

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

**2023-2024 AKADEMİK YILI**

**GÜZ DÖNEMİ**

BM401 – Bilgisayar Mühendisliği Proje Tasarımı

**Ders Sorumlusu:**

Doç. Dr. Muhammed Enes BAYRAKDAR

4-12 Yaş Çocuklar İçin Fizik Tedavi ve Rehabilitasyonu Teşvik Eden Makine Öğrenmesi ve Görüntü Tanıma Destekli Program

**Hazırlayan:**

Furkan TAŞER

**Öğrenci No:**

201001087

TEŞEKKÜR

Lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Muhammed Enes Bayrakdar’a en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**03 Ocak 2024 Furkan Taşer**

İÇİNDEKİLER

**Sayfa No**

ŞEKİL LİSTESİ iv

ÇİZELGE LİSTESİ v

ÖZET vi

ABSTRACT vii

1. GİRİŞ 8

1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi 8

1.2. Çocuklarda Fiziksel Aktivitenin Rolü 8

1.3. Makine Öğrenmesi ve Görüntü Tanıma Teknolojisinin Getirdiği Olanaklar 9

2. Litarütür taraması 10

2.1. Çocuklarda Fizik Tedavi ve Rehabilitasyonun Önemi 10

2.2. Makine Öğrenmesi ve Görüntü Tanıma Uygulamalarının Sağlık Sektöründeki Kullanımı 10

2.3. Benzer Çalışmalar ve Projeler Üzerinde İnceleme 10

2.3.1. Machine learning to quantify habitual physical activity in childrenwith cerebral palsy (Serabral Palsili Çocukarda Alışılmış Fiziksel Aktiviteyi Ölçmek İçin Makine Öğrenimi) 10

3. Tezin Yöntemi 12

3.1. Veri Toplama Süreci 12

3.1.1. MediaPipe 12

3.1.2. OpenCV(Open Source Computer Vision Library) 13

3.2. Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Seçimi ve İmplementasyonu 13

3.3. Uygulama Çalışma Süreci Şeması 14

4. Prototip uygulma ve test aşamaları 15

4.1. Programın Geliştirme Aşamaları 15

4.1.1. Veri Toplama ve Analiz Aşaması 15

4.1.2. Program Tasarımı ve Mimarisi 15

4.1.3. Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Seçimi ve İmplementasyonu 15

4.1.4. Oyunlaştırma ve İnteraktif Öğrenme Entegrasyonu 15

5. Sonuçlar VE TARTIŞMA 16

5.1. Elde Edilen Bulgurların Değerlendirilmesi 16

5.2. Çalışmanın Katkıları ve Sınırlamaları 16

5.3. Gelecekteki Araştırmalara Yönelik Öneriler 16

5.3.1. Veri Çeşitliliği 16

5.3.2. Uzaktan Erişim ve Tele-Rehabilitasyon 16

5.3.3. Klinik Denemeler 16

6. KAYNAKLAR 17

ÖZGEÇMİŞ xviii

ŞEKİL LİSTESİ

**Sayfa No**

[Şekil 3.1MediaPipe Kütüphanesi Vucut Algılama Noktalları 12](https://duzceedutr-my.sharepoint.com/personal/furkan205369_ogr_duzce_edu_tr/Documents/bitirme%20projesi%20-%20rapor.docx#_Toc154433134)

[Şekil 3.2Program Akış Şeması 14](https://duzceedutr-my.sharepoint.com/personal/furkan205369_ogr_duzce_edu_tr/Documents/bitirme%20projesi%20-%20rapor.docx#_Toc154433135)

ÇİZELGE LİSTESİ

**Sayfa No**

[Çizelge 3‑1. Algoritmaların Başarı Yüzdeleri 13](#_Toc154432927)

ÖZET

**4-12 Yaş Çocuklar İçin Fizik Tedavi ve Rehabilitasyonu Teşvik Eden Makine Öğrenmesi ve Görüntü Tanıma Destekli Program**

Furkan TAŞER

Düzce Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bitirme Tezi

Danışman: Doç. Dr. Muhammed Enes BAYRAKDAR

Ocak 2024, 17sayfa

Bu bitirme tezi, çocuklarda fizik tedavi ve rehabilitasyonunu destekleyen, makine öğrenmesi ve görüntü tanıma teknolojilerini entegre eden bir programın geliştirilmesini amaçlamaktadır. Program, bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımı oluşturarak çocukların fiziksel durumlarına özgü rehabilitasyon programlarını gerçekleştirmeyi hedefler. Oyunlaştırma ve interaktif öğrenme yöntemleriyle çocukların tedavi sürecine katılımını artırmayı amaçlar. Araştırmanın genel önemi, çocuklarda fizik tedavi ve rehabilitasyonunu destekleyen bu yenilikçi programın sağlık sektörüne, ailelere ve eğitimcilere önemli katkıda bulunmasıdır. Makine öğrenmesi ve görüntü tanıma teknolojilerinin getirdiği olanaklar, programın geliştirilmesinde temel alınarak çocukların el ve kol hareketlerini sınıflandırmak için seçilen algoritmalar performanslarıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen yüksek doğruluk oranları, programın çocukların tedavi sürecine etkili bir şekilde katkı sağladığını göstermektedir. Çalışmanın katkıları arasında, çocuk sağlığı alanında teknoloji tabanlı çözümlerin gücünü vurgulayarak toplumun en savunmasız üyelerine yönelik sağlık hizmetlerinde daha etkili ve sürdürülebilir bir yaklaşım sunma potansiyeli bulunmaktadır. Çalışmanın sınırlamaları ve gelecekteki araştırmalara yönelik öneriler, bu alandaki çalışmalara daha fazla perspektif kazandırmaktadır

**Anahtar sözcükler:** Çocuklarda Fizik Tedavi, Makine Öğrenmesi, Görüntü Tanıma Teknolojisi, Rehabilitasyon Programları, Oyunlaştırma.

ABSTRACT

**Machine Learning and Image Recognition Supported Program Encouraging Physical Therapy and Rehabilitation for Children Aged 4-12**

Furkan TAŞER

Duzce University

Faculty of Engineering, Computer Engineering

Undergraduate Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Muhammed Enes BAYRAKDAR

January 2024, 17 pages

This thesis aims to develop a program integrating machine learning and image recognition technologies to support physical therapy and rehabilitation for children. The program focuses on creating a personalized treatment approach to implement rehabilitation programs tailored to the specific physical conditions of children. It aims to enhance children's participation in the treatment process through gamification and interactive learning methods. The overall significance of the research lies in the substantial contribution of this innovative program supporting physical therapy and rehabilitation for children to the health sector, families, and educators. Leveraging the opportunities brought by machine learning and image recognition technologies, the selected algorithms for classifying children's hand and arm movements have been evaluated based on their performance. The obtained high accuracy rates demonstrate the program's effective contribution to children's treatment processes. Among the contributions of the study is the potential to emphasize the power of technology-based solutions in child health, offering a more effective and sustainable approach to healthcare for society's most vulnerable members. Limitations of the study and suggestions for future research provide additional perspectives for further exploration in this field.

**Keywords:** Child Physical Therapy, Machine Learning, Image Recognition Technology, Rehabilitation Programs, Gamification.

# GİRİŞ

## Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu bitirme tezi, 4-12 yaş çocuklarda fizik tedavi ve rehabilitasyonunu destekleyen bir programın geliştirilmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir. Temel amaçlar şunlardır:

1. Bireyselleştirilmiş Tedavi Yaklaşımının Oluşturulması:
   * Makine öğrenmesi, görüntü tanıma ve yapay zekâ teknolojilerini kullanarak, çocukların fiziksel durumlarına özgü rehabilitasyon programlarının gerçekleştirilmesi.
2. Motivasyon ve Katılımı Artırmak:
   * Oyunlaştırma ve interaktif öğrenme yöntemlerini entegre ederek, çocukların tedavi sürecine daha fazla katılımını teşvik etmek ve motivasyonlarını arttırmak.

Bu çalışmanın genel önemi, çocuklarda fizik tedavi ve rehabilitasyonunu destekleyen bu yenilikçi programın sağlık sektörüne, ailelere ve eğitimcilere önemli katkıda bulunmasıdır.

1. Aile Katılımını Arttırma:
   * Program interaktif ve oyunlaştırma öğeleri, ailelerin çocuklarının tedavi sürecinde daha fazla katılımını teşvik eder. Bu da tedavi sürecinin başarılı olma olasılığını arttırabilir.
2. Eğitimciler İçin Kaynak:
   * Geliştirilen program, fizik tedavi ve rehabilitasyon eğitimcilerine, çocuklarda motor gelişimini (hareket edebilme yeteneği) destekleyen yenilikçi yaklaşımlar konusunda önemli bir kaynak sağlar.

Bu araştırma çocuk sağlığı alanında teknoloji tabanlı çözümlerin gücünü vurgulayarak, toplumun en savunmasız üyelerine yönelik sağlık hizmetlerinde daha etkili ve sürdürülebilir bir yaklaşım sunma potansiyeli taşımaktadır.

## Çocuklarda Fiziksel Aktivitenin Rolü

Fiziksel aktiviteler her yaş grubu için büyük öneme sahiptir. Büyüme çağındaki çocuklar içinse bu önem iki katına çıkmaktadır. Çocuklarda fiziksel aktivitenin anlık ve kalıcı olarak olumlu etkileri çeşitli araştırmalar sonucunda ortaya konulmuştur. Bu faydaları şu şekilde sıralamak mümkündür[1]:

1. Daha az stres.
2. Sağlıklı büyüme ve kemik gelişimi.
3. Basit motor becerileri gelişir.
4. Kas, kemik ve eklem sistemleri sağlıklı olur.
5. Vücut kompozisyonu gelişir.

## Makine Öğrenmesi ve Görüntü Tanıma Teknolojisinin Getirdiği Olanaklar

Makine öğrenmesi ve görüntü tanıma teknolojileri, günümüzde birçok alanda önemli olanaklar sunmaktadır. Bu teknolojiler, veri analizi ve görüntü tanıma yetenekleriyle bilgisayar sistemlerine karmaşık görevleri öğrenme ve gerçekleştirme kapasitesi kazandırır. İşte bu teknolojilerinin getirdiği bazı olanaklar:

1. Otomatik Karar Alma:
   * Makine öğrenmesi, büyük veri setlerini analiz ederek bilgisayar sistemlerinin öğrenmesini sağlar. Bu sayede, karmaşık veri setleri üzerinden çıkarımlar yapabilir ve otomatik karar alma süreçlerini optimize edilebilir. Bu özellik, iş süreçlerini hızlandırabilir ve daha verimli hale getirebilir.
2. Görüntü Tanıma ile Tanı ve Sınıflandırma
   * Görüntü tanıma teknolojileri, bilgisayarların görsel veriyi anlamasına ve sınıflandırmasına olanak tanır. Bu, tıbbi görüntülerden nesne tanıma uygulamalarına kadar birçok alanda kullanılabilir.
3. Hızlı ve Hassas Analiz
   * Makine öğrenmesi algoritmaları, büyük veri setlerinin hızlı bir şekilde analiz edebilir ve bu analizlerden elde edilen bilgilerle karmaşık sorunlara çözümler üretebilir.
4. Sürekli Öğrenme Yeteneği
   * Makine öğrenmesi algoritmaları, yeni verilerle sürekli olarak beslenerek öğrenme yeteneğine sahiptir. Bu sayede sistemler zaman içinde daha iyi performans gösterir ve değişen koşullara uyum sağlayabilir.

Bu olanaklar, makine öğrenmesi ve görüntü tanıma teknolojilerinin birçok sektördeki uygulama alanlarını genişletmektedir. Bu teknolojilerin kullanımı, verimliliği artırabilir, karar alma süreçlerini optimize edebilir ve yeni, inovatif çözümlerin ortaya çıkmasına olanak sağlar.[2]

# Litarütür taraması

## Çocuklarda Fizik Tedavi ve Rehabilitasyonun Önemi

Günümüzde birçok çocuğun günlük hayatında fiziksel anlamda çeşitli hastalıklarla karşı karşıya kaldığı bilinmektedir. Bu hastalık kimi çocuklarda doğuştan gelmekte kimilerinde ise karşılaştığı bir kazadan ötürü ortaya çıkmaktadır. Geçici engeli bulanan bireylerde fizik tedavi ve rehabilitasyonun önemi oldukça yüksektir. Zamanında ve aktif uygulanan tedaviler sonucunda geçici engeller profesyonel bir şekilde ortadan kaldırılmaktadır.

Çocuklarda doğuştan ya da sonradan ortaya çıkan kas koordinasyonu bozuklukları, iskelet ve kas sistemi dengesinin bozulması, yürüme gecikmesi ve yürüme bozuklukları gibi durumlarda da pediatrik rehabilitasyon uygulanarak rahatsızlıkların tedavisine yardımcı olunur. [3]

## Makine Öğrenmesi ve Görüntü Tanıma Uygulamalarının Sağlık Sektöründeki Kullanımı

Makine öğrenimi ve görüntü tanıma, sağlık sektöründe yeni bir miladın başlangıcı olarak adlandırabiliriz. Bu teknolojiler, büyük veri setlerini analiz edebilme, desenleri tanıma ve öğrenme yetenekleri sayesinde sağlık hizmetlerinin daha etkili ve hızlı bir şekilde sunulmasına olanak sağlamaktadır. Sağlık sektöründeki uygulamalarıyla, hastalıkların erken teşhisi, tedavi planlaması gibi birçok alanda önemli avantajlar sunmaktadır.

1. Hastalık Teşhisi ve Tanı
2. Tedavi Planlaması ve Özelleştirilmiş Bakım
3. Epidemiyoloji ve Halk Sağlığı

Bu örnekler, makine öğrenimi teknolojisinin sağlık sektöründeki çeşitli uygulamalarda nasıl kullanılabileceğini göstermektedir. Bu teknolojilerin sağlık sektörüne entegrasyonu, daha hızlı, daha doğru teşhisler, daha etkili tedaviler ve genel olarak daha iyi sağlık sonuçlarını ortaya koymaktadır.[2]

## Benzer Çalışmalar ve Projeler Üzerinde İnceleme

Bu bölümde, yapay zekâ ve makine öğrenmesi destekli sağlık uygulamaları konusunda daha önce gerçekleştirilmiş çalışmaları inceleyeceğiz. Literatür taramamız, benzer projelerin sağlık sektöründeki çeşitli alanlarda nasıl kullanıldığını ve projemizin bu alandaki potansiyel katkılarını anlamamıza yardımcı olacaktır. Aşağıda bu alan üzerinde yapılmış farklı proje inceleyeceğiz.

### Machine learning to quantify habitual physical activity in childrenwith cerebral palsy (Serabral Palsili Çocukarda Alışılmış Fiziksel Aktiviteyi Ölçmek İçin Makine Öğrenimi)[4], [5]

Benjamin Goodlich, Ellen Armstrong, Sean Horan, Emmah Baque, Christopher Carty, Matthew Ahmedi ve Stewart Trost tarafından geliştirilen bu projede serebral palsili (beyin felci) beşi erkek altısı kız olmak üzere toplam 11 katılımcı bulunmuştur ve bu katılımcılar GMFCS levels III ve GMFCS IV olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Projeye katılan katılımcılar bedeninin üç farklı noktasına üç eksenli ivme ölçer yerleştirilmiş olup altı farklı egzersiz ile veri toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Projede kullanılan fiziksel aktiviteler şu şekildedir:

* + 1. Sırtüstü Dinlenme: Katılımcılar sırtüstü uzanıyor fakat uyumuyorlar.
    2. Boyama: Katılımcılar oturma pozisyonunda günlük hayatlarında kullandıkları elleri ile istedikleri resim ile boyama yaparlar.
    3. Top atma ve yakalama: Oturma pozisyonunda topu terapistlerine atıyor ve terapistleri tekrar topu katılımcılara atıyor.
    4. Yardımlı Yürüme: Katılımcılar hareket yardımlarıyla hızlı bir tempo da yürüyüş yaptılar.
    5. Tekerlekli Sandalye ile Hareket: Katılımcılar elleri yardımı ile tekerlekli sandalye sürmeleri sağlandı.
    6. Üç Tekerlek ile Değiştirilmiş Bisiklet: Katılımcılar üç tekerlekli bisiklet ile hareket etmeleri sağlandı.

Katılımcılar 60-90 dakika periyotlar halinde yukarıda belirtilen altı farklı egzersizleri yapmışlardır. Bu egzersizler sonucunda vücutlarında bulunan üç yönlü üç tane ivmeölçer ile veriler elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler üç farklı sınıflandırma algoritmaları ile üç farklı model oluşturulmuştur:

1. Decision Tree
2. Random Forest
3. SVM

# Tezin Yöntemi

## Veri Toplama Süreci

Fiziksel tedaviye yardımcı olması planlanan bu projede tedavide ihtiyaç duyulan birkaç fiziksel egzersiz çeşitleri tespit edilmiştir. Egzersiz çeşitleri tercih edilirken başlıca neden tedaviye ihtiyaç duyan bireylerin günlük yaşantısında bu engeller sebebiyle gündelik işlerinde zorlanmalarıdır. Bu sayede engelli bireyler bu engellerin üstesinde hızlı ve kolay olarak tedavi işlemi sürdürülmek amaçlanmıştır. Tespit edilen fiziksel egzersiz çeşitleri şunlardır:

1. Kol Egzersizleri,
2. El Egzersizleri.

Veri toplama sürecinde başlıca iki farklı açık kaynaklı kütüphane kullanılmıştır.

### MediaPipe

Google tarafından geliştirilen açık kaynaklı bir kütüphanedir ve özellikle medya (görüntü ve video) işleme uygulamaları oluşturmak için tasarlanmıştır. MediaPipe, öncelikle bilgisayar görüşü (computer vision) ve medya işleme konularında kullanılmaktadır. Kütüphane içerisinde bulunan gelişmiş bir el takip ve vücut poz tahmini modülü içermektedir. Bu modül ile insan vücudunda 32 nokta belirlenir ve bu noktalar sayesinde insan bedeninin hangi şekilde olduğu bilinebilmektedir. Poz noktaları ile ilgili görsel Resim-1’de verilmiştir. Projemizde ise bu kütüphane sayesinde sağlıklı bir bireyden veriler elde edilmiştir. El egzersizi için gerçek zamanlı veri toplama sürecini çalıştırdığımızda 18 farklı noktadan 4 faklı değişken elde edilecektir. Bu değişkenler sırasıyla, x1, y1, z1, v1’dir. Bunların belirttiği özellik açıklaması ise sırasıyla x düzlemindeki konumu, y düzlemindeki konumu, derinlik ve görünebilirliktir. [6], [7]

**metin, diyagram, ekran görüntüsü, çizgi içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu**

Şekil 3.1MediaPipe Kütüphanesi Vucut Algılama Noktalları

### OpenCV(Open Source Computer Vision Library)

Bilgisayar görüşü ve makine öğrenimi uygulamaları için kullanılan bir açık kaynaklı kütüphanedir. OpenCV, geniş bir araştırma ve endüstri topluluğu tarafından desteklenir ve bilgisayar görüşü projelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Açık kaynaklı bu iki kütüphane ile belirtilen her egzersiz için yaklaşık 2000 veri toplanmıştır. İlgili veri seti ekler kısmında bulunmaktadır.[6]

## Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Seçimi ve İmplementasyonu

Bu projede, el ve kol hareketlerinin belirlenmesi amacıyla Lojistik Regresyon, Ridge Sınıflandırıcı, Rastgele Orman Sınıflandırıcı ve Gradyan Artırma Sınıflandırıcı gibi dört temel sınıflandırma algoritmasını seçilip uygulanmıştır.

Lojistik Regresyon modeli, elin açık veya kapalı olma durumunu belirleme görevi için temel bir sınıflandırma modelidir. Ridge Sınıflandırıcı, yüksek boyutlu veri setlerinde performans artırmak için kullanılmıştır. Rastgele Orman Sınıflandırıcısı, çoklu karar ağaçlarını birleştirerek etkili bir sınıflandırma modeli sağlar. Gradyan Artırma Sınıflandırıcısı, zayıf öğrenicilerin birleştirilmesiyle güçlü bir model oluşturur.

Algoritmaların seçiminde performansları dikkatlice değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar, belirlenen metrikler kullanılarak kıyaslanmıştır. Bu süreç, el ve kol hareketlerinin belirlenmesi gibi karmaşık bir problemi ele alırken, makine öğrenmesi modellerinin uygun bir şekilde seçilmesi ve implementasyonu için kapsamlı bir yaklaşım temsil etmektedir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, Lojistik Regresyon, elin açık veya kapalı olma durumunu %99.16 doğruluk oranıyla etkili bir şekilde belirlemede üstün başarı elde etti. Ridge Sınıflandırıcı, düzenleme teknikleriyle %98.99 doğruluk oranıyla sınıflandırma performansını arttırdı. Rastgele Orman, %99.66 doğruluk oranıyla çoklu karar ağaçlarını birleştirerek güçlü bir sınıflandırma modeli oluşturdu ve el ile kol hareketlerini başarıyla sınıflandırdı. Gradyan Arttırma sınıflandırıcısı, %99.16 doğruluk oranıyla zayıf öğrenicilerin birleştirilmesiyle güçlü bir model oluşturarak el ve kol hareketlerini başarıyla sınıflandırdı. Elde edilen bu yüksek doğruluk oranları, seçilen algoritmaların el ve kol hareketlerini sınıflandırmada başarısını göstermektedir.[8]

|  |  |
| --- | --- |
| Seçilen Algoritmalar | Doğruluk Oranı (%) |
| Logistic Regression | 99.16 |
| Ridge Classifier | 98.99 |
| Random Forest Classifier | 99.66 |
| Gradient Boosting Classifier | 99.16 |

Çizelge 3‑1. Algoritmaların Başarı Yüzdeleri

## Uygulama Çalışma Süreci Şeması

metin, diyagram, çizgi, paralel içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturulduUygulama akış diyagramı aşağıdaki şekilde verilmiştir.

Şekil 3.2Program Akış Şeması

# Prototip uygulma ve test aşamaları

## Programın Geliştirme Aşamaları

Programın geliştirme aşamaları, çocuklar için fizik tedavi ve rehabilitasyonunu teşvik eden, makine öğrenmesi ve görüntü tanıma destekli bir programın oluşturulması sürecini kapsamaktadır. Bu aşamalar hem teknik hem de kullanıcı deneyimi açısından detaylı bir planlamayı ve uygulamayı içermektedir.

### Veri Toplama ve Analiz Aşaması

* + Sağlıklı bireylerden elde edilen veriler, MediaPipe ve OpenCV kullanılarak titizlikle toplanmıştır.
  + Her bir egzersiz için yaklaşık 2000 veri noktası elde edilmiş ve bu veriler detaylı bir şekilde analiz edilmiştir.

### Program Tasarımı ve Mimarisi

* + Geliştirilecek programın arayüzü, çocuklar için arayüzü kolay ve motive edici olarak tasarlanmıştır.
  + Program, bireyselleştirmiş tedavi planları oluşturacak bir ara yüze sahip olacak ve çocukların motivasyonunu arttırmak için programın temel mimarisi belirlenmiştir.
  + Makine öğrenmesi algoritmalarının entegrasyonu için programın temel mimarisi belirlenmiştir.

### Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Seçimi ve İmplementasyonu

* + Çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları, el ve kol hareketlerini sınıflandırmak için seçilmiş ve bu algoritmaların performansları değerlendirilmiştir.
  + Seçilen algoritmalar, programın temelini oluşturacak şekilde entegre edilmiş ve optimize edilmiştir.
  + Algoritmaların doğruluk oranları, sürekli olarak izlenerek geliştirme sürecine katkı sağlamıştır.

### Oyunlaştırma ve İnteraktif Öğrenme Entegrasyonu

* + Program, çocukların tedavi sürecine daha fazla katılımını teşvik etmek için oyunlaştırma ve interaktif öğrenme yöntemlerini içermektedir.
  + Egzersizleri eğlenceli hale getiren interaktif öğeler, çocukların motivasyonunu arttırmak için tasarlanmıştır.

Bu aşamalar, çocuklar için fizik tedavi ve rehabilitasyonunu destekleyen programın başarılı bir şekilde geliştirilmesi ve sürdürülebilir bir kullanım sağlamak adına kapsamlı bir yaklaşım temsil etmektedir.

# Sonuçlar VE TARTIŞMA

## Elde Edilen Bulgurların Değerlendirilmesi

Araştırmanın temel amacı olan çocuklar için fizik tedavi ve rehabilitasyona teşvik eden programın geliştirilmesi sürecinde elde edilen bulgular, programın yüksek başarıya ulaştığını göstermektedir. Projede kullanılan makine öğrenmesi algoritmalarının doğruluk oranları, çocukların el ve kol hareketlerini başarılı bir şekilde sınıflandırmada yüksek başarı elde edildiği bulgusuna ulaşılmıştır.

## Çalışmanın Katkıları ve Sınırlamaları

Bu çalışma, çocuklarda fizik tedavi ve rehabilitasyonunu destekleyen yenilikçi bir programın geliştirilmesine önemli bir katkı sağlamıştır ve makine öğrenmesi ve görüntü tanıma teknolojileri kullanılarak bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımının oluşturulması sağlanmıştır.

Programın geliştirilmesinde kullanılan algoritmaların genellikle sağlıklı bireyler üzerinde test edilmiş olması, çocuklarda özel durumları ele almak için daha fazla test gerektirebilir. Projenin ilerleyen süreçlerinde bireyselleştirilmiş veriler ile eğitilen modeller sayesinde kişi bazlı model çıkartılabilir kanısı ulaşılmıştır.

## Gelecekteki Araştırmalara Yönelik Öneriler

### Veri Çeşitliliği

Gelecekteki araştırmalar, çocuklarda farklı sağlık durumlarına sahip olan bireyler üzerinde genişletilmiş bir veri seti kullanarak algoritmaların performansını değerlendirmelidir.

### Uzaktan Erişim ve Tele-Rehabilitasyon

Teknolojinin ilerlemesiyle, programın uzaktan erişim ve tele-rehabilitasyon için uyarlanabilirliği araştırmaları yapılmalıdır.

### Klinik Denemeler

Programın etkisinin doğrudan klinik ortamlarda test edilmesi ve sağlık profesyonelleri, aileler ve çocukların geri bildirimiyle değerlendirmesi önemlidir.

Bu öneriler, çalışmanın mevcut başarılarını daha da geliştirmek ve çocuklarda fizik tedavi ve rehabilitasyon unu destekleyen teknolojik çözümlerin etkinliğini arttırmak adına gelecek araştırmalara yön verebilir.

.

# KAYNAKLAR

[1] “Çocuklarda Düzenli Fiziksel Aktivitenin Faydaları,” *NBLTURKIYE*. [Online]. Available: https://nblturkiye.com/cocuklarda-duzenli-fiziksel-aktivite/#:~:text=Sa%C4%9Fl%C4%B1kl%C4%B1%20b%C3%BCy%C3%BCme%20ve%20kemik%20geli%C5%9Fimi,Basit%20motor%20beceriler%20geli%C5%9Fir

[2] IBM, “What is machine learning?,” IBM.

[3] M. C. SATMAN, “FİZİKSEL AKTİVİTE: BİLİNENİN ÇOK ÖTESİ,” *SPORMETRE*, pp. 158–178, 2018.

[4] M. Ahmadi, M. O’Neil, E. Baque, R. Boyd, and S. Trost, “Machine Learning to Quantify Physical Activity in Children with Cerebral Palsy: Comparison of Group, Group-Personalized, and Fully-Personalized Activity Classification Models,” *Wearable Movement Sensors for Rehabilitation: From Technology to Clinical Practice*, 2020.

[5] B. Goodlich *et al.*, “Machine learning to quantify habitual physical activity in childrenwith cerebral palsy.,” *Dev Med Child Neurol*, pp. 1054–1060, 2020.

[6] “OpenCV,” *OpenCV*. [Online]. Available: https://opencv.org/

[7] “MediaPipe,” MediaPipe. Accessed: Jan. 02, 2024. [Online]. Available: https://developers.google.com/mediapipe

[8] “sckit-learn,” *Sckit-Learn*. [Online]. Available: https://scikit-learn.org/stable/

# ÖZGEÇMİŞ

**KİŞİSEL BİLGİLER**

|  |  |
| --- | --- |
| Adı Soyadı | : Furkan TAŞER |
| Doğum Tarihi ve Yeri | : 02.12.2000- İstanbul |
| Yabancı Dili | : İngilizce |
| E-posta | : furkan205369@ogr.duzce.edu.tr |

**ÖĞRENİM DURUMU**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Derece** | **Alan** | **Okul/Üniversite** | **Mezuniyet Yılı** |
| Lisans | Bilgisayar Mühendisliği | Düzce Üniversitesi | Devam Ediyor |
| Lise | Alan yok | Açık Öğretim Lisesi | 2019 |