

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Rana SÖĞÜT

**YARA ÖRTÜCÜ VE YAPAY DOKU ALANLARINDA TEKSTİL
KOMPOZİTLERİNİN KULLANIMI VE PERFORMANS
ARAŞTIRMASI**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2021

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YARA ÖRTÜCÜ VE YAPAY DOKU ALANLARINDA TEKSTİL KOMPOZİTLERİNİN KULLANIMI VE PERFORMANS ARAŞTIRMASI

Rana SÖĞÜT

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof.Dr. Emel Ceyhun SABİR
Yıl: 2021, Sayfa: 107
Jüri : Prof.Dr Emel Ceyhun SABİR
: Doç. Dr. Sevilay ERDEN
: Doç. Dr. Ali Sinan DİKE

Tez çalışmasında yara örtücü ve yapay doku alanlarında tekstil kompozitlerinin kullanımı ve performansına yönelik geniş kapsamlı araştırma yapılmıştır. Literatürdeki araştırmaların genellikle belirli bir yapay doku, yara çeşidi veya yara örtüsü üzerine olduğu görülmüştür. Bu tez çalışmasında literatürde çok geniş olarak bu şekilde yeralan yara örtücü ve yapay doku alanındaki güncel çalışmalar tekstil yüzeyleri kapsamında verilmiştir. Öncelikle, vücutta sağlıklı epitel doku kaybından dolayı oluşan yaralar ve çeşitleri tanımlanmış, yara örtücülerin performansını değerlendirebilmek için yaranın iyileşmesi incelenmiş, yara örtücü çeşitleri, tekstil ve kompozit bazlı yara örtücü malzemeleri, özellikleri ve yara örtücülerden beklenen performansa yönelik çalışmalar değerlendirilmiştir. Çalışmanın devamında, doğal ve yapay yara örtücü çeşitlerini üretildikleri malzemelere göre, etken madde içeriğine göre modern yara örtücüler şeklinde modern yara örtücüler verilmiştir.

Anahtar Kelime: Yara örtücüler, yapay doku, kompozit tekstil.

ABSTRACT

MSC THESIS

THE USE OF TEXTILE COMPOSITES IN WOUND-COVERING AND ARTIFICIAL TISSUE AREAS AND PERFORMANCE RESEARCH

Rana SÖĞÜT

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF TEXTİLE ENGINEERING**

Supervisor : Prof. Dr. Emel Ceyhun SABIR
Year: 2021, Pages: 107
Jury : Prof. Dr. Emel Ceyhun SABIR
: Doç. Dr. Sevilay ERDEN
: Doç. Dr. Ali Sinan DİKE

In the thesis study, extensive research was conducted on the use and performance of textile composites in the fields of wound dressing and artificial tissue. It has been observed that the studies in the literature are generally on a certain artificial tissue, wound type or wound dressing. In this thesis study, current studies in the field of wound dressing and artificial tissue, which are widely covered in the literature, are given within the scope of textile surfaces. First of all, wounds due to loss of healthy epithelial tissue in the body and their types, wound healing were examined in order to evaluate the performance of defined wound dressings, and studies on wound dressing types, textile and composite based wound dressing materials, their properties and the performance expected from wound dressings were evaluated. In the continuation of the study, modern wound dressings and modern dressings were given according to the materials from which they are produced and the active ingredient content of natural and artificial dressings.

Keywords: Wound dressings, artificial tissue, composite textile.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu tez çalışmasında özellikle tekstil materyali olarak değerlendirilen yara örtücüler ve yapay doku alanındaki çalışmalar araştırılmıştır.

Yara örtücülerin performansını değerlendireilmek için yara ve yara iyileşme sürecinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Yara, dış ve iç kaynaklı yaralanma doku kaybı ve patolojik bir olay nedeni ile doku veya organın varoluş bütünlüğünün ve fonksiyonun bozulması sonucu ortaya çıkan ve iyileşmesi beklenen tıbbi bir konudur. Yaralar temelde kronik ve akut şeklinde iki başlık altında incelenmektedir. Bunları birbirinden ayıran en önemli özellik iyileşme süreleridir. Akut yaralar daha çabuk iyileşirken kronik yaralar üç haftadan daha uzun sürede iyileşen ve daha derin yaralardır. Yara oluşumun hemen sonrası fazı fazı olan iyileşme başlar. İyileşme sürecinde dört temel basamaktan oluşmaktadır. İyileşme aşamaları hemostasis, infiltrasyon, proliferasyon, yeniden şekillenme olarak sıralanmaktadır. Yaralanma sonucunda oluşan doku zedelenmesi hemostaz ve inflamasyon evresinde damar duvarını etkiler ve damarların büzülmesine neden olur. Bununla beraber kan kaybı önlenmektedir. İyileşme süresinde oluşacak olumsuzlukların ortadan kaldırılması için yara ortamının nem dengesi, hava geçirgenliği, sıvı kontrolü, mikrobiyal kontrolü, ısı yalıtımı gibi ortam özelliklerinin sağlanması gerekmektedir. Bu ortam dengesi için ise yara örtücüler ve yapay dokular kullanılmaktadır. Yara örtücüler, iyileşme sürecinin sağlıklı ilerlemesi ve daha da kısa sürmesi için ortam dengesinin sağlanması, liflerin özellikleriyle bazı yara örtücüler için ise ilaç takviyesi sağlamaktadır. Oluşturulan yara örtücüler yapay ve doğal olarak elde edilen yara örtücüler üretildikleri materyallere göre(Hidrokolloidler, aljinat, hidrojel, kitosan, selüloz, gümüş, kollajen, biomalzeme ve modern yara örtücüler), fiziksel şekillerine göre (Köpük, şeffaf filmler), etken madde içeriğine göre(Antibakteriyel etken madde içeremler, büyüme faktörü içerenler, vitamin ve mineral içerenler), modern yara

örtücüler (Bioaktif yara örtüleri, doku mühendisliği ürünleri, greft ve greft eş değeri) başlıkları altında incelenmektedir.

Yapay doku, ağır yara tedavilerinde kullanılabilen yara ve vücudun diğer çalışan organlarıyla herhangi bir anti-reaksiyon göstermemesi gereken bir yüzeydir. Tekstil malzemesi doğal, yapay ve bu ikisinin değişik ölçülerde karışımından elde edilen dokuma, örme ve dokusuz yüzey olarak yara örtücü ve yapay doku çalışmalarından kullanılmaktadır.

Tez kapsamında yara örtücü ve yapay doku alanlarında tekstil kompozitlerinin kullanımına yönelik güncel çalışmalar verilmiş olup performans yönünden karşılaştırmalar yapılmıştır.

TEŞEKKÜR

Tez konuma beni yönlendiren, tecrübeleri bilimdeki bakış açısı, vizyonu, ahlaki ve adil tutumunu örnek aldığım, COVID-19 pandemi sürecinde de tez çalışmama desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Emel Ceyhun Sabır ‘a teşekkürlerimi sunarım.

Beni yüksek lisans eğitimine teşvik eden ve hayatım boyunca maddi-manevi desteklerini esirgemeyen; annem, babam ve kardeşime teşekkürü bir borç bilirim.

Rana SÖĞÜT

27/05/2021

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. YARA VE YARA ÖRTÜCÜLER.....	5
2.1.Yara ve Çeşitleri	5
2.1.1. Yara Çeşitleri	6
2.1.2. Yaranın İyileşmesi	9
2.1.3. Yara Örtücü Olarak Kullanılan Malzemeler.....	13
2.4. Yara Örtüsü Özellikleri.....	16
3. YAPAY DOKU ÇALIŞMALARI	27
4. DOĞAL VE YAPAY YARA ÖRTÜCÜLER	39
4.1. Üretildikleri Materyale Göre Modern Yara Örtüleri	41
4.1.1. Hidrokolloidler	41
4.1.2. Aljinat Yara Örtüsü	49
4.1.3. Hidrojeller.....	53
4.1.4. Kitosan Yara Örtüsü	58
4.1.5. Selüloz Yara Örtüsü	64
4.1.6. Gümüş Yara Örtüsü	68
4.1.7. Kollajen Yara Örtüsü.....	70
4.1.8. Biyomalzeme Yara Örtüsü	73
4.1.9. Modern Yara Örtücülerinin Materyale Göre Karşılaştırılması	73
4.2. Fiziksel Şekillerine Göre Modern Yara Örtüleri	77

4.2.1. Köpükler.....	77
4.2.2. Şeffaf Filmler	80
4.3. Etken Madde İçeriğine Göre Modern Yara Örtüleri.....	84
4.3.1. Antibakteriyel Etken Madde İçeren Yara Örtücüler	85
4.3.2. Büyüme Faktörü İçeren Yara Örtücüler	86
4.3.3. Vitamin ve Mineral İçeren Yara Örtücüler	86
4.4. Güncel Modern Yara Örtüleri.....	87
4.4.1.Biyoaktif Yara Örtücüler.....	87
4.4.2. Doku Mühendisliği Ürünleri	89
4.4.3. Greft ve Greft Eşdeğerleri	90
5. SONUÇ	93
KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ	107

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. İmplant Edilemeyen Materyaller	29
Çizelge 3.2. İmplant Edilebilen Materyaller	34
Çizelge 4.1. Üretilen Materyale Göre Yara Örtücülerin Performas Değerlendirilmesi	74
Çizelge 4.2. Fiziksel Şekillerine Göre Yara Örtücülerin Performas Değerlendirilmesi	84





ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1. Sağlıklı deri(epidermis) görünümü	6
Şekil 2.2. a) Akut Yaralar b) Kronik Yaralar	8
Şekil 2.3. İyileşme Fazları.....	11
Şekil 2.4. Yara İyileşmesinin Fazları	12
Şekil 2.5. Yaralanmadan Sonraki Evreler	13
Şekil 2.6. Hidrojelmembran Materyallerinin, Yara İyileşme Aşamalarını Arttırmak ve Hızlandırmak İçin Rolünün Şematik Gösterimi	15
Şekil 2.7. Yara Örtücü Malzemenin Gerekli Özellikleri.....	17
Şekil 2.8. Sıvının Yüzeyle Yaptığı Temas Açısının Zamanla Değişimi	19
Şekil 2.9. Gümüş Moleküllerinin Yara Örtücü Yüzeydeki Yerleşim ve Yaşayan Organizmayla Etkileşimi	20
Şekil 2.10. Yara Örtüsü Kullanılan Yüzey Etkisiyle Günler İçerisindeki İyileşme Performansı.	22
Şekil 2.11. Pamuklu Gazlı Bez Yara Örtücünün Performansı	23
Şekil 2.12. Yapışkan Bandajlı Steril Nonwovenped Yara Örtücünün Performansı	24
Şekil 2.13. Köpük Örtü (A. Su geçirmez üst tabaka, b. Fazla Sıvıları Emen Köpük Katmanı C. Hydrofiber D. Cilt ile Uyumlu Yapışkan doku)	24
Şekil 3.1. İmplant Edilemeyen Materyallerin gösterimi	30
Şekil 3.2. İmplant Edilemeyen Materyallerin gösterimi	30
Şekil 3.3. Bandajlar	32
Şekil 3.4. Ön Çapraz Bağ Protezleri	35
Şekil 3.5. Ortopedik İmplantlar.....	36
Şekil 3.6. Tüp Dokuma ve Saç Örgüsü (braided) Protez Damar Örnekleri	37
Şekil 4.1. Hidrokolloid Görünümü.....	42
Şekil 4.2. Hidrokolloid İçeren Yara Örtülerinin İşleyişi.....	43
Şekil 4.3. Hidrokolloid İçeren Yara Örtüleri.....	43
Şekil 4.4. Hidrokolloid bazlı yara örtüsü örtücünün performansı	45

Şekil 4.5. Hidrokolloidlerin Yaradaki Görünümü.....	46
Şekil 4.6. Hidrokolloidler.....	47
Şekil 4.7. Aljinatın Elde Edildiği Yosunlar.....	49
Şekil 4.8. Aljinat Kimyasal Yapısı.....	50
Şekil 4.9. Aljinat Örtü Çeşitleri.....	51
Şekil 4.10. Aljinat Yara Örtüsü İşleyişi	52
Şekil 4.11. Hidrojel	54
Şekil 4. 12. Hidrojellerden Elde Edilmiş Yara Örtücü Yüzey	55
Şekil 4.13. Hidrojel Yara Örtücü	56
Şekil 4.14. Hidrojel Yara Örtüsü	57
Şekil 4.15. Kitinin Eldesi	60
Şekil 4.16. Kitinin Kimyasal Yapısı	61
Şekil 4.17. Kitosanın Kimyasal Yapısı	61
Şekil 4.18. Kitosan Yara Örtüleri.....	62
Şekil 4.19. Kitosanın Yara İyileştirici Özellikleri İlgili Sonuçlar	63
Şekil 4.20. Selülozun Üç Boyutlu Yapısı	65
Şekil 4.21. Selülozun Kimyasal Görünümü.....	66
Şekil 4.22. Selüloz Yara Örtüsü.....	66
Şekil 4.23. Gümüş Yara Pansuman Örtüleri	68
Şekil 4.24. Gümüş Yara Örtüsü	69
Şekil 4.25. Kollajen Yapısı	71
Şekil 4.26. Kollajen Yara Örtüsü	72
Şekil 4.27. Köpük Yara Örtücünün Oyuk Yarada Uygulanımı	77
Şekil 4.28. Köpük Örtü	79
Şekil 4.29. Köpük Örtüler	79
Şekil 4.30. Şeffaf Film Örtüler	81
Şekil 4.31. Şeffaf Film Örtü.....	82
Şekil 4.32. Biyoaktif Yara Örtüleri	88

1. GİRİŞ

Yara tedavisi araştırmalarında ve uygulamalarında yara örtüleri çok büyük bir öneme sahiptir. Yara bölgesini örten yara bakım ürünleri zarar gören doku ve hücreleri dışarıdan gelecek etkenlere karşı koruyarak, hücre yapısına göre hücre üretimini başlatarak iyileşme sürecinde yardımcı olmaktadır. Yara bakımında farklı kapasitelerde sentetik ve doğal bandajlar, sargı bezi, gazlı bez ve hidrofil pamuk gibi geleneksel ürünler kullanılmış ve bu geleneksel yara örtülerinin öncelikli görevi yara sıvılarının buharlaşmasını gerçekleştirecek biçimde yarayı kurutarak bakterilerin üremesini engellemektir.

Yaranın çevresinde nemli ve ılık bir ortamın oluşturulması başarılı ve hızlı iyileştirmeyi sağlamaktadır. Bu anlayış ile iyileşme süreçlerinde epitel hücre hareketlerine izin veren ortamın oluşturulması gerekmektedir. İyileşmenin gerçekleşmesi için gerekli olan koşullar, doku ve hücrelerin yara etrafında rejenerasyonuna izin verebilecek nemli ortamın, düşük bakteriyel kontaminasyonun oluşması ve etkin oksijen sirkülasyonunun sağlanması olarak özetlenebilir.

Yara; kuru, enfekte, akut, kronik ve eksüdalı biçimde olabileceği gibi farklı özellikleri de bünyesinde bulundurabilir. Bu nedenlerle yara bakımı için gerekli olan yara örtüsü tek tip olmayabilir. İyileşme süreçleri birbirlerini takip eden aşamalardan oluşmaktadır. Aşamaların tedavileri tek tip örtü ile sağlanmayabilir. İyi bir yara tedavisi için çevresel koşullar, sosyal koşullar, hastanın sağlık durumu ve kullanılan yara örtüsünün fiziksel ve kimyasal özellikleri de değerlendirilmelidir. İyileşme için rutin kullanımlara geçilmeden önce yaralanma derecesi ve yaranın tipine göre uygun tedavi süreci, örtülerin performansları ve etkinliklerine dikkat edilmelidir.

Uygulama için bugüne kadar kullanılan maddelerde insan ergonomisine uygun yapılar üzerine çalışılmıştır.

Yaraların tedavisinde kullanılmak üzere geliştirilen yara örtücüler doğal ya da sentetik polimerlerden oluşabilmektedir. Yara iyileştirilmesinde kullanılan doğal polimerler; kollajen, jelatin, ipek, selüloz, kitin ve kitosandır. Yara iyileştirilmesinde

kullanılan sentetik polimerler örnekleri; poli(vinilalkol), poli(kaprolakton), poli(laktat), poli (laktat-co-glikolat)tır. Yara örtücülerde genellikle gümüş ve alaşımları kullanılmaktadır. Son çalışmalarda kitin ve kitosanın yara örtücüleri üzerine yoğunlaştığı görülmektedir.

İyileşme süreci için üretilen yapay dokuların ise doku iskelesinde kullanılan tekniğin gözeneklilik, gözenek boyutu, gözenek dağılımı ve gözeneklerin birbirleriyle olan bağlantısı açısından tutarlı olması gereklidir (Salgado ve ark. 2004). Arpornmaeklong ve ark. (2002) 'na göre 100 µm ile boyutunda gözeneklerin elde edilmesi, dondurarak kurutma tekniği ile mümkündür. Ang ve ark. (2002), serbest katı hal yöntemlerinden biri olan hızlı prototipleme yöntemi ile 200 µm üstü gözenek boyutuna sahip olan kitosan doku iskelelerini elde edilmişlerdir. Bunların haricinde çeşitli dokusuz yüzey teknolojileri, örme yüzeyler ve dokuma yüzeyler yapay doku çalışmalarında yer almıştır.

Tekstil kompozitleri pek çok yapısal uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu malzemelerin düşük yoğunluklarda yüksek dayanım, sertliği, yüksek enerji depolama davranışları ve mükemmel yorulma performansı vardır. Günümüzde tekstil kompozit malzemeleri tıbbi tekstil ürünlerinde de kullanılmaktadır.

Tıbbi tekstiller, teknik tekstiller kapsamında büyük bir pay almaya başlayan büyüme ve ürün gamı oluşturmaktadır. Bu alan için örnekler; Ameliyat iplikleri, cerrahi elbiseler ve örtüler, bandajlar, tıbbi maskeler, ıslak mendil kadın hijyen bağları, idrar tutucu bezler, su geçirmez yatak kılıflarıdır. Bu ürünlerin çoğunluğu tek kullanımlık olarak üretilir ve kullanımı sağlanır. Tekstil sanayisindeki yeni tekstil lifleri sayesinde yaradaki enfeksiyonların önlenmesi, işlevini yitirmiş olan doku, organ, damar gibi olguların işlevini üstlenmesi, yara örtücü olarak yara tedavisinin desteklenmesi, lif ve nano kapsülleme ile ilaç yayılımlarının sağlanması mümkün olabilmektedir.

Tıbbi tekstillerin gelişimi sentetik liflerin keşfinden sonra artmaya ve ilerlemeye başlamıştır. 1960'larda dokusuz yüzey üretim ve 1958'den sonra tek

kullanımlık ürünlerin kullanılmasıyla enfeksiyon geçiş riskinin azalması sonucunda tıbbi tekstillere yönelik araştırmalar büyük bir hız kazanmıştır.

Tıbbi tekstiller; dokuma, örme, dokusuz yüzey üretim yöntemleriyle üretilmektedir. Günümüzde bu üretim alanlarından dokusuz yüzey artık daha da yaygın kullanılmaya başlanmıştır.

Tıbbi tekstil malzemeleri uygulama alanlarına göre dış ve iç olarak ikiye ayrılır. Dış tıbbi tekstil uygulamaları vücudun dış yüzeyine uygulanan materyallerden oluşmaktadır. Epidermise temas eden veya temas halinde olmadan işlevsel olabilen yüzeylerdir. İmpilant edilmeyen ürünlere örnek olarak; yara için sargı bezleri (absorbend özellikli pedler), bandaj, plasteller (basit elastik ya da elastik olmayan bandajlar, hafif destek bandajları, baskı bandajları, ortopedik bandajlar), gazlı bezler, sargı bezleri, tamponlar, fiber-optik elemanlar verilebilir. Hijyen ve bakım ürünleri; tıbbi giysiler (maskeler, bone ve başlık çeşidi, üniformalar, önlükler ve koruyucu giysiler), cerrahi kaplamalar (örtüler ve pedler), yatak örtüleri, idrarı absorbe edebilen pedler, kadın hijyenik pedler, kumaşlar/temizlik bezleri ve cerrahi çoraplarda verilebilecek diğer kullanım örnekleridir. İç tıbbi tekstil uygulamaları beden içerisine uygulanan yüzeylerden oluşur. İmplant edilen (vücut içerisine yerleştirilebilen) ürünler: biyolojik olarak çözünebilen ya da çözünemeyen ameliyat iplikleri, yumuşak dokular için implantlar (yapay tendon, ligament, kıkırdak, kas, deri ve göz kontakt lensi/yapay kornea), yapay eklemler ve kemikler, kardiyovasküler implatlar (damar greftleri, kalp kapakları tamiri için tekstil yüzeyler, damar ekleme) şeklindedir.

Tezin Önemi ve Amacı

Tez çalışmasında yara örtücü ve yapay doku alanlarında tekstil kompozitlerinin kullanımı ve performansına yönelik geniş kapsamlı araştırma yapılmıştır. Tez kapsamında incelenen araştırmaların genellikle belirli bir yapay doku, yara çeşidi veya yara örtüsü üzerine olduğu görülmüştür. Yapılan bu tez çalışmasında literatürde çok geniş olarak bu şekilde yer alan güncel çalışmalar belirli bir sistematik yaklaşımla verilmiştir. Öncelikle, vücutta sağlıklı epitel doku kaybından dolayı oluşan yaralar ve çeşitleri, yaranın iyileşmesi, yara iyileşmesi için gerekli olan ortamın sağlanması, yara örtücüler, tekstil ve kompozit bazlı yara örtücüler malzemeleri, özellikleri ve yara örtücülerden beklenen performansa yönelik çalışmalar ele alınmıştır. Tez çalışmasının devam eden bölümünde tekstil endüstrisinde de kullanılan malzemelerden elde edilen güncel yapay doku çalışmalarına yer verilmiştir. Tezde yara örtücüler temel konu olduğundan özellikle tekstil kompozit bazlı son bilimsel çalışmalar incelenmiştir. Tezde doğal ve yapay örtücüler üretildikleri materyal, fiziksel şekilleri, etken madde içeriğine göre sınıflandırılmış, detaylı olarak açıklanmış ve güncel gelişmelere yönelik yorumlanmıştır.

2. YARA VE YARA ÖRTÜCÜLER

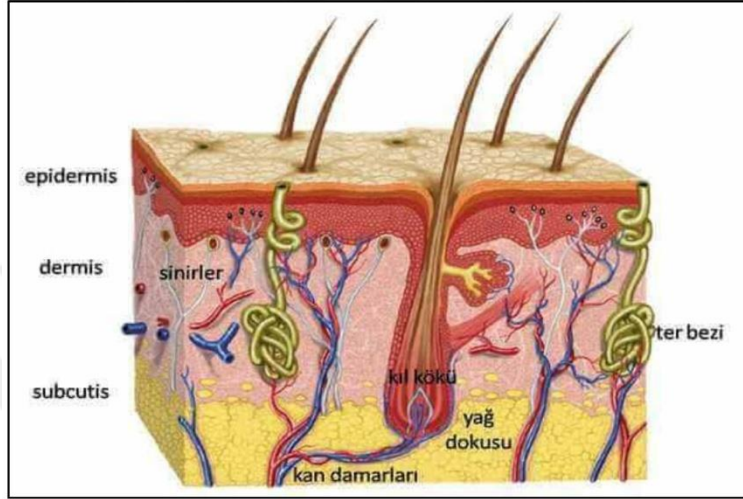
Bu bölümde, vücutta sağlıklı epitel doku kaybından dolayı oluşan yaralar ve çeşitleri, yaranın iyileşmesi, yara iyileşmesi için gerekli olan ortamın sağlanması, yara örtücüler, tekstil ve kompozit bazlı yara örtücüler malzemeleri, özellikleri ve yara örtücülerden beklenen performansa yönelik çalışmalar ele alınmıştır.

2.1.Yara ve Çeşitleri

Yara, dış ve iç kaynaklı yaralanma doku kaybı ve patolojik bir olay nedeniyle doku veya organın bütünlüğünün ve fonksiyonun bozulması sonucu ortaya çıkmaktadır. Yalçın ve ark. (2005) yaranın gündelik insan yaşamında çok sık karşılaşılan bir durum olduğunu ve diğer tüm patolojilerde olduğu gibi yaralanmadan korunmanın esas alınması gerektiğini belirtmektedirler. Yaraların çoğu bir iş ya da mesleğe bağlı olarak, kazalardan ya da hastalıklara bağlı olarak ortaya çıkar. Yara, eğer vücudun yaşamsal bir yerinde değilse basit hijyen kurallarına uyulduğunda, aşırı sıvı kaybı oluşturacak bir durumun olmaması ve tüm vücudu etkileyecek kadar toksik bir durumun olmaması halinde, genellikle iyileşme ile sonuçlanacaktır. Yara, olağan dışı nedenler sonucu, epitel doku birliğinin bozulması olarak tanımlanır. Yara meydana geldiğinde epitel dokudan oluşan derinin koruyucu etkisi ortadan kalkarken, doku kaybının yaşandığı bölgedeki giriş alanlarına mikroorganizmalar konumlanır ve dokuda önemli hasarlar meydana gelir. Araştırmacılar, yaranın yayılmasının önüne geçilmediği takdirde mikrobik faaliyetlerin insanın tüm yaşamsal faaliyetlerine zarar verebileceğini belirtmiştir.

Tepebaşı ve ark. (2017) ise yarayı, çeşitli etkenler sonucu (miyokard infarktüsü sonrası, ameliyat sonrası, delici kesici kazalar sonrası vb.) oluşabilen ve dokunun normal anatomik yapı ve fonksiyonunun kaybolması olarak tanımlanmaktadır. Tanımlar incelendiğinde; yara, dış ve iç kaynaklı yaralanma, doku kaybı ve olağan dışı bir olay nedeni ile doku veya organın varoluş bütünlüğünün ve

fonksiyonun bozulması sonucu ortaya çıkan yapı bozulması olarak tanımlanabilir. Sağlıklı deri(epidermis) görünümü Şekil 2.1'de verilmiştir (Yalçın ve ark. 2005).



Şekil 2.1. Sağlıklı deri(epidermis) görünümü (Yalçın ve ark. 2005)

2.1.1. Yara Çeşitleri

Yara, akut ve kronik olarak ikiye ayrılır (Dreifke ve ark. 2015). Akut yaralar, dışarıdan bir etki ve hasar ile oluşan lezyonlardır. Cerrahi girişim, ısırıklar, yanıklar, küçük çizik/kesikler ve şiddetli travma sonucu ortaya çıkan geniş ezik, kesik yaraları ve kurşunlanma yaraları akut yaralardır. Bu yaralarda hızlı bakım ile iyileşme sağlanır. Kronik yaralarda ise kontamine ve nekrotik dokuların ortaya çıktığı yaralar (yanık, ezik) olup, genelde antibiyotik tedavisi ile iyileşme sağlanır.

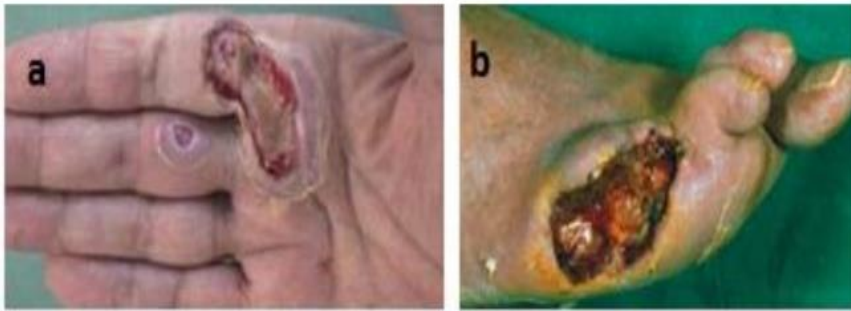
Tepebaşı ve ark. (2017) yaraların belirli kriterlere göre (geçen süre, yara onarımı ve geçirilen zaman dilimi) alt başlıklar altında incelenebildiğini ve bu sebeplerden dolayı yara iyileşme sürecinin, klinik olarak, akut veya kronik şeklinde sınıflandırmışlardır. Akut yaralar; standart, düzenli ve zamanında iyileşme yolunu takip eden fonksiyonel veya anatomik olarak onarılan yaralardır. Araştırmacılar, bu yaraların iyileşmesinin gerçekleşmesi için gereken zamanın genellikle 10 veya 30

gün arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Cerrahi işlem sonucunda dokunun travmatik kaybı nedeniyle de akut yaralar meydana gelebilir. Kronik yaralarda ise düzenli ve zamanında iyileşme görülmez. Yaranın iyileşme faktörleri hemostaz, inflamasyon, proliferasyon veya yeniden şekillenme aşamalarıdır. Bu aşamalardan bir tanesinde ya da birkaç tanesinde meydana gelen aksamalar (enfeksiyon, dokuda yetersiz oksijen seviyesi, dokunun patolojik olarak ölümü, eksüda veya inflamatuvarsitokinlerin artmış olması) neticesinde iyileşme süreci tamamlanamaz. Yarada bağışıklık sisteminin etkisiyle iyileşmenin devamlı olmaması, dokunun iyileşme cevabını kontrolsüz ve uzun bir süreçte meydana getirmesine neden olur ki bu da oluşan yaranın tekrar etmesi ile sonuçlanır. Kronik yaralar basınç, atar damar ve toplar damardaki yetmezlik, yanık, devamlı enfeksiyon hali ve kan damarlarındaki iltihaplanmalar gibi farklı nedenlerden kaynaklanabilir.

Kronik yara (basınç yaraları, venöz ve arteriyel yaralar ve diyabetik ayak yaraları) genetik nedenlerinde etkisiyle iyileşme döneminin normal süreden çok uzun süren, sıklıkla tekrarlayan ve iyileşmeyen yaralardır. Kronik yara sahibi bireylerin yaşam kalitesi hareket kısıtlılığı, pansuman değiştirme sayısının fazlalığı (enfekte olan dokunun eksüda salgısından dolayı), uyku düzensizliği nedeniyle beliren yorgunluk, koku, ağrı ve enfeksiyon gibi nedenler ile olumsuz etkilenmektedir. Bu kronik yaraların iyileşme süreci için yara nedenlerinin belirlenmesi ve ardından uygun tedavinin başlaması gerekmektedir. Kapalı ve açık yaralar yara deri bütünlüğüne göre temiz, kontamine, temiz-kontamine ve enfekte yaralar mikroorganizmalar ile bulaşma durumlarına göre, kırmızı, sarı, siyah, karışık yaralar yara rengine göre, akut yaralar, kronik yaralar iyileşme durumlarına göre ve doku kaybı olan yaralar doku kaybı bulunma durumuna göre sınıflandırılır (Aktaş 2012).

Yaralar bulundukları durum ve konuma göre çeşitli alt başlıklarda incelenir. Bu başlıklardan en önemlileri genel tanımlama ile akut ve kronik yaralardır. Akut yaralar; iyileşme süresinin belirlenebildiği ve saldırgan davranışlarda bulunmayarak öngörülen ölçüde iyileşme sağlayan, iyileşme fazlarını sırasıyla tamamlayarak tekrar

etmeyen yara tiplerindendir. Kronik yaralardan en büyük farkı ise süre olarak daha çabuk iyileşebilen doku bütünlüğünü kolay sağlayabilen yaralardır. Bu iyileşmenin en önemli faktörlerinden biri ise yaralara etki eden nedenler geçicidir bundan dolayı beklenen sürede iyileşme ve gelişme gösterir ve iyileşmeyi etkileyen çok az faktör bulunmaktadır Akut yaralar; cerrahi yaralar (ameliyat sonrası oluşabilen yaralar özellikle), yanıklar (düşük seviyede), ısırıklar, küçük sıyrıklar ve kesikler, kesici aletlerle yaralanmalar, lazer yaraları, silah yaralanmalarıdır. Kronik yaralar için bu yara çeşidinde yarayı oluşturan nedenler sürekliliği devam ettiği için iyileşme süresi en az üç aydan uzun süren yara çeşididir. Hatta bu yara çeşidi durum ve koşullara bağlı olarak iyileşmeyen kronikleşen bir doku bozulmasına neden olan yapılarıdır ve tekrarlama oranları yüksektir. Özellikle bu yara tipinde gözümüze çarpan yanık yaralanmalarıdır. Bu yanık yaralanmaları (kimyasal maddeler, ışık, elektrik, ısı) derideki epidermis, dermis, hipodermis gibi katmanları etkiledikleri için iyileşme süresi çok uzun sürdüğü araştırmalarda gözlenmektedir. Bundan dolayı yaraya direkt temas eden tedavi yöntemleriyle (oksijen dengesi, nem dengesi korunması) oluşabilecek iltihaplanmanın önüne geçilmeye çalışılır. Bu yaralarda genellikle pansuman uygulanması gereken tıbbi tedaviler uygulanır. Yara örtücüler bu tipteki yaralar için enfeksiyonel durumun engellenmesi için kullanılan yöntemlerdendir (Doğan 2012). Şekil 2.2 kronik ve akut yaralar için iki örneği göstermektedir. (Doğan, 2012).



Şekil 2.2. a) Akut Yaralar b) Kronik Yaralar (Doğan, 2012)

2.1.2. Yaranın İyileşmesi

Yara örtücülerin performansının belirlenmesinde yaranın iyileşme sürecinin iyi bilinmesi gerekmektedir. İyileşme, yaralanan dokunun bütünlüğünü geri kazandırılmasıdır. Yaraların tedavisi eski zamanlardan beri araştırılan bir konudur. Başlangıçta, sargı malzemesinin (yara örtücü malzeme) kullanımı, kanamanın durdurulması ve yaranın çevresel tahriş edici maddelerin yanı sıra su ve elektrolit bozukluklarından korunmasını amaçlamıştır.

Yaralanmadan hemen sonra yaranın iyileşme süreci başlar (Yalçın ve ark. 2005). İyileşme sürece doğal iyileşme süreci şeklin de özel bir sıra ile devam eder. İlk olarak yara kenarlarında salgılanan madde hücre ve damalar arası değişimleri başlatır ve kanamayı kontrol altına alır ve enfeksiyonu engelleyerek iyileşme sürecini hızlandırır. İyileşme sürecinin verimli ve etkili olması yaralanan bölgeye, yara ciddiyetine ve yaranın büyüklüğüne bağlı olarak farklılık gösterir. Ancak iyileşme sürecinde hemostazis, inflamasyon, proliferasyon ve yeniden şekillenme şeklinde sırası ile iyileşme fazları gerçekleşir. Yaralanma sonucunda oluşan doku zedelenmesi, hemostaz ve inflamasyon evresinde damar duvarını etkiler ve damarların büzüşmesine neden olur. Bununla beraber kan kaybı önlenmektedir. Doku zedelenmesi gerçekleşen bölgeye giden trombositler yaraya yüzeyine giderek orada birikir. Bu birikim yaranın üzerinde pıhtı oluşumunu sağlar. Diğer gerçekleşen evreler de protrombin trombine dönüşümünün sağlanmasından sonra ise fibrinojenin fibrine dönüşümü hızlanır. Trombosit, kan hücresi ve plazmalar ile karışan fibrin pıhtı oluşturur. Herhangi birinin eksikliği yaranın iyileşme sürecini olumsuz etkilemektedir.

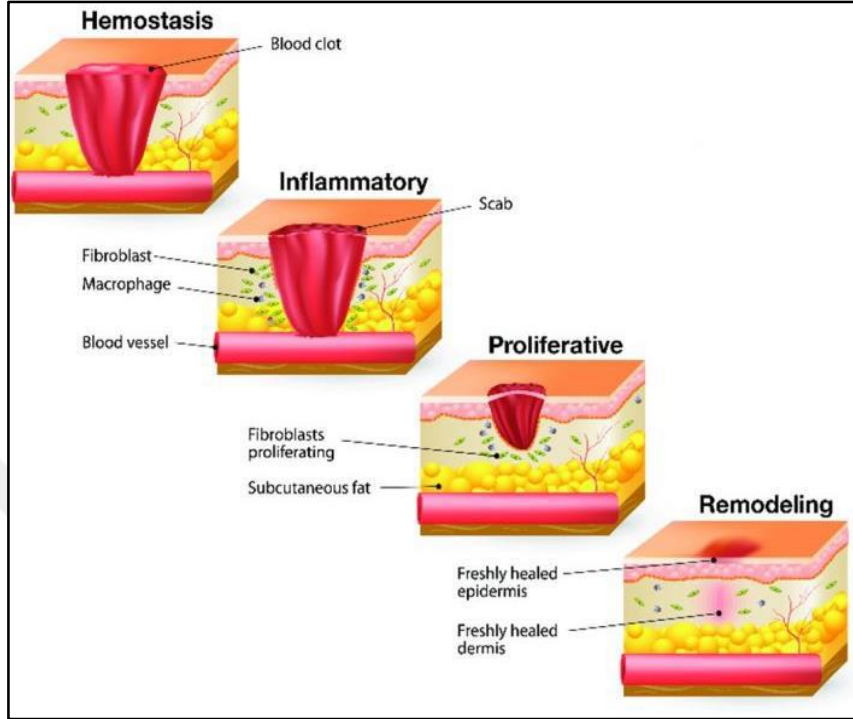
İlk olarak başlangıçta görünen damar büzüşmesi (vazokonstriksiyon) daha sonra oluşan damar genişlemesi (vazodilatasyon) kılcal damarın oluşturmuş olduğu yumağın geçirgenliklerini arttırarak sıvının doku içerisine geçmesi gerçekleşir. Oluşan fibrin lenf sisteminde depolanarak kızarıklık, ateş ve ödem gibi inflamasyonun lokal belirtileri yara üzerinde görülür. Proliferasyon fazında yara bölgesi üzerinde toplanan sıvı ile hücre büyümesi gerçekleşir ve yenilenme sağlanır.

Yabancı madde varlığı veya doku kaybı, yarada hücre yenilenme sürecini geciktirmektedir. Yara üzerinde hücrelerin yeniden oluşması ile yaranın üzeri yara örtücü ile örtülerek yara dış etkilerden korunur ve aynı zamanda sıvı kaybı, elektrolit ve bakteri girişi de önlenir.

Kılcal damar yumaklarında büyüme veya yeni damarlanma ile yara boşlukları kapanır. Yara üzerinde oluşan yeni dokunun büyümesi besin ve oksijen sağlayan damarların sayısının artması ile gerçekleşir. Bu artma nedeni ile granülasyon dokusu koyu pembe renktedir. Yara kenarları proliferasyon faz sonunun da kasılarak nedbe (skar) oluşturmak için birbirlerine yaklaşır. Yara yerinin yeniden şekillenmesi; yaranın ciddiyetine, iyileşme durumunda beslenmeye ve olumsuzluklara göre farklılıklar göstermektedir.

Nedbe (skar) büyüklüğü, sertliği ve rengi damarlanma azalmasıyla değişim göstererek zamanla yeni dokunun oluşumunu sağlamaktadır. Kollajen üretimi sayesinde bağ dokusu oluşmaktadır. Nedbenin pembe veya kırmızı olan rengi açılır ve kapladığı yüzey alanı daralır. Cerrahi biyoloji açısından iyileşen dokunun fiziksel özellikler tüm kimyasal ve morfolojik olayların en büyük ve önemli sonucu yara üzerinde oluşan gerilim kuvvetinin normal dokunun yüzeyine gelme durumudur.

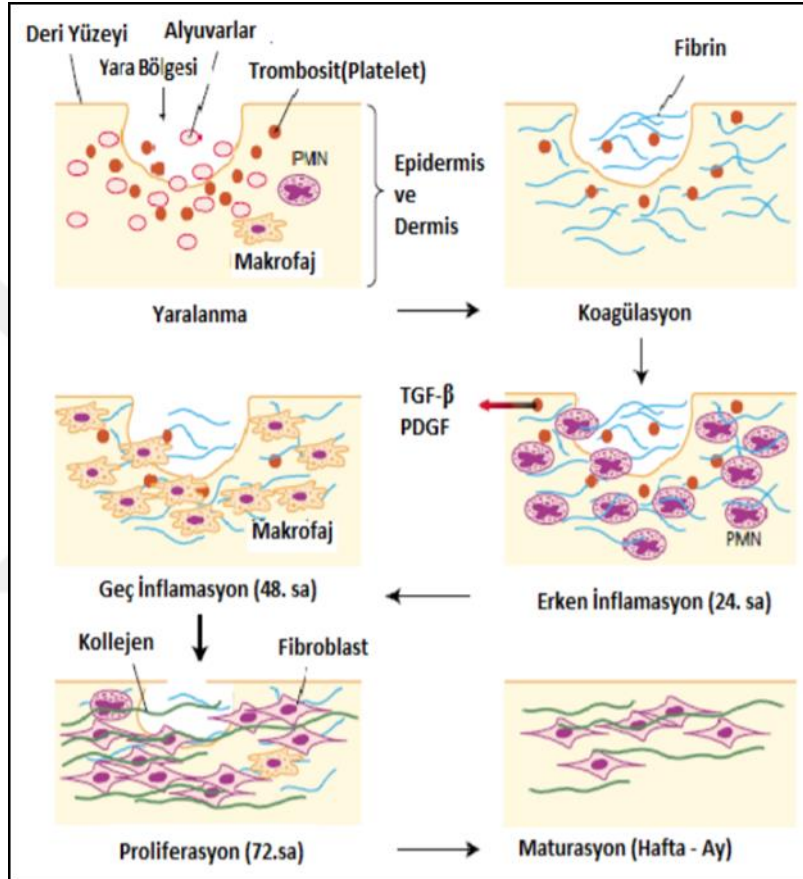
Yara gerilim kuvvetinin kazanım oranları kollajen fibrillerin ortaya çıkması ile artmakta ve hızlanmaktadır. Yaranın kenarlarında santimetrekare alana uygulanan kuvvet ile (kg/cm²) yara gerilim kuvveti ölçülmektedir. Şekil 2.3'te iyileşme fazları gösterilmiştir. Yara iyileşmesini hücrelerin proliferasyon (hücrelerin uygun koşullar altında hızlı bir şekil de hücre döngüsünü tamamlayarak çoğalması durumudur) ve farklılaşma özelliklerinden yararlanılarak hasarlı ya da kaybedilen dokunun yerine yeni dokunun oluşturulması prensibine dayanır (Yalman 2008).



Şekil 2.3. İyileşme Fazları (Yalman, 2018)

Yara iyileşmesini bozan olumsuz faktörlerin başında enfeksiyon gelmektedir (Velnar ve ark. 2009). Yara enfeksiyonu nedeniyle büzüşmenin önlenmesi, açığa çıkan toksin ve enzimlerin; fibrin ve büyüme/iyileşme faktörlerini parçaladığı ve kollajen yapısını olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Yarada enfeksiyon gelişiminde etkili faktörler; mikroorganizmaların türü, yaranın özelliği (dokuda yabancı cisim, ölü doku, hematoma), konak faktörleri, yaralanma bölgesi, yaralanma tipi (düzgün yüzeyler oluşturan delici-kesici aletler (bıçak, jilet), kör uçlu gereçler) şeklindedir. Yara bakımındaki gecikme ve kötü yara bakımı da enfeksiyon riskini arttırmaktadır. Sağlıklı yara iyileşmesinde temel prensipler ise; Doku hasarını ve kaybını en az düzeyde tutmaktır. Yeterli doku perfüzyon(kanlanma) ve oksijenizasyonunun sağlanması ve dokunun iyi beslenmesini ve nemlenmesinin sağlanmasıyla yeterli doku epitelizasyonunun sağlanması yara iyileşmesinin sürecini olumlu yönde etkilemektedir. Yara iyileşmesi sırasında gerçekleşen tüm

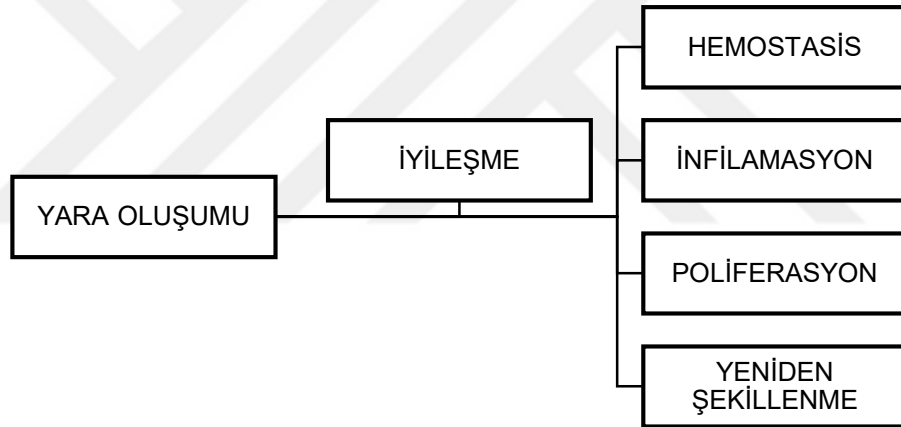
reaksiyonların en önemli sonucu yara gerilim kuvvetinin normal düzeyine getirilmeye çalışılmasıdır. Yara iyileşmesinin fazları süreci Şekil 2.4'te verilmiştir (Yalman, 2018).



Şekil 2.4. Yara İyileşmesinin Fazları (Yalman, 2018)

Yara iyileşmesinde hastanın yaşı da süreci etkileyen bir faktördür. Yaşlılarda yara iyileşme süreci yaşa bağlı olarak farklı şekilde etkilenir: İnflamatuar yanıtın azalması, gecikmiş anjiogenez, arterioskleroz'a bağlı azalmış doku perfüzyonu, malnütrisyon, vitamin eksikliği, kollajen sentezinin ve degradasyonunun azalması, epitelizasyonun yavaşlaması.

Altay ve ark (2010), yaşlılarda gecikmiş yara iyileşmesini incelemişler ve yara bölgesinde gecikmiş T-hücresi infiltrasyonu, makrofajların fagositik kapasitesinde azalma ve kemokin üretiminde değişikliklerle ilişkili olduğunu göstermişlerdir. Fagositik makrofaj sayısının ve makrofajların fagositik becerilerinin yaşla birlikte azaldığı tespit edilmiştir. Makrofajlar tarafından salgılanan büyüme faktörlerinin üretimi de yaş ile azalmaktadır. Yaranın gerilme kuvvetinin olduğu yeniden şekillenme (remodeling) fazında kollajen lifleri önemli role sahiptir; yaranın gerilme kuvveti, kollajen liflerinin kalınlığı ile doğru orantılıdır. Yaşla birlikte dokunun yırtılmalara karşı koyma gücü azalmaktadır. Yaralanmadan sonraki evreler Şekil 2.5'te detaylı bir biçimde açıklanmıştır.



Şekil 2.5. Yaralanmadan Sonraki Evreler (Altay ve Başal, 2010)

2.1.3. Yara Örtücü Olarak Kullanılan Malzemeler

Cilt, homeostaz ve mikroorganizmaların istilasının önlenmesinde önemli bir rol oynar. Cildin hasar gördükten hemen sonra genellikle bir pansumanla kaplanması gerekir. Üç çeşit yara örtüsü (sargı) vardır: biyolojik, sentetik ve biyolojik-sentetik. Klinik olarak yaygın olarak kullanılanlar biyolojik pansumanlardır, ancak bunların sınırlı tedarik, yüksek antijeniklik, zayıf yapışkanlık ve çapraz kontaminasyon riski

gibi bazı dezavantajları vardır. Sentetik pansumanlar uzun bir raf ömrüne sahiptir, minimal inflamatuvar reaksiyona neden olur ve neredeyse hiç patojen iletimi riski taşımamaktadır.

Bruin ve arkadaşları (2010) yaptıkları çalışmada, biyolojik-sentetik pansumanlar ise iki tabakalıdır ve yüksek polimer ve biyolojik malzemelerden oluşur; bu üç yara sargısı kategorisinin tümü klinik ortamda sıklıkla kullanılır, ancak hiçbiri tam olarak dezavantajsız değildir. İdeal bir sargının, yara ara yüzünde nemli bir ortam sağlamalı, gaz değişimine izin vermeli, mikroorganizmalara bir bariyer görevi görmeli ve fazla eksüdayı temizlemesini gerektiğini belirtmektedirler.

Toksik olmayan, alerjik olmayan, yapışkan olmayan ve travma, minimal işleme gerektiren, antimikrobiyal özelliklere sahip olan ve yara iyileşmesini destekleyen hazır bir biyomateryalden yapılmalı (Altay ve ark 2010).

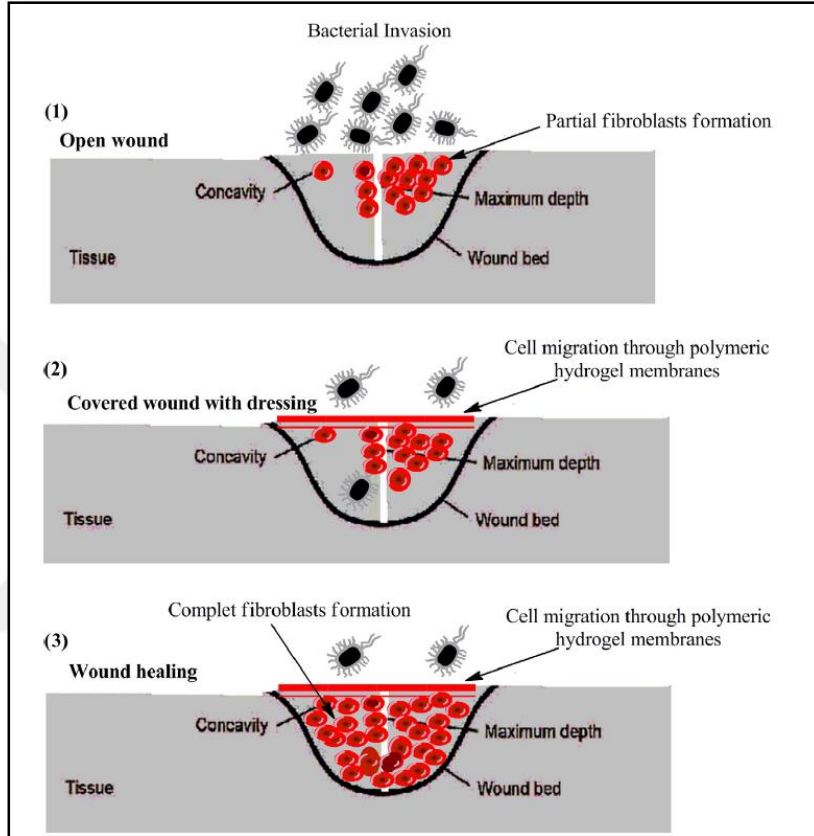
Bir yaranın iyileşmesi için çok eski zamanlar beri yaranın enfeksiyon kapmasını önlemek ve iyileşmesini sağlamak için yara üzerinde uygun malzemeler kullanılmış ve geliştirilmiştir.

Altay ve arkadaşları (2010) çalışmalarında yaraların iyileşmesi için uygulanan ilaç tedavilerinin yanında uygun yara örtücülerinin kullanımının önemi vurgulamışlardır. Yara örtücülerin görevi; mikroorganizmalara, dış etkenlere ve enfeksiyona karşı yarayı korumak, istenen zamanlarda yaranın üstüne ilaç salınımı yaparak, kan ve eksüdayı absorblayarak yara iyileşmesini kolaylaştırdığını belirtmektedirler.

Yara örtüleri hem kolay uygulanabilir hem de çıkarılabilir olmalıdır. Yara örtücülerinin nefes alabilen yapısı sayesinde daha az örtü değiştirilmeli ve optimal oksijen geçişi sağlanmalıdır.

Yaralar veya yanıklar için kullanılan yara örtücü malzemeler “suni cilt” olarak bilinir, yaralı veya tahrip olmuş cilt bölgelerinde iyileşmeyi hızlandırmak için normal cildin özelliklerine sahip olmalıdır (Hanna ve Giacomelli 1997). Bu amacı en iyi veren yapılar hidrojelldir. Hidrojelmembran materyallerinin, yara iyileşme

aşamalarını arttırmak ve hızlandırmak için rolünün şematik gösterimi Şekil 2.5'te verilmiştir.



Şekil 2.6. Hidrojelmembran Materyallerinin, Yara İyileşme Aşamalarını Arttırmak ve Hızlandırmak İçin Rolünün Şematik Gösterimi (Hanna, Giacomelli, 1997, 2-14)

Yara örtülerinin görevi ise ağır yaralarda enfeksiyona, mikroorganizmalara ve herhangi bir dış etmenlere karşı yara bulunan bölgeyi korumak, kan ve eksudayı (yaralanma sonucu vücut boşluğundan çıkan sıvıdır. Protein oranı yüksek ve beyaz kan oaranı yüksek bir sıvı içeriğine sahiptir.) absorbe etmek ve istenen koşullar çerçevesinde yara üzerine ilaç salınımı sağlayarak yara iyileşmesini

kolaylaştırmaktır. Ayrıca; yara örtüleri kolay uygulanabilir ve çıkarılabilir olmalı, nefes alabilir yapı sayesinde, yara iyileşmesi için optimal oksijen geçişini sağlamalı ve daha az örtü değiştirme sıklığı gerektirmektedir.

2.4. Yara Örtüsü Özellikleri

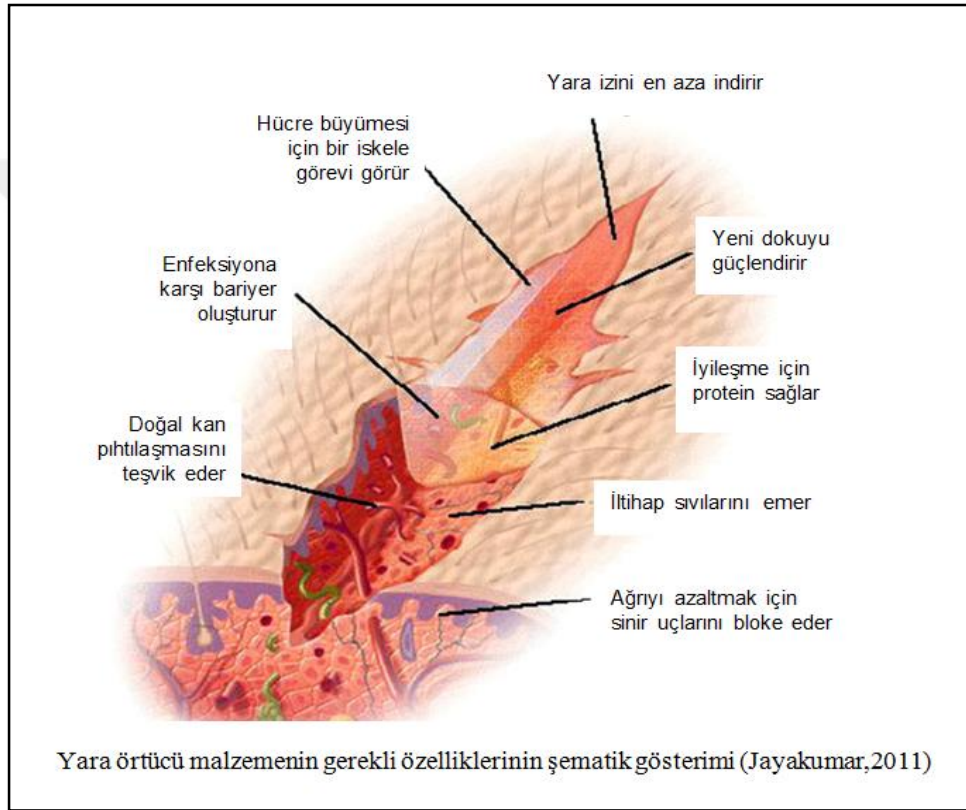
Yara örtüleri; tıp tekstillerinde koruyucu ve ergonomik etkilerden faydalanmalı. Yara örtücüleri fonksiyonel kompozit yapılar ile bir araya getirilerek, dokusuz yüzeylerin oluşturulmasıyla tıbbi tekstillerde atılım göstererek daha yaygın ve aktif bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Transparan film örtüler, hidrokolloid örtüler, hidrofiber örtüler, köpük (foam) örtüler, alginat örtüler, silikon jel tabakalar, antibakteriyel örtüler, hidrojel örtüler, kompresyon bandajları, özel emici-yapışmaz yara örtüleri gibi çeşitler bulunmaktadır.

Gelişen teknolojisi ile yara tedavisinde kullanılan medikal tekstillerin medikal alandaki kullanımları giderek önemini artırmaktadır. Yara örtüleri, yaralı bölgenin yabancı bakteri ve enfeksiyonel durumlardan korunmasına ve iyileşme süresine yardımcı olur. Çok eski çağlardan itibaren, iyi bir yara iyileşmesi ve yaranın enfeksiyon kapmasını önlemek için uygun malzemeler kullanılmaya çalışılmış ve buna yönelik malzemeler geliştirilmiştir. Güncel verilere göre 205'ten fazla çeşidi bulunan yara örtülerinin kullanımıyla, yara dokusundaki fazla eksudanın yanık yaralarda oluşabilecek yüksek proteinli beyaz kan hücreli sıvının emiliminin ve nemli bir ortam sağlanmasının iyileşme sürecine katkı sağladığı bilinmektedir. Yara örtücü malzemenin gerekli özellikleri Şekil 2.7 'da verilmiştir (Yaraderneği, 2016)

Yara örtülerinden beklenen başlıca özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Sıvı kontrolü: Yara örtüsü, bakterilerin hücrelere tutunma riskini azaltmak ve bandajdan çıkabilecek yara sıvısının sızmasını önlemek için eksudayı absorblayabilmeli ve epidermal tabakanın iyileşmesi ve yenilenebilmesi için gerekli olan nemli ortamı sağlayabilmelidir.

- Koku giderilmesi: Yaradan kaynaklı mikroorganizmaların oluşmasıyla oluşabilecek hoş olmayan kokuyu kontrol altına alabilmeli.
- Mikrobiyal kontrol: İltihaplı bulunan yaralarda var olan bakterilerin kontrole alınması ve yayılmanın engellene bilmesi.



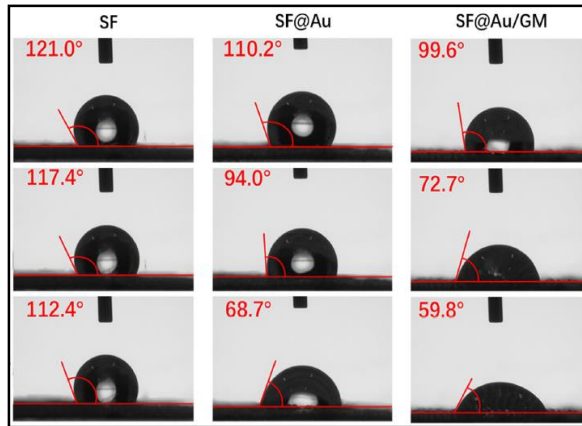
Şekil 2.7. Yara Örtücü Malzemenin Gerekli Özellikleri (Yara derneği, 2016)

- Fiziksel bariyer: Dış ortamdan gelebilecek olan yabancı maddeler partikülüler veya yaranın aktivasyonunu artırabilecek olan sıvı veya bakterilerin alınmasını engellerken içteki nem dengesini koruyabilecek olan bir bariyer sağlanmasını desteklemeli.

- Ölü dokuların temizlenmesi (Debridman): Yara iyileşme sürecini hızlandırarak hasarlı ve ölü dokuların mevcut epitel yüzeyden uzaklaştırılmasını sağlamak için PH, uygun nem koşulu, uygun ideal yüzey oluşumunu sağlanmasına destek olmalı.
- Kanama Etkisi: Travmatik ve ağır cerrahi yaralarda oluşan büyük kan kayıplarının engellenmesi için olabilecek en hızlı bir şekilde kanamanın durdurulması gerekmektedir. Kan pıhtılaşmasına yardımcı olan uygun yara örtüleri, kanamaların durdurulmasında yardımcı olmaktadır.
- Düşük yapışkanlık: Yara örtüsü yaranın derecesine göre belirli bir kısmı veya tamamının yapışması hem hasta konforu hem de yara iyileşme açısından önem arz etmektedir. Şayet yaranın yüzeyine istenen oranda yapışmadı ise örtü çıkarma esnasında travmalara sebep olabilir.
- Isı Yalıtımı: Isı kaybını önlemeli ideal ısıyı sağlamalı.
- Yara izinin giderilmesi: Son dönemlerde hastaların da estetik kaygı gütmesi, değişen estetik algısıyla yaraların estetik bir şekilde iz bırakmadan iyileşmesi çok büyük önem kazanmıştır.
- Maliyet: Malzemesi ve bakımı düşük maliyet sağlanması beklenmektedir.
- Pansuman-Zaman: Verimlilik açısından minimum örtü değişimi sağlamalı.
- Olumsuz etkiler: Toksiklenme veya alerjik reaksiyon göstermemelidir. İyileşme sürecinde örtünün fiziksel ve kimyasal yapısının değişmemesi, herhangi kimyasal reaksiyona girmemeli gerek ten ile gerek ortam ile.
- Yerinde Sabit Durma: Hastanın günlük aktiviteleri esnasında yerinde sabit durması gerekmektedir.

Yapılan çalışmalarda var olan yüzeylerin sıvı geçirgenliği yaşam şartlarına göre önem kazanmakta bunun için Zhou ve ark. (2019) da yaptığı araştırmada Şekil

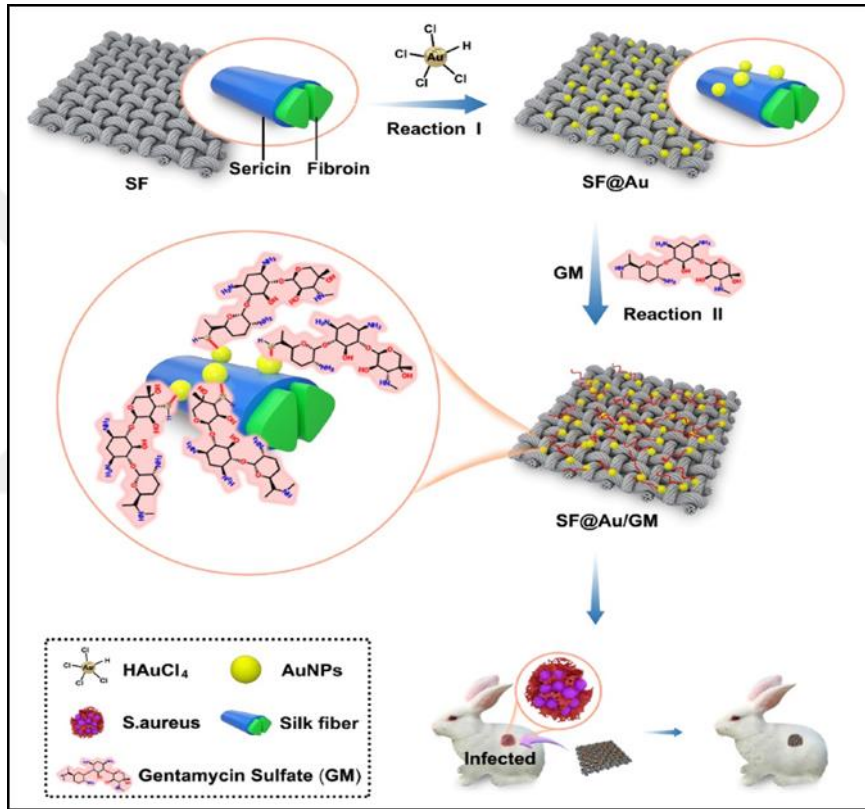
2.8’de görebileceğimiz su ve çeşitli yoğunluktaki sıvılarla yaptığı açı ve zamana bağlı emilimini incelemişlerdir gözlemleri sonucu suyun zamana bağlı temas açılarını (CA) kaydeder kumaşlar üzerinde damlacıklar SF(ipek kumaş) (121°) üzerindeki damlacıkların CA’sı kaldı 120 saniye sonra bile neredeyse değişmedi, bu da gri SF(ipek kumaş)’nin hidrofobik kanısına varılmasına ve yara sargısı için uygun olmaya bileceğine kanaat getirilirken. En iyisi SF Au / GM (kumüş karışımı giyine bilir kumaş)’de gözlemlenen hidrofilik performanslar başlangıç temas açısı ($99,6^\circ$) en küçük iken ve yüzey 120 saniye sonra yoğun bir şekilde ıslatılmıştır. Bu sonuç, işleminden sonra kumaşların arttırılmış kılcal etkisi AuNP’leri yüklemek için. Eş zamanlı gam giderme etkisi nedeniyle, kumaşı oluşturan filamanlar elle tutulur ve sayısız serpiştirilmiş mikro-yuvalar bulunmakta. Bu yeni boşluklar ana kumaşın kılcallığını önemli ölçüde arttırdı ve sonuç olarak artan hidrofilik performans. Geliştirilmiş hidrofilik özellik buna bağlı olarak gelişmiş giyebilen kumaşın su tutma kapasitesi, depresyonu azaltmak için uygun bir mikro ortam yaratma mikrobiyal biyofilmler ve yaradaki bakteriyel enfeksiyonları ortadan kaldırır.



Şekil 2.8. Sıvının Yüzeyle Yaptığı Temas Açısının Zamanla Değişimi (Zhoulin ve ark 2019)

Kollajen ve kitosan karışımı yara örtücülerle ilgili de çalışmalar bulunmaktadır. Koytürk ve arkadaşları 2016 yılında yaptıkları çalışmalarında;

elektro üretim yöntemi kullanılarak kitosan ve kollajen karışımı ile oluşan nanolifli yüzeyler meydana getirmişlerdir. Bu yüzeylerin yara örtücü olarak kullanımını araştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda; kitosannanolif-kollajenli yüzeyler yaraların iyileşmesine yardımcı olduğu görülmüştür. Ayrıca kollajen hücre çoğalmasına ve migrasyonuna olumlu etki göstermektedir.



Şekil 2.9. Gümüş Moleküllerinin Yara Örtücü Yüzeydeki Yerleşim ve Yaşayan Organizmayla Etkileşimi (Koytürk ve ark. 2016)

Pamuklu gazlı beze gümüş nanopartiküller eklenerek yara örtücülerin performansı araştırılmıştır. 2016 yılında Koytürk ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmalarda gümüş nitrati pamuklu gazlı beze indirgerek hızlı sentez yolu ile geçiş nanopartikülleri oluşturmaktadır.

Yapılan çalışmalar ve testler sonucunda pamuklu gazlı bezin sahip olduğu gümüş parçacıkları ile bezin değişik tiplerdeki enfete olma durumunu engellediği görülmüş. Ve ürünün antimikrobiyal aktivitesini yükselttiği gözlenmiştir. Fakat yara yüzeyinden nemin uzaklaşmasına pamuk gazlı bez yardım etmiştir.

Yara yüzeyindeki nemli ortamı sürdürmek yerine pamuklu gazlı bez yara yüzeyinde kurutma sağlamaktadır. Mostafalu Pooria ve arkadaşlarının 2017 yılında yapmış oldukları incelemelerinde yara üzerine pamuklu gazlı bezin kolayca yapıştığı için sıklıkla bezin değiştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Hastalarda travma ve ağrıya bu durumun neden olduğu bildirilmiştir. Yara örtüsü kullanılan yüzey etkisiyle günler içerisinde deki iyileşme performansı Şekil 2.10'da verilmiştir.

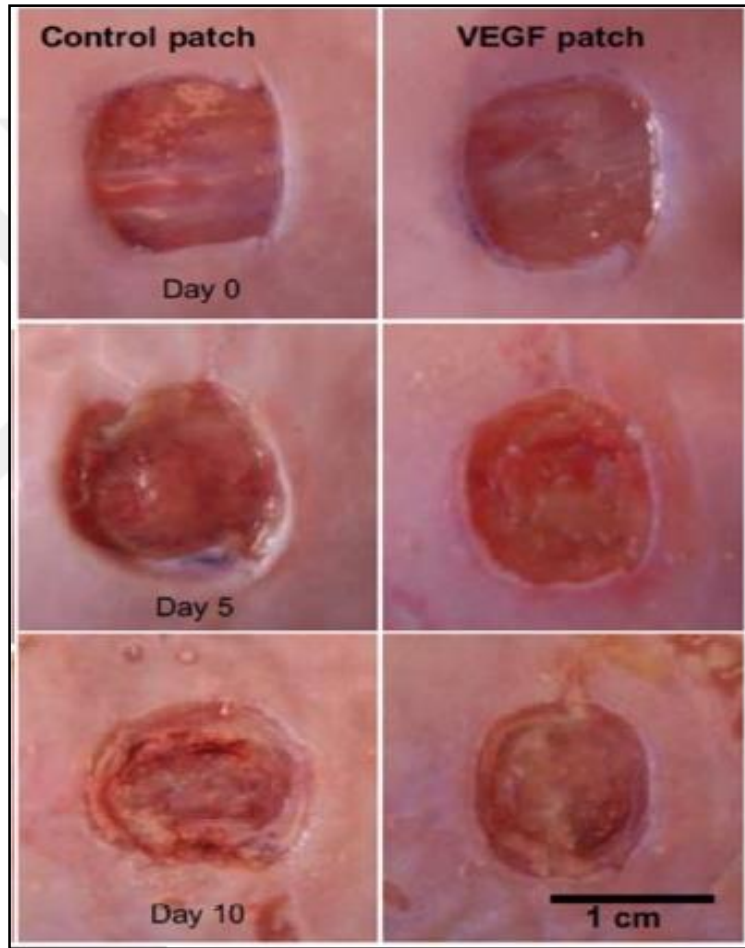
Kumar ve ark. (2021) cerrahi enfekte olmayan yaralarda farklı yara örtülerinin performansı üzerine çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada mevcut yara sargı sistemlerinin sınırlamalarını anlamak için ticari olarak temin edilebilen farklı yara örtücülerin iyileştirme performansına etkisini araştırmıştır. Çalışmada kasık fıtığı ameliyat olan hastalar seçilmiştir. Aynı yara türünde kullanılan üç farklı yara örtücü, steril pamuklu gazlı bezdir.

Steril Gazlı bezli pamuklu ped geleneksel yara pansuman yöntemidir. Bu durumda yara yeri önce steril pamuk ped ile kapatılmış ve ardından pamuklu gazlı bez yara yerinde 5 gün tutulmuştur. Pamuk pedin pamuk liflerinin yaraya yapıştığı ve kanla kuruduğu görülmektedir. Bir sonraki pansuman sırasında ped çıkarılırken, yara bölgesine yapışan pamuk lifleri hastaya ağrı vermiş ve ayrıca yara bölgesinden yeni oluşan dokuları uzaklaştırmıştır. Bununla birlikte, yara yerinde bazı pamuk liflerinin yapışmasına rağmen, iyileşmenin beşinci günde tamamlandığı bulunmuştur. Araştırmacılar daha iyi iyileşmeyi aşağıdaki nedenlere bağlamışlardır:

- Daha iyi hava sirkülasyonu,
- Yara bölgesini tamamen kurumadan nemli tutan daha iyi su buharı geçirgenliği,

- Bakteri girişinin gazlı bezle ped malzemesi tarafından korunması.

Bu yara sargısının en büyük sınırlaması, düzeltme sırasında yara bölgesinden yara örtüsünü çıkarırken hastaya verdiği ağrıdır. Süreç Şekil 2.11 'de verilmiştir.

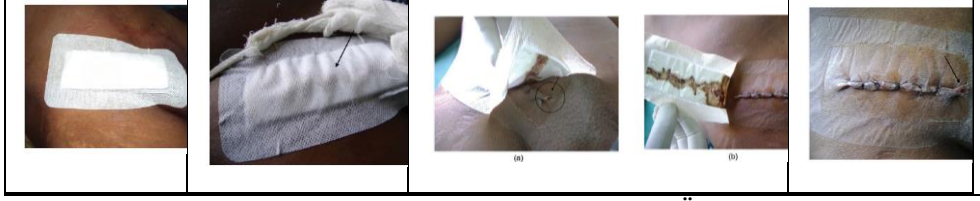


Şekil 2.10. Yara Örtüsü Kullanılan Yüzey Etkisiyle Günler İçerisindeki İyileşme Performansı. (Mostafalu Pooria ve ark ,2017)



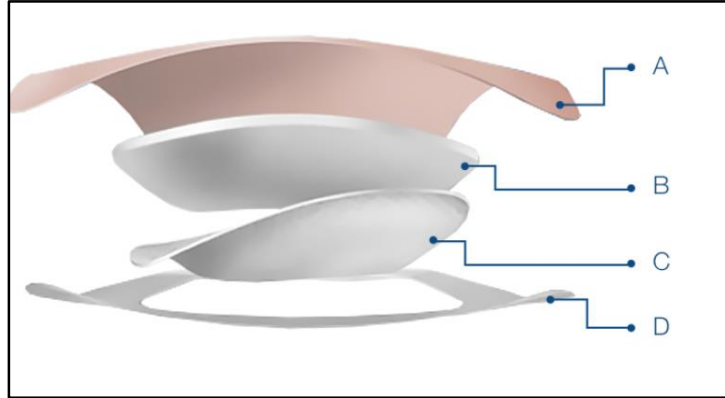
Şekil 2.11. Pamuklu Gazlı Bez Yara Örtücünün Performansı (Kumar ve ark. 2021)

Yapışkan bandajlı steril dokusuz yüzey pedleri, aynı cerrahi yara vakasında ikinci yara örtücü olarak, yapışkan bandajlı steril dokusuz yüzey pedleri kullanılmıştır (Kumar ve ark. 2021). Bu yara örtücü, kanın veya eksüdaların yara temas tabakasının üzerinde tutulan yüksek emici pedin içine geçişini sağlayan bir polyester yara temas tabakasından oluşur. Dokumasız arka yüzey üzerine eşit şekilde yayılan akrilik yapışkan, yara bölgesi üzerinde güvenli bir pansuman sabitlemesi sağlar. Farklı iyileşme aşamalarındaki yara Şekil 2.12'de verilmiştir. Ped için dokunmamış malzemenin kullanılması nedeniyle, yara bölgesinden eksüdaların emilmesi etkili olmuştur ve bu yara iyileşmesi için elverişli olan bir durum; ancak bir sonraki katmana veya atmosfere transferinin zayıf olduğu ve bu nedenle yara bölgesinde eksüda birikmesi görüldüğü belirtilmiştir. Bu yara örtücü kullanımının yarada enfeksiyona neden olduğu ve iyileşme sürecinin uzadığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 2.12. Yapışkan Bandajlı Steril Nonwovenped Yara Örtücünün Performansı
(Kumar ve ark. 2021)

Koytürk ve ark. (2016) yapmış olduğu çalışmalar sonucunda gümüş salınımlı köpük örtülerinin yara üzerinde olumlu etki bıraktığı saptanmıştır. Gümüş salınımlı köpük örtülerin emiciliğinin yüksek olması sızıntıyı engellemekte ve çevre dokuya uyum sağlamaktadır. Ayrı olarak bu bezlerin antimikrobiyal aktivitesinin yara iyileşmesine olumlu etki bıraktığı ve enfeksiyonu azalttığı belirtilmiştir. Gümüş salınımlı köpük örtüler yara kokusunu da azaltmaktadır. Gümüş köpük örtüler, iyileşmelerde yara üzerindeki sorunları çözer ancak oldukça pahalı ürünlerdir ve bu nedenle kullanımı sınırlıdır.



Şekil 2.13. Köpük Örtü (A. Su geçirmez üst tabaka, b. Fazla Sıvıları Emen Köpük Katmanı C. Hydrofiber D. Cilt ile Uyumlu Yapışkan doku)
(medikalportali.net)

Yara örtücü yüzeylerden beklenen performansların yeterliliğini bazı temel testler ile ölçülebilmektedir. Bu testler ortamın nem dengesi için ve yaradan dolayı

oluşan iltihap ve türevi sıvıların emilimi ve mikrop oluşumunu engellemesini sağlama, oksijen dengesinin kurulması ve yüzey verimliliğinin ölçümünü amaçlarıyla yapılmaktadır.

Su geçirmezlik testi; bu test TS 257 EN 20811'' kumaşların su geçirmezliklerinin hidrostatik basınç metodu ile Tayini'' standartlarına uyarak yapılmakta. Bu teste yara ile temas eden yüzeyin var olan sıvıyı içine absorbe etme yeteneği sınanır. Belirlenen standarda göre test edilen parça üç yerden su geçinceye kadar sabit şartlar altında hızla basıncı artılar su basıncına maruz bırakılır. ikişer tekrar yapılır ve sonuçların aritmetik ortalaması alınır.

Hava geçirgenlik testi; bu test yüzeyin gerekli iyileşmesi için oksijen ve hava temas ölçümü sağlar. ISO9237 standartlarına göre 200 Pa basıncı yaklaşık 20 cm² alandan hava akımı geçirilerek test yapımı sağlanır beşer tekrar ile ölçüm tamamlanır ve aritmetik ortalaması ve standart sapması hesaplanır.

Yüzey alanı ölçümü testi; Kullanılan cihaz numunenin tek bir yüzeyini tabaka kaplamak için ihtiyaç duyulan gazı yüzeye aktarmaktadır. Emmett, Brunaver ve Teller (BET) teorisinden faydalanarak yüzey alanı hesaplanır. BET yöntemi, toz veya yığınsal numune ölçümlerinde nano, mezo boyutu ve por boyutu yayılma analizlerinde kullanılmaktadır. Deney esnasında yüzeyde bulunan enerjileri ile atmosferdeki gaz moleküllerinin absorplanması yönü kullanılarak yapılır ve genellikle azot gazı kullanılır.

Su buharı geçirgenlik testi; yara örtücü yüzeyin dehidrasyonunun örtünün altına dolması ve yara örtücü yatağından ayrılması sebep olması nedeni ile varolan nemin korunması için yapılan performans testidir. Doğan ve arkadaşları (2012) yirmiiki farklı numuneye üçer kez tekrarlanan testi uygulamışlar ve nano boyuttaki gümüş katkısıyla su buharı geçirgenliğinin yüzeylerde arttığını görmüşlerdir.



3. YAPAY DOKU ÇALIŞMALARI

Yapay doku, daha çok doku mühendisliğinin üzerinde çalıştığı işlevsel olarak kullanabileceği hücreleri bir araya belirli kimyasal veya fiziksel açılarla oluşturduğu, uygun tutunabilir birleşim yapısı sonucu ortaya çıkan yüzeydir. Bu yüzey, ağır yara tedavilerinde kullanılırken yara ve vücudun diğer çalışan organlarıyla herhangi bir anti-reaksiyon göstermemesi gerekir. Tez çalışmasının bu bölümünde tekstil endüstrisinde de kullanılan malzemelerden elde edilen güncel yapay doku çalışmalarına yer verilmiştir.

Literatür incelendiğinde kitosan biyopolimerinin ve nanoparçacık formunun tekstil yüzeyine uygulanması ve alınan sonuçlar ile ilgili birçok çalışma olduğu görülmektedir. Sabır ve ark. (2016) gerçekleştirdikleri çalışmada kitosan biyopolimerini yünlü kumaşlara uygulamış ve antibakteriyel özelliklerini araştırmışlardır. Abdel-mohsen ve ark. (2012) yılında gerçekleştirdikleri çalışmalarda gümüş partiküllerini kitosan-o-metoksi polietilen glikol ile kapsüllemiş ve pamuklu kumaşa konvansiyonel daldırma-kurutma yöntemiyle uygulamışlardır. Hu ve ark. (2011) yılında kitosan nanoparçacıkları iyonik jelleşme yöntemiyle üretmiş ve hoş koku salınımı yapmaları amacıyla reaksiyona çiçek aromaları eklemişlerdir.

Thomas ve ark. (2011) yılında gerçekleştirdikleri çalışmada pamuklu kumaşa ilk olarak kitosan biyopolimerini kimyasal olarak bağlamışlar, ardından gümüş nanoparçacıkları da kumaşa aplike ederek yüksek antibakteriyel etkiye sahip tekstil yapıları üretmişlerdir. Abdelhady (2012) kitosan/çinko oksit nanoparçacıkları sentezlemiş ve elde ettikleri hibrid nanoparçacıkları pamuklu kumaş üzerine aplike ederek antibakteriyel ve UV koruyucu tekstil yapıları üretmişlerdir.

Gouda ve ark. (2010) yılında gerçekleştirdikleri bir çalışmada kitosan nanoparçacıklara bakır iyonları yüklemiş ve bu nanoparçacıkları antibakteriyel bitim işlemi malzemesi olarak pamuklu kumaşlara uygulamışlardır. Farklı olarak kitosan nanoparçacıklarını gümüş iyonları ile yükleyen Arif ve ark. (2007) düşük miktarda

gümüş eklemenin kitosanın antibakteriyel etkisini çarpıcı bir şekilde artırdığını tespit etmişlerdir.

Hu ve ark. (2011) kitosan nanoparçacıkları iyonik jelleşme metodu ile üretmişler ve üretim esnasında bu nanoparçacıklara çiçek kokusu yüklenmişlerdir. Üretilen bu hoş kokulu nanoparçacıklar pamuklu kumaşa uygulanarak hoş koku salınımı yapan inovatif tekstiller üretilmiştir. Petkova ve ark. (2014) Çinko oksit ve kitosan nanoparçacıkları sonokimyasal yöntem kullanarak pamuklu tekstil yüzeylere aplike etmişlerdir. Busila ve ark. (2015) yılında gümüş ve çinko nanoparçacıkları kitosan çözeltisi ile birlikte kullanarak antibakteriyel bitim işlemi için alternatif bir hibrid karışım ortaya çıkarmışlardır. Ali ve ark. (2011) iyonik jelleşme metodu ile ürettikleri kitosan nanoparçacıkları ve bunun gümüş eklenmiş hali olan gümüş/kitosan nanoparçacıkları polyester kumaşa uygulamış ve etkinliklerini kıyaslamışlardır.

Hebeishve ark. (2013) yılında tarafından gerçekleştirilen çalışmada kitosan biyopolimeri metakrilik asit varlığında nanoparçacık formuna getirilmiş ve sonuç olarak polimetilmetakrilat/kitosan nanoparçacıkları üretilmiştir. Daha sonra üretilen bu nanoparçacıklar pamuk kumaşa multifonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla uygulanmışlardır. Raman ve ark. (2014) yılında kitosan nanoparçacıkları bakıroksit nanoparçacıklar ile kombinleyerek pamuklu kumaşa uygulamışlardır.

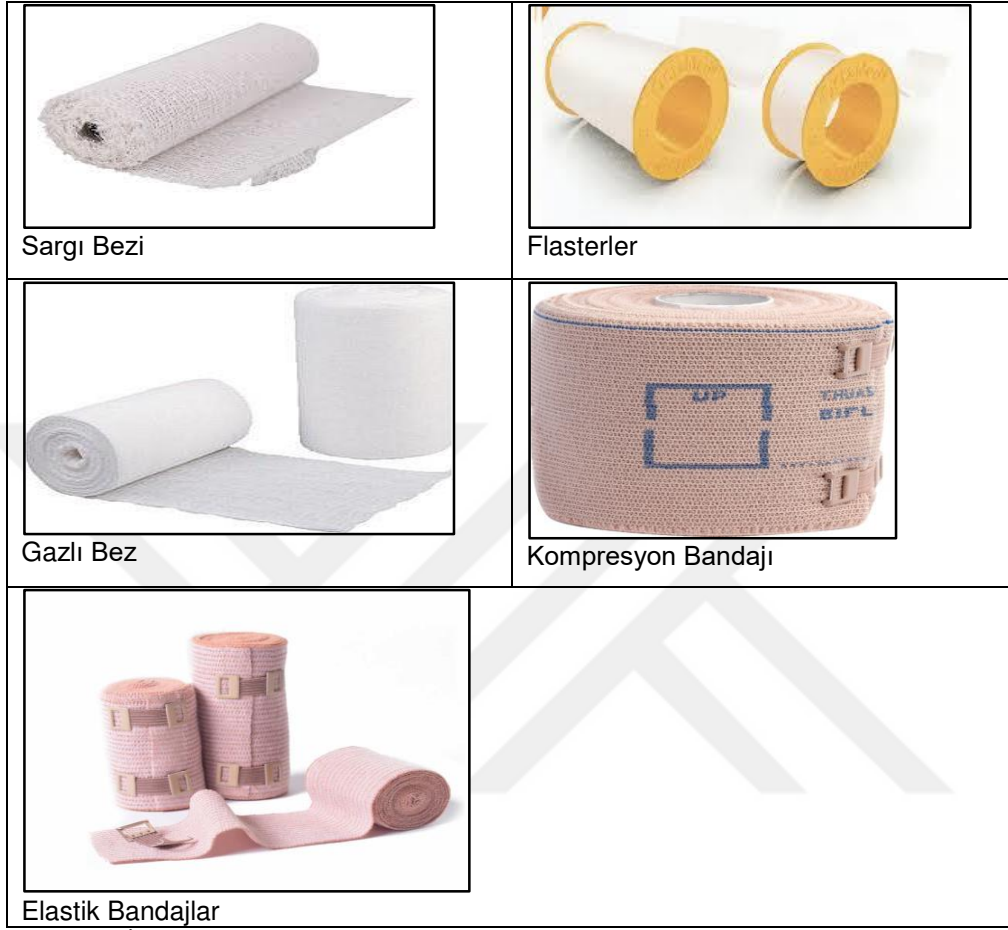
Gökçe ve ark. (2016) iyonik jelleşme metodu ile ürettikleri kitosan nanoparçacıkları daha önce plazma işlemi uyguladıkları yün kumaşlara aplike etmişlerdir. Gökçe ve arkadaşları daha sonra bu kumaşların hidrofilite, boyanabilme, renk haslıkları, sürtünme katsayısı, keçeleşme gibi özelliklerini araştırmışlardır.

Özdemir, (2006) tıbbi tekstil uygulamaları ameliyat ipliklerinden kemik naklinde kullanılan karmaşık kompozit yapılara ve basit temizlik bezlerinden ameliyathanelerde kullanılan gelişmiş koruyucu önlük kumaşlarına kadar çok geniş ve farklıdır. Bu materyaller en önemli iki ayrı uygulama alanına göre sınıflandırmaktadır.

İmplant edilemeyen (vücut içine konulamayan) materyaller: Plaster, bandaj, sargı bezleri gibi. İmplant edilebilen (vücut içine konulan) materyaller: Yapay eklemler, yapay bağlar, damar greftleri, ameliyat iplikleri gibi. Bu materyaller, vücut üzerindeki harici uygulamalarda kullanılmakta olup, deriye temas edebilir ya da etmeyebilirler. Çizelge 3.1’ de bu kategoride yer alan tekstil materyalleri ile bu ürünlerde yaygın olarak kullanılan lifler ve üretim yöntemlerine ait bilgiler yer almaktadır (Rigby ve ark. 1997). Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 kullanıma yönelik örnekleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. İmplant Edilemeyen Materyaller (Rigby ve Anand, 1997)

Ürünler	Lif tipi	Üretimsistemi
Yara sargıları		
Emici ped	Pamuk, viskos	Dokusuz yüzey
Yara ile temas eden tabaka	İpek, poliamid, viskos, polietilen	Örme, dokuma, dokusuz yüzey
Zemin materyali	Viskos, plastik film	Dokusuz yüzey, dokuma
Bandajlar		
Basit	Pamuk, viskos, poliamid,	Dokuma, örme
Elastik/elastik olmayan	Elastomerikliplikler	Dokusuz yüzey
Hafifdestek	Pamuk, viskos, elastomerikliplikler	Dokuma, örme, dokusuz yüzey
Kompresyon	Pamuk, poliamid, yüksek elastikiyetli iplikler	Dokuma, örme
Ortopedik	Pamuk, viskos, poliester, polipropilen, poliüretan köpük	Dokuma, dokusuz yüzey
Flasterler	Viskos, plastik film, pamuk, cam, poliester, polipropilen	Örme, dokuma, dokusuz yüzey
Gazlı bez	Pamuk, viskos	Dokuma, dokusuz yüzey
Sargıbezi	Pamuk	Dokuma
Tampon	Viskos, pamuklinteri, odunHamuru	Dokusuz yüzey



Şekil 3.1. İmplant Edilemeyen Materyallerin gösterimi (Rigby ve Anand, 1997)



Şekil 3.2. İmplant Edilemeyen Materyallerin gösterimi (medikalpotali.net)

Yara tedavisinde kullanılan pek çok sargı bezi çeşidi bulunmaktadır. Bu ürünlerin nitelikleri kan ve eksudanın emilmesi, enfeksiyona karşı koruma, yaranın ilaçla tedavisi ve iyileşmeyi hızlandırmadır. Yaygın olarak kullanılan sargı bezleri, esnek zemin materyali ve yarayla temas eden katman arasında emici bir tabakası olan kompozit tekstil malzemesidir. Emic pedler sıvıları ya da kanı emerek, yaranın korunmasında tampon görev görmektedir. Yarayla temas eden katman sargının yaraya yapışmasını engelleyerek, yeni dokunun oluşumuna engel olmadan kolaylıkla uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Zemin materyali sargının yaraya uygulanabilmesi için akrilik yapışkanla kaplanmaktadır. Kaplama teknolojisinde yaşanan gelişmeler sayesinde oda sıcaklığında yapışkan bir hal almasına rağmen kurudur. Bu sayede sargının performansını arttıran basınca duyarlı yapışkan kaplamalardır. Kitin, alginat ve kalojen liflerinin kullanılması bazı cerrahi ve tıbbi uygulamalarda iyileşme prosesinde etkin rol oynamaktadır. Alginat lifleri yarayla temas eden katman olarak kullanıldığında yara akıntısı ile alginat arasındaki etkileşim neticesinde sodyum kalsiyum alginat jeli meydana gelmektedir. Bu jel hidrojen, hidrofile karşı geçirgen olup, bakterileri geçirmeyerek yeni doku oluşumuna katkı sağlamaktadır.

Yara sarımında kullanılan diğer tekstil ürünleri ise tampon, sargı bezi ve gazlı bezlerdir. Gazlı bez açık bir örtü yapısı sahip emici kumaşlardan üretilmekte olup, parafinle kaplanarak yanıkların tedavi edilmesinde kullanılmaktadır. Tıbbi uygulamalarda gazlı bezler ped formu (tampon) emici ürün olarak kullanılmaktadır. Bu tamponun iplikleri baryum sülfat içermektedir. Bu sayede X ışınıyla görünmesini kolaylaştırmaktadır. Sargı bezleri hafif yanıklar ve ilk yardım amaçlı kullanılmaktadır.

Bandajlar; Bandajlar, tıbbi gereksinimlere bağlı olarak özel fonksiyonların tüm çeşitlerini yerine getirmek amacıyla üretilmektedir. Bandajların en yaygın kullanım alanları ise yara üzerindeki sargıların yerlerin sabit durmalarını sağlanmasındadır. Bu bandajlar şeritler halinde kesilerek viskoz ya da pamuktan düşük ağırlıkta bez ya da örme kumaşlardan üretilmektedir. Daha sonra ise

sterilizasyon, ağartma ve yıkama işlemleri yapılmaktadır. Elastik ipliklerde destek amacı kumaşlardan yararlanılır.

Dokuma hafif destek bandajları ligament (bağ) ve tendon burkulmalarının ya da kas incinmeleri için kullanılmaktadır. Bunların elastik nitelikleri yüksek büküme sahip pamuk krep ipliklerinin kullanılmasıyla sağlanmaktadır. Benzer niteliklerinden birisi de normal gerginliğe diğeri ise yüksek gerginliğe sahip olan iki çözgü levendinin birlikte dokunmasıyla elde edilir. Yeterli gerginlik uygulandığında, bandajın esneklik ve sonra normal hale dönme özellikleri yaralanmış organa destek sağlar. Örme bandajlar farklı boyutlarda tüp formunda imal edilmektedirler.



Şekil 3.3. Bandajlar (Rigby ve Anand, 1997)

Kompresyon bandajlar ise varisli damarların ve bacak ülserinin tedavisinde, korunmasında kullanılmaktadır. Sabit gerilimde uygulandığında bacağı istenilen oranda sıkacak biçimde tasarlanmıştır. Kompresyon bandajlar, ayak bileğine uygulayabilecekleri sıkma oranına ve ekstra yüksek, yüksek, orta ve hafif kompresyona sahip olmasına, elastomerik ya da pamuk iplik içeren örme veya olmasına göre gruplandırılmaktadır.

Ortopedik tampon bandajlar, kompresyon ve alçıların bandajlarının altında votka oluşturmak ve rahatsızlığı engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Dokusuz

yüzey ortopedik tampon bandajlar poliüretan köpükten, polyester veya polipropilen liflerden ve doğal veya diğer sentetik liflerin karışımlarından da üretilebilirler.

Dokusuz yüzey bandajlar hacimlilik kazandırmak için üretilmektedir. Mevcut materyallerle karşılaştırıldığında çok iyi tampon niteliğine sahiptirler.

İmplant edilmeyen bu tekstil materyallerinin dışında impilante edilebilen materyaller de kullanılır. İmplant edilebilir materyaller, vücutta yaraların kapatılması (ameliyat ipliği gibi.) ya da iyileştirme ameliyatlarında (yapay ligament, damar grefti gibi.) başarılı bir biçimde onarmak için tercih edilmektedir.

Vücudun implante edilebilir materyallere verdiği tepkiler:

- İnsan dokusunun büyümesi ve nakledilen ürünün hızını belirleyen gözenekli yapısıdır.
- Lifler insan dokusuyla, uyumda ince olduğunda daha iyi uyum sağlamaktadır.
- Lif polimerlerindeki zehirli maddeler salınmalı ve yüzey kirliliği (haşıl maddeler, liflerin içerisinde bulunana yağlar) oluşturabilecek maddeler uzaklaştırılmalıdır.
- İmplant edilen malzeme polimer ise biyolojik çözünübilirlik yönünden değerlendirilmelidir.

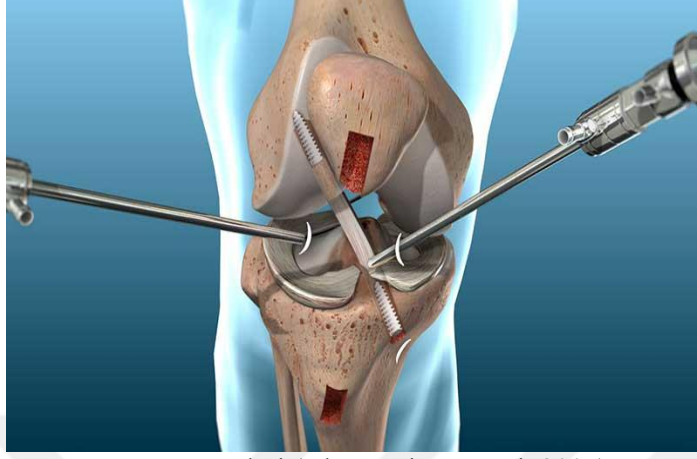
Çizelge 3.2’de implante edilebilen spesifik ürün grupları, üretim sistemi ve materyal tiplerine göre gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. İmplant Edilebilen Materyaller (Rigby ve Anand, 1997)

Ürün	Lif tipi	Üretim Sistemi
Ameliyat İplikleri		
Biyolojik olarak çözünebilen	Kollajen, poliglukolit, polilaktit	Monofilament, saçörgülü
Biyolojik olarak çözünemeyen	Poliamid, PTFE, poliester, polipropilen, çelik	Monofilament, saçörgülü
Yumuşak doku implantlar		
Yapay tendon	PTFE, poliester, poliamid, ipek, polietilen	Dokuma, saçörgülü
Yapay ligament	Poliester, karbon	Saçörgülü
Yapay kıkırdak	Düşükyoğunluklupolietilen	Dokusuz yüzey
Yapay deri	Kitin, Polimetilmetakrilat,	Dokuma, dokusuz yüzey
Kontak lens/yapay kornea	Silikon, kollajen	Polimer yöntemi
Ortopedik implantlar		
Yapay eklem/kemik	Silikon, poliasetat, Polietilen, kalojen, kitin, DBC	Dokusuzyüzey, 3D dokuma, polimermetodu
Kardiyovasküler implantlar		
Damar greftleri	Poliester, PTFE	Örme, dokuma
Kalp kapakçıkları	Poliester	Dokuma, örme

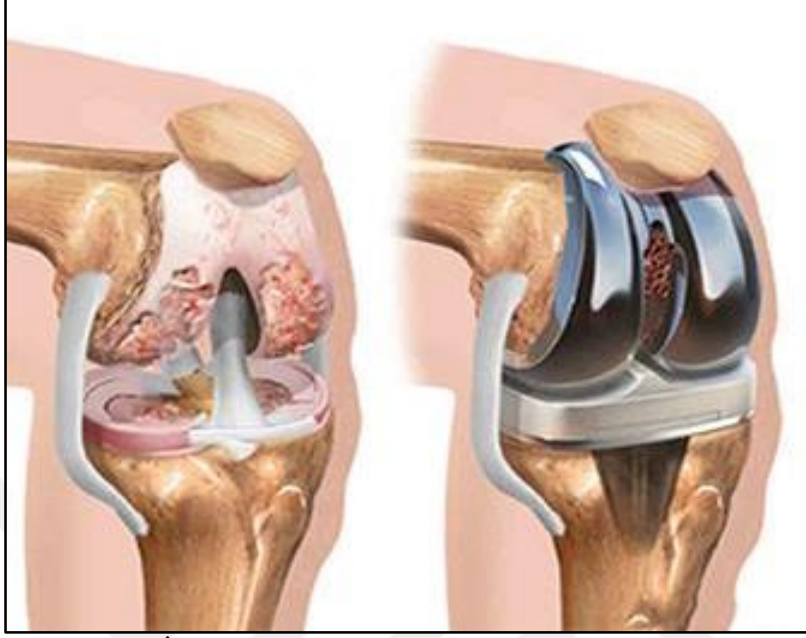
İmplant edilebilen tekstil malzesi olan ameliyat iplikleri, yaranın kapatılmasında kullanılan multifilament ya da monofilament formunda ve iplik türüdür. Bununla birlikte biyolojik olarak çözünemeyen ve biyolojik olarak çözünebilen çeşitleri bulunur. (Rigby ve Anand, 1997).

Tekstil ürünleri esnek ve mukavemetli nitelikte olmasından dolayı yumuşak doku implantları için uygun bir malzemedir (Şekil 3.4). Bu özelliğinden dolayı yumuşak doku implantları hem düzenleyici hem de yeniden canlandıran cerrahi uygulamalarda kıkırdakların, ligamentlerin ve tendonların değiştirilmesinde faydalanılmaktadır (Rigby ve Anand, 1997).



Şekil 3.4. Ön Çapraz Bağ Protezleri (Khatwani ve Desai, 2005)

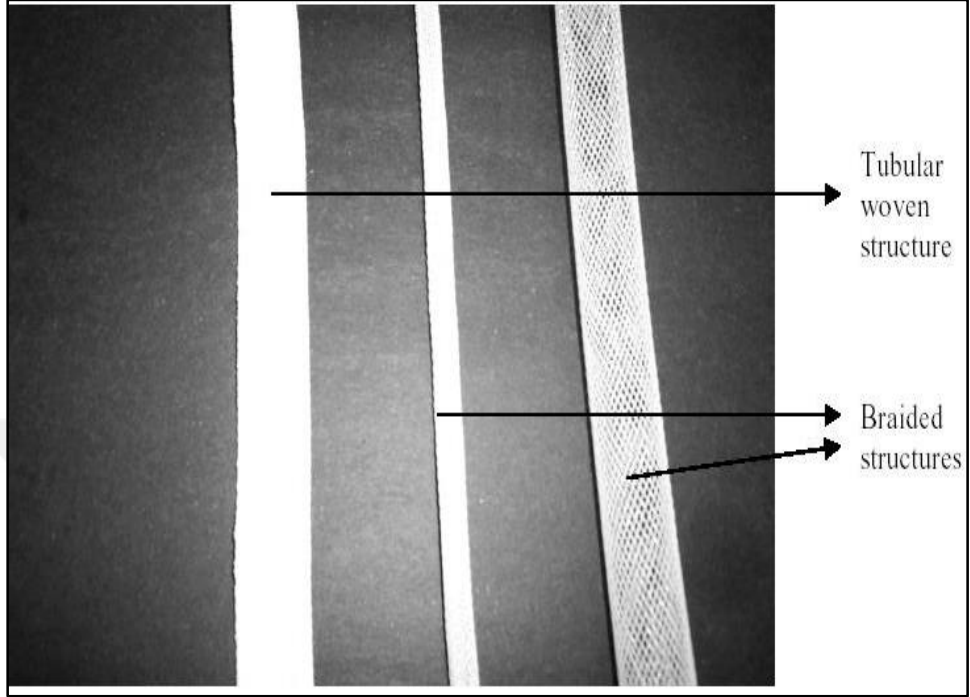
Ortopedik implantlar, ortopedik implantlar, kemikler ve eklemlerin yenilenmesi gibi sert doku uygulamaların kullanılan ürünlerdir (Koko 1998). Kırılan kemikleri stabilize edilmesi için implante edilen sabitleme plakaları da bu kategoride yer almaktadır. Lif takviyeli kompozit ürünler ile bu uygulamalarda gereksinim duyulan biyolojik uyumluluk ve yapısal mukavemetle tasarlanmaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Ortopedik İmplantlar (Koko,1998)

Kompozit malzeme hem yumuşak hem de sert doku uygulamalarında kullanılabilir. 13- 130 μm çelik filamentlerden (teknik tekstil materyali) meydana gelen saç örgülü cerrahi kablolar, kırılan kemiklerin stabilize edilmesi ya da iskeletteki ortopedik implantların korunması için kullanılır.

Kardiyovasküler implantlar; yapay damar üretiminde en çok kullanılan yöntem braiding veya dokuma olarak adlandırılan saç örgüsüdür. Dikişsiz olarak imal edilen suni damarlar yüksek basınca dayanma niteliğine sahip olmasından dolayı en çok tercih edilen materyaldir (Anderson ve Seyam 2004). Saç örgüsü tekstil yüzeyi, protez damar ve tüp dokuma örneği Şekil 3.6’da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Tüp Dokuma ve Saç Örgüsü (braided) Protez Damar Örnekleri (Khatwani ve Desai, 2005)



4. DOĞAL VE YAPAY YARA ÖRTÜCÜLER

Tezin bu bölümünde doğal ve yapay örtücüler üretildikleri materyal, fiziksel şekilleri, etken madde içeriğine göre sınıflandırılmış ve güncel gelişmeler dikkate alınarak incelenmiştir. Yaralar kişiye ve bulunduğu ortam koşulları gibi pek çok faktöre maruz kalır ve her yara kendine özgü özellikler taşır.

Schultz (2003) çalışmasında tek tip bir yara örtüsü çeşidi ile iyileşmenin yeterli olmayağını belirtmektedir. Örneğin yara yüksek iltihaba sahipse, iltihabı (eksudayı) emebilecek bir yara örtüsü tercih edilmesi gerekir. Eğer yara kuruyorsa, ortamın nemli kalmasını sağlayacak bir ürün seçilmesi daha doğru bir tercih olacaktır. Zbigniew ve Schwartz (2000) modern yara bakımı anlayışında temel olan anlayışın yaranın doğru değerlendirilmesi, ihtiyacın tespit edilmesi ve yaranın istediği nemli ortamın sağlanması veya tutulması olduğunu belirtmişlerdir. Yaralı yüzeyin bakteri ve yabancı maddelerden korunması, fazla eksudanın yaradan uzaklaştırılması, yara bölgesinde hava alışverişinin sağlanması ve yara çevresindeki sağlıklı dokulara zarar verilmemesi gibi beklentiler ideal yara bakım ürünlerinin performansını belirler. Bu nedenle yaranın durumuna ve öncelikli ihtiyacına göre en uygun yara örtüsü seçilmelidir.

Hanna ve Giacomelli (1997) araştırmasında pasif yara örtücüler için, genel olarak bilinen gazlı bez ve sargı bezi şeklindeki sadece yarayı örterek koruyan bundan dolayı iyileşmede aktif olarak etki etmeyen örtücülerdir. İncelemesinde geçmişte yapılan yara bakımları için değişik absorpsiyon kapasitesinde doğal ve sentetik lif içerikli bandajlar, hidrofil pamuk, sargı bezi ve gazlı bez gibi geleneksel yara örtücüleri kullanılmaktaydı (Boateng 2007). Bu örtülerin öngörülen avantajı ise yara iltihabının (eksüdasının) buharlaşmasına olanak verecek şekilde yarayı kurutarak bakterilerin yara ortamında üremesini engellemekte olduğu düşünülmektedir.

Kumar (2004) çalışmalarında, yara tedavisi geleneksel bakışın aksine, nemli bir ortamda daha hızlı iyileşme gerçekleştiğini belirtmektedir. Özellikle nemli ortamda yara tedavisini sağlayan modern yara örtücülerin özellikleri ise yara dehidrasyonunu önleyerek dokunun canlılığını ve hücrelerin çoğalma yeteneğini korumakta, anjiogenezi hızlandırmakta ve yara iyileşmesinde aktif rolü olan büyüme faktörlerinin etkinliğini artırmaktadır. Modern yara örtücülerin geleneksel yara örtücülere göre en ayırt edici özelliği, enfekte olma yoğunluğunu ve yaradan kaynaklanan ağrıyı azaltmalarıdır. Paul ve Samara (2004) yaptıkları araştırmada yara örtücüler daha farklı şekilde sınıflandırmaktadır. Araştırmacılara göre yara örtücüleri etkinliklerine göre; pasif örtücü, interaktif örtücü ve biyoaktif örtücü olarak sınıflandırılmalıdır.

İnteraktif yara örtücüler ise polimerik film ve köpükleri içeren, şeffaf görünümde, nem ve gaz geçirgenliği olan örtülerdir. Son grup biyoaktif ürünler, diğer bir deyişle aktif yara örtüleri ise hidrokolloidler, aljinatlar, kollajen ve kitosan gibi polimerlerden elde edilirler. Yapı gereği biyoaktif yara örtücüler, biyoaktif bileşenlerini yaraya salarken kendi özellikleri sayesinde de yara iyileşmesinde aktif rol oynamaktadır.

Christgau (2007) incelemelerinde yara iyileşme fazlarından yeniden şekillenme, büyüme evrelerinde, sitokinlerin ve ekstraselüler matrisin etkisinin büyük olduğunu, iyileşmenin dinamik bir süreç olduğunu, bundan dolayı geleneksel yara örtücülerin yaraların etkin olarak iyileşmesinde yeterli olmadığını belirtmiştir. Geleneksel yara örtülerin istenen performansı sağlayamaması nedeniyle modern yara örtülerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Horch (2010), modern yara örtücülerin, yaranın fiziksel ve kimyasal koşullarına hızlı cevap verebilen bir yapıya sahip olması ve bu yeni yara örtülerinin etkinliklerinin farmasötik ve klinik çalışmalarla da desteklenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Görüldüğü üzere yaraların tedavisi için kullanılan yara örtücü tekstil yüzeyleri ve dokuları için tek bir performans bulunmamaktadır. Yara çeşitliliği ve insan yapısında oluşacak iltihaplanmanın oluşturduğu tepkiler nedeniyle

kullanılacak yara örtüsü veya dokuya karar verilmesi gerekmektedir. Bu ürünlerdeki en yüksek performans beklentisi; En çok karşılaşılan ise iyi nem ortamının sağlanması, antibakteriyel etki ve hava alışverişinin kontrollü sağlanması şeklindedir. Yara örtücüler, üretilen materyel ve fiziksel şekillerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

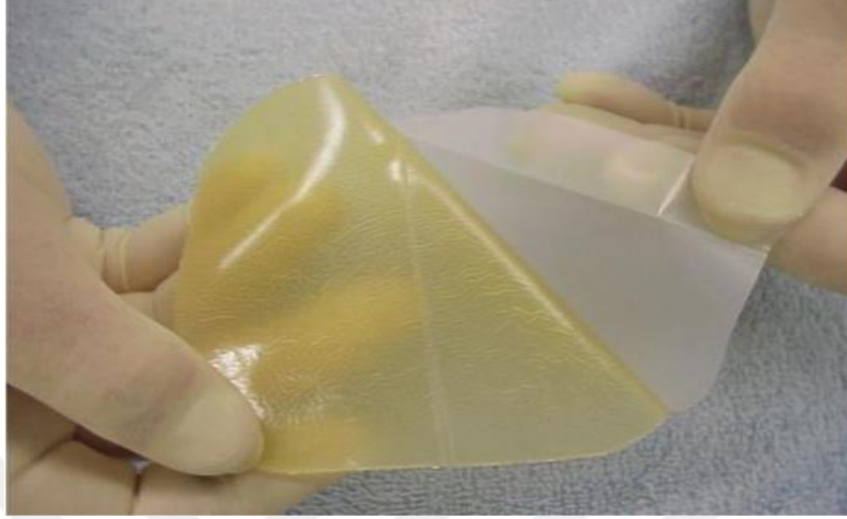
- Üretildikleri Materyale Göre Modern Yara Örtüleri
- Fiziksel şekillerine göre modern yara örtüleri

4.1. Üretildikleri Materyale Göre Modern Yara Örtüleri

Bu bölümde yara örtücülerin genel özellikleri, kullanım alanları yara örtücülerinde lif çeşitleri, avantajları, dezavantajlarını incelenmiştir.

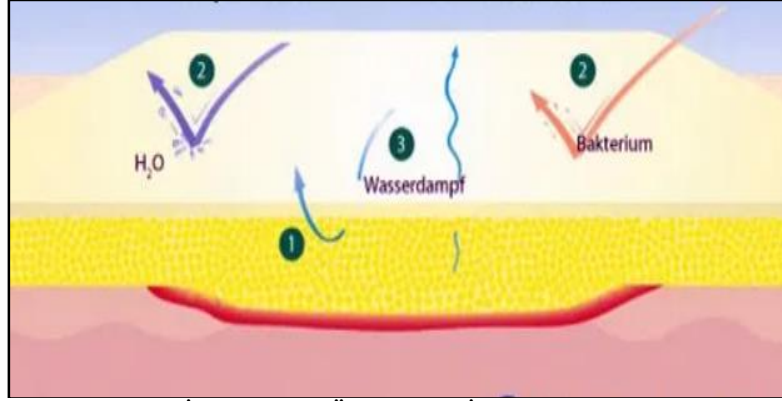
4.1.1. Hidrokolloidler

Hidrokolloid yara örtüleri, çözülmüş hidrofil polimer taneciklerinden oluşmaktadır. Yara sızıntısı ile karşılaştığında hidrofil tanecikler, fazla sıvıyı emerek jele dönüşür. Bu örtüler hem ıslak hem de kuru dokulara yapışmaya meyil göstermektedir. Yaradaki eksuda sıvısı ile temasa geçtiğinde, yapılarında homojen olarak dağılmış halde bulunan hidroaktif parçacıklar ile hidrokolloid matrisin yara sıvısını çektiği gözlemlenmektedir. Hidrokolloid matris boyunca nem iletimi oldukça yavaş gerçekleşmektedir ve zamanla jel oluşumu görülmektedir. Bu nedenle yara, iyileşmeyi destekleyen nem iletici tabaka ile kaplanmaktadır. Hidrokolloidler, aynı zamanda epitelizasyon hızını ve kollajen üretimini artıracaktır. Şekil 4.1 ‘de hidrokolloidlerin görünümü gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Hidrokolloid Görünümü (Aktaş 2017)

Hidrokolloidler, çeşitli doğal veya sentetik polimerlerden (örn. jelatin veya pektin) üretilmektedirler (Purser 2010). Hidrokolloidler, Selüloz, pektin ve jelatin gibi maddelerden üretilmektedirler (Gürsoy 2019). Yara, eksüda ile temas ettiğinde aktif olur ve kohezif (molekülleri bir arada tutan çekim kuvveti) veya hidrofilik olabilen bir jel yapısına dönüşür. Bu jel, yaranın boş kısmına doğru şişer. Hidrokolloid yara örtüleri, oklüzif olmayan sargılarla karşılaştırıldığında yaranın enfekte olma ihtimalini düşürür. Hidrokolloidler yarayı tıkayıcı malzemelerdir, antibakteriyel bir bariyer oluşturmaktadırlar ve PH'ı düşürürerek vücudun savunma mekanizmasının etkin bir şekilde çalışmasını sağlayacak bir ortam yaratmaktadırlar. Şekil 4.2'de hidrokolloidler işleyişi gösterilmektedir. Şekil 4.3'te hidrokolloid içeren yara örtüsü örnekleri verilmiştir.



Şekil 4.2. Hidrokolloid İçeren Yara Örtülerinin İşleyişi (medikalportali.net)



Şekil 4.3. Hidrokolloid İçeren Yara Örtüleri (Gürsoy, 2007)

Hidrokolloidler tarafından oluşturulan düşük pH'ın, *Pseudomonas* bakterisinin tedavisinde etkili olduğu saptanmıştır (Williams 1996). Hidrokolloidlerle doku ölümü gerçekleşmiş ve süngerimsi yaraların su ile debridmanı (ölü dokuların uzaklaştırılması) kolaylaşmaktadır. Hidrokolloidler su geçirmezdir, bu nedenle hastalar banyo veya duş yapabilmektedir (Jones ve ark 2006). Hidrokolloid yara örtü malzemeleri nekrotik yaralarda, eksüdası az ve orta

seviye olan yaralarda kullanılması için ideal bir malzemedir. Hidrokolloid yara örtüleri, çok az nem buharı taşıma kapasitesine ve emilimine sahiptir. Bu kapasite, pedde bulunan hidrokolloidlerin miktarına bağlıdır.

Daha yüksek miktarda hidrokolloidler pedin kalınlığını artıracak ve yaraya uyumsuzluğa neden olacaktır. Yara bölgesine uyumsuzluk hava cepleri oluşturabilir ve bakteri üremesini kolaylaştırabilir. Sargı içinde bulunan hidrokolloidlerin eksüdaların emilmesiyle çözüldüğü bulunmuştur. Hidrokolloid bazlı yara durumunda pansuman, hidrokolloidler eksüdaların emilimi üzerine çözüldüğü ve yarayı enfekte ettiği görülmüştür. Yaradan eriyen jelatinimsi malzeme yeni oluşan dokulara zarar vermiş ve yaranın iyileşmesini geciktirmiştir. Bu çalışma sonucunda araştırmacılar iyileşmenin gazlı pamuklu ped bezin en etkili yara örtücü olduğuna karar vermişlerdir.

Hidrokolloid yara örtüleri (Şekil 4.3'te örnekleri gösterilmektedir.), üzerine yapıştırılan kalın bir polimerik destek kullanılarak inşa edilir (Kumar ve ark. 2021). Jelatin, pektin ve karboksimetilden oluşan hidrokolloid katmanı, harmanlanmış bir mineral yağ ve kauçuk yapıştırıcıdan ibarettir. Yara bölgesine hidrokolloid yara örtücü uygulaması ve farklı iyileşme aşamaları Şekil 4.1'de verilmiştir.

Daha yüksek miktarda hidrokolloidler pedin kalınlığını artıracak ve yaraya uyumsuzluğa neden olacaktır. Yara bölgesine uyumsuzluk hava cepleri oluşturabilir ve bakteri üremesini kolaylaştırabilir. Sargı içinde bulunan hidrokolloidlerin eksüdaların emilmesiyle çözüldüğü bulunmuştur. Hidrokolloid bazlı yara durumunda pansuman, hidrokolloidler eksüdaların emilimi üzerine çözüldüğü ve yarayı enfekte ettiği görülmüştür. Yaradan eriyen jelatinimsi malzeme yeni oluşan dokulara zarar vermiş ve yaranın iyileşmesini geciktirmiştir. Bu çalışma sonucunda araştırmacılar iyileşmenin gazlı pamuklu ped bezin en etkili yara örtücü olduğuna karar vermişlerdir.



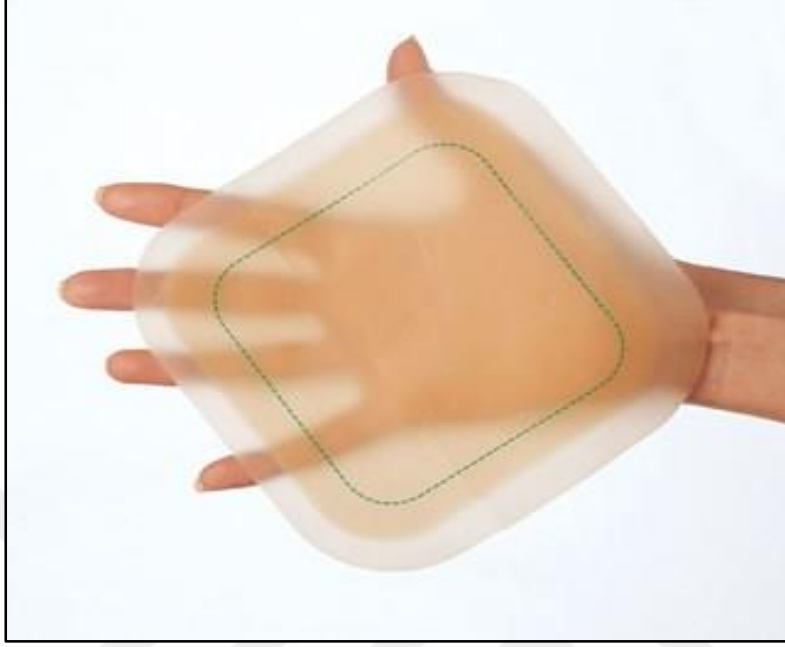
Şekil 4.4. Hidrokolloid bazlı yara örtüsü örtücünün performansı (Kumar ve ark. 2021)

Hidrokolloid yara örtüleri, jel oluşturuç ajanlara ek olarak elastomer ve adezivler gibi ek ürün bileşimleri ile ince tabakalar halinde üretilmektedir (Altay ve Başal 2010). Yara eksüdası ile temasa geçince, yapılarında homojen olarak dağılmış halde bulunan hidroaktif parçacıklar sayesinde hidrokolloid matris yara sıvısını çeker ve zamanla şişerek jel halini alır. Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’de yaraya uygulanan hidrokolloid gösterilmektedir.



Şekil 4.5. Hidrokolloidlerin Yaradaki Görünümü (Aktaş 2017)

Hidrokolloid matris boyunca nem iletimi oldukça yavaş olduğundan dolayı yara, iyileşmeyi destekleyen bir nem iletici tabaka ile kaplanmış olur (Altay ve Başal 2010). Hidrokolloidler, aynı zamanda epitelizasyon hızını ve kollajen üretimini artırmaktadır. Bu örtülerin kullanımı kolaydır; çünkü yaraya doğrudan yapıştığından ikinci bir örtü kullanımı gerektirmez. Bu örtüler, ağrıyı dindirir ve yabancı cisimcikleri geçirmez, dış kaynaklı mikroorganizmaları ve yabancı maddeleri yara yatağının dışında tutarlar. Bunların diğer olumlu özellikleri, ideal nem ve gaz (hava) geçirgenliği ile zararlı bakteriler için iyi bir bariyer oluşturur ve ayrıca geleneksel örtülerden daha az örtü değişimi gerektirirler. Hidrokolloidler, hafif-orta eksüdalı, kısmi veya tam yaralarda kullanımları daha uygundur. Bunun yanı sıra, bası yaraları, yanıklar, travmatik yaralar gibi pek çok yarada ayrıca kompresyon tedavisine cevap vermeyen bacak ülserlerinde de kullanılabilirler. Bu örtülerin, anjiyogenezi uyardığı ve yara iyileşmesini artırdığı gözlenmiştir. Olumsuz bir özellik olan enfeksiyonlu yaralar için tavsiye edilmezler ve uygun aralıklarla değiştirilmez ise deriyi hassaslaştırır. Şekil 4.6’da Hidrokolloid yara örtüsü gösterilmektedir.



Şekil 4.6. Hidrokolloidler (Altay ve Başal, 2010)

Hidrokolloidler su geçirmeyen yapısından dolayı kullanıcı için fayda sağlarken bazı yara türleri için bu durum dezavantaj olabilmektedir. Örneğin ölümlü gerçekleşmiş dokuyu alandan uzaklaştıran jelimsi yapısı nedeni ile iyileşme hemen gerçekleştirmez ve zamana yayılır ancak oklüzif yara örtücülere nazaran daha avantajlıdır.

Kurtoğlu ve Karataş (2009), hidrokolloid yara örtülerinin, birçok farklı yara tipinde kullanılabildiğini ve enfekte olmayan, kısmi veya tam kalınlıkta olanlar ve düşük ila orta drenaja sahip olan yaralar üzerinde en iyi etkiye sahip olduğunu göstermişlerdir. Granül ve nekrotik (Ölü hücre ve dokulardan oluşmuş koyu gri tabakadır, pis kokuludur.) yaralar için hidrokolloid yara örtüleri önerilmektedir. Çünkü bu ürünler, sağlam ve yeni iyileşmiş cildi korur. Hidrokolloid yara örtüleri yüksek eksüdalı yaralar için uygun olmayabilir. Hidrokolloid yara örtücülerinin uygulama alanları, avantaj dezavantajları aşağıda özetlenmiştir.

Uygulanana alanlar:

- Arteriyel ve venöz ülserler
- Yanıklar ve haşlanmalar (3. derece: cerrahi debridman (ölü derinin uzaklaştırılması sonrası))
- Cilt grefti sonrası oluşan yaralı bölgeler.
- Ameliyat sonrası yaralar.

Avantajları;

- Bakterilere ve diğer dış istilacılara karşı koruma sağlamak için uygundur.
- Yaraya, sadece çevresindeki cilde yapışmaz, böylece iyileşmiş cildi sağlam tutar.
- Yara bölgesine uygulama kolaylığı sağlar.
- Venöz kompresyon ürünleri ile kullanılabilir.
- Her birkaç günde sadece bir kez değiştirilmesi gerektiğinden iyileşmenin en az düzeyde bozulmasını sağlar.
- Kolay uygulama sayesinde yüksek konfor
- Özellikle ince ve esnek
- Bakteri ve sıvıları uzaklaştırır
- Su geçirmez

Dezavantajları;

- Enfeksiyon, sinüs izleri veya ağır eksüdalı yaralar için tasarlanmamıştır.
- Ağır sızıntı durumunda yerinden oynayabilir.
- Opakhidrokolloidler ile yara değerlendirmeleri daha da zorlaşır.
- Kenarlarda kıvrılabilir.

- Pansuman kalıntısı, yara yatağına yapışabilir ve pansumanın alınmasından sonra hoş olmayan bir kokuya neden olabilir.
- Hipergranülasyona neden olabilir.
- Yaranın etrafındaki cilt yumuşamaya başlayabilir.

4.1.2. Aljinat Yara Örtüsü

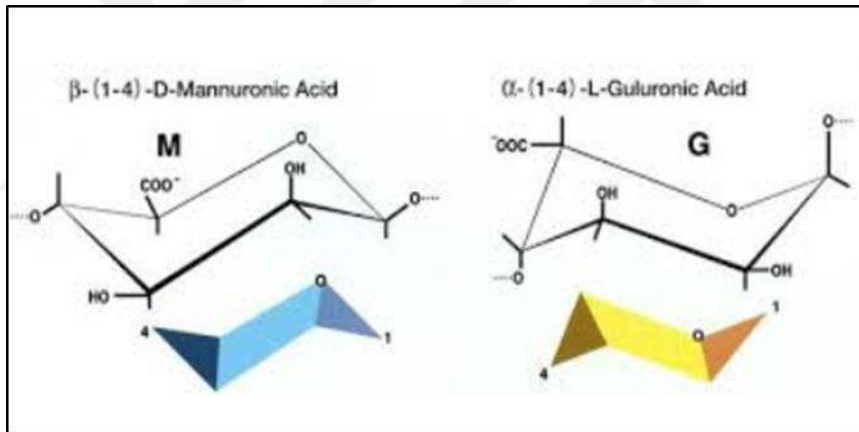
Aljinat, yosunlardan elde edilirler. Aljinatların kullanımı, yüksek sıvı absorblama kapasiteleri sayesinde yara eksüdası ile temas edince güçlü hidrofilik jel oluşturmaları esasına dayanmaktadır (Gürsu 2019). Aljinat tarafından oluşturulan jel, yara bölgesinin ideal nem ve sıcaklıkta kalmasını sağlar ve yüksek absorpsiyon özelliğine sahiptirler. Aljinat hemostatik (kanamanın önlenmesi) bir yapıya sahip iken antimikrobiyal (mikroorganizmaların büyümesi engelleyen veya öldürmesine yardımcı olur) özellikleri nerdeyse yok denecek kadar azdır. Şekil 4.7 aljinatın elde edildiği kahverengi yosunları gösterilmektedir.



Şekil 4.7. Aljinatın Elde Edildiği Yosunlar

Aljinat malzemeler cilde yapışmazlar, enfekte yaralar ve eksüdası fazla olan yaralar için çok uygundur (George ve Abraham 2006). Kahverengi su yosunlarından

ekstrakte edilen suda çözünür bir lineer polisakarittir ve 1-4 bağlı α -L-guluronik ve β -D-mannuronik asit residülerinden oluşur. Bu iki residünün dizilişi ve dizilerin moleküler ağırlıkları, aljinatların fiziksel özelliklerini belirlemektedir. Dimer yapılı aljinat (alginik asit) Ca^{+2} , Sr^{+2} ve Ba^{+2} (Ca: Kalsiyum Sr: Stronsiyum, Ba: Baryum) gibi iyonlarla veya moleküllerle polimerleşerek çeşitli polimerik yapılar oluşturmaktadır. Dallanmamış ikili kopolimer ailesinden olan aljinatların oldukça değişen bileşimi ve sekansı, (1,4) bağlı β -D-mannuronik asit (M) ve onun C5 epimeri olan α -L-gluronik asitten (G) oluşmakta olup, polimer zincirinde M blokları, G blokları ve MG bloklarının uzun dizilerinin birbiriyle bağlanması mümkün olabilmektedir (Gökbulut ve Öztürk 2018). Şekil 4.8'te β -D-mannuronik asit (M) ve α -L-gluronik asit (G) kimyasal yapıları gösterilmektedir.



Şekil 4.8. Aljinat Kimyasal Yapısı (Gökbulut ve Öztürk 2018)

Aljinat, gıda endüstrisinde yoğunlaştırıcı, emülgatör ve stabilizatör olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Williams 1998). Aljinat, FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından genel olarak güvenli kabul edilen bir bileşik grubunun üyesidir. Aljinatın; poli-L-lisin, kitosan, DEAE-dekstran, amino-poli (oksietilen) veya proteinler gibi polikasyonik suda çözünür polimerlerle kovalent çapraz

bağlanmasıyla jel yapıları oluşturduğu bilinmektedir. Kalsiyum aljinat tuzu 1940'lardan bu yana yara tedavisinde kullanılmaktadır.

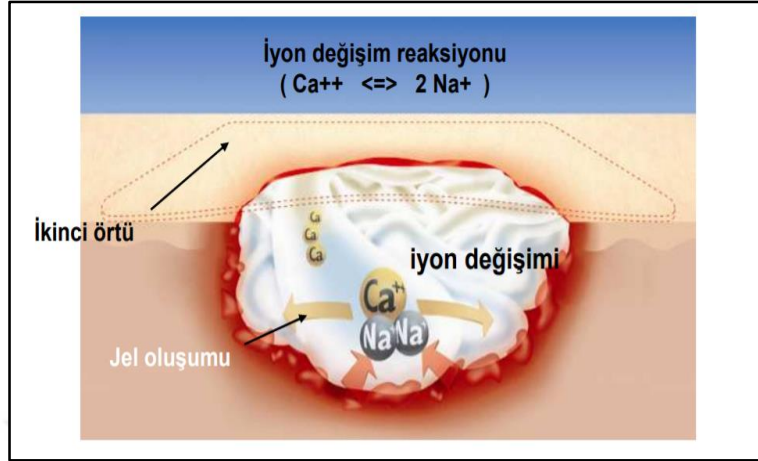
Aljinat jeller (Şekil 4.8), yara iyileşmesi için nemli bir ortam sağlar. Bu jeller ayrıca yeni oluşmakta olan granülasyon dokusunun bozulmamasını ve yarayı çevreleyen derinin zarar görmemesini sağlar (Purser 2010). Kanamalı yaralarda etkili bir hemostatik madde özelliği gösterir. Aljinatlar, ağırlıklarının 15-20 misli kadar sıvı emebilmektedirler, bu da onları yüksek oranda eksüdası bulunan yaralar için ideal bir yara örtü malzemesi yapmaktadır (Jones ve ark. 2006). Şekil 4.9'da aljinat yara örtücüler görülmektedir.



Şekil 4.9. Aljinat Örtü Çeşitleri (Gürsoy, 2007)

Bazı aljinatlar, mast (histamin ve heparin açısından zengin granüllere sahip) hücrelerinin aktive olmasını sağlayarak histamin salınımına neden olmakta ve yara iyileşme sürecini başlatabilmektedir (Stashak 2004).

Fiberler şeklindeki aljinat örtüler yaraya uygulandıklarında, kolayca parçalanmakta ve yaradan kolayca temizlenmektedir (Kim 2008). Bu sebeple yara iyileşirken oluşan granülasyon dokusuna hiç zarar vermeden değiştirilmeleri mümkün olmaktadır. Şekil 4.10'da yara içine uygulanmış hali gösterilmektedir.



Şekil 4.10. Aljinat Yara Örtüsü İşleyişi (tipticaret.com.tr)

Ancak sıvıya doydukları zaman hemen çıkarılmalıdırlar. Aksi halde etraftaki sağlıklı dokuları maserasyona uğrattıp travmaya dayanıksız hale getirebilirler (Boateng 2007). Aljinat örtülerin işlevlerini yerine getirebilmeleri için nem gerektiğinden kuru ve nekrotik doku ile kaplanmış yaralarda tercih edilmemelidirler. Aksi takdirde yarayı nemsiz bırakarak iyileşmeyi olumsuz etkileyebilirler. Aljinatlar özellikle oyuk olan yaralarda tercih edilir. Neme ihtiyaç duyan bu yara örtüsü; nemsiz yaralarda tercih edilmemektedir. Bu yara örtüler iyi bir hidrofil yapıya sahipken antibakteriyel etkiye sahip değildir.

Aljinatların uygulama alanları, avantaj ve dezavantajları aşağıda verilmiştir.

Uygulanan alanlar:

- Venöz ülserler
- 3.ve 4. Derece yanıklar
- Diyabetik ülser
- Basınç ülseri

Avantajları:

- Hidrokolloidlere göre daha az değiştirmek gerekir böylelikle yara yüzeyi deforme olmaz iyileşme süresini kısaltır.
- Hidrokolloidlere göre daha kolay vucuttan atılabilir.
- Eksudası yoğun yaralarda tercih edilebilir.
- Yabancı madde girişini yüksek oranda engeller.
- Ağırlığının 20 katı miktarda eksudayı emer.
- Yara üzerinde jel formuna dönüşür.
- Debriman sağlar.
- Ölü boşlukları doldurur.
- Uygulama ve çıkartılması kolaydır.

Dezavantajları:

- Sıvı doyduğunda yara yüzeyinden çıkarılmaz ise iyileşen dokulara etki eder ve dokunun yumuşayarak soyulmasına yol açar.
- Kuru yaralarda kullanılmaz. Eğere kuru yaraya uygulanır ise yarayı nemsiz bırakarak iyileşmesini engeller.
- Enfekte yaralarda önerilmez.
- İkincil pansuman kullanımı gerektirmez.
- Yaranın kurumasına neden olabilir.

4.1.3. Hidrojeller

Hidrofilik polimerlerin, yapılarında yüksek oranda su içeren üç boyutlu ağları olarak bilinen hidrojeller yüksek absorpsiyon kapasitesine sahiptir (Gürsu 2019). Hidrojeller, jelatin, polisakkarit, polivinilalkol, polimetakrilat veya polietilenoksit gibi polimerlerden meydana gelmekte olup, yara yüzeyine yapışmazlar. Ayrıca, bu jeller ağrı dindirici özelliğe sahiptirler ve nemli yapıları sayesinde yaranın ıslaklığını ayarlayarak serinletici bir etki yaratırlar. Bakterilere karşı

yetersiz bariyer özelliğine sahip oldukları için koruma amaçlı ikinci bir örtü gerektirirler. Vücut sıvılarına karşı az ya da çok geçirgen olduklarından besinler, oksijen gibi yararlı maddelerin geçişine de engel oluşturmazlar. Hidrojellerin çevredeki dokulara sürtünmesi azdır ve yumuşaktır, mukoza zarı ve dokularla düşük yapışma gösterirler. Hidrojel yara örtüleri, yüksek absorpsiyon özellikleri sayesinde yara yüzeyine yapışmazlar. Kuru hidrojeller bazı yollarla belli miktarda su absorbe edebilirler. Bu aşırı miktardaki vücut sıvılarının atılmasında kullanılmaktadır. Şişmiş hidrojeldeki suyun bir kısmı polimer yapıda belli büyüklükteki moleküller (ilaçlar için gibi) için difüzyon yolları sağlar. Şekil 4.11’de basit bir hidrojel örneği gösterilmektedir.



Şekil 4.11. Hidrojel

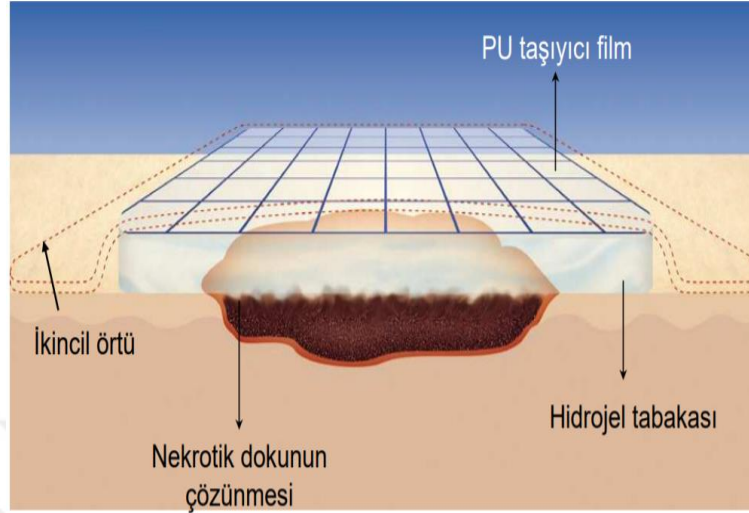
Hidrojeller, hidrofilik polimerlerle çapraz bağlanmış jelatin, polisakkarit, polivinilalkol, polimetakrilat veya polietilenoksit gibi polimerlerden meydana gelmektedirler (Hanna ve Giacomelli 1997). Ağrı dindirici özelliği ve nemli yapısı sayesinde yaranın ısı dengesini korur. Bu özellikler de kullanıcı için kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Hidrojeller, protein ve hücre gibi biyolojik bileşenleri zayıf absorbe etme eğilimi gösterirler. Bu bakterilere karşı düşük koruma sağlayan

hidrojellerin ek olarak ikinci bir katmana ihtiyacı vardır. Şekil 4.12’de hidrojellerden elde edilmiş yara örtücü yüzey gösterilmektedir.



Şekil 4. 12. Hidrojellerden Elde Edilmiş Yara Örtücü Yüzey (Altay ve Başal 2010)

Hidrojellerin diğer bir avantajı da eksudayı kolay şekilde almaları ve yara yüzeyinden kolayca temizlenmeleridir (Altay ve Başal 2010). Yaraların yeniden epitelizeasyonuna da yardımcı olurlar. Yarı geçirgen membranlarla kıyaslanır ölçüde su buharı geçirgenliğine sahiptirler. Ayrıca hidrojel örtülerle, yara yüzeyine lokal olarak ilaç uygulanabilmekte ve jelin çapraz bağlanma derecesi kontrol edilerek ilacın yara bölgesine difüzyonu sağlanabilmektedir. Amorf hidrojeller, çapraz bağlı karboksimetil selüloz, aljinat, pektin gibi hidrofilik, suda şişebilen birtakım polimerlerden elde edilebilmektedir. Üç boyutlu yapı gösteren yaprak hidrojellerden farklı olarak, bu jeller yoğun viskoz sıvılardır. Yara salgısını absorbladıklarında, bütün adeziv özelliklerini kaybedene kadar şişerler. Amorf hidrojeller, çürük dokuların nem içeriğini ve kollajenaz üretimini artırarak hasarlı ve enfekte olmuş dokuların otolitik debridmanını kolaylaştırmaktadır. Şekil 4.13 hidrojel yara örtücünün yan kesitten detaylı anlatımı gösterilmektedir.



Şekil 4.13. Hidrojel Yara Örtücü (tipticaret.com.tr)

Bhatnagar (2016) incelesinde hidrojeller, rejeneratif tıp alanında kullanılan önemli biyomalzemelerdendir. Hidrojellerin daha önce belirtilen özelliklerinden dolayı, hücre kültürü için doku iskelesi ve kontrollü salınım araçları olarak rejeneratif tıp alanında birçok uygulamada kullanılmaktadır. Hidrojeller ayarlanabilir mekanik ve bozunma özellikleri ile biyolojik olarak kullanım amacına göre uygun hale getirilebilirler. Hücrelerin yapışması, göç etmesi, çoğalması gibi olaylardaki önemli hücresel molekülleri belirlemek amacıyla biyolojik işaretçiler ile donatılabilmektedir. Büyüme faktörleri, peptidler veya sitokinler gibi moderatörleri bağlayan hücre içi moleküllerin belirlenmesinde de bu işaretçiler kullanılabilmektedir. Bu özellikleri, ekstrasellüler matris (ECM) ortamını taklit edebilen biyomimetik hidrojellerin yapımına izin verir.



Şekil 4.14. Hidrojel Yara Örtüsü (Altay, Başal, 2010,109-121)

Hidroojeller özellikle kuru yaralarda kullanılarak yara ortamındaki nem dengesini sağlar. Nem dengesi sağlanan yara ortamında oluşan fazla eksuda emilir. Çapraz bağlar bulunduran yapısından dolayı yara iyileşmesini destekleyecek ilaçların eklenmesi sağlanır. Absorpsiyon özellikleri çok azdır. Antimikrobiyal özellikleri ise yoktur. Dolayısıyla, yüzeysel, enfekte olmayan ve eksudasız yaralarda kullanımı önerilir. En önemli dezavantajı, film örtü gibi ikinci bir yara örtüsü gerektirmesidir. Bu yara örtücüsünde pansuman değişiminin günlük yapılması daha uygundur. Hidrojeller ile ilgili yapılan Cochrane derlemesinde, beş randomize kontrollü çalışmayı değerlendirmiş. Buna göre, hidrojellerin geleneksel pansumana göre daha iyi olduğu yönünde bulgular olduğu saptanmıştır (Mirasoğlu 2015). Ancak bu bulguların, bias riski nedeniyle kesin olmadığı da belirtilmiştir. Ayrıca, larva tedavisinde ve değişik markalar arasında fark saptanmamıştır. Şekil 4.14'te hidrojellerin yara örtücü ikinci bezle yaraya yerleştirilmiş örneği gösterilmektedir.

Hidrojellerin uygulama alanları, avantaj ve dezavantajları aşağıda özetlenmiştir.

Uygulanan alanlar:

- Yüzeysel yaralanmalar
- Eksudası düşük yaralar.

Avantajlar:

- Yara yüzeyine yapışmaz. Yara yatağını nemlendirir.
- Ağrıyı dindirir.
- Nemli yapısı sayesinde yara ortamındaki ısıyı dengeler.
- Yumuşaktır.
- Debrimanı sağlar.
- Ölü boşlukları doludur.
- Etki ettiği yüzelere sürtünmesi azdır.
- Yara boyutuna göre kesilebilir.
- İlaç eklemesi yapılır.

Dezavantajlar:

- Bakterilere karşı koruyuculuğu düşüktür.
- Koruyuculuk özelliğinin düşüklüğünden dolayı ikinci bir koruyucu örtüye ihtiyaç duymaktadır.
- Eksuda miktarı az olan yaralarda kullanımı önerilir.
- İkincil pansuman gerektirir.

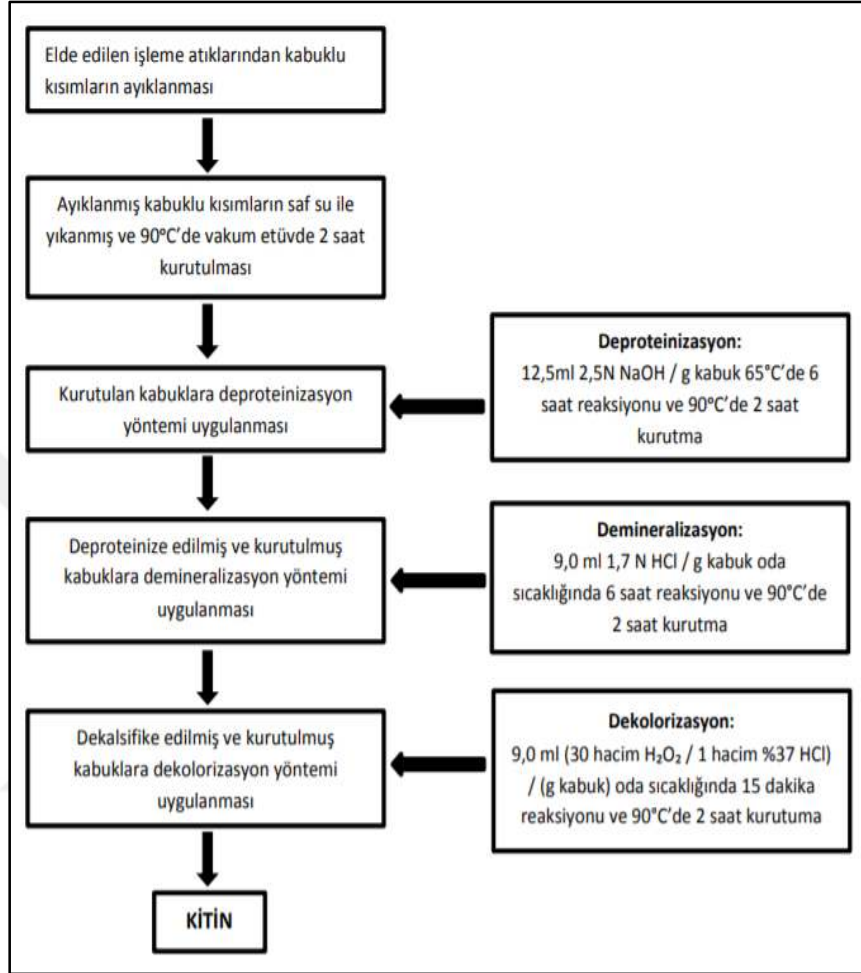
4.1.4. Kitosan Yara Örtüsü

Kitosan, kitin'in de-asetilasyonu ile elde edilen lineer bir aminopolisakkarit olarak bilinmektedir. Gürsu (2019) kitin ise, kabuklu deniz hayvanlarının kabuk kısımlarında mevcut olan ve selülozdan sonra en fazla bulunan doğal bir biyopolimer olarak bilinmektedir. Kitin, bir N-asetil-D-glukozamin polimeri ve kitosan ise bir D-glukozamin ve N-asetil-D-glukozamin kopolimeridir (Şekil 4.16'te kimyasal yapısı

gösterilmektedir.). Kitosan yengeç, ıstakoz, karides gibi kabuklu su ürünlerinin ana bileşeni olup, böceklerin iskeletinde, planktonlar ve mantar hücre duvarlarının yapısında bulunan kitinin üretimi, günümüzde oldukça basit ve ekonomik bir hale gelmiştir. Üretim aşamalarında; deproteinizasyon, demineralizasyon ve dekolorizasyon adımları bulunmaktadır.

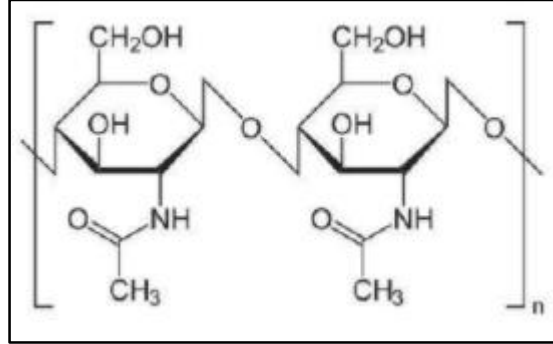
Olçay (2015) kitinin, doğadaki ikinci en yaygın amino polisakkarid olduğunu belirtmiştir. Kitinin birçok türevi bulunmakla beraber, bunlar arasında en önemlisi kitosandır. Dünyada yıllık kitin üretiminin yaklaşık 150×10^3 ton olduğu belirtilmektedir. Bunun 56×10^3 tonu karidesten, 39×10^3 tonu çeşitli deniz kabuklularından, 32×10^3 tonu mantarlardan ve 23×10^3 tonu istiridyelerden elde edilmektedir.

Kitinin elde edilmesinde deniz canlısı kabuklarına uygulanan işlemler Şekil 4.15'te gösterilmiştir. Deproteinizasyon işleminde kullanılan kimyasal maddelerin biyopolimeri de depolimerize etme tehlikesi nedeniyle işlem esnasında dikkatli olmak gerekmektedir.

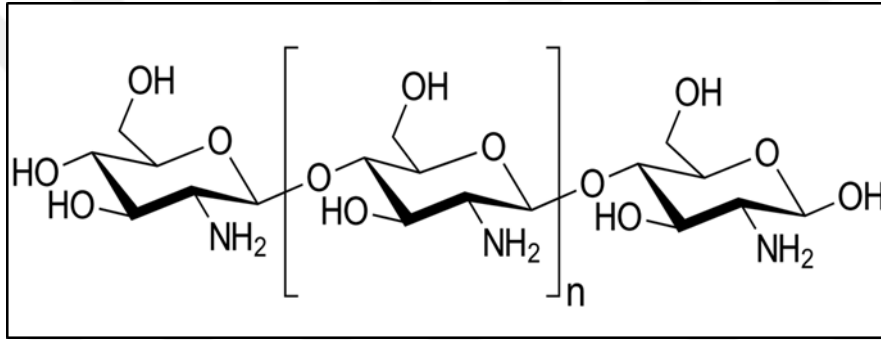


Şekil 4.15. Kitinin Eldesi (Olcay2015)

Kitinin kimyasal yapısı şekil 4.16'da verilmiştir. Deasetile edilmiş kitin, kitosan olarak adlandırılır (Şekil 4.17'te gösterilmektedir.). Deasetilasyon işlemi, kitinin üzerindeki asetilamino (-NH-CO-CH₃) gruplarının amino (-NH₂) gruplarına dönüştürülmesi işlemidir. Bu deasetilasyon sonunda N-asetil-D-glukozamin grupları tamamen dönüştürülemez ancak sayıları D-glukozamin gruplarına göre azalır. Deasetilasyon derecesi, amino gruplarının sayısının, asetilamino gruplarının sayısına oranı olarak tanımlanır. Deasetilasyon işlemi sonunda kitin, kitosana %80-90 deasetilasyon derecesine kadar yaklaşabilir.



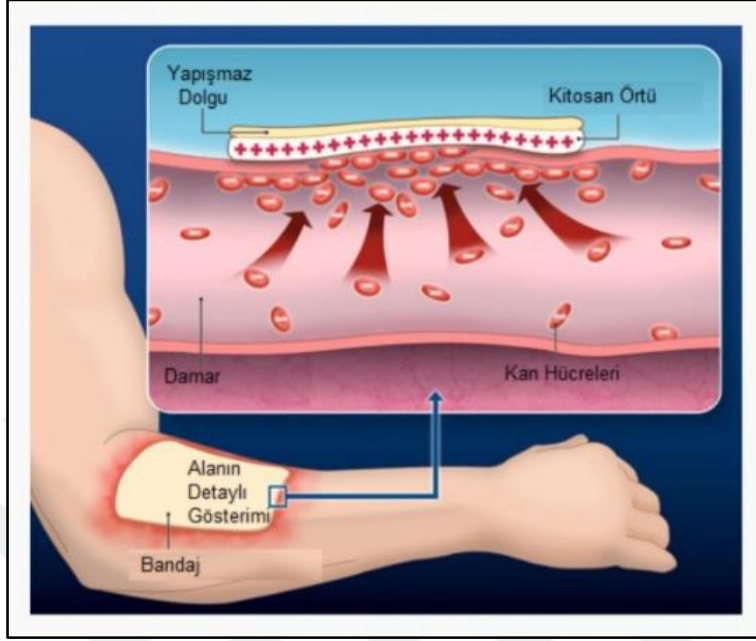
Şekil 4.16. Kitinin Kimyasal Yapısı (Gürsu 2019)



Şekil 4.17. Kitosanın Kimyasal Yapısı

Chen ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada; elektro üretim yöntemini kullanarak kollajen ve kitosan karışımından oluşan nanolifli yüzeyler meydana getirmişler ve bunları yara örtücü olarak kullanımını araştırmışlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda; kollajen-kitosannanolifli yüzeylerin yara iyileşmesini desteklediği, hücre migrasyonuna ve çoğalmasına olumlu etki gösterdiğini saptamışlardır. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda kollojen/kitosan nanoliflerinin, yara iyileşmesinde, gazlı bez ve ticari kollajen süngerden daha iyi sonuç verdiğini tespit etmişlerdir.

Şekil 4.18'te Kitosan yara örtülerinin epidermise uygulanmış hali gösterilmektedir. Gürsu (2019) yara örtüsünde kullanılması ön görülen kitosanın üretimi ise kitinin %40 sodyum hidroksit ile 120°C sabit sıcaklıkta 1-3 saat deasetile edilmesi ile pratik bir yöntem ile sağlanmaktadır.



Şekil 4.18. Kitosan Yara Örtüleri (prezi.com)

Kitosan, kitinin deasetilasyon işlemi görmüş bir türevi olarak bilinmektedir. Kitosanın medikal uygulamaları arasında en yaygın olanı yara örtüleridir. Lif oluşturma kapasitesi fazla, biyo-uyumlu, biyobozunur, antimikrobiyal ve nontoksik özelliklerinden dolayı yara tasarımı için uygun bir bileşendir. Kitosanın özellikle yanık yaralarında tercih edilir. Bunun en önceli sebebi ise jelimsi yapının oluşturulması ve nemli ortam sağlayabilmesi ve yanık tedavisinde acıyı dindirme özelliğine sahip ortam oluşturmastır. Şekil 4.19’da kitosanın yara iyileştirici özellikleriyle ilgili sonuçlar gösterilmektedir.

Materyal	Hücre	Sonuçlar
Kitosan	Fibroblastlar ve keratinositler	Kitosan ile uyarılan fibroblast proliferasyonu ve inhibe edilmiş keratinosit mitogenezi
	Osteoblastlar	Önemli ölçüde osteoblast farklılaşmasında artış
	Makrofajlar	Makrofaj kemotaksisinde uyarıcı bir etki

Şekil 4.19. Kitosanın Yara İyileştirici Özellikleri İlgili Sonuçlar (Gürsu, 2019)

Kitosanın mikrop gelişimini önlediği gözlenmiştir (Olcay 2015). Aktivite moleküler ağırlığı ve deasetilasyon derecesi sonuçları etkilemektedir. Antimikrobiyal mekanizma açık değildir fakat primeramin gruplarının negatif yüklü mikropların yüzeyindeki kalıntılarla etkileşim halinde olan pozitif yükler sağladığı kabul edilmektedir. Bu tür bir etkileşim hücre içi maddelerin sızıntısına neden olan hücre geçirgenliği ve hücre yüzeyinde büyük değişikliklere neden olmaktadır (Lim ve Hudson, 2003). Toksikite olmama, biyolojik bozunabilirlik ve biyoyumluluk özellikleriyle birlikte kitosanın antimikrobiyal etkisi, gıda bilimi, tarım, tıp, eczacılık ve tekstil alanlarında uygulamasını kolaylaştırmaktadır. Kitosan çok etkili bir adsorbent olarak bilinmektedir. Toksik olmaması ve biyoaktif özelliklerine sahip olması nedeni ile yara örtücü yüzeylerde vazgeçilmeyen bir hammedir.

Kitosan yara örtücülerin uygulama alanları, avantaj ve dezavantajları aşağıda özetlenmiştir.

Kullanım alanları:

- Yanık yaralarında
- Diyabet kaynaklı ülserlerde
- Yatak yaralarında
- Yüksek eksudalı yaralarda

Avantajları:

- Yanılabilir bir kaynak
- Biyouyumlu ve biyoçözünürdür.
- Çevre dostu ve doğaldır.
- Toksik olmama özelliğine sahiptir.
- Antinakteriyel ve absorblama özelliği yüksektir.

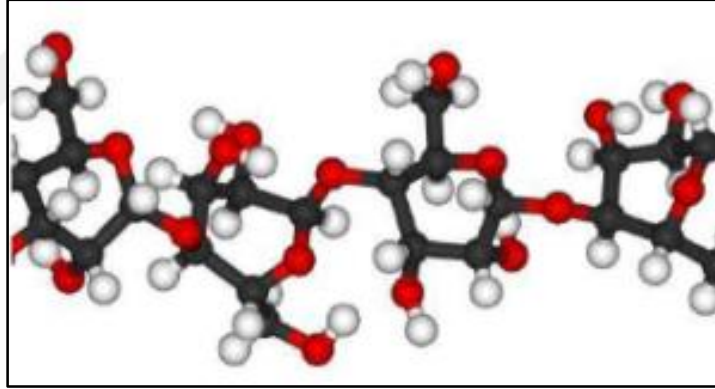
Dezavantajları:

- Kitosan antimikrobiyal etkinliğini sadece asidik pH ($\text{pH} \geq 6.5$) koşullarında gösterebilir. Çünkü daha yüksek pH'larda düşük çözünürlüğe sahiptir.
- Düşük mekanik özelliklerinden dolayı ikinci bir örtü desteği gerektirebilir.
- Deri dokusundan ıslanarak yumuşama ihtimalleri vardır. Bu nedenle de 3. Derece yanıklarda kullanılmaz

4.1.5. Selüloz Yara Örtüsü

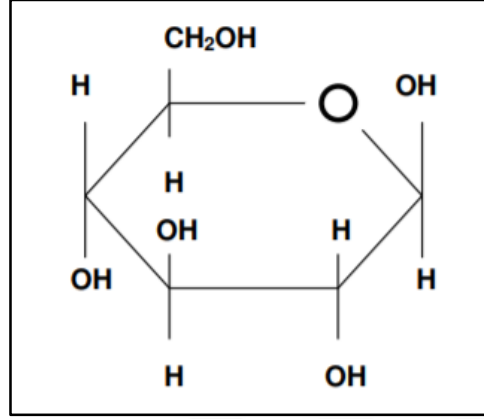
Selüloz, doğada bitkiler tarafından sentez yoluyla oluşturulan organik bir maddedir. Kapalı formülü ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n olan lineer bir polisakkarittir (Güler 2008). Kimyasal yapısı %44,4 C, %6,2 H ve %49,4 O içermektedir. Selüloz makromolekülleri 6 karbonlu bir monosakkarit olan glikoz yapı taşlarından oluşmaktadır.

Selüloz $(C_6H_{10}O_5)_n$, bitkilerde hücre yapısının büyük bir bölümünü oluşturan bir karbonhidrat olarak bilinmektedir. Glikoz moleküllerinin ters bağlanması sonucunda oluşmuştur. Şekil 4.20’de selülozun üç boyutlu yapısı görülmektedir. Suda çözünemeyen ve iyotla reaksiyon vermeyen bir yapıya sahiptir. Selüloz su ve benzen, alkol, aseton, kloroform gibi organik çözücülerde çözünemezken, ‘schweitzer’ çözeltisi adı verilen, bakır-II-hidroksit ve derişik amonyum hidroksit karışımında çözünebilmektedir. Çözelti, ince deliklerden bir asit banyosundan geçirildiğinde rejenere selüloz elde edilir. Ayrıca selülozun seyreltik sodyum hidroksitle muamelesinden mercerize pamuk elde edilmektedir. Selüloz kâğıt, yapay ipek ve yara örtülerinde kullanılmaktadırlar. Selüloz sanayide seramik yapımında, boya üretiminde film yapıcılığı sayesinde kullanılmaktadır (Gürsu 2019). Ekonomik olmasının nedeni ile de kullanımı yaygındır.



Şekil 4.20. Selülozun Üç Boyutlu Yapısı (Gürsu,2019)

Yara örtüsü amacıyla kullanılan örtülerden biri de bakterilerden elde edilen selülozik örtülerdir (Klemm 2001). Yüksek saflık, güçlü mekanik özellikler, ıslak fazda yüksek su tutma kapasitesi gibi sıra dışı fiziko-kimyasal özelliklerinden dolayı bakteriyel selüloz, medikal alanda oldukça yaygın kullanım alanına sahiptir.



Şekil 4.21. Selülozun Kimyasal Görünümü (Güler 2008)

Bakteriyel selüloz; steril edilebilir, dokuya uyumlu ve gözenekli yapısı ile bilinmektedir (Krystynowicz 1999). Ayrıca elastik olması sayesinde tutumu kolaydır ve içerdiği nem ile yaraların daha hızlı iyileşmesini sağlamaktadır. Bakteriyel selülozun medikal alanda ticari kullanımıyla ilgili çalışmaları ilk olarak, 1980’li yılların başında ABD ‘de bulunan firmalar gerçekleştirmiş ve farklı yaraların iyileştirilmesinde bakteriyel selülozun kullanımını araştırmışlardır (Gürsoy ve ark 2006). Şekil 4.22’de bakteriyel selüloz yara örtüsü uygulamasını göstermektedir.



Şekil 4.22. Selüloz Yara Örtüsü (Czaja et al., 2004)

Selülozik yara örtücüler (Şekil 4.22) esnek ve su tutma özelliğiyle daha kolay kullanım alanı oluşturur. Steril edilebilir yapısından dolayı sürekli pansuman gerektirmeden yaranın iyileşme süresini kısaltır. Buda daha konforlu bir iyileşme süreci sağlayacaktır.

Selüloz yara örtücülerin uygulama alanları, avantaj ve dezavantajları aşağıda özetlenmiştir.

Uygulama alanları:

- Yanık
- Ülser yaraları

Avantajları:

- Ekonomiktir.
- Doğaldır.
- Yüksek saflığa sahiptir.
- Islak fazında bile yüksek su tutma özelliğine sahiptir.
- Bakteriyel selüloz hali steril edilebilir.
- Elasticelastic forma sahip olan bu yara örtüsü yaraya çok iyi yapışır.
- Gözenekli yapıya sahiptir.
- Nemli yapısı sayesinde yaralar kolay iyileşmektedir.

Dezavantajları:

- Suda çözünmeyen bir yapıya sahiptir.
- Tek başına yara örtücü özellikleri için yeterli değildir bunun için bakteriyel selüloz hali daha çok tercih edilir. (hidrojellerle birlikte tercih edilir.)

4.1.6. Gümüş Yara Örtüsü

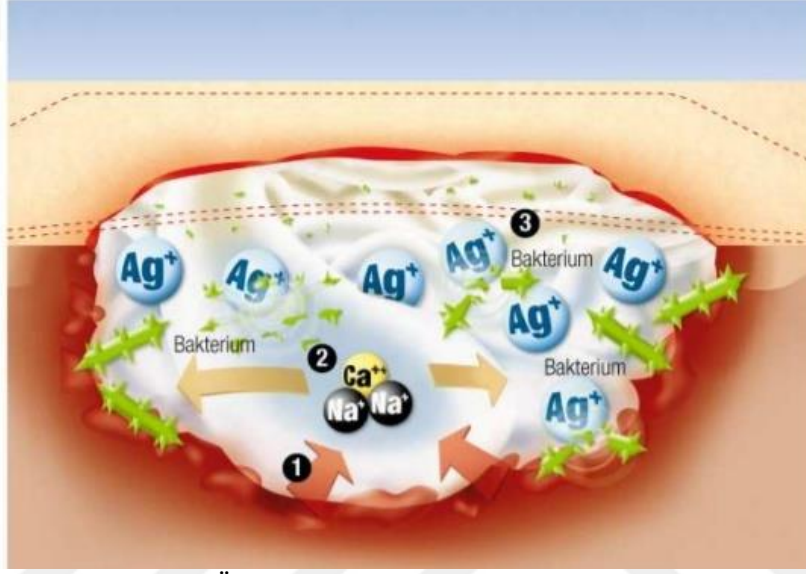
Gümüş simgesi Ag olan gümüş, parlak, beyaz ve değerli bir metalik elementtir. Atomik ağırlığı 107,87 gram, atom numarası 47'dir. Ergime noktası 961,9 °C, kaynama sıcaklığı 1950 °C, özgül ağırlığı ise 10,5 g/cm³ ve +1 değerliğe sahiptir. Gümüş elektrik ve ısıyı çok iyi iletir, fakat çok yumuşak olup, mekanik kuvvete karşı direnci düşüktür. Atmosferde parlaklığını kaybederek soluk bir görüntüye sahip olur. Nano gümüş antimikrobiyal etkiye sahip olduğundan uygulamalarda tercih edilir. Gümüş nanopartiküllerinin üretimi fiziksel ve kimyasal sentezleme yöntemleri ile gümüş üretilir. Buharlaşma- yoğunlaşması ve lazerle ablasyon en önemli fiziksel havuzlardandır (Gürsu 2019). Şekil 4.23'de gümüş kullanılmış yara örtüsünün ülser yarasına uygulanmış hali gösterilmektedir.



Şekil 4.23. Gümüş Yara Pansuman Örtüleri (Lohmann-rauscher.com)

Gümüş ve asyatikosid (AS) içeren polüretanantimikrobiyal, sitotoksik olmayan köpük yara örtü malzemeleri de geliştirilmiştir (Namviriyachote 2018). Yapılan in vivo deneysel yara modelinde yara onarım etkinliği kontrole göre yüksek

düzeyde olduğu deneysel olarak kanıtlanmıştır. Şekil 4.24'te oyuk yaraya uygulanmış gümüş içerikli yara örtücü gösterilmektedir.



Şekil 4.24. Gümüş Yara Örtüsü

Gümüş içerikli yara örtücüler yüksek antibakteriyellik özelliği ve kolay üretiminden dolayı tercih edilir. Zaman içerisinde köpük yara örtülerle üretilmesiyle birlikte kullanımı daha da yayınlamıştır.

Gümüş içeren yara örtücülerin uygulama alanları, avantaj ve dezavantajları aşağıda özetlenmiştir.

Uygulama alanları;

- Enfekte olan veya enfeksiyon riski olan yüksek düzeyde eksüdalı yüzeysel veya derin yaraların bakımı için kullanılır.
- Basınç ülserler.
- Arteriyel ülserler.
- Venöz ülserler.

- Diyabetik ülserler.
- Ameliyat sonrası yaralar.

Avantajları:

- Akut ve kronik yaralarda minimum, orta veya ağır eksüdayı yönetmek için birincil veya ikincil pansumanlar olarak kullanılabilir. Sıkıştırma altında gümüş sargılar da kullanılabilir.
- Geniş antimikrobiyal aktiviteye sahiptir.
- Yüksek hacimli eksüdalara absorbe etme kabiliyeti sayesinde yaranın iyileşmesini artırır.
- Herhangi bir yara yatağına uygunluğu mevcuttur. Dolgu malzemesi olarak kullanılabilir.
- Bir jel oluşturarak, nemli bir yara ortamı oluşmasını sağlar ve mikrobiyal yükü azaltmaya yardımcı olur.
- Antimikrobiyaldir, enfekte yaralarda direkt kullanılabilir.
- Yarayı doğal yollarla temizler.
- Doğaldır.
- Yara onarımı en yüksek yara örtücülerdendir.

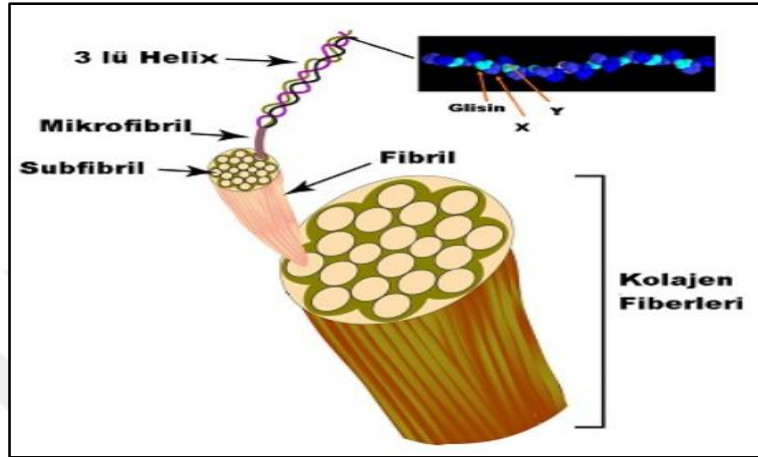
Dezavantajları:

- Pahalıdır.
- Yüzeyi çok kurutabilir. Bundan dolayı doğru yara tipinde kullanılmalı.

4.1.7. Kollajen Yara Örtüsü

Jelatinin hammaddesi olan kollajen, hayvansal dokularda en fazla bulunan protein olarak bilinmektedir. Kollajen yaklaşık 330 kDa molekül ağırlığında olan ve suda çözünmeyen en önemli bağ doku proteini olarak tanınmaktadır (Gürsu 2019). 28 tip kollajen bulunmakta olup en yaygın olanı daha çok deri, kemik ve tendon gibi

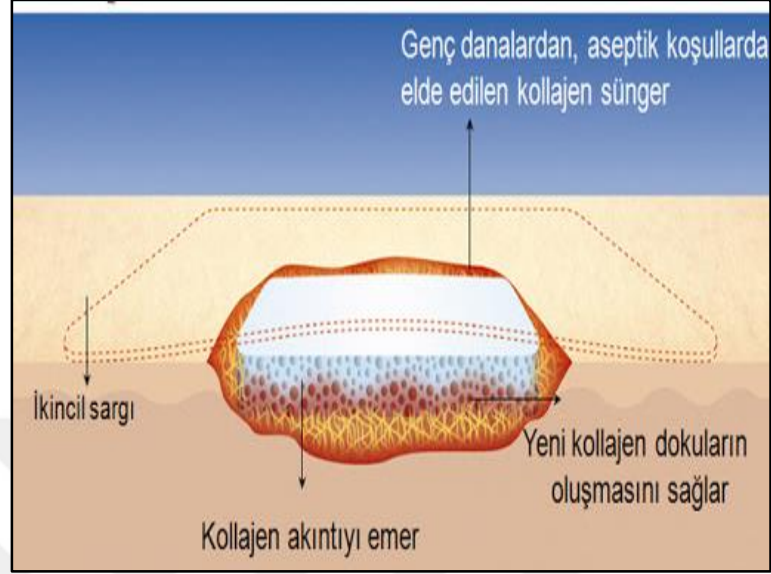
bağ dokuda bulunan Tip I kollajenidir. Kolojen yapısını Şekil 4.25'te gösterilmektedir.



Şekil 4.25. Kollajen Yapısı (hakanbuzoglu.com)

Kollajen, doğrusal fiber benzeri bir yapıya sahiptir. Molekülün en belirgin özelliği, üç polipeptid alt biriminden oluşan bükülmüş yapıdaki, kangal şeklindeki üçlü sarmal yapısı olarak bilinmektedir. Kollajen proteinin yapı taşı olarak tropokollajenler bilinmektedir. Tropokollajen birimleri 3 farklı primer polipeptit zincirinin bir araya gelmesiyle oluştuğu gözlemlenmiştir. Örneğin, jelatin üretiminde kullanılan Tip I kollajende, 1014 adet aminoasidin bir araya gelmesiyle meydana gelmiş 3 polipeptit yer almaktadır (Gürsu 2019).

Kollajenin, oksidizerejenere selüloz (ORC) ile kombine edilip, etkisinin artırılmış ve gümüş eklenerek antibakteriyel özellik katılmış formları da vardır. Şekil 4.26'da Kollajen yara örtüsünün yaraya uygulanmış halinin yan kesiti gösterilmiştir.



Şekil 4.26. Kollajen Yara Örtüsü (tipticaret.com.tr)

Kollojen yara örtücülerin uygulama alanları, avantaj ve dezavantajları aşağıda özetlenmiştir.

Kullanım alanı:

- Eksudalı ve enfekte olmayan yaralar için kullanılır.
- Kronik yaralarda tercih edilir.
- Her yara uyum sağlar ama belirli malzemelerle özellikleri artırılıp kullanılabilir.

Avantaj:

- Doğal ve biouyumludur.
- Ağırlığından 10 kat daha fazla eksudayı emer
- Hemostatiktir.
- Küçük kanamaları kontrol altına alabilir.

Dezavantaj:

- Antimikrobiyal ve debriman özellikleri yoktur.
- Büyük kanamalarda tercih edilmez.

4.1.8. Biyomalzeme Yara Örtüsü

Biyomalzeme normal yara iyileşmesinde ve yeni doku oluşumunda hayati rol oynar. Bu yara örtüleri bütünsel iyileşme aktivitesine sahiptir (Georgescu 2017). Antimikrobiyal ajanlar, insülin gibi biyoaktif bileşiklerin salınımına destek sağlamaktadır.

Vowden (2017), günümüzde kullanılan topikalantimikrobiyal ajanlar arasında iyot içeren ürünler (kadoxomer iyot ve povidon iyot), gümüş içeren ürünler (gümüş sülfadiazin ve iyonik gümüş emdirilmiş örtüler) ve poliheksamin gibi antiseptik maddeler içeren ürünler bulunduğunu belirtmiştir.

4.1.9. Modern Yara Örtücülerinin Materyale Göre Karşılaştırılması

Hidrokolloidler, sıvıyı emip jel haline dönüşmektedir aljinat ve hidrojeller gibi sıvı absorpsiyon özelliklerine sahip yara örtücülerini karşılaştırılırsa; Hidrojeller antibakteriyel bir bariyer oluşturmaktadır. Savunma mekanizmasının etkili bir şekilde çalışmasını sağlar. Günlük kullanımda ergonomik yapısı açısından avantajlıyken hidrokolloidlerin yara örtüsü içinde oranı arttıkça emiş gücü ve antibakteriyelliği artarken kalınlaşır. Yara örtüsü kalınlaştıkça kullanım zorluğuna sebep olmaktadır. Oluşan jelimsi yapı eğer yapışır ise malzeme yeni oluşan dokulara zarar verebilir. Aljinatlar ise yaraya yapışmaz oluşan jelimsi yapı granülasyon dokusunun bozulmasını ve yarayı çevreleyen derinin zarar görmesini engeller. Bu granülasyon yapı sayesinde aljinatlar antibakteriyel özellik sağlamaktadırlar ve bu sayede yoğun eksudalı yaralarda tercih edilmektedir. Hidrojeller ise yüzeye yapışmaz, yüzeye soğukluk hissi verir ve bu sayede kullanım kolaylığı sağlar. Hidrojellerin ilaç

takviyesi yapılabilen yara örtücü yüzeyin protein ve hücre gibi biyolojik kökenli bileşikleri zayıf absorpsiyonundan dolayı antibakteriyel özellikleri düşüktür.

Yanık tedavisi için ise doğal yapısı ve hava geçirgenliği ideal antibakteriyellik ve nem özelliğini sağlayan kitosan yara örtücü kullanılır. Yanık için diğer bir seçenek selüloz bazlı olan yara örtücüleridir. Kitosan ile selülozu karşılaştırıldığında selülozun en zayıf kaldığı yönlerden biri antibakteriyellik özelliği ile ek bir yüzeye ihtiyaç duymasındır.

Enfekte olma ihtimali yüksek yaralar ve ülser yaraları için ise en çok gümüş yara örtücüler tercih edilmektedir. Bunun en önemli özelliklerinden biri yüksek eksuda emme ve buna rağmen antibakteriyel etkisini korumasıdır. Çizelge 4.1 materyale göre yara örtücülerin performans değerlendirilmesini göstermektedir.

Çizelge 4.1. Üretilen Materyale Göre Yara Örtücülerin Performans Değerlendirilmesi

Kullanılan Malzeme	Kullanım Alanları	Performans Değerlendirmesi
Hidrokolloid	• Artiyel ve venöz ülser • Ameliyat sonrası yaralar • 3. Derece yanıklar	İnce ve esnek yapısı kullanım kolaylığı sağlar. Yara bölgesine uygulaması kolaydır. Değiştirme sıklığı az olduğu için hava alışverişi yüksek olması gerekmeyen yaralar için tercih edilebilir.
Aljinat	• Venöz, diyabetik, basıç ülserleri • 3. Ve 4. Derece yanıklar	Yara yüzeyindeki, sıvıyı ağırlığının 20 katına kadar absorbe edebilir ve az değiştirme yeterlidir. Hidrokolloidlere göre

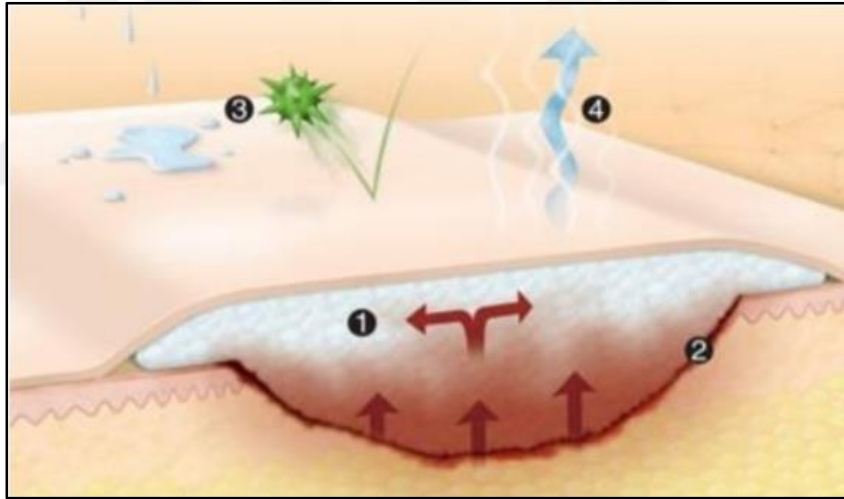
		daha çok tercih edilir. Ama eksudası düşük yaraya uygulanır ise yarayı kurutur.
Hidrojeller	• Yüzeysel yaralanmalar • Eksüdası düşük yaralar	Anti bakteriyellik oranı düşüktür. Hidrojel yara örtücüler kullanım esnasında ikincil pansuman yani ek bir sargı bezi takviyesine ihtiyaç duyar. Sadece yüzeysel yaralanmalarda tercih edilebilir.
Kitosan	• Yanık yaralarında • Diyabet kaynaklı ülser • Yatak yaraları • Yüksek eksudalı yaralar	İkincil bir pansuman takviyesine ihtiyaç duyulabilir. Yenilenebilir kaynak olması, biyo uyumlu ve biyo çözünebilir olması üretim için avantaj sağlamaktadır. Anti bakteriyel özellikleri yüksetir. Yara yüzeyindeki istenmeyen eksudayı absorblama özelliğide yüksek performans değerlerindedir. Geliştirilebilir kaynaklardandır.

Selüloz	• Yanık • Ülser	Tek başına yara örtücü özelliği için yeterli değildir. Yarya yapışır bu özellik bazı yara tipleri için avantaj iken bazıları için dezavantaj olmaktadır.
Gümüş	• Basıç, venöz, diyabetik ülseri • Ameliyat sonrası yaralar • Enfekte olan veya enfekte yara olma riski yüksek derin yaralar	Yara onarımı en yüksek yara örtücülerdendir. Antibakteriyel özellikleri geniş performans aralığındadır. Dolgu malzemesi olarakda tercih edilebilir olması kullanım oranını artırılmaktadır. Yüksek oranda absorblama özelliği bulunmaktadır.
Kollojen	• Enfekte olmayan yaralar • Kronik yaralar.	Ağırlığının 10 katı kadar sıvıyı absorbe eder. Küçük kanamalar için tercih edilmektedir. Performansın aralığı tek başına az iken destekleyici yara örtüleri ile performans değeri artırılabilir. Anti bakteriel özellikleri düşüktür.

4.2. Fiziksel Şekillerine Göre Modern Yara Örtüleri

4.2.1. Köpükler

Gözenekli ve esnek yapıda olan köpük yara örtücüleri yüksek emme kapasitesine sahip olur. Hidrofilik veya hidrofobik de olabilirler (Eyier ve ark. 2020). Yara salgısının sızmasına engel oluşturup, bakteri penetrasyonunu önlerler ve silikon esaslı olabilir veya poliüretan içerebilirler. Köpükler, genelde orta ve büyük hacimli yaralar için uygunlardır. Gözenekli yapıları sayesinde gaz alışverişine olanak sağlayıp, yara bölgesinde şişerek yaraya uyum sağlarlar (Şekil 4.27). Şişme özelliği sayesinde yara çevresindeki ödemi azaltıp, granülasyonu hızlandırırlar. Kolaylıkla temizlenebilir ve istenildiğinde kolayca çıkarılabilirler. Ancak kuru ve kabuklu yaralar için uygun olmayıp, bakteri bulaşmasını engellemede yetersizdirler.



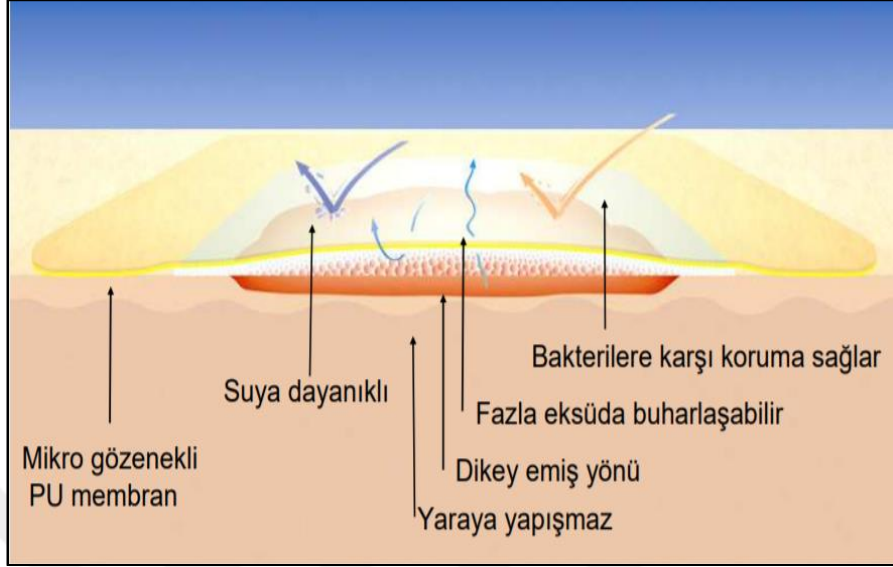
Şekil 4.27. Köpük Yara Örtücünün Oyuk Yarada Uygulanımı

Köpük yara örtücüler, silikon ya da poliüretandan üretilmektedir Jones ve ark (2006). Yumuşak yapısından dolayı tampon görevi görür ve yara yüzeyiyle uyumludur. Antimikrobiyal değildir. Az eksudalı veya enfekte olmayan yüzeysel yaralarda farklı formlarda kullanılmaktadır. Islak yara yüzeyine konulduğunda,

kılcal etkiyle yara sıvısını köpük içine absorbe eder ve ve örtünün diğer tarafına yara sıvısını geçirir (Gürsu 2019).

Nem, buhar ve oksijen geçirgenlikleri fazladır, yara yatağının ısısının korunmasında yardımcı olurlar. Poliüretan köpükler, bir hidrofilik yaraya temas eden yüzey ile bir hidrofobik destek kısmı olmak üzere iki tabakadan oluşmaktadır. Su tutma kapasiteleri yüksektir. Eksüdanın, absorbe eden tabaka boyunca düzgün dağılımını kolaylaştırır ve yarı geçirgen bir astarın varlığına bağlı olarak dış sızıntıyı (grev) önlemektedir.

Köpük yara örtüleri esnek ve yüksek absorpsiyon kapasitesine sahip yumuşak, gözenekli materyallerdir (Hanna ve Giacomelli 1997). Poliüretan köpük örtüler yüksek dayanıklılık ve esnekliğe sahiptir. Bu örtüler, yarayla temas eden birincil örtü veya ikincil örtü olarak kullanılabilir Şekil 4.28’de birincil yara örtüsü olarak kullanımı gösterilmektedir. Poliüretan, hidrofobik veya hidrofilik monomerlerden elde edilebilmekte ve sonuçta farklı gözeneklilik ve sıvı tutma kapasitesine sahip köpükler üretilmektedir. Islak yara yüzeyine yerleştirildiği zaman, kılcal etki sayesinde yara sıvısı köpük içerisine absorbe olmakta ve örtünün diğer tarafına geçebilmektedir. Kuru yara yüzeyine yerleştirildiğinde ise poliüretan destek tabakası nem kaybını azalmakta ve yara yüzeyinin kurummasını önlemektedir.



Şekil 4.28. Köpük Örtü (tipticaret.com.tr)

Altay ve Başal (2010) köpük örtüler, yara sıvısının sızmasını önlemek ve bakterilerin penetrasyonunu engellemek için hidrofobik destekten oluşan hidrofilik yapılarıdır (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Köpük Örtüler (Altay ve Başal, 2010)

Köpük yara örtücülerin uygulama alanları ve avantajları aşağıda özetlenmiştir.

Uygulama alanları:

- Diyabetik ayak ülserinde kullanılmaktadır.

Avantajları:

- Kuvvetli absorpsiyon özelliklere sahiptir.
- Süngerimsi yapıya sahiptirler.

4.2.2. Şeffaf Filmler

Şeffaf film yara örtücüler, genel olarak transparan, bazen ped yapısında olabilirler. Gaz, nem ve buharı geçirebilir, sıvılara geçirgen özellik göstermemektedirler ve absorpsiyon özellikleri bulunmamaktadır. Tedaviye oranla koruyucu özellik göstermektedirler. Az eksudalı ya da eksudasız yüzeysel yaralarda kullanılmaktadırlar (Gürsu 2019).

Transparan filmler yara örtü malzemeleridir ve ticari olarak piyasada bulunmaktadır. Transparan filmler kalınlığı μm ile mm arasında değişen farklı yöntemlerle hazırlanan bir veya daha fazla polimerden oluşan yapılardır (Sood 2014). Homojen bir polimerik ağ yapısına sahip olan transparan filmler, hasar gören alanı tedavi etmek veya genelde yarayı ve yanık alanını dış faktörlere karşı korumak amacıyla kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak transparan filmler kapalı cerrahi insizyon yerleri, minimal eksudatlar ile yüzeysel yaralar, deri greft donör alanları ve intravenöz kateter alanları için yaygın olarak kullanılmaktadır. Eksüdası bol yaralar için transparan filmler kullanılmamalıdır. Filmlerin hazırlanmasında kullanılan polimerler; poliüretan, polivinilpirolidon, hiyalüronik asit, kollajen, kitosan ve türevleri, poli-N-asetilglukozamin ve fukoidan'dır. Bunlar yarı-geçirgen filmler olarak da adlandırılan bir yüzü akrilik adeziv, diğer yüzü poliüretan membranlardır.

Bu sentetik adeziv filmler çok esnektir ve fonksiyonu kısıtlayıp hasta konforunu bozmazlar. Bakterilere karşı iyi bir bariyer görevi görürler. Ayrıca kaymayı önledikleri için en uygun kullanım alanları greftin alındığı bölgelerdir.

Şeffaf (transparan) film yara örtücüler, su geçirmezler, ancak yaraların iyileşmesi için çok önemli olan su buharı, karbondioksit ve oksijeni geçirmektedirler (Harding 2000). Ürün cinsi ile geçirgenliği değişkenlik gösterebilmekte olup şeffaf olması sayesinde yara kolaylıkla gözle görülebilmektedir. Bu örtülerin en önemli avantajlarından birisi de çok ince olmalarıdır.

Dezavantajları ise emici niteliğe sahip olmamasından dolayı maserasyona ve eksüda birikimine sebebiyet vermektedir. Film biçimindeki örtüyü sıklıkla değiştirmek gerekmektedir. Başka bir dezavantajı ise yapışabilmesi için etrafındaki derinin sağlıklı olması gerekmektedir. Oysaki sağlıklı geniş alan yaralarda zor olur. Şekil 4.30 ve 4.31’de şeffaf film örtüler gösterilmektedir.



Şekil 4.30. Şeffaf Film Örtüler (Harding, 2000)



Şekil 4.31. Şeffaf Film Örtü

Şeffaf film örtüler, cerrahi yaralarda, yüzeysel kısmi yanıklarda, basınç yaralarında, greft alınan bölgelerde, damar içi kateter uygulamalarında kullanılabilir. Diğer yara örtülerine yardım amaçlıda kullanılır. Hafif ve esnek olduğundan yara yüzeyi ile iyi uyumluluk gösterirler. Sürtünmeye karşı deri hasarını önler ve hastanın konforunu olumsuz etkilemezler. Özellikle basınç yaralarında bu örtülerin dezavantajları ise; maserasyona neden olabilmeleri, sık değiştirme zorunluluğu, uygulanabilmesi için yaranın etrafında sağlam derinin olması gerekliliğidir.

Şeffaf film örtücülerin uygulama alanları ve avantajları aşağıda özetlenmiştir

Uygulama alanları:

- Eksudasız yüzelsel yaralara uygulanır.
- Bazen kuru nekrozu bulunana yaralarda nekrozu yumuşatılarak uzaklaştırılması için de kullanılır

Avantaj:

- Transparandır

- Yapaydır.
- Yarı geçirgendir.
- Gaz, nem ve buhar geçirir.
- Hafif ve esnektir.
- Çift taraflı sızdırmazlık mevcuttur bundan dolayı dışardan ıslanmayı engeller.
- Bakteriyel kontaminasyon için mekanik bir engel oluşturur.
- Diğer örtülerin jel ya da dolgu malzemelerinin yaraya sabitlenmesi içindir.
- Diğer örtülere göre daha sık pansuman değişimi önerilir.

Dezavantajlar:

- Absorbsiyon özelliği yoktur.
- Tedaviden çok koruma amaçlı kullanılır.
- Yarada uzun süre kalması için uygun değildir.
- Sağlam deride alerjik reaksiyon riski vardır.

Çizelge 4.2 fiziksel şekillerine göre yara örtücülerin performansını karşılaştırılmalı olarak gösterilmektedir. Burada fiziksel şeklinde farklı yara tiplerine göre değişkenlik gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4.2. Fiziksel Şekillerine Göre Yara Örtücülerin Performans Değerlendirilmesi

Modern Yara Örtü Tipi	Kullanım Alanları	Performans Değerlendirmesi
Köpük	Diyabetik ayak ülserinde kullanılmaktadır.	Takviye edilebilme özelliği sayesinde kullanım alanı genişler. Absorblama özelliği yüksektir. Takviye edilen almeze özellikleriyle performansı artırılabilir.
Şeffaf Filmler	Eksudasız yüzeysel yaralara uygulanır	Değiştirmesi ve ergonomik olarak kullanımı uygundur. Diğer örtülerin jel ya da dolgu malzemelerinin yaraya sabitlenmesi içindir.

4.3. Etken Madde İçeriğine Göre Modern Yara Örtüleri

Yara örtücüleri, farklı cerrahi uygulamalar ve medikalde kullanılan, yaralı bölgeyi enfeksiyondan ve mikroplardan korunmasını sağlayan, yaranın iyileşmesinde yardımcı olan ve vücut içerisine implante edilmeyen tekstil ürünlerinden meydana gelmektedir. Bu yara örtücülerinin esas amacı, yaranın hızlı bir biçimde iyileşmesi için optimum şartları ve mümkün olan en iyi estetik onarımın sağlanmasıdır. Bu amaca yönelik geliştirilen hayvansal yağlar, bitkisel lifler ve bal hamurları yaraların iyileşmesinde (yara tedavisi ve kapatılması) çalışmaları yapılmaktadır (Lee-Min 2003).

4.3.1. Antibakteriyel Etken Madde İçeren Yara Örtücüler

Antibakteriyel etken madde içerenler örtülerin temel amacı, özellikle kaza sonucu oluşan yaralarda, ayak ülserlerinde ve cerrahi işlemler sonucunda oluşan yaralarda enfeksiyonu gidermek ve önlemektir. Yaygın kullanılan antibiyotikler piyasadaki yara örtülerine emdirilerek uygulamaya alınmaktadır. Mesela povidon-iyot tekstil örtüleri, gümüş ise genelde modern yara örtüleri ile kullanılmaktadır (Lee-Min 2003).

Yara üzerine lokal antibiyotik uygulaması, birçok nedenden dolayı sistemik uygulamaya tercih edilir. Yeterli düzeyde sistematik etkiyi sağlamak için gerekli antibiyotik dozu, aminoglikozitlerin böbrek ve kulakta birikimi gibi organ ve hücre toksisitesine sebebiyet verebilmektedir (Chu 2006).

Antibiyotik dozunun düşük olması durumunda yara örtücünün etkisi de azalmaktadır. Bunlara ek olarak yaraya lokal antibiyotik uygulanması, bakteri direncini azaltması ve daha etkin yara iyileşmesini sağlamasından dolayı organizmalar açısından uygun görülmektedir. Özellikle alt ekstremitelerde meydana gelebilecek diyabetik ülserler gibi yaraların kan sirkülasyonuna sebebiyet vermesi, sistematik antibiyotik tedavisinin etkisiz kalmasına yol açmasından dolayı, yaraya lokal antibiyotik uygulaması tercih nedenidir. Antibiyotik salan yara örtüleri ile yapılan çalışmalar günümüze kadar artarak geliştirilmektedir (Zilberman ve Elsner 2008).

Roy (2010) antimikrobiyal etken madde içeren yara örtüsü çalışmasından kompozit materyaller ön plana çıkmaktadır. Hidrojellerin kombine olarak kullandığı çalışmasında karboksimetil selüloz kompozisyonu ve polivinilprolidon ile borik asit salımını incelemiştir.

Kumar (2004), kurutulmuş fibrin diskler, tetrasiklin uygulamasında incelenmiştir. Aoyagi (2007) kitosan filmler minosiklin uygulamasını tercih etmiş olup, olumlu neticeye varmıştır. Ruszczak ve Friess (2003) kollajen yara örtülerinin incelendiği başka bir çalışmada ise gentamisin ve kollajen süngerler uygulamasıyla öne çıkmıştır.

Kim (2008) yara örtücü çalışmasında sodyum aljinat ve polivinilalkoller bir arada kullanarak, klindamisin yükleyerek olumlu sonuçlara ulaşmıştır. Martineau ve Shek (2006) oliüretanın ve hidrojellerin çift tabakalı üretildiği çalışmasında klorheksidin ve kloramfenikol bakterisit etkilerini incelemiştir. Bruin ve arkadaşarı (2010) gastrointestinal cerrahisinden sonra yara enfeksiyonlarının önlenmesi için gentamisin yüklü kollajen implantlar değerlendirilmiş olup, çalışmasında avantajlarına yer vermiştir.

Jansiyen moru ve metilen mavisi eklenmiş köpük örtücü de önemli bir antimikrobiyal örtü çeşididir. Köpük temelli olmasından dolayı, yüksek absorpsiyon kapasitesinden dolayı örtünün pek çok bakteriye karşı etkinliği gösterilmiştir (Mirasoğlu 2015).

4.3.2. Büyüme Faktörü İçeren Yara Örtücüler

Antibakteriyeller enfeksiyonlarla savaşıp, yaraların iyileşmesine yardımcı olmasına karşın, iyileşme sürecinde etkin fizyolojik katkıları bulunmamaktadır. Büyüme etmenleri ise enzim üretimi, protein, farklılaşması, migrasyonu, hücrelerin bölünmesinde etkin rol oynamaktadır. Büyüme etmenleri yara iyileştirici niteliklerini hücrel üremeyi ve anjiyogenezi uyarı yoluyla göstermektedirler. Bu sebeple büyüme etmenleri yara iyileşmesinin tüm evrelerinde önemli bir yere sahiptir (Steenfos 1994).

4.3.3. Vitamin ve Mineral İçeren Yara Örtücüler

Yaraların tedavi edilmesinde etkin olan diğer bir grupta mineral ve vitaminlerdir. Lazovic (2005), özellikle A, C, E, vitaminleri ve bunlarla beraber bakır ve çinko iyileşmenin sağlanmasında oldukça önemli bir yere sahip olduğunu göstermiştir. Mineralleri ve vitaminleri içeren yara bakım materyalleri genelde silikon jeller, merhemler, kremler, sıvı emülsiyonlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Mineral ve vitamin içeren yara örtüleri çalışmalarına sıklıkla karşılaşılmaktadır.

Yapılan bu çalışmalarda E vitamini silikon jel yapraklarıyla beraber keloidskar ve hipertrofik olşumunun tedavisinde kullanılmadığı belirtilmiştir.

4.4. Güncel Modern Yara Örtüleri

Yaralar çevre koşullarına ve hastaya bağlı olarak birçok etmenden etkilenmekte olup dolayısıyla her yaranın kendisine has nitelikleri bulunmaktadır (Tyrone ve ark. 2000). Yaralar kronik veya akut gibi sınıflara ayrılmasına rağmen sadece kendi gidişatıyla karakterize olmaktadır. Çünkü hem yaralar hem de hastanın şartları değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle tek tip bir yara örtüsü iyi bir seçenek olarak görülmemektedir. Örnek verilirse yara yoğun eksüdalıysa, drenajı emen bir yara örtüsü kullanılması daha uygundur. Eğer yara kuruyorsa, yaranın nemli kalmasını sağlayacak bir materyal seçilmesi daha iyidir.

Modern yaraların bakımında esas olan, yaranın doğru teşhis edilerek, ihtiyacın belirlenmesi ve yaranın nemli kalmasının sağlanmasıdır. Bununla beraber yaranın yabancı maddeler ve bakterilerden korunması, yara çevresindeki sağlıklı dokulara zarar verilmemesi, yara bölgesinde gaz alışverişine izin verilmesi ve fazla sıızıntının yaradan uzaklaştırılması da uygun yara bakım materyallerinden beklenen niteliklerdendir. Nemli ortamlarda yaranın daha hızlı iyileşmesini sağlayan yara örtücü nitelikteki modern örtücüler, yara dehidrasyonunun önüne geçerek, anjiogenezi hızlandırmakta, hücrelerin çoğalma yeteneğini korumakta, yara dehidrasyonunu önleyerek dokunun canlılığını korumakta etkin rol oynamaktadır.

4.4.1.Biyoaktif Yara Örtücüler

Bu yara örtüleri; yaraların iyilşmesinde etkin rol oynayan biyomateriyallerden üretilmektedir. Biyoaktif örtüler aynı zamanda biyosentetik ya da doğal doku kaynaklarından üretilen doku mühendisliği materyallerinide içerisinde almaktadır. Bu ürünler genelde elastin, aljinatlar, kitosan, hiyalüronik asit, kollajen gibi polimerleri bir arada bulundurmaktadır (Ueno 1999).

Biyomateriyallerin, biyolojik olarak parçalanabilir olma, doğal ekstraselüler matris bileşenlerini içermesi gibi avantajları bulunmaktadır (Şekil 4.32). Biyomateriyallerin belli bir kısmı yeni doku oluşumunda ve normal yara iyileşmesi sürecinde etkin rol oynarlar. Bu nitelikleri sebebiyle biyomateriyaller, biyouygunluk ve toksik olmama yönünden yara tedavilerinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Bazı uygulamalarda büyüme etmeleri ve antimikrobiyaller gibi aktif maddeler, yara bölgesine uygulanmak üzere, bu biyomateriyaller içerisine konulmaktadır (Tyrone ve ark. 2000).



Şekil 4.32. Biyoaktif Yara Örtüleri (Ueno, 1999)

Kollajen, bağ dokularının ve her organın majör ve doğal bileşenleridir. Yaraların iyileşmesinde kollajen, iyileşmenin başlamasından en son skar dokunun oluşumuna kadar bütün evrelerinde etkin rol oynamaktadır (Adhirajan ve ark. 2009). Kollajen, fibroblast oluşumunu uyarak, endotel hücrelerin yaralanan dokuya göçünü hızlandırmaktadır. Kollajen biyomaterisler yara atığı ve sıvıları toplama özelliğine sahiptir. Bu kollajen matrisler bazı incelemelerde aktif madde deposu olarakta kullanılmaktadır. Yapılan bu incelemeler kollajen matris, farklı grup antibiyotikler için aktif madde taşıyıcısı olarakta değerlendirilmektedir.

Hiyalüronik asit, ekstraselüler matrisin en önemli komponentleri arasında yerini almaktadır (Oh ve ark. 2010). Hidrofilik ve büyük glikoaminoglikan molekül niteliğiyle bilinmektedir. Hiyalüronik asit makrofajlar tarafından sitokin üretimini ve anjiogenezi uyarmakla görevlendirilmiştir. Çapraz bağlı hiyalüronik asitten üretilmiş olan hidrojel filmler ilaç taşıyıcı biyomateryal olarak değerlendirilip, başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Luo ve ark. 2000).

Modifiye edilmiş lipozomlar ile hiyalüronik asit büyüme etmenlerini yaraya uygulayabilmek üzere formüle edilip, değerlendirmeye alınmıştır (Boateng ve ark. 2007). Son dönemlerde etkinlik ve emniyet yönünden değerlendirilmiş olup, başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Luo ve ark. 2000).

Kitosan da yaraların iyileşmesinde değerlendirilen doğal biyoaktif polimerler arasında yerini almaktadır (Ueno ve ark. 2001). Yaraların iyileşmesinde proliferasyon evresinde granülasyon doku oluşumunu hızlandırdığı belirtilmiştir. Yara tedavisinde yapılan uygulamalardan bir derlemede tedaylı bir biçimde incelenmiştir.

Sezer ve ark. (2007) yapmış oldukları çalışmada fukoidan içeren kitosanporöz filmler geliştirilmiş olup, tavşanlar üzerinde yanık yaralar incelenmiştir. Biyoaktif yara örtüleri sentetik ve geleneksel örtülere göre daha üstün nitelikleri bulunmaktadır.

4.4.2. Doku Mühendisliği Ürünleri

Modern ve geleneksel yara örtüleri kullanıma uygun olmasına rağmen kayıp dokularda özellikle de yanıklarla meydana gelen deri kayıplarının yerini tutmasında problemlidir. Biyoaktif ve sentetik “akıllı” polimerlerden geliştirilen doku materyalleri dikkat çekmektedir (Whitaker ve ark. 2001). Biyomateryallerdeki yaşanan bu gelişmeler ve deri hücrelerinin kültüre edilmesi, modern deri alternatiflerinin geliştirilmesinde etkin rol oynamaktadır. Bu polimer dokular için tasarlanan iskeleler gibi hareket etmektedir. Biyosentetik veya doğal biçimlerdeki bu akıllı polimerler yaranın iyileşmesi sürecinde fizyolojik nitelikleri taklit edebilirler.

Bu polimerik yöntemler, özellikle doku yenilenmesine ve iyileşmesi zor olan kronik yaraların iyileşmesinde etkin rol oynamaktadır (Sezer ve ark. 2007).

Boateng ve ark. (2007) doku mühendisliğinde hücre içeren ve hücre dışı iki ana matris kullanılmıştır. Hücre dışı hiyalüronik asit gibi ekstraselüler matris ve matrisler Integra TM gibi sentetik kollajen bileşenlerinden üretilmektedir. Hücre matrisler ise Alloderm TM gibi hücre matrisler ile yapısı korunan doğal deriden üretilmektedir. Hücre taşıyıcı doku mühendisliği ürünü Apligraf TM glikozaminoglikan ve yara örtüleri kollajen iskelelerden meydana gelen biyolojik olarak parçalanabilir filmleri içermektedirler. Bu iskeleler üzerine yeni dokuların gelişiminde rekombinant kaynaklı ya da hastadan alınan deri hücreleri ekilebilir. Bu biyomateryal taşıyıcı yara örtüleri yer değiştirecekleri normal derinin anatomik ve mekanik niteliklerine benzemektedir. Vücuda yerleştirildiklerinde uygun yapısal niteliklere sahip bağ dokusu matrisi bırakarak yavaş bir biçimde parçalanmaktadır.

Hem yarı sentetik hem de doğal kaynaklardan sağlanan doku iskeleleri, genetik materyal ve büyüme faktörleri gibi biyoaktif maddelerin yara üzerine salınması açısından avantajlıdır (Storie ve Money 2006). Diyabetik ülser gibi kronik yaralarda deri dokusunun yenilenmesini sağlayarak polimerik yöntemlerden genetik materyal salımını derlemiştir.

4.4.3. Greft ve Greft Eşdeğerleri

Bu örtüler, sentetik yara örtülerinde olduğu gibi genelde ikinci derece yanık yüzeylerin örtülmesinde kullanılmaktadır. Uygulandığında alttaki epitel gözle görülecek kadar iyileşme göstermektedir. Yara kabuğu çıkarıldıktan sonra hastadan otogreft temin edilene kadar yarayı kapatmak için geçici örtü malzemeleri kullanılır. En fazla tercih edilenler Ksenogreft (liyo-filize, donmuş, taze), Amnion Zarları (donmuş, taze) ve Homogreft (Allogreft: donmuş, taze) olarak bilinmektedir (Zhong ve ark 2010).

Marcia ve Castro (2002) kadavradan elde edilen allogreftler ya da domuzdan elde edilen ksenogreftler kullanmışlar ve normal derinin bariyer ve immünolojik işlevlerine benzer biçimde yaranın örtülmesini sağdığını göstermişlerdir.

Greft yara örtüler ikinci derece yanıklarda kullanıldığı gibi normal derinin olmadığı tam kat yanıkta oluşan yara kabuğunu çıkardıktan sonra optimal yara kapamasını da sağlamaktadır. Canlılardan sağlanan bu materyaller bir süre sonra bilinen bağışıklık mekanizmalarıyla, organizmalar tarafından atılır ve reddedilir. Canlılardan elde edilmesinden dolayı dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar; Hepatit C, Hepatit B, AIDS gibi viral hastalıkların aktarılması gibi riskler içerir.



5. SONUÇ

Dünya nüfusundaki artış, yaşlanma ve yaşam kalitesindeki beklentilere paralel olarak gereklilik duyulan hijyen ve sağlıklı yaşam isteği gün geçtikçe artmaktadır. Günlük hayatta tekstil sektörünün modadan araç lastiklerine kadar her alanda tekstilin kullanıldığı görülmektedir. Talepler ve teknolojinin gelişmesiyle tıbbi tekstil gibi teknik tekstillerin ve tekstil kompozitlerini, gündelik hayattaki payı da gittikçe artmaktadır. İnsan nüfusunun artışıyla hastalıklar ve enfeksiyonlarda hijyen büyük bir önem arz etmektedir. Karşılaşılabilecek problemlere karşı alınan önlemler ve çözümler kompozit ve teknik destek sayesinde üretilen tek kullanımlık tekstil hijyen ürünlerine ve sağlık alanında etkili tıbbi tekstillere yönelmektedir.

Geliştirilen teknikler, kullanılan lifler ve polimerler sayesinde tekstil sektörünün aktif kolu olan tıp sektöründeki çeşitlilikte artmaktadır. Tedavisi uzun süren derin yaralar, tekstil ve kompozit tekstil olan yara örtücü yüzeyler sayesinde istenen süre ve iyileşme ortamını sağlayarak tedavi edilebilmektedir.

İdeal iyileşme süresi için ortam şartlarından öte yara örtücü altındaki tenle temas eden yüzeyinde elverişli ortamı sağlaması gerekmektedir. Bu nedenle enfeksiyon riskini azaltmak ve iç yüzeyin hem hava almasını hem nem dengesini korumak gerekmektedir. Bu amaç ile lifler ve kompozit liflerden yüzeyler oluşturulmaktadır. Bu yüzey nefes alabilen bir yüzeyken dış ortamdan iç yüzeye bakteri ve virüsleri geçişini engellemeli ve oksijen dengesini sağlamalıdır. Bu yüzey bir yandan da nem dengesini sağlarken yüzeydeki iltihap benzeri beyaz kan hücrelerin oluşturduğu mukozamsı sıvıyı emmelidir ancak bu sırada yarayı da kurutmamalı aynı zamanda antibakteriyel ve ergonomik de olmalıdır. Yapılan çalışmalardan görülmüştür ki günümüze kadar yüksek oranda gümüş katkılı yara örtücüler kullanılmıştır. Günümüzde maliyetlerin daha da düşürülmesi ve ulaşılabilirliğini artırmak için kitin (kitosan) yara örtücüler tercih edilmektedir.

Güncel yara tedavisi yaklaşımında, farklı yara çeşitleri için yaşam kalitesini artıran ve ergonomik yara örtülerinin nitelikli yöntemlerle geliştirilmeye gereksinim duyulmaktadır. Etken maddesinin yara yüzeyine lokal bir biçimde uygulanabilmesi için taşıyıcı olarak kullanılan polimerik yara örtülerine dair incelemeler de artış gösterdiği bu çalışma ile ortaya çıkarılmıştır.

Polimerik malzemeler; pektin, kitosan ve kollajen gibi doğal, aljinat gibi hidrojel maddelerden üretilen veya doku mühendisliği materyali olarak kullanılmaktadır. Mineraller, vitaminler ve antibiyotikler, genetik materyal veya büyüme faktörleri gibi yara tedavisinde etkin rol oynayan ajanların yaraya uygulanmasını sağlayan yöntemlerle yapılan çalışmalar da her geçen gün artmaktadır. Yara örtüsü olarak polimerik yöntemlerde kontrollü etken madde salımının önemi de anlaşılmış, yara yüzeyinde sürekli salınım sağlayan yeni yöntemler geliştirilmiştir.

Yara tedavi materyallerinin üretilmesinde için aşılması gereken birçok engel bulunmaktadır. Yara sıvısı oranının değişkenlik göstermesi, her yara çeşidine uygun tek tip bir yara örtüsünün geliştirilmesinin önündeki en büyük engeldir. Yeni nesil polimerik ürünlerden ya da teknolojilerden farklı nitelikte olanları bir araya toplayıp hazırlanan tekstil tabanlı kompozit yara örtüleri bu problemlerin aşılmasında ideal bir yaklaşım olduğu görülmüştür.

Çalışmada görülmüştür ki;

- Nemli ortamın sağlanmasında köpük yara örtücüler,
- İdeal antibakteriyellik özelliğinin sağlanması için gümüş ve kitosan yara örtücüler,
- Eksudayı absorbe etmesi için aljinat, kitosan ve kollojen yara örtücüler,
- Yüksek eksudalı ağır yara için aljinat ve kitosan yara örtücüleri,
- Düşük eksudalı hava alışverişi ideal seviyede tutan; hidrokolloid yara örtüler,

- Yüzeysel yaralanma ve kanama olan yüzeyler için hidrojel yara örtücüler,
- Pansuman ve zaman verililiği için, kitosan, gümüş ve köpük yara örtücüler tercih edilmektedir.





KAYNAKLAR

- Abdel-Mohsen AM, Abdel-Rahman RM, Hrdina R, Imramovsky A, Burgert L, Aly AS. Antibacterial cotton fabrics treated with core-shell nanoparticles. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2012;50(5):1245-53.
- Adhirajan, N., Shanmugasundaram, N., Shanmuganathan, S., Babu, M. "Collagenbased wound dressing for doxycycline delivery: in-vivo evaluation in an infected excisional wound model in rats" *J. Pharm. Pharmacol.*, 61, 1617-1623 (2009).
- Altay, P., Başal, G. "Yara örtüleri" *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(1), 109-121 (2010)
- Aoyagi, S., Onishi, H., Machida, Y. "Novel chitosan wound dressing loaded with minocycline for the treatment of severe burn wounds" *Int. J. Pharm.*, 330, 138-145 (2007)
- Arif D, Niazi MBK, Ul-Haq N, Anwar MN, Hashmi E. Preparation of antibacterial cotton fabric using chitosan-silver nanoparticles. *Fibers and Polymers*. 2015;16(7):1519-26.
- Boateng, J.S., Matthews K.H., Stevens, H.N.E., Eccleston, G.M. "Wound Healing Dressings and Drug Delivery Systems: A Review" *J. Pharm. Sci.*, 97(8), 2892-2923 (2007).
- Bourke, S.L., Al-Khalili, M., Briggs, T., Michniak, B.B., Kohn, J., Poole-Warren, L.A. "A photo-crosslinked poly(vinyl alcohol) hydrogel growth factor release vehicle for wound healing applications" *AAPS Pharm. Sci.*, 5, E33 (2003).
- Bruin P, Jonkman MF, Meijer HJ, Pennings AJ. A new porous polyether urethane wound covering. *J Biomed Mater Res* 1990;24:217-26.
- Bruin, A.F.J., Gosselink, M.P., Harst, E., Rutten, H.J.T. "Local application of gentamicin collagen implants in the prophylaxis of surgical site infections following gastrointestinal surgery: a review of clinical experience" *Tech. Coloproctol*, 14, 301-310 (2010).

- Busila M, Musat V, Textor T, Mahltig B. Synthesis and characterization of antimicrobial textile finishing based on Ag:ZnO nanoparticles/chitosan biocomposites. *Rsc Advances*. 2015;5(28):21562-71.
- Christgau, M., Caffesse, R.G., Schmalz, G., D'Souza, R.N. "Extracellular matrix expression and periodontal wound-healing Dynamics following guided tissue regeneration therapy in canine furcation defects" *J. Clin. Periodontol.*, 34(8), 691-708 (2007).
- Chu, H.Q, Xiong, H., Zhou, X.Q., Han, F., Wu, Z.G., Zhang, P., Huang, X.W., Cui, Y.H. "Aminoglycoside toxicity in three murine strains and effects on NKCC1 of striavascularis" *Chin. Med. J.*, 119, 980-985 (2006).
- Defail, A.J., Edington, H.D., Matthews, S., Lee, W.C., Marra, K.G. "Controlled release of bioactive doxorubicin from microspheres embedded with gelatin scaffolds" *J. Biomed. Mater. Res.*, 79, 954-962 (2006).
- Dhineshbabu NR, Rajendran V. Antibacterial activity of hybrid chitosan-cupric oxide nanoparticles on cotton fabric. *Iet Nanobiotechnology*. 2016;10(1):13-9.
- Doğan Z. Nanolif yara örtücü yüzeylerin geliştirilmesi ve karakterizasyonu, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2012;3,9,37-40
- El Shafei A, Abou-Okeil A. ZnO/carboxymethyl chitosan bionano-composite to impart antibacterial and UV protection for cotton fabric. *Carbohydrate Polymers*. 2011;83(2):920-5.
- El Shafei A, Abou-Okeil A. ZnO/carboxymethyl chitosan bionano-composite to impart antibacterial and UV protection for cotton fabric. *Carbohydrate Polymers*. 2011;83(2):920-5.
- George, M. ve Abraham, T.E., (2006). "Polyionic hydrocolloid for the testinal delivery of protein drugs: alginate and chitosan—a review", *Journal of controlled release*, 114: 1-14.

- Gouda M, Hebeish A. Preparation and Evaluation of CuO/Chitosan Nanocomposite for Antibacterial Finishing Cotton Fabric. *Journal of Industrial Textiles*. 2010;39(3):203-14.
- GouYuan, Robin Cranston Recent Advances in Antimicrobial Treatments of Textiles, *TextileResearch Journal*,2008,67
- Grzybowski, J., Oldak, E., Antos-Bielska, M., Janiak, M.K., Pojda, Z. "New cytokinedressings. Kinetics of the in vitrorhG-CSF, rhGM-CSF, andrhEGF release from the dressings" *Int. J. Pharm.*, 184, 173-178 (1999).
- Gu, F., Amsden, B., Neufeld, R. "Sustaineddelivery of vascularendo the lialgrowth factor with alginatebeads" *J. Control. Release*, 96, 463-472 (2004).
- Gupta, B., Agarwal, R., Alam, M.S. "Textile-basedsmart wound dressings" *Indian J. FibreTextileRes.*, 35(2), 174-187 (2010).
- Hanna, J.R., Giacomelli, J.A. "A Review of Wound Healingand Wound Dressing Products" *The Journal of Footand Ankle Surgery*, 36(1), 2-14 (1997)
- Harding, K.G., Jones, V., Price, P. "Topical treatment: which dressing tochoose" *Diabetes Metab. Res. Rev.* 16, 47-50 (2000).
- Harihara, Y., Konishi, T., Kobayashi, H., Furushima, K., Ito, K. Noie, T., et al. "Effects of applying povidone-iodine just before skin closure" *Dermatology*, 212, 53-57 (2006).
- Hebeish A, Sharaf S, Farouk A. Utilization of chitosan nanoparticles as a green finish in multifunctionalization of cotton textile. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2013;60:10-7.
- Horch, R.E., Bleiziffer, O., Kneser, U. "Physiologyand wound Healing" in *Plasticand Reconstructive Surgery*, Siemionow, M.Z., Eisenmann-Klein, M. (Eds.) Springer Specialist Surgery Series, Springer-Verlag London Limited, p.3-10 (2010).
- Hu J, Xiao ZB, Ma SS, Zhou RJ, Wang MX, Li Z. Properties of osmanthus fragrance-loaded chitosan-sodium tripolyphosphate nanoparticles delivered

- through cotton fabrics. *Journal of Applied Polymer Science*. 2012;123(6):3748-54.
- Hu J, Xiao ZB, Zhou RJ, Ma SS, Li Z, Wang MX. Comparison of compounded fragrance and chitosan nanoparticles loaded with fragrance applied in cotton fabrics. *Textile Research Journal*. 2011;81(19):2056-64.
- Ichioaka, S, Harii, K, Nakahara, M, Sato, Y. "An experimental comparison of hydrocolloid and alginate dressings, and the effect of calcium ions on the behaviour of alginate gel" *Scand. J. Plast. Reconstr. Hand Surg.*, 32, 311-316 (1998).
- Jayakumar, R., Prabakaran M., Sudheesh Kumar P.T., Nair S.V., Tamura H., (2011). Biomaterials based on chitin and chitosan in wound dressing applications, *Biotechnology Advances* 29 (2011) 322–337.
- Jones, V. Grey, J.E. ve Harding, K.G., (2006). "ABC of wound healing: Wound dressings", *BMJ: British Medical Journal*, 332: 777.
- Kapoor, M., Nomiyama, T., Bruemmer, D., Kojima, F., Crofford, L.J. "Growth factor and cytokines: Emphasis on their role in wound healing and atherosclerosis" *Current Anaesthesia & Critical Care*, 17, 13–20 (2006).
- Khan, M.N., Davies, C.G. "Advances in the management of leg ulcers-The potential role of growth factors" *Int. Wound J.*, 3, 113-120 (2006).
- Kim, J.O., Choi, J.Y., Park, J.K., Kim, J.H., Jin, S.G., Chang, S.W., et al. "Development of clindamycin-loaded wound dressing with polyvinyl alcohol and sodium alginate" *Biol. Pharm. Bull.*, 31, 2277-2282 (2008).
- Kim, J.O., Park, J.K., Kim, J.H., Jin, S.G., Yong, C.S., Li, D.X., et al. "Development of polyvinyl Alcohol-sodium alginate gel-matrix based wound dressing system containing nitrofurazone" *Int. J. Pharm.*, 359, 79–86. (2008).
- Koempel, J.A., Gibson, S.E., O'Grady, K., Toriumi, D.M. "The effect of platelet-derived growth factor on tracheal wound healing" *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngo*, 46, 1-8. (1998).

- Koyutürk Ahmet, Soysalan Devrim Demiray, Yara ve Yanık Tedavisinde Kullanılan Örtüler, 2016, 5-8.
- Kumar, T.R.S., Bai, M.V., Krishnan, L.K. "A freeze-dried fibrin disc as a biodegradable drug release matrix" *Biologicals*, 32, 49-55. (2004).
- Lansdown, A.B. "Calcium: A potential central regulator in wound healing in the skin" *Wound Repair Regen.*, 10, 271-285 (2002).
- Lazovic, G., Colic, M., Grubor, M., Jovanovic, M. "The application of collagen sheet in open wound healing" *Ann. Burns Fire Disasters*, 18, 151-158 (2005).
- Lee, A.R.C., Leem, H., Jaegwan, L., Park, K.C. "Reversal of silver sulfadiazine-impaired wound healing by epidermal growth factor" *Biomaterials*, 26, 4670-4676. (2005).
- Lee-Min Mai, L.M., Lin, C.Y., Chen, C.Y., Tsai, Y.C. "Synergistic effect of bismuth subgallate and borneol, the major components of *Sulbogi* on the healing of skin wound" *Biomaterials*, 24, 3005-3012 (2003).
- Luo, Y., Kirke, K.R., Prestwich, G.D. "Cross link ed hyaluronic acid hydro gel films: New biomaterials for drug delivery" *J. Control. Release*, 69, 169-184 (2000).
- Mann, A. Niekisch, K., Schirmacher, P., Blessing, M. "Granulocyte-macrophage colony stimulating factor is essential for normal wound healing" *J. Investig. Dermatol. Symp. Proc.*, 11, 87-92 (2006).
- Marcia, R-E-S, Castro, M.C.R. "New dressings, including tissue engineered living skin" *Clin. Dermatol.*, 20, 715-723 (2002).
- Martineau, L., Shek, P.N. "Evaluation of a bi-layer wound dressing for burn care: I. Cooling and wound healing properties" *Burns*, 32, 172-179 (2006).
- Matsuda K, Suzuki S, Isshiki N, Yoshioka K, Wada R, Okada T, et al. Influence of glycosaminoglycans on the collagen sponges component of a bilayer artificial skin.
- Matsuda K, Suzuki S, Shiki N, Oshioka KY, Kada TO, Kada YI. Influence of glycosamino glycanos on the collagen sponge component of a bilayer artificial

- MostafaluPooriaGitaKiaee, Giorgio Giatsidis, Akbar Khalilpour, Mahboobeh Nabavinia, Mehmet R. Dokmeci, Sameer Sonkusale, Dennis P. Orgill, Ali Tamayol, and Ali Khademhosseini, GitaKiaee, Giorgio Giatsidis, Akbar Khalilpour, Mahboobeh Nabavinia, Mehmet R. Dokmeci, Sameer Sonkusale, Dennis P. Orgill, Ali Tamayol, and Ali Khademhosseini, *advantecfunctionalmaterials*, 2017
- Oh, E.J., Park, K.T., Kim, K.S., Kim, J.S., Yang, J.A., Kong, J.H., et al. "Target Specificand Long-Acting Delivery of Protein, Peptideand Nucleotide Therapeutics Using Hyaluronic AcidDerivatives" *J. Control. Release*, 141, 2-12 (2010).
- Park, S-N., Kim, J.K., Suh, H. "Evaluation of antibiotic loaded collagen-hyaluronicacid matrix as a skin substitute" *Biomaterials*, 25, 3689-3698 (2004).
- Paul, W., Sharma, C.P. "Chitosanand Alginate Wound Dressings: A ShortReview" *Trends Biomater. Artif. Organs*, 18 (1), 18-23 (2004).
- Petkova P, Francesko A, Fernandes MM, Mendoza E, Perelshtein I, Gedanken A, et al. Sonochemical Coating of Textileswith HybridZnO/Chitosan Antimicrobial Nanoparticles. *AcsApplied Materials&Interfaces*. 2014;6(2):1164-72.
- Purner, S.K., Babu, M. "Collagen based dressings-A review" *Burns*, 26, 54–62 (2000).
- Purser, K., (2010). "Wounddressing guidelines", Royal United HospitalBath NHS Trust, 747: 1-25.
- Roy, N., Saha, N., Kitano, T., Saha, P. "Development and Characterization of Novel Medicated Hydrogels for Wound Dressing" *Soft Materials*, 8(2), 130-148 (2010).
- Ruszczak, Z., Friess, W. "Collagen as a carrierfor on-site antibacterialdrugs" *Adv. Drug. Deliv. Rev.*, 55, 1679-1698 (2003).

- Sahan G, Demir A, Gokce Y. Improving certain properties of wool fibers by applying chitosan nanoparticles and atmospheric plasma treatment. *Fibers and Polymers*. 2016;17(7):1007-12.
- Schultz, G.S., Sibbald, R.G., Falanga, V., Ayello, E.A., Dowsett, C., Harding, K., et al. "Wound bed preparation: A systematic approach to wound management" *Wound Repair. Regen.* 11, S1-S28 (2003).
- Schultz, G.S., Sibbald, R.G., Falanga, V., Ayello, E.A., Dowsett, C., Harding, K., et al. "Wound bed preparation: A systematic approach to wound management" *Wound Repair. Regen.* 11, S1-S28 (2003).
- Sezer, A.D., Hatipoğlu, F., Cevher, E., Oğurtan, Z., Baş, A.L., Akbuğa, J. "Chitosan film containing fucoidan as a wound dressing for dermal burn healing: preparation and in vitro/in vivo evaluation" *AAPS Pharm. Sci. Tech.*, 8, E1-E8 (2007).
- Singer, A.J., Clark, R.A. "Cutaneous wound healing" *N. Engl. J. Med.* 341(10), 738-46 (1999).
- Stashak, T.S., Farstvedt, E., Othie, A. "Update on wound dressings: indications and best use" *Clin. Tec. Equine. Pract.*, 3, 148-163 (2004).
- Steenfos, H.H. "Growth factor and wound healing" *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.*, 28, 95-105 (1994).
- Storie, H., Money, D.J. "Sustained delivery of plasmid DNA from polymeric scaffolds for tissue engineering" *Adv. Drug. Deliv. Rev.*, 58, 500-514 (2006).
61. Hoffman, A.S. "Hydrogels for biomedical applications" *Adv. Drug. Deliv. Rev.*, 43, 3-12 (2002).
- Supp, D.M., Boyce, S.T. "Engineered skin substitutes: Practices and potentials" *Clin. Dermatol.*, 23, 403-412 (2005).
- Suzuki S, Matsuda K, Isshiki N, Tamada Y, Ikada Y. Experimental study of newly developed bilayer artificial skin. *Biomaterials* 1990;11:356-60.

- SW Ali, Rajendran S, Joshi M. Synthesis and characterization of chitosan and silver loaded chitosan nanoparticles for bioactive polyester. *Carbohydrate Polymers*. 2011;83(2):438-46.
- Thomas V, Bajpai M, Bajpai SK. In Situ Formation of Silver Nanoparticles within Chitosan-attached Cotton Fabric for Antibacterial Property. *Journal of Industrial Textiles*. 2011;40(3):229-45.
- Tyrone, J., Mogford, J., Chandler, L., Ma, C., Xia, Y., Pierce, G., et al. "Collagen embedded platelet-derived growth factor DNA plasmid promotes wound healing in a dermal ulcer model" *J. Surg. Res.*, 93, 230-236 (2000).
- Ueno, H., Mori, T., Fujinaga, T. "Topical formulation and wound healing applications of chitosan" *Adv. Drug. Deliv. Rev.*, 52, 105-115 (2001).
- Ueno, H., Yamada, H., Tanaka, I., Kaba, N., Matsuura, M., Okumura, M., Kadosawa, T., Fujinaga, T. "Accelerating effects of chitosan for healing at early phase of experimental open wound in dogs" *Biomaterials*, 20, 1407-1414 (1999).
- Veves A, Sheehan P, Pham HT. A randomized, controlled trial of Promogran (a collagen/oxidized regenerated cellulose dressing) vs standard treatment in the management of diabetic foot ulcers. *Arch Surg* 2002;137(7):822-7.
- Whitaker, M.J., Quirk, R.A., Howdle, R.A., Shakesheff, K.M. "Growth factor release from tissue engineering scaffolds" *J. Pharm. Pharmacol.*, 53, 1427-1437 (2001).
- Williams, C., (1996). "Granugel: hydrocolloid gel", *British Journal of Nursing*, 5: 188-190.
- Williams, C., (1998). "Tegagen alginate dressing for moderate to heavily exuding wounds", *British Journal of Nursing*, 7: 550-552.
- Yan, X., Chen, B., Lin, Y., Li, Y., Xiao, Z., Hou, X., et al. "Acceleration of diabetic wound healing by collagen-binding vascular endothelial growth factor in diabetic rat model" *Diabetes Res. Clin. Prac.*, 90, 66-72 (2010).

- Zbigniew, R., Schwartz, R.A. “Modern aspects of wound healing: An update”
Dermatol Surg. 26, 219–229 (2000)
- Zhong, S.P., Zhang, Y.Z., Lim, C.T. “Tissuescaffoldsfor skin wound healingand
dermalreconstruction” WIREsNanomed. Nanobiotechnol., 2, 510-525
(2010).
- Zhou lu, Kun Yu, Fei Lu, Guangqian La, Fangyin Dai, Songmin Shang, Enling Hu,
Cleaner Production, Minimizing antibiotic dosage through in situ formation
of goldnanoparticles across antibacterial wound dressings: A facile
approachusing silk fabric as the base substrate,2019.
- Zilberman, M., Elsner, J.J. “Antibiotic-eluting medical devices
forvariousapplications” J. Cont. Release, 130, 202-215 (2008).



ÖZGEÇMİŞ

Erciyes üniversitesi Tekstil mühendisliği bölümünden 2016 yılında mezun oldu. 2017 yılında Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümünde Yüksek Lisans eğitimime başladı. Aynı süreçte ders dönemi bitiminde Ayakkabı Dünyası genel merkezinde Asistan Buyer olarak başladı. Özel sektör hayatına şu an LC Waikiki genel merkezinde Planlama uzmanı olarak devam etmektedir.

