



**T.C.  
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON  
ANABİLİM DALI**

**YAPAY ZEKA BÜYÜK DİL MODELLERİNİN DİZ  
OSTEOARTRİTİ FİZYOTERAPİ VE  
REHABİLİTASYONUNDAKİ  
KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**Ömer Alperen GÜRSES**

**DOKTORA TEZİ**

**KIRŞEHİR / 2025**



T.C.  
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON  
ANABİLİM DALI

**YAPAY ZEKA BÜYÜK DİL MODELLERİNİN DİZ  
OSTEOARTRİTİ FİZYOTERAPİ VE  
REHABİLİTASYONUNDAKİ  
KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**Ömer Alperen GÜRSES**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Anıl ÖZÜDOĞRU**

**II. DANIŞMAN**

**Dr. Öğr. Üyesi Caner KARARTI**

**KIRŞEHİR-ŞUBAT / 2025**

## KABUL VE ONAY

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Doktora Programı 211210005 numaralı öğrencimiz Ömer Alperen GÜRSES tarafından hazırlanan “Yapay Zeka Büyük Dil Modellerinin Diz Osteoartriti Fizyoterapi ve Rehabilitasyonundaki Kullanılabilirliğinin İncelenmesi” adlı tez çalışması, 24.02.2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından oy birliği ile Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

### Tez Jürisi

Doç. Dr. Yasemin KARAASLAN  
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Fakültesi  
(Başkan)

Doç. Dr. Anıl ÖZÜDOĞRU  
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi  
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu  
(I. Danışman-Üye)

Doç. Dr. İsmail ÖZSOY  
Selçuk Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Fakültesi  
(Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Yetiş  
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi  
Tıp Fakültesi  
(Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed İhsan KODAK  
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi  
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon  
Yüksekokulu  
(Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Caner KARARTI  
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi  
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon  
Yüksekokulu  
(Üye)

## **ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranıő ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm. Çalışmadaki tüm masraflar bu doktora tezinin sahibi ve danışmanlar tarafından karşılanmıştır.

Ömer Alperen GÜRSES

## ÖNSÖZ

Doktora eğitimim boyunca ve tez çalışmam süresince her türlü desteklerini esirgemeyen değerli danışmanım kıymetli hocam sayın Doç. Dr. Anıl ÖZÜDOĞRU'ya, doktora sürecimde farklı bakış açısıyla verdiği desteklerden ötürü ikinci danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Caner KARARTI'ya, doktora eğitimim boyunca bana destek olan Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'nun tüm personellerine ve her zaman yanımda olan ve desteğini her zaman hissettiğim değerli eşime ve aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Şubat, 2025

Ömer Alperen GÜRSES

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ .....	viii
TABLO LİSTESİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xii
SUMMARY.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2. 1. Diz Eklemi Anatomisi.....	3
2.1.1. Kemik Yapılar.....	3
2.1.2.Kıkırdak Doku.....	3
2.1.3. Yumuşak Dokular.....	4
2.1.3.1. Bağlar.....	4
2.1.3.2. Kaslar.....	5
2.1.3.3. Bursalar.....	6
2.2. Diz Eklemi Biyomekaniği.....	6
2.3. Osteoartrit.....	7
2.3.1.Osteoartrit Tanımlaması.....	7
2.3.2. Patofizyoloji .....	7
2.3.3. Diz Osteoartriti.....	8

2.3.3.1. Patofizyolojisi.....	8
2.3.3.2. Risk Faktörleri.....	9
2.3.3.3. Tanı Kriterleri.....	10
2.3.3.4. Klinik Bulgular .....	12
2.4. Yapay Zeka Büyük Dil Modelleri.....	12
2.4.1. Yapay Zeka Büyük Dil Modelleri ChatGPT ve Gemini.....	17
2.4.2. Yapay Zeka Büyük Dil Modelleri ve Sağlık Hizmetleri.....	19
2.4.3. ChatGPT, Gemini ve Fizyoterapi ve Rehabilitasyon.....	20
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>22</b>
3.1. Araştırmanın Tipi, Yeri ve Zamanı.....	22
3.2. Örneklem Büyüklüğü.....	22
3.3. Bireyler.....	22
3.4. Değerlendirme Yöntemleri.....	23
3.4.1. Ağrı Değerlendirmesi.....	23
3.4.2. Ağrı Felaketleştirme Ölçeği .....	24
3.4.3. Kas Kuvveti Değerlendirmesi .....	24
3.4.4. Eklem Hareket Açıklığının Değerlendirilmesi .....	24
3.4.5. Fonksiyonel Durum Değerlendirilmesi .....	25
3.4.6. Fiziksel Performans Değerlendirmesi .....	26
3.4.7. Dengenin Değerlendirilmesi.....	27
3.4.8. Düşme Korkusunun Değerlendirilmesi .....	28
3.3. Çalışma Prosedürü.....	29
3.4. İstatistiksel Analiz.....	31

<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>32</b>
4.1. Demografik bilgiler ve Klinik Özellikleri .....	32
4.2. Faz 1'in FÖP ile ChatGPT4o-Gemini Advanced Karşılaştırması.....	35
4.3. Faz 2 'nin FÖP ile ChatGPT4o-Gemini Advanced Karşılaştırması.....	37
4.4. Faz 3'ün FÖP ile ChatGPT4o-Gemini Advanced Karşılaştırması.....	38
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>40</b>
5.1. Tedavi Önerisi.....	40
5.2. Fizyoterapistlerin Önerdiği Program ile Uyumluluk.....	42
5.3. Klinisyen Desteği.....	43
5.4. Limitasyonlar .....	45
5.5. Sonuçlar ve Öneriler.....	45
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>47</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>58</b>

## **SEKİL LİSTESİ**

<b>Şekil 2.1:</b> Sağlıklı ve osteoartritli diz eklemi.....	7
<b>Şekil 2.2:</b> Diz osteoartriti Kellgren-Lawrence radyolojik sınıflandırması.....	12
<b>Şekil 2.3:</b> Dil modellerinin teknik gelişim aşamaları.....	15
<b>Şekil 3.1:</b> Kas kuvvetinin değerlendirilmesi.....	24
<b>Şekil 3.2:</b> Eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi.....	25
<b>Şekil 3.3:</b> Fiziksel Performans Testleri.....	26
<b>Şekil 3.4:</b> Dört adım kare testi ve tek ayak üzerinde durma testi.....	28
<b>Şekil 3.5:</b> Akış diagramı.....	30
<b>Şekil 4.1:</b> Faz 1 parametre öneri yüzdelerinin ortalama değerleri.....	34
<b>Şekil 4.2:</b> Faz 2 parametre öneri yüzdelerinin ortalama değerleri.....	36
<b>Şekil 4.3:</b> Faz 3 parametre öneri yüzdelerinin ortalama değerleri.....	39

## **TABLO LİSTESİ**

<b>Tablo 2.1:</b> Amerikan Romatoloji Derneği'nin OA'de Tanı Kriterleri.....	11
<b>Tablo 2.2:</b> Kellgren-Lawrence Radyolojik Kriterleri.....	11
<b>Tablo 2.3:</b> Biyolojik ve Yapay Sinir Sistemi Karşılaştırması.....	16
<b>Tablo 2.4:</b> ChatGPT ve Gemini Arasındaki Farklar.....	18
<b>Tablo 4.1:</b> Demografik bilgiler ve Klinik Özellikleri.....	32
<b>Tablo 4.2:</b> Klinik Test Sonuçlarına Göre Hasta Verilerinin İstatistiksel Özetleri.....	33
<b>Tablo 4.3:</b> Faz 1'in FÖP ile ChatGPT4o-Gemini Advanced Karşılaştırması.....	35
<b>Tablo 4.4:</b> Faz 2'nin FÖP ile ChatGPT4o-Gemini Advanced Karşılaştırması.....	37
<b>Tablo 4.5:</b> Faz 3'ün FÖP ile ChatGPT4o-Gemini Advanced Karşılaştırması.....	38

## **SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ**

>	:	Büyüktür
kg	:	Kilogram
n	:	Kişi sayısı
<	:	Küçüktür
m	:	Metre
N	:	Newton
X	:	Ortalama
sn	:	Saniye
cm	:	Santimetre
SS	:	Standart sapma
y	:	Yıl
%	:	Yüzde
AAOS	:	Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi
AÇB	:	Arka Çapraz Bağ
BDM	:	Büyük Dil Modeli
FÖP	:	Fizyoterapistlerin Önerdiği Program
GYA	:	Günlük Yaşam Aktiviteleri
KKZ	:	Kapalı Kinetik Zincir
LKL	:	Lateral Kollateral Ligament
LSTM	:	Long Short-Term Memory
MKL	:	Medial Kollateral Ligament

NAS	:	Numaralandırılmış Ağrı Skalası
NMES	:	Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu
OA	:	Osteoartrit
ÖÇB	:	Ön Çapraz Bağ
PLM	:	Pre-trained Language Model
RNN	:	Recurrent Neural Network
SF-12	:	Short Form 12
TUG	:	Timed Up and Go Test
UDES	:	Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası
WOMAC	:	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

# ÖZET

## DOKTORA TEZİ

### YAPAY ZEKA BÜYÜK DİL MODELLERİNİN DİZ OSTEOARTRİTİ FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYONUNDAKİ KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Ömer Alperen GÜRSES

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Anıl ÖZÜDOĞRU

II. Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Caner KARARTI

Bu çalışma, yapay zeka büyük dil modellerinin (BDM) diz osteoartriti fizyoterapi ve rehabilitasyonundaki potansiyel kullanılabilirliğini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmaya kırk diz osteoartriti hastası dahil edildi. Bu çalışma, üç deneyimli fizyoterapist tarafından geliştirilen diz OA fizyoterapi programlarını ve BDM'ler ChatGPT-4o ve Gemini Advanced tarafından oluşturulan programları karşılaştırdı. Kırk hasta OARSI tarafından önerilen kriterler kullanılarak değerlendirildi. Rehabilitasyon programları, fizyoterapistler arasındaki işbirliği yoluyla geliştirilen fizyoterapistlerin önerdiği program (FÖP) ve her BDM tarafından oluşturulan bireyselleştirilmiş programlar ile bu verilere dayanarak tasarlandı. Bu programların etkililiği, programlar arasındaki uyumu inceleyerek ve istatistiksel önemi  $p < 0,05$ 'te belirlemek için ki-kare testleri kullanılarak değerlendirildi. ChatGPT-4o ve Gemini Advanced, Faz 1'de FÖP'ten daha sık ultrason önerdi ( $p < 0,001$ ), FÖP ise kalça mobilizasyon egzersizlerini ( $p < 0,001$ ), kalça abduksiyonunu ve hamstring curl'ü ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,05$ ) vurguladı. Faz 2, FÖP'ün TENS ve kalça stabilizasyon egzersizlerini ChatGPT-4o ve Gemini Advanced'a tercih ettiğini vurguladı ( $p < 0,001$ ). Faz 3'te, ChatGPT-4o NMES ve

RUS akımlarını önemli ölçüde daha fazla önerdi ( $p<0,001$ ), dinamik denge egzersizleri ise FÖP ile uyumluydu ancak Gemini Advanced'da daha düşüktü ( $p<0,001$ ). ChatGPT-4o, 50 parametrenin 13'ünde FÖP ile tutarsızlıklar gösterdi ve %74'lük bir uyum oranına ulaştı. Bunun aksine, Gemini Advanced %70'lik bir uyum oranına karşılık gelen 15 parametrede tutarsızlıklar gösterdi. Her parametre için önerilerin ortalama yüzdeleri şu şekilde hesaplandı: 1. Aşamada, öneriler FÖP için %82,5, ChatGPT-4o için %75 ve Gemini Advanced için %76,11; 2. Aşamada, FÖP için %90,66, ChatGPT-4o için %72,24 ve Gemini Advanced için %62,5; ve 3. Aşamada, FÖP için %82,15, ChatGPT-4o için %84,42 ve Gemini Advanced için %68,08 idi. Bu çalışma, ChatGPT-4o ve Gemini Advanced'in klinisyenlerin hastaya özgü diz OA rehabilitasyon programları oluşturmalarına yardımcı olma potansiyelini vurgularken, tam klinik entegrasyon için kılavuzlara uyumun ve veri doğruluğunun iyileştirilmesi ihtiyacını vurgulamaktadır.

Şubat 2025, 84 sayfa.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay zeka, büyük dil modelleri, fizyoterapi, rehabilitasyon programı, diz osteoartriti

## **SUMMARY**

### **Ph. D. THESIS**

#### **INVESTIGATION OF THE USABILITY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE LARGE LANGUAGE MODELS IN PHYSIOTHERAPY AND REHABILITATION OF KNEE OSTEOARTHRITIS**

**Ömer Alperen GÜRSES**

**Kırşehir Ahi Evran University**

**Institute of Health Sciences**

**Department of Physiotherapy and Rehabilitation**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Anıl ÖZÜDOĞRU**

**Second Supervisor: Asst. Prof. Caner KARARTI**

This study aims to examine the potential usability of artificial intelligence large language models (LLMs) in knee osteoarthritis (OA) physiotherapy and rehabilitation. Forty knee osteoarthritis patients were included in the study. This study compared physiotherapy programs for knee OA developed by three experienced physiotherapists "program recommended by physiotherapists (PRP)" and those generated by the LLMs ChatGPT-4 and Gemini Advanced. Forty patients were assessed using OARSI-recommended criteria. Rehabilitation programs were designed based on this data, with PRP programs developed through collaboration among the physiotherapists and individualized programs generated by each LLMs. The effectiveness of these programs was evaluated by examining the alignment between programs, using chi-square tests to determine statistical significance at  $p < 0.05$ . ChatGPT-4o and Gemini Advanced recommended ultrasound more frequently than PRP in Phase 1 ( $p < 0.001$ ), while PRP emphasized hip mobilization exercises ( $p < 0.001$ ), hip abduction, and hamstring curls ( $p < 0.001$ ,  $p < 0.05$ ). Phase 2 highlighted PRP favoring TENS, and hip stabilization exercises over ChatGPT-4o and Gemini Advanced ( $p < 0.001$ ). In Phase 3, ChatGPT-4o recommended NMES and RUS currents significantly more ( $p < 0.001$ ), while dynamic balance exercises aligned with PRP but were lower in Gemini Advanced ( $p < 0.001$ ).

ChatGPT-4o exhibited discrepancies with the Consensus in 13 of the 50 parameters, achieving an agreement rate of 74%. In contrast, Gemini Advanced showed discrepancies in 15 parameters, corresponding to a 70% agreement rate. The average percentages of recommendations for each parameter were calculated as follows: In Phase 1, recommendations were 82.5% for PRP, 75% for ChatGPT4o, and 76.11% for Gemini Advanced; in Phase 2, 90.66% for PRP, 72.24% for ChatGPT4o, and 62.5% for Gemini Advanced; and in Phase 3, 82.15% for PRP, 84.42% for ChatGPT4o, and 68.08% for Gemini Advanced. This study highlights ChatGPT-4o and Gemini Advanced's potential to assist clinicians in creating patient-specific knee OA rehabilitation programs, while emphasizing the need for improved guideline adherence and data accuracy for full clinical integration.

February 2025, 84 pages.

**Keywords:** Artificial intelligence, large language models, physiotherapy, rehabilitation program, knee osteoarthritis

# 1. GİRİŞ

Yapay zeka büyük dil modelleri (BDM) doğal dil girdilerine insan benzeri yanıtlar oluşturmak için büyük miktarda veri üzerinde eğitilmiş derin öğrenme algoritmalarını kullanan bir dil işleme modelidir. Doğal dili işleme ve üretme kapasitesi, onu soruları yanıtlama, metni özetleme ve yaratıcı yazma gibi çeşitli uygulamalar için güçlü bir araç haline getirir (1). Bunlardan en popülerleri ChatGPT ve Gemini'dir (2). Belki de en popüler uygulama olan ChatGPT, metni almak ve yanıt olarak metni çıkarmak için altında üretken önceden eğitilmiş transformatör (GPT; sürüm 3.5 veya 4.0) adı verilen bir büyük dil modeli kullanır (3). Kasım 2022'de piyasaya sürülen "ChatGPT" metin girişine insan benzeri yanıtlar oluşturma yeteneğine sahip, birden çok dilde büyük metin veri kümeleri üzerinde eğitilmiş, yapay zeka tabanlı bir BDM'dir. OpenAI tarafından geliştirilen ChatGPT etimolojisi, bir chatbot (metin tabanlı bir arayüz kullanarak yanıtları anlayabilen ve üretebilen bir program) olmakla ilgilidir ve üretken, önceden eğitilmiş transformatöre dayanmaktadır (3). Gemini ise gerçek zamanlı verilere erişimi olan ve aynı zamanda ilgili arama motorlarına entegre edilmiş veya entegre edilmesi planlanan bir büyük dil modelidir (4). Yakın zamana kadar BDM'ler, klinik karar verme süreçlerine etkili bir şekilde dahil olabilecek kapasitede değildi fakat insan üretimi geniş kapsamlı metinler üzerinde eğitilen BDM'lerin gelişimi, yapay zekanın triyajdan teşhise ve tedavi yönetim süreçlerine kadar tüm klinik iş akışında destekleyici bir rol üstlenip üstlenemeyeceği konusundaki araştırmaları teşvik etmiştir (5). Öyle ki BDM'ler kullanıcıların geleneksel arama alışkanlıklarını değiştirme potansiyeline sahiptir ve bu durum özellikle sağlık alanında dikkat çekicidir. Örneğin, hastalar ve klinisyenler semptomları açıklamak veya belirli hastalıklar hakkında bilgi edinmek için bu sohbet robotlarını kullanmaya başlayabilir. Bu modeller, sağlık hizmetleri, klinik uygulamalar ve araştırma alanlarındaki potansiyelleriyle geniş bir ilgi uyandırmış ve çeşitli soruları gündeme getirmiştir (6, 7).

BDM'ler fizyoterapistlere klinik destek potansiyeli taşımaktadır. Özellikle, her hastanın kendine has ihtiyaçlarına ve engellilik durumlarına göre özelleştirilmiş bilgiler sağlamak, bu teknolojinin en büyük avantajlarından biridir. Bilgileri, bireysel hastaların özel ihtiyaçlarına ve koşullarına uyarlanmış, açık ve ilgi çekici bir şekilde sunarak klinisyenlerin fizyoterapi planlarını etkili bir şekilde iletmelerine ve altta yatan durumları açıklamalarına yardımcı olabilir. Bu kişiselleştirilmiş yaklaşım, tedavi önerilerine uyumu artırma ve daha iyi sağlık

sonuçları elde etme potansiyeline sahiptir (8).

Osteoartrit, küresel düzeyde en yaygın görülen kas-iskelet sistemi bozukluklarından biri olup, yaşam kalitesini derinden etkileyen bir sorundur. Rehabilitasyon ve multidisipliner tedavi yaklaşımları açısından önemli bir odak noktasıdır. BDM'ler fizyoterapistler için eğitim ve bilgilendirme süreçlerini daha etkin ve kişiselleştirilmiş hale getirerek osteoartrit gibi durumların daha iyi anlaşılmasına, tedavi stratejilerinin geliştirilmesine ve optimize edilmiş sonuçların elde edilmesine katkıda bulunabilir. Ayrıca, geniş bir hasta popülasyonunun ihtiyaçlarını karşılamada da önemli bir rol oynayabilir (9, 10).

Literatür incelendiğinde yapay zeka büyük dil modellerinin fizyoterapi ve rehabilitasyon alanındaki kullanılabilirliğini inceleyen çalışma sayısı oldukça azdır. BDM'ler ve fizyoterapi üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde çalışmalarda önceki sürümlerden daha üstün başarı gösteren son sürümlerin performanslarının yeterince incelenmediği ve özellikle rehabilitasyon odaklı çalışmaların yetersizliği gözlenmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma, diz osteoartriti için fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarının tasarımında BDM'lerin kullanılabilirliğini değerlendirerek mevcut literatürdeki bu boşluğa katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Bu çalışma yapay zeka büyük dil modellerinin diz osteoartriti fizyoterapi ve rehabilitasyonundaki potansiyel kullanılabilirliğini incelemeyi amaçlamaktadır.

Birincil amaçlar: Yapay zeka büyük dil modellerinin diz osteoartriti ile ilgili alanında deneyimli fizyoterapistler ile ne derecede uyumlu fizyoterapi ve rehabilitasyon programı sunduğunu tespit etmek birincil olarak amaçlanmaktadır.

İkincil amaçlar: Yapay zeka büyük dil modellerinin diz osteoartriti fizyoterapi ve rehabilitasyonundaki yeterlilikleri ve eksiklikleri hakkında bir fikir edinmektir.

Çalışmamızın hipotezleri şunlardır:

1. Yapay zeka büyük dil modelleri, diz osteoartriti için özelleştirilmiş egzersiz ve tedavi önerileri sunma konusunda deneyimli fizyoterapistlerle uyumlu sonuçlar sağlar.
2. Yapay zeka büyük dil modelleri, diz osteoartrisinde hastaya özgü rehabilitasyon programı hazırlarken her faza uygun fizyoterapi programı oluşturma yeteneğine sahiptir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Diz Eklemi Anatomisi

#### 2.1.1. Kemik Yapılar

Diz eklemine kemik anatomisi distal femur, proksimal tibia ve patella arasındaki eklemlerden oluşur. Femoral kondillerin yüksekliği asimetriktir ve medial kondil, lateral femoral kondilden daha distale doğru çıkıntı yapar. Medial kondil de daha büyüktür; ancak lateral kondil daha öne doğru çıkıntı yapar. Kondiller önde femoral oluk ve distalde femoral çentik ile ayrılır. Lateral kondil, terminal sulkusu ve popliteus insersiyosunun oluşu ile tanımlanabilir (11). Medial ve lateral menisküsler, yuvarlak femur kondilleri ile nispeten düz tibial platolar arasındaki uyumu arttırmaya yardımcı olur. Tibial platonun tamamı arkaya doğru yaklaşık 10° eğimlidir. Tibial omurga medial ve lateral platoları ayırır. Medial menisküsün ön boynuzu, ön çapraz bağ ve lateral menisküsün ön boynuzu tibial omurganın anterioruna bağlanır. Arka çapraz bağ ve medial ve lateral menisküslerin arka boynuzları tibial omurganın arkasına yapışır (11). Patella vücuttaki en büyük sesamoid kemiktir ve yaklaşık 5 cm çapındadır. Patellanın eklem yüzeyi, femur ve patella arasındaki normal yüksek eklem reaktif kuvvetleri nedeniyle vücuttaki en kalın yüzeydir. Dikey bir çıkıntı ile ayrılmış orta ve yan yüzeylerden oluşur. Patella üçgen şeklindedir ve kuadriseps için bir dayanak noktası, diz eklemi için koruyucu bir yüzey ve dizin ön kısmının daha iyi bir kozmetik görünümü olmak üzere üç fonksiyona hizmet eder (12).

#### 2.1.2 Kıkırdak Doku

##### *Menisküsler*

Medial ve lateral olmak üzere iki fibrokartilajinöz menisküs, medial ve lateral femoral kondiller ile tibia arasında, aktivite sırasında eklem yüzeylerinin şeklindeki değişikliklere uyum sağlayacak şekilde konumlandırılmıştır. İlgili femoral kondiller için tibial kondiller üzerinde iyi bir 'yerleşim' sağlarlar. Eklem kıkırdağı hem femoral hem de tibial kondilleri kaplar ve eklem hareketine izin veren sürtünmesiz bir yüzey sağlar. Ayrıca vücut ağırlığı ve dinamik hareketler için amortisör görevi görürler. Lateral menisküsler medial menisküslerden çok daha hareketlidir dolayısıyla medial menisküs yaralanma oranı daha yüksektir (13). Bunun nedeni, sabit menisküsün hareket sırasında eklem kuvvetlerini ve rotasyonları daha az telafi edebilmesi olabilir. Bununla birlikte, tibianın femur üzerinde

anterior translasyonuna daha fazla kısıtlama sağlar. Lateral menisküs yaralanması, medial menisküs yaralanmasından daha travmatiktir, dizin lateral tarafında instabiliteye ve osteoartritin hızla gelişmesine neden olur, dolayısıyla rehabilitasyonunu tıbbi menisküs yaralanmasından daha zor hale getirir (14).

### **2.1.3. Yumuşak Dokular**

#### **2.1.3.1. Bağlar**

##### *Ön Çapraz Bağ*

Ön Çapraz Bağ (ÖÇB), tibial platodan, özellikle anteriordan ve interkondiler çıkıntılarının arasından kaynak alır. Lateral femoral kondilin posteromedialinde sonlanır. Önceki araştırmalar, dizlerin %26'ya kadarının tek demet ÖÇB'ye sahip olduğunu ve ayrıca üçüncü bir ara bağı olan dizlere sahip insanlar olduğunu da bulmuştur; ancak genellikle ÖÇB'nin 2 demetten oluştuğu kabul edilir (15). Anteromedial demet ve posterolateral demet olmak üzere 2 demet, tibia üzerindeki göreceli bağlantılarına göre adlandırılır. Spesifik olarak, tibiyanın medial ve lateral interkondiler tüberkülleri, her iki ÖÇB demetinin distal bağlanma bölgelerine göre tarif edilmiştir (16, 17). İşlevsel olarak ÖÇB ikili bir amaca hizmet eder; Tibiyanın femur üzerinde anterior translasyonunu önler ve menisküs hasarını önlemek için normal biyomekanik diz hareketini korur. ÖÇB'yi oluşturan 2 demet, ÖÇB'nin normal biyomekanikğine izin veren benzersiz işlevlere sahiptir. Anteromedial demet fleksiyonda, posterolateral demet ise ekstansiyonda gergindir (18).

##### *Arka Çapraz Bağ*

Arka Çapraz Bağ (AÇB), medial femoral kondilin lateral yönünden kaynak alır ve tibiyanın artiküler platosunun posterior ve lateraline yapışır. Ortalama uzunluğu 38 mm, orta kısımdaki genişliği ise ortalama 13 mm'dir (19, 20). AÇB genellikle ÖÇB'den daha büyüktür ve tibial bağlantıda %20 daha geniş bir yüzey alanına ve femoral bağlantıda %50 daha büyük bir yüzey alanına sahiptir. ÖÇB'den farklı olarak AÇB'nin femoral yapışma yeri tibial yapışma yerinden daha büyüktür (21, 22). AÇB de ÖÇB gibi 2 demetten oluşur ancak AÇB'nin demetleri anterolateral ve posteromedial demetler olarak adlandırılır (20). AÇB'nin birincil işlevi, tibiyanın femura göre posterior translasyonunu önlemektir. Daha büyük olan anterolateral demet fleksiyonda, daha küçük olan posteromedial demet ekstansiyonda gergindir (23).

### *Medial Kompartman*

Yüzeysel tabaka sartorius kasını ve derin fasyayı içerir. Orta tabaka yüzeysel medial kollateral ligament (MKL), posterior oblik ligament, medial patellofemoral ligament, medial patellar retinakulum ve semimembranosus içerir. Derin bölme derin MKL'yi, diz eklemi kapsülünü ve koroner bağları içerir (24). 8 ila 10 cm uzunluğundaki MKL, diz ekleminin medial tarafında bulunan en büyük yapıdır. MKL yüzeysel ve derin olmak üzere 2 bileşenden oluşur. Yüzeysel MKL dizin medial kompartmanının orta tabakasında yer alırken, derin MKL derin tabakada uygun bir şekilde konumlanmıştır (25).

### *Lateral Kompartman*

Dizin yan tarafında da yüzeysel, orta ve derin katmanlar olarak adlandırılan 3 katman bulunur. İliotibial bant ve biceps femoris yüzeysel tabakayı oluşturur. Lateral patellofemoral ligament ve lateral patellar retinakulum orta tabakayı oluştururken, lateral (fibular) kollateral ligament (LKL), fabellofibular ligament, popliteus tendonu, poliofibular ligament, eklem kapsülü ve arkuat ligament derin tabakayı oluşturur. LKL, poliofibular bağ ve popliteus tendonu sıklıkla cerrahi olarak yeniden yapılandırılan 3 temel stabilizatördür (26).

### **2.1.3.2. Kaslar**

Diz ekleminin ikincil stabilizatörleri kalça kasları ve gastroknemius kasının yanı sıra dizi çevreleyen tüm kaslardır. Her ne kadar birincil işlevleri dizin 6 serbestlik derecesi için hareket üretmek olsa da, aynı zamanda diz hareketini kontrol etmek için nöromusküler sistemle de etkileşime girerler ve dolayısıyla diz propriyosepsiyonunda hayati bir rol oynarlar. Diz çevresindeki monoartiküler kasların çoğunluğu, öncelikle dizi mobilize etmek ve ikincil olarak stabilize etmek için hareket eder. Bu kaslardan bazılarının kalça ekleminde ek işlevleri vardır; burada hem dizde hem de kalçada ikili işlevler vardır. Dizin ön kısmı ağırlıklı olarak rektus femoris, Vastus Lateralis, Vastus medialis ve Vastus intermedius olmak üzere dört parçadan oluşan kuadriseps kasından oluşur ve temel işlevi diz eklemi ekstansiyona getirmektir (27). Dizin arka tarafı, diz fleksörleri olarak işlev gören hamstring kas grubunu oluşturan biceps femoris, semimembranosus ve semitendinosus oluşur. Plantaris kası ve gastroknemius kasının medial ve lateral başları da dizin arka kas sisteminin bir parçasıdır. Soleus kası aynı zamanda dizin anterior translasyonuna da direnç gösterir. Bunlar öncelikle plantar fleksörler ve ikincil olarak diz fleksörleri olarak görev yapar. Dizin medial kas sistemi, her ikisi de dizin fleksiyonuna yardımcı olan sartorius ve gracilis

kaslarından oluşur (27). Ayrıca semitendinosus dizin iç rotatoru olarak görev yapar. Son olarak dizin yan tarafındaki kas sistemi iliotibial bant ve popliteus kaslarından oluşur. Semimembranosus ve semitendinosus ile birlikte bu kasların birincil işlevi dizi bükme, ancak bu kaslar aynı zamanda kalça ekstansörleri olarak da görev yapar. Biceps femoris, semimembranosus kası gibi dizin dış rotatoru olarak görev yaparken, tensör fasya lata ve iliotibial bant dizin lateral stabilizatörleri olarak görev yapar ve popliteus kası dizi hem lateral hem de medial olarak döndürür (27).

### **2.1.3.3. Bursalar**

Diz çevresindeki bursalar patella çevresinde oluşanlar ve başka yerlerde oluşanlar olarak gruplandırılabilir. Patella etrafındaki bursalar; prepatellar bursa, yüzeysel ve derin infrapatellar bursa ve suprapatellar bursadan oluşur. Anatomik olarak patellaya yakın olmayan bursalar arasında pes anserin bursa, iliotibial bursa, tibial ve fibular kollateral ligament bursaları ve gastroknemius-semimembranosus bursa bulunur (28).

## **2.2. Diz Eklemi Biyomekaniği**

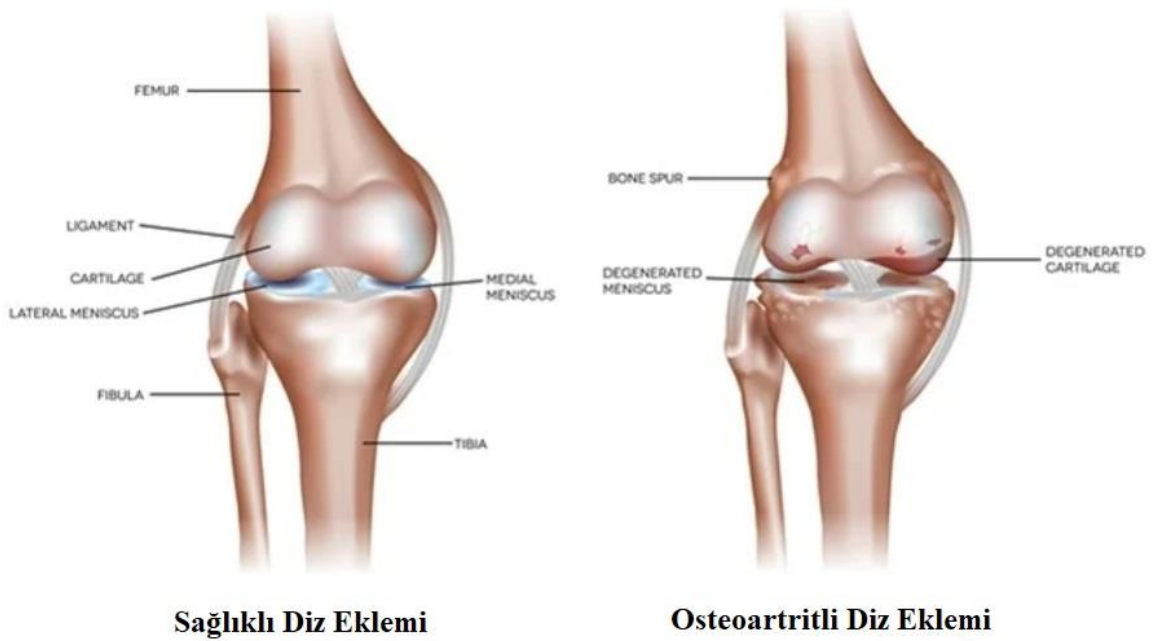
Diz, femur, tibia ve patella arasındaki etkileşimlerin bir sonucu olarak ambulasyonun normal aşamalarında aşırı kuvvetlere dayanabilir. Kinematik, vücut hareketinin, bu hareketin nedenine bakılmaksızın incelenmesi olarak tanımlanır. Dizde şu hareket düzlemleri bulunur: anterior/posterior translasyon, medial/lateral translasyon, sefalad/kaudad translasyon, fleksiyon/ekstansiyon, iç/dış rotasyon ve varus/valgus açılanması (29). Diz eklemi statik ve dinamik aktiviteler sırasında stabiliteyi korurken hareketi sağlamaktan da sorumludur. Hareket ve stabilite arasındaki denge, kemik anatomisi, eklem yüzeyi, bağlar, menisküsler ve çevredeki kasların etkileşimi ile sağlanır. Fleksiyon ve ekstansiyon dizin temel hareketleridir. Diz eklem yüzeylerinin, çevredeki yumuşak doku kapsülünün ve bağların anatomisi diz eklemi pasif hareketine katkıda bulunur (30). Sagittal düzlemde diz eklemi ortalama 0 ila 135 derece fleksiyona sahiptir. Medial ve lateral femoral kondiller distal olarak asimetriktir, bu da lateral femoral kondilin tam ekstansiyon ve 20 derece fleksiyon arasında medial kondilden daha arkaya doğru yuvarlanmasına yol açar. Bu posterior yuvarlanma, femur ve tibia'nın çevredeki kasların yardımı olmadan açılmasını sağlar. Diz pasif fleksiyonu, femurda 20 derecelik fleksiyonun üzerindeki göreceli tibial hareket ile bir kayma hareketi yoluyla meydana gelir (18).

## 2.3. Osteoartrit

### 2.3.1. Osteoartrit Tanımlaması

Osteoartrit (OA) , kıkırdak bozulması , kemiğin yeniden şekillenmesi ve osteofit oluşumu dahil olmak üzere eklem dokularında çok sayıda anatomik ve fizyolojik değişiklikleri içeren ve ağrı, sertlik, şişlik ve eklem fonksiyonund

a sınırlamalar gibi klinik belirtilere yol açan bir hastalıktır. OA, yalnızca ağrı ve fiziksel fonksiyonu değil aynı zamanda zihinsel sağlık, uyku, işe katılım ve hatta ölüm oranı dahil olmak üzere birçok başka sonucu da etkileyen en yaygın kronik sağlık sorunlarından biridir (31).



Şekil 2.1: Sağlıklı ve osteoartritli diz eklemi (32).

### 2.3.2. Patofizyoloji

Daha önce OA'nın basit bir "aşınma ve yıpranma" hastalığı olduğu, eklemdaki kronik aşırı yüklenmenin ve bozulmuş biyomekanik, eklem kıkırdağının tahrip olmasına ve bunun sonucunda inflamasyona yol açtığı düşünülüyordu. Artık OA'nın inflamatuvar ve metabolik faktörlerden oluşan çok daha karmaşık bir süreç olduğu bilinmektedir (33). OA, en çok, hastalığın seyri boyunca ciddi şekilde bozulan eklem kıkırdağı üzerindeki etkisi nedeniyle dikkat çekicidir. Diz eklem kıkırdağı, uzun kemiklerin sonundaki pürüzsüz kıkırdaktır. Ağır yükleri aktarabilmenin yanı sıra eklem bağlantısı için düşük sürtünmeli bir yüzey sağlar. Kıkırdaktaki kolajenin yarı ömrü uzun olmasına rağmen, küçük yaralanmalarda bile çok

yavaş iyileşir. En belirgin değişiklikler kıkırdakta görülse de sinovyum, eklem bağları ve subkondral kemik de dahil olmak üzere eklem tamamı etkilenir (33). Aktif sinovit ve sistemik inflamasyon dahil inflamasyon OA patogeneğinde anahtar rol oynar. Bu sonucun muhtemel bir açıklaması, bozulmuş kıkırdak sinoviyal hücreler içinde yabancı cisim reaksiyonuna neden olmasıdır. Dolayısıyla bu durum, metaloproteazların üretimine, sinovyal anjiyogeneze ve inflamatuvar sitokinlerin üretimine yol açarak daha fazla kıkırdak tahribatına yol açabilir (34).

### **2.3.3. Diz Osteoartriti**

Osteoartrit dünya çapında yetişkinlerde en sık görülen eklem hastalığıdır (35). Andrianakos ve arkadaşları epidemiyolojik bir çalışmada yetişkin popülasyonun yalnızca %8,9'unda klinik olarak anlamlı diz, el veya kalça osteoartriti bulmuş olmasına rağmen, tüm yetişkinlerin yaklaşık üçte birinde radyolojik osteoartrit belirtileri bulunduğunu bildirmiştir ve diz osteoartriti tüm yetişkinlerin %6'sında olmak üzere en sık görülen tiptir (9). Osteoartrit gelişme olasılığı yaşla birlikte artar. Araştırmalar, 60 ila 64 yaş arası erkeklerde diz osteoartritin sağ dizde (%23) sol dizden (%16,3) daha sık görüldüğünü, kadınlarda ise dağılımının daha dengeli olduğunu (sağ diz, %24,2), (sol diz, %24,7) göstermiştir (36). Diz osteoartritin prevalansı 70 ila 74 yaşları arasında daha yüksektir ve %40'a kadar yükselir (37). Tanı yalnızca klinik belirti ve semptomlara dayandığında yetişkinler arasındaki prevalansın %10 ile daha düşük olduğu bulunmuştur (35). Diz osteoartritin tipik belirtilerinin radyolojik gösterimi semptomlarla ilişkili değildir: Radyolojik olarak diz osteoartriti kanıtlanmış hastaların yalnızca yaklaşık %15'i diz ağrısından şikayetçidir (38). Türkiye'de yapılan bir prevalans çalışmasına göre, 50 yaş ve üzeri bireylerde diz OA oranı %14.8, kadınlarda %22.5 ve erkeklerde %8'dir (39).

#### **2.3.3.1. Patofizyolojisi**

Yüzeysel kıkırdak katmanının, kıkırdak içindeki su içeriğini düzenlemede hayati bir rol oynadığı ve su içeriğinin düzenleyicisi olarak görev yaptığı bilinmektedir. Yüzeysel katmanda erken hasara bağlı yaralanmalar su içeriğini değiştirir ve dolayısıyla kıkırdakların yük taşıma özelliklerini azaltır (40). Diz OA'nın erken evrelerinde menisküs yapısında dejeneratif değişikliklerin yanı sıra kollajen ve proteoglikan yapısında da değişiklikler görülür. Bu değişiklikler eklem kıkırdağı hasarını sınırlayan telafi edici mekanizmaların aşılmasına yol açar ve sonuçta menisküs hasarına ve eklem kıkırdağı erozyonlarına neden olur (41). Dikkat çekici bir şekilde, sitokinlerin proinflamatuvar rolünün, OA'nın erken

evrelerinde eklem hasarının temel bir mekanizması olduğu doğrulanmıştır. Kıkırdak erozyonlarına yanıt olarak, kondrositler ilk önce matriks sentezini arttırmak için bir hipertrofik aktivite aşamasından geçerler ve kıkırdak bozulmasını hızlandıran inflamatuvar araçlar üretirler (42). Kıkırdak yıkımının son aşaması, kollajen ve proteoglikanların sentezinde ve katabolizmasında katabolizma lehine bir dengesizliğe yol açan kondrosit apoptozudur. Enflamatuvar medyatörler diğer eklem yapılarına yayılarak sinovyal doku ve subkondral kemikte değişikliklere neden olarak kemik sklerozuna neden olur ve sinovyal membran ve kapsüler yapıların kalınlığını arttırır (43). Sonuçta, sinovyal moleküllerin (lubricin ve hyaluronik asit) sentezini daha da azaltan bir durum olan sinovyal inflamatuvar durumu artıran serbest kıkırdak parçalarıyla kıkırdak yüzeyinde boşluklar oluşur (43).

Tip II kollajenin ekspresyonu kondrosit büyümesi sırasında azalır; bu nedenle olgun kondrositler, tip II kollajeni de sıfırdan üretme yeteneğine sahip değildir. Her ne kadar subkondral kemikteki değişiklikler geleneksel olarak daha sonraki bir aşamada OA patogenezinde rol oynamış olsa da, son çalışmalar bu eklem yapısını patolojik süreçteki ilk aktörlerden biri olarak tanımlamıştır. Aslında, son kanıtlar subkondral kemik ile eklem kıkırdağı arasında spesifik bir karışmanın varlığını göstermektedir. Örneğin, OA ilerlemesine subkondral kemikteki venöz dolaşımın değişmesi katkıda bulunur. Bu durum, osteoblastları kemiğin yeniden şekillenmesini destekleyen ve kıkırdak hasarına yol açan sitokinlerin ekspresyonunu artırmaya teşvik eden fizyokimyasal değişikliklere neden olur. (44). Wu ve ark. tarafından yakın zamanda yapılan bir çalışma. OA subkondral kemikten türetilen eksozomlar (hücreler arası iletişimde yer alan membrandan türetilen kesecikler) ve kondrositler arasındaki ilişkiyi araştırdı. Çalışma, ortak kültür çalışmalarında OA sklerotik subkondral kemik osteoblastından türetilen eksozomların kondrositler tarafından içselleştirildiğini ve OA kıkırdağında gözlemlendiği gibi katabolik genlerin ekspresyonuna neden olduğunu gösterdi. Bu nedenle, bu tür eksozomların OA ilerlemesinde çok önemli olduğu ve OA tedavileri için olası bir hedefi temsil ettiği görülmektedir (44).

### **2.3.3.2. Risk Faktörleri**

Değiştirilebilir risk faktörleri arasında eklem travması, uzun süreli ayakta durma ve tekrarlayan diz bükme gibi mesleki faktörler, kas zayıflığı veya dengesizliği ile kilo ve metabolik sendrom gibi sağlık sorunları yer almaktadır. Değiştirilemez risk faktörleri ise kadın cinsiyet, ileri yaş, genetik yatkınlık ve ırksal faktörlerden oluşmaktadır (45).

### 2.3.3.3. Tanı Kriterleri

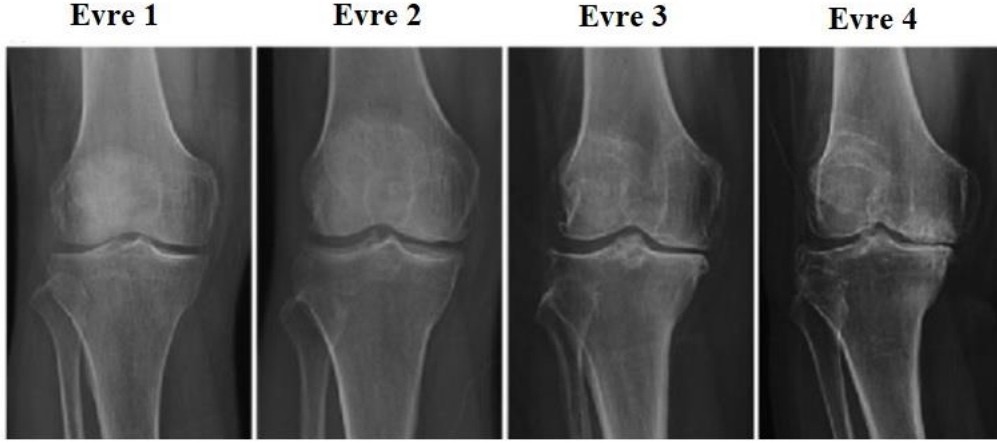
Diz osteoartriti tanısı genellikle fiziksel muayene ve klinik gözlemlerle konur. Hastalar, diz eklemi hareket ettirildiğinde genellikle ağrı hisseder ve eklem hareketlerinde sınırlamalar yaşarlar. Hasta geçmişi ve semptomlar, klinik değerlendirme için önemli bilgiler sağlar. Direkt radyografi kullanılarak tanı kesinleştirilebilir ve diğer olası sorunlar ayırt edilebilir (46). Diz osteoartriti tanısında, Amerikan Romatoloji Derneği'nin (ACR) geliştirdiği radyolojik ve klinik tanı kriterlerini içeren bir standart sıklıkla kullanılır. Bu kriterler, özellikle klinik araştırmalarda yaygın olarak tercih edilir (Tablo 1) (47). Klinik uygulamalarda ise, diz OA'nın tanısı ve evresini belirlemek amacıyla Kellgren-Lawrence Skorlama Sistemi kullanılır. Bu skorlama, kemik çıkıntılarındaki değişiklikler, eklem aralığında meydana gelen daralmalar, skleroz ve deformite gibi bulguları dikkate alır (48). Radyografiler yapısal hasarın ciddiyetini gösterir ve osteofitlerin veya eklem aralığında daralmanın mevcut olduğu durumlarda spesifikliği artırır. Osteofitlerin patolojik özellikleri ve semptomları radyografilerde osteofitlerin ortaya çıkmasından önce ortaya çıkabilir. Dolayısıyla normal bir radyografi OA'yı dışlamaz. Derece 0 hiçbir patolojik bulguyu temsil etmezken 1. derece şüpheli osteofitleri, 2. derece kesin osteofitleri, 3. derece eklem aralığında belirgin daralmayı; ve 4. derece ileri derecede eklem alanı daralmasını temsil eder (48) (Tablo 2), (Şekil 2.2).

**Tablo 2.1:** Amerikan Romatoloji Derneği'nin osteoartritte tanı kriterleri (47).

	Klinik Tanı Ölçütleri
1	Önceki ay içinde çoğu gün diz ağrısı
2	Aktif eklem hareketinde krepitasyon
3	Sabah sertliğinin 30 dakika ve altında olması
4	38 yaş ve üzerinde olmak
5	Muayenede diz kemik yapısında büyüme genişlemesi
Diz OA tanısı için 1,2,3,4 veya 1,2,5 veya 1,4,5 numaralı kriterler sağlanmalı	
	Klinik ve Radyolojik Tanı Ölçütleri
1	Önceki ayın birçok gününde diz çevresinde ağrı
2	Eklem kenarlarında radyolojik osteofitler
3	Osteoartrite özel sinovyal sıvı varlığı
4	40 yaş ve üzerinde olmak
5	30 dakikadan daha kısa süren sabah sertliği
6	Aktif hareket ile krepitasyon varlığı
Diz OA tanısı için 1, 2 veya 1, 3, 5, 6 veya 1, 4, 5, 6 numaralı kriterleri sağlanmalı.	

**Tablo 2.2:** Kellgren-Lawrence radyolojik tanı kriterleri (48).

Evre	Radyolojik Bulgular
Evre 0	Normal
Evre 1	Şüpheli: Minimal osteofit, normal eklem mesafesi
Evre 2	Hafif: Belirgin osteofit, eklem mesafesinde şüpheli daralma
Evre 3	Orta: Belirgin osteofit, eklem mesafesinde daralma
Evre 4	Şiddetli: Büyük osteofit, eklem mesafesinde ciddi daralma



Şekil 2.2: Diz osteoartriti Kellgren-Lawrence radyolojik sınıflandırması (49).

#### 2.3.3.4. Klinik Bulgular

Diz eklemi, osteoartritte (OA) en sık etkilenen bölgedir ve önemli klinik semptomlara ve sakatlığa yol açar. Ağrı tipik olarak eklemin medial kenarı boyunca yaşanır ve üst bacağın medial tarafına kadar uzanabilir veya proksimal tibianın ön tarafında oluşabilir. Yürüme ve merdiven inip çıkma gibi aktiviteler sırasında diz osteoartritte ağrı şiddetlenme eğilimindedir. Eklem aktif hareketi genellikle krepitasyonla sonuçlanır. Bireyler yürüme bozukluğu yaşayabilir ve diz eklemindeki ekstansiyon kaybı bunu daha da kötüleştirebilir. Fleksiyon kontraktürü de görülebilir. Medial eklem boşluğu daralarak genu varusa neden olur. Kuadriseps kasında zayıflık yaygındır. Bu zayıflık, diz propriyosepsiyonunda azalma ile birleştiğinde, yürüyüş sırasında postüral salınımın artmasına neden olur (50).

#### 2.4. Yapay Zeka Büyük Dil Modelleri

Dil modelleme, teknik olarak üç ana aşamaya ayrılabilir: istatistiksel dil modelleri (statistical language models), sinirsel dil modelleri (neural language models) ve önceden eğitilmiş dil modelleri (pre-trained language models (PLMs)) (51) (Şekil 2.3.).

İstatistiksel dil modelleri, kelime dizilimlerinin olasılıklarını hesaplayarak metin üretmeye çalışan sistemlerdir. Bu modeller, dildeki belirli kalıpları öğrenerek yeni cümleler oluşturabilir. Temelde iki ana yaklaşım mevcuttur: İstatistiksel dil modelleri n-gram ve Markov Zinciri gibi yöntemleri kullanırken, sinirsel dil modelleri yapay sinir ağları ve Transformer tabanlı modeller ile daha gelişmiş dil işleme yetenekleri sunar (52-54).

Bu modeller, geçmişteki kelime dizilimlerine dayanarak gelecekteki kelimeleri tahmin eder. En yaygın kullanılan tekniklerden biri n-gram modellemesidir. N-gram modeli, belirli bir kelimenin önceki n kelimeye bağlı olarak ortaya çıkma olasılığını hesaplar. En yaygın kullanılan türleri bigram modeli, trigram modeli ve daha yüksek n değerleri ile dilin daha geniş bağlamını anlamaya çalışan 4-gram gibi modellerdir (52-54). Bir örnek verecek olursak:

#### Örnek Veri Seti

1. "Diz osteoartriti ağrıya neden olur."
2. "Diz osteoartriti eklem sertliği yapabilir."
3. "Eklem sertliği hareket kısıtlılığına yol açar."
4. "Hareket kısıtlılığı kas zayıflığına neden olur."

Örneğin, bigram modeli "diz osteoartriti" ifadesinden sonra "ağrıya" veya "eklem sertliğine" gelme olasılığını hesaplar. Trigram modeli ise "diz osteoartriti ağrıya" diziliminden sonra "neden olur" veya "yol açar" olasılıklarını dikkate alır. Ancak, uzun cümleleri anlamada yetersiz kalması, bağlam eksikliği nedeniyle belirsiz tahminler yapması ve büyük veri kümelerine ihtiyaç duyması gibi sınırlamaları vardır (52-54).

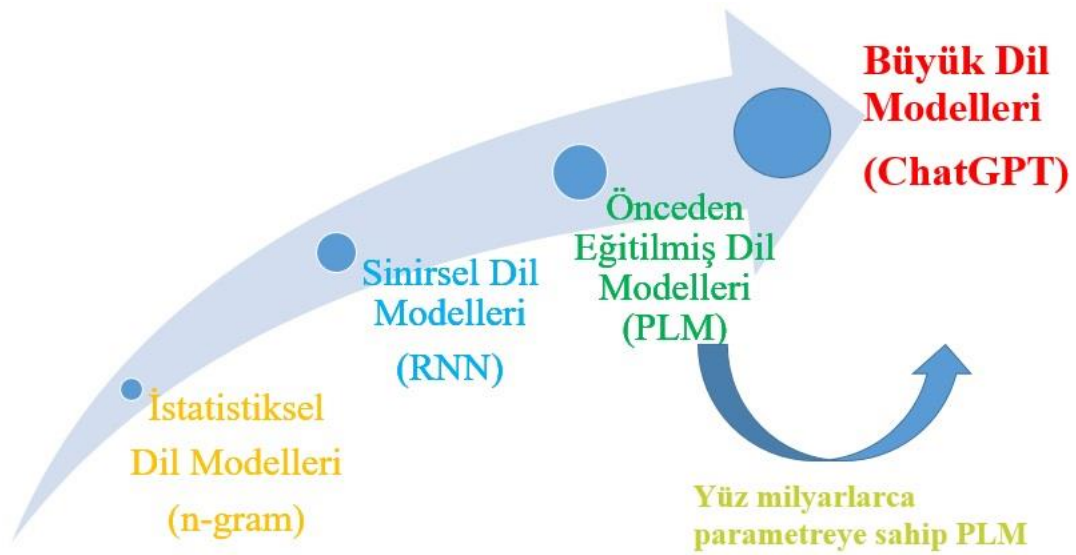
Markov Zinciri, bir kelimenin yalnızca bir önceki kelimeye bağlı olduğunu varsayar. Örneğin, "Diz osteoartriti ağrıya neden olur." cümlesinde "ağrıya" kelimesinin gelme olasılığı önceki kelimeye bağlıdır. Ancak, uzun vadeli bağımlılıkları yakalayamaması ve daha karmaşık dil yapılarında doğruluk oranının düşük olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Sinir ağları, kelime dizilimleri arasındaki daha derin bağımlılıkları keşfetmek için kullanılır. RNN (Recurrent Neural Network (Tekrarlayan Sinir Ağları)), önceki çıktıları hatırlayarak bir sonraki kelimenin olasılığını belirlemeye çalışır. Ancak uzun cümlelerde kaybolan gradyan problemi ile karşılaşır. Gradyanlar zamanla küçülerek bilginin iletilmesini zorlaştırır ve bağlam kaybı yaşanır. Bu sorunun çözümü olarak geliştirilen LSTM (Uzun Kısa Dönemli Bellek (Long Short-Term Memory)) modelleri, unutma kapısı ile gereksiz bilgileri temizler, giriş kapısı ile yeni bilgileri ekler ve çıkış kapısı ile hangi bilgilerin bir sonraki adıma aktarılacağını belirler (52-54).

Sinirsel dil modellerinde devrim yaratan Transformer, önceki modeller gibi sırayla kelime okumak yerine, tüm cümleyi aynı anda analiz edebilir. Transformer'ın temel bileşeni olan

dikkat mekanizması sayesinde model, hangi kelimelerin önemli olduğuna kendisi karar verir. Özellikle self-attention mekanizması, modelin tüm kelimeler arasındaki ilişkileri değerlendirmesine olanak tanır. Self-attention mekanizması, kelimeler arasındaki bağlam ilişkisini öğrenerek metinleri anlamlandırmada önemli bir rol oynar. Model, her kelimenin diğer kelimelerle olan bağlantısını hesaplayarak bağlam içerisinde anlam kazandırır (52-54). Çok başlı dikkat mekanizması ile model, farklı açılardan kelimeleri analiz eder. Bir başlık kelimenin anlamına odaklanırken, bir başlık gramer ilişkilerini analiz eder ve bir başlık kelimenin cümledeki konumunu dikkate alır (52-54). Örneğin, "Diz osteoartritte egzersiz ağrısını azaltır." cümlesinde, bir dikkat başlığı "egzersiz" kelimesi ile "ağrı" kelimesi arasındaki bağlantıyı incelerken, bir diğeri "azaltır" fiili ile "egzersiz" arasındaki gramer ilişkisini analiz eder. Kelimeleri sayılara çevirerek kelimeler arasındaki benzerlikleri öğrenen kelime gömme (word embedding) tekniği, modelin kelimeler arasındaki anlam ilişkilerini daha iyi öğrenmesini sağlar (52-54). Örneğin, "TENS", "ultrason", "ROM" gibi rehabilitasyon terimleri, benzer sayısal vektörlere sahiptir ve model, bu yakınlığı öğrenerek bağlamı daha iyi anlayabilir. Transformer modellerinin bir diğer önemli bileşeni pozisyonel kodlamadır. Transformer modelleri kelimeleri aynı anda işler ancak sıralarını bilemez. Bu nedenle, sinüs ve kosinüs fonksiyonları kullanılarak kelimelerin sırası modele öğretilir. Modelin daha sağlam ve tutarlı sonuçlar üretmesi için normalizasyon ve ileri besleme katmanı kullanılır. Dikkat katmanından gelen bilgileri düzenleyerek ileri besleme ağına gönderir ve modelin öğrenme sürecini hızlandırır (52-54). Örneğin, "Diz osteoartritte egzersiz ağrısını azaltır." ifadesinde dikkat mekanizması bir hastaya egzersiz listesi çıkarırken, normalizasyon süreci bu egzersizleri düzenler ve optimize eder. Transformer modelleri, maskelenmiş dikkat (masked attention) mekanizması ile modelin çıktığı adım adım üretmesini ve gelecekteki kelimeleri önceden bilmemesini sağlar. Eğer maskeleye olmazsa model yanlışlıkla tüm cümleyi önceden öğrenebilir ve sadece ezbere cevap verir. Bu nedenle, dil modellerinde gerçek bir öğrenme sürecinin gerçekleşmesi için maskelenmiş dikkat mekanizması kritik bir rol oynar (52-54). Günümüzde en gelişmiş dil modeli mimarisi olan Transformer, metin üretme ve anlama süreçlerinde en başarılı modellerden biri olarak öne çıkmaktadır. "Attention is All You Need" adlı çalışma ile başlayan bu dönüşüm, günümüzde OpenAI GPT, Google Bard, DeepSeek gibi modellerin temelini oluşturmaktadır. İstatistiksel ve sinirsel dil modelleri karşılaştırıldığında, istatistiksel modellerin daha hızlı ve daha az hesaplama gücüne ihtiyaç duyduğu, ancak bağlamı anlamada yetersiz kaldığı görülmektedir. Sinirsel dil modelleri ise daha karmaşık dil yapılarını anlama ve uzun vadeli bağımlılıkları yakalama konusunda üstünlük sağlamaktadır

(52-54).

Dil modellerinin gelişimi, dilin daha iyi anlaşılması ve metin üretiminin daha doğal hale getirilmesi açısından büyük bir ilerleme kaydetmiştir. Özellikle Transformer tabanlı modeller, dil işleme süreçlerinde yüksek doğruluk ve bağlamsal anlam çıkarma yetenekleriyle modern yapay zeka uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (52-54). PLM'ler, etiketsiz büyük veri kümeleriyle yalnızca bir kez eğitilir ve bu süreçte denetimsiz öğrenme yöntemleri kullanılır. Bu modeller, sıfırdan yeniden eğitime gerek kalmadan farklı görevlerde kullanılabilir. Zero-shot ve few-shot öğrenme yetenekleri sayesinde PLM'ler, yeni görev ve verilere minimum ek eğitimle veya hiç eğitim olmadan uyum sağlayabilir. Araştırmalar, PLM'lerin veri veya model boyutunun artırılmasıyla, bu modellerin belirli görevlerdeki performansının genellikle arttığını göstermiştir. Büyük boyutlu PLM'ler, daha küçük modellerden farklı davranışlar sergileyerek bağlam içi öğrenme, talimat takip etme ve adım adım akıl yürütme gibi karmaşık görevlerde ortaya çıkan yeni yetenekler gösterebilir. Bu büyük modeller, ekstra eğitim veya gradyan güncellemelerine ihtiyaç duymadan talimatlarla yeni görevler için istenen sonuçları üretebilir. Bu nedenle, yüz milyarlarca parametreye sahip olan bu büyük PLM'ler, araştırma topluluğu tarafından "large language models" (LLMs) olarak adlandırılmıştır (51).



Şekil 2.3: Dil modellerinin teknik gelişim aşamaları (51).

BDM'ler makalelerden, kitaplardan ve diğeri internet tabanlı içeriklerden elde edilen milyarlarca kelime üzerinde eğitilen yapay zeka sistemleridir. Tipik olarak BDM'ler, metin tabanlı eğitim veri setindeki kelimeler arasındaki karmaşık ilişkileri temsil etmek için derin öğrenmeden yararlanan sinir ağı mimarilerini kullanır. Derin öğrenmenin mantığı beynin

yapısından ve işlevinden ilham alan yapay sinir ağları algoritmalarına dayanmaktadır (55). Yapay sinir ağları, örneklerden bilgi toplama, bu bilgileri genelleme ve daha önce karşılaşmadığı durumlarda öğrendiklerini kullanarak karar verme yeteneğine sahiptir. Bu özellikleri sayesinde, günümüzde yapay sinir ağları, farklı bilim alanlarında geniş bir uygulama yelpazesi sunmakta ve karmaşık problemlerin çözümünde etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Başka bir tanıma göre, yapay sinir ağları insan beyninden esinlenerek tasarlanmış, ağırlıklı bağlantılarla birbirine bağlanan ve her biri bağımsız bir belleğe sahip işlem birimlerinden oluşan, paralel ve dağıtılmış bilgi işleme sistemleridir. Başka bir ifadeyle, yapay sinir ağları biyolojik sinir sistemlerini taklit eden bilgisayar tabanlı programlardır (56). Biyolojik sinir ağlarının temel yapı taşları, sinir hücreleri veya nöronlardır. İnsan beyninin korteks bölgesinde yaklaşık olarak  $10^{11}$  nöron bulunur ve her bir nöron, 1000 ila 10.000 arasında değişen diğer nöronlarla bağlantı kurar. Nöronların temel elemanları hücre gövdesi (soma), dendritler ve aksondur. Diğer nöronlardan gelen sinyaller dendritler aracılığıyla hücre gövdesine iletilir. Bu sinyaller, hücre içindeki denge durumunu bozarak kimyasal bir süreç başlatır ve aksonlar yoluyla diğer nöronlara aktarılır. Bu iletim sürecinde, akson uçları ile dendritler arasındaki sinaptik boşluklar (sinapslar) kritik bir rol oynar. Sinaptik boşlukta bulunan sinaptik kesecikler, nörotransmitter adı verilen kimyasalların salınımını sağlayarak sinyallerin diğer nöronlara aktarılmasını mümkün kılar. Sinaptik boşluğa nörotransmitterlerin salınması, sinyallerin iletilmesini koşullar. Gelen uyarılara bağlı olarak, nöronlar arasındaki mevcut sinaptik bağların güçlenmesi ya da yeni sinaptik bağların oluşması, “öğrenme” sürecini ifade eder. Bu biyolojik mekanizmalar, bilgi aktarımı ve işlenmesi açısından sinir sisteminin temelini oluşturur (56).

**Tablo 2.3:** Biyolojik ve yapay sinir sistemi karşılaştırması (56).

<b>Biyolojik Sinir Sistemi</b>	<b>Yapay Sinir Sistemi</b>
Nöron	İşlemci eleman
Dentrit	Toplama fonksiyonu
Hücre gövdesi	Transfer fonksiyonu
Aksonlar	Yapay nöron çıkışı
Sinapslar	Ağırlıklar

Derin öğrenme, sürekli öğrenme süreçleri kullanarak çok sayıda veri üzerinde çalışabilen ve bu süreçlerde özellikler oluşturarak bu özellikler üzerinden çıkarımlar yapabilen bir sistemdir. Genel anlamda, derin öğrenme; geniş ölçekli verilerin denetimli ya da denetimsiz öğrenme algoritmalarıyla işlenmesi sonucu, canlıların gözlem yapma, analiz etme, öğrenme ve karar verme gibi karmaşık durumlara yönelik davranışlarını taklit etmeyi amaçlayan bir makine öğrenimi yöntemidir. Bu algoritmalar, verilerden elde edilen öznitelikleri işleyerek sınıflandırma ve dönüştürme gibi görevleri yerine getirebilir ve bu süreçlerde özgün davranışları modelleyebilir (57, 58).

Çok aşamalı olabilen ve değişken derecelerde insan girdisi içeren eğitim süreci sayesinde, BDM'ler kelimelerin dilde birbirleriyle nasıl kullanıldığını öğrenir ve bu öğrenilen kalıpları doğal dil işleme görevlerini tamamlamak için uygulayabilir (59). Doğal dil işleme (NLP), dilin otomatik analizini kolaylaştırarak insan becerilerini taklit etmeyi amaçlayan geniş bir bilişimsel araştırma alanıdır. Üretken yapay zeka geliştiricileri, talep üzerine içerik oluşturabilen ve sohbet robotları ve metin tahmini gibi uygulamalarda NLP ile kesişen modeller üretmeyi hedeflemektedir. Başka bir deyişle, bu modeller 'doğal dil üretimi' görevleri gerçekleştirmektedir. Uzun yıllar süren geliştirmeler sonucunda, BDM'ler artık 'az vuruşlu' veya 'sıfır vuruşlu' özelliklere sahiptir, yani çok az veya hiç özel ince ayar yapmadan metni tanıyabilir, yorumlayabilir ve üretebilirler (60, 61).

Bu özellikler, model boyutu, veri kümesi boyutu ve hesaplama kaynakları yeterince büyük olduğunda ortaya çıkmaktadır. Derin öğrenme tekniklerinin, güçlü hesaplama kaynaklarının ve büyük veri kümelerinin geliştirilmesi ile sağlık hizmetleri de dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde bilişsel çalışmaları değiştirme potansiyeline sahip BDM uygulamaları ortaya çıkmaya başlamıştır (62-64).

#### **2.4.1. Yapay Zeka Büyük Dil Modelleri ChatGPT ve Gemini**

ChatGPT, doğal dil girdilerine insan benzeri yanıtlar oluşturmak için büyük miktarda veri üzerinde eğitilmiş derin öğrenme algoritmalarını kullanan bir yapay zeka dil işleme modelidir (1). ChatGPT'nin dayandığı model olan Üretken Önceden Eğitilmiş Dönüştürücü, veri dizileri içindeki kalıpları bulur. Yapay zeka dil modeli, kullanıcı sorgularına yanıtlar üretir ve kullanıcıların dil modeliyle iletişim kurmasını sağlayan arayüz görevi görür. Doğal dili işleme ve üretme kapasitesi, onu soruları yanıtlama, metni özetleme ve yaratıcı yazma gibi çeşitli uygulamalar için güçlü bir araç haline getirir. ChatGPT piyasaya sürülmesinden sadece iki ay sonra 100 milyondan fazla kullanıcıya ulaşmıştır (65). ChatGPT'nin ücretsiz

sürümü web tarayıcıları ve mobil cihazlar aracılığıyla kullanılabilir. ChatGPT Plus ise belirli bir maliyete sahiptir ve GPT-4'ün tam sürümünü içerir, daha hızlı ve doğru yanıtlar verir, gelişmiş veri analizi yapar ve fotoğrafları tanımlayabilir. Ayrıca, yoğun kullanım zamanlarında bile erişim garantisi sağlar (4).

Gemini ise ilk olarak Mart 2023'te Bard ismiyle piyasaya sürüldü ve daha ünlü muadili ChatGPT'ye benzer şekilde çalışmaktadır. Temel fark ise veri kaynağıdır. Gemini, en son bilgileri elde etmek için sürekli olarak internetten yararlanırken, ChatGPT yalnızca premium sürümünde internete bağlanır ve aksi takdirde veritabanı Eylül 2021'den önceki kaynaklarla sınırlıdır (4). Gemini'nin işlevleri çok çeşitlidir; dilleri çevirmeyi, metinleri ve makaleleri özetlemeyi, matematik problemlerini çözmeyi, yaratıcı yazmayı ve sistematik bilgi alma yoluyla düzinelerce alandaki karmaşık soruları yanıtlamayı içerir (66).

Günümüzde, ChatGPT ve Gemini gibi modeller, tıbbi literatür analizi ve hasta iletişimlerinin iyileştirilmesi için önemli olan gelişmiş metin anlama ve oluşturma yetenekleriyle NLP'nin ön saflarını temsil etmektedir (67, 68). ChatGPT, hasta eğitimi ve katılımını geliştirmek için önemli fırsatlar sunan insan benzeri konuşma yanıtlarıyla öne çıkmaktadır (69). Gemini Advanced, karmaşık sorgu işlemede başarılıdır ve tıbbi bilgi alma ve araştırmayı dönüştürmeyi vaat etmektedir (70).

İki dil modeli arasındaki belirgin farklılıklardan biri mantıksal akıl yürütme temelindedir. ChatGPT'nin o1 modeli, düşünce zinciri yöntemiyle karmaşık sorunları analiz etme, şifre çözme, bulmaca çözme ve matematik ile İngilizce sorularını doğru yanıtlama gibi görevlerde Gemini'ye kıyasla daha başarılı bir performans sergilemektedir (71).

**Tablo 2.4:** ChatGPT ve Gemini Arasındaki Farklar (72)

	<b>ChatGPT</b>	<b>Gemini</b>
<b>Geliştirici</b>	OpenAI	Google
<b>Dil modeli</b>	GPT 3.5 / GPT 4	Palm 2 and Gemini Pro
<b>Ücretlendirme</b>	Ücretsiz, Plus (ayda 20 \$) veya (Özel fiyat)	Ücretsiz, Plus (ayda 20 \$) veya (Özel fiyat)
<b>Veri kaynakları</b>	Genel tarama, Wikipedia, kitaplar, makaleler, belgeler ve internetten alınan içerikler.	Infiniset, Google'a özel araştırma ve internet araması.

**Tablo 2.4 (devam): ChatGPT ve Gemini Arasındaki Farklar (72)**

<b>Çok modlu yetenekler</b>	Metin, ses ve görüntüler	Metin, ses, resimler, videolar, kod ve daha fazlası (Gemini ile)
<b>Entegrasyonlar</b>	Çeşitli üçüncü taraf bağlayıcılar ve eklentiler	Google Docs gibi Google araçlarıyla bağlantılar
<b>Veri erişimi</b>	Ücretsiz modelde gerçek zamanlı veri erişimi yok	Ücretsiz modelde gerçek zamanlı veri erişimi

#### **2.4.2. Yapay Zeka Büyük Dil Modelleri ve Sağlık Hizmetleri**

Son yıllarda yapay zeka özellikle sağlık hizmetleri alanında önemli ilerlemeler kaydetmiştir. yapay zekanın sağlık sektöründeki uygulamaları arasında, doğal dil işleme (NLP) öne çıkmaktadır (73-77). NLP, tıbbi kayıtlar gibi yapılandırılmamış verileri çıkarmak ve analiz etmek için kullanılır. Bu, tıbbi bilgilerin işlenmesi ve anlaşılmasını kolaylaştırarak, sağlık hizmetlerinin kalitesini artırabilir. NLP'nin kullanımı, bu verilerin daha hızlı ve doğru bir şekilde analiz edilmesini sağlayarak, hasta bakımı ve tedavi planlamasında önemli gelişmeler sunabilir (78-80). Bazı çalışmalar, NLP'nin prognostik veya tanısal araçlar olarak kullanılması potansiyelini de ortaya koymuştur. Örneğin, hastalık belirtilerini, semptomları ve tedavi sonuçlarını analiz etmek için NLP teknolojileri kullanılabilir. Bununla birlikte, bu alanda daha fazla araştırma yapılması gerektiği de belirtilmektedir. NLP ve diğer AI teknolojilerinin tam potansiyelini anlamak ve sağlık hizmetlerinde en etkili şekilde nasıl kullanılabileceğini belirlemek için sürekli araştırma ve geliştirme çalışmaları önem taşımaktadır (63, 81, 82).

Bu dil modellerine farklı ülkelerde farklı yanıtlar verip vermedikleri sorulduğunda, çeşitli farklı diller ve kültürler kullanılarak eğitildiklerini ve bu nedenle belirli ülkelerde benzersiz yanıtlar vermeyi öğrenebildiklerini belirterek yanıt vermektedirler. Potansiyel olarak, bu dil modelleri ülkeye özgü kılavuzlar ve tavsiyeler temelinde bilgi sağlayabilir. Coğrafya, soru türü ve yanıt içeriğindeki değişiklikleri etkileyen diğer faktörlere dayalı olarak dil modelleri tarafından verilen yanıtlardaki değişkenliği daha iyi anlamak için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Bu, özellikle yanıt içeriğindeki tutarlılığın hasta güvenliğini sağlamak için tıbbi uygulamalar bağlamında önemlidir (66).

BDM'lerin önemli avantajlarına rağmen, kullanımlarının hala önemli dezavantajları vardır. BDM'nin radyolojik araştırmalarda kullanılmasının en önemli dezavantajı gizlilik endişeleriyle ilgilidir. Gizlilik sorunları ortaya çıkabilir çünkü hassas hasta bilgileri BDM'lere yüklendiğinde tehlikeye girebilir. Bu önemli dezavantaj, radyolojik raporlar ve görüntüler içeren hasta verileri kullanıldığında etik endişelere yol açabilir. BDM'lerde hasta verilerinin güvenli kullanımını sağlamak için uygun veri kimlik gizleme süreçlerinin uygulanması gerekir (51).

BDM'lerin bir diğerk dezavantajı, mantıklarına dayalı olarak yapay ve potansiyel olarak zararlı bilgi üretme olasılığı veya eğitim verilerinde bulunan bilgilerin alakasız tekrarıdır (stochastic parrots). Stokastik parrots ifadesi, büyük dil modellerinin genellikle insan dilini çok etkileyici bir şekilde taklit edebilmesine rağmen, gerçekte anlam üretmediklerini veya etik, bağlam ve doğru bilgi konusunda içsel bir anlayışa sahip olmadıklarını belirtir. Bu tür modeller, eğitim verilerindeki kalıpları taklit ederek sonuç üretir, ancak "neden" sorularına yanıt verebilecek ya da bağımsız bir şekilde anlam oluşturabilecek kapasitede değildirler. Bu terim, 2021 yılında bir grup araştırmacının yazdığı ve yapay zeka etik tartışmalarında önemli bir yere sahip olan "*On the Dangers of Stochastic Parrots*" başlıklı bir makalede popüler hale gelmiştir (83). Raporları çevirmek veya hastalara dağıtılacak veya teşhis kararlarına yardımcı olmak için kullanılacak bilgi üretmek için kullanıldığında, kullanıcının BDM'lerin sahte bilgi ürettiği durumlardan kaçınmak için son derece dikkatli olması gerekir. Bu tür sahte bilgiler, radyolojik bir raporun yanlış bir çevirisinden bir hastalık veya teşhisle ilgili yanlış sonuçlara varmaya kadar değişebilir. Bu, özellikle hasta bakımında kullanıldığında BDM tarafından üretilen içeriğin doğrulanmasını gerektirir ve bu tür bilgileri alırken hastalara da açıklanması gereken bir gerçektir (83).

### **2.4.3. ChatGPT, Gemini ve Fizyoterapi ve Rehabilitasyon**

Günümüzde, ileri teknolojilerin gelişmesi ve sağlık hizmetlerine olan talebin artması, fizyoterapi alanında önemli değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişikliklerin öne çıkanlarından biri, ChatGPT ve Gemini gibi yapay zeka tabanlı dil modellerinin kullanımının artmasıdır. Bu modeller, tedavi önerileri geliştirme konusunda fizyoterapistlere destek sağlayabilir. Özellikle tedavi planlarını derinlemesine açıklama, çeşitli tedavi seçeneklerini değerlendirme ve bu seçenekleri hastaların bireysel durumlarına uyarlayarak sunma konularında fizyoterapistlere yardımcı olabilirler (3, 84). Bu sistemler, geniş bir bilgi tabanından yararlanarak, fizyoterapistlerin daha bilinçli tedavi seçimleri yapmalarını

sağlayabilir ve tedavi süreçlerinde karşılaşılabilecek zorluklara karşı çözümler önerebilirler. Böylece, fizyoterapistler hastalarına daha etkili ve kişiselleştirilmiş tedavi planları sunabilir, bu da hastaların tedaviye uyumunu ve sonuçlarını iyileştirebilir. ChatGPT ve Gemini, fizyoterapi ve rehabilitasyon pratiğinin kalitesini artırarak, fizyoterapistlerin klinik karar almalarında yardımcı olabilir ve tedavi süreçleri optimizasyonu sağlayabilir (3, 84, 85).

BDM'lerin fizyoterapistler için bir bilgi kaynağı olarak kullanımı, onların mesleki bilgilerini güncel tutmalarına yardımcı olabilir. Patoloji, farmakoterapiler, tıbbi prosedürler ve tedaviler, fizyoterapi programları ve yöntemleri gibi konularda hızlı ve güvenilir bilgi erişimi sağlayarak, fizyoterapistlerin hızla değişen sağlık bakımı ortamında bilgili kalmalarını destekleyebilir. BDM'ler, güncel ve doğru bilgiler sağlayarak fizyoterapistlerin tedavi yaklaşımlarını optimize etmelerine ve hasta bakımını geliştirmelerine olanak tanır (3, 84, 85). Ayrıca, bu tür yapay zeka araçları, tedavi protokolleri ve en iyi uygulamalar hakkında sürekli güncel bilgi sağlayarak, fizyoterapistlerin en yeni tedavi yöntemlerini uygulamalarına yardımcı olur. Böylece, fizyoterapistler hasta bakımında en yüksek standartları koruyabilir ve hastalarına en iyi müdahaleyi sunabilirler. BDM'lerin kullanımı, fizyoterapistlerin zamanlarını daha verimli kullanmalarını ve hızla değişen tıbbi bilgilere hızla uyum sağlamalarını sağlayarak, hasta bakımının kalitesini ve etkinliğini artıracak bir araç olarak öne çıkmaktadır (3, 84, 85).

BDM'ler kaynakların sınırlı olduğu ortamlarda çok disiplinli bir ekibe olan ihtiyacın azaltılması da dahil olmak üzere, önemli ölçüde zaman ve kaynak tasarrufu sağlayabilecek çeşitli faydalar sunmaktadır. Sağlık profesyonelleri BDM'lerin yeteneklerinden yararlanarak, rehabilitasyon planlarının her hastanın bireysel ihtiyaçlarına ve yeteneklerine göre uyarlanmasını sağlayabilir, böylece potansiyel olarak hasta sonuçlarını ve genel yaşam kalitesini artırabilir. Kişiselleştirilmiş rehabilitasyon planlaması için BDM'lerin kullanımı umut vericidir ve etkinliğini, güvenliğini ve rutin sağlık bakımı uygulamalarına entegrasyonunu sağlamak için daha fazla araştırma ve klinik doğrulamanın gerekli olduğunu kabul etmek önemlidir (86, 87).

### **3. GEREÇ VE YÖNTEM**

#### **3.1. Araştırmanın Tipi, Yeri ve Zamanı**

Bu doktora tez çalışması tanımlayıcı çalışma olarak planlandı. Çalışmada diz osteoartriti ile ilgili literatürde kabul görmüş alanında en az beş yıl deneyimli uzman üç fizyoterapist ile yapay zeka büyük dil modelleri ChatGPT-4o ve Gemini Advanced'ın diz osteoartriti fizyoterapi ve rehabilitasyonu için vereceği yanıtlar karşılaştırıldı. Çalışma Ağustos 2024 ve Ekim 2024 tarihleri arasında Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu ve Kırşehir Eğitim ve Araştırma Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesinde gerçekleştirildi.

#### **3.2. Örneklem Büyüklüğü**

Örneklem büyüklüğü G\*Power Software (ver. 3.1.3.2) kullanılarak literatürdeki ilgili bir araştırmadan yola çıkarak hesaplandı (8). Buna göre çalışmanın örneklem büyüklüğü %5 hata payı, %80 güç ile katılımcı sayısı 40 kişi olarak bulundu.

#### **3.3. Bireyler**

Çalışmada Kırşehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniğine başvurup Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon uzmanı tarafından diz osteoartriti tanısı almış ve tedavi için Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokuluna yönlendirilen 52 hasta değerlendirildi. Çalışma, dahil edilme kriterlerini sağlayan 40 hasta ile gerçekleştirildi. Hastalarının ağrıları numaralandırılmış ağrı skalası ile eklem hareket açıklıkları gonyometre (Baseline Evaluation Tools, USA) ile, kuadriceps ve hamstring kas kuvvetleri izometrik dinamometre (Lafayette el dinamometresi) ile fonksiyonel durumları WOMAC skoru ve Lysholm testi ile değerlendirildi. Düşme korkusu Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası (UDES) ve fiziksel performansları 30 Saniye Otur-Kalk Testi, Merdiven İnip-Çıkma Testi, 40 Metre Yürüme Testi ve Zamanlı Kalk Yürü Testi ile değerlendirildi. Statik dengenin değerlendirilmesinde Tek Ayak Üzerinde Durma Testi ile dinamik denge Dört Adım Kare testi ile değerlendirildi. Daha sonra alanında en az beş yıl deneyimli 3 uzman fizyoterapist tarafından hazırlanan rehabilitasyon programı ile büyük dil modellerinin (ChatGPT-4o, Gemini Advanced) rehabilitasyon için oluşturduğu program arasındaki uyum incelendi.

Çalışmaya dahil edilen bireylere değerlendirmeler, çalışmanın kapsamı ve amaçlar hakkında yazılı ve sözlü bilgilendirme yapıldı. Çalışma Helsinki Bildirgesi'ne uygun bir şekilde yürütüldü ve bütün katılımcılardan yazılı ve sözlü onam alındı. Çalışmanın etik kurul onayı Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 09.07.2024 tarihli ve 2024-13/110 numaralı kararı ile alındı (Bkz. EK 1).

*Araştırmaya dahil edilme kriterleri;*

- Amerikan Romatoloji Derneği (ACR) kriterlerine göre diz OA tanısı alan,
- 40-65 yaş aralığında
- Kellgren Lawrence radyolojik evrelendirme kriterlerine göre evre 2 veya 3 diz OA olan hastalar çalışmaya dahil edildi (88).

*Araştırmadan dışlama kriterleri;*

- Dizde cerrahi veya son 6 ayda fizyoterapi/eklem içi enjeksiyon hikayesi olan,
- Alt ekstremitede farklı bir nörolojik ya da ortopedik probleme sahip olan,
- Kognitif ve bilişsel problemlere sahip olan,
- Değerlendirmelere engel teşkil edecek ciddi sistemsel problemleri olan hastalar çalışmadan dışlandı (89).

### **3.4. Değerlendirme Yöntemleri**

Katılımcıların yaş, boy, kilo, kronik rahatsızlık, vücut kütle indeksi (VKİ), meslek ve cinsiyet gibi demografik bilgileri kaydedildi (Bkz. EK 4). Ayrıca ağrı şiddeti, fonksiyonel durum, denge, eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, fiziksel performans ve düşme parametreleri değerlendirildi.

#### **3.4.1. Ağrı Değerlendirmesi**

Numaralandırılmış Ağrı Skalası (NAS), genellikle ağrı şiddetini belirlemek ve izlemek için kullanılır. Bu ölçekte, ağrı yoksa 0, en şiddetli ağrı için 10 veya 100 kullanılır. Hastalar, bu skalada kendi ağrılarının derecesini puanlarlar. Çalışmamızda, hastaların aktiviteyle ilişkili ağrı semptomlarını ve ağrının şiddetini değerlendirmek için NAS'ın 0'dan 10'a kadar olan versiyonu tercih edilmiştir (90).

### 3.4.2. Ağrı Felaketleştirme Ölçeği

Ağrı deneyimiyle ilgili korku, duygu ve düşünceleri değerlendiren ölçek 13 sorudan oluşmaktadır ve 5'li likert tipi derecelendirme kullanılarak 0-4 arası (0-Hiç...4-Her zaman) puanlanır (91). Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Uğurlu ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (92).

### 3.4.3. Kas Kuvveti Değerlendirmesi

Diz ekstansör ve fleksör izometrik kas kuvveti, el dinamometresi (Lafayette Instrument Company, USA) ile değerlendirildi. Değerlendirme Lovett tarafından tanımlanan kas testi pozisyonları ve yöntemi esas alınarak gerçekleştirildi ve sonuçlar Newton cinsinden kaydedildi. Her bir hareket için 3'er ölçüm yapıldı ve bunların ortalama değerleri alındı (93) (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Kas kuvvetinin değerlendirilmesi.

### 3.4.4. Eklem Hareket Açıklığının Değerlendirilmesi

Araştırmamızda katılımcıların diz eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi, klinik gonyometre (Baseline Evaluation Tools, USA) kullanılarak gerçekleştirildi. Diz ekleminin fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin ölçümü, hasta yüzüstü ve sırtüstü yatarken yapıldı. Gonyometrenin döner merkezi, femurun lateral kondiline yerleştirildi, sabit kolu femurun yan orta hattına paralel, hareketli kolu ise fibulanın izini sürer şekilde ayarlandı. Her bir ölçüm üç kez tekrarlandı ve bu ölçümlerin ortalaması derece olarak kayıt altına alındı. Kalça ekleminin fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon ve adduksiyon hareketlerinin ölçümü, her hareket için uygun hasta pozisyonunda yapıldı. Fleksiyon ve ekstansiyon ölçümleri sırasında gonyometrenin döner merkezi femurun büyük trokanterine yerleştirildi. Abduksiyon ve adduksiyon ölçümlerinde ise döner merkez, spina iliaca anterior superior'un (SIAS) hemen altına yerleştirildi. Sabit kol, her ölçümde uygun anatomik referans çizgisine paralel,

hareketli kol ise femurun uzun aksını takip edecek şekilde ayarlandı. Her bir ölçüm üç kez tekrarlandı ve bu ölçümlerin ortalaması derece olarak kayıt altına alındı (94).



Şekil 3.2: Eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi.

### 3.4.5. Fonksiyonel Durum Değerlendirilmesi

#### *WOMAC Skoru*

Katılımcıların fonksiyonel durumları, Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC) skalası ile ölçüldü. WOMAC, özellikle osteoartrit için tasarlanmış bir değerlendirme aracıdır (95). Bu ölçek, osteoartritli hastalarda son 24 saat içinde yaşanan ağrı, sertlik ve fiziksel işlevsellik durumunu değerlendirir. Skala, ağrı için 5, eklem sertliği için 2 ve fiziksel işlevsellik için 17 sorudan oluşur. Sorular 0'dan (yok) 4'e (çok şiddetli) kadar puanlanır. Her alt kategori için ayrı bir toplam puan bulunur. Ağrı için 0-20, sertlik için 0-8, fiziksel işlevsellik için 0-68 arasında, ve genel WOMAC puanı 0-96 arasında değişir. Yüksek skorlar, daha kötü semptomları ve ciddi kısıtlılıkları gösterir (95). WOMAC ölçeğinin Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Tüzün ve ark. tarafından yapılmıştır (Bkz. EK 5) (96).

#### *Lysholm*

Lysholm skoru, diz eklemindeki stabilite ve fonksiyonel durumu değerlendirmek amacıyla kullanılan öz bildirim dayalı bir ölçüm aracıdır. Toplamda 100 puan üzerinden hesaplanır ve yüksek skorlar daha iyi diz fonksiyonunu gösterir. Ölçek, sekiz ana alt bileşenden oluşur: ağrı, instabilite, kilitleme, şişme, merdiven inip çıkma, yürüme desteği kullanımı, yürüme mesafesi ve yürüme şekli. Bu alt başlıkların her biri belirli bir puan aralığına sahiptir ve

katılımcının mevcut durumuna göre puanlanır (97). Türkçe geçerliliği Çelik ve ark. (98) tarafından 2013 yılında yapılmıştır (Bkz. EK 6).

### 3.4.6. Fiziksel Performans Değerlendirmesi

#### 30 Saniye Otur-Kalk Testi

30 sn Otur-Kalk Testi alt ekstremite kas kuvveti ve enduransını değerlendirmek için sık kullanılan testlerden biridir. Sırt destekli sandalyede kolları önde çapraz omuzlarına dokunur pozisyonda oturtulan hastalardan 30 sn boyunca olabildiğince hızlı şekilde sandalyeye oturup kalkmaları istendi. Kronometre kullanılarak 30 sn içindeki oturup kalkma sayısı kaydedildi (99).



Şekil 3.3: Fiziksel Performans Testleri

### *Merdiven İnip-Çıkma Testi*

Fonksiyonel kapasiteyi değerlendiren testlerdendir. Bu test için basamak yüksekliği 15-20 cm olan, 6 basamaklı merdiven kullanılmaktadır. Kişiden hızlı tempoda merdivenleri çıkması ve 6. basamak sonunda ara vermeden inmesi istendi. Toplam süre kaydedildi (100).

### *40 Metre Yürüme Testi*

40 metre hızlı yürüme testinde, hastaların yürüyüşünü gerçekleştireceği 10 metrelik bir parkur oluşturuldu. Yürüme hızının ve süre ölçümünün doğru yapılabilmesi için başlangıç çizgisinin 2 metre öncesine ve bitiş çizgisinin 2 metre sonrasına işaretler konuldu. Hastalardan, işaretli noktadan başlayarak 10 metrelik parkur boyunca olabildiğince hızlı ancak koşmadan yürümeleri istendi. Hastalar, 10 metrelik parkurda 4 kez yürütülmüş olup, elde edilen süreler toplanarak toplam süre hesaplandı (101).

### *Zamanlı Kalk ve Yürü Testi*

Çalışmamızda, fiziksel performansı ölçmek için Zamanlı Kalk ve Yürü Testi (Timed Up & Go Test - TUG) kullanılmıştır. Osteoarthritis Research Society International (OARSI), kalça veya diz osteoartriti olan bireyler için TUG testini performans temelli fiziksel fonksiyon testi olarak önermektedir (102). TUG, bir kişinin standart bir sandalyeden kalkıp 3 metre yürümesi, dönüş yapması ve tekrar oturması için geçen süreyi saniye cinsinden ölçen bir testtir (103). Diz osteoartriti olan hastalar için güvenilir bir klinik test olarak kabul edilir (104). Çalışmamızda, oturan hastalara 'başla' komutu verildi ve 3 metre uzaklıktaki bir çizgiye normal hızda yürümeleri, dönmeleri ve tekrar oturmaları istendi. Süre, hastaların kalçalarının sandalyeden ayrıldığı andan itibaren başlatılıp, sandalyeye geri oturduklarında durduruldu. Süre kronometre ile saniye olarak kaydedildi. Test üç kez yapıldı ve ortalaması alındı.

### **3.4.7. Dengenin Değerlendirilmesi**

#### *Dört Adım Kare Testi*

Dinamik dengenin değerlendirilmesinde Dört Adım Kare Testi kullanıldı. Testin yapılacağı alan, iki baston yardımıyla düz bir zemin üzerine dört kare oluşturacak şekilde düzenlenmiştir. Katılımcının, başlangıç olarak bulunduğu 1 numaralı kareden 2 numaralı kareye yönelmesi istendi. Katılımcıya, numaralandırılmış kareler arasında "2-3-4-1-4-3-2" sırasına göre hareket etmesi, bastonlara dokunmaması ve her kareye iki ayağıyla basması

gerektiği belirtilmiştir. Test, katılımcının 2. kareye adım atmasıyla başlatılıp, son ayağının 1. kareye temas ettiği anda sona erdirildi. Hareket sıralamasında hata yapılması, dengenin kaybedilmesi veya bastonlara temas edilmesi durumunda test tekrar başlatıldı. Test, iki kez uygulanarak en kısa süre kaydedildi ve saniye cinsinden araştırma takip formuna işlendi. Işık ve arkadaşları testi Türkçe dilinde geçerlilik ve güvenilirlik açısından değerlendirmiştir (105) (şekil 3.4.).

#### *Tek Ayak Üzerinde Durma Testi*

Statik dengenin değerlendirilmesinde Tek Ayak Üzerinde Durma Testi uygulandı. Tek ayak üstünde durma testi, özellikle diz osteoartritli hastalarda statik dengenin değerlendirilmesi için önerilen bir yöntemdir (106). Değerlendirme sırasında, hastalardan bir bacağı kaldırarak diğerine temas etmeden durmaları istendi. Gözleri kapalı olarak, 30 saniye süresince dengede kalmaları gerektiği belirtildi. Eğer kaldırılan bacak, destek bacağına temas ederse, ayak yere değerse, herhangi bir sıçrama ya da sekme olursa, ya da çevredeki herhangi bir şeye destek amaçlı dokunulursa, bu durum denge bozukluğu olarak değerlendirildi. Dengede kalınan toplam süre, bu kriterlere göre kaydedildi (107) (şekil 3.4.).



**şekil 3.4:** Dört adım kare testi ve tek ayak üzerinde durma testi

#### **3.4.8. Düşme Korkusunun Değerlendirilmesi**

Çalışmamızda düşme korkusunu değerlendirmek için Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası (UDES) (Falls Efficacy Scale–International) kullanılmıştır. UDES, bireylerin günlük yaşam aktiviteleri sırasında düşme ile ilgili endişelerini ölçen 16 soruluk bir öz bildirim skalasıdır.

Skaladaki sorular Likert tipindedir ve 1'den "hiç endişe duymam" 4'e "çok endişelenirim" kadar puanlama yapılır. Toplam puan 16 ile 64 arasında değişir ve yüksek puanlar, artan düşme korkusunu gösterir. UDES'in Türkçe sürümünün güvenilirlik ve geçerlilik çalışması Ulus ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (Bkz. EK 7) (108, 109).

### 3.5. Çalışma Prosedürü

Elde edilen hasta verileri öncelikle alanında en az beş yıl deneyimli 3 fizyoterapistte sunuldu ve her hastaya özgü fizyoterapi ve rehabilitasyon programı oluşturmaları istendi. Her hastaya ait veriler üç fizyoterapist tarafından bağımsız olarak değerlendirildi ve ardından ortak fizyoterapi programı geliştirildi. Fizyoterapistler her hasta için en uygun tedavi programı üzerinde fikir birliğine vardı ve sonuçta her hasta için tek, standartlaştırılmış, ortak bir program elde edildi ve bu “Fizyoterapistlerin Önerdiği Program” (FÖP) olarak tanımlandı. Sonrasında hasta değerlendirme sonuçları ChatGPT-4o ve Gemini Advanced dil modellerine komut şeklinde girildi ve dil modellerine şu emir verildi:

*“Değerlendirme parametrelerini seninle paylaşacağım bir diz osteoartriti hastasına özgü, değerlendirme sonuçlarını dikkate alarak 3 fazdan oluşan detaylı bir fizyoterapi ve rehabilitasyon programı oluştur.*

*Programda şu bileşenler yer alsın:*

*Elektrofiziksel ajanlar: Her fazda kullanılabilecek uygun modaliteleri belirt.*

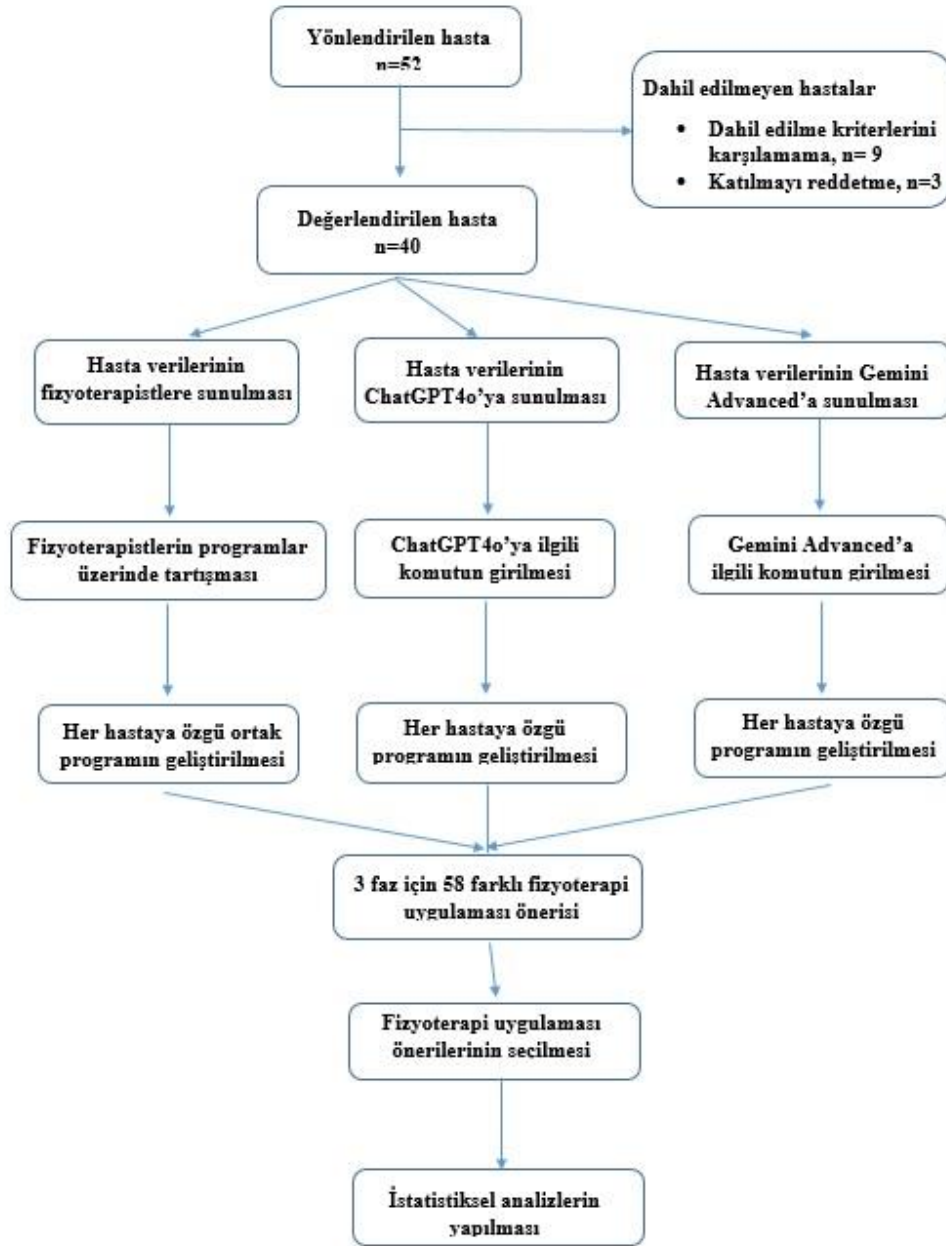
*Sıcak/soğuk uygulamalar: Hastanın ihtiyaçlarına göre hangi uygulamanın tercih edileceğini açıkla.*

*Egzersiz uygulamaları: Her faz için detaylı egzersiz programı ver. Egzersizlerin nasıl yapılacağını, tekrar sayısını, setlerini ve uygulanacak pozisyonları açıkla.*

*Fazlar arası geçiş kriterleri: Ağrı, ödem, denge, eklem hareket açıklığı (ROM), kas kuvveti ve fonksiyonellik açısından her fazdan bir sonrakine geçiş için spesifik kriterler belirle.*

*Taburculuk kriterleri: Tedavi sonunda hastanın ulaşması gereken hedefler üzerinde dur. Bu program, her fazın amaçlarına ve hastanın klinik durumuna uygun olarak detaylandırılmış olmalı. Özellikle egzersiz açıklamalarında talimatlar adım adım verilmelidir. Ayrıca programın, uygulama sıklığı ve seans süresi gibi detayları da içermesi önemli.”(Bkz. EK 8).*

Fizyoterapistler ve yapay zeka modelleri tarafından oluşturulan rehabilitasyon programlarında başlangıçta toplam 58 farklı fizyoterapi yöntemi belirlendi. Bu yöntemlerin her biri, diz OA rehabilitasyonundaki klinik uygunlukları ve uygulama sıklıkları açısından değerlendirildi. Değerlendirme sonucunda, yerleşik kılavuzlar ve önceki literatür tarafından desteklenen 50 yöntem programa dahil edildi (110, 111). Klinik uygulamada nadiren kullanılan veya daha az ilgili olduğu düşünülen yöntemler dışlandı. Bu süreç, rehabilitasyon programlarının en anlamlı bileşenlerine odaklanılmasını sağladı. Son aşamada, her hasta için fizyoterapistlerin önerdiği programlar (FÖP) ile, dil modelleri tarafından oluşturulan programlar arasındaki uyum oranı karşılaştırıldı.



Şekil 3.5: Akış diagramı.

### **3.6. İstatistiksel Analiz**

Araştırmamızda toplanan verilerin istatistiksel analizi için IBM SPSS Statistics 25 yazılımı kullanıldı Her hasta için rehabilitasyon programları seçilen 50 parametre üzerinden analiz edildi. Her parametre ChatGPT-4o, Gemini Advanced ve FÖP için “var” ya da “yok” olarak kaydedildi. Yapay zeka tarafından oluşturulan programlar ile fizyoterapistlerin önerdiği programların uyumluluğu değerlendirmek için ki-kare ( $\chi^2$ ) testleri uygulandı. Sonuçlar  $p < 0.05$  anlamlılık düzeyinde analiz edilmiş ve mutlak frekanslar ve yüzdeler sunuldu.

## 4. BULGULAR

Araştırma kapsamında 52 hasta değerlendirilmiş; farklı sebeplerden dolayı 40 hasta çalışma kapsamında değerlendirmeye alınmıştır. Çalışma esnasında 9 hasta dahil edilme kriterlerini sağlamamış 3 hasta ise çalışmaya katılmayı kabul etmemiştir. Toplam 40 hasta çalışma kapsamında değerlendirme prosedürlerini tamamlamıştır (Şekil 3.6).

**Tablo 4.1:** Bireylerin Demografik ve Klinik Özelliklerinin Dağılımı

Cinsiyet	n	%
Kadın	30	75
Erkek	10	25
<b>Eğitim Düzeyi</b>		
İlkokul	9	22,5
Ortaokul	11	27,5
Lise	13	32,5
Üniversite	7	17,5
<b>Meslek</b>		
Emekli	5	12,5
Ev hanımı	26	65
Çalışan	9	22,5
<b>Hasta taraf</b>		
Sağ	28	70
Sol	12	30
<b>Dominant taraf</b>		
Sağ	37	92,5
Sol	3	7,5
<b>Kellgren Lawrence Evrelemesi</b>		
Evre 2	24	60
Evre 3	16	40

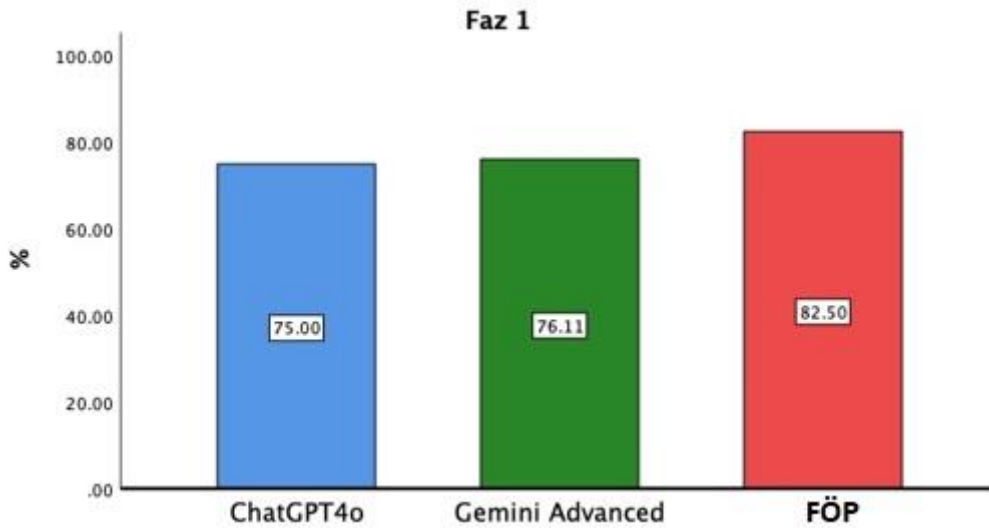
**Tablo 4.2:** Klinik Test Sonuçlarına Göre Hasta Verilerinin İstatistiksel Özetleri.

Değerlendirme Parametreleri	$X \pm SS$
Yaş (y)	53,30±7,17
Boy (cm)	166,18±9,05
Kilo (kg)	67,22±11,70
Vücut kütle indeksi (kg/m <sup>2</sup> )	24,55±4,99
Numaralandırılmış ağrı skalası	4,40±1,53
Ağrı felaketleştirme ölçeği skoru	31,88±8,21
Kuadriseps kas kuvveti (N)	64,73±5,99
Hamstring kas kuvveti (N)	39,90±4,30
Diz fleksiyon açısı (derece)	101±3,34
Diz ekstansiyon açısı (derece)	-3,00 ± 1,50
Kalça fleksiyon açısı (derece)	62,15±3,46
Kalça ekstansiyon açısı (derece)	19,93±2,21
Kalça abduksiyon açısı (derece)	35,35±2,38
Kalça adduksiyon açısı (derece)	18,15±1,57
WOMAC ölçeği skoru	40,28±12,65
Lysholm ölçeği skoru	49,48±9,44
30 sn otur kalk testi skoru (kez)	11,68±1,59
Merdiven inip çıkma testi skoru (sn)	12,80±3,07
40 m hızlı yürüme testi skoru (sn)	33,38±3,76
Zamanlı kalk ve yürü testi skoru (kez)	14,05±2,02
Dört adım kare testi skoru (sn)	12,58±2,53
Tek ayak üzerinde durma testi skoru (sn)	16,40±5,51
UDES ölçeği skoru	35,65±6,90

X: Ortalama, SS: Standart Sapma, y: yıl, cm: santimetre, kg: kilogram, m: metre, sn: saniye, N: Newton, WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, SF-12: Short Form 12, UDES: Uluslararası düşme etkinlik skalası NAS: Numaralandırılmış Ağrı Skalası.

Faz 1: Fizyoterapistlerin ve BDM'lerin Faz 1 için oluşturduğu fizyoterapi uygulama parametreleri karşılaştırıldı. Coldpack ve TENS tüm gruplarda yüksek düzeyde önerildi (FÖP: %92,5, ChatGPT-4o: %97,5, Gemini Advanced: %95). Coldpack ve TENS için gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmadı. Ultrason ve süresi/frekansı için gruplar arasında anlamlı farklılıklar göstermiştir. Ultrason ve süresi/frekansı hem ChatGPT-4o hem de Gemini Advanced'e kıyasla FÖP tarafından anlamlı olarak daha az önerildi ( $p<0,001$ ). Kalça mobilizasyon egzersizleri ve bunların set/frekansı için önerilerde anlamlı farklılıklar bulundu. FÖP bunları hem ChatGPT-4o hem de Gemini Advanced'e kıyasla anlamlı olarak daha fazla önerdi ( $p<0,001$ ). Kalça abduksiyon egzersizleri ve hamstring curl, set/frekanslarıyla birlikte önemli farklılıklar gösterdi ve FÖP bunları ChatGPT-4o'dan ( $p<0,001$ ) ve Gemini Advanced'den ( $p<0,05$ ) anlamlı olarak daha sık önerdi. Faz 1'den Faz 2'ye geçiş kriterleri kuadriceps ve hamstring kas gücünde iyileşme, hem ChatGPT-4o hem de Gemini Advanced tarafından FÖP'e kıyasla anlamlı ölçüde daha az önerildi ( $p<0,001$ ). Faz 1'nin bulguları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Faz 1 için toplamda 18 parametre öneri yüzdelerinin ortalaması FÖP için %82,5, ChatGPT-4o için %75, Gemini Advanced için %76,11 olarak hesaplanmıştır. Bu ortalama değerler Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Faz 1 parametre öneri yüzdelerinin ortalama değerleri.

**Tablo 4.3:** Faz 1'in FÖP ile ChatGPT-4o Gemini Advanced Karşılaştırması.

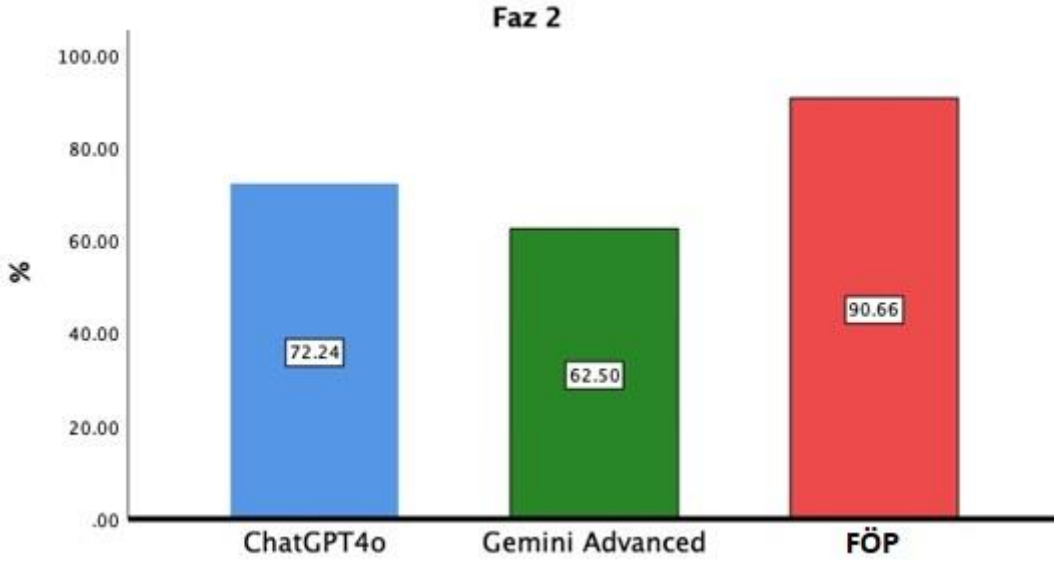
Değişken (var %)	FÖP	ChatGPT	Gemini	p <sup>1</sup>	p <sup>2</sup>	p <sup>3</sup>
Coldpack	92.5	97.5	95	0.307	0.646	0.558
Coldpack süre/sıklık	92.5	90	87.5	0.694	0.366	0.496
Tens	92.5	97.5	95	0.307	0.646	0.558
Tens süre/sıklık	92.5	95	85	0.679	0.355	0.542
Ultrason	5	52.5	82.5	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.004</b>
Ultrason süre/sıklık	5	47.5	77.5	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.005</b>
Diz ROM	97.5	92.5	95	0.307	0.558	0.646
Diz ROM set/sıklık	97.5	92.5	90	0.307	0.598	0.694
Kuadriceps izometrik	95	97.5	90	0.558	0.529	0.168
Kuadriceps izometrik set/sıklık	95	90	92.5	0.398	0.646	0.694
Kalça mobilizasyon egzersizleri	85	27.5	20	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	0.288
Kalça mobilizasyon egzersizleri set/sıklık	85	25	17.5	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	0.471
Kalça abduksiyon ve hamstring curl	87.5	55	65	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.021</b>	0.364
Kalça abduksiyon ve hamstring curl set/sıklık	87.5	50	62.5	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.010</b>	0.262
Faz 2 Geçiş Kriteri: Dizde belirgin şişlik yok	95	92.5	90	0.679	0.398	0.694
Faz 2 Geçiş Kriteri: Ağrı yönetilebilir seviyede	95	97.5	92.5	0.558	0.646	0.307
Faz 2 Geçiş Kriteri: Diz ROM fleksiyonu $\geq 90$ ekstansiyon $\leq -5$ derece	92.5	90	97.5	0.694	0.307	0.168
Faz 2 Geçiş Kriteri: Kuadriceps / hamstring kas kuvvetinde iyileşme	92.5	60	35	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.026</b>

Kısaltmalar: FÖP: Fizyoterapistlerin önerdiği program; p<sup>1</sup> : FÖP-ChatGPT karşılaştırması; p<sup>2</sup> : FÖP-Gemini karşılaştırması; p<sup>3</sup> : ChatGPT-Gemini karşılaştırması.

Faz 2: Fizyoterapistlerin ve BDM'lerin Faz 2 için oluşturduğu fizyoterapi uygulama parametreleri karşılaştırıldı. TENS ve interferansiyel akım, süreleri ve sıklıkları dahil olmak üzere, hem ChatGPT-4o hem de Gemini Advanced'e kıyasla FÖP tarafından önemli ölçüde daha sık önerildi ve farklar istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,001). Denge ve

proprioepsiyon egzersizleri, setleri ve sıklıkları ile birlikte, hem ChatGPT-4o hem de FÖP tarafından daha sık önerildi, Gemini Advanced'in önerileri ise belirgin şekilde daha düşüktü ve istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlendi ( $p<0,001$ ). Kalça stabilizasyon egzersizleri, setleri ve sıklıkları dahil olmak üzere, FÖP tarafından hem ChatGPT-4o hem de Gemini Advanced'e kıyasla çok daha sık önerildi ve tüm farklar istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,001$ ). Bu parametrelere ilişkin bulgular Tablo 2'de özetlenmiştir.

Faz 2 için parametre öneri yüzdelerinin ortalaması FÖP için % 90,66 ChatGPT-4o için % 72,24 Gemini Advanced için % 62,50 olarak hesaplandı. Bu ortalama değerler Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 Faz 2 parametre öneri yüzdelerinin ortalama değerleri.

**Tablo 4.4:** Faz 2 ‘nin FÖP ile ChatGPT4o-Gemini Advanced Karşılaştırması.

Değişken (var %)	FÖP	ChatGPT	Gemini	p <sup>1</sup>	p <sup>2</sup>	p <sup>3</sup>
Hotpack	92.5	87.5	85	0.366	0.355	0.747
Hotpack süre/sıklık	92.5	82.5	85	0.179	0.355	0.763
Tens/İnterferans	92.5	20	17.5	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	0.775
Tens/İnterferans süre/sıklık	92.5	15	10	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	0.501
NMES/RUS akımı	87.5	77.5	90	0.242	0.725	0.132
NMES/RUS akımı süre/sıklık	87.5	72.5	82.5	0.095	0.533	0.287
KKZ egzersizleri Kuadriiceps kuvvetlendirme	97.5	95	92.5	0.558	0.307	0.646
KKZ egzersizleri Kuadriiceps kuvvetlendirme set/sıklık	97.5	92.5	87.5	0.646	0.366	0.458
Denge ve proprioseption egzersizleri	90	92.5	27.5	0.694	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>
Denge ve proprioseption egzersizleri set/sıklık	90	85	22.5	0.501	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>
Alt ekstremite kuvvetlendirme egzersizleri	97.5	95	92.5	0.558	0.307	0.646
Alt ekstremite kuvvetlendirme egzersizleri set/sıklık	97.5	87.5	92.5	0.091	0.773	0.458
Kalça stabilizasyon egzersizleri	92.5	30	22.5	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	0.448
Kalça stabilizasyon egzersizleri set/sıklık	92.5	30	20	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	0.543
Kalça abduksiyon ve hamstring curl	70	67.5	47.5	0.844	0.092	0.137
Kalça abduksiyon ve hamstring curl set/sıklık	70	62.5	42.5	0.562	0.041	0.144
Faz3’e Geçiş Kriteri: Dizde belirgin şişlik yok	95	92.5	80	0.646	0.071	0.158
Faz3’e Geçiş Kriteri: Ağrı yönetilebilir seviyede	95	97.5	92.5	0.558	0.287	0.307
Faz3’e Geçiş Kriteri: Kuadriiceps ve hamstring kuvveti ilerlemeyi destekleyecek düzeyde	92.5	90	97.5	0.694	0.773	0.168

Kısaltmalar: FÖP: Fizyoterapistlerin önerdiği program; p<sup>1</sup> : FÖP-ChatGPT karşılaştırması; p<sup>2</sup> : FÖP-Gemini karşılaştırması; p<sup>3</sup> : ChatGPT-Gemini karşılaştırması; NMES: Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu; KKZ: Kapalı Kinetik Zincir.

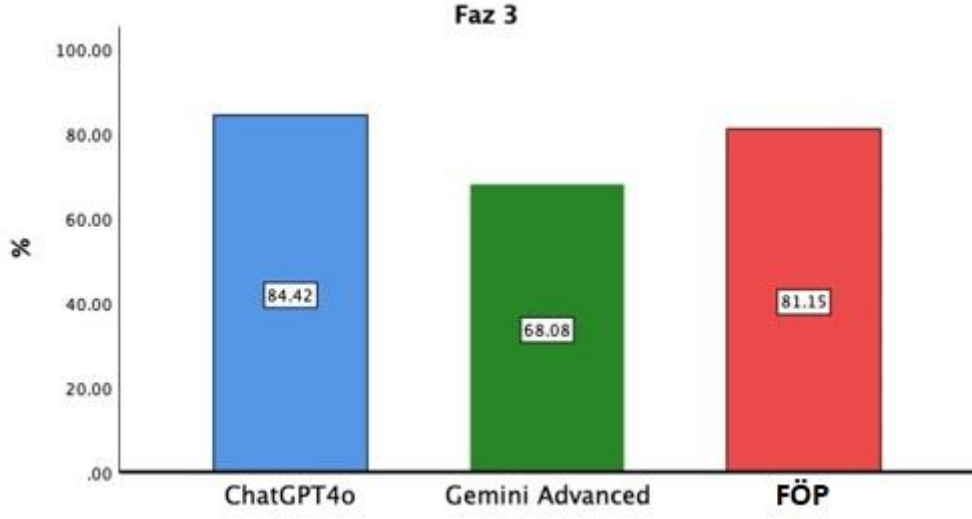
Faz 3: Fizyoterapistlerin ve BDM'lerin Faz 3 için oluşturduğu fizyoterapi uygulama parametreleri karşılaştırıldı. NMES ve RUS akımı, süreleri ve sıklıkları dahil olmak üzere, ChatGPT-4o tarafından hem FÖP hem de Gemini Advanced'e kıyasla önemli ölçüde daha sık önerildi ve tüm farklar istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,001$ ). Dinamik denge egzersizleri, setleri ve sıklıkları ile birlikte ChatGPT-4o ve FÖP tarafından benzer seviyelerde önerildi, Gemini Advanced'in önerileri istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlenecek derecede daha düşüktü ( $p<0,001$ ). Faz 3'ün bulguları Tablo 3'te özetlenmiştir.

Faz 3 için parametre öneri yüzdelerinin ortalaması FÖP için % 81,15 ChatGPT-4o için % 84,42 Gemini Advanced için % 68,08 olarak hesaplandı. Bu ortalama değerler Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.5:** Faz 3'ün FÖP ile ChatGPT4o-Gemini Advanced Karşılaştırması.

Değişken (var %)	FÖP	ChatGPT	Gemini	p <sup>1</sup>	p <sup>2</sup>	p <sup>3</sup>
NMES/RUS	17.5	65	15	<0.001	0.808	<0.001
NMES/RUS süre/sıklık	17.5	62.5	12.5	<0.001	0.619	<0.001
Kuadriceps kuvvetlendirme	97.5	95	92.5	0.558	0.646	0.646
Kuadriceps kuvvetlendirme set/sıklık	97.5	92.5	87.5	0.646	0.122	0.366
Alt ekstremite kuvvetlendirme	90	80	85	0.286	0.572	0.639
Alt ekstremite kuvvetlendirme set/sıklık	90	77.5	80	0.132	0.286	0.823
Dinamik denge egzersizleri	90	92.5	27.5	0.694	<0.001	<0.001
Dinamik denge egzersizleri set/sıklık	90	85	22.5	0.572	<0.001	<0.001
GYA adaptasyon egzersizleri	90	87.5	97.5	0.725	0.168	0.091
GYA adaptasyon egzersizleri set/sıklık	90	87.5	85	0.725	0.572	0.747
Taburculuk kriteri: Fonksiyonel aktiviteler ağrısız	95	92.5	97.5	0.739	0.739	0.739
Taburculuk kriteri: Kas kuvveti yaş ve cinsiyete uygun seviyede	95	97.5	90	0.558	0.398	0.168
Taburculuk kriteri: Denge ve koordinasyon yeteneğinde belirgin gelişme	95	82.5	92.5	0.078	0.646	0.179

Kısaltmalar: FÖP: Fizyoterapistlerin önerdiği program p<sup>1</sup> : FÖP-ChatGPT karşılaştırması; p<sup>2</sup> : FÖP-Gemini karşılaştırması; p<sup>3</sup> : ChatGPT-Gemini karşılaştırması.



**Şekil 4.3:** Faz 3 parametre öneri yüzdelерinin ortalama değeri.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma ChatGPT-4o ve Gemini Advanced büyük dil modellerinin diz osteoartriti hastaları için fizyoterapi ve rehabilitasyon programları oluşturabilme potansiyelini inceleyen ilk çalışmadır. Her iki dil modeli de genel öneriler oluşturmada güçlü yönlerini ortaya koymuş, ancak hassasiyet ve fizyoterapistlerin önerdiği programa bağlılık konusunda farklılıklarla karşılaşmıştır. ChatGPT-4o FÖP ile daha fazla tutarlılık gösterirken, Gemini Advanced belirli önerilerde FÖP'e kıyasla daha az tutarlılık göstermiştir. Bu bulgular, klinik uygulamalardaki güvenilirliklerini artırmak için bu tür modellerin iyileştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

### 5.1. Tedavi Önerisi

BDM'ler üzerine yapılan çalışmalar, genel bilgiye ulaşmadaki potansiyellerini vurgulamakta, ancak belirli klinik uygulamalardaki sınırlamaları ortaya koymaktadır [16]. BDM'lerin diz OA tedavi yönetimindeki potansiyelini inceleyen bir çalışmada, ayrıntılı tıbbi bilgi gerektiren görevlerde dil modellerinin sınırlı etkinlik gösterdiği gözlenmiştir. BDM'lerin performanslarında genel tıbbi kavramlardan kişiselleştirilmiş çözümler üretmeye geçerken önemli ölçüde düşüş gözlenmiştir. Bununla birlikte, kesin talimatlar ve doğru bilgi kaynaklarının entegrasyonu yoluyla performanslarının önemli ölçüde artırılacağı belirtilmiştir (112).

Cao Wang ve ark., ChatGPT-4.0, hem ChatGPT-3.5'a hem de diğer dil modellerine kıyasla OA ile ilgili genel sorgulara yanıt vermede daha iyi çalıştığını ve yine benzer şekilde ChatGPT-4o'nun rehabilitasyon programlarının tasarlanmasında yüksek doğruluk ve uyumluluk oranları göstererek genel bilgi sağlama yeteneğine sahip olduğunu belirtmiştir. Dil modelleri genellikle tedavi ve hastalığın önlenmesi parametrelerinde daha düşük performans gösterse de ChatGPT-4.0, hem ChatGPT-3.5'a hem de diğer dil modellerine kıyasla OA hakkındaki genel sorgulara yanıt vermede daha iyi olduğu gösterilmiştir (10). Benzer şekilde, çalışmamızda, ChatGPT-4o ve Gemini Advanced kalça mobilizasyonu ve stabilizasyon egzersizleri için FÖP'e kıyasla önemli ölçüde daha az öneri sunmasına rağmen, ChatGPT-4o rehabilitasyon programlarının tasarlanmasında nispeten yüksek doğruluk ve uyum oranları göstermiştir. Bu durum ChatGPT-4o ve Gemini Advanced'ın rehabilitasyon programları hazırlarken öncelikle etkilenen bölgeye odaklanma eğiliminden ve dolayısıyla klinik muhakemelerinin, rehabilitasyonun daha geniş ihtiyaçlarını karşılamak için kalça

egzersizlerinin önemini yeterince önemememiş olabileceğinden kaynaklanabilir. Sonuç olarak, hem Cao ve ark. yaptığı çalışmanın sonuçları hem de bizim bulgularımız, tedavi ve önleme gibi belirli alanlarda iyileştirmelerin yapılması gerektiğini göstermektedir.

Literatürde OA dışındaki diğer çalışmaları incelediğimizde, BDM'leri diğer klinik bağlamlarda değerlendiren çalışmalar da hem potansiyellerini hem de limitlerini göstermektedir. Örneğin, bir çalışma ChatGPT'nin FITT-VP (Frekans, Yoğunluk, Zaman, Tür, Hacim ve İlerleme) gibi yerleşik çerçevelere dayalı rehabilitasyon programları tasarlama konusundaki yeterliliğini vurgulamıştır (113). Benzer şekilde, başka bir çalışmada ChatGPT'nin özellikle rotator manşet tendinopatisi ve glenohumeral artrit gibi durumlar için tanı ve tedavi yönetimi önerilerinde empati eksikliği, hasta etkileşimindeki zorluklar ve görüntüleme raporlarına güvenme gibi ek sınırlılıklar tespit edilmiştir (114). Ayrıca, subakromiyal sıkışma sendromu vakalarında, bir çalışma ChatGPT'nin geniş yanıtlar sunduğunu belirtirken, her iki model de spesifik egzersiz önerileri oluşturmada yetersiz kalmıştır (115). Buna karşılık dil modellerinin el yaralanmalarında tedavi önerisi performansı üzerine yapılan bir çalışmada Gemini Advanced ChatGPT-4'e göre üstün sınıflandırma doğruluğu (%70,6) göstermiş, ancak ayrıntılı tedavi protokolleri sağlamada benzer sınırlılıklar göstermiştir (85).

Vestibüler rehabilitasyon üzerine yapılan bir başka çalışmada, ChatGPT'nin bilgi sunmada Gemini'den daha etkili olduğu ancak her iki modelin de klinik muhakemede sınırlılıklar gösterdiği belirtilmiştir (116). Ayrıca, skolyoz sınıflandırması ve tedavisi üzerine yapılan bir çalışmada ChatGPT-4'ün yüksek doğruluğu vurgulanırken, Gemini'nin çıktılarındaki tutarsızlıkların potansiyel hasta güvenliği riskleri oluşturduğu belirtilmiştir. Tedavi protokolü geliştirme bağlamında ChatGPT, tedavi seçeneklerinin net bir şekilde sunulması yoluyla hasta katılımını artırmak için avantajlı bulunmuştur. Öte yandan Gemini Advanced'ın, kişiselleştirilmiş tedavi planları oluşturmak için karmaşık klinik senaryoları analiz etmede nispeten güçlü olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte, her iki model de veri güvenilirliği, etik kaygılar ve klinik kılavuzlara bağlılıkla ilgili sınırlamalara sahiptir ve hasta güvenliği ve tedavi etkinliği konusunda endişelere yol açmaktadır (117). ChatGPT ve Gemini genel bilgi sunumunda etkili olmakla birlikte, karmaşık klinik protokolleri ve muhakeme süreçlerini yönetmede sınırlamalar sergilemektedir (70, 117). Çalışmamızda dikkat çeken bir bulgu, FÖP önerilerinde nadiren yer almasına rağmen, dil modelleri tarafından Faz 1'de ultrasonun sıkça önerilmesi idi. 2021 yılında yapılan bir meta analizde ultrasonun klinik uygulamalarda kullanımı için anlamlı önerilerde bulunmanın mümkün

olmadığı belirtilmiştir (118). Bu tutarsızlık, ChatGPT-4o ve Gemini Advanced'ın eğitim verilerinin güncelliğindeki sınırlamaların yanı sıra modellerin güncel literatürü inceleme ve entegre etme konusundaki zayıflıklarına bağlanabilir. Ek olarak, çalışmamızda ChatGPT-4o genel öneriler sunma konusunda güçlüydü ancak belirli egzersiz parametrelerinde (örn. setler ve tekrarlar) daha az tutarlılık göstermiştir. Benzer şekilde, Gemini Advanced belirli fizyoterapi uygulamalarında daha yüksek uyumluluk gösterirken, fazlar arası geçiş kriterlerini ve sonuç ölçütlerini yeterince tanımlamakta zorlanmıştır. Bu bulgular, dil modellerinin klinik uygulamada tamamlayıcı araçlar olarak potansiyelinin altını çizmekte, ancak daha güncel ve kanıta dayalı veri kümelerinin entegrasyonu yoluyla optimizasyon ihtiyacını vurgulamaktadır.

## **5.2. Fizyoterapistlerin Önerdiği Program ile Uyumluluk**

BDM'lerin kanıta dayalı osteoartrit kılavuzlarıyla uyumuna ilişkin literatür incelendiğinde dikkate değer bulgular ortaya çıkmaktadır. ChatGPT ve Bard'ı (Gemini) Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi'nin (AAOS) kalça ve diz osteoartriti için Klinik Uygulama Kılavuzları klinik sorularıyla uyumu açısından karşılaştıran bir çalışma, ChatGPT'nin AAOS kılavuzlarıyla %80'lik bir uyum oranı elde ettiğini ve %60'lık bir uyum oranı elde eden Bard'ı geride bıraktığını göstermiştir (119).

Literatürde, BDM'lerin osteoartrit dışında kanıta dayalı klinik kılavuzlarla uyumu incelendiğinde, bu modellerin farklı klinik alanlarda değişen düzeylerde doğruluk ve uyum gösterdiği görülmektedir. Örneğin, rotator manşet yırtıkları ve ön çapraz bağ yaralanmalarının AAOS tarafından geliştirilen kanıta dayalı klinik uygulama kılavuzları ile ne derece uyumlu tedavi önerileri sunabileceklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, ChatGPT-4 %79,2'lik bir kılavuz uyumluluk oranı elde ederek, farklı uyumluluk dereceleri sergileyen diğer dil modellerinden daha iyi performans göstermiştir (120). Ayrıca, gastrointestinal kanserler için klinik karar desteğini inceleyen bir çalışmada, ChatGPT-4 ve Gemini 1.0 Ultra için sırasıyla %77,78 ve %75,93 kılavuz uyum oranları bildirilmiş ve iki model arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (121). Başka bir çalışmada, pediatrik ortopedi alanında, ChatGPT ve Gemini, 24 farklı soruya tabii tutulmuş ve dil modelleri AAOS kılavuzları ile sırasıyla %67 ve %69'luk uyum oranları elde etmiştir. İki dil modeli arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir (122). Diş taşı tedavisi ve osteoporoz üzerine yapılan çalışmalar, ChatGPT-4'ün doğruluk ve kılavuza bağlılık açısından Gemini dahil diğer modellerden daha iyi performans gösterdiğini ortaya koyarken, Gemini kısa ve kullanıcı

dostu yanıtlarıyla dikkat çekmiştir (123, 124). Çalışmamız, ChatGPT-4o ve Gemini Advanced'in mevcut literatürdeki bulgularla tutarlı olarak FÖP ile uyum sağlamada hem güçlü hem de zayıf yönler sergilediğini göstermiştir. ChatGPT-4o faz 3 NMES/RUS parametrelerinde, özellikle süre ve frekans açısından eksiklikler gösterirken, Gemini Advanced özellikle faz 2 denge ve propriyosepsiyon egzersizleri ve faz 3 dinamik denge egzersizlerinde ve set ve frekans parametrelerinde daha düşük doğruluk göstermiştir. Bulgularımız ChatGPT-4.0'nun 50 parametrede 13 uyuşmazlık ile FÖP ile %74'lük bir uyum oranı elde ettiğini, Gemini Advanced'in ise 15 uyuşmazlık ile %70'lik bir uyum oranı elde ettiğini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar ChatGPT'nin, Gemini Advanced'a nispeten daha yüksek uyumluluk gösterdiğini doğrulamaktadır. Bununla birlikte, iki model arasındaki yakın fark, muhtemelen son sürüm versiyonlarının geliştirilmelerindeki benzer ilerlemelerden kaynaklanabilir. Bu durum, fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarında dil modellerinin etkinliğini artırmak için gelişmiş eğitim veri setlerine ve sağlam kanıta dayalı çerçevelerin entegrasyonuna duyulan ihtiyacın altını çizmektedir.

Genel olarak, hem literatür hem de bulgularımız ChatGPT-4o ve Gemini Advanced'in klinik bağlama bağlı olarak değişen derecelerde FÖP uyumluluğu sağladığını vurgulamaktadır. Her iki model de genel klinik uygulamalarda iyi performans gösterirken, belirli parametrelerde ve bireyselleştirilmiş tedavi planlamasında kayda değer sınırlamalar sergilemektedir. Bu sonuçlar, klinik uygulamada güvenilirliklerini ve faydalarını artırmak için kılavuzlara bağlılığı geliştirme ve dil modeli eğitim veri setlerini güncelleme ihtiyacını vurgulamaktadır.

### **5.3. Klinisyen Desteği**

Mevcut literatür, BDM'lerin klinisyenlere klinik destek sağlamada önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle ChatGPT ve Gemini bu alanda etkinlik göstermiştir. 2024 yılında yayınlanan bir çalışmada, ChatGPT'nin tedavi protokollerini açık ve anlaşılır bir şekilde sunarak klinisyenleri etkili bir şekilde desteklediği, estetik cerrahi prosedürleriyle ilişkili risklerin doğru ve kapsamlı bir şekilde açıklanmasında mükemmel olduğu bildirilmiştir (125). Aynı yıldan bir başka çalışmada, ChatGPT-4 ve Gemini 1.5 Pro'nun ultrason bulgularını basitleştirmede, yüksek tıbbi doğruluk ve okunabilirlik puanları elde etmede dikkate değer bir yeterlilik gösterdiği bulunmuştur (126).

Belirli sağlık koşullarına odaklanan çalışmalar, bu modeller arasında değişen yeterlilik

düzeylerini ortaya koymuştur. Örneğin, bir çalışmada ChatGPT-4'ün özellikle bel ağrısı ve ergenlik dönemi idiyopatik skolyoz gibi durumlar hakkında kapsamlı bilgi sunmada etkili olduğu buna karşılık, Gemini'nin hızlı bilgi sunumunu kolaylaştırdığı gözlenmiştir. Ancak, Gemini'nin belirli vakalarda daha düşük bir doğruluk oranına sahip olduğu da ifade edilmiştir (127, 128).

Literatürde yer alan bir çalışmada, yapay zeka tarafından oluşturulan öneriler, insan tarafından oluşturulan önerilerle karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve klinik karar destek uzmanlarından bu önerilerin yararlılık, kabul edilebilirlik, alaka, anlayış, iş akışı, önyargı, tersine çevirme ve yedeklilik açısından derecelendirilmeleri istenmiştir. Bulgular, yapay zeka önerilerinin insan önerileri kadar yüksek puan almadığını, ancak yüksek alaka ve anlayış puanlarına sahip olduğunu, orta düzeyde yararlılık puanları ve klinik iş akışı, önyargı, tersine çevirme ve yedeklilikte düşük puanlar elde ettiğini göstermiştir. Ayrıca, insan ve yapay zeka önerileri arasında yedeklilik olmaması, yapay zekanın tıbbi bilişimin temel teoreminden beklenildiği gibi geleneksel klinik karar destek sistemlerini tamamlayabileceğine işaret etmektedir (129). Bir başka çalışmada tıbbi laboratuvar sorularının hekim yorumları ve ChatGPT ve Gemini'nin karşılaştırıldığı bir çalışmada ChatGPT'nin rakiplerine kıyasla üstün performans gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca tıbbi profesyoneller için yardımcı bir araç olarak hizmet edebileceği ve gelecekteki sağlık sistemi yüklerini azaltmak için dil modellerinin gelişimini artırmanın hayati önem taşıdığı belirtilmiştir (130). Çalışmamız bu bulgularla uyumludur ve %70'in üzerinde doğruluk elde eden ChatGPT-4o ve Gemini Advanced'in diz osteoartriti için hasta merkezli rehabilitasyon programları tasarlamada klinisyenler için nispeten destekleyici araçlar olma potansiyelini vurgulamaktadır. Sonuç olarak, bu modeller klinisyenleri değerlendirme, tedavi ve hasta iletişimi ve eğitimi konusunda desteklemek için değerli kaynaklar olarak hizmet etme potansiyeline sahiptir. Her iki model de klinik iş akışlarını geliştirmede umut vadetse de, kesin ve uygulanabilir öneriler sunmadaki değişkenlikleri, bunların uygulamaya güvenli ve etkili bir şekilde entegre edilmesini sağlamak için klinisyen denetiminin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Çalışmamızın güçlü yanları arasında; literatürdeki çalışmalarda çoğunlukla yerleşik kılavuzlar kullanılmasına rağmen çalışmamızda alanında en az beş yıl deneyimli üç fizyoterapistin kılavuzluk etmesi söylenebilir. Ayrıca bu yaklaşımla her hastaya özgü program oluşturulabilmiştir. Yine literatürdeki çalışmaların çoğunluğunda ChatGPT ve Gemini'nin her kullanıcıya açık versiyonları kullanılırken çalışmamızda son sürüm

versiyonlarının performansı değerlendirilmiştir.

#### **5.4. Limitasyonlar**

Çalışmamızın limitasyonları;

- Dil modellerinin en iyi performansları İngilizce dilinde ortaya çıkmaktadır. Çalışmamızda dil modelleri Türkçe dilinde kullanılmıştır.
- Yapay zeka dil modelleri tarafından oluşturulan tedavi programlarının her ne kadar etik konular açısından soru işaretleri olsa da klinik pratiğe dökülerek incelenmesi daha net sonuçlar verebilir.
- Çalışmamızda yalnızca diz osteoartriti hastaları değerlendirilmiştir. Bu nedenle, dil modellerinin fizyoterapistlerle uyumlu rehabilitasyon programı hazırlama performansı konusunda ileride, farklı hasta tiplerinde ve daha geniş örneklem gruplarında yapılacak çalışmalar, bu konuda daha kapsamlı değerlendirmelere olanak sağlayacaktır.

#### **5.5. Sonuçlar ve Öneriler**

Çalışmamızda yapay zeka büyük dil modelleri ChatGPT-4o ve Gemini Advanced'ın diz osteoartriti hastaları için bireyselleşmiş fizyoterapi programı oluşturmadaki potansiyel kullanılabilirliği incelenmiştir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar ve öneriler şu şekildedir:

- ChatGPT-4o ve Gemini Advanced diz osteoartriti için bireye özgü optimize edilmiş rehabilitasyon programları tasarlamada klinisyenler için nispeten destekleyici araçlar olarak kullanılabilir.
- ChatGPT-4o ve Gemini Advanced diz osteoartriti hastaları için kişiselleştirilmiş fizyoterapi programı oluştururken genel öneriler sunmakta başarılıdır ancak spesifik parametrelerde kanıta dayalı veri kümelerinin entegrasyonu ile optimize edilmelidir.
- ChatGPT-4o ve Gemini Advanced'ın, rehabilitasyon programları hazırlarken öncelikle etkilenen bölgeye odaklanma eğiliminde olabileceği düşünülebilir.

- ChatGPT-4o ve Gemini'nin eğitim verilerinin güncelliği ve güncel literatürü inceleme ve entegre etme konusunda geliştirilmeye ihtiyacı olduğu söylenebilir.
- ChatGPT ve Gemini fizyoterapistlere klinik uygulamalarda anlık öneriler ve bilgilendirmelerde bulunarak unutulması muhtemel noktaları hatırlatma potansiyeline sahip olabilir.
- ChatGPT-4o ve Gemini Advanced, klinik uygulamalarda güvenilirliklerini ve yararlarını artırmak amacıyla rehberlere daha sıkı uyum sağlamalı ve bu dil modellerinin eğitim veri setleri sık aralıklarla güncellenmelidir.
- Bu modellerin rehabilitasyon programlarının geliştirilmesindeki ve daha geniş klinik uygulamalardaki rolünü en iyi hale getirmek için dile özgü performansta iyileştirmeler ve güncel kanıtların entegrasyonu da dahil olmak üzere daha fazla iyileştirme yapılması gerekmektedir.
- Yapay zeka destekli rehabilitasyon programları geliştirilirken, nihai karar verme yetkisinin insanlara bırakılması önemlidir. Modellerin hata potansiyeli göz önünde bulundurulmalı ve klinisyenlere daha hızlı ve etkili kararlar alabilmeleri için yardımcı bir araç oldukları unutulmamalıdır.
- Fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında özelleşmiş bir dil modeli geliştirilmesi, bu disiplin özelinde karşılaşılan ihtiyaç ve zorluklara daha uygun, kişiselleştirilmiş ve etkili çözümler sunabilir.

## KAYNAKLAR

1. OpenAI. Introducing ChatGPT, [İnternet] 2023. [Erişim Tarihi 30 Kasım 2022]. Erişim adresi: <https://openai.com/index/chatgpt/>.
2. Nazir T, Ahmad U, Mal M, Rehman MU, Saeed R, Kalia J. Microsoft bing vs google bard in neurology: A comparative study of AI-generated patient education material. medRxiv. 2023:2023.08. 25.23294641.
3. Ismail AMA. Chat GPT in tailoring individualized lifestyle-modification programs in metabolic syndrome: potentials and difficulties? Annals of Biomedical Engineering. 2023;51(12):2634-2635.
4. Raffo D. Gemini vs. ChatGPT: What's the difference. [İnternet] 2024. [Erişim Tarihi 28 Şubat 2024 ]. Erişim adresi: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/tip/Gemini-vs-ChatGPT-Whats-the-difference>.
5. Gaber F, Shaik M, Franke V, Akalin A. Evaluating large language model workflows in clinical decision support: referral, triage, and diagnosis. medRxiv. 2024:2024.09. 27.24314505.
6. Goodman RS, Patrinely Jr JR, Osterman T, Wheless L, Johnson DB. On the cusp: Considering the impact of artificial intelligence language models in healthcare. Med. 2023;4(3):139-140.
7. Sezgin E, Sirrianni J, Linwood SL. Operationalizing and implementing pretrained, large artificial intelligence linguistic models in the US health care system: outlook of generative pretrained transformer 3 (GPT-3) as a service model. JMIR medical informatics. 2022;10(2):e32875.
8. Bilika P, Stefanouli V, Strimpakos N, Kapreli EV. Clinical reasoning using ChatGPT: Is it beyond credibility for physiotherapists use? Physiotherapy Theory and Practice. 2024;40(12):2943-2962.
9. Andrianakos AA, Kontelis LK, Karamitsos DG, Aslanidis SI, Georgountzos AI, Kaziolas GO, et al. Prevalence of symptomatic knee, hand, and hip osteoarthritis in Greece. The ESORDIG study. The Journal of rheumatology. 2006;33(12):2507-2513.
10. Cao M, Wang Q, Zhang X, Lang Z, Qiu J, Yung PS-H, et al. Large language models' performances regarding common patient questions about osteoarthritis: A comparative analysis of ChatGPT-3.5, ChatGPT-4.0, and perplexity. Journal of Sport and Health Science. 2024:101016.

11. Blackburn TA, Craig E. Knee anatomy: a brief review. *Physical therapy*. 1980;60(12):1556-1560.
12. Warren R. *Anatomy and Biomechanics of the Knee*: Springer New York, NY; 1986.
13. Hirschmann MT, Müller W. Complex function of the knee joint: the current understanding of the knee. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2015;23:2780-2788.
14. Haviv B, Bronak S, Kosashvili Y, Thein R. Which patients are less likely to improve during the first year after arthroscopic partial meniscectomy? A multivariate analysis of 201 patients with prospective follow-up. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2016;24:1427-1431.
15. Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SL. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 1999;15(7):741-749.
16. Forsythe B, Kopf S, Wong AK, Martins CA, Anderst W, Tashman S, et al. The location of femoral and tibial tunnels in anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction analyzed by three-dimensional computed tomography models. *JBJS*. 2010;92(6):1418-1426.
17. Chhabra A, Starman JS, Ferretti M, Vidal AF, Zantop T, Fu FH. Anatomic, radiographic, biomechanical, and kinematic evaluation of the anterior cruciate ligament and its two functional bundles. *JBJS*. 2006;88(suppl\_4):2-10.
18. Fu F, Harner C, Johnson D, Miller M, Woo S. Biomechanics of knee ligaments: basic concepts and clinical application. *Instructional course lectures*. 1994;43:137-148.
19. Fg G. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 1975;106:216-231.
20. Lopes Jr OV, Ferretti M, Shen W, Ekdahl M, Smolinski P, Fu FH. Topography of the femoral attachment of the posterior cruciate ligament. *JBJS*. 2008;90(2):249-255.
21. Harner CD, Xerogeanes JW, Livesay GA, Carlin GJ, Smith BA, Kusayama T, et al. The human posterior cruciate ligament complex: an interdisciplinary study: ligament morphology and biomechanical evaluation. *The American journal of sports medicine*. 1995;23(6):736-745.
22. LaPrade RF, Moulton SG, Nitri M, Mueller W, Engebretsen L. Clinically relevant anatomy and what anatomic reconstruction means. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2015;23:2950-2959.
23. Fanelli GC, Beck JD, Edson CJ. Current concepts review: the posterior cruciate

ligament. *The journal of knee surgery*. 2010;23(02):061-072.

24. Rf L. The anatomy of the medial part of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89:2000-2010.

25. Andrews K, Lu A, Mckean L, Ebraheim N. Medial collateral ligament injuries. *Journal of orthopaedics*. 2017;14(4):550-554.

26. James EW, LaPrade CM, LaPrade RF. Anatomy and biomechanics of the lateral side of the knee and surgical implications. *Sports medicine and arthroscopy review*. 2015;23(1):2-9.

27. Abulhasan JF, Grey MJ. Anatomy and physiology of knee stability. *Journal of Functional Morphology and kinesiology*. 2017;2(4):34.

28. Chatra PS. Bursae around the knee joints. *Indian Journal of Radiology and Imaging*. 2012;22(01):27-30.

29. Woo SL-Y, Abramowitch SD, Kilger R, Liang R. Biomechanics of knee ligaments: injury, healing, and repair. *Journal of biomechanics*. 2006;39(1):1-20.

30. Lafortune M, Cavanagh P, Sommer Iii H, Kalenak A. Three-dimensional kinematics of the human knee during walking. *Journal of biomechanics*. 1992;25(4):347-357.

31. Allen K, Thoma L, Golightly Y. Epidemiology of osteoarthritis. *Osteoarthritis and cartilage*. 2022;30(2):184-195.

32. Thomas L. Psoriatic Arthritis vs Osteoarthritis [Internet.] 2019 [Erişim Tarihi 27 Şubat 2019]. Erişim adresi: <https://www.news-medical.net/health/Psoriatic-Arthritis-vs-Osteoarthritis.aspx>

33. Mobasheri A, Batt M. An update on the pathophysiology of osteoarthritis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*. 2016;59(5-6):333-339.

34. Berenbaum F. Osteoarthritis as an inflammatory disease (osteoarthritis is not osteoarthrosis!). *Osteoarthritis and cartilage*. 2013;21(1):16-21.

35. Felson DT. Epidemiology of hip and knee osteoarthritis. *Epidemiologic reviews*. 1988;10:1-28.

36. D'Ambrosia RD. Epidemiology of osteoarthritis. SLACK Incorporated Thorofare, NJ; 2005. p. S201-S205.

37. Van Saase J, Van Romunde L, Cats A, Vandenbroucke J, Valkenburg H. Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations. *Annals of the rheumatic diseases*. 1989;48(4):271-280.

38. Hannan MT, Felson DT, Pincus T. Analysis of the discordance between radiographic

changes and knee pain in osteoarthritis of the knee. *The Journal of rheumatology*. 2000;27(6):1513-1517.

39. Bilge A, Ulusoy RG, Üstebay S, Öztürk Ö. Osteoartrit. *Kafkas Journal of Medical Sciences*. 2018;8(1):133-142.

40. Basso P, Caravà E, Protasoni M, Reguzzoni M, Raspanti M. The synovial surface of the articular cartilage. *European journal of histochemistry: EJH*. 2020;64(3).

41. Yunus MHM, Nordin A, Kamal H. Pathophysiological perspective of osteoarthritis. *Medicina*. 2020;56(11):614.

42. Chow YY, Chin K-Y. The role of inflammation in the pathogenesis of osteoarthritis. *Mediators of inflammation*. 2020;2020(1):8293921.

43. Aaron RK, Racine J, Dyke JP. Contribution of circulatory disturbances in subchondral bone to the pathophysiology of osteoarthritis. *Current Rheumatology Reports*. 2017;19:1-10.

44. Wu X, Crawford R, Xiao Y, Mao X, Prasadam I. Osteoarthritic subchondral bone release exosomes that promote cartilage degeneration. *Cells*. 2021;10(2):251.

45. Heidari B. Knee osteoarthritis prevalence, risk factors, pathogenesis and features: Part I. *Caspian journal of internal medicine*. 2011;2(2):205.

46. Sinusas K. Osteoarthritis: diagnosis and treatment. *American family physician*. 2012;85(1):49-56.

47. Zhang W, Doherty M, Peat G, Bierma-Zeinstra M, Arden N, Bresnihan B, et al. EULAR evidence-based recommendations for the diagnosis of knee osteoarthritis. *Annals of the rheumatic diseases*. 2010;69(3):483-489.

48. Kellgren JH, Lawrence J. Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Ann Rheum Dis*. 1957;16(4):494-502.

49. Liao W, Li Z, Li T, Zhang Q, Zhang H, Wang X. Proteomic analysis of synovial fluid in osteoarthritis using SWATH-mass spectrometry. *Molecular medicine reports*. 2018;17(2):2827-2836.

50. Sarıdoğan M. Osteoartrit eklemlere göre klinik bulgular. *Turkish Journal of Geriatrics*. 2011;14(1):31-35.

51. D'Antonoli TA, Stanzione A, Bluethgen C, Vernuccio F, Ugga L, Klontzas ME, et al. Large language models in radiology: fundamentals, applications, ethical considerations, risks, and future directions. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2024;30(2):80.

52. Çayırılı H. Transformer Modeli ve Çalışma Prensipleri [İnternet] 2024. [Erişim Tarihi 15 Ocak 2024]. Erişim adresi: <https://medium.com/huawei-developers-tr>

53. Vaswani A, Shazeer N, Parmar N, Uszkoreit J, Jones L, Gomez AN, et al. Attention is all you need. *Advances in neural information processing systems*. 2017;30.
54. Özel U. Deep Learning & NLP [İnternet] 2019. [Erişim Tarihi 18 Mayıs 2019]. Erişim adresi: <https://www.umutozel.com/deep-learning-nlp>.
55. Copeland M. What's the difference between artificial intelligence. *Machine learning, and deep learning*. 2016;29.
56. Nilgün Ş. Yapay Sinir Ağları [İnternet] 2017. [Erişim Tarihi 4 Mart 2017]. Erişim adresi: <https://www.derinogrenme.com/2017/03/04/yapay-sinir-aglari/>
57. Deng L, Yu D. Deep learning: methods and applications. *Foundations and trends® in signal processing*. 2014;7(3–4):197-387.
58. Kayaalp K. Derin öğrenme ve Türkiye'deki uygulamaları: Hiperlink; 2020.
59. Naveed H, Khan AU, Qiu S, Saqib M, Anwar S, Usman M, et al. A comprehensive overview of large language models. *arXiv preprint arXiv:230706435*. 2023.
60. Axelsson A, Skantze G. Using large language models for zero-shot natural language generation from knowledge graphs. *arXiv preprint arXiv:230707312*. 2023.
61. Sivarajkumar S, Kelley M, Samolyk-Mazzanti A, Visweswaran S, Wang Y. An empirical evaluation of prompting strategies for large language models in zero-shot clinical natural language processing: algorithm development and validation study. *JMIR Medical Informatics*. 2024;12:e55318.
62. Aggarwal R, Sounderajah V, Martin G, Ting DS, Karthikesalingam A, King D, et al. Diagnostic accuracy of deep learning in medical imaging: a systematic review and meta-analysis. *NPJ digital medicine*. 2021;4(1):65.
63. Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, Kuleshov V, DePristo M, Chou K, et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nature medicine*. 2019;25(1):24-29.
64. Thirunavukarasu AJ, Ting DSJ, Elangovan K, Gutierrez L, Tan TF, Ting DSW. Large language models in medicine. *Nature medicine*. 2023;29(8):1930-1940.
65. Carr DF. ChatGPT Tops 25 Million Daily Visits [İnternet] 2023. [Erişim Tarihi 3 Şubat 2023]. Erişim adresi: <https://www.similarweb.com/blog/insights/ai-news/chatgpt-25-million/>
66. Mihalache A, Grad J, Patil NS, Huang RS, Popovic MM, Mallipatna A, et al. Google Gemini and Bard artificial intelligence chatbot performance in ophthalmology knowledge assessment. *Eye*. 2024:1-6.
67. Bhaskar P, Gupta PKK. Delving into educators' perspectives on ChatGPT in management education: A qualitative exploration. *Interactive Technology and Smart*

Education. 2024;(21):645-671

68. Delcea C, Buzea CA. The medicine of the past, present, and future generations: from Sir William Osler to ChatGPT. *Medicina Clínica Práctica*. 2024;7(3):100433.
69. Gravina AG, Pellegrino R, Palladino G, Imperio G, Ventura A, Federico A. Charting new AI education in gastroenterology: cross-sectional evaluation of ChatGPT and perplexity AI in medical residency exam. *Digestive and Liver Disease*. 2024;56(8):1304-1311
70. Alhur A. Redefining healthcare with artificial intelligence (AI): the contributions of ChatGPT, Gemini, and Co-pilot. *Cureus*. 2024;16(4).
71. Lau J. Gemini vs. ChatGPT: What's the difference? [2025]. [Internet]. 2024 [Erişim Tarihi 10 Kasım 2024]. Erişim adresi: <https://zapier.com/blog/gemini-vs-chatgpt/>
72. Carter R. Google Bard vs ChatGPT: Battle of the AI Chatbots [Internet]. 2023 [Erişim Tarihi 29 Kasım 2023]. Erişim adresi: <https://www.uctoday.com/unified-communications/google-bard-vs-chatgpt-battle-of-the-ai-chatbots/>
73. Aldosari N, Ahmed S, McDermott J, Stanmore E. The use of digital health by South Asian communities: scoping review. *Journal of Medical İnternet Research*. 2023;25:e40425.
74. Bounsall K, Milne-Ives M, Hall A, Carroll C, Meinert E. Artificial intelligence applications for assessment, monitoring, and management of Parkinson disease symptoms: protocol for a systematic review. *JMIR Research Protocols*. 2023;12(1):e46581.
75. Choudhury A, Shamszare H. Investigating the impact of user trust on the adoption and use of ChatGPT: survey analysis. *Journal of Medical İnternet Research*. 2023;25:e47184.
76. Garvey KV, Thomas Craig KJ, Russell R, Novak LL, Moore D, Miller BM. Considering clinician competencies for the implementation of artificial intelligence-based tools in health care: findings from a scoping review. *JMIR Medical Informatics*. 2022;10(11):e37478.
77. Sekandi JN, Shi W, Zhu R, Kaggwa P, Mwebaze E, Li S. Application of artificial intelligence to the monitoring of medication adherence for tuberculosis treatment in Africa: algorithm development and validation. *JMIR AI*. 2023;2(1):e40167.
78. Murphy RM, Klotowska JE, de Keizer NF, Jager KJ, Leopold JH, Dongelmans DA, et al. Adverse drug event detection using natural language processing: A scoping review of supervised learning methods. *Plos one*. 2023;18(1):e0279842.
79. Spinelli A, Carrano F, Laino M, Andreozzi M, Koleth G, Hassan C, et al. Artificial intelligence in colorectal surgery: an AI-powered systematic review. *Techniques in Coloproctology*. 2023;27(8):615-629.

80. van de Burgt BW, Wasylewicz AT, Dullemond B, Grouls RJ, Egberts TC, Bouwman A, et al. Combining text mining with clinical decision support in clinical practice: a scoping review. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2023;30(3):588-603.
81. Huang S, Yang J, Shen N, Xu Q, Zhao Q, editors. Artificial intelligence in lung cancer diagnosis and prognosis: Current application and future perspective. *Seminars in Cancer Biology*; 2023;(89):30-37.
82. Li C, Zhang Y, Weng Y, Wang B, Li Z. Natural language processing applications for computer-aided diagnosis in oncology. *Diagnostics*. 2023;13(2):286.
83. Li Z. The dark side of chatgpt: Legal and ethical challenges from stochastic parrots and hallucination. *arXiv preprint arXiv:230414347*. 2023.
84. Ismail AMA. ChatGPT: an expected excellent future technology in enhancing patient care education and physiotherapists' continuous training. *European Journal of Physiotherapy*. 2024;26(1):62-63.
85. Pressman SM, Borna S, Gomez-Cabello CA, Haider SA, Forte AJ. AI in Hand Surgery: Assessing Large Language Models in the Classification and Management of Hand Injuries. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(10):2832.
86. Khan RA, Jawaid M, Khan AR, Sajjad M. ChatGPT-Reshaping medical education and clinical management. *Pakistan journal of medical sciences*. 2023;39(2):605.
87. Homolak J. Opportunities and risks of ChatGPT in medicine, science, and academic publishing: a modern Promethean dilemma. *Croatian Medical Journal*. 2023;64(1):1.
88. Kohn MD, Sassoon AA, Fernando ND. Classifications in brief: Kellgren-Lawrence classification of osteoarthritis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®. 2016;474:1886-1893.
89. Mc H. Guidelines for the medical management of osteoarthritis. Part II. Osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum*. 1995;38:1541-1546.
90. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual analog scale for pain (vas pain), numeric rating scale for pain (nrs pain), mcgill pain questionnaire (mpq), short-form mcgill pain questionnaire (sf-mpq), chronic pain grade scale (cpgs), short form-36 bodily pain scale (sf-36 bps), and measure of intermittent and constant osteoarthritis pain (icoap). *Arthritis care & research*. 2011;63(S11):S240-S252.
91. Sullivan MJ, Bishop SR, Pivik J. The pain catastrophizing scale: development and validation. *Psychological assessment*. 1995;7(4):524.
92. Ugurlu M, Karakas Ugurlu G, Erten S, Caykoylu A. Validity of Turkish form of Pain Catastrophizing Scale and modeling of the relationship between pain-related disability with

pain intensity, cognitive, and emotional factors. *Psychiatry and Clinical Psychopharmacology*. 2017;27(2):189-196.

93. Andrews AW, Thomas MW, Bohannon RW. Normative values for isometric muscle force measurements obtained with hand-held dynamometers. *Physical therapy*. 1996;76(3):248-259.

94. Epskamp S, Dibley H, Ray E, Bond N, White J, Wilkinson A, et al. Range of motion as an outcome measure for knee osteoarthritis interventions in clinical trials: an integrated review. *Physical Therapy Reviews*. 2020;25(5-6):462-481.

95. Bellamy N. WOMAC Osteoarthritis Index: user guide V Queensland. Australia; 2002.

96. Tüzün E, Eker L, Aytar A, Daşkapan A, Bayramoğlu M. Acceptability, reliability, validity and responsiveness of the Turkish version of Womac osteoarthritis index. *Osteoarthritis and cartilage*. 2005;13(1):28-33.

97. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 1985;198:42-49.

98. Celik D, Coskunsu D, Kiliçoglu Ö. Translation and cultural adaptation of the Turkish Lysholm knee scale: ease of use, validity, and reliability. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 2013;471(8):2602-2610.

99. Ho-Henriksson C-M, Thorstensson CA, Nordeman L. Self-assessment using 30-second chair stand test for patients with knee osteoarthritis—an intra-and inter-rater reliability study. *European Journal of Physiotherapy*. 2024:1-7.

100. Iijima H, Eguchi R, Shimoura K, Aoyama T, Takahashi M. Stair climbing ability in patients with early knee osteoarthritis: Defining the clinical hallmarks of early disease. *Gait & posture*. 2019;72:148-153.

101. Wright AA, Cook CE, Baxter GD, Dockerty JD, Abbott JH. A comparison of 3 methodological approaches to defining major clinically important improvement of 4 performance measures in patients with hip osteoarthritis. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2011;41(5):319-327.

102. Dobson F, Hinman RS, Roos EM, Abbott JH, Stratford P, Davis AM, et al. OARSI recommended performance-based tests to assess physical function in people diagnosed with hip or knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and cartilage*. 2013;21(8):1042-1052.

103. Podsiadlo D, Richardson S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American geriatrics Society*. 1991;39(2):142-148.

104. Alghadir A, Anwer S, Brismée J-M. The reliability and minimal detectable change

- of Timed Up and Go test in individuals with grade 1–3 knee osteoarthritis. *BMC musculoskeletal disorders*. 2015;16:1-7.
105. Işık Eİ, Altuğ F, Cavlak U. Reliability and validity of four step square test in older adults. *Turkish Journal of Geriatrics/Türk Geriatri Dergisi*. 2015;18(2).
106. Hatfield GL, Morrison A, Wenman M, Hammond CA, Hunt MA. Clinical tests of standing balance in the knee osteoarthritis population: systematic review and meta-analysis. *Physical therapy*. 2016;96(3):324-337.
107. Balaban Ö, Nacı B, Erdem H, Karagöz A. Denge fonksiyonunun değerlendirilmesi. *J Phys Med Rehabil Sci*. 2009;12(3):133-139.
108. Yardley L, Beyer N, Hauer K, Kempen G, Piot-Ziegler C, Todd C. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). *Age and ageing*. 2005;34(6):614-619.
109. Ulus Y, Durmus D, Akyol Y, Terzi Y, Bilgici A, Kuru O. Reliability and validity of the Turkish version of the Falls Efficacy Scale International (FES-I) in community-dwelling older persons. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2012;54(3):429-433.
110. Fransen M, McConnell S, Harmer AR, Van der Esch M, Simic M, Bennell KL. Exercise for osteoarthritis of the knee. *Cochrane database of systematic reviews*. 2015(1).
111. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan M, Arden N, Berenbaum F, Bierma-Zeinstra S, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and cartilage*. 2014;22(3):363-388.
112. Chen X, You M, Wang L, Liu W, Fu Y, Xu J, et al. Evaluating and Enhancing Large Language Models Performance in Domain-specific Medicine: Osteoarthritis Management with DocOA. *arXiv preprint arXiv:240112998*. 2024.
113. You M, Chen X, Liu D, Lin Y, Chen G, Li J. ChatGPT-4 and Wearable Device Assisted Intelligent Exercise Therapy for Co-existing Sarcopenia and Osteoarthritis (GAISO): A feasibility study and design for a randomized controlled PROBE non-inferiority trial. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2024;19(1):635.
114. Daher M, Koa J, Boufadel P, Singh J, Fares MY, Abboud JA. Breaking barriers: can ChatGPT compete with a shoulder and elbow specialist in diagnosis and management? *JSES international*. 2023;7(6):2534-2541.
115. Kim J-h. Search for medical information and treatment options for musculoskeletal disorders through an artificial intelligence chatbot: focusing on shoulder impingement syndrome. *MedRxiv*. 2022:2022.12.16.22283512.
116. Arbel Y, Gimmon Y, Shmueli L. Evaluating the Potential of Large Language Models

for Vestibular Rehabilitation Education: A Comparison of ChatGPT, Google Gemini, and Clinicians. medRxiv. 2024:2024.01. 24.24301737.

117. Fabijan A, Zawadzka-Fabijan A, Fabijan R, Zakrzewski K, Nowosławska E, Polis B. Assessing the Accuracy of Artificial Intelligence Models in Scoliosis Classification and Suggested Therapeutic Approaches. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(14):4013.

118. Dantas LO, Osani MC, Bannuru RR. Therapeutic ultrasound for knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis with grade quality assessment. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2021;25(6):688-697.

119. Yang J, Ardavanis KS, Slack KE, Fernando ND, Della Valle CJ, Hernandez NM. Chat Generative Pretrained Transformer (ChatGPT) and Bard: artificial intelligence does not yet provide clinically supported answers for hip and knee osteoarthritis. *The Journal of Arthroplasty*. 2024;39(5):1184-1190.

120. Nwachukwu BU, Varady NH, Allen AA, Dines JS, Altchek DW, Williams III RJ, et al. Currently available large language models do not provide musculoskeletal treatment recommendations that are concordant with evidence-based clinical practice guidelines. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2024;41(2):263-275.

121. Pandya S, Palmer K, Meyer R, Htway ZM, Fujita M. AI at the Forefront: Navigating Oncologic Care for Six Gastrointestinal Cancers According to the NCCN Guidelines Utilizing Gemini-1.0 Ultra and ChatGPT-4.0 Tamir Bresler, MD, Tyler Wilson, MD, Tadevos Makaryan, MD. 2024; 239(5):437-472

122. Pirkle S, Yang J, Blumberg TJ. Do ChatGPT and Gemini Provide Appropriate Recommendations for Pediatric Orthopaedic Conditions? *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2025;45(1):e66-e71.

123. Baig Z, Lawrence D, Ganhewa M, Cirillo N. Accuracy of Treatment Recommendations by Pragmatic Evidence Search and Artificial Intelligence: An Exploratory Study. *Diagnostics*. 2024;14(5):527.

124. Tong L, Zhang C, Liu R, Yang J, Sun Z. Comparative performance analysis of large language models: ChatGPT-3.5, ChatGPT-4 and Google Gemini in glucocorticoid-induced osteoporosis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2024;19(1):574.

125. Duran A, Cortuk O, Ok B. Future Perspective of Risk Prediction in Aesthetic Surgery: Is Artificial Intelligence Reliable? *Aesthetic Surgery Journal*. 2024;44(11):NP839-NP849.

126. Güneş YC, Cesur T, Çamur E. Comparative Analysis of Large Language Models in Simplifying Turkish Ultrasound Reports to Enhance Patient Understanding. *European*

Journal of Therapeutics. 2024;30(5):714-723.

127. Lang S, Vitale J, Galbusera F, Fekete T, Boissiere L, Charles YP, et al. Is the information provided by large language models valid in educating patients about adolescent idiopathic scoliosis? An evaluation of content, clarity, and empathy: The perspective of the European Spine Study Group. *Spine Deformity*. 2024:1-12.

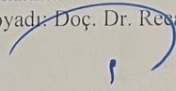
128. Scaff SP, Reis FJ, Ferreira GE, Jacob MF, Saragiotto BT. Assessing the performance of AI chatbots in answering patients' common questions about low back pain. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2025;84(1):143-149.

129. Liu S, Wright AP, Patterson BL, Wanderer JP, Turer RW, Nelson SD, et al. Using AI-generated suggestions from ChatGPT to optimize clinical decision support. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2023;30(7):1237-1245.

130. Meyer A, Soleman A, Riese J, Streichert T. Comparison of ChatGPT, Gemini, and Le Chat with physician interpretations of medical laboratory questions from an online health forum. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*. 2024(0).

## EKLER

### EK 1: Etik Kurul Kabul Formu

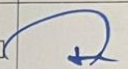


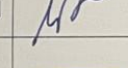
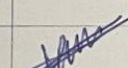
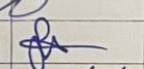
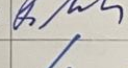


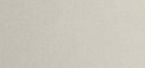
SAĞLIK BİLİMLERİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU						
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		"Yapay Zeka Büyük Dil Modellerinin Diz Osteoartriti Fizyoterapi ve Rehabilitasyonundaki Kullanılabilirliğinin İncelenmesi"				
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU						
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi Sağlık Bilimleri Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu				
	AÇIK ADRESİ:	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi Bağbaşı Yerleşkesi Merkez/KIRŞEHİR				
	TELEFON	0386 280 3924				
	FAKS	0386 280 5007				
	E-POSTA	tipetikkurul@ahievran.edu.tr				
BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç. Dr. Anıl ÖZÜDOĞRU				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	Kırşehir				
	DESTEKLEYİCİ					
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TUBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)					
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ					
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	
	DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili	
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	28.06.2024	2	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	13.05.2024	1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU	13.05.2024	1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
Etik Kurul Başkanının Unvanı/Adı/Soyadı: Doç. Dr. Recep DAĞLI İmza: 						
Not: Etik kurul başkanı, imzasının verilmadığı her sayfaya imza atmalıdır.						

## SAĞLIK BİLİMLERİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

<b>KARAR BİLGİLERİ</b>	<b>Karar No: 2024-13/110</b>	<b>Tarih: 09/07/2024</b>
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmacı/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmacı/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına, toplantıya katılan Etik Kurul üye tamsayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.	

<b>SAĞLIK BİLİMLERİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU</b>	
<b>ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI</b>	Sağlık Bilimleri Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu Yönergesi
<b>BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:</b>	Doç. Dr. Recai DAĞLI

09/07/2024 tarihinde aşağıdaki kişiler toplantıya katılmışlardır.

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
			E	K	E	H	E	H	
Doç. Dr. Recai DAĞLI	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fak.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Arif Hüdayi KÖKEN	Tıp Tarihi ve Etik	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fak.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Mümtaz DADALI	Üroloji	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fak.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Katılmadı
Dr. Öğr. Üyesi Gülhan ÜNLÜ	Tıbbi Farmakoloji	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fak.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Murat DOĞAN	Aile Hekimliği	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fak.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Anıl ÖZÜDOĞRU	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	KAEÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon YO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Uzm. Dr. Levent ÖZCAN	Halk Sağlığı Uzmanı	Kırşehir Toplum Sağlığı Merkezi/Kırşehir İl Sağlık Müdürlüğü	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Seda KOÇAK	Fizyoloji	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fak.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Fatma ERGÜN	Beslenme ve Diyetetik	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Aydan KÖYSÜREN	Nöroloji	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fak.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
V.H.K.I. Yasin KILIÇ	Memur	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi TÖMER Merkezi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

\*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: Doç. Dr. Recai DAĞLI  
İmza:

*Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.*

## EK 2: Çalışma İzni



T.C.  
KIRŞEHİR VALİLİĞİ  
İl Sağlık Müdürlüğü



Sayı : E-42884709-020-244768141  
Konu : Bilimsel Çalışma İzni (Doç. Dr. Anıl  
ÖZÜDOĞRU)

27.05.2024

### MÜDÜRLÜK MAKAMINA

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesinde görevli Doç. Dr. Anıl ÖZÜDOĞRU'nun ekte sunmuş olduğu "Yapay Zeka Büyük Dil Modellerinin Diz Osteoartriti Fizyoterapi ve Rehabilitasyonundaki Kullanılabilirliğinin İncelenmesi " konulu doktora tezi statüsünde çalışma yapmayı talep etmektedir. Adı geçeninin çalışma talebi 23.05.2024 tarihinde Bilimsel Çalışmaları Değerlendirme Komisyonu değerlendirmiş olup, söz konusu komisyonca Bilimsel Araştırma Talepleri Değerlendirme Formu düzenlenerek Etik Kurul'dan izin alındıktan sonra çalışmaya başlanılması uygun görülmüştür.

İlgili çalışmanın "Etik Kurul İzni" alındıktan sonra Müdürlüğümüze bağlı Kırşehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Baştabipliği bünyesinde yapılması hususunu,  
Takdir ve tensiplerinize arz ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Ramazan DULKADİR  
Sağlık Hizmetleri Başkanı

OLUR  
Dr. Ertan DEĞİRMENCİOĞLU  
İl Sağlık Müdürü

Ek:  
1 - Bilimsel Çalışma  
2 - Tarama 27.05.2024

**Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Belge doğrulama kodu: AC9BF7D4-012E-46DB-8A09-7C0BAF908CA9

Belge doğrulama adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/saglik-bakanligi-ebys>

Nispetiye Mahallesi 472. Sokak No: 2 40100  
Telefon No: 03862131096 Faks No : 03862134455  
e-Posta: [kirsehir@saqlik.gov.tr](mailto:kirsehir@saqlik.gov.tr) İnternet Adresi: <https://kirsehiriam.saglik.gov.tr/>  
Kop Adresi: [kirsehiriam@hs01.kop.tr](mailto:kirsehiriam@hs01.kop.tr)

Bilgi için: Gözde KARABACAK  
Veri Giriş Personeli  
Telefon No: 03862131096



### **EK 3: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu**

**ÇALIŞMANIN ADI:** Yapay Zeka Büyük Dil Modellerinin Diz Osteoartriti Fizyoterapi ve Rehabilitasyonundaki Kullanılabilirliğinin İncelenmesi

Aşağıda bilgileri yer almakta olan bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını, bilgilerinizin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neleri içerdiğini, olası yararları ve risklerini ya da rahatsızlık verebilecek yönlerini anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Eğer çalışmaya katılma kararı verirsiniz, Çalışmaya Katılma Onayı Formu'nu imzalayınız. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Araştırmada kullanılacak tüm malzemeler ve yapılabilecek tüm harcamalar araştırmacı tarafından karşılanacaktır.

**ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI:** ChatGPT gibi yapay zeka tabanlı sohbet botları, bilgileri anlaşılır ve ilgi çekici bir şekilde sunabilir. Özellikle, her hastanın kendine has ihtiyaçlarına ve engellilik durumlarına göre özelleştirilmiş bilgiler sağlamak, bu teknolojinin en büyük avantajlarından biridir. Bu yaklaşım, hastaların tıbbi durumlarını ve fizik tedavi planlarını daha iyi anlamalarını sağlayabilir. Bu sayede, hastaların önerilen tedavi planlarına daha iyi uyum sağlamaları ve daha iyi sağlık sonuçlarına ulaşmaları mümkün olabilir. Yapay zeka destekli bu tür araçlar, hasta eğitimi ve bilgilendirme süreçlerini daha etkin ve kişiselleştirilmiş hale getirerek, fizik tedavi pratiğinin kalitesini ve etkinliğini artırabilir. Çalışma, yapay zeka büyük dil modellerinin diz osteoartriti fizyoterapi ve rehabilitasyonundaki potansiyel kullanılabilirliğini incelemeyi amaçlamaktadır.

**ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:** Çalışmamızda osteoartrit tanısı alan hastalar kapsamlı şekilde değerlendirildikten sonra alanında uzman en az beş yıl deneyimli 3 farklı fizyoterapistten her hasta için birer rehabilitasyon programı istenecek ve bir genel program hazırlanacaktır. Daha sonra değerlendirilmiş hastalar bilgileriyle yapay zeka dil modellerine sunulacak ve dil modellerinden de birer program sunmaları istenecektir. Sonuçta dil modelleri ve fizyoterapistler tarafından oluşturulan programlar karşılaştırılacaktır. Ağrı numaralandırılmış ağrı skalası ile eklem hareket açıklıkları gonyometre ile, kuadriceps ve hamstring kas kuvvetleri izometrik dinamometre ile fonksiyonel durumları womac skoru ve

lysholm testi ile düşme korkusu uluslararası düşme etkinlik skalası ve fiziksel performansları 30 saniye otur-kalk testi merdiven inip-çıkma testi 40 metre yürüme testi ve zamanlı kalk yürü testi ile değerlendirildi. statik dengenin değerlendirilmesinde tek ayak üzerinde durma testi ile dinamik denge dört adım kare testi ile değerlendirilecektir.

#### ÇALIŞMAYA KATILMAMIN OLASI YARARLARI NELERDİR?

Çalışmaya katılımınız gelecekte yapay zeka dil modellerinin fizyoterapi ve rehabilitasyonda fizyoterapistlere ve hastalara potansiyel faydalarını ortaya çıkarabilir.

#### KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?

Kişisel bilgileriniz isminiz paylaşılmadan çalışmanın sonuçları değerlendirilirken kullanılacaktır.

Günün 24 saatinde soru ve problemler için başvurulacak kişiler/GSM:

1. Ömer Alperen GÜRSES +905xxxxxxxxx 2. Anıl ÖZÜDOĞRU +905xxxxxxxxx

#### Gönüllünün Çalışmaya Katılma Onayı:

Yukarıdaki bilgileri ilgili araştırmacı ile ayrıntılı olarak tartışım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Araştırmacı, saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

<i>Gönüllü Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Telefon:</i>		

<i>Veli ya da Vasi (var ise) Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Telefon:</i>		

<i>Araştırmacı<sup>2</sup> Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

1: Gönüllünün bilgilendirilme işlemine başından sonuna dek tanıklık eden kişi

2: Gönüllüyü araştırma hakkında bilgilendiren kişi

## EK 4: Olgu Rapor Formu

### OLGU RAPOR FORMU

Araştırmanın Adı: Yapay Zeka Büyük Dil Modellerinin Diz Osteoartriti Fizyoterapi ve Rehabilitasyonundaki Kullanılabilirliğinin İncelenmesi  
Gönüllüyü Çalışma Dahilinde Kabul Eden Araştırmacılar:

Anıl ÖZÜDOĞRU  
Ömer Alperen GÜRSES

Araştırmacıya Katılacak Gönüllünün

Çalışma Kayıt No:

Yaşı:

Cinsiyeti:

Eğitim Düzeyi:

Mesleği:

Çalışmaya dahil edilme nedeni olan ve varsa diğer hastalıkları

- Diz osteoartriti

Hasta Grubu:

Araştırmaya Dahil Edildiği Tarih:

Araştırmanın Bitişi ve Çalışmadan Tamamen Ayrıldığı Tarih:

	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası
Numerik Ağrı Skalası	Sağ: Sol:	Sağ: Sol:
WOMAC İndeksi	Sağ: Sol:	Sağ: Sol:
Tek Ayak Üzerinde Durma Testi	Sağ: Sol:	Sağ: Sol:
Zamanlı Kalk Yürü Testi		
Uluslararası Düşme Etkinlik Ölçeği	Sağ: Sol:	Sağ: Sol:

Semptomlar ne zamandır devam ediyor ?:

Tedavi Edilen Taraf (1) Sağ (2) Sol  
(3) Her iki

AĞRI (NRS):



Diz Fleksiyon Açısı:

	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası
SAG		
SOL		

Diz Ekstansiyon Açısı

	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası
SAG		
SOL		

Quadriceps Kas Kuvveti

	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası
SAG		
SOL		

Hamstring Kas Kuvveti

	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası
SAG		
SOL		

## EK 5: Womac Skoru

# WOMAC Osteoartrit İndeksi

Hastanın Adı Soyadı: \_\_\_\_\_ Tarih: / /

Her aktivite için tek bir numarayı işaretleyin.

Ağrı	Ağrı Yok	Hafif Ağrı	Orta Derecede Ağrı	Şiddetli Ağrı	Çok Şiddetli Ağrı
Düz zeminde yürümekle ağrı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Merdiven inip çıkmakla ağrı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gece yatağa ağrı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Öturmek veya uzanmakla ağrı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ayağa durmakla ağrı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Her aktivite için tek bir numarayı işaretleyin.

Sertlik	Sertlik Yok	Hafif Sertlik	Orta Derecede Sertlik	Şiddetli Sertlik	Çok Şiddetli Sertlik
Sabah ilk yürüme sırasında sertlik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gün içinde oturma, uzanma, istirahat sonrası sertlik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Her aktivite için tek bir numarayı işaretleyin.

Fiziksel Fonksiyon	Zorluk Yok	Hafif Zorluk	Orta Derecede Zor	Epey Zor	Çok Çok Zor
Merdiven inme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Merdiven çıkma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otururken ayağa kalkma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ayağa durma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yere eğilme (çömelme)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Düz zemin üzerinde yürüme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arabaya inme-çıkma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alışveriş yapma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çorap giyme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çorap çıkartma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yataktan kalkma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yatağa uzanma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Banyo küvetine girme-çıkma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oturma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tuvalete girme-çıkma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ağır ev işleri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hafif ev işleri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bellamy N. Osteoarthritis - An exacerbative index for clinical trials. MS, Thesis, McMaster University, Hamilton, Canada, 1982

$$\text{Toplam Skor} = \frac{(\text{Toplam Puan} \times 100)}{96}$$

Toplam Skor= % .....



## EK 6: Lysholm Diz Skalası

### LYSHOLM DİZ SKALASI

<b>Aksama ( 5 puan)</b>	
Yok	5
Hafif veya belirli aralıklarla	3
Ciddi veya her zaman	0
<b>Destek ( 5 puan)</b>	
Yok	5
Baston veya koltuk değneği	2
Üzerine basmak imkansız	0
<b>Kilitlenme (15 puan)</b>	
Kilitlenme veya takılma hissi yok	15
Takılma hissi var fakat kilitlenme yok	10
Kilitlenme	
Bazen	6
Sık	2
Muayenede eklem kilitli	0
<b>Boşalma (Dizin öne doğru kayması) (25 puan)</b>	
Boşalma hissi hiç kesinlikle yok	25
Zorlayıcı veya sportif aktivitelerde bazen	20
Zorlayıcı veya sportif aktivitelerde sık	15
Günlük aktivitelerde bazen	10
Günlük aktivitelerde sık	5
Her adımda	0
<b>Merdiven çıkma (10 puan)</b>	
Problem yok	10
Hafif problem var	6
Tek bacak atarak çıkabilmek	2
İmkansız	0
<b>Çömelme (5 puan)</b>	
Problem yok	5
Hafif problem var	4
90'den sonra problem var	2
İmkansız	0
<b>Şişlik (10 puan)</b>	
Yok	10
Zorlayıcı aktiviteler ile	6
Basit zorlanmalar ile	2
Devamlı	0
<b>Ağrı (25 puan)</b>	
Yok	25
Sürekli değil, zorlayıcı aktiviteler sırasında hafif	20
Zorlayıcı aktiviteler sırasında belirgin	0
2km'den (30 dakika) fazla yüründüğünde belirgin	10
2km'den (30 dakika) az yüründüğünde belirgin	5
Devamlı	0
<b>Toplam puan</b>	

## EK 7: Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası

### Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası (UDES):

Şimdi düşme olasılığına karşı duyduğunuz endişe hakkında birkaç soru sormak istiyoruz. Lütfen aktiviteyi genellikle nasıl yaptığınızı düşünerek cevap verin. Eğer aktiviteyi şu anda yapmıyorsanız (örneğin birisi sizin alışverişinizi yapıyorsa), lütfen EĞER siz bu aktiviteyi yapsaydınız düşmekle ilgili endişenizin olup olmayacağını düşünerek cevap verin. Aşağıdaki aktivitelerin her biri için, aktiviteyi yaparken düşebileceğinizle ilgili endişeniz konusunda sizin görüşünüze en yakın olan kutucuğu işaretleyiniz.

- 1. Evi temizlemek(örneğin süpürmek, elektrik süpürgesi kullanmak, toz almak.)**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 2. Giyinmek veya soyunmak**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 3. Basit yemekler hazırlamak**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 4. Banyo yapmak veya duş almak**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 5. Alışverişe gitmek**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 6. Sandalyeye oturmak veya kalkmak**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 7. Merdiven inmek veya çıkmak**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 8. Yakın çevrede yürüyüş yapmak**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 9. Başınızın üzerindeki veya yerdaki bir şeye uzanmak**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 10. Çalması bitmeden önce telefona cevap vermek**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 11. Kaygan zeminde yürümek (örneğin ıslak veya buzlu)**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 12. Bir akraba ya da arkadaşı ziyaret etmek**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 13. Kalabalık bir yerde yürümek**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 14. Düzgün olmayan zeminde yürümek (örneğin taşlı zemin ya da bozuk kaldırım)**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 15. Yokuş inmek veya çıkmak**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)
- 16. Sosyal bir aktiviteye katılmak (örneğin dini tören, aile ya da dernek toplantısı)**  
 Asla endişelenmem (1)    Biraz endişelenirim (2)    Oldukça endişelenirim (3)    Çok endişelenirim (4)

## EK 8: Büyük Dil Modellerine Girilen Komutlar

ChatGPT 4o

Paylaş



Gemini Advanced  
2.0 Experimental Advanced

+



Değerlendirme parametrelerini seninle paylaşacağım bir diz osteoartriti hastasına özgü, değerlendirme sonuçlarını dikkate alarak 3 fazdan oluşan detaylı bir fizyoterapi ve rehabilitasyon programı oluştur. Programda şu bileşenler yer alsın:  
Elektrofiziksel ajanlar: Her fazda kullanılacak uygun modaliteleri belirt.  
Sıcak/soğuk uygulamalar: Hastanın ihtiyaçlarına göre hangi uygulamanın tercih edileceğini açıkla.  
Egzersiz uygulamaları: Her faz için detaylı egzersiz programı ver. Egzersizlerin nasıl yapılacağını, tekrar sayısını, setlerini ve uygulanacak pozisyonları açıkla.  
Fazlar arası geçiş kriterleri: Ağrı, ödem, denge, eklem hareket açıklığı (ROM), kas kuvveti ve fonksiyonellik açısından her fazdan bir sonrakine geçiş için spesifik kriterler belirle.  
Taburculuk kriterleri: Tedavi sonunda hastanın ulaşması gereken hedefler üzerinde dur.  
Bu program, her fazın amaçlarına ve hastanın klinik durumuna uygun olarak detaylandırılmış olmalı. Özellikle egzersiz açıklamalarında talimatlar adım adım verilmelidir. Ayrıca programın, uygulama sıklığı ve seans süresi gibi detayları da içermesi önemli.



Değerlendirme parametrelerini seninle paylaşacağım bir diz osteoartriti hastasına özgü, değerlendirme sonuçlarını dikkate alarak 3 fazdan oluşan detaylı bir fizyoterapi ve rehabilitasyon programı oluştur.  
Programda şu bileşenler yer alsın:  
Elektrofiziksel ajanlar: Her fazda kullanılacak uygun modaliteleri belirt.  
Sıcak/soğuk uygulamalar: Hastanın ihtiyaçlarına göre hangi uygulamanın tercih edileceğini açıkla.  
Egzersiz uygulamaları: Her faz için detaylı egzersiz programı ver. Egzersizlerin nasıl yapılacağını, tekrar sayısını, setlerini ve uygulanacak pozisyonları açıkla.  
Fazlar arası geçiş kriterleri: Ağrı, ödem, denge, eklem hareket açıklığı (ROM), kas kuvveti ve fonksiyonellik açısından her fazdan bir sonrakine geçiş için spesifik kriterler belirle.  
Taburculuk kriterleri: Tedavi sonunda hastanın ulaşması gereken hedefler üzerinde dur.  
Bu program, her fazın amaçlarına ve hastanın klinik durumuna uygun olarak detaylandırılmış olmalı. Özellikle egzersiz açıklamalarında talimatlar adım adım verilmelidir. Ayrıca programın, uygulama sıklığı ve seans süresi gibi detayları da içermesi önemli.

ChatGPT 4o

Paylaş



Gemini Advanced  
2.0 Experimental Advanced

+



65 yaşında kadın hasta, vücut kitle indeksi 22,76, Kellgren Lawrence evre 3 hastanın değerlendirme verileri aşağıdadır:

\*Zamanlı kalk yürü testi sonucu: 10 saniye  
Tek ayak üzerinde durma testi: 14 saniye  
UDES skoru: 32  
WOMAC skoru: 23  
30 saniye otur kalk testi sonucu: 12 kez  
40 metre hızlı yürüme testi sonucu: 33 saniye  
6 basamak merdiven inip çıkma testi sonucu: 12 saniye  
Lysholm skoru: 37  
4 adım kare testi sonucu: 11 saniye  
15 saniye basma testi sonucu: 5 kez  
SF-12 yaşam kalitesi fiziksel parametresi skoru: 24  
SF-12 yaşam kalitesi mental parametresi skoru: 57  
Ağrı felaketleştirme ölçeği: 18  
Numaralandırılmış ağrı skalası: 3  
Kalça fleksiyonu: 58 Derece  
Kalça ekstansiyonu: 20 Derece  
Kalça abduksiyonu: 33 Derece  
Kalça addüksiyonu: 18 Derece  
Diz fleksiyon eklem hareket açıklığı: 100 Derece  
Diz ekstansiyon eklem hareket açıklığı: -5 Derece  
Quadriceps kas kuvveti: 60 newton  
Hamstring kas kuvveti: 38 newton



65 yaşında kadın hasta, vücut kitle indeksi 22,76, Kellgren Lawrence evre 3 hastanın değerlendirme verileri aşağıdadır:  
Zamanlı kalk yürü testi sonucu: 10 saniye  
Tek ayak üzerinde durma testi: 14 saniye  
UDES skoru: 32  
WOMAC skoru: 23  
30 saniye otur kalk testi sonucu: 12 kez  
40 metre hızlı yürüme testi sonucu: 33 saniye  
6 basamak merdiven inip çıkma testi sonucu: 12 saniye  
Lysholm skoru: 37  
4 adım kare testi sonucu: 11 saniye  
15 saniye basma testi sonucu: 5 kez  
SF-12 yaşam kalitesi fiziksel parametresi skoru: 24  
SF-12 yaşam kalitesi mental parametresi skoru: 57  
Ağrı felaketleştirme ölçeği: 18  
Numaralandırılmış ağrı skalası: 3  
Kalça fleksiyonu: 58 Derece  
Kalça ekstansiyonu: 20 Derece  
Kalça abduksiyonu: 33 Derece  
Kalça addüksiyonu: 18 Derece  
Diz fleksiyon eklem hareket açıklığı: 100 Derece  
Diz ekstansiyon eklem hareket açıklığı: -5 Derece  
Quadriceps kas kuvveti: 60 newton  
Hamstring kas kuvveti: 38 newton

## EK 9: ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Ömer Alperen GÜRSES
Doğum Tarihi	
Doğum Yeri	
T.C. Kimlik No	
Telefon	05xxxxxxxxxx
E-Posta Adresi	xxxxxxxxxxxxxxxxxx@gmail.com

### Eğitim Bilgileri

Yıl	Bölüm	Kurum	Derece
2012-2016	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	Lisans
2017-2020	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	Süleyman Demirel Üniversitesi	Yüksek Lisans

### İş Tecrübeleri

Tarih Aralığı	Kurum	Görev
2018-2021	Süleyman Demirel Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2021-*	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	Öğretim Görevlisi