



TÜBİTAK–2209-A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI

Başvuru formunun Arial 9 yazı tipinde, her bir konu başlığı altında verilen açıklamalar göz önünde bulundurularak hazırlanması ve ekler hariç toplam 20 sayfayı geçmemesi beklenir (Alt sınır bulunmamaktadır). Değerlendirme araştırma önerisinin özgün değeri, yöntemi, yönetimi ve yaygın etkisi başlıkları üzerinden yapılacaktır.

ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

2023 Yılı

1. Dönem Başvurusu

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

A. GENEL BİLGİLER

Başvuru Sahibinin Adı Soyadı: Yonca Eylül Sel
Araştırma Önerisinin Başlığı: Bilgisayarlı Görü Teknolojisi ile Yüz Felcinin Teşhisi ve Vücut İçi Haberleşme Tekniğine Dayalı Rehabilitasyon Sürecinin İzlenmesi
Danışmanın Adı Soyadı: Arş. Gör. Kayhan Ateş
Araştırmanın Yürütüleceği Kurum/Kuruluş: Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği

ÖZET

Türkçe özetin araştırma önerisinin (a) özgün değeri, (b) yöntemi, (c) yönetimi ve (d) yaygın etkisi hakkında bilgileri kapsamı beklenir. Bu bölümün en son yazılması önerilir.

Özet

Yapay zekâ teknolojileri her geçen gün hız kazanarak gelişmekte ve hayatımızın her alanını kolaylaştırmaktadır. Yapay zekâ teknolojilerinin bir alt disiplini olan bilgisayarlı görü, nesne algılama ve seçme işlemi olarak belirtilmektedir. Bilgisayarlı görü yöntemi güvenlik, sağlık, tarım gibi birçok sektörde insanların gündelik hayatını kolaylaştıran ve yaşam konforunu arttıran bir teknolojidir. Özellikle son yıllarda sağlık alanındaki bilgisayarlı görü uygulamaları sayesinde tanı, teşhis ve tedavi uygulamaları daha az maliyet ile gerçekleştirilmektedir. Bu uygulamalar sayesinde özellikle yüz felci gibi birçok insanın mustarip olduğu, gündelik ve sosyal hayatı büyük oranda olumsuz etkileyen rahatsızlıklar ele alınmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile yapay zekanın yanında farklı teknikler de sağlık sorunlarına uygulanmaktadır. Bunlardan birisi olarak son yıllarda araştırmacılar tarafından incelenen vücut içi haberleşme tekniği belirtilebilir. Vücut içi haberleşme tekniğine dayalı rehabilitasyon, yüzde bulunan sinirlerin zarar görmesinden kaynaklanan kısmi yüz felçlerini rehabilite etmeyi amaçlayan bir rehabilitasyon tekniğidir.

Bu projede, bilgisayarlı görü teknolojisi ile yüz felcinin teşhisi ve vücut içi haberleşme tekniğine dayalı rehabilitasyon sürecinin izlenmesi önerilmektedir. Bu kapsamda mobil bir bilgisayar olan Raspberry Pi ile Raspbian işletim sistemi üzerinden OpenCV ve dlib bilgisayarlı görü ve derin öğrenme paketlerini kullanılacaktır. Bu sayede yüz noktaları tespiti (facial landmark detection) metodu ile yüz üzerinde toplamda 68 noktanın tespiti gerçekleştirilerek yüz haritası oluşturulacaktır. Görüntü işleme teknikleri ile oluşturulan yüz haritasında toplamda 58 adet birbirine simetrik olması beklenen her iki nokta için nokta çifti oluşturulacaktır. Oluşturulan nokta çiftleri arasında çekilen hayali bir doğrunun eğimi hesaplanacaktır. Hesaplanan eğim miktarına göre kişinin sağlıklı veya hasta olması teşhis edilecektir. İnternet aracılığıyla ulaşılan insan yüzleri üzerinden elde edilen verilerin bir veri tabanına aktarımı gerçekleştirilecektir. Uzaktaki bir hekim bilgisayarı üzerinde tasarlanan program arayüzü ile veriler ekranda sınıflandırılacaktır. Bu süreçte düzenli olarak takibi sağlanan hasta bireyin, vücut içi haberleşme tekniğine dayalı rehabilitasyonun da izlenmesine olanak sunulması planlanmıştır.

Projenin 12 ay süre zarfında bir grup çalışması olarak gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Proje başarısındaki en büyük pay bilgisayarlı görü ile yüz felcinin teşhisinin başarı ile gerçekleştirilmesidir. Ardından veri tabanı üzerinden veri transferi ve hekim ara yüzünün programlanması aşamaları yer almaktadır. Çalışma boyunca malzeme tedariği, yazılım ile yöntemin revizyonu ise risk yönetimi kapsamında değerlendirilmektedir.

Bilgisayarlı görü teknolojisi ile yüz felcinin teşhisi ve vücut içi haberleşme tekniğine dayalı rehabilitasyon sürecinin izlenmesi projesi gerçekleştirilerek her geçen gün artan dünya nüfusunun yoğunluk oluşturduğu sağlık ortamları ve yoğunluk kaynaklı düşen sağlık hizmeti kalitesini arttırmak hedeflenmiştir. Aynı zamanda vücut içi haberleşme tekniğine dayalı rehabilitasyon sürecinin takibi sağlanacaktır. Ayrıca, yapılan çalışma boyunca elde edilen çıktıların ulusal veya uluslararası bilimsel etkinliklerde sözlü olarak sunulması ve uluslararası indeksli mühendislik ve sağlık bilimi dergilerinde yayınlanması planlanmaktadır. Elde edilen bilgiler, doku ve yüz nakli gerçekleştiren kurumlarda rehabilitasyon süreçlerine uygulanabilir ve gelecekteki olası insan deneylerini içeren yeni projelere ışık tutabilir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayarlı görü, görüntü işleme, yüz felci, vücut içi haberleşme, yapay zekâ.

1. ÖZGÜN DEĞER

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

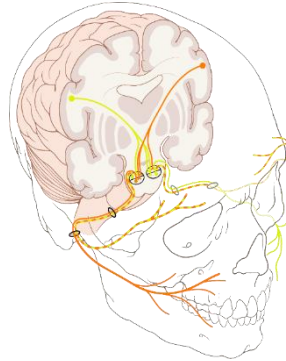
Araştırma önerisinde ele alınan konunun kapsamı ve sınırları ile önemi literatürün eleştirel bir değerlendirmesinin yanı sıra nitel veya nicel verilerle açıklanır.

Özgün değer yazılırken araştırma önerisinin bilimsel değeri, farklılığı ve yeniliği, hangi eksikliği nasıl gidereceği veya hangi soruna nasıl bir çözüm geliştireceği ve/veya ilgili bilim veya teknoloji alan(lar)ına kavramsal, kuramsal ve/veya metodolojik olarak ne gibi özgün katkılarda bulunacağı literatüre atıf yapılarak açıklanır.

Önerilen çalışmanın araştırma sorusu ve varsa hipotezi veya ele aldığı problem(ler)i açık bir şekilde ortaya konulur.

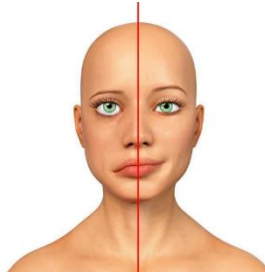
Konunun Önemi:

Fasiyal nöronu; tamamı beyin tabanından çıkarak çevresel sinir sistemini oluşturan, toplamda on iki çiftten oluşan, nervi craniales adı verilen karniyal nöronların yedincisi olan ve nervus facialis olarak adlandırılan toplamda üç çekirdeği bulunan nöron çeşididir. Yüzdeki mimik kaslarını (nucleus nervi facialis), tükürük bezlerini (nucleus solitarius) ve tat duyusunun (nucleus salivatorius superior) bir kısmını kontrol eder. Fasiyal nöronunun iltihap, tümör, darbe, çeşitli hastalıklar vb. komplikasyonlar sonucu zarar görmesi ile yüz felci (fasiyal paralizi) ortaya çıkar. Fasiyal nöronunun insan yüzündeki dağılımı Şekil 1'de gösterildiği gibidir. Yüz felci santral veya periferik olarak ayrı ayrı görülebilir. Santral yüz felci yüzün ağız çevresinde yoğunlaşırken periferik yüz felci göz etrafında gözlemlenebilir. Yüz felci yaşayan kişiler tat kaybı ve tükürük bezlerinde anormallik yaşayabilir. Yüz felci sebebine göre yüzün felç durumu akut, kronik veya kalıcı olabilir.



Şekil.1: Fasiyal nöronun insan yüzündeki dağılımı

Yüz felcinin fonksiyonel nöro-anatomisi incelendiğinde; kontralateral orbikularis okuli kasında oluşan kısmi derecedeki kas gücü azalması sonucunda palpebral fissür açıklığında hafif derecede artış ya da göz kapaklarını kuvvetli sıkma sırasında tam kapatamama gözlenir (Tutkuval, 2021). Dışarıdan gözlemlendiğinde yüz felci geçiren kişilerin düzgün bir şekilde mimiklerini oynatmadığı, ağızda sarkma gerçekleştiği, göz kapaklarını kapatamadığı veya açamadığı, istemsiz hareketler gerçekleştirdiği(sinkinezi), çiğneme hareketlerini gerçekleştiremediği, göz kırpmayı kontrol edemediği, gülemediği ve yüzün burun kısmına göre simetriği bozulmuş(asimetri) durumda olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 2'de temsili olarak yüz felci sonucu yüzde oluşan asimetrik durum gösterilmiştir. Bulgular paralizinin durumuna ve derecesine göre değişkenlik gösterebilir.



Şekil.2: Yüz felci sonucu yüzdeki asimetrik durum

Hekimler yüz felcinin tespitini fizik muayene ve gözlemlleme ile gerçekleştirir. Tanı sırasında hastalarda tipik olarak tek taraflı fasiyal ve oldukça ince, hemen deri altında yer alan plasitma kaslarının hareketinde azalma, alın ve ağız köşesinde sarkma, göz ve ağız kapanmasında güçlük saptanır. Hastalığın teşhisi sırasında bazı hastalarda dilin

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

Üçte ikisinin ön kısmında tat ve duyma duyusunda azalma/ kayıp, lakrimal (gözyaşı kemiği bezesi) veya tükürük bezlerinin salgılarında değişiklik, kulak ağrısı görülebilir (Holland vd., 2004; Tiemstra vd., 2007). Hekim yüzdeki kasları el ile inceleyerek çıkarımlarda bulunur. Ardından ise çıkarımları destekleyecek testler gerçekleştirilerek rahatsızlığı teşhis eder.

Başkent Üniversitesi Ankara Hastanesi'nin paylaştığı bilgilere göre yüz felcinin görülme sıklığı her bin kişide iki kişidir (Başkent Üniversitesi Ankara Hastanesi, 2023). Bu istatistiğe göre yüz felci nörolojik rahatsızlıkların büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Günümüzde nöronsal rahatsızlıkların tedavisi için araştırmalar sürmekte ve yeni modeller oluşturulmaktadır. Bu modellerden biri ise vücut içi haberleşme yöntemine dayalı yüz felcinin rehabilitasyonudur. Vücut içi haberleşme yöntemine dayalı yüz felcinin rehabilitasyonu, çeşitli sebeplerden dolayı zarar görmüş yüzdeki mimik kaslarını kontrol eden fasiyal nöronlarına 100 kHz – 1 MHz frekans bandında sinyallerin gönderilmesiyle tedaviyi amaçlayan özgün bir rehabilitasyon modelidir (Vizziello vd., 2022). Bu modele göre yüzdeki zarar görmüş nöronlara, sağlıklı nöronlardan sinyal aktarımı yapılır. Böylece zarar görmüş sinirleri rehabilite etmek amaçlanarak özgün bir tedavi yöntemi gerçekleştirilebilir. Bu özgün tedavi modeli ve teknolojik gelişmeler sağlık sektöründe dijital çözümlerden yapay zekâ kullanımının kaçınılmaz olduğunu göstermektedir.

Sağlık sektöründe yapay zekâ teknolojisi, hastalığın teşhis edilmesini amaçlayarak, epidemiyolojik analiz ve hastalığın erken tanısında birincil rol oynar. Günümüzde ise sağlık sektöründe dijital çözümlerden yapay zekânın kullanımının; sürveyans sistemleri, epidemiyolojik analizler, hastalık teşhisi ve tedavisi, salgın yönetimi, sağlık risklerinin saptanması gibi birçok faaliyet alanı bulunmaktadır (Alicılar vd., 2021). Ülkemizde ise sağlıkta yapay zekâ teknolojilerinin kullanımının teşvik edilmesi adına 2022 yılında yayınlanan 'Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Uygulamaları Enstitüsünün Yapılanması ve Faaliyetlerinin Yürütülmesine Dair Yönetmelik'e göre enstitünün görev yetkileri özetle ilk madde referans alınarak şöyle özetlenebilir: Türkiye'de sağlık verisi araştırmaları ve sağlık alanında yapay zekânın kullanımı konusunda ülkemizin rekabet gücünü artırmak ve sağlık hizmetlerinin etkinliğinin artırılmasına yönelik bilimsel ve teknolojik ihtiyacı karşılamak üzere yenilikçi ve öncü araştırmalar yapmak ve bu tür araştırmaları desteklemektir (Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı, 2022).

Bu doğrultuda yapay zekânın sağlık hizmetlerinin kalitesini arttırarak daha verimli hale getirmesi, iş gücünü hafifleterek konforlu hizmetin önünü açması gibi durumlar göz önünde bulundurulduğunda teknolojinin insan zekasıyla birleştirilerek 'yüksek performanslı tıp' alanının oluşması kaçınılmazdır. T.C. Sağlık Bakanlığı Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü 2017 MHRS Hizmet Raporuna göre MHRS üzerinden hastanelerin meşguliyet oranları Tablo 1'de verilmiştir (Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü İstatistik, Analiz, Raporlama ve Stratejik Yönetim Dairesi Başkanlığı, MHRS Birimi, 2017).

Tablo.1: MHRS üzerinden hastanelerin meşguliyet oranları

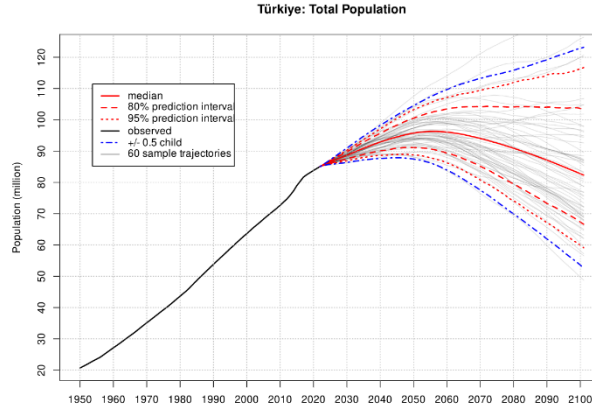
X	2017	2018	2019	2020	2021	2022
MHRS üzerinden yapılan randevulu hasta muayenesi oranı (%)	26	35	40	45	50	60
Şehir hastanelerinde MHRS'li hasta muayenesi oranı (%)	28	35	42	40	55	65
Hekimlerin MHRS'ye açtığı poliklinik kapasitesinin oranı (%)	60	70	75	80	82	85
Vatandaşların hekimler tarafından açılan MHRS kapasitesini doldurma oranı (%)	60	68	72	75	77	80

Tablo 1'de görüldüğü gibi Türkiye'de polikliniklerin son yıllardaki doluluk oranı yaklaşık %80 olarak yayımlanmıştır. Özellikle Covid-19 pandemisinde %100 doluluk oranına ulaşan hastaneler, gelecekte ortaya çıkabilecek çeşitli bulaşıcı hastalıklar ve pandemi durumlarına hazır hale getirilmesini zorunlu kılmıştır. Sağlık bakanlığının yayımladığı verilere göre, hastaneler üzerindeki yük giderek artmaktadır. Bu yükü hafifletmek ve hastalıkların teşhisi ve tespitini kolaylaştırmak, hastalara daha kaliteli ve konforlu hizmet vermek, hekimlerin üzerindeki baskıyı hafifletmek için çeşitli çözümlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Belirtilen bilgiler ışığında bilgisayarlı görü teknolojisi ile yüz felcinin teşhisi; hekimlerin ve sağlık kuruluşlarının üzerindeki yükü hafifletmeyi, yüz felcinin tespitini kolaylaştırmayı, daha hızlı sağlık hizmeti vermeyi, sağlık hizmetindeki kaliteyi ve konforu arttırmayı, sağlıkta yapay zekâ kullanımını arttırmayı hedefleyen bir sağlık ve kaliteli yaşam projesidir.

Araştırma Önerisinin Özgün Değeri:

Dünyadaki canlı sayısının lineer olarak artışı günlük hayatta çeşitli durumlarda yoğunluk oluşturmakta, hayat kalitesini ve konforunu düşürmektedir. Birleşmiş Milletler Ekonomi ve Sosyal İlişkiler Birimi Türkiye Popülasyon eğrisi Şekil 3'te verilmiş olup, popülasyondaki bu lineer artışın olumsuz etkilerinin sıkça gözlemlendiği ortamlardan biri tıbbi ortak alanlardır (United Nations, 2022).



Şekil.3: Birleşmiş Milletler Ekonomi ve Sosyal İlişkiler Birimi Türkiye popülasyon eğrisi

Hastanelerde yaşanan yoğunluklar sağlık alanındaki hizmeti aksatmakta, insanların kaliteli hizmeti alamayıp hayat kalitesini düşürmektedir. Bu proje ile sağlık kuruluşlarındaki yoğunluğun azaltılması, hizmetin hızlandırılması ve kalitesinin artırılması planlanmaktadır.

Bilgisayarlı görü teknolojisi, gerçek zamanlı insan yüzü tanınması ile hasta bireylerin yüzlerini ve yüz hareketlerini işleyerek bireyin rahatsızlığı hakkında çıkarım ve yorum yapar. Bu çıkarım ve yorumlar ile hastalık teşhis edilir ve düzenli olarak bilgisayarlı görü ile kontrol sağlanarak vücut içi haberleşme tekniğine dayalı yüz felcinin rehabilitasyon sürecinin takibi sağlanır. Yüz felci teşhisi yüzdeki simetrik noktalar arasında geçen hayali bir doğrunun eğiminin hesaplanmasıyla yüksek doğruluk oranı ile gerçekleştirilir. Testlerin sonuçlarını ve bulguları ilgili hekimin bilgisayarına ait uygulamaya internet yolu ile bulut sunucu aracılığıyla gerçek zamanlı olarak aktarır. Vücut içi haberleşme tekniğine dayalı yüz felci rehabilitasyonunun aşamalarını ve tedavi sürecini izlenebilir kılar. Ayrıca proje sistemi Raspberry Pi gibi mobil bir bilgisayar üzerinden yapay zekâ temelli olarak geliştirildiğinden dolayı çeşitli farklı sistemlere entegre edilebilir, kolaylıkla geliştirilebilir ve güncellenebilir. Tüm bu özellikler önerilen araştırma projesinin birer parçası olup özgün değerleridir.

Önerilen bu proje sayesinde Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'ndan üçüncü başlık olan 'Sağlıklı ve Kaliteli Yaşam' olgusunun iyileştirilmesi hedeflenmektedir.

Araştırma Sorusu/Hipotezi:

Bu projenin araştırma sorusu, yüz felci yaşayan hastaların bilgisayarlı görü ile teşhis edilip edilemeyeceği, düzenli olarak bilgisayarlı görü ile testlerin yapılarak vücut içi haberleşme tekniğine dayalı rehabilitasyon süreçlerinin nasıl ilerlediği konularıdır. Bu projenin hipotezi ise bilgisayarlı görü teknolojisini kullanarak yüz felcinin teşhisinin gerçekleştirilmesi ve vücut içi haberleşme tekniğine dayalı rehabilitasyon sürecinde hastaların düzenli takibini sağlayarak elde edilen verileri hekimin bilgisayarındaki uygulamaya aktarmak ve uygulama üzerinde verilerin sınıflandırılmasıdır.

1.2. Amaç ve Hedefler

Araştırma önerisinin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve araştırma süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde yazılır.

Amaç

Sağlık hizmetleri ve yönetiminde bilgisayarlı görü teknolojisi ile yapay zekanın kullanımının; sağlıkta hizmetin kalitesinin artması, erişilebilirliğinin daha kolay sağlanması, ilgili hastalığın erken tanısının konulması gibi birçok faydası bulunmaktadır. Bu doğrultuda bilgisayarlı görü teknolojisi ile görsel girdilerden anlamlı bilgiler çıkarılması ve gerçek zamanlı insan yüzü tanınması vasıtasıyla yüz felcinin teşhis edilmesi, düzenli olarak kontrol sağlanarak vücut içi haberleşme tekniğine dayalı rehabilitasyon sürecinin takibi, test sonuçlarının ve ilgili bulguların hekim bilgisayarına aktarılması bu araştırma önerisinin temel amacıdır.

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

Hedefler

Amacı verilen araştırma önerisinin gerçekleştirilmesi planlanan hedefleri aşağıda maddeler halinde ifade edilmiş ve açıklanmıştır.

- Proje baz alınarak ilgili literatür taraması ile teorik çalışmalar yürütülecektir. Hastalığın fonksiyonel nöro-anatomi verileri ile insan yüzündeki fiziksel etkilerine ait veriler toplanacaktır. Gerçek zamanlı akan görüntü üzerinde insan yüzü tespiti ve insan yüzüne ait bölgelerin bulunması işlemine yönelik araştırmalar yapılacaktır. Yüz tespiti ve analizinde kullanılan metotlar incelenecektir.
- Araştırma projesinin tasarım ve uygulaması için literatür incelemesi sonucunda yüz tespiti ve analizinde kullanılacak metotların denemeleri yapılacaktır. Sayısal imge işleme üzerine tasarımlar, görüntü üzerinde renk uzayları ve dönüşümleri gerçekleştirilen uygulamanın programlama tarafında OpenCV, dlib ve ihtiyaca göre kullanılması muhtemel diğer bilgisayarlı görü teknolojisi araçları kullanılacaktır.
- Gerçek zamanlı insan yüzü algılama metotlarından yüz noktaları tespit metodu aracılığıyla yüzde bulunan belirli sayıdaki noktanın ve bölgelerin tespiti yapılacaktır. Bu noktaların simetri durumları internet üzerinden toplanan sağlıklı birey ve ilgili hastalığa sahip insan yüzleri üzerinden incelenecektir. Burun çizgisi referans alınacak şekilde simetrik toplamda 29 nokta çifti için bir eğim hesaplanacaktır. Bu eğim baz alınarak yüz felci tespiti gerçekleştirilecektir.
- Sağlıklı bireyler için belirlenen yüz koordinatlarının konumlarının karşılaştırılması ve mimik hareketlerinin incelenmesi ile hastalığın tespiti için deneysel çalışmalar yürütülecektir.
- Elde edilen sonuçlar neticesinde yüz felcinin teşhisi ve aday tedavi yöntemlerinden vücut içi haberleşme tekniğine dayalı rehabilitasyon sürecinin izlenmesi sonucunda toplanan verilerin gerçek zamanlı bir veri tabanına aktarılması ve ilgili hekim bilgisayarı arayüzünde gösterilmesi sağlanacaktır.

Araştırma önerisinde verilen ve geliştirilmesi planlanan projenin, yukarıda verilen amaç doğrultusunda belirlenen hedeflerin gerçekleştirilerek başarıya ulaştırılması planlanmıştır.

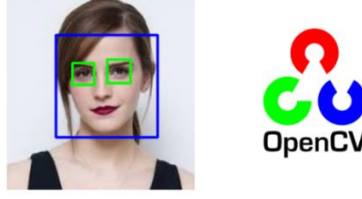
2. YÖNTEM

Araştırma önerisinde uygulanacak yöntem ve araştırma teknikleri (veri toplama araçları ve analiz yöntemleri dahil) ilgili literatüre atıf yapılarak açıklanır. Yöntem ve tekniklerin çalışmada öngörülen amaç ve hedeflere ulaşmaya elverişli olduğu ortaya konulur.

Yöntem bölümünün araştırmanın tasarımını, bağımlı ve bağımsız değişkenleri ve istatistiksel yöntemleri kapsamı gerekir. Araştırma önerisinde herhangi bir ön çalışma veya fizibilite yapıldıysa bunların sunulması beklenir. Araştırma önerisinde sunulan yöntemlerin iş paketleri ile ilişkilendirilmesi gerekir.

Bilgisayarlı görü teknolojisi bilgisayarların dijital görüntülerden, videolardan veya diğer görsel verilerden sayısal ya da sembolik bilgi üretmek için bilgisayar ortamında işlenmesini, analiz edilmesini ve yorumlanmasını içermektedir. Bu teknoloji bilgisayarların ve sistemlerin görsel girdilerden anlamlı bilgiler çıkaran bir yapay zekâ (Artificial Intelligence, AI) alt disiplini olmakla birlikte mühendislik yöntemleriyle, insan görsel sisteminin yapabileceği görevleri yapmaya, ilgili verileri anlamaya ve otomatikleştirmeye çalışmaktadır (Ballard vd., 1982).

Bilgisayarlı görü teknolojisi uygulamaları için en çok kullanılan araçlardan bazıları OpenCV, dlib, TensorFlow, Matlab, CUDA, Theano, Keras olarak sayılabilir. OpenCV (Open Source Computer Vision Library); bilgisayarlı görü ve görüntü işleme uygulamaları için çoğunlukla tercih edilen gerçek zamanlı bilgisayarlı görü uygulamalarında kullanılan açık kaynaklı kütüphanedir. İnsan yüzü tespiti ve analizi görüntü işleme ve bilgisayarlı görü teknolojisinin sağladığı birçok avantaj ve faydalardan biri olup, ilgili kütüphaneler kullanılarak yüksek doğrulukta veriler elde edilmesinde önemli yer tutar. Yüz tespiti işlemi aşama aşama ilerleyen ve öğrenilen, her aşamada bir önceki aşama referans alınarak görüntülere yeni fonksiyonların eklendiği bir yapay zekâ uygulamasıdır (Karmiloff-Smith, 1992). Şekil 4'te temel bir yüz tespiti örneği ve OpenCV açık kaynak kütüphanesine ait görsel verilmiştir.



Şekil.4: OpenCV açık kaynak kütüphanesi ve yüz tespiti örneği

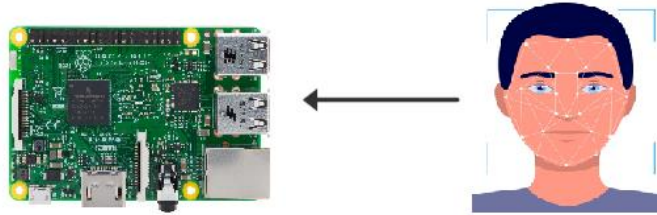
Sağlıklı insanlarda yüzün bir yarısının diğer yarısına göre simetrik olması beklenir. Yüz felci yaşayan hasta bireylerde ise bu durum bozulur ve asimetri oluşur.

Bilgisayarlı görü ile yüz felcinin tespitinde yüzde bulunan 68 nokta yüz noktaları tespit metodu ile tespit edilip, ardından bu noktalar simetriği ile değerlendirilecektir. İnsan yüzündeki 68 adet kilit noktayı tahmin etmeyi sağlayan dlib kütüphanesindeki önceden eğitilmiş yüz noktaları tespit metodu (facial landmark detection) kullanılır. Yüz tanımlama aşamasında ileri seviye özellikleri ortaya çıkarmak ve geometrik hesaplamalar yapmak için kullanılan bu noktalar yüzün baskın özelliklerini (burun ucu, ağız köşeleri, yüz hatları vs.) içerir (Zheng vd., 2019).

Sağlıklı insanlarda simetrik olan iki nokta arasına bir doğru çekildiğinde idealize edilmiş durumda eğim sıfıra eşit olacaktır. İdealize edilmemiş durumlarda ise 0'a oldukça yakın bir değer olacaktır. Hasta bireylerde ise simetrik olması gereken iki nokta arasındaki eğimin sağlıklı bireylerden farklı olarak 0'dan uzak bir değer olması beklenmektedir. İnternet üzerinde bulunan sağlıklı insan yüzü modellerinden hesaplanan asimetri eğim değerleri ile belirli bir eğim aralığı oluşturulacaktır. Bu değer aralıkları simetrik olması gereken bütün noktalar üzerinde hesaplanacaktır. Sonuç olarak teşhisin doğruluk olasılığını da yüzde cinsinden içeren bir çıkarımda bulunulacaktır. Yapılan çıkarım sonucunun Raspberry Pi ile internet aracılığıyla Firebase veri tabanına aktarımı gerçekleştirilecektir. Aktarımı gerçekleştirilen veriler hekim bilgisayarı üzerinden bir uygulama ile çekilerek yüzdeki asimetri oluşturan noktalar, asimetri eğimi, yüz felci teşhisi ihtimali ve tarih bilgisi aktarılacaktır. Yapılan aktarımlar üzerinden rehabilitasyon sürecinin takip edilmesi kolaylaşacaktır. Bu uygulamanın yöntemi temel olarak üç ana tasarım başlığından oluşacaktır. Bunlar; bilgisayarlı görü ile yüz felcinin teşhisi ve rehabilitasyon sürecinin izlenmesi, elde edilen verilerin gerçek zamanlı bir veri tabanına aktarımı, hekim bilgisayarında programlanmış bir yazılım ile veri tabanından elde edilen verilerin çekilmesi ve rehabilitasyon sürecinin izlenmesi şeklinde sıralanabilir.

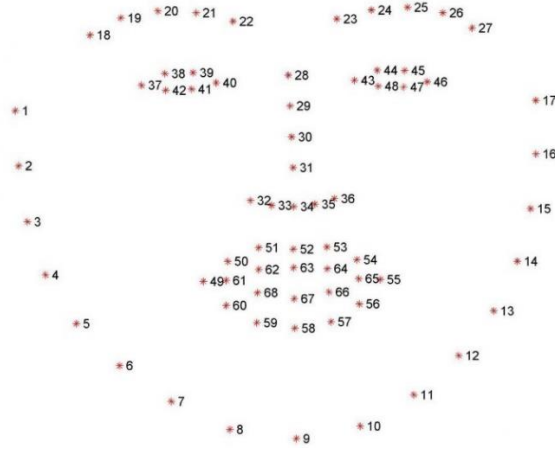
Bilgisayarlı Görü ile Yüz Felcinin Teşhisi ve Rehabilitasyon Sürecinin İzlenmesi

Bilgisayarlı görü ile yüz felcinin teşhisi ve rehabilitasyon sürecinin izlenmesi süreci mobil ve taşınabilir bir bilgisayar olan Raspberry Pi 3 Model B+ üzerinden gerçekleştirilecektir. Raspberry Pi üzerinde Raspbian işletim sisteminin kurulumu gerçekleştirilecektir. OpenCV, dlib ve bu modüllerin ek paketleri kurulduktan sonra Raspberry Pi üzerinde yüksek çözünürlükte çekim yapabilen bir adet kamera ve veri tabanına veri transferini gerçekleştirmek için ethernet bağlantısı kurularak programlanmaya başlanacaktır. Şekil 5'te insan yüzüne ait verilerin Raspberry Pi ortamına aktarımını temsil eden bir görsel modellenmiştir.



Şekil.5: İnsan yüzündeki bilgilerin Raspberry Pi tarafından işlenmesi

Programlama sürecinde 'Yüz noktaları tespit metodu (facial landmark detection)' adı verilen yüz üzerinde belirli sayıda noktaların yerini tespit eden bir metot kullanılacaktır. Bu metot OpenCV tarafından bilgisayarlı görü ile elde edilen kareler üzerinde dlib kütüphanesi aracılığıyla gerçekleştirilecektir. Literatürde geçtiği gibi insan yüzü üzerinde 68 adet noktaya ait veri seti öğretilerek yüz noktaları tespit metodu gerçekleştirilecektir (Jose, 2018). Yüz noktaları tespit metodu insan yüzü noktalar haritası Şekil 6'da verilmiştir. Sağlıklı insanların yüzü burna göre simetrik veya kısmen simetrik fakat yüz felci geçirmiş hastalarda asimetri oluşumu gerçekleşir.

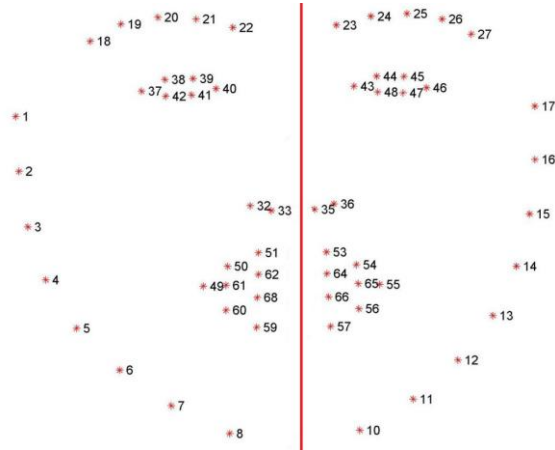


Şekil.6: İnsan yüzü noktalar haritası

Tespit edilen noktaların koordinatları ekranın sol üst başlangıç pikseli (0,0)'dan sağ alt bitiş pikseli (x, y)'e kadardır. Bu metot ile tespit edilmiş noktaların konumlarına ulaşılarak simetrik olması gereken iki nokta arasında hayali bir doğru çekildiğinde bu doğrunun eğiminin ya sıfır ya da sıfıra çok yakın bir değer olması beklenir. Aksi taktirde yüzde asimetri tespit edilerek yüz felci teşhisi gerçekleştirilir. A ve B yüzde simetrik olması beklenen iki nokta olmak üzere Eşitlik 1'de m asimetri eğimi için kullanılan formül belirtilmiştir.

$$m = \frac{PointAy - PointBy}{PointAx - PointBx} \quad (1)$$

Asimetri eğimi Şekil 7'de verilen birbirine simetrik olması beklenen nokta çiftleri (örneğin 49 ve 55) için hesaplanacaktır. Bu hesaplamalarda olması gereken asimetri eğim aralığı internet üzerinden alınan sağlıklı insan yüzleri üzerinden belirlenecektir. Belirlenen eğim aralığı ile teşhis için ölçüm yapılan bireyin eğim aralığı değerleri karşılaştırılacaktır. Bu karşılaştırma ile teşhis gerçekleştirilecektir.



Şekil.7: Birbirine simetrik olması beklenen toplamda 29 nokta çifti

Tablo 2'de birbirine simetrik olması beklenen 29 adet nokta çiftinin numaraları ve nokta çiftlerinin yüz noktalar haritasına göre numara sırası verilmiştir.

Tablo.2: Birbirine simetrik olması beklenen 29 nokta çifti

Nokta Çifti	1.Nokta	2. Nokta	Nokta Çifti	1. Nokta	2. Nokta
1	8	10	16	68	66
2	7	11	17	49	55
3	6	12	18	61	65
4	5	13	19	62	64

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

5	4	14	20	50	54
6	3	15	21	51	53
7	2	16	22	32	36
8	1	17	23	33	35
9	18	27	24	37	46
10	19	26	25	42	47
11	20	25	26	41	48
12	21	24	27	40	43
13	22	23	28	38	45
14	59	57	29	39	44
15	60	56			

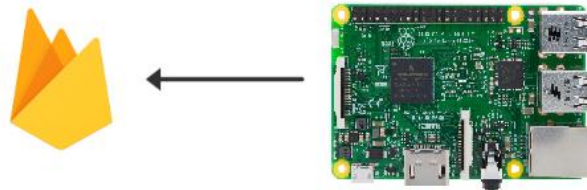
Verilen 29 nokta çifti için hesaplanan eğim ile teşhis gerçekleştirilecektir. Teşhis ile teşhisin doğruluk olasılığı da ekranda kullanıcıya sunulacaktır. Teşhisin doğruluk olasılığı yüzde olarak ifade edilir. Örnek vermek gerekirse 29 nokta çifti için hesaplamalar ve karşılaştırmaların yapılmasının ardından hekim bilgisayarına bireyin %75 ihtimalle yüz felci olduğu bilgisi de gönderilir. Teşhisin doğruluk olasılığı her bir 29 adet nokta çifti için hesaplanan eğimlerin sağlıklı bireylerin asimetri eğim aralığının dışında olması durumunda artar. Pp asimetri eğim değeri, hasta bireyler için belirlenen eğim aralığında olan nokta çifti sayısı olmak üzere teşhisin doğruluk olasılığı için kullanılacak formül Eşitlik 2'de verilmiştir. Burada T yüzde cinsinden hesaplanan teşhisin doğruluk olasılığını ifade eder.

$$T = \frac{(Pp) * (100)}{29} \quad (2)$$

Fakat bu değer belirli sayıda nokta çiftinde anormallik algılandığı takdirde geçerlidir. Belirli bölgelerde asimetri eğiminin istenenden daha farklı hesaplanması durumunda o noktalar ile aynı bölgede bulunan noktaların asimetri eğimi hesaplanır. Böylece asimetri eğiminin bozuk olması beklenen noktaların da kontrolü yapılır. Eğer o noktalarda da asimetri eğimi sağlıklı bireylerde olması beklenen değerlerin dışında ise yüksek ihtimalle o bireyin yüz felci geçirdiği teşhisinde bulunulur.

Elde Edilen Verilerin Gerçek Zamanlı Bir Veri Tabanına Aktarımı

Raspberry Pi ile elde edilen hastanın yüzünde bulunan asimetrik noktalar ve koordinatları, asimetri eğimi ve hastaya ait test görüntüleri Raspbian işletim sistemi üzerinden Python yazılım dili ile gerçek zamanlı bir veri tabanı olan Firebase'e aktarılacaktır. Firebase veri tabanı Google tarafından geliştirilen, ücretsiz olarak kullanılabilen, gerçek zamanlı olarak veri transferi gerçekleştirebilen bir bulut tabanlı uygulamadır. Çeşitli tiplerde veri türlerinin transferini ve saklanması sağlayabilir. Firebase veri tabanı, Raspberry Pi ile uzak bilgisayarda bulunan hekim arayüzünde bir köprü görevi görerek gerçek zamanlı veri aktarımını sağlayacaktır. Raspberry Pi üzerinde elde edilen veriler, Pyrebase4 modülü kullanılarak belirli adresteki depoya aktarılacaktır. Pyrebase4, Python geliştirme ortamı ile Firebase veri tabanı arasında iletişimi gerçekleştiren bir API (Uygulama programlama arayüzlemesi)'dir. Şekil 8'de Raspberry aracılığıyla ilgili verilerin Firebase veri tabanına aktarılmasına ait temsili bir görsel verilmiştir.



Şekil.8: Raspberry Pi tarafından verilerin veri tabanına aktarılması

Hekim Bilgisayarında Programlanmış Bir Yazılım ile Veri Tabanından Elde Edilen Verilerin Çekilmesi ve Rehabilitasyon Sürecinin İzlenmesi

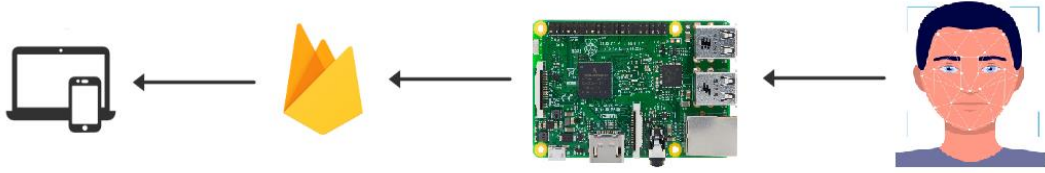
Uzakta bulunan hekim bilgisayarına aktarılan veriler, Python programlama dilinin PyQt5 modülü ile tasarlanıp programlanmış bir hekim arayüzünde gösterilecektir. PyQt5, başta Python yazılım dili olmak üzere çeşitli yazılım dillerinde masaüstünde uygulama tasarlayabilmeyi mümkün kılan bir modüldür. PyQt5 ile tasarlanan uzak bilgisayar hekim arayüzünde Firebase veri tabanından gerçek zamanlı olarak çekilen veriler tarihsel olarak sınıflandırılacaktır. Her bir tarih alt formunun altında bilgisayarlı görü ile yüz felci testi yapılabildiği bulunan asimetrik noktalar ve koordinatları, asimetri eğimi ve hastaya ait test görüntüleri gösterilecektir. Bu şekilde teşhis ve ardından rehabilitasyon süreci günbegün izlenebilecek ve hastanın rehabilitasyon sürecinin takibi kolaylaşacaktır. Şekil 9'da Firebase veri tabanından çekilen verilerin ilgili hekim bilgisayarı arayüzüne aktarılmasına ait temsili bir görsel verilmiştir.



Şekil.9: Verilerin hekim bilgisayarına aktarılması

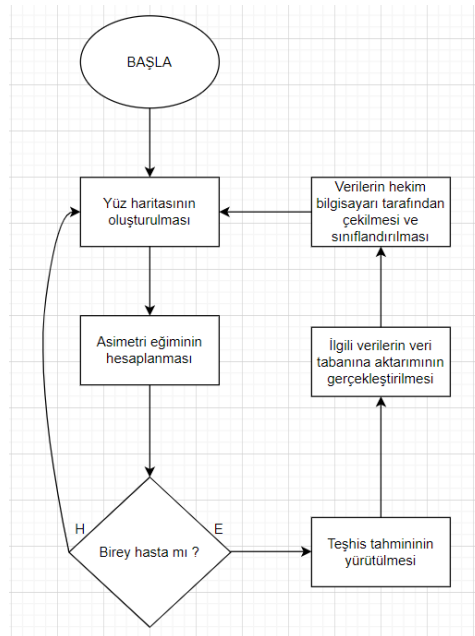
Mimari ve Genel Algoritma Yapılandırması

Yukarıda verilen başlıklar ışığında projenin genel mimarisi, Raspberry Pi tarafından OpenCV ve dlib paketleri kullanılarak oluşturulacaktır. Bir bilgisayarlı görü algoritması ile alınan veriler işlenerek anlık olarak Firebase veri tabanına aktarılacaktır. Ardından hekim bilgisayarında PyQt5 ile tasarlanmış bir arayüz tarafından veriler çekilerek sınıflandırılması yapılacak ve kullanıcıya sunulumu gerçekleştirilecektir. Mimarinin görselleştirilmiş hali Şekil 10'da verildiği gibidir.



Şekil.10: Proje mimarisi

Aşağıdaki şekilde projenin genel algoritması verilmiştir. Bilgisayarlı görü ile yüz haritası oluşturulan bireyin yüzdeki 29 nokta çifti için asimetri eğimi hesaplanacaktır. Yapılan hesaplama göre bireyin hasta olup olmadığına karar verilecektir. Verilen karar neticesinde bireyde yüz felci tespit edilememesi durumunda önceki aşamalar tekrarlanarak, yüz felci tespit edilmesi durumunda yapılan teşhisin tahmini yukarıda verilen formül ile tespit edilecek ve kullanıcıya sunulacaktır. Ardından ise veriler veri tabanına aktarılacaktır. Veri tabanına aktarılan veriler hekim bilgisayarında özel olarak programlanmış bir yazılım ile çekilecektir. Çekilen verilerin sınıflandırılması yapılacak ve hekime gösterilecektir. Proje algoritması Şekil 11'de verildiği gibidir.



Şekil.11: Proje algoritması

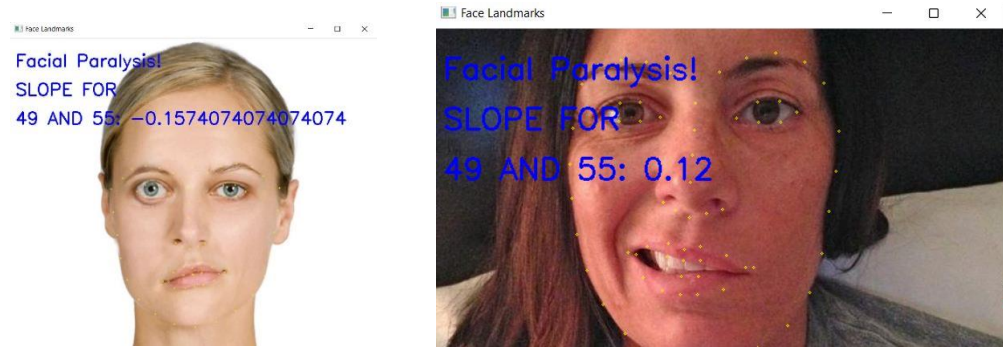
İstatistiksel Yöntemler

Önerilen araştırma projesinde, internet üzerinde bulunan sağlıklı kadın ve erkek bireylerin yüz noktalar haritası çıkarılacaktır. Şekil 7'de verilen birbirine simetrik olması beklenen 29 nokta çifti için hayali bir doğru çekilerek simetri eğimi hesaplaması yapılacaktır. Aynı zamanda her bir cinsiyet için sağlıklı bireylerde elde edilen sınır değerler ile de yapılan teşhisin ihtimali hesaplanacaktır. Bu projede kontrol grubu olarak ilk aşamada internet üzerinden elde edilen yüzer adet sağlıklı kadın ve erkek yüzleri kullanılacaktır. Şekil 12'de internet üzerinden alınan sağlıklı bireylerin yüz felci durumuna ilişkin bir örnek verilmiştir. Verilen örnekte hesaplanan değer yüz noktalar haritasında dudak koordinatlarından 49 ve 55'inci noktalara çizilen hayali doğrunun eğimidir. Yüz noktalar haritasında belirtildiği üzere sağlıklı kadın ve erkek bireylerden her 29 nokta çifti için elde edilen simetri eğimleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak bir veri paketi oluşturulacaktır. Veri paketinin medyanı ve sınır değerleri belirlenecektir.



Şekil.12: İnternet üzerinden elde edilen insan yüzleri ile 49 ve 55'inci nokta çifti için simetri eğimi

Algoritma tarafından hesaplanan değerlerde elde edilen veri paketinin medyanı ve sınır değerleri referans alınacaktır. İlk aşamada internet üzerinden alınan sağlıklı yüz modellerine göre 49 ve 55'inci noktalar için bir eğim aralığı belirlenmiştir. Şekil 13'te bu eğim aralığı kullanılarak yine internet üzerinden alınan yüz felci bireylerin yüzleri üzerinde teşhis gerçekleştirilmiştir. Şekil 12 ve 13'te verilen Facial Paralysis (yüz felci), No Facial Paralysis (yüz felci yok) ifadeleri hastalığın teşhisini belirtmektedir. Ayrıca SLOPE FOR 49 AND 55: (49 ve 55 için eğim:) ifadesi 49'uncu ve 55'inci noktalardan çekilen hayali doğrunun eğimini ifade etmektedir.



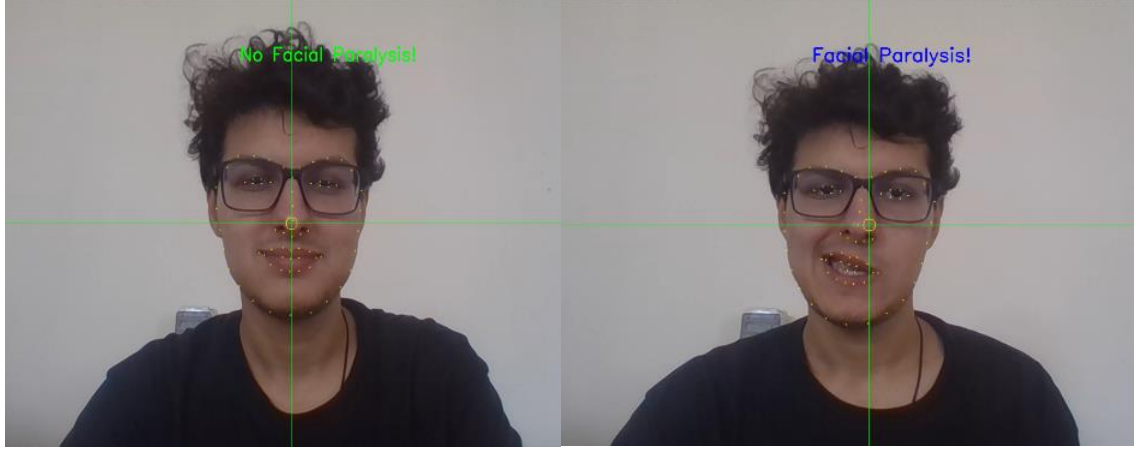
Şekil.13: İnternet üzerinden elde edilen insan yüzleri ile 49 ve 55'inci nokta çifti için simetri eğimi

Ön Çalışma

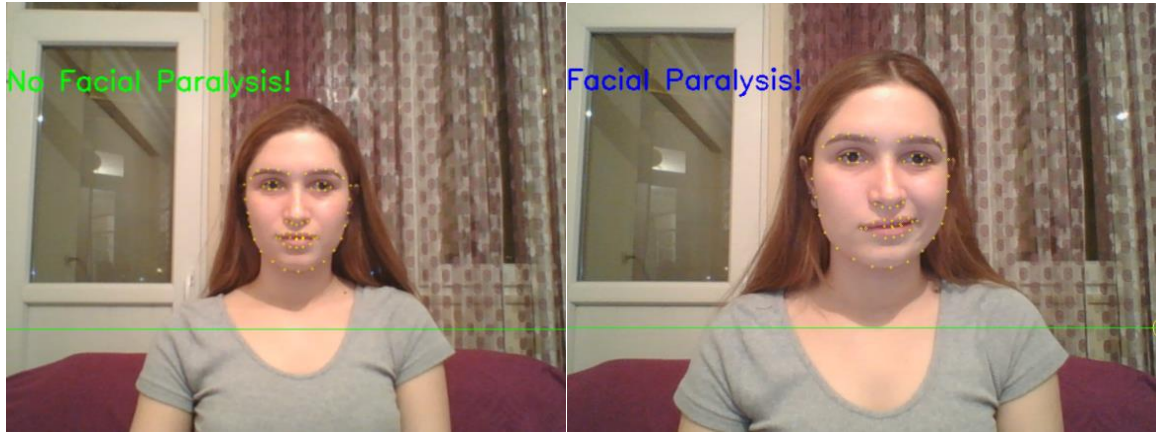
Araştırma önerisinde verilen projenin gerçekleştirilmesi için çeşitli ön çalışmalar yapılmış ve yukarıda verilen yöntemin bu projenin amacını başarıyla gerçekleştirebilmesi için en efektif çözüm olacağına karar verilmiştir. Şekil 12 ve 13'te verilen resimlerde dudak çevresinde bulunan 49 ve 55'inci yüz noktaları için istatistiksel olarak tahmini bir asimetri eğimi belirlenmiştir. Tahmini asimetri eğimine göre dudak çevresinde bulunan noktaların (49 ve 55'inci noktalar) koordinatları referans alınarak gerçekleştirilmiş ön çalışmada proje sisteminin başarılı bir şekilde çalıştığı görülmüştür. Araştırma projesinin internet üzerinden alınan insan yüzü üzerindeki denemelerinin ardından gerçek zamanlı görüntü takibi uygulaması için proje yürütücüsü ve proje ortağı üzerinde test yapılmıştır. Uygulamanın gerçek zamanlı olarak yüz tespiti yapabildiği ve yüz üzerinde noktalar haritasını başarılı bir şekilde tespit ettiği kanısına varılmıştır. Şekil 14 ve Şekil 15'te bu uygulamaya ait görüntüler verilmiştir. Gerçekleştirilen ön çalışma görüntüsünde bireylerde yüz felci tespit edilmesi durumunda ekranda mavi yazı fontu ile Facial Paralysis! (yüz

felci var), tespit edilmemesi durumunda ise yeşil yazı fontu ile No Facial Paralysis! (yüz felci yok) şeklinde uyarı verilmiştir.

Projenin ilerleyen aşamalarında yöntem başlığı altındaki adımların sırasıyla uygulanması ve projenin tam olarak başarıya ulaştırılması planlanmıştır.



Şekil.14: Erkek birey için sağlıklı ve yüz felçli bireyin örnek teşhis uygulaması



Şekil.15: Kadın birey için sağlıklı ve yüz felçli bireyin örnek teşhis uygulaması

Şekil 12, 13, 14 ve 15'te verilen görsellerde oluşturulan yüz noktaları haritası küçük yuvarlak sarı noktalar ile oluşturulmuştur.

3 PROJE YÖNETİMİ

3.1 İş- Zaman Çizelgesi

Araştırma önerisinde yer alacak başlıca iş paketleri ve hedefleri, her bir iş paketinin hangi sürede gerçekleştirileceği, başarı ölçütü ve araştırmanın başarısına katkısı “İş-Zaman Çizelgesi” doldurularak verilir. Literatür taraması, gelişme ve sonuç raporu hazırlama aşamaları, araştırma sonuçlarının paylaşımı, makale yazımı ve malzeme alımı ayrı birer iş paketi olarak gösterilmemelidir.

Başarı ölçütü olarak her bir iş paketinin hangi kriterleri sağladığında başarılı sayılacağı açıklanır. Başarı ölçütü, ölçülebilir ve izlenebilir nitelikte olacak şekilde nicel veya nitel ölçütlerle (ifade, sayı, yüzde, vb.) belirtilir.

İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ (*)

İP No	İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri	Kim(ler) Tarafından Gerçekleştirileceği	Zaman Aralığı (12 Ay)	Başarı Ölçütü ve Projenin Başarısına Katkısı
1	Bilgisayarlı görü ile yüz felcinin teşhisi ve rehabilitasyon sürecinin izlenmesi.	Barış Tuna, Yonca Eylül Sel	6 Ay	İnternet üzerinden elde edilen sağlıklı insan yüzleri üzerinde toplamda 29 nokta çifti için simetri eğitim aralığının hesaplanması. Ardından bilgisayarlı görü için 29 nokta çifti referans alınarak elde edilen eğitim miktarının hasta birey ile karşılaştırılmasının gerçekleştirilebilmesi. Gerçekleştirmenin projeye katkısı %60 olarak belirlenmiştir.
2	Bilgisayarlı görü ile bireyin yüzü üzerinden elde edilen verilerin gerçek zamanlı bir veri tabanına aktarımı.	Yonca Eylül Sel	3 Ay	Bilgisayarlı görü ile tespit edilen ve teşhis gerçekleştirilmeye çalışan bireyin yüzü üzerinden toplanan verilerin Firebase veri tabanına başarıyla aktarımının anlık olarak gerçekleştirilmesi. Gerçekleştirilmenin projeye katkısı %20 olarak belirlenmiştir.
3	Hekim bilgisayarında programlanmış bir yazılım ile veri tabanından elde edilen verilerin çekilmesi ve rehabilitasyon sürecinin izlenmesi.	Barış Tuna	3 Ay	Uzaktaki bir bilgisayar tarafından hekim arayüzü ile Firebase veri tabanından çekilen verilerin ekranda kullanıcıya sınıflandırılmış bir şekilde sunumunun gerçekleştirilmesi. Gerçekleştirilmesinin projeye katkısı %20 olarak belirlenmiştir.

(*) Çizelgedeki satırlar ve sütunlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

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

3.2 Risk Yönetimi

Araştırmanın başarısını olumsuz yönde etkileyebilecek riskler ve bu risklerle karşılaşıldığında araştırmanın başarıyla yürütülmesini sağlamak için alınacak tedbirler (B Planı) ilgili iş paketleri belirtilerek ana hatlarıyla aşağıdaki Risk Yönetimi Tablosu'nda ifade edilir. B planlarının uygulanması araştırmanın temel hedeflerinden sapmaya yol açmamalıdır.

RİSK YÖNETİMİ TABLOSU*

İP No	En Önemli Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Raspberry Pi 3'ün tedarikinde yaşanabilecek sorunlar.	Bilgisayarlı görü için herhangi bir masaüstü veya laptop bilgisayarın kullanılması.
2	Uzak bilgisayarda bulunan hekim arayüzünün Python PyQt5 modülü ile arayüz tasarımında verilerin sınıflandırılmasında görsel ve grafiksel olarak düzen sağlanamaması.	Hekim arayüzünün C# yazılım dili ile tasarlanıp programlanması.
3	İlgili hastalığın teşhisi için yürütülen deneysel çalışmalarda simetri eğimi hesaplamalarının belirlenen hassasiyet aralığından dolayı hatalı yapılması.	Hastalığın tespiti için kullanılan yüz modelleri sayısı artırılarak, ilgili eğim hesaplamaları için daha hassas aralıklar elde edilmesi. Deneysel çalışmaların birçok kez tekrarlanması ile teşhis için uygun çalışma koşullarının sağlanması.

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

3.3. Araştırma Olanakları

Bu bölümde projenin yürütüleceği kurum ve kuruluşlarda var olan ve projede kullanılacak olan altyapı/ekipman (laboratuvar, araç, makine-teçhizat, vb.) olanakları belirtilir.

ARAŞTIRMA OLANAKLARI TABLOSU (*)

Kuruluşta Bulunan Altyapı/Ekipman Türü, Modeli (Laboratuvar, Araç, Makine-Teçhizat, vb.)	Projede Kullanım Amacı
Yazılım Laboratuvarı.	Yazılım geliştirme aşamalarının düzenli bir şekilde takip edilerek istenilen mimarilerin tasarımlarının sağlanması.
Elektrik Elektronik Ölçme ve Devre Laboratuvarı.	Gerekli donanımların ve araştırma önerisinde verilen proje tasarımının test edilmesi.

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

4. YAYGIN ETKİ

Önerilen çalışma başarıyla gerçekleştirildiği takdirde araştırmadan elde edilmesi öngörülen ve beklenen yaygın etkilerin neler olabileceği, diğer bir ifadeyle yapılan araştırmadan ne gibi çıktı, sonuç ve etkilerin elde edileceği aşağıdaki tabloda verilir.

ARAŞTIRMA ÖNERİSİNDEN BEKLENEN YAYGIN ETKİ TABLOSU

Yaygın Etki Türleri	Önerilen Araştırmadan Beklenen Çıktı, Sonuç ve Etkiler
Bilimsel/Akademik (Makale, Bildiri, Kitap Bölümü, Kitap)	Araştırma önerisinden elde edilen sonuçların ve uygulamaların ulusal veya uluslararası bilimsel etkinliklerde sözlü olarak sunulması planlanmıştır.
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)	Verilen araştırma projesinden herhangi bir ticari veya ekonomik etki beklenmemektedir. Araştırma önerisi, vücut içi haberleşme tekniğine dayalı rehabilitasyon modelinin devamı niteliğindedir. Geliştirilen sistem, bir bütün olarak düşünüldüğü durumda sadece vücut içi haberleşme tekniğine dayalı rehabilitasyonun değil yüz nakli gerçekleştiren kurum ve kuruluşlarda da tedavi için kullanılabilir.

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

Araştırmacı Yetiştirilmesi ve Yeni Proje(ler) Oluşturma (Yüksek Lisans/Doktora Tezi, Ulusal/Uluslararası Yeni Proje)	Araştırma projesinin sağlık sektöründe hastalık teşhisi, tedavisi ve takibine katkı sağlaması planlanmaktadır. Aynı zamanda sağlıkta yapay zekâ kullanımının teşvik edilerek hastalık teşhisi, tedavisi ve izlenmesine yönelik yeni projelerin önünün açılması beklenmektedir.
--	---

5. BÜTÇE TALEP ÇİZELGESİ

Bütçe Türü	Talep Edilen Bütçe Miktarı (TL)	Talep Gerekçesi
Sarf Malzeme	5850	Projede bilgisayarlı görü ve programlama aşamaları mobil bir bilgisayar olan Raspberry Pi 3 Model B+ ve yüksek çözünürlüklü kayıt gerçekleştirilebilen bir kamera üzerinden gerçekleştirilecektir. Bu gerekçeler göz önüne alındığında ilgili bütçe talep edilmektedir.
Makina/Teçizat (Demirbaş)	0	-
Hizmet Alımı	0	-
Ulaşım	0	-
TOPLAM	5850	Projeyi gerçekleştirmek için gereken toplam bütçe miktarı 5850 TL olarak belirlenmiştir.

NOT: Bütçe talebiniz olması halinde hem bu tablonun hem de TÜBİTAK Yönetim Bilgi Sistemi (TYBS) başvuru ekranında karşınıza gelecek olan bütçe alanlarının doldurulması gerekmektedir. Yukardaki tabloda girilen bütçe kalemlerindeki rakamlar ile, TYBS başvuru ekranındaki rakamlar arasında farklılık olması halinde TYBS ekranındaki veriler dikkate alınır ve başvuru sonrasında değiştirilemez.

6. BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece araştırma önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi/veri (grafik, tablo, vb.) eklenebilir.

KAVRAMLAR LİSTESİ

Araştırma önerisi için proje geliştirme aşamalarında karşılaşılan kilit ve/veya çok kullanılan kavramlar aşağıda açıklanmış ve bir kavram haritası oluşturulmuştur.

Asimetri eğimi: Yüz haritası oluşturulmuş bir bireyin simetrik olması beklenen nokta çiftleri arasından geçen hayali doğrunun eğimi. Yüz felci teşhis etme yöntemi elemanı.

Asimetri: Bir nokta referans alındığında noktanın her iki tarafının noktaya göre aynı olmaması durumu.

Bilgisayarlı görü: Elektronik cihazların dış dünyayı bir kamera yardımıyla anlamlandırılmasına verilen isim.

C#: Nesne tabanlı bir programlama dili.

CUDA: Grafik işlemci üzerinde görüntü işleme gerçekleştirme imkânı sunan bir geliştirme paketi.

Dlib: Derin öğrenme modülü / kütüphanesi.

Donanım: Elektronik ekipmanlardan oluşan devreler ve kartlar bütününe verilen isim.

Epidemiyolojik analiz: Toplumdaki hastalık, salgın, kaza ve sağlıkla ilgili durumların dağılımını inceleyen araştırma türü.

Fasiyal sinir: Yüz üzerinde bulunan kasları, ağız ve gözde bulunan bezlerin kontrol edilmesini sağlayan sinir hücresi.

Firestore: Gerçek zamanlı bir bulut veri tabanı.

Görüntü işleme: Bilgisayarlı görü yapılırken gerçekleştirilen bir aşama.

İnsan yüzü nokta haritası: İnsan yüzü üzerinde belirli sayıda bulunan hayali nokta haritası.

İşletim sistemi: Bilgisayar sistemlerinin çeşitli yazılımları ve uygulamaları üzerinde çalışmasına imkân veren yazılımlar.

Karniyal nöropati: Yüzdeki sinir hasarına bağlı olarak oluşan hastalık.

Keras: Genel olarak Python yazılım dilinde kullanılan bir derin öğrenme paketi.

Kısmi yüz felci: Yüzün bir tarafının diğerine göre felçli olması durumu.

Komplikasyon: Canlı üzerinde olumsuz bir durumun oluşturabileceği yan etkiler.

Kontralateral: Yapının ters tarafında, karşı/yan anlamlarında kullanılan kelime.

Kontrol Grubu: Üzerinde istatistik ve veri araştırması gerçekleştirilen küme.

Kraniyal sinir: Beyinden çıkarak vücuda dağılan, duyu ve motor faaliyetlerin gerçekleşmesini sağlayan ve 12 çiftten oluşan sinir hücrelerine verilen isim. Nervi Craniales.

Lakrimal bez: Göz yaşının büyük bir kısmını salgılayan bir göz yaşı bezi.

Matlab: Genelde matematiksel hesaplama ve simülasyon için kullanılan bilgisayar programı – programlama dili.

Medyan: Bir kümedeki verilerin küçükten büyüğe sıralanması sonucunda veri setini ikiye ayıran değer.

Nervi craniales: Beyinden çıkarak dağılan sinir gruplarından birine verilen isim. Kraniyal sinir.

Nervus facialis: Kraniyal sinirin 7. çiftine verilen isim. Fasiyal sinir.

Nöron: Çok hücreli canlılarda bulunan ve canlıların dış dünya ile bedenleri arasında ilişki kurmasını sağlayan elektrik yükleri taşıyan sinir sistemi hücreleri.

Nucleus nervi facialis: Yüzdeki mimik kaslarının kontrol edilmesini sağlayan fasiyal sinirin çekirdeklerinden birine verilen ad.

Nucleus salivatorius superior: Tat alma duyusunun kontrolünü sağlayan fasiyal sinirin çekirdeklerinden birine verilen ad.

Nucleus solitarius: Yüzün içinde bulunan tükürük bezlerine hükmeden fasiyal sinirin çekirdeklerinden birine verilen ad.

OpenCV: Açık kaynak kodlu bilgisayarlı görü modülü / kütüphanesi.

Orbikularis okuli kası: Göz kapakları ve gözü örten yuvarlak yapıdaki kas.

Palpebral fissür açıklığı: Göz kapakları arasındaki açıklık.

Paralizi: Sinirlerin çeşitli sebeplerden dolayı zarar görmesi ve görevini gerçekleştirememesine verilen ad.

Plasitma kası: Fasiyal sinir tarafından uyarılan bir deri altı kas çeşidi.

PyQt5: Başta Python olmak üzere çeşitli yazılım dilleri ile masaüstü uygulama tasarımı yapmaya olanak sağlayan bir modül/kütüphane.

Python: Dünya üzerinde sıkça tercih edilen, nesne tabanlı bas çalıştır mantığı ile çalışan bir programlama dili.

Raspberry Pi: İşletim sistemi bulunan, programlanabilir bir elektronik ekipman – bilgisayar.

Raspbian: Raspberry Pi bilgisayarlarında kullanılan Linux tabanlı bir işletim sistemi.

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

Sağlıklı ve kaliteli yaşam: Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri arasında bulunan sağlıklı ve konforlu yaşam sağlanmasını hedefleyen bir başlık.

Sınır değerler: Bir kümedeki değerlerin küçükten büyüğe doğru sıralanması sonucu elde edilen veri setinin en küçük ve en büyük değerlerine verilen isim.

Sinkinezi: Yüz hareketlerinde istenmeyen kas gruplarının kendiliğinden hareket etmesi.

TensorFlow: Bir görüntü işleme kütüphanesi.

Teşhis: Genellikle olumsuz bir durumu tespit etmek yerine kullanılan bir kelime.

Theano: Görüntü işleme ve bilgisayarlı görü gerçekleştirilebilen bir matematiksel işlem modülü / kütüphanesi.

Veri tabanı: Verilerin saklanması, sınıflandırılması veya aktarılması için aracı olarak kullanılan bir donanım veya yazılım.

Vücut içi haberleşme: Vücut içerisindeki sinirsel iletimi kullanılarak hücreler arası iletişimi sağlamayı hedefleyen biyoelektronik model.

Yapay zekâ: Canlılar ile özleştirilmiş davranışların elektronik sistemler tarafından gerçekleştirilmesine verilen isim.

Yazılım: Donanımın programlanabilir kılan metinsel programlama.

Yüz felci: Yüzdeki kasların sinirsel rahatsızlıklardan dolayı, kalıcı veya geçici görevini gerçekleştirememesi durumu.

Yüz noktaları tespit metodu: Çeşitli bilgisayarlı görü ve derin öğrenme yöntemleri ile gerçekleştirilen yüzdeki belirli sayıda noktayı tespit etmeyi sağlayan metot.

7. EKLER

EK-1: KAYNAKLAR

Albertengo, G. Debele, F.G. Hassan, W. Stramandino, D. 2020. "On the performance of web services, google cloud messaging and firebase cloud messaging", Digital Communication and Networks,6, 31-37.

Alıcılar, H.E. Çöl, M. 2021. "Halk sağlığında yapay zekanın kullanımı", Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 47(1),151-158.

Ballard, D.H. Brown, C. M.1982. "Computer vision", Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1-12.

Başkent Üniversitesi Ankara Hastanesi. "Yüz Felci". ankara.baskenthastaneleri.

<https://ankara.baskenthastaneleri.com/tr/saglik-rehberi/yuz-felci>

Son erişim tarihi: 16.05.2023

Barbosa, J. Lee, K. Lee, S. Lodhi, B. Cho, J. Seo, W. Kang, J. 2016. "Efficient quantitative assessment of facial paralysis using iris segmentation and active contour-based key points detection with hybrid classifier", BMC Medical Imaging,32, 1-18.

Finsterer, J.2008. "Management of peripheral facial nerve palsy", Eur Arch Otorhinolaryngol,265, 743-752.

Gezer, M. 2021. "TIPTA GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMLERİ". Editörler: Bozbuğa, N. Gülseçen, S. İstanbul: Istanbul University.

Gürbüzler, L. Karamert, L. Bayazıt, Y. 2006. "Periferik Fasiyal Paralizi", Türkiye Klinikleri Journal of Surgical Medical Sciences 2006,2, 36-42.

Holland, N.J. Weiner, G.M. 2004. "Recent developments in Bell's palsy". Br Med J,329,553–557.

İynen, İ. Çoban, M. Akbaş, A. Ayral, M. Periferik Fasiyal Paralizi ile Kliniğimize Başvuran Hastaların Analizi, Araştırma Makalesi, Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı

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

Jose, Italo. "italojes", "shape_predictor_68_face_landmarks.dat", Github.
https://github.com/italojes/facial-landmarks-recognition/blob/master/shape_predictor_68_face_landmarks.dat
Son erişim tarihi:12.05.2023

Kargın, T.C. "Görüntü İşleme ve Bilgisayarlı Görü Arasındaki Fark", Medium.
[Görüntü İşleme ve Bilgisayarlı Görü Arasındaki Fark | by Turhan Can Kargın | Machine Learning Türkiye | Medium](#)
Son erişim tarihi: 11.05.2023

Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü İstatistik, Analiz, Raporlama ve Stratejik Yönetim Dairesi Başkanlığı MHRS Birimi. "MERKEZİ HEKİM RANDEVU SİSTEMİ HİZMET RAPORU 2017". Memurlar.
[4c29aeee0f2c46ea9b0bc8a286c7ce08.pdf \(memurlar.net\)](#)
Son erişim tarihi:16.05.2023

Karmiloff-Smith, A. "Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science", Cambridge MA: MIT Press, 1992.

Khan, A.A. Laghari, A.A. Awan, S.A. 2021. "Machine Learning in Computer Vision: A Review", EAI Endorsed Transactions Scalable Information Systems, 8, 1-11.

Lini, R. "Facial Landmark Detection Algorithms". Medium.
[Facial Landmark Detection Algorithms | by Raji Lini | CodeX | Medium](#)
Son erişim tarihi: 10.05.2023

Midilli, R. "Fasiyal Paralizi", Prof. Dr. Raşit Midilli.
<https://www.rasitmidilli.com/fasiyal-paralizi>
Son erişim tarihi: 11.05.2023

National Institute of Neurological Disorders and Stroke, "Bell's Palsy". NINDS.
[Bell's Palsy | National Institute of Neurological Disorders and Stroke \(nih.gov\)](#)
Son erişim tarihi:12.05.2023

Salbaş, E. "House-Brackmann Facial Nerve Grading System". Ftronline.
[Yüz Felci House-Brackmann Evrelemesi \(ftronline.com\)](#)
Son erişim tarihi:11.05.2023

Tekin, B.Y. Özcan, C. "Derin Öğrenme Teknikleri Kullanımı ile Yüz Felci Analizinin Gerçekleştirilmesi". Researchgate.
[\(PDF\) Performing Facial Paralysis Analysis Using Deep Learning Techniques \(researchgate.net\)](#)
Son erişim tarihi: 11.05.2023

Tiemstra, J.D. Khatkhate, N. 2007. "Bell's palsy: diagnosis and management. Am Fam Physician", 76,997-1002

Tutkavul, K. 2021. "FASİYAL PARALİZİ". SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ HAMİDİYE TIP FAKÜLTESİ ÖĞRENCİ DERS NOTLARI NÖROLOJİ, 50-53.

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, "Yapay Zekâ", Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi.
[Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi - Yapay Zekâ \(cbddo.gov.tr\)](#)
Son erişim tarihi:12.05.2023

Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı. 2022. "Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Uygulamaları Enstitüsünün Yapılanması ve Faaliyetlerinin Yürütülmesine Dair Yönetmelik", Resmi Gazete, 31776.

United Nations, "Department of Economic and Social Affairs Population Division", Population.un.
[World Population Prospects - Population Division - United Nations](#)
Son erişim tarihi:16.05.2023

Vizziello, A. Galluccio, L. Magarini, M. Savazzi, P. Biglioli, F. Bolognesi, F. Talpo, F. Biella, G. Magenes, G. 2022. "An Implantable System for Neural Communication and Stimulation: Design and Implementation", IEEE Communications Magazine,60(8), 74-79.

Zheng, S. Rahmat, R.W.O. Khalid, F. Nasharuddin, N. A. 2019. "3D texture-based face recognition system using fine-tuned deep residual networks", PeerJ Computer Science, 5(6), 1-21.

Wu, Y. Ji, Q. 2018. "Facial Landmark Detection: A Literature Survey", International Journal of Computer Vision, 2,115-142