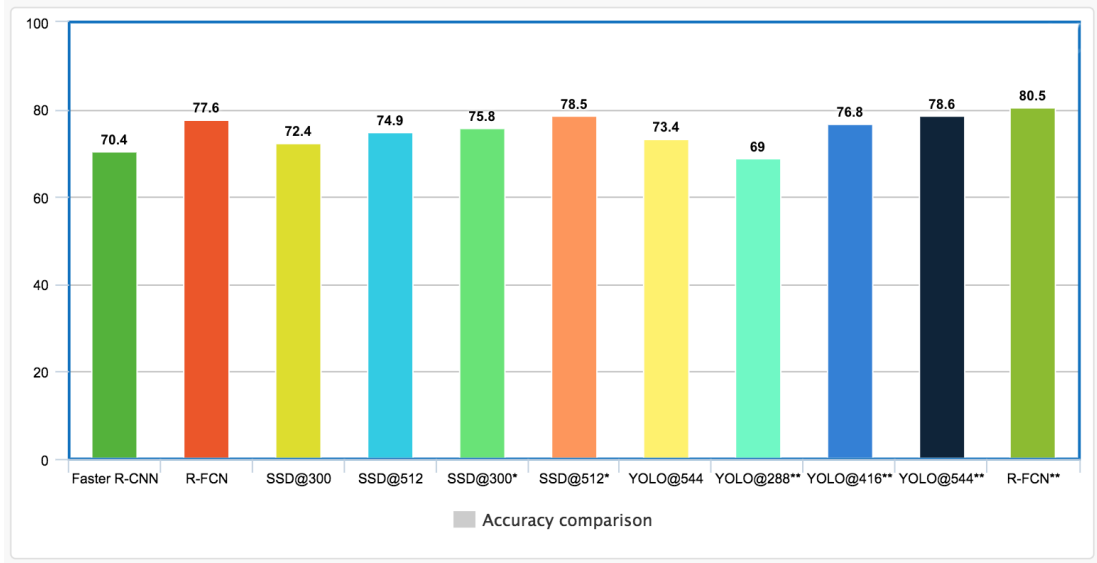
Farklı nesne algılama modüllerini adil bir şekilde karşılaştırılması çok zordur. Aslında hangisinin en iyisi olduğunun tek bir yanıtı yoktur. Bununla birlikte gerçek hayat uygulamalarında hız ve doğruluğun dengesini sağlamak amacıyla bazı seçimler yapabiliriz. Algılayıcı tiplerin yanı sıra, performansı etkileyen başka faktörler de bulunmaktadır [40].

- Öznitelik Haritaları Çıkarıcı
- Resim Girdi Çözünürlükleri
- Loss Değeri Hesaplamada Hangi Faktörler Ele Alındı?
- Sınırlayıcı Kutu Kodlama Biçimi
- Eğitim Verisi
- Veri oryantasyonu
- Yapay Öğrenimde Kullanılan Yazılım
- Öğretim Yapılandırmaları (Kümüle veri, resim giriş boyutu, öğrenim boyutu)

Günümüzde yapay zekâ uygulamalarının sürekli evrilmesiyle kıyaslama faktörleri de sıklıkla değişmektedir [40]. Aşağıda Birkaç Faktörde Yolo ve Diğer Algılama Mimarilerinin karşılaştırılması yer almaktadır.

3.5.1. Algılama doğruluğu değeri

Aşağıdaki sonuçlar, Pasval Voc 2007 ve 2012 verisi ile ölçülmüştür [40]. Aynı model için yüksek çözünürlüklü resimler iyi algılama sonuçları verir ama süreci yavaşlatmaktadırlar.

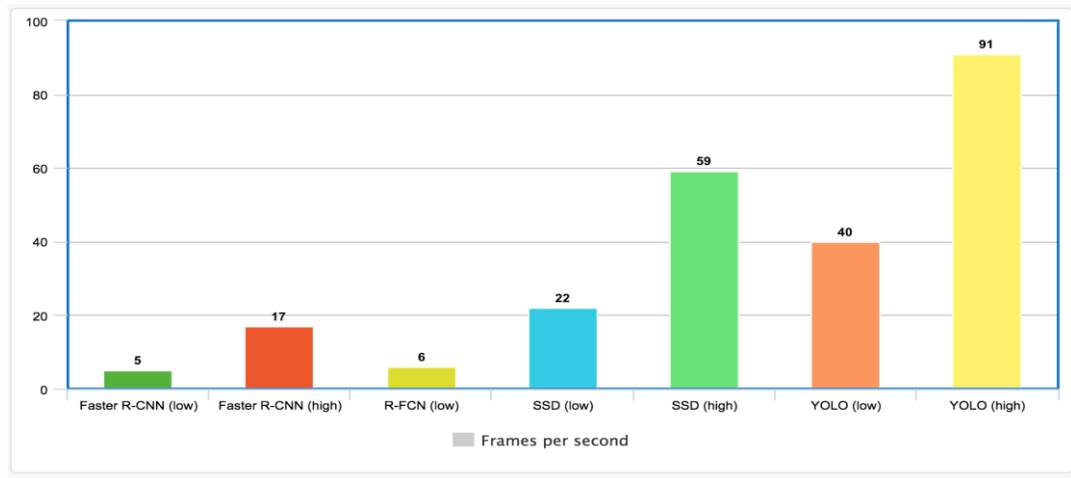


Şekil 3.10. Algılama Doğruluğu Kıyaslaması

544, 288, 416 numaraları sırasıyla 544x544, 288x288, 416x416 çözünürlüğünde veri setiyle yapılan algılama sonuçlarıdır. Çözünürlük arttıkça algılama doğruluğu artmakta, fakat hız değerleri azalmaktadır [40].

3.5.2. Algılama hızı

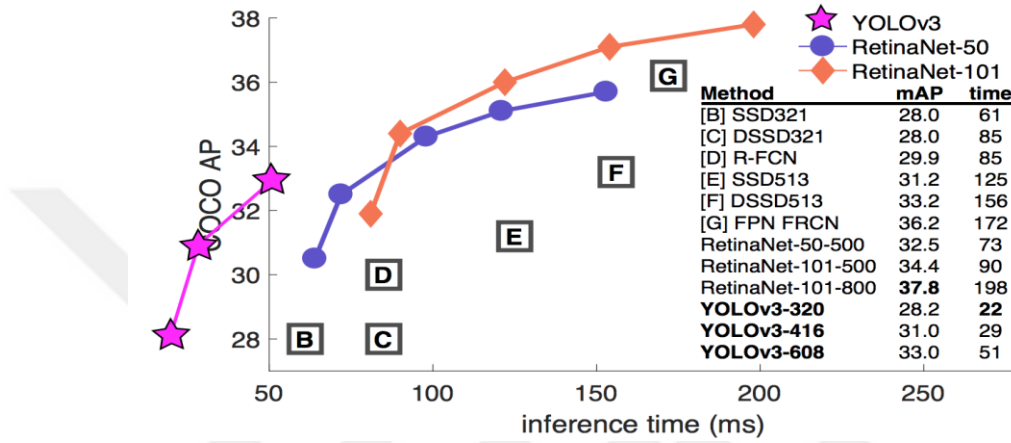
Aşağıda test aşamasında hesaplanan FPS değerleri görülmektedir. Saniyedeki FPS değerleri en az ve en çok noktaları alınıp kıyaslanmıştır [40].



Şekil 3.11. Algılama Doğruluğu Kıyaslaması 2

544,288,416 numaraları sırasıyla 544x544 ,288x288 ,416x416 çözünürlüğünde veri setiyle yapılan algılama sonuçlarıdır. Çözünürlük arttıkça algılama doğruluğu artmakta, fakat hız değerleri azalmaktadır [40].

3.5.3. Yolonun performans kıyası



Şekil 3.12. Yolo'nun Diğer Modellerle Kıyaslanması

mAp değeri doğruluk puanı, time ise bir frame oluşması için geçen süreyi göstermektedir [28 , 45]. Yolo algılama doğruluğunda SSD'ye oranla daha düşük kalmasına rağmen hız olarak tüm algoritmaların üstündedir. Anlık algılamaların önemli olduğu durumlarda Şekil 3.12.'deki algılama zamanının düşük olması büyük fayda sağlamaktadır.

3.6. Opencv

Opencv bilgisayar görüşü projesi , İntel'de 1998'de başlatılmıştır [48]. BSD açık kaynak lisansı olarak 2000'den beri kullanılabilir. Opencv bilgisayar görüşü problemlerini çözmekte kullanılacak çeşitli araçlar barındırmaktadır. İçeriğinde görüntü işleme algoritmaları ve yüksek seviye algoritmalar (yüz tanılama, insan tanılama, öznitelik eşleştirme ve veri eğitimi) bulundurmaktadır. Uygulama 3 milyon seferden daha fazla indirilmiştir. 2010 yılında GPU desteği bulunan yeni bir modül eklenmiştir [48]. Bu modül, performans anlamında büyük iyileştirmeler sağlamak ve

hala geliştirmeye açıktır. CUDA tabanında geliştirmiştir ve faydaları yine CUDA ile gelmektedir [48].

GPU modülü kullanıcılara eğitim aşamasında büyük faydalar sağlamaktadır. CPU modülü ile aralarında büyük farklılıklar bulundursa da son yıllarda CPU tabanı da geliştirilmiştir [48].

```
color = bbox_colors[int(np.where(unique_labels == int(cls_pred))[0])]
print(color)
color = tuple(c*255 for c in color)
color = (color[2],color[1],color[0])

font = cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX

text = "%s conf: %.3f" % (classes[int(cls_pred)] ,cls_conf.item())

cv2.rectangle(img2,(x1,y1) , (x2,y2) , color,3)
cv2.rectangle(img2,(x1-2,y1-25) , (x1 + 8.5*len(text),y1) , color,-1)
cv2.putText(img2,text,(x1,y1-5), font, 0.5,(255,255,255),1,cv2.LINE_AA)
```

Şekil 3.13. Projede Kullanılan Opencv Kod Örneği

3.7. PyTorch

PyTorch Python tabanlı bilimsel hesaplama modelidir. Kullanıcılar derin öğrenim araştırmalarında maksimum esneklik ve hızı sağlamak amacıyla tercih etmektedirler [42]. Yüksek seviye özellikleri desteklemesi ile bilinmektedir. Derin Öğrenme ve Yapay Zeka algoritmalarının çoğunu içerisinde barındıran Pytorch başarısını Python tabanlı geliştirilmesine borçludur [42]. (Şekil 3.14.) kodlar Pytorch'un çok kısa birkaç satırdan bir fonksiyonudur. Aslında bu basit gibi görünen kod blokları, tam sinir ağı eğitme fonksiyonudur.

```
class LinearLayer(Module):
    def __init__(self, in_sz, out_sz):
        super().__init__()
        t1 = torch.randn(in_sz, out_sz)
        self.w = nn.Parameter(t1)
        t2 = torch.randn(out_sz)
        self.b = nn.Parameter(t2)

    def forward(self, activations):
        t = torch.mm(activations, self.w)
        return t + self.b

class FullBasicModel(nn.Module):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.conv = nn.Conv2d(1, 128, 3)
        self.fc = LinearLayer(128, 10)

    def forward(self, x):
        t1 = self.conv(x)
        t2 = nn.functional.relu(t1)
        t3 = self.fc(t1)
        return nn.functional.softmax(t3)
```

Şekil 3.14. Sinir Ağı Eğitmek İçin etkili bir veri eğitim kod bloğu (Pytorch) [43].

BÖLÜM 4. UYGULAMA

4.1. Görüntü Verilerinin Etiketlenmesi

Elde edilen veriler, lokal bir klasörde depolanmıştır. Her bir görsel tek tek incelenmiş, ilişkili olmayanlar ayıklanmıştır. Python'da yazılan ve Opencv üzerinde çalıştırılan bir tür veri etiketleme koduyla baret ve resim görselleri etiketlenmiştir. Eğitim işlemi için Drive sistemine yüklenmiştir.

Etiketlenen veriler aşağıdaki şekilde gibi gösterilmiştir. Etiketlenen görseller Türkiye'de yaygın olarak kullanılan güvenlik ekipmanları ve yaygın renkler gözetilerek, Sarı, turuncu kırmızı yelek, beyaz, sarı ve mavi baretler (Şekil 4.1.) etiketlendirilmiş ve numaralandırılmıştır.

ETİKET	RESİM ÖRNEĞİ
KIRMIZI YELEK	
SARI YELEK	
TURUNCU YELEK	
BEYAZ BARET	
TURUNCU BARET	
MAVİ BARET	

Şekil 4.1. Etiketlenen Görsel Grupları

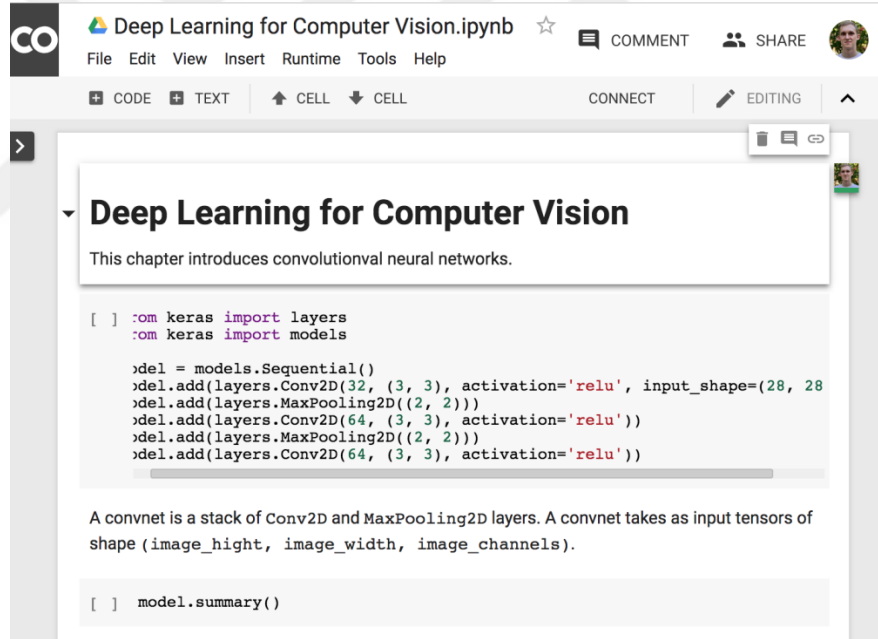
Son yıllarda yapay zekâ metotlarının kullanımının artması beraberinde çeşitli problemleri de getirmiştir. “Yeterli boyutta veriyle çalışmıyorum.” “Yapay sinir modelini eğitmek için yeterince işlem gücüne erişemiyorum.” Gibi sorunlar kullanıcılar tarafından sıklıkla dile getirilmektedir. Ve yapay sinir ağı modelini eğitmek, güçlü bir işlemci, bellek ve gpu desteği gerektirmektedir [44].

Google ise Colab adını verdiği, Google Drive ekosistemine bağlı olarak çalışan bir bulut kod geliştirme tabanını kullanıcılara sunmuştur. En büyük özelliği , diğer bulut tabanlı sistemlerin aksine tamamen ücretsiz oluşudur [44].

Üzerinde Tesla K80 GPU barındıran Google Colab, Jupyter Notebook tabanlı çalışmaktadır.

Google Colab'ın Avantajlarını sıralamak gerekirse şu şekilde özetlenebilir.

- Ücretsiz GPU Desteği
- Google Colab geliştiricilerin birbirleri arasında kullanması ve paylaşmasını sağlar
- Bash komutunu destekler.
- Tüm büyük Python kütüphaneleri, (TensorFlow, Scikit-learn, Matplotlib gibi) önceden yüklenmiştir
- Jupyter Notebook üzerine inşa edilmiştir [44].



Şekil 4.2. Google Colab Arayüz Örnekleme [46]

4.2. Etiketlenen Görsellerin Yolov3 Sinir Ağı Algoritması ile Eğitilmesi

Darknet-53 modeli Github açık kaynak bağlantısından Google'nın bulut sistem üzerinde Python kodu çalıştırılmasına olanak sağlayan Google Colab sistemine kopyalanmıştır (Şekil 4.2.). Notebook Google Drive sistemine entegre edilerek model

ağırlık dosyalarının ve çıktıların bulut sistem üzerinde kaydedilmesi amaçlanmıştır (Şekil 4.2.).

```
[ ] # mount drive with colab
    from google.colab import drive
    drive.mount('/content/drive')
```

Go to this URL in a browser: <https://accounts.google.com/ConnectApp?app=colab>

Enter your authorization code:

 Mounted at /content/drive

Şekil 4.3. Google Colab Drive Bağlantısı Kurma

Sonrasında uygulama için oluşturulan sınıflar baret, yelek şeklinde hazırlanmış olup. Tüm görsel etiketleme işlemleri Yolo etiketleme formatında kaydedilmiştir. Daha sonra veriyi desteklemek amacıyla ilave olarak eklenen veri setleri ise Pascal formatından açık kaynak kodlu uygulamalar vasıtasıyla Yolo formatına çevrilerek uyum sağlanmıştır. Etiket dosyaları txt formatına ve görselle aynı isimde kaydedilip bulut sisteme aktarılmıştır (Şekil 4.4.).

```
[ ] # copy the zip file from drive
    # Give zip file name according to yours in 5 places # 1
    !cp -r drive/'My Drive'/darknet-mastejr.zip /content/
```

Şekil 4.4. Google Colab Drive Bağlantısı Kurma

Daha sonra bulut sistem üzerinde çalıştırılan notebookda CUDA 0.8 ve Opencv 3.2 sürümleri eklenmiştir.

```
[ ]
!apt update -qq;
!wget https://developer.nvidia.com/compute/cuda/8.0/Prod2/local_installers/cuda-repo-ubuntu1
!dpkg -i cuda-repo-ubuntu1604-8-0-local-ga2_8.0.61-1_amd64-deb
!apt-get update -qq

!apt-get install cuda -y -qq
!apt update
!apt upgrade
!apt install cuda-8.0 -y
```

Şekil 4.5. Google Colab CUDA kurulumu

Çalışmada hız ve gerçek zamanlı algılama deneyimini arttırmak için bu projede Yolo-tiny ağırlık modeli [39] kullanılmıştır (Şekil 4.6.).

```
!wget https://pjreddie.com/media/files/yolov3-tiny.weights

--2019-11-24 20:22:35-- https://pjreddie.com/media/files/yolov3-tiny.weights
Resolving pjreddie.com (pjreddie.com)... 128.208.4.108
Connecting to pjreddie.com (pjreddie.com)|128.208.4.108|:443... ^C
```

Şekil 4.6. Google Colab Ağırlık Dosyası Bulut Sisteme İndirme

Yine Yolo-tiny yapılandırma dosyası oluşturulan 2 sınıf için düzenlenmiştir ve Şekil 4.5.'te sunulan satır kod ile eğitim başlatılmıştır (Şekil 4.7.).

```
!./darknet detector train data/obj.data yolov3-tiny_obj.cfg yolov3-tiny_obj_2000.weights -dont_show
```

Şekil 4.7. Google Colab Eğitim İşlemini Başlatma

Etiketlenen görseller Ana Klasörde aşağıdaki yapıda tutulmuştur.

```
Algılama
--- data
yelek-baret
images
img1.jpg
img2.jpg
.....
labels
img1.txt
```

```

img2.txt
.....
train.txt
val.txt

```

Her resim için bir txt dosyası (aynı isim, farklı bir uzantı) ve her dosya her bir sınıf için bir satır içerir. Bu satırda etiketlenen görseldeki nesnenin genişlik, yükseklik ve x,y değerleri yer alır [37].

Sınıf x y genişlik yükseklik; 1 0.351466 0.427083 0.367168 0.570486.

Eğitilen dosya Pytorch kütüphanesi üzerinde Yolo mimarisinde test edilmiştir. Burada 416x416 olan girdi 13x13 hücrelere bölünmektedir. Çalışmada kullanılan görsellere göre katman boyutları (Şekil 4.8.) gösterilmiştir. Bu aynı zamanda Yolo v3'ün katman yapısına da örnekleme olarak düşünülebilir.

/olov3-tiny_obj					
layer	filters	size/strd(dil)	input	output	
0 conv	16	3 x 3/ 1	416 x 416 x 3 ->	416 x 416 x 16	0.150 BF
1 max		2x 2/ 2	416 x 416 x 16 ->	208 x 208 x 16	0.003 BF
2 conv	32	3 x 3/ 1	208 x 208 x 16 ->	208 x 208 x 32	0.399 BF
3 max		2x 2/ 2	208 x 208 x 32 ->	104 x 104 x 32	0.001 BF
4 conv	64	3 x 3/ 1	104 x 104 x 32 ->	104 x 104 x 64	0.399 BF
5 max		2x 2/ 2	104 x 104 x 64 ->	52 x 52 x 64	0.001 BF
6 conv	128	3 x 3/ 1	52 x 52 x 64 ->	52 x 52 x 128	0.399 BF
7 max		2x 2/ 2	52 x 52 x 128 ->	26 x 26 x 128	0.000 BF
8 conv	256	3 x 3/ 1	26 x 26 x 128 ->	26 x 26 x 256	0.399 BF
9 max		2x 2/ 2	26 x 26 x 256 ->	13 x 13 x 256	0.000 BF
10 conv	512	3 x 3/ 1	13 x 13 x 256 ->	13 x 13 x 512	0.399 BF
11 max		2x 2/ 1	13 x 13 x 512 ->	13 x 13 x 512	0.000 BF
12 conv	1024	3 x 3/ 1	13 x 13 x 512 ->	13 x 13 x 1024	1.595 BF
13 conv	256	1 x 1/ 1	13 x 13 x 1024 ->	13 x 13 x 256	0.089 BF
14 conv	512	3 x 3/ 1	13 x 13 x 256 ->	13 x 13 x 512	0.399 BF
15 conv	30	1 x 1/ 1	13 x 13 x 512 ->	13 x 13 x 30	0.005 BF

Şekil 4.8. Darknet üzerinde model Katman Yapısı

4.3. Algılama Test Sonucu

Şekil 4.9.'da Ortaya çıkan test sonucu ile programın örnek çıktı sonuç değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.



Şekil 4.9. Program Örnek Çıktıları Sonuç Görseli-1 (Görsel Kaynak:[47])

Tablo 4.1. Program Örnek Çıktıları Sonuç Değerleri-1

	Doğruluk Oranı %	Algılama Koordinatları			
		X1	X2	Y1	Y2
Baret	98,57%	225,63	301,34	84,13	146,13
Baret	99,64%	77,48	153,12	125,29	180,45
Yelek	99,96%	863,31	985,17	144,18	393,14
Yelek	99,91%	46,00	152,36	213,33	435,01
Baret	99,28%	547,46	612,49	96,46	146,63
Baret	99,95%	707,90	777,33	121,80	164,29
Yelek	99,79%	348,48	484,24	178,34	385,17
Baret	99,54%	843,47	942,61	39,93	107,44
Baret	99,09%	387,58	466,77	74,42	137,81
Yelek	99,93%	692,50	805,35	218,79	423,84
Yelek	99,91%	515,57	630,97	206,79	379,35

Şekil 4.10.'da ortaya çıkan test sonucu ile programın örnek çıktı sonuç değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.



Şekil 4.10. Program Örnek Çıktıları Sonuç Görseli-2 (Görsel Kaynak:[47])

Tablo 4.2. Program Örnek Çıktıları Sonuç Değerleri-2

	Doğruluk Oranı %	Algılama Koordinatları			
		X1	X2	Y1	Y2
Yelek	99,71%	285,07	334,37	134,74	239,61
Baret	99,67%	303,48	347,50	90,89	138,35
Baret	98,63%	224,26	278,65	108,17	165,33
Yelek	89,49%	631,73	689,43	131,88	219,11
Baret	97,01%	585,95	627,92	86,40	124,15
Yelek	97,15%	175,00	243,36	127,26	258,73
Baret	95,87%	422,56	488,07	154,06	225,13
Yelek	96,88%	218,11	263,24	120,55	201,75
Yelek	73,20%	304,10	345,63	100,07	158,33
Yelek	96,10%	304,10	649,97	121,95	219,19
Baret	99,67%	518,93	564,96	56,42	100,81

Şekil 4.11.'de ortaya çıkan test sonucu ile programın örnek çıktı sonuç değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.



Şekil 4.11. Program Örnek Çıktıları Sonuç Görseli-3 (Görsel Kaynak:[49])

Tablo 4.3. Program Örnek Çıktıları Sonuç Değerleri-3

	Doğruluk Oranı %	Algılama Koordinatları			
		X1	X2	Y1	Y2
Baret	98,36%	285,06	334,37	134,73	239,61
Yelek	99,72%	303,47	347,49	90,89	138,34
Baret	99,86%	224,26	278,65	108,17	165,32
Yelek	99,69%	631,73	689,42	131,88	219,1
Yelek	99,02%	585,95	627,91	86,4	124,14
Baret	99,91%	175	243,35	127,26	258,73

4.4. Arayüz Geliştirme

Uygulama python üzerinde geliştirilmiştir. Kullanım kolaylığı olması açısından ise arayüz Visual Studio'da C# platformunda geliştirilmiştir. Python uygulaması executable hale çevrilip ms dos komutlarıyla c# tarafından ulaşımı sağlanmıştır. Arayüz çeşitli bölümlerden oluşmaktadır. Bunlardan önemli olanlarına örnekleri verirse, sade, kullanışlı bir arayüz oluşturulmuş, sinir ağı modeline ön izleme, algılamalar, yükleme modülü, işlemek için kayıtlı fotoğrafları ya da videoları açma butonları yerleştirilmiştir. Arayüz arka plan kodu ile kullanıcı arasında hızlı geçiş sağlayacaktır. Şekil 4.12.'de uygulamanın v.10001.2019 sürümünden ana ekran görüntüsü görünmektedir. Uygulamanın ismi Safety First tanımına istinaden Şekil 4.12.'de olduğu gibi Safety-F olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.12. Uygulama Ana Menüsü

Uygulamada daha önce kaydedilen algılama çıktıları otomatik olarak kaydedilmektedir. Kullanıcı bu algılamalara daha sonra ulaşmak isterse Şekil 4.13.'de olduğu gibi kaydedilmiş görseller paneli ile ulaşabilir.



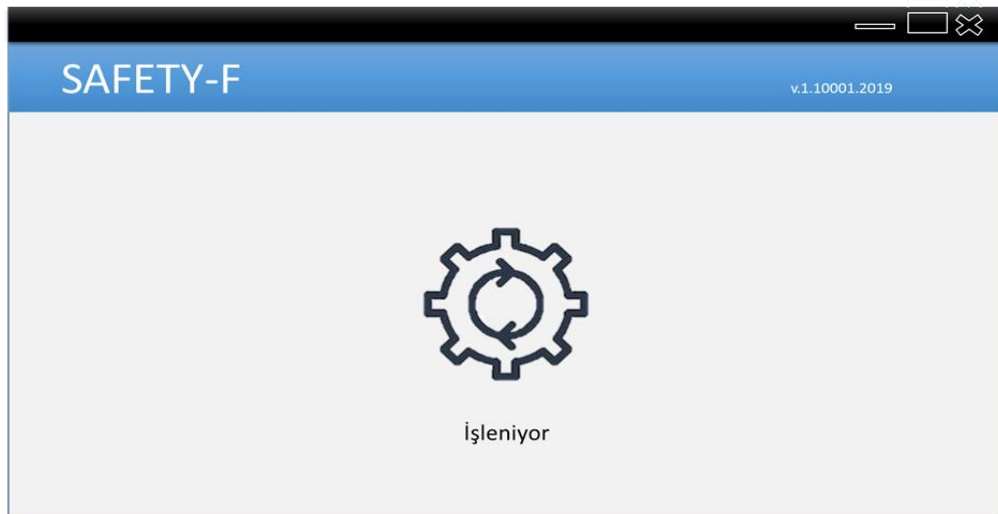
Şekil 4.13. Kaydedilmiş Öğeler Menüsü

Yükle butonu ile arayüzden kolay resim yükleme sağlanmaktadır. Şekil 4.14.'de görünen yükle butonu ile kullanıcı görseli göz atarak yükler. Arka planda ara yüz python koduna çağrı gönderir ve bu çağrı görselin disk üzerinde bulunduğu yolu içerir. Bu yolu python kodu alamadığı ve problem oluştuğu durumda arayüze çağrı gönderilir. Çağrıdan problem kullanıcıya belirtilir. (Dosya adı değiştirilmiş vb.)



Şekil 4.14. Görüntüyü Yükleme ve Algılamayı Başlatma Ekranı

Eğer sorun olmazsa python arka plan kodu algılamanın başladığına dair onay iletisini ara yüze gönderir. Kullanıcı bekleme sürecinde Şekil 4.15.'deki alanı görür.



Şekil 4.15. Görüntüyü İşlerken Bekleme Ekranı

Bu aşamada herhangi bir sorun yaşanmadığı takdirde algılama koordinat verileri alınır. Veriler Opencv üzerinde görsellere sınırlayıcı kutular halinde işlenir. Algılama koordinat sonuçları ile görsel Şekil 4.16.'deki gibi ara yüze iletilerek kullanıcının son süreci görmesi sağlanır. Bu sonuçlar Şekil 4.16.'de görüldüğü gibi excel ve Pdf olarak aktarılabılır.



Şekil 4.16. Çıktı Görüntüleme Ekranı

4.5. Süreç Akışları

Bu bölüm altında programlanan algoritmanın gömülü olduğu sistemde kullanıcı arayüzü sayesinde fotoğraf ve video yüklenerek, kontrol için girdi haline gelen verilerin seçilmesi ve sonuçta elde edilen çıktının istenilen ortamda kullanıcıya raporlanması anlatılmaktadır.

4.5.1. Arayüz akışı

Uygulamanın kullanıcı tarafının tıklatma süreci aşağıdaki şekildedir



Şekil 4.17. Uygulama Kullanıcı Kabuğu Kullanım Akışı

4.5.2. Darknet üzerinde eğitim (training) akışı

Darknet üzerinde eğitim sürecinin akışı aşağıdaki şekilde özetlenebilir [50].



Şekil 4.18. Uygulama Kullanıcı Kabuğu Kullanım Akışı

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Uygulama üretim sahası girişinde kullanılacak kamera sistemi sayesinde iş güvenliği ekiplerine geri bildirim sağlayabilecek hatta yapılması mümkün düzenlemeler ve arayüzler ile hattı durdurma sinyali de gönderme ve KKE kullanılmamasından kaynaklı iş kazası riskini sıfırlama potansiyeline sahiptir.

İleriye dönük potansiyeli ile arayüz geliştirilerek üretim hatlarına entegre çalışabilecek bir sistem haline gelebilir bu sayede hat durdurma gibi görevler ile endüstri 4.0 entegrasyonu genişletilebilir.

Uygulamanın hedeflendiği işletmede kullanılan SAP ERP programının bu tür veri setlerini alarak iç raporlama görsellerine aktarabilme kabiliyetleri bulunmaktadır. Fakat SAP 'e ihtiyaç duyulmadan da SAFETY-F arayüzü kullanıcı kolaylığı sağlayarak özet raporlama yapma yeterliliğine sahiptir.

Büyük bir yatırım kullanmadan, ek iş gücü istihdamı yaparak maliyetleri arttırmadan aynı anda çoklu kontrol sağlanabilmekte ve sonuçlar karar vericilere istenilen formatlarda ve sunu yapılarıyla aktarılabilmektedir.

Bu tür sistemlerde gerektiğinde ERP entegrasyonu da sağlanabilme potansiyeli sayesinde iş güvenliğine dikkat etme ile ilgili personel puantajlama için de faydalı kullanılabilir.

Bir sonraki aşamada çalışanların giydikleri iş elbiselerine eklenebilecek simgelerin ağa tanıtılması sayesinde yetkilendirilmiş, yetkilendirilmemiş personelin ilgili sahaya girmesi de denetlenebilir.

Güvenlik açısından; belirli sürede bir yapılan iş denetimleri, saha koruyucu donanım uygunluğu kontrolleri sınırlı bir zaman dilimini kapsar. Bu zaman aralıkları içerisindeki çalışma anlarında ise personelin kurallara uyup uymadığı bulanık bir durumdur. Kazaların beklenmedik bir anda sadece birkaç saniye içerisinde olup bittiğini düşünecek olursak, koruyucu donanım ve ekipmanların kullanımı kaçınılmazdır. Bu çalışma ise IP kamera görüntüleri ile de beslendiği için personeli sürekli olarak izlemekte ve verileri kaydetmektedir. Bu sayede personelde bir alışkanlık kazandırması muhtemeldir.

Bir yandan da personeli doğal hallerinde denetlediği için, personeli her an güvenlik ekipmanlarını giyme mecburiyeti doğuracaktır. Özellikle inşaat sahalarında oluşan personelin ihmali kaynaklı kaza riskini düşürecek, alışkanlık kazandıracak ve hem işveren hem de işçi açısından fayda sağlayacaktır.

Üretilebilirlik açısından; çalışma Python tabanlı yazılıp C# ile ara yüzü tasarlanmıştır. Ara yüzün kullanıcı dostu olması, hızlı ve sade olması amaçlanmıştır. Portatif yapısı sayesinde Kamera (Gerçek zamanlı raporlama için) ve görsel çıktısı olan hemen her Windows bilgisayarında anında kurulabilir ve çalışmaya başlayabilir. Türkiye’de geçerliliği olan yelek ve baret şekillerinin büyük bir kısmını kapsamaktadır. Bu sayede hemen her sektörde kurulumu ve kullanımı sağlanabilecektir.

Tamamen yapay sinir ağı tabanlı çalışmaktadır. Bu sayede Yazılım harici sensör, kablo, ek donanım gibi elektronik parçaların hiçbirine ihtiyaç duymaz. Kurulum boyutu küçüktür. Böylece çevrimiçi kanallardan kolaylıkla dağıtımı sağlanabilir ve istenen her bir işletmeye anında uzaktan kurulum sağlanabilir. Sonuç alma sisteminin hızlı olması açısından bilgisayarda grafik kartı (zorunlu değil) ile çalıştırılması daha uygun olacaktır.

Ekonomik açıdan; yazılım sadece bir kamera vasıtasıyla çalışabildiği için, işverene maliyetleri düşük olacaktır. Tek bir yatırımla sonsuz kullanım imkânı sağladığı için işvereni bu anlamda yüksek fiyatlara aldığı iş paketlerinin yanında alternatif olacaktır.

Günümüzde iş kazaları işverene yoğun maliyetlere neden olmaktadır. Bunlar tazminattan doğan maliyetler ve personelin iş görmemezliğinden kaynaklanan maliyetlerdir. Bunların içerisinde ikaz yeleği ve baretin kullanılmamasından kaynaklanan iş kazalarını en aza indirmek adına yazılım devreye girecektir. İkaz yeleği ve baret kullanmayan personelin fotoğrafını kaydederek, potansiyel iş kazası riskini minimize edecektir.

Günümüzde artan endüstriyel uygulamalar neticesinde iş kazalarının varyasyonları da artış göstermiştir. Bu sebeple de Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) olarak adlandırılan ekipmanların saha çalışanları tarafından kullanımı hayati önem taşımaktadır. Koruyucu ekipmanlar görünürlük sağlayarak çoğu potansiyel kazaya karşı koruma sağlar ve olan kaza anında da darbenin etkisini azaltır. Dijitalleşen dünyada ise üretimden satış proseslerine kadar çoğu iş modeli otomasyon çerçevesinde yenileştirilmiştir.

Bu yenileştirme sayesinde insan kusurları minimize edilip daha verimli çalışan bir üretim ekosistemi amaçlanmaktadır. Fakat İş Sağlığı ve Güvenliği alanında halihazırda yürütülen uygulamalara bakacak olursak, otomasyondan ziyade daha çok kural paketleri halinde karşımıza çıkmaktadır. Bu da uygulamanın denetimlerini sürdürülebilirlik açısından zor durumda bırakmaktadır. Konulan kurallar bir süre sonra unutulabilmekte ve bir sonraki denetime kadar dikkate alınmamaktadır.

Bu kapsamda; çeşitli iş sahalarında Türkiye’de giyilen ikaz yeleği renklerine göre ve yine çeşitli iş kollarından alınmış yelek görselleri toplanmıştır. Büyük ve küçük baret görselleri de bu veri setine dahil edilmiştir. Veri seti bulut yazılım sisteminde eğitilmiştir. Bu veri seti Python tabanında hazırlanmış bir algılama algoritmasında test edilmiştir. Opencv görüntü işleme algoritmasında algılanan kişilerin konumları sınırlayıcı kutular ile çizilmiştir. Daha sonra c# üzerinde Arayüz hazırlanarak kullanıcı odaklı hale getirilmiştir. Bu sistem ile çalışma sahasında personelin sürekli izlenmesi sağlanacak, eksik baret veya yelek giyen kişilerin fotoğrafları kaydedilerek iş amirine bildirilecektir. Çalışmanın USB’den kurulumu sağlanacak şekilde paketlenmesi sağlanmıştır. Çalışma IP kamera bağlantısı ile gerçek zamanlı izleme yapabilecektir.

Kayıtlı olan video ve fotoğrafların da yine aynı şekilde izlenmesinin sağlanması mümkündür. Hedefte, yazılımın şirketlere çevrimiçi ve fiziksel kanallarla dağıtımı amaçlanmaktadır.

İşletmenin de bu yazılımı kullanarak baret ve ikaz yeleği kullanmayan personeli uyarması ve sürekli izlenme metodu ile güvenlik ekipmanlarını giymeyi alışkanlık halinde getirmesi beklenmektedir. Ayrıca ileri süreçte elde edilen görüntülerle makine öğrenimi algoritmasının kendini geliştirmesi hedeflenmektedir.



KAYNAKLAR

- [1] “Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik”, Resmi Gazete, 28695 EK-2, 2013
- [2] Dept. Of Labor(U.S) 1980 Bureu of Labor statistics, report 605, accidents involving head injuries
- [3] Ulutaş, B. (2016) Türkiye'deki İllerin İş Kazaları ve Meslek hastalıkları Açısından Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 23-46.
- [4] Türkiye Makine Mühendisleri Odası (TMMOB) 2018MMO/68 İşçi sağlığı ve iş güvenliği raporu Mart 2018 Ankara.
- [5] Kahya E., Ulutaş B. Özkan F. Metal Endüstrisinde Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımının Analizi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 2019.
- [6] Atasoy M., Başağa B. Temel B. İnşaat Sektöründe Çalışan İşçilerin Kişisel Koruyucu Donanım Kullanım Sıklığının Belirlenmesi; Karadeniz Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Bildiriler Kitabı, Kasım 2015.
- [7] F Güranlı, G.E. (2008). Dünyada ve Türkiye’de İş Güvenliğinde Geline Durum ve İnşaat Sektörü, TMMOB Ölçü Dergisi, Şubat 2008 sayısı, Sf. 90-98.
- [8] Avcı, İ.(1994). İstanbul Metrosunda Uygulanan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Çalışmaları, Ulaşımada Yer Altı Kazıları Sempozyumu, Maden Mühendisleri Odası,Sf.302.
- [9] Resmi Gazete (2013) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığından: kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmelik
- [10] Akboğa, Ö.(2011). Hazır Beton Sektörünün İş Güvenliği Açısından Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sf.3- 4
- [11] Andaç, M.(t.y.).Risk Değerlendirme Rehberi Broşürü, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Alındığı Tarih: 01.04.2012, adres:

<http://www.csgeb.gov.tr/csgebPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/icdenetim/dosyalar/calisma/riskdegerlendirmerehberi.>, Erişim Tarihi: 21-10-2019.

- [12] Yılmaz ve şenol / İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme süreci için bulanık çok kriterli bir model ve uygulaması *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 32:1 (2017) 77-87
- [13] Hinckley CM. "Combining mistake-proofing and Jidoka to achieve worldclass quality in clinical chemistry", *Accreditation and Quality Assurance*, 2007;12:223–30.
- [14] Güngör, F. (2003). Kalite Yönetim Sisteminde Poka-Yoke Tekniği ÜAS'03, III.Ulusal Üretim Araştırmaları sempozyumu. İstanbul, Türkiye
- [15] Ceylan, H.(2011). Türkiye'deki İş Kazalarının Genel Görünümü Ve Gelişmiş Ülkelerle Kıyaslanması, *International Journal of Engineering Research and Development*, Vol.3, No.2, Sf.18-20
- [16] Fidancı, E. Ups Üretim Fabrikası'nda 4 Farklı Üretim Hattında İş Güvenliği Uygulamaları Ve Risk Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adana 2019
- [17] Adekeye, W. ve Adeoti, B. (1997). The importance of management information systems. MCB University Press.
- [18] Koçoğlu, E. (2010). İşletmelerde yöneticilerin karar verme süreci ve bu süreçte bilisim sistemlerinin kullanımı: ankara ili örneği. Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi, Ankara.
- [19] AYNA Cengiz: " Kişisel Koruyucu Donanımlar" İş Makinaları Mühendisleri Birliği Derneği, Sayı: şubat - 2006 - Yayın Tarihi: 23.12.2010
- [20] Jie Li, Huanming Liu, Tianzheng Wang, and Min Jiang, Kang Li, Xiaoguang Zhao, "Safety helmet wearing detection based on image processing and machine learning", 2017 Ninth International Conference on Advanced Computational Intelligence (ICACI), 2017, ss. 201–205.
- [21] Abu H. M. Rubaiyat, Tanjin T. Toma, Masoumeh Kalantari-Khandani, Syed A. Rahman1, Lingwei Chen, Yanfang Ye1, Christopher S Pan, "Automatic Detection of Helmet Uses for Construction Safety", 2016 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence Workshops (WIW), 2016, ss. 135–142

- [22] Zhang, Geng & Lv, Lei & Li, Dan & Zhu, Min. (2017). The Method for Recognizing Recognition Helmet Based On Color and Shape. 10.2991/icmmct-17.2017.238. 5th International Conference on Machinery, Materials and Computing Technology (ICMMCT 2017).
- [23] <https://chrome.google.com/webstore/detail/fatkun-batch-download-ima/nnjjahlikiabnchcpehckpkdeckfgnohf?hl=tr.>, Erişim Tarihi: 11.12.2019.
- [24] <https://medium.com/@ODSC/overview-of-the-yolo-object-detection-algorithm-7b52a745d3e0.>, Erişim Tarihi: 21-10-2019.
- [25] <https://towardsdatascience.com/yolo-you-only-look-once-17f9280a47b0>
Erişim Tarihi: 11.12.2019.
- [26] <https://hackernoon.com/understanding-yolo-f5a74bbc7967.>, Erişim Tarihi: 10.12.2019.
- [27] <https://towardsdatascience.com/yolo-you-only-look-once-17f9280a47b0.>,
Erişim Tarihi: 10.12.2019.
- [28] Redmon, Joseph, et al. "You only look once: Unified, real-time object detection." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016., Erişim Tarihi: 5.12.2019.
- [29] https://medium.com/@jonathan_hui/map-mean-average-precision-for-object-detection-45c121a31173., Erişim Tarihi: 15.11.2019.
- [30] <https://towardsdatascience.com/review-yolov2-yolo9000-you-only-look-once-object-detection-7883d2b02a65.>, Erişim Tarihi: 11.10.2019
- [31] Redmon, Joseph, and Ali Farhadi. "YOLO9000: better, faster, stronger." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2017., Erişim Tarihi: 11.10.2019.
- [32] <https://medium.com/@venkatakrishna.jonnalagadda/object-detection-yolo-v1-v2-v3-c3d5eca2312a.>, Erişim Tarihi: 11.10.2019.
- [33] <https://towardsdatascience.com/yolo-v3-object-detection-53fb7d3bfe6b.>,
Erişim Tarihi: 14.10.2019.
- [34] Redmon, Joseph, and Ali Farhadi. "Yolov3: An incremental improvement." arXiv preprint arXiv:1804.02767 (2018).
- [35] <https://www.linkedin.com/pulse/derin-%C3%B6%C4%9Frenme-uygulamalar%C4%B1nda-temel-kavramlar-skor-ve-%C3%A7arkac%C4%B1/>, Erişim Tarihi: 11.10.2019.

- [36] <https://dzone.com/articles/understanding-object-detection-using-yolo.>, Erişim Tarihi: 11.10.2019.
- [37] <https://medium.com/@ahmetxgenc/yolo-darknet-ile-object-detection-19f21d8eb31b.>, Erişim Tarihi: 11.10.2019.
- [38] [https://www.predictiveanalyticstoday.com/darknet/.](https://www.predictiveanalyticstoday.com/darknet/), Erişim Tarihi: 11.12.2019.
- [39] [15]<https://medium.com/analytics-vidhya/yolo-v3-theory-explained-33100f6d193.>, Erişim Tarihi: 14.10.2019.
- [40] https://medium.com/@jonathan_hui/object-detection-speed-and-accuracy-comparison-faster-r-cnn-r-fcn-ssd-and-yolo-5425656ae359., Erişim Tarihi: 14.10.2019.
- [41] <https://pjreddie.com/media/files/yolov3-tiny.weights.>, Erişim Tarihi: 14.10.2019.
- [42] [https://hub.packtpub.com/what-is-pytorch-and-how-does-it-work/.](https://hub.packtpub.com/what-is-pytorch-and-how-does-it-work/), Erişim Tarihi: 01.12.2019.
- [43] Paszke, Adam, et al. "PyTorch: An imperative style, high-performance deep learning library." Advances in Neural Information Processing Systems. 2019.
- [44] <https://medium.com/better-programming/one-stop-guide-to-google-colab-d67c94d30516.>, Erişim Tarihi: 14.10.2019.
- [45] <https://tr.sciencawal.com/98181-yolo-v3-object-detection-53fb7d3bfe6b-95.>, Erişim Tarihi: 10.11.2019.
- [46] https://miro.medium.com/max/1798/1*ZV7GZdPh3kyaH6nhs-8YHw.png., Erişim Tarihi: 10.11.2019.
- [47] https://www.scottishconstructionnow.com/uploads/ProstateCancerCharity_1.jpg., Erişim Tarihi: 16.11.2019.
- [48] <http://www.guncelgazete.com/uploads/data/News/1624/imo-insaat-iscileri-icin-kollari-sivadi-1473315428-15917992498.jpg.>, Erişim Tarihi: 11.10.2019
- [49] [https://www.conexpoconagg.com/news/10-best-states-for-construction-jobs/.](https://www.conexpoconagg.com/news/10-best-states-for-construction-jobs/), Erişim Tarihi: 11.10.2019.
- [50] Pulli, Kari, et al. "Real-time computer vision with OpenCV." Communications of the ACM 55.6 (2012): 61-69.

ÖZGEÇMİŞ

Emre EVREN, 14.02.1984 yılında Kocaeli / İzmit’de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kocaeli’nde tamamladı. 2002 yılında Cahit Elginkan Anadolu Lisesi’nden mezun oldu. 2003 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nü 2017 yılında bitirdi. Lisans dönemi süresinde Federal Mogul Sapanca ve Kordsa İzmit’de staj yaptı. Aynı yıl içerisinde Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans eğitimine başladı. Yüksek lisans eğitimi süresinde yapay sinir ağları, makine öğrenmesi ve bulanık mantık üzerine çalışmalar yaptı. Halen Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde eğitime devam etmektedir. Profesyonel meslek hayatında Sırasıyla 2007-2009 arasında ASIDatamye (Endüstri 4.0 sistemleri çözümleri üreten/uygulayan uzman), 2009-2012 arasında Toyota Boshoku (Kalite Güvence Mühendisi) ve 2012-yılından beri Hyundai Assan İzmit Fabrikasında (Parça/Tedarikçi Geliştirme Şefi) görev yapmaktadır.