



**TÜBİTAK–2209-A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA
PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU**

2024 Yılı

1. Dönem Başvurusu

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

A. GENEL BİLGİLER

Başvuru Sahibinin Adı Soyadı: Suna Şalgalı, Mücahit Topçuoğlu, Sami Yiğit Uncu
Araştırma Önerisinin Başlığı: MediaFit: Yapay Zeka Tabanlı Mobil Uygulama ile Gerçek Zamanlı Kişisel Egzersiz Hareketlerinin Doğruluk Analizi ve Anlık Geri Bildirim Sistemi
Danışmanın Adı Soyadı: Doç. Dr. Sinan UĞUZ
Araştırmanın Yürütüleceği Kurum/Kuruluş: Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Bu proje, evde spor yapan bireylerin hareket doğruluğunu analiz eden ve **gerçek zamanlı geri bildirim** sağlayan bir **mobil uygulama** geliştirmeyi hedeflemektedir. Koronavirüs (COVID-19) pandemisi sürecinde spor salonlarının kapalı kalması ve fiziksel aktivitelerin sınırlandırılması, bireyleri evde spor yapmaya yönlendirmiştir. Ev ortamında egzersiz yapma eğiliminin artması, egzersiz hareketlerinin doğru bir şekilde uygulanmasını sağlayacak rehber uygulamalara olan ihtiyacı artırmıştır. Yanlış yapılan hareketlerin performansı olumsuz etkilemesi ve sakatlık riskini artırması, bu alanda daha hassas ve kullanıcı dostu bir çözüme ihtiyaç doğurmuştur. Bu proje, kullanıcıların egzersiz performanslarını iyileştirmeyi ve sakatlanma risklerini en aza indirmeyi amaçlamaktadır.

Uygulamanın temel teknolojik altyapısı, python dili ile **MediaPipe ve OpenCV** kütüphaneleri kullanılarak kullanıcıların vücut eklem noktaları tanımlanacak ve bu eklemler arasındaki açılar hesaplanarak hareketlerin doğruluğu analiz edilecektir. Kullanıcı, belirlenen hareket sıralaması ve doğruluğuna göre gerçek zamanlı olarak sesli, yazılı veya grafiksel bildirimler ile geri bildirim alacaktır. Kullanıcı deneyimini zenginleştirmek adına uygulama, Python ve Flutter entegrasyonu ile tasarlanacak ve mobil platformlarda çalışacaktır. Böylece, uygulama kullanıcılar için taşınabilir ve kolay erişilebilir olmayı amaçlamaktadır.

Bu **çalışmanın özgün değeri** olarak; yalnızca belirli egzersizlerle sınırlı kalmayıp, geniş bir egzersiz yelpazesinde **hareket doğruluğu analizi** yapılabilmesidir. Hareketlerin belirlenen tolerans aralıkları dışına çıkması durumunda kullanıcıya anlık olarak bildirim sağlayarak, hareketleri güvenli ve doğru bir şekilde yapmasına yardımcı olacaktır. Bu özellik, kullanıcının egzersiz formunu sürekli olarak iyileştirilmesine katkıda bulunacak ve performansını artırmayı hedeflemektedir. Aynı zamanda, kullanıcılar için taşınabilir, erişilebilir ve kapsamlı bir dijital yardımcı işlevi görecektir olan uygulamanın, geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşması hedeflenmektedir.

Bu **çalışmanın yöntemi**; egzersiz planının oluşturulması, vücut pozisyonunun ve eklemler arası açıların tespiti, hareket sırasının doğruluğunun değerlendirilmesi ve kullanıcıya anında geri bildirim sağlanmasıdır. Sistem; belirli bir tolerans aralığı içerisinde sapmaları tespit ederek kullanıcıyı anında uyaracak ve doğru formda egzersiz yapmayı teşvik edecektir. Uygulama, farklı egzersiz türlerine göre vücut pozisyonlarını analiz ederek, belirli hareketlerin dışında geniş bir egzersiz yelpazesinde de doğruluk değerlendirmesi yapacaktır.

Çalışmanın **yönetim planlaması** açısından 12 ay sürmesi planlanmaktadır.

Çalışmanın yaygın etkisi olarak; spor yapan bireylerin günlük egzersizlerini daha güvenli ve verimli hale getiren, doğru hareketlerin tekrar edilmesini teşvik eden bir dijital koç olarak kullanılabilir hale gelmesi amaçlanmaktadır. Mobil platformlarda çalışacak olan uygulama, kullanıcıların hareketlerini takip ederek hatalı hareketleri tespit edip düzeltmeleri için rehberlik edecek, bu da bireylerin sakatlık riskini azaltarak spor performanslarını artırmalarına destek olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gerçek Zamanlı Geri Bildirim, Hareket Doğruluğu Analizi, MediaPipe ve OpenCV, Mobil Egzersiz Uygulaması

1. ÖZGÜN DEĞER

1.1. Konunun Önemi, Araştırma Önerisinin Özgün Değeri ve Araştırma Sorusu/Hipotezi

Son zamanlarda, hem dünyada hem de Türkiye’de sağlıklı yaşam ve zindelik kavramlarının önemi giderek artmaktadır [1]. Özellikle koronavirüs (COVID-19) salgını süresince spor tesislerinin uzun süre kapalı kalması ve sonrasında açılmalarına rağmen insanların kalabalık ortamlardan kaçınarak spor aktivitelerine ara verme kararı

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

almıştır [2]. Bu sürecin etkisiyle fiziksel egzersizleri evde sürdürmeye çalışan bireylerin hareketleri bilinçsiz ve yanlış uygulanması, performansı olumsuz etkilerken kas ve eklem sakatlıklarına yol açabilmektedir. Bu nedenle, sağlıklı ve etkili bir egzersiz rutini oluşturmak için egzersizleri doğru tekniklerle uygulamak oldukça önemlidir. Bu noktada, teknoloji devreye girerek bireylerin hareketlerini doğru yapıp yapmadığını anlamalarına yardımcı olacak uygulamalar ve cihazlar geliştirmeye odaklanılmıştır. Özellikle yapay zeka ve bilgisayarla görü teknikleri, egzersiz sırasında vücut hareketlerini analiz ederek kullanıcılara anlık geri bildirim verebilmektedir.

Konu ile alakalı son yıllarda yapılan **literatür çalışmaları** incelendiğinde;

Evde egzersiz ve rehabilitasyon amaçlı uygulamalarda, Tepe, bilgisayar kamerası kullanarak ev ortamında rehabilitasyon sağlayan bir sistem geliştirmiştir. Bu sistem, Mediapipe kullanarak kullanıcının fizyoterapi hareketlerinin doğruluğunu analiz eder ve ek cihaz gerektirmez, ancak yalnızca rehabilitasyon hareketleriyle sınırlıdır [3]. C. Bolaños, J. Fernández-Bermejo, J. Dorado, H. Agustín, F. J. Villanueva ve M. J. Santofimia, yaşlı bireylerin rehabilitasyonunu desteklemek için akıllı aynalarda MoveNet, BlazePose ve PoseNet modellerini karşılaştırmış; sınırlı işlem gücüne sahip aynalarda aralarından MoveNet'in en uygun model olduğunu bulmuştur [4]. C. Mercadal-Baudart, Chao-Jung Liu, G. Farrell, M. Boyne, J. G. Escribano, A. Smolic ve C. Simms ise tek kamera ile 33 eklem noktasına dayanan ve Strided Transformer kullanarak 2D görüntülerden 3D duruş tahmini yapan bir model geliştirmiştir; bu model spor ve rehabilitasyon hareketlerini izlemek için tasarlanmıştır [5].

Giyilebilir cihazlarla egzersiz takibi alanında, Arslan, ağırlık egzersizlerinde kol pozisyonu ve kas aktivitesini analiz eden bir cihaz geliştirmiştir. Bu cihaz, EMG ve hareket sensörleriyle kullanıcıya kol hareketlerinin analizini sunar ve mobil uygulama aracılığıyla kişiselleştirilmiş geri bildirim sağlar. Cihaz, antrenman etkinliğini artırmayı ve sakatlanma riskini azaltmayı amaçlamaktadır [6]. Yücer, insan vücudunun günlük hareketlerini ivmeölçer ve jiroskop sensörleriyle elektronik olarak ölçmüş ve dijital ortama aktarmıştır; ancak bu çalışma spor ya da egzersiz hareketlerine yönelik analiz içermemektedir [7].

Bilgisayarla görü ve yapay zeka destekli egzersiz analizlerinde, F. Youssef, V. Parque, W. Gomaa yaptıkları çalışmada egzersiz performansını değerlendirmek için iki yöntem sunmuştur: (1) Genel ikili değerlendirme ve hata noktalarının analizi, (2) her egzersiz için 0-10 arası puanlama. Squat, şınav, omuz press ve lunge egzersizlerinde çalışan sistemde, Mediapipe ile iskelet pozları çıkarılarak egzersiz tanıma ve değerlendirme eş zamanlı gerçekleştirilmiştir. RGB görüntülerden elde edilen Gait Energy Image (GEI), hareket dinamiklerini özetleyerek performans analizi ve birey tanımlamada etkili bir şekilde kullanılmıştır. Ancak çalışma, sınırlı sayıda egzersiz hareketi içermesi nedeniyle geniş bir egzersiz yelpazesini kapsamamaktadır. [8]. N. Faujdar, S. Saraswat ve S. Sharma; V. Sai P. Bhamidipati, I. Saxena, D. Saisanthiya ve M. Retnadhas ise Mediapipe ve OpenCV kullanarak vücut pozisyonlarını analiz eden, web tabanlı sistemlerle kullanıcıya anlık geri bildirim sağlayan uygulamalar geliştirmiştir [9, 10]. Prateek, A. Tanvir ve Brindha R OpenCV, Mediapipe ve Streamlit kullanarak biceps curl, şınav, squat ve omuz press gibi egzersizlerde doğru ve yanlış formu analiz eden bir uygulama geliştirmiştir. Kullanıcılara anlık geri bildirim sağlayarak egzersizlerin daha verimli ve güvenli yapılması amaçlanmıştır [11]. G. Samhitha, D. S. Rao, Ch. Rupa, Y. Ekshitha ve R. Jaswanthi yapay zeka destekli bir antrenör modeli geliştirmiştir. Bu model, Mediapipe kullanarak canlı video aracılığıyla kullanıcının vücut eklem noktalarını tespit etmekte ve bu eklemler arasındaki açıları hesaplayarak biceps curl hareketlerinin doğruluğunu değerlendirmektedir. OpenCV ve Numpy kütüphaneleriyle desteklenen bu model, kullanıcılara hareketlerin doğruluğunu analiz ederek anlık geri bildirim sağlamaktadır. Bu çalışmanın sınırlılığı, yalnızca biceps curl hareketi ile sınırlı kalması ve diğer egzersiz türlerine yönelik değerlendirme içermemesidir [12]. A. Flores, B. Hall, L. Carter, M. Lanum, R. Narahari ve G. Goodman tarafından geliştirilen Verum Fitness adlı uygulama, kullanıcıların egzersiz performansını analiz etmek için akıllı telefon kamerasından faydalanmaktadır. Uygulama, vücut hatlarını basitleştirip eklem noktalarını belirleyerek iskelet modelleri oluşturmakta ve eklem açılarını hesaplamaktadır. Bu veriler, Fuzzy Inference System (FIS) ile değerlendirilerek egzersiz doğruluğu "mükemmel," "yeterli" ve "yüksek risk" kategorilerinde sınıflandırılmaktadır. [13].

Gelişmiş derin öğrenme yöntemleriyle spor ve egzersiz analizinde, X. Xi, C. Zhang, W. Jia ve R. Jiang, spor antrenmanlarında insan duruş tahmininin doğruluğunu artırmak amacıyla Spatiotemporal Transformer ve Zaman Konvolüsyon Ağı'nı (TCN) bir araya getiren iki kanallı bir mimari kullanmıştır. Model, IoT cihazları üzerinden gerçek zamanlı hareket verileri toplar ve hem global zamansal-mekansal özellikleri hem de yerel zamansal bağımlılıkları analiz eder. Özellikle, model global özellikleri işlemek için Spatiotemporal Transformer'ı, yerel zamansal bağımlılıkları yakalamak için ise TCN'yi kullanır [14]. H. Fu, J. Gao ve H. Liu, YOLOv7-Pose algoritması ve ConvNeXt ağ yapısını kullanarak fitness hareketlerinde eklem noktalarının daha doğru tahmini için geliştirilmiş bir model sunmuştur [15]. X. Zhang, S. Z. H. Han ve K. Y. T. Lim mobil cihazlarda MoveNet modeliyle şınav hareketini tespit eden ve kullanıcıya anlık geri bildirim sağlayan bir yapay zeka tabanlı dedektör geliştirmiştir; model sadece şınav hareketini analiz etmekte, diğer kalistenik hareketleri kapsamamaktadır [16].

Yoga pozlarının doğruluğunun değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalarda, H. Dhakate, S. Anasane, S. Shah, R. Thakare ve S. G. Rawat, yoga hareketlerini analiz eden ve kullanıcılara anlık geri bildirim sağlayan bir uygulama geliştirmiştir. PoseNet ve OpenCV teknolojilerini kullanarak bilgisayar üzerinde çalışan bu sistem, kullanıcının yoga hareketlerini doğru formda yapıp yapmadığını değerlendirir. Benzer bir çalışma olan I.

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

Chaudhary, N. T. Singh, M. Chaudhary ve K. Yadav'ın çalışmasında, yoga pozlarının doğru şekilde uygulanmasını sağlamak amacıyla gerçek zamanlı analiz sunan bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistem, webcam üzerinden canlı video ile kullanıcıların vücut eklemlerini Mediapipe ile tespit edip pozların doğruluğunu değerlendirir ve anlık geri bildirim sağlar. Ancak, her iki çalışma da yalnızca yoga pozlarına odaklanmış olup spor veya fitness egzersizleri için kullanılamamaktadır [17, 18].

Bu güncel literatür taramasından da anlaşılabileceği üzere son yıllarda yapılan benzer çalışmalar daha çok rehabilitasyon uygulamaları, yoga hareketlerinin ve kısıtlı egzersiz türlerinin analizi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu çalışmanın özgün değeri mobil uygulama olarak geliştirilen, MediaPipe ve OpenCV kütüphanelerini kullanarak spor egzersizlerinde hareket analizi ile anlık geri bildirim sağlayan bir sistem sunmasıdır. Diğer çalışmalardan farklı olarak, yalnızca belirli hareketlerle sınırlı kalmayıp, çeşitli egzersizlerde vücut açıları ve hareket sıralamasının doğruluğunu değerlendirir. Ayrıca, tolerans aralıklarını hesaplayarak doğru pozisyon dışındaki hataları tespit ederek kullanıcıya iletir, böylece doğru ve etkili bir egzersiz deneyimi sunmayı hedefler. Bu yönüyle, egzersiz yapan kullanıcılar için taşınabilir ve kolay erişilebilir olmayı amaçlamaktadır. Ayrıca kullanıcı hareketlerini, açı değişimleri ve sıralama doğruluğu üzerinden analiz ederek anlık geri bildirim sağlayan, tamamen mobil tabanlı bir çözüme literatürde bilginiz dahilinde rastlanmamıştır. Bu farklılıklar **çalışmanın özgün değerini** vurgulamaktadır.

1.2. Amaç ve Hedefler

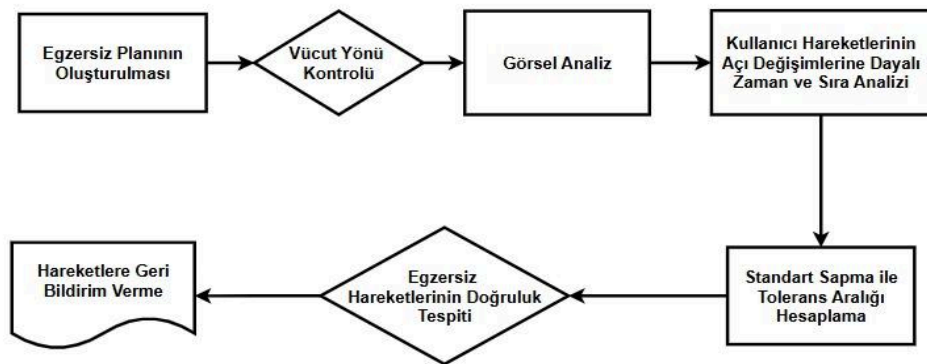
Bu projenin amacı, kullanıcıların hareketlerinin doğru bir şekilde izlenmesini sağlayarak performanslarını artırmayı, antrenman sırasında doğru hareketlerin yapılmasıyla sakatlanma riskini en aza indirmeyi ve ulaşılabilir, kullanıcı dostu bir uygulama sunmaktır.

Bu amaca dayalı alt hedefler ise;

- **Egzersiz Hareketlerinin Algılanması:** Farklı egzersiz hareketlerinin doğru bir şekilde algılanması için uygun veri setlerinin kullanılması ve bu verilerin analiz edilmesi.
- **Egzersiz Hareketlerinin Doğruluk Tespiti:** Python ve MediaPipe kütüphanesi kullanılarak, vücuttaki eklem noktalarının 3D koordinatlarının tespit edilmesi ve eklemler arasındaki açılarla hareket doğruluğunun belirlenmesi.
- **Standart Sapma ile Tolerans Aralığı Hesaplama:** Kullanıcı hareketlerinin doğruluğunu belirlemek amacıyla, açı ölçülerinin hesaplanan standart sapma değerleriyle karşılaştırılarak kabul edilebilir tolerans aralığında kalıp kalmadığının değerlendirilmesi.
- **Doğru Hareket Aralığı Belirleme:** Hesaplanan açıların belirlenen referans aralıkları ile karşılaştırılması yoluyla doğru ve yanlış yapılan hareketlerin tespiti.
- **Hareketlere Geri Bildirim Verme:** Egzersizlerin doğru veya yanlış yapılması durumunda, kullanıcıya sesli uyarılar, metin mesajları ya da grafiksel gösterimler aracılığıyla anında geri bildirim sunulması.

2. YÖNTEM

Bu çalışmanın yöntemi yedi aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar; egzersiz planının oluşturulması, vücut yönü kontrolü, görsel analiz, kullanıcı hareketlerinin açı değişimlerine dayalı zaman ve sıra analizi, standart sapma ile tolerans aralığı hesaplama, egzersiz hareketlerinin doğruluk tespiti ve hareketlere geri bildirim verme şeklindedir. Uygulama aşamaları, **Şekil 1'de** görüldüğü gibi adım adım ilerlemektedir.



Şekil 1: Egzersiz Hareketlerinin Doğruluk Tespiti Akış Diyagramı

Bu projede, kullanıcı hareketlerinin doğru analizini sağlamak amacıyla çeşitli yazılım ve analiz araçları kullanılacaktır. Kullanıcı arayüzü geliştirilirken etkileşimli bir deneyim sunmak hedeflenmiştir. Bu kapsamda, mobil uygulama geliştirme için çok platformlu bir çözüm olan Flutter kullanılacaktır.

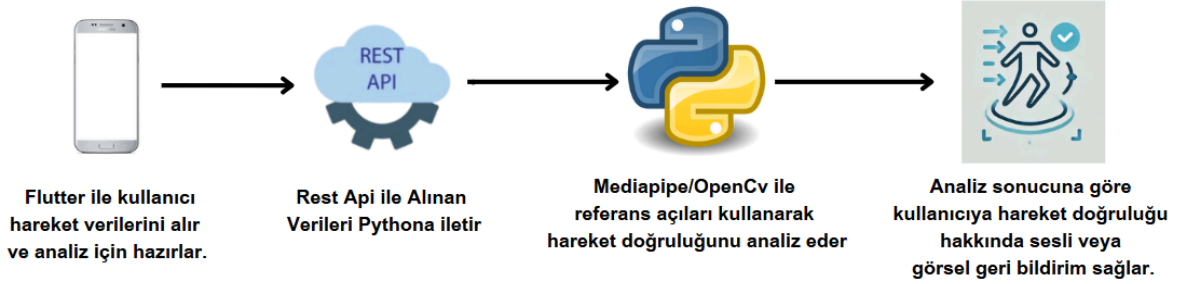
Flutter, kullanıcı arayüzünü oluşturmak ve kullanıcıdan gelen hareket verilerini toplamak için kullanılacaktır. Toplanan veriler, analiz için Python'a iletilecektir. Python'da, Flask veya FastAPI gibi bir framework kullanılarak oluşturulan REST API veya WebSocket bağlantısı üzerinden Flutter'dan gelen veriler alınacaktır.

Python tarafında Mediapipe ve OpenCV kütüphaneleri kullanılarak, veri setinde tanımlı olan referans açı değerleri çıkarılacaktır. Bu referans açıları, belirlenen hareketlerin doğru yapılabilmesi için kullanıcıya baz oluşturacaktır. Kullanıcı gerçek zamanlı olarak bir hareket yaptığında, vücudundaki eklem noktalarının pozisyonları ve açıları tespit edilecek ve veri setinden elde edilen referans açıları ile karşılaştırılacaktır.

Kullanıcının hareketlerinin doğru olup olmadığı analiz edilerek, anında sesli ya da görsel geri bildirim verilecektir. Bu yöntemle, kullanıcı hareketi doğru yapmadığında sistem uyarı vererek düzeltilmesi için rehberlik sağlayacaktır.

Veri akışının görselleştirildiği süreç, **Şekil 2'**deki gibi kullanıcıdan alınan verilerin REST API üzerinden Python'a iletilmesi, MediaPipe ve OpenCV ile analiz edilmesi ve kullanıcıya geri bildirim sağlanması adımlarını içermektedir.

Referans açı verileri doğrudan kod içerisinde statik olarak tanımlanacak veya JSON ya da YAML formatında bir yapılandırma dosyasında saklanacaktır. Bu yöntem, sistemin hızlı ve etkin çalışmasına katkıda bulunacaktır.



Şekil 2: Kullanıcı Verilerinin API ile İletilip Analiz Edilmesi ve Geri Bildirim Süreci

2.1 Egzersiz Planının Oluşturulması: Bu aşamada kullanıcı, uygulama üzerinden yapacağı egzersizleri seçerek bir plan oluşturur. Belirlenen plana göre, kullanıcının hangi hareketleri yapacağı ve bu hareketlerin nasıl yapılması gerektiği belirlenir. Kullanıcının yapmak istediği egzersiz hareketlerini seçtiği arayüz tasarımı, **Şekil 3'**te gösterilmiştir.



Şekil 3: Kullanıcının Hareketleri Seçmesini Sağlayan Arayüz Tasarımı

2.2 Vücut Yönü Kontrolü: Vücut yönü kontrolü, Python kullanılarak MediaPipe kütüphanesi ile gerçekleştirilecektir. Bu yöntemle, kullanıcının vücudundaki önemli referans noktaları (omuzlar, kalça, dizler) tespit edilmekte ve bu noktaların uzaysal konumları kullanılarak kullanıcının vücut pozisyonu ve yönü hesaplanmaktadır. Tespit edilen bu noktalar aracılığıyla, kullanıcının vücut yönündeki sapmalar (sağ, sol, yukarı, aşağı) belirlenmekte ve referans pozisyonla karşılaştırılarak analiz edilmektedir.

Vücut pozisyonunun doğruluğu, hareketin gerektirdiği pozisyona uygun olup olmadığı ile karşılaştırılarak değerlendirilir. Eğer kullanıcının vücut pozisyonu istenilen yönden sapmışsa, uygulama kullanıcıya pozisyonunu düzeltmesi için anında geri bildirim sağlar.

2.2.1 OpenCV Kütüphanesi Nedir?

OpenCV (Open Source Computer Vision Library), bilgisayarla görme alanında yaygın kullanılan, görüntü işleme ve video analizini gerçekleştirmemizi sağlayan açık kaynaklı bir kütüphanedir.

OpenCV, videolardaki nesnelerin hareketini izlemek için optik akış ve nesne takibi algoritmaları sağlar. Görüntü işleme yetenekleriyle, videolardan elde edilen karelerde nesne veya hareket tespiti yapılabilir, böylece projede gerekli açısız analizler için önemli veriler elde edilir.

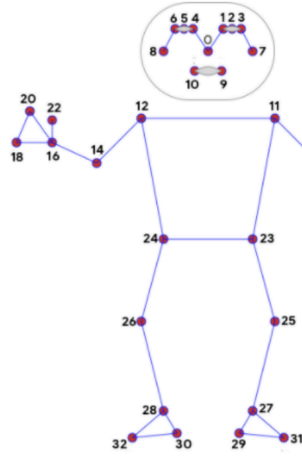
Bu proje için OpenCV, nesne takibi, hareket analizi ve görüntü işleme gibi temel işlevlerin çoğunu kolaylaştırır ve hızlı çalışmasıyla kullanıcı deneyimini geliştirir.

2.2.2 MediaPipe Kütüphanesi Nedir?

Google tarafından geliştirilen MediaPipe, bilgisayarla görme alanında yaygın kullanılan, hareket analizi ve makine öğrenimi görevlerini video veya görüntüler üzerinden gerçekleştirmemizi sağlayan açık kaynaklı bir kütüphanedir. Mobil ve masaüstü cihazlarda yüksek performans sunar.

MediaPipe'in Pose modülü, video akışındaki her karede vücudun ana eklem noktalarının (omuz, dirsek, diz, kalça gibi) konumlarını belirleyerek hareketlerin açısız analizini yapar ve bu analizde kullanılan iskelet modelinde bir insan pozunu için 33 nokta tanımlanmıştır. Bu noktalar, iskelet modelinden alınacak özniteliklerin ana sınıfını oluşturur ve her birinin temsil ettiği eklem noktaları, **Şekil 4'te** gösterilmiştir.

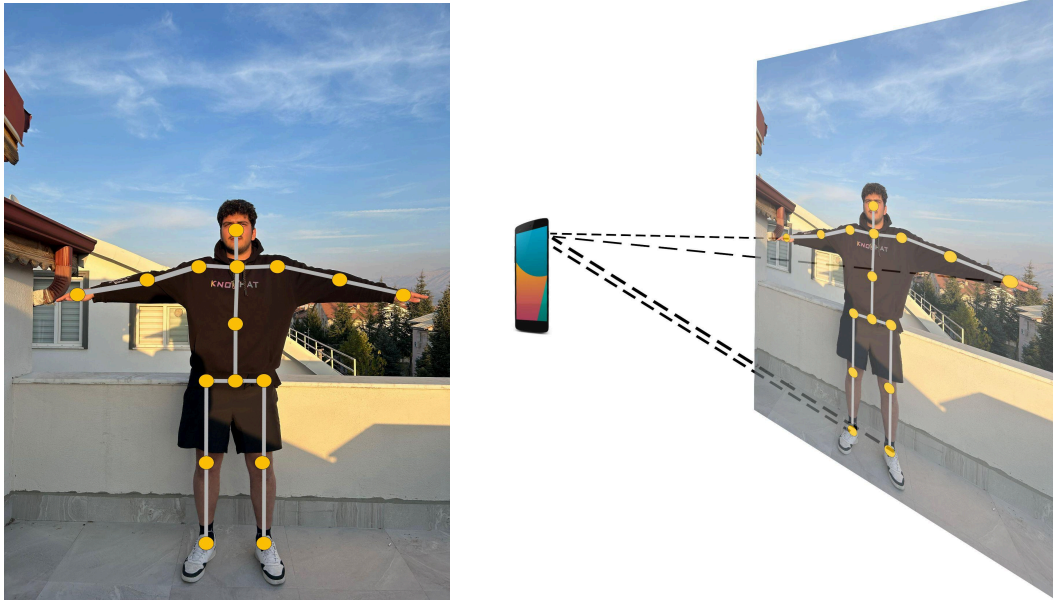
MediaPipe bu proje için hareket analizi, açı hesaplama, poz izleme ve gerçek zamanlı geri bildirim gibi temel işlevlerin çoğunu kolaylaştırır ve hızlı çalışması sayesinde kullanıcı deneyimini geliştirir.



- | | |
|-----------------|------------------------|
| 0. burun | 17. sol_serçe_parmağı |
| 1. sol_göz_içi | 18. sağ_serçe_parmağı |
| 2. sol_göz | 19. sol_işaret_parmağı |
| 3. sol_göz_dışı | 20. sağ_işaret_parmağı |
| 4. sağ_göz_içi | 21. sol_başparmak |
| 5. sağ_göz | 22. sağ_başparmak |
| 6. sağ_göz_dışı | 23. sol_kalça |
| 7. sol_kulak | 24. sağ_kalça |
| 8. sağ_kulak | 25. sol_diz |
| 9. ağız_sol | 26. sağ_diz |
| 10. ağız_sağ | 27. sol_ayak_bileği |
| 11. sol_omuz | 28. sağ_ayak_bileği |
| 12. sağ_omuz | 29. sol_topuk |
| 13. sol_dirsek | 30. sağ_topuk |
| 14. sağ_dirsek | 31. sol_ayak_uçu |
| 15. sol_bilek | 32. sağ_ayak_uçu |
| 16. sağ_bilek | |

Şekil 4: Eklem Noktalarının İskelet Modelde Gösterimi

2.3 Görsel Analiz: Bu aşamada, kullanıcıların seçtikleri egzersizleri doğru şekilde yapıp yapmadıklarının belirlenmesi hedeflenir. Python ve MediaPipe kütüphanesi kullanılarak, vücut üzerindeki eklem noktaları tespit edilir ve bu noktalar arasındaki açılar hesaplanır. Sonuç olarak, eklem tespiti görselleştirildiği analizler **Şekil 5'te** sunulmaktadır.



Şekil 5: Görsel Analize Genel Bakış

MediaPipe, eklemler arası açıları ölçmek için birkaç temel bilgisayarla görme ve geometri algoritması kullanır. Bu algoritmalar, vücuttaki belirli kilit noktaların koordinatları ile açıları hesaplamak üzere vektör tabanlı yaklaşımlar kullanır. İşte MediaPipe'in eklemler arası açıları ölçmek için kullandığı temel algoritmalar:

a. Vektör Tabanlı Açı Hesaplama (Dot Product)

MediaPipe tarafından tespit edilen her eklem noktası, x, y ve z koordinatları ile ifade edilerek birer vektör olarak varsayılmıştır. Nokta çarpımı yaklaşımına göre, iki vektör arasındaki açı, iki vektörün nokta çarpımının ters kosinüsü, büyüklüklerinin çarpımına bölünerek hesaplanır [19]. İki vektör arasındaki açıyı hesaplamak için nokta çarpım formülü aşağıda verilmiştir;

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{\mathbf{u} \cdot \mathbf{v}}{|\mathbf{u}| |\mathbf{v}|} \right)$$

- θ iki vektör \mathbf{u} ve \mathbf{v} arasındaki açıyı temsil eder.
- $\mathbf{u} \cdot \mathbf{v}$ ifadesi iki vektör arasındaki dot product (nokta çarpımı) anlamına gelir.
- $|\mathbf{u}|$ ve $|\mathbf{v}|$, sırasıyla \mathbf{u} ve \mathbf{v} vektörlerinin büyüklükleridir.

b. Üçgenleme Yöntemi

- Vücutta üç veya daha fazla kilit noktadan oluşan açılar için MediaPipe, üçgenleme kullanılabilir.
- Örneğin, kalça, diz ve ayak bileği arasındaki açıyı bulurken, bu üç eklem noktası bir üçgen oluşturur. Üçgenin iç açısını bulmak için geometrik üçgenleme formülleri kullanılabilir.
- Üçgen kenar uzunluklarını hesaplayarak açıyı kosinüs teoremi ile bulabilir.

2.4 Kullanıcı Hareketlerinin Açık Değişimlerine Dayalı Zaman ve Sıra Analizi: Bu yöntem, kullanıcı tarafından gerçekleştirilen hareketlerin açı değişimlerinin zaman içerisindeki seyri doğrultusunda analiz edilerek, hareketlerin doğru sıralamayla yapıp yapılmadığını değerlendirmeye odaklanmaktadır. Açık değişimlerinin zamanla olan ilişkisi incelenerek, kullanıcının hareketlerinin istenen sıralamaya uygunluğu tespit edilir.

2.5 Standart Sapma ile Tolerans Aralığı Hesaplama: Ortalama (mean), bir veri setindeki tüm değerlerin toplamının, veri sayısına bölünmesiyle bulunur. Aşağıda formülü verilmiştir. Formülde; n veri sayısını, x_i i. veri noktasını ifade eder.

$$\text{Ortalama (Mean)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Standart sapma (σ), veri setindeki değerlerin ortalamadan ne kadar uzaklaştığını ölçer. Daha yüksek bir standart sapma, verilerin daha geniş bir aralıkta dağılmış olduğunu gösterir. Standart sapma aşağıdaki formül ile ölçülür.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \text{Ortalama})^2}$$

Tolerans aralığı, belirli bir ölçüm veya hareketin kabul edilebilir sınırlarını belirler. Genellikle ortalamadan belirli bir sapma aralığı olarak ifade edilir. Aşağıda Tolerans aralığının belirlendiği formül verilmiştir. Formülde, k sapma faktörünü (1σ veya 2σ) ifade eder.

$$\text{Tolerans Aralığı} = \text{Ortalama} \pm (k \times \sigma)$$

Bu formülde ortalama değerden $\pm k \times \sigma$ kadar sapma kabul edilebilir aralık olarak belirlenir. Örneğin, $k=2$ kullanıldığında, veri setinin ortalama değerine göre ± 2 standart sapma aralığı kabul edilebilir sınırlar olarak alınır.

2.6 Egzersiz Hareketlerinin Doğruluk Tespiti: Doğru tespit için, belirli hareketlerde kullanıcının belirli pozisyonlarda bulunması gerekmektedir. Elde edilen açı değerleri, referans aralıklarla karşılaştırılarak hareketin doğruluğu değerlendirilir.

2.7 Hareketlere Geri Bildirim Verme: Analizler sonucunda, kullanıcıya hareketlerin doğruluğuna dair sesli, metin tabanlı ya da grafiksel geri bildirimler sağlanır. Bu sayede kullanıcıların doğru hareketleri tekrar etmeleri teşvik edilir ve performanslarını artırmaları sağlanır. Bu yöntemlerle, kullanıcıların önceden belirlenen egzersiz planına göre hareketlerini doğru yapmaları sağlanarak, sakatlanma riskinin en aza indirilmesi ve antrenmanlarının daha verimli hale getirilmesi amaçlanmaktadır.

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

3 PROJE YÖNETİMİ
3.1 İş- Zaman Çizelgesi

İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ (*)

İP No	İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri	Kim(ler) Tarafından Gerçekleştirileceği	Zaman Aralığı (... Ay)	Başarı Ölçütü ve Projenin Başarısına Katkısı
1	Mobil Uygulama Arayüzünün Tasarımı	Y, S, M	1. Ay	Kullanıcıların egzersiz seçimi ve program görüntüleme işlemlerini kolayca yapabilmesi. Arayüz testlerinden geçerek %90 kullanıcı memnuniyeti sağlanması. Katkı: %10
2	Python ile Hareket Analizinin Kodlanması	Y, S, M	2.-4. Ay	Eklem tespiti ve açı hesaplamalarının %95 doğrulukla çalışması, hareket sırası ve doğruluğunu analiz eden algoritmaların geliştirilmesi. Katkı: %30
3	Flutter-Python Entegrasyonu	Y, S, M	5.-7. Ay	Flutter ve Python arasında veri aktarımında %95 başarı oranı sağlanması, analiz sonuçlarının Flutter uygulamasına gecikmesiz aktarılması ve kullanıcıya anlık geri bildirim verilmesi. Katkı: %20
4	Egzersiz Doğruluk ve Tolerans Hesaplama	Y, S, M	8. Ay	Standart sapma ve tolerans aralıklarının doğru hesaplanması, hareket doğruluğunun %90 'ın üzerinde tespit edilmesi. Katkı: %20
5	Geri Bildirim Modülünün Tasarımı	Y, S, M	9.-10. Ay	Anlık doğru/yanlış geri bildirimlerin sesli, yazılı veya grafiksel bildirimler ile geri bildirim sağlanması Katkı: %10
6	Test ve Optimizasyon	Y, S, M	11.-12. Ay	Tüm işlevlerin kapsamlı testlerden geçmesi, performans optimizasyonu ve hata oranının %5 'in altında tutulması. Katkı: %10
				Projenin Başarısına Toplam Katkısı (%):100
Y: Sami Yiğit Uncu, M: Mücahit Topçuoğlu, S: Suna Şalgalı				

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

3.2 Risk Yönetimi

RİSK YÖNETİMİ TABLOSU*

İP No	En Önemli Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Mobil uygulama arayüzü geliştirilirken kullanıcı deneyiminin beklendiği gibi olmaması	Kullanıcı geri bildirimlerine dayalı testler yapılması ve gerektiğinde arayüz tasarımının revize edilmesi.
2	Python ile yapılan hareket analizinde doğruluk oranının beklenenden düşük çıkması	Algoritmada kullanılan parametrelerin optimize edilmesi, MediaPipe veya OpenCV ayarlarının yeniden yapılandırılması. Gerekirse YOLOv8, BlazePose, MoveNet veya PoseNet gibi algoritmalar ve analiz yöntemleri eklenerek performans artırılabilir.
3	Flutter-Python entegrasyonu sırasında veri aktarımında gecikme veya bağlantı sorunları yaşanması	API yapısının performans testleri ile optimize edilmesi; bağlantı kesintileri durumunda veriyi yeniden gönderecek bir hata yönetim mekanizması geliştirilmesi.
4	Kullanıcı geri bildirim modülünde geri bildirimlerin gecikmeli ya da hatalı verilmesi	Geri bildirim modülünün gerçek zamanlı olarak çalışabilmesi için optimize edilmesi, bu süreçte yazılımsal hata tespiti için ek testlerin yapılması; gerekirse sesli geri bildirimlerin yerine daha hızlı metin tabanlı bildirimlerin kullanılması.

3.3. Araştırma Olanakları

ARAŞTIRMA OLANAKLARI TABLOSU (*)

Kuruluştaki Bulunan Altyapı/Ekipman Türü, Modeli (Laboratuvar, Araç, Makine-Teknikat, vb.)	Projede Kullanım Amacı

4. YAYGIN ETKİ

ARAŞTIRMA ÖNERİSİNDEN BEKLENEN YAYGIN ETKİ TABLOSU

Yaygın Etki Türleri	Önerilen Araştırmadan Beklenen Çıktı, Sonuç ve Etkiler
Bilimsel/Akademik (Makale, Bildiri, Kitap Bölümü, Kitap)	<ol style="list-style-type: none">Bu proje, spor egzersizlerinin doğruluğunun analizine yönelik mobil tabanlı uygulamaların geliştirilmesi alanında literatüre katkı sağlayacak yenilikçi bir yöntem sunmaktadır. Çalışma, yapay zeka ve bilgisayarla görü teknolojilerinin hareket analizi ve insan poz tespiti gibi uygulamalarda kullanımı konusunda akademik bir kaynak olarak değerlendirilebilecektir.Elde edilen veriler ve analiz sonuçları, kitap bölümü veya bilimsel rapor olarak

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

	yayımlanarak, alandaki araştırmacılara katkı sağlayabilir.
Ekonomik/Ticari/Sosyal (Ürün, Prototip, Patent, Faydalı Model, Üretim İzni, Çeşit Tescili, Spin-off/Start- up Şirket, Görsel/İşitsel Arşiv, Envanter/Veri Tabanı/Belgeleme Üretimi, Telif Konu Olan Eser, Medyada Yer Alma, Fuar, Proje Pazarı, Çalıştay, Eğitim vb. Bilimsel Etkinlik, Proje Sonuçlarını Kullanacak Kurum/Kuruluş, vb. diğer yaygın etkiler)	<ol style="list-style-type: none">1. Projenin çıktısı olan mobil uygulama, spor egzersizlerinin doğruluğunu analiz etme işleviyle sağlık ve spor eğitimi alanlarında kullanılabilir potansiyele sahip bir prototip olarak geliştirilecektir.2. Bu uygulama, spor salonları ve sağlık merkezleri gibi kurumlara yönelik bir çözüm sunarak ticari olarak pazarlanabilir bir ürün niteliğinde değerlendirilebilir.3. Çalışmada geliştirilen algoritmalar ve analiz yöntemleri, sağlık teknolojileri ve spor bilimleri alanında patent başvurusu yapılabilecek nitelikte olup, teknolojik yenilik içermektedir.4. Uygulamanın, kullanıcıların egzersiz hareketlerini doğru yapmalarına rehberlik ederek sakatlanma risklerini azaltma ve egzersiz performanslarını artırma gibi sosyal faydalar sağlaması beklenmektedir.
Araştırmacı Yetiştirilmesi ve Yeni Proje(ler) Oluşturma (Yüksek Lisans/Doktora Tezi, Ulusal/Uluslararası Yeni Proje)	

5. BÜTÇE TALEP ÇİZELGESİ

Bütçe Türü	Talep Edilen Bütçe Miktarı (TL)	Talep Gerekçesi
Sarf Malzeme		
Makina/Teçhizat (Demirbaş)		
Hizmet Alımı	9000 TL	1. GitHub Team üyelik ücreti 2. ChatGPT Plus abonelik ücreti 3. Üniversitemizde düzenlenecek Genç Araştırmacılar Kongresi katılım ücreti
Ulaşım		
TOPLAM	9000 TL	

6. BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

--

7. EKLER

EK-1: KAYNAKLAR

1. [Çakır, E. \(2018\). Bütünleşik SWARA ve EDAS yöntemi kullanarak fitness merkezlerinin](#)

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

- değerlendirilmesi: Örnek bir uygulama. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11(3), 1907-1923.
2. Uysal, A. A. (2022). Covid-19 Döneminde Evde Vücut Ağırlığı İle Yapılan Fonksiyonel Egzersizlerin Kadınlarda Fiziksel Uygunluk Parametreleri ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi (Master's thesis. Marmara Üniversitesi (Turkey)).
 3. Tepe E., (2024), Pekıştirmeli Öğrenme Yöntemi ile Poz Tahmini ve İnsan Hareket Analizi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı
 4. Bolaños, C., Fernández-Bermejo, J., Dorado, J., Agustín, H., Villanueva, F. J., & Santofimia, M. J. (2022). A comparative analysis of pose estimation models as enablers for a smart-mirror physical rehabilitation system. Procedia Computer Science, 207, 2536-2545.
 5. Mercadal-Baudart, C., Liu, C. J., Farrell, G., Boyne, M., Escibano, J. G., Smolic, A., & Simms, C. (2024). Exercise quantification from single camera view markerless 3D pose estimation. Heliyon, 10(6).
 6. Arslan O., (2023), Vücut pozisyonu ve kas durumu analiz eden mobil uygulama destekli kişisel antrenör cihazı geliştirilmesi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 846146
 7. Yücer Ş., (2018), Üç boyutlu iskelet verilerinden metrik öğrenme tabanlı hareket tanıma, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 492632
 8. Youssef, F., Parque, V., & Gomaa, W. (2023). VCOACH: A Virtual Coaching System Based on Visual Streaming. Procedia Computer Science, 222, 207-216.
 9. Faujdar, N., Saraswat, S., & Sharma, S. (2023, March). Human pose estimation using artificial intelligence with virtual gym tracker. In 2023 6th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON) (pp. 1-5). IEEE.
 10. Bhamidipati, V. S. P., Saxena, I., Saisanthiya, D., & Retnadhas, M. (2023, April). Robust intelligent posture estimation for an ai gym trainer using mediapipe and opencv. In 2023 International Conference on Networking and Communications (ICNWC) (pp. 1-7). IEEE.
 11. Tanvir, A., & Brindha, R. (2024, June). AI-Powered Workout Analysis Application for Posture Feedback and Repetition Grading. In 2024 Second International Conference on Inventive Computing and Informatics (ICICI) (pp. 108-111). IEEE.
 12. Samhitha, G., Rao, D. S., Rupa, C., Ekshitha, Y., & Jaswanthi, R. (2021, September). Vyayam: Artificial Intelligence based Bicep Curl Workout Tacking System. In 2021 International Conference on Innovative Computing, Intelligent Communication and Smart Electrical Systems (ICSSES) (pp. 1-5). IEEE.
 13. Flores, A., Hall, B., Carter, L., Lanum, M., Narahari, R., & Goodman, G. (2021, November). Verum fitness: An AI powered mobile fitness safety and improvement application. In 2021 IEEE 33rd international conference on tools with Artificial Intelligence (ICTAI) (pp. 980-984). IEEE.
 14. Xi, X., Zhang, C., Jia, W., & Jiang, R. (2024). Enhancing human pose estimation in sports training: Integrating spatiotemporal transformer for improved accuracy and real-time performance. Alexandria Engineering Journal, 109, 144-156.
 15. Fu, H., Gao, J., & Liu, H. (2023). Human pose estimation and action recognition for fitness movements. Computers & Graphics, 116, 418-426.
 16. Zhang, X., Han, S. Z., & Lim, K. Y. (2024). Designing and Prototyping of AI-based Real-time Mobile Detectors for Calisthenic Push-up Exercise. Procedia Computer Science, 239, 445-452.
 17. Dhakate, H., Anasane, S., Shah, S., Thakare, R., & Rawat, S. G. (2024, February). Enhancing Yoga Practice: Real-time Pose Analysis and Personalized Feedback. In 2024 International Conference on Emerging Systems and Intelligent Computing (ESIC) (pp. 35-40). IEEE.
 18. Chaudhary, I., Singh, N. T., Chaudhary, M., & Yadav, K. (2023, May). Real-time yoga pose detection using opencv and mediapipe. In 2023 4th International conference for emerging technology (INCET) (pp. 1-5). IEEE.
 19. Mahin, S. M. M., Islam, M. R., & Ahsan, S. M. M. (2023, June). Phrase Level Bangla Sign Language

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

[Recognition using Keypoints from Hand Gesture Video. In 2023 International Conference on Next-Generation Computing, IoT and Machine Learning \(NCIM\) \(pp. 1-6\). IEEE.](#)