

Yara Yönetiminde Tıbbi Fotoğrafçılığın Rolü, Önemi ve Modern Yaklaşımlar***The Role, Importance and Modern Approaches of Medical Photography in Wound Management****Ayşe Sena Yumbul Kardaşⁱ**ⁱUzm. Dr., Kütahya Şehir Hastanesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği, <https://orcid.org/0000-0001-7793-6219>**ÖZ**

Tıbbi fotoğrafçılık, hastalık tanı ve tedavi süreçlerinde önemli bir araç haline gelmiş, yara fotoğrafçılığı ise bu alanda özellikle kronik yaraların objektif olarak izlenmesinde kullanılmaktadır. Tıbbi fotoğrafçılık, XIX. yüzyılda fotoğrafçılığın icadıyla başlamış ve XX. yüzyılda cerrahi ile dermatolojik belgelerde yaygınlaşmıştır. Dijital kameraların ve üç boyutlu fotoğrafçılık gibi teknolojilerin gelişmesi, fotoğrafların çözünürlüğünü ve doğruluğunu artırmış, elektronik sağlık kayıtlarına entegrasyon sağlanmıştır. Yara fotoğrafçılığında standart aydınlatma, renk doğruluğu ve ölçeklendirme önemli unsurlardır. Kamera türleri, makro lensler ve ışıklandırma teknikleri, yara dokularının detaylı bir şekilde görüntülenmesini sağlamaktadır. Bu yöntem hem tedavi sürecini izlemek hem de sınıflandırmak için kullanılmakta, aynı zamanda eğitim ve klinik araştırmalarda önemli bir veri kaynağı sunmaktadır. Fotoğrafların sadece klinik amaçlarla ve etik komitelerin belirlediği çerçeveler doğrultusunda kullanılması, hasta mahremiyetinin korunmasına katkı sağlamaktadır. Teknolojik gelişmelerle birlikte yapay zeka destekli analizler ve teletıp uygulamaları da bu alana entegre edilmiştir. Gelecekteki yaşanacak teknolojik ilerlemeler, klinik karar alma süreçlerinde tıbbi fotoğraf kullanımının daha yaygın hale gelmesini sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi Fotoğrafçılık, Yara Takibi, Dijital Görüntüleme, Yapay Zeka, Teletıp**ABSTRACT**

Medical photography has become a significant tool in disease diagnosis and treatment processes, with wound photography being specifically used for the objective monitoring of chronic wounds. Starting with the invention of photography in the 19th century, medical photography became widespread in surgical and dermatological documentation in the 20th century. Advances in digital cameras and 3D photography technologies have improved the resolution and accuracy of images, allowing for integration into electronic health records. Standard lighting, color accuracy, and scaling are essential elements in wound photography. Various camera types, macro lenses, and lighting techniques enable detailed imaging of wound tissues. This method is used to monitor and classify the treatment process and provides critical data for education and clinical research. Using photographs solely for clinical purposes and adhering to frameworks guided by ethics committees will help protect patient privacy. Technological advancements have also integrated artificial intelligence (AI)-assisted analysis and telemedicine applications into the field. Future technological advancements are expected to increase the use of photography in clinical decision-making processes.

Anahtar Kelimeler: Medical Photography, Wound Monitoring, Digital Imaging, Artificial Intelligence, Telemedicine

* Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 2025;15(2):407-414

DOI: 10.31020/mutftd.1571307

e-ISSN: 1309-8004

Geliş Tarihi – Received: 23 Ekim 2024; Kabul Tarihi - Accepted: 22 Şubat 2025

İletişim - Correspondence Author: Ayşe Sena Yumbul Kardaş <yumblsena@gmail.com>



Bu derginin içeriği Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License kapsamında lisanslanmıştır.

Giriş

Tıbbi fotoğrafçılık, modern tıbbın önemli bir bileşeni haline gelmiş, hastalıkların tanısında, tedavi takibinde ve eğitsel amaçlarla geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Yara fotoğrafçılığı ise bu kapsamda yer alan ve yara iyileşmesinin objektif olarak değerlendirilmesi için kullanılan spesifik bir alt daldır. Bu makalede tıbbi fotoğrafçılığın tarihçesi, teknolojik gelişmeler, uygulama alanları ve yara fotoğrafçılığı üzerindeki etkisi bilimsel açıdan ele alınacaktır. Tıbbi fotoğrafçılığın temelleri, fotoğrafçılığın icadıyla atılmıştır. Fotoğrafçılık XIX. yüzyılın ortalarında, anatomi atlaslarında kullanılan çizimlerin yerini alarak medikal dokümantasyonun bir aracı haline gelmiştir. Cerrahi işlemlerin belgelenmesinde XX. yüzyılın başında yaygın bir kullanım alanı bulmuş, özellikle dermatoloji, oftalmoloji ve ortopedi gibi görsel tanılarının önemli olduğu branşlarda vazgeçilmez bir araç olmuştur.¹ Gelişen kamera teknolojisi, tıbbi fotoğrafçılığı daha doğru ve yüksek çözünürlüklü bir hale getirmiştir. Özellikle dijital kameraların yaygınlaşması, fotoğraf kalitesinin artması ve bu fotoğrafların elektronik sağlık kayıtlarına entegrasyonu önemli bir yenilik olmuştur. Ayrıca, üç boyutlu fotoğrafçılık ve fotogrametri gibi teknolojiler yara izleme süreçlerinde yeni boyutlar kazandırmıştır.² Dijital kameraların kullanımı, klasik film bazlı fotoğrafçılığa göre birçok avantaj sunar. Dijital fotoğraflar, daha düşük maliyetlerle daha fazla veri depolama ve hızlı erişim olanağı sağlar. Ayrıca, dijital formatta olan bu veriler çeşitli yazılımlar kullanılarak analiz edilebilir ve hasta takibi için grafiklere dönüştürülebilir.³ Tıbbi fotoğrafçılıkta çözünürlük, detayların net bir şekilde görülebilmesi açısından büyük önem taşır. Yüksek çözünürlüklü görüntüleme teknikleri, yara değerlendirmesi ve cerrahi alanların daha doğru belgelenmesine olanak tanır. Son yıllarda gelişen teknolojiyle birlikte mikroskobik fotoğrafçılıkta da önemli adımlar atılmıştır.⁴

Yara fotoğrafçılığı, özellikle kronik yaraların tedavisinde kullanılan önemli bir görsel dokümantasyon yöntemidir. Yara takiplerinde fotoğrafçılık, iyileşme sürecinin nesnel olarak değerlendirilmesi için kritik rol oynar. Yaranın boyutu, rengi, çevresel doku özellikleri gibi parametreler, düzenli aralıklarla alınan fotoğraflar sayesinde karşılaştırılabilir.⁵ Yara fotoğrafçılığı, standardize edilmiş aydınlatma ve kamera açılarıyla gerçekleştirilmelidir. Renk doğruluğu ve ölçeklendirme gibi unsurların sağlanabilmesi için fotoğraflarda referans materyaller kullanılır. Ayrıca, hasta mahremiyetini koruma amacıyla hastanın kimliğini belli edecek unsurlar fotoğraflardan çıkarılmalıdır.⁶ Son yıllarda yara takip süreçlerini kolaylaştırmak amacıyla birçok yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılımlar, yara fotoğraflarını analiz ederek iyileşme süreci hakkında sayısal veriler sağlar. Özellikle yapay zeka destekli uygulamalar, fotoğraflardan elde edilen verileri işleyerek sağlık profesyonellerine daha doğru ve hızlı bilgi sunar.⁷

Yara Fotoğrafçılığının Teknik Yönleri

Yara fotoğrafçılığında kullanılabilecek olan DSLR (Digital Single-Lens Reflex/ Dijital tek lens yansımali fotoğraf makinesi) kameralar, aynalı sistemleri sayesinde optik bir vizörle sahneyi gösterir. Bu kameralar genellikle daha büyük ve dayanıklıdır, profesyonel fotoğrafçılıkta yaygındır. Aynasız kameralar ise daha hafiftir ve daha hızlı odaklama sağlar çünkü optik ayna mekanizmasına ihtiyaç duymazlar. Ayrıca, video çekimi ve taşınabilirlik açısından da avantajlıdır. Her iki tür de yara fotoğrafçılığı gibi hassas alanlarda yüksek çözünürlük sağlar, ancak hızlı otomatik odaklama ve taşınabilirlik özellikleri açısından aynasız kameralar tercih edilebilir.^{8,9}

Makro fotoğrafçılık, küçük objelerin büyük ve detaylı olarak fotoğraflanmasını sağlar. Yara fotoğrafçılığında, yara dokusunun detaylarını göstermek için makro lensler kullanılır. Odak derinliği dar olduğu için f/16 veya daha yüksek diyafram açıklıkları tercih edilir. Odak uzunluğu, bir lensin ışığı toplama kapasitesini belirleyen bir değerdir. Makro fotoğrafçılıkta genellikle 100mm ve üzeri makro lensler tercih edilir. Bu lensler, yakın

mesafeden detaylı görüntüler sağlar ve yara fotoğrafçılığında yara bölgesinin netliğini ve detayını artırır. 50mm prime lens gibi daha geniş açılı lensler ise genel kompozisyon için kullanılabilir.^{10,11}

Işıklandırma yara fotoğrafçılığında çok önemlidir çünkü yara dokusundaki renk ve doku detayları fotoğrafın kalitesini doğrudan etkiler. Doğal ışık her zaman tercih edilirken, yapay ışık kullanıldığında yumuşak kutu (softbox) ya da difüzörler ile sert gölgelerin önüne geçilmelidir. Ayrıca, taşınabilir LED (light-emitting diode/ ışık yayan diot) ışıklar sahada kullanılabilir. Dolaylı ışıklandırma tekniğinde, yansıma ve parlamaların önüne geçmek için önemlidir.¹²

Yara fotoğrafçılığında düşük ISO (International Organization for Standardization/ Uluslararası Standartlık Örgütü) değerleri tercih edilerek, dijital gürültü (noise) en aza indirgenir. Manuel mod kullanılarak pozlama, diyafram ve enstantane hızları duruma göre ayarlanmalıdır. Ayrıca, beyaz dengesi hastane ışıklandırmasına uygun şekilde optimize edilmelidir.¹³

Yara fotoğrafçılığında, standardizasyon kritik öneme sahiptir. Hastanın aynı pozda ve aynı ışık altında fotoğraflanması, ilerlemeyi karşılaştırmak için önemlidir. Ölçek kullanmak, yaranın gerçek boyutunu göstermek açısından önemlidir. Standart tekniklerde, yaranın merkezde yer aldığı bir kompozisyon tercih edilir. Yarayı hem yukarıdan hem de çeşitli yan açılardan fotoğraflamak, yaranın tüm boyutlarını incelemesine olanak tanır.^{14,15}

Üçte bir kuralına göre, bir fotoğraf karesi hayali olarak yatay ve dikey olarak üç eşit parçaya bölünür. Bu çizgilerin kesişim noktaları, yani dört odak noktası, konuyu veya ilgi alanını yerleştirmek için en uygun alanlar olarak kabul edilir. Kural, izleyicinin gözünün doğal olarak bu noktalara yöneldiğini ve böylece fotoğrafın daha estetik ve etkileyici hale geldiğini belirtir. Üçte bir kuralı ve simetri kompozisyonu, estetik düzenin yanında tıbbi faydalar sağlar.¹⁶

Çekilen fotoğrafların post-produksiyon aşamasında özellikle renklerin doğru olması için beyaz dengesinin düzeltilmesi ve kontrastın optimize edilmesi gerekir. Adobe Photoshop ve Lightroom gibi yazılımlar renk düzeltme, keskinleştirme ve kontrast ayarları için sıkça kullanılır. Keskinleştirme ayarları, yara dokusunun daha net bir şekilde ortaya çıkmasına yardımcı olur.¹⁷

Yara Fotoğrafçılığının Uygulama Alanları

Yara fotoğrafçılığı, tıp alanında çeşitli uygulamalara sahip olup; tanı, tedavi ve araştırma süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Yara fotoğrafları, yaraların türlerine göre sınıflandırılması, tedavi planlarının oluşturulması, tedavi süreçlerinin izlenmesi ve klinik araştırmalar için veri toplama gibi çok yönlü kullanım alanlarına sahiptir.

Yara fotoğrafçılığı, farklı yara türlerini sınıflandırmak için önemli bir araçtır. Yaralar genellikle akut yaralar (travmatik veya cerrahi), kronik yaralar (diyabetik ayak yaraları, bası yaraları, venöz bacak ülserleri) olarak sınıflandırılır. Fotoğraflar, bu yaraların durumunu takip etmek ve yaranın ciddiyetini belirlemek için kullanılır. Özellikle renk, doku ve sınır yapıları gibi klinik göstergeler, yara fotoğraflarında analiz edilerek sınıflandırmada yardımcı olur.

Yara fotoğrafları, tedaviye başlamadan önce doku kaybı, nekroz ve eksüda gibi önemli faktörleri değerlendirilerek doğru sınıflandırmanın yapılmasını sağlar. Böylece, yara tipine uygun tedavi yöntemleri belirlenir.^{18,19}

Tedavi süreci boyunca düzenli olarak fotoğraflanmış yaralar, iyileşme sürecini belgelemenin yanı sıra tedaviye müdahale edilmesi gereken noktaları belirlemek için de kullanılır. Yaranın boyutunda, derinliğinde

ve görünümünde meydana gelen değişiklikleri değerlendirerek, tedavi yöntemini gözden geçirebilir ve değiştirebilir. Bu, özellikle diyabetik ayak yaraları gibi komplikasyon riski yüksek olan hastalarda hayati önem taşır.

Seri fotoğraf çekimleri ise, yaranın büyüklüğündeki, renk değişikliklerindeki ve eksüdadaki değişimleri takip etmeye yardımcı olur. Fotoğraflar, yara iyileşmesinin aşamalarını belgeleyerek, ne kadar yol kat edildiğini gösterebilir. Bu, özellikle kronik yaralar veya cerrahi yaralar gibi uzun süreli bakım gerektiren durumlarda önemlidir. Tedavi sürecinde kullanılan farklı yöntemlerin etkinliğini değerlendirmek için yara fotoğrafları kritik bir kaynak sağlar. Örneğin, yara bakımında kullanılan topikal tedaviler, bası azaltma teknikleri ve debridman gibi müdahalelerin yaraya olan etkisi, fotoğraflarla net bir şekilde izlenebilir. Fotoğraflar, yaranın tedaviye yanıt verip vermediğini ortaya koyarak klinik karar süreçlerinde önemli bir rol oynar.

Tedavi yöntemlerinin etkinliğini değerlendirmek için düzenli fotoğrafı yapılı ve yara alanındaki küçülme oranları dijital olarak analiz edilebilir. Bu yöntem, doktorların tedavi başarısını somut verilerle ölçmelerini sağlar.^{20,21}

Yara fotoğrafçılığı, tıp öğrencileri için önemli bir eğitim materyali sağlar. Klinik vakalarda, yara fotoğraflarıyla oluşturulan vaka sunumları ve ders materyalleri, öğrencilere farklı yara türlerini ve tedavi yöntemlerini görsel olarak tanıtır. Ayrıca, dijital yara fotoğrafları ile oluşturulan veri tabanları, öğrencilere yara bakımında karşılaşılabilecekleri farklı durumlar hakkında geniş bir bilgi sağlar.

Tıp fakültelerinde yara fotoğrafçılığı eğitimi, öğrencilerin klinik karar verme yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olur. Aynı zamanda, bu tür fotoğraflar, uzaktan eğitimde kullanılan online platformlar için de uygun bir içerik sunar.^{22,23}

Yara fotoğrafçılığı, klinik araştırmalarda veri toplama için oldukça etkilidir. Araştırmacılar, yara fotoğrafları sayesinde yaraların iyileşme süreçlerini nesnel olarak değerlendirebilir ve tedavi yöntemlerinin etkinliğini ölçebilir. Bu fotoğraflar, yaraların başlangıç durumları, tedavi sırasında meydana gelen değişiklikler ve nihai sonuçlar hakkında detaylı bilgi sağlar.

Bilimsel araştırmalarda, özellikle klinik çalışmalarda fotoğraflar, tedavi etkinliğini değerlendirmek için sayısal verilerle birleştirilir. Yara boyutu, renk değişimleri ve iyileşme oranı gibi parametreler fotoğraflarla belgelenip analiz edilir. Bu da bilimsel çalışmaların güvenilirliğini artırır ve klinik sonuçların daha kapsamlı değerlendirilmesine olanak tanır.^{24,25}

Yara Fotoğrafçılığında Karşılaşılan Zorluklar ve Çözüm Önerileri

Yara fotoğrafçılığı, klinik tıpta tanı, tedavi takibi ve eğitim amaçlı yaygın olarak kullanılan bir araçtır. Ancak, bu alandaki uygulamalarda karşılaşılan teknik ve etik zorluklar, sürecin verimli ve doğru bir şekilde yürütülmesini engelleyebilir.

Yara fotoğrafçılığında karşılaşılan en büyük teknik sorunlardan biri yetersiz aydınlatmadır. Aydınlatma eksikliği, fotoğraflarda renk ve detay kaybına neden olabilir ve yaranın klinik olarak doğru bir şekilde değerlendirilmesini zorlaştırır. Yetersiz aydınlatma, özellikle de acil durumlarda daha sık karşılaşılan bir sorundur. Doğal ışığın yeterli olmadığı durumlarda yapay ışık kaynaklarına başvurmak zorunlu hale gelir. Bununla birlikte, aşırı parlak veya doğrudan ışık, fotoğraflarda yansımalar oluşturabilir ve ayrıntıları gizleyebilir.²⁶

Odaklanma sorunları, yara detaylarının net olarak görünmesini engelleyen diğer bir önemli problemdir. Özellikle makro çekimlerde dar odak derinliği nedeniyle bazı bölümler bulanık olabilir. Yaranın tam olarak netlenmemesi, yara dokusu ve boyutu gibi kritik bilgilerin kaybına yol açar.

Bu sorunların üstesinden gelmek için, manüel odaklama ve düşük ISO ayarları kullanılarak ışık duyarlılığı optimize edilebilir. Ayrıca, profesyonel LED ışıklandırma ekipmanları ve difüzörler ile daha dengeli aydınlatma sağlanabilir. Tripod (fotoğraf sehpası) kullanımı, kameranın sabit kalmasına yardımcı olur ve odaklanma sorunlarını en aza indirir. Ek olarak, makro lensler ile yapılan çekimlerde odak derinliği kontrol altına alınarak, yaranın tamamı net bir şekilde görüntülenebilir.²⁷

Yara fotoğrafçılığında kalite ve tutarlılığı sağlamak için tıbbi personelin bu konuda eğitim alması önemlidir. Eğitim programları, doğru aydınlatma, uygun açılar, kompozisyon ve odaklama tekniklerini içermelidir. Fotoğrafların klinik ve araştırma amaçlı standartlaştırılması için protokoller oluşturulmalıdır. Bu sayede tüm sağlık çalışanları aynı yöntemlerle fotoğraf çekerek sonuçların karşılaştırılabilir olmasını sağlar.²⁸

Yapay zeka destekli yazılımlar, yara boyutunu ve iyileşme sürecini otomatik olarak analiz edebilir, böylece manuel değerlendirme hatalarını azaltır. Fotoğraf düzenleme yazılımlarında renk düzeltme ve netlik artırma işlemleri uygulanarak yara fotoğrafları daha anlaşılır hale getirilebilir. Ancak, fotoğraflar üzerinde manipülasyon yapmamaya dikkat edilmelidir.

Yara fotoğrafçılığında bir diğer önemli zorluk, hastaların mahremiyeti ve etik sınırlar ile ilgilidir. Yara fotoğrafları, kişisel bilgileri açığa çıkarabilir ve hasta gizliliğini ihlal edebilir. Hastaların rızası alınmadan fotoğrafların çekilmesi, mahremiyet ihlali oluşturabilir ve bu da yasal sorunlara yol açabilir. Özellikle yüz, cinsel organlar veya tanımlanabilir vücut özelliklerinin olduğu alanlarda fotoğraf çekimleri etik zorluklar doğurabilir.²⁹ Etik zorluklar, ayrıca hasta psikolojisini de etkileyebilir. Bazı hastalar, yara fotoğraflarının çekilmesi sürecinde rahatsızlık veya stres yaşayabilir. Bu tür durumlar, hastanın tedaviye uyumunu ve doktor hasta ilişkisini olumsuz yönde etkileyebilir.³⁰

Hastalar, tıbbi fotoğraflarının çekilmesi de dahil olmak üzere, kendilerine önerilen müdahaleleri kabul etme veya reddetme hakkına sahiptir. Aydınlatılmış onam ilkeleri, tıbbi fotoğraf çekimi için de geçerli olup, beklenen faydaların ve risklerin ayrıntılı bir şekilde özetlenmesi, beklenen sonucun doğru şekilde tanımlanması ve elde edilen görsel verilerin planlı bir şekilde kullanılmasının açıklanmasını içerir. Aydınlatılmış onamın geçerli sayılması için genel olarak kabul edilen üç temel şart vardır. İlk olarak, hastaya yapılacak işlem hakkında yeterli bilginin verilmesi ve hastanın bu bilgiyi anlaması gerekir. İkinci olarak, hasta, önerilen prosedürü kabul etmenin olası sonuçları hakkında muhakeme yapabilme kapasitesine sahip olmalı ve bu prosedürü kabul edip etmeme konusunda bilinçli bir karar verebilmelidir. Üçüncü olarak ise, hastanın bu kararı sağlık profesyonelleri ya da diğer kişiler tarafından zorlanmadan, manipüle edilmeden veya etkilenmeden vermesi gerekir. Bu üç şartın sağlanması durumunda onam geçerli kabul edilir. Aydınlatılmış onam, sadece hastanın fotoğrafının kullanılmasına izin veren bir imza olarak değil, hastanın saygı çerçevesinde muamele görme hakkıyla da ilişkilendirilmelidir.³¹ Kişisel Verileri Koruma Kanunu (KVKK) kapsamında hasta, kişisel verilerinin ihlali durumunda haklarını koruyabilir.³²

Tıbbi fotoğraflamada yüz veya kimlik belirleyici diğer vücut özelliklerini gizlemek için anonimleştirme teknikleri kullanılmalıdır. Fotoğrafların yalnızca klinik amaçlar için kullanılması ve etik komitelerin rehberlik ettiği çerçeveler içinde hareket edilmesi, hastaların mahremiyetini koruyacaktır.³³

Teknolojik Gelişmeler ve Yara Fotoğrafçılığının Geleceği

Tıbbi fotoğrafçılığın dijitalleşmesi, XX. yüzyılın sonlarına doğru gerçekleşti. 1990'larda dijital fotoğraf makinelerinin kullanımı artmaya başladı ve bu teknoloji hem maliyetlerin düşmesini sağladı hem de fotoğraf kalitesini artırdı. Dijital fotoğrafçılığın en büyük avantajı, anında geri bildirim ve görüntülerin depolanma kapasitesidir. Ayrıca dijital fotoğrafçılık sayesinde, görüntüler kolaylıkla bilgisayar sistemlerine entegre edilebilir ve elektronik hasta kayıtlarının bir parçası haline getirilebilir oldu.³⁴

Fotogrametri, yara boyutlarını ölçmede kullanılır ve iki boyutlu fotoğraflardan yararlanarak üç boyutlu bilgi sağlar. Bu teknik, yaranın derinliğini ve hacmini hesaplamada da oldukça etkilidir ve özellikle cerrahi yaraların iyileşme sürecini daha doğru bir şekilde değerlendirmeye olanak tanır.³⁵

Teknolojik gelişmeler, teletıp (telemedicine) uygulamalarının yaygınlaşmasına olanak sağlamıştır. Dijital fotoğraflar sayesinde hastalar, yaralarının durumunu uzaktan takip edebilir ve hekimlerine bu fotoğrafları gönderebilir. Böylece, sağlık hizmetlerine erişim kolaylaşırken aynı zamanda hastaların iyileşme süreci daha yakından izlenebilir.³⁶

Yara fotoğrafçılığının geleceği, teknolojiye hızlı gelişmelerle birlikte önemli bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Dijital kamera teknolojisi, yapay zeka, mobil sağlık uygulamaları (mHealth) ve üç boyutlu görüntüleme teknikleri gibi alanlardaki yenilikler, yara fotoğrafçılığını daha etkili, verimli ve erişilebilir hale getirmektedir. Özellikle derin öğrenme teknikleri, yara fotoğraflarını detaylı analiz ederek enfeksiyon risklerini önceden tespit edebilir ve yara iyileşme süreçlerini optimize etmek için veriler sunabilir. Üç boyutlu görüntüleme teknolojisi, özellikle cerrahi planlama ve kronik yaraların tedavisinde kullanışlı olabilir. Dijital ikiz teknolojileri ile yaraların sanal modelleri oluşturularak, tedavi sürecinde hangi adımların izleneceği daha iyi planlanabilir. Ayrıca, üç boyutlu baskı ile yara dokularının yeniden oluşturulması ve simülasyonlar yapılması gibi yenilikler, yara yönetiminde yepyeni yaklaşımlar sunmaktadır. Bu teknolojiler, klinik kararların daha hızlı ve doğru bir şekilde alınmasına yardımcı olur. Bu gelişmeler hem klinik pratikte hem de araştırmalarda yara fotoğrafçılığının kullanımını artırma potansiyeline sahiptir.³⁷

Özellikle yara fotoğrafçılığı, teknolojiye hızlı gelişmelerle birlikte önemli bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Bu alanda en çok da diyabetik ayak ülserinin tespiti ve yönetiminde bu teknolojiler öne çıkmaktadır. Puneeth ve ekibi, EfficientNet sinir ağı modelini kullanarak sağlıklı ve diyabetik ülserli ayak görüntüleri üzerinde erken teşhis ve prognoz çalışmaları gerçekleştirmiştir. Toofanee ve arkadaşları ise EfficientNet ve Vision Transformers gibi gelişmiş sinir ağlarını birleştirerek, diyabetik ayak ülserlerini enfeksiyon, iskemik ya da her ikisi birden gibi kategorilere ayıran bir yöntem geliştirmiştir. Bu tür sınıflandırmalar, hastalık yönetiminde tıbbi uzmanlara büyük kolaylık sağlamaktadır. Bunun yanı sıra Maria ve ekibi, yapay zeka tabanlı diyabetik ayak ülseri izleme yöntemlerini detaylı şekilde incelemiş, bu tekniklerin avantajlarını ve uzaktan hasta bakımındaki zorluklarını değerlendirmiştir. Yüksek maliyetler ve cihazların taşınabilirliği gibi engellerin aşılması için veritabanı tabanlı çözümler önermektedir. Reza ve ekibi ise EfficientNet ve UNet mimarilerini kullanarak geniş bir veri setiyle diyabetik ayak ülseri tespiti ve tahmininde yüksek hassasiyetli bir derin öğrenme ağı geliştirmiştir. Böylece, yapay zeka destekli teknolojiler, diyabetik ayak ülseri ve diğer hastalıkların teşhis ve yönetiminde doğruluk ve verimliliği artırmakta, sağlık hizmetlerinde yenilikçi çözümler sunmaktadır.³⁸

Teknolojik gelişmelerin getirdiği bir diğer avantaj ise teletıp ve uzaktan yara takibi uygulamalarıdır.³⁹ Özellikle kırsal bölgelerde veya sağlık hizmetine erişimin zor olduğu alanlarda, hastaların yaraları uzaktan fotoğraflarla izlenebilir. Bu sayede, hastalar evlerinden çıkmadan yara durumlarını doktorlarına iletebilir ve tedavi sürecinde güncellemeler alabilirler. Uzaktan izleme sistemleri hem hasta konforunu artırır hem de

sağlık maliyetlerini düşürme potansiyeline sahiptir. Ayrıca, mobil sağlık uygulamaları aracılığıyla bu fotoğraflar doğrudan hasta dosyalarına aktarılabilir ve bulut tabanlı sistemler sayesinde doktorlar, hemşireler ve diğer sağlık personeli tarafından gerçek zamanlı olarak paylaşılabilir.⁴⁰

Ayrıca yara fotoğraflarının doğru saklanması, tıbbi gizliliği koruma açısından çok önemlidir. Fotoğrafların güvenli bir şekilde depolanması için şifreleme ve bulut tabanlı sistemler kullanılabilir. HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act/Sağlık Sigortası Taşınabilirlik ve Sorumluluk Yasası) standartlarına uygun şekilde depolama yapılmalıdır. Bulut bilişim, yara fotoğraflarının güvenli bir şekilde saklanmasını ve doktorlar arasında kolayca paylaşılmasını sağlar. Ayrıca, bu sistemler aracılığıyla yara fotoğrafları büyük veri setlerine eklenebilir ve küresel çapta veri analizleri yapılabilir. Bu tür büyük veri analizleri, yara yönetimi alanında yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine yardımcı olabilir.⁴¹ Gelecekteki teknolojik gelişmelerin, klinik karar alma süreçlerinde fotoğrafçılığın kullanımını daha da artırması beklenmektedir.

Bilgi

Çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

1. Pasqualli P, Kaliyadan F. History of medical photography. 1st ed. In: Pasqualli P, editor. Photography in Clinical Medicine, Springer Nature; 2020, pp: 47-72.
2. Panayides AS, et al. AI in medical imaging informatics: current challenges and future directions. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics 2020;24(7):1837-1857.
3. Arenson RL, et al. Computers in imaging and health care: now and in the future. Journal of Digital Imaging 2000;13:145-156.
4. Zhou SK, et al. A review of deep learning in medical imaging: Imaging traits, technology trends, case studies with progress highlights, and future promises. Proceedings of the IEEE 2021;109(5):820-838.
5. Bruce J, et al. Wound photography for evaluation of surgical site infection and wound healing after lower limb trauma. The Bone & Joint Journal 2021;103(12):1802-1808.
6. Rennert R, et al. Standardization of wound photography using the wound electronic medical record. Advances in Skin & Wound Care 2009;22(1):32-38.
7. Dabas M, et al. Application of artificial intelligence methodologies to chronic wound care and management: a scoping review. Advances in Wound Care 2023;12(4):205-240.
8. Chitra P, et al. A Comparative Analysis of DSLR and Mirrorless Cameras for Dental Photography. Journal of Indian Orthodontic Society 2024;58(2):158-164.
9. Ashbrook B. A comparison of DSLR and mirrorless interchangeable lens cameras: new options in digital photography. PSA Journal 2016;82(3):14-17.
10. Freeman M. The Photographer's Eye Digitally Remastered 10th Anniversary Edition: Composition and Design for Better Digital Photos. Freeman M, editör. New York: Sterling Publishing Company; 2017.
11. Davies A. Close-up and macro photography. The Macro Studio. Davies A, editor. 1st Edition. Amsterdam: Elsevier; 2012.
12. Boyadzhiev I, Paris S, Bala K. User-assisted image compositing for photographic lighting. ACM Trans. Graph 2013;32(4):36-1.
13. Langford M, Bilissi E. Langford's advanced photography: The guide for aspiring photographers. Langford M, Bilissi E, editors. 8th Edition. Taylor & Francis. 2011.
14. Akhlaghi H, Asadi H. Essentials of telemedicine and telecare. Akhlaghi H, Asadi H, editors. BMJ Clinical Research, 2002.
15. Galdino GM, Vogel JE, Vander Kolk CA. Standardizing digital photography: it's not all in the eye of the beholder. Plastic and Reconstructive Surgery 2001;108(5):1334-1344.
16. Güler SA, Akça T. Tıbbi Fotoğrafçılık: Tarihsel Süreç ve Temel Kavramlar. Turk Dermatoloji Dergisi 2017;11:98-108.
17. Rodney A. Color management for photographers: hands on techniques for Photoshop users, Rodney A, editors. 1st edition, Routledge 2012.
18. Strauss MB, Aksenov IV. Evaluation of diabetic wound classifications and a new wound score. Clinical Orthopaedics and Related Research 2005;439:79-86.
19. Wilson M. Understanding the basics of wound assessment. Wound Essentials 2012;(2):8-12.
20. Sibbald R, et al. Update: topical antimicrobial agents for chronic wounds. Advances in Skin & Wound Care 2017;30(10):438-450.

21. Dayya D, et al. Debridement of diabetic foot ulcers. *Advances in Wound Care* 2022;11(12):666-686.
22. Morgan PJ, et al. Simulation technology: a comparison of experiential and visual learning for undergraduate medical students. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists* 2002;96(1):10-16.
23. Ferrara V, et al. The visual art as a learning tool in medical education. *Senses and Sciences* 2020;7(2):1028-1040.
24. Li S, et al. Imaging in chronic wound diagnostics. *Advances in Wound Care* 2020;9(5):245-263.
25. Mohafez H, et al. Wound healing assessment using digital photography: a review. *Journal of Biomedical Engineering and Medical Imaging* 2016;3(5):01-13.
26. Nayler JR. Clinical photography: a guide for the clinician. *Journal of Postgraduate Medicine* 2003;49(3):256-262.
27. Jayachandran M, et al. Critical review of noninvasive optical technologies for wound imaging. *Advances in Wound Care* 2016;5(8):349-359.
28. Swerdlow M, et al. Initial clinical experience with a simple, home system for early detection and monitoring of diabetic foot ulcers: the foot selfie. *Journal of Diabetes Science and Technology* 2023;17(1):79-88.
29. Kornhaber R, Betihavas V, Baber RJ. Ethical implications of digital images for teaching and learning purposes: an integrative review. *Journal of Multidisciplinary Healthcare* 2015;8:299-305.
30. Mattessich S, Grantkels JM. Ethical aspects of the use of photography in clinical medicine. *Photography in Clinical Medicine* 2020:75-84.
31. Karabulut SD, Yıldırım RV. Tıbbi fotoğrafçılıkta etik konular. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi* 2020;10(1):47-57.
32. Çavdar P. Hekimlerin Hastalarına İlişkin Sosyal Medya Paylaşımlarından Doğan Sorumluluğu. *Sakarya Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi* 2024;12(1):429-453.
33. Harting MT, et al. Medical photography: current technology, evolving issues and legal perspectives. *International Journal of Clinical Practice* 2015;69(4):401-409.
34. Nanah A, Bayomi AB. The pros and cons of digital health communication tools in neurosurgery: a systematic review of literature. *Neurosurgical Review* 2020;43(3):835-846.
35. Lorkowski J, Malinowska M. The future of medical documentation-Review of selected literature. 2020.
36. Ohura N, et al. Convolutional neural networks for wound detection: the role of artificial intelligence in wound care. *Journal of Wound Care* 2019;28(10):13-24.
37. Savage JM, Jeffery SLA. Use of 3D photography in complex-wound assessment. *Journal of Wound Care* 2013;22(3):156-160.
38. Sidhu AS, Harbuzova V. Emerging technologies for the management of diabetic foot ulceration: a review. *Frontiers in Clinical Diabetes and Healthcare* 2024;5:1440209.
39. Williams AM, et al. The role of telemedicine in postoperative care. *Mhealth* 2018;4(11):1-9.
40. Wu SC, Marstom W, Armstrong DG. Wound care: the role of advanced wound-healing technologies. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 2010;100(5):385-394.
41. Westphal E, Seitz H. Digital and decentralized management of patient data in healthcare using blockchain implementations. *Frontiers in Blockchain* 2021;(4):732112.