



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 11.07.2023
Kabul Tarihi : 13.09.2023

Received Date : 11.07.2023
Accepted Date : 13.09.2023

HİJYENİK PEDLERİN CİLT TABAKASINA UYGUN DOKUSUZ YÜZEYLERİN KONFOR BİLEŞENLERİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATING COMFORT COMPONENTS OF NON-WOVEN SURFACES SUITABLE FOR THE SKIN LAYER OF SANITARY PADS

Gizem Ceylan TÜRKOĞLU^{1*} (ORCID: 0000-0001-5809-0916)
Nazlı ÜREN¹ (ORCID: 0000-0003-4487-7800)

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Gizem Ceylan TÜRKOĞLU, gizem.turkoglu@deu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, rejenere selüloz esaslı ürünlerin, hijyenik pedlerin cilde temas eden üst tabakasında kullanılabilirliğine yönelik karakterizasyon çalışmaları rapor edilmiştir. Bu amaçla %100 viskoz, viskoz/poliester karışımı ve %100 Tencel içerikli, su jeli ile birleştirilmiş apertüresiz beş farklı dokusuz yüzey seçilmiştir. Seçilen dokusuz yüzeylerin metrekaare ağırlıkları 42 -72 g/m² aralığında değişmektedir. Numunelerin hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği özellikleri sırasıyla 856-2079 mm/s ve su buharı geçirgenliği 724-767 g/m²/gün aralığındadır. Gerçekleştirilen kuruma süresi testine göre %100 viskoz içeren dokusuz yüzeylerin iki saatin sonunda ilk ağırlığına ulaştığı belirlenmiştir. Çok çeşitli tekstil yüzeylerinin dokusal konforunun analizi amacıyla geliştirilen yeni bir ölçüm cihazı olan Tactile Sensation Analyzer ile dokusuz yüzeylerin yüzey yapısı ve düşük yük mekanik özellikleri değerlendirilmiştir. Viskoz/poliester (50/50) karışımli dokusuz yüzeyin en düşük rijitliğe sahip örnek olduğu saptanmıştır. Dokusuz yüzeylerin mikro ve makro yüzey varyasyonu değerleri arasında ise anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Mevcut araştırmanın çıktıları göz önüne alındığında, düşük birim alan kütlesi ve kalınlıkta üretilen viskoz ve viskoz/poliester karışımli dokusuz yüzeylerin hijyenik pedlerin üst tabaka uygulamalarında daha yüksek konfor sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dokusuz yüzeyler, Tactile Sensation Analyzer, yüzey pürüzlülüğü, duyuusal konfor

ABSTRACT

In this study, characterization studies on the usability of regenerated cellulose-based products on the skin-contacting top layer of sanitary pads were reported. For this purpose, five different spunlace nonwovens with 100% viscose, viscose/polyester blend and 100% Tencel content, having no aperture, were selected. The square meter weights of the selected nonwovens vary between 42 -72 g/m². The air permeability and water vapor permeability properties of the samples range between 856-2079 mm/s and 724-767 g/m²/day, respectively. According to the drying time test performed, it was determined that the nonwovens containing 100% viscose reached their initial weight after two hours. Surface structure and low-stress mechanical properties of nonwovens were evaluated with Tactile Sensation Analyzer which is a novel instrument developed to analyze tactile comfort of various textiles. It was detected that the viscose/polyester (50/50) blended sample has the lowest rigidity. No significant difference was observed between micro and macro surface variations of nonwovens. Considering the outputs of the current research, it was concluded that viscose and viscose/polyester blend nonwovens produced with low mass per unit area and thickness could provide higher comfort in top layer applications of sanitary pads.

Keywords: Nonwovens, Tactile Sensation Analyzer, surface roughness, sensory comfort

GİRİŞ

Hijyenik pedler 1896 yılında tasarlanmış ve ticari kullanıma ilk kez Amerika Birleşik Devletleri'nde 1921 yılında başlanmıştır. Bu tarihten sonra Dünya çapında milyonlarca kadının regl günlerinde yararlandığı ve hayat konforunu artıran günlük hayatın vazgeçilmeyen bir unsuru olmuştur (Woeller & Hochwalt, 2015). Hijyenik pedler temel olarak üç tabakadan oluşmaktadır. Üst tabaka cilt ile temas eden, sıvıyı bir alt tabakaya hızla iletebilen ve aynı zamanda hava geçirgenliği özelliğine sahip tabakadır. Üst tabaka kullanıcı konforundan sorumlu olan esas bileşendir. Cildi daha temiz ve kuru tutmak için hijyenik pedin üst tabakasında apertürlü (gözenekli) ürünlerin kullanılması nem iletimi açısından avantaj sağlarken, yüzeyin daha pürüzlü olması nedeniyle kullanıcı konforu açısından istenmeyen bir özellik olabilmektedir (Hong vd., 2005). Ara tabaka yüksek emiciliğe sahiptir. İlk tasarımlarında hidrofil doğal ve rejenere selülozik liflerden oluşabildiği gibi gelişen teknoloji ile bu tabakada liflerden çok daha hızla ıslanabilen ve daha yüksek sıvı taşıyabilen süper absorban polimerlerle takviye edilmektedir (Woeller & Hochwalt, 2015; Shimomura & Namba, 1994). En alt tabaka ise genellikle petrol esaslı ürünlerden geliştirilen ve sıvıyı geçirmeyen ve iç çamaşırının kirlenmesini engelleyen tabakadır (Woeller & Hochwalt, 2015).

Dokusuz yüzeyler, geleneksel tekstillerin daha uygun fiyatlı ikameleri olarak kabul edilen, sürekli bir üretim hattında doğrudan elyaflardan üretilen tekstil ürünleridir. Bu tekstil yüzeylerinin üretiminde pamuk ve yün gibi doğal lifler, poliester, propilen ve rejenere selüloz lifleri gibi sentetik lifler, cam ve karbon gibi inorganik lifler vb. farklı hammaddeler kullanılabilir (Kalebek & Babaarslan, 2016). Rejenere selüloz lifleri yüksek emicilik, doğal hammaddeden üretilmiş ve nispeten düşük fiyatlı olmaları gibi avantajları nedeniyle hijyenik amaçla kullanılan medikal tekstil uygulamalarında öne çıkmaktadır (Avcıoğlu Kalebek & Babaarslan, 2016; Getu & Sahu, 2014; Ajmeri & Ajmeri, 2011).

Konfor alanında dokuma ve örme kumaşlar ile gerçekleştirilmiş çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen, dokusuz yüzeylerin dokusal konforunu konu edinen çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır ve bu çalışmalarda ağırlıklı olarak koruyucu giysilerde ve medikal önlüklerde kullanılan dokusuz yüzeylerin konfor özelliklerinin incelendiği görülmektedir (Bhuiyan vd., 2020; Eryuruk vd., 2018; Ajmeri & Ajmeri, 2011; Pause, 2003; Cho vd., 1997). Bununla beraber, geleneksel test ekipmanlarının pek çoğu öncelikli olarak dokuma kumaşların konfor özelliklerini değerlendirmek üzere tasarlandığından, dokusuz yüzeylerin incelenmesinde kullanılacak cihaz ve yöntem sayısı da oldukça sınırlıdır (Avcıoğlu Kalebek & Babaarslan, 2009; Kawabata vd., 1994). Bu sebeple, dokusuz yüzey ile çalışan araştırmacılar, objektif ölçüm yöntemleri yerine, panelistler ile gerçekleştirilen subjektif değerlendirmeleri tercih edebilmektedir. Rahma vd. (2018), hijyenik ürünler üreten bir şirket için yaptığı çalışmada, dokusal konforun değerlendirilmesi sürecinde uygulanacak prosedür ve panelist seçimi konularına açıklık getirmeyi amaçlamıştır. Hijyenik pedlerde üst tabaka olarak kullanılan dokusuz yüzeyler ile ilgili gerçekleştirilen bu çalışmada poliester, viskoz ve polipropilen içerikli beş farklı dokusuz yüzeyin dokusal konfor özellikleri incelenmiştir. Örneklerin dokusal konfor özellikleri “yumuşak, ipeksi, kaba, esnek, yapışkan” gibi terimler ile ifade edilmiş ve panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Panelistlerin duyu değerlendirmesi oturumundan önce tekrarlı eğitim oturumları ile bilgilendirilmesinin, değerlendirme sonuçlarının tekrarlanabilirliğini arttıracığı ifade edilmiştir.

Spunlace dokusuz yüzeyler iyi konfor özelliklerine ve yapısal bütünlüğe sahiptir (Jain vd., 2018). Spunlace yüzeyin kalınlık, gözenek büyüklüğü ve lif bağlantı noktası sayısı gibi yapısal özellikleri, arzulanan mekanik özellikleri ve konforu sağlaması açısından belirleyicidir. Hong vd. (2005), tek kullanımlık bebek bezlerinin üst katmanında ye alan dokusuz yüzey kumaşların yüzey ve mekanik özelliklerini geleneksel bir konfor ölçüm sistemi olan Kawabata değerlendirme sistemi (KES-F) ile ölçülmüştür. Aşınma ve su alımındaki artış ile beraber yüzey ve mekanik özelliklerde gözlemlenen değişimler de kaydedilmiştir. Çalışmada pamuklu ve Tencel spunlace dokusuz yüzeylerin yanı sıra iki farklı yöntem ile birleştirilmiş ve yüzey aktif madde ile hidrofilliği artırılmış polipropilen (PP) dokusuz yüzeyler değerlendirilmiştir. Sayısal bulgular, incelenen PP yüzeylerden bir tipin daha düşük sürtünme katsayısına sahip olduğunu, aşınmaya dayanıklı olduğunu ve çok hızlı kurduğunu ortaya koymuştur. Bununla beraber, çalışmada kapsamında incelenen tüketici tercihlerine bakıldığında, tüketicilerin selüloz içerikli yüzeyleri tercih ettiği ifade edilmiştir.

Selüloz esaslı dokusuz yüzeyler çevre dostu ve biyo-koruyucu materyallerdir. Selülozik liflerden üretilmiş yüzeylerin kullanılması aynı zamanda çevre kirliliğine sebep olan mikro plastik atığının da azaltılmasında rol oynamaktadır (Deng vd., 2022). Bu lifler aynı zamanda yüksek konfor özellikleri ile de tercih sebebidir (Liu vd., 2022; Atasagun & Kara, 2022; Avcıoğlu Kalebek & Babaarslan, 2016). Bu çalışmada, hijyenik pedlerde üst tabaka olarak kullanılacak spunlace dokusuz yüzeylerin konfor özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada, rejenere selülozik

lifler ve poliester ile karışımından elde edilen dokusuz yüzeyler incelenmiştir. Dokusuz yüzeylerin birim alan kütlesi, kalınlığı, su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği ve kuruma süresi gibi özellikleri laboratuvar testleri ile belirlenmiştir. Ayrıca, ürünlerin yüzey özellikleri ve düşük yük mekanik özellikleri, çok çeşitli tekstil yapılarının dokusal konfor bileşenlerini ölçmek amacıyla geliştirilmiş yeni bir test cihazı olan Tactile Sensation Analyzer (TSA) ile incelenmiştir.

MALZEME VE YÖNTEM

Malzeme

Çalışmada cilde temas edecek tabaka olarak kullanılacak beş farklı dokusuz yüzey Mogul Tekstil (Gaziantep, Türkiye) firmasından temin edilmiştir. Kullanılan tekstil yüzeylerinin temel özellikleri Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Dokusuz Yüzeylerin Özellikleri

Numune Kodu	Kullanılan Lif/Polimer	Dokusuz Yüzey Tekniği	Yüzey Özelliği
T	%100 Liyosel (Tencel)	Su Jetli (Spunlace) Dokusuz Yüzey	Apertürsüz
V1	%100 Viskoz*		
V2	%100 Viskoz*		
VP1	%50 Viskoz %50 Poliester		
VP2	%70 Viskoz %30 Poliester		

*V1 ve V2 numunelerinin yapısal özellikleri (birim alan kütlesi ve kalınlık) arasında farklılık bulunmaktadır.

Test ve Analizler

Bu çalışmada hijyenik pedlerin cilt tabakasına uygun dokusuz yüzeylerin yapısal özellikleri (birim alan kütlesi, kalınlık) ve geçirgenlik ve nem iletim özellikleri (su buharı geçirgenliği, hava geçirgenliği, kuruma süresi), yüzey yapısı ve düşük yük mekanik özellikleri (deformasyon, geri dönüş vb.) laboratuvar testleri ile incelenmiştir. Tüm ölçümler TS EN ISO 139/A1 standardında belirtildiği şekilde standart atmosfer koşullarında ve kondisyonlu numuneler ile gerçekleştirilmiştir.

Birim Alan Kütlesi ve Kalınlık

Dokusuz yüzeylerin birim alan kütlesi TS EN 12127 standardına uygun olarak belirlenmiştir. Dokusuz yüzeylerin kalınlığı dairesel baskı ayağına sahip James Heal R&B kumaş kalınlık ölçeri ile belirlenmiştir. Baskı ayağının yüzey alanı 100 mm² ve kalınlık ölçümü için numuneye uygulanan basınç 5 gf/cm²’dir. Her tip için beş adet ölçüm yapılmıştır.

Su Buharı Geçirgenliği

Dokusuz yüzeylerin su buharı geçirgenliği özellikleri, BS 7209:1990 Specification for water vapour permeable apparel fabrics standartına uygun şekilde SDL ATLAS marka M261 model cihazı ile test edilmiştir. Test süresi 5 saat olarak belirlenmiştir. Su buharı geçirgenliği Eşitlik 1’e göre g/m²/gün birimi cinsinden hesaplanmıştır. En az üç ölçümden elde edilen ortalama, standart sapma (SS) ve %95 güven aralığına göre standart hata (SH) değerleri hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Su Buharı Geçirgenliği} = \frac{\text{Ağırlık Kaybı}}{\text{Test Alanı}} \times 100 \quad (1)$$

Hava Geçirgenliği

Dokusuz yüzeylerin hava geçirgenliği özellikleri, TS EN ISO 9073-15 standardına uygun olarak Textest FX 3300 Air Permeability Tester III cihazında belirlenmiştir. Deneylerde 20 cm² cihaz başlığı kullanılmış ve 100 Pa hava basıncı altında çalışılmıştır. Hava geçirgenliği birimi mm/s cinsinden kaydedilmiştir. Beş ön ve beş arka yüzeyden olmak üzere toplam on ölçümün ortalama, standart sapma (SS) ve %95 güven aralığına göre standart hata (SH) değerleri hesaplanmıştır.

Kuruma Süresi

Hijyenik pedlerin cilde temas edecek yüzeyinin sıvı ile temas sonrası zamana göre kuruma davranışı Cıvıllı Duru ve Candan (2016) tarafından kullanılan yöntemin temel prensibi esas alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre 5 cm x 5 cm boyutlarında kesilen dokusuz yüzeylere Pastör pipeti yardımıyla $0,14 \pm 0,03$ mL distile su damlatılmış ve belirlenen aralıklarda hassas terazi yardımıyla ölçüm yapılmıştır. Ölçümler numunelerin ön yüzü yukarıda olacak şekilde ve en az beş tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Kuruma hızı, örneğin yapısında bulunan su miktarının başlangıç anındaki su miktarına oranı (%) şeklinde ile ifade edilmiştir.

Yüzey Özellikleri

TSA kumaşların dokusal konforunun analizi amacı ile geliştirilmiş yeni bir test cihazıdır. TSA cihazı kumaşların yüzey özelliklerini özgün bir ses analizi yöntemi kullanarak ölçer. Ölçüm için test numunesi dairesel bir çerçeveye sabitlenir ve TSA cihazının ölçüm başlığı numune üzerinde 100 mN kuvvet etkisi altında rotasyon hareketi gerçekleştirir. Bu rotasyon hareketi sırasında belli frekans aralıklarında gözlemlenen iki tepe noktasındaki ses şiddetleri (TS7 ve TS750) cihaz tarafından kaydedilir. TSA tarafından ölçülen TS7 ve TS750 parametreleri sırasıyla mikro yüzey varyasyonlarını ve makro yüzey varyasyonlarını ifade etmektedir. Çalışma kapsamında TSA cihazı ile gerçekleştirilen ölçümlerde numuneler ön yüzünden ve her tip için beş farklı numune kullanılarak test edilmiştir.

Düşük Yük Mekanik Özellikler

Yüzey-dışı deformasyon ve geri dönüş özellikleri TSA cihazı ile ölçülmüştür. Dairesel bir çerçeveye sabitlenmiş numune, cihazın ölçüm başlığının hareketi ile düşey doğrultuda deforme edilmekte ve 600 mN yüke ulaşıldığı anda kumaşta oluşan deformasyon miktarı (D) kaydedilmektedir. Aynı numune ikinci kez aynı eşik yük değerine ulaşıncaya kadar deforme edildiğinde gözlemlenen deformasyon miktarı ise elastisite (E) olarak kaydedilmektedir. Deformasyon sonrasında kaydedilen geri dönüş enerjisi ve numune üzerinde kalan deformasyon miktarı ise sırasıyla histeresiz (H) ve plastisite (P) olarak ifade edilir. Ölçümler ön yüzden ve beş tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

İstatistik Analizler

Tüm ölçümlerin ortalama, standart sapma ve %95 güven aralığındaki standart hata değerleri hesaplanmıştır. Numuneler arasında gözlemlenen farkların anlamlılık düzeyi ANOVA tek yönlü varyans analizi testi ile ve istatistiksel olarak ilişkili alt gruplar Duncan testi ile SPSS 25 programı kullanılarak belirlenmiştir.

BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Yapısal Özellikler

Çalışmada kullanılan dokusuz yüzey örneklerinin birim alan kütlesi ve kalınlık sonuçları Tablo 2'de verilmektedir. Standart sapma değerleri dikkate alındığında, numunelerin yüzey düzlemi boyunca kalınlık ve metrekare ağırlığı açısından homojen olarak üretildiği görülmektedir. En düşük gramajlı ve ince numune V1 numunesi olup, diğer numunelerin kalınlıkları (~0,5 mm) benzerdir. Metrekare ağırlığı en yüksek olan numune ise V2'dir.

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Dokusuz Yüzeylerin Birim Alan Kütlesi ve Kalınlık Sonuçları

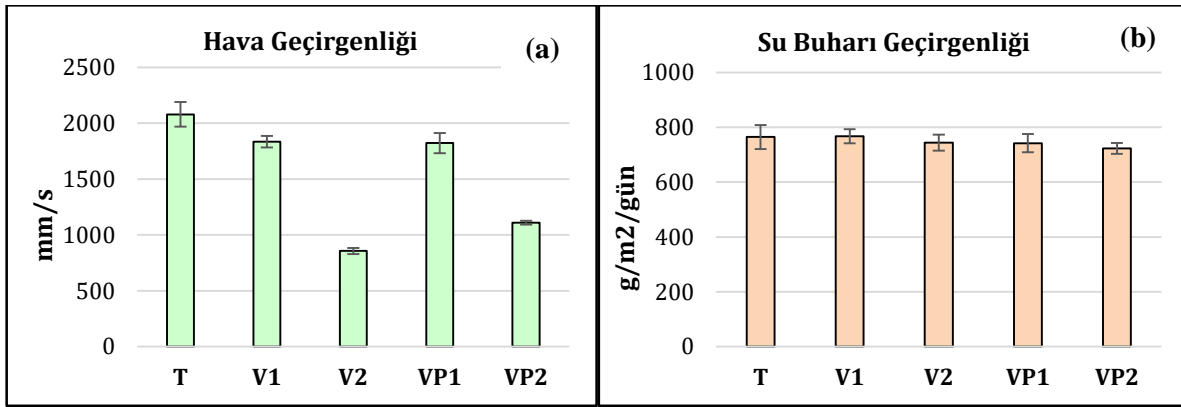
Numune Kodu	Birim Alan Kütlesi (g/m^2) \pm SS	Kalınlık (mm) \pm SS
T	$47,6 \pm 0,02$	$0,52 \pm 0,01$
V1	$42,7 \pm 0,01$	$0,39 \pm 0,01$
V2	$71,8 \pm 0,02$	$0,50 \pm 0,01$
VP1	$49,6 \pm 0,02$	$0,54 \pm 0,02$
VP2	$64,4 \pm 0,01$	$0,51 \pm 0,02$

Geçirgenlik Özellikleri

Hijyenik pedlerde hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği değerleri kullanıcı konforu açısından oldukça önemli özelliklerdir. Yüksek hava ve su buharı geçirgenliğine sahip örneklerin artan kullanıcı konforuna bağlı olarak günlük yaşam kalitesini artıracak ve kullanıcının satın alma kararında önemli bir etken olacak düşünülmektedir. Kara (2019) ticari bir hijyenik pedin konfor parametrelerini incelediği çalışmasında üst tabakanın hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği değerinin sırasıyla $1773 L/m^2/s$ (=mm/s) ve $1007 g/m^2/gün$ olduğunu belirlemiştir (Kara, 2019).

Mevcut çalışmada incelenen örneklerin hava geçirgenliği 856 ile 2079 mm/s arasında değişmektedir (Şekil 1.a). Örneklerin hava geçirgenliği değerleri arasında istatistiksel farklılık olduğu belirlenmiştir ($p=0,000$). Metrekare ağırlığı en yüksek olan V2 kodlu viskoz esaslı ürünün hava geçirgenliği ticari üründen düşük olan tek numune olup Duncan testi sonuçlarına göre birinci grupta yer almaktadır (Tablo 3). Metrekare ağırlığı olarak en yüksek ikinci numune olan VP2 ise hava geçirgenliği açısından en düşük ikinci örnek olmuştur. V1 ve VP1 örnekleri istatistiksel açıdan birbirine benzerdir. En yüksek hava geçirgenliğine sahip ürünün ise Tencel esaslı ürün olduğu bulunmuştur.

Çalışmada incelenen örneklerin su buharı geçirgenliği 724 ile 767 g/m²/gün arasındadır (Şekil 1.b). Bu değerler, literatürde incelenen ticari ürünün su buharı geçirgenliği değerine göre daha düşüktür (Kara, 2019). Çalışmada, T ve V1 kodlu numuneler için daha yüksek, poliester içerikli numuneler için ise daha düşük su buharı geçirgenliği değerleri kaydedilmekle birlikte, incelenen örneklerin su buharı geçirgenliği değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=0,165$).



Şekil 1. Dokusuz Yüzeylerin a. Hava Geçirgenliği b. Su Buharı Geçirgenliği Ölçüm Sonuçları

Tablo 3. Hava Geçirgenliği Duncan Testi Sonuçları

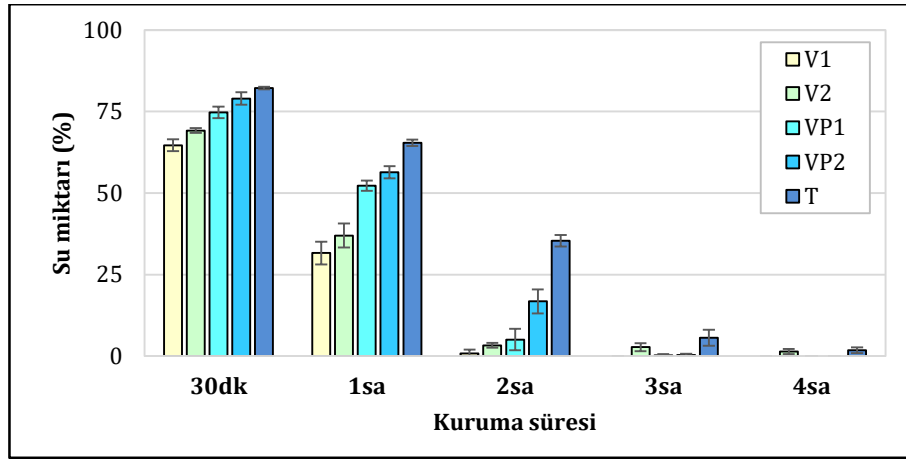
Numune	Ölçüm adedi	%95 güven aralığı için oluşturulan alt gruplar			
		1	2	3	4
V2	10	856			
VP2	10		1110		
VP1	10			1822	
V1	10			1834	
T	10				2079
<i>p</i>		1,00	1,00	0,784	1,00

*Numune kodu ile başlayan satırlarda belirtilen sayısal veriler ilgili numunenin ortalama hava geçirgenliği değeridir.

Kuruma Özellikleri

Çalışma kapsamında incelenen rejenere selüloz içerikli farklı dokusuz yüzeylerin kuruma davranışı Şekil 2'de verilmektedir. Tekstil materyalinin kuruma özellikleri hammaddenin nem tutma özellikleri ve metrekare ağırlığı ile doğrudan ilgilidir. Bunun yanı sıra sentetik liflerin lif enine kesitindeki modifikasyonlar lifin özgül yüzey alanı ve lif çapını değiştireceğinden nem iletimini de etkilemektedir (Das vd., 2018; Grudatt vd., 2010).

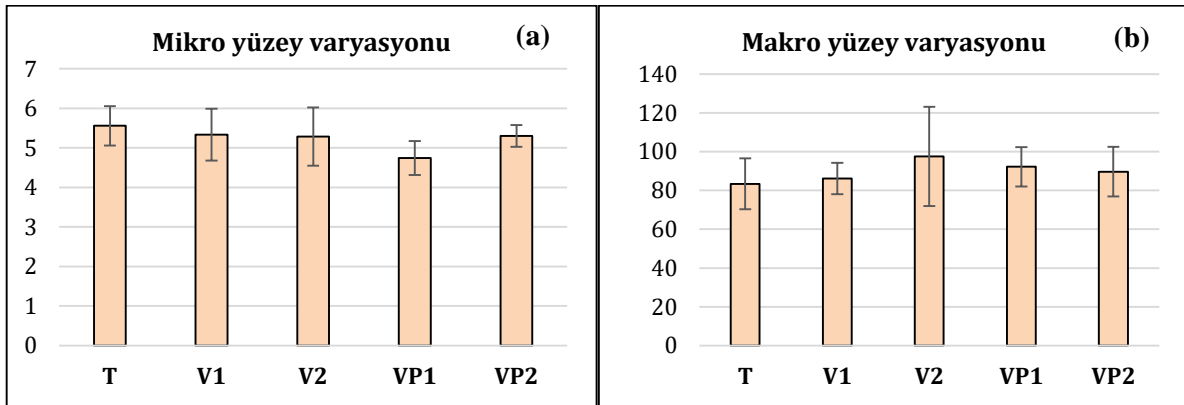
%100 viskozdan üretilmiş ürünler diğer ürünlere göre daha hızlı kuruma davranışı göstermiş olup, iki saat süre sonunda ilk ağırlığına dönmüştür. V2 kodlu ürünün V1 kodlu ürüne göre daha yavaş kuruması metrekare ağırlığının daha yüksek oluşu ile ilişkilendirilmiştir. İçeriğinde farklı oranlarda poliester olan ürünler yalnızca viskoz içeren dokusuz yüzeylere göre daha yavaş kuruma davranışı göstermiştir. %100 Tencel ile üretilmiş dokusuz yüzey ise daha yavaş kuruma eğiliminde olup dört saatin sonunda ilk ağırlığına ulaşmıştır. Viskoz liflerinin enine kesiti çiçek şeklinde düzensiz tırtıklı kenarlara sahipken ve Tencel liflerinin enine kesiti viskoza göre daha düzgün ve küresele yakındır (Türkoğlu vd., 2021). Viskoz liflerinin enine kesitindeki girintili yapının nem iletimine katkı sağladığı ve bu nedenle daha hızlı kuruduğu düşünülmektedir.



Şekil 2. Dokusuz Yüzeylerin Kuruma Hızı

Yüzey Özellikleri

Numunelerin TSA cihazı ile belirlenen mikro yüzey varyasyonu (TS7) değerleri ve makro yüzey varyasyonu (TS759) değerleri incelendiğinde, numuneler arasında yüzey varyasyonu bakımından anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (Şekil 3) (sırasıyla, $p=0,089$ ve $p=0,428$).



Şekil 3. Dokusuz Yüzeylerin a. Mikro Yüzey Varyasyonu (TS7) b. Makro Yüzey Varyasyonu (TS750) Sonuçları

Düşük Yük Mekanik Özellikler

Tekstillerin düşük yük mekanik özellikleri, konfor ile yüksek ilişkili kavramlardır. TSA cihazında ölçülen D ve E parametreleri, numunenin yüzey dışı yük altında deforme olabilme yeteneğini ifade etmektedir. Düşük yük altında kolay deforme olabilen tekstiller, kullanım esnasında kişiye daha konforlu bir his sunmaktadır. Bu bakımdan D ve E parametrelerinin dokusal konfor ile doğru orantılı olması beklenmektedir.

Tablo 4. TSA ile Ölçülen Deformasyon Parametresi (D) İçin Duncan Testi Sonuçları

Numune	Ölçüm adedi	%95 güven aralığı için oluşturulan alt gruplar			
		1	2	3	4
V2	5	2,07			
VP2	5	2,13			
V1	5		2,30		
T	5			2,47	
VP1	5				2,71
<i>p</i>		0,176	1,00	1,00	1,00

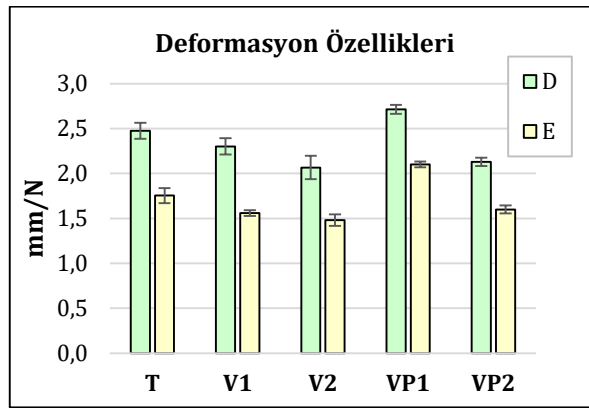
*Numune kodu ile başlayan satırlarda belirtilen sayısal veriler ilgili numunenin ortalama deformasyon değeridir.

İncelenen dokusuz yüzeylerin deformasyon (D) değerleri 2,1 ile 2,7 mm/N arasındadır ve numunelerin D değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0,000$). V2 ve VP2 kodlu numuneler Duncan testi sonucuna göre aynı grupta yer almaktadır ve en az deforme olabilen örneklerdir (Tablo 4). VP1 numunesi ise en çok deforme olabilen numune olarak 4. grupta yer almaktadır.

Tablo 5. TSA ile Ölçülen Deformasyon Elastisite Parametresi (E) İçin Duncan Testi Sonuçları

Numune	Ölçüm adedi	%95 güven aralığı için oluşturulan alt gruplar			
		1	2	3	4
V2	5	1,48			
V1	5		1,56		
VP2	5		1,60		
T	5			1,75	
VP1	5				2,10
<i>p</i>		1,00	0,166	1,00	1,00

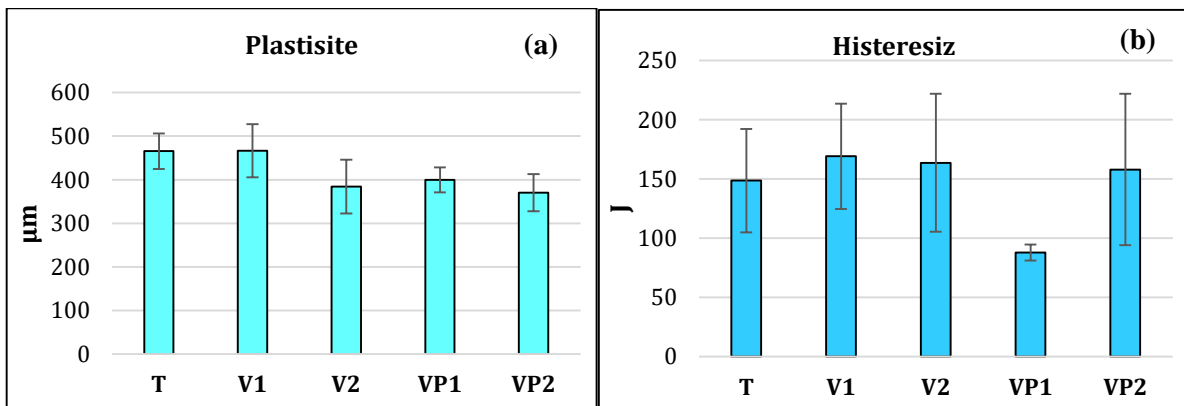
*Numune kodu ile başlayan satırlarda belirtilen sayısal veriler ilgili numunenin ortalama elastisite değeridir.



Şekil 4. Dokusuz Yüzeylerin Deformasyon (D) ve Elastisite (E) Sonuçları

Elastisite (E) parametresi aynı numunenin ikinci kez deforme edilmesinden elde edilen sonuçları göstermektedir. Çalışmada incelenen örneklerin E değerleri 1,5 ile 2,1 mm/N arasındadır. Numunelerin E değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p=0,000$). D parametresi bulgularına benzer şekilde, V2 kodlu numune en düşük E değerine, VP1 kodlu numune en yüksek E değerine sahip örneklerdir (Tablo 5). Örneklerin D ve E değerleri arasındaki fark yaklaşık 0,6 mm/N'dur (Şekil 4).

TSA cihazında ölçülen P ve H parametreleri, materyalin geri dönüş özellikleri ile ilişkilidir. Dokusuz yüzeylerin plastisitesini ifade eden P parametresi için kaydedilen değerler 370 ile 467 μm arasındadır (Şekil 5.a). Numunelerin plastisitesi arasında anlamlı fark saptanmıştır ($p=0,001$). T ve V1 kodlu numuneler yüksek plastisiteye sahip numuneler olarak ikinci grupta yer alırken diğer numuneler birinci gruptadır (Tablo 6).



Şekil 5. Dokusuz Yüzeylerin a. Plastisite (P) ve b. Histeresiz (H) Sonuçları

Tablo 6. TSA ile Ölçülen Plastisite Parametresi (P) İçin Duncan Testi Sonuçları

Numune	Ölçüm adedi	%95 güven aralığı için oluşturulan alt gruplar	
		1	2
VP2	5	370	
V2	5	384	
VP1	5	400	
T	5		466
V1	5		467
<i>p</i>		0,278	0,969

*Numune kodu ile başlayan satırlarda belirtilen sayısal veriler ilgili numunenin ortalama plastisite değeridir.

Plastisite sonuçlarına benzer şekilde, örneklerin histeresiz (H) değerleri arasında da anlamlı fark saptanmıştır ($p=0,021$) (Şekil 5.b). Duncan testi sonuçlarına göre, numunelerin H değerleri baz alındığında, VP1 kodlu numunenin diğer numunelerden ayrıldığı görülmektedir (Tablo 7).

Tablo 7. TSA ile Ölçülen Histeresiz Parametresi (H) İçin Duncan Testi Sonuçları

Numune	Ölçüm adedi	%95 güven aralığı için oluşturulan alt gruplar	
		1	2
VP1	5	87,8	
T	5		149
VP2	5		158
V2	5		164
V1	5		169
<i>p</i>		1,00	0,450

*Numune kodu ile başlayan satırlarda belirtilen sayısal veriler ilgili numunenin ortalama histeresiz değeridir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında hijyenik pedlerin cilde temas eden üst tabakasında kullanılan rejenere selülozik lif içeren farklı dokusuz yüzeylerin konfor bileşenleri araştırılmıştır. Bu amaçla su jeti ile birleştirilmiş apertürsüz beş dokusuz yüzey seçilmiştir. Tüm ürünlerin su buharı geçirgenliği özelliklerinin istatistiksel olarak benzer olduğu gözlemlenmiştir. Bulgular hava geçirgenliğinin metrekaare ağırlığı ile ters orantılı olduğunu ortaya koymuştur. Dokusuz yüzeylerin kuruma hızının numune kalınlığı ile doğru orantılı olduğu belirlenmiş olup en yüksek kuruma hızının en düşük kalınlığa sahip %100 viskoz V1 kodlu yüzeye ait olduğu görülmüştür.

TSA cihazı ile yapılan ölçümlerden elde edilen bulgular, incelenen dokusuz yüzeyler arasında makro ve mikro yüzey varyasyonu değerleri açısından anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymaktadır. Bununla beraber, viskoz/poliester (50/50) karışımı VP1 kodlu numunenin diğer numunelere kıyasla daha az rijit olduğu ve daha düşük enerji ile deformasyon öncesi haline geri gelebildiği gözlemlenmiştir. Belirtilen numune aynı zamanda, en az kalıcı deformasyona sahip üç dokusuz yüzey tipinden biridir. Bu bağlamda, düşük yük mekanik özellikler dikkate alındığında VP1 kodlu numunenin diğer örneklerden daha konforlu bir kullanım sunacağı sonucuna varılmıştır. Tüm bu değerlendirmelerin sonucunda, daha düşük birim alan kütlesi ve kalınlıkta üretilen dokusuz yüzeylerin hijyenik pedlerin üst tabakasında kullanılmasının tüm konfor parametreleri açısından avantaj sağlayacağı sonucuna varılmıştır. Dokusuz yüzeylerdeki viskoz içeriği hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği ve kuruma hızı gibi özellikleri iyileştirirken, viskozun 50/50 oranında poliester ile karışım halinde kullanılması düşük yük mekanik özellikleri iyileştirmiştir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmadaki iş birliği için EMTEC Electronic GmbH'ye ve dokusuz yüzey temini sırasındaki desteğinden dolayı Mogul Tekstil'e teşekkür eder.

KAYNAKLAR

Ajmeri, J. R. & Ajmeri, C. J. (2011). Nonwoven materials and technologies for medical applications. In V. T. Bartels (Ed). Handbook of Medical Textiles (pp. 106-131). Woodhead Publishing.

- Atasağun, H. G., & Kara, S. (2022). Investigation of moisture management and frictional characteristics of top layers used in disposable absorbent hygiene products. *Fibers and Polymers*, 23(9), 2577-2585. <https://doi.org/10.1007/s12221-022-0032-7>
- Avcioğlu Kalebek, N., & Babaarslan, O. (2009). Evaluation of friction and stiffness behaviour of nonwovens produced with spunbond and spunlace methods. *Textile and Apparel*, 19(2), 145-150. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tekstilvekonfeksiyon/issue/23634/251718>
- Avcioğlu Kalebek, N., & Babaarslan, O. (2016). Fiber selection for the production of nonwovens. In H. Y. Jean (Ed.), *Non-woven Fabrics* (pp. 1-32), InTech Open, 2016. <https://dx.doi.org/10.57722/61977>
- Bhuiyan, M. R., Wang, L., Shaid, A., Jahan, I., & Shanks, R. A. (2020). Silica aerogel-integrated nonwoven protective fabrics for chemical and thermal protection and thermophysiological wear comfort. *Journal of Materials Science*, 55, 2405-2418. <https://doi.org/10.1007/s10853-019-04203-2>
- Cho, J. S., Tanabe, S. I., & Cho, G. (1997). thermal comfort properties of cotton and nonwoven surgical gowns with dual functional finish. *Applied Human Science*, 16(3), 87-95. <https://doi.org/10.2114/jpa.16.87>
- Cımillı Duru, S. & Candan, C. (2016). Wicking and drying behaviors of knitted fabrics produced with different poliamide yarns. *Textile and Apparel*, 26(3), 280-286.
- Das, B., Das, A., Kothari, V. K., Fanguiero, R., & De Araújo, M. (2008). Effect of fibre diameter and cross-sectional shape on moisture transmission through fabrics. *Fibers and Polymers*, 9, 225-231. <https://doi.org/10.1007/s12221-008-0036-y>
- Deng, C., Seidi, F., Yong, Q., Jin, X., Li, C., Zhang, X., Han, J., Liu, Y., Huang, Y., Wang, Y., Yuan, Z. & Xiao, H. (2022). Antiviral/antibacterial biodegradable cellulose nonwovens as environmentally friendly and bioprotective materials with potential to minimize microplastic pollution. *Journal of Hazardous Materials*, 424, 127391. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127391>
- Eryuruk, S. H., Kayaoglu, B. K., & Altay, P. (2018). Thermal comfort properties of nonwoven fabrics used in surgical gowns. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 459(1), 012039. <https://doi.org/10.2114/jpa.16.87>
- Getu, A., & Sahu, O. (2014). Technical fabric as health care material. *Biomedical Science and Engineering*, 2(2), 35-39. <https://doi.org/10.12691/bse-2-2-1>
- Gurudatt, K., Nadkarni, V. M., & Khilar, K. C. (2010). A study on drying of textile substrates and a new concept for the enhancement of drying rate. *The Journal of The Textile Institute*, 101(7), 635-644. <https://doi.org/10.1080/00405000902732776>
- Hong, K. H., Kim, S. C., Kang, T. J., & Oh, K. W. (2005). Effect of abrasion and absorbed water on the handle of nonwovens for disposable diapers. *Textile Research Journal*, 75(7), 544-550. <https://doi.org/10.1177/0040517505053856>
- Liu, M., Ma, C., Zhou, D., Chen, S., Zou, L., Wang, H., & Wu, J. (2022). Hydrophobic, breathable cellulose nonwoven fabrics for disposable hygiene applications. *Carbohydrate Polymers*, 288, 119367. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119367>
- Jain, R. K., Sinha, S. K., & Das, A. (2018). Structural investigation of spunlace nonwoven. *Research Journal of Textile and Apparel*, 22(3), 158-179. <https://doi.org/10.1108/RJTA-07-2017-0038>
- Pause, B. (2003). Nonwoven protective garments with thermo-regulating properties. *Journal of Industrial Textiles*, 33(2), 93-99. <https://doi.org/10.1177/152808303038859>
- Kara S. (2019, Kasım) A comparative study on the permeability and sensorial comfort related mechanical properties of sanitary napkin layers. In 2019 17th National 3rd International the Recent Progress Symposium on Textile Technology and Chemistry, Bursa, Türkiye.
- Kawabata, S., Niwa, M., & Wang, F. (1994). Objective hand measurement of nonwoven fabrics: Part I: Development of the equations. *Textile Research Journal*, 64(10), 597-610. <https://doi.org/10.1177/004051759406401008>
- Rahma, T., Soumaya, S., Naima, H., & Mohamed, B. H. (2018). Decision support tool for hygienic product company: Industrial tactile sensory panel analysis implementation. *Textile and Apparel*, 28(4), 294-303. <https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.493093>

Shimomura, T. & Namba, T. (1994) Preparation and application of high-performance superabsorbent polymers. In F. L. Buchholz & N. A. Peppas (Eds.), *Super Absorbent Polymers Science and Technology* (pp. 112-127). American Chemical Society Publications. <https://doi.org/10.1021/bk-1994-0573.ch009>

Türkoğlu, G. C., Sarıışık, A. M., & Karavana, S. Y. (2021). Development of textile-based sodium alginate and chitosan hydrogel dressings. *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, 70(13), 916-925. <https://doi.org/10.1080/00914037.2020.1765364>

Woeller, K.E., & Hochwalt, A.E., (2015). Safety assessment of sanitary pads with a polymeric foam absorbent core. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 73(1), 419-424. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2015.07.028>