

POLYESTER DOKUMA KUMAŞLARIN SU GEÇİRGENLİĞİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

THE STUDY OF INFLUENCING FACTORS ON WATER PERMEABILITY OF POLYESTER WEAVE FABRICS

M. Fikri ŞENOL

Uşak Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Erkan TÜRKER

Uşak Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

e-mail: erkan.turker@usak.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, sabit su basıncı altında polyester dokuma kumaşların su geçirgenliğini etkileyen kumaş parametreleri incelenmiştir. Çözümlü iplikler olarak, lif kesit yapısı dairesel ve altıgen olan 75 denye PES iplikler kullanılmıştır. Atkı iplikleri 75, 150 ve 300 denye PES ipliklerdir. 75 denye atkı iplikleri, çözgü ipliklerindeki gibi dairesel ve altıgen lif kesit yapılı olarak iki farklı yapıdadır. 150 ve 300 denye atkı iplikleri ise sadece dairesel lif kesit yapısına sahiptir. Tüm atkı numaraları ve örgüler için torbalama yapmadan dokunabilen, mümkün olan en yüksek atkı sıklığı değerleri deneyerek bulunmuştur. Bulunan atkı sıklığı değerleri birinci atkı sıklığı değerleri olarak alınmıştır. Birinci atkı sıklığının %87.5'i ikinci, %75'i üçüncü atkı sıklığı olarak alınmıştır. Numuneler bezayağı ve D1/3 örgüsüyle dokunmuştur. Ayrıca çözgü gerilimi 10 – 20 cN, atkı gerilimi 24 – 30 cN olarak iki değer alınmıştır.

Tüm kumaşlar, 40°C' de yıkanmış ve serbest şekilde kurutulmuştur. Numunelerden sabit basınç altında 180 saniyede geçen suyun debi ve hız değerleri tespit edilmiştir. Deneyler sonucunda elde edilen hız değerleri ile örgü faktörü, atkı numarası, çözgü sıklığı, atkı sıklığı, lif kesit yapısı, çözgü gerilimi ve atkı gerilimi değerleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenmiştir.

İnceleme sonucunda, kumaş geçirgenliği değerine çözgü ve atkı gerilimlerinin açık bir etkisi görülmemiştir. Geçirgenlik değerini etkileyen parametrelerin, örgü faktörü, atkı numarası, atkı sıklığı, lif kesit yapısı ve çözgü sıklığı değerleri olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dokuma kumaş, Lif kesit yapısı, Su geçirgenliği, Örgü faktörü, Polyester iplik.

ABSTRACT

In this study, the effects of fabric parameters on water permeability of polyester woven fabrics under constant water pressure were investigated. 75 denier polyester yarns with circular and hexagonal cross-sections were used as warp yarns. 75,150 and 300 denier polyester yarns were used in weft. 75 denier weft yarns have both circular and hexagonal cross-sections, 150 and 300 denier weft yarns are only circular cross-sections.

Maximum weft densities were determined by weaving plain and 1/3 twill weaves with three different weft yarns. These densities and 87,5% and 75% of them were taken as on-loom weft densities. During weaving warp and weft tensions were 10 -20 cN and 24 – 30 cN respectively.

All fabrics have been laundered at 40°C and left on a flat surface to dry. It has been determined that the velocity of water under constant pressure, passed through samples during 180 seconds. The relationships between velocity values and weave factor, weft count, weft and warp densities, cross – sections and warp and weft tensions were analyzed statistically.

It has appeared the warp and weft have no effect on water permeability values weave factor, warp and weft densities, weft count and cross – sections of fibres were found that affected fabric water permeability.

Key Words: Weave fabric, Fiber cross-section, Water permeability, Weave factor, Polyester yarn.

Received: 02.06.2008

Accepted: 24.11.2008

1. GİRİŞ

Dokuma kumaşların, jeotekstiller, tıbbi tekstiller, teknik amaçlı tekstiller (Filtre kumaşları vb.) alanlarında kullanılmaya başlanması sonucunda, su geçirgenliği özelliklerinin belirlenmesi büyük önem kazanmıştır. Dokuma kumaşın su geçirgenliği, kullanılan lif ve iplik

özelliklerine, dokuma örgüsüne ve dokuma şartlarına bağlı olarak değişir. İstenilen su geçirgenliğine sahip kumaşların elde edilebilmesi için kullanılan ipliklerin, dokuma örgüsünün ve dokuma parametrelerinin kumaşın su geçirgenliği değerine etkilerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, PES kumaşların yapısal özelliklerinin, sabit su basıncı altında su geçirgenliğine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla çözgü sıklığı değerleri değiştirilmeden, farklı lif kesit yapısında ipliklerle üç farklı atkı sıklığı, iki farklı dokuma örgüsü, üç farklı atkı ipliği numarasında dokunan kumaşla-

rın su geçirgenliği değerleri araştırılmıştır.

Gözenekli yapılarda akış ve Darcy kanunu

Gözenekli maddelerden akışkan akışı Darcy kanunu ile açıklanmıştır. Darcy kanunu tekstil yüzeylerine de uygulanabilmektedir (1,2,3)

$$B = \frac{\mu \times T \times v}{\Delta P} \quad (1)$$

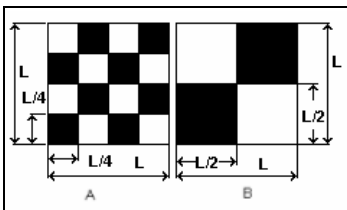
B değeri v ile ΔP arasındaki bağıntıyı belirten bir sabittir ve maddenin geçirgenliği olarak ifade edilmektedir. v volumetrik akışkan hızı, ΔP basınç düşmesidir. B değeri gözenekli maddenin yapısına ve gözenek geometrisine bağlıdır. Gözenekli malzemede boşlukların hacminin, toplam hacme oranı "Porozite" olarak tarif edilir.

$$\varepsilon = \frac{V_b}{V_b + V_k} \quad (2)$$

Gözeneklerin yerine iç çapı d ve uzunlukları l olan kapılar tüplerin konulması durumunda, kapılar tüplerin gözenekli malzemeye eşit olabilmesi için iç çaplarının değeri, (3) numaralı formül ile ifade edilir. (1,2,4,5,6)

$$d = \frac{4 \times V \times K \times \varepsilon}{(1 - \varepsilon) \times A} \quad (3)$$

"Darcy" kanununa göre oluşturulmuş modellerden biri gözenek modelidir. Kumaşların gözenek özelliklerinin tayin edilmesi esasına dayanır. Porozite değeri oransal bir değer olduğundan birimsizdir. Bu yüzden, tek başına kumaşların geçirgenlik değerlerini belirlemek için yetersizdir. Kumaşın geçirgenliği, içerisinden geçen akışkanın molekül hacmi, viskozitesi, yoğunluğu ve kumaş ile akışkan arasındaki sürtünme miktarına bağlıdır. Teorik olarak şekil 1'de gösterilen her iki kumaşın porozite değerleri 0,5 dir. Porozite değerine göre bu iki kumaşın geçirgenlik değerleri aynı olması gerekirken, akışkanın özelliklerine bağlı olarak iki kumaşın geçirgenlik değerleri birbirinden farklı olabilir. Dokuma kumaşlarda, kumaşın fiziki parametrelerinin bilinmesi durumunda porozite değerinin hesaplanması mümkündür (5,6).



Şekil 1. Porozite değerleri aynı olan iki kumaşın Karşılaştırılması (Matthew, 1999)

$$\text{Kumaşın Ağırlığı } G = (1 - \varepsilon) \times \rho \times T \quad (G / m^2) \quad (4)$$

$$\text{Porozite } \varepsilon = 1 - \frac{G}{\rho \times T} \quad (5)$$

"Cozeny – Karman" denklemi olarak bilinen denklem, iplikler arasında boya akışını modellemek amacıyla Mc Gregor tarafından geliştirilmiştir. Kumaştaki katı kısmın L uzunluğunda ve d çapında ipliklerden meydana geldiği kabul edilerek (6) denklemi elde edilir (4,5,6,7).

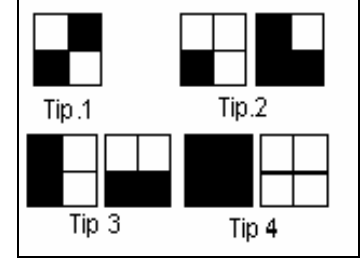
$$B = \frac{d^2 \times \varepsilon^3}{16 \times k \times (1 - \varepsilon)^2} \quad (6)$$

Literatürde kullanılan başka bir yöntem paralel silindireliler arasında akış modelidir. Bu modelde kabul edilen yapı, birbiri üzerine yerleştirilmiş paralel silindireliler oluşmaktadır. Dokuma kumaşların yapısına göre oldukça basit olan bu model sayesinde, akış direnci hakkında önemli veriler elde edilmiştir. Özellikle monofilament ipliklerden dokunmuş kumaşların akışa karşı gösterdiği direnç hakkında yaklaşık sonuçlar verir. Multifilament ipliklerden dokunmuş kumaşlar için uygun değildir. Kumaşın iplikleri arasındaki bağlantıları göz önüne almadığı için kumaş örgüsünün etkisini ihmal eder (4).

Delik modelleri

Backer, araştırmalarında dört farklı bağlantı tipi için kumaş gözenek yapılarını belirlemiştir (1). Farklı araştırmacılar, kumaşlarda oluşan gözenek yapılarının matematiksel modellerini oluşturmuştur (2,3). Kumaştaki ipliklerin bağlantıları arasındaki deliklerin yapısı, kumaşın akışa karşı gösterdiği

direnç belirlenmesinde temel faktördür. Delik modellerinde, dokunmuş kumaşların akışa karşı gösterdiği direnç "Deşarj Katsayısı" değeri ile verilir. Deşarj katsayısı, Reynolds sabitinin fonksiyonudur (8) denklemi Reynolds sayısı ile kumaş parametreleri arasında ilişki kurulmasına imkan sağlamıştır (4,8,9,11).



Şekil 2. Dört farklı bağlantı tipi

$$C_d = \sqrt{\frac{\rho \times v^2 \times (1 - \alpha^2)}{2 \times \Delta p \times \alpha^2}} \quad (7)$$

$$Re = \frac{4 \times \rho \times V}{W \times \mu \times N_a \times N_\zeta} \quad (8)$$

Bir dokuma kumaşın birim alanındaki toplam gözenek alanını hesaplamak için (9) ifadesi kullanılabilir (12).

$$S_p = L_1 \cdot L_2 \cdot S_1 \cdot S_2 \quad (9)$$

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Kullanılan iplikler, üretilen kumaşların genel özellikleri ve kullanılan dokuma makinesi Tablo 1 ve 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan iplik ve dokunan kumaşların ortak özellikleri

Çözüğü	Atkı		Dairesel Kesitli	Altıgen Kesitli
75 Denye 34 f dairesel kesitli PES	75 Denye 34 f dairesel kesitli PES	Çözüğü Teli Sayısı	1720	1720
	75 Denye 34 f Altıgen kesitli PES	Tarak Numarası	159 /10cm	
75 Denye 34 f Altıgen kesitli PES	150 Denye 34 f Dairesel kesitli PES	Dışten Geçen Tel Sayısı	2	
	300 Denye 68 f Dairesel Kesitli PES	Kullanılan çerçeve sayısı	8 Zemin + 2 Kenar	

Tablo 2. Kullanılan dokuma makinesinin özellikleri

Markası	Dornier	Maksimum tarak eni (cm)	140 cm
Atkı Atma Sistemi	Sert Kancalı	Ağızlık Açma Sistemi	Armürlü 20 Çerçeve
Atkı Rengi Sayısı	1 (Maksimum 8)	Çözüğü Salma sistemi	Hunt Çözüğü Salma Sistemi

Dokunan kumaş numunelerinin atkı sıklıkları belirlenirken, kumaşların dokuma esnasında torbalama yapmadığı en yüksek atkı sıklığı bulunarak maksimum sıklık kabul edilmiştir. En düşük sıklık değeri olarak, bulunan maksimum atkı sıklığının %75'i, orta atkı sıklığı değeri için maksimum atkı sıklığının %87,5'i alınmıştır.

Atkı ipliği olarak, 75 denye dairesel ve altıgen lif kesitli, 150 denye dairesel lif kesitli ve 300 denye dairesel lif kesitli atkı iplikleri kullanılmıştır. 75 denye atkı ipliklerinde, atkı sıklığı, atkı gerilimi, örgü ve çözgü gerilimi aynı kalmak şartıyla dairesel lif kesitli ve altıgen lif kesitli ipliklerle numuneler dokunmuştur. 150 ve 300 denye atkılarında ise sadece dairesel lif kesitli atkı iplikleri kullanılmıştır.

Aynı çözgü ve atkı sıklıklarında olan numuneler 10- 20 cN çözgü gerilimi ve 24-30 cN atkı geriliminde dokunarak, iplik gerilimlerinin etkisi araştırılmıştır.

Numunelerde bezayağı ve D1/3 örgüleri kullanılmıştır. Numuneler 40°C de 45 dakika yıkanmış ve kendi halinde kurumaya bırakılmıştır. Yıkama işleminden geçmiş numunelerin ölçümlerinde aşağıdaki standartlar kullanılmıştır.

Atkı ve çözgü sıklıkları	TS 250
Kumaş metrekare ağırlığı	TS 251
Atkı ve çözgü kıvrımları	TS 254
Kumaş Eninin tayini	TS 252
Yıkama işlemi	TS 5720

Deneylerde kullanılan numunelerin özellikleri ve dokuma planına bağlı olarak numune numaraları tablo 6'da gösterilmiştir.

Kumaş geçirgenliğinin tayini için şekil 3'deki deney düzeneği kullanılmıştır. Düzenekte su basıncının sabit tutulabilmesi amacıyla (1) deposu içerisine yüksekliği ayarlanabilen savak yerleştirilmiştir. Savak yüksekliği, istenilen su basıncına göre ayarlanır. Deneylerde su yüksekliği, çıkış borusu merkezinden itibaren 30 cm alınmıştır. Numuneden su geçişi esnasında, numunenin iki yüzü arasındaki basınç düşmesinin tayin edilebilmesi amacıyla (9) numaralı manometreler ve (10) numaralı piezometrik cam borular kullanılmıştır. Manometre ve cam borular, boru merkezlerine monte edilmiştir. Kumaş numunesi, sızdırmazlığı sağlanmış flanşlar arasına yerleştirilir. (13) numaralı çıkış borusu, karşı basınç oluşturmak amacıyla yüksekliği ayarlanabilir şekilde yapılmıştır. Kumaş içerisinden geçen su (14) numaralı toplama kabına alınarak (8) numaralı debimetreden geçirilir. Deney süresince kumaş numunesinden geçen su miktarı debimetreden okunmuştur.

Kumaşların su geçirgenliğinin tayini amacıyla Bernouilli prensibi kullanılmıştır. Borudan akan akışkana bir referans düzlemi esas alınarak, herhangi iki noktasına Bernouilli teoremi uygulanırsa sistemdeki suyun giriş ve çıkış noktalarındaki enerjisi bulunur (1,2).

Girişteki enerji – Kayıplar = Çıkıştaki enerji

$$\frac{P_1}{\rho \times g} + \frac{V_1^2}{2 \times g} + z_1 - K_T = \frac{P_2}{\rho \times g} + \frac{V_2^2}{\rho \times g} + z_2 \quad (10)$$

$$K_T = K_B + K_K \quad (11)$$

$$\text{Debi} \quad Q = V \times A \quad (12)$$

Akış esnasında oluşan boru kayıpları (mSS) metre su sütunu cinsinden, hazırlanmış tablolardan bulunabilir. Sistemdeki çeşitli bağlantı elemanlarının neden olduğu enerji kayıplarının hesaplanması için, enerji kaybının meydana geldiği bağlantı elemanının eşdeğer boru uzunluğu ve sistemin toplam eşdeğer boru uzunluğu bulunarak boru kayıpları hesaplanır. Borudan ve kapalı kanallardan kaynaklanan kayıpların hesaplanmasında "Hagen– Pouseuille" denklemi kullanılabilir (1,2,13).

$$K_B = \frac{32 \times \mu \times L \times V}{\gamma \times D_B^2} = \frac{32 \times \nu \times L \times V}{g \times D_B^2} \quad (13)$$

Boru ve kapalı kanallar için laminar akış yük kaybının temel denklemi "Darcy–Weisbach" denklemidir.

$$K_B = \frac{64}{Re} \times \left(\frac{L}{D_B} \right) \times \left(\frac{V^2}{2 \times g} \right) \quad (14)$$

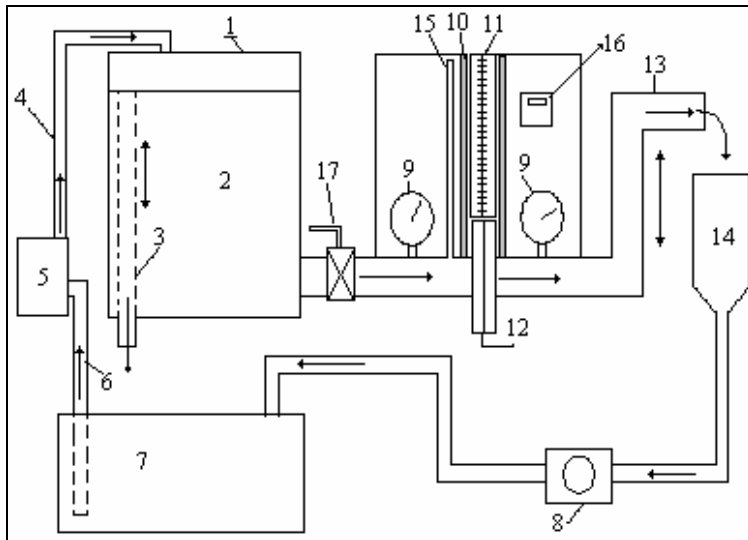
(13) denklemi (11) denkliminde yerine konularak kumaştan kaynaklanan yük kaybı ifadesi için (15) denklemi elde edilir.

$$K_K = \frac{P_1}{\rho \times g} + \frac{V_1^2}{2 \times g} + z_1 - K_B - \left(\frac{P_2}{\rho \times g} + \frac{V_2^2}{2 \times g} + z_2 \right) \quad (15)$$

(15) denkliminden elde edilen değer, akışkanın kumaş içerisinden geçişi esnasında uğradığı yük kaybı değeridir. Bulunan değer genel yük kaybı denklimine eşitlendiğinde kumaş yüzeyindeki delik alanlarına eşit alandaki dairesel kesit alanı değeri elde edilir.

Borudan su akışı esnasında meydana gelen yersel yük kayıpları;

Depodan boruya giriş kaybı	= 0,5. V ² /2.g
Ani daralma kaybı	= 0,08. V ² /2.g
Dirsek kaybı	= 0,75. V ² /2.g
Birleştirme elemanları	= 0,5. V ² /2.g



Şekil 3. Sabit basınç altında kumaşların su geçirgenliği deney düzeneği

(1):Su haznesi, (2):Saf su, (3):Yüksekliği ayarlanabilir savak, (4-6) :Besleme borusu, (5):Pompa, (7):Yedek depo, (8):Debimetre, (9): Manometre, (10):Su seviye göstergeleri, (11):Ölçü cetveli, (12):Kumaş numunesi sıkıştırma flanşları, (13):Yüksekliği ayarlanabilir karşı basınç borusu, (14):Su toplama hunisi, (15):Hava çıkış borusu, (16): Kronometre, (17): Küresel vana

$$\text{Laminar akış} \quad K_B = \frac{64 \times L_B}{Re \times D_B} \times \left(\frac{V^2}{2 \times g} \right) + 3 \times 0,5 \times \frac{V^2}{2 \times g} + 0,75 \times \frac{V^2}{2 \times g} + 0,08 \times \frac{V^2}{2 \times g} \quad (16)$$

$$\text{Türbülanslı akış} \quad K_B = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \times \left(\frac{L_B}{D_B} \right) \times \left(\frac{V^2}{2 \times g} \right) + 3 \times 0,5 \times \frac{V^2}{2 \times g} + 0,75 \times \frac{V^2}{2 \times g} + 0,08 \times \frac{V^2}{2 \times g} \quad (17)$$

Tablo 3. 171 ve 134 numaralı kumaş numuneleri için ölçülen değerler

Numune No	Çözgü Sıklığı (Ç/cm)	Atkı Sıklığı (At/cm)	Çözgü Kıvrım (%)	Atkı Kıvrım (%)	Atkı No (Den)	Örgü	İlk Sayac	Son Sayac	Süre(s)	Debi (cm ³ /s)	En Hız	Düşük
171	34,4	41,4	4,35	7,35	75	Bezayağı	934,7	1007	180	72,3	En Hız	Düşük
134	32,2	17	12,8	1,265	300	Bezayağı	466,8	1085,6	180	618,8	En Hız	Yüksek

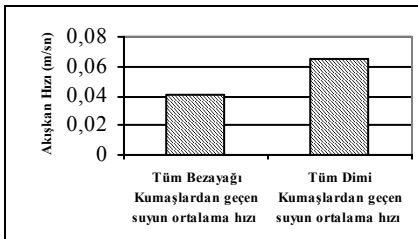
Dokuma kumaşların geçirgenliklerinin tayin edilebilmesi için, düzeneğe kumaş numunesi takılmaksızın sabit basınç altında su geçirilerek düzeneğin debisi tespit edilmiştir. İkinci aşamada kumaş numuneleri takılı halde iken her numune için debi değerleri belirlenmiştir. Elde edilen değerlere göre, her deney numunesi için düzeneğe (16,17) denklemleri uygulanarak, borudan kaynaklanan kayıplar bulunmuştur.

Kumaş numunesi takılmadan borudan akan suyun debisi= 1940 cm³/s, boş borudaki akışın hızı, denklem (12)'deki hız ifadesinden; $V=1940 / 31,172=62,235$ (cm/s) = 0,62235 (m/s) Numunenin takılı olduğu durum için $V=1,2885$ cm/s = 0,012885 m/s bulunur.

Laminar akış için denklem (16) dan boru kayıpları, $K_B=0,00007522$ mSS bulunur. En büyük hız değerine sahip 134 numaralı numunenin değerleri $V=11,028$ cm/s için $K_B=0,004454$ mSS değeri küçük olduğu için borudan kaynaklanan kayıplar ihmal edilmiştir.

3. BULGULAR

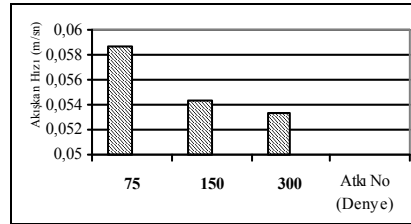
Örgü Faktörü: Dokuma kumaşlarda aynı çözgü ve atkı ipliği kullanılması durumunda, sıklık değerleri daha yüksek olmasına rağmen dimi örgülü kumaşlar, bezayağı kumaşlara göre ortalama %58,8 oranında daha yüksek geçirgenlik değerine sahiptir.



Şekil 4. Bezayağı ve dimi 1/3 kumaşlardan geçen suyun ortalama hız değerleri

İplik Numarasının Etkisi

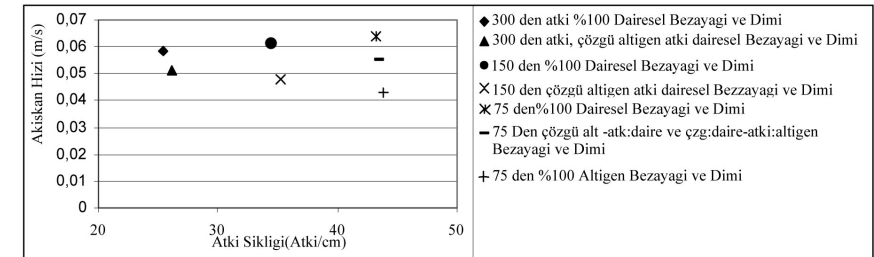
İpliklerin kalınlığı arttıkça, kumaşın geçirgenlik değerleri azalmıştır. Altıgen lif kesitli çözgü ve atkı iplikleriyle dokunmuş kumaşlar sadece 75 denye atkı ve çözgü iplikleriyle dokunduğu için şekil 5'deki grafiğe dahil edilmemiştir. Grafikteki üç değer, örgü ve sıklıklara bakılmaksızın aynı atkı numarasına sahip bütün kumaşlardan geçen suyun ortalama hız değerlerini göstermektedir.



Şekil 5. 75,150,300 denye atki iplikleriyle dokunmuş kumaşlardan geçen suyun ortalama hız değerleri

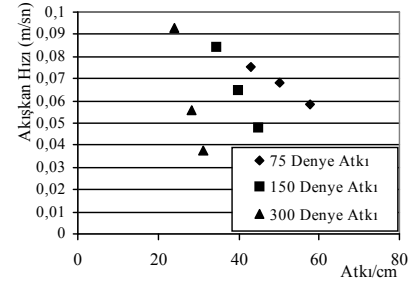
İplik Sıklıklarının Etkisi

Numunelerde çözgü sıklığı değeri sabit tutulmuştur. Çözgü sıklığındaki değişim sadece örgü, atkı sıklığı ve atkı numarasına göre kumaşın enden büzülme miktarına bağlı olarak değişmiştir. Bu nedenle, kumaş geçirgenliğine etkisi, atkı sıklığı kadar belirgin

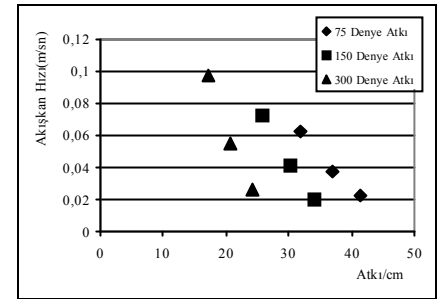


Şekil 8. Bezayağı ve Dimi kumaşlarda farklı lif kesit yapısına sahip ipliklerle dokunmuş numunelerin ortalama atkı sıklığı, ortalama su hızı ilişkisi.

değildir. Şekil 6'da dimi kumaşların, Şekil 7'de bezayağı kumaşların atkı sıklığı değerleri ile kumaşın geçen akışkan hızının negatif ilişkisi gözlemlenmiştir.



Şekil 6. Dimi kumaşlarda ortalama atkı sıklığı, ortalama akışkan hızı ilişkisi



Şekil 7. Bezayağı kumaşlarda ortalama atkı sıklığı, ortalama akışkan hızı ilişkisi

Lif kesit yapısının etkisi: Şekil 8' de görüldüğü gibi 75 denye çözgü ve 75, 150, 300 denye atkı iplikleriyle dokunmuş kumaşlardan geçen suyun ortalama hız değerleri görülmektedir. Su geçirgenliği en yüksek olan numuneler %100 dairesel lif kesitli ipliklerle dokunmuş numunelerdir. Çözgüsü altıgen lif kesitli, atkısı dairesel lif kesitli ve çözgüsü dairesel lif kesitli, atkısı altıgen lif kesitli numunelerin geçirgenliği daha düşük değerler vermektedir. Altıgen lif kesitli çözgü ve atkı iplikleriyle dokunmuş numuneler ise en düşük geçirgenlik değerine sahip numunelerdir.

Çözgü ve atkı gerilimlerinin etkisi: Numuneler iki farklı çözgü gerilimi (10 – 20 cN) ve iki farklı atkı gerilimi (24 – 30 cN) dokunmuştur. Yapılan incelemede çözgü ve atkı gerilimlerinin kumaştan geçen akışkanın hızı üzerinde açık etkisi görülmemiştir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Numunelerin su geçirgenliği deneyleri sonucunda, örgü faktörü, atkı numarası, atkı sıklığı, çözgü sıklığı, lif kesit yapısı değerlerinin kumaşların su geçirgenliği değerleri üzerine anlamlı etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Çözgü ve atkı gerilimlerinin etkisi belirgin olarak görülmemiştir. Kumaş parametreleri ile kumaştan geçen suyun hızı arasındaki ilişki istatistiksel olarak SPSS programı ile incelenmiştir. Elde edilen regresyon sonuçları Tablo 4’de verilmiştir. Sonuç olarak, örgü faktörü, atkı sıklığı, atkı numarası, lif kesit yapısı, cm² deki delik sayısı ve çözgü sıklığı değerleri ile kumaştan geçen suyun hızı arasında istatistiksel açıdan önemli ilişki olduğu saptanmıştır.

Tablo 4. Lif pürüzlülük katsayıları ve akışkan debisi ilişkisi regresyon sonuçları

Model Özeti			
R	R ²	Adj R ²	Bulguların Standart Hatası
,943	,890	,886	,00807694

ANOVA	Kareler Toplamı	df	Kare Ortalaması	F	Sig.
Regression	,090	5	,018	275,413	,000
Residual	,011	171	,000		
Total	,101	176			

Katsayılar

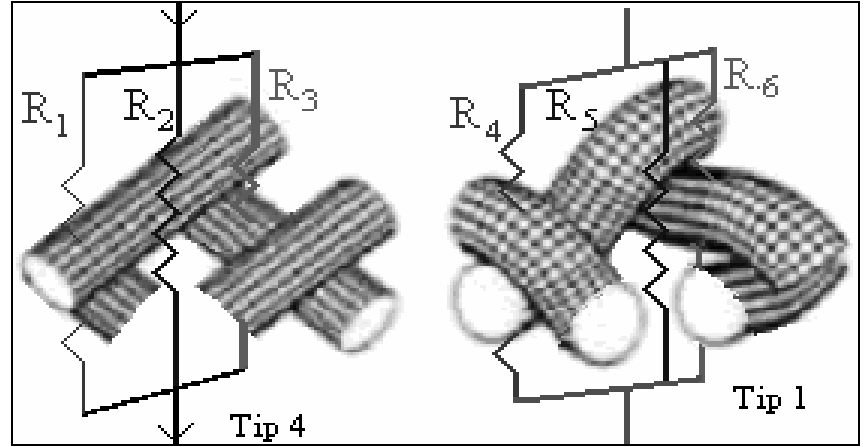
	Standardize edilmiş hata		Standart Katsayılar		
	B	Std. Hata	Beta	t	Sig.
(Sabit)	2,424	,157		15,394	,000
Örgü_faktörü	,431	,012	1,495	36,046	,000
Atkı_No	-4,857E-04	,000	-1,727	-22,640	,000
Atkı_Sıklık	-6,739E-02	,004	-27,558	-18,287	,000
Delik_Sayısı	1,888E-03	,000	27,910	17,555	,000
Çözgü_Sıklık	-7,180E-02	,005	-2,466	-15,352	,000

Bağımlı Değişken: Su Hızı / Pürüzlülük Katsayısı

Örgü Faktörü: Kumaş parametreleri içerisinde örgü faktörü, en yüksek etkiye sahip parametredir (t=36,046). Akışkanın hızı ile pozitif ilişkiye sahiptir. Şekil 4’de görüldüğü gibi örgü faktörü değeri arttıkça akışkanın hızı da artış göstermektedir. Bezayağı örgüsünün örgü faktörü 0,5, dimi örgüsünün örgü faktörü 0,666’dır. Örgü faktörü değeri $OF=W / (W+i)$ bağıntısı

Tablo 5. Dokuma kumaş yapılarında birim hücre için harcanan iplik uzunlukları ve kullanılan örgü raporlarındaki bağlantı türlerinin (%) oranları

Hücre Tipi	Birim hücreye harcanan iplik uzunlukları	Bezayağı	D1/3
Tip.1	$2 \times \left[\frac{L}{S_2} \times \left(1 + \frac{C_1}{100} \right) + \frac{L}{S_1} \times \left(1 + \frac{C_2}{100} \right) \right]$	%100	%25
Tip.2	$\left[\frac{L}{S_2} \times \left(1 + \frac{C_1}{100} \right) + \frac{L}{S_1} \times \left(1 + \frac{C_2}{100} \right) \right] + \frac{L}{S_2} + \frac{L}{S_1}$	%0	%50
Tip.3	$2 \times \left[\frac{L}{S_2} \times \left(1 + \frac{C_1}{100} \right) + \frac{L}{S_1} \right]$ veya $2 \times \left[\frac{L}{S_1} \times \left(1 + \frac{C_2}{100} \right) + \frac{L}{S_2} \right]$	%0	%0
Tip.4	$2 \times \left[\frac{L}{S_2} + \frac{L}{S_1} \right]$	%0	%25



Şekil 9. Kumaş hücrelerinden akışkan geçişinin elektriksel modelinin şematik görünümü

yardımıyla hesaplanır(14). W örgü raporundaki çözgü veya atkı sayısını, i değeri ise çözgü veya atkının rapor içerisinde diğer iplik gurubuyla yaptığı kesişme sayısını göstermektedir. Formülden görüldüğü gibi, örgü faktörü değeri herhangi bir örgünün bağlantı sayısı ile ters orantılıdır. Raporunda bağlantı sayısı yüksek olan örgülerin örgü faktörü değerleri düşük çıkmaktadır.

Örgü faktörü en düşük ve bağlantı sayısı en yüksek olan örgü bezayağı örgüsüdür. Örgüdeki bağlantı sayısı arttıkça harcanan iplik miktarı artacağından, akışkan daha fazla yüzeye sürtünür. Bu nedenle kumaşın geçirgenlik değeri daha düşüktür. Bezayağı örgüsü tamamen Tip.1 hücre yapısından oluşmaktadır. Dimi 1/3 örgüsünde ise Tip.1 hücre yapısı %25 oranında bulunmaktadır. İki örgünün hücre dağılımı ve hücre tipine göre harcanan teorik iplik uzunlukları tablo 5’de gösterilmiştir.

Dokuma kumaştan geçen akışkan miktarı, iplikler arasından ve lifler arasından geçen akışkan miktarlarının toplamına eşittir. Bağlantı sayısı daha fazla olan örgülerde, bağlantı bölgelerinde iplikler daha sıkı paketlenir.

Akışkanın lifler arasından geçişine karşı gösterilen direnç miktarı, iplik paketlenmesine paralel olarak artar. Bu durum örgü faktörü düşük olan örgülerden daha az akışkan geçmesine neden olur. Şekil 9’da elektriksel benzeşim modelinde $R1 > R3 > R2$ ve $R4 > R6 > R5$ ’dir. Tip 1 bağlantısında çözgü ve atkı ipliklerinin paketlenmesi Tip4 bağlantısına göre daha fazla olduğundan $R4 > R1$ ’dir. Aynı şekilde Tip1 bağlantısındaki R6 değeri R3’den daha büyüktür. Çünkü Tip1’de akışkanın geçmesi gereken uzunluk Tip4’ün aynı bölgesine göre daha uzundur. Her iki hücre boşluğunun akışkan geçişine gösterdikleri direnç birbirinden farklıdır. Bu iki direnç arasında $R5 > R2$ ilişkisi vardır. Tip1 hücrelerinin ıslak çevre değeri Tip4 hücrelerinin ıslak çevre değerinden daha büyük olduğu için Tip1 hücresi boşluktan geçen akışkana Tip4’e göre daha fazla direnç gösterir. Sonuç olarak dokuma kumaş bağlantıları içerisinde Tip1 akışkana karşı en fazla direnç gösteren bağlantı hücresidir. Kumaşın örgü raporunda Tip1 bağlantısı ne kadar fazla ise akışkan geçişi o derece düşük olacaktır. Akışkan geçişine karşı gösterdikleri dirence göre $Tip1 > Tip2 > Tip3 > Tip4$ şeklinde sıralanabilirler.

Numunelerin atkı sıklığı – su hızı grafikleri incelendiğinde, bütün numune guruplarındaki ilişkinin doğrusal olduğu görülmektedir. Doğruların eğimleri, örgü ve atkı numaralarına göre farklılık gösterir. Şekil 6'ya göre, iplik numarası arttıkça ve örgü faktörü değeri azaldıkça doğrunun eğimi artmaktadır. Şekil 6 ve Şekil 7, kumaşın geçirgenlik değerinin, örgü faktörü küçüldükçe veya atkı ipliği kalınlaştıkça, sıklık değişimlerinden daha fazla etkilenmediğini göstermektedir.

İplik Numarası: Regresyon sonucuna göre, kumaştan geçen akışkanın debisini en fazla etkileyen ikinci parametre iplik numarasıdır ($t=-22,64$). İplik numarası ile akışkanın hızı arasında negatif ilişki mevcuttur. Bu ilişki nedeniyle, kullanılan atkı ipliği kalınlaştıkça kumaşın geçirgenliği azalmaktadır. Filament ipliklerde iplik kalınlaştıkça filament sayısı ve/veya filament numarası artar. Bu ipliklerle dokunan kumaş kalınlığı ve akışkanın kumaşın içerisinde geçmesi gereken mesafe artar. Aynı zamanda akışkanın daha fazla lif yüzeyi ile sürtünmesine neden olduğundan iplik kalınlığı kumaş geçirgenliği üzerinde önemli etkiye sahiptir.

İplik Sıklıkları: Kumaşların tümünde taraktaki çözgü sıklığı değeri 31,8 çözgü/cm'dir. Çözgü sıklığındaki farklı değerler, örgü, atkı sıklığı ve atkı numarasına bağlı olarak kumaşın enden çekmesinin değişmesinden kaynaklanmıştır. Atkı ve çözgü iplik sıklıkları, dokuma kumaşın gözenek boyutlarını doğrudan etkileyen parametrelerdir. Sıklık değerleri

arttıkça, gözenek boyutları azalır. İçerisinden akışkanın geçmesine daha fazla direnç gösterir, akışkanın hızı azalır.

Lif Kesit Yapısı: Kullanılan ipliklerin lif kesit yapıları dairesel ve altıgendir. Altıgen kesitli iplikler sadece 75 denye ipliklerdir. 75 denye ipliklerin bir gurubu ile 150 ve 300 denye atkı iplikleri dairesel kesitlidir. Şekil 8'den görüleceği gibi %100 altıgen lif kesitli ipliklerle dokunan kumaşlar en düşük, %100 dairesel lif kesitli ipliklerle dokunan kumaşlar en yüksek geçirgenlik değerine sahiptir. Sadece çözgüsü veya sadece atkısı altıgen lif kesitli, diğer iplik gurubu dairesel lif kesitli olan ipliklerle dokunan kumaşlar ise %100 dairesel ile %100 altıgen kumaşların arasında geçirgenliğe sahiptirler.

Altıgen lif kesitli iplikler pürüzlü yapıları nedeniyle akışkanın geçişine daha fazla direnç gösterirler. Tüm kumaş numunelerinde açık şekilde görülen bu durum nedeniyle, geçen akışkanın hız denkleminde lif kesit yapısının etkisini gösterebilmek için denkleme çarpan olarak konulabilecek uygun pürüzlülük katsayıları hesaplanarak akışkanın debisi ile regresyon denklemini çıkarılmıştır. $F=275,413$ değeri akışkan hızı ile kumaş parametreleri ve pürüzlülük katsayısı arasındaki ilişkinin istatistik açıdan önemli olduğunu göstermektedir.

Regresyon denkleminde, pürüzlülük katsayısı denkleme çarpan olarak girmektedir. Dairesel kesitli ipliklerle

dokunan kumaşların pürüzlülük katsayısı değerleri 1 olarak alınmıştır. Diğer ipliklerle dokunan kumaşların pürüzlülük katsayıları; atkısı ve çözgüsü altıgen lif kesit yapıları ipliklerle dokunmuş kumaşlar için 0,701 ve atkı veya çözgüsünden herhangi biri altıgen kesitli kumaşlar için 0,819 olarak bulunmuştur. Bu duruma göre regresyon denklemi (18) de verilmiştir.

5. SONUÇLAR

Dokuma kumaşların daha düşük geçirgenlik değerine sahip olması için;

- Örgü raporundaki bağlantı sayısı en yüksek olan (örgü faktörü değeri düşük) örgüler seçilmelidir.
- Kullanılan iplikler kalın olmalıdır.
- Sıklık değerleri, dokuma şartlarının izin verdiği ölçüde yüksek seçilmelidir.
- Kullanılan ipliklerin lif kesit yapıları dairesel yerine pürüzlü yapıda seçilmelidir.
- Örgü faktörü değeri küçük olan örgü ve kalın ipliklerle dokunan kumaşların sıklık değerleri daha düşük olacağından, dokuma ve iplik maliyetleri daha düşük olacaktır.
- Altıgen lif kesitli ipliklerle dokunmuş kumaşlar, dairesel lif kesitli ipliklerle dokunmuş kumaşlara göre yaklaşık %30, ipliklerinden bir gurubu altıgen lif kesitli olan ipliklerle dokunmuş kumaşlar ise %18 civarında daha az su geçirmektedirler.

$$H=PK \times [0,431 \times OF - 4,857 \times 10^{-4} \times AN - 6,739 \times 10^{-2} \times AS + 1,888 \times 10^{-3} \times DS - 7,18 \times 10^{-2} \times CS + 2,424] \quad (18)$$

PK = pürüzlülük katsayısı, OF= Örgü Faktörü, AN = Atkı Numarası (Denye), AS= Atkı sıklığı, DS= 1cm² deki delik sayısı, CS = Çözgü sıklığı, H= Akışkan Hızı.

Tablo 6. Numunelerin özellikleri

Numune no	Çzg Sıklı (Çzg/cm)	Atkı Sıklığı (atki/cm)	Seviye Farkı (cm)	Atkı No (Denye)	Atkı Gerilimi (cN)	Çözümlü Gerilimi (cN)	Örgü Faktörü	Kumaş Türü *	Su Hızı (m/sn)	Numune no	Çzg Sıklı (Çzg/cm)	Atkı Sıklığı (atki/cm)	Seviye Farkı (cm)	Atkı No (Denye)	Atkı Gerilimi (cN)	Çözümlü Gerilimi (cN)	Örgü Faktörü	Kumaş Türü *	Su Hızı (m/sn)
1	33,8	41,4	21,7	75	24	10	0,5	2	0,020228	63	32,1	24,2	20,8	300	24	20	0,5	2	0,021298
2	34,1	40,9	21,2	75	24	10	0,5	1	0,027525	64	32,1	23,9	20,4	300	24	20	0,5	1	0,030298
3	34,2	42	20,45	75	24	10	0,5	4	0,014308	65	33,8	37,4	21,1	75	24	20	0,5	2	0,036821
5	32,6	34,4	20,4	150	24	10	0,5	3	0,020317	66	33,8	36,8	21	75	24	20	0,5	1	0,043522
6	32,8	33,4	20,1	150	24	10	0,5	2	0,027821	67	34	36,8	20,8	75	24	20	0,5	4	0,02627
7	32,05	24,6	20,52	300	24	10	0,5	1	0,018963	69	32,6	30,5	20,05	150	24	20	0,5	3	0,034041
8	32,05	23,8	20,22	300	24	10	0,5	2	0,030833	70	32,6	29,6	20,2	150	24	20	0,5	2	0,039565
9	33,76	37	21,5	75	24	10	0,5	1	0,038407	71	33,51	32,8	19,8	75	24	20	0,5	1	0,057209
10	33,9	36,5	20,4	75	24	10	0,5	2	0,041437	72	34	32	19,8	75	24	20	0,5	2	0,068883
11	33,85	37	20,8	75	24	10	0,5	1	0,026823	73	33,7	32,6	19,5	75	24	20	0,5	1	0,054732
13	32,5	30,4	19,9	150	24	10	0,5	4	0,039316	74	34	32,2	20,20	75,00	30	10	0,5	4	0,049118
14	32,6	29,8	20,1	150	24	10	0,5	3	0,051649	75	32,5	26,4	19,68	150	24	20	0,5	3	0,057031
15	32,2	20,9	20,32	300	24	10	0,5	2	0,048191	76	32,4	25,5	19,5	150	24	20	0,5	2	0,083569
16	32,14	20,2	19,7	300	24	10	0,5	1	0,063287	77	34,4	57,8	20,81	75	24	20	0,67	1	0,054714
17	33,5	31,6	20,8	75	24	10	0,5	2	0,061015	78	34,4	57	20,3	75	24	20	0,67	2	0,075785
18	33,8	31,6	19,5	75	24	10	0,5	1	0,067618	79	34,6	57,6	21,4	75	24	20	0,67	1	0,042435
19	33,8	32,4	19,3	75	24	10	0,5	2	0,053146	81	33,5	45	20,9	150	24	20	0,67	4	0,042337
21	32,5	26,2	19,7	150	24	10	0,5	1	0,057192	82	33,22	44,8	20,6	150	24	20	0,67	3	0,052683
22	32,5	25,5	19,5	150	24	10	0,5	4	0,084959	83	32,3	32	21,6	300	30	20	0,67	2	0,030109
23	34,5	58,4	20,9	75	24	10	0,67	3	0,055926	84	32,36	31,2	20,4	300	30	20	0,67	1	0,037231
24	34,3	58	20	75	24	10	0,67	2	0,074729	85	34	50	19,6	75	24	20	0,67	2	0,06768
25	34,6	57,2	21,7	75	24	10	0,67	1	0,045269	86	34,2	49,8	19,6	75	24	20	0,67	1	0,083408
27	33,5	45	20,8	150	24	10	0,67	2	0,041223	87	34,4	51,3	19,9	75	24	20	0,67	2	0,060008
28	33,2	44,2	20,4	150	24	10	0,67	1	0,054518	89	33,42	40,4	20,11	150	24	20	0,67	1	0,058885
29	32,5	31	21,7	300	30	10	0,67	4	0,038674	90	33,1	40	20,5	150	24	20	0,67	4	0,067742
30	32,35	30,1	20,5	300	30	10	0,67	3	0,04509	91	32,3	29,3	20,8	300	30	20	0,67	3	0,056087
31	34	50	20,1	75	24	10	0,67	2	0,064249	92	32,2	28,4	19,9	300	30	20	0,67	2	0,054073
32	34	49,6	19,1	75	24	10	0,67	1	0,081858	93	33,8	42,7	19,9	75	24	20	0,67	1	0,074657
33	34,3	51,2	20,2	75	24	10	0,67	2	0,058209	94	33,82	42,4	18,7	75	24	20	0,67	2	0,089464
35	33,4	40,4	19,8	150	24	10	0,67	1	0,061309	95	33,9	43	20,4	75	24	20	0,67	1	0,064018
36	33,05	38,8	20	150	24	10	0,67	2	0,072394	97	33,2	34,8	19,41	150	24	20	0,67	2	0,077179
37	32,2	28,4	21,7	300	30	10	0,67	1	0,056292	98	33	34,2	19,3	150	24	20	0,67	1	0,088737
38	32,2	27,8	20	300	30	10	0,67	4	0,0595	99	32,5	24,5	19,5	300	30	20	0,67	4	0,088024
39	33,9	42,8	20,43	75	24	10	0,67	3	0,069605	100	32,15	23,8	19,2	300	30	20	0,67	3	0,092408
40	33,9	42,8	18,6	75	24	10	0,67	2	0,087133	111	34	41,3	22,5	75	30	10	0,5	2	0,02308
41	33,98	43,1	19,8	75	24	10	0,67	1	0,065729	112	33,9	42	20,9	75	30	10	0,5	1	0,032134
43	33,22	34,8	19,9	150	24	10	0,67	2	0,080165	113	34,2	41,6	20,5	75	30	10	0,5	2	0,01506
44	33	33,6	19,5	150	24	10	0,67	1	0,084157	115	32,6	34,2	20,46	150	30	10	0,5	1	0,017548
45	32,4	24,5	19,2	300	30	10	0,67	2	0,096401	116	33	33,8	20,2	150	30	10	0,5	2	0,024345
46	32,1	24	19	300	30	10	0,67	1	0,085975	117	32,1	24,3	20,74	300	30	10	0,5	1	0,020424
57	33,8	41,6	22	75	24	20	0,5	4	0,014721	118	32	23,2	21,03	300	30	10	0,5	4	0,038193
58	34	41,4	20,6	75	24	20	0,5	3	0,025557	119	33,94	36,1	21,4	75	30	10	0,5	3	0,04108
59	34,1	41,8	20,6	75	24	20	0,5	2	0,015915	120	34	36,1	20,7	75	30	10	0,5	2	0,043843
61	32,8	34,5	20,5	150	24	20	0,5	1	0,015684	121	34	37,5	20,1	75	30	10	0,5	1	0,023508
62	32,6	34,1	20	150	24	20	0,5	2	0,020121	123	32,5	30,3	20,02	150	30	10	0,5	2	0,037879

Tablo 6. Numunelerin özellikleri

Numune no	Çzg Sıklı (Çzg/cm)	Atkı Sıklığı (atki/cm)	Seviye Farkı (cm)	Atkı No (Denye)	Atkı Gerilimi (cN)	Çözgü Gerilimi (cN)	Örgü Faktörü	Kumaş Türü *	Su Hızı (m/sn)	Numune no	Çzg Sıklı (Çzg/cm)	Atkı Sıklığı (atki/cm)	Seviye Farkı (cm)	Atkı No (Denye)	Atkı Gerilimi (cN)	Çözgü Gerilimi (cN)	Örgü Faktörü	Kumaş Türü *	Su Hızı (m/sn)
124	32,9	29,7	20,1	150	30	10	0,5	1	0,051506	185	33,9	32,2	19,55	75	30	20	0,5	4	0,052487
125	32,1	21,2	20,12	300	30	10	0,5	2	0,043356	187	32,5	26,7	19,67	150	30	20	0,5	3	0,053199
126	32,1	20,5	20,49	300	30	10	0,5	1	0,065123	188	32,3	25,3	19,1	150	30	20	0,5	2	0,091
127	33,6	32,4	20,4	75	30	10	0,5	2	0,063875	189	34,127	58,4	20,58	75	30	20	0,67	1	0,055695
128	33,5	31,8	19,8	75	30	10	0,5	1	0,072002	190	34,2	58,3	20,5	75	30	20	0,67	2	0,072314
129	33,6	32,2	19,4	75	30	10	0,5	4	0,055222	191	34,6	57,8	21,6	75	30	20	0,67	1	0,04714
131	32,3	26,4	19,6	150	30	10	0,5	3	0,062717	193	33,52	44,9	21,1	150	30	20	0,67	4	0,044217
132	32,5	25,2	19,30	150	30	10	0,5	2	0,093317	194	33,2	44,8	20,8	150	30	20	0,67	3	0,055365
133	32,3	17,6	19,47	300	30	10	0,5	1	0,08528	195	32,3	32,8	20,69	300	30	20	0,67	2	0,0367
134	32,2	17	19,20	300	30	10	0,5	2	0,110284	196	32,3	31,4	20,3	300	30	20	0,67	1	0,038945
135	34,278	58	20,9	75	30	10	0,67	1	0,055436	197	34,205	50,8	20	75	30	20	0,67	2	0,068544
136	33,83	57,2	20,2	75	30	10	0,67	2	0,075834	198	34,3	50,4	18,6	75	30	20	0,67	1	0,084424
137	34,65	57,8	21,2	75	30	10	0,67	1	0,049368	199	34,3	51,1	20,7	75	30	20	0,67	2	0,053627
139	33,49	45,2	20,66	150	30	10	0,67	4	0,039637	201	33,45	40,4	20,75	150	30	20	0,67	1	0,061362
140	33,2	44,3	20,6	150	30	10	0,67	3	0,051898	202	33,1	39,3	20,4	150	30	20	0,67	4	0,069774
141	32,4	31,2	20,6	300	30	10	0,67	2	0,036046	203	32,3	27,8	20	300	30	20	0,67	3	0,048165
142	32,3	30,8	20,2	300	30	10	0,67	1	0,039075	204	32,2	27,2	20,2	300	30	20	0,67	2	0,050767
143	34,386	50,5	20,29	75	30	10	0,67	2	0,06858	205	33,9	43,1	20	75	30	20	0,67	1	0,070487
144	34,1	50	19,3	75	30	10	0,67	1	0,08324	206	33,86	42,6	18,1	75	30	20	0,67	2	0,087971
145	34,4	51,6	20,6	75	30	10	0,67	2	0,052237	207	33,8	43,8	19,7	75	30	20	0,67	1	0,064499
147	33,4	40,6	20,69	150	30	10	0,67	1	0,057495	209	33,25	35,1	19,8	150	30	20	0,67	2	0,075816
148	33,06	38,8	20	150	30	10	0,67	4	0,06989	210	33	34	19,7	150	30	20	0,67	1	0,089111
149	32,1	28,8	20,5	300	30	10	0,67	3	0,057833	211	32,3	24,3	19	300	30	20	0,67	4	0,087935
150	32,25	28	19,3	300	30	10	0,67	2	0,065434	212	32,2	23,3	19	300	30	20	0,67	3	0,090626
151	33,8	43,2	19,2	75	30	10	0,67	1	0,073294	* Kumaş Türü: 1: Çözgü: 75 denye Dairesel lif kesitli Atkı: Dairesel Lif Kesitli 2: Çözgü: 75 denye Altıgen lif kesitli Atkı: Dairesel Lif Kesitli 3: Çözgü: 75 denye Dairesel lif kesitli Atkı: Altıgen Lif Kesitli 4: Çözgü: 75 denye Altıgen lif kesitli Atkı: Altıgen Lif Kesitli Örgü Faktörü 0,5= Bezayağı , 0,67: Dimi									
152	33,8	42,5	18,2	75	30	10	0,67	2	0,091205										
153	34,14	44,1	20	75	30	10	0,67	1	0,063055										
155	33,2	34,6	19,3	150	30	10	0,67	2	0,083176										
156	33	34	19,2	150	30	10	0,67	1	0,09526										
157	32,3	24	18,9	300	30	10	0,67	4	0,10279										
158	32,1	23,8	18,9	300	30	10	0,67	3	0,100007										
169	34	41,6	22,4	75	30	20	0,5	2	0,026217										
170	33,9	41,4	20,5	75	30	20	0,5	1	0,029621										
171	34,4	41,4	20,7	75	30	20	0,5	2	0,012885										
173	32,9	35,2	20,5	150	30	20	0,5	1	0,013723										
174	32,8	34	19,9	150	30	20	0,5	2	0,018268										
175	32,1	24,8	21,34	300	30	20	0,5	1	0,017911										
176	32	23,6	21,21	300	30	20	0,5	4	0,028943										
177	33,97	36,5	20,8	75	30	20	0,5	3	0,03887										
178	34	36,2	20,6	75	30	20	0,5	2	0,043164										
179	33,8	36,3	20,5	75	30	20	0,5	1	0,029959										
181	32,5	30,6	20	150	30	20	0,5	2	0,031158										
182	32,6	30,1	20,2	150	30	20	0,5	1	0,045135										
183	33,6	32,6	20,1	75	30	20	0,5	2	0,059366										

SİMGELER

Simge	Açıklama	Birim	Simge	Açıklama	Birim
g	Yerçekimi ivmesi	m/s^2	S_1	Çözgü Sıklığı	Çözgü/cm
V_f	İplikteki filamentlerin toplam hacmi	m^3	S_2	Atkı Sıklığı	Atkı/cm
V_y	İpliğin hacmi	m^3	C_1	Çözgü kıvrımı (Büzülmesi)	%
L_1	Çözgü Yerleşimi	m	C_2	Atkı kıvrımı (Büzülmesi)	%
L_2	Atkı Yerleşimi	m	ϵ	Porozite	%
N	İplik Numarası	Denye	V_B	Gözenekli materyalde boşlukların hacmi	m^3
D_y	İplik çapı	m	V_K	Gözenekli materyalde katı fazın hacmi	m^3
D	Efektif delik çapı	m	W	Delişin en küçük durumda ıslanmış uzunluğu (Islak çevre)	m
μ	Akışkanın dinamik viskozitesi	Pa.s	N_A	1 metre kumaştaki atkı ipliği sayısı	100xS ₂
ρ	Akışkanın yoğunluğu	Kg/m^3	A_d	Delişin en küçük durumdaki akış alanı	m^2
σ	İplik Yoğunluğu	Gr/cm^3	D_B	Boru çapı	m
α	1 m ² kumaştaki toplam akış alanı	m^2	L_B	Boru uzunluğu	m
ν	Akışkanın kinematik viskozitesi	m^2/s	P_1, P_2	Basınç	mSS
B	Darcy Sabiti (Kumaşın geçirgenliği)	m^2	K_T	Toplam Kayıp	mSS
G	Kumaşın birim alanının ağırlığı	Gr/m^2	K_B	Boru Kayıpları	mSS
T	Kumaşın kalınlığı	m	K_K	Kumaş kayıpları	mSS
V	Akışkanın Hızı	m/s	Q	Akışkanın Debisi	m^3/s
			ΔP	Kumaşın iki yüzündeki basınç düşmesi	cmSS

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Giles, V.R., 1980, Akışkanlar Mekaniği ve Hidrolik, Güven Kitabevi.
2. Massey, B., ,1980, Mechanics of Fluids 4.th Edition ,The English Language Book Society.
3. Lee, H.S., Carr, W.W., Beckham, H.W., 2000, "Factors Influencing Air Flow Through Unbacked Tufted Carpets", *Textile Research Journal*, Vol.70, 876-855.
4. Sluys, V.D.L. and Dierickx, W., 1987, "the applicability of Darcy's Law in determining the water permeability of geotextiles", *Geotextiles and Geomembranes*, (5):283-299.
5. Mathew,W.D., 1999, Newtonian fluid flow through fabrics, National Textile Center Report.
6. Greenhalgh, E.S. and Mathew, W.D., 1998, "Modeling blood flow through vascular grafts", National Textile Center Report.
7. Amico, S. and Lekaoku, C., 2000, "Mathematical modeling of capillary microflow through woven fabrics", *Composites Part*, 31(12):1331-1344.
8. Hearle,J.W.S, Grosberg,P.,Backer,S.,, 1969, "Textile Structures", *Structural Mechanics of Fibers, Yarns and Fabrics*,Wiley interscience,London,33-37
9. Gooijer, H., Vermoeskerken, M.M.C.G. and Vassink, G.J., 2003, "Flow resistance of textile materials Part-I, Monofilament Fabrics", *Textile Research Journal*, 73(5):437-443.
10. Gooijer, H., Vermoeskerken, M.M.C.G. and Vassink, G.J., 2003, "Flow resistance of textile materials Part-II, Multifilament Fabrics", *Textile Research Journal*, 73(6):480-484.
11. Oğulata, T. , Koç, E. , 1999, "Dokunmuş tekstil ürünlerinde hava geçirgenliğinin tespiti.", *Tekstil & Teknik*, Ağustos, s:175.
12. Olsauskine, A. and Lasius, R.M., 2003, "Dependence of air permeability on fabric porosity and integrated fabric firmness factors", *Materials Science*, 1(9).
13. T.M.M.O.B., 1999, IV. Ulusal tesisat mühendisliği kongresi ve sergisi bildiriler kitabı Cilt-2, Teskon.
14. Başer, G., Kumaş tasarımı ve analizi, Milli Eğitim Basımevi,1983
15. Lu,W.M., Tung, K.L., 1996, "Fluid flow through basic weaves of monofilament filter cloth", *Textile Research Journal*, 66(5):311-320.

Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmanın bilimselliği ve sunumu olarak "**Hakem Onaylı Araştırma**" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.