

Yara Örtüleri, Klinik Uygulamaları ve Güncel Yaklaşımlar

Wound Dressings, Clinical Applications and Current Approaches

Gamze ŞEKER¹



Derya DAVARCI²



¹Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Basic Sciences, Gebze Technical University, Kocaeli, Türkiye

²Department Chemistry, Faculty of Basic Sciences, Gebze Technical University, Kocaeli, Türkiye



Öz

Yara iyileşmesi; hemostaz, inflamasyon, proliferasyon ve yeniden şekillenme evrelerinden oluşan kompleks bir biyolojik süreçtir. Bu süreçte enfeksiyon kontrolü, nem dengesinin sağlanması ve uygun iyileşme ortamının oluşturulması temel gereklilikler arasındadır. Geleneksel pansuman materyalleri (gazlı bez, pamuk vb.), yalnızca mekanik koruma sağlamakta ancak nemli ortam oluşturmamaları için sınırlı etkiye sahiptir. Bu derlemede, yara örtülerinin tarihsel gelişimi, sınıflandırılması, biyolojik ve antibakteriyel özellikleri, klinik uygulamaları ve güncel gelişmeleri ele alındı. Literatür taraması sonucunda hidrokoloid, hidrojel, köpük ve alginat bazlı örtülerin özellikle kronik ve eksudalı yaraların tedavisinde etkili olduğu; gümüş ve kitosan katkılı örtülerin ise antibakteriyel etkinlik sağladığı görüldü. Ayrıca nanoteknoloji tabanlı ve akıllı biyosensörlerle entegre edilmiş yara örtülerinin, yara mikroçevresini izleyerek kişiselleştirilmiş tedaviye olanak sunduğu ve doku mühendisliği uygulamalarıyla birlikte gelecekte klinik pratiğe yön verecek potansiyele sahip olduğu tespit edildi. Literatür incelemeleri, günümüzde yara örtülerinin, yalnızca pasif bir bariyer olmaktan çıkmış olduğu; hücresel proliferasyonu destekleyen, enfeksiyonu önleyen ve gerektiğinde aktif tedavi sunabilen biyomedikal materyaller haline geldiğini göstermektedir. Bu gelişmeler, özellikle kronik ve zor iyileşen yaraların yönetiminde klinisyenlere yeni tedavi olanakları sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yara örtüleri, yara iyileşmesi, antibakteriyel etkiler, nanoteknoloji, akıllı sistemler

ABSTRACT

Wound healing is a complex biological process consisting of hemostasis, inflammation, proliferation, and remodelling phases. In this process, infection control, maintaining moisture balance, and creating a suitable healing environment are among the fundamental requirements. Traditional dressing materials (gauze, cotton, etc.) only provide mechanical protection but have limited effectiveness because they cannot create a moist environment. This review discusses the historical development, classification, biological and antibacterial properties, clinical applications, and current developments of wound dressings. As a result of the literature review, it was found that hydrocolloid, hydrogel, foam, and alginate-based dressings are especially effective in the treatment of chronic and exuding wounds, while silver and chitosan-added dressings provide antibacterial activity. In addition, it was determined that nanotechnology-based wound dressings integrated with smart biosensors enable personalized treatment by monitoring the wound microenvironment and have the potential to guide clinical practice in the future with tissue engineering applications. Recent literature indicates that wound dressings have evolved beyond passive barriers; These advances have led to the development of biomedical materials that support cellular proliferation, prevent infection, and provide active treatment when necessary. These advances are providing clinicians with new treatment options, particularly in the management of chronic and poorly healing wounds.

Keyword: Wound dressings, wound healing, antibacterial effects, nanotechnology, smart systems

Geliş Tarihi/Received 22.09.2025
Kabul Tarihi/Accepted 03.11.2025
Yayın Tarihi/Publication Date 28.11.2025

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Derya DAVARCI,

E-mail: ddavarci@gtu.edu.tr

Cite this article: Şeker G., Davarci D. Wound Dressings, Clinical Applications and Current Approaches. *J Ata-Chem.* 2025;5(2):61-67



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

GİRİŞ

Yara iyileşmesi; hemostaz, inflamasyon, proliferasyon ve yeniden şekillenme evrelerinden oluşan karmaşık bir biyolojik süreçtir.¹ Yara iyileşme sürecinde, doku bütünlüğünün en kısa sürede ve en az yara izi ile yeniden sağlanmasıdır. Yara örtülerinin temel işlevi ise enfeksiyondan koruma, nem dengesini sağlama, gaz alışverişine izin verme ve iyileşmeyi hızlandırmaktır.^{2,3} Geleneksel olarak kullanılagelen pansuman materyalleri (gazlı bez, pamuk vb.), maliyetlerinin düşük olması nedeniyle uzun yıllar kullanılmış olsa da yara iyileşmesinde nemli ortam sağlamadıkları için sınırlı etkiye sahiptir.⁴ Winter'in 1962'de domuz derisi üzerinde yaptığı klasik çalışmada, nemli ortamın yara epitelizasyonunu iki kat hızlandığı gösterilmiş ve bu bulgu modern yara örtülerinin geliştirilmesinde dönüm noktası olmuştur.¹ Şekil 1'de geleneksel ve modern yara örtülerinin avantaj ve dezavantajları verilmiştir. İlerleyen yıllarda Thomas ve arkadaşları, hidrokolloid örtülerin akut ve kronik yaralarda etkinliğini ortaya koymuşlardır.⁵ 1990'lı yıllardan itibaren hidrojel, köpük ve alginat gibi biyopolimer esaslı örtüler geliştirilmiş; özellikle diyabetik ayak ülserleri, bası yaraları ve yanık tedavisinde klinik uygulamalara girmiştir.⁶⁻¹³ Bu örtüler nemli ortam sağlamanın yanında eksudayı absorbe etme, ağrı kontrolü ve hasta konforunu artırma gibi ek avantajlar sunmaktadır. Son yıllarda ise nanoteknoloji tabanlı yaklaşımlar ön plana çıkmıştır. Nanofiber bazlı örtülerin fibroblast migrasyonunu artırarak iyileşmeyi hızlandırdığı ve antibakteriyel katkı sistemlerin enfeksiyon oranlarını azalttığı rapor edilmiştir.¹⁰⁻¹⁸ Ayrıca akıllı biyosensörlerle entegre yara örtülerinin, pH ve sıcaklık değişimlerini takip ederek enfeksiyonu erken dönemde saptayabildiği bildirilmektedir.¹⁹ Dolayısıyla yara örtüleri, yalnızca pasif bir bariyer olmaktan çıkmış; hücresel proliferasyonu destekleyen, enfeksiyon kontrolü sağlayan ve gerektiğinde tedaviye aktif katkıda bulunan ileri biyomalzemeler haline gelmiştir. Bu derlemede yara örtülerinin tarihsel gelişimi, sınıflandırılması, biyolojik ve antibakteriyel özellikleri, klinik uygulamaları ve güncel gelişmeleri literatür ışığında ele alınmıştır.

İdeal bir yara örtüsünün sahip olması gereken özellikler, nemli bir ortam sağlaması, gazların difüzyonuna izin vermesi, eksüdanın fazlasını emmesi, yaralı bölgeyi mikroorganizmalardan, kirliliklerden ve darbelerden koruması, yaralı bölgenin sıcaklık ve pH' ını kontrol etmesi, kolay değiştirilebilmesi, ağrıyı azaltabilmesi, alerjik olmaması, maliyetinin düşük olması, yaralı bölgenin kurummasını önlemesi, elastik, biyouyumlu olması ve hücre yenilenmesini desteklemesi olarak sayılabilir.

	GELENEKSEL YARA ÖRTÜLERİ	MODERN YARA ÖRTÜLERİ
TIPLERİ	 Gazlıbez Pamuk Bandaj	 Hidrojel Film Nanolif malzeme
AVANTAJ	 Düşük maliyet Sağlık	 Bakteriyel inhibisyon Hava alma
DEZAVANTAJ	 Düşük havalandırma Zayıf yapışma	 Yüksek maliyet Karmaşık yapı ürünler

Şekil 1. Geleneksel ve modern yara örtüleri, avantajları ve dezavantajları.

YARA ÖRTÜLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Geleneksel Yara Örtüleri

Gazlı bez, pamuk ve bandaj gibi geleneksel örtüler, uzun yıllar yara bakımında temel materyaller olmuştur. Ancak bu örtüler yalnızca mekanik koruma sağlamakta, yara yüzeyine yapışarak travmaya yol açabilmekte ve nem dengesini koruyamamaktadır.^{4,5} Böylece enfeksiyon riskini artırmakta ve iyileşme süresini uzatmaktadır. Bu nedenle de nemli bir ortam yaratan ve koruyan modern yara örtülerinin yara iyileşmesi için en uygun koşulları sağladığı düşünülmektedir.

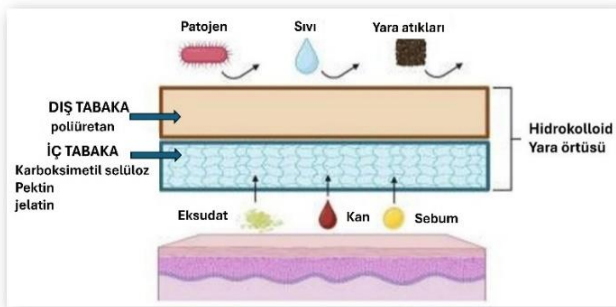
Modern Yara Örtüleri

İdeal bir yara örtüsü yaraya kolay uygulanabilmeli ve gerektiğinde kolayca çıkartılabilmelidir. Yaranın nem dengesini korumalı, gaz geçirgenliğini sağlamalıdır. Özellikle yaradan sızan eksüdayı absorbe edebilmeli ve yarayı mikroplara karşı korumalıdır. Elbette biyobozunur olması sürdürülebilir bir çevre için önemlidir. Tüm bunların üzerine üretim maliyeti de düşük olmalıdır (Şekil 2). Modern yara örtülerinin geliştirilmesi, nemli ortam hipotezine dayanmaktadır.¹ Hidrokolloid ve hidrojel örtüler, köpük örtüler, alginat örtüler, film örtüler, nanofiber bazlı örtüler, antibakteriyel katkı örtüler, biyoaktif polimerler modern yara örtülerinden bazılarıdır.



Şekil 2. İdeal bir yara örtüsünden beklenen özellikler.

Hidrokolloid örtüler, özellikle yüzeysel ve orta derinlikteki yaralarda nemli iyileşme ortamı oluşturur. Thomas (1990) hidrokolloidlerin akut yaralarda epitelizeasyonu hızlandığını rapor etmiştir.⁶ Hidrokolloid örtüler hem kronik hem de akut yaralar dahil olmak üzere çeşitli yara tiplerinin tedavisindeki etkinlikleriyle yaygın olarak kabul görmektedir. Genellikle jelatin, pektin, polisakaritler veya sodyum karboksimetilselülozdan yapılmış yara eksudasını emen bir iç tabaka ve bölgeyi koruyan ve koruyan bir dış tabakadan oluşurlar (Şekil 3).⁷ Yara iyileşme alanında yaygın olarak kullanılmakla birlikte, akne gibi diğer durumlarda kullanılmak üzere küçük yamalar halinde hidrokolloidlerin uygulanmasına olan ilgi giderek artmaktadır. Bu malzemeler koruyucu bir jel tabakası oluşturarak ve eksüdayı emerek, yara iyileşmesinde özellikle etkilidirler. Ayrıca, yanıklar ve cerrahi yaralar gibi akut durumlarda da benzer faydalar gözlenmektedir.⁸



Şekil 3. Hidrokolloid yara örtülerinin genel yapısı.

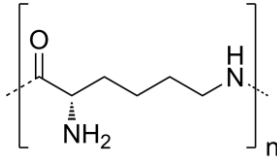
Hidrojeller, hidrofilik grupların (örneğin, -COOH, -OH, -CONH₂, -NH₂, -SO₃H ve -CONH) varlığı nedeniyle yüksek su emme ve şişme kapasitesine sahip üç boyutlu genellikle çapraz bağlı polimer zincirlerinden oluşan yapılardır.^{9,10} Hidrojel örtüler, yüksek su içeriği sayesinde kurumuş nekrotik yaraların nemlenmesini sağlar. Dumville ve arkadaşları, diyabetik ayak ülserlerinde hidrojel örtülerin etkinliğini ortaya koymuştur.¹¹ Hidrofilik ve biyouyumlu olması, sıvı absorplama kapasitesinin yüksek olması gibi nedenlerle, özellikle alginatlar ile ilgili yapılan çalışmalara ilgi oldukça fazladır. Deniz yosunlarından elde edilen kalsiyum alginat içerikli alginat hidrojellerin yara iyileşmesi ile ilgili çalışmalarda oldukça iyi sonuçlar elde edilmiştir.^{12,13} Köpük örtüler, orta ve yüksek eksudalı yaralarda etkin olup, ağrı kontrolü açısından da avantaj sağlar. Yara ortamındaki nemi korurken eksudayı emme özelliğine sahiptir ve mekanik esneklik, yastıklama ve termal yalıtım sağlar. Yara yatağına antimikrobiyal koruma sağlamak amacı ile gümüş ya da antimikrobiyal içerikli örtüler de tasarlanmıştır.^{14,15} Film örtüler, bir tarafı yapışkanla kaplanmış, farklı kalınlıklarda polimer membranlardır. Şeffaf yapıları sayesinde yara takibine olanak tanır ve düşük eksudalı yaralarda etkilidir.¹⁶ Elektrospin yöntemiyle üretilen nanofiber bazlı örtüler, hücre migrasyonunu teşvik ederek hızlı doku rejenerasyonu sağlar.¹⁷ Antibakteriyel katkılı örtüler, gümüş, çinko ve kitosan katkılı sistemler enfeksiyon riskini azaltır.¹⁸ Biyoaktif polimerler, kontrollü ilaç salınımı sağlayarak yara iyileşmesini destekler.¹⁹ Elektrospinleme yöntemi ile biyobozunur polimerlerle hazırlanan nanofiber malzemeler, ekstraselüler matrislerin (ESM) morfolojik özelliklerini taklit edebilmeleri, derinin ESM'ine çok benzeyen yapıları sayesinde yara örtüsü materyallerinin geliştirilmesinde son teknolojilerden biri haline gelmiştir.^{20,21}

YARA ÖRTÜLERİNDE ANTİBAKTERİYEL VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLER İLE KLİNİK UYGULAMALAR

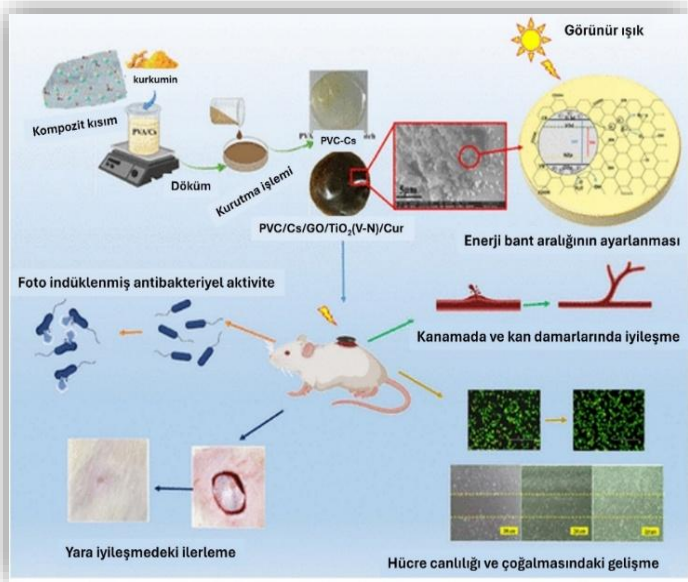
Yara örtülerinin en önemli işlevlerinden biri mikrobiyal kontrol sağlamaktır. Gümüş iyonları, bakteriyel membranı bozarak hücre ölümüne yol açar ve bu nedenle gümüş katkılı örtüler kronik yaralarda sık kullanılmaktadır.²⁰ Kitosan bazlı örtüler de hem antibakteriyel hem de biyouyumlu özellik göstermektedir. Kitosan pozitif yüklü yapısı ile bakterilerin hücre zarına bağlanır ve geçirgenliği artırır. Bununla birlikte biyouyumlu ve biyobozunur olması avantajdır.²¹ Bal içeren yara örtüleri de balın düşük pH değeri, yüksek osmotik basıncı ve içerdiği hidrojen peroksit sayesinde antibakteriyel özelliktedir.²² İyot bazlı yara örtüleri de

Povidon iyot ya da iyidofor içerir, bu nedenle geniş spektrumlu antibakteriyel etki gösterirler.²³ Antibiyotik yüklü yara örtüleri ise lokal antibiyotik salınımını sağlayarak enfeksiyon riskini azaltıcı rol oynar. Genellikle hidrojel veya nanofiber yapılar da kullanılırlar. Gentamisin ya da vankomisin yüklü nanofiber örtüler mevcuttur.²⁴ *Aloa vera*, *Cantella asiatica* ya da kurkumin gibi doğal ekstraktlar da yara örtülerinde kullanılmaktadır. Bunlar antibakteriyel ya da anti inflamatuvar etki sağlayabilirler.²⁵ Nemli ortam sağlayan örtüler fibroblast ve keratinosit migrasyonunu artırarak epitelizasyonu hızlandırır.²⁶ Ayrıca biyolojik açıdan bazı örtüler anjiyogenezi destekleyerek yeni damar oluşumunu teşvik eder, bu da özellikle kronik yaralarda kritik bir avantajdır.²⁷

Yara örtülerinin klinik uygulamaları ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Poli-lizin nano lifleri, protein immobilizasyonu, antijen/antikor immobilizasyonu, aşı hazırlama ve yara örtüleri için bir malzeme olarak geliştirilmiştir. Yapısı Şekil 4'te verilen poli-lizin ile fonksiyonelleştirilmiş substrat, olağanüstü biyoyumluluk ve mükemmel antimikrobiyal özellikler sergileyerek, yara örtüleri ve biyomedikal uygulamalar için olası bir malzeme olarak kabul edilmiştir.²⁸



Şekil 4. ε-poli-L-lizin polimeri.



Şekil 5. Nanokompozit katkı polimerik yara örtüsü ve potansiyel yara iyileştirme özelliğinin şematik gösterimi.

PVA/Cs/GO/TiO2(V-N)/Cur kompozisyonlu kitosan ve kurkumin içeren yara örtüleri geliştirilmiştir.²⁹ GO/TiO2(V-N) nanokompoziti hazırlandıktan sonra, kurkumin ilave edilerek, PVA-Cs içeren ortamda tüm bileşenler karıştırılmış ve döküm yöntemi ile çözücü uçurularak filmler elde edilmiştir. *in vivo* ve *in vitro* çalışmaları yapılmış ve iyi bir antibakteriyel etkiye sahip olduğu ve yara iyileşme sürecini hızlandırdığı tespit edilmiştir (Şekil 5).

Diyabetik ayak ülserlerinde hidrojel ve gümüş bazlı örtülerin iyileşme oranlarını artırdığı gösterilmiştir.³⁰ Gümüş kaplamalı naylon (Silverlon®) ve gümüş nanokristalin (Acticoat®) yara örtüleri, sürekli gümüş salımlı ürünler olarak, yaygın şekilde kullanılan yara örtülerine örnektir. Suda çözünmeyen bir gümüş tuzu olan AgNO₃ ikinci ve üçüncü derece yanıklar için yara örtülerinde kullanılmaktadır.³¹ Gümüşün, geniş spektrumlu bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olması sayesinde, cerrahi durumlarda primer kapatma sırasında ilgili bölgelere gümüş-naylon yara örtüsünün yerleştirilmesinin, cerrahi bölgede enfeksiyon oranlarını düşürdüğü gösterilmiştir. Jinekolojik, obstetrik, meme, transplantasyon, boyun ve bariatrik prosedürlerde ve obez ve diyabetik hastalarda gümüş pansuman kullanımıyla cerrahi bölge enfeksiyon oranlarında da benzer azalmalar elde edilmesi muhtemeldir.³² Bası yaralarında ise köpük ve alginat örtüler sıklıkla tercih edilmektedir.³³ Travmatik ve cerrahi yaralarda film ve hidrokoloid örtüler, enfeksiyon riskini azaltmakta ve ağrı kontrolünde fayda sağlamaktadır.³⁴ Hidrojel ve gümüş katkılı örtülerin yanık tedavisinde ağrı azaltıcı ve enfeksiyon önleyici etkileri rapor edilmiştir.³⁵

Son yıllarda araştırmalar akıllı yara örtüleri üzerine yoğunlaşmıştır. Bu örtüler yara yatağındaki pH, sıcaklık veya enzim aktivitesini izleyerek enfeksiyonun erken tespitine olanak tanımaktadır.³⁶ Nanoteknolojik yaklaşımlar sayesinde antibakteriyel nanopartiküller ve büyüme faktörleri kontrollü şekilde salınabilmektedir.³⁷ Ayrıca doku mühendisliği tabanlı biyomateryaller, kök hücre veya büyüme faktörü yüklenmiş biyoaktif sistemler ile iyileşmeyi hızlandırma potansiyeline sahiptir.³⁸

Bir vaka serisinde, alt ekstremitelerde kronik yaraları bulunan 15 hasta antibakteriyel özellikli PVA köpük yara örtüsü (gentian violet ve methylene blue içeren Hydrofera Blue) ile tedavi edilmiştir. Çalışmada diyabetik ayak ülserleri ve venöz etyolojili yaralar değerlendirilmiş, 4. haftada hastaların %57'sinde yara boyutunda küçülme ve ağrı skorlarında iyileşme gözlenmiştir. Özellikle diyabetik ülserli olgularda yüzeysel kritik kolonizasyonun azaldığı rapor edilmiştir. Bulgular, bu yara örtüsünün bakteriyel

yükü yüksek kronik yaralarda potansiyel bir tedavi seçeneği olabileceğini göstermektedir.³⁹

Ağız ülserleri, yüksek prevalansları ve ağız-sistemik sağlık üzerindeki etkileri nedeniyle önemli bir klinik sorundur. Tedavide elektro eğirme yöntemiyle üretilen nanofiber filmler, kontrollü ilaç salınımı sağlayarak uzun süreli lokal uygulama imkânı sunmakta ve sık ilaç uygulama gerekliliğini azaltmaktadır. Literatürde, polimer esaslı yapılar ve farklı aktif farmasötik bileşenlerle hazırlanan nanofiber filmlerin hem hayvan deneylerinde hem de klinik çalışmalarda terapötik etkinlik gösterdiği rapor edilmiştir. Ayrıca çözelti dökme ve çapraz bağlama gibi yöntemler elektro eğirme ile birlikte kullanılarak daha etkili sistemler geliştirilebilmektedir. Bu yaklaşımlar, oral ülser tedavisinde yeni nesil ilaç salınım sistemleri için umut vadetmektedir.⁴⁰ Ornidazol ve deksametazon içeren çift katmanlı mukoadesif bukkal filmler, çözelti dökme yöntemiyle hazırlanarak oral ülser tedavisinde değerlendirilmiştir. Optimal formülasyona ait filmlerin pH, kalınlık, ilaç içerik ve salım özellikleri hedef değerlere uygun bulunmuş; her iki ilacın da 4 saat içinde %95'ten fazla salındığı gösterilmiştir. Hayvan modelleri ve klinik incelemeler, bu filmlerin mukozal onarımı hızlandırdığını, inflamasyonu azalttığını ve güvenli bir lokal ilaç salım sistemi sunduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, oral ülserlerin tedavisinde mukoadesif bukkal filmlerin potansiyelini desteklemektedir.⁴¹ Silikon yara örtülerinin kullanıldığı ve yoğun bakım hastalarında yapılan randomize kontrollü bir çalışmada, standart önleyici bakıma ek olarak sakrum bölgesine 5 katmanlı yumuşak silikon köpük yara örtüsü uygulanmasının, bası yarası insidansını anlamlı derecede azalttığı gösterilmiştir (%0.7'e karşı %5.9). Müdahale grubunda bası yarası gelişme riski %88 oranında düşmüş, ayrıca şiddet ve maliyet açısından da avantaj sağlanmıştır. Bu sonuçlar, silikon köpük yara örtülerinin kritik hastalarda bası yaralarının önlenmesinde etkili ve maliyet açısından uygun bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.⁴² Yara onarımında önemli mekanizmalardan olan antioksidan ve antimikrobiyal etkinliğin bir arada incelendiği bir çalışmada, antimikrobiyal, antioksidan ve iletken özellikler taşıyan enjekte edilebilir, kendi kendini onarabilen hidrojel yara örtüleri geliştirilmiştir. Kuaternerleştirilmiş kitosan-polianilin ve fonksiyonelleştirilmiş PEGS-FA temelli bu hidrojeller; biyouyumluluk, adezyon, şişme kapasitesi, serbest radikal süpürme ve antibakteriyel aktivite gibi çok işlevli özellikler göstermiştir. Özellikle %1.5 PEGS-FA içeren formülasyon, tam katmanlı deri defekti modelinde kan pıhtılaşmasını artırmış ve granülasyon dokusu kalınlığı ile kolajen birikimini destekleyerek ticari pansumanlara kıyasla iyileşmeyi hızlandırmıştır. Bu sonuçlar, kendi kendini

onarabilen iletken hidrojellerin tam katmanlı cilt yaralarının tedavisinde umut verici adaylar olduğunu ortaya koymaktadır.⁴³ Doğal polimerlerin yara örtüsü oluşturmada kullanım potansiyelleri oldukça yüksektir. Yüksek nem tutma kapasitesi nedeniyle bakteriyel selüloz bu amaçla kullanılabilecek bir biyopolimerdir. Bakteriyel selülozun (BC) gümüş nanopartiküller ile kaplanmasıyla (AgNP-BC) geliştirilen yara örtüsünün, güçlü antibakteriyel özellik ve biyouyumluluk kazandığı gösterilmiştir. Çalışmada AgNP-BC'nin *Staphylococcus aureus*'a karşı belirgin antibakteriyel etki sergilediği, fibroblast hücrelerinin tutunma ve çoğalmasını desteklediği ve düşük sitotoksositeye sahip olduğu rapor edilmiştir. Sıçan ikinci derece yanık modelinde, AgNP-BC tedavisi inflamasyonu azaltmış, granülasyon dokusu kalınlığını artırmış ve epidermis/dermis yenilenmesini hızlandırmıştır. Bu sonuçlar, AgNP-BC'nin yara iyileşmesinde etkili bir biyomalzeme olduğunu ortaya koymaktadır.⁴⁴

SONUÇ

Yara örtüleri, klasik pansuman materyallerinden ileri biyomalzemelere kadar önemli bir gelişim göstermiştir. Deri yenilenmesini ve iyileşme hızını arttırabilmek için yara örtülerine, biyoaktif moleküllerin ve hücre tarafından tanınabilen ligandların kimyasal ve fiziksel olarak ilave edilmesiyle, birden fazla tabakanın ayrı ayrı üretilmesiyle veya üretim tekniğindeki değişikliklerle yara örtülerinin modifiye edilmesi söz konusudur. Farklı yöntemlerle, farklı yara türlerine uygun değişik formülasyonlarda hatta kişiye özel yara örtüleri tasarlamak artık mümkün hale gelmiştir. 3D baskılı, nanolifler ile hazırlanmış deriyi çok iyi taklit edebilen terapötik yara örtüleri tasarlanmaya yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Araştırmalarda yara tipi, eksüda miktarı, enfeksiyon riski ve maliyet dikkate alınmalıdır. Bununla birlikte mekanik dayanıklılık, biyouyumluluk, gaz geçirgenliği de önemli parametrelerdir. Gelecekte yara örtülerinin nanoteknoloji ve akıllı biyosensör entegrasyonu ile yalnızca pasif bir bariyer değil, aktif tedavi sağlayan biyomedikal platformlar haline gelmesi kaçınılmazdır. Bu gelişmeler, gelecekte yara örtülerinin hem yarayı korumada hem de aktif tedavi sağlamada biyomedikal platformlar olarak önemli bir rol oynayacağını göstermektedir.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için gerekmiyor.

Hasta Onamı: Yok

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Gamze Şeker: Analiz ve/ veya Yorum; Literatür Taraması; Kaynaklar; Eleştirel İnceleme; Derya Davarcı: Fikir; Tasarım; Denetleme; Kaynaklar; Analiz ve/ veya Yorum; Literatür

Taraması; Yazıyı Yazan; Eleştirel İnceleme.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Finansal bir destek alınmamıştır.

Yapay Zeka Kullanımı: Bu çalışmada yapay zeka kullanılmamıştır.

Ethics Committee Approval: Not required for this study.

Informed Consent: None

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Gamze Şeker: Data Collection and/or Processing; Analysis and/or Interpretation; Literature; Critical Review; Derya Davarcı: Concept; Design; Supervision; Resources; Literature Search; Writing Manuscript; Critical Review.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: There is no financial supports.

Use of Artificial Intelligence: Artificial intelligence was not used in this study.

KAYNAKLAR

1. Winter GD. Formation of the scab and the rate of epithelization of superficial wounds in the skin of the young domestic pig. *Nature*. 1962;193(4812):293–294.
2. Thomas S. Wound management and dressings. *J Wound Care*. 1990;2(1):45–50.
3. Boateng JS, Matthews KH, Stevens HN, Eccleston GM. Wound healing dressings and drug delivery systems: a review. *J Pharm Sci*. 2008;97(8):2892–2923.
4. Jones V, Grey JE, Harding KG. Wound dressings. *BMJ*. 2006;332(7544):777–780.
5. Thomas S. Hydrocolloid dressings in the management of acute wounds: a review of the literature. *Int Wound J*. 2008; 5(5):602-613.
6. Dumville JC, O'Meara S, Deshpande S, Speak K. Hydrogel dressings for healing diabetic foot ulcers. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;(7):CD009101.
7. Stephen-Haynes J, Callaghan R, Vibaux A, Johnson P, Carty N. Clinical evaluation of a thin absorbent skin adhesive dressing for wound management. *J Wound Care*, 2014;23(11):532-536.
8. Zhang S, Ren C, Wang C, Han R, Xie S. Effects of hydrocolloids and oleogel on techno-functional properties of dairy foods. *Food Chem. X*. 2024;21:101215.
9. Ho TC, Chang CC, Chan HP, et al. Hydrogels: Properties and Applications in Biomedicine. *Molecules* 2022;27(9):2902.
10. Guo Y, Bae J, Fang Z, Li P, Zhao F, Yu G. Hydrogels and Hydrogel-Derived Materials for Energy and Water Sustainability. *Chem. Rev.* 2020;120(15):7642–7707.
11. Hollander DA, Blome-Eberwein S. Modern wound dressings: an overview. *Clin Plast Surg*. 2021;48(2):191–199.
12. Varaprasad K, Jayaramudu T, Kanikireddy V, Toro C, Sadiku ER. Alginate-based composite materials for wound dressing application: a mini review, *Carbohydr. Polym.* 2020;236(2020):116025.
13. Okan D, Woo K, Ayello EA, Sibbald G. The role of moisture balance in wound healing. *Adv Skin Wound Care*. 2007;20(1):39–53.
14. Gupta B, Agarwal R, Alam MS. Textile-based smart wound dressings. *Indian J Fibre Text Res*. 2010;35(2):174–187.
15. Gefen A, Alves P, Beeckman D, et al. How should clinical wound care and management translate to effective engineering standard testing requirements from foam dressings? Mapping the existing gaps and needs. *Adv Wound Care*. 2024;13(1):34–52.
16. Rezvani Ghomi E, Khalili S, Nouri Khorasani S, Esmaeely Neisiany R, Ramakrishna S. Wound dressings: Current advances and future directions. *Polymers*. 2019;136(27):47738.
17. Atiyeh BS, Ioannovich J, Al-Amm CA, El-Musa KA. Management of acute and chronic open wounds: the importance of moist environment in optimal wound healing. *Burns*. 2007;33(3):179-195.
18. Alven S, Aderibigbe, BA. Chitosan-Based Scaffolds Incorporated with Silver Nanoparticles for the Treatment of Infected Wounds. *Pharmaceutics*. 2024;16(3):327.
19. Schreml S, Szeimies RM, Prantl L, Landthaler M, Babilas P. Wound healing in the 21st century. *Br J Dermatol*. 2010;63(5):866-881
20. Atiyeh BS, Costagliola M, Hayek SN, Dibo SA. Effect of silver on burn wound infection control and healing: Review of the literature. *Burns*. 2007;33(2):139-148.
21. Jayakumar R, Menon D, Manzoor K, Nair SV, Tamura H. Biomedical application of chitin and chitosan based nanomaterials- A short review. *Carbohydrate Polymers*. 2010;82(2):227-232.
22. Molan PC. The evidence supporting the use of honey as a wound dressing. *Int J Low Extrem Wounds*. 2006;5(1):40-54.

23. Bigliardi PL, Alsagoff SAL., El-Kafrawi HY, Pyon JK, Wa CTC, Villa MA. Povidone Iodine in wound healing: A review of current concepts and practices. *Intern J Surger*. 2017;44:260-268.
24. Boateng JS, Matthews KH, Stevens HN, Eccleston GM Wound healing dressings and drug delivery systems: A review. *J Pharm Sci*. 2008;97(8):2892-2923.
25. Pereira RF, Bartolo PJ. Traditional therapies for skin wound healing. *Advan Wound Care*. 2016;5(5):208-229.
26. Dhivya S, Padma VV, Santhini E. Wound dressings – a review. *Biomedicine*. 2015;5(4):22.
27. Liu X, Li J, Xu Y, et al. Hydrocolloid and other moist dressings promote angiogenesis and re-epithelialization in wound healing: A review. *RSC Advances*. 2023;13:5509–5528.
28. Patil NA, Kandasubramanian B. Functionalized polylysine biomaterials for advanced medical applications: A review. *Eur Polym J*. 2021;146:110248.
29. Jayabal P, Kannan Sampathkumar V, Vinothkumar A, Pannerselvam S, Achiraman S, Venkatasubbu GD. Fabrication of a chitosan-based wound dressing patch for enhanced antimicrobial, hemostatic, and wound healing application. *ACS Applied Bio Materials*. 2023;6(2):615-627.
30. Armstrong DG, Tan TW, Boulton AJ, Bus SA. Diabetic foot ulcers: a review. *Jama*. 2023;330(1):62-75.
31. Aziz Z, Abu SF, Chong NJ. A systematic review of silver-containing dressings and topical silver agents (used with dressings) for burn wounds. *Burns*. 2012;38(3):307-318.
32. Abboud EC, Settle JC, Legare TB, Marcet JE, Barillo DJ, Sanchez JE. Silver-based dressings for the reduction of surgical site infection: review of current experience and recommendation for future studies. *Burns*. 2014;40:30-39.
33. Öztaş P. Yara İyileşmesi, Bakımı ve Tedavisi. *Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi*. 2021; 54(2):341-351.
34. Hastuti H, Nugraha BA, Annisa HN, Aprilia I, Maesaroh I, Hasna L. The effectiveness of hydrocolloid dressing in post-operative wound healing: A narrative review. *J Midwifery Nursing*. 2024;6(2):572-579.
35. Çelik E, Akelma H. Hydrogel burn dressing effectiveness in burn pain. *Burns*. 2024;50(1):190-196.
36. Mostafalu P, Tamayol A, Rahimi R, et al. Smart bandage for monitoring and treatment of chronic wounds. *Small*. 2018; 14(33): e1800296.
37. Jin G, Prabhakaran MP, Ramakrishna S. Stem cell differentiation to epidermal lineages on electrospun nanofibrous substrates for skin tissue engineering. *Acta Biomater*. 2011;7(8):3113–3122.
38. Vig K, Chaudhari A, Tripathi S, et al. Advances in skin regeneration using tissue engineering. *Int J Mol Sci*. 2017;18(4):789.
39. Coutts P M, Ryan J, Sibbald RG. Case series of lower-extremity chronic wounds managed with an antibacterial foam dressing bound with gentian violet and methylene blue. *Advances in skin & wound care*, 2014;27(3):9-13.
40. Zhou Y, Wang M, Yan C, Liu H, Yu DG. Advances in the application of electrospun drug-loaded nanofibers in the treatment of oral ulcers. *Biomolecules*, 2022;12(9):1254.
41. Zhang C, Liu Y, Li W, et al. Mucoadhesive buccal film containing ornidazole and dexamethasone for oral ulcers: in vitro and in vivo studies. *Pharm Dev Technol*. 2019;24(1):118-126.
42. Kalowes P, Messina V, Li M. Five-layered soft silicone foam dressing to prevent pressure ulcers in the intensive care unit. *Am J of Crit Care*. 2016;25(6):108-119.
43. Zhao X, Wu H, Guo B, et al. Antibacterial anti-oxidant electroactive injectable hydrogel as self-healing wound dressing with hemostasis and adhesiveness for cutaneous wound healing. *Biomaterials*, 2017;122:34-47.
44. Wu J, Zheng Y, Wen X, Lin Q, Chen X, Wu Z. Silver nanoparticle/bacterial cellulose gel membranes for antibacterial wound dressing: investigation in vitro and in vivo. *Biomedical Materials*. 2014;9(3):1-12.