

# FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYONDA GÜNCEL YAZILIM TEKNOLOJİSİ: GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ

Zekiye BAŞARAN<sup>1</sup>, Bülent ELBASAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye

0000-0001-5591-7762

0000-0001-8714-0214

## ÖZ

Bilim ve teknolojiadaki gelişmeler pek çok alanda olduğu gibi sağlık alanında da değişime sebep olmuştur. Sağlık sektöründe bilgisayarların yaygın kullanılması ile birlikte birçok yeni teknik ve yöntem insanların kullanımına sunulmuştur. Sağlık yönetimi ve klinik süreçlerde dijital dönüşüme geçilmesiyle beraber teşhis, tedavi gibi süreçler hızlanmış, hizmet kalitesinin artırılması amaçlanmıştır. Özellikle tıpta görüntüleme teknolojilerindeki ilerleme, sağlık birimlerinde bilgisayar tabanlı tekniklerin daha çok kullanılmasını sağlamıştır. Sağlık hizmetlerinde kullanılan bu yöntemlerden birisi de görüntü işleme tekniğidir. Görüntü işleme, bilgisayar ve matematik bilimlerini temel alan bir tekniktir. İlk olarak görüntünün elde edilmesi ile başlayıp daha sonra farklı teknikler uygulanarak görüntüden sayısal verilere ulaşılmasını sağlayan işlemlerdir. Bu çalışmada sağlığın pek çok birimi ile birlikte özelinde fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında uygulanan görüntü işleme yazılımlarıyla ilgili var olan araştırmalara genel bir bakış açısı sunmak amaçlanmıştır. Bunun için literatürdeki kaynaklardan yola çıkılarak görüntü işleme tekniğinden bahsedilmiş, sağlık alanı ile beraber fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında uygulamaya ilişkin yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Fizyoterapide yazılım, görüntü işleme, sağlık enformatiği, teknolojik rehabilitasyon

## CURRENT SOFTWARE TECHNOLOGY IN PHYSIOTHERAPY AND REHABILITATION: IMAGE PROCESSING TECHNIQUE

### ABSTRACT

Developments in science and technology have caused changes in the health field, as in many other fields. With the widespread use of computers in the health sector, many new techniques and methods have been made available to people. With the transition to digital transformation in health management and clinical processes, processes such as diagnosis, and treatment have accelerated, aiming to increase the quality of service. Especially the progress in medical imaging technologies has enabled computer-based techniques to be used more in health units. One of these methods used in health services is the image processing technique. Image processing is a technique based on computer and mathematical sciences. These are the operations that first start with obtaining the image and then provide access to numerical data from the image by applying different techniques. This study aims to present an overview of the existing research on image processing software applied in physiotherapy and rehabilitation, together with many health units. For this purpose, the image processing technique was mentioned based on the sources in the literature, and the studies on the application in physiotherapy and rehabilitation together with the health field were summarized.

**Keywords:** Software in physiotherapy, image processing, health informatics, technological rehabilitation

### İletişim/Correspondence

Zekiye BAŞARAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye

E-posta: [zekiyesadbasaran@gmail.com](mailto:zekiyesadbasaran@gmail.com)

Geliş tarihi/Received: 15.03.2023

Kabul tarihi/Accepted: 04.05.2023

DOI: 10.52881/gsbdergi.1265642

## GİRİŞ

Bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmeler beraberinde sağlık hizmetlerinde yenilikleri de getirmiştir. Gelişen teknolojiye paralel olarak sağlık sektöründe bilgisayarların sıklıkla kullanımı sağlık enformatiği ismiyle yeni bir bilim dalını oluşturmuştur. Sağlık enformatiği, bilgi teknolojisi, bilgisayar ve iletişim sistemlerinin; tıbbi bakım, eğitim ve araştırma gibi bütün sağlık bölümlerine uygulanmasını inceleyen bilim dalıdır. Sağlık enformatiğinin bir alt alanı olan görüntü işleme, tıbbi görüntüleme hastalıkların teşhisi ve takibinde sıklıkla kullanılmaktadır. Görüntü işleme, bir görüntünün analiz ve dönüştürülmesi işlemi olup günümüzde bilgisayar yazılımlarıyla kullanılmaktadır.

Bu çalışmada görüntü işleme tekniği ile ilgili literatür incelenerek özetlenmiştir. Bununla birlikte görüntü işleme yazılımlarının, sağlık alanı ile birlikte fizyoterapi ve rehabilitasyon alanına yönelik katkılarına çalışmalar ışığında genel bir bakış açısı sunmak amaçlanmıştır.

### Görüntü işleme nedir?

Görüntü işleme (image processing), dijital görüntü öğelerini, bilgisayar yazılımı aracılığıyla istenilen duruma uygun şekilde değiştirmeye yönelik yapılan matematik ve bilgisayar çalışmalarıdır (1). Görüntü işleme tekniği; görüntünün netliğinin artırılması, var olan görüntüden amaca yönelik başka bir görüntünün elde edilmesi, dijital görüntü oluşturma ve bu görüntüler vasıtasıyla analizlerin yapılması işlemlerini kapsayan teknolojidir (2). Bu işlemler, ilk olarak görüntülerin elde edilip dijital ortamlara aktarılmasıyla başlar. Daha sonra görüntülerdeki bozuklukların giderilerek net ve kaliteli görüntülerin elde edilmesini sağlamak amacıyla kullanılır.

Ayrıca nesnelere belirlenmesi, hareket eden ve etmeyen objelerin ayrıştırılması amaçlarıyla kullanımı da oldukça yaygındır.

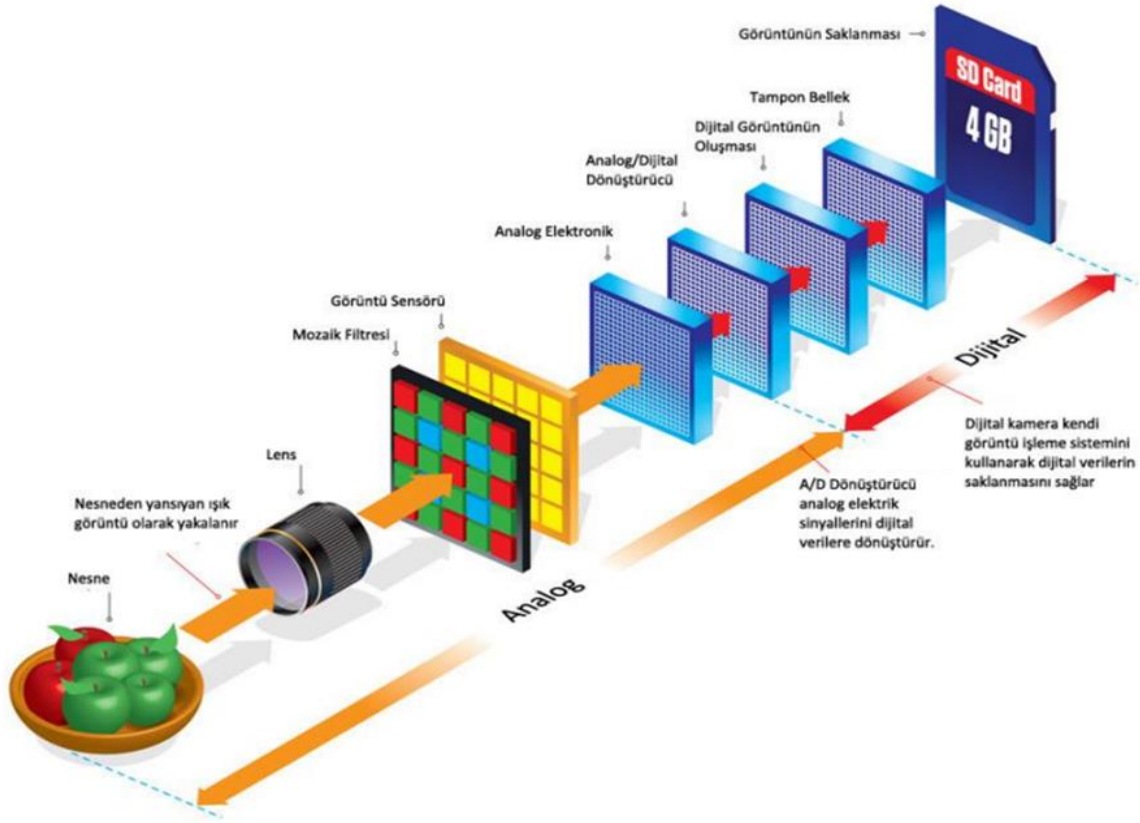
Bilgisayar ve matematik bilimlerinin bir arada uygulandığı bu yöntem; savunma sanayi, astronomi, sağlık, güvenlik, tarım, elektronik ve tasarım gibi birçok alanda kullanılır (3).

Görüntü işleme tekniğinin uygulandığı çalışmalar incelendiğinde, bu tekniğin birden fazla aşamalarının olduğunu görmek mümkündür.

### Görüntü işleme tekniği aşamaları

Görüntü işlemede ilk aşama, görüntülerin dijital formatta elde edilmesidir. Doğal ya da yapay bir ışık kaynağı tarafından aydınlatılan objenin yansıttığı ışınlar kamera lensi aracılığıyla yakalanır. Dijital kamera içerisinde görüntü analog elektrik sinyali olarak alınır. Bir analog/dijital dönüştürücü bu analog sinyalleri dijital formata dönüştürür ve hafıza kartında data olarak saklar. Böylelikle görüntü sayısal (dijital) olarak elde edilmiş olur (4) (Resim 1).

Dijital görüntü alındıktan bir sonraki adım ise ön işlemedir. Ön işlemede, elde var olan dijital resmi kullanmadan önce daha iyi bir sonuç elde edebilmek için; resmin histogram ayarlaması, görüntü kontrastı ve parlaklık ayarlaması, görüntünün netleştirilmesi gibi bazı işlemler uygulanır. Sayısal resim üzerinde ön işlemler yapıldıktan sonra segmentasyon (bölütleme) adımı uygulanır. Görüntü segmentasyonu, bir görüntü içinde birbirine benzer özellikteki bölgelerin diğer kısımlardan ayrıştırılarak daha belirgin ve anlamlı duruma getirilmesidir. Segmentasyon bir dijital resimdeki objenin kenarları, toplam yüzey alanı ya da şekli gibi ham verilerin elde edilmesini sağlar. Bu aşama görüntü işleminin en zor



**Resim 1:** Görüntünün oluşması

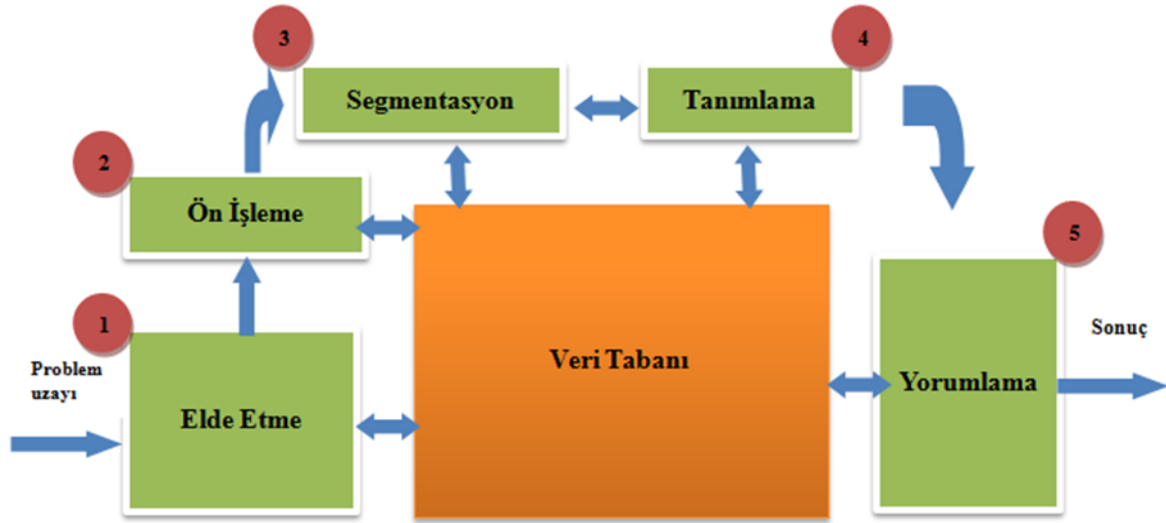
adımıdır ve bu aşamanın başarısı, yapılan görüntü işleme çalışmalarının iyi ve doğru sonuçlanmasını en çok etkileyen faktördür (5). Görüntünün segmentasyonundan sonraki adım, dijital resmin gösterilmesi ve içeriğinde ne olduğunun belirtilip tanımlanması basamağıdır. Resimde ilgilenilen kısım ve bilgilerin ön plana çıkarılması bu aşamada yapılır. Bu işlemden sonraki son aşama ise resmin tanınması ve yorumlanarak incelenmesidir. İnceleme adımında resmin içindeki nesnelere ya da bölgelere önceden belirlenen tanımlamalara göre etiketlenir ve yorumlanır (Şekil 1). Görüntülerden ulaşılan istatistiksel analizlere uygun sayısal veriler elde etmeye de görüntü analizi denilmektedir.

İlk aşama olan dijital görüntünün elde edilmesi dışındaki aşamaların pek çoğu, tekniğe özgü algoritmalara uygun yazılan bilgisayar yazılımlarıyla yapılır.

Son yıllarda özellikle bilgisayar alanındaki teknolojik gelişmelerle beraber, yapay zekâ alanında da hızlı ilerlemeler kaydedilmiştir. Yapay zekâ, makine öğrenmesi, derin öğrenme gibi alanlar bu gelişimin önemli göstergeleridir. Yapay zekâ, insan zekâsını bilgisayar aracılığıyla taklit eden sistemlerdir. Yapay zekâda beklenen tahmin ve yorumlarla birlikte karar alma süreçleri makine öğrenmesi yardımıyla gerçekleştirilir. Bununla birlikte derin öğrenme, insan beyni gibi çalışan algoritmalar şeklinde modellenen yapay sinir ağlarının, büyük miktarda veriden öğrendiği makine öğrenmesinin bir alt kümesidir (6,7). Dijital görüntü işleme yapay zekânın ilk adımıdır. Bu sebeple yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemleriyle yakından ilişkilidir.

#### **Sağlık alanında görüntü işleme**

İnsanların sağlık bilimlerine ve hizmetlerine artarak devam eden talep ve



**Şekil 1:** Sayısal görüntü işleme aşamaları

İlgisi, hastalıkların teşhis edilmesinde birçok yenilikçi yaklaşımlara fırsat oluşturmuştur (8). Teknolojik ve yenilikçi akımdan ilham alarak ilerleyen bu durum bilgi sistemlerinin dijitalleşmesini ve başka sistemlerle entegrasyonunu sağlamıştır. Görüntü analizi ve tıbbi görüntüleme uygulamalarında kullanılan cihaz ve donanımlarda pek çok gelişme kaydedilmiştir. Bununla birlikte bu cihazlardan elde edilen dijital görüntülerin yorumlanmasına yardımcı olan yazılım işlemlerinde de büyük ilerleme görülmüştür (9).

Günümüzde sağlık alanında görüntü işlemede üç önemli gelişme bildirilmiştir. Bunlardan ilki hem popülasyon çalışmalarını hem de klinik vakaları içeren geniş ölçekli, halka açık veri tabanlarının ortaya çıkışıdır. İkincisi, daha karmaşık görüntü analizi ve makine öğrenme tekniklerinin kullanılmasına fırsat veren yüksek performanslı bilgi işlemleri uygulamalarının artmasıdır. Son olarak, makine öğrenimi teknikleriyle tıbbi görüntü verilerinde daha fazla analiz yapma fırsatının ortaya çıkması ile önemli ilerlemelerin kaydedilmesidir. Bu üç gelişmenin entegre, veriye ve öğrenmeye dayalı tıbbi görüntü analizine yönelik

eğilimi hızlandıracağına inanılmaktadır (10).

Görüntü işleme, tıp alanında kanserli hücrelerin tespiti, doku analizi, göz kusurları, kemik kırıkları ve patolojik araştırmalar gibi hastalıkların teşhisinde ve takibinde yaygın olarak kullanılmaktadır. En sık kullanıldığı alan tıbbi görüntülerin incelenmesi (özellikle bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme) ve görüntülerdeki nesnelere ayrıştırılmasıdır (11). Görüntü işleme, doktorlara karar verme aşamasında, hastalıkların daha kolay teşhis ve analiz edilmesinde yardımcı olmaktadır (12).

Literatürde sağlık bilimleri alanında görüntü işleme çalışmalarına sıklıkla rastlanmaktadır. Ancak bu sayılardaki artışa karşılık, sağlık bilimlerinde görüntü işleme tekniği kullanılarak yapılan çalışma yayınlarının çoğu matematik, bilgisayar bilimleri ve mühendislik dergilerinde yer almaktadır. Ayrıca tıp ve sağlık bilimi branşlarında görüntü işleme üzerine pek çok fırsat olmasına karşın önemli eksiklikler de görülmektedir. Tüm bu durumlara neden olarak her iki branşta çalışan sağlık profesyonellerinin eksikliği gösterilmektedir (13). Literatür incelendiğinde dijital görüntü işleme

tekniki uygulanarak yapılan araştırmalar, konunun önemini ve çalışma alanının genişliğini gösterir. Son yıllarda sağlık alanında yapılan görüntü işleme çalışmalarının sayısı oldukça yüksektir. Bu çalışmalardan güncel olanlarından birkaçı şu şekilde özetlenebilir:

Abd El-Wahab ve ark. beyin tümörlerinin zamanında prognozu ve sınıflandırması ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, görüntü işleme yöntemi kullanılarak derin öğrenmeye dayalı sistemle yeni bir sınıflandırma programı oluşturmuşlardır. Çalışma kapsamında beynin mevcut manyetik rezonans görüntüleme (MRG) görüntüleriyle bir havuz oluşturulmuş sonrasında bu havuzdaki veriler işlenerek meningoma, glioma ve hipofiz tümörlerini daha düşük maliyetle ve daha hızlı şekilde otomatik olarak sınıflandırmak için yeni bir yazılım geliştirilmiştir. Yazılım programının tümörleri ayırt etmede ve sınıflandırmada %98 doğruluk oranıyla etkili olduğu sonucuna ulaşılmış, objektif verileri hızlı şekilde elde etmek için yazılımın kullanılabilmesi bildirilmiştir (14).

Pluthero ve ark. görüntü işleme tekniği ile kanın pıhtılaşması ve yara iyileşmesinde rol oynayan trombosit yoğunluğunu araştırmıştır. Çalışmanın amacı, yaygın olarak kullanılmayan elektron mikroskobu ile görülebilecek kadar küçük olan trombosit granüllerinin yeni bir yöntemle sayılması ve incelenmesidir. Bu kapsamda boyadıkları trombositlerin yüksek çözünürlüklü resimlerini elde edip görüntü analizi yazılımı ile araştırma yapmış sonucunda yeni yazılımla nispeten hızlı, doğru ve uygun maliyetli değerlendirme yapılabildiğini bildirmişlerdir. Elektron mikroskobunun olmadığı durumlarda trombosit sayımı için yazılımın kullanılmasının yararlı olabileceği ancak anormal trombositlerin tanısında yüksek çözünürlüklü floresan

mikroskopi yöntemlerinin uygulanmasının daha uygun olacağı belirtilmiştir (15).

Bir başka çalışmada Covid-19 ile enfekte olmuş ve viral pnömoni ile enfekte olmuş hastalarla birlikte sağlıklı bireylerden alınan akciğer röntgenleriyle bir veri havuzu oluşturulmuştur. Bu hastalıkların ve sağlıklı akciğerin ayırt edilmesi amacıyla veri havuzundaki röntgen görüntüleri işlenerek, derin öğrenme yoluyla D3SENET adında yeni bir yazılım modeli geliştirilmiştir. Sonucunda sağlıklı ve enfekte bireylerin %98 doğruluk oranı ile 3 ayrı sınıfta da tespit edildiği bildirilmiştir. Geliştirilen yazılım, Covid-19 hastalığının yayılma hızının azaltılması için hekimlerin tanılarında yardımcı bir araç olarak önerilmiştir (16).

Bir diğer çalışmada uygun video/görüntü işleme teknikleri kullanmak için endoskopik video görüntüleri alınmıştır. Sağlık profesyonelleri için kullanıcı dostu bir yazılım geliştirerek video görüntüleri içinde var olan gastrointestinal poliplerin daha kolay ve doğru şekilde tespit edilmesi, tanımlanması, sınıflandırılması ve takip edilmesi amaçlanmıştır. Önerilen sistemin %98 kesinlik ve %90 duyarlılık oranıyla gastrointestinal poliplerin teşhisinde ve takibinde başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir (17). Tanyıldızı ve Okur araştırmalarında, insanlarda görülen bazı hastalıkların sonucunda gözdeki retina tabakasındaki kan damarlarının yapısal bozukluklarının olabileceğinden yola çıkarak; bu hastalıkları önceden teşhis etmeyi ve böylece tedaviye imkân sağlamayı amaçlamışlardır. Bu amaçla retina tabakasındaki kan damarlarının belirlenmesi için açık kaynak kodlu görüntü işleme kütüphanelerinden birisi olan OpenCV kullanılmıştır. Bu kütüphanede bulunan filtreleme ve şekil bulma fonksiyonlarıyla, herhangi bir programa ihtiyaç duyulmadan retina görüntüsündeki kan damarlarının sınırlarının daha kolay belirlendiğini

bildirmişlerdir (18). Mohammed Sadeghi ve ark. çalışmalarında ters omuz artroplastisi işleminde sonradan karşılaşılabilecek komplikasyonları en aza indirmek için bir görüntü işleme yazılımı olan Patient Specific Instrumentation'ı geliştirmiştir. Hastanın 3D eklem anatomisi görselleştirildikten sonra bu yazılımla cerrahların eklem geometrik özelliklerini gözlemleyerek hastanın anatomik verilerine göre en uygun cerrahi yöntemi planlaması ve operasyon risklerini azaltması amaçlanmıştır. Sonucunda geliştirilen yazılım farklı yönlerden test edilmiş ve ulaşmaya çalışılan amacın desteklendiği bildirilmiştir (19).

Literatürde, sağlık araştırmaları kapsamında ortaya konan ve derlemiş olduğumuz çalışmaların yanı sıra, kamu, üniversite ve özel sektör teknolojik girişim şirketlerinin sağlık bilişim hizmetlerinde dijital görüntü işleme alanına yönelik araştırmaları da geniş yer tutmaktadır.

Bunlardan biri, Adolesan Beyin Bilişsel Gelişimi (The Adolescent Brain Cognitive Development-ABCD) Araştırma Konsorsiyumu tarafından yürütülen, çevresel etkenlerin ergenlerde davranışsal ve beyin gelişimi üzerindeki etkilerine ilişkin Amerika Birleşik Devletleri çapında devam eden bir araştırmadır. Çalışmanın temel amacı, normatif beyin ve bilişsel gelişimi, beyin gelişimini etkileyen birçok faktörü ve etkilerini karakterize etmek için 9-10 yaşındaki 11 binden fazla çocuğu değerlendirmek ve onları 10 yıl boyunca takip etmektir. Çalışma, son teknoloji multimodal beyin görüntüleme yöntemleri ile birlikte bilişsel ve klinik değerlendirmeler, biyoanalizler, madde kullanımı, çevre, psikopatolojik belirtiler ve sosyal işleyişin değerlendirmelerini içermektedir. Ülke çapındaki en büyük ve en uzun çalışma olduğu belirtilen bu araştırma ile tipik ve atipik gelişimi incelemek için ABCD tarafından kullanılan temel beyin görüntü işleme

sistemi ile sonuçların sunulması planlanmıştır (20,21).

ABD Ulusal Kanser Enstitüsü ve Frederick Ulusal Kanser Araştırma Laboratuvarı iş birliği ile yürütülen Kanser Görüntüleme Arşivi isimli proje, hastalıkla alakalı tıbbi görüntüleri depolama ve saklamaya yönelik hizmet vermektedir. Yürütülen projenin esas amacı dünya genelindeki kanserle ilgili çalışma yapan araştırmacılara çok sayıda, aynı zamanda kaliteli görüntü koleksiyonu sunmaktır. Böylece görüntü işleme ve analizi için en elverişli durumu oluşturmaktır (22).

Pensilvanya Üniversitesi Tıbbi Görüntü İşleme Grubu, tıbbi görüntülerin elde edildikten sonra işlenmesi ve analizi ile bu yöntemlerin klinik uygulamalar üzerine etkisini araştıran bir gruptur. Beden anatomisinin otomatik olarak tanımlanması, vücut kompozisyonu değerlendirmesi, radyasyon tedavisi planlaması, torasik yetmezlik sendromunda tedavi öncesi planlama ve obstrüktif dinamik MRG ile uyku apnesi araştırmaları çalışma alanlarından bazılarıdır (23).

### **Fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında görüntü işleme çalışmaları**

Literatür incelendiğinde fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında görüntü işleme üzerine çalışan fizyoterapist sayısının az olması ve uygun ekiplerin kurulamaması nedeniyle az sayıda makaleye ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalardan bazıları aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:

Ergene ve ark. yaptıkları ön çalışmada profesyonel futbolcuların rehabilitasyon planını düzenlemek için bir görüntü işleme yazılımı geliştirmişlerdir. Çalışma kapsamında futbolcuların kızılotesi termografî görüntüleri alt ekstremitede kas problemleri olduğunda ve bir gün dinlenme sonrasında yazılımla incelenmiştir. Geliştirdikleri yazılımla fizyoterapistlerin rehabilitasyon programını probleme göre

düzenlemeleri ve bununla birlikte tedaviyi bitirme sürelerine karar vermelerine yardımcı olmak hedeflenmiştir. Kullanılan görüntü işleme yazılımı ile alt ekstremite kas problemlerinin başarılı şekilde tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca dinlenme sonrasında iyileşme durumunun da yazılımla gözlemlendiği belirtilmiştir (24).

Bir başka çalışmada, fleksör digitorum profundus tendonunun yer değiştirme miktarı ölçülmek istenmiştir. Çalışma kapsamında benek takibi ile blok eşleme yöntemleri uygulanarak tendonun yer değiştirmesini ölçen bir görüntü işleme yazılımı geliştirilmiştir. Elde edilen yazılım programı ile tendonun pasif olarak fleksiyon-ekstansiyon hareketleri sırasında distal interfalanks ekleminden kaydedilen dinamik ultrasonografi verileri analiz edilmiştir. Sonuçların ölçüm yapan kişiye göre değişmediği ve yazılımın değişik bireylere ait ölçümleri başarılı şekilde ayırt edebildiği tespit edilmiştir. Bu sonuçtan yola çıkılarak yapılan çalışmada geliştirilen görüntü işleme yazılımının tendon hareketinin objektif olarak değerlendirilmesine imkân tanıyacağı bildirilmiştir (25).

Diğer bir çalışmada Sarı, görüntü işleme teknolojisi kullanılarak riskli yenidoğanlarda vücut hareketlerinin daha kantitatif bir yöntemle değerlendirilerek kinematik analizlerinin yapılması ve kısa dönem morbiditenin öngörülmesini amaçlamıştır. Araştırmada değişik risk faktörlerine sahip olan yenidoğanların ekstremite hareketleri incelenmiştir. Hareketlerin farklı bir patern gösterip göstermediği ile birlikte yenidoğanların sepsis, intraventriküler kanama gibi bir morbidite gelişimi öncesi ve/veya sırasında farklı hareket paterni ortaya koyup koymadıklarını araştırarak öngörü potansiyelini belirlemek istemiştir. Bunun

için ekstremite hareketlerinin video kayıtlarıyla hareketlerin şiddeti ve frekansı görüntü işleme tekniği yardımıyla kinematik olarak analiz edilmiştir. Risk gruplarının ve maturasyonun tanımlanmasında ekstremite hareketlerinin kinematik analizinin riskli yenidoğanlarda yeni gelişen morbiditeyi öngöremediği, daha uzun süre video kayıtlarının başarılı sonuçlar verebileceği düşünülmüştür (26).

Başka bir çalışmada Adde ve ark. yüksek riskli bebeklerde serebral palsi tanısında güçlü bir belirteç olan fidgety hareketlerini incelemek için General Movement Toolbox (GMT) adında görüntü işleme yazılımı kullanmıştır. Çalışmanın amacı, Genel Hareket Değerlendirmesi (General Movement Assessment) ile gözlemsel olarak değerlendirilen fidgety hareketlerini daha objektif şekilde hareket analizi yoluyla değerlendirmektir. Bunun için 82 bebeğin video kayıtları alınarak Genel Hareket Değerlendirmesi ve GMT yazılımı ile fidgety hareketleri değerlendirilmiş, yazılımda bir video karesinden diğerine piksellerin yer değiştirmesinin hesaplanmasından elde edilen değişkenler analizler için kullanılmıştır. Sonucunda GMT görüntü işleme yazılımının fidgety hareketleri olmayan bebeklerin saptanmasında ya da fidgetysi olan bebeklerde hareketlerin kantitatif ve kantitatif analizinde kullanılabileceği bildirilmiştir (27). GMT yazılımını kullanarak yaptıkları bir başka çalışmalarında GMT değişkenlerinin kombinasyonundan oluşan serebral palsi prediktör puanı tanımlanmış ve bu puanın 4-7 yaş SP tanısını %85 sensitivite ve %88 spesifite ile tahmin ettiği belirtilmiştir (28). 2018 yılında yaptıkları bir başka çalışmada ise; fidgety hareketler ile writhing hareketler arasındaki farklılıkları GMT ile incelemiş, fidgety döneminde hareket

merkezinin daha az yer değiştirdiği saptanmıştır. Writhing dönemde ise normal ve zayıf hareketler arasında herhangi bir değişikende farklılık olmadığı bildirilmiştir (29).

GMT yazılımı ile ilgili çalışmalarda; 2D video kayıtlarının hareketlerdeki küçük değişimlere yeterince hassas olmaması, yöntemin hızlı hareketleri yakalamada çok hassas olmaması ve vücut parçalarının ayrı değil total hareketinin hesaplanması, temporal değişkenleri içermemesi gibi limitasyonları tespit edilmiştir (29, 30). Bu limitasyonlardan yola çıkılarak başka araştırmalarda yazılım geliştirilerek kullanılmıştır. Ihlen ve ark. tarafından yapılan bir araştırmada yeni bir model olarak sunulan Computer-based Infant Movement Assessment (CIMA) görüntü işleme yazılımında; GMT geliştirilerek yapay öğrenme algoritmaları kullanılmış ve temporal değişkenler eklenmiştir. Yüksek riskli bebeklerde; 4 yaş SP tahmininde, CIMA'nın gözlemsel Genel Hareket Değerlendirmesi ve neonatal beyin görüntüleme yöntemlerinden daha iyi tahminleme yaptığı belirtilmiştir. Modelin SP'de motor fonksiyon seviyesini tahmin ettiği (ambulator- non ambulator) ve gözlemsel Genel Hareket Değerlendirmesi'ne alternatif olabileceği bildirilmiştir (30).

Baccinelli ve ark.; GMT' de kullanılan görüntü işleme tekniğini geliştirerek bebeklerin 2D video kayıtlarından ekstremite hareketlerinin tanımlanması ve otomatik analiz edilmesi için Moveida adında yeni bir yazılım oluşturmuşlardır. Ev ortamında yapılan video kayıtlarının da analiz edilebildiği bildirilen yazılımın nesnel ölçümler sağlayarak nörogelişimsel bozuklukların erken saptanmasında güvenilir olduğu belirtilse de; geçerliliği ile

ilgili çalışmaların yapılmasına ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır (31).

## SONUÇ

Günümüzde görüntü işleme yazılımları; mühendislik, güvenlik, tarım, mimari gibi daha pek çok bölümle birlikte sağlık alanında da kullanımına başvuru bir çalışma birimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Sağlık alanında genellikle hastalıkların teşhisi ve takibinde kullanılan tekniklerle ilgili çalışmaların sayısı gelişen teknolojinin de etkisi ile gün geçtikçe artmaktadır. Tıpta sıklıkla tıbbi görüntülerin incelenmesi ve görüntülerdeki nesnelere ayrıştırılması gibi durumlarda kullanılan görüntü işleme yazılımlarının, fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında kullanımına dair çalışmaların sayısı ise oldukça kısıtlıdır.

Görüntü işleme tekniği uygulamalarıyla zamandan tasarruf edilerek daha hızlı ve pratik şekilde doğru sonuçlara ulaşılabilmektedir. Bununla birlikte yeni iş birimlerinin doğmasına ve iş gücü kaybının önüne geçilmesine yardımcı olabilmektedir. En önemli faydalarından biri de görüntülerdeki bozuklukların iyileştirilmesi ile daha iyi ve objektif ölçüm sonuçlarına ulaşılabilmeye imkân tanınmasıdır. Ayrıca verilerin depolanıp kolayca ulaşılabilmesi bir diğer önemli avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.

Görüntü işleme yazılımlarının bahsedilen avantajlarına rağmen fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında kullanımına dair çalışma sayısının az olmasının nedenlerinden birisi bu alanda multidisipliner çalışmaların istenilen düzeyde olmamasıdır. Diğer yandan bu alanda yetişmiş personel sayısının eksikliği de araştırmaları etkileyen faktörler birisidir.

Fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında görüntü işleme yazılımlarının; gelişen bilgi teknolojileri ve görüntüleme yöntemleriyle birlikte çok disiplinli ekiplerin



kurulmasıyla daha da ilerleyeceği tahmin edilmektedir. Bu durum gelecek zamanlarda fizyoterapistlere hasta takibi, tedavi ve karar alma süreçlerinde fayda sağlayacaktır. Bu sayede fizyoterapistler gözlemsel ya da subjektif veriler yerine net verilerle çalışmalarını yürütebilecekler böylelikle hastaların problemlerine yönelik daha doğru yaklaşımları uygulayabileceklerdir.

**Yazar katkı oranları:** Çalışmadaki yazarlardan ZB, fikir geliştirme, literatür tarama, veri toplama, makale yazımı aşamalarında; BE, tasarım, makale yazımı ve eleştirel inceleme aşamalarında çalışmaya katkı sağlamıştır.

**Maddi destek/ Teşekkür:** Çalışma finansal olarak bir kurum tarafından desteklenmemiştir.

**Çıkar çatışması:** Bu çalışmada yazarların herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

#### KAYNAKLAR

- Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital Image Processing, 3th Ed., A.B.D., New Jersey: Prentice Hall 2007.
- Yaman, K., Sarucan, A., Mehmet, A. T. A. K., Aktürk, N. Dinamik çizelgeleme için görüntü işleme ve arıma modelleri yardımıyla veri hazırlama. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2001,16(1), 19-40.
- Samtaş, G., Gülesin, M. Sayısal görüntü işleme ve farklı alanlardaki uygulamaları. Ejoboc (Electronic Journal of Vocational Colleges), 2011, 2(1), 85-97.
- Dougherty G. Digital Image Processing for Medical Applications, 1th Edition, Cambridge University Press, New York 2009.
- M.Costantini, M. Zavagli, G. Milillo, A Novel Approach to Image Segmentation, IEEE Transactions, 2002.
- Kayaalp K, Süzen AA. Derin Öğrenme ve Türkiye'deki Uygulamaları, Institution of Economic Development and Social Researches Publications, Türkiye, 2018
- Raynor WJ. The International Dictionary of Artificial Intelligence, Glenlake Publishing Company, USA, 1999
- Kumar, G., Nistala, V., Murthy, E. S. Analysis of medical image processing and its applications in healthcare industry. International Journal of Computer Technology & Applications, 2014, 5(3), 851-860.
- Zikos M, Kaldoudi E, Orphanoudakis S. Medical Image Processing. Stud Health Technol Inf 1997, 43: 465-9.
- Rueckert, D., Glocker, B., Kainz, B. Learning clinically useful information from images: Past, present and future. Medical image analysis, 2016, 33, 13-18.
- Pandit, H., Shah, D. M. Application of digital image processing and analysis in healthcare based on medical palmistry. In International Conference on Intelligent Systems and Data Processing (ICISD), 2011, pp. 56-59.
- Bulsara, V., Bothra, S., Sharma, P., Rao, K. M. M. Low cost medical image processing system for rural/semi urban healthcare. In 2011 IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems, 2011, pp. 724-728.
- Wells III, W. M. Medical image analysis—past, present, and future. Medical Image Analysis, 2016, 33, 4-6.
- Abd El-Wahab, B. S., Nasr, M. E., Khamis, S., Ashour, A. S. BTC-fCNN: Fast Convolution Neural Network for Multi-class Brain Tumor Classification. Health information science and systems, 2023, 11(1), 3.
- Pluthero, F. G., Kahr, W. H. A. Evaluation of human platelet granules by structured illumination laser fluorescence microscopy. Platelets, 2023, 34(1), 2157808.
- Kaya, M., Eris, M. D<sup>3</sup>SENet: A hybrid deep feature extraction network for Covid-19 classification using chest X-ray images. Biomedical signal processing and control, 2023, 82, 104559.
- Ucuza, H., Küçükakçalı, Z., Gündoğan, E. Investigation of Usability of Artificial Intelligence Semantic Video Processing Methods in Medicine. Medical Records, 4(3), 297-303.
- Tanyıldızı E, Okur S. Retina Görüntülerindeki Kan Damarlarının Belirlenmesi. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2016, 28(2), 15-22.
- Sadeghi, M. M., Kececi, E. F., Bilsel, K., & Aralasmak, A. (2023). Biomedical Image Processing Software Development for Shoulder Arthroplasty. In Research Anthology on Improving Medical Imaging Techniques for Analysis and Intervention, 2023, pp. 756-773.

20. Hagler Jr, D. J., Hatton, S., Cornejo, M. D., Makowski, C., Fair, D. A., Dick, A. S., ... & Dale, A. M. Image processing and analysis methods for the Adolescent Brain Cognitive Development Study. *Neuroimage*, 2019, 202, 116091.
21. About The Adolescent Brain Cognitive Development (ABCD) Study®. (Erişim tarihi: 24.01.2023) Erişim adresi: <https://abcdstudy.org/about/>
22. About the Cancer Imaging Archive (TCIA). (Erişim tarihi: 24.01.2023). Erişim adresi: <https://www.cancerimagingarchive.net/about-the-cancer-imaging-archive-tcia/>.
23. About the Medical Image Processing Group (Erişim tarihi: 24.01.2023) Erişim adresi: <https://www.pennmedicine.org/departments-and-centers/department-of-radiology/radiology-research/labs-and-centers/biomedical-imaging-informatics/medical-image-processing-group>
24. Ergene, M. C., Bayrak, A., Ceylan, M. Tracking the injury recovery of professional football players with infrared thermography: Preliminary Study. *European Journal of Science and Technology*, 2020, (Special Issue), 207-213.
25. Kiran, B. Sağlıklı bireylerde ultrasonografi kullanarak tendon kaymasının sayısal tespiti. Master's thesis, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
26. Sarı, Fırat. Riskli yenidoğanların ekstremitte hareketlerinin bilgisayar destekli analizi ile kısa dönem morbiditenin öngörülmesi. Uzmanlık tezi
27. Adde, L., Helbostad, J. L., Jensenius, A. R., Taraldsen, G., and Støen, R. Using computer-based video analysis in the study of fidgety movements. *Early Human Development*, 2009, 85(9), 541-547.
28. Adde, L., Helbostad, J. L., Jensenius, A. R., Taraldsen, G., Grunewaldt, K. H., and Støen, R. Early prediction of cerebral palsy by computer-based video analysis of general movements: a feasibility study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 2010, 52(8), 773-778.
29. Adde, L., Yang, H., Sæther, R., Jensenius, A. R., Ihlen, E., Cao, J. Y., and Støen, R. Characteristics of general movements in preterm infants assessed by computer-based video analysis. *Physiotherapy Theory and Practice*, 2018, 34(4), 286-292.
30. Ihlen, E. A., Støen, R., Boswell, L., de Regnier, R.A., Fjørtoft, T., Gaebler-Spira, D., Labori, C., Loenneken, M. C., Msall, M. E., and Mönichen, U. I. Machine learning of infant spontaneous movements for the early prediction of cerebral palsy: a multi-site cohort study. *Journal of Clinical Medicine*, 2020, 9(1), 5.
31. Baccinelli, W., Bulgheroni, M., Simonetti, V., Fulceri, F., Caruso, A., Gila, L., and Scattoni, M. L. Movidia: a software package for automatic video analysis of movements in infants at risk for neurodevelopmental disorders. *Brain Sciences*, 2020, 10(4), 203.