

Figure 3. FT-IR spectra of the of the films (a) SMPU films without CNW, (b) SMPU-CNW films with 5 wt% CNW content, (c) SMPU-CNW films with 10 wt% CNW content, (d) SMPU-CNW films with 20 wt% CNW content.

Tensile properties of the nanocomposite films at room temperature were summarized in Table 2 and Figure 4. These results indicated that, breaking strength and elongation increased significantly ($p=0.05$) up to 10 wt% CNWs content when compared with the neat form but a significant decrease was observed for 20 wt% content. The lower tensile properties of the nanocomposite film including 20 wt% CNWs may be attributed to the poor dispersion and probable agglomeration of CNWs in SMPU matrix. The other concentrations exhibited good dispersion in the SMPU matrix and this provided increase in strength by distributing the active force over a wider surface. Strain test results showed that, CNWs concentrations of 5 and 10 wt% significantly increased elongation performance of composite films.

Table 2. Mechanical properties of nanocomposite films.

Samples	Breaking strength (Mpa)	Elongation (%)
SMPU	6.3975	237.322
SMPU-CNW-5	9.3125	373.856
SMPU-CNW-10	12.605	261.928
SMPU-CNW-20	3.3450	200.288

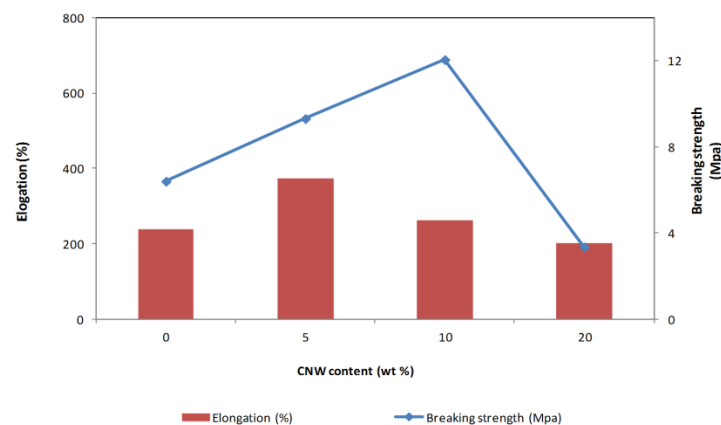


Figure 4. Changing of the nanocomposite film tensile properties depending on CNW content.

The results of the mechanical- thermo-aqueous programming tests were shown graphically in Figure 5(a-b).

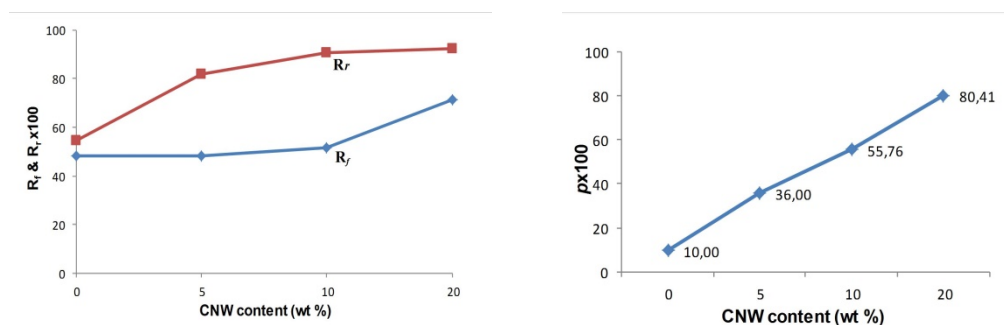


Figure 5. The shape fixity (R_f), shape recovery (R_r) ratios (a) and P values depending on CNW content (b).

The first part of the test procedure included both thermal and moisture switch effects simultaneously. According to the results of this part (Figure 5), the maximum shape fixity ratios (69.3%) were obtained for the nanocomposite containing 20 wt% CNW which is preferable and minimum values for the original SMPU without CNW (neat). The maximum total shape recovery of 91.45% was also obtained for 20 wt% CNW concentration and 80.41% of this recovery belongs to water-induced shape memory effect according to P values. The index P which denotes the percentage of water-induced recovery against the total shape recovery increased with the increase of the CNW content in the composites. On the other hand, the original SMPU without CNW had the minimum in P of 10%. The increase of P proved that the water-induced shape memory was formed via the percolation network of CNWs serving as the water sensitive switch.

The time-dependent elongation of the composite films in the shape recovery testing process was measured and the results were displayed in Figure 6. After giving temporary shape in hot water and releasing stress (thermally locked, switched on for moisture), the neat SMPU composite had the highest recovery rate after stress releasing and a decrease in recovery was observed with the increase of the CNW content. In second stage where composite film samples were heated to 40°C for to get thermal-induced shape recovery (thermally opened, switched on for moisture), it was found that the neat SMPU recovered around 80% which is the total shape recovery of it as it did not include CNWs for moisture response. For the other film samples containing CNWs, the shape recovery continued with the effect of hot water in third stage. In the third stage, the uncompleted shape recovery for the film samples containing CNWs was based on the partly restrain of entropic elasticity due to strong hydrogen bonding within PCN.

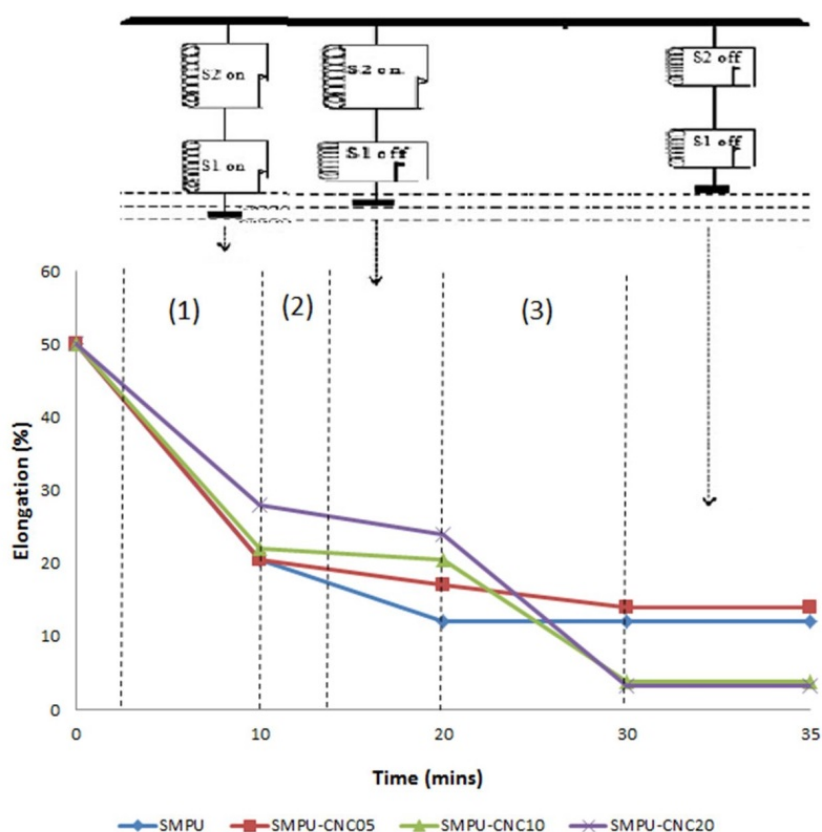


Figure 6. The time-dependent elongation of the composite films in the shape recovery testing process.

The effect of the CNW incorporation into the SMPU matrix on the shape fixity and shape recovery values in the dry-state was also determined. The shape fixity (R_f) and shape recovery (R_r) values were presented graphically in the Figure 7. It can be seen that R_f values of the nanocomposites increased

with increasing CNW content. On the other hand, the R_r values of the nanocomposites decreased with increasing CNW content. In the dry-state, combination of the soft segment of the SMPU and percolation network of CNWs ensured shape fixing when the extended composite film samples cooled down to room temperature. At this stage, there was only temperature effect which thermal switch triggered the soft segment of the SMPU. There was no moisture effect for PCN which is another switch point. Due to the absence of the any hydrogen bonding competitive reagent to reserve the PCN, R_r values decreased with the increase of the CNW content which can be explained by the entropic elasticity restriction of the SMPU matrix by the dry-state PCN.

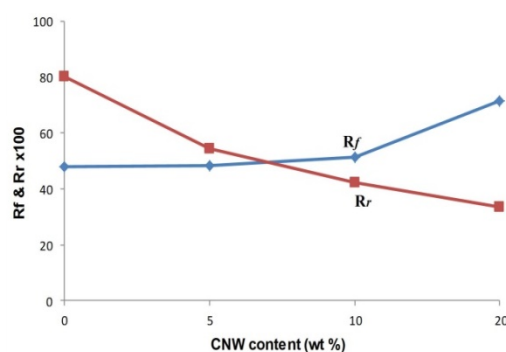


Figure 7. The shape fixity ratio R_f , shape recovery R_r (a) and P (b) values depending on CNW content.

CONCLUSIONS

Twin-switch shape memory performances of CNW-SMPU nanocomposite films produced by CNWs (5, 10 and 20 wt%) as nanofiller and SMPU as matrix were investigated. According to the results, it was observed that, while nanocomposite films maintained their thermal-responsive shape memory effect originally existing in SMPU, it also possessed moisture-responsive shape memory effect. Moreover, CNWs enhanced the strength of the nanocomposite films if homogeneous distribution of the nanofiller is enabled. Summing up, such kind of SMPU based nanocomposite structures may have potentials for smart materials and garments including intelligent medical devices, active surfaces, morphing structures where complex, active deformations are necessary.

REFERENCES

- [1] Nicharat A, Shirole A, Foster EJ, & Weder C, *Journal of Applied Polymer Science* 2017, Thermally Activated Shape Memory Behavior of Melt-mixed Polyurethane/cellulose nanocrystal Composites.
- [2] Hu J, Chen S, *Journal of Materials Chemistry* 2010, A review of Actively Moving Polymers in Textile Applications, 20, 3346-3355.
- [3] Hu J, Meng H, Li G, Ibekwe SI, *Smart Materials and Structures* 2012, A Review of Stimuli-responsive Polymers for Smart Textile Applications, 21, 053001.
- [4] Hu J, Zhu Y, Huang H, Lu J, *Progress in Polymer Science* 2012, Recent Advances in Shape-Memory Polymers: Structure, Mechanism, Functionality, Modeling and Applications, 37, 1720-1763.
- [5] Hu J, Yang Z, Yeung L, Ji F, Liu Y, *Polymer International* 2005, Crosslinked Polyurethanes with Shape Memory Properties., 54, 854-859.
- [6] Saralegi A, Fernandes SC, Alonso-Varona A, Palomares T, Foster E J, Weder C, & Corcuera MA *Biomacromolecules* 2013, Shape-memory Bionanocomposites Based on Chitin Nanocrystals and Thermoplastic Polyurethane with a Highly Crystalline Soft Segment, 14(12), 4475-4482.
- [7] Huang WM, Yang B, An L, Li C, Chan YS, *Applied Physics Letters* 2005, Water-driven Programmable Polyurethane Shape Memory Polymer: Demonstration and Mechanism, 86(11), 114105.

- [8] Yang B, Huang WM, Li C, Li L, *Polymer* 2006, Effects of Moisture on the Thermomechanical Properties of a Polyurethane Shape Memory Polymer, 47(4), 1348-1356.
- [9] Tan L, Hu J, Ying Rena K, Zhu Y, & Liu P, *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry* 2017, Quick Water-responsive Shape Memory Hybrids with Cellulose Nanofibers. 55(4), 767-775.
- [10] Tozluoğlu A, Çöpür Y, Özyürek Ö, Çıtlak S, *Turkish Journal of Forestry* 2015, Nanocellulose Production Technology, 16, 203-219.
- [11] Huang W M, Yang B, Zhao Y, Ding Z, *Journal of Materials Chemistry* 2010, Thermo-moisture Responsive Polyurethane Shape-Memory Polymer and Composites: A Review, 20, 3367-3381.
- [12] Luo H, Hu J, Zhu Y, *Macromolecular Chemistry and Physics* 2011, Polymeric Shape Memory Nanocomposites with Heterogeneous Twin Switches, 212, 1981-1986.

Corresponding author:

Nazife KORKMAZ MEMİŞ

Süleyman Demirel University, Textile Engineering Department, Isparta, Turkey

E-mail: nazifekorkmaz@sdu.edu.tr

Kompozit uygulamaları için doğal lif içeren tekstil yapıları: Takviye etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi

Natural fibre containing textile preforms for composite applications: Comparative assessment of their reinforcing efficiency

Burcu KARACA UĞURAL, Esen ÖZDOĞAN

Ege University, Department of Textile Engineering, İZMİR, TURKEY

burcu.karaca@ege.edu.tr

ÖZET

Hafif ve sürdürülebilir kompozit ürünler, yeşil teknolojiler ve CO₂ emisyonu üzerine yönetmelikler nedeniyle özellikle otomotiv sektöründe büyük ilgi görmektedir. Doğal lifler, çevresel etkilerin azaltılabilmesi için alternatif takviye malzemesi olarak gösterilmektedir. Tarımsal sürdürülebilir ürünler olmasının yanında, ki bu durum düşük enerji tüketimi ve nötr CO₂ ayak izi ile lif üretilebilmesini sağlamaktadır, doğal liflerin kompozit sanayinde kullanımı üzerine artan ilginin asıl nedeni; düşük özgül ağırlık değerleri ve özgül mukavemet değerleridir. Doğal lifler, çok kısa lif formunda veya çeşitli tekstil yapısı halinde takviye malzemesi olarak kullanılabilir. Yapılan çalışmalarda, doğal lif takviyesinin saf polimerin mekanik özelliklerini iyileştirdiği ve kullanılan takviye yapısının kompozit malzeme performansını etkileyen en önemli parametre olduğu belirtilmektedir. Bu çalışmada, doğal lif içerikli konvansiyonel tekstil yapılarının güçlendirme etkisinin değerlendirilmesi ve yeni yaklaşımlar üzerinde durulmuştur.

ABSTRACT

Lightweight and sustainable composite products are of great importance for especially automotive industry due to regulations on green technologies and CO₂ emissions. Natural fibres are stated as alternative reinforcement to decrease environmental impact. Besides being agricultural renewable product, which brings sustainable fibre production processes with less energy consumption and neutral CO₂ footprint, the main reason for growing interest on utilization of natural fibres in composite industry is their low density and specific strength values. Natural fibres can be used both in the form of chopped fibres and varied textile preforms as reinforcement. Previous studies have revealed that natural fibres improved the mechanical properties of neat polymer and the utilized form of reinforcing natural fibres was the key parameter affecting the composite material performance. This study focuses on comparative assessment of reinforcing efficiency of conventional textile preforms containing natural fibres and presents new trends.

GİRİŞ

Fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı iki veya daha fazla malzemenin makro düzeyde bir arada kullanılmasıyla oluşturulan kompozit malzemeler; otomotivden havacılık sektörüne, savunma sanayinden spor ekipmanlarına birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Tasarım, üretim ve kullanım kolaylığı sunmasının yanında çok geniş aralıkta değişebilen mekanik özellikler sergilemesi nedeniyle lif takviyeli polimerik kompozit malzemeler, kompozit malzemeler arasında en çok ilgi görmektedir. Son yıllarda lif takviyeli polimerik kompozit malzemelerin, daha çevre dostu yöntemler ile elde edilmesi ve geri dönüşüme olanak sağlaması beklenmektedir.

Lif takviyeli kompozit malzemelerin üretiminde en çok kullanılan takviye malzemesi olan cam lifleri, doğadaki minerallerden elde edilmekte olup geri dönüşüme de olanak sağlamaktadır. Ancak son

yıllarda lif takviyeli kompozit malzemelerde cam lifleri yerine doğal liflerin alternatif takviye malzemesi olarak kullanımı gündemdedir [1, 2].

Yenilenebilir tarımsal ürün olan doğal lifler arasında özellikle keten ve kenevir lifleri, cam liflerine benzer özgül mukavemet değerleri ile kompozit sanayinin ilgisini çekmektedir. Cam lifine (2.5 g/cm³) kıyasla düşük özgül ağırlık değerlerine sahip keten ve kenevir liflerinin (1.4 g/cm³), takviye malzemesi olarak kullanımı önemli bir avantaj sağlamaktadır; **hafiflik**. CO₂ emisyon değerlerini düşürebilmek için Ar-Ge çalışmalarını araçların hafifletilmesi üzerine odaklayan ulaşım ve otomotiv sektörü için, doğal lif takviyeli polimerik kompozit malzemelerin kullanım alanlarının artırılması büyük önem taşımaktadır [3-5].

Keten ve/veya kenevir takviyeli polimerik kompozit malzemelerin üretimi ve performansı üzerine literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar; doğal lifin yapısı, uzunluğu, kompozit malzeme içerisindeki yerleşimi ile tercih edilen matris polimeri ve üretim yöntemi açısından birçok farklılık göstermektedir. Ancak mevcut çalışmalardan çıkan ortak sonuç; kompozit malzeme mekanik performansını etkileyen en önemli parametrenin, doğal lifin kullanıldığı takviye malzeme yapısı olduğudur [6-10].

Lif takviyeli polimerik kompozit malzemelerde kompozit malzemenin mekanik özellikleri ve kullanım performansı; takviye liflerin özelliklerine, miktarına ve yerleşim durumuna bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Takviye malzemesi olarak tercih edilen tekstil yapısı, takviye liflerin kompozit malzeme içerisindeki yerleşimini belirlediğinden kompozit malzeme mekanik performansını etkileyen en önemli parametredir.

Bu çalışmada, doğal liflerin takviye malzemesi olarak kullanıldığı tekstil yapılarının değerlendirilmesi ve yeni yaklaşımlar üzerinde durulmuştur. Doğal liflerin, (i) çok kısa lif formunda, (ii) dokusuz yüzey halinde (mat), (iii) iplik yapısında, (iv) kumaş yapısında ve son yıllardaki yeni yaklaşım (v) tekyönlü bant yapılar halinde kullanımı mevcuttur. Doğal lifler arasından özellikle keten ve kenevir liflerinin, cam lifine alternatif takviye malzemesi olarak kullanımı ile daha hafif ve çevre dostu kompozit ürünlerin elde edilmesi mümkündür. Ancak doğal lif takviyeli polimerik kompozit malzemelerin, cam lifi takviyeli polimerik kompozit malzemelere kıyasla beklenen mekanik performansı sağlayabileceği tartışmalı bir konudur.

Bu kapsamda literatürdeki mevcut çalışmalar incelendiğinde; çeşitli yapılarda takviye malzemesi olarak kullanılan keten ve kenevir liflerinin, cam liflerine alternatif olabilme potansiyeli açısından ortaya çıkan genel durum aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

- Takviye malzemesi olarak çok kısa liflerin kullanımı

Lif uzunluğu 1-10 mm arasında olan doğal lifler, iplik üretimi esnasında oluşan bir yan ürün olup, tekstil sanayinde kullanım değeri ve alanı bulunmamaktadır. Çok kısa boylardaki bu lifler, lif demetleri veya kağıt hamuru halinde olmak üzere iki farklı yapıda kompozit malzeme üretimine katılmaktadır.

Tekstil sanayinde kullanım değeri olmayan çok kısa keten-kenevir lifleri ile takviye edilen polimerik kompozit malzemelerin mekanik özellikleri, saf polimere göre bir miktar iyileşme göstermekle birlikte, kompozit malzemenin dayanım değerleri beklentileri karşılamamaktadır. Lif veya polimer yapısının modifiye edilmesi sonucu artan lif/matris tutunması, kompozit malzeme dayanım değerlerini bir miktar daha iyileştirmektedir. Ancak cam lifi takviyesi ile karşılaştırıldığında, çok kısa doğal liflerin dolgu malzemesi olarak görev yaptığı anlaşılmaktadır [11-14].

- Takviye malzemesi olarak dokusuz yüzey yapısının kullanımı

Lif uzunluğu 30-50 mm arasında değişen doğal lifler, önce tülbent haline getirilmekte, ardından istenilen hacim, incelik ve birim alan kütleye sahip olacak şekilde farklı teknikler ile sabitlenerek dokusuz yüzey yapısında takviye malzemeleri üretilmektedir.

Kısa liflere kıyasla, daha uzun keten-kenevir liflerinin dokusuz yüzey (keçe, mat) halinde kullanımı ile elde edilen kompozit malzemeler, daha yüksek mekanik özellikler sergilemektedir. Daha yüksek

oranda ve daha uzun keten-kenevir liflerinden üretilen dokusuz yüzeylerin takviye malzemesi olarak kullanımı kompozit malzeme performansının iyileştirilmesinde daha başarılı sonuçlar vermiştir.

Ancak kompozit malzeme içerisinde takviye lif yerleşiminin dokusuz yüzey yapısı nedeniyle gelişigüzel olması, kompozit malzemenin sağlayacağı mekanik performans değerlerini sınırlamaktadır. Bu durum dokusuz yüzey halinde doğal lif takviyeli polimerik kompozitlerin, cam lifi takviyeli kompozit malzemelere alternatif olarak kullanılabilmesini zorlaştırmaktadır [15-17].

- Takviye malzemesi olarak iplik veya dokuma kumaş yapısının kullanımı

Keten-kenevir liflerinin iplik veya dokuma kumaş yapısında takviye malzemesi olarak kullanımı ile kompozit malzeme içerisinde takviye liflerin yönelmiş yerleşimi sağlanmakta olup, cam lifi takviyeli kompozit malzemeler ile rekabet edebilecek mekanik özellikler elde edilebilmektedir.

İplik mekanik özelliklerini belirleyen iplik numarası ve büküm miktarı gibi üretim parametrelerinin, kompozit malzeme mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. İplik numarası; ipliklerin kalınlıklarını yani kompozit malzeme içinde oluşturacakları yüzey alanı belirlemektedir. Büküm miktarı; ipliğin metrede kendi etrafında dönme miktarı olup, iplik mukavemetini etkileyen en önemli parametredir. Tekstil sanayinde kullanılan ipliklerin, özellikle dokuma işlemlerinde maruz kalacakları mekanik etkilere dayanabilmesi için belirli bir büküm miktarında üretilmesi gerekmektedir. Ancak iplikteki büküm miktarı arttıkça, daha sıkı bir hal alan ipliklere matris polimerinin nüfuz etmesi zorlaşmaktadır. Bu durum lif/matris ara yüzey tutunmasını ve dolayısıyla kompozit malzeme mekanik özelliklerini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle takviye malzemesi olarak kullanılacak ipliklerde büküm miktarının düşük tutulması, mümkünse büküm verilmemesi beklenmektedir [18-22].

Takviye malzemesi olarak iplik formuna kıyasla, ipliklerin dokunması ile elde edilen kumaş formu kullanım kolaylığı sağladığından daha çok tercih edilmektedir. Takviye malzemesi olarak kullanılan dokuma kumaşlarda ise; atkı-çözü iplik sıklıklarının ve en önemlisi dokuma yapısının kompozit malzeme mekanik özelliklerini göz ardı edilemez derecede etkilediği gözlenmiştir. Dokuma kumaş yapısı ve sıklığına bağlı olarak atkı ve çözü ipliklerinin kesişim noktalarında meydana gelen ve kıvrım (crimp) olarak ifade edilen düzgünsüz yapının da, kompozit malzeme mekanik özelliklerini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir [23-26].

Takviye malzemesi olarak kullanılacak doğal lif içerikli dokuma kumaşlarda; iplik büküm miktarının minimum tutulması ve kumaş yapısından kaynaklanan kıvrım oluşumunun engellenmesi, daha yüksek performans sağlayacak kompozit malzemelerin elde edilmesinde önem taşımaktadır.

- Takviye malzemesi olarak kıvrımsız kumaş veya tekyönlü bant yapılarının kullanımı

Kompozit malzeme mekanik özelliklerini olumsuz etkileyen çeşitli özelliklere sahip konvansiyonel tekstil yapıları yerine, kompozit sanayine yönelik özel olarak tasarlanan yapıların kullanımı son yıllarda ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda, kıvrımsız kumaş yapıları (non-crimp) ve tekyönlü bant/prepreg (UD tape/prepreg) yapılar daha fazla gündeme gelmektedir [27-34].

Kıvrımsız kumaş yapıları ipliklerin dokunması yerine dikilmesi veya doğal lif içeren ipliklerin atkı ipliği olarak kullanıldığı hibrit dokuma kumaşların üretilmesi ile elde edilirken; tekyönlü bant/prepreg yapılar ise iplik üretimi öncesi tülbent/bant formundaki doğal liflerin sabitlenmesi ile elde edilmektedir.

Konvansiyonel dokuma kumaş yapısından kaynaklanan kıvrım probleminin çözüldüğü kıvrımsız kumaşlar daha yüksek mekanik özellikler sağlamaktadır. En yüksek mekanik özellikler ise, kıvrım sorunu ile birlikte iplik yapısından kaynaklanan büküm problemlerinin de ortadan kalktığı tekyönlü bant/prepreg yapılar ile sağlanmaktadır.

Son yıllarda özellikle keten liflerinin kullanıldığı polimerik kompozit malzemelerin, otomotiv ve havacılık sektörüne yönelik kullanımı üzerine başarılı projeler ortaya çıkmaktadır.

Land Rover Defender ve Jaguar XF modellerinin iç kapı modüllerinde kullanılmak üzere Composites Evolution firmasına ait Biotex markası altında keten/polipropilen ürünlerden geliştirilen prototip

kompozitler ile mevcut çelik parçaya göre % 60, mevcut cam takviyeli polipropilen parçaya göre % 35 hafifleştirme sağlandığı açıklanmıştır. Ayrıca Carbio projesi kapsamında keten/epoksi ve karbon/epoksi prepreg yapılardan hibrit tavan modülleri üzerine çalışmalar yapılmakta olup; keten takviyesi ile % 15 düşük maliyet, % 7 hafiflik ve % 58 daha yüksek titreşim sönümleme özelliği sağlandığı belirtilmiştir [35].

Faurecia, Peugeot, Lineo NV ve Reims Champagne-Ardenne Üniversitesi tarafından 2016 ticari araçlarında gövde yük zemini olarak kullanılmak üzere keten takviyeli sandviç kompozit malzemeler üretilmiştir. Lineo firmasının Flaxtape adı ile geliştirdiği tekyönlü prepreg yapılar kullanılmış olup, kompozit malzemelerin çok hafif (2 kg/m²) ve yüksek mekanik özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir [36].

Zodiac Aerospace ve Flax Technic firmalarının yürütmekte oldukları projede ise, uçak koltuklarındaki rafların keten takviyeli termoplastik kompozit malzemelerden üretilmesi üzerine çalışılmaktadır. Matris olarak fenolik reçineler yerine PA-11, takviye malzemesi olarak Twinflax adında piyasaya sürülen keten kumaşlar kullanılarak kompozit raflar üretilmiş ve koltuk başına % 2 hafiflik sağlandığı belirtilmiştir. Bu durumun, uzun mesafe uçaklarında 45 kg hafifletme sağlayacağı da bildirilmiştir [37].

Söz konusu başarılı çalışmalar, en fazla zehirli gaz emisyonu üreten ulaşım ve otomotiv sektöründe 2021 itibari ile değişecek CO₂ emisyon değerlerinin sağlanabilmesi için araçların mevcut ağırlığının azaltılması kapsamında doğal liflerin önümüzdeki yıllarda daha fazla kullanılacağını sinyali vermektedir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Literatürdeki çalışmalardan elde edilen veriler ve mevcut projelerin başarılı sonuçları dikkate alındığında, keten ve kenevir liflerinin cam liflerine alternatif takviye malzemeleri olarak özellikle hafifleştirme teknolojileri kapsamında ulaştırma sektöründe kullanımının giderek önem kazanacağı aşikardır. Ancak keten ve/veya kenevir liflerinden elde edilecek takviye malzemelerinin, tekstil sanayinde kullanılan konvansiyonel yapılar yerine kompozit sektörünün ihtiyaçlarına yönelik özel olarak tasarlanmış yapılar olması gerekmektedir.

Bu kapsamda, keten-kenevir takviyeli polimerik kompozit ürünün potansiyel kullanım alanlarının belirlenmesi ve takviye malzemelerinin beklentilere yönelik özel olarak tasarlanabilmesi için keten-kenevir üreticilerinden üniversitelere, takviye malzemesi üreten ticari firmalardan çeşitli sektörlerde hafifleştirme teknolojileri üzerine çalışan Ar-Ge bölümlerine kadar geniş katılımlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Joshi SV, Drzal L, Mohanty A, Arora S. Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites? Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. 2004;35(3):371-6.
2. Monteiro S, Lopes F, Ferreira A, Nascimento D. Natural-fiber polymer-matrix composites: Cheaper, tougher, and environmentally friendly. JOM. 2009;61(1):17-22.
3. Koronis G, Silva A, Fontul M. Green composites: A review of adequate materials for automotive applications. Composites Part B: Engineering. 2013;44(1):120-7.
4. Shah D. Developing plant fibre composites for structural applications by optimising composite parameters: a critical review. J Mater Sci. 2013;48(18):6083-107.
5. Faruk O, Bledzki AK, Fink H-P, Sain M. Progress Report on Natural Fiber Reinforced Composites. Macromol Mater Eng. 2013;n/a-n/a.
6. Goutianos S, Peijs T, Nystrom B, Skrifvars M. Development of Flax Fibre based Textile Reinforcements for Composite Applications. Applied Composite Materials. 2006;13(4):199-215.

7. Gurunathan T, Mohanty S, Nayak SK. A review of the recent developments in biocomposites based on natural fibres and their application perspectives. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2015;77:1-25.
8. Pickering KL, Efendy MGA, Le TM. A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2016;83:98-112.
9. Hughes M. Defects in natural fibres: their origin, characteristics and implications for natural fibre-reinforced composites. *J Mater Sci*. 2012;47(2):599-609.
10. Monteiro S, Lopes F, Barbosa A, Bevitori A, Silva I, Costa L. Natural Lignocellulosic Fibers as Engineering Materials—An Overview. *Metall and Mat Trans A*. 2011;42(10):2963-74.
11. Moigne NL, Oever Mvd, Budtova T. A statistical analysis of fibre size and shape distribution after compounding in composites reinforced by natural fibres. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2011;42(10):1542-50.
12. Oksman K, Mathew AP, Långström R, Nyström B, Joseph K. The influence of fibre microstructure on fibre breakage and mechanical properties of natural fibre reinforced polypropylene. *Composites Science and Technology*. 2009;69(11–12):1847-53.
13. Bos HL, Müssig J, van den Oever MJA. Mechanical properties of short-flax-fibre reinforced compounds. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2006;37(10):1591-604.
14. van den Oever MJA, Bos HL, van Kemenade MJJM. Influence of the Physical Structure of Flax Fibres on the Mechanical Properties of Flax Fibre Reinforced Polypropylene Composites. *Applied Composite Materials*. 2000;7(5-6):387-402.
15. Martin N, Davies P, Baley C. Evaluation of the potential of three non-woven flax fiber reinforcements: Spunlaced, needlepunched and paper process mats. *Industrial Crops and Products*. 2016;83:194-205.
16. Bodros E, Pillin I, Montrelay N, Baley C. Could biopolymers reinforced by randomly scattered flax fibre be used in structural applications? *Composites Science and Technology*. 2007;67(3–4):462-70.
17. Garkhail SK, Heijenrath RWH, Peijs T. Mechanical Properties of Natural-Fibre-Mat- Reinforced Thermoplastics based on Flax Fibres and Polypropylene. *Applied Composite Materials*. 2000;7(5-6):351-72.
18. Baghaei B, Skrifvars M, Berglin L. Manufacture and characterisation of thermoplastic composites made from PLA/hemp co-wrapped hybrid yarn preregs. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2013;50:93-101.
19. Umer R, Bickerton S, Fernyhough A. The effect of yarn length and diameter on permeability and compaction response of flax fibre mats. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2011;42(7):723-32.
20. Nguyen-Chung T, Friedrich K, Mennig G, #252, nter. Processability of Pultrusion Using Natural Fiber and Thermoplastic Matrix. *Research Letters in Materials Science*. 2007;2007.
21. Alagirusamy R, Figueiro R, Ogale V, Padaki N. Hybrid Yarns and Textile Preforming for Thermoplastic Composites. *Textile Progress*. 2006;38(4):1-71.
22. Bledzki AK, Fink HP, Specht K. Unidirectional hemp and flax EP- and PP-composites: Influence of defined fiber treatments. *J Appl Polym Sci*. 2004;93(5):2150-6.
23. Phongam N, Dangtungee R, Siengchin S. Comparative Studies on the Mechanical Properties of Nonwoven- and Woven-Flax-Fiber-Reinforced Poly(Butylene Adipate-Co-Terephthalate)-Based Composite Laminates. *Mech Compos Mater*. 2015;51(1):17-24.
24. Baghaei B, Skrifvars M, Berglin L. Characterization of thermoplastic natural fibre composites made from woven hybrid yarn preregs with different weave pattern. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2015;76:154-61.
25. Ouagne P, Soulat D, Moothoo J, Capelle E, Gueret S. Complex shape forming of a flax woven fabric; analysis of the tow buckling and misalignment defect. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2013;51:1-10.
26. Kannan TG, Wu CM, Cheng KB, Wang CY. Effect of reinforcement on the mechanical and thermal properties of flax/polypropylene interwoven fabric composites. *Journal of Industrial Textiles*. 2013;42(4):417-33.

27. Blanchard JMFA, Sobey AJ, Blake JIR. Multi-scale investigation into the mechanical behaviour of flax in yarn, cloth and laminate form. *Composites Part B: Engineering*. 2016;84:228-35.
28. Jiang J, Chen N. Preforms and composites manufactured by novel flax/polypropylene co-wrap spinning method. *Journal of Composite Materials*. 2012.
29. Zhang L, Miao M. Commingled natural fibre/polypropylene wrap spun yarns for structured thermoplastic composites. *Composites Science and Technology*. 2010;70(1):130-5.
30. Gourier C, Bourmaud A, Le Duigou A, Baley C. Influence of PA11 and PP thermoplastic polymers on recycling stability of unidirectional flax fibre reinforced biocomposites. *Polymer Degradation and Stability*. 2017;136:1-9.
31. Bourmaud A, Le Duigou A, Gourier C, Baley C. Influence of processing temperature on mechanical performance of unidirectional polyamide 11–flax fibre composites. *Industrial Crops and Products*. 2016;84:151-65.
32. Baley C, Kervoëlen A, Lan M, Cartié D, Le Duigou A, Bourmaud A, et al. Flax/PP manufacture by automated fibre placement (AFP). *Mater Design*. 2016;94:207-13.
33. Kazmi SMR, Das R, Jayaraman K. Sheet forming of flax reinforced polypropylene composites using vacuum assisted oven consolidation (VAOC). *Journal of Materials Processing Technology*. 2014;214(11):2375-86.
34. Baley C, Le Duigou A, Bourmaud A, Davies P. Influence of drying on the mechanical behaviour of flax fibres and their unidirectional composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2012;43(8):1226-33.
35. http://ecocomposites.net/index.php?option=com_content&view=article&id=10781%3Aflax-focus-at-jaguar-landrover&catid=3%3Anews-free&am&Itemid=0 15.04.2017
36. http://ecocomposites.net/index.php?option=com_content&view=article&id=10666%3Aflaxpreg-a-success-story&catid=3%3Anews-free&am&Itemid=0 15.04.2017
37. http://ecocomposites.net/index.php?option=com_content&view=article&id=10540%3Aflax-in-flight-for-zodiac&catid=3%3Anews-free&am&Itemid=0 15.04.2017

2-D Piezoelectric Woven Fabric for Energy Harvesting

Smart Textile Applications

D. VATANSEVER BAYRAMOL¹

¹Namık Kemal University, Corlu Faculty of Engineering, Department of Textile Engineering, Silahtaraga Mah. Universite 1. Sok. No:13 Corlu-Tekirdag, Turkey

dvbayramol@nku.edu.tr

ABSTRACT

Piezoelectric materials are considered as “smart” materials” since they exhibit an extra ordinary behaviour when subjected to an external stimulus. These materials are able to transform mechanical energy, such as impact, oscillation, torsion etc., into electrical energy and vice versa. The piezoelectric effect in polymers has been known since last four decades. A significant number of work has been carried out aiming at the production of flexible piezoelectric fibres and textile structures for both energy harvesting and sensor applications. The materials and device architectures demonstrated in the literature mostly contain metallic films to act like electrode on both sides of the structure. Here, the design, development and characterisation of a 2-D woven fabric which is able to generate electricity from motions as well as impact has been demonstrated. A woven structure was prepared and sandwiched between two indium tin oxide (ITO) coated conductive polyethylene terephthalate (PET) film layers acting as the top and bottom electrodes. A sample with an effective area of 10cm x 5cm was cut from produced 2-D piezoelectric generator and tested for its energy generation characteristic. The peak value of the open-circuit voltage was investigated at an applied pressure of 0.1MPa. The results showed that produced 2-D textile structure is flexible, light weight and able to convert applied impact into electrical energy which makes it suitable to be used for wearable and low power electronic systems.

INTRODUCTION

Development of functional electronic devices and growing global population cause an increasing energy demand. Need of energy and global pollution mobilised researchers from various disciplines to work on the production of efficient and effective renewable energy to eliminate or at least decrease the amount of coal and oil used. Renewable energy can be produced by certain smart materials which can convert at least one of pressure, temperature, vibration, wind, light and so on.

Piezoelectric materials are considered as smart since they can convert mechanical energy to electrical energy and, conversely, electrical energy to mechanical energy. Discovery of piezoelectric phenomenon was first announced by Curie brothers in 1880 [1]. They first observed an electrical charge formation as a result of applied mechanical energy and later named it as “direct piezoelectric effect” while vice versa was named as “converse/reverse piezoelectric effect”.

The molecular structure of a piezoelectric material exhibits a local charge separation, known as electric dipoles. These are randomly oriented in man-made piezoelectric materials while the orientation of these electrical dipoles are more uniform in naturally occurring piezoelectric materials. Man-made piezoelectric materials such as ceramic-based and polymer-based piezoelectric materials need to be undergone certain mechanical, electrical and thermal conditions to induce the piezoelectric behaviour. When a strong electrical field is applied to a ceramic and/or polymer material, electrical dipoles in the material reorient themselves. Application of such high electrical field is called as poling. When material subjected to the polarization, dipoles align and when the polarisation is extinguished, the electric dipoles maintain their position, thus the material exhibits piezoelectric effect.

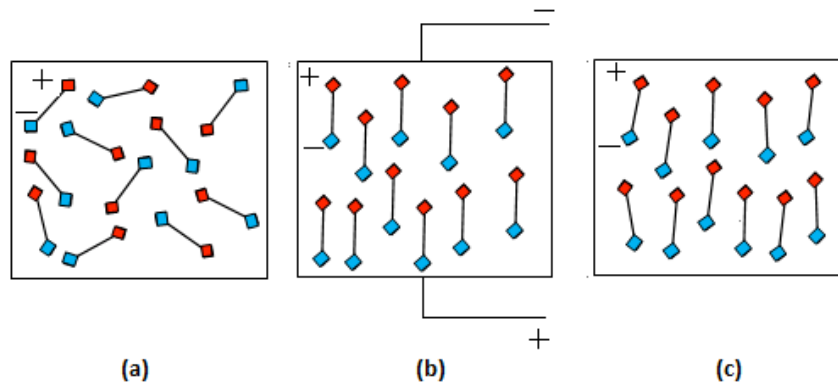


Figure 1. Orientation of dipoles, (a) random orientation of dipoles, (b) orientation of dipoles during polarisation, (c) remnant polarisation after the electric field is extinguished.

Broadhurst et al. [2] announced four essential criteria for piezoelectric behaviour which are (1) presence of molecular dipoles, (2) the ability to align the dipole moments, (3) the locking-in of dipole alignment and its subsequent stability and (4) the ability of the material to strain with applied stress. However, it should be noted that these dipoles return to their first randomly oriented positions when heated to Curie temperature (T_c).

Some natural materials and crystals can exhibit piezoelectric effect inherently. Efforts on practical application of piezoelectric materials were made during World War I. One of the early applications was a transducer made of piezoelectric quartz for underwater echo ranging and depth sounding to detect submarines [3]. This piezoelectric transducer became a commercial product in Great Britain and the United States after the War. Other application examples of piezoelectric crystals are including but not limited to loudspeakers, microphones, telephone receivers, photograph pick-ups etc. [4].

It was discovered in 1940s that some ceramics could be made piezoelectric when subjected to a large electric field at an elevated temperature. Although piezoelectricity in polymers was considered by Brain [5] and Fukada [6], the first discovery of the man-made piezoelectric polymers was announced by Kawai in 1969 [7]. Since most of the polymeric materials have high mechanical strength and high impact resistance, it was expected that polymeric piezoelectric materials would overcome the drawbacks of ceramic-based piezoelectric materials such as rigidity and brittleness.

Polypropylene (PP) is one of the most widely used polymer due to its high durability, high mechanical strength, temperature resistance, good chemical resistance. This thermoplastic polymer can be found in three types; atactic, isotactic and syndiotactic [8-10]. Among these three, isotactic PP is a polymorphic semi-crystalline material with an intermediate level of crystallinity which is highly dependent upon the temperature of the melt and processing conditions. Piezoelectric effect of polymeric materials is much related to the degree of polarisation achieved. A strong electric field should be applied to the polymer at an elevated temperature in order to induce polarisation [11].

The design, development and characterisation of a 2-D woven fabric which is able to generate electricity from motions as well as impact has been demonstrated in this study. A woven structure was prepared and sandwiched between two indium tin oxide (ITO) coated conductive polyethylene terephthalate (PET) film layers acting as the top and bottom electrodes. A sample with an effective area of 10cm x 5cm was cut from produced 2-D piezoelectric generator and tested for its energy generation characteristic. The peak value of the open-circuit voltage was investigated at an applied pressure of 0.1MPa.

EXPERIMENTAL

Polypropylene is a thermoplastic polymer consisting carbon and hydrogen atoms with a chemical formula of $(C_3H_6)_n$. PP pellets with 171°C melting point, 25g/10min (230°C/2.16kg) melt flow rate and 34cm³/10min (230°C/2.16kg) melt volume flow rate used for piezoelectric fibre production were provided by Lyondellbasell Polymers.

PP monofilaments were produced via a laboratory scale melt extruder. A portable high DC voltage supply located between temperatures controlled slow rollers and fast rollers where the filament undergoes 250% stretching of its original length. In this study, the voltage applied to the filaments was 15kV during polarization. Detailed information on piezoelectric filament production from thermoplastic polymers can be found elsewhere [12-16]. Produced filaments were used for producing a woven textile structure by using a handloom machine as shown in Figure 2.

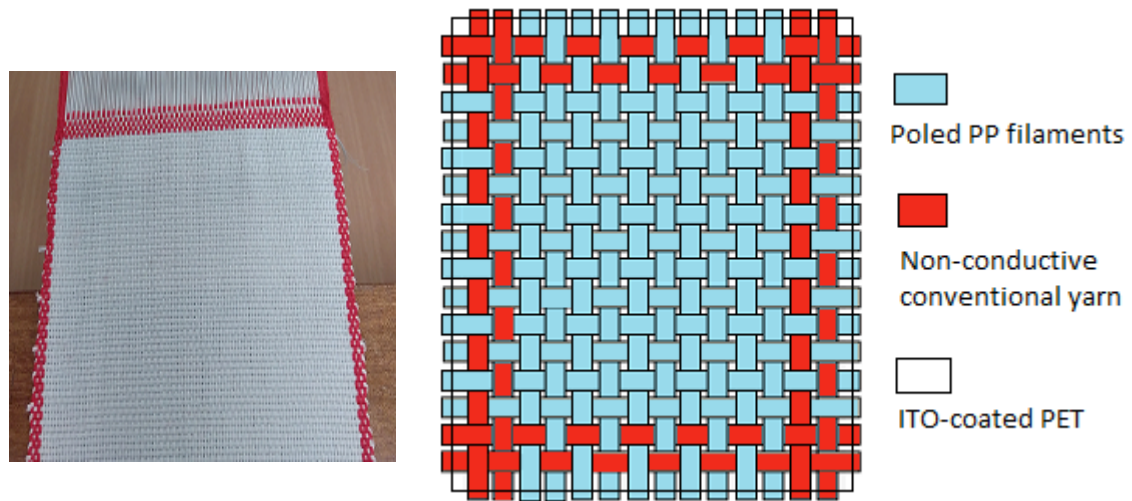


Figure 2. 2-D woven textile structure (a) on the handloom used and (b) schematically display of the energy generating smart woven structure

PP monofilaments were used in both warp and weft directions together with non-conductive conventional yarns. Conventional yarns were used to avoid filament loose from the edges. 50 mm x 100 mm woven structure was sandwiched between ITO-coated PET layers to prepare test sample. Transparent conductive layer was one side ITO coated PET. Therefore, the side exposed to the environment was non-conductive. Three samples were prepared and located to an impact tester one by one as shown in Figure 3 for investigation of voltage generation characteristic of the structures.

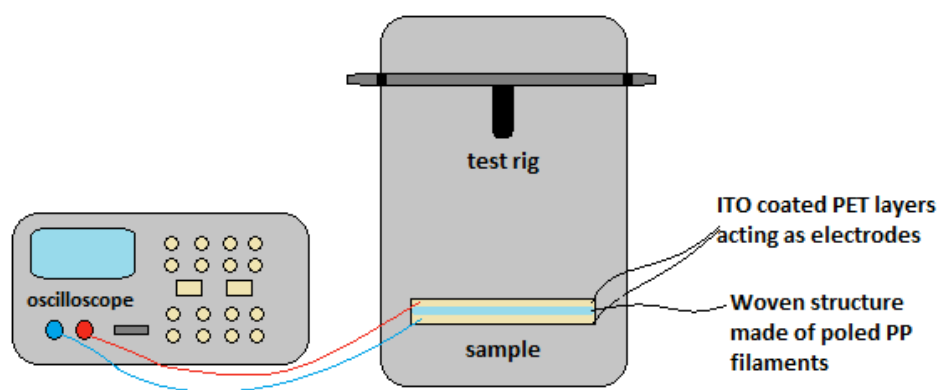


Figure 3. Schematically display of the experiment carried out to investigate the voltage outputs of woven structure prepared from poled PP monofilaments.

Linear density of the produced filaments was measured via a classical method of weighing certain length of the filaments and mechanical properties were investigated via a tensile test equipment. For both linear density and mechanical properties, ten measurements were done and the average values were recorded. Voltage generation characteristic of the filaments were carried out by using the test sample prepared by inserting woven structure between two one-side ITO coated PET films and the all structure was then fixed by using a non-conductive transparent sticky tape. The sample was located in an impact test equipment. The test equipment has a unit which can be free fallen onto the sample. The impact created via the free fallen unit was about 0.1MPa. The woven sample containing poled PP filaments generated a small amount of voltage which was observed via a digital oscilloscope and recorded directly via an external storage device.

RESULTS and DISCUSSION

Linear density of the filaments was found to be ~ 17 tex as an average value of ten measurements. Tenacity and elongation% values of the filaments were given directly by the tensile test equipment after ten sequent measurements. The equipment gives both individual test result of ten measurements as well as average value. The tenacity of filaments after ten measurements was given as 14.5 cN/tex while elongation% was recorded as 150% in the reported plotted from the equipment.

An impact of 0.1MPa was created by the impact test equipment was applied onto the prepared samples for investigation of voltage response of the poled PP containing woven structure. There samples were prepared and three measurements were done for each sample. The data obtained from oscilloscope was recorded in an external data storage device. The typical voltage output result is given in Figure 4.

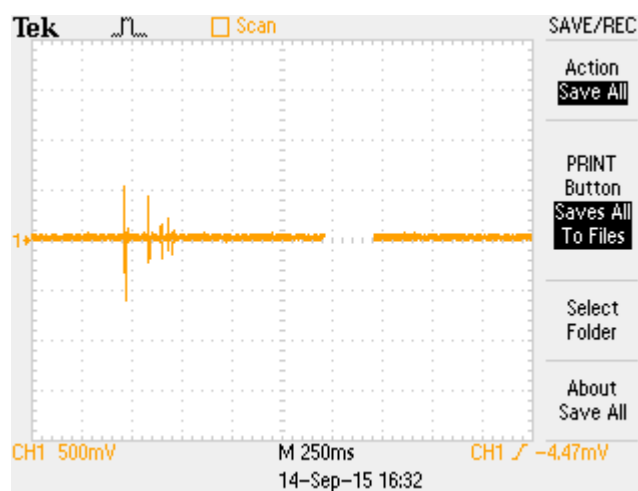


Figure 4. Voltage responses of produced samples under an applied rotational impact

Impact test results showed that PP monofilament was successfully produced via a laboratory scale single screw melt extruder by being poled at $\sim 80^{\circ}\text{C}$ in the drawing zone where 250% stretching was applied to it. Nine measurements were done in total and the peak voltage created by the woven structure during each test was very similar and typical voltage generation characteristic was as given in Figure 4. The highest peak voltage of nine measurements was recorded as 610mV while the lowest peak voltage was found to be 580mV. However, different designs of the woven structure could give different voltage generation. Therefore, different fabric designs can be done and different woven structures can be produced to investigate the effect of the fabric design on the voltage generation characteristic of a polymeric piezoelectric material.

CONCLUSIONS

The design, development and characterisation of a 2-D woven fabric which is able to generate electricity from motions as well as impact has been demonstrated in this study. A woven structure was prepared and sandwiched between two indium tin oxide (ITO) coated conductive polyethylene terephthalate (PET) film layers acting as the top and bottom electrodes. A sample with an effective area of 10cm x 5cm was cut from produced 2-D piezoelectric generator and tested for its energy generation characteristic. The peak value of the open-circuit voltage was investigated at an applied pressure of 0.1MPa. The highest peak voltage produced by the woven structure as a result of applied 0.1MPa was recorded as 610mV. The results showed that produced 2-D textile structure is flexible, light weight and able to convert applied impact into electrical energy which makes it suitable to be used for wearable and low power electronic systems.

ACKNOWLEDGMENTS

The author acknowledges The British Council and TUBITAK for Newton-Katip Çelebi Grant, University of Bolton Staff for the permission to use their laboratories. This study was supported by scientific activities participation program of Namık Kemal University.

REFERENCES

- [1] Curie J, Curie P, Compt. Rend 1880, **91**, 383-386.
- [2] Broadhurst M G, Davis G T, McKinney J E, Collins R E, J. Appl. Phys. 1978, **49**, 4992-4997.
- [3] Zimmerman D, Northern Mariner 2002, **12**, 39-52.
- [4] Nicolson A M, Trans. of the American Inst. of Elec. Engineers 1919, **38**, 1467-1493.
- [5] Brain K R, Proc. Phys. Soc. 1923, **36**, 81-93.
- [6] Fukada E, Ultrasonics 1968, **6**, 229-234.
- [7] Kawai H, Jpn. J. Appl. Phys. 1969, **8**, 975-976.
- [8] Slichter W P, J. Appl. Phys. 1958, **29**, 1438.
- [9] Xu G, Clancy T C, Mattice W L, Macromolecules 2002, **35**, 3309.
- [10] Marco T, Pasch H, Macromolecules, 2009, **42**, 6063.
- [11] Dickens B, Balizer E, DeReggi A S, Roth S C, J. Appl. Phys. 1992, **72**, 4258.
- [12] Bayramol D V, Industria Textila 2017, **68**, 47-53.
- [13] Bayramol D V, Sion N, Shah T, Qian L, Shi S, Smart Materials & Structures 2013, **22**, 075017.
- [14] Siores E, Hadimani M L, Vatansever D, EP Patent: EP2617075 B1, 2014.
- [15] Bayramol D V, Soin N, Hadimani R L, Shah T, Siores E, Journal of Nanoscience and Nanotechnology 2015, **15**, 7130-7135.
- [16] Bayramol D V, Journal of Textiles and Engineer 2016, **23**, 166-171.

Corresponding author:

Derman VATANSEVER BAYRAMOL

Namık Kemal University, Corlu Faculty of Engineering, Department of Textile Engineering

E-mail: dvbayramol@nku.edu.tr

Presentation options to indicate

1. Indicate your preference for the presentation: **Oral**.

2. Indicate the preference for the **conference topic**: Technical / Smart Textiles

HOLLOW YARN DESIGN FOR SOCKS PRODUCTION

P Çelik¹, T Bedez Üte¹, M B Üzümcü¹ and H Kadoğlu¹

Ege University, Faculty of Engineering, Department of Textile Engineering

bunyamin.uzumcu@ege.edu.tr

ABSTRACT

Depending on developments in textile industry and consumer demands, producers aim to enhance product performance and accordingly, ensure consumer satisfaction. Therefore, new generation fibres along with different productions techniques gain importance. One of these methods; hollow yarn production via core-spinning system allows producing products with better performance. Basically, hollow yarn spinning is a type of core spinning which decreases fibre packing density in the inner layers of the yarn. There are different methods for producing hollow yarns with core-spinning principle such as open-end rotor spinning, friction spinning, ring spinning and air-jet spinning systems.

A soluble polymer based filament is used as core material for producing hollow yarn. Due to the end use, different sheath materials can be used. After fabric production from core-spun yarns, hollow yarns are obtained by core material removal process.

The aim of this study is to investigate the effects of production parameters and different sheath materials on the characteristics of hollow yarns and fabrics knitted with these yarns. For this purpose, core-spun yarns were produced by using soluble filament yarns as core and 100% Cotton, 70/30 Bamboo/Cotton, 50/50 Viscose/ Cotton slivers as sheath with ring spinning system. By using single filament, two-folded and three-folded filament is the core, different packing densities were obtained. Mass per unit area, thickness, air permeability and bursting strength of the fabrics were measured. Hydrophilicity feature, which is the main purpose of producing hollow yarns for socks production, is evaluated with capillary rise and moisture management tests. Soluble filament, used in this study is an alternative to PVA and it does not require an additional finishing treatment and also regarding its residuals, it is an eco-friendly fiber.

Keywords: hollow yarn, core-spun yarn, moisture management, air permeability, socks.

ÇORAP ÜRETİMİ İÇİN İÇİ BOŞ İPLİK TASARIMI

P Çelik¹, T Bedez Üte¹, M B Üzümcü¹ and H Kadoğlu¹

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir

bunyamin.uzumcu@ege.edu.tr

ÖZET

Tekstil sektöründeki gelişmeler ve tüketici talepleri, ürünlerin performansının geliştirilerek, kullanıcı memnuniyetini artırılmasını sağlamaktadır. Bu amaçla yenilikçi liflerin kullanımının yanı sıra, farklı üretim yöntemleri de önem kazanmıştır. Bu yöntemlerden biri olan, özlü iplik eğirme yöntemi ile içi boş ipliklerin eğilmesi, kullanım performansı geliştirilmiş ürünlerin üretilmesine imkân sağlamaktadır. İçi boş iplik eğirme, esasen özlü iplik eğirme prensibi kullanılarak, iplik merkezindeki lif paket yoğunluğunun azaltıldığı bir tekniktir. İçi boş iplik üretimi için farklı teknikler kullanılmaktadır. Özlü iplik üretiminin gerçekleştirilebildiği open-end rotor, friksiyon, ring ve hava jetli iplik eğirme sistemleri ile üretilabilmektedir.

İçi boş iplik üretebilmek için öz kısmında eriyebilen polimerden üretilmiş bir filament kullanılmaktadır. Manto kısmında ise, ürünün kullanım amacına göre, farklı materyaller kullanılabilir. Özlü ipliklerden bir yüzey oluşturulduktan sonra, öz materyalinin uzaklaştırılmasıyla, içi boşluklu bir yapı elde edilmiş olur.

Bu çalışmanın amacı, farklı materyaller ve üretim parametreleri ile içi boş iplikler üretilmesi ve bu ipliklerden çorap üretimi için oluşturulan süprem örme kumaşların, performans özelliklerinin incelenmesidir. Bu amaçla, öz kısmında eriyebilen filament ipliği, manto kısmında ise %100 pamuk, 70/30 Bambu/Pamuk karışım ve 50/50 Pamuk/Viskon karışım lifleri kullanılarak özlü ring iplikleri eğrilmiştir. Öz materyalinin tek, iki ve üç katlı filament ipliği kullanılmasıyla, ipliklerin farklı boşluk oranları içermesi sağlanmıştır. Elde edilen kumaşların gramaj, kalınlık, hava geçirgenliği ve patlama mukavemeti testleri yapılmıştır. İçi boş ipliklerle örme çorap üretiminin esas amacı olan hidrofilitik özellikleri; kapılar yükselme ve nem iletim testleri ile değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan çözülebilir filament, piyasada sıkça tercih edilen PVA lifine alternatif oluşturmakta ve çözünme işlemi ilave bir bitim işlemi gerektirmeyip, doğa dostu yapıdadır.

Anahtar kelimeler: içi boş iplik, özlü iplik, nem iletimi, hava geçirgenliği, çorap.

GİRİŞ

Son yıllarda gerek lif ve iplik teknolojisi, gerekse de kumaş teknolojisi konularında önemli ilerlemeler olmuştur. Bu gelişmelerin önemli bir bölümünde amaç giysilerin kullanıcı açısından daha konforlu olmasının nasıl sağlanacağıdır. Giyim konforu açısından kumaşın özellikle sıvı emiş özelliği, nem yönetimi özelliği gibi konular pek çok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Yapılan araştırmalarda farklı lif, iplik tipi, kumaş yapısı ve kimyasal işlemlerin etkileri incelenmiştir. İçi boşluklu iplik yapısı, bugün sanayide daha çok havlu üretim sektöründe kullanılmaktadır. İçi boşluklu iplik üretimi için en çok tercih edilen yöntem, özlü iplik üretimidir. Konvansiyonel ring iplik makinesine uygun aparatların eklenmesi ile özlü iplik üretimine imkân sağlanmaktadır [1]. Özlü iplik üretiminde öz materyali tipi, öz materyali kalınlığı, iplik numarası, büküm özellikleri gibi üretim parametreleri değiştirilerek farklı iplik özellikleri elde edilebilmektedir [2,3]. Öz kısmında eriyebilen bir filament iplik, manto kısmında da ştapel lifler kullanılarak üretilen içi boşluklu iplikler, kumaşın fonksiyonel özelliklerini iyileştirmektedir [4,5].

Merati ve Okamura yaptıkları birçok çalışmada, friksiyon iplik eğirme yöntemiyle içi boşluklu iplik üretimini incelemişlerdir [6, 7, 8]. MA Hui-ying ve XIA Zhao-Peng, özlü iplik yöntemi ile ürettikleri, farklı büküm yönlerine sahip pamuk mantolu- PVA özlü ipliklerin özelliklerini incelemiştir [9]. Ishtiaque ve arkadaşları, PVA oranı, iplik katlı bükümü, iğ dönüş hızı ve bunların etkileşimlerinin mikro gözenekli ipliklerin özelliklerine etkileri üzerinde çalışmalar yapmışlardır [10]. Pourahmad ve arkadaşları, filament ön gerilimi gibi bazı eğirme parametrelerinin ve farklı eğirme yöntemleri ile ürettikleri akrilik mantolu ve naylon özlü ring, siro, solo ipliklerin özelliklerine etkisini araştırmışlardır [11]. Mukhopadhyay, Ishtiaque ve Uttarn, farklı tip içi boşluklu ipliklerden ürettikleri örme kumaşların ısı konfor özelliklerini incelemişlerdir [12]. Gürkan Ünal ve Üreyen, pamuk, viskon ve akrilik manto lifleri ve PVA öz materyali kullanılarak eğirdikleri ipliklerden üretilen süprem kumaşların geçirgenlik özelliklerini incelemişlerdir [13].

Bu çalışmada içi boşluklu iplik yapısı kullanılarak, üretilen süprem örgü kumaşların sıvı emiş özellikleri ve nem yönetimi özellikleri incelenmiş, ayrıca içi boşluklu iplik yapısı kullanmanın kumaşın fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi de incelenmiştir.

MATERYAL METOD

İçi boşluklu iplik üretimi için Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü pamuk ipliği işletmesinde bulunan Pinter-Merlin ring iplik makinesi kullanılmıştır. Makine üzerinde bulunan aparat yardımıyla özlü iplik eğirme metoduyla farklı tiplerde iplikler üretilmiştir. Manto materyali olarak %100 pamuk, %70/30 Bambu/Pamuk ve %50/50 Viskon/Pamuk lifleri, öz materyali olarak farklı kalınlıklarda, çözünebilen FDY Poliester filamentini kullanılarak Ne 10 inceliğinde ve $\alpha=4$ büküm katsayısına sahip özlü iplikler üretilmiştir. Polyester filamentinin tek kat, çift kat ve üç kat kullanılmasıyla, farklı kalınlıklarda öz kullanımı sağlanmış (sırasıyla 56 dtex, 112 dtex ve 168 dtex), bu sayede çözünme işleminden sonra içi boşluklu ipliklerde farklı boyutlarda boşluklar elde edilmesi planlanmıştır. Ayrıca, karşılaştırma yapabilmek için, aynı şartlar altında, aynı fitiller kullanılarak ancak filament kullanılmadan, konvansiyonel ring iplik eğirme prensibiyle %100 pamuk, 50/50 pamuk/viskon ve 70/30 bambu/pamuk karışımı iplikler üretilmiştir. Deney planı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo.1 Deney planı

	Kod	İçerik	Manto Materyali	Öz materyali
1.	P0	%100 Pamuk	%100 Pamuk	-
2.	P1	Pamuk/ PES	%100 Pamuk	56 dtex FDY PES
3.	P2	Pamuk/ PES	%100 Pamuk	56 dtex FDY PES X 2 kat (112 dtex)
4.	P3	Pamuk/ PES	%100 Pamuk	56 dtex FDY PES X 3 kat (168 dtex)
5.	PV0	Pamuk/Viskon	%50 Pamuk %50 Viskon	-
6.	PV1	Pamuk/ Viskon/PES	%50 Pamuk %50 Viskon	56 dtex FDY PES
7.	PV2	Pamuk/ Viskon/PES	%50 Pamuk %50 Viskon	56 dtex FDY PES X 2 kat (112 dtex)
8.	PV3	Pamuk/ Viskon/PES	%50 Pamuk %50 Viskon	56 dtex FDY PES X 3 kat (168 dtex)
9.	PB0	Pamuk/Bambu	%70 Bambu %30 Pamuk	-
10.	PB1	Pamuk/Bambu/ PES	%70 Bambu %30 Pamuk	56 dtex FDY PES
11.	PB2	Pamuk/Bambu/ PES	%70 Bambu %30 Pamuk	56 dtex FDY PES X 2 kat (112 dtex)
12.	PB3	Pamuk/Bambu/ PES	%70 Bambu %30 Pamuk	56 dtex FDY PES X 3 kat (168 dtex)

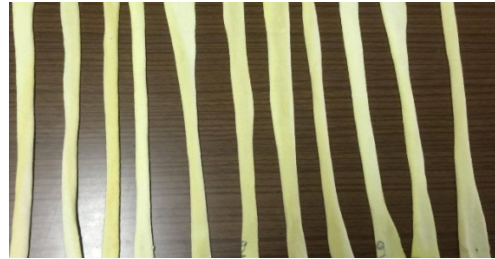
Elde edilen özlü ipliklerden Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü örme işletmesinde bulunan, Savio Mesdan Lab LABKNITTER 294E makinesinde aynı sıklık değerlerinde süprem kumaşlar üretilmiştir.

Süprem kumaşların üretildiği özlü ipliklerin öz materyalini uzaklaştırmak için 5 g/l Kostik (NaOH) Çözeltisi hazırlanıp, 100 derecede 1 saat işleme tabi tutulmuştur. Ardından sıcak, ılık, soğuk durulama yapılarak özdeki filament uzaklaştırılarak, içi boşluklu yapı elde edilmiştir. Bu işlemlerle aynı zamanda kumaşların hidrofilleştirme işlemi sağlanmıştır. Karşılaştırma yapılması amacıyla ipliklerin ve kumaşların bir kısmında filament eritme işlemi uygulanmamış, yapılar ham halde bırakılmıştır.

Özlü ipliklerin iplik mukavemeti değerini ölçebilmek amacıyla, iplik halindeyken özdeki filamentin eritilebilmesi için, çile haline getirildikten sonra yıkama işleminden geçirilmiştir. İçi boşluklu ipliklerin kopma mukavemeti değerleri TS EN ISO 13934-1 standardına göre tespit edilmiştir.

Ham ve işlem görmüş kumaşların; TS 391 EN ISO 9237 standardına göre hava geçirgenliği değerleri, TS 251 standardına göre gramaj değerleri, TS 7128 EN ISO 5084 standardına göre kalınlık değerleri, TS EN ISO 13938-1 standardına göre patlama mukavemeti değerleri test edilmiştir. Testlerde sırasıyla TEXTTEST Instruments/FX3300 cihazı, Sartorius BP 211 P dijital terazi, SDL ATLAS M034A dijital kalınlık ölçme cihazı, Hidrolik patlama mukavemeti cihazları kullanılmıştır.

Kapılar test metoduyla süprem kumaşların sıvı emicilik özelliklerini test etmek amacıyla, suyun kapılar yükselme miktarı ölçülerek değerlendirilmiştir. Kapilarite, bir sıvının yoğun olduğu bölgeden diğer bölgelere difüzyonu ve tekstil materyallerinde sıvıların tekstil lifi boyunca kendiliğinden hareketi olarak tanımlanmaktadır. 25x3 cm boyutunda kesilen numuneler bir cetvel yardımıyla içinde saf su bulunan behere batırılıp 60 dk bekletilmiş ve bu süre sonunda suyun aldığı yol ölçülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Süprem Kumaşların Kapılar Yükselme Sonuçları

Ayrıca kumaşların nem yönetimi özelliklerini test edebilmek için, MMT (Moisture Management Tester - SDL Atlas) cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz örme ve dokuma tekstil yüzeylerinin nem yönetim kapasitelerini dinamik olarak ölçmektedir. Cihaz ile nem iletiminin belirlenmesi kumaşın elektrik direncinin ölçülmesiyle sağlanmaktadır. Bu değeri iki faktör etkilemektedir: kumaşa uygulanan suyun bileşenleri ve kumaşın içerdiği su miktarı. Bunlardan ilki testlerde sabit tutulduğuna göre cihazın nem

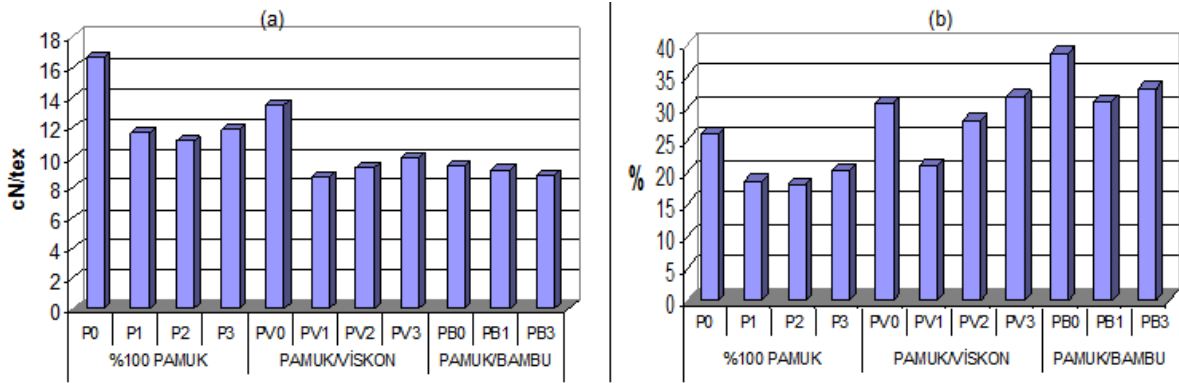
iletim yönetimini ölçme mantığı kumaştaki su oranının elektrik direncini değiştirmesi ve bu değişimin belirlenmesidir [14,15,16,17].

MMT ile yapılan testler sonucunda ıslanma süresi, emme oranı, yayılma hızı ve OMMC gibi değerler elde edilmektedir. Kumaşın genel olarak nem iletim yönetimini anlamak için kullanılan OMMC (overall moisture management capacity), bir index değeridir. Bu değer yüksek olması nem yönetim kapasitesinin yüksek olduğunu göstermektedir [14,15].

Yapılan testler sonucunda elde edilen ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde SPSS 18.0 İstatistik programı kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizi uygulanarak kumaşta kullanılan iplik tipinin ölçülen kumaş özelliklerine etkisi incelenmiştir. Grupların homojenliği test edildikten sonra, çıkan sonuçlara göre, gruplar arasındaki farklılıkları görebilmek amacıyla çoklu karşılaştırma testleri (Tamhane testi, Student Newman Keuls testi ve Duncan Testi) yapılmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İçi boşluklu ipliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri Şekil.2’de verilmektedir.



Şekil 2. İçi boş ipliklerin (a) kopma mukavemeti ve (b) kopma uzaması değerleri.

İçi boşluklu yapıdaki kumaşların çok yüksek hidrofillik değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Pamuk/Bambu karışım kumaşların diğerlerine göre daha hidrofil olduğu, iplik yapısındaki boşluk miktarı arttıkça hidrofilliğin arttığı görülmüştür. Ham ve işlem görmüş kumaşların görüntüleri Motic mikroskobu kullanılarak elde edilmiştir. Örnek olarak, Şekil.3’de farklı boşluk miktarlarına sahip pamuk-viskon karışım kumaşların görüntüleri verilmiştir.

	PV0	PV1	PV2	PV3
Ham				
Yıkama sonrası				

Şekil.3 Pamuk-viskon kumaşların mikroskobik görüntüleri.

Ham ve işlem görmüş kumaşların gramajı, kalınlığı, hava geçirgenliği ve patlama mukavemeti ölçüm sonuçları Tablo.2’de verilmiştir. Tablo 3’de ise Atlas MMT cihazıyla yapılan testler sonucunda elde edilen ıslanma süresi, emme oranı ve yayılma hızı ve OMMC gibi test sonuçları verilmiştir. Ancak bu test öncesi yapılan testlerde PB2 kodlu numune tüketildiğinden dolayı bu testte bu numunenin ölçümü yapılamamıştır.

Tablo.2 Farklı Tiplerde Özlü İpliklerle Üretilen Süprem Kumaşların Ölçüm Sonuçlarına Ait Bulgular

	Ham/ Yıkanmış	P0	P1	P2	P3	PV0	PV1	PV2	PV3	PB0	PB1	PB3
Gramaj (gr/m ²)	H	281,81	233,37	275,22	288,17	254,97	292,38	314,46	361,94	270,97	289,51	356,14
	Y	309,49	228,80	228,36	233,40	306,74	293,90	293,56	301,25	306,38	297,53	289,79
Kalınlık (mm)	H	0,979	0,909	0,955	0,878	0,872	0,927	0,947	0,943	0,881	0,891	0,966
	Y	1,008	0,915	0,839	0,945	0,931	0,914	0,988	0,909	0,98	0,936	0,866
Hava geçirgenliği (l/m ² /sn)	H	832,2	1204,7	967,5	801,5	1263	750,4	1020,8	767,4	994,9	1209,8	836,9
	Y	241,2	620,9	713	625,8	315,7	352,2	380,2	415,3	358,6	492,7	461,1
Patlama mukavemeti (kPa)	H	957,03	948,60	1022,20	1040,93	673,33	805,90	887,57	1017,70	720,90	797,67	985,50
	Y	835,20	628,23	648,57	528,33	533,30	527,97	440,17	533,27	526,70	506,97	448,73

Tablo 3. Farklı Tiplerde Özlü İpliklerle Üretilen Süprem Kumaşların MMT Ölçüm Sonuçlarına Ait Bulgular

Kumaş tipi	Üst ıslanma Süresi (sn)	Alt ıslanma Süresi (sn)	Üst Emme Oranı (%/sn)	Alt Emme Oranı (%/sn)	Üst Yayılma Hızı (mm/sn)	Alt Yayılma Hızı	OMMC
P0	4,3853	4,4687	38,0145	40,9291	2,0968	2,1773	0,335567
P1	3,1560	3,5103	47,2167	48,4215	3,2837	3,1075	0,392367
P2	3,2137	3,3440	48,0660	45,8648	3,1580	2,9948	0,323867
P3	3,4793	3,8543	39,3033	40,1387	2,8095	2,6864	0,327033
PV0	4,5937	5,1040	46,6601	31,7755	2,1805	1,9853	0,142600
PV1	3,6100	3,8807	50,0341	39,3246	2,5810	2,4667	0,213267
PV2	3,2653	3,5880	45,5901	42,1959	2,7029	2,5651	0,291800
PV3	3,5837	4,0107	43,1116	40,8602	2,5487	2,3378	0,285200
PB0	3,2415	3,5620	54,3911	39,3496	2,6785	2,4961	0,206200
PB1	3,7710	3,6150	47,6021	39,3101	2,5380	2,4749	0,260867
PB3	3,6410	3,8360	47,4374	39,9603	2,5552	2,4147	0,239400

Süprem kumaşların gramaj değerleri incelendiğinde en yüksek gramajın filament kullanılmadan üretilen içi boşluksuz kumaşlara ait olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Pamuk kumaşlar için, içi boşluklu kumaşlarla normal kumaş arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken, pamuk-viskon kumaşlar için önemsiz bulunmuştur. İçteki boşluğun oranı gramaj üzerinde bir fark yaratmamıştır.

Tablo 4. Yıkama sonrası süprem kumaşların gramaj değerlerinin karşılaştırılması- Student Newman-Keuls Testi

Pamuk	$\alpha = 0.05$ için alt gruplar		Pamuk-Viskon	$\alpha = 0.05$ için alt gruplar	Pamuk-Bambu	$\alpha = 0.05$ için alt gruplar	
	1	2				1	2
P2	228,36		PV2	293,52	PB3	289,79	
P1	228,80		PV1	293,84	PB1	297,53	297,53
P3	233,40		PV3	301,18	PB0		306,38
P0		309,49	PV0	306,70			
Önemlilik	0,589	1,000	Önemlilik	0,084	Önemlilik	0,150	0,104

Pamuk ring-özlü ipliklerle üretilmiş süprem kumaşların yıkama sonrası kalınlık değerleri incelendiğinde en düşük kalınlık değerlerinin çift katlı filament kullanılarak üretilen ring ipliklerle elde edilen kumaşlara, en yüksek kalınlık değerlerinin ise filament kullanılmadan üretilen özlü ipliklerle elde edilen kumaşlara ait olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5). Tek kat/çift kat filament kullanılarak eğrilen özlü ipliklerle ile filament kullanılmadan üretilen ring iplikleriyle elde edilen süprem kumaşların kalınlıkları arasındaki fark, istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Pamuk-viskon kumaşlar için kalınlık değerleri incelendiğinde; sadece çift kat filament kullanılarak üretilen özlü ipliklerde elde edilen kumaşların diğerlerine göre istatistiksel açıdan önemli oranda yüksek olduğu bulunmuştur. Pamuk-bambu kumaşlarda, yıkama sonrası boşluk arttıkça kumaşlarda kalınlık azalmıştır.

Tablo.5 Süprem Kumaşların Yıkama Sonrası Kalınlık Değerlerinin karşılaştırılması-Tamhane Testi

Pamuk				Pamuk-Viskon				Pamuk-Bambu			
(I) tip	(J) tip	Ort.far k ₁ (I-J)	Önemli lik	(I) tip	(J) tip	Ort.far k ₁ (I-J)	Önemli lik	(I) tip	(J) tip	Ort.far k ₁ (I-J)	Önemli lik
P0	P1	,093*	0,009	PV0	PV1	,017	0,967	PB0	PB1	,044	0,098
	P2	,169*	0,004		PV2	-,057*	0,043		PB3	,114*	0,001
	P3	,063	0,298		PV3	,022	0,937	PB1	PB0	-,044	0,098
P1	P0	-,093*	0,009	PV1	PV0	-,017	0,967		PB3	,070*	0,042
	P2	,076	0,367		PV2	-,074*	0,002	PB3	PB0	-,114*	0,001
	P3	-,030	0,951		PV3	,005	1,000		PB1	-,070*	0,042
P2	P0	-,169*	0,004	PV2	PV0	,057*	0,043				
	P1	-,076	0,367		PV1	,074*	0,002				
	P3	-,106	0,146		PV3	,079*	0,007				
P3	P0	384,60*	,000	PV3	PV0	-,022	,937				
	P1	4,90	1,000		PV1	-,005	1,000				
	P2	-87,20	,066		PV2	-,079*	,007				

* $\alpha = 0.05$ için önemlidir.

Pamuk süprem kumaşların hava geçirgenliği değerleri incelendiğinde, en düşük hava geçirgenliği değerlerinin filament kullanılmadan üretilen kumaşlara, en yüksek hava geçirgenliği değerlerinin ise çift katlı filamentin kullanıldığı ipliklerle üretilen kumaşlara ait

olduğu tespit edilmiştir. İçi boşluklu ipliklerle üretilen kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin, ring ipliğiyle üretilen kumaşların değerlerinden yüksek olduğu ve aralarındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur (Tablo 6). Yıkama sonrasında, ipliklerin yapısında boşluk oluşumu ve manto liflerinin daha gevşek yapıda yerleşmiş olmaları, ring ipliklerine göre hava geçirgenliği konusunda avantaj sağlanmasına neden olduğu düşünülmektedir. Pamuk/viskon içi boş ipliklerle üretilmiş süprem kumaşların hava geçirgenliği değerleri incelendiğinde; en düşük hava geçirgenliğinin filament kullanılmadan üretilen pamuk ring iplikleriyle üretilen kumaşlara, en yüksek hava geçirgenliği değerlerinin üç katlı filamentin kullanıldığı özlü ipliklerle üretilen kumaşlara ait olduğu tespit edilmiştir (Tablo 7). Farklı tip ipliklerle üretilen süprem kumaşların hava geçirgenliği değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olduğu görülmüştür. Pamuk-bambu kumaşlarda, içi boş ipliklerle üretilen kumaşlar ile filament kullanılmadan eğrilen ring ipliğiyle üretilen kumaşların hava geçirgenliği değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. İplik yapısındaki boşluk arttıkça, hava geçirgenliği artmıştır.

Tablo 6. Pamuk süprem kumaşların yıkama sonrası hava geçirgenliği değerlerinin karşılaştırılması- Tamhane testi

	(I) tip	(J) tip	Mean Difference (I-J)	Önemlilik
Tamhane	P0	P1	-379,70000	0,000*
		P2	-471,80000	0,000*
		P3	-384,60000	0,000*
	P1	P0	379,70000	0,000*
		P2	-92,10000	0,032*
		P3	-4,90000	1,000
	P2	P0	471,80000	0,000*
		P1	92,10000	0,032*
		P3	87,20000	0,066
	P3	P0	384,60000	0,000*
		P1	4,90000	1,000
		P2	-87,20000	0,066

* $\alpha = 0.05$ için önemlidir.

Tablo 7. Pamuk-Viskon ve Pamuk-Bambu süprem kumaşların yıkama sonrası hava geçirgenliği değerlerinin karşılaştırılması-Student-Newman-Keuls Testi

N	Pamuk-Viskon	$\alpha = 0.05$ için alt gruplar			Pamuk-Bambu	$\alpha = 0.05$ için alt gruplar	
		1	2	3		1	2
10	PV0	315,70			PB0	358,60	
10	PV1	352,20	352,20		PB3		461,10
10	PV2		380,20	380,20	PB1		492,70
10	PV3			415,30			
	Önemlilik	,065	,153	,076	Önemlilik	1,000	,317

Patlama mukavemeti değerleri incelendiğinde, filament kullanılmadan üretilen kumaşların patlama mukavemeti değerleri en yüksek bulunmuştur (Tablo 8). Pamuk ve pamuk-bambu

kumaşlarda boşluk arttıkça patlama mukavemeti değerleri de azalmıştır. Pamuk-viskon kumaşlar içinse bir genelleme yapılamamıştır.

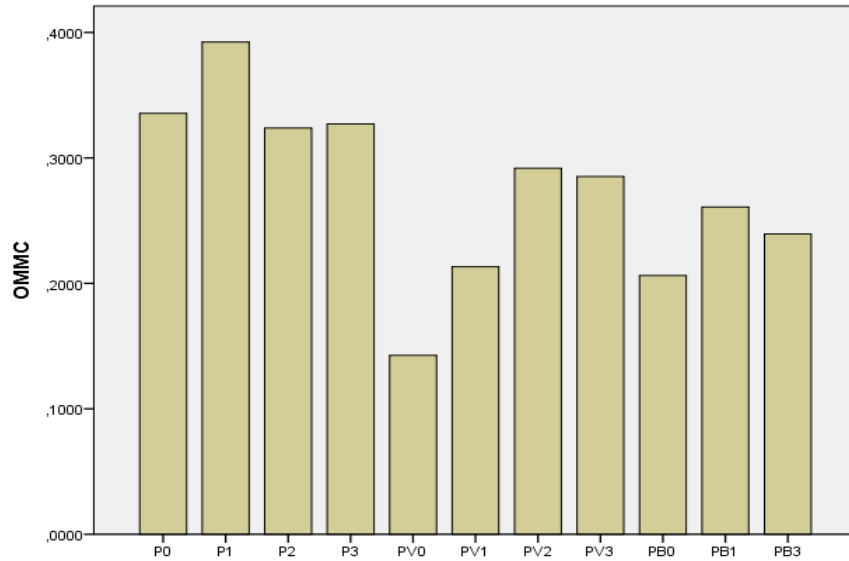
Tablo 8. Süprem Kumaşların Yıkama Sonrası Patlama Mukavemeti Değerlerinin karşılaştırılması-Student-Newman-Keuls Testi

N	Pamuk	$\alpha = 0.05$ için alt gruplar			Pamuk-Viskon	$\alpha = 0.05$ için alt gruplar		Pamuk-Bambu	$\alpha = 0.05$ için alt gruplar	
		1	2	3		1	2		1	2
3	P3	728,33			PV2	640,17		PB3	648,73	
3	P1		828,23		PV1		727,97	PB1		706,97
3	P2		848,57		PV3		733,27	PB0		726,70
3	P0			1035,2	PV0		733,30	Önemlilik	1,000	0,232
	Önemlilik	1,000	0,480	1,000	Önemlilik	1,000	0,937			

Tablo 9. MMT test sonuçlarının varyans analizi değerleri.

	Üst Islanma Süresi	Alt Islanma Süresi	Üst Emme Oranı	Alt Emme Oranı	Üst Yayılma Hızı	Alt Yayılma Hızı	OMMC
p değeri	0,459	0,343	0,00*	0,00*	0,17*	0,07*	0,00*

* $\alpha = 0.05$ için önemlidir.



Şekil.3 MMT cihazında elde edilen OMMC değerlerinin karşılaştırılması.

Çalışmada üretilen 11 çeşit kumaş için MMT testi yapılmış ve kumaşlar arasındaki nem iletim kapasiteleri farklarının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı da varyans analizi ile incelenmiş ve sonuçları Tablo 9’da verilmiştir. Kumaşların üst yayılma hızı, alt yayılma hızı, üst emme oranı ve alt emme oranı varasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Nem yönetim kapasitesi değerleri arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

OMMC değerleri incelendiğinde pamuk kumaşlar için içi boşluklu yapının nem yönetimi özelliklerine etkisi için bir genelleme yapılamamış, ancak en iyi nem yönetimine sahip olan kumaşın tek PES özlü pamuk ipliğiyle üretilen kumaş olduğu görülmüştür. Pamuk-viskon ve pamuk-bambu kumaşlar içinse içi boşluklu yapının nem yönetimi özelliğini iyileştirdiği söylenebilir (Şekil 3).

GENEL DEĞERLENDİRME

Çalışmanın amacı, içi boşluklu iplik yapısının süprem örgülü çorap kumaşlarının performans özelliklerine etkisini incelemektir. Bu amaçla, ring özlü iplik üretim yöntemi ile üretilen farklı çeşitteki ipliklerden, 11 çeşit kumaş üretilmiştir. Poliester filament ipliği uzaklaştırmak amacıyla yıkama işlemi uygulanmış ve böylece kumaşlarda içi boşluklu bir yapı elde edilmesi amaçlanmıştır. Kumaşların gramaj, kalınlık, hava geçirgenliği, patlama mukavemeti, kapilar sıvı emicilik özelliği ve MMT nem yönetimi özellikleri test edilmiştir.

İçteki boşluğun oranı gramaj üzerinde bir fark yaratmamıştır. Pamuk-bambu kumaşlarda, yıkama sonrası boşluk arttıkça kalınlık azalmıştır. İplik yapısındaki boşluk arttıkça, hava geçirgenliği artmıştır. Süprem kumaşlar için gramaj ve patlama mukavemetinin doğru orantılı olduğu görülmüştür. Pamuk ve pamuk-bambu kumaşlarda boşluk arttıkça patlama mukavemeti değerleri de azalmıştır. Pamuk-viskon kumaşlar içinse bir genelleme yapılamamıştır. Tüm kumaşların kapilar emicilik değerleri çok yüksek bulunmuştur ve aralarında bir fark görülemediği. Sadece pamuk/bambu karışımı kumaşların diğerlerine göre daha hidrofil olduğu, iplik yapısındaki boşluk miktarı arttıkça hidrofilliğin arttığı görülmüştür. MMT nem yönetimi özellikleri incelenmiş ve pamuk-viskon ve pamuk-bambu kumaşlar için içi boşluklu yapının nem yönetimi özelliğini iyileştirdiği söylenebilir, pamuk kumaşlar için bir genelleme yapılamamıştır. Pamuk kumaşların nem yönetimi özellikleri çok iyi olduğu için içi boşluklu yapının etkisinin net olarak gözlenemediği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, çorap üretiminde kullanılan süprem kumaşlar için genel olarak, içi boşluklu yapının kumaş patlama mukavemetini olumsuz etkilediği, ancak hava geçirgenliğini arttırdığını ve nem iletimi ve yönetimi özelliklerini olumlu etkilediği söylenebilir. Özellikle yazlık çoraplar için içi boşluklu iplik yapısının yarar sağlayabileceği görülmüştür.

İleride yapılacak çalışmalarda boyut değişiminin incelenerek, performans özelliklerine katkısının araştırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, hidrofilliği yüksek kumaşlarda, kumaşlar arasındaki farkın ortaya konabilmesi için, yeni bir test ve değerlendirme yönteminin geliştirilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

1. Vuruşkan, D., Babaarslan, O., & İlhan, İ. (2013). Modification of Ring Spinning Machine for Producing Core Yarn Containing Elastane. 2013 (Volume: 20), 89.
2. Sarıoğlu, E., Babaarslan, O., & Ertek Avcı, M. Effect of Filament Fineness on Composite Yarn Residual Torque. Autex Research Journal.
3. Nergis, B. U. (2007). Influence of core yarn properties on pile loss in chenille plain knitted fabrics.
4. Celeb G., Dayik M., “İçi Boş İplikler ve Üretim Yöntemleri” Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi 2009, 3(2) 50-57.
5. Alaşehirli G., 2009, Ring iplik eğirme makinelerinde içi boş iplik eğirme tekniklerinin araştırılması ve incelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2009.
6. Merati, A. A , Okamura, M., 2000, Hollow Yarn İn Friction Spinning Part I: Tensile Properties Of Hollow Yarn, Textile Research Journal, 70(12), 1070-1076.
7. Merati, A. A., Okamura, M. 2001. Hollow yarn in friction spinning. Part II: Yarn structure and deformation under axial tension and lateral forces. Textile Research Journal, 71(5), 454-458.
8. Merati, A.A.Okamura, M., 2003, Limits of Hollow Yarn in Friction Spinning, Textile Research Journal, 73(6), 496-502.

9. MA, H. Y., XIA, Z. P. (2006). Relationships between Different Preparations of Cotton Hollow Yarn and Water Soluble PVA Extraction. Journal of Donghua University (Eng. Ed.) Vol, 23(3).
10. Ishtiaque, S. M., Das, A., & Singh, R. P. (2008). Packing of micro-porous yarns: Part I. Optimization of yarn characteristics. The Journal of The Textile Institute, 99(2), 147-155.
11. Pourahmad, A., Johari, M. S. (2011). Comparison of the properties of Ring, Solo, and Siro core-spun yarns. Journal of the Textile Institute, 102(6), 540-547.
12. Mukhopadhyay, A., Ishtiaque, S.M., Uttarn, D., 2011, Impact of structural variations in hollow yarn on heat and moisture transport properties of fabrics, The Journal of The Textile Institute, Vol.102, No.8, August, pp.700-712.
13. Gurkan Unal, P. & Üreyen, M. E., 2017, Permeability properties of single jersey fabrics made of hollow yarns. The Journal of The Textile Institute, 1-9.
14. Ozdil, N., Supuren, G., Ozcelik, G., Pruchova, J., 2009, A study on the moisture transport properties of the cotton knitted fabrics in single jersey structure, Tekstil ve Konfeksiyon, vol. 3, pp 218-223
15. Hu, J., Li, Y., Yeung, K. W., Wong, A. S. W., Xu, W., 2005, Moisture Management Tester: A Method to Characterize Fabric Liquid Moisture Management Properties, Textile Research Journal, 75 (1); pp.57-62
16. Moisture Management Tester Operation Manual
17. Li, Y., Xu, W., and Yeung, K. W., 2000, Moisture Management of Textiles, U.S. patent 6,499,338 B2

18. Corresponding author:

M. Bünyamin ÜZÜMCÜ

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir

1982 Konya doğumlu olan Bünyamin ÜZÜMCÜ 2009'da Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimini tamamlamıştır. 2009 yılı sonunda Bartın Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde Araştırma görevlisi olarak göreve başlamış ve 2010 yılında 35. Madde kapsamında Ege Üniversitesinde görevlendirilmiştir. 2011 yılında Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimini tamamlamıştır. 2012'den beri aynı Ana bilim Dalı'nda doktora çalışmalarını sürdürmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

E-mail: bunyamin.uzumcu@ege.edu.tr

Presentation options to indicate

1. Oral presentation

2. Research and Development / Product Development Ecological Production

Keten ve Keten Karışımı İpliklerden Üretilen Örme Kumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi

S ŞARDAĞ¹ ve E K ÇEVEN²

1Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Müh.Bölümü, Görükle Kampüsü, Nilüfer, Bursa, Türkiye

2Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Müh.Bölümü, Görükle Kampüsü, Nilüfer, Bursa, Türkiye

E-mail adresi: rceven@uludag.edu.tr

ÖZET

Son yıllarda doğal tekstil ürünlerine olan talebin artması ile doğal liflerden elde edilen iplikler ile tekstil ürünlerinin üretimi hız kazanmıştır. Keten ipliklerden mamul kumaşlar yüksek hidrofilite, memnun edici dokunuş ve serinlik hissi, mükemmel nem yönetimi ve düşük elektrostatik yük depolamasından dolayı optimum giyim konforu sağlamaktadırlar. Son yıllarda tekstil ürünlerinin konfor özelliklerinin incelenmesi konusuna ilgi artmış olup bu çalışmada iki farklı numarada %100 Keten ve %80 Yün-%20 Keten iplikler ile % 100 Karde Pamuk, % 100 Penye Pamuk ve %100 Tencel iplikler ile katlanarak on iki adet katlı iplik oluşturulmuş ve bu iplikler yuvarlak örme makinesinde yüzey haline getirilmiştir. Elde edilen örme kumaş yüzeylerinin hava geçirgenliği ve ısı konfor özellikleri ölçülmüştür. İplik numarasının ve karışımda keten oranının kumaşların hava geçirgenliğine, ısı iletkenlik özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve karışımda keten oranının artmasıyla örme kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin ve ısı iletkenlik katsayılarının arttığı ısı direnç katsayılarının azaldığı bulunmuştur.

ABSTRACT

The production of yarns and textile products obtained from natural fibers has gained speed with the increase in demand for natural textile products in recent years. Linen fabrics provide optimum wearing comfort due to their high hydrophilicity, pleasing touch and cool feeling, excellent moisture management and low electrostatic charge storage. In recent years there has been a growing interest in examining the comfort properties of textile products. In this study, twelve ply yarns were formed by folding 100% Flax and 80% Wool- 20% Flax yarns at two different counts with 100% Carded Cotton, 100% Combed Cotton and 100% Tencel yarns. Then these yarns were knitted into fabrics at circular knitting machine. Air permeability and thermal comfort properties of the obtained knitted fabric surfaces were measured. The effect of the yarn count and the ratio of flax on the air permeability and thermal conductivity properties of fabrics was statistically significant. The air permeability values and the thermal conductivity coefficients increased while the thermal resistance coefficients decreased by increasing the ratio of flax in the fiber mixture.

1. GİRİŞ

Son yıllarda doğal tekstil ürünlerine olan talebin artması ile doğal liflerden mamul iplikler ile tekstil ürünlerinin üretimi hız kazanmıştır. Keten doğal lifler grubunda yer almakta olup keten ipliklerden mamul kumaşlar yüksek hidrofilite, memnun edici dokunuş ve serinlik hissi, mükemmel nem yönetimi ve düşük elektrostatik yük depolamasından dolayı optimum giyim konforu sağlamaktadırlar. Keten iplik üretimi ve kumaş haline getirilmesi diğer liflere göre daha maliyetli ve zahmetli olup mukavemet değerlerinin yüksek olmasından dolayı ayakkabı, dikiş ipliği, yangın hortumu, çadır, çanta gibi alanlarda kullanımı konvensiyonel tekstillere göre daha fazladır.

Ketenin kimyasal yapısında; %80 selüloz, %3 pektin, %10 su bulunur. Lif kalınlığı 0,014–0,025 mm, lif demetinin uzunluğu 30-90 cm arasındadır. Tek lifin uzunluğu ise 7–8 cm'dir. Ketenin, uzun ve ince olanı tercih edilir. Keten sarımtırak beyaz renkte, hafif mavimsidir. Kopma anında uzaması; kuru halde % 1,8 yaş halde ise % 2,2 dir. Islakken dayanıklılığı % 20 daha fazladır. Özgül ağırlığı 1,5 g/cm³tür. Keten lifleri, kimyasal reaktiflere karşı pamuk lifinin göstermiş olduğu özellikleri gösterir. Fakat nem çekme özelliği pamuktan iyidir. Ticarete en fazla %18 nem kabul edilir. Bu nemi taşıdığı halde bile kuru hissi verir. Kaynar su, güneş ve deterjandan fazla etkilenmez. 120 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda bozulur. Uzun süre güneş ışığında maruz kaldığında dayanıklılığında azalma görülür.

Keten ipliği ve ürünleri ile ilgili literatür araştırması yapıldığında sahip olduğu pek çok avantaja rağmen bilimsel anlamda yapılan çalışmaların sayılarının az olduğu görülmektedir. Çalışmaların çoğunun keten ipliğinin üretimi sırasında yapılması gereken havuzlama işlemleri ve burada kullanılan kimyasallar ve farklı eğrilme sistemlerinde elde edilen keten ipliklerin özelliklerinin incelenmesi konuları olduğu görülmüştür. Bunun yanında konfor üzerine yapılan çalışmaların sayısının oldukça az olduğu görülmüştür.

Cierpucha ve ark. (2004), keten ve keten karışımı ipliklerin üretim şartlarını araştırmışlar ve bu ipliklerin yünlü sistemlerden olan strayhgarn ve kamgarn ile pamuklu sistemler olan konvansiyonel ring ve open end rotor iplik üretim hatlarında üretimleri üzerine çalışmışlardır. [4] Bir başka çalışmada ise keten özlü ipliklerin Dref-3 İplikçilik sisteminde eğirilebilirliği incelenmiştir. [15]

Gu ve Liyan (2008), araştırmalarında eş karıştırma (co-mingled) yöntemi ile üretmiş oldukları keten/polipropilen karışımı iplikler ile dokuma kumaş üretmişler ve bu kumaşlarda lif hacim oranlarını değiştirerek kumaşların kopma mukavemetleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. [7] Behera (2007), keten, pamuk ve viskon karışımı ipliklerden mamul dokuma kumaşların tutum ve hava geçirgenlik ve termal dayanım gibi konfor özelliklerini incelemiş, bu kumaşların pamuğa ve diğer karışımlara göre daha sert, daha mukavemetli ve düşük sürtünme katsayısına sahip olduğunu bulmuşlardır.[2]

Bu çalışmada diğer çalışmalardan daha kapsamlı olarak keten, yün, pamuk ve tencel karışımı ipliklerden elde edilen kumaşların konfor özellikleri incelenmiştir.

Günümüzde tüketicilerin artan ve değişen yaşam standartları nedeni ile giysilerden beklentileri de değişim göstererek sağlık, estetik, moda ve ilave olarak konfor özellikleri daha ön plana çıkmıştır. Isıl konfor insan vücudu ile çevresi arasındaki fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun ölçüsünü ifade eden en önemli parametrelerden biri olup tekstil materyallerinde nem geçirgenlik özelliklerini ifade etmek için de kullanılır.

Isıl konfor ile ilgili ölçülebilen parametreler aşağıdadır:

Isıl iletkenlik katsayısı (λ): Bir materyalden, birim kalınlıkta 1⁰K sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür. Malzemenin iki yüzeyi birim sıcaklık farkına maruz kaldığında gerçekleşmektedir. [5] Giysilerde yüksek ısı iletkenlik özelliği, fiziksel aktiviteler sırasında vücutta oluşan fazla ısının uzaklaştırılmasını desteklemektedir. [13] Kumaşların ısı iletkenliğini etkileyen faktörler; lifin ısı iletkenliği, kumaş yapısının hava akımını tutma yeteneği, kumaşın gramajı, lif iplik ve kumaşlara uygulanan terbiye işlemleri, kumaşlara uygulanan kaplamalar ya da reçine apresi, lifin ya da ipliğin ısı etkisiyle eriyebilirliği, kumaş kalınlığı ya da katları, lif ve ipliklerin hava geçirgenliği ve havanın nemidir.[5]

Isıl direnç (r) (Stabil durumda): Materyalin ısı akışına dayanımıdır ($m^2.K/W$). Bir malzemenin ne kadar iyi izolasyon sağladığının ölçüsü olan bu parametre, malzeme kalınlığı ile doğru, ısıl iletkenlik değeriyle ters orantılı olarak ifade edilmektedir.[5,18]

Isıl etkinlik (ısıl soğurganlık) katsayısı (b): Farklı sıcaklıktaki iki parça birbirine temas ettiğinde meydana gelen ani ısı akışına ısıl soğurganlık (ısıl absorpsiyon) denilmektedir. Kumaş ile deri arasındaki ani temas, kumaşın ciltten daha düşük bir sıcaklıkta olması durumunda vücuttan kumaşa doğru ısı akışı meydana getireceğinden, soğukluk hissedilmesine neden olmaktadır.[5,11] Isıl soğurganlık değeri düşük ise kumaş sıcaklık hissi, yüksek ise soğukluk hissi vermektedir. [5,9,11]

Isı ve nem dengesi yanı sıra, ısıl konfor açısından önemli bir diğer parametre de hava geçirgenliğidir. Hava geçirgenliği, havanın lif, iplik ve kumaş yapısı içerisinde geçebilme yeteneğidir. Birim basınçta, birim alandan, belirli zamanda geçen havanın miktarıdır. Aynı zamanda vücut ve giysi arasında kalan havanın dışarı iletilmesi ile de ilgili bir kavramdır.[5,10,13] Kumaşı oluşturan lif yapısı, iplik yapısı, kumaş konstrüksiyonu ve kumaşın gördüğü terbiye işlemlerinden etkilenen bir özellik olarak hava geçirgenliği, ısı iletkenliği ile de paralellik sergilemektedir. Hava geçirgenliği iyi olan kumaşlar, vücutta hava sirkülasyonunu sağlarken hava geçirgenliği düşük olan kumaşlar hava sirkülasyonunu keserek ısı kaybını önlemektedir ve bu durum liften kumaşa birçok özellikten etkilenebilmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmamızda Nm 10/1 numarada %100 Keten ve %80 Yün-%20 Keten iplikler ve Nm 24/1 numaralarda %100 Keten ve %80 Yün-%20 Keten iplikler ile Ne 20/1 numarada % 100 Karde Pamuk, % 100 Penye Pamuk ve %100 Tencel iplikler 550 T/m ve S büküm verilerek çift katlı olacak şekilde Agteks Directwist iplik makinasında katlanmış (Şekil 1) ve toplam 12 adet kontrollü iplik numunesi oluşturulmuştur. Daha sonra bu iplikler Faycon CKM-01-S numune tipi yuvarlak örme makinasında RL örgüye sahip örme yüzey haline getirilmiştir.

Bu çalışma kapsamında üretilen örme kumaşların hava geçirgenliği ve ısıl konfor özellikleri ölçülmüş olup hava geçirgenliği testi SDL Atlas Digital Air Permeability Tester (Model M 021A) ISO 9237: 'Tekstil - Kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini'[16] standardı esas alınarak 100 Pa basınç altında ve 20 cm^2 test alanı için gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.b). Her bir kumaş çeşidi için beşer ölçüm yapılmıştır. Ölçüm birimi mm/s olarak seçilmiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 1. a) Ağteks katlı büküm makinası b) Faycon numune örme makinası c) Çalışmada üretilen keten karışım iplikler

Üretilen örme kumaşlara ısıl geçirgenlik testleri ise Alambeta Isıl Geçirgenlik Test Cihazında (Şekil 2. a) yapılmıştır. [1] Test gerçekleştirilirken kumaşın cilde temas edecek yüzeyi yukarıya bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir kumaş çeşidinden beşer adet ölçüm alınmış olup Alambeta cihazı ile ölçülen özellikler aşağıda verilmiştir:

Isıl iletkenlik katsayısı λ bir materyalden, birim kalınlıkta 1^0K sıcaklık farklılığında geçen ısı miktarının ölçüsüdür $\lambda = q \cdot h / \Delta T$ birimi W/m.K 'dir.

Isıl direnç r materyalin ısı akışına dayanımıdır. $r = h / \lambda$ olup birimi $\text{m}^2.\text{K/W}$ 'dir.



(a)

(b)

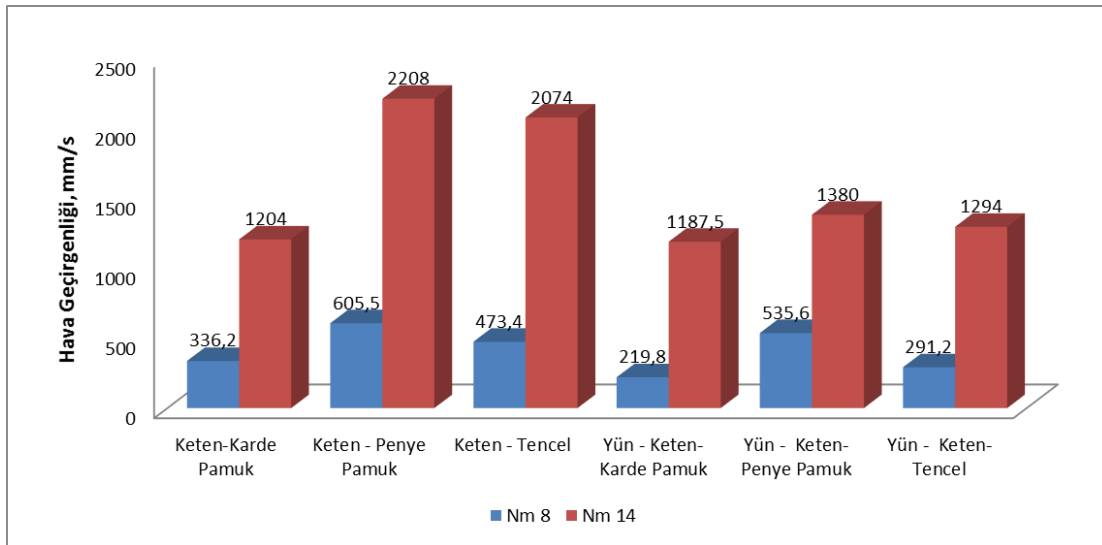
Şekil 2. a) Alambeta test cihazı b) SDL Atlas Digital Air Permeability Tester

Keten ve keten karışımı ipliklerden üretilen örme kumaşların konfor özelliklerinin incelenmesi amacı ile yapılan testler ve ölçümler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 23.0 programı kullanılmış ve tek faktörlü tamamen tesadüfî dağılımlı varyans analizi (ANOVA) metodu kullanılmıştır. Bu programda verilere ait varyans analizi sonucunda bulunan, F-istatistik (F_s) değerleri; I.tip hata $\alpha = 0.05$ (%95 güven aralığı) için bulunan $F_{0.05,t}$ tablo değerleri ile karşılaştırılmış ve buna göre etkisi olan özelliklerin önem durumları belirlenmiştir. $F_s > F_{0.05,t}$ olduğu durumlarda faktör seviyeleri arasındaki farkların anlamlılığını tespit etmek amacı ile SNK (Student Newman Keuls) testleri yapılmıştır.

3. TARTIŞMA

3.1. Hava Geçirgenliği Test Sonuçları

Şekil 3’de örme kumaş numunelerine yapılan hava geçirgenlik test sonuçları incelendiğinde Nm 8 ve Nm 14 numara ipliklerden oluşturulan mamul kumaşlarda keten- karde pamuk, keten- penye pamuk ve keten- tencel karışımlarının hava geçirgenlik değerlerinin yapıya yün ilave edilen yün-keten-karde pamuk, yün-keten-penye pamuk ve yün-keten-tencel karışımlarının hava geçirgenlik değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin keten ve yünün farklı lif yapılarına sahip olması olduğu düşünülmektedir. Keten lifi yün lifine göre parlak ve düzgün bir yüzeye sahip olduğu için [6] yapıda yün lifi olan kumaşlara göre gözenekler daha açık yapıda bir kumaş oluşturmakta bu ise hava geçirgenlik değerlerini arttırmaktadır.



Şekil 3. Hava geçirgenliği ölçüm sonuçları

Tablo 1’de SNK test sonuçları verilmiştir.

Tablo 1. Hava geçirgenliği için SNK test sonuçları

Lif tipi	Hava geçirgenliği, mm/s	
	Nm 8	Nm 14
Keten-karde pamuk	336,2 (3)	1204 (2)
Keten-penye pamuk	605,5 (6)	2208 (6)
Keten-tencel	473,4 (4)	2074 (5)
Yün-keten-karde pamuk	219,8 (1)	1187,5 (1)
Yün-keten-penye pamuk	535,6 (5)	1380 (4)
Yün-keten-tencel	291,2 (2)	1294 (3)

SNK test sonuçlarını gösteren Tablo 1 incelendiğinde Nm 8 numara için en düşük hava geçirgenlik değeri Yün-keten-karde pamuk karışımı ipliklerden mamul örme kumaşlarda görülürken en yüksek hava geçirgenlik değeri ise Keten-penye pamuk karışımı ipliklerden mamul örme kumaşlarda görülmüştür. Nm 14 numara için en düşük hava geçirgenlik değeri Yün-keten-karde karışımı ipliklerden mamul örme kumaşlarda görülürken en yüksek hava geçirgenlik değeri ise Keten-penye pamuk karışımı ipliklerden mamul örme kumaşlarda görülmüştür. Hava geçirgenliği havanın lif, iplik ve kumaş içerisinden geçebilme yeteneği olarak tanımlanır ve hava geçirgenliği kumaşı oluşturan lif, iplik ve kumaşın yapısına (kalınlık, sıklık veya gözeneklilik) bağlı olarak değişmektedir.[3] Bu çalışmada % 100 penye pamuk ipliklerden oluşan kumaşların hava geçirgenliği değerleri karde

ipliklerden oluşan kumaşların hava geçirgenliğine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Karde ipliklerin daha tüylü olması ve tüylerin kumaş yapısındaki gözenekleri kapatmasından dolayı, karde ipliklerden yapılan kumaşların penye ipliklerden yapılan kumaşlardan daha düşük su buharı geçirgenliği gösterdikleri bilinmektedir.[8,14] Su buharı veya sıvı nem geçirgenliği, materyalin hava geçirgenliği ve giyim sırasındaki ısı konfor algıları ile yakından ilgili olduğu için bulmuş olduğumuz hava geçirgenliği sonuçları su buharı geçirgenliği sonuçları ile aynı eğilimi göstermiştir.

Keten-tencel ve yün-keten-tencel karışımı kumaşların her ikisi içinde hava geçirgenlik değerleri karde pamuk karışımı kumaşlara göre yüksek penye pamuk karışımı kumaşlara göre düşük çıkmıştır.

Tencel lifi pamuk lifine göre [12] pürüzsüz düzgün bir yüzeye sahip olduğu için karde pamuk ipliğinden elde edilen kumaşlara göre daha yüksek hava geçirgenliği değerine sahip olup karde üretim hattında üretildiği için penye hattında üretilen pamuk ipliğinden elde edilen kumaşlara göre de daha düşük hava geçirgenliği değerlerine sahiptir.

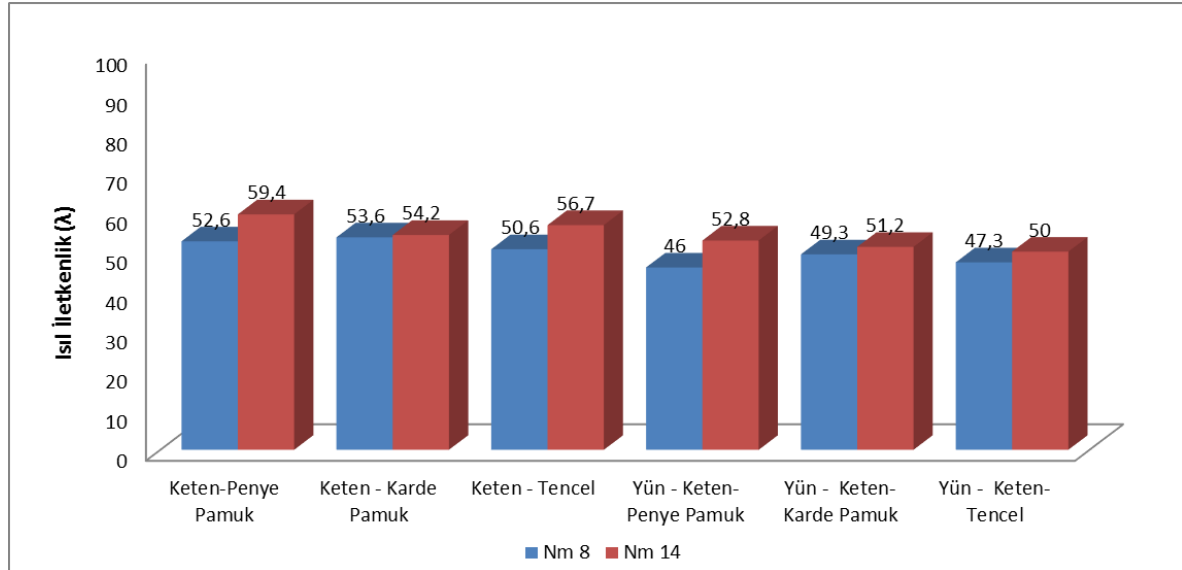
Katlı iplik numarasındaki artış ile (Nm cinsinden; iplik incelidikçe) hava geçirgenliği değerlerinin beklenildiği gibi arttığı görülmüştür. Hava geçirgenliği kumaşların gözenekliliğinden etkilenen bir özellik olduğu için aynı sıklıkta daha ince iplikler ile çalışıldığı durumda kumaşların gözeneklileri ve dolayısıyla hava geçirgenliği artmıştır.

3.2. Isıl Geçirgenlik (Alambeta) Test Sonuçları

Bu kısımda Alambeta aletinde gerçekleştirilen testler sonucunda elde edilen ısı iletkenlik, ısı direnç katsayıları değerlendirilmiştir.

3.2.1. Isıl İletkenlik Katsayısı ($\lambda : W \times 10^3 / m.K$)

Isıl iletkenlik katsayısı bir materyalden birim kalınlıkta 1 Kelvin derece sıcaklık farkında geçen ısı miktarının ölçüsüdür.



Şekil 4. Isıl iletkenlik katsayısı ölçüm sonuçları

Şekil 4' de ısı iletkenlik katsayılarının verildiği grafik ve Tablo 2' de ısı iletkenlik için SNK test sonuçları incelendiğinde kullanılan ipliğin inceliğiyle ısı iletkenlik katsayılarının arttığı görülmüştür. İnce iplikli örme kumaşların gözenekliliği fazla ve kumaş içerisine hapsedilen hava miktarı kalın iplikli örme kumaşlara göre daha az olduğu için ısı iletkenlik değerleri daha yüksek çıkmıştır. Kumaşların ısı iletkenlik değeri kumaş içerisinde hapsedilen hava miktarı yanında, liflerin ısı iletkenlik katsayısı ile de yakından ilgilidir. Havanın ısı iletkenlik katsayısı oldukça düşüktür (

hava 25 W/mK (Watt/metre.Kelvin), yün: 54 W/mK, pamuk :71 W/mK) [17] ve bu nedenle içerisinde fazla miktarda hava ihtiva eden kumaşların ısı iletkenlik katsayılarının da düşük olması beklenmektedir. Nm 8 ve Nm 14 numaralarda farklı iplik karışımlarına bakıldığında ise yün-keten karışımı kumaşların ısı iletkenlik değerlerinin keten karışımlarına göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durumu, yün liflerinin içyapısı ile açıklamak mümkündür. Yün liflerinin yüzeyi pulcuklar ile kaplıdır ve bu pulcukların içinde küçük hava kesecikleri yer almaktadır. Bilindiği gibi durgun havanın ısı iletkenlik değeri de tekstil liflerine oranla çok düşük olduğundan bu durum yün liflerinin de ısı iletkenliğinin keten liflerine göre düşük olmasını açıklar.

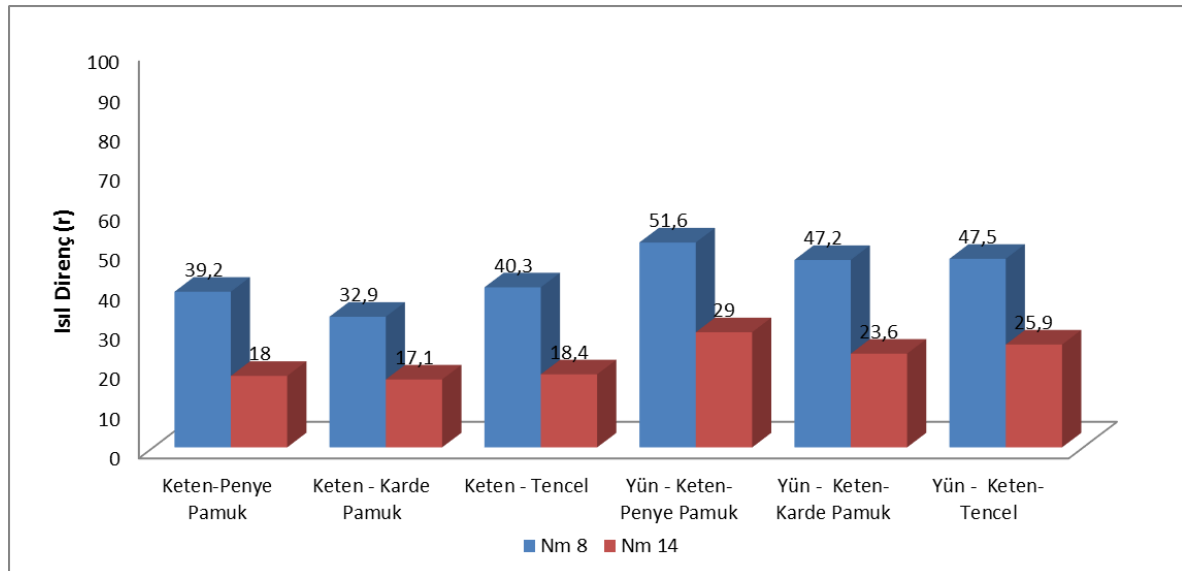
Tablo 2. Isıl iletkenlik için SNK test sonuçları

Lif tipi	Isıl İletkenlik Katsayısı ($\lambda : W \times 10^3 / m.K$)	
	Nm 8	Nm 14
Keten-karde pamuk	53,6 (2)	54,2 (2)
Keten-penye pamuk	52,6 (2)	59,4 (2)
Keten-tencel	50,6 (2)	56,7 (2)
Yün-keten-karde pamuk	49,3 (1)	51,2 (1)
Yün-keten-penye pamuk	46 (1)	52,8 (1)
Yün-keten-tencel	47,3 (1)	50 (1)

Bu çalışmada örme kumaş yapısında penye pamuk, karde pamuk ve tencel olması belirgin bir fark yaratmamıştır.

3.2.2. Isıl Direnç ($m^2.K/W.10^3$)

Isıl direnç özellikle soğuk günlerde giysinin kişiyi soğuktan koruyabilmesi için yani giysinin kişiyi sıcak tutması açısından önemlidir. Isıl direnç değeri düşük olan kumaşları kişi soğuk hissi ile algılamaktadır. Dolayısı ile soğuktan korunabilmek için yani giysilerde yüksek ısı izolasyon sağlayabilmek için yüksek ısı direnç değerine sahip kumaşlar tercih edilir. [13]



Şekil 5. Isıl direnç ölçüm sonuçları

Şekil 5' de ısı direnç değerlerinin verildiği grafik ve Tablo 3' de ısı direnç için SNK test sonuçları incelendiğinde örme kumaşlarda kullanılan ipliğin kalınlaşması ile ısı direnç katsayılarının arttığı görülmüştür. Nm 8 ve Nm 14 numaralarda farklı iplik karışımlarına bakıldığında yün-keten karışımı kumaşların ısı direnç değerlerinin keten karışımlarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Keten ve

yün-keten karışımı kumaşlarda yapıda penye pamuk, karde pamuk ve tencel olması belirgin bir fark yaratmamıştır.

Tablo 3. Isıl direnç için SNK test sonuçları

Lif tipi	Isıl Direnç ($m^2.K/W.10^3$)	
	Nm 8	Nm 14
Keten-karde pamuk	32,9 (1)	17,1 (1)
Keten-penye pamuk	39,2 (1)	18 (1)
Keten-tencel	40,3 (1)	18,4 (1)
Yün-keten-karde pamuk	47,2 (2)	23,6 (2)
Yün-keten-penye pamuk	51,6 (2)	29 (2)
Yün-keten-tencel	47,5 (2)	25,9 (2)

4. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- İplik inceldikçe hava geçirgenliği değerlerinin, ısı iletkenlik katsayılarının arttığı ve ısı direnç değerlerinin azaldığı görülmüştür.
- Keten- karde pamuk, keten- penye pamuk ve keten- tencel karışımlarından oluşan kumaşların hava geçirgenlik ve ısı iletkenlik değerleri yapıya yün ilave edilen yün-keten-karde pamuk, yün-keten-penye pamuk ve yün-keten-tencel karışımlarının hava geçirgenlik ve ısı iletkenlik değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Isıl direnç değerleri incelendiğinde ise yün-keten karışımı kumaşların keten karışımlarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür.
- Karde pamuk, penye pamuk ve tencel ipliklerinden oluşan kumaşların hava geçirgenlik değerleri incelendiğinde karde pamuk ipliği ihtiva eden karışım iplikli kumaşların hava geçirgenlik değerleri en düşük penye pamuk ipliği ihtiva eden karışım iplikli kumaşların hava geçirgenlik değerleri en yüksek çıkmıştır. Isıl iletkenlik ve ısı direnç için penye pamuk, karde pamuk ve tencel olması belirgin bir fark yaratmamıştır.

KAYNAKLAR

- [1]Alambeta Isıl Geçirgenlik Test Cihazı Kataloğu
- [2]Behera B K, Comfort and handle behaviour of linen blended fabrics, *AUTEX Research Journal* 2007, **7(1)**, 33-47.
- [3]Bozdoğan F, Fiziksel tekstil muayeneleri (kumaş testleri), *EÜ Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını* 2010, İzmir, 160.
- [4]Cierpucha W, Kozłowski R, Mańkowski J, Waśko J & Mańkowski T, Applicability of flax and hemp as raw materials for production of cotton-like fibres and blended yarns in Poland. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 2004, **3 (47)**, 13-18.
- [5]Çarkıt G, Bambu-pamuk karışımı örme kumaşların özelliklerinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü* Ağustos 2012, Kayseri, 14-27.
- [6]Dayıoğlu H, Karakaş H, *Elyaf bilgisi*, Teknik Fuarcılık, 2007, ISBN: 978-975-01610-1-0, 185p.
- [7]Gu H, & Liyan L, Research on tensile strength of linen/polypropylene composites with various fibre volume fractions, *Materials & Design* 2008, **29(7)**, 1485-1488.
- [8]Gün A D, Bodur A, Kumaşların su buharı geçirgenliği, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2014, **8(3)**, 20-34.
- [9]Güney F, Üçgül İ, Koruyucu giysiler içindeki nefes alabilir membranların termal yalıtım özellikleri, *Tekstil ve Konfeksiyon* 2010, **1**, 9-16.
- [10]Kaplan S, Okur A, Kumaşların geçirgenlik-iletkenlik özelliklerinin giysi termal konforu üzerindeki etkileri. *Tekstil Maraton*, **2005**, 56-65.
- [11]Marmaralı A, Dönmez Kretzschmar S, Özdil N, Gülsevin Oğlacioğlu N, Giysilerde ısı konforu etkileyen parametreler, *Tekstil ve Konfeksiyon* 2006, **4**, 241-246.
- [12]Männer J, Ivanoff D, Morley R J, Jary S, Tencel® - newcellulose fibers for carpets, *Lenzinger Berichte*, 2011, **89**, 60-71.
- [13]Marmaralı A, Oğlacioğlu N, Giysilerde ısı konfor. *11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi* 2013, 17-20 Nisan, İzmir, 1957-1962.
- [14]Özdil N, Marmaralı A, Dönmez Kretzschmar S, Effect of yarn properties on thermal comfort of knitted fabrics, *International Journal of Thermal Sciences* 2007, **46**: 1318-1322.
- [15]Sedelnik N, Linen core yarns produced by the friction spinning system on machine Dref 3, *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 1999, **7(3)**, 22-25.
- [16] TS 391 EN ISO 9237, Tekstil -Kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini 1999.
- [17] Morton W E, Hearle J W S, Thermal Properties and Setting, *Physical Properties of Textile Fibres* 1986, 586-608.
- [18]Yüksel H G, Subjektif konfor değerlendirmeleri ile laboratuvar testleri arasındaki ilişkiler, *Yüksek Lisans Tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü* 2010, İzmir, 1-102.

Üç Boyutlu Sandviç Örmek Kumaşlarının Tekerlekli Sandalye Minderlerinde Kullanımının Araştırılması

G. ERTEKİN ve A. MARMARALI

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

gozde.damci@ege.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, farklı üretim parametreleri ile elde edilen örgülü örme sandviç kumaşların tekerlekli sandalye minderleri olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Bu amaçla sandviç kumaşın yüzey yapısı (iki yüzeyi açık, bir yüzeyi açık bir yüzeyi kapalı, iki yüzeyi kapalı kumaş konstrüksiyonları) ve örme makinesinin iğne rayları arasındaki mesafe (12,5 ve 15 mm) değiştirilmiştir. Üretilen kumaşların gramaj, kalınlık, hava geçirgenliği, sıkıştırılabilirlik dayanımı, kalıcı deformasyon (yaşlandırma), boyutsal değişim ve basınç değerleri gibi performans özellikleri test edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, incelenen örgülü örme sandviç kumaşlarda yüzey yapısının ve örme makinesinin iğne rayları arasındaki mesafenin değiştirilmesinin kumaşların performans özelliklerine istatistiksel açıdan önemli düzeyde etki ettiği belirlenmiştir. Yüzey yapısı açısından; bir yüzeyi açık, bir yüzeyi kapalı konstrüksiyona sahip kumaşların gramaj ve basınç değerlerinin düşük, kalınlık, hava geçirgenliği ve sıkıştırılabilirlik dayanımı özelliklerinin orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu kumaşın ayrıca, en düşük ezilme oranı ile incelenen kumaşlar arasında en uzun kullanım ömrüne ve dayanıklılığa sahip olduğu gözlenmiştir. İğne rayları arasındaki mesafe artışının ise gramaj ve kalınlık değerlerinde artışa, basınç ve hava geçirgenliği değerlerinde azalmaya, düşük sıkıştırılabilirlik özelliği ve yüksek ezilme oranı değerleri ile kolay deforme olmaya ve kumaş dayanıklılığının ve kullanım ömrünün azalmasına neden olduğu saptanmıştır.

Investigation of Usability of the 3-D Spacer Knitted Fabrics as Wheelchair Cushions

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the usability of the 3-D spacer knitted fabrics as wheelchair cushions. For this purpose, warp knitted spacer fabrics were produced by varying the surface structure (open-open, open-closed and closed-closed) and the distance between the needle bars (12.5 and 15 mm). The performance properties of the fabrics such as the mass per square meter, thickness, air permeability, compression resistance, permanent deformation (ageing), dimensional stability and pressure were tested. The results revealed that, the distance between the needle bars and surface structure have statistically significant effect on the performance characteristics of the warp knitted spacer fabrics. In terms of surface structure, it was determined that, open-closed structure has the characteristics of lightweight, low pressure, medium thickness, air permeability and compression resistance. Within the investigated fabric samples, this fabric has also long lifetime and durability due to the lowest deformation ratio. It was also found that, as the distance between the needle bars increases, the mass per square meter, thickness and deformation ratio increases whereas air permeability, pressure and compression resistance decreases.

GİRİŞ

Sağlık ve hijyen sektöründeki gelişmeler, konvansiyonel tekstil ürünlerinin yerine gelişmiş özelliklere sahip yeni tekstil materyallerinin kullanımının önemini ortaya koymaktadır. Başta örme sandviç kumaşlar olmak üzere üç boyutlu yapılar, her geçen gün artan kullanım alanları ve sağladığı avantajlı performans özellikleri ile son yıllarda ilgi çeken ve araştırılan ürünler arasında yer almaktadır.