

The Effects of Weft Density, Weft Yarn Count and Weave Type on Air and Water Vapor Permeability in 100% Acrylic Woven Fabrics

 Arzu YAVAŞCAOĞLU^{1,*} Recep EREN² Gülcan SÜLE²
¹Yalova University, Vocational School of Yalova, Textile, Clothing, Footwear and Leather Department, 77100, YALOVA

²Bursa Uludağ University, Faculty of Engineering, Textile Engineering Department, 16059, BURSA

Graphical/Tabular Abstract

In this study, the effects of weft yarn count, weft density and weave type on the air and water vapor permeability properties of 100% acrylic woven fabrics were examined and evaluated statistically. Fabrics were produced with two different weft yarn counts (Ne 20/1 and Ne 16/1), three different weft densities (13, 15 and 17 thread/cm) and three different weave types (plain, twill and satin).

Article Info:

Received: 29/12/2018

Revision: 13/05/2019

Accepted: 21/05/2019

Highlights

- The effects of weft yarn count on the air and water vapor permeability properties of %100 acrylic woven fabrics.
- The effects of weft density on the air and water vapor permeability properties of %100 acrylic woven fabrics.
- The effects of weave type on the air and water vapor permeability properties of %100 acrylic woven fabrics.

Keywords

Acrylic, weaving, air permeability, water vapor permeability, weft density

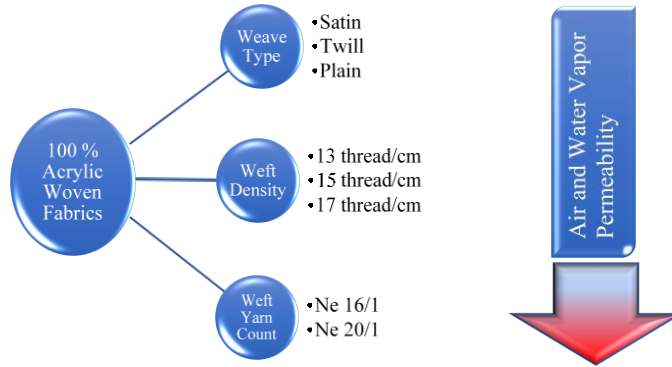


Table 1. Effects of weft density, weft yarn count and weave type on air and water vapor permeability

Purpose: In this study, the effect of weft density, weave type and weft yarn count on the air and water vapor permeability properties of %100 acrylic woven fabrics were examined.

Theory and Methods: In this study, 100% acrylic woven fabrics were produced with two different weft yarn counts (Ne 20/1 and Ne 16/1), three different weft densities (13, 15 and 17 thread/cm) and three different weave types (plain, twill and satin). Air permeability test and water vapor permeability test were applied to experimental fabrics. The results of the study were statistically evaluated by using Mann Whitney U and Kruskal Wallis H tests in SPSS 21 statistics program.

Results: According to the result of the study, the air permeability and water vapor permeability decreased when weft density was increased. Air permeability values of fabrics woven with plain weave were lower than those of satin and twill weaves. Greater water vapor permeability values were obtained in fabrics woven with thicker weft yarns.

Conclusion: According to the results obtained from this research 100% woven acrylic fabrics to be worn in cold and windy weathers should be produced with weaves with higher number of intersections and lower porosity like plain weave to provide lower air permeability for higher heat isolation. Fabric density and weft density should be kept higher for the same purpose. In hot weathers, twill and satin weaves with higher air permeability should be preferred to improve heat transfer. For increasing water vapor permeability, thicker weft yarn should be preferred in the fabric.



Atkı İplik Numarası, Atkı Sıklığı ve Örgü Tipinin %100 Akrilik Dokuma Kumaşların Hava ve Su Buharı Geçirgenliğine Etkisi

Arzu YAVAŞCAOĞLU¹, * Recep EREN² Gülcan SÜLE²

¹Yalova Üniversitesi, Yalova Meslek Yüksekokulu, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, 77100, YALOVA

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 16059, BURSA

Öz

Bu çalışmada %100 akrilik dokuma kumaşların hava ve su buharı geçirgenliği özelliklerine atkı iplik numarası, atkı sıklığı ve örgü tipi değişiminin etkisi incelenmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada iki farklı numara atkı ipliği ile üç farklı örgüde kumaş üretilerek iplik numarası ve örgü tipi değişiminin etkisi, bezayağı örgülü kumaş yapılarında ise üç farklı atkı sıklığı kullanılarak atkı sıklığı değişiminin etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçları SPSS 21 istatistik programında Mann Whitney U ve Kruskal Wallis H testi yapılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucuna göre, akrilik dokuma kumaşlarda atkı sıklığı arttıkça hava ve su buharı geçirgenliği azalmaktadır. Bezayağı örgünün hava geçirgenliği dişi ve saten örgülü kumaş yapılarına göre daha düşük bulunmuştur. Kalın atkı ipliği kullanılan kumaşlarda daha yüksek su buharı geçirgenliği elde edilmiştir.

Makale Bilgisi

Başvuru: 29/12/2018

Düzeltilme: 13/05/2019

Kabul: 21/05/2019

Anahtar Kelimeler

Akrilik, dokuma, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, atkı sıklığı

Keywords

Acrylic, weaving, air permeability, water vapor permeability, weft density

The Effects of Weft Density, Weft Yarn Count and Weave Type on Air and Water Vapor Permeability in 100% Acrylic Woven Fabrics

Abstract

In this study, the effects of weft yarn count, weft density and weave type on the air and water vapor permeability properties of 100% acrylic woven fabrics were examined and evaluated statistically. Fabrics were produced with two different weft yarn counts (Ne 20/1 and Ne 16/1), three different weft densities (13, 15 and 17 thread/cm) and three different weave types (plain, twill and satin). The results of the study were statistically evaluated by using Mann Whitney U and Kruskal Wallis H tests in SPSS 21 statistics program. According to the result of the study, the air permeability and water vapor permeability decreased when weft density was increased. Air permeability values of fabrics woven with plain weave were lower than those of satin and twill weaves. Greater water vapor permeability values were obtained in fabrics woven with thick weft yarns.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kumaştan geçen havanın tutulması ya da dışarı iletilmesi ile ilgili bir kullanım özelliği olan hava geçirgenliği, kumaşı oluşturan lif yapısı, iplik yapısı, kumaş konstrüksiyonu ve kumaşın gördüğü terbiye işlemlerinden etkilenen bir özelliktir. Aynı zamanda kumaş gözenekliliğine bağlı bir parametre olan hava geçirgenliği, kumaşın nefes alabilirliğini ifade ettiği için ısı konfor özelliklerine de etki etmektedir.

Temel hava parametrelerinden olan sıcaklık insan sağlığını önemli derecede etkilemektedir [1]. Sıcaklık, nem, rüzgâr gibi iklim şartlarında oluşan değişimler konfor hissini de etkilemektedir. Yüksek hava sıcaklıklarında ısı kaybı azdır. Çevre sıcaklığı deri sıcaklığından fazla ise vücut ısı kaybetmek yerine, çevreden ısı alır [2,3]. Bu durumda hava geçirgenliğinin yüksek olması ısı kaybını arttıracığından konfor açısından önemli bir etki yapacaktır. Çevre sıcaklığının deri sıcaklığından daha yüksek olması durumunda ayrıca kumaşın nem iletim özellikleri, oluşan terin deri yüzeyinden uzaklaştırılması ve buharlaşması özelliklerini belirlediği için önemlidir [4].

Rüzgâr, ısı izolasyonu ve dolayısıyla giysilerin ısı özelliklerini değiştirmektedir. Hava geçirgenliği düşük kumaşların içerisinde hava akışı düşük olacağından bu tip kumaşların su buharı geçirgenliği ve ısı direnç değerleri rüzgâr ile çok fazla değişmemektedir. Rüzgâr ile oluşan hava akışı su buharı ve ısı transferinin artmasına neden olmaktadır. Hava akışının artışı kumaşın hava geçirgenlik özelliğine bağlıdır. Ancak hava geçirgenlik değerleri yüksek olan örme kumaşların su buharı geçirgenliği ve ısı izolasyon değerleri rüzgâr ile önemli ölçüde değişmektedir [5]. Rüzgârın kumaşın ısı direncini ve su buharı direncini değiştirmesinin sebebi, kumaş içerisinde bir hava hareketine neden olmasıdır. Bunun yanında rüzgâr ile ısı kaybının artacağı da belirtilmektedir. 4 m/s'lik rüzgâr hızında kumaşın ısı izolasyon değeri, durgun hava ile karşılaştırıldığında yarı yarıya düşmektedir [6]. Hava akımının etkisi, vücudun hareketlilik durumuna göre de farklılık gösterebilmektedir. Örneğin 1,1 m/s'lik bir hava akımı varlığında yürüyüş sırasında giysi sisteminin ısı izolasyon değerinde bir düşüş olmazken, aynı şartlarda ayakta durulması halinde ısı izolasyon değeri %18 düşmektedir [7]. Düşük rüzgâr hızlarında giysi ısı izolasyonunu etkileyen parametre kumaş kalınlığı iken [8], rüzgâr hızı arttığında kumaşın hava geçirmezlik özelliği ve rüzgârın yaratmış olduğu basınca karşı gösterdiği direnç, kumaşın izolasyon değerinde oluşan düşüşü azaltmaktadır [8,9]. Rüzgârlı hava koşullarında yüksek hava geçirgenliğine sahip çok katlı giysi sisteminin sağladığı ısı izolasyon değeri, hava geçirgenliği düşük tek katlı bir giysinin ısı izolasyon değerine benzer seviyededir [9].

Doğal lifler, yapay liflerden daha yüksek ısı izolasyon sağlamaktadır [9]. Sentetik kumaşların hava geçirgenliği daha yüksektir [10]. Rotor ipliklerden üretilen kumaşların kalınlıkları, friksiyon ve ring ipliklerden üretilen kumaşlara göre daha yüksek, ısı direnç ve hava geçirgenliği ise daha düşüktür [11]. Kumaşların dokuma yapısı hava geçirgenliğini etkilemektedir. Dime kumaşların kalınlık, hava geçirgenliği ve ısı izolasyon değerleri bezayağı kumaşlardan daha yüksektir [10,11]. Kumaş kalınlığı ile sıklıkları arttıkça ve bunun sonucu olarak hava geçirgenliği düştükçe kumaş ısı iletkenlik değerleri düşmektedir. Sıklık azaldıkça hava geçirgenliği ve ısı iletkenlik artmaktadır [12]. Kumaşların hava ve su buharı geçirgenliğinin incelendiği bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Dziworska ve diğ. (2000) 20 tex viskon çözgü ipliği ve tencel, lyocell, viskon ve pamuk atkı iplikleri kullandıkları çalışmalarında, atkı sıklıkları 15, 17 ve 20 atkı/cm olarak değişen bezayağı kumaşlar dokumuşlardır. Kumaşı oluşturan hammaddenin hava geçirgenliğine, buruşma direncine, kumaşın çekme özelliğine ve ısı izolasyon parametrelerine etkilerini incelemiştirler. Araştırmacılar çalışma sonucunda, tencel ve lyocell iplikleri ile dokunan kumaşların hava geçirgenlik özelliklerinin, pamuk ve viskon iplikleri ile dokunan kumaşlardan daha iyi olduğunu, atkı sıklığı arttıkça hava geçirgenliğinin azaldığını, ancak ısı izolasyon değerlerinin yaklaşık olarak tüm lif tiplerinde aynı olduğunu tespit etmişlerdir [13]. Yadav ve ark. (2006) %2 çinko oksit (ZnO) nanopartiküller ile akrilik bağlayıcı kullanılarak kaplanmış pamuklu kumaşların, kontrol kumaşlarından daha iyi mukavemet özelliklerine, hava geçirgenliğine ve UV engelleme özelliğine sahip olduğu sonucuna varmışlardır [14]. Behera ve Mishra (2007) düşük ağırlığa sahip olan takım elbiselik kumaşların mekanik ve fizyolojik konfor özelliklerini inceledikleri çalışmalarında yün, ipek ve çeşitli yün ve ipek karışımlarından yapılmış olan kumaşları kullanmışlardır. Çeşitli doğal elyaf esaslı kamgarn elbiselik kumaşlar arasından, keten karışımı kumaşların mekanik konfor özelliklerinin diğerlerinden daha iyi olduğu, ipek ve ipek karışımı kumaşlarda ise nemin adsorbsiyon ve difüzyonu için büyük yüzey alanı sağlayan ince lif yapısından dolayı su buharı geçirgenliğinin iyi olduğu sonuçlarına varılmıştır. [15]. Özdil ve ark. (2007) farklı özelliklere sahip pamuk iplikler kullanılarak örülmüş 1X1 rib kumaşların ısı özelliklerini inceledikleri çalışma sonuçlarına göre, iplik özelliklerinin kumaşların ısı direnç, ısı soğurganlık, ısı iletkenlik ve su buharı geçirgenliği gibi özelliklerine etki ettiği, gevşek yapılarından dolayı ince ipliklerden elde edilen kumaşların daha düşük ısı iletkenliğe ve yüksek su buharı geçirgenliğine sahip olduğu, iplik bükümünün artması ile ısı soğurganlık ve su buharı geçirgenliğinin arttığı fakat ısı direncin azaldığı, penye pamuk ipliklerinden elde edilen kumaşların ısı dirençlerinin karde ipliklerden elde edilen kumaşlardan daha düşük olduğu, penye ipliklerle örülen kumaşların ısı iletkenlik, ısı soğurganlık ve su buharı geçirgenliği değerinin daha yüksek olduğu ifade edilmiştir [16].

Çil ve ark. (2009) pamuk-akrilik örme kumaşların konfor özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, yıkamanın incelenen kumaşların su buharı geçirgenliği ve kılcal ıslanma özellikleri üzerinde artırıcı bir etkisinin olduğunu gözlemlemiştirler. Çalışmada, kumaşların daha kalın iplik kullanılmasıyla transfer ve dikey kılcal ıslanma yeteneklerinin, daha ince iplik kullanımı ile kuruma hızlarının arttığı sonuçlarına

varılmıştır [17]. Oğlakçıoğlu ve Marmaralı (2010) çalışmalarında, kompresyon çoraplarının ısı konfor özelliklerinin iyileştirilmesi ve kullanım oranlarının artırılması amacıyla, yüksek giysi konforu sağlayacağı düşünülen çeşitli özel tip iplikler ile kompresyon çorapları üretmiş ve ısı direnç, ısı soğurganlık, bağlı su buharı geçirgenliği ve hava geçirgenliği gibi en önemli ısı konfor parametrelerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, daha düşük ısı direnç, daha yüksek su buharı ve hava geçirgenliği özellikleri ile viskon, modal veya tencel iplikleri yazlık kompresyon çoraplarının üretimi için önerilmiştir [18]. Ertekin ve Marmaralı (2011) farklı askı ve atlama sayılarına sahip düz örme kumaş yapılarının ısı konfor özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, tek atlamalı veya üç askılı kumaşların daha düşük ısı direnç ve daha yüksek hava geçirgenliği gösterdiğini ve sıcak günlerde kullanılabileceğini, düz örgü kumaşların ise daha yüksek ısı direnç ve daha düşük hava geçirgenliği değerlerine sahip olduğunu belirtmişlerdir [19]. Erenler (2013), giysi amaçlı kullanılan dokuma kumaşların konfor özelliklerini incelediği çalışmasında, apre uygulamalarının kumaşların nem iletim özelliklerine etki ettiğini, atkı sıklığı arttıkça hava geçirgenliğinin azaldığını, atkı ipliği cinsinin, atkı sıklığının, atkı iplik numarasının, dokuma örgüsünün, gramajın, kumaş kalınlığının ve uygulanan apre cinsinin kumaşın hava geçirgenliği üzerinde etkisinin istatistiksel olarak $\alpha=0,05$ güvenilirlik seviyesinde anlamlı olduğunu belirtmiştir [20]. Mert ve ark. (2014), kalandırlama ve dinkleme işleminin takım elbiselik kumaşların giysi konfor özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, kalandırlama işleminden sonra hava geçirgenliği, kalınlık ve ısı direnç değerlerinin düştüğünü, ısı soğurganlık değerinin arttığını, yüzey özelliklerinde istatistiksel açıdan önemli bir değişim olmadığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca, dinkleme işleminin kumaşların hava geçirgenliği, kalınlık, ısı direnç ve sürtünme katsayısı değerlerini arttırdığı, ısı soğurganlık değerlerini ise düşürdüğü bulunmuştur [21]. Mahbub ve ark. (2014), kevlar ve kevlar/yün karışımli kumaşlardan elde ettikleri balistik yeleklerin ısı konfor özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, %100 kevlar ve kevlar/yün balistik kumaşların ısı direnç, su buharı direnci, nem yönetim performansı, hava geçirgenliği, optik gözenekliliği değerleri, patlama ve yırtılma mukavemetleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, kevlar/yün karışımli kumaşların %100 kevlar kumaştan daha iyi nem yönetimi özelliklerine ve gelişmiş mekanik özelliklere sahip olduğu sonucuna varılmıştır [22]. Saad ve Hafez (2014) nano gümüş ile muamele edilmiş pamuklu kumaşların dayanıklılık ve kendi kendini temizleme özelliğinin iyileştirdiğini ifade etmişlerdir [23].

Öner'e (2015) göre, ipliğin yapısal özellikleri kumaş yapısındaki gözeneklerin, boşlukların ve yüzey karakteristiğinin belirlenmesinde önemli etkiye sahiptir. İplik incelidikçe ve büküm seviyesi arttıkça, daha düşük yoğunluklu kumaş yapısı oluşmakta, kumaştaki gözenek miktarı artmakta ve böylece kumaşın hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği değerleri artmaktadır. Isı direnç açısından düşünüldüğünde ise iplik inceliğinin ve büküm seviyesinin artışı ile kumaş kalınlığının azalacağı ve dolayısıyla ısı direnç değerinin düşeceği düşünülmektedir [24]. Li ve ark. (2016), poliester, pamuk ve pamuk/poliester karışımli giysilik kumaşların ısı özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, kumaşın geometrik parametrelerinin, kalınlığının ve gözenekliliğinin; kumaşın ısı yalıtımına, hava geçirgenliğine ve su buharı geçirgenliğine etki ettiğini belirtmişlerdir. Bu kumaşlarda, sıvı taşınımının elyaf bileşenine bağlı olduğunu, sıvı taşınımı açısından pamuğun daha iyi performans gösterdiğini, %50 pamuk-%50 poliester karışımli kumaşların sıvı taşıma davranışının %100 pamuğa benzediğini ifade etmişlerdir [25]. Li ve ark. (2018) nano gümüş ile muamele edilmiş pamuklu ve PES spor giysilik örme kumaşlarda sınırlı bir uygulamada bile nanogümüş uygulamasının kumaşların ısı özelliklerini etkilemeden UV koruma ve antibakteriyel özelliklerini iyileştirdiği sonucuna varmışlardır [26].

Selli ve Turhan (2017) %100 pamuklu süprem ve ribana örgülü örme kumaşların hava geçirgenliklerini inceledikleri çalışmalarında, ribana örgülü kumaşların hava geçirgenliğinin süprem örgülü kumaşlardan daha yüksek olduğunu, gramaj arttıkça hava geçirgenliğinin azaldığını ve nem iletim özelliğinin düştüğünü ifade etmişlerdir [27]. Yavaşcaoğlu ve ark. (2018) akrilik ipliklerle, pamuk, viskon ve PES ipliklerin birlikte kullanıldığı gömleklik dokuma kumaşların ısı konfor ve nem iletim özelliklerini inceledikleri çalışma sonuçlarına göre lif tipinin ince kumaşların ısı direnç, ısı iletkenlik, ısı soğurganlık ve hava geçirgenliği üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, ancak nem iletim özelliğini etkilediğini, örgü tipinin, ısı direnç, ısı iletkenlik ve ısı soğurganlık üzerinde etkili olduğunu, etamin örgüsü ile dokunan kumaşların, bezayağı örgüyle dokunan kumaşa kıyasla daha yüksek ısı direnç ve hava geçirgenliğine sahip olduğunu, kumaş yoğunluğunun, ısı konfor ve nem yönetim özellikleri üzerinde etkisinin olduğunu, kumaş yoğunluğunu azalması ile ısı direnç, ısı iletkenlik ve hava geçirgenliğinin arttığını ifade etmişlerdir [28]. Azeem ve ark. (2018) nano filament PES, coolmax ve pamuk örme kumaşların ısı konfor özelliklerini inceledikleri çalışma sonucuna göre, nanofilamet PES kumaşın ısı soğurganlık ve ısı iletkenlik değerinin pamuk ve

coolmax kumaşlardan yüksek, ısı direnç değerinin düşük olduğu, nanofilament PES kumaşın pamuklu kumaştan daha yüksek değerlerde su buharı geçirgenliği sergilediği sonucuna varmışlardır [29].

Bu çalışmada, ince dokuma kumaş yapılarında çok fazla kullanılmayan akrilik iplikler ile farklı konstrüksiyonlarda üretilen dokuma kumaşların hava ve su buharı geçirgenlik özellikleri incelenmiştir. Çalışmada atkı sıklığının, örgü tipinin ve atkı iplik numarasının etkisi araştırılmış ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu konuda yapılan literatür araştırması, akriliğin dokuma kumaş yapılarında kullanıldığı kumaşların hava ve su buharı geçirgenliği özelliklerine ait yapılan çalışmaların sınırlı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, yapılan bu çalışmanın literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmada çözümlü ipliği olarak Ne 20/1 %100 akrilik iplik (547,5 T/m), atkı ipliği olarak Ne 20/1 (547,5 T/m) ve Ne 16/1 (512,5 T/m) olmak üzere iki farklı incelikte %100 akrilik iplikler kullanılmıştır. Çözümlü ipliklerine dokuma işlemi öncesi bobin halinde haşıl işlemi uygulanmış olup, dokuma işlemi sonrası 60 °C’de yıkama yapılarak haşıl maddesi uzaklaştırılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan kumaşlarda örgü tipinin etkisinin değerlendirilmesi için, bezayağı, dimi (D 3/2 Z) ve saten (1/4 2 atlamalı) örgüler seçilmiştir. Çözümlü sıklığı olarak 36 çözümlü/cm çözümlü sıklığı, atkı sıklığı olarak bezayağı örgülü kumaşlarda 17 atkı/cm, 15 atkı/cm ve 13 atkı /cm olmak üzere üç farklı atkı sıklığı, dimi ve saten örgülü kumaşlarda 17 atkı/cm atkı sıklığı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kumaş özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Deneysel kumaş özellikleri

<i>Kumaş Kodu</i>	<i>Atkı İplik Numarası</i>	<i>Atkı İpliğinin Cinsi</i>	<i>Örgü Tipi</i>	<i>Atkı Sıklığı (atki/cm)</i>	<i>Gramaj (g/m²)</i>	<i>Kalınlık (mm)</i>	<i>Kumaş Yoğunluğu (g/cm³)</i>
A1	Ne 20/1	Akrilik	Bezayağı	13	158,2	0,48	0,330
A2	Ne 20/1	Akrilik	Bezayağı	15	167,4	0,48	0,349
A3	Ne 20/1	Akrilik	Bezayağı	17	176,3	0,51	0,346
A4	Ne 20/1	Akrilik	Dimi	17	167,8	0,58	0,289
A5	Ne 20/1	Akrilik	Saten	17	165,4	0,59	0,280
A6	Ne 16/1	Akrilik	Bezayağı	13	165,4	0,59	0,280
A7	Ne 16/1	Akrilik	Bezayağı	15	162,8	0,50	0,326
A8	Ne 16/1	Akrilik	Bezayağı	17	181,3	0,51	0,355
A9	Ne 16/1	Akrilik	Dimi	17	168,5	0,63	0,267
A10	Ne 16/1	Akrilik	Saten	17	170,4	0,60	0,284

2.2. Yöntem

Bu çalışmada deneysel kumaşların hava geçirgenliği testi, SDL-Atlas firmasına ait M 021A hava geçirgenliği test cihazında TS 391 EN ISO 9237 “Tekstil kumaşlarda hava geçirgenliğinin tayini” test standardı esas alınarak 100 Pa basınç düşmesi ve 20 cm² lik alanda uygulanmıştır. Hava geçirgenliği test cihazı Şekil 1’de gösterilmiştir. Bağlı su buharı geçirgenliği testleri PERMETEST cihazında ISO 11092 standardına göre yapılmıştır (Şekil 2). Kumaş gramajları TS 251 test standardına göre ölçülmüş, kalınlıkları alambeta cihazında tayin edilmiştir. Numuneler, teste başlamadan önce standart atmosfer koşullarında 24 saat boyunca kondisyonlanmıştır. Tüm testler, Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı fiziksel test laboratuvarında uygulanmıştır. Kumaş yoğunluğu, gramajın kalınlığa oranı alınarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Hava geçirgenliği test cihazı

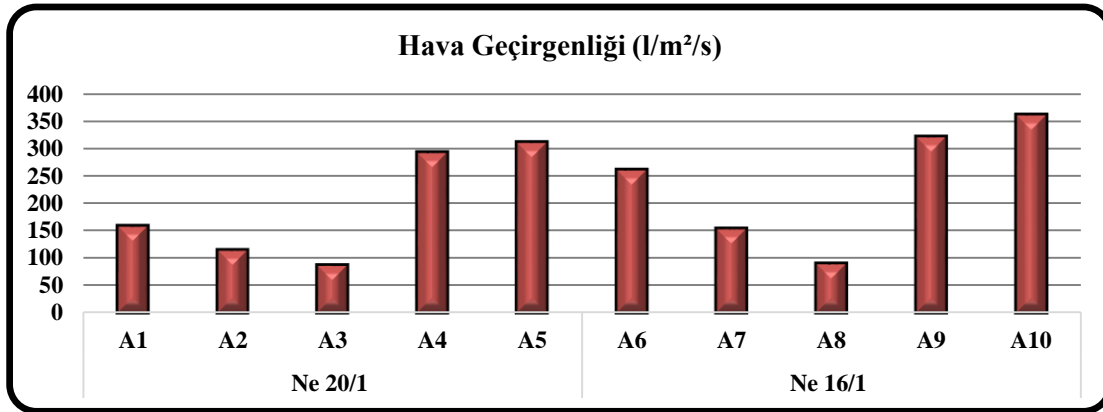


Şekil 2. Permetest test cihazı

Çalışma sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi, SPSS 21 istatistik programında %95 güven aralığında gerçekleştirilmiştir. Bağımsız değişken olarak belirlenen atkı iplik numarasının, örgü tipinin ve atkı sıklığının kumaşların hava ve su buharı geçirgenliğine etkisini istatistiksel olarak değerlendirebilmek için, veri sayısının az olmasından dolayı parametrik olmayan test yöntemleri kullanılmıştır. Kumaşların, hava ve su buharı geçirgenliği özelliklerine atkı iplik numarasının etkisinin belirlenmesi için Mann Whitney U testi, atkı sıklığının ve örgü tipinin etkisinin istatistiksel analizi için ise Kruskal Wallis H testi kullanılmıştır. Anlamlılık değeri (P) 0,05 olarak alınmıştır. Anlamlılık değeri 0,05'ten küçük ($P < 0,05$) olduğunda iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu kabul edilmiştir.

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

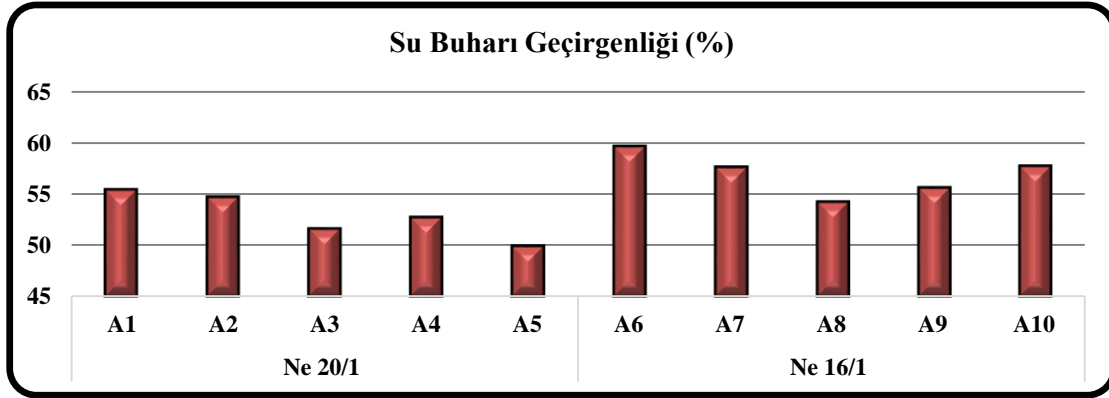
Yapılan ölçümler sonucu elde edilen hava geçirgenliği test sonuçlarının ortalamaları Şekil 3'te, su buharı geçirgenliği test sonuçları ise Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 3. Deneysel kumaşlara ait hava geçirgenliği değerleri

Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek hava geçirgenliği değeri Ne 16/1 atkı ipliği ile 17 atkı/cm atkı sıklığında ve saten örgü ile dokunan kumaşta, en düşük hava geçirgenliği değeri ise Ne 20/1 atkı ipliği ile 17 atkı/cm atkı sıklığında ve bezayağı örgü ile dokunan kumaşta gözlenmiştir. Ne 20/1 atkı ipliği ile dokunan kumaşların hava geçirgenlik değerleri 89-313 (l/m²/s) arasında, Ne 16/1 atkı ipliği ile dokunan kumaşların hava geçirgenlik değerleri ise 92-363 (l/m²/s) arasında değişmektedir.

Deneysel kumaşlar üzerinde gerçekleştirilen su buharı geçirgenliği ölçüm sonuçlarına göre, en yüksek su buharı geçirgenliği (%) değeri Ne 16/1 atkı ipliği ile 13 atkı/cm atkı sıklığında ve bezayağı örgü ile dokunan kumaşta, en düşük su buharı geçirgenliği (%) değeri ise Ne 20/1 atkı ipliği ile 17 atkı/cm atkı sıklığında ve saten örgü ile dokunan kumaşta gözlenmiştir. Ne 20/1 atkı ipliği ile dokunan kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri % 49,9-57,7 arasında, Ne 16/1 atkı ipliği ile dokunan kumaşların su buharı geçirgenlik değerleri ise % 54,2-59,6 arasında değişmektedir.



Şekil 4. Deneysel kumaşlara ait su buharı geçirgenliği (%) değerleri

Elde edilen sonuçlar %100 akrilik dokuma kumaşların hava ve su buharı geçirgenlik özelliklerine atkı iplik numarasının etkisi, örgü tipinin etkisi ve atkı sıklığının etkisi şeklinde üç bölüm halinde incelenmiştir.

3.1. Atkı iplik numarasının hava ve su buharı geçirgenliğine etkisi

Atkı iplik numarasının kumaşların hava ve su buharı geçirgenliğine etkisi iki farklı iplik numarası (Ne 16/1 ve Ne 20/1) ile elde edilen dokuma kumaş yapıları karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Şekil 3 ve Şekil 4'te de görüldüğü gibi daha kalın (Ne 16/1) atkı ipliklerinin kullanıldığı kumaşların hava ve su buharı geçirgenliği değerlerinin daha yüksektir. Mann Whitney U testi ile istatistiksel olarak yapılan analizden (Tablo 2) elde edilen sonuçlara göre, istatistiksel olarak atkı iplik numarasının su buharı geçirgenliğine etkisinin anlamlı ($P=0,028$), ($P<0,05$), hava geçirgenliğine etkisinin ise anlamlı olmadığı ($P=0,465$), ($P>0,05$) görülmektedir.

Öner'e (2015) göre, iplik özellikleri ve kumaş yapısındaki gözenekler kumaş yüzey karakteristiğinin belirlenmesinde önemli etkiye sahiptir. İplik incelidikçe ve büküm seviyesi arttıkça, daha düşük yoğunluklu kumaş yapısı oluşmakta, kumaştaki gözenek miktarı artmakta ve böylece kumaşın hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği değerleri artmaktadır [24]. Ne 20/1 atkı ipliklerinin kullanıldığı kumaşlarda iplik bükümünün fazla olmasına rağmen hava geçirgenliğinin düşük olmasının kumaş yoğunluklarının fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Öztürk ve ark. (2011) pamuk/akrilik rotor ipliklerin ve süprem örme kumaşların kılcal emme özelliklerini inceledikleri çalışma sonuçlarına göre, akrilik lifinin varlığının ve iplik numarasının kumaşların kılcal emme performansı üzerinde anlamlı etkiye sahip olduğunu, istatistiksel analiz sonuçlarına göre ise iplik kılcal emme özelliğinin kumaşın her iki yönü için de önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre karışımdaki akrilik oranı arttıkça ve kaba ipliklerin kullanımıyla ipliğin ve kumaşın su emme yeteneğinin arttığını belirtmişlerdir [30].

Tablo 2. Atkı iplik numarasının hava ve su buharı geçirgenliğine etkisi Mann Whitney U testi

	Atkı İp No.	N	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	U	P
Su buharı geçirgenliği	Ne 20/1	5	3,40	17,00	-2,193	2,000	,028
	Ne 16/1	5	7,60	38,00			
Hava geçirgenliği	Ne 20/1	5	4,80	24,00	-,731	9,000	,465
	Ne 16/1	5	6,20	31,00			

3.2. Örgü tipinin hava ve su buharı geçirgenliğine etkisi

Örgü tipinin hava geçirgenliğine etkisi bezayağı, dimi ve saten olmak üzere üç temel örgü tipinin kullanıldığı kumaş yapıları karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Aynı atkı sıklığı (17 atkı/cm) ve iplik numarası kullanılan deneysel kumaşlarda, her iki iplik numarasında da bezayağı örgü tipinde üretilen kumaşların hava geçirgenliğinin dimi ve saten örgülü kumaşlara göre daha düşük olduğu görülmektedir. Saten örgüsü kullanılan kumaşlarda hava geçirgenliği değeri dimi örgüsüne göre biraz daha fazladır (Şekil

3). Su buharı geçirgenliği değerleri incelendiğinde ise Ne 16/1 atkı ipliği kullanılan kumaş yapılarında en düşük su buharı geçirgenliği değerleri yine bezayağı örgülü kumaşlardadır (Şekil 4). Örgü tipinin hava ve su buharı geçirgenliğine etkisini belirlemek için yapılan Kruskal Wallis H testinden elde edilen sonuçlara göre örgü tipinin hava geçirgenliğine istatistiksel olarak etkisinin olduğu ($P < 0,05$) ancak, su buharı geçirgenliğine etkisinin olmadığı ($P > 0,05$) görülmüştür (Tablo 3).

Önceki çalışmalar bezayağı örgü ile dokunan kumaşların, aynı atkı sıklığı ile dokunmuş diğer örgülerde dokunan kumaşlara göre hava geçişine daha dirençli olduğunu göstermektedir [31]. Bu nedenle çalışmada dimi ve saten örgü ile dokunan kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin, bezayağı dokuma ile dokunan kumaşların hava geçirgenlik değerlerinden daha yüksek olması bu sonucu desteklemektedir. Wakeham ve Spicer (1949) çalışmalarında bezayağı dokumaların saten veya dimi kumaşlara göre daha az gözenek hacmine ve daha küçük gözeneklere sahip olduğunu, daha küçük gözeneklerin de daha düşük hava geçirgenliğine neden olduğunu [32], Nayak ve diğ. (2009) örgü tipi, atkı sıklığı ve poliester oranının, poliester/viskon karışımı takım elbiselik kumaşların konfor özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, dimi kumaşların bezayağı kumaşlardan daha yüksek hava geçirgenliğine, daha düşük su buharı transferine sahip olduğunu [33], Backer (1951), bezayağı örgülü kumaşların gaz geçişine aynı iplik numarası ve aynı sıklıkta dokunmuş diğer örgülerden daha fazla direnç gösterdiğini, dimi ve saten örgülerin ise maksimum geçirgenlik gösterdiğini ifade etmiştir [31]. Yavaşcaoğlu ve ark. (2018) akrilik ipliklerle, pamuk, viskon ve PES ipliklerin birlikte kullanıldığı gömleklik dokuma kumaşların ısı konfor ve nem iletim özelliklerini inceledikleri çalışma sonuçlarına göre etamin örgüsü ile dokunan kumaşların, bezayağı örgüyle dokunan kumaşa kıyasla daha yüksek hava geçirgenliğine sahip olduğu [28], Çeven ve ark. (2011) metal iplik içeren pamuklu dokuma kumaşların hava geçirgenlik değerlerinin farklı örgü yapıları açısından değerlendirdikleri çalışma sonucunda ribs örgü ile dokunan metal içeren kumaşların en yüksek hava geçirgenliğine sahip olduğu, bu kumaşları sırasıyla saten ve dimi örgüyle dokunan metal içeren kumaşların takip ettiği [34], Karaca ve ark. (2012) PES dokuma kumaşların ısı konfor özelliklerine elyaf kesit şeklinin ve dokuma örgüsünün etkisini araştırdıkları çalışmada, dokuma örgüsünün kumaşların hava geçirgenliğine etki ettiği, trilobal liflerden üretilen dimi kumaşların hava geçirgenliğinin en yüksek olduğu, dimi örgülü kumaşların bezayağı örgülü kumaşlara göre hava geçirgenliğinin daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır [35].

Bu çalışmada bezayağı örgülü kumaşların kumaş yoğunluklarının yüksek olması ve bağlantı sayısının fazla olması sebebiyle daha küçük gözenek boyutuna ve gözenek hacmine sahip olmasından dolayı hava ve su buharı geçişine dirençli olması ve bu yüzden daha düşük hava ve su buharı geçirgenliği değerleri elde edildiği düşünülmektedir.

Tablo 3. Örgü tipinin hava ve su buharı geçirgenliğine etkisi Kruskal Wallis H testi

	Örgü	N	Sıra Ort.	X^2	df	P
Su buharı geçirgenliği	Bezayağı	6	5,83	,182	2	,913
	Dimi	2	5,00			
	Saten	2	5,00			
Hava geçirgenliği	Bez	6	3,50	6,655	2	,036
	Dimi	2	8,00			
	Saten	2	9,00			

3.3. Atkı sıklığının hava ve su buharı geçirgenliğine etkisi

Çalışmada atkı sıklığının etkisinin belirlenmesi için bezayağı örgülü kumaş yapılarında üç farklı atkı sıklığı (13,15,17 atkı/cm) kullanılmıştır. Şekil 3 ve Şekil 4 incelendiğinde hem Ne 20/1 atkı ipliklerinin kullanıldığı kumaşlarda (A1, A2, A3) hem de Ne 16/1 atkı ipliklerinin kullanıldığı kumaşlarda (A6, A7, A8) atkı sıklığı arttıkça hava ve su buharı geçirgenliği değerlerinin düştüğü görülmektedir. Bunun nedeni, atkı sıklığı arttıkça gramaj ve kumaş yoğunluğunun artması yada kumaşın gözenekliliğinin azalması olabilir. Daha önce yapılan çalışmalarda da atkı sıklığı arttıkça hava geçirgenliği düşmüştür [13, 20]. Gürarda ve ark. (2018) viskon/polyester karışımı giysilik dokuma kumaşların hava geçirgenliği ve ısı konfor özelliklerini inceledikleri çalışma sonuçlarına göre, kumaşların gramaj, kalınlık, örtme faktörü ile

hava geçirgenlik değerleri arasında negatif korelasyon bulunduğu, atkı sıklığının hava geçirgenliği üzerinde bir etkisi olduğu, azalan atkı sıklığının hava geçirgenliğini arttırdığı sonucuna varmışlardır [36].

Tablo 4. Atkı sıklığının hava ve su buharı geçirgenliğine etkisi Kruskal Wallis H testi

	Atkı sıklığı	N	Sıra Ort.	X ²	df	P
Su buharı geçirgenliği	13	2	8,00	2,473	2	,290
	15	2	6,50			
	17	6	4,33			
Hava geçirgenliği	13	2	5,50	1,164	2	,559
	15	2	3,50			
	17	6	6,17			

Ancak bu çalışmada, çalışma sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi için yapılan Kruskal Wallis H testi sonuçlarına göre (Tablo 4), atkı sıklığının hava ve su buharı geçirgenliğine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P>0,05).

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada, %100 akrilik dokuma kumaşlarda hava ve su buharı geçirgenliğine atkı iplik numarası, atkı sıklığı ve örgü tipinin etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda ince atkı iplikleri kullanılan kumaşların hava ve su buharı geçirgenliği değerlerinin daha düşük olduğu ancak iplik numarasının su buharı geçirgenliğine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı, hava geçirgenliğine etkisinin anlamlı olmadığı, örgü tipinin hava geçirgenliğine etkisi olduğu, bezayağı örgülü kumaşların dimi ve saten örgülü kumaş yapılarına göre hava geçirgenliğinin daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca atkı sıklığı arttıkça hava ve su buharı geçirgenliğinin düştüğü, ancak atkı sıklığının hava ve su buharı geçirgenliğine istatistiksel olarak etkisinin olmadığı görülmüştür.

Çalışmadan elde edilen verilere göre soğuk ve rüzgârlı havalarda giyilecek giysilerde kullanılacak olan % 100 akrilik dokuma kumaşlarda ısı izolasyonu arttırmak amacıyla düşük hava geçirgenliği sağlayacak bezayağı örgüsü gibi bağlantı sayısı fazla ve gözenekliliği düşük örgü yapılarının tercih edilmesi, kumaş yoğunluğunun ve atkı sıklığının yüksek tutulması, sıcak havalarda ise ısı kaybını arttırmak için hava geçirgenliğinin yüksek olduğu dimi ve saten gibi atlama sayıları fazla olan örgülerin tercih edilmesi ve su buharı geçirgenliğini arttırmak amacıyla kalın ipliklerin kullanımının tercih edilmesi önerilebilir. Ayrıca bundan sonra yapılacak çalışmalarda kumaşlara uygulanacak çeşitli bitim işlemleri veya nano teknolojik uygulamalar ile kumaş özelliklerinin geliştirilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi yerinde olacaktır.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENTS)

Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi BAP Birimi tarafından OUAP (MH)-2014/10' nolu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Sincen, M, Kaya, B, Yıldız, Ö. Artificial neural network based early warning system for Aydın province towards air factors which primarily affect human health. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 5:4 (2017) 121-131. Doi: 10.29109/http-gujsc-gazi-edu-tr.304938
- [2] Havenith, G. The interaction of clothing and thermoregulation. Exogenous Dermatology, 1:5 (2002) 221-230. Doi:10.1159/000068802
- [3] Marmaralı, A., Kretschmar, S.D., Özdil, N. Gülsevin Oğlakçıoğlu, N. Giysilerde ısı konforu etkileyen parametreler. Tekstil ve Konfeksiyon, 4 (2006) 241-246.

- [4] Zhuang, Q., Harlock, S.C., Brook, D.B. Transfer wicking mechanisms of knitted fabrics used as undergarments for outdoor activities. *Textile Research Journal*, 72:8 (2002) 727-734. Doi:10.1177/004051750207200813
- [5] Stuart, I., Denby, E. Wind induced transfer of water vapor and heat through clothing. *Textile Research Journal*, 53 (1983) 655-660. Doi:10.1177/004051758305301103
- [6] Ukponmwan, J.O. The thermal insulation properties of fabrics. *Textile Progress*, 24:4 (1993) Doi:10.1080/00405169308688861
- [7] Nielsen, R., Olesen, B. W., Fanger, P.O. Effect of physical activity and air velocity on the thermal insulation of clothing. *Ergonomics*, 28:12 (1985) 1617-1631.
- [8] Henriksson, O., Lundgren, P. J., Kuklane, K., Holmer, I., Bjornstig, U. Protection against cold in prehospital care-thermal insulation properties of blankets and rescue bags in different wind conditions. *Prehospital and Disaster Medicine*, 24:5 (2009) 408-415.
- [9] Babus'Haq, R.F., Hiasat, M.A.A., Probert, S.D. Thermally insulating behaviour of single and multiple layers of textiles under windassault. *Applied Energy*, 54:4 (1996) 375-391. Doi: 10.1016/0306-2619(96)00010-4
- [10] Kumpikaite, E., Ragaisiene, A., Barburski, M. Comparable analysis of the end-use properties of woven fabrics with fancy yarns. Part I: Abrasion resistance and air permeability. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 18:3 (2010) 56-59.
- [11] Behera, B., Ishtiaque, S., Chand, S. Comfort properties of fabrics woven from ring-, rotor-, and friction-spun yarns. *Journal of the Textile Institute*, 88:3 (1997) 255-264. Doi:10.1080/00405009708658549
- [12] Vigneswaran, C., Chandrasekaran, K., Senthilkumar, P. Effect of thermal conductivity behavior of jute/cotton blended knitted fabrics. *Journal of Industrial Textiles*, 38:4 (2009) 289-306.
- [13] Dziworska, G., Frydrych, I., Matusiak, M., Filipowska, B. Aesthetic and hygienic properties of fabrics made from different cellulose raw materials. *Fibres Textile East Eur*, 8:2 (2000) 46-49.
- [14] Yadav, A., Prasad, V., Kathe, A.A., Raj, S., Yadav, D., Sundaramoorthy, C., Vigneshwaran, N. Functional finishing in cotton fabrics using zinc oxide nanoparticles. *Bulletin of Materials Science*, 29(6) (2006) 641-645. Doi: 10.1007%252Fs12034-006-0017-y
- [15] Behera, B.K., Mishra, R. Comfort properties of non-conventional light weight worsted suiting fabrics. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 32 (2007) 72-79.
- [16] Özdil, N., Marmaralı, A., Dönmez Kretzschmar, S. Effect of yarn properties on thermal comfort of knitted fabrics. *International Journal of Thermal Sciences*, 46 (2007) 1318-1322. Doi: 10.1016/i.ijthermalsci.2006.12.002
- [17] Çil, M.G., Nergis, U. B., Candan, C. An experimental study of some comfort-related properties of cotton-acrylic knitted fabrics. *Textile Research Journal*, 79:10 (2009) 917-923. Doi:10.1177/0040517508099919
- [18] Oğlakçoğlu, N., Marmaralı, A. Thermal comfort properties of cotton knitted fabrics in dry and wet states. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3 (2010) 213-217.
- [19] Ertekin, G. Marmaralı, A. Askı ve atlamanın düz örgü kumaşların ısı konfor özelliklerine etkileri. *Tekstil ve Mühendis*, 18:83 (2011) 21-26.
- [20] Erenler, A. (2013). Giysi amaçlı dokunmuş kumaşlarda konfor özelliklerinin incelenmesi ve tahminlenmesi. Doktora Tezi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı. Adana.

- [21] Mert, E., Oğlakçioğlu, N., Bal, Ş., Marmaralı, A. Kalandırlama ve dinkleme işleminin takım elbiselik kumaşların giysi konforu özelliklerine etkisi. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2:2 (2014) 212-218.
- [22] Mahbub, R.F., Wang, L., Arnold, L., Kaneslingarn, S., Padhye, R. Thermal comfort properties of kevlar and kevlar/wool fabrics. *Textile Research Journal*, 84:19 (2014) 2094-2102. Doi:10.1177/0040517514532157
- [23] Saad E.R., Hafez, N.M. Effect of coating with silver nanoparticles (AgNPs) on cotton fabric functional properties. *International Design Journal*, 4:2, (2014) 33-39.
- [24] Öner, E. (2015). Çeşitli liflerden üretilen kumaşlardan yapılan spor giysilerinin ısı konforunun değerlendirilmesi ve geliştirilmesi. Doktora Tezi. D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı. İzmir.
- [25] Li, M., Wu, Y., Chen, C., Du, Z. Characterization of planter press-comfort performance of warp-knitted spacer fabrics. *Textile Research Journal*, 24 (2016) Doi:10.1177/0040517516679152
- [26] Li, R., Yang, J., Xiang, C., Song, G. Assessment of thermal comfort of nanosilver-treated functional sportswear fabrics using a dynamic thermal model with human/clothing/environmental factors, *Textile Research Journal*, 88(4) (2018) 1–13. Doi: 10.1177/0040517516679147
- [27] Selli, F., Turhan, Y. Investigation of air permeability and moisture management properties of the commercial single jersey and rib knitted fabrics. *Textile and Apparel*, 27 (2017) 27-31.
- [28] Yavaşcağlu, A., Eren, R., Süle, G. Effects of usage acrylic yarn on thermal comfort and moisture management properties of woven shirting fabrics. *Textile and Apparel*, 28 (2018) 141-150.
- [29] Azeem, N., Noman, M.T., Hes, L., Ali, A., Wiener J., Mansoor, T. Comfort properties of nano-filament polyester fabrics: thermo-physiological evaluation, *Industria Textila*, 69(4) (2018) 315-321
- [30] Öztürk, M. K., Nergis, B., Candan, C. A study of wicking properties of cotton acrylic yarns and knitted fabrics. *Textile Research Journal*, 81:3 (2011) 324-328. Doi:10.1177/0040517510383611
- [31] Backer, S. The relationship between the structural geometry of a textile fabric and its physical properties: Part IV: Interstice Geometry and Air Permeability. *Textile Research Journal*, 21 (1951) 703-714. Doi:10.1177/004051755102101002
- [32] Wakeham, H., Spicer, N. Pore-Size distribution in textiles-a study of windproof and water-resistant cotton fabrics. *Textile Research Journal*, 19 (1949) 703-710. Doi:10.1177/004051754901901105
- [33] Nayak, R.K., Punj, S.K., Chatterjee, K.N., Behera, B.K. Comfort properties of suiting fabrics. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 34 (2009) 122-128.
- [34] Çeven, E. K., Süle, G., Gürarda, A., Ersöz, A. Metal iplikli dokuma kumaşların hava geçirgenliğinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16:2 (2011) 65-74
- [35] Karaca, E., Kahraman, N., Ömeroglu, S., Becerir, B. Effects of fiber cross sectional shape and weave pattern on thermal comfort properties of poliester woven fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 20, 3(92) (2012) 67–72.
- [36] Gürarda, A., Zengin, T., Tosun, G. Investigation of the effect of apparel fabrics structure on air permeability and thermal comfort properties. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 23 (3) (2018) 169-178. Doi: 10.17482/uumfd.452140

Bu çalışma ICONDATA 2018, Uluslararası Veri Bilimi ve Uygulamaları Konferansı'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.