

**TEKNOFEST**  
**HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ**  
**FESTİVALİ**

**AKILLI ULAŞIM YARIŞMASI**  
**PROJE DETAY RAPORU**

**PROJE ADI:** Akıllı ve Otonom Araçlarda Kullanılmak Üzere  
İnfrared Kamera Görüntülerinin Evrişimli Sinir Ağları Yardımıyla  
Sınıflandırılması

**TAKIM ADI:** Keep Moving

**TAKIM ID:** T3-20583-200

**TAKIM SEVİYESİ:** Üniversite-Mezun

**DANIŞMAN ADI:** Prof. Dr. Alper BAŞTÜRK

## İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)
2. Problem/Sorun
3. Çözüm
4. Yöntem
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü
6. Uygulanabilirlik
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)
9. Riskler
10. Proje Ekibi
11. Kaynaklar



## 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Araç teknolojilerinde sürücüsüz araç modeline geçişin, geçtiğimiz birkaç yıl içerisinde oldukça hızlandığı görülmektedir. Bu otonom sistemlerde sürüş, yol güvenliği, nesne tanıma ve çevrenin sanal haritasının çıkarılması gibi bir çok sistem yapay zeka teknolojilerinden yardım alınarak gerçekleştirilmektedir.

Otonom araçlarda kamera görüntülerinde bulunan nesnelerin sınıflandırılması büyük bir problemdir. Araçlar üzerinde bulunan kameralarda gündüzleri güneş ışınının iyi geldiği zamanlarda nesnelerin oldukça iyi görüntüleri elde edilmektedir. Havanın kararması, olumsuz hava koşulları vb. durumlarda güneş ışınları düşük olacağı için cisimlerin görüntüleri iyi elde edilememektedir. Elde edilen bu görüntülerin sınıflandırılması için görüntü işleme metodları ve yapay sinir ağları kullanılsa bile sınıflandırılması oldukça zordur. Bu sorundan dolayı rgb renklerden yani güneş ışınından faydalanarak görüntüler elde eden kameralar yerine infrared(termal) kameralar kullanılmaktadır. Bu kameralar sayesinde çevrede bulunan cisimler gündüz, gece ve kötü hava koşullarında rahat bir şekilde görüntüleri elde edilmektedir. Bizim oluşturacağımız proje sayesinde hazırlanmış olduğumuz prototip infrared görüntüleri kendi tasarlayacağımız evrişimli sinir ağı ve yazılımı donanımla birlikte kullanarak cisimlerin sınıflandırılması sorununu çözmeyi hedeflemekteyiz.

## 2. Problem/Sorun

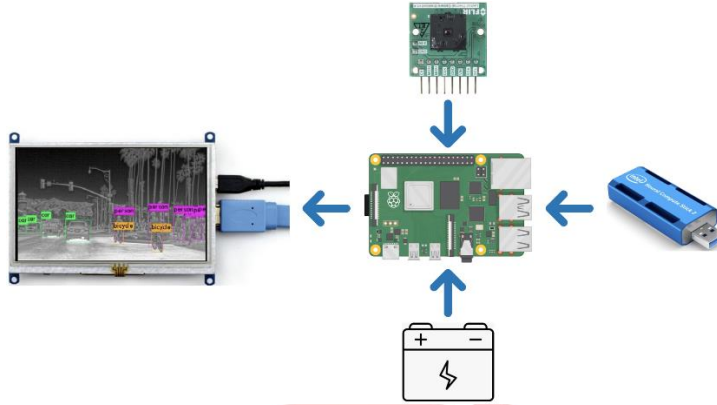
Otonom araçlarda nesne tanıma sistemlerinde olumsuz hava koşullarına ve ışık yetersizliğine bağlı oluşan hatalar kazalara sebebiyet verebilmektedir. Söz konusu duruma örnek verecek olursak 2019 yılında dünyaca ünlü bir elektrikli otonom araç üreticisinin aracında gerçekleşen kazada önündeki kamyoneti aracın nesne tanıma sisteminin yoğun yağıştan dolayı algılayamamış olması sonucu aracın kamyonete çarpıp alev alması otonom araç teknolojisinin görü sistemlerinin bazı durumlarda yetersiz kaldığına dair verilebilecek örneklerden bir tanesidir [1].

Bu araçlarda kullanılan teknolojik sistemlerin olumsuz hava koşullarında nesneyi algılayamaması, yetersiz ışıklı ortamlarda ise kamera görüntülerinin hareketli objeyi tanıyamaması henüz bu teknolojinin yeterli inovasyona sahip olmadığını ortaya koymaktadır, Bu bağlamda otonom araç teknolojisinin görü teknolojisinin geliştirilmeye ihtiyaç duyduğu konusunda bizi yeni bir fikir ortaya atmaya itmiştir. İnfrared kameraların ve gece görüş sisteminden elde edilen ve olumsuz hava koşullarından etkilenmeyen, böylece nesnelere daha kolay ve doğruluk payı yüksek bir şekilde tespit edebilen bir sisteme ihtiyaç duyulmaktadır.

## 3. Çözüm

Gerçekleştirilmesi hedeflenen bu projede otonom ve akıllı taşıtlarda sürüş boyunca etrafında bulunan nesnelerin tespitini yapacak yerli üretim prototip hazırlanacaktır. Hazırlanan prototip taşıtlara rahat bir şekilde entegre edilebilecektir. Bu prototip iki bileşenden oluşmaktadır. Bunlar donanım ve yazılım bileşenleridir. Donanım bileşeni Raspberry Pi 4, infrared kamera, lcd ekran, İntel Movidius Neural Compute Stick ve güç kaynağı ekipmanlarından oluşmaktadır. Yazılım bileşeni olarakda, nesnelerin tespiti için yapay zekanın alt bilim dallarından birisi olan derin öğrenme mimarilerinden Yolov3 mimarisi kullanılarak yazılım sistemi oluşturulacaktır. Yazılım sistemi projeye özgün olarak tasarlanacaktır. Bu sayede projenin can damarları olan yazılım Türk mühendisleri tarafından yerli ve milli olarak

gerçekleştirilip ülke ekonomisine katma değerde bulunulması imkanı sağlanacaktır. Şekil 1’de hazırlanacak prototipin sistem mimarisi görünmektedir.



**Şekil 1** Hazırlanacak Prototipin Sistem Mimarisi

Şimdi hazırlanacak projenin protip üretim aşamalarını adım adım değinelim.

- Manuel olarak kontrol edilen bir arabaya infrared kamera entegre edilerek gece, gündüz ve hava koşullarının iyi olmadığı zamanlar sürüş yapılacaktır. Bu sürüş esnasından nesne tespiti için infrared görüntülerden veri seti toplanacaktır.
- Toplanan infrared görüntülerin %70’i eğitim, %30’u test verisi olarak ayrılacaktır.
- Eğitim veri seti Yolov3 evrişimli sinir ağı mimarisinde eğitilmesi için etiketleme işlemi gerçekleştirilecektir. Bu etiketler 3 sınıf dahilinde oluşturulacaktır. Bunlar insan, araba ve bisiklet sınıflarıdır.
- Etiketleme sonucunda elde edilen x y eksenleri koordinatları Yolov3 mimarisinin anlayacağı şekilde 0-1 arasında piksel değerlerinin normalize verileri elde edilecektir.
- Yolov3 için yapılandırma dosyaları oluşturulacaktır.
- Eğitim işlemi başlatılacaktır. Öngörülen eğitim değerlerine ulaşıldığı zaman eğitim durdurularak tamamlanacaktır.
- Eğitim sonucunda elde ettiğimiz ağırlık dosyalarımız önceden test verisi olarak ayrılan veri setinde test edilecektir. Bu aşamaya kadar yazılım adımının yapay zeka kısmı tamamlanmış olacaktır.
- Raspberry Pi’de infrared kameradan elde edilen görüntülerin gerçek zamanlı olarak nesne tespiti için yazılım hazırlanacaktır. Bu yazılım için python programla dili ve Yolov3’te kullanılan “Numpy, Opencv, CMake, Matplotlib, CUDA 10.0, cuDNN, Pillow ve Tensorflow” python kütüphaneleri kullanılacaktır.
- Raspberry Pi 4’e Yolov3 ağırlıklarının çalıştırılması için İntel Movidius Neural Compute Stick donanımı kullanılacaktır.
- Raspberry Pi 4, infrared kamera, lcd ekran, İntel Movidius Neural Compute Stick ve güç kaynağı donanımlarının entegrasyonu tamamlandıktan sonra hazırlanan yazılım sisteme entegre edilecektir.
- Hazırlanan sistem otonom veya manuel sürüş gerçekleştirilen taşıta entegre edilecektir. Entegre işleminde şoförün rahat bir şekilde görmesi için ekran en uygun konuma yerleştirilecektir. Sistemin başarısının ölçülebilmesi için uzun test sürüşleri gerçek trafik ortamında yapılacaktır.

- Sürücüden alınan geri bildirimlere göre yazılım ve donanım güncellemeleri yapılarak proje en iyi duruma getirilecektir.
- Projenin gerekli testleri tamamladıktan sonra nihai sonuç raporu hazırlanıp proje tamamlanacaktır.

#### 4. Yöntem

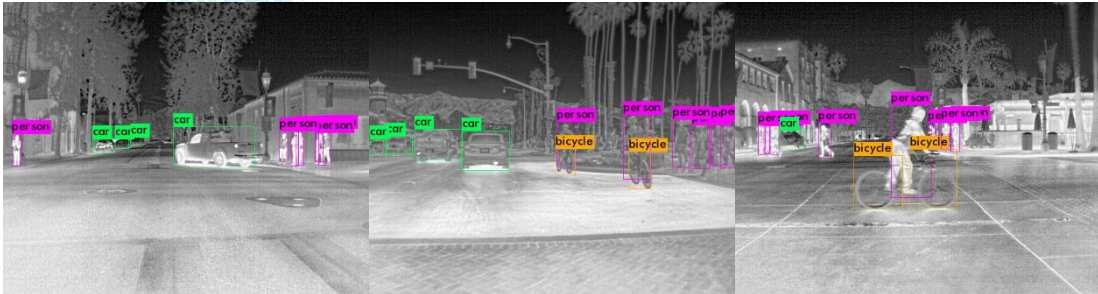
**Yolov3:** Projede nesnelere tespiti işlemi için, 2017 yılından itibaren gerçek zamanlı olarak en hızlı nesne tespiti yapabilen Yolo(You Only Look Once) algoritmasının Yolov3 mimari sürümü, kendi eğitilmiş olduğumuz modelle kullanılacaktır.

Yolov3, lojistik regresyon kullanarak her nesne için belirli oranlarda nesnelere içerdiği ve konumlarının bulunduğu yeri sınırlayıcı kutu(bounding box) içine almaktadır. Bu sayede bir görüntüdeki birden fazla nesneyi algılamaktadır. Sınırlandırılacak kutunun genişliği ve yüksekliği, kümenin ağırlık merkezi dengelenerek tahmin edilmektedir. Sigmoid fonksiyonu kullanılarak ilgili kutunun merkez koordinatları filtre uygulamasının konumuna göre tahmin edilmektedir. Yolov3'te tahmin işleminin temeli, nesne tespitini tek bir regresyon problemi olarak ele almasında yatmaktadır. Algoritma, kutuları 3 farklı ölçekte tahmin etmektedir. Her ölçü için 3 kutu tahmin edip input görüntüsünü NxN'lik ızgaralara bölmektedir, bu yüzden tensor  $N \times N \times [3 * (A + B + C)]$  olur. Burada A; sınırlayıcı kutu uzaklıklarını, B; nesne tahmini ve C; sınıf tahminlerini göstermektedir.

Yolov3'te ağır başından beri bir özellik haritası alınır ve birleştirme kullanılarak örneklenmiş özelliklerle birleştirilir. Bu yöntem, örneklenen özelliklerden daha anlamlı semantik bilgi ve önceki özellik haritasından daha ince taneli bilgi almayı sağlamaktadır.

Yolo'nun diğer sürümlerine göre sınıflandırıcı ağı daha iyi olan Yolov3'ün temelinde ilk olarak Imagenet'te eğitilmiş 53 katmanlı ağa sahip Darknet varyantını kullanmaktadır. Algılama görevi için bunun üzerine 53 katman daha eklenir ve sonuçta Yolov3 için 106 katmanlı tam evrimsel bir mimari oluşturulur [2]. Bu da son teknoloji sınıflandırıcılarla eşit performans gösterip daha yüksek hız ile çalışmaktadır. Ayrıca Darknet-53, ResNet-101'den 1.5 kat daha hızlı çalışmaktadır [2]. Yolov3, rakiplerine göre süre ve doğruluk açısından daha iyidir. Yolov3 algoritmasının diğer algoritmalarından daha hızlı olmasının sebeplerinden biri de görüntüyü tek bir seferde sinir ağından geçirerek görüntüdeki tüm nesnelere sınıfını ve koordinatlarını tahmin edebilmesidir.

Projemizin ön değerlendirme sonuçları açıklandıktan sonra Yolov3 kullanarak Python programlama dilinde daha önceden elde ettiğimiz etiketlenmiş objelerin olduğu infrared kamera görüntüleri kullanılacaktır. FLİR [3] firması tarafından elde ettiğimiz görüntüler dahilinde Yolov3 eğitimi tamamlamış bulunmaktayız. Şekil 2'de projenin Yolov3 eğitim sonuçlarını görmektedir.



Şekil 2 Infrared Görüntülerin Yolov3 Eğitim Sonuçları

**Movidius Neural Compute Stick:** Bu donanım USB portundan takıldığı cihaza, derin öğrenme uygulamalarını çalıştırma yeteneği kazandıran, düşük güç tüketimine sahip ve düşük maliyetli kendi başına yapay zeka (AI) kitidir. Ubuntu 16.04 ya da Raspberry Pi 3

Raspbian Stretch üzerinde kullanılabilir. TensorFlow ve Caffé derin öğrenme kütüphanelerini desteklemektedir. SqueezeNet, GoogLeNet ve AlexNet gibi karmaşık derin öğrenme ağlarını düşük kapasiteli bilgisayarlarda çalıştırabilmeyi sağlamaktadır [4].

**Raspberry Pi 4:** Raspberry Pi'nin 4. modeli olan bu versiyonu daha hızlı CPU ve GPU desteği vardır. Daha hızlı bir Ethernet portuna da sahip olan ürün 4K ekran desteği ile çok daha iyi bir performans sunar. 4 çekirdekli işlemciye sahip olan Raspberry Pi 4, H.265 donanım kod çözme yeteneği ve güçlenen USB 3.0 çıkışları bulunmaktadır.

### 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

İnfrared teknolojisi kapsamında üretilen kameralardan bu projede yararlanacağız. İnfrared Kamera görüntüleme yöntemi olarak gözle görülmeyen IR enerjisi (ısıyı) esas alan ve görüntünün genel yapısını IR enerjisi göre oluşmuş renkler ve şekillerin belirlendiği görüntüleme sistemidir.

Bu cihazları diğer görüntüleme cihazlarından ayıran özelliği ise analiz yazılımlarına sahip olmasıdır. Bu sayede doğadaki tüm materyal tiplerin kızılötesi yayılımları bulunabilir.

Kameradaki objektifler küçük sıcaklıkta bile sıcaklık farkını yakalayıp bu farktan görüntü oluşturan bir özelliğe sahiptir. Bu sayede uygulayacağımız proje dahilinde gece görüş ve olumsuz hava koşullarında sistemde kullanılacak inovatif yönü üzerinde çalışmalar yapılacaktır. Projemizde hazırlanacak olan derin öğrenme ağı ekibimiz tarafından geliştirilecek olan çok katmanlı evrişimli sinir ağı kullanılacaktır. Bu sayede diğer algoritmalara göre çıktılar daha yüksek doğrulukta sonuçlar vermesi hedeflenmektedir.

Ulaşımında önemli bir yere sahip olan karayolu ve demiryolu farketmeksizin taşıtlara kolayca entegre edilecek sistemimiz gece görüşü ve takip durumunda, güvenlik sistemlerinin nesne tespitinde zorlandığı durumlarda daha iyi sonuçlar vereceği için kullanılabilmesi mümkündür.

### 6. Uygulanabilirlik

Nesne tespiti aşaması tamamlanan sistemin şu an yazılım kısmının %80'i tamamlanmıştır. Sonuçlar doğrultusunda yazılımsal olarak bir firma bünyesinde ticarileştirilebilir. Donanım ekipmanlarının temin edildikten sonra yazılımın donanımla senkronize şekilde çalışması sağlanacaktır. Bu işlemler tamamlandıktan sonra nihai prototipi elde edilecektir. Bu elde edilen prototip kullanıcıların kullanıma sunulabilecektir. Bu prototiple ürünümüz seri üretime hazır hale gelebileceği için ürün ticari olarak kullanılabilir.

### 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

**Tablo 1 Ürün Fiyatları ve Tahmini Maliyet**

Ürün Adı	Fiyat (TL)
Raspberry Pi 4 4GB	557,44 TL
Sandisk 32 GB Hafıza Kartı	46,43 TL
İnfrared Görüş Kızılötesi Radyometrik Geliştirme Kiti - Lepton Dev Kit	2.748,60 TL
WaveShare 5 Inch HDMI Rezistif Dokunmatik LCD Ekran 800x480	366,09 TL
Intel Movidius Neural Compute Stick 2	578,80 TL
<b>TOPLAM</b>	<b>4297,36 TL</b>

**Not:** İnfrared görüş kamerasına maliyetinden dolayı bütçe desteği verilmemesi durumunda, alternatif olarak Raspberry Pi IR Destekli Kamera modülü satın alınacaktır. Bundan dolayı toplam bütçe 1710,65 TL olacaktır.

Tablo 2 İş Zaman Çizelgesi

No	İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri	Kimler Tarafından Gerçekleştirileceği	Zaman Aralığı (... Ay)	İş Tanımı ve Süreci
1	Veri Setini Hazırlanması - Etiketlenmesi	Sümevra Erol Yusuf Kenan Turak Hilal Yeşilova	15.04.2020- 10.05.2020	Eğitim için gerekli verinin sürüş ortamında toplanması. Verilerin sınıflarına göre etiketlenmesi
2	Yolov3 Mimarisinin Tasarımı	Halil Akbulut Danışman Hoca	05.05.2020- 13.05.2020	Evrışimli sinir ağı mimarisinin etiketli veri setine göre inşa edilmesi.
3	Yapay Zeka Eğitiminin Yapılması	Halil Akbulut Sümevra Erol Danışman Hoca	13.05.2020- 30.05.2020	Hazırlanan Yolov3 mimarisinin eğitim işleminin başlatılması.
4	Eğitim Ağırlığının Test Edilmesi	Yusuf Kenan Turak Hilal Yeşilova	30.05.2020- 05.06.2020	Eğitimden elde edilen ağırlık dosyalarının test veri seti üzerinde test edilmesi.
5	Yazılım Mimarisinin Oluşturulması	Halil Akbulut Sümevra Erol Yusuf Kenan Turak Hilal Yeşilova	15.05.2020- 15.07.2020	Raspberry Pi 4'de gerçek zamanlı olarak nesne tespiti işleminin gerçekleştirilmesi için gerekli yazılım işlemlerinin nesne tabanlı olarak hazırlanması.
6	Donanım Mimarisinin Oluşturulması	Halil Akbulut	10.06.2020- 30.07.2020	Prototipte kullanılacak donanımların birleştirilmesi ve gerekli yazılımların kurulması.
7	Prototipin Taşıta Entegrasyonu	Yusuf Kenan Turak	30.07.2020- 05.08.2020	Otonom veya manuel sürüş yapan bir taşıta prototipin entegrasyonu.
8	Prototipin Test Edilmesi	Sümevra Erol Hilal Yeşilova	05.08.2020- 20.08.2020	Taşıta üzerinden kullanılan prototipin sürücü ve test ekibi tarafından test edilmesi.
9	Test Sonuçlarının Kaydı	Halil Akbulut Yusuf Kenan Turak	06.08.2020- 10.09.2020	Elde edilen test sonuçlarının değerlendirilmesi. Sonuçların raporlanması.

### 8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)

Infrared kamera sistemleri bir nesne veya vücut, insan gözü için görünmez olan kızılötesi ışık ile görünür kılan bir görüntüleme yöntemidir. Bu bağlamda gece görüşü için oldukça optimal sonuçlar veren bu sistemler günlük hayatın çoğu yerinde kullanıma geçebilir.

Yürüttüğümüz proje gereği otonom araç üreticileri ve sahipleri başta olmak üzere gece görüşünde, yağmurlu ve sisli havalar gibi doğal hava koşullarında insan gözünün yetersiz kaldığı durumlarda bu sistem araçlarda kullanılabilecektir. Öncelik olarak hedef kitlemiz yerli

olarak otonom araç üreticilerine hitap etmektedir. Tamamen ulaşım alanında kullanılacak bu yenilikçi proje otonom araç dışında kara ulaşımında etkin rol oynayacaktır. Kargo-sevkiyat araçlarında, gece görüş gereksinimi olan askeri zırhlı araçlarda, tramvay ve tren gibi raylı sistem gibi görüşün son derece önemli olduğu taşıtlarda güvenliği sağlamak amacıyla kullanılabilir.

## 9. Riskler

**Tablo 3 Risk Yönetimi**

No	Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Yeterli veri sayısına ve çeşitliliğine ulaşamamak.	Verilere , Data Augmentation (Veri çeşitlendirme) uygulamak.
2	Eğitim sonucunda tahminlerin istenilen başarıda olmaması.	Katmanları ve aktivasyon fonksiyonunu güncellemek. Verilerin etiketlerinin doğruluğundan emin olmak.
3	İnfrared Kameranın Temin Edilememesi	Raspberry Pi infrared kamera modülü kullanılarak basit infrared kamera yapımı.

## 10. Proje Ekibi

**Takım Lideri:** Halil AKBULUT

**Tablo 4 Takım Üyeleri**

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya Problemlerle İlgili Tecrübesi
Prof. Dr. Alper Baştürk	Danışman Hoca	Erciyes Üniversitesi	Akademik Kadro ve Derin Öğrenme Proje Tecrübeleri
Halil Akbulut	Teknik, Yazılım ve Yapay Zeka Desteği	Erciyes Üniversitesi	Teknofest 2019 Yapay Zeka ve SSB Roboik Yarışma Tecrübeleri
Sümeysra Erol	Yazılım ve Yapay Zeka Desteği	Erciyes Üniversitesi	Yolov3 ile Nesne Sınıflandırma Tecrübesi
Yusuf Kenan Turak	Yazılım ve Test Desteği	Erciyes Üniversitesi	Pytorch ile Nesne Sınıflandırma Tecrübesi
Hilal Yeşilova	Yazılım ve Test Desteği	Erciyes Üniversitesi	Pytorch ile Nesne Sınıflandırma Tecrübesi

## 11. Kaynaklar

- <https://www.iihs.org/news/detail/fatal-tesla-crash-highlights-risk-of-partial-automation>  
[Erişim Tarihi: 15.04.2020]
- Joseph Redmon, Ali Farhadi, "YOLOv3: An Incremental Improvement", University of Washington, pp 1-6, 2018
- <https://www.flir.com/> [Erişim Tarihi: 05.04.2020]
- <https://software.intel.com/content/www/us/en/develop/articles/intel-movidius-neural-compute-stick.html> [Erişim Tarihi: 15.04.2020]