

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI

PAU-AI

PROJE ADI

Derin Öğrenme Yöntemi Kullanarak Hastalıkların Ön teşhisi İçin Akıllı

Sağlık Asistanı Tasarımı ve Prototipinin Üretilmesi

BAŞVURU ID

#74629

KATEGORİ

Biyoteknoloji İnovasyon Yarışması

Üniversite Üzeri Seviyesi

Proje Kategorisi

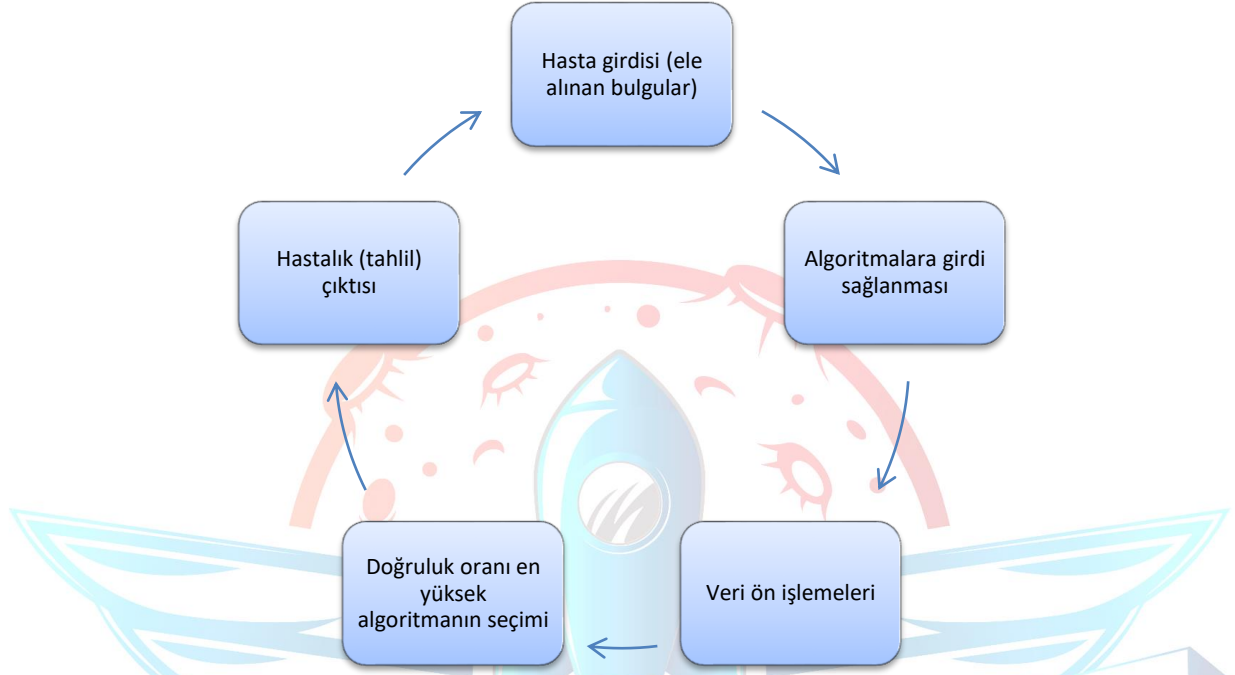
İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)	3
2. Problem/Sorun.....	3
3. Çözüm.....	5
3.1 Problem Çözümünün Yazılım Altyapısı.....	6
3.2 Sistem Donanımları.....	6
3.3 Sistem Elektronik Entegrasyonu.....	7
4. Yöntem	7
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü	11
6. Uygulanabilirlik.....	12
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	12
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)	14
9. Riskler.....	14
10. Proje Ekibi.....	15
11. Kaynakça	16



1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Devlet hastaneleri, sağlık ocakları, özel hastaneler vb. kurumlarda özellikle temel poliklinik hasta muayenelerinde yoğunluklarla bağlı olarak oluşan problemler ve hizmet kalitesindeki düşüşü ortadan kaldırmak amacıyla Yapay Zekâ-Derin Öğrenme algoritmaları kullanarak tanı yapabilen bir akıllı asistan robotu geliştirmek ve prototipini üretmektir. Geliştirilecek olan bu tanı robotu sayesinde, muayene öncesi sağlık personeline tanı koyma işlemlerinde yardımcı olacak, iş yükünü azaltacak bir sistem geliştirilecektir. Sistemin iş akış şeması şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1: Sistemin çalışma döngüsü

Yarışma için oluşturduğumuz tanıtım videosunu bu linkten ulaşabilirsiniz.

<https://drive.google.com/file/d/1f5DQMj4CvzyflikuV1qZvvo9CKezuum/view?usp=sharing>

2. Problem/Sorun

Sağlık bakanlığının yayınladığı veriler eşliğinde 2014 yılından beri sağlık kuruluşlarında müracaat sayıları yaklaşık olarak 219 milyondan 265 milyona çıkmıştır [1]. Tablo 2.1’de sektörlere göre değişimleri mevcuttur. Aynı tabloda 2002 yılından bu yana yoğunluk artışı da görülmektedir. Kısa bir sürede müracaat sayısı yüksek miktarda artmıştır. Mevcut belirlenen sorunlar şekil 2.1’te görselleştirilmiştir.



Şekil 2.1: Projenin çalışması ile ortadan kaldırılması planlanan sorunlar

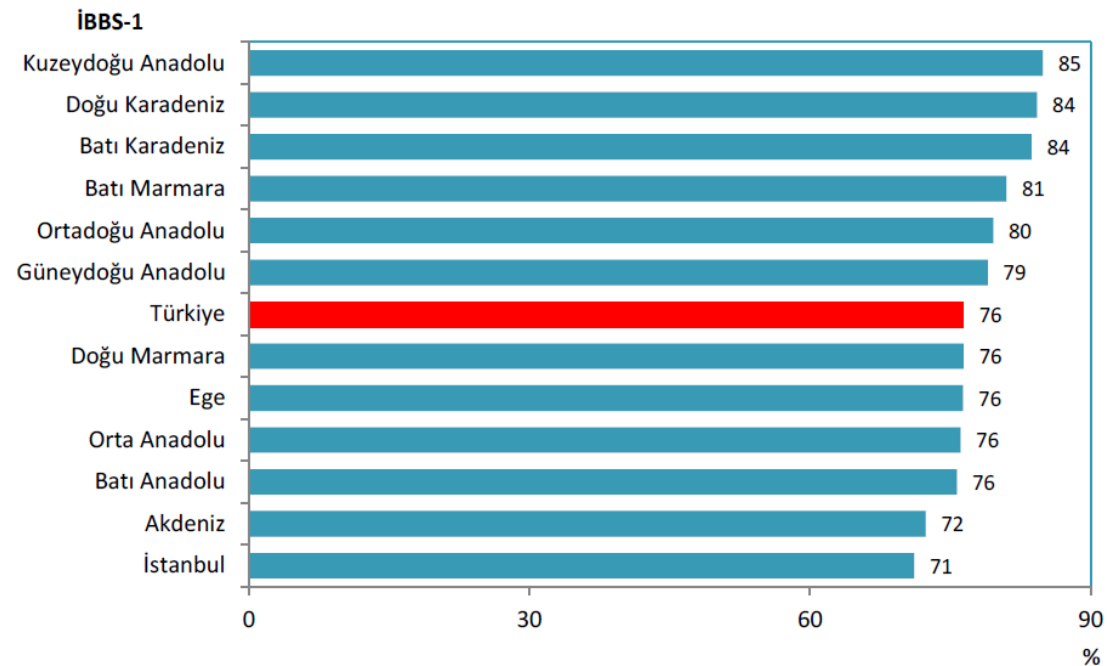
Tablo 2.1’de yer alan bilgiler ışığında sağlık sektöründe yoğunluğun kısa süreli artışını önüne geçilmesi güç olacaktır. Bu yöntem yerine sağlık personelinin yükünü azaltmak daha kolay

olacaktır. Ayrıca nüfus artış oranı göz önüne alınırsa gelecek yıllarda bu yoğunluk artış gösterecek ve bir limitten sonra sağlık sisteminde ani çıkacak pandemi (kovid-19, enflüanza salgını gibi) süreçlerinde daha zayıf kalacaktır. Bu noktada sağlık harcamaları TÜİK verilerine göre 2010-2019 yılları arasında toplam 201 milyar TL gibi bir büyük miktarı bulmuştur [2]. Tük verileri ışığında ikinci bir sorun ortaya çıkmaktadır. Bu da ayakta tedavi olacak hastaların sağlık sistemindeki parasal yükü ortaya çıkmaktadır.

Tablo 2.1: Yıllara ve Kurum Türlerine Göre Toplam Hekime Müracaat Sayısı, Tüm Sektörler [1]

	2002	2014	2015	2016	2017	2018
Sağlık Ocağı	69.103.517	-	-	-	-	-
Aile Hekimliği	-	214.120.750	208.538.951	205.549.931	228.098.527	258.436.607
Verem Savaş Dispanseri	2.012.458	1.643.937	1.495.558	1.374.153	1.391.817	1.332.580
ÇEKÜS Birimi*	2.980.481	660.056	548.433	525.011	646.856	366.095
TSM'ler Tarafından Yapılan Diğer Muayeneler*	-	2.234.348	3.457.520	8.080.631	4.496.425	4.821.348
Özel Poliklinikler	731.132	546.514	523.694	461.013	501.993	539.593
Birinci Basamak Toplamı	74.827.588	219.205.605	214.564.156	215.990.739	235.135.618	265.496.223
Özel Tıp Merkezleri	9.824.802	28.208.781	26.953.360	22.069.610	18.912.829	19.055.722
Hastaneler	124.313.659	396.577.644	418.581.931	447.648.830	464.876.362	497.963.259
Sağlık Bakanlığı	109.793.128	292.100.331	306.825.524	340.080.539	353.703.814	380.623.055
Üniversite	8.823.361	32.143.930	34.539.363	36.420.413	38.963.933	42.665.139
Özel	5.697.170	72.333.383	77.217.044	71.147.878	72.208.615	74.675.065
2. ve 3. Basamak Toplamı	134.138.461	424.786.425	445.535.291	469.718.440	483.789.191	517.018.981
Genel Toplam	208.966.049	643.992.030	660.099.447	685.709.179	718.924.809	782.515.204

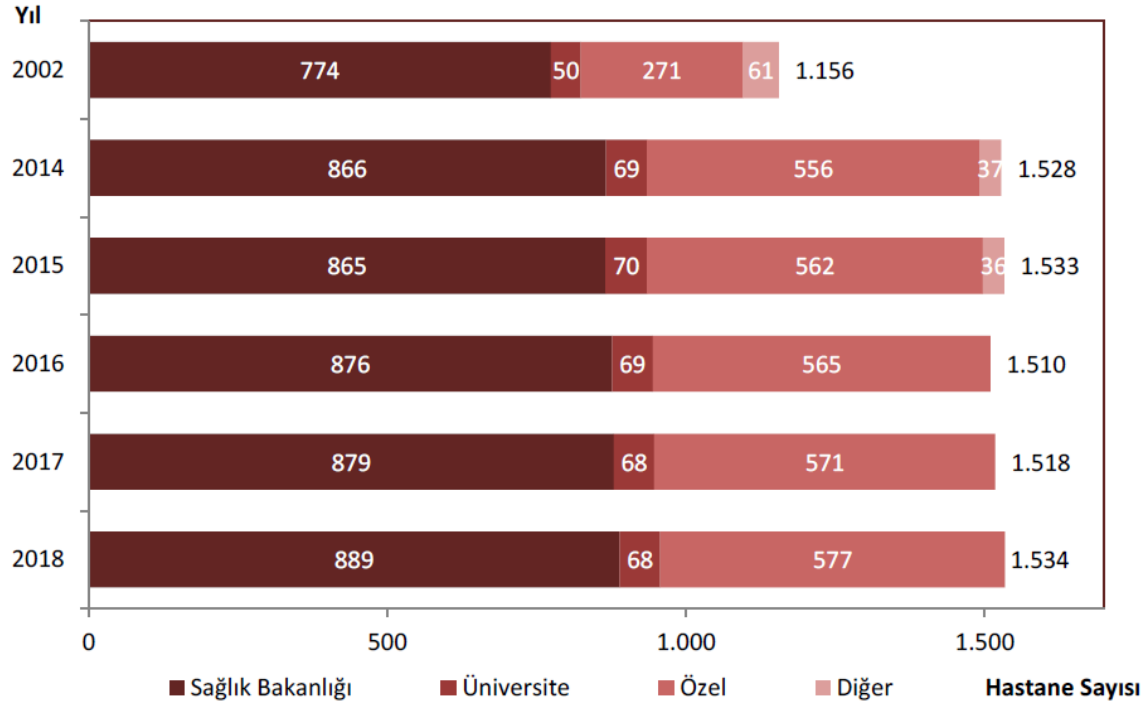
Sağlık kuruluşlarına gelen vakaların birçoğu ayakta tedavi edilir düzeyde geçmektedir. Bu açıdan bakıldığında hastalıkların birçoğu gereksiz bir yük oluşturmaktadır.



Şekil 2.2: Sağlık bakanlığı verilerine göre vakaların bölge ve başlıca büyük kentlere göre yüzdelik(%) dağılımları [1]

Şekil 2.2’de görüldüğü üzere nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde yoğunluk dağılımı beraberinde fazlalaşmaktadır. Bu verilere göre en yüksek oran Marmara- Karadeniz hattından

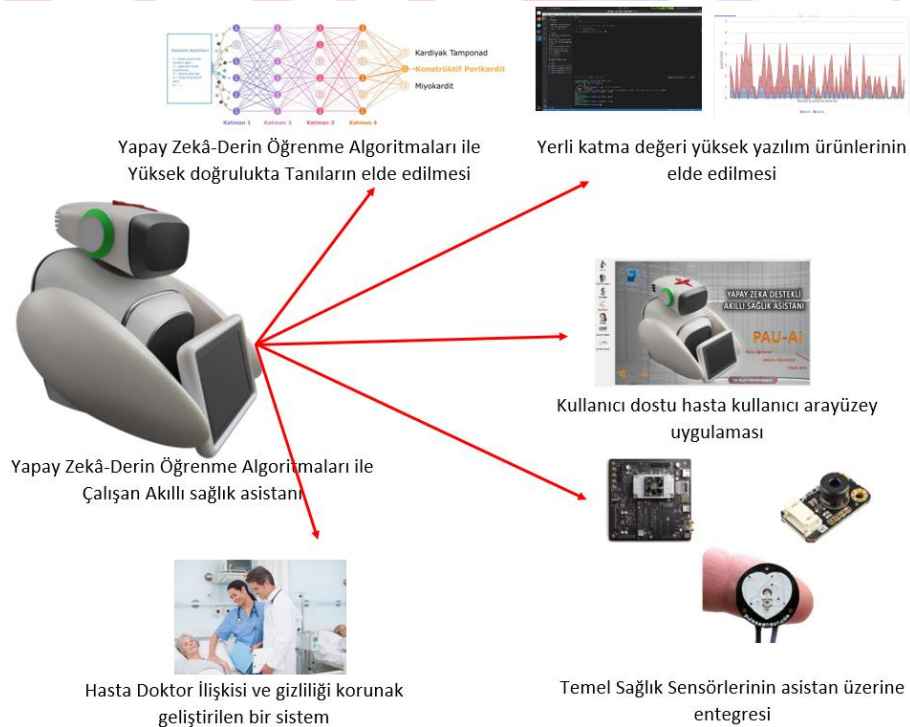
çıkılmaktadır. Bu değerlerinde beraberinde orantılı olan hastanelerin büyümesinde şekil 2.3’de gösterilmiştir.



Şekil 2.3: Sağlık bakanlığı verilerine göre yıllara ve hastane sayılarındaki ilişki (Hastahane türlerine göre).

3. Çözüm

Yukarıda ele alınan probleme ilişkin birçok çözüm önerisi verilmektedir. Bunların başında sağlık sektöründe çalışan sayısını arttırmak olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak bu durum sağlık alanındaki eğitimin kalitesini hem düşürecek hem de bu yöntem kısa vadede çözüm sunmamaktadır. Bir diğer çözüm önerisi literatürde nüfusun azaltılması olarak karşımıza çıkmaktadır. Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı çalışmaları çerçevesinde oluşturulan Sağlık Hizmetlerinin Etkinleştirilmesi ve Mali Sürdürülebilirlik Komisyon üyeleri çalışmalarına göre bu aşamanın 3 aşamada yapılması önerilmiştir [3]. Ancak bu hipotez çok kapsamlı olarak karşımıza çıkmakta ve uygulanabilirlik çok az olacaktır. Projenin çıkış sebebine kaynak teşkil eden sorunlar ve problemleri çözmek için geliştirilmesi hedeflenen çözüm önerileri şekil 3.1’te verilmiştir.



Şekil 3.1: Belirlenen sorunlar için proje ile gerçekleştirilmesi düşünülen çözüm önerileri

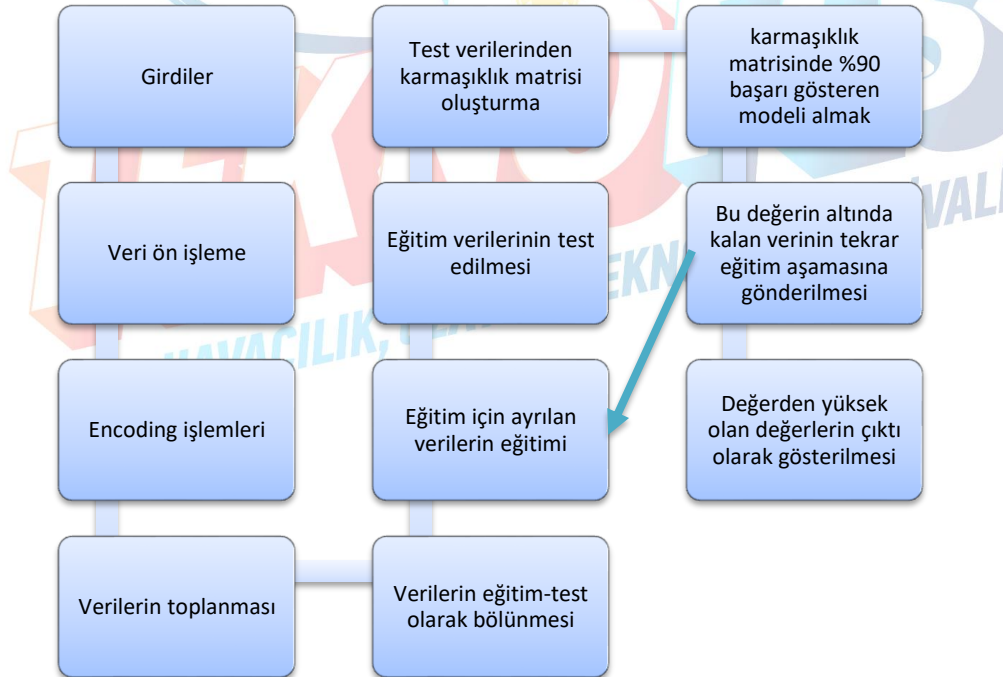
Bu noktada en uygulanabilir ve hızlı çözüm yolu olarak dijital teknoloji ve bulut teknolojisinin gelişmesiyle bizlere sunduğu olanakları kullanmak olarak ortaya çıkmaktadır. Bu projede sunulan çözüm önerisi hasta ile sağlık personeli arasında karar almayı hızlandıracak bir algoritma ve yazılım ile tanı koyma hızının artırılması amaçlanmıştır. Problemin çözümünde ele alınan 3 ana başlık sırasıyla aşağıda belirtilmiştir.

3.1 Problem Çözümünün Yazılım Altyapısı

Bu proje özellikle nüfusun yoğun olduğu yerleşimlerdeki sağlık kuruluşlarındaki yoğunluğa çözüm olarak geliştirilmiştir. Çünkü hastalık tanı olasılıklarını saniyeler içerisinde personele sunmaktadır. Çözüm noktasında algoritmaya 17 adet girdi olarak girilmektedir. Bu aşamayı hasta kendisi yapacaktır. Ayrıca bu aşamada personel ile henüz yüzleşmemiş olacaktır. Bu girdiler ile derin öğrenme ve makine öğrenimi algoritmaları ile tanı koyulacak hastalığın olasılık değeri (yüzdelik olarak) ile çıktı sunacaktır.

- Algoritmada girdiler oluşturulacak Türkçe ve İngilizce arayüz ile hasta veya yakınlarıyla iletişime geçilebilecektir. Dokunmatik ekran veya istenilirse geleneksel ekranlardan girdi olarak alınacak.
- Algoritmada veri için gerekli işlemler (encoding, geriye işleme teknikleri gibi) gerçekleştirilecektir.
- İşlenmiş veri eğitim fonksiyonlarından ve katmanlardan geçtikten sonra eğitilmiş olacak.
- Hazır eğitilmiş model üstünde veriler girdi sağlanacak ve bir çıktı çıkarılacak.
- Çıktı karmaşıklık matrisinde karşılaştırmaya girecek. Bu aşamada sistemin başarısı test edilecek. En başarılı yaklaşım üzerinden devam edilecek.
- Çıktı en başarılı olan model üzerinde hastalık ismi olarak ve yüzdelik miktarı ile sağlanacak.
- Sistemde diğer hastalıkların yüzdelik oranları da yazdırılacak.

Sistemin teknik akış şeması şekil 3.2’de görselleştirilmiştir. Ayrıca yöntemler başlığı altında örnek olarak bir seçmede gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Algoritmanın çalışma modeli

3.2 Sistem Donanımları

Sistemde çalışacak algoritmanın hızlı çalışması ve modelde kullanılacak nöral ağın fazla tutulması sistemin doğruluğunda doğrudan etkili olacağına sistemin donanım seçimi büyük önem arz etmektedir. Bu aşamada NVIDIA resmi internet sitesinde yer alan bilgilere göre yapay zekâ ve

görüntü işlem hızı yüksek olan NVIDIA jetson TX2 model geliştirme platformu üzerinde yazılımsal işlemler yapılacaktır [4]. Sistemde kullanılan ana kart ve diğer donanım araçları şekil 3.3'te verilmiştir. Bu aşamada sistemin soğutma işlemleri önemli bir etkindir. Gerekli görülen ana kartın üzerinde gömülü olarak bulunan soğutma sistemi bulunmaktadır.

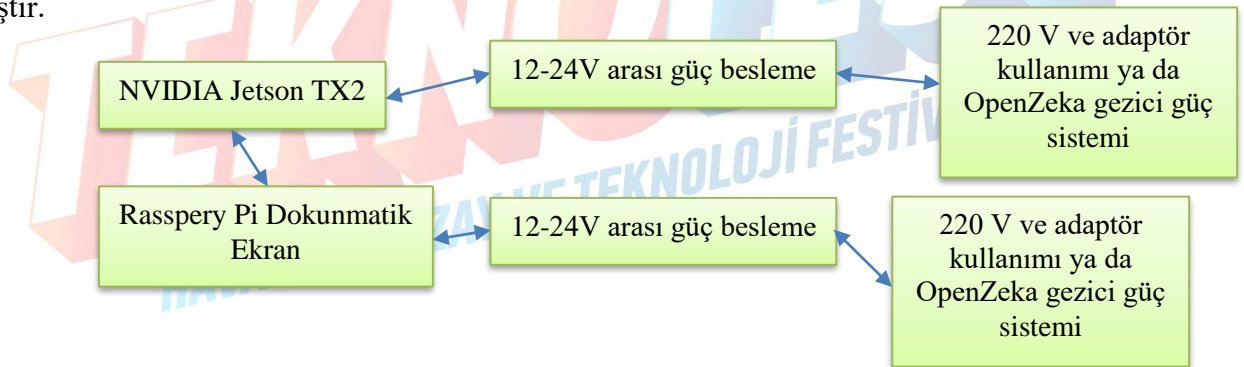
Sistemi GPU modunda kullanmak için ayrıca NVIDIA kaynaklarının sunduğu çoklu çekirdek yönetiminin sunduğu CUDA dili kullanılarak hız arttırılacaktır.



Şekil 3.3: Sistemde kullanılan temel donanımlar

3.3 Sistem Elektronik Entegrasyonu

Sistem 12-24V ana besleme ile çalışacaktır. Seyyar programlar için geliştirilebilecek durumlar ve kalıcı ortamlarda durmaya yönelik iki çeşit güç besleme sistemi olacaktır. İlk olarak kalıcı ortamlarda çalışanlar için jeneratör veya şehir hattı elektriği ile beslenecek araya konulacak adaptörler ile çevrim sistemleri yapılacaktır. Seyyar biçiminde olanlar ev bakım servisleri veya 112 acil servis gibi çalışma ortamları için düşünülmüş olup, dışardan beslenen bir batarya ile güç sağlanacaktır. Bu sistemin mekaniksel bileşenleri de kullanım kolaylığı açısından farklı olacaktır. Bu projede esas alınan tasarım sağlık ocakları gibi kalıcı ortamlarda çalışacak tasarım için ele alınmıştır.

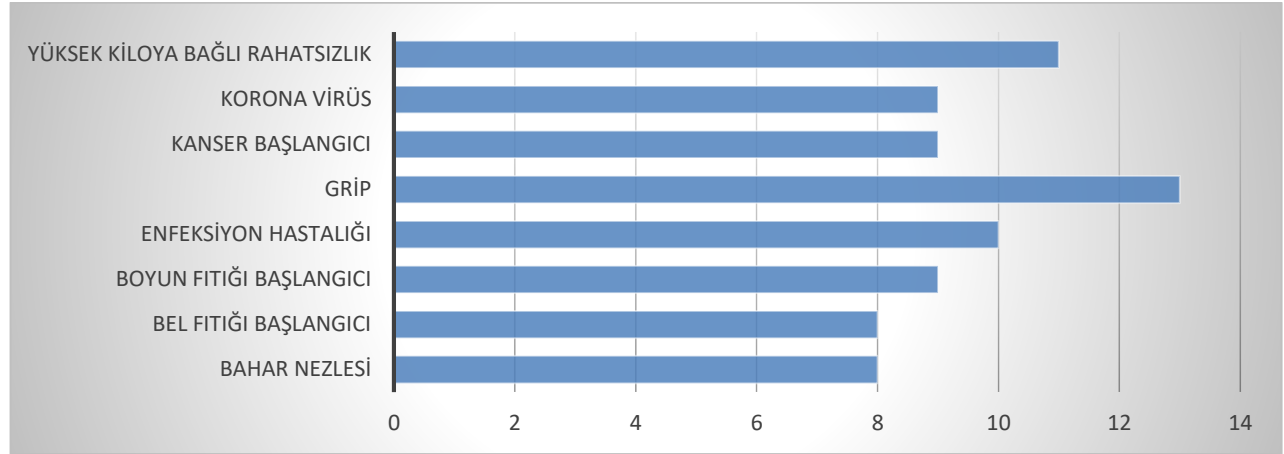


Şekil 3.4: Güç sisteminin şekilsel gösterimi

4. Yöntem

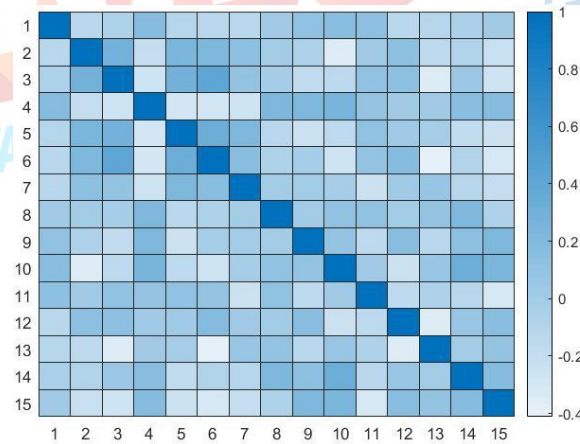
Çalışmada tahminler ve testler üzerinden gidildiği için istatistik bilimi temel kavramları öne çıkmıştır. Bu aşamada yapay zeka algoritmaları öğrenme ve test işlemleri yapılmış, çıktılar istatistiksel olarak teste tabi olmuştur. Korelasyon değerleri bu değerlendirmeler aşamasında en çok karşımıza çıkan terim olmuştur. Bu değerlendirmelerde karşımıza çıkan veya çıkabilecek birçok parametreler ile var olan hastalıklar arasında veri bağlantıları test edilmiş son çıktı olarak bağımsız olan parametreler veya alaka düzeyi düşük olan parametreler (örn: burun akıntısı ile kanser başlangıcı arasındaki ilişki) geri eleme yöntemi ile elenmiştir. Bu aşamada aynı zamanda görselleştirme işlemleri de kullanılarak parametrelerin arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Liu Y. Nin yaptığı çalışmalarda geri eleme işlemleri ve metotları ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir. Bu bilgilerde öne çıkan parametreler olan p-value ve signifiante değerleri arasında ilişkiden yola

çıkarak geri eleme yöntemindeki ayrıntılara bakılmıştır [5]. Sistemimizde girilmesi gereken başlıca bulgulara başlıca unsurlar ele alınmıştır. Geri eleme yöntemleri ile bu bulguların alaka düzeyi az olanlar elenmiş ve en son korelasyon matrisi değerleri yüksek olan bir değerde sistem onaylanmış ve eğitim işlemlerine geçilmiştir. Sistemde ilk olarak ele alınan bulguların toplanmasında başlıca ve en çok hasta sayısının olduğu hastalık türleri ve belirtileri ele alınmıştır. Bu belirtiler ilk etapta 60 çeşit olarak belirlenmiştir. Kronik hastalık belirtileri, gıda zehirlenmeleri, kanser başlangıç türleri, pandemi hastalıkları, enfeksiyon hastalıkları gibi birçok belirtiler literatür taramalarında önerilmektedir [6, 7, 8, 9]. Bu araştırmalar neticesinde en çok öne çıkan belirtiler ve hastalıklar öne çıkmıştır. Bu aşama MATLAB Mathworks programı kullanılmıştır [10, 11]. Google data paylaşım sitesi olan kaggle ile veri toplama işlemleri yapılmış olup ayrıca bu veriler hangi dataların kuvvet çarpanı olarak kullanılacağı ile ilgili bilgiler vermiştir [12].



Şekil 4.1: verilerde en öne çıkan hastalıklar ve gelen vaka sayılarının 100000'de dağılımı

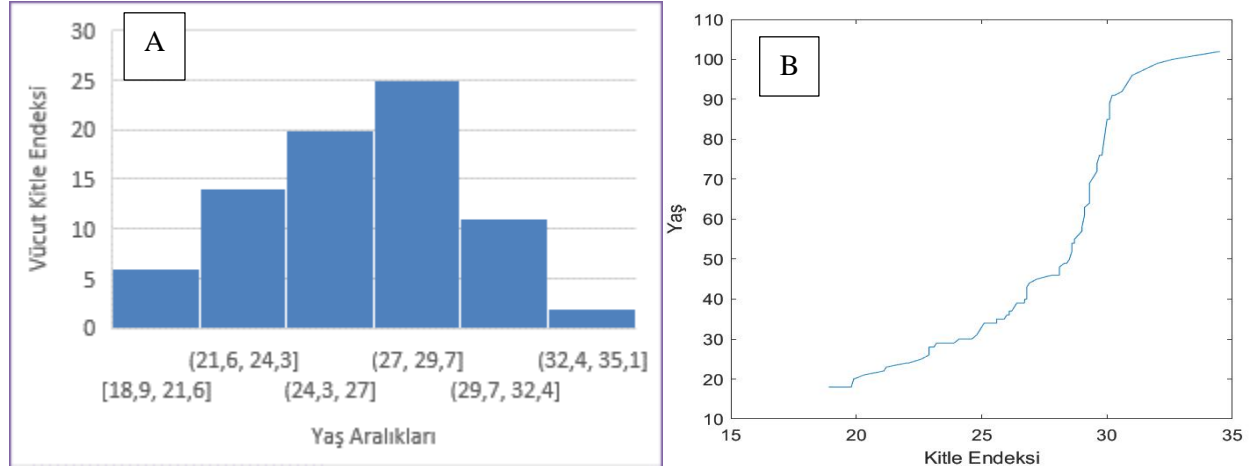
Şekil 4.1'de görüldüğü gibi sağlık sisteminde en yüksek oranda meşgul eden hastalık grip, yüksek kiloya bağlı rahatsızlıklar ve enfeksiyon hastalıkları başını çekmektedir. Bu veriler kaggle ve sağlık bakanlığındaki verilerin birleştirilmesi neticesinde ortaya çıkan verilerdir. Örneklem sisteminin oluşturulmasında örnek alınan bir sağlık kuruluşunda toplam gelen vaka sayısı temel alınmıştır. Ayrıca kararlarda istikrarlı bir sonuç almak için güven aralığı %95 ve hata payı 0,05 olarak seçilmiştir. Gerekli örneklem hesaplamaları Suveymonkey ve İstatistik Akademisi resmi internet sitelerindeki hesaplayıcılar ile hesaplanmışlardır [13, 14]. Örneklem boyutu 78 vaka olarak ve rastgele normal dağılım olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.2: Verilerin aralarındaki etkileşim dağılımı MATLAB ortamında gösterimi

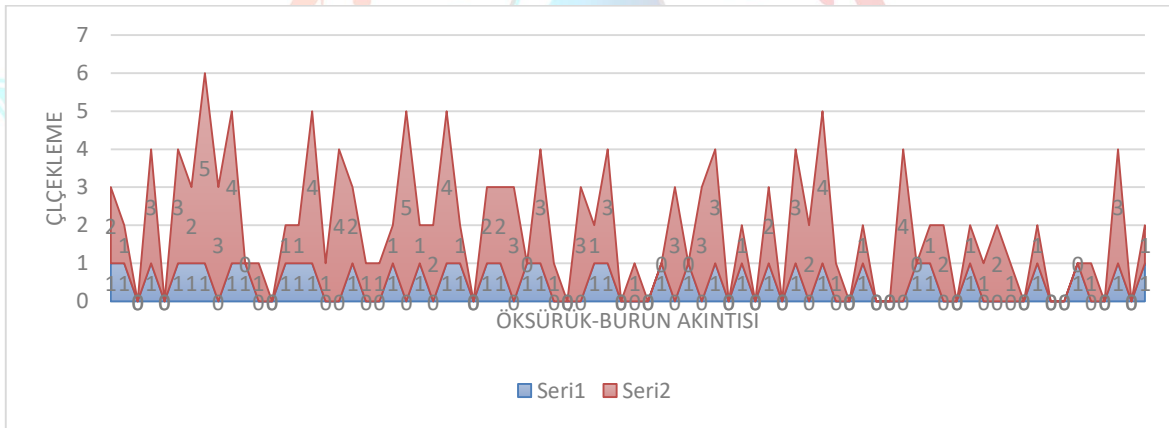
Şekil 4.2'de görülmektedir ki her bir ölçeklenmiş parametrelerin birbirleri arasındaki korelasyon ilişkileri tutarlı olarak görülmektedir. Yukarıdaki renk skalası veriler arasında ilişki değerlerini hipotez doğruluğu açısından p-değeri olarak gösterilmiştir. Verilerin tutarlılığı açısından makine öğrenim algoritmalarında bu değerler kolaylık sağlayacaktır [15]. Literatürde değerlerin 0,5 değerinden büyük olması önerilmiştir [5, 10, 16, 17]. Düşük olan bölgeler geriye sayım yöntemi ile eleme işlemlerine tabi tutulmuştur. Bu sayede daha az parametre girdisi ve sağlıklı sonuçlar

sağlanacaktır.



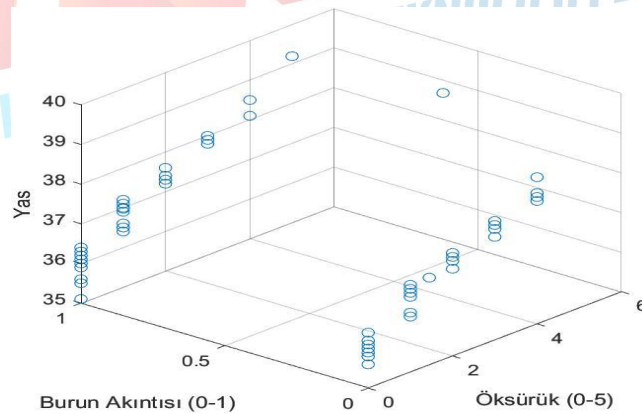
Şekil 4.3: Verinin kitle endeksleri ve yaş arasındaki dağılımları. A) Yaş grupları ile dağılımı. B) Kitle endeksi ve yaş ile doğrudan orantısı.

Şekil 4.3'te orta yaş grupları ve genç yaş gruplarında kitle endekslerinde daha az olduğu ileri ki yaşlarda artmalar gözlenmiştir. Bu gözlemler ile boyun fıtığı başlangıcı, bel fıtığı başlangıcı ve yüksek kiloya bağlı rahatsızlıklarda öncül sebepler olduğu gözlenmiştir. Her üç parametre arasındaki korelasyon oranları %75 üzerinde bulunmuştur.



Şekil 4.5: Öksürük-burun akıntısının birbirleri ile olan ilişkisi gösterilmiştir.

Şekil 4.5'te öksürük 0-5 arasında ölçeklenmiş olup burun akıntısı var olduğunda 1 olarak girdi sağlanmıştır. Bu bilgiler ışığında öksürük ile burun akıntısının çoğunlukla birlikte gözlemlendiği görülmüştür.



Şekil 4.6: Burun akıntısı, öksürük ve yaş ilişkisi arasındaki ilişki

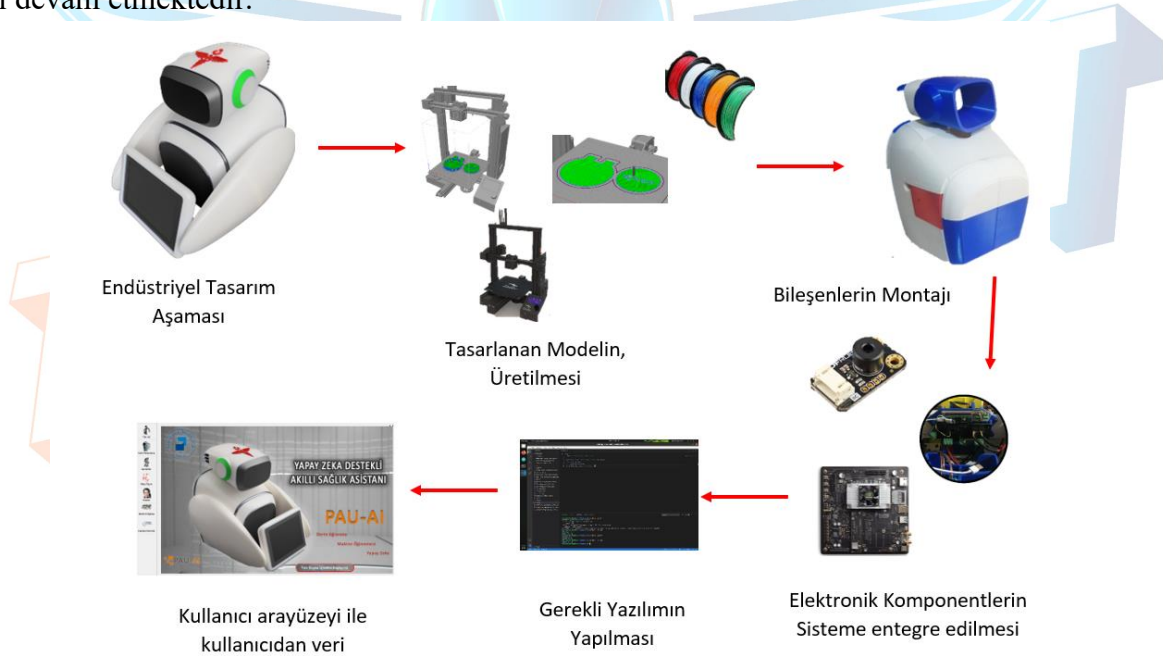
Şekil 4.6'da olduğu gibi burun akıntısı ve öksürük gösterilmiştir. Bunun yanında yaşlara göre her iki parametrenin dağılımı da gösterilmiştir. Bu veriler neticesinde genç yaş gruplarında öksürük ve burun akıntısının birlikte görülmesi daha fazla olmuştur. Daha ileri yaşlarda sadece öksürüğe olan artış görülmektedir. Bu verilerin sigara kullanımından dolayı olduğu düşünülmüştür. Projenin üretim aşamalarının ilk aşaması Akıllı Asistan Gövde tasarımı bilgisayar destekli tasarım (CAD) ortamda modellenmesi ve montaj analizlerinin gerçekleştirilmesidir. Servis robotu fusion 360 yazılımında

form modülünde yüzey modellemesi gerçekleştirilmiştir. Sisteme ait tüm bileşenler montaj modülü kullanılarak birleştirilmiş tüm çakışma analizleri gerçekleştirilerek mevcut sistemin çalışırılığı kontrol edilmiştir. Akıllı Asistan Gövde tasarım süreci şekil 4.7’da verilmiştir.



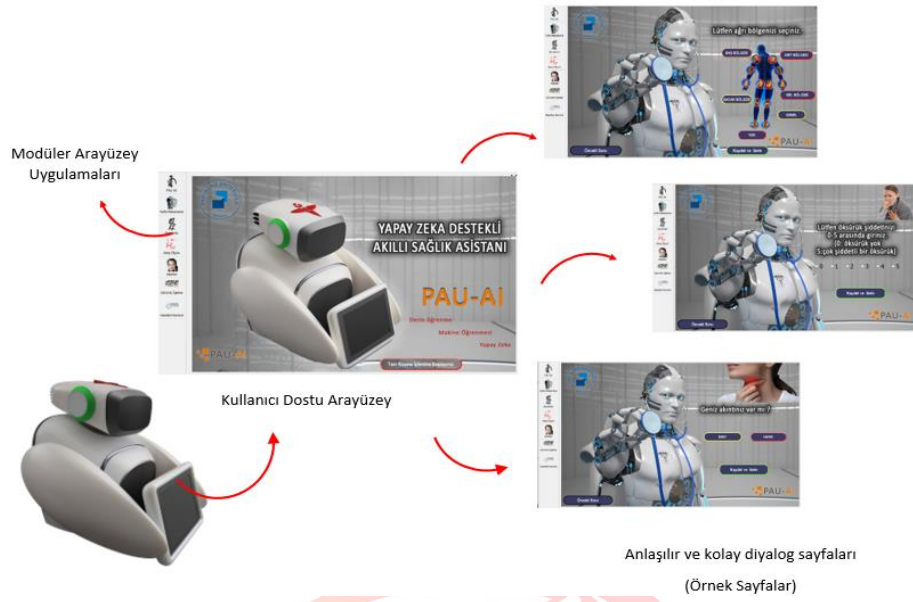
Şekil 4.7: Akıllı Asistan Gövde Tasarım süreci

Ürünün tasarım aşamasından sonra 3D yazıcılar kullanılarak dış kabuk kısmının basımı gerçekleştirilmiştir. Daha sonra gerekli olan makine ve elektronik komponentleri temin edilerek montaj işlemleri gerçekleştirilecektir. Montaj aşaması şekil 4.8’da verilmiştir. Eksik kalan parçaların üretimi devam etmektedir.



Şekil 4.8: Servis Robotu Prototip üretim Süreci

Hastaların tanımlarını koyma için tasarlanmış kullanıcı dostu arayüzey görselleri şekil 4.9’te verilmiştir. Arayüzey sade anlaşılır ve bünyesinde birden çok modül bulunmaktadır.

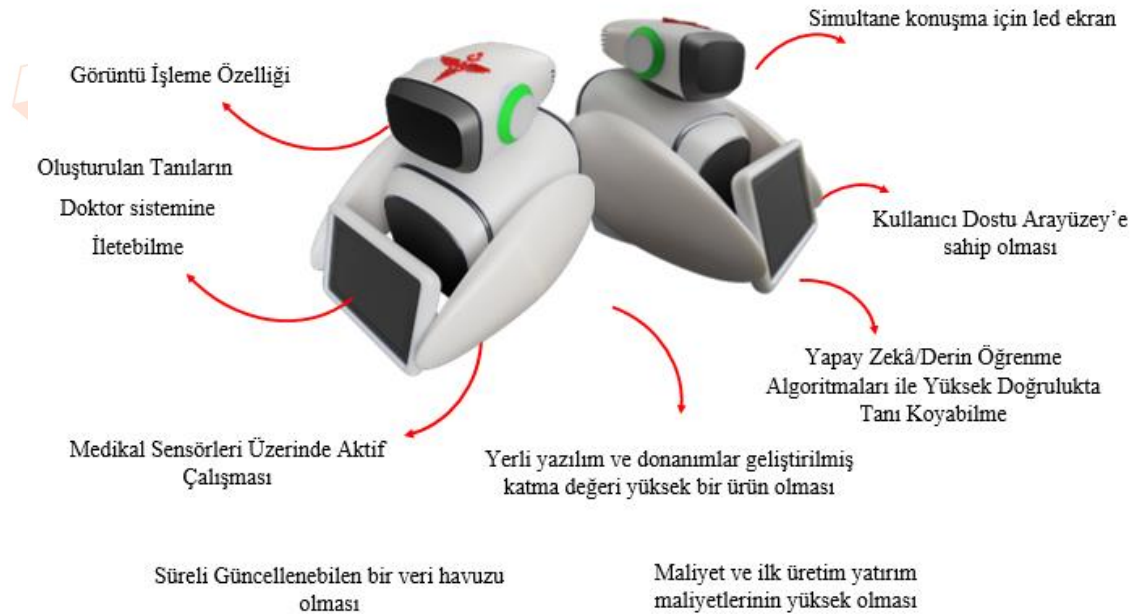


Şekil 4.9: Kullanıcı Dostu arayüz ve uygulamaları

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Sistemde yenilikçi yönleri bakımında alanında ilk çalışmalardan biridir. Ülkemiz açısından sistemin hızlı çalışması için yapılan bir çalışmadır. Sağlık sisteminde oluşan yoğunluklar ve aksatmak amacıyla düşünülmüştür. Sistemde daha önce bu tarz bir teknik düşünülmediği ve uygulanmadığından yeni bir fikir ve bakış açısı getirmiştir. Amerika Georgia Üniversitesinde ar-ge çalışmalarıyla yürütülmüş proje bulunmaktadır [18, 19]. Ancak bu proje sağlık sistemine aktarılamamıştır. Yapay zekânın hayatımızdaki sosyal endişeler ile ve bölgenin sağlık hukuk sistemi ile olan sorunlar dolayısıyla hayata geçirilememiştir. Bu projede bu çalışmaları kaynak olarak almış Teknofest kapsamında gerçekleştirilip hayata geçirilmesi ve deneme çalışmalarının yapılması amaçlanmıştır. Dünyada bilinen herhangi bir başka uygulama bulunmamaktadır.

AKILLI ASİSTAN YENİLİKÇİ YÖNLERİ



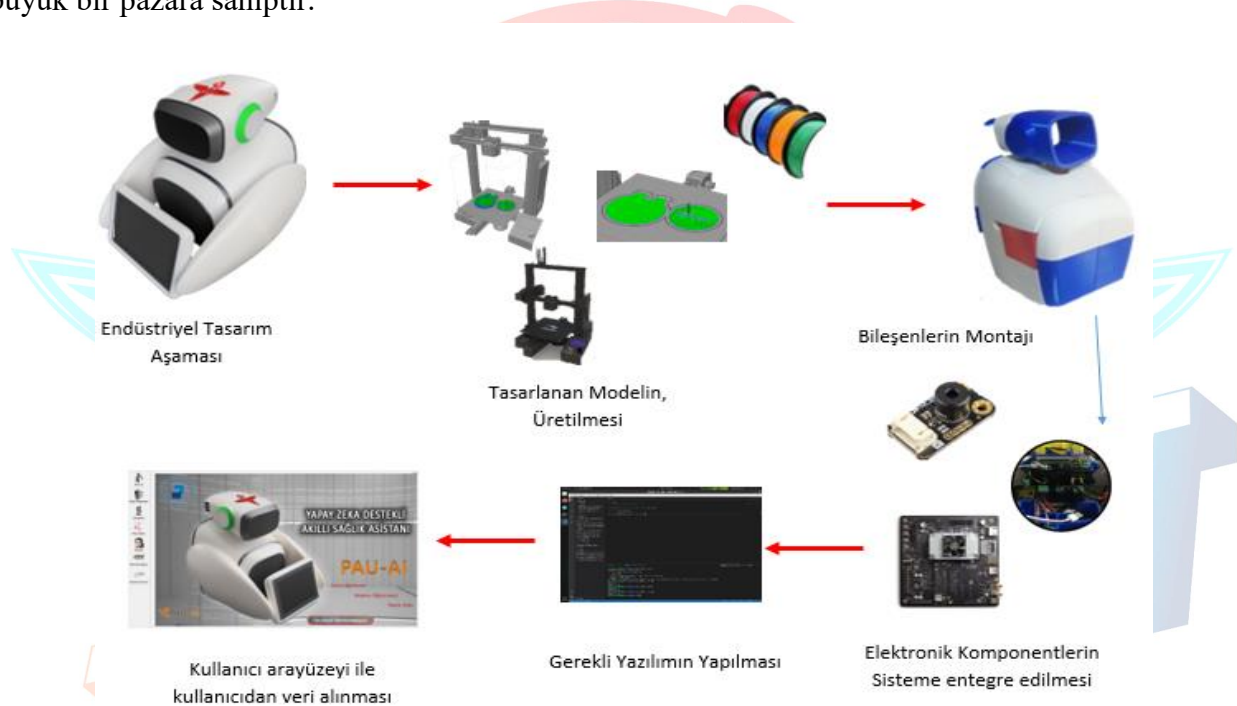
Şekil 5.1: Akıllı asistan yenilikçi yönleri

Projemiz dünyada ve Türkiye’de ilk ar-ge çalışmalarını kapsadığı düşünülürse özgün bir yazılım mimarisine sahip olup öncülerden biridir. Yazılım mimarisi olarak tamamen bize ait olup python dili ve görselleştirmede MATLAB programı kullanılmıştır. Kendi yazılım sistemi ve arayüz oluşturma takımımıza aittir. Kodlama kısmında verilerde kategorik ve sayısal veriler bulunmaktadır.

Ancak derin öğrenme algoritmaları 0-1 aralığında çalışması gerekmektedir. Ancak kategorik verilerin sayısal verilere dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu noktada oneHotEncode tekniği ortaya çıkmaktadır. Bu sistem temel mantık sistemi ile çalışıp verileri 0-1 arasına ölçekler ve yeni datalar oluşturma üzerine çalışmaktadır. Bu yöntem ağırlık bölgesi, sektör bilgisi ve atanacak hastalık kolonlarında uygulanmıştır. Kodlama kısmında bir başka uygulanan yöntem ise en yakın komşular algoritması olmuştur. Bu fonksiyon ile hastalıkları özellikleri ile sınıflandırma işlemlerinde kullanılmıştır.

6. Uygulanabilirlik

Oluşturduğumuz sistem maliyet olarak birçok kuruluşa hizmet etmesi açısından düşünülmüştür. Bu noktada sistemin maliyeti mümkün olan en iyi düzeyde tutulmaya çalışılmıştır. Bu yüzden sistemin nispeten düşük nüfuslu bölgelerde daha ucuz donanımlar ile düşünülmüş olup uygulanabilirlik daha yüksek seviye çekilmesi hedeflenmiştir. Şekil 6.1’de açıkça görülmektedir ki tasarlanan proje hayata geçirebilir üründür. Diğer taraftan ülkemizdeki devlet ve özel hastane sektörü düşünüldüğünde büyük bir pazara sahiptir.



Şekil 6.1: Tasarlanan projenin uygulanabilirlik diyagramı

Tahmini maliyet ve proje zamanlama başlığında bahsedileceği gibi sistemin maliyet verileri sağlık bakanlığı bütçesi ve özel hastaneler bütçeleriyle karşılaştırıldığında düşük düzeyde kalmaktadır. Bu bilgiler ışığında hastaların sadece yapması gereken sorulan soruların cevaplarını vererek veri havuzunda bilgilerinin birikmesidir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizde maliyet analizleri tablo 7.1’de detaylı olarak verilmiştir. Projemizde maliyet detayları mümkün olan en iyi noktada tutulmaya çalışılmıştır. Alternatif yöntemlerde bu başlığın sonunda belirtilmiştir.

Tablo 7.1: Sistemin maliyet tablosu (Kur hesaplarına göre güncel değerlere göre değerler alınmıştır)

PARÇA	FİYAT(TL)	ALT BİLEŞENLER
NVIDIA JETSON TX2	5.155,42	Adaptörler, ekran kabloları, usb port kabloları
RASSPERY Pİ DOKUNMATİK EKRAN	818,06	Ekran HDMI girişi
POWER BANK	146,00	USB bağlantı kablosu
TOPLAM	6119,48	-

Tablo 7.1’de görüldüğü üzere sistemin maliyeti toplamda 6119,48 TL’ye endekslenmiştir. Bu değer birçok kurum ve kuruluş için uygun fiyatlandırma olarak karşımıza çıkmaktadır. Burada önemli nokta kalıcı ortamlarda çalışacak ekipmanlar için powerbanke gerek yoktur. Bu değerde çıkarılması gerekmektedir. Gerektiğinde daha düşük düzeyde çalışmaya sahip bilgisayarlarda kullanılabilir.

Tablo 7.2: Alternatif ekipman tablosu (Kur hesaplarına göre güncel değerlere göre değerler alınmıştır)

PARÇA	FİYAT(TL)	ALT BİLEŞENLER
NVIDIA JETSON NANO	1.263,78	Adaptörler, ekran kabloları, usb port kabloları
RASSPERY Pİ DOKUNMATİK EKRAN	818,06	Ekran HDMI girişi
POWER BANK	146,00	USB bağlantı kablosu
TOPLAM	2227,84	-

Tablo 7.2’de alternatif daha ucuz planlanmış ekipman tablosu gösterilmiştir. Bu tablo ilk tablodaki ekipmanların istenilen mali gereksinimi karşılamaması durumunda alternatif olarak tanımlanmıştır. Burada önemli nokta kalıcı ortamlarda çalışacak ekipmanlar için powerbanke gerek yoktur.

Tablo 7.3: Proje planlama ve süreç ilerleyiş tablosu

Proje Planlayıcısı																								
						Dönem Vurgusu: 1		Tamamlandı (planın ötesinde)																
ETKİNLİK	PLAN BAŞLANGICI	PLAN SÜRESİ (Gün)	FİİLİ BAŞLANGIÇ	FİİLİ SÜRE (Gün)	TAMAMLANMA	DÖNEMLER	Plan Süresi				FİİLİ Başlangıç				Tamamlandı				FİİLİ (planın ötesinde)					
						18.08.2020	15.09.2020	1.10.2020	15.10.2020	1.11.2020	15.11.2020	1.12.2020	15.12.2020	1.01.2021	15.01.2021	15.02.2021	15.03.2021	30.03.2021	23.04.2021	15.05.2021	12.06.2021	5.07.2021	15.08.2021	21.09.2021
Yarışma Şartnamesi	24.03.2021	60	24.03.2021	60	100%																			
Literatür Taraması	24.03.2021	60	24.03.2021	130	100%																			
Yazılım Mimarisi	30.03.2021	120	30.03.2021	150	90%																			
Parça Üretimleri	30.03.2021	30	14.04.2021	70	40%																			
Elektronik Entegrasyonu	30.03.2021	30	5.04.2021	40	40%																			
Parametre Ayarları	15.04.2021	10	15.04.2021	40	100%																			
ÖDR	24.03.2021	10	24.03.2021	10	100%																			
GUI Tasarımı	25.03.2021	60	25.03.2021	20	90%																			
PDR	15.06.2021	30	15.06.2021	30	100%																			
Revizyon	8.07.2021	45	21.09.2021	45	0%																			
Testler	30.03.2021	100	30.03.2021	100	80%																			
Yarışma	21.09.2021	5	21.09.2021	5	0%																			

Tablo 7.3’te projede ilerleyiş aşamaları gösterilmiştir. Her aşamada yapılan işlemler ile ilgili detaylı açıklamalar tablo 7.4’te belirtilmiştir. Tabloda başlangıç planlanan başlangıç tarihi ve fiili başlangıç tarihleri birlikte verilmiş olup, her sürecin planlanan ve fiili süreci gün olarak verilmiştir.

Tablo 7.4: Proje açıklamasında verilen başlıkların detaylı açıklamaları

Planlanmış Süreç	Açıklama
Yarışma Şartnamesi	Yarışma şartnamesinde belirtilen gereksinimlerin anlaşılıp, uygun standartlarda konsept ürün tasarımlarının yapılma aşamasını kapsamaktadır.
Literatür Taraması	Konsept tasarım alanında yapılmış daha önceki çalışmaları ya da alaka düzeyi yüksek çalışmalar üzerine çalışmaları taramayı kapsamaktadır. Ayrıca sistemin matematiksel (istatistiksel

	bilgileri) gösterimlerini araştırmayı da kapsamaktadır.
Yazılım Mimarisi	Literatür taramalarında çıkan verilerin kod ve bilgisayarın kullanacağı veri düzeyine dönüştürme işlemlerini kapsamaktadır. Ayrıca yapay zeka algoritmalarının optimizasyonlarını da içermektedir.
Parça Üretimleri	Ana kartın bağlanacağı montaj ve parça üretimleri ayrıca dokunmatik ekran tutucularının üretimlerini kapsamaktadır.
Elektronik Entegrasyonu	Ana kart düzeneği ve ekran elektronik bağlantılarını kapsamaktadır.
Parametre Ayarları	Yapay zeka algoritmalarında yer alan parametrelerin literatür taramalarındaki referanslara göre ayarları.
ÖDR	Ön Değerlendirme Raporu.
Gui Tasarımı	Kullanıcı dostu Türkçe arayüzün tasarımı.
PDR	Proje Detay Raporu
Revizyon	Detay raporundaki geri dönüşlerin değerlendirilmesi ve yeni çözümler düşünülmesini kapsamaktadır.
Testler	Revizyondan sonra oluşacak sistemlerin testlerini içermektedir.
Yarışma	21-26 Eylül Teknofest İstanbul

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)

Bu çalışmanın hedef kitlesi nüfus yoğunluğu yüksek olan bölgelerde sağlık ocakları gibi kuruluşlarda sağlık personellerinin üzerindeki yükleri hafifletmek amacıyla yapılmıştır. Bu bağlamda özel veya devlet kuruluşlarındaki ayakta tedavi edilebilir hastaların ve hastane özel bakımlarına ihtiyaç duyan hastalarda tanı koyma aşamasında kolaylık sağlaması hedeflenmiştir. Projenin hitap ettiği kesim sağlık ocakları gibi sağlık kurumları ve bu kurumlarda çalışan sağlık personelidir.

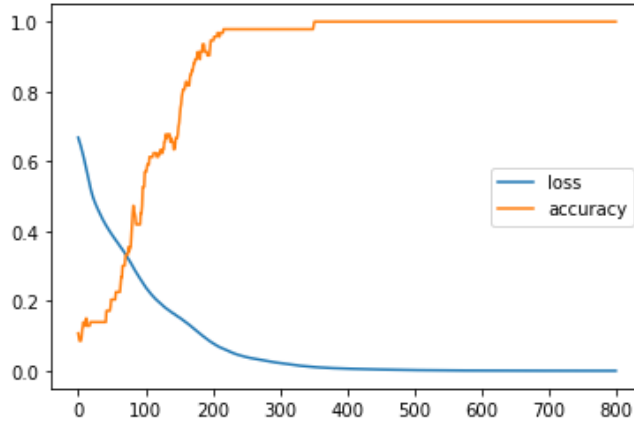
9. Riskler

Sistemin doğruluğu test edilmesi için denemeler yapılmış ve sonuçlardan karmaşıklık matrisi oluşturulmuştur. Sistemde örnek uzay 0,33-0,44 oranları arasında seçilmiş olup optimum değerlerin 0,41 oranında elde edilmiştir. Tablo 9.1’de sistemimizin son haldeki karmaşıklık matrisi görülmektedir.

Tablo 9.1: Karmaşıklık matrisi ve örneklemden seçilen değerlerin doğru-yanlış verileri

		Tahminler	
Gerçek		Doğru değerler	Yanlış değerler
	Hastalığı pozitif çıkanlar	867	8
	Hastalığı negatif çıkanlar	8	117

Tablo 9.1’de görüldüğü üzere sistemin başarı oranı 0,9762 olarak ölçülmüştür. Bu sistem göz önüne alınırsa yaklaşık %10’luk bir hata payı bulundurmaktadır. Bu sistem için hata ve risk oluşturmaktadır. Doğruluk ve yanlışlık olasılıklarında baktığımızda sistemin en çok yanlışıda bulunduğu olasılık kanser başlangıcının var olması olasılığında hata en fazla olduğu karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada önerilen Eduonix kuruluşunun yaptığı çalışmalara göre olasılık değeri %70 altında kaldığı takdirde ek ölçümler alınması önerilmiştir [17].



Şekil 9.1: Eğitilen modelde kayıplar (loss) ve doğruluk (accuracy) değerlerinin epok sayıları ile değişimi

Sistemin risk skoru olarak 0,0938 olarak ölçülmüştür. Ancak her bütün olasılıklar toplandığında bu değer ölçülmüştür. Algoritma kanser başlangıcı tahmininde bu değer risk skoru 0,19'a yükselmiştir. Grip hastalığı teşhisinde ise risk faktörü 0,03 gibi bir olasılığa düşmektedir. Bu risk değerleri literatürde yer alan olasılık değerlerinin altında kaldığından değerler kabul edilebilir düzeyde düşünülmüştür [17, 18, 16]. Projede en zorlanılan kısım kanser başlangıcı ve bahar nezlesi hastalıklarının tansında sorun teşkil etmektedir. Bu değerlerin olasılık değerleriyle beraber verildiği düşünülürse %70 altı bir değerde kontrol edilmelidir. Sistemde kullanılan veriler excell formatında bu linkte mevcuttur;

<https://drive.google.com/file/d/1jKQMDKwJTQrH28yN17VE292T5tHv2jm/view?usp=sharing>

Kullanılan makine öğrenimi algoritma kodları açık kaynak olarak bu linkte mevcuttur;

<https://drive.google.com/file/d/1ogMmxqbj2WpGi9Zih05xKbRhhUY0ya45/view?usp=sharing>

Kullanılan derin öğrenime algoritma kodları açık kaynak olarak bu linkte mevcuttur;

https://drive.google.com/file/d/1KdUU8_rs_tpYJewLuHA4RSbvdPx5s05C/view?usp=sharing

Sitemde kullanılan görselleştirme amacıyla yapılmış MATLAB kodları linkte mevcuttur;

<https://drive.google.com/file/d/1uoLHX03IYwCusvQWrbulbIPXys64D0HK/view?usp=sharing>

10. Proje Ekibi

Proje ekibinin görevleriyle gösterimi şekil 9.1'de gösterilmiştir. Şekil altında ise detayları yer almaktadır.



Şekil 10.1: Takım organizasyonu ve yer alan kişiler

Şekil 4.1'de takım organizasyonu ve iş bölümü görülmektedir. İş bölümü Yazılım geliştirme,

görselleştirme araçları, üretim ve montaj, elektronik entegrasyon ve güç sistemleri, mekanik tasarım alt gruplarından oluşmaktadır. Her alt grubun detaylı açıklamaları tablo 9.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1: Alt grupların detaylı açıklamaları

ALT GRUP	AÇIKLAMA
YAZILIM GELİŞTİRME	Sistem oluşturulurken makine öğrenim algoritmalarının kullanılması, eğitim ağaçlarının oluşturulması, verilerin ön işlem merkezini oluşturmaktadır.
GÖRSELLEŞTİRME	Hazır oluşturulan çıktıların görsel grafiklere dönüştürülmesi ve veriler arası korelasyonların incelenmesini kapsamaktadır. Ayrıca gui tasarımını da içermektedir.
ÜRETİM VE MONTAJ	Sistemin mekanik tasarımı yapılan bölümlerin üretim ve montajlarını kapsamaktadır.
ELEKTRONİK ENTEGRASYON VE GÜÇ SİSTEMLERİ	Sistemde çalışacak elektronik ekipmanın güç sistemlerini tasarımı ve entegrasyonlarını kapsamaktadır.
MEKANİK TASARIM	Kullanıcı dostu kullanım için oluşturulacak insan bedenine uygun tasarımın CAD ortamında yapılması.

11. Kaynakça

- [1] Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, «Sağlık İstatistikleri Yıllığı,» TC Sağlık Bakan Ankara, 2018.
- [2] Türkiye İstatistik Kurumu, «Sağlık Harcamaları İstatistikleri,» Tük, Ankara, 2019.
- [3] T.C Kalkınma Bakanlığı, «SAĞLIK HİZMETLERİNİN ETKİNLİĞİNİN ARTIRILMA VE MALİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK,» T.C KALKINMA BAKANLIĞI, ANKARA, 2019.
- [4] NVIDIA DEVELOPER, «NVIDIA Jetson TX2 Developer Kit,» NVIDIA, [Çevrimiçi]. Available: <https://openzeka.com/urun/nvidia-jetson-tx2-developer-kit/>. [Erişildi: 14 M 2021].
- [5] Y. (. Liu, Python Machine Learning By Example, Packt, 2020.
- [6] A. Uslu, «Grup Florence Nightingale Hastahaneleri,» 03 Şubat 2021. [Çevrimiçi]. B. Available: <https://www.florence.com.tr/kronik-hastaliklar>. [Erişildi: 2021 Mayıs]
- [7] A. Denk, «Bulaşıcı hastalıklar nelerdir? Belirtileri ve tedavi yöntemleri,» MedicalPark. B. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.medicalpark.com.tr/bulasici-hastaliklar> 2134. C. [Erişildi: 2021 Mayıs 15].
- [8] R. Öztürk, «Gıdalarla bulaşan hastalıklar,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.sdplatform.com/Dergi/555/Gidalarla-bulasan-hastaliklar.aspx>. [Erişildi: 2021 05 24].
- [9] Trt Haber, «Türkiye’de En Sık Görülen 9 Hastalık,» Türkiye Radyo Televizyon Kuruluş [Çevrimiçi]. Available: <https://www.trthaber.com/foto-galeri/turkiyede-en-sik-gorulen-9-hastalik/133/sayfa-1.html>. [Erişildi: 2021 Mayıs 30].
- [10] G. Ciaburro, MATLAB for Machine Learning, Packt, 2017.
- [11] S. B. Nivedita Majumdar, MATLAB Graphics and Data Visualization Cookbook, Packt, 2012.
- [12] Kaggle (Google), «Fetal Health Classification,» [Çevrimiçi]. Available: <https://www.kaggle.com/andrewmvd/fetal-health-classification/discussion>. [Erişildi: 24 Nisan 2021].
- [13] İstatistik Akademisi, «Nicel Verilerde Örneklem Büyüklüğü Hesabı,» İstatistik Akademisi [Çevrimiçi]. Available: <http://www.istatistikakademisi.com/ornekleme-buyuklugu.html>. [Erişildi: 2021 Mayıs 01].

- [14] Survey Monkey, «örnek boyut hesaplayıcı,» [Çevrimiçi]. Available: <https://tr.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>. [Erişildi: 02 M 2021].
- [15] Mathworks, «corrcoef,» [Çevrimiçi]. Available: [https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/corrcoef.html#:~:text=R%20%3D%20corrcoef\(%20A%20\)%20returns,random%20variables%20A%20and%20B%20..](https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/corrcoef.html#:~:text=R%20%3D%20corrcoef(%20A%20)%20returns,random%20variables%20A%20and%20B%20..) [Erişildi: 14 Mayıs 2021].
- [16] A. F. I. I. Avinash Navlani, Python Data Analysis, Packt, 2021.
- [17] Eduonix Learning Solutions, Machine Learning for Healthcare Analytics Projects, Packt, 2018.
- [18] V. Kumar, Healthcare Analytics Made Simple, Packt, 2018.
- [19] T. Woods, Live Longer with AI, Packt, 2020.

