

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ENGELSİZ YAŞAM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: Yapay Zekâ Teknolojileri İle Yatağa Bağımlı Hastalara Yardım

TAKIM ADI: Mucit Fındıklar-Engelsiz

Başvuru ID: 350036

TAKIM SEVİYESİ: İlkokul-Ortaokul

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı).....	3
2. Problem/Sorun.....	3
3. Çözüm.....	5
4. Yöntem.....	6
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü.....	9
6. Uygulanabilirlik.....	10
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	10
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar).....	11
9. Riskler.....	11
10. Kaynaklar.....	12

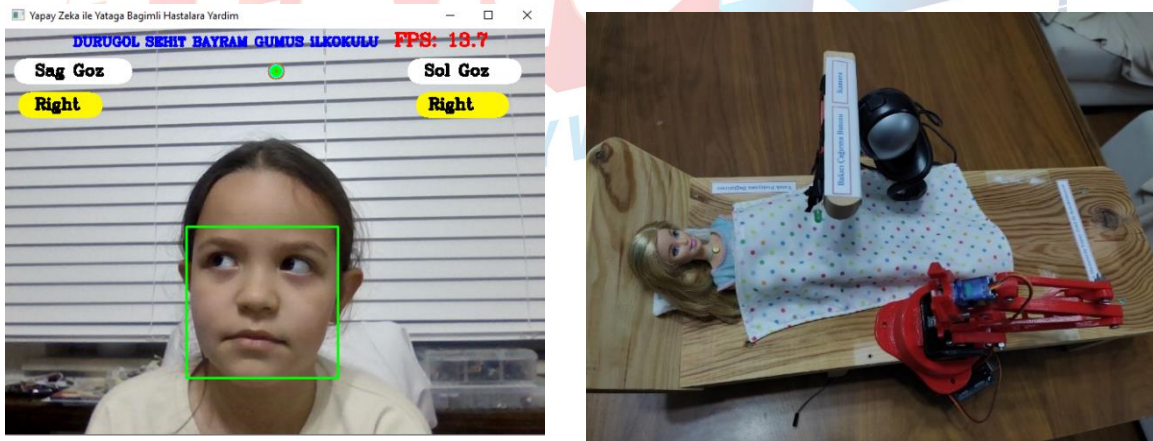


1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Yatağa bağımlılık, bireyin yaşamını sürdürebilmesi için günlük ve temel ihtiyaçlarını kendi başına giderememesi, yaşamını sürdürebilmesi için yardımcı bir kişiye ihtiyaç duyması durumudur. Dünyada nörolojik hastalıklara, kas-iskelet hastalıklarına, mental retardasyona, kardiyovasküler hastalıklara, solunum yolu hastalıklarına, düşmelere ve osteoporozla bağlı olarak milyonlarca insan her yıl yatağa bağımlı yaşamak zorunda kalmaktadır. Projede yapay zekâ teknolojilerini kullanarak yatağa bağımlı bireylerin kendi bakımlarını sürdürmesini destekleme ve rehabilitasyonu için uygun çevre oluşturmaya yönelik çalışmalar yapılacaktır. Bu amaçla yatağa bağımlı yaşayan bireylerin psikolojik olarak kendilerini iyi hissetmelerini, sosyal ve fiziksel olarak kendilerine yetebilmelerini sağlayacak yazılımsal ve donanımsal çözümler geliştirilmeyi hedefliyoruz. Bunun yanı sıra hasta yakınlarının da bu süreçte kendilerine vakit ayırarak sosyal ve psikolojik olarak rahatlamalarını hedeflemekteyiz. Projemizde öncelikli olarak literatür çalışması ve saha analizleri yapılarak yatağa bağımlı yaşayan bireylerin temel ihtiyaçlarının neler olduğu belirlenmiştir. Göz hareketlerini yapay zekâ teknolojileri ile kontrol ederek, yatağa bağımlı yaşayan bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılayacak donanım tasarımları yapılması hedeflenmiştir. [1]

Projemizin uygulama kısmında; İlk olarak yazılım aşamasını gerçekleştirdik. Bunun için göz hareketlerini algılayıp, anlamlandırarak derin öğrenme modelimizi oluşturduk. Modelimizi oluşturmak için görüntü işleme ve derin öğrenme algoritmaları incelenmiş, MIT App Inventor uygulama yazılımına ait Personal Image Classifier web platformunu kullanıp bir yapay zekâ modeli tasarlanmıştır. Oluşturduğumuz yapay zekâ ile modelin doğruluğu test edilmiştir. İkinci aşamada ise yatağa bağımlı yaşayan bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılayacak olan donanım tasarımları da hazırlanmıştır. Son aşamada oluşturduğumuz derin öğrenme modeli kullanılarak yatağa bağımlı yaşayan bireylerin donanımı göz hareketleriyle kullanması sağlanmıştır. Bu sayede temel ihtiyaçlarını kimseye muhtaç duymadan gidermesi de sağlanmıştır.[2]

Çalışmamızda yatağa bağımlı yaşayan ve bakıma ihtiyaç duyan bireylerin, kendi bakımlarını sürdürmesini sağlayacak olan sistemin yazılım ve donanım çalışması yapılmıştır.

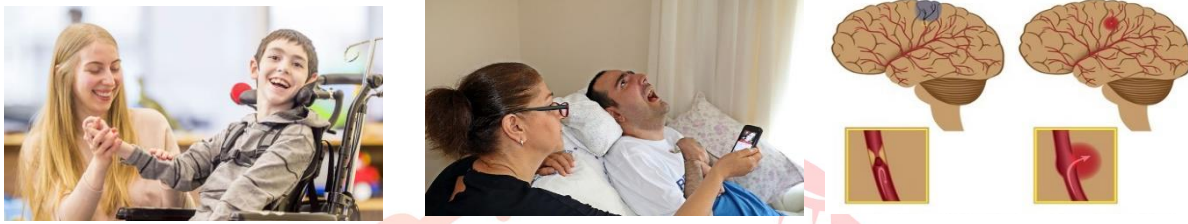


Şekil 1. Proje demo uygulaması

2. Problem Durumunun Tanımlanması:

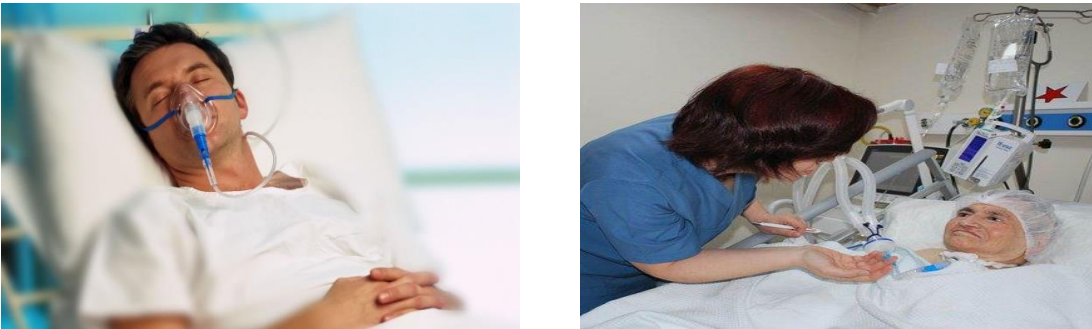
Yatağa bağımlı olan bireyler yaşamlarını sürdürebilmek, sağlıklarını koruyabilmek, yaşam ihtiyaçlarını giderebilmek için yardıma ihtiyaç duyarlar. Bireylerin yatağa bağımlı olma durumları

ve süreleri yaşadıkları rahatsızlıklara göre farklılık gösterebilmektedir. Bazen bu süre bir ömür sürmektedir. Bireylerin kronik hastalık düzeyi, tıbbi tedavi ve rehabilitasyona vücudunun cevap vermesi gibi nedenler yatağa bağımlılık süresini etkilemektedir. Nörolojik hastalıklara, kas-iskelet hastalıklarına, mental retardasyona, kardiyovasküler hastalıklara, solunum yolu hastalıkları, düşmeler ve osteoporozla bağlı rahatsızlıkların ölümlere neden olma ihtimali fazladır ve tanı, tedavi ve rehabilitasyon için çok fazla ekonomik desteğe gereksinim vardır. Yatağa bağımlı olan bireylerin tedavi ve rehabilitasyon sürecinde hastaneler ve özel bakım kuruluşları aktif olarak görev almaktadır. [3]



Şekil 2. Yatağa bağımlı olma hastalıkları

Yatağa bağımlılık problemlerini ortaya çıkaran birçok rahatsızlık bulunmaktadır. Bunlardan bazıları kanser çeşitleri, alzheimer, parkinson, serebral palsi, zekâ geriliği, otizm, genetik bozukluklar, down sendromu, motor nöron hastalıkları, diyabet, böbrek hastalıkları, kalp hastalıkları, obezite, astım, demans, ve SSPE, çarpık ayak, ortopedik travma, kırıklar, skolyoz, muskuler distrofi gibi kas-iskelet hastalıkları, nörolojik hastalıklara bağlı felçler, düşmelere, kırıklara, menopoz ve osteoporozla bağlı kas-iskelet hastalıklarıdır. Ayrıca kronik rahatsızlıkların yatağa bağımlı yapma oranları oldukça yüksektir. Son yıllarda kronik rahatsızlıkların görülme sıklığı da maalesef yükselişe geçmiştir. Bu durumun birçok nedeni olmakla birlikte çevresel faktörlerdeki değişiklikler, yaşam biçimine etki eden hareketsizlikler ve beslenme alışkanlıklarındaki değişiklikler en önemli nedenlerdendir. Yatağa bağımlılık, bireylerin yaşam kalitesini düşürmektedir. Bu bireyler banyo yapma, tuvalet ihtiyacını karşılama, yemek yeme, giyinme, hareket etme gibi kendi ihtiyaçlarını tek başına karşılayamamaktadır. Yardımcı bireyler olmadan bağımsızca yapabileceği günlük yaşam aktivitelerinin bir kısmını veya tamamını gerçekleştirememektedirler. Aynı zamanda yatağa bağımlı bireyler iletişim becerisi kurma gibi faaliyetleri de yerine getiremezler. Yatağa bağımlı bireyler için evde bakım hizmetleri bir zorunluluktur. Evde bakıma olan talebi etkileyen en önemli faktör 20. ve 21. yüzyılda bilim ve teknolojide yaşanan gelişmeler olmuştur. Özellikle teknoloji alanında yaşanan olumlu sonuçlar tıpta hastalıkların erken tanınmasına ve tedavi edilmesine neden olarak bireylerin ortalama yaşam sürelerinin uzamasına yol açmıştır. [3]



Şekil 3. Yatağa bağımlı olan hastalar

Rehabilitasyon, hastalık veya kaza nedeniyle fizyolojik ve psikolojik yetilerini kaybetmiş olan bireylerin eski sağlığını elde etmesini sağlamayı amaçlar. Rehabilitasyonla yatağa bağlı olan

bireylerin var olan yeteneklerini güçlendirmek ve geliştirmek, fiziksel, ruhsal, psikolojik ve sosyal olarak iyileşmeleri sağlanmaktadır. Komplikasyonlara bağlı özellikle de yatağa bağımlı yaşamak zorunda olan kişiler huzurevleri ya da bakım evlerine yönlendirilmiş olsa da ülkemizin kültüründe çoğunlukla hastalar özellikle de bilinçleri yerinde ise evde yaşamlarına devam etmek istemektedirler. Huzurevi yaşlılarına yönelik ülkemizde yapılan çalışmalar yaşlıların huzurevlerinden çok kendi evlerinde yaşamak istediklerini göstermektedir. Bireylerin yaşam boyu evde daha fazla vakit geçirmesine neden olan bu süreçteki yalnızlık hem bakım veren kişilerde hem de bireylerde en çok psikososyal sorunlara neden olmaktadır.

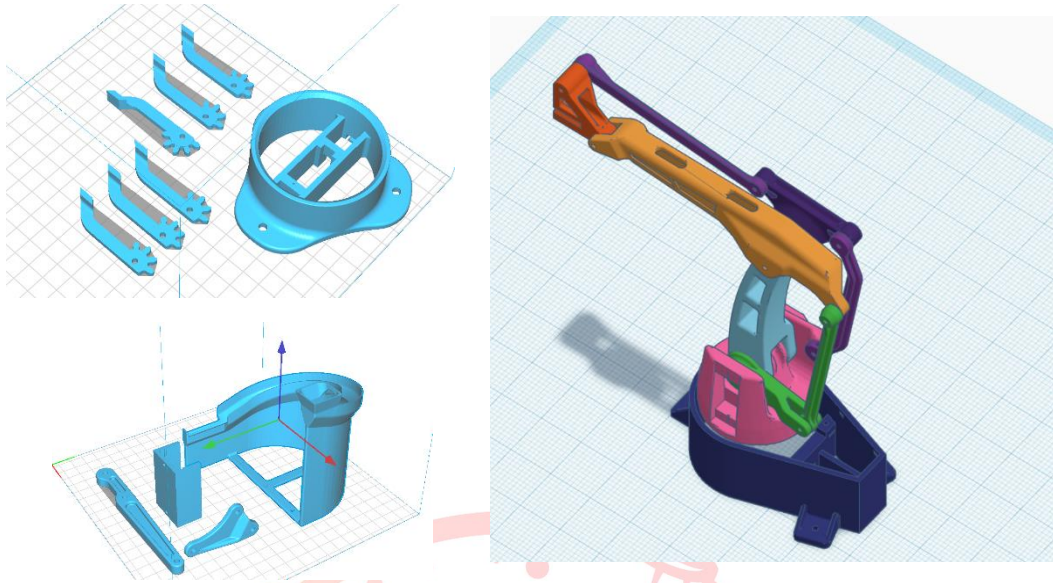
3. Çözüm

Yatağa bağımlılık hastaların fiziksel, duygusal, sosyal ve ekonomik dengelerini alt üst etmekte, onların hayattan doyum almalarını engellemekte ve yaşam kalitelerini de azaltmaktadır. Projemizde yapay zekâ teknolojilerini kullanarak yatağa bağımlı yaşayan bireylerin psikolojik olarak kendilerini iyi hissetmelerini, sosyal ve fiziksel olarak kendilerine yetebilmelerini sağlayacak yazılımsal ve donanımsal çözümler gerçekleştirilmeyi amaçlamaktayız. [4]



Şekil 4. Proje çalışma algoritması

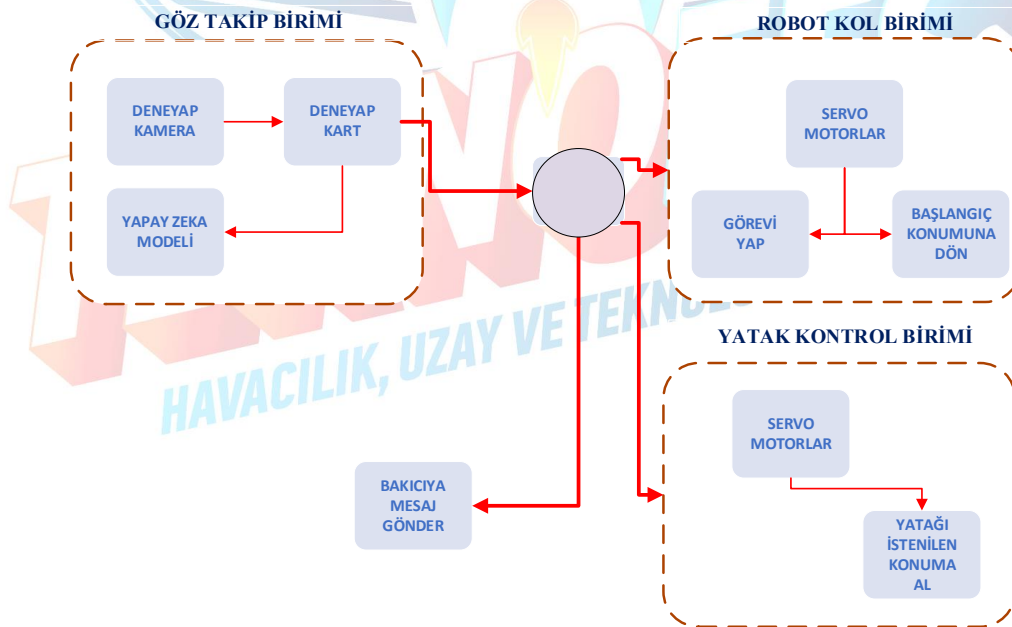
Yatağa bağımlı yaşayan bireylerin ve ailelerinin temel ihtiyaçlarına cevap verecek çözümler bulmayı, kendi bakımını sürdürmesini destekleme ve rehabilitasyonu için uygun ortam hazırlamayı hedefliyoruz. Yatağa bağımlı hastaların göz hareketleri ile yatak pozisyonlarını kontrol etme, tasarlayacağımız robotik kol ile temel ihtiyaçlarını giderme (su ve sıvı gıda alımı vs.) ve bakıcısını çağırma işlemlerini kendilerinin yapmasını sağlamaktayız. Yatağa bağımlı hastanın göz hareketleri deneyap kamera ile sürekli kontrol edilerek, oluşturulan yapay zekâ modeli ile yatağa bağımlı hastanın göz hareketlerini takip edecektir. Yatağa bağımlı hasta 3 kez art arda göz kırpma ile komut gönderirse robotik kol devreye girerek kendine tanımlanmış olan görevleri yerine getirecektir. Bu görevler hastanın su veya sıvı gıda alımı görevleridir. Yatağa bağımlı hastanın sol göz komutunu art arda 3 kez çalıştırdığı zaman, yatağa eklenen motorlar devreye girerek ve yatak pozisyonu 10 derece yukarı kaldıracaktır. Hasta sağ göz komutunu art arda 3 kez çalıştırdığı zaman bu seferde yatak pozisyonu 10 derece aşağı indirilecektir. Hasta 5 kez art arda göz kırpma ile komut gönderdiği zaman bakıcısına çağrı bildirimini gönderilecektir. Tasarladığımız sistem sayesinde hem yatağa bağımlı hastanın kendi ihtiyaçlarını gidererek özgüveninin artması, hem de ailelerinin kendilerine vakit ayırmaları sağlanabilecektir.



Şekil 5. Robotik kol 3D ön izleme

4. Yöntem

Projemizde öncelikli olarak literatür çalışması ve saha analizleri yaparak yatağa bağımlı yaşayan bireylerin temel ihtiyaçlarının neler olduğu belirlenmiştir. Daha sonra yatağa bağımlı yaşayan bireylerin kendi bakımlarını sürdürmeleri için gerekli olan destekleme ve rehabilitasyon araçlarını inceledik. Projemizin amacı yapay zekâ teknolojilerini kullanarak göz hareketlerini bilgisayarlı görü teknolojileri ile kontrol ederek, yatağa bağımlı yaşayan bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılayacak donanım tasarımları yapılması hedeflenmiştir. [5]

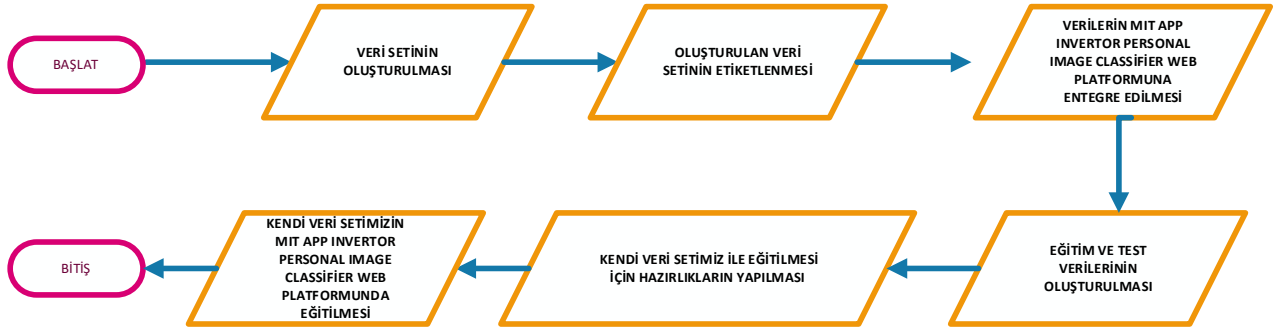


Şekil 6. Proje çalışması

Yazılım Aşaması:

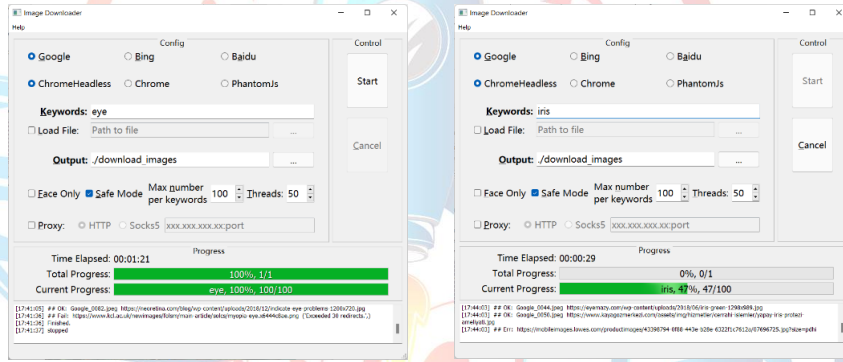
Öncelikle yatağa bağımlı hastaların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri temel ihtiyaçlar belirlenmiştir. Yazılım aşamasında ilk amacımız yatağa bağımlı hastalar hareket edemediklerinden dolayı onların göz veya iris hareketleri ile temel ihtiyaçlarını karşılayabilmektir.

Kendi derin öğrenme modelimizi oluşturmak için yaptığımız aşamalar;



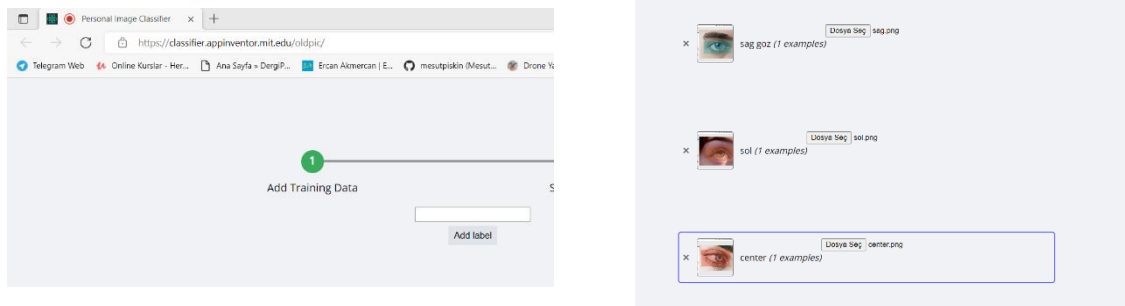
Şekil 7. Yapay zekâ modelimiz için takip edilecek aşamalar

➤ Yapay Zekâ Modelimizin Veri Setinin Oluşturulması: Öncelikle insan göz ve iris hareketlerine ait farklı açılardan ve uzaklıktan çekilmiş fotoğraflardan oluşan veri seti oluşturmak için araştırmalar yaptık. Bunun için kendi fotoğraf çekimlerimizin yanı sıra internetten de istediğimiz göz ve iris özelliklerini yansıtan görüntüleri indirdik. Farklı açılardan ve uzaklıktan çekilmiş olan veri setinin amacı yapay zekâ modelimizin eğitim sonucunda nesne tespit doğruluk oranının yüksek olmasının istenmesidir. [6]



Şekil 8. Yapay zekâ modeli veri seti toplama

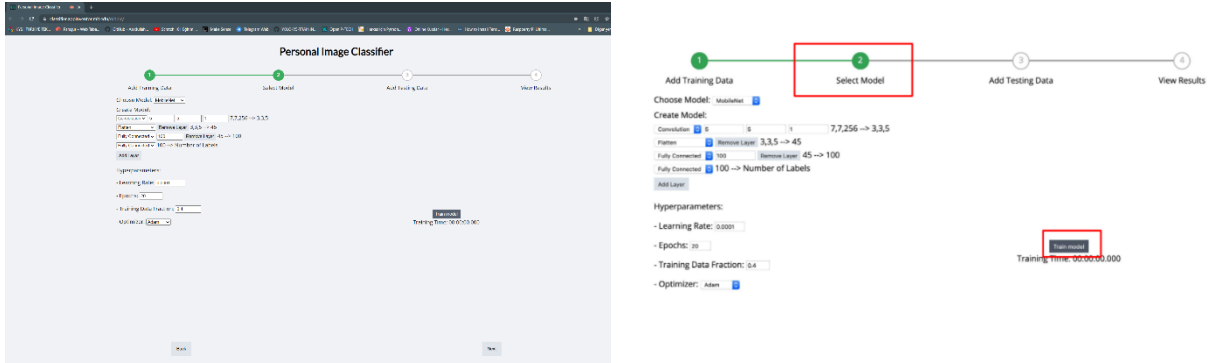
Yapay Zekâ Modelimizin Veri Setinin Etiketlenmesi: MIT App Inventor Personal Image Classifier web platformunda (<https://classifier.appinventor.mit.edu>) oluşturduğumuz veri setini etiketleme işlemini gerçekleştiriyoruz. Add training data sayfasında add label kısmından “sag goz”, “sol goz” ve “center” etiketimizi oluşturuyoruz. Dosya seç kısmından daha önce oluşturduğumuz veri setini seçiyoruz. [7]



Şekil 9. Yapay zekâ modeli veri seti etiketleme

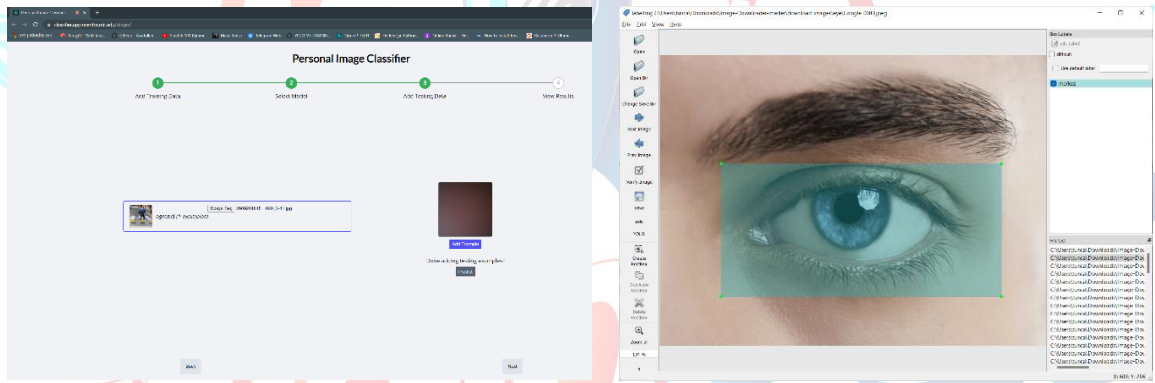
➤ Yapay Zekâ Modelimizin Seçilmesi ve Eğitiminin Gerçekleştirilmesi: Select model

kısından model seçimini yapıp, model ile ilgili ayarlamaları yapıyoruz. Sonrasında “Train Model” tuşuna basarak modelimizin eğitme aşamasını gerçekleştiriyoruz.



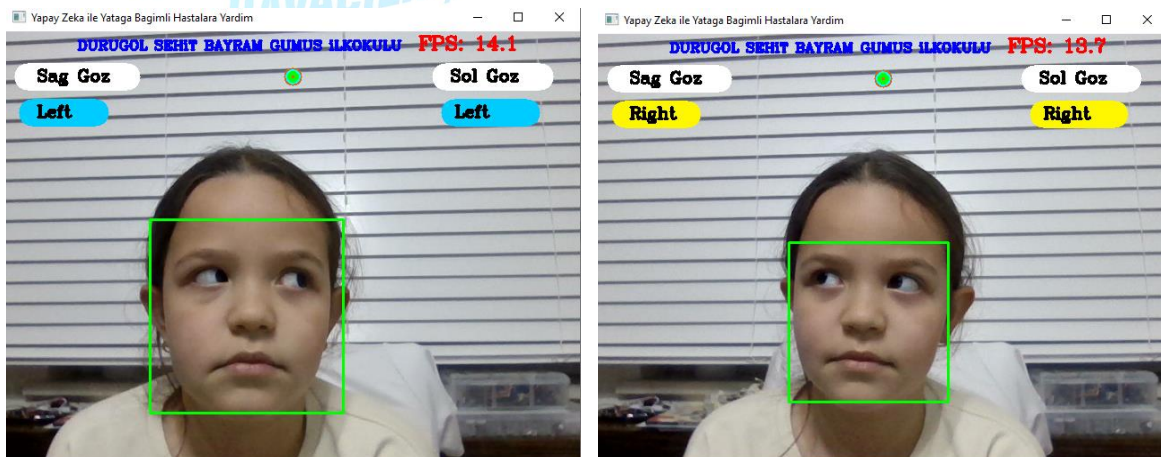
Şekil 10. Yapay zekâ model seçme ve eğitme

➤ Yapay Zekâ Modelimizin Test Edilmesi: “Add Testing Data” aşamasında eğitimi gerçekleştirilmiş olan yapay zekâ modelimizin test işlemini gerçekleştiriyoruz. Modelimize örnek fotoğraf seti yükleyerek test işlemini gerçekleştiriyoruz.



Şekil 11. Yapay zekâ modelimizin test edilmesi

➤ Yapay Zekâ Modelimizin İndirilmesi ve Kullanılması: Yazılım bölümünün son aşamasında oluşturduğumuz yapay zekâ modelimizi uygulamalarda gerçek zamanlı kullanabilmek için indiriyoruz. [5]

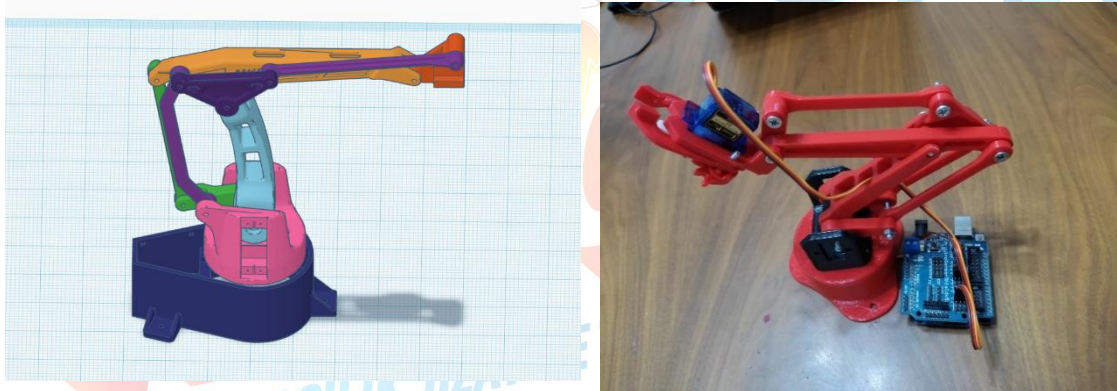




Şekil 12. Yapay zekâ modelimizin uygulanması

🔧 Donanım Aşaması:

Bu aşamada oluşturduğumuz yapay zekâ modelimiz ile yatağa bağımlı yaşayan bireylerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri donanım tasarımını gerçekleştirdik. Demo çalışmasında yatağa bağımlı yaşayan bireylerin bu ihtiyacını karşılayacak, yatak pozisyonunu değiştirecek ve bakıcısını çağıracak sistem tasarımını gerçekleştirdik. Öncelikle çalışmamız örnek bir uygulama olacaktır. Yapay zekâ modelimiz ile farklı ihtiyaçlara yönelik çalışmalar yapılabilmektedir. Yatağa bağımlı yaşayan bireylerin susadıklarında ihtiyaçlarını karşılayacakları robot kolumuzun tasarımını gerçekleştirdik. Tasarımımızda piyasada şu an kullanılmakta olan robot kol tasarımları da incelenmiştir. Robot kol tasarımımızın çizimlerini tinkercad programında gerçekleştirdik. [9]



Şekil 13. Robot kol baskı ve montajı

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Yaptığımız literatür araştırmaları ve saha analizlerinde yatağa bağımlı hastaların kendilerinin kontrolünde olan sistemlerinin sadece ünlü bilim ve iş insanlarının kullanımına yönelik tasarlanmış birkaç ürünün olduğunu ancak bütün hastaların kullanımına yönelik çalışmaların yapılmadığını tespit ettik. Biz projemizde yeni ve verimli teknolojileri kullanarak yatağa bağımlı olan bütün hastaların kullanımına yönelik kendi inovatif çalışmamızı gerçekleştirdik. Projemizde kendi yapay zekâ modelimizi oluşturduk. Oluşturduğumuz yapay zekâ modeli ile hastaların göz hareketleri ile donanım birimlerini kontrol etmesini (robotik kol ile sıvı alma, yatak pozisyonu değiştirme) bu sayede kendi temel ihtiyaçlarını kimseye muhtaç kalmadan giderebilmesini sağladık. Projemizde milli ve yerli özellik kendi yapay zekâ modelimizin oluşturulması ve geliştirilmeye açık olmasıdır. Yaptığımız yazılım ve donanım bileşenleri bir bütün halinde sistemsel olarak çalışmaktadır.

Projemizde yapay zekâ modelimizi çalıştırmak ve donanım birimlerini de (robotik kol, yatak pozisyon değiştirme) kontrol edebilmek için Deneyap Kart kullanılmıştır. Bu sayede hem yerlilik oranı artırılmış hem de maliyet düşürülmüştür.

6. Uygulanabilirlik

Proje fikrimizin uygulanabilir olması için konumuz ile ilgili yaşanan sorunlar hakkında bilgiler toplanmıştır. Yaptığımız araştırmalarda yabancı firmalar tarafından bu konuda yapılması planlanan çalışmaların olduğunu tespit ettik. Projemizde geliştirdiğimiz yapay zekâ modeli ve donanım tasarımı ile ilgili olarak testler yapılmıştır. Test sonuçları sonucunda başarı oranının yüksek olduğu, göz hareketleri ile (yapay zeka modelimiz) donanım kontrollerinin düzgün çalıştığı doğrulanmıştır (doğruluk oranı - %90 ve üzeri). Yapay zekâ modelimizin robotik kol hareketi, yatak pozisyon değiştirme hareketi ve hasta bakıcı çağırma fonksiyonlarını sorunsuz çalıştırdığı yapılan testlerde gözlemlenmiştir. Projenin uygulanabilir ve ticari bir ürün olması için prototip ürün geliştirilip özellikle hastalar ve aileleriyle birlikte test edilmesi, onlardan gelecek geri dönüşlere göre çalışmalar ve iyileştirmeler yapılması planlanmaktadır. Ayrıca oluşturduğumuz prototip ürün için patent başvurusu hazırlıklarımızda devam etmektedir.

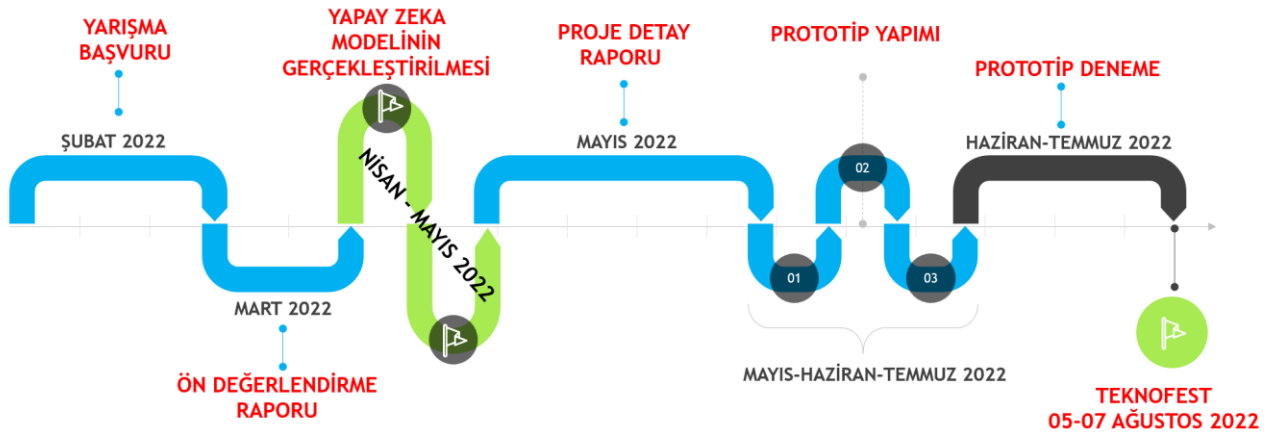
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizin önemli bir kısmı olan yazılım aşaması (yapay zekâ modellemesi) MIT App Inventor Personal Image Classifier web platformu üzerinden ücretsiz olarak yapılmıştır.

S.N	MALZEME ADI	ADET	FİYAT	TOPLAM
1	Deneyap Kart	1	318	318
2	Deneyap Kamera	2	140	280
3	Servo Motor	4	40	160
Toplam Maliyet				758 TL

Tablo 1. Proje maliyet tablosu

Proje Zaman Çizelgesi



Şekil 14. Proje zaman çizelgesi

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Nörolojik hastalıklara, kas-iskelet hastalıklarına, mental retardasyona, kardiyovasküler hastalıklara, solunum yolu hastalıklarına, düşmelere ve osteoporozla bağlı hastalıklarda bireylerin yarısından fazlası özürli olarak yaşamını devam ettirmektedir. Bu hastalar çoğunlukla yatağa bağımlı ve evde bakıma muhtaç olarak hayatlarına devam etmektedirler. Bu durum hastalar ve hasta yakınları üzerinde önemli sosyolojik, psikolojik ve fiziksel etkiler yaratmaktadır. Projemizde yatağa bağımlı ve evde bakıma ihtiyaç duyan hastalar ve hasta yakınları hedef kitemizdir.

9. Riskler

Projemizde öngörebildiğimiz ve öngöremediğimiz riskler olacaktır. Öngörebildiğimiz riskler donanım sorunu, yapay zekâ modelimizin çalışmaması ve hastanın sistemi bilinçsiz kullanımınıdır. Kablolama hatası, kısa devre, donanım hataları, yapay zekâ modelimizden kaynaklı sorunlar ya da hasta kullanımından kaynaklı sorunlar yüzünden proje sistemimiz çalışmayabilir. Öngörebildiğimiz hataları ortadan kaldırmak için tasarladığımız proje sistemi ilk çalıştığı anda kendini test edecek ve arıza tespit durumunda hasta bakıcıyı bilgilendirecektir. Bu bilgilendirmede sorunun hangi birimden (elektrik, donanım, yapay zekâ modeli) kaynaklı olduğunu da bildirilecektir. Sistemimiz 7 gün 24 saat aktif olarak kullanılacaktır, burada sistemin hatalara düşmesini engellemek için hastanın uykularında hasta bakıcı tarafından sistem manuel olarak devre dışı bırakılacaktır. Şu anda öngöremediğimiz, test ve uygulama sırasında ortaya çıkacak sorunlar içinde gerekli akademik ve bilimsel çalışmalar yapılarak çözümler bulunacaktır.

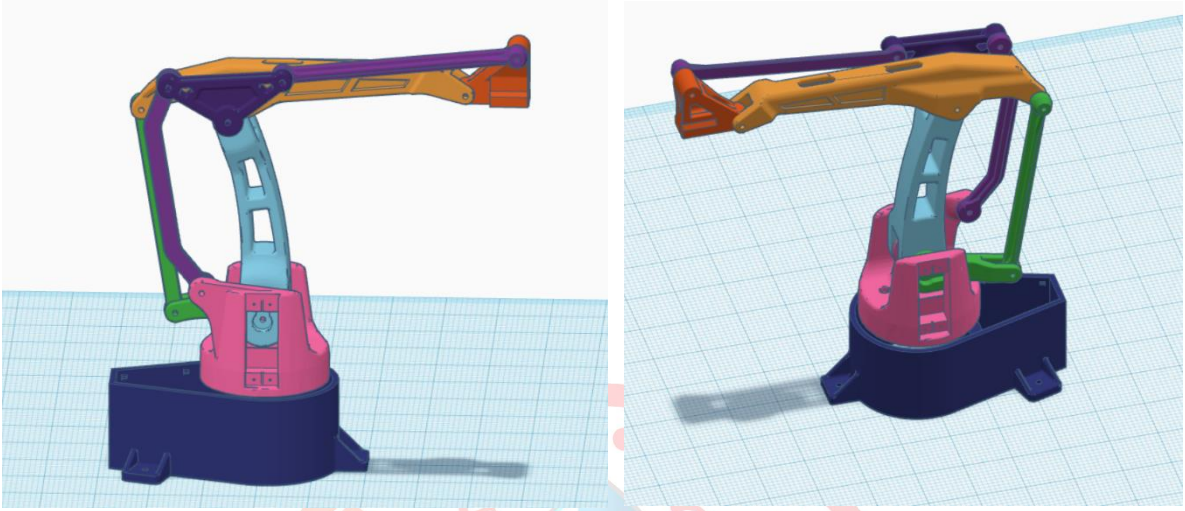
OLASILIK ETKİ	Çok Düşük 1	Düşük 2	Orta 3	Yüksek 4	Çok Yüksek 5
Donanım Sorunu 1	Hiçbir etkisi yok veya önemsiz 1	Sistem performansında azalma olur. 2	Sistem elektronik arızası olur, fakat giderilebilir. 3	Sistem motor arızaları olabilir, giderilebilir. 4	Kablolama hatası, kamera kırılması, kısa devre ve arıza oluşabilir, giderilebilir. 5
Yapay Zeka Modelinin Çalışmaması 2	Göz tespit doğruluğunda düşük derecede azalma olabilir, sorun olmaz. 2	Göz tespit doğruluğunda küçük sapma olabilir. 4	Göz tespit doğruluğunda orta derece sapma olabilir, tolere edilir. 6	Göz tespit doğruluğunda yüksek derece sapma olabilir, sistem acilen kontrol etmelidir. 8	Göz tespit doğruluğunda çok yüksek derece sapma olabilir, sistem çalışmaz. 10
Hastanın Sistemi Kullanamaması 3	Hiçbir etkisi yok veya önemsiz 3	Hasta kullanımından kaynaklı sistem çalışmasında küçük sapma olabilir, tolere edilir. 6	Hasta kullanımından kaynaklı göz tespit ve donanım çalışmasında sapma olabilir, tolere edilir. 9	Hasta kullanımından kaynaklı donanım çalışmasında yüksek derece sapma olabilir, sistem acilen kontrol etmelidir. 12	Hasta kullanımından kaynaklı göz tespit ve donanım çalışmasında yüksek derece sapma olabilir, sistem çalışmaz. 15

Tablo 2. Olasılık-Etki matrisi

10. Kaynaklar

- [1] Güven S, Hazer O. Ülkemizde evde bakımın aile ve yaşlılık açısından önemi ve ev ekonomistlerinin yeri. *Ev Ekonomisi Derg* 2000;6:25-29.
- [2] 2. Ulusal Evde Bakım Kongresi, 20-23 Nisan 2008, İstanbul,
- [3] Sayan A. Günümüzde evde bakım. *Atatürk Ü Hemşirelik YO Derg* 2004; 7: 91-96.
- [4] Kunduracı M.F., (2019), “Görüntü İşleme Yöntemleri Kullanarak Araç Marka ve Modelinin Tespit Edilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Bilişim Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- [5] Li P., Zhao W., (2020), “Face detection algorithms based on convolutional neural networks”, Makale, *Case Studies in Thermal Engineering*, Cilt 19, Çin
- [6] Shinde, S., Kothari, A., Gupta, V., (2018), “YOLO based Human Action Recognition and Localization”, Makale, *Procedia Computer Science*, Cilt 133, Sayfa 831-838, Hindistan.
- [7] <https://classifier.appinventor.mit.edu/>, Erişim Tarihi 10.05.2022
- [8] Pogorelov, K., Riegler, M., Eskeland, S. L., Lange, T., Johansen, D., Griwodz, C., Schmidt P. T., Halvorsen, P., (2017), “Efficient disease detection in gastrointestinal videos – global features versus neural networks”, Makale, *Multimedia Tools and Applications*, Cilt 76, Sayfa 22493– 22525, Norveç.
- [9] <https://www.tinkercad.com/>, Erişim Tarihi 10.05.2022

Görseller:



Görsel 1. Robot kol 3D ön izleme



Görsel 2. Proje örnek demo uygulaması