



TEKSTİL VE MÜHENDİS
(Journal of Textiles and Engineer)



<http://www.tekstilvemuhendis.org.tr>

Kitosan Biyopolimerleriyle Çapraz Bağlanmış Yüksek Elastanlı Poliamid 66 Basınçlı Giysilerin Termofizyolojik Konfor Özelliklerinin Analizleri

Analyses of the Thermophysiological Comfort Properties of Highly Elastane Polyamide 66 Compression Garments Crosslinked with Chitosan Biopolymers

Nilüfer Yıldız VARAN
Pamukkale Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 30 Eylül 2017 (30 September 2017)

Bu makaleye atıf yapmak için (To cite this article):

Nilüfer Yıldız VARAN (2017): Kitosan Biyopolimerleriyle Çapraz Bağlanmış Yüksek Elastanlı Poliamid 66 Basınçlı Giysilerin Termofizyolojik Konfor Özelliklerinin Analizleri, Tekstil ve Mühendis, 24: 107, 188-194.

For online version of the article: <https://doi.org/10.7216/1300759920172410707>



Arastırma Makalesi / Research Article

KİTOSAN BİYOPOLİMERLERİYLE ÇAPRAZ BAĞLANMIŞ YÜKSEK ELASTANLI POLİAMİD 66 BASINÇLI GİYSİLERİN TERMOFİZYOLOJİK KONFOR ÖZELLİKLERİNİN ANALİZLERİ

Nilüfer Yıldız VARAN*

Pamukkale Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 15.04.2017

Kabul Tarihi / Accepted: 22.07.2017

ÖZET: Kitosan çeşitli bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyel özellik gösteren bir biyopolimerdir. Çalışmada kitosan bariyerleri kullanılarak yanık yaralanmalarının tedavisinde kullanılan basınçlı giysilerin verimliliğini ve fonksiyonlarını artırmak amaçlanarak kitosan ile çapraz bağlanmış çeşitli poliamid/elastan kumaşların konfor özellikleri incelenmiştir. Basınçlı giysilere kalıcı antimikrobiyel özellik kazandırmak için, kitosan, dimetilol dihidroksietilenüre (DMDHEU) ile çapraz bağlanmış, daha sonra poliamid 66/elastan kumaşlara bağlanmıştır. Elde edilen powernet, düz çözümlü örme ve atkılı örme yapısındaki poliamid 66/elastan kumaşlar, toplam termal direnç (R_{ct}) [$(^{\circ}\Delta C)(m^2)/W$] ve toplam izolasyon değerleri (I_t) [clo] açısından analiz edilmiştir ve DSC analizleri yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, kontrol ve işlem görmüş kumaşlar arasındaki korelasyon verilmiştir. Termofizyolojik test sonuçlarına göre kitosanla çapraz bağlanmış kumaşlar termofizyolojik konfor sağlamaktadır. Powernet yapıdaki kumaşlar en düşük termal direnç (0.394-0.400) gösterirken düz çözümlü örme kumaşlar en yüksek termal direnci (0.495) göstermiştir. Bu sonuçlara göre, kitosanla çapraz bağlandıktan sonra kumaş numuneleri mikroklima ortamı sağlayarak ve hastaların aşırı terlemesini önleyerek konfor sağlayabilecek, böylece enfeksiyon risklerini de önleyebileceklerdir.

Anahtar Kelimeler: Konfor, kitosan, poliamid 66, elastan, çapraz bağlanma, basınç

ANALYSES OF THE THERMOPHYSIOLOGICAL COMFORT PROPERTIES OF HIGHLY ELASTANE POLYAMIDE 66 COMPRESSION GARMENTS CROSSLINKED WITH CHITOSAN BIOPOLYMERS

ABSTRACT: Chitosan is a biopolymer having antimicrobial activities against various bacteria and fungi. Comfort properties of various types of nylon 66/spandex fabrics crosslinked with chitosan were studied. aiming to increase the effectiveness and functions of compression fabrics used in burn scar treatments by providing infection protection with chitosan barriers. Chitosan is cross-linked with dimethylol dihydroxyethyleneurea (DMDHEU) then binds onto nylon 66/spandex fabrics to progress pressure garments with permanent antimicrobial activity. The obtained nylon 66/spandex fabrics in powernet, flat warp knitted and weft knitted structures were analyzed via total thermal resistance (R_{ct}) [$(^{\circ}\Delta C)(m^2)/W$], and total insulation values (I_t) [clo] and DSC analyses were conducted and the results were evaluated. Finally, correlation between the thermal resistance for control and treated samples were given. The thermophysiological test results showed that samples crosslinked with chitosan provide thermophysiological comfort. The powernet fabrics showed the lowest thermal resistance (0.394-0.400) while the flat warp knitted fabrics showed the highest thermal resistance (0.495). These results show that after crosslinked with chitosan, the fabric samples can provide comfort by providing microclimate and preventing excess sweating of patients, thus can prevent infection risks.

Keywords: Comfort, chitosan, polyamide 66, spandex, crosslinking, compression

* **Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** niluferyildizny@yahoo.com

DOI: 10.7216/1300759920172410707, www.tekstilvemuhendis.org.tr

1. GİRİŞ

Basınçlı giysiler, temel olarak derinin sadece dış ve iç tabakalarını değil, aynı zamanda daha derin tabakalarını da etkileyen üçüncü derece yanıkların tedavisinde kullanılmaktadır [1]. Yanık deri iyileştiğinde düzensiz bir şekilde hastanın hareket kabiliyetini etkileyen skar doku kütlesi oluşmaktadır. Hipertrofik skarların tedavisinde uygulanan basınç tedavisinde, basınçlı giysiler yardımıyla, etkilenen bölgeye devamlı olarak basınç uygulanmakta ve düzensiz durumdaki skar doku kütlesi düzeltilmektedir. Basınçlı giysiler, derinin üzerine devamlı ters şekilde basınç uygulayarak, skar doku kütlesini azaltmakta ve derinin düzgün bir şekilde iyileşmesini sağlamaktadır [2-4]. Basınçlı giysilerin devamlı kullanılması, hipertrofik skar oluşumu ile görülen kalınlaşma, burulma ve yumrulanma oluşumlarını önlemektedir. Giysiler tarafından uygulanan dış basınç yardımı ile iltihap oluşumu önlenmekte, skar içine akan kan miktarı azaltılmakta, kaşınma indirgenmekte ve kolajen sentezi önlenmektedir. Bununla birlikte, basınçlı giysiler çarpma ve yaralanmalara karşı da ek bir koruma sağlamaktadır. Bu giysiler, iyileştirme sağlayabilmek için skar alanının büyüklüğüne göre haftalarca veya aylarca giyilmelidir. Bilimsel olarak kıyaslanabilecek bir basınç değeri belirlenememiş olmasına rağmen, genel olarak varılan kanı, ideal bir basınçlı giysinin alt deride 20 mmHg basınç oluşturması gerektiğidir [5-9]. Düşükten yüksek lenfödeme sahip hastalara göre, en iyi yaklaşım ideal medikal basınçların (0mmHg – 50mmHg) aralığında olmalıdır. Aşırı derecede düşük lenfödeme sahip bazı hastalar için düşük basınç (4.82mmHg ± 2.99mmHg) istenmektedir. Ayrıca kalbe yakın bölgelerde üst vücut uygulamalarında (0mmHg – 20mmHg) aralığındaki değerlerde daha düşük basınçlar önerilmektedir. Basınçlı giysiler, genellikle elastik iplikler içermekte ve karakterize edilmeleri ve yeni giysilerin üretilmesi için dünya çapında çok sayıda araştırma ve geliştirme çalışmaları yürütülmektedir [10-14].

1.1. İyileşme Prosesi için Uygulanan Basınçlar

Basınçlı giysiler, vücudun dış kısmında kullanılan materyallerdir ve mekaniksel özellikleri başta olmak üzere birçok önemli özelliğe de sahip olmaları beklenmektedir. Hastalar üzerinde uygulanan basınç miktarını direkt olarak etkilediğinden basınçlı giysilerin en önemli özelliği gerilimleridir (Nm⁻¹ içinde). Kullanılan lif tipi ve kumaş konstrüksiyonu, giysilerin uyguladığı basınç miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Hipertrofik skar özelliklerine göre basınçlı giysiler, uyguladıkları basınç kuvvetleri açısından “düşük” ve “yüksek” basınçlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Bunun yanında, kullanılan giysinin istenilen düzeyde basınç sağlayabilmesi için kullanacak hastanın bedeninden küçük olmalı ve iyileşme sağlanabilmesi için günde 23 saatten 12 ay boyunca uygulanan basınç miktarı korunabilmelidir.

1.2. Biyolojik Enflamatuvar Yanıt

Günümüzde hastaların yanık tedavilerinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Örneğin; bu yüzyılın yarısına kadar, orta derecede yanıklar bile ölümcül özellik taşıymaktaydı. Bu süre

içerisinde katkı sağlayan gelişmelerle, sıvının ölü hücrede yeniden canlandırılması ve yanık ünitelerinin kurulması ölüm oranını azaltmıştır [15-18]. Hastalara uygulanan sistemik ve lokal antimikrobiyel maddelerdeki gelişmeler, yoğun bakım süreçleri ve gıda destekleri, cerrahi alandaki ilerlemeler, yara bakımındaki gelişmeler, derinin korunması alanındaki yeni teknikler, ciddi yanıkların tedavisindeki yoğun bakımın özel bakım evlerinde yapılmaya başlanması gibi birçok alanda ilerleme sağlanmıştır. Bu gelişmelerin yanında, iyileşme sürecinde tekstillerin kullanılması oldukça önemlidir [19-21]. Ürünlerine antimikrobiyel özellik kazandırarak sağlık sektörüne kumaş sağlayan üreticilerin sayısı geçtiğimiz yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Çeşitli özelliğe ve mekanizmaya sahip antimikrobiyel maddeler kullanılarak, tekstillere antimikrobiyel özellik kazandırılmaktadır [22-24]. Bu kimyasallar arasında yer alan kitin ve kitosan biyolojik özelliğe sahiptir. Biyolojik özellikleri içerisinde en önemlileri; insan hücreleriyle biyolojik uyumluluk gösterebilmesi, yaralı dokuları düzenli yenileyebilme yeteneği, gelişmiş bağışıklık aktivitesi, ani hemostazi başlatması, radikal temizleme ve çeşitli bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyel aktiviteleridir [25]. Kitosanın birkaç farklı antimikrobiyel mekanizması olduğu bilinmekte, fakat gerçek mekanizması hala anlaşılamamaktadır. Bunlar içinde en kabul göreni ise pozitif yüklü kitosanın, hücre yüzeyindeki negatif yüklü birçok mantar ve bakteri atıklarıyla etkileşime geçebilmesi ve büyük bir hücre değişimine neden olarak hücre geçirgenliğini azaltmasıdır [26,27]. Kitosanın, mükemmel biyolojik uyumluluğu sayesinde sağladığı pozitif özellikleri ve çok iyi biyolojik bozunurluluk özelliği göstermesinin yanısıra, ekolojik güvenilirlik, düşük toksisite, antimikrobiyel özellik ve düşük immünojenisite gibi çok yönlü biyolojik aktivite özelliklerine sahip olması, gelecekteki gelişmeler için geniş fırsatlar sağlamıştır [28-33].

1.3. Basınçlı Giysilerden İstenilen Konfor Özellikleri

Yanık skar dokusu üzerinde iyileşme sağlayabilmek için basınçlı giysilerin tedavi süresince günde 24 saat kullanılması ve vücuttan fazla ısıyı atarak ve hava sirkülasyonu sağlayarak hastalara konfor sağlaması gerekmektedir. Yeterli nemi sağlayarak yaralı bölgede istenilen konfor oluşturulmakta, böylece yara iyileştirme hızları artırılmakta ve yanık skar bölgelerinde ıslak ortamdaki kaynaklanan yaralanmalar da önlenmektedir. Böylece, hastalar için ideal iyileştirme ortamı oluşturulabilmekte ve fazla hastane masrafları da önlenmektedir.

Bu çalışmada, kitosan bariyerleri kullanılarak yanık yaralanmalarının tedavisinde kullanılan basınçlı giysilerin verimliliğini ve fonksiyonlarını artırmak amaçlanmıştır. Poliamid 66/elastan kumaşlar, kitosanla çapraz bağlandıktan sonra, elde edilen materyaller sayesinde hastaların tedavi sürecinde aşırı terlemesi önlenerek mikroklima ortamı ve konfor sağlanarak enfeksiyon riskleri önlenecektir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

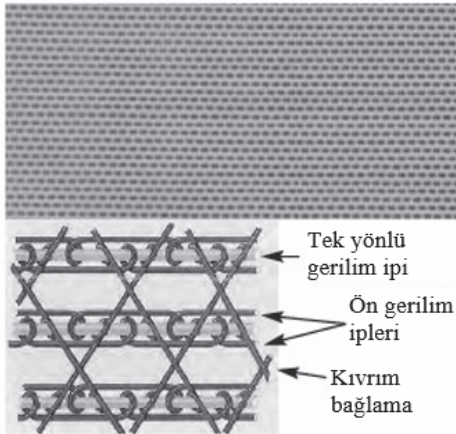
Kumaş özellikleri Tablo 1’de listelenmiştir. Kumaşlar %25’den fazla elastan içermektedir. Powernet ve düz çözümlü örme

kumaşlar, 70/30 poliamid 66/elastan içerirken, atkılı örme kumaşlar, 75/25 poliamid 66/elastan içermektedir. Kumaş kalınlıkları (0.50-0.62 mm), kumaş gramajları (164-277 g/m²), arasındaki değerlerdedir.

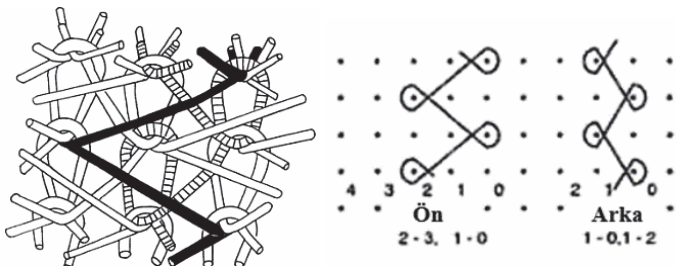
Tablo 1. Kumaş özellikleri

Kumaş Tipi	Özellikler	Değerler
Powernet Çözümlü Örme	Poliamid 66/Elastan Kalınlık (mm) Gramaj (g/m ²)	70/30 0.50 241
Düz Çözümlü Örme	Poliamid 66/Elastan Kalınlık (mm) Gramaj (g/m ²)	70/30 0.57 164
Atkılı Örme	Poliamid 66/Elastan Kalınlık (mm) Gramaj (g/m ²)	75/25 0.62 277

Çalışmada kullanılan powernet çözgümlü örme kumaşlar, elastan ipliklerinin yatırılarak oluşturulduğu raşel çözgümlü örme kumaşlardır (Şekil 1). Bir cm'deki ilmek sıra sıklığı 13, ilmek çubuk sıklığı 17'dir. Kullanılan düz çözgümlü örme kilit kumaşlar, ön ray iki ilmek yatırılmış, arka ray tek ilmek yatırılmış, enine esneklikleri yüksek ve düzgün yüzeye sahip kumaşlardır (Şekil 2). Bir cm'deki ilmek sıra sıklığı 27, ilmek çubuk sıklığı ise 20'dir.



Şekil 1. Powernet çözgümlü örme kumaş yapısı



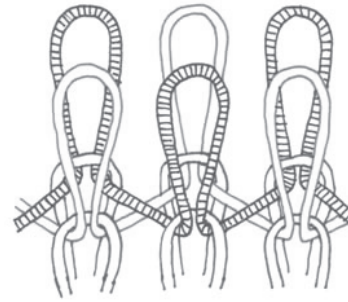
Şekil 2. Çözgümlü kilit örme kumaş yapısı

Kullanılan atkılı örme kumaşlar, 1x1 ribana yapısında, her iğne yatağındaki tüm iğnelerin kullanılarak üretildiği çift plaka

örgülerdir ve enine yönde esneklikleri yüksek kumaşlardır (Şekil 3). Bir cm'deki ilmek sıra sıklığı 24, ilmek çubuk sıklığı 26'dır.

Kullanılan kitosan (ortalama molekül ağırlığı=1,5x10⁵) Vanson Inc. firmasından sağlanmıştır ve kullanılan diğer kimyasallar analitik olarak saf halde temin edilmiştir.

Basıncı ölçümü için üzerine devre iliştirilmiş ultra ince ve esnek kablosuz ticari basıncı sensörleri ve prototip bir manken kullanılmıştır.



Şekil 3. 1x1 ribana atkılı örme kumaş yapısı

2.2. Kitosanın Poliamid 66 Numuneler Üzerine Çapraz Bağlanması

150 g ham poliamid kumaş tartılmış ve yıkanmıştır (0.5 g/L kompleks oluşturucu maddesi, 2 g/L nonyonik, oktilfenol etoksilat yüzey aktif maddesi, 2 g/L sodyum karbonat, 1:20 flote oranı içerisinde). Yıkama işlemi 80°C'de 60 dk. sürmüştür. Kumaşlar daha sonra 38°C'de 90dk durulanmış ve konveksiyonel etüv 50°C'de 30 dk kurutulmuştur. % 1.0 g kitosan %2.0 laktik asit içeren çözeltilere eklenmiş ve 20.5°C'de kitosan tamamen çözününceye kadar devamlı karıştırılmıştır. %0.1 g/ml ve %0.08 g/ml DMDHEU, %1 g/ml kitosan ile tepkimeye girmiş ve her bir karışım 20.5°C'de 24 saat karıştırılmıştır. Bu karışımlar, kitosanın kumaş numunelerine bağlanmasında kullanılmıştır. Her bir deney için, her kumaş numunesinden 3.0 g tartılmış ve flote oranı 1:16 olarak kullanılmıştır. Terbiye işlemi 20.5°C'de 20 dk sürmüştür. Numuneler daha sonra 50°C'de 30 dk konveksiyonel fırında kurutulduktan sonra, 130°C'de 2 dk fırında fikse edilmiştir.

2.3. Kablosuz Basıncı Sensörleri Kullanılarak Basıncın Ölçülmesi

Basıncı, baldır ve ayak bileğinden tasarlanmış her bir kumaş tipi için 10 kez tekrarlanarak ölçülmüştür. Uzunlardan alınan final basınçları, baldır ve ayak bileğinden alınan basınçların ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

2.4. Konfor Özellikleri

İki yıla kadar giyilen yanık yaralanmalarında kullanılan basıncı giysilerin konfor performanslarını değerlendirmek için termofizyolojik özellikleri test edilmiştir. Basıncı giysiler termofizyolojik konfor özelliklerini terbiye işleminden önce ve sonra koruyabilmelidir. Termofizyolojik konfor özelliklerini test

etmek için, (50cmx50cm) boyutlarında numuneler hazırlanmış ve ASTM F-1868 Test Metodu kullanılarak ve her bir numune için 10 kez tekrarlanarak test edilmiştir [38]. Numuneler terbiyeden önce ve sonra olmak üzere termal dirençleri (R_{ct}) ve izolasyon özellikleri (clo birimi) açısından test edilmiştir.

2.5. DSC (Diferansiyel Tarama Kalorimetresi)

Perkin Elmer Diamond 7 DSC cihazı kullanılarak, çapraz bağlı poliamid 66/elastan numunelerinin termal geçişleri belirlenmiştir. DSC prosedüründe, (3-5 mg) ağırlığında küçük miktarda bir numune alüminyum kalıp içerisinde preslenmiş ve ısıtma-soğutma-ısıtma devirleri 0°C-100°C arasında uygulanmıştır. İlk ısıtma devrinden sonra, numune 0°C'ye soğutulmadan önce, 1 dk 100 °C'de tutulmuştur. İlk ısıtma, başarılı 10°C/dk'lık soğutma ve ısıtma devirleriyle, 20°C/dk' da gerçekleştirilmiştir. DSC analizi üç kez tekrarlanmıştır.

2.6. Antimikrobiyel Aktivite

Kitosan işlemi görmüş kumaşlar AATCC 100 Test Metoduna göre Staphylococcus aureus mikroorganizması kullanılarak test edilmiştir [35]. Değişkenler denklem 1 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$R = 100 (C-A) / C$$

R, bakteri azalmasındaki oranı, A, numune ile temas etmiş olan nötralizasyon çözeltisi içinde bulunan mikroorganizma sayısını, C, başlangıç anında kontrol numune ile temas etmiş olan çözeltideki mikroorganizma sayısını göstermektedir.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

3.1. Basınç Ölçümleri

Kitosan ile işlem görmüş numunelerinin ve işlem görmemiş kontrol numunelerinin baldır ve ayak bileğine uyguladığı basınçlar 10 kez tekrarlanarak ölçülmüştür. Terbiye işleminden önce, basınçlar (5.0mmHg – 5.7mmHg) olarak gözlemlenmiştir. Bu aralıktaki değerlerin istenilen medikal aralıkta olduğu görülmüştür. Ayak bileğinden ölçülen kontrol ve işlem görmüş numunelerde basınçların daha yüksek değerlerde olduğu gözlemlenmiştir.

Test edilen numunelerin ortalama basınçları (5.0mmHg – 6.0mmHg) ve standart sapma değerleri Tablo 2'de görülebilir.

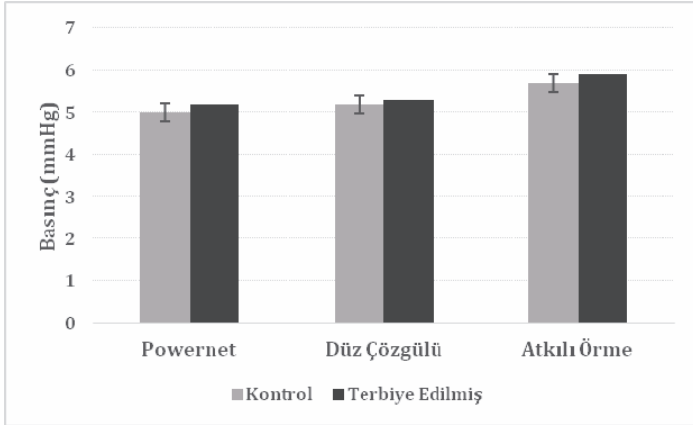
Kitosan ile işlem görmüş numunelerin final basınçlarında küçük önemli bir artış görülmüştür (Tablo 3). Atkılı örme kumaşlar, diğer kumaşlara göre en yüksek basınç değerlerini vermiştir (Şekil 4). Bu durum, atkılı örme kumaşların çözümlü örme kumaşlardan daha elastik bir yapıya sahip olması ve bu nedenle işlemler süresince yapısında küçük önemli bir çekmeye maruz kalmasına bağlanmıştır.

Tablo 2. Kitosan ile işlem görmüş numunelerin ortalama basınçları (mmHg)

Lokasyon	Kumaş Numuneleri	Terbiyeden Önce Basınç (mmHg)	Terbiyeden Önce Standart Sapma	Terbiyeden Sonra Basınç (mmHg)	Terbiyeden Sonra Standart Sapma	Basınç Artışı %
Ayak Bileği	Powernet	5.2	0.13	5.4	0.19	3.8
	Düz Çözümlü	5.4	0.20	5.5	0.11	1.8
	Atkılı Örme	5.8	0.17	6.0	0.21	3.4
Baldır	Powernet	4.8	0.15	5.0	0.17	4.2
	Düz Çözümlü	5.0	0.43	5.1	0.13	2.0
	Atkılı	5.6	0.14	5.8	0.28	3.6

Tablo 3. Ortalama final basınç değerleri (mmHg) ve kitosan ile terbiye işlemi görmüş numunelerin final basınçlarındaki artış miktarları

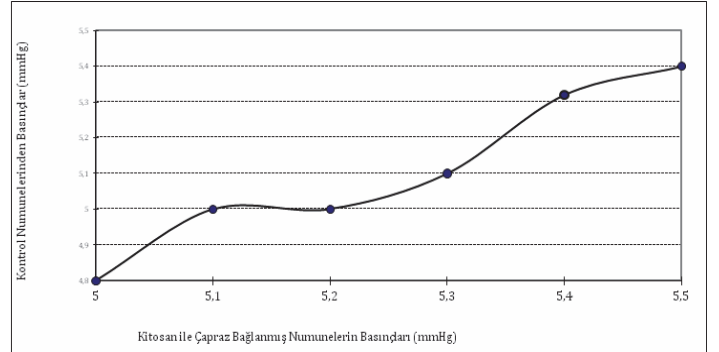
Kumaş Numuneleri	Final Basınçlar (mmHg)				Basınç Artışı %
	Terbiyeden Önce Basınç (mmHg)	Terbiyeden Önce Standart Sapma	Terbiyeden Sonra Basınç (mmHg)	Terbiyeden Sonra Standart Sapma	
Powernet Çözümlü Örme	5.0	0.17	5.2	0.16	4.0
Düz Çözümlü Örme	5.2	0.19	5.3	0.18	2.0
Atkılı Örme	5.7	0.28	5.9	0.17	3.5



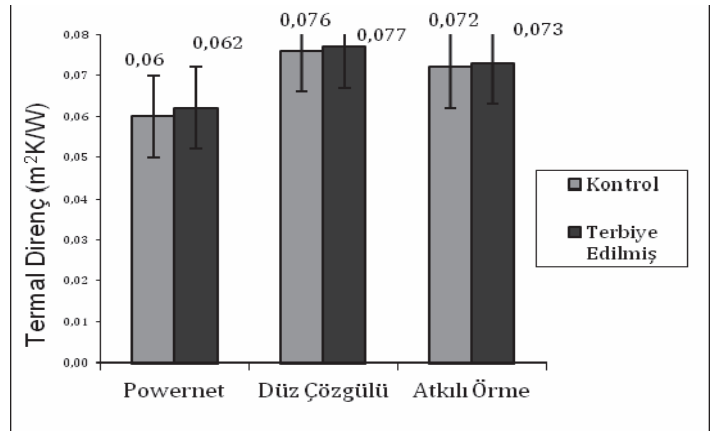
Şekil 4. Kitosan ile terbiye işlemi görmüş numunelerin ortalama final basınçları (mmHg) (hata çubukları: ± standart sapma)

3.2. Kontrol ve İşlem Görmüş Numunelerin Basınçları Arasındaki Korelasyon

Sonuçların regresyon analizlerinde, polinom formülü, $y = 12.579x^3 - 197.36x^2 + 1032.6x - 1796.4$, $r^2 = 0.9862$ olarak bulunmuştur. Bu regresyon analizine göre, kitosanla işlem görmüş numuneler ve kontrol numuneleri arasında fazlasıyla bir bağlantı olduğu ve dolayısıyla bir korelasyon olduğu görülmektedir (Şekil 5). Analiz sonuçlarına göre, kitosan antimikrobiyel kimyasalının, final basınçları üzerinde önemli bir etkisi olduğu bulunmuştur.



Şekil 5. Kontrol numunelerinden kitosan ile işlem görmüş numunelerin basınç değerleri



Şekil 6. Termal dirençlerinin karşılaştırılması

3.3. Konfor Özellikleri

Termofizyolojik konfor test sonuçlarına göre, kitosan ile işlem görmüş kumaş numunelerinde, termal direnç (R_{ct}) (Tog) ve izolasyon (I_t) (clo) özellikleri açısından küçük önemli bir artış gözlemlenmiştir. Sonuçlar Tablo 4'de sunulmuştur.

Toplam Termal Direnç (R_{ct}), [$^{\circ}\Delta C$](m²)/W], Kumaş sisteminde yüzey hava tabakasını da kapsayan kuru ısı transferine (izolasyon) karşı toplam direnç,

Toplam İzolasyon Değeri (I_t), [clo], Bir test materyalinin izolasyon yeteneğini ve termal direncinin clo biriminde ölçülmesini belirtir.

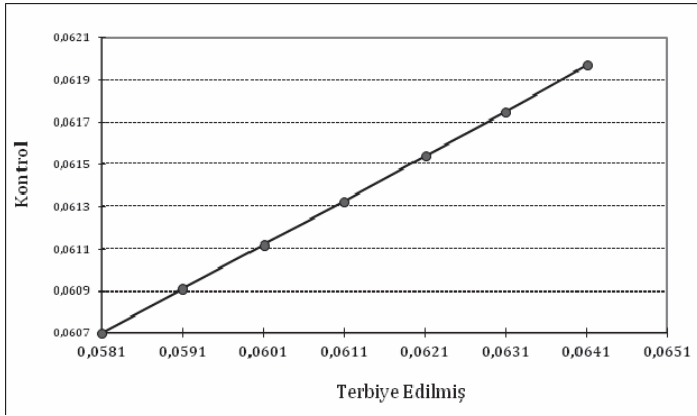
Tablo 4. Kitosan ile işlem görmüş ve görmemiş numunelerin terleyen termal sıcak plaka sonuçları

Kumaş Numuneleri	Kontrol		Kitosan ile İşlem Görmüş			
	R_{ct}	I_t	R_{ct}	R_{ct} Standart Sapma	I_t	I_t Standart Sapma
Powernet Çözümlü	0.060	0.387	0.062	0.002	0.400	0.01
Düz Çözümlü	0.076	0.488	0.077	0.001	0.495	0.001
Atkılı Örme	0.072	0.465	0.073	0.002	0.470	0.001

Kumaş numunelerinin termofizyolojik konfor özelliklerinin değerlendirilmesiyle ilgili bir fikir oluşması açısından, sonuçlar ünlü bir futbol takımının üniformalarında kullanılan spor giysilik kumaşlarla karşılaştırılmıştır [34]. Kumaş numunelerinin termal dirençleri (0.060 m²K^o/W-0.077 m²K^o/W) arasında değişirken konforlu kontrol kumaşların termal dirençleri 0.088 m²K^o/W'dir. Bu karşılaştırma ile termofizyolojik konfor özellikleri açısından kumaş numuneleri konforlu olarak değerlendirilebilir. Şekil 6'da kontrol ve işlem görmüş kumaşların termal dirençleri açısından bir karşılaştırması görülebilir. Kumaşların konstrüksiyonu, kalınlığı ve örtme faktörleri termofizyolojik konfor özelliklerini etkileyen önemli faktörler olduğu gözlemlenmiştir.

3.4. Numunelerin Termal Dirençleri Arasındaki Korelasyonu

Kontrol ve terbiye edilmiş numunelerin termal dirençleri ölçülmüş ve regresyon analizleri lineer formülü, $y = 0.2148x - 0.0482$, $R^2 = 0.9511$ şeklinde bulunmuştur. Bu sonuca göre, kontrol ve terbiye edilmiş numunelerin termal dirençleri arasında güçlü bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 7). Antimikrobiyel terbiye işlemlerinin, termal dirençler üzerinde önemli bir etkisi olduğu bulunmuştur.



Şekil 7. Kontrol numunelerinden kitosanla işlem görmüş numunelerin termal dirençleri

3.5. DSC (Diferansiyel Tarama Kalorimetresi) Analizi

DSC analizleri, %1 kitosan ile çapraz bağlanan poliamid 66/elastan materyallerinin termal geçişlerinin belirlenmesi ve terbiye işleminden sonra poliamidin kristal yapısında herhangi bir değişiklik olup olmadığının görüntülenmesi için gerçekleştirilmiştir (Şekil 8). Eğrinin altındaki alan 268.703 mJ, geçiş entalpi 46.8124 J/g olarak ölçülmüştür. Erime sıcaklığı 258.88°C olarak test edilmiştir. Literatüre göre, %100 kristalin yapıya sahip poliamid 6,6 füzyon ısısının 191 J/g [36] ile 255 J/g arasında değiştiği görülmüştür [37]. Bu çalışmada bu değer 258.88 J/g biraz yüksek bulunmuş ve kitosanla işlem görmüş kumaşların yapısında çok az bir değişiklik olduğu gözlemlenmiştir.

3.6. Antimikrobiyel Aktivite

Bakteri azalmasındaki yüzdeler Tablo 5’de verilmiştir. Tüm numuneler çok iyi antimikrobiyel aktivite göstermiştir.

Tablo 5. Bakteri oranlarındaki azalma

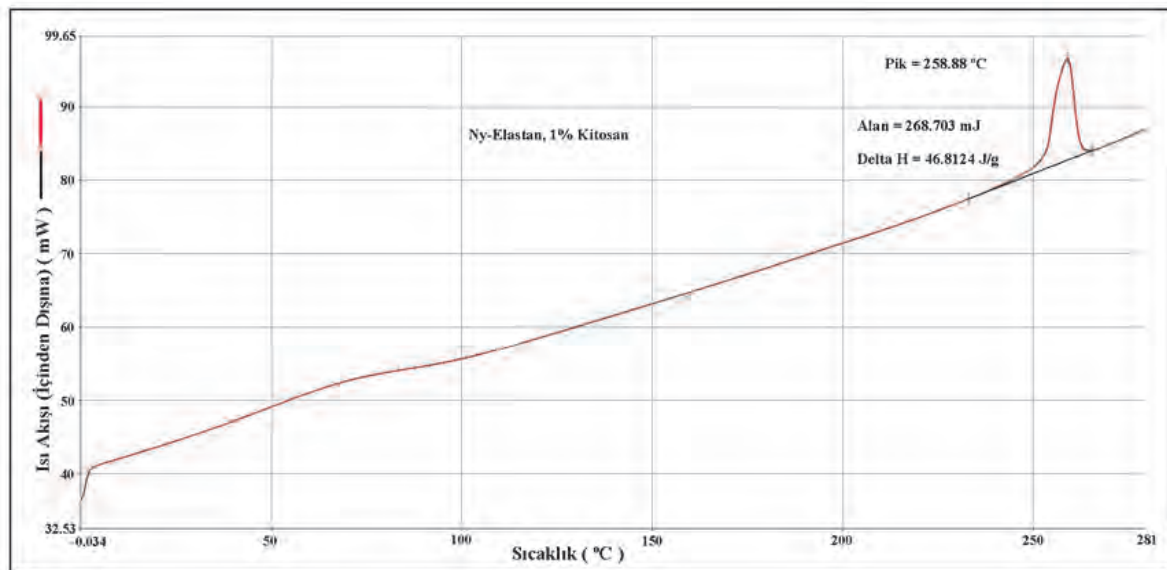
Kumaşlar	Powernet Çözgünlü	Düz Çözgünlü	Atkılı Örne
Kontrol	00.00	00.00	00.00
Kitosan ile İşlem Görmüş	99.96	99.85	99.78

4. SONUÇLAR

Konfor özellikleri, iki yıla kadar giyilmesi gereken kumaş numunelerinin antimikrobiyel işlem öncesi ve sonrası konfor performanslarını değerlendirmek için termal dirençler (R_{ct}) ve izolasyon özellikleri (I_t) açısından araştırılmıştır. Sonuç olarak, kontrol ve işlem görmüş kumaşlar arasındaki korelasyon verilmiştir. Termofizyolojik test sonuçlarına göre kitosan antimikrobiyel kimyasalı ile terbiye işlemi görmüş numuneler termofizyolojik konfor sağlamaktadır. Powernet çözgünlü örme kumaşlar (0.394-0.400) değerleri ile en düşük termal direnci gösterirken, düz çözgünlü örme kumaşlar (0.495) değeri ile en yüksek termal direnci göstermiştir. Böylece powernet çözgünlü örme kumaşlar diğer kumaşlara göre daha iyi ısı transferi sağlayarak daha konforlu ortam sağlayacakları bulunmuştur.

Numunelerin DSC termogramları, poliamid 66/elastan üzerine çapraz bağlanmış kitosanın ve karışım/kopolimerleri (poliamid 66 ile eriyikten bağlanmış elastan)’ın kristalizasyonu çok az etkilediğini göstermiştir. Böylelikle kitosan ile terbiye işlemleri, kumaşlarda kullanılan poliamidin kristal yapısında önemli bir değişikliğe neden olmamıştır.

Bu sonuçlar, kitosanın çapraz bağlandığı terbiye işlemlerinden sonra numunelerin mikroklima sağlayarak ve hastaların aşırı terlemesini önleyerek konfor sağlayabileceklerini göstermiştir. Bu durum, yara iyileşme aşamasında enfeksiyon risklerini önleyerek alerjik reaksiyonu elimine ederek hijyenik bir ortam sağlayacaktır.



Şekil 8. %1 Kitosanla çapraz bağlanan poliamid 66/elastan numunelerin DSC termogramı

KAYNAKLAR

1. Yildiz, N., (2007), *A Novel Technique to Determine Pressure in Pressure Garments for Hypertrophic Burn Scars and Comfort Properties*, Burns, 33(1), 59-64.
2. Parkinson, J.M., Schofield B., (1999), *The Design of Pressure Garments for the Treatment of Hypertrophic Scarring Caused by Burns*, Medical Textiles International Conference.15, 25th of August, Bolton Institute, UK.
3. Bakker, A.B., Le Blanc P.M., Schaufeli W.B., (2005), *Burnout Contagion Among Intensive Care Nurses*, Journal of Advanced Nursing, 51(3), 276-287.
4. Harrigan, P., Lancet P., (1991), Australia: Pressure Garments for Burn Patients, *News & Comment*, 337(8748), 1-2.
5. Sau-Fun, Ng., Chi-Leung, H., Lai-Fan, W., (2011), *Development of Medical Garments and Apparel for the Elderly and the Disabled*, Textile Progress, 43(4), 235-285.
6. Kumar, R.J., Kimble, R.M., Boots, R., et al., (2004), *Treatment of Partial-thickness Burns: a Prospective, Randomized Trial Using Transcyte*, Anz Journal of Surgery, 74(1), 622-626.
7. Partsch, H., (2005), *The Static Stiffness Index: A Simple Method to Assess the Elastic Property of Compression Material in Vivo*, The American Society for Dermatologic Surgery, 31(1), 625-630.
8. Teng, T., Chou K., (2006), *The Measurement and Analysis of the Pressure Generated by Burn Garments*, Journal of Medical and Biological Engineering, 26(4), 155-159.
9. Wegen-Franken, KVD., Roest, W., Tank B., et al. (2006), *Calculating the Pressure and the Stiffness in Three Different Categories of Class II Medical Elastic Compression Stockings*, The American Society for Dermatologic Surgery, 32(1), 216-223.
10. Wang, X., Kempf, M., Liu, P., et al., (2008), *Conservative Surgical Debridement as a Burn Treatment: Supporting Evidence from a Porcine Burn Model*, Wound Repair and Regeneration, 16(1), 774-783.
11. Hampton, S., (2003), *Elvarex Compression Garments in the Management of Lymphoedema*, British Journal of Nursing, 12(15), 925-929.
12. Attard, J., Rithalia, S., (2004), *A Review of the Use of Lycra Pressure Orthoses for Children with Cerebral Palsy*, International Journal of Therapy and Rehabilitation, 11(3), 120-126.
13. Lee, G., Rajendran S., Anand S., (2009), *New Single-Layer Compression Bandage System for Chronic Venous Leg Ulcers*, British Journal of Nursing, 18(15), 4-18.
14. Macintyre, L., Baird, M., Weedal P., (1999), *Elastic Fabrics for Use in Pressure Garments – Comfort Properties*, Medical Textiles International Conference. 4, 25th August, Bolton Institute, UK.
15. Bayley, E.W., Smith, G.A., (1987), *The Three Degrees of Burn Care*, Nursing, 17(3), 34-41.
16. News, (2008), "No Consensus on the Most Effective Burn Treatment", Paediatric Nursing, 20(9), 5.
17. Eldad, A., Salmon, Y.A., et al., (2003), *Flame Burn Protection: Assessment of a New, Air-Cooled Fireproof Garment*, Military Medicine, 68(8), 595-599.
18. Chou, T., Chen, S., Lee, T., et al. (2001), *Reconstruction of Burn Scar of the Upper Extremities with Artificial Skin*, Reconstruction of Burn Scar, 108(2), 378-384.
19. Zuhaili, B., Aflaki, P., Koyama, T., et al, (2010), *Meshed Skin Grafts Placed Upside Down can Take if Desiccation is Prevented*, Plastic and Reconstructive Surgery, 125(3), 855-865.
20. Gladfelter, J, (2007), *Compression Garments 101*, Plastic Surgery Nursing, Vol. 27(2), 73-74.
21. Chi, C.F., Lin, C.H., Yang, H.S., (2008), *The Casual Analysis of Requested Alterations for Pressure Garments*, Journal of Burn Care Research, 29(6), 965-974.
22. Chemical Name Index. *Textile Finishing Chemicals*, pp. 656-669.
23. Silver Green Products/ FAQ/ www.silver-green-products.us (25.6.2015).
24. Simoncic, B., Tomsic, B., (2010), *Structures of Novel Antimicrobial Agents for Textiles – a Review*, Textile Research Journal, Vol. 80(16), 1721- 1737.
25. Jayakumar, I.R., Prabakaran, M., Muzarelli, R.A.A., (2011), *Chitosan for Biomaterials II*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
26. Sudardshan, N.R., Hoover, D.G., Knorr, D., (1992), *Antibacterial Action of Chitosan*, Food Biotechnology. 6(3), 257-272.
27. Lim, S.H., Hudson, S.M., (2003), *Review of Chitosan and Its Derivatives as Antimicrobial Agents and Their Uses as Textile Chemicals*, Journal of Macromolecular Science part c – Polymer Reviews. C43 (2), 223-269.
28. Jayakumar, R., Nwe, N., Tokura, S., Tamura, H., (2007), *Sulfated Chitin and Chitosan as Novel Biomaterials*, International Journal of Biological Macromolecules, Vol. 40 (3), 175-181.
29. Rinaudo, M., (2008), *Main Properties and Current Applications of Some Polysaccharides as Biomaterials*, Polymer International, 57, 397-430.
30. Mourya, V.K., Inamdar, N.N., (2008), *Chitosan – Modifications and Applications: Opportunities Galore*, Reactive and Functional Polymers, 68(6), 1013-1051.
31. Kurita, K., (2006), *Chitin and Chitosan: Functional Biopolymers from Marine Crustaceans*, Marine Biotechnology, 8(3), 203-226.
32. Hirano, S., (1999), *Chitin and Chitosan as Novel Biotechnological Materials*, Polymer International, 48, 732-4.
33. Yi, H., Wu, LQ., Bentley, W.E., Ghodssi, R., Rubloff, G.W., Culver, J.N., et al., (2005), *Biofabrication with Chitosan*, Biomacromolecules, 6, 2881-2894.
34. Anand, S., Kennedy, J. F., Miraftab, M., & Rajendran, S. (Eds.). (2005), *Medical Textiles and Biomaterials for Health Care*, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, England.
35. AATCC 100-2004, (2010), Standard Test Method for the Assessment of Antibacterial Finishes on Textiles, *American Association of Textile Chemists and Colorists*, Philadelphia, PA
36. Simal, A.L., Martin, A.R., (1998), *Structure of Heat-Treated Nylon 6 and 6.6 Fibres I: the Shrinkage Mechanism*, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 68, 441-452.
37. Sinha, M.K., (2006), *An Investigation of Photodegradation of a Support Netting Used in the Conservation of Historic Textiles*, Heriott-Watt, Edinburgh.
38. ASTM F-1868-09, (2009), Standard Test Method for Thermal and Evaporative Resistance of Clothing Materials Using a Sweating Hot Plate, Part C, *American Association for Testing and Materials*, Philadelphia, PA.