

T. C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



YÜRÜME ENGELLİ BİREYLERİN FİZİK TEDAVİ HAREKETLERİNİN
YAPAY ZEKA DESTEKLİ BİR DONANIM İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Taha Yasin KÖKSAL

16008121079

BMH481 BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BİTİRME

YOZGAT 2024

T. C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



YÜRÜME ENGELLİ BİREYLERİN FİZİK TEDAVİ HAREKETLERİNİN
YAPAY ZEKA DESTEKLİ BİR DONANIM İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Taha Yasin KÖKSAL

16008121079

Bilgisayar Mühendisliği Bitirme Danışmanı: Dr.Öğr.Üyesi Mehmet KARABULUT

YOZGAT 2024

T. C.
BOZOK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

YÜRÜME ENGELLİ BİREYLERİN FİZİK TEDAVİ HAREKETLERİNİN
YAPAY ZEKA DESTEKLİ BİR DONANIM İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Taha Yasin KÖKSAL
I. ÖĞRETİM

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Mehmet KARABULUT

Bölüm Başkanı: Doç.Dr. Mehmet BAKIR

YOZGAT 2024

ÖZET

YÜRÜME ENGELLİ BİREYLERİN FİZİK TEDAVİ HAREKETLERİNİN YAPAY ZEKA DESTEKLİ BİR DONANIM İLE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Bu tezde, fizik tedavi sürecini ev ortamında daha etkili hale getirmek amacıyla geliştirilen akıllı bandaj sistemi, mobil uygulama ve web sitesi bileşenlerinden oluşan bir proje sunulmaktadır. Proje kapsamında, doktorların hastalarına özel tedavi programları tanımlayabildiği, hastaların bu tedavileri evde uygulayabildiği ve doktorların hastalarının ilerlemesini uzaktan takip edebildiği entegre bir sistem geliştirilmiştir. Öncelikle, doktorlar hastalarına uygun fizik tedavi programlarını web arayüzü üzerinden hastaların mobil uygulamalarına tanımlar. Hasta, mobil uygulama üzerinden kendisine tanımlanan tedaviyi seçer ve akıllı bandajı ilgili bölgesine, örneğin dizine, takarak tedaviyi başlatır. Mobil uygulama, hastaya görsel ve metinsel yönergeler sunarak doğru hareketleri yapmasını sağlar. Akıllı bandaj, hastanın hareketlerini sensörler aracılığıyla izler ve yanlış bir hareket algılandığında buzzer ve titreşim motoru ile hastayı uyarır. Geliştirilen sistemin testleri, hastaların tedavi programlarını doğru bir şekilde uygulayabildiğini ve doktorların hastalarının ilerlemesini etkin bir şekilde izleyebildiğini göstermiştir. Sistem, kullanıcı dostu arayüzü ve yüksek doğruluk oranı ile evde fizik tedavi sürecini kolaylaştırmakta ve hastaların tedaviye olan bağlılığını artırmaktadır. Sonuç olarak, bu çalışma ile fizik tedavi sürecinde hasta-doktor etkileşimiğini artırın, evde tedaviyi mümkün kıyan ve izlenebilirliği sağlayan yenilikçi bir çözüm sunmuştur. Gelecekte yapılacak çalışmalarla sistemin daha fazla hasta üzerinde test edilmesi ve yeni tedavi yöntemleri ile entegrasyonunun sağlanması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı bandaj, Fizik tedavi, Mobil uygulama, Web arayüzü, Sensörler, Hasta takibi, Tedavi programı, Evde tedavi, Sağlık teknolojileri

SUMMARY

IMPLEMENTATION OF PHYSICAL THERAPY EXERCISES FOR INDIVIDUALS WITH WALKING DISABILITIES USING AI-SUPPORTED EQUIPMENT

In this thesis, a project comprising a smart bandage system, a mobile application, and a website component is presented to make the physical therapy process more effective in a home environment. Within the scope of the project, an integrated system has been developed in which doctors can define customized treatment programs for their patients, patients can apply these treatments at home, and doctors can remotely monitor their patients' progress. Initially, doctors define suitable physical therapy programs for their patients through the web interface, which are then accessible to the patients via their mobile applications. The patient selects the assigned treatment on the mobile application and starts the treatment by applying the smart bandage to the relevant area, such as the knee. The mobile application provides the patient with visual and textual instructions to ensure correct movements. The smart bandage monitors the patient's movements through sensors and alerts the patient with a buzzer and vibration motor if an incorrect movement is detected. Tests of the developed system have shown that patients can accurately follow the treatment programs and doctors can effectively monitor their patients' progress. The system, with its user-friendly interface and high accuracy, facilitates the physical therapy process at home and increases patients' adherence to the treatment. As a result, this study presents an innovative solution that enhances patient-doctor interaction in the physical therapy process, enables home treatment, and ensures traceability. Future studies aim to test the system on a larger number of patients and integrate new treatment methods.

Keywords: Smart bandage, Physical therapy, Mobile application, Web interface, Sensors, Patient monitoring, Treatment program, Home treatment, Health technologies

ÖNSÖZ

Bu proje, yürüme engeli olan bireylerin fizik tedavi süreçlerinde karşılaştıkları zorlukları hafifletmek ve doğru tedavi yöntemlerini kullanarak bu kişilerin yaşam kalitesini artırmak amacıyla hazırlanmıştır. Yürüme engeli, günlük aktiviteleri zorlaştırın ve sosyal katılımı kısıtlayan bir durumdur. Kas-iskelet sistemi hastalıkları, nörolojik hastalıklar ve yaralanmalar bu durumun nedenleri arasında yer alabilir. Yürüme engeli yaşayan bireyler, hareketliliklerini ve bağımsızlıklarını geri kazanmak için fizik tedaviye ihtiyaç duyarlar. Ancak, geleneksel fizik tedavi yöntemleri genellikle zaman alıcı, maliyetli ve her zaman etkili olmayı bilir. Bu proje, yürüme engeli olan bireylerin fizik tedavi süreçlerini desteklemek ve rehabilitasyonun etkinliğini artırmak için yapay zeka destekli bir donanım kullanmayı amaçlamaktadır. Bu donanım, akıllı bandaj ve mobil uygulama olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Akıllı bandaj, hastanın dizlerine veya kollarına takılır ve hareketlerini izler. Mobil uygulama ise hastaya doğru yürüme hareketlerini görsel ve sesli rehberlik sunar. Yapay zeka, hastanın hareketlerini analiz ederek tedavi sürecini optimize eder ve hatalı hareketleri tespit eder. Ayrıca, toplanan veriler sağlık uzmanları tarafından uzaktan erişilebilir bir sistem üzerinden takip edilir. Bu sayede, sağlık uzmanları hastaların tedavi süreçlerini uzaktan izleyebilir ve gerektiğinde müdahale edebilirler. Bu proje, yürüme engeli olan bireylerin yaşam kalitesini artırmak için önemli bir adımdır. Bu proje sayesinde hastalar daha etkili ve kişiselleştirilmiş bir fizik tedavi hizmeti alabileceklerdir. Ayrıca, proje sağlık teknolojilerinin rehabilitasyon süreçlerine entegrasyonunun toplumsal fayda sağlama potansiyelini vurgulamaktadır. Bu projede süreç boyunca bana rehberlik eden danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Karabulut'a, aileme, arkadaşlarına ve özellikle kardeşim Furkan Yusuf Köksal'a teşekkür ederim.

Taha Yasin KÖKSAL
Yozgat 2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
SUMMARY.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	4
ŞEKİLLER DİZİNİ	3
TABLOLAR DİZİNİ.....	4
1. GİRİŞ	5
1.1. Araştırma Soruları	6
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	8
2.1 Yürüme Engelli Bireylerin Karşılaştığı Zorluklar	8
2.2 Engelli Bireylerin Sağlık Hizmetlerine Erişimindeki Engeller	8
2.3 Akıllı Teknolojilerin Engelli Bireylere Katkıları.....	9
2.4 Yapay Zeka Destekli Yürüme Cihazları:.....	9
2.5 Uzaktan Fizyoterapi:.....	9
2.6 Akıllı Ekran Teknolojileri.....	10
2.7 Robot Destekli Rehabilitasyon	10
2.8 Yaşlanma Sürecinde Metabolizma ve Fiziksel Aktivitenin Rolü: Metabolizmayı Canlandırmak için Fizik Tedavi	13
2.9 Sonuç	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1 Çalışmada Kullanılan Malzemeler	14
3.2 Yöntemler	17
3.2.1 Nitel Araştırma	17
3.2.2 Nicel Araştırma.....	17
3.3 Deney Düzeneği ve Yapılışı	17
3.4 Teorik Bilgiler ve Hesaplamalar.....	18
3.5 Çizimler ve Grafikler	18
3.6 Deney Sonuçları.....	22
3.6.1 Katılımcı Profilleri ve Fotoğraflar	22
3.6.2 Deney Verilerinin Analizi.....	24
3.7 Mobil Uygulama ve Web Arayüzü.....	25
3.7.1 Sistem Bileşenleri	25

3.7.2 Akıllı Bandaj ve Mobil Uygulamanın Entegrasyonu	25
3.7.3 Kullanılan Teknolojiler ve Diller.....	26
3.7.4 Uygulama Ekran Görüntüleri	27
3.7.5 Uygulamanın İşlevselliği.....	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	34
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	36
6. KAYNAKLAR	39
7. ÖZGEÇMİŞ	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Uzaktan Fizyoterapi (Tele-Rehabilitasyon) varsayıımı.....	10
Şekil 2. Robotik rehabilitasyonu için kullanılan bazı teknikler [18]	11
Şekil 3. CMU modeli ile Boulic modelinin karşılaştırılması [10].....	11
Şekil 4. Yürüme simülasyonun farklı anlarında alınan	12
Şekil 5. Farklı yürüme şekilleri analizlerine ait spektrogramlar [10]	12
Şekil 6. Kol Kaldırma Hareketleri [9]	13
Şekil 7. NodeMCU Geliştirme Kartı	14
Şekil 8. Flex Sensör	14
Şekil 9. Nabız ve Kalp Atış Hızı Sensör.....	15
Şekil 10. Lityum Pil Şarj Modülü.....	15
Şekil 11. 18650 Lityum Pil	16
Şekil 12. İnce Film Basınç Sensörü	16
Şekil 13. PCB Devre Şeması	19
Şekil 14. PCB Yolları	19
Şekil 15. PCB Üç Boyutlu Modeli (Komponentler Üzerinde)	20
Şekil 16. PCB Üç Boyutlu Modeli (Alt).....	20
Şekil 17. Devre Şemasının PCB Aktarılmış Hali	21
Şekil 18. PCB Üretildikten Sonraki Komponentsiz Hali (Simülasyon)	21
Şekil 19. PCB Üretim Sonrası Son Hali	22
Şekil 20. Katılımcı 1'in fizik tedavi hareketleri sırasında akıllı bandaj ve sensörlerin kullanımı.....	23
Şekil 21. Katılımcı 2'nin yürüme analizi yapılrken çekilmiş fotoğrafı.....	23
Şekil 22. Mobil Uygulamanın Ana Ekranı	28
Şekil 23. Mobil Uygulamanın Tedavi Seçim Ekranı.....	28
Şekil 24. Mobil Uygulamanın Tedavi Süreci Ekranı.....	29
Şekil 25. Eklemler Hakkında Bilgi Alınan Ekran	29
Şekil 26. Web Arayüzünün Doktor Giriş Ekranı	30
Şekil 27. Web Ana Sayfa Ekranı	31
Şekil 28. Web Arayüzünün Hasta Takip Ekranı.....	31
Şekil 29. Web Arayüzünün Hasta Portföy Yazdırma Ekranı	32
Şekil 30. Web Arayüzünün Hareket Ekranı.....	32
Şekil 31. Web Arayüzünün Eklem Ekranı.....	33

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Yürüme Hızı ve Mesafesi.....	24
Tablo 2. Enerji Harcaması, Kalp Atış Hızı ve Kandaki Oksijen Seviyesi.....	24

1. GİRİŞ

Yürüme engeli, çeşitli koşullar nedeniyle yürüme yeteneğinin kaybı veya azalmasıdır. Yürüme engeli olan bireyler, günlük yaşam aktivitelerini yerine getirmekte zorluk çekerler ve yaşam kaliteleri olumsuz etkilenir. Yürüme engeline neden olan faktörler arasında; felç, spinal kord yaralanması, beyin hasarı, kas hastalıkları, ortopedik rahatsızlıklar ve yaşılanma gibi durumlar yer almaktadır.

Yürüme engeli olan bireylerin rehabilitasyon süreçlerinde birçok zorluk bulunmaktadır. Bu zorluklar arasında; doğru yürüme hareketlerinin gerçekleştirilmesi, motivasyon eksikliği, tedavi süreçlerinin uzunluğu ve maliyeti gibi faktörler yer almaktadır. Geleneksel yürüme engelli rehabilitasyon yöntemleri, genellikle fizyoterapistler tarafından gerçekleştirilir ve hastaların tedavi süreçlerinde aktif katılımı sınırlıdır. Bu durum, tedavi süreçlerinin etkinliğini ve hasta memnuniyetini olumsuz yönde etkilemektedir.

Teknolojik gelişmeler, sağlık sektöründe de birçok yeni imkân sağlamıştır. Yapay zeka ve uzaktan izleme teknolojileri, yürüme engelli bireylerin rehabilitasyon süreçlerinde yeni perspektifler sunmaktadır. Bu teknolojiler, hastaların tedavi süreçlerine aktif katılımını artırarak, tedavi süreçlerinin etkinliğini ve hasta memnuniyetini yükseltebilir.

Bu tez çalışması, yürüme engelli bireylerin rehabilitasyon süreçlerinde yapay zeka ve uzaktan izleme teknolojilerinin entegrasyonunu hedeflemektedir. Bu çalışma, hastaların doğru yürüme hareketlerini gerçekleştirmesine yardımcı olacak bir akıllı bandaj, tedavi süreçlerini uzaktan izlemeyi sağlayacak bir mobil uygulama ve web arayüzü geliştirilmesini kapsamaktadır. Bu teknolojik çözüm, yürüme engelli bireylerin rehabilitasyon süreçlerinde karşılaştıkları zorlukları azaltmayı ve yaşam kalitelerini artırmayı hedeflemektedir.

1.1. Araştırma Soruları

Bu tez çalışmasında, şu araştırma soruları ele alınmıştır:

- 1.** Yapay zeka destekli bir akıllı bandaj ve mobil uygulama, yürüme engelli bireylerin doğru yürüme hareketlerini gerçekleştirmesine yardımcı olabilir mi?
- 2.** Uzaktan izleme teknolojisi, yürüme engelli bireylerin rehabilitasyon süreçlerinin etkinliğini artırabilir mi?
- 3.** Yapay zeka ve uzaktan izleme teknolojilerinin entegrasyonu, yürüme engelli bireylerin yaşam kalitesini yükseltebilir mi?

1.2. Hedefler

Bu tez çalışmasının hedefleri şunlardır:

- 1.** Yürüme engelli bireylerin doğru yürüme hareketlerini gerçekleştirmesine yardımcı olacak bir akıllı bandaj, mobil uygulama ve web arayüzü geliştirmek.
- 2.** Uzaktan izleme teknolojisi kullanarak yürüme engelli bireylerin rehabilitasyon süreçlerini uzaktan izlemek ve gerektiğinde müdahale etmek.
- 3.** Yapay zeka ve uzaktan izleme teknolojilerinin entegrasyonu ile yürüme engelli bireylerin yaşam kalitesini artırmak.

1.3. Yöntem

Bu tez çalışmasında, nitel ve nicel olmak üzere iki tür araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma yöntemi, yürüme engelli bireylerin ve sağlık uzmanlarının görüşlerini almak için kullanılmıştır. Nicel araştırma yöntemi ise, akıllı bandaj ve mobil uygulamanın etkinliğini değerlendirmek için kullanılmıştır.

1.3.1. Nitel Araştırma

Nitel araştırma yöntemi kapsamında, yürüme engelli bireyler ve sağlık uzmanları ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde, yürüme engelli bireylerin rehabilitasyon süreçlerinde karşılaştıkları zorluklar, akıllı bandaj ve mobil uygulamanın potansiyel faydaları ve uzaktan izleme teknolojisinin önemi gibi konular ele alınmıştır.

1.3.2. Nicel Araştırma

Nicel araştırma yöntemi kapsamında, akıllı bandaj ve mobil uygulamanın etkinliğini değerlendirmek için bir deney çalışması yapılmıştır. Deney çalışmasına, yürüme engeli olan 6 birey katılmıştır. Katılımcılar, deney öncesi ve deney sonrası yürüme testlerine tabi tutulmuştur. Yürüme testleri, katılımcıların yürüme hızı, yürüme mesafesi ve yürüme sırasında harcadıkları enerji gibi parametreler dikkate alınarak yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Yürüme Engelli Bireylerin Karşılaştığı Zorluklar

Yürüme engeli, günlük hayatı önemli ölçüde etkileyen ve bağımsız hareket kabiliyetini sınırlayan bir durumdur. Bu durumda bireyler, çeşitli fiziksel, sosyal ve psikolojik zorluklarla karşı karşıya kalmaktadırlar. Örneğin, [1] isimli çalışmada, yürüme engeli yaşayan bireylerin günlük hayatı konusunda sorunların kapsamlı bir analizi yapılmıştır.

Çalışmada, bu bireylerin başlıca zorlukları arasında şunlar sıralanmıştır:

- **Fiziksel engeller:** Engelli bireyler, hareket kısıtlılıkları nedeniyle ulaşım, erişilebilirlik ve günlük yaşam aktiviteleri gibi konularda zorluklar yaşamaktadırlar.
- **Sosyal engeller:** Toplumda yaygın olan önyargılar ve ayrımcılık, yürüme engeli yaşayan bireylerin sosyal hayatı katılımlarını zorlaştırmaktadır.
- **Ekonomik engeller:** Bu bireyler, iş bulma ve sürdürme konusunda zorluklar yaşamakta ve uygun fiyatlı sağlık hizmetlerine erişimleri sınırlı olabilmektedir.

2.2 Engelli Bireylerin Sağlık Hizmetlerine Erişimindeki Engeller

Yürüme engeli yaşayan bireylerin sağlık hizmetlerine erişiminde de çeşitli engeller bulunmaktadır. Bu engeller arasında şunlar yer almaktadır:

- **Ulaşım zorlukları:** Engelli bireyler, hareket kısıtlılıkları nedeniyle sağlık merkezlerine ulaşmakta zorluk çekebilirler [1].
- **Erişilebilirlik sorunları:** Sağlık merkezleri ve hastanelerin çoğunlukla engelli bireyler için erişilebilir değildir.
- **İletişim zorlukları:** Sağlık personeli ile engelli bireylerin arasında iletişim sorunları yaşanabilir.
- **Eğitim ve kaynak yetersizliği:** Sağlık personeli, engelli bireylerin özel ihtiyaçlarına yönelik eğitim ve kaynaklara sahip olmayabilir.

2.3 Akıllı Teknolojilerin Engelli Bireylere Katkıları

Akıllı teknolojiler, engelli bireylerin hayatlarını önemli ölçüde kolaylaştırmak için büyük bir potansiyele sahiptir. Bu teknolojiler, engelsiz bir toplum yaratma yolunda önemli adımlar atılmasını sağlayabilir.

Örneğin, [2] isimli çalışmada, akıllı teknolojilerin engelli bireylere sunduğu fırsatlardan bazıları şunlardır:

- **Fiziksel engellerin aşılması:** Akıllı cihazlar, engelli bireylerin hareket kabiliyetlerini artıtabilir ve günlük aktivitelerini daha kolay yerine getirmelerini sağlayabilir.
- **Sosyal engellerin yıkılması:** Akıllı teknolojiler, engelli bireylerin sosyal hayatı katılımlarını kolaylaştırabilir ve toplumla daha iyi bir iletişim kurmalarını sağlayabilir.
- **Ekonomik engellerin giderilmesi:** Akıllı teknolojiler, engelli bireylerin iş bulma ve sürdürme olanaklarını artıtabilir ve daha iyi bir ekonomik duruma sahip olmalarını sağlayabilir.

2.4 Yapay Zeka Destekli Yürüme Cihazları:

Yapay zeka destekli yürüme cihazları, yürüme engeli yaşayan bireylerin hareket kabiliyetlerini artırmak için kullanılan cihazlardır. Bu cihazlar, yürüme paternini analiz ederek kullanıcının ihtiyaçlarına göre uyarlanabilir. Yapay zeka teknolojisi, cihazın kullanıcının hareketlerini öğrenmesini ve daha iyi bir destek sağlamasını mümkün kılar. Yakın bir zamanda yapılan çalışmada günlerce süren bir verinin analizini, yapay zeka 30 dakikada anlamlı bir klinik sonuç elde etmiş olduğu gösterilmekte [3]. Yapay zekanın veri içerisindeki anormal durumları tespit edebilmesi, tahmin edebilmesi uygulanan tedavinin çok daha verimli olması hususunda kritik bir öneme sahiptir [4].

2.5 Uzaktan Fizyoterapi:

Uzaktan fizyoterapi, yürüme engeli yaşayan bireylerin fizik tedavi süreçlerini evlerinden takip etmelerini sağlayan bir hizmettir. Bu hizmet, internet ve video

konferans teknolojileri kullanılarak gerçekleştirilir. Fizyoterapist, uzaktan bağlantı kurarak hastayı değerlendirir ve uygun tedavi programını belirler [5]. Hasta, fizyoterapistin talimatlarını izleyerek tedavi programını evde uygular. Uzaktan fizyoterapi, özellikle hareket kısıtlılığı olan veya sağlık merkezlerine ulaşmakta zorluk çeken bireyler için önemli bir seçenekdir.



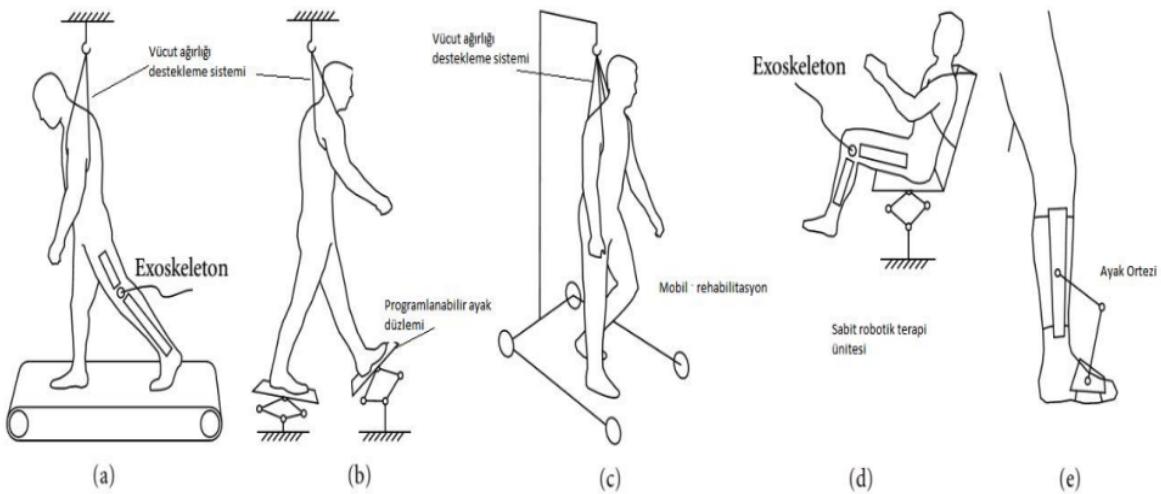
Şekil 1. Uzaktan Fizyoterapi (Tele-Rehabilitasyon) varsayıımı

2.6 Akıllı Ekran Teknolojileri

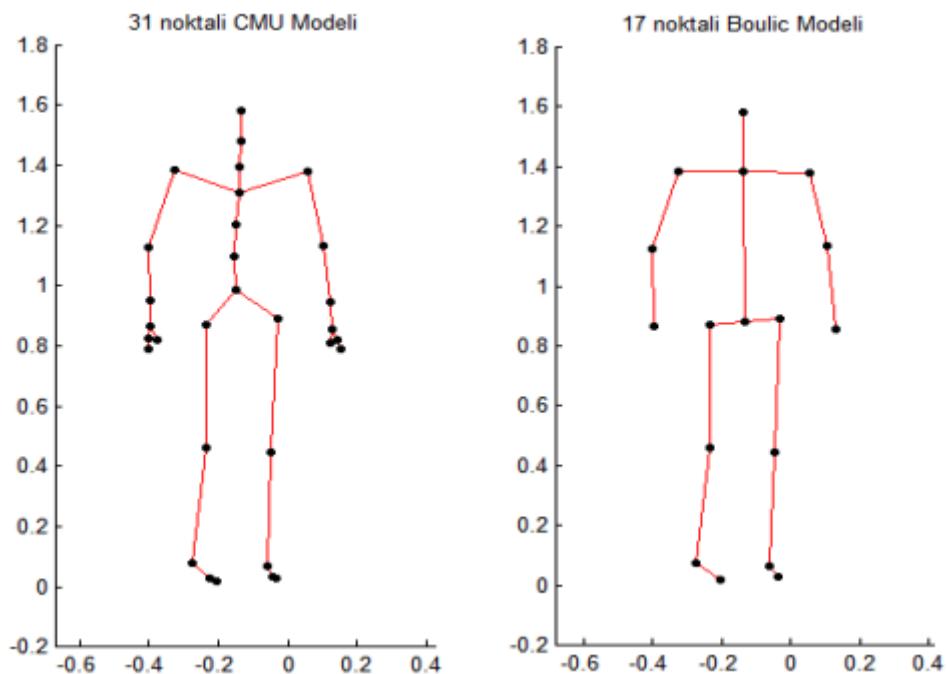
Akıllı ekran teknolojileri, yürüme engeli yaşayan bireylerin günlük aktivitelerini daha kolay yapmalarına yardımcı olabilir. Bu teknolojiler, kullanıcıların ses veya el hareketleriyle cihazları kontrol etmelerini sağlar [6]. Akıllı ekranlar, engelli bireylerin ev eşyalarını kontrol etme, alışveriş yapma, haberleşme ve eğlence gibi çeşitli ihtiyaçlarını karşılamalarına yardımcı olabilir.

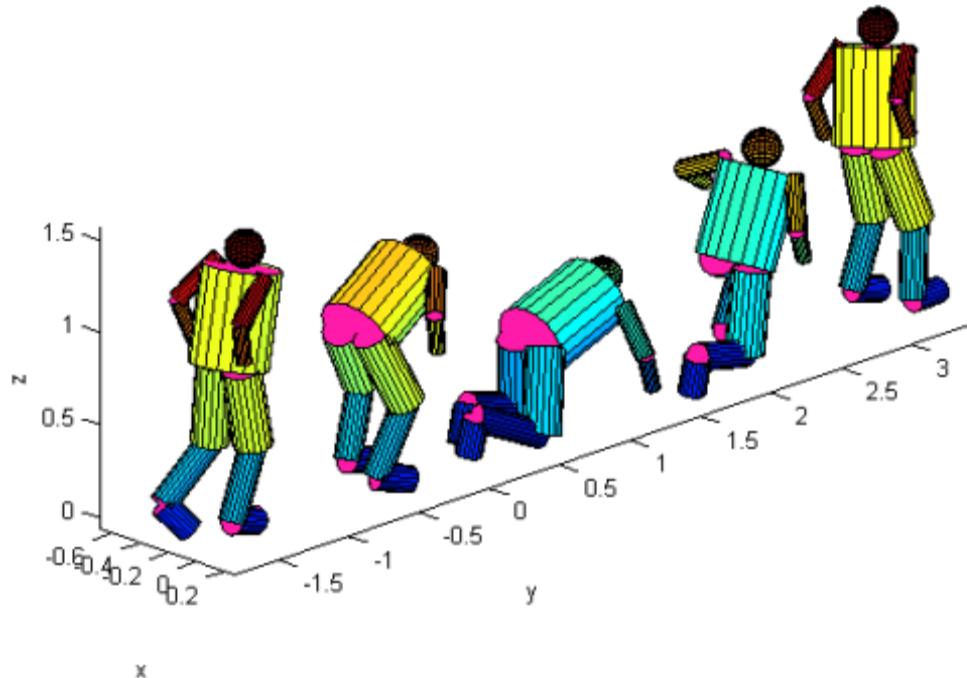
2.7 Robot Destekli Rehabilitasyon

Robot destekli rehabilitasyon, yürüme engeli yaşayan bireylerin fizik tedavi süreçlerini desteklemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, robotik cihazlar kullanılır ve bu cihazlar hastanın hareketlerini destekler ve yönlendirir [7]. Robot destekli rehabilitasyon, hastanın kas gücünü ve hareket kabiliyetini geliştirmesine yardımcı olabilir. Bir hareket yakalama simülasyonu ile incelemeler yapılmıştır ve doğru bir yürüme hareketinin nasıl olması gereği analiz edilmiştir [10].



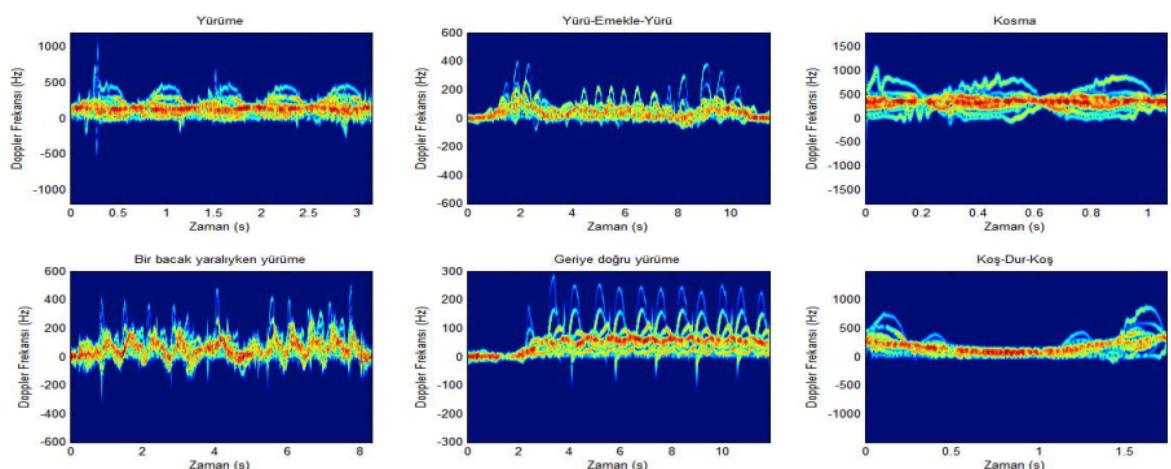
Şekil 2. Robotik rehabilitasyonu için kullanılan bazı teknikler [18]





Şekil 4. Yürüme simülasyonun farklı anlarında alınan görüntülerin bir araya getirilmesiyle oluşturulan bir örnek görüntü [10]

Bu teknolojiler, yürüme engeli yaşayan bireylerin yaşam kalitesini artırmak ve bağımsızlıklarını desteklemek için önemli bir potansiyele sahiptir. Gelecekte, bu teknolojilerin daha da gelişmesi ve daha yaygın olarak kullanılması beklenmektedir [7, 11].



Şekil 5. Farklı yürüme şekilleri analizlerine ait spektrogramlar [10]

2.8 Yaşlanma Sürecinde Metabolizma ve Fiziksel Aktivitenin Rolü: Metabolizmayı Canlandırmak için Fizik Tedavi

Yaşlanma sürecinde yaşanan fizyolojik değişiklikler, metabolizma üzerindeki etkileri de beraberinde getirir. Yaşlılıkla birlikte metabolizma yavaşlar ve buna bağlı olarak fiziksel aktiviteler, özellikle fizik tedavi gibi hareketler, metabolizmanın hızını artırabilir [9]. Bu süreçte, düzenli fiziksel aktivitenin metabolizmayı canlandıracı etkisi, yaşlılıkla gelen metabolik değişikliklerin bir kısmını telafi edebilir.



Şekil 6. Kol Kaldırma Hareketleri [9]

2.9 Sonuç

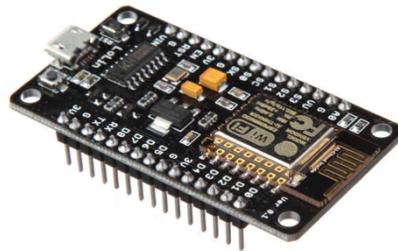
Yürüme engeli yaşayan bireyler, çeşitli fiziksel, sosyal ve psikolojik zorluklarla karşı karşıyadırlar [10]. Sadece engelliler açısından bakılmamalı bu çalışmaya, yaşlı bireylerin de sayısının hızla artacağı tahmin yürütülmekte. Öyle ki Türkiye'deki 65 yaş ve üstü nüfusun tüm nüfusa oranının 2005'de % 5.9 (4.3milyon), 2030' da % 18.2 (17.8 milyon) olacağı tahmin edilmektedir [11]. Bir çalışmada yaşlıların da egzersiz yapmasının önemi detaylı bir şekilde açıklanmıştır [9]. Bu durumda bireylerin sağlık hizmetlerine erişiminde de çeşitli engeller bulunmaktadır. Akıllı teknolojiler, engelli ve yaşlı bireylerin hayatlarını önemli ölçüde kolaylaştırmak için büyük bir potansiyele sahiptir. Bu teknolojiler, engelsiz ve sağlıklı bir toplum yaratma yolunda önemli adımlar atılmasını sağlayabilir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Çalışmada Kullanılan Malzemeler

Bu çalışmada, yürüme engelli bireylerin fizik tedavi süreçlerini desteklemek amacıyla geliştirilen yapay zeka destekli donanım ve mobil uygulama kullanılmıştır. Kullanılan başlıca malzemeler şunlardır:

- **NodeMCU:** Sensörlerden gelen verileri analiz eden ve Google Firebase RealTime veritabanına gönderen, aynı şekilde verileri veritabanından geri alan geliştirme kartıdır (Şekil 7).



Şekil 7. NodeMCU Geliştirme Kartı

- **Flex Sensör:** Fizik tedavi uygulaması gereken hastaların, hareketlerini takip edecek bükülmeleri hassas bir şekilde algılayan ve bükülme verilerini NodeMCU geliştirme kartına iletten sensördür (Şekil 8).



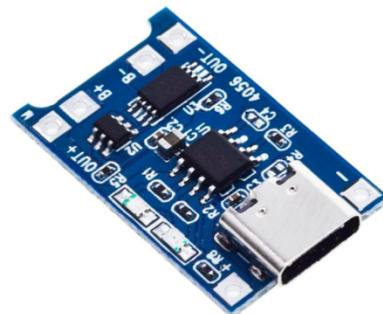
Şekil 8. Flex Sensör

- **MAX30100 Sensör:** Hasta fizik tedavi hareketlerini yaparken aynı zamanda kalp atış hızı ve kandaki oksijen miktarını analiz etmek amacıyla kullanılmakta (Şekil 9).



Şekil 9. Nabız ve Kalp Atış Hızı Sensör

- **TP4056 Pil Şarj Devresi:** Geliştirilecek donanıma gücün kontrollü bir şekilde sağlanması amacıyla kullanılmakta ve aynı zamanda üzerindeki tip-c portu sayesinde pilleri de şarj/deşarj edebilmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Lityum Pil Şarj Modülü

- **18650 Lityum Pil:** Geliştirilecek donanıma güç verecektir (Şekil 11).



Şekil 11. 18650 Lityum Pil

- **İnce Film Basınç Sensörü:** Hastanın ayakta olup olmadığını sisteme iletmek amacıyla kullanılmaktadır. İnce film şeklinde seçilmesinin amacı, çok daha az yer kaplaması ve hastaya rahatsızlık vermemesidir (Şekil 12).



Şekil 12. İnce Film Basınç Sensörü

3.2 Yöntemler

Bu çalışmada kullanılan yöntemler hem nitel hem de nicel araştırma yöntemlerini içermektedir.

3.2.1 Nitel Araştırma

Nitel araştırma yöntemi kapsamında, yürüme engelli bireyler ve sağlık uzmanları ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde şu konular ele alınmıştır:

- Yürüme engelli bireylerin rehabilitasyon süreçlerinde karşılaştıkları zorluklar
- Akıllı bandaj ve mobil uygulamanın potansiyel faydaları
- Uzaktan izleme teknolojisinin önemi

3.2.2 Nicel Araştırma

Nicel araştırma yöntemi kapsamında, akıllı bandaj ve mobil uygulamanın etkinliğini değerlendirmek için bir deney çalışması yapılmıştır. Deney çalışmasına yürüme engeli olan 6 birey katılmıştır. Katılımcılar, deney öncesi ve deney sonrası yürüme testlerine tabi tutulmuştur. Yürüme testleri, katılımcıların yürüme hızı, yürüme mesafesi ve yürüme sırasında harcadıkları enerji gibi parametreler dikkate alınarak yapılmıştır.

3.3 Deney Düzeneği ve Yapılışı

Deneyler, aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir:

1. Deney Düzeneği:

- **Flex Sensörlerin Yerleştirilmesi:** Hastaların bacaklarına flex sensörler yerleştirilmiş ve bu sensörler aracılığıyla bükülme verileri toplanmıştır.

- **Kalp Atış Hızı ve Kandaki Oksijen Miktarının Ölçülmesi:** MAX30100 sensörleri, hastaların nabız ve oksijen seviyelerini ölçmek için kullanılmıştır.
- **Veri Toplama ve Analiz:** NodeMCU geliştirme kartı, tüm sensör verilerini toplayarak Google Firebase RealTime veritabanına göndermiştir. Bu veriler daha sonra yapay zeka algoritmaları ile analiz edilmiştir.

2. Deneylerin Yapılışı:

- Katılımcılar, deney öncesi yürüme testine tabi tutulmuş ve başlangıç verileri kaydedilmiştir.
- Akıllı bandaj ve mobil uygulama kullanılarak katılımcılara doğru yürüme hareketleri öğretilmiş ve bu hareketler sırasında sensör verileri toplanmıştır.
- Deney sonrası katılımcılar tekrar yürüme testine tabi tutulmuş ve elde edilen veriler analiz edilmiştir.

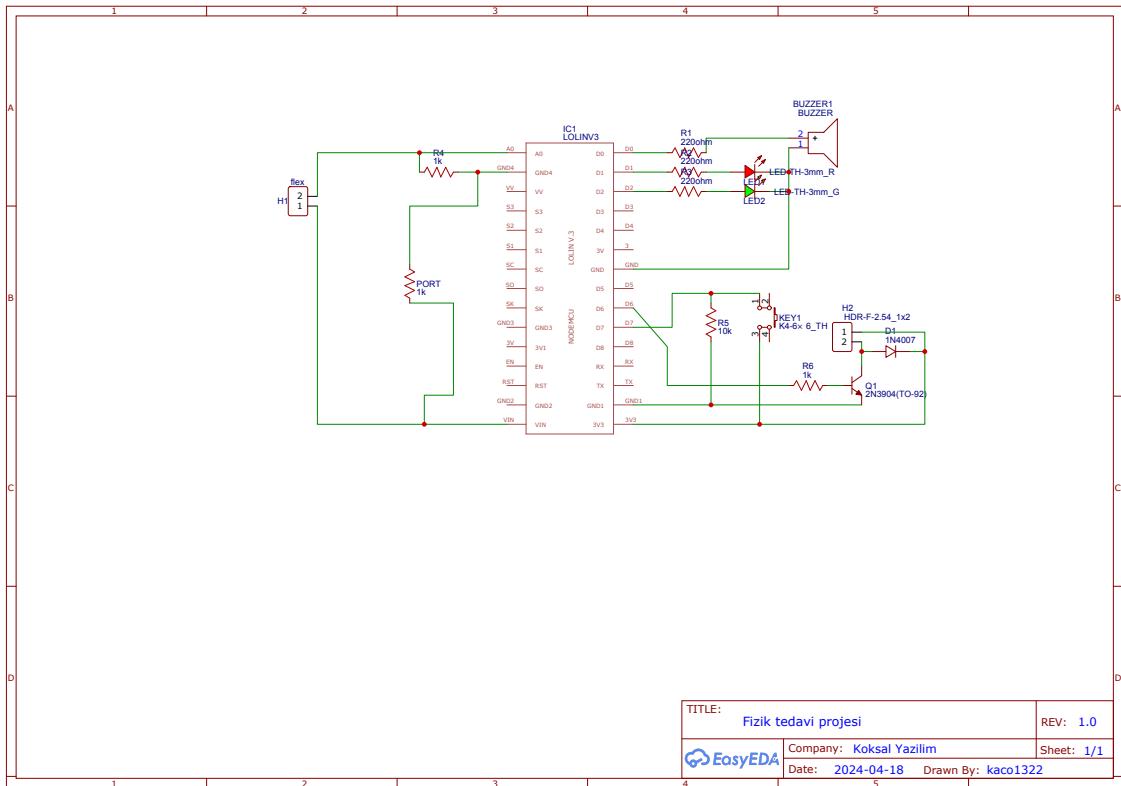
3.4 Teorik Bilgiler ve Hesaplamalar

Deneyler sırasında toplanan veriler, yapay zeka algoritmaları ile analiz edilmiştir. Bu algoritmalar, hastaların yürüme paternlerini inceleyerek doğru ve yanlış hareketleri tespit etmiştir. Hesaplamalar, katılımcıların yürüme hızları, yürüme mesafeleri ve enerji harcamaları üzerine odaklanmıştır.

3.5 Çizimler ve Grafikler

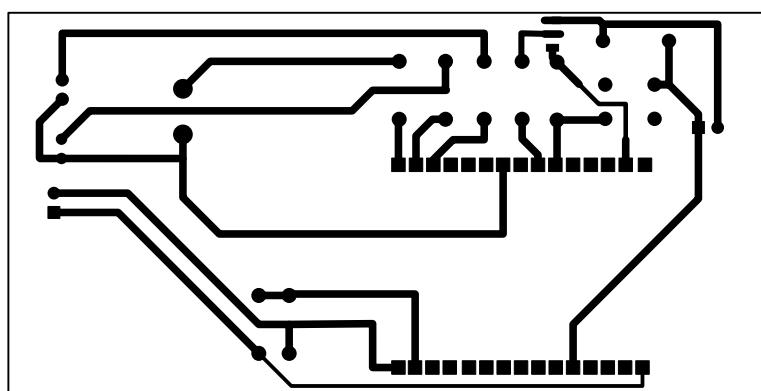
Aşağıda, akıllı bandaj donanımına ait PCB (Baskı Devre Kartı) şeması, PCB yolları ve PCB'nin üç boyutlu modeli bulunmaktadır. Bu çizimler, projenin donanım bileşenlerinin nasıl tasarılandığını ve bir araya getirildiğini göstermektedir.

Bu şemada, akıllı bandaj donanımının elektriksel bağlantıları gösterilmektedir. Devre şeması, tüm bileşenlerin nasıl bağlandığını ve sistemin nasıl çalıştığını anlamamızı sağlar. NodeMCU geliştirme kartı, flex sensörler, titreşim motoru ve diğer bileşenlerin bağlantıları bu şemada detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 13. PCB Devre Şeması

Bu fotoğraf, baskı devre kartının yollarını göstermektedir. PCB yolları, elektriksel sinyallerin kart üzerindeki bileşenler arasında nasıl iletildiğini gösterir. Bu, donanımın düzgün çalışabilmesi için kritik öneme sahiptir ve doğru yolların tasarlanması, sinyal bütünlüğü ve cihazın genel performansı için önemlidir.

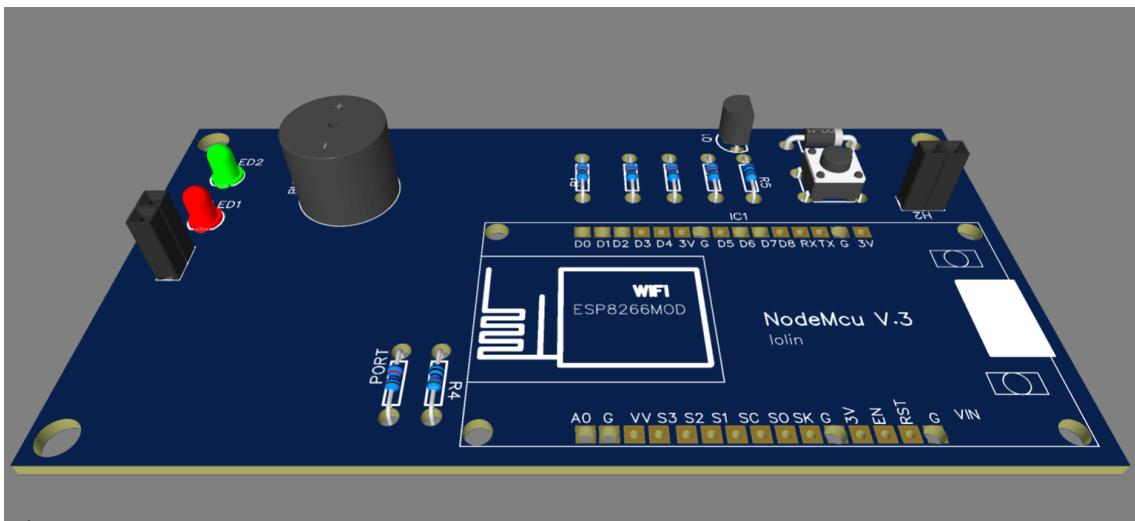


Şekil 14. PCB Yolları

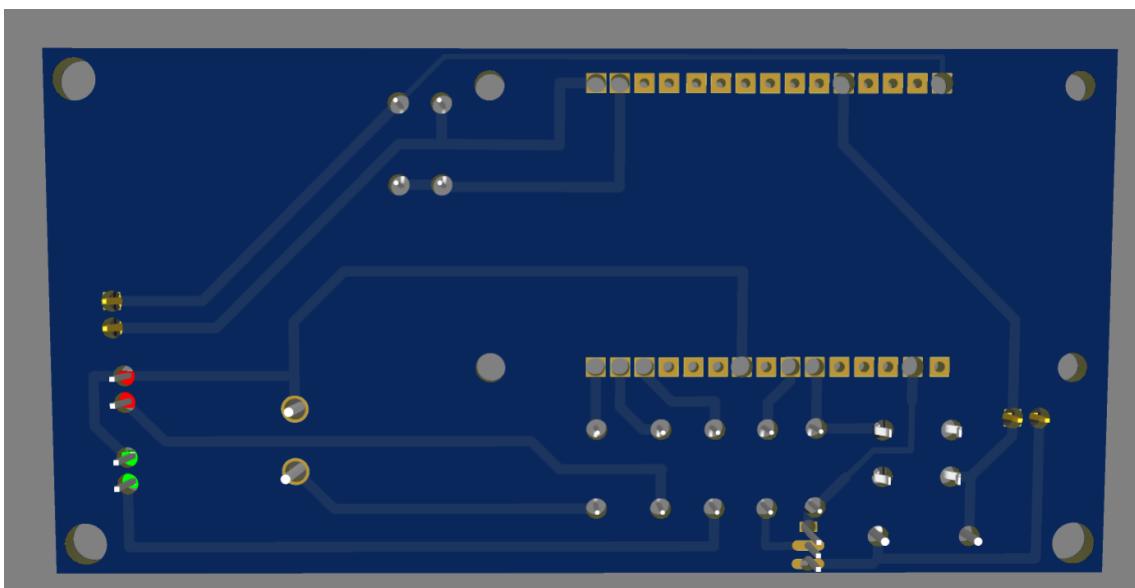
Bu model, PCB'nin komponentler yerleştirilmiş halini üç boyutlu olarak göstermektedir. Üç boyutlu model, bileşenlerin kart üzerindeki yerleşim düzenini ve montaj sonrası

donanımın nasıl görüneceğini anlamamızı sağlar. Bu model, aynı zamanda bileşenlerin fiziksel uyumluluğunu ve montaj kolaylığını kontrol etmek için kullanılmıştır.

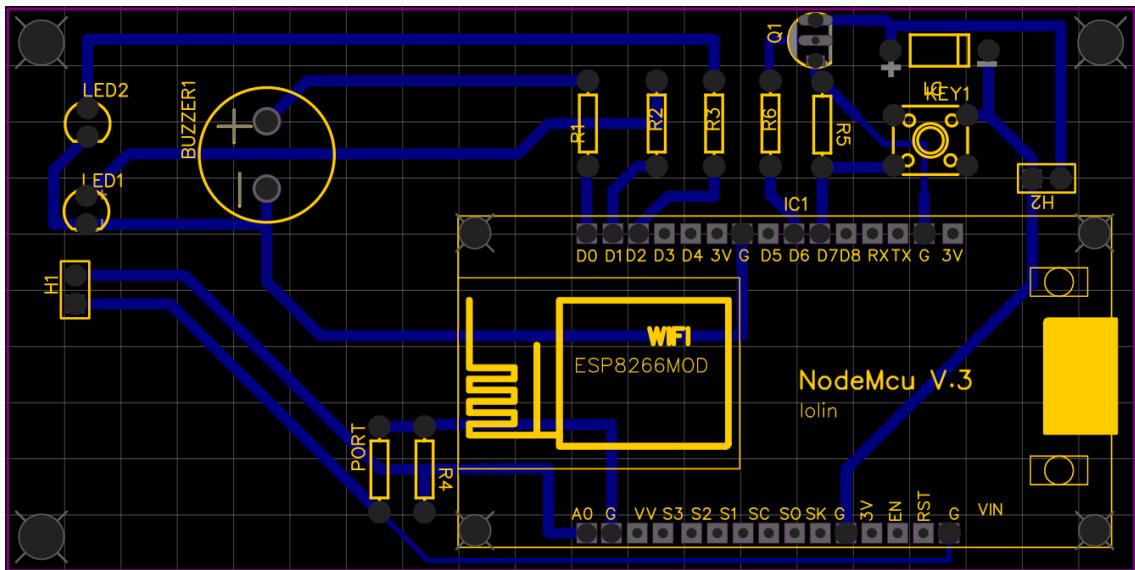
Bu çizimler ve fotoğraflar, projenin donanım tasarımının anlaşılmasını kolaylaştırmakta ve bileşenlerin nasıl entegre edildiğini göstermektedir. Her bir bileşen, akıllı bandajın işlevsellliğini sağlamak için kritik öneme sahiptir ve bu donanım, yürüme engelli bireylerin fizik tedavi süreçlerini daha verimli hale getirmeyi amaçlamaktadır.



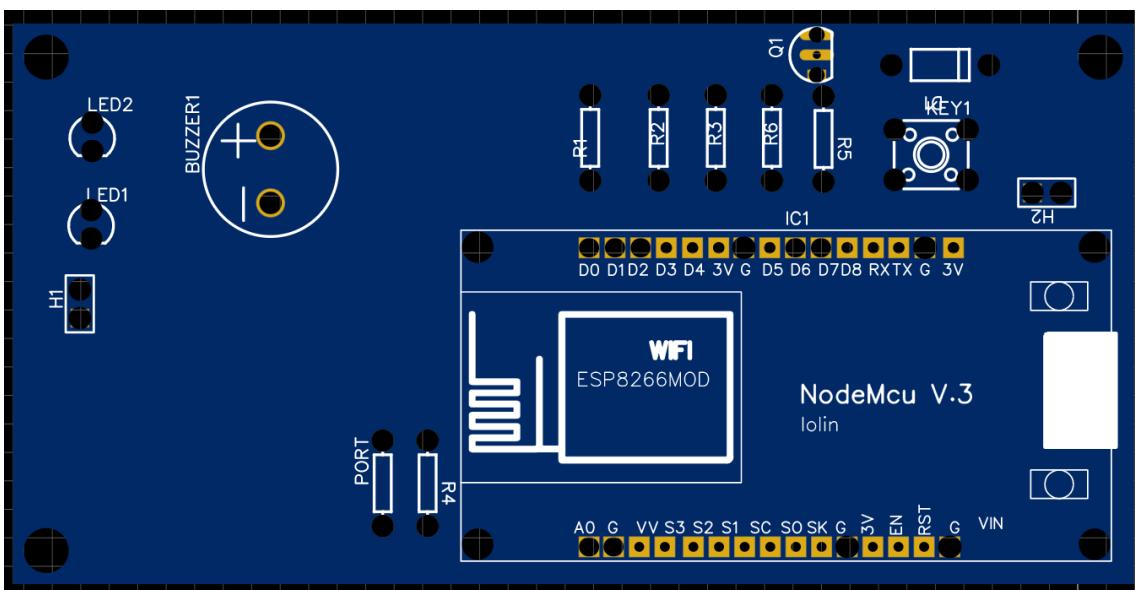
Şekil 15. PCB Üç Boyutlu Modeli (Komponentler Üzerinde)



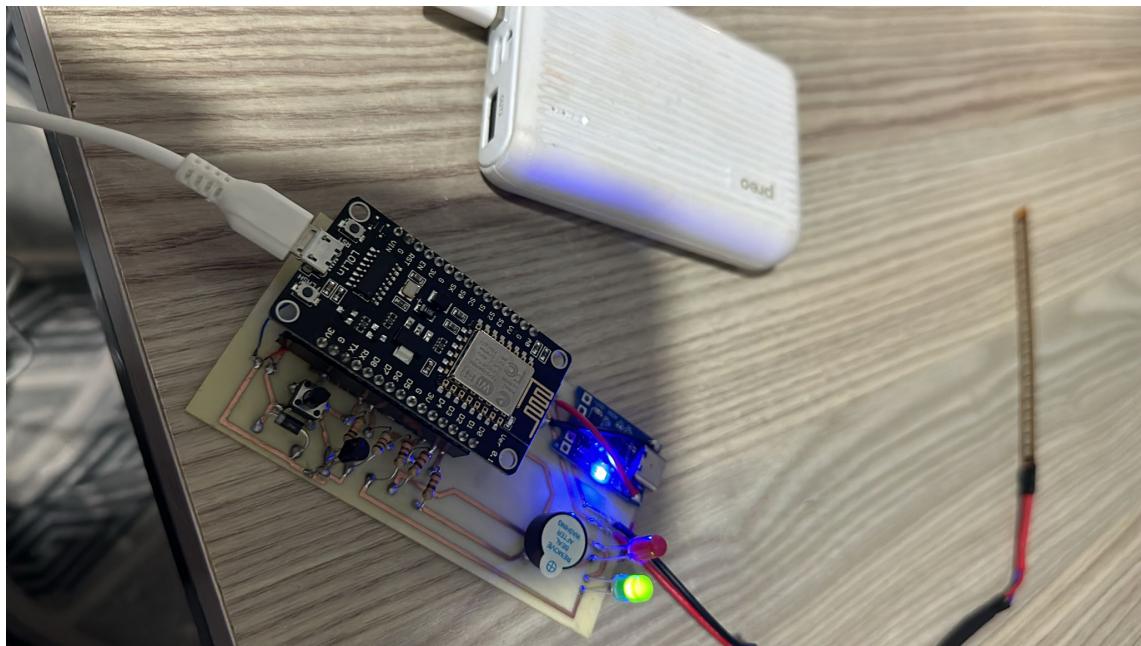
Şekil 16. PCB Üç Boyutlu Modeli (Alt)



Şekil 17. Devre Şemasının PCB Aktarılmış Hali



Şekil 18. PCB Üretildikten Sonraki Komponentsiz Hali (Simülasyon)



Şekil 19. PCB Üretim Sonrası Son Hali

3.6 Deney Sonuçları

Bu bölümde, akıllı bandaj ve mobil uygulamanın yürüme engelli bireylerin fizik tedavi süreçlerine olan etkileri detaylandırılmaktadır. Deney sonuçları, katılımcıların yürüme analizi ve fizik tedavi hareketlerindeki gelişimlerini göstermektedir.

3.6.1 Katılımcı Profilleri ve Fotoğraflar

Deneylere katılan bazı deneklerin fotoğrafları, deney sürecini ve kullanılan ekipmanı görselleştirmek amacıyla eklenmiştir. Bu fotoğraflar, deneklerin gizlilik haklarına saygı gösterilerek ve gerekli izinler alınarak kullanılmıştır.



Şekil 20. Katılımcı 1'in fizik tedavi hareketleri sırasında akıllı bandaj ve sensörlerin kullanımı.



Şekil 21. Katılımcı 2'nin yürüme analizi yapıılırken çekilmiş fotoğrafı.

3.6.2 Deney Verilerinin Analizi

Deney sonuçları, yürüme hızı, yürüme mesafesi, enerji harcaması, kalp atış hızı ve kandaki oksijen seviyesi gibi parametreler üzerinden analiz edilmiştir. Ayrıca, katılımcıların fizik tedavi hareketlerindeki gelişim de değerlendirilmiştir.

Ölçülen Parametreler:

- Yürüme Hızı ve Mesafesi:** Yürüme hızında ve mesafesinde artış gözlenmiştir.
- Enerji Harcaması:** Enerji harcamasında azalma tespit edilmiştir, bu da doğru yürüme tekniklerinin uygulandığını göstermektedir.
- Kalp Atış Hızı ve Kandaki Oksijen Seviyesi:** Fizik tedavi hareketleri sırasında kalp atış hızı ve oksijen seviyelerinde dengeli bir iyileşme gözlenmiştir

Deneylerde kaydedilen bazı sonuçlara ait verilerin tablolar ile gösterimi:

Katılımcı	Yürüme Hızı (m/s) Öncesi	Yürüme Hızı (m/s) Sonrası	Yürüme Mesafesi (m) Öncesi	Yürüme Mesafesi (m) Sonrası
1	0.5	0.7	50	65
2	0.6	0.8	60	75
3	0.4	0.6	45	60

Tablo 1. Yürüme Hızı ve Mesafesi

Katılımcı	Enerji Harcaması (kcal) Öncesi	Enerji Harcaması (kcal) Sonrası	Kalp Atış Hızı (BPM) Öncesi	Kalp Atış Hızı (BPM) Sonrası	Kandaki Oksijen (%) Öncesi	Kandaki Oksijen (%) Sonrası
1	100	90	85	80	95	97
2	95	85	88	82	94	96
3	105	95	90	85	93	95

Tablo 2. Enerji Harcaması, Kalp Atış Hızı ve Kandaki Oksijen Seviyesi

3.7 Mobil Uygulama ve Web Arayüzü

Bu bölümde, akıllı bandaj sistemi ile entegre çalışan mobil uygulama ve web arayüzü hakkında bilgi verilmektedir. Sistem, hastaların fizik tedavi süreçlerini evlerinden yönetmelerine olanak tanıtmaktadır.

3.7.1 Sistem Bileşenleri

Sistem, üç ana bileşenden oluşmaktadır:

- 1. Akıllı Bandaj**
- 2. Mobil Uygulama**
- 3. Web Arayüzü**

3.7.2 Akıllı Bandaj ve Mobil Uygulamanın Entegrasyonu

Akıllı bandaj, hastaların doğru yürüme ve fizik tedavi hareketlerini gerçekleştirmelerine yardımcı olmak amacıyla tasarlanmıştır. Mobil uygulama, bu bandajı yöneten ve hastalara görsel ve sesli rehberlik sağlayan bir platformdur. Sistemin çalışma prensibi şu şekildedir:

1. Hasta ve Doktor Etkileşimi:

- Hasta, doktora başvurarak fizik tedavi almak istediğini belirtir.
- Doktor, hastaya özel tedavi programını hastanın mobil uygulamadaki hesabına tanımlar.

2. Evde Tedavi:

- Hasta, mobil uygulamayı açarak kendisine tanımlanan tedavi programını seçer.
- Akıllı bandajı dizine veya gereken bölgeye takarak tedaviyi başlatır.

- Mobil uygulama, hastaya doğru yürüme veya egzersiz hareketlerini görsel olarak gösterir ve gerekli açıları belirtir.
- Bandaj üzerindeki sensörler, hastanın hareketlerini takip eder ve doğru hareketi yapıp yapmadığını kontrol eder.

3. Geribildirim ve Uyarılar:

- Hasta yanlış bir hareket yaptığında, bandaj üzerindeki buzzer ses çıkarır ve titreşim motoru sayesinde hasta uyarılır.

4. Tedavi Sonrası:

- Tedavi tamamlandığında, doktor web arayüzünden hastanın tedavi sürecini izler ve tedaviyi uygulayıp uygulamadığını kontrol eder.

3.7.3 Kullanılan Teknolojiler ve Diller

Mobil Uygulama:

- **Flutter:** Mobil uygulamanın geliştirilmesinde kullanılan çerçeve.
- **Xcode ve Android Studio:** iOS ve Android platformları için geliştirme ortamları.
- **REST API Servisi:** Uygulamanın sunucu ile iletişim kurmasını sağlayan servis.
- **Firebase Realtime Database:** Bandaj ile uygulama arasındaki verilerin gerçek zamanlı olarak senkronize edilmesini sağlayan veritabanı.

Web Arayüzü:

- **PHP:** Web arayüzünün backend kısmının geliştirilmesinde kullanılan dil.
- **Bootstrap:** Kullanıcı dostu ve duyarlı web arayüzleri oluşturmak için kullanılan çerçeveye.

- **MySQL:** Veritabanı yönetim sistemi.
- **REST API:** Web arayüzü ve mobil uygulama arasındaki veri alışverişini sağlamak için kullanılan servis.
- **Firebase:** Verilerin gerçek zamanlı olarak senkronize edilmesi.

Donanım:

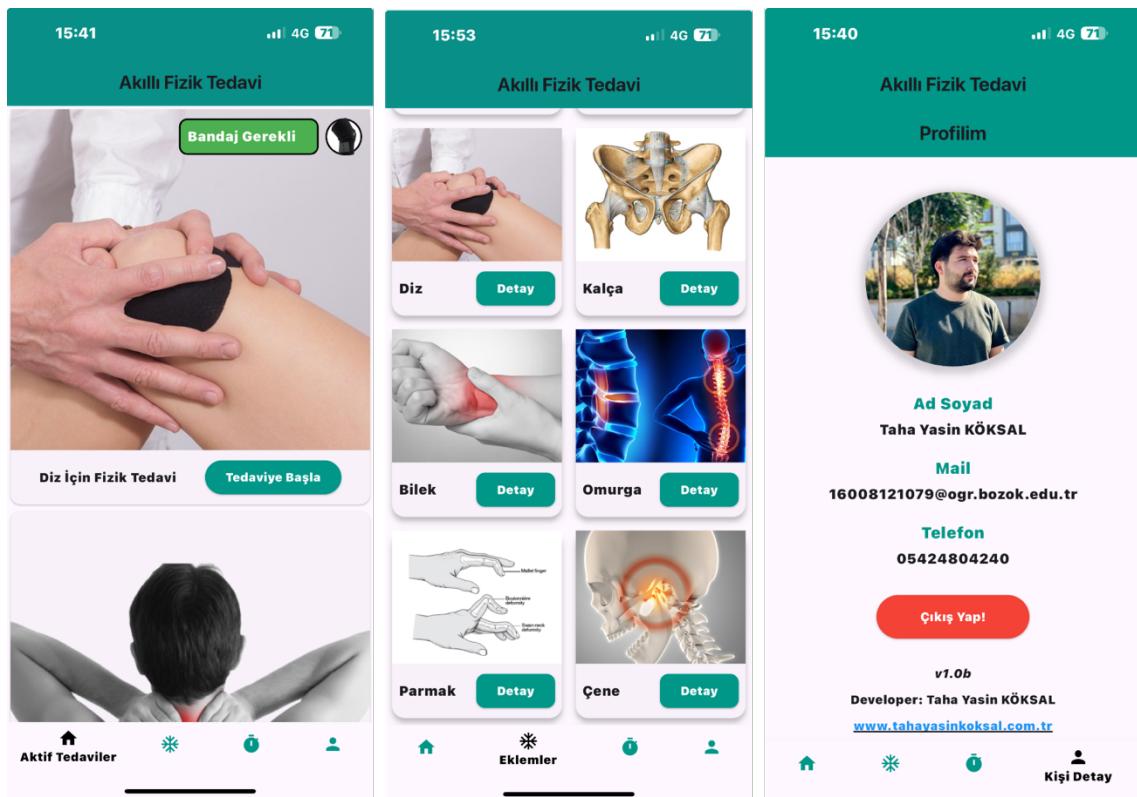
- **NodeMCU ESP8266:** Akıllı bandajın merkezi kontrol ünitesi.
- **PCB Tasarım Programları:** Baskı devre kartının tasarımında kullanılan yazılımlar.

3.7.4 Uygulama Ekran Görüntüleri

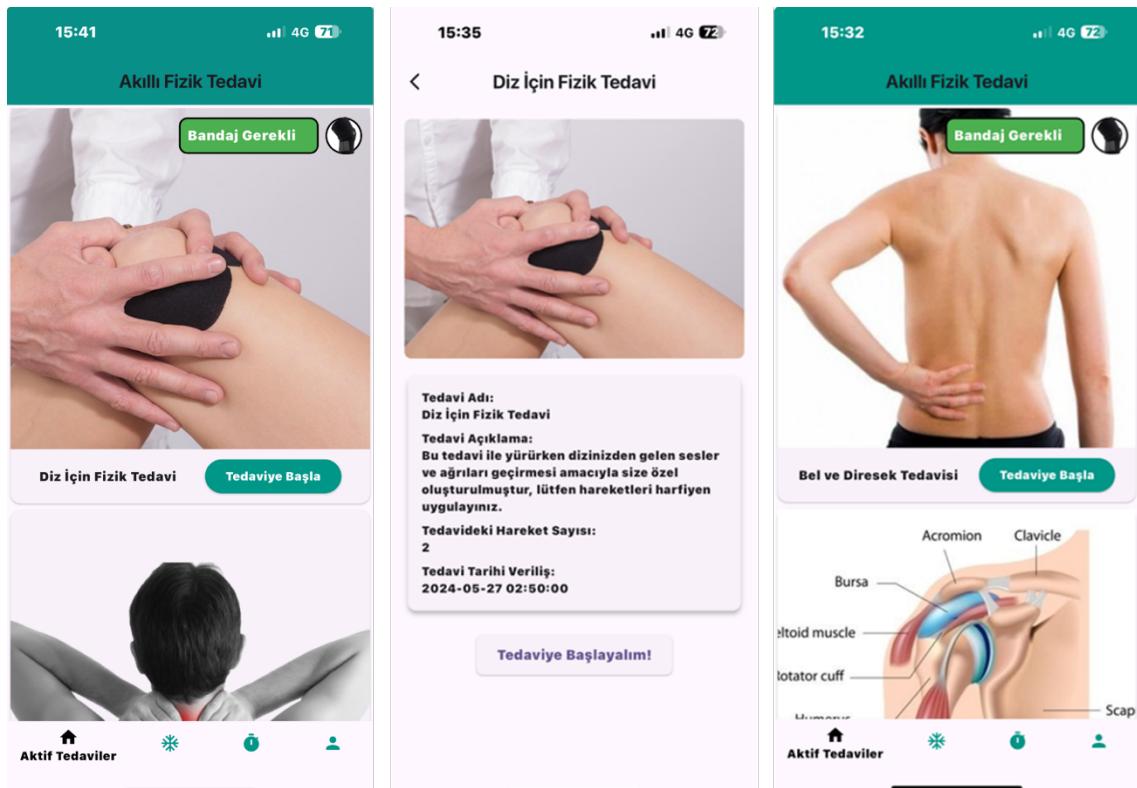
Mobil uygulamanın ve web arayüzünün bazı ekran görüntüleri aşağıda sunulmuştur:

Mobil Uygulama Ekran Görüntüleri:

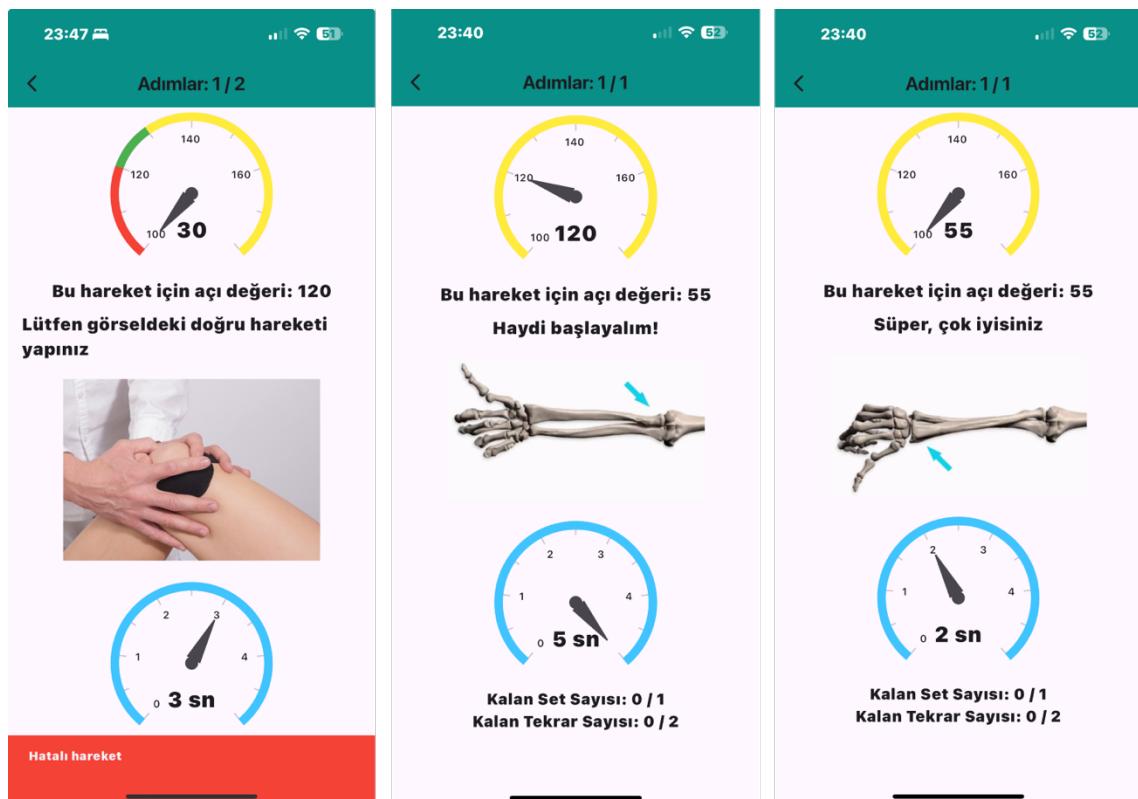
1. **Ana Ekran:** Kullanıcı giriş yaptıktan sonra karşılaştığı ekran.
2. **Tedavi Seçim Ekranı:** Hastanın kendisine tanımlanan tedavi programını seçebileceğii ekran.
3. **Tedavi Süreci Ekranı:** Hastanın tedavi sırasında hareketlerini takip eden ve rehberlik sağlayan ekran.
4. **Eklemler Bilgi Ekranı:** Eklemler ile alakalı genel bilgilendirmelerin bulunduğu ekrandır.



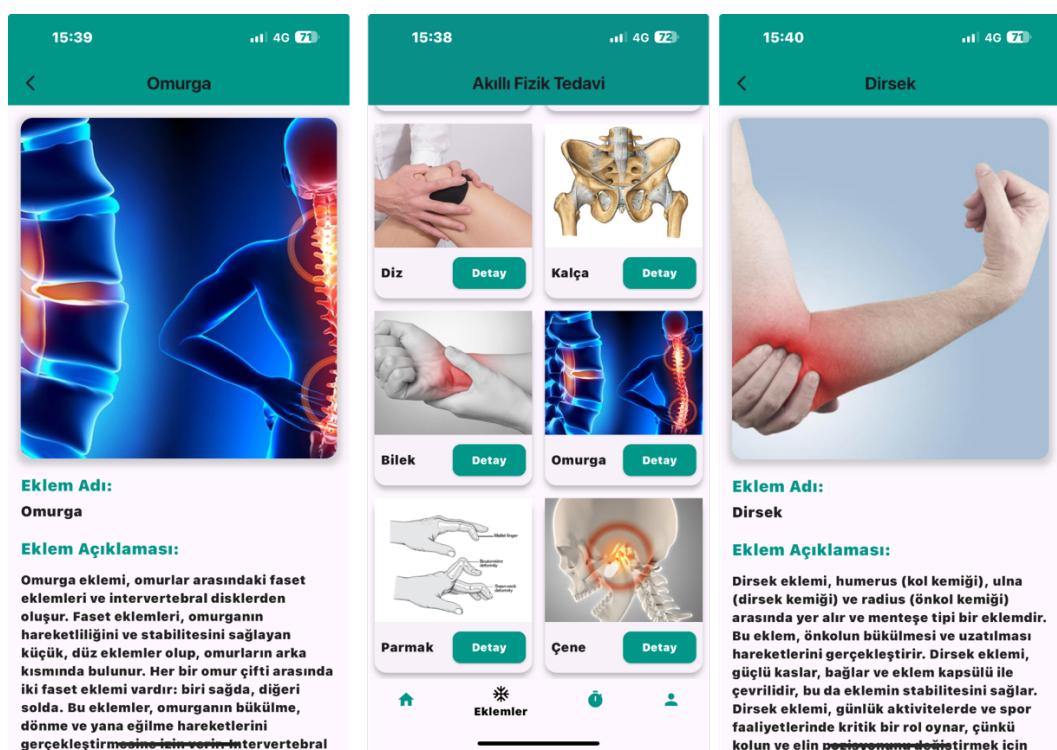
Şekil 22. Mobil Uygulamanın Ana Ekranı



Şekil 23. Mobil Uygulamanın Tedavi Seçim Ekranı



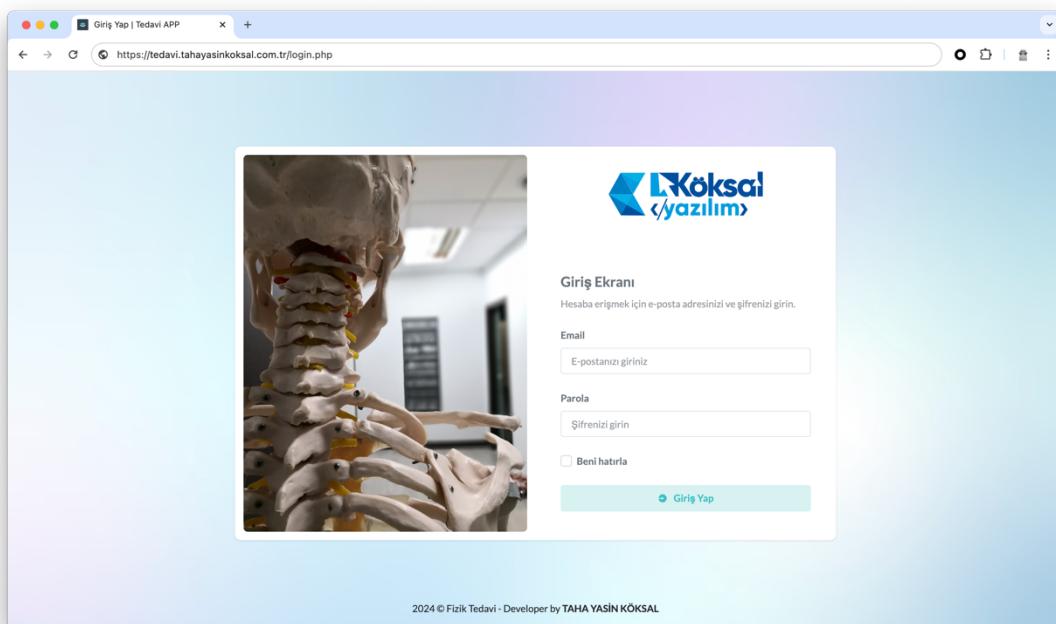
Şekil 24. Mobil Uygulamanın Tedavi Süreci Ekranı



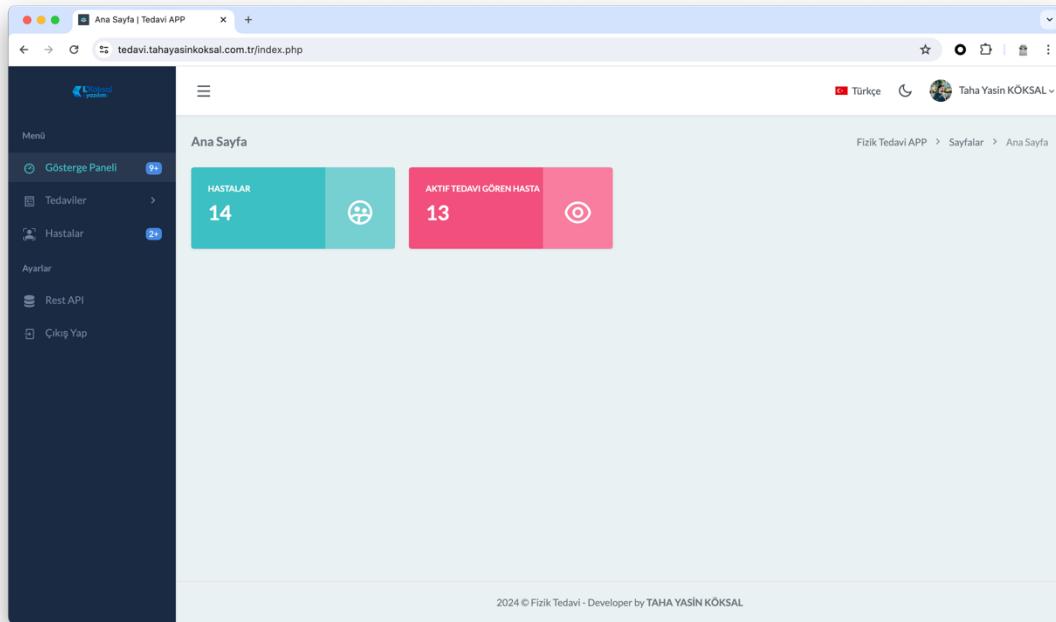
Şekil 25. Eklemler Hakkında Bilgi Alınan Ekran

Web Arayüzü Ekran Görüntüleri:

1. **Doktor Giriş Ekranı:** Doktorun sisteme giriş yaptığı ekran.
2. **Ana Sayfa Ekranı:** Sisteme giriş yapıldığında açılan ilk ekran.
3. **Hasta Takip Ekranı:** Doktorun hastaların tedavi süreçlerini takip ettiği ekran.
4. **Hasta Portföy Yazdırma Ekranı:** Hastanın şimdije kadar aldığı tedavileri ve daha önceden tamamlanan tedavileri inceleyip yazdırma ekranı.
5. **Hareket Ekranı:** Hastalara verilecek olan hareketlerin tanımlandığı, düzenlendiği ve silindiği ekran.
6. **Eklem Ekranı:** Hastalara eklemler hakkında genel bilgi veren ekran.



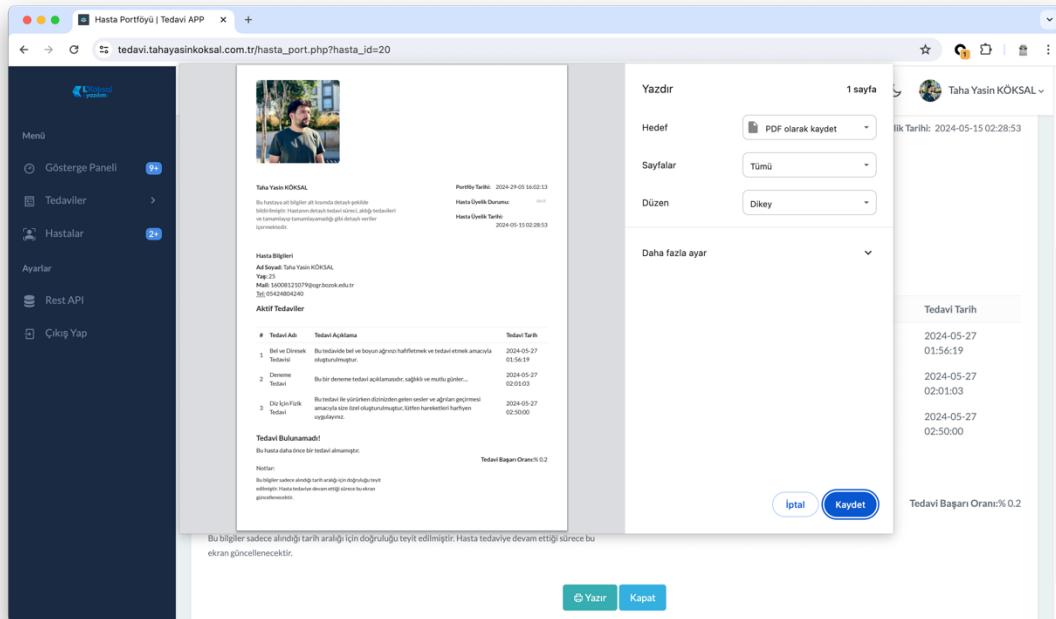
Şekil 26. Web Arayüzünün Doktor Giriş Ekranı



Şekil 27. Web Ana Sayfa Ekranı

No	Ad Soyad	Tel.	Yaş	Profil Foto.	Hasta Portföyü	Son Görülme	Hesap Tarihi	İşlem
11	Taha Yasin KÖKSAL	05424804240	25		Görüntüle	2024-29-05 15:35:32	2024-05-15 02:28:53	Tedavi Ekle / Çıkar
12	Mehmet Demircan		29		Görüntüle	2024-16-05 04:13:44	2024-05-16 04:13:33	Tedavi Ekle / Çıkar
13	Türkan YANIK		27		Görüntüle	2024-21-05 16:13:35	2024-05-21 16:02:37	Tedavi Ekle / Çıkar
14	Samet Ateş	1	20		Görüntüle	2024-23-05 16:03:40	2024-05-23 15:58:17	Tedavi Ekle / Çıkar

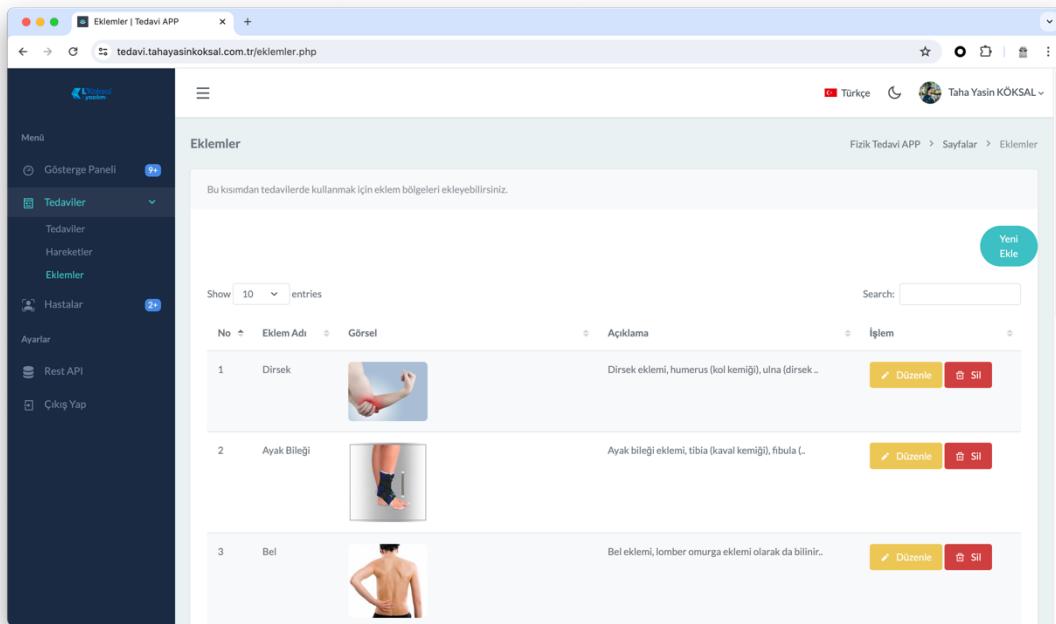
Şekil 28. Web Arayüzünün Hasta Takip Ekranı



Şekil 29. Web Arayüzünün Hasta Portföy Yazdırma Ekranı

No	Ad	Görsel	Set/Tekrar Sayısı	Ekleme	Açıklama	Bandajda Kullanılma	İşlem
1	Biceps Curl (Dirsek)		3/10	Dirsek	Ayakta dururken veya bir sandalyeye otururken, her..	<input checked="" type="checkbox"/> Evet	
2	Ankle Circles (Ayak Bileği)		2/10	Ayak Bileği	Bir sandalyede otururken veya sırtüstü uzanırken, ..	<input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
3	Pelvic Tilt (Bel)		3/15	Bel	Sirtüstü yatar pozisyonunda, dizler büükülür ve ayak..	<input checked="" type="checkbox"/> Evet	
4	Shoulder Flexion (Omuz)		3/12	Omuz	Ayakta dururken, hafif ağırlıklar (dambıl) ile kol..	<input checked="" type="checkbox"/> Evet	
5	Neck Stretch (Boyun)		2/5	Boyun	Dik oturun veya ayakta durun. Başınızı yavaşça sağ..	<input checked="" type="checkbox"/> Hayır	
6	Quad Stretch (Diz)		2/5	Diz	Ayakta dururken, bir elinizle bir sandalye veya du..	<input checked="" type="checkbox"/> Evet	

Şekil 30. Web Arayüzünün Hareket Ekranı



Şekil 31. Web Arayüzünün Eklem Ekranı

3.7.5 Uygulamanın İşlevselliği

Mobil uygulama ve web arayüzü, kullanıcıların tedavi süreçlerini daha etkin bir şekilde yönetmelerine olanak tanır. Mobil uygulama, hastaların doğru fizik tedavi hareketlerini yapmalarına yardımcı olurken, web arayüzü doktorların hastaların ilerlemesini uzaktan takip etmelerini sağlar. Bu sistem, yürüme engelli bireylerin fizik tedavi süreçlerini evlerinde sürdürmelerine ve daha bağımsız bir yaşam sürdürmelerine yardımcı olmaktadır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, gerçekleştirilen çalışmanın neticesinde elde edilen bulguların literatüre uygunluğu, kıyaslaması ve eleştirişi yapılacaktır.

Elde Edilen Sonuçların Literatüre Uygunluğu

Proje kapsamında geliştirilen akıllı bandaj ve ilgili mobil uygulama, yürüme engelli bireylerin fizik tedavi süreçlerini ev ortamında daha etkili bir şekilde gerçekleştirmelerine olanak tanımaktadır. Literatürde, yapay zeka ve uzaktan izleme teknolojilerinin fizik tedavi süreçlerindeki etkinliğini artırdığını dair birçok çalışma bulunmaktadır. Örneğin, yapay zeka destekli sistemlerin rehabilitasyon süreçlerinde kullanılması, hastaların doğru egzersiz hareketlerini yapmalarını sağlamakta ve tedavi süreçlerini optimize etmektedir [12].

Bu çalışmanın bulguları, mevcut literatürle uyumludur. Akıllı bandajın sağladığı geribildirim mekanizması, hastaların doğru hareketleri yapmasını sağlamış ve bu da tedavi sürecinin etkinliğini artırılmıştır. Ayrıca, mobil uygulama ve web arayüzü aracılığıyla doktorların hastaları uzaktan izleyebilmesi, tedavi süreçlerinin daha yakından takip edilmesine olanak tanımıştır. Bu bulgular, uzaktan izleme teknolojilerinin rehabilitasyon süreçlerindeki önemini vurgulayan literatürle de örtüşmektedir [13].

Kıyaslama ve Eleştiri

Projede elde edilen bulgular, literatürdeki benzer çalışmalarla kıyaslandığında, bazı avantajlar ve dezavantajlar ortaya çıkmaktadır. Örneğin, bu projede kullanılan akıllı bandaj ve mobil uygulama, hastalara anlık geribildirim sağlama konusunda oldukça etkilidir. Ancak, diğer çalışmalararda kullanılan bazı daha gelişmiş sensör teknolojileri ve daha kapsamlı veri analitiği yöntemleri, bu projenin geliştirilmesi gereken yönleri arasında değerlendirilebilir [14].

Ayrıca, bu proje kapsamında kullanılan sensörlerin hassasiyeti ve doğruluğu, literatürde belirtilen bazı daha gelişmiş sistemlere kıyasla sınırlı kalmaktadır. Bununla birlikte, proje kapsamında gerçekleştirilen kullanıcı testleri ve geri bildirimler, sistemin genel

olarak kullanıcı dostu ve etkili olduğunu göstermektedir. Ancak, daha geniş bir kullanıcı kitlesi ile yapılacak kapsamlı testler, sistemin genellenebilirliğini ve farklı kullanıcı gruplarındaki etkinliğini daha iyi değerlendirmeye olanak tanıyacaktır.

Eleştiriler ve Geliştirme Önerileri

Proje kapsamında elde edilen sonuçlar, genel olarak olumlu olmakla birlikte, bazı iyileştirme alanları da mevcuttur. İlk olarak, kullanılan sensörlerin hassasiyetinin artırılması, daha doğru ve güvenilir veri elde edilmesine olanak tanıyacaktır. Ayrıca, yapay zeka algoritmalarının daha gelişmiş veri analitiği yöntemleriyle desteklenmesi, tedavi süreçlerinin daha etkin bir şekilde optimize edilmesine katkıda bulunabilir.

İkinci olarak, kullanıcı geri bildirimleri doğrultusunda mobil uygulamanın kullanıcı arayüzünün daha da iyileştirilmesi, kullanıcı deneyimini artırabilir. Özellikle yaşlı kullanıcılar ve teknolojiyi kullanma konusunda deneyimsiz bireyler için daha erişilebilir ve anlaşılır bir arayüz tasarımlı, sistemin etkinliğini artıracaktır [15].

Sonuç olarak, bu çalışma, yürüme engelli bireylerin fizik tedavi süreçlerinde yapay zeka ve uzaktan izleme teknolojilerinin entegrasyonunun etkinliğini göstermiştir. Ancak, literatürdeki daha gelişmiş sistemlerle kıyaslandığında, bazı iyileştirme alanları da mevcuttur. Bu bulgular, gelecekteki çalışmalarında dikkate alınarak, sistemin daha da geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması hedeflenmelidir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu bölümde, tez çalışmasından elde edilen genel sonuçlar, literatüre uygunluğu, kıyaslaması ve eleştirisi yapılacaktır. Ayrıca, konu ile ilgili çalışma yapacak kişilere ve uygulayıcılara yönelik öneriler sunulacaktır.

Genel Sonuçlar

Bu tez çalışmasında geliştirilen akıllı bandaj, mobil uygulama ve web arayüzü kombinasyonu, fizik tedavi süreçlerinin evde gerçekleştirilmesine yönelik yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Proje kapsamında elde edilen bulgular, akıllı bandajın hastaların doğru hareketleri yapmalarını sağladığını ve tedavi sürecini etkin bir şekilde desteklediğini göstermektedir. Mobil uygulama, hastaların tedavi sürecini görsel olarak takip etmelerini sağlarken, web arayüzü doktorların hastalarını uzaktan izleyebilmesine olanak tanımıştir.

Literatüre Uygunluk ve Kıyaslama

Elde edilen sonuçlar, literatürde yapay zeka ve uzaktan izleme teknolojilerinin fizik tedavi süreçlerinde etkinliğini vurgulayan çalışmalarla uyumludur [16]. Akıllı bandajın sağladığı anlık geribildirim mekanizması, hastaların doğru hareketleri yapmalarını sağlayarak tedavi sürecinin etkinliğini artırmıştır. Ancak, bu çalışmada kullanılan sensör teknolojileri ve veri analitiği yöntemleri, daha gelişmiş sistemlerle kıyaslandığında bazı sınırlamalara sahiptir [14].

Eleştiriler ve Geliştirme Önerileri

Bu çalışmanın sonuçları olumlu olmakla birlikte, bazı iyileştirme alanları da mevcuttur.

1. **Sensör Hassasiyeti ve Doğruluğu:** Kullanılan sensörlerin hassasiyetinin artırılması, daha doğru ve güvenilir veri elde edilmesine olanak tanıyacaktır. Gelecekte yapılacak çalışmalararda, daha gelişmiş sensör teknolojilerinin entegrasyonu, tedavi sürecinin daha da optimize edilmesini sağlayacaktır.
2. **Veri Analitiği Yöntemleri:** Yapay zeka algoritmalarının daha gelişmiş veri analitiği yöntemleriyle desteklenmesi, tedavi süreçlerinin daha etkin bir şekilde

optimize edilmesine katkıda bulunabilir. Özellikle makine öğrenmesi ve derin öğrenme tekniklerinin kullanılması, hastaların tedavi süreçlerini daha yakından takip etmeye yardımcı olabilir.

3. **Kullanıcı Arayüzü Tasarımı:** Kullanıcı geri bildirimleri doğrultusunda mobil uygulamanın kullanıcı arayüzünün daha da iyileştirilmesi, kullanıcı deneyimini artırabilir. Özellikle yaşlı kullanıcılar ve teknolojiyi kullanma konusunda deneyimsiz bireyler için daha erişilebilir ve anlaşılır bir arayüz tasarımlı, sistemin etkinliğini artıracaktır [17].

Öneriler

Konu ile ilgili çalışma yapacak kişilere ve uygulayıcılara yönelik bazı öneriler şu şekildedir:

1. **Gelişmiş Sensörlerin Kullanımı:** Gelecek çalışmalarında, daha hassas ve doğru veri sağlayan gelişmiş sensörlerin kullanılması önerilmektedir. Bu, hastaların tedavi süreçlerinin daha yakından ve doğru bir şekilde izlenmesini sağlayacaktır.
2. **Yapay Zeka ve Makine Öğrenmesi:** Tedavi süreçlerinin optimize edilmesi ve hastaların bireysel ihtiyaçlarına göre uyarlanması için yapay zeka ve makine öğrenmesi tekniklerinin daha etkin bir şekilde kullanılması önerilmektedir.
3. **Kullanıcı Eğitimi:** Kullanıcıların teknolojiyi etkin bir şekilde kullanabilmeleri için eğitim programlarının geliştirilmesi önemlidir. Özellikle yaşlı kullanıcılar ve teknolojiyi kullanma konusunda deneyimsiz bireyler için rehberlik ve destek sağlanmalıdır.
4. **Kullanıcı Geri Bildirimlerinin Toplanması:** Sistemlerin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için kullanıcı geri bildirimlerinin düzenli olarak toplanması ve analiz edilmesi önerilmektedir. Bu, kullanıcı deneyimini artıracak ve sistemin genel etkinliğini artıracaktır.

Sonuç olarak, bu tez çalışması, fizik tedavi süreçlerinde yapay zeka ve uzaktan izleme teknolojilerinin etkinliğini göstermiştir. Gelecekteki çalışmalar, bu sistemlerin daha da geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması üzerine odaklanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- [1] ÖREN, Ekin Dila TOPALOĞLU, Feyza DERELİ, and Hatice YILDIRIM SARI. "Engelli bireylerin sağlık hizmetine ve bakıma erişimi ile ilgili yaşadıkları sorunlar." İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi 6.3 (2021): 185-192.
- [2] Rodriguez-Pereira, Jessica, et al. "Health care needs and services for elder and disabled population: findings from a Barcelona study." International Journal of Environmental Research and Public Health 17.21 (2020): 8071.
- [3] Michelson, Matthew, et al. "Artificial intelligence for rapid meta-analysis: case study on ocular toxicity of hydroxychloroquine." Journal of Medical Internet Research 22.8 (2020): e20007.
- [4] Küçükali, Hüseyin. "Halk Sağlığında Yapay Zekâ." Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi 58 (2021): 92-95.
- [5] Özden, Fatih, Ahmet Furkan Arık, and Nazan Tuğay. "Ortopedik fizyoterapi alanında güncel telerehabilitasyon yaklaşımı." (2020).
- [6] Süzen, Ahmet Ali, and Kubilay Taşdelen. "KİNECT TEKNOLOJİSİ KULLANILARAK ENGELLİLER İÇİN EV OTOMASYONU." Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi 5.2 (2013): 122-131.
- [7] DEMİR, Sibel ÖZBUDAK. "Omurilik Yaralanmalı Hastalarda Robot Yardımlı Yürüme Eğitimi." Turkish Journal of Physical Medicine & Rehabilitation/Turkiye Fiziksel Tip ve Rehabilitasyon Dergisi 61 (2015).
- [8] Karabacak, Cesur, Sevgi Zübeyde Gürbüz, and Ali Cafer Gürbüz. "Radar simulation of human micro-Doppler signature from video motion capture data." 2013 21st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). IEEE, 2013.

- [9] Soygüden, Aydoğan, and Emrah Cerit. "Yaşlılar İçin Egzersiz Uygulamalarının Önemi." Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 8.1 (2015): 197-224.
- [10] Özata, Musa, and Salih Karip. "Engelli bireylerin sağlık hizmetleri kullanımında yaşadıkları sorunlar: Konya örneği." Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi 20.4 (2017): 397-407.
- [11] Karan, Öznur, Mitat Koz, and Gülfem Ersöz. "İstanbul ilindeki huzurevlerinde kalan 65 yaş ve üstündeki bireylerin fiziksel aktivite alışkanlıklarının incelenmesi." Türk Geriatri Dergisi 7.3 (2004): 143-147.
- [12] Mennella, Ciro, et al. "The role of artificial intelligence in future rehabilitation services: a systematic literature review." IEEE Access 11 (2023): 11024-11043.
- [13] Jleli, Mohamed, Bessem Samet, and Ashit Kumar Dutta. "Artificial Intelligence-driven Remote Monitoring Model for Physical Rehabilitation." Journal of Disability Research 3.1 (2024): 20230065.
- [14] Patel, Shyamal, et al. "A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation." Journal of neuroengineering and rehabilitation 9 (2012): 1-17.
- [15] Gregor, Peter, Alan F. Newell, and Mary Zajicek. "Designing for dynamic diversity: interfaces for older people." Proceedings of the fifth international ACM conference on Assistive technologies. 2002.
- [16] Kurti, Allison N., et al. "A review of the literature on remote monitoring technology in incentive-based interventions for health-related behavior change." Translational issues in psychological science 2.2 (2016): 128.
- [17] Czaja, Sara J., and Chin Chin Lee. "The impact of aging on access to technology." Universal access in the information society 5 (2007): 341-349.

- [18] Yavuzer, Güneş. "Yürüme analizi ve temel kavramlar." Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi, İstanbul 13 (2014): 304-308.
- [19] Diaz, Inaki, Jorge Juan Gil, and Emilio Sánchez. "Lower-limb robotic rehabilitation: literature review and challenges." Journal of Robotics 2011 (2011): 1-11.
- [20] Harrison JA, Thomson R, Banda HT, Mbera GB, Gregorius S, Stenberg B, et al. Access to health care for people with disabilities in rural Malawi: what are the barriers?. BMC Public Health, 2020; 1-17.
- [21] Özata M, Karip S. Engelli bireylerin sağlık hizmetleri kullanımında yaşadıkları sorunlar: Konya örneği. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 2017; 20(4), 397-}407.
- [22] Ordway A, Garbaccio C, Richardson M, Matrone K, Johnson KL. Health care access and the Americans with Disabilities Act: A mixed methods study. Disability and health journal. 2021; 14(1), 100967.
- [23] Çağlar S. Engellilerin Erişebilirlik Hakkı ve Türkiye'de Erişebilirlikleri. Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi. 2012; 61(2), 541-598.
- [24] SUBAŞIOĞLU, Fatoş. "Engellilerin Internet'e Erişimi Üzerine." Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 40.3-4 (2000): 203-216.

7. ÖZGEÇMİŞ

Taha Yasin KÖKSAL

KİŞİSEL BİLGİLER

-Uyruğu Türkiye Cumhuriyeti
-Diller Türkçe (Anadil), İngilizce (Üst-Orta Düzey B2)

İLETİŞİM BİLGİLERİ

-Adres Kervansaray mahallesi 1974. Sokak Köksal apartmanı 5/4
 Kırşehir/Merkez
Telefon +90542 480 4240
-E-Mail koksazilimm@gmail.com
Github-Linkedin-Web @tahayasinkoksal

EĞİTİM BİLGİLERİ

2021 – 2024 **Bilgisayar Mühendisliği**
Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi / Yozgat /
TÜRKİYE
2018 – 2020 **Bilgisayar Programcılığı**
Ahi Evran Üniversitesi Teknik Bilimler MYO / Kırşehir / TÜRKİYE
• 3,55 / 4 ortalama ile bölüm birincisi mezun oldum.
2014 – 2018 **Lise Diploması**
Kırşehir Hayriye Kimçak Anadolu Lisesi

STAJ & BİREYSEL ÇALIŞMA GEÇMİŞİ

2022 – 2023 **Teknofest 2022 - Robotaksi Yarışması - BeeM Takımı**
• Sürücüsüz araç yazılımı geliştirdim.
• Yapay zeka eğitimi yapıp gerçek zamanlı çalışıldım.
2019 – 2020 **Bilgi İşlem Daire Başkanlığı Stajyeri**
Ahi Evran Üniversitesi
• Üniversitede bilgi işlem daire başkanlığında bilgisayar bakım-onarımı,
yazılım geliştirme, ağ güvenliği, bulut sunucular ve bakımı konusunda
çalıştım.
2018 – 2021 **Bilgisayar Programcısı**
Bireysel Çalışma Alanları
• ENFA Emlak Şirketi’nde sıfırdan CMS, mobil ve web yazılımı
geliştirdim.