T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

PROJE BAŞLIĞI
Su İticilik Bitim İşleminin Farklı Yapıdaki Tekstil Malzemelerine Uygulanması İle Sağlanan Su Geçirmezlik Özelliklerinin Araştırılması

Proje No:
FBA-10-3015

Proje Türü
Normal Araştırma Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Yard. Doç. Dr. İlhan ÖZEN
Tekstil Mühendisliği Bölümü

Yard. Doç. Dr. Oğuz DEMİRYÜREK
Tekstil Mühendisliği Bölümü

Ocak 2012

KAYSERİ

TEŞEKKÜR

Proje ekibi olarak öncelikle bu çalışmanın gerçekleşmesini sağlayan Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeler Birimi'ne müteşekkiriz. Ayrıca kumaşları dokuyan Madosa Tekstil Ltd. Şti.'ne, önterbiye işlemlerini gerçekleştiren Hasözgen Tekstil San. ve Tic. A.Ş.'ye, kimyasal temininde destek olan Söktaş A.Ş.'den Metin Ayyıldız'a, Clariant Türkiye'den Güçlü Kandemir'e, Yünsa A.Ş.'den Muhammet Eken'e, film temininde yardımcı olan Pelsan Tekstil Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. ve ATEG Mühendislik Ltd. Şti.'ne teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEŞEKKÜR	3
ÖZET	6
ABSTRACT	7
1. GİRİŞ / AMAÇ VE KAPSAM	8
2. GENEL BİLGİLER	10
2.1. Su İticiliğin Tanımı	10
2.2. Kritik Yüzey Gerilimi	10
2.3. Su İticilik Bitim İşlemleri	12
2.3.1. Su İticilik Kimyasallarının Sınıflandırılması	12
2.3.2. Florkarbonlar	13
2.4. Nanoteknoloji ile Sağlanan Su iticilik Özelliği	14
2.5. Su Geçirmezlik Bitim İşlemi	15
2.5.1. Su Geçirmez Nefes Alabilen Kumaşlar	16
3. GEREÇ VE YÖNTEM	17
3.1. Malzeme	17
3.2. Yöntem ve Testler	18
3.2.1. Ön Terbiye İşlemi	18
3.2.2. Su İticilik Bitim İşlemi	19
3.2.3. Laminasyon İşlemi	21
3.2.4. Su İticilik Testi	22
3.2.5. Su Geçirgenlik Testi	23
3.2.6. Optik Mikroskop İncelemeleri	24
3.2.7. Nem Geçirgenlik Testi	24
4. BULGULAR	25
4.1. Su İticilik Bulguları	25
4.2. Su Geçirgenlik Bulguları	29
4.2.1. Film İçermeyen Yapılar	29
4.2.2. Film İçeren Yapılar	31
4.3. Optik Mikroskop Bulguları	32
4.4. Nem Geçirgenlik Bulguları	45
4.4.1. Film İçermeyen Yapılar	45

4.4.2. Film İçeren Yapılar 45
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 46
5.1. Su İticilik Sonuçları 46
5.2. Su Geçirgenlik Sonuçları 46
5.3. Optik Mikroskop Sonuçları 49
5.4. Nem Geçirgenlik Sonuçları 49
6. KAYNAKLAR 51
7. EKLER 52

Su İticilik Bitim İşleminin Farklı Yapıdaki Tekstil Malzemelerine Uygulanması İle Sağlanan Su Geçirmezlik Özelliklerinin Araştırılması

ÖZET: Bu çalışmada basit doku tipleri olan (bezayağı, dimi) pamuklu kumaşlar farklı sıklıkta üretilerek konvansiyonel ve nanoteknoloji esaslı su iticilik bitim kimyasalları ile işlem görmüştür. Bu şekilde işlem gören kumaşlar hem tek başlarına hem de mikrogözenekli nefes alabilen filmler ile katmanlı hale getirilerek su iticilik ve su geçirmezlik özellikleri incelenmiştir. Kullanılan tüm su itici kimyasallar birbirine benzer su iticilik özelliği göstermiştir. Sonuçlar dokuma konstrüksiyonu açısından değerlendirildiğinde, bezayağı (B 1/1) örgülü kumaşların istisnasız tüm su itici kimyasallarda en yüksek su itici ve su geçirmez özellik gösterdiği ve örgü tipinden bağımsız olarak tüm kumaşlarda kat sayısı arttıkça su geçirmez özelliğin iyileştiği tespit edilmiştir. Su geçirmez ve nefes alabilen yapılar sadece su iticilik bitim işlemi görmüş kumaş ve mikrogözenekli film içeren katmanlı yapılarda elde edilebilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su geçirmez, Nefes alabilen kumaş, Su buharı geçirgenliği, Su iticilik bitim işlemi, Su direnci.

Investigation of Waterproof Properties of Textile Materials Having Different Structures By Applying Water Repellent Finishing

ABSTRACT: In this study, simple fabric weave types (plain, twill) have been produced and treated with conventional and nanotechnology-based water repellent chemicals. Multilayer structures (alone and together with microporous breathable films) have been generated by using these treated fabrics and their water repellency and water proofness properties have been investigated. All chemicals used showed similar water repellent properties. Plain (B 1/1) woven fabrics provided the highest water repellent resistency for all chemicals when considered the results in terms of weave type. Independent upon the fiber type and weave type, waterproof properties of the fabrics were improved when used multilayer structured fabrics. Waterproof and breathable structures have only been achieved with multilayer structures consisting of water repellent finished fabrics and microporous breathable films.

Keywords: Waterproof, Breathable fabric, Water vapor permeability, Water-repellent finishing, Water resistancy.

1. GİRİŞ / AMAÇ VE KAPSAM

Tekstil ürünlerinde en çok uygulanan bitim işlemlerinden biri su iticiliktir. Bu işlem özellikle giyim endüstrisinde sıkça kullanılmaktadır. Tekstil ürününün kapladığı yüzeyi ya da vücudu sudan koruması için değişik bitim maddeleriyle işleme sokarak yapılan uygulamalara su iticilik bitim işlemi denilmektedir. Su itici kumaşlar, kumaş yüzeyinin kimyasal maddelerle reaksiyona girerek su itici karakter kazandırılması esasına dayandığı için su geçirmez kumaşlar gibi suyun geçişini tamamen engelleyemezler. Su geçirmez kumaşlarda ise yüzeyin tamamı katı polimerik maddelerle kaplanarak su geçişi engellenmektedir. Kumaş yüzeyinin gözenekleri tamamen veya kısmen kapanarak su geçirgenlik özellikleri iyileştirilmekte, buna karşın hava ve nem geçirgenlik özellikleri de kötüleşmektedir. Su itici kumaşlarda ise kumaşın gözenek yapısı kapanmamakta, hava ve nem transferi rahatlıkla sağlanmaktadır. Su geçirmez ancak nefes alabilen kumaşlar üretmek için çeşitli yöntemler (sıkı dokunmuş özel tip kumaşlar, mikrogözenekli membran ve kaplamalar, hidrofilik membran ve kaplamalar, mikrogözenekli ve hidrofilik membran kombinasyonları, nefes alabilen akıllı kumaşlar, biomimetik esaslı kumaşlar) geliştirilmiştir.

Su iticilik bitim işlemleriyle ilgili olarak günümüzde nanoteknolojinin ilerlemesiyle beraber süperhidrofobik yüzeylerin oluşturulması önem kazanmıştır. Ancak bu çalışmalar laboratuar aşamasındadır. Süperhidrofobik yüzey eldesinde ya silika nanoparçacıklar ve çapraz bağ yapıcı kimyasalların bir arada kullanıldığı sistemler ya da doğada bulunan lotus bitkisinin yapısal özelliğinden yola çıkılarak yüzeyde nano pürüzlülük oluşturulan sistemler söz konusudur.

Bu çalışmada farklı sıklık ve dokuma yapısındaki pamuklu tekstil yüzeylerine florlu kimyasalların yanı sıra ticari olarak uygulanan nano ürünler aplike edilerek ve bu şekilde işlem görmüş yüzeylerin teknik tekstil uygulamalarındaki taleplere cevap vermesi incelenmiştir. Burada ayrıca dokuma konstrüksiyonunun (dokuma tipinin, dokuma sıklığının ve yapının katlı olup olmadığının) su iticilik/su geçirmezlik üzerindeki etkisi kapsamlı bir şekilde incelenmiştir.

Su geçirmez özellikteki teknik tekstil üretiminde özel tip dokumalar veya katmanlı yapılar kullanılmaktadır. Yüksek kaliteli ve uzun elyaflı Mısır pamuğunun kullanıldığı özel tip (daha

çok Oxford tipi) dokumalar ve çoğunlukla firmaların patentli ürünleri olan membran içeren katmanlı yapılar su geçirmez kumaşların maliyetinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada ise basit tekstil dokuma tiplerinin katmanlı hale getirilerek düşük maliyetle su geçirmez özellikte kumaşlar oluşturulması amaçlanmıştır.

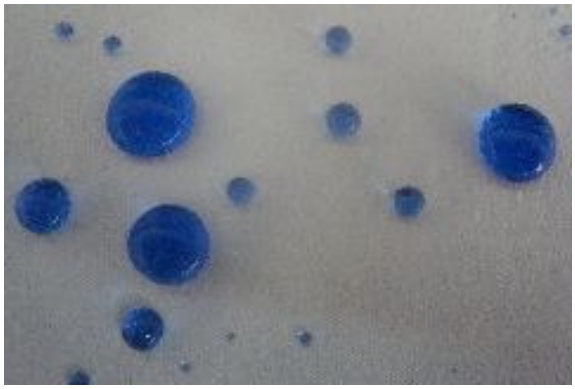
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Su İticiliğin Tanımı

Su iticilik bitim işlemleri, kumaş yüzeyinde su damlacıklarının kalmasını yani kumaşın ıslanmasını ve su damlalarının geçmesini engelleyen ve aynı zamanda da su buharının geçmesini sağlayan değişik bitim maddeleriyle yapılan uygulamalara denmektedir. Su direnci 2 şekilde sağlanmaktadır [1,2].

1. Kaplama yöntemi ile kumaş yüzeyi tamamen kaplanmakta ve su iticilik sağlanmaktır. Bu yöntemde su iticilik üst seviyededir fakat kumaş aynı zamanda hava geçirmez de olmakta ve bu durum deri solunumuna izin vermemektedir.

2. Su itici yüzey, çeşitli kimyasallarla kumaşı oluşturan ipliklerin liflerinin çok ince, hidrofob bir zar ile kaplanarak elde edilmektedir. Bu zar liflere çekim kuvvetleri veya kovalent bağlarla bağlanmaktadır. Bu yöntem, kumaşın görünümünde herhangi bir değişikliğe sebep olmamakla birlikte kumaşın gözenekleri kapanmadığından su buharı geçişi sağlanmakta fakat sağlanan su iticilik sınırlı seviyede kalmaktadır [2]. Şekil 2.1'de su itici kimyasallarla işlem görmüş bir kumaşın yüzeyindeki su damlacıkları görülmektedir.



Şekil 2.1 Su İtici Kumaş

2.2. Kritik Yüzey Gerilimi

Zismann ve arkadaşları düşük yüzey enerjisine sahip sıvıların yüzeydeki temas açılarını ölçerek sıvının yüzey gerilimine karşı gelen cosθ değerlerinin grafiklerini çizmişler ve elde ettikleri yüzey gerilimine kritik yüzey gerilimi demişlerdir (γ_c). Elde ettikleri sonuçlara göre sadece kritik yüzey geriliminden düşük yüzey gerilimine sahip sıvıların yüzeye yayılabileceğini öne sürmüşlerdir [3]. Kritik yüzey geriliminden daha büyük yüzey gerilimine

sahip sıvılar katı yüzeyde yarım daire şeklinde bir form alırlar ve ölçülebilir bir değme açısı oluştururlar. Bu yöntem pratikte elde edildiği için ve teori olarak kabul edilmediği için eleştirilse bile su iticilik çalışmalarında oldukça yol göstericidir.

Suyun yüzey gerilimi 20ºC'ta 72.8 dyn/cm veya 72.8 erg/cm^2 olduğundan suyun yüzeyini 20ºC'ta 1 cm^2 genişletebilmek için 72.8 erglik bir enerjiye veya 1 cm boyunca sıvı yüzeyinde yer alan moleküller arası ilişkileri kesebilmek için 72.8 dyn'lik bir kuvvete ihtiyaç var demektir. Suyun kritik yüzey geriliminden daha küçük kritik yüzey gerilimine sahip malzemeler su itici özellik göstermektedir. Bazı sıvıların yüzey gerilimleri Tablo 2.1'de, farklı yüzeylerin yüzey gerilimleri ise Tablo 2.2'de gösterilmiştir [4].

Tablo 2.1 Bazı Sıvıların Yüzey Gerilimleri

Sıvılar	**Yüzey Gerilimi (dyne/cm) (20ºC)**
Su	72-75
Zeytin Yağı	32
Parafin Yağı	31
Petrol	26
n-oktan	22
Deterjanlı Su	25-35

Tablo 2.2 Farklı Yüzeylerin Yüzey Gerilimleri

Yüzey İçerikleri	**Yüzey Gerilimi (dyne/cm) (20ºC)**
$-CF_3$	6
$-CF_2H$	15
$-CF_2$	18
$-CH_3$	23
Silikon	24
PVC	39
Polyester	43
Pamuk	44
Yün	45
Poliamid	46

2.3. Su İticilik Bitim İşlemleri

Tekstil ürününün kapladığı yüzeyi ya da vücudu, sudan koruması için değişik bitim maddeleriyle isleme sokarak yapılan uygulamalara su iticilik bitim işlemi denilmektedir [5]. Su iticilik hassas bir işlemdir. Etkili bir su iticilik sağlamak için birtakım hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bunlar;

1. Kumaşın temiz olması,
2. Kumaşın iyi bir emme yeteneğine sahip olması,
3. Daha önceki işlemlerden kumaşın üzerinde hidrofil maddeler kalmamış olması,
4. Yüzey aktif maddelerin kalmamış olması,
5. Kumaşta baz artıkları bulunmaması ve hidrofobluk işleminden önce, durulama yapılıp flotteye asetik asit konulması,
6. Sülfat, oksalat ve fosfat anyonu bulunmaması,
7. Fularda sıkma basınçlarının çok iyi ve eşit ayarlanmasıdır [6].

2.3.1. Su İticilik Kimyasallarının Sınıflandırılması

Su iticilik maddeleri tekstil materyali içerisine suyun girmesini engelleyen, damlacıklar halinde yüzeyde kalmasını sağlayan kimyasallardır. Su itici özellik kazandırmak için pek çok farklı kimyasal kullanılmakta olup çeşitli düzeylerde su iticilik özelliği elde edilmektedir. Su ve kir itici kimyasallar elyaftaki yüzey gerilimini düşürme prensibine dayandığı için beraber değerlendirilirler yani su itici olarak kullanılan kimyasal beraberinde kir itici özellik kazandırır ve tekstil malzemelerinin kolay temizlenmesini sağlar [7]. Su itici kimyasalların çeşidi ve flotte konsantrasyonları su iticilik ve dayanıklılık özelliğini etkilemektedir. Konsantrasyon artışı ile beraber su iticilik ve dayanıklılık yükselmektedir [8].

Su iticilik terbiye maddeleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

1. Reçine oluşturan su iticilik maddeleri
2. Yağ asidi ve krom klorür kompleks bileşiği
3. Zirkonyum parafin emülsiyonları
4. Silikonlu su iticilik maddeleri

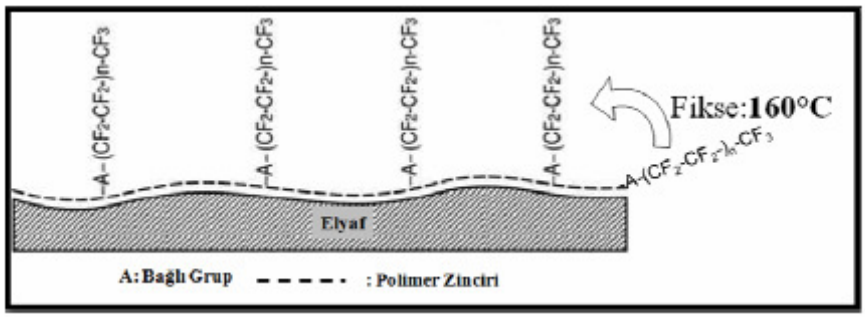
2.3.2. Florkarbonlar

Floralkil polimerler 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanmış ve daha sonrasında mükemmel yüzey özelliklerinden dolayı tekstilde su, yağ ve kir itici apre olarak kullanılan standart bir ürün grubu haline gelmiştir [6].

Florkarbon su iticilik kimyasalları, düşük yüzey enerjisine sahip ve kumaşa silikonlu su iticilik maddelerinden daha iyi su ve yağ itici özellik kazandırırlar. Hidrokarbon ve silikonl esaslı kimyasallar sadece su iticilikte tercih edilirler. Florkarbon kısımlarının düzgün dağılımı, paketlenmesi, uygun oryantasyonu, yapısı ve uzunluğu, liflere uygulanan florkarbon kimyasalının miktarı, kumaşın kompozisyonu ve geometrisi florkarbon bitim işleminin etkisini belirleyen önemli parametrelerdir.

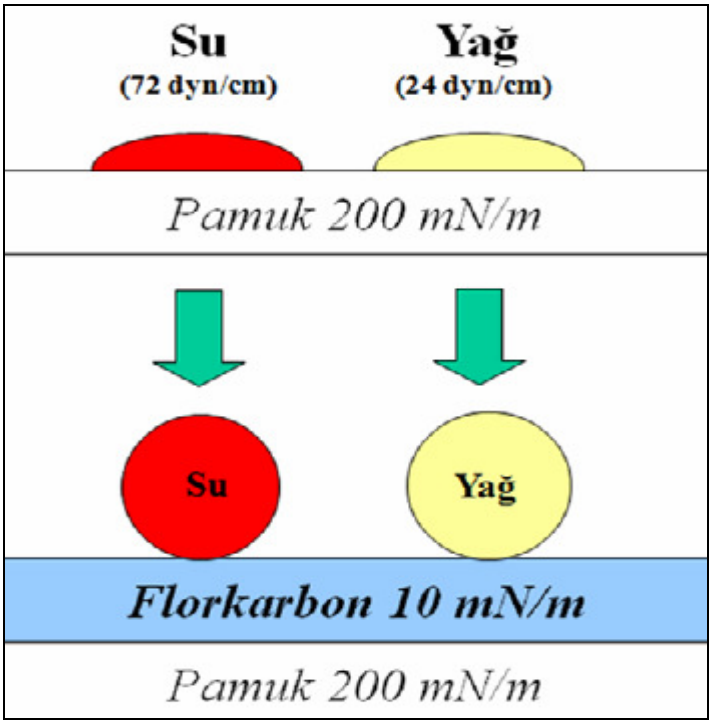
Florlu su iticilik kimyasallarının önemli kullanım avantajı; yıkama işlemlerinde üstün kalıcılığın sağlanması ve silikon gibi maddelerin sadece su iticilik özelliklerinin olmasının yanında florlu bileşiklerin yağ iticiliklerinin de olmasıdır [9]. Ayrıca florkarbonlar temizleme kolaylığı, kolay kuruma, yağmur ve kara karşı koruma sağlaması da diğer avantajlarıdır.

Florkarbon bileşikleriyle yapılan bitim işlemini kısaca özetlemek gerekirse; tekstil mamulüne terbiye işlemi gördükten sonra, genel olarak fulard yöntemiyle florkarbon dispersiyonları ile bitim işlem yapılmaktadır. Aplikasyon sonrası su ve nemin uzaklaştırılması için malzeme kurutulmakta ve ardından 1 – 3 dakika 150°C – 170°C derece sıcaklıktaki kondenzasyon (fikse) işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu fikse işlemi esnasında sıcaklığın etkisiyle elyaf üzerine yerleşmiş poliakrilatların perflorlanmış yan zincirleri üst yüzeyden uzaklaşarak havaya doğru yönlenmekte ve CF_3 uç grupları, enerjisi düşük, itici bir üst yüzey oluşturmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Florkarbon atomlarının sıcaklık ile yön değiştirmeleri.

Florkarbon bitim işlemlerinin amacı; tekstil üst yüzeyinin floropolimerler ile kaplanması sayesinde enerjisi düşük, güç ıslanabilen $-CF_3$ yüzeyine dönüştürmektir [2]. Şekil 2.3'te florkarbon ile işlem görmüş ve görmemiş pamuk elyafının, su ve yağ molekülleri karşısındaki davranışı gösterilmektedir. Florkarbon ile işlem görmemiş (ön terbiyesi yapılmış) pamuk elyafının yüzey gerilimi su ve yağın yüzey geriliminden büyük olduğu için ıslanma gerçekleşmektedir. Ancak florkarbon ile işlem görmüş pamuk elyafının yüzey gerilimi, su ve yağ moleküllerinin yüzey geriliminden küçük olduğu için ıslanma gerçekleşmemektedir [4].



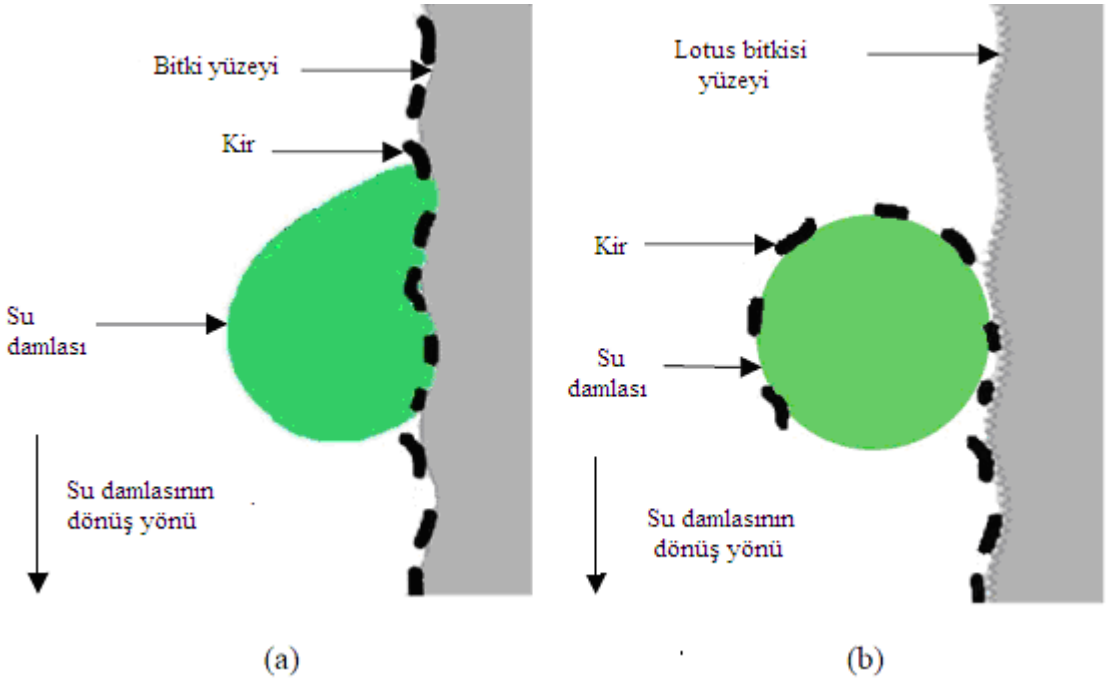
Şekil 2.3 Florkarbon ile İşlem Görmüş ve Görmemiş Pamuk Elyafının Davranışı

2.4. Nanoteknoloji ile Sağlanan Su iticilik Özelliği

Su iticilikle ilgili nanoteknoloji uygulamaları aşağıdaki gibidir:

Nano-tex firması kumaşların su itici özelliklerini nano-whiskers'ı geliştirerek tipik pamuk lif boyutunun 1/1000 oranında hidrokarbonlarla, pamuk lifinin mukavemetini düşürmeden kumaşta şeftali tüyü efekti yaratmıştır. Su damlaları kumaş yüzeyinde böylelikle daha rahat kalabilmekte ve kumaşın içerisine nüfuz etmemektedir ve aynı zamanda kumaşın nefes almasında da bir değişiklik olmamaktadır.

Nano-tex'in yanı sıra İsviçre merkezli tekstil şirketi Schoeller, su itici kumaş yapmak için NanoSphere'i geliştirmiştir. NanoSphere üç boyutlu yapısıyla kumaş yüzeyinde jel oluşturarak su damlalarını dışarıda tutmakta ve kendilerine bağlanan kirlerle beraber kendi kendini temizlemektedir. Şekil 2.4'te Nano-Sphere'in mekanizması gösterilmiştir. Nano-Sphere, Nilüfer çiçeği (Lotus) bitkisinden ilham alınarak üretilmiştir. Lotus bitkisi ağır yağmur altında bile yüzeyleri kuru kalan bir bitkidir [10]. Burada pamuklu kumaşlar çok ince nanoparçacık içeren filmlerle kaplanarak kumaşın hidrofobik özellikleri iyileştirilmiştir. Süperhidrofobluk kumaşların yumuşaklığında ve aşınma direncinde bir değişiklilik olmaksızın sadece nanoboyuttaki yüzey düzgünsüzlüğüyle sağlanmıştır [10].



Şekil 2.4. NanoSphere Teknolojisi Uygulanmış Tekstilde NanoSphere Mekanizması; (a) Bitkiden Aşağı Düşen Su Damlası, (b) Lotus Bitkinden Aşağıya Düşen Su Damlası

2.5. Su Geçirmezlik Bitim İşlemi

Su geçirmezlik bitim işlemi, kumaşın yüzeyinin su geçirmez bir tabakayla kaplanması esasına dayanmaktadır. Kumaşın yüzeyinin ve gözeneklerinin tamamen örtülmesiyle, uzun ve şiddetli yağmurlar da bile kumaşın arka tarafına su geçmemektedir [1]. Suyu geçirmeme avantajına karşın deri solunumuna izin vermemesi ve kumaşın yüzeyinin görünmemesi işlemin dezavantajıdır [11].

Teknik tekstillerde en önemli özelliklerden biri ise su geçirmezlik özelliğidir. Su iticilikte kumaş ıslanmaya karşı direnç göstermekte ve su damlaları kumaş yüzeyinden akmaktadır. Su itici kumaşların bir başka özelliği; ürünlerin hava ve nem geçirgenliğinin olmasıdır. Su geçirmez kumaşlar ise su itici kumaşlara göre daha yüksek hidrostatik basınca dayanıklıdır ve bu kumaşların gözenek sayısı daha az olduğu için hava ve nem geçirgenlikleri daha düşüktür. Kumaşın su geçirgenlik özelliği iyileştikçe hava ve nem geçirgenlik özellikleri kötüleşmektedir. Dolayısıyla bu iki özelliğe sahip malzemeler üretmek üreticiler için temel amaç haline gelmiş ve müşterilerde hem su geçirmez hem de nefes alabilen kumaşlara yönelmişlerdir. Bu tip kumaşlarda zor hava şartları ve özel kullanımlar için çeşitli yöntemlerle geliştirilmişlerdir [8, 11].

2.5.1. Su Geçirmez Nefes Alabilen Kumaşlar

Su geçirmez nefes alabilen kumaşlar aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir [11].

- Sıkı dokunmuş kumaşlar: Bu kumaşlar pamuk veya sentetik mikrofilament içeren sıkı dokunmuş kumaşlardır. En çok bilinen nefes alabilen su geçirmez kumaşlardan biri uzun elyaflı pamuktan dokunmuş olan Ventile ticari ürünüdür. Burada genelde Oxford tipi dokuma kullanılmaktadır.

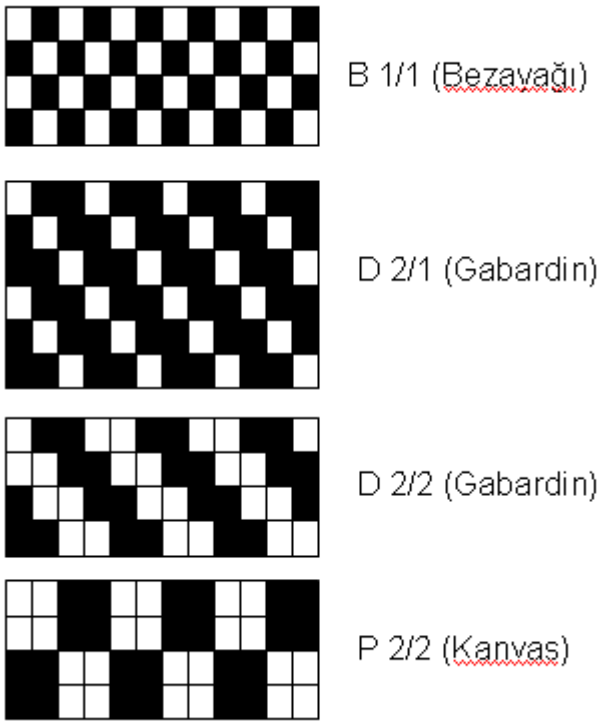
- Laminasyonlu kumaşlar: Bu ürünler polimerik malzemelerden üretilen ince membran filmlerin tekstil içerisine yerleştirilmesiyle elde edilmektedir ve iki tipi mevcuttur:
1) Mikro gözenekli membranlar,
2) Hidrofil membranlar.

- Kaplanmış kumaşlar: Kumaş bir yüzüne poliüretanın kaplanmasıyla elde edilen bu ürünler iki çeşittir:
1) Mikro gözenekli membranlar,
2) Hidrofil membranlar.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Malzeme

Projede kullanılmak üzere Ne 20/1 Penye pamuk ipliği çözgüde ve Ne 20/1 Karde pamuk ipliği atkıda kullanılarak atkı sıklığı 18 ve 22 olarak B 1/1 (bezayağı), D 2/1 (gabardin), D 2/2 (şayak) ve P 2/2 (kanvas) örgüde 8 adet 5 m boyunda toplam 40 m kumaş Madosa Tekstil Ltd. Şti.'de dokutulmuştur. Kumaşların örgü raporları ve teknik özellikleri Şekil 3.1 ve Tablo 3.1'de gösterilmiştir. Kumaşlardan kontrol amacıyla top boyu 20 cm eninde kesilerek ham numuneler alınmıştır. Kumaşların önterbiyesi Hasözgen Boya ve Baskı fabrikasında yaptırılmıştır.



Şekil 3.1. Dokunan kumaşların desen raporları.

Tablo 3.1. Dokunan kumaşların teknik özellikleri.

Kumaş No.	Çözgü İpliği	Çözgü Sıklığı	Atkı İpliği	Atkı Sıklığı	Gramaj (gr/m^2)	Desen
1	20/1 Penye Pamuk	49	20/1 Karde Pamuk	18	218	B 1/1
2	20/1 Penye Pamuk	49	20/1 Karde Pamuk	17	215	D 2/1
3	20/1 Penye Pamuk	49	20/1 Karde Pamuk	17	215	D 2/2
4	20/1 Penye Pamuk	49	20/1 Karde Pamuk	17	210	P 2/2
5	20/1 Penye Pamuk	49	20/1 Karde Pamuk	21	235	B 1/1
6	20/1 Penye Pamuk	49	20/1 Karde Pamuk	22	236	D 2/1
7	20/1 Penye Pamuk	49	20/1 Karde Pamuk	22	232	D 2/2
8	20/1 Penye Pamuk	49	20/1 Karde Pamuk	22	230	P 2/2

Reçete ve kimyasallar Söktaş A.Ş., Clariant Türkiye ve Yünsa A.Ş.'den temin edilmiştir. Ayrıca Pelsan Tekstil Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.'den mikrogözenekli nefes alabilen 14 g/m^2 gramajlı lineer alçak yoğunluk polietilen (LLDPE, T_m: 125 ^{o}C) filmler ve laminasyon işlemi için ATEG A.Ş.'den etilen vinil asetat (EVA) esaslı yapışkan filmler temin edilmiştir.

3.2. Yöntem ve Testler

3.2.1. Ön Terbiye İşlemi

Kumaşlar öncelikle önterbiye işlemine tabi tutulmuştur. Ön terbiye işlemleri kumaş halat halinde iken yapılmış ve kurutma 170ºC'ta ramözde gerçekleştirilmiştir.

1) Haşıl Sökme:

Haşıl Enzimi : 0.2 gr/lt

Islatıcı : 0.5 gr/lt 95 Cº gr/lt,30 dk

İyon Tutucu : 05 gr/lt

2) Kasar:

Hidrojen Peroksit : 4 gr/lt

Sodyum Hidroksit : 5 gr/lt

Stabilizatör (Stabicol A4): 0.5 gr/lt 98 Cº, 60 dk

İyon Tutucu (Setacristal VBT): 0.5 gr/lt

Islatıcı (Rocowet RWT): 1 gr/lt

Optik(Blancopher petlig) : % 15

3) Ard Yıkamalar:

90 Cº, 20 dk

70 Cº, 20 dk,

50 Cº, 30 dk, Asetik asit 1 gr/lt

Dokuma kumaşların sıklık ve gramajları ön terbiye işlemi sonrası tekrardan incelenmiş ve ilgili veriler Tablo 3.2'de gösterilmiştir. Ön terbiye işlemi tüm kumaşların gramajlarında yaklaşık 10 g/m^2'lik bir azalışa, atkı ve çözgü sıklıklarında ise genel olarak 2 tel/cm'lik bir artışa neden olmuştur.

Tablo 3.2. Ön terbiye işlemi görmüş olan kumaşların teknik özellikleri.

Kumaş No.	Çözgü İpliği	Çözgü Sıklığı	Atkı İpliği	Atkı Sıklığı	Gramaj (gr/m^2)	Desen
1	20/1 Penye Pamuk	51	20/1 Karde Pamuk	18.5	208	B 1/1
2	20/1 Penye Pamuk	51	20/1 Karde Pamuk	18	201	D 2/1
3	20/1 Penye Pamuk	51	20/1 Karde Pamuk	18	203	D 2/2
4	20/1 Penye Pamuk	50	20/1 Karde Pamuk	18	198	P 2/2
5	20/1 Penye Pamuk	51	20/1 Karde Pamuk	23.5	227	B 1/1
6	20/1 Penye Pamuk	51	20/1 Karde Pamuk	23.5	228	D 2/1
7	20/1 Penye Pamuk	51	20/1 Karde Pamuk	23.5	225	D 2/2
8	20/1 Penye Pamuk	50	20/1 Karde Pamuk	23	222	P 2/2

3.2.2. Su İticilik Bitim İşlemi

Ön terbiyesi yapılmış olan kumaşlar aşağıda verilen 4 farklı reçete ile su iticilik bitim işlemine tabi tutulmuştur. Bu reçetelerin hepsinde kullanılan su itici kimyasallar florkarbon bileşikleri olup Nanotex ve Nanopel reçeteleri isminden de anlaşılacağı üzere tekstil malzemesini nanoteknoloji kullanılarak su itici hale getirmektedir. Diğer reçeteler klasik su iticilik bitim işlemleridir. Hazırlanan bu çalışma planı sayesinde klasik ve nanoteknolojik ürünlerin performans açısından karşılaştırması da sağlanmıştır.

Kumaşlara su iticilik kazandırmak için Termal marka laboratuar tipi fularda emdirme cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.2). Su iticilik flottesinin hazırlanmasında saf su kullanılmıştır. Emdirme yüzdesi bütün reçeteler için %65 olarak ayarlanmış ve numune fular makinesinin devir ve sıkma basınçları da emdirme yüzdesine göre ayarlanmıştır. Reçetelerde istenilen

pH'lar kontrol edilmiş ve gerekli reçetelerde pH, asetik asit ile ayarlanmıştır. Toplam 4 farklı reçete kullanılmıştır. Bunlar;

Reçete 1 (Asahi Guard)

40 g/lt Asahi Guard AG 7600
A_F: % 55
Fiksaj : 170°C 1 dk

Reçete 2 (Nuva Liq.)

40 g/lt Nuva 2110 Liq.
pH: 4-5 (0.5-1 ml/l %60'lık Asetik asit)
1 g/lt Ladiquest 1097N liq. ile yıkama ve ardından 1 ml/l %60'lık asetik asit ile önceden kumaş muamele edilmesi iyi olur.
A_F: % 60-65
Emdirme + kurutma (110-130°C)
Fiksaj: 150°C 3 dk

Reçete 3 (Nanopel)

60 g/lt NT X-490
20 g/lt Ultratex S-227
25 g/lt Hydrophobol XAN
2 g/lt Invadine PBN
A_F: % 55
Fiksaj : 180°C 1 dk

Reçete 4 (Nanotex)

0.5 g/lt W362
25 g/lt Megasoft Jet LF
35 g/lt Cerol EX

60 g/lt NT-X293

60 g/lt Stabitex ZFT-PLUS

pH: 4-4,5 (Asetik asit)

A_F: % 60-65

Emdirme + kurutma (110-130°C)

Fiksaj: 160°C 3 dk

Şekil 3.2. Termal Marka Laboratuar Tipi Fular

Bütün reçeteler için aşağıdaki ayarlarda çalışılmıştır.

Makine devri: 10 m/dk

Sağ-sol sıkma basıncı: 4 bar

Emdirme oranı: %65

Kurutma Sıcaklığı: 120ºC, 2 dk

Fiksaj: 170 ºC, 2 dk

Kumaşların kurutma ve kondenzasyon işlemleri Termal marka laboratuar tipi etüvde parçalar halinde yapılmıştır.

3.2.3. Laminasyon İşlemi

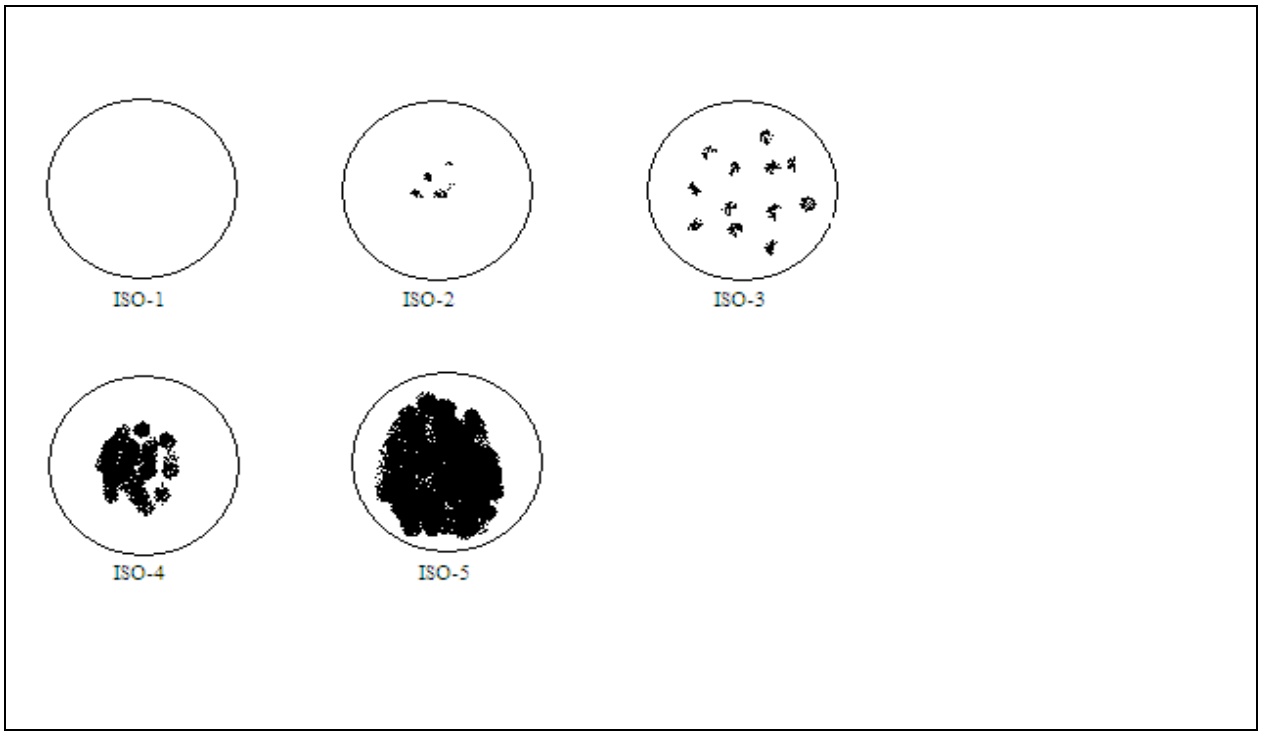
Su iticilik bitim işlemi görmüş kumaşlar ve mikrogözenekli nefes alabilen filmlerle katmanlı yapılar oluştururken her katman arasına etilen vinil asetat (EVA) esaslı sıcak eriyik yapışkan

film yerleştirilmiş ve transfer baskı mini presi (Okangroup) kullanılarak 100°C'ta laminasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Su İticilik Testi

Kumaşların su iticilik değerlerini belirlemek için Prowhite K015 marka püskürtmeli test cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.3). Sprey test yöntemine göre su iticiliğin belirlenmesinde standart örnek fotoğraflara bakılarak damlaların yüzeyde yaptığı ıslanma etkisine göre not verilmektedir. Belli çapta ve sayıda damlatma deliği olan bir huniye konulan 250 ml su, 25 – 30 saniye içerisinde 150 mm yükseklikten, 45° eğimle hafif gergin durumdaki örnek yüzeyine boşaltılarak buradaki ıslanma (damlaların yüzeye tutunma durumuna göre) şekline göre fotoğraflarla karşılaştırılarak değerlendirme yapılmaktadır. Bu değerlendirmede "ISO-1" en iyi sonucu; "ISO-5" en kötü sonucu göstermektedir (Şekil 3.4). Su iticilik test sonuçlarının daha sağlıklı değerlendirilebilmesi için test öncesinde saf suyun içerisine mavi bir boyarmadde ilave edilmiş ve elde edilen görüntülerin daha net olması sağlanmıştır.

Şekil 3.3. Prowhite Sprey Su İticilik Test Cihazı



Şekil 3.4. Sprey Testi Standart Değerleri

ISO-1 Yüzeyde ıslanmış veya tutunmuş damla yok.

ISO-2 Yüzeyde gelişigüzel az sayıda tutunmuş damla veya hafif ıslanma

ISO-3 Yüzeyde püskürtme noktalarında ıslanma

ISO-4 Yüzeyin tamamında kısmi ıslanma

ISO-5 Üst yüzeyin tamamen ıslanması

3.2.5. Su Geçirgenlik Testi

Atlas SDL Shirley M018 model su geçirgenlik test cihazı ile su yükselme hızı 60 cmH_2O/dk olan dinamik test yöntemi kullanılmıştır (Şekil 3.5). Su geçirgenlik test cihazının 100 cm^2'lik daire şeklindeki kısmına yerleştirilen ve ardından sıkıştırılan kumaş, deney esnasında alt yüzeyinden dakikada 60 cm yükselen basınçlı suya maruz kalmakta ve deney, kumaş yüzeyinde 3 su damlacığı görülünceye kadar devam ettirilmektedir. 3 damlacık görüldüğü andaki değer, kumaşın cmH_2O cinsinden su geçirgenlik değerini vermektedir. Sonuçlarda su geçirgenlik değerinin yüksek çıkması, kumaşın su geçirmezlik özelliğinin iyileştiğini göstermektedir. Her kumaş numunesinden 3 ayrı ölçüm yapılmış ve değerlerin ortalaması hesaplanarak sapma değerleriyle birlikte verilmiştir.

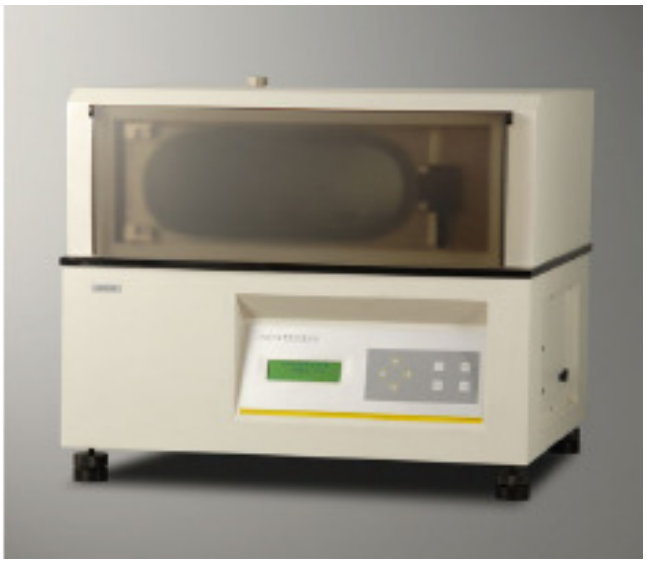
Şekil 3.5. Su Geçirgenlik Test Cihazı

3.2.6. Optik Mikroskop İncelemeleri

Kumaşlar su geçirgenlik testinden sonra Olympos marka optik mikroskopta 40 kat büyütülerek su geçişi sırasında elyafın zarar görüp görmediği ve kumaş yapısındaki değişiklikler incelenmiştir.

3.2.7. Nem Geçirgenlik Testi

Nem (su buharı) geçirgenlik testleri Şekil 3.6'da gösterilen Labthink TSY-T3 test cihazında gravimetrik yönteme göre 23°C'ta %85 nispi nemde (ASTM E96 D) gerçekleştirilmiştir. Nem geçirgenlik birimi g/m^{2}/gün'dür.



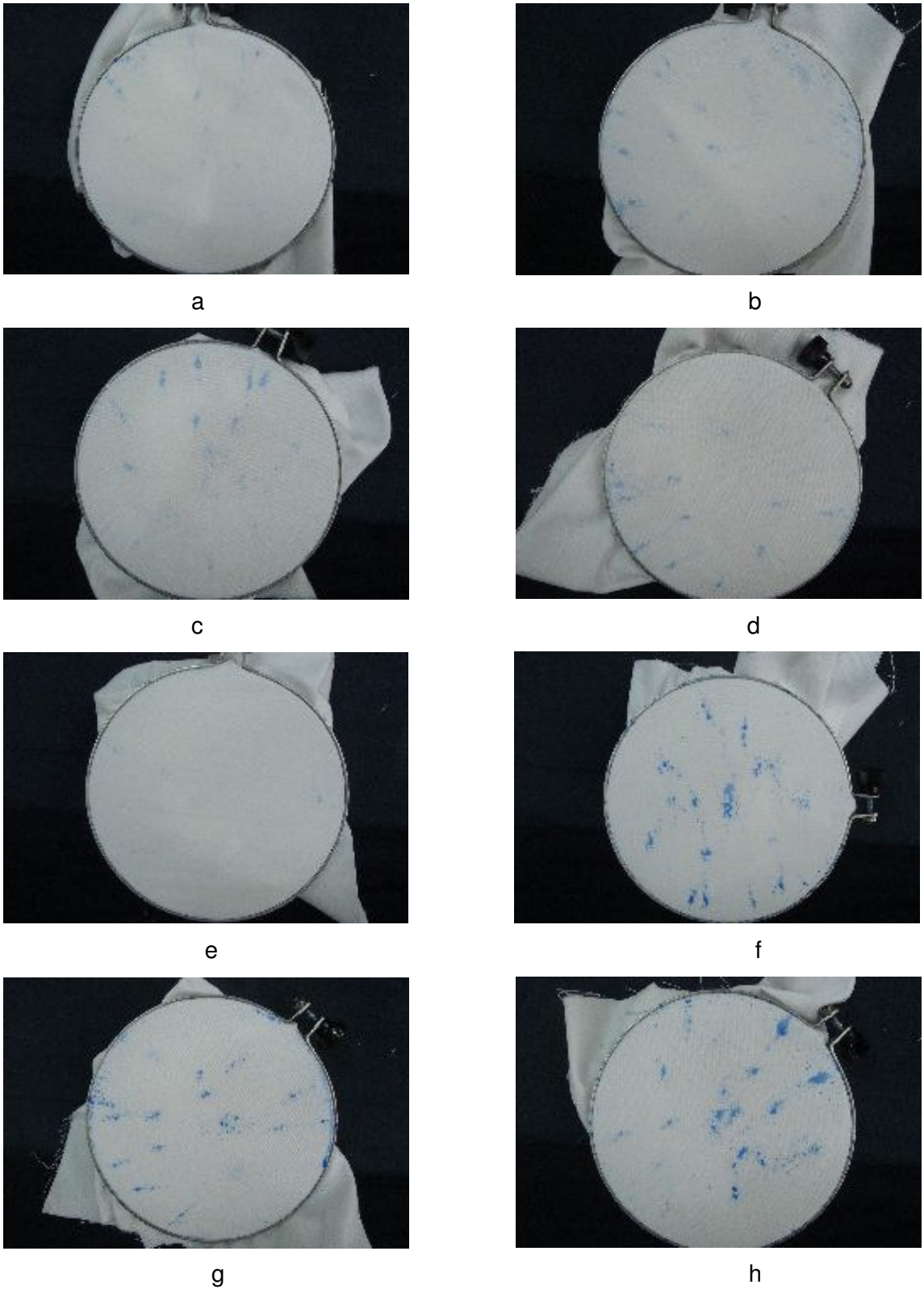
Şekil 3.6. Nem Geçirgenlik Test Cihazı

4. BULGULAR

4.1. Su İticilik Bulguları

Üç farklı kimyasal için örgü ve sıklık tipine göre su iticilik değerleri sprey test yöntemine göre değerlendirilmiş ve yapılan testlerin su iticilik görüntüleri Şekil 4.1-4.3'te gösterilmiştir.

Nanotex reçetesi 3 tekrarlı olacak şekilde yapılmasına rağmen kimyasalların bozulmuş olabileceğinden veya reçetenin yetersiz oluşundan dolayı su iticilik sonuçları kötü çıkmıştır. Sadece bazı kumaş tipleri için ölçüm yapılarak sonuçları Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Asahi Guard ile bitim işlemi görmüş pamuk kumaşların su iticilik testgörüntüleri (a: 1 No'lu kumaş, b:2 No'lu kumaş, c:3 No'lu kumaş, d: 4 No'lu kumaş, e: 5 No'lu kumaş, f: 6 No'lu kumaş, g: 7 No'lu kumaş, h: 8 No'lu kumaş

a

b

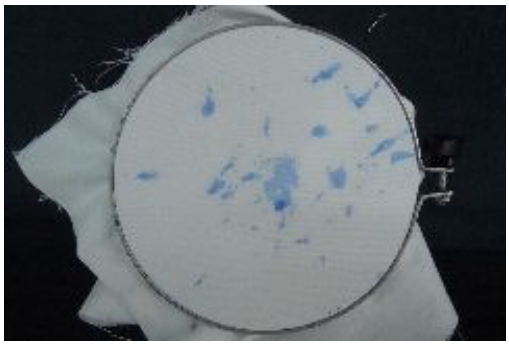
c

d

e

f

g



h

Şekil 4.2. Nuva liquid ile bitim işlemi görmüş pamuk kumaşların su iticilik test görüntüleri (a: 1 No'lu kumaş, b: 2 No'lu kumaş, c: 3 No'lu kumaş, d: 4 No'lu kumaş, e: 5 No'lu kumaş, f: 6 No'lu kumaş, g: 7 No'lu kumaş, h: 8 No'lu kumaş

a

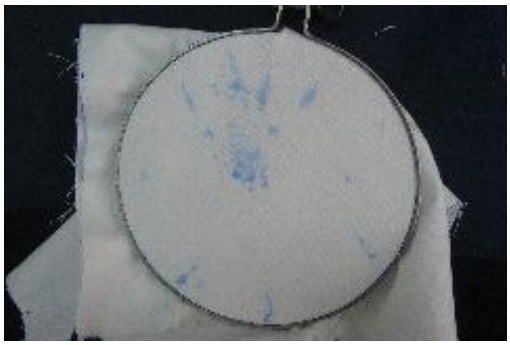
b

c

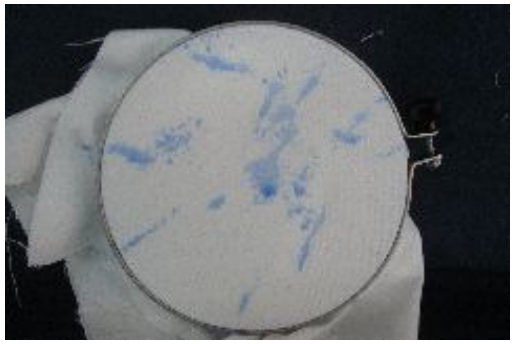
d

e

f

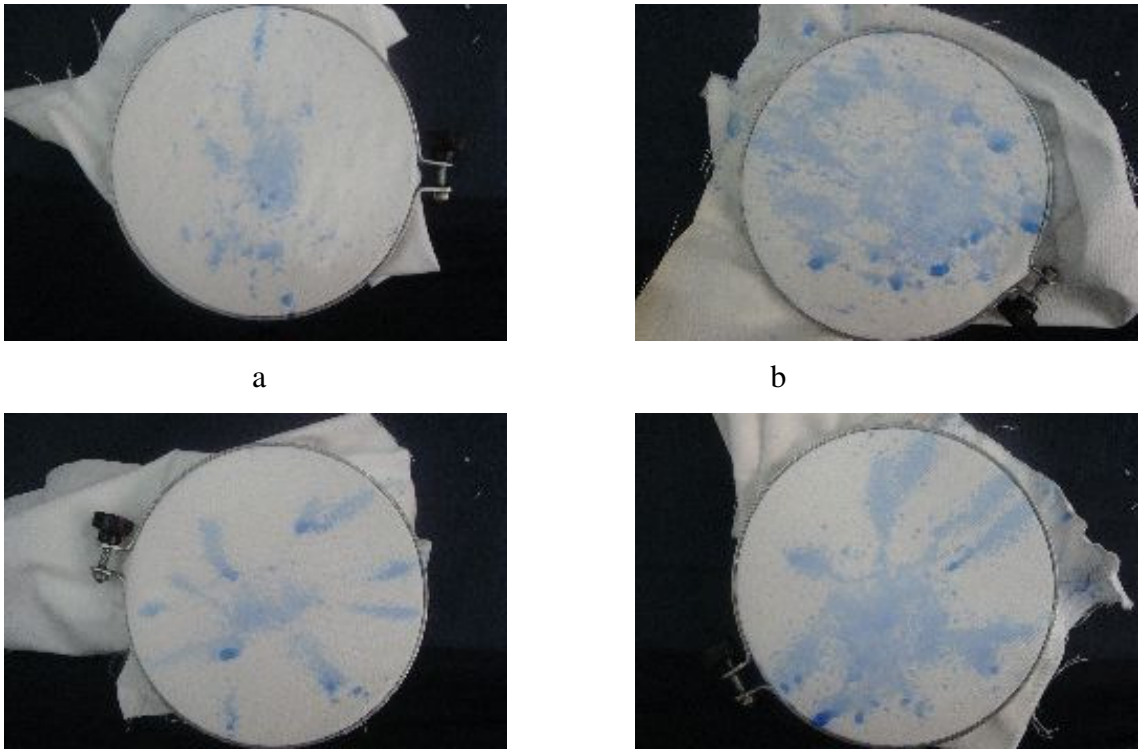


g



h

Şekil 4.3. Nanopel ile bitim işlemi görmüş pamuk kumaşların su iticilik test görüntüleri (a: 1 No'lu kumaş, b: 2 No'lu kumaş, c: 3 No'lu kumaş, d: 4 No'lu kumaş, e: 5 No'lu kumaş, f: 6 No'lu kumaş, g: 7 No'lu kumaş, h: 8 No'lu kumaş



Şekil 4.4. Nanotex ile işlem görmüş kumaşların su iticilik test görüntüleri (a: 1 No'lu kumaş, b: 2 No'lu kumaş, c: 5 No'lu kumaş, d: 6 No'lu kumaş)

4.2. Su Geçirgenlik Bulguları

4.2.1. Film İçermeyen Yapılar

Burada katmanlı yapılar sadece kumaşların üst üste getirilmesiyle oluşturulmuştur. Su geçirgenlik testleri tek kat ve çift kat olmak üzere gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.1'de tek kat kumaşlar için, Tablo 4.2'de ise çift kat kumaşlar için su geçirgenlik test sonuçları gösterilmiştir. Sonuçlarda su geçirgenlik değerinin yüksek çıkması, kumaşın su geçirmezlik özelliğinin iyileştiğini göstermektedir.

Nanotex reçetesi ile işlem görmüş kumaşların su geçirgenlik değerleri, su iticilik sonuçları gibi kötü çıkmıştır (doku tipine ve sıklığına göre 22-30 cmH_2O). Bu yüzden ilgili tablolarda Nanotex reçetesi ile işlem görmüş kumaşların su geçirgenlik değerlerine yer verilmemiştir. Karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla ham kumaşların su geçirgenlik değerleri de ölçülmüş ve bu değerlerin kumaş örgü tipi, sıklık ve elyaf tipinden bağımsız olarak 17.2-18.8 cmH_2O aralığında değiştiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.1. Su iticilik bitim işlemi görmüş tek kat kumaşların su geçirgenlik değerleri

Kumaş No.	Su Geçirgenlik Değerleri (cmH_2O)		
	Asahi Guard	Nuva Liq.	Nanopel
9	38.5±1.9	36.3±1.4	35.5±1.1
10	32.4±0.1	26.3±0.4	25.3±0.4
11	32.3±1	28.3±0.3	30.7±0.6
12	28.9±2.2	30.0±3	33.4±0.5
13	46.8±2.3	43.2±1.9	47.5±0.3
14	33.3±1.9	29.0±2.7	38.9±1
15	31.7±0.4	27.9±1.5	31.2±0.2
16	37.6±1.2	32.0±1.4	30.2±1.3

Tablo 4.2. Su iticilik bitim işlemi görmüş çift kat kumaşların su geçirgenlik değerleri

Kumaş No.	Su Geçirgenlik Değerleri (cmH_2O)		
	Asahi Guard	Nuva Liq.	Nanopel
9	54.0±2	44.2±1.8	40.7±0.8
10	34.9±1.4	32.5±0.7	33.1±0.9
11	32.7±0.7	31.5±0.1	32.3±0.9
12	36.8±1.7	34.1±0.5	34.4±1.3
13	73.7±1.1	65.0±2.1	61.9±3.2
14	43.9±0.1	38.9±0.4	41.6±2.8
15	40.0±1.7	37.7±1.5	30.6±0.7
16	45.4±0.9	39.6±1.2	39.0±2.2

Ayrıca kumaşlar üç kat yapılarak kat sayısının su geçirgenlik değerini ne yönde etkilediği incelenmiştir. (Tablo 4.3). Burada sadece su iticilik ve su geçirgenlik testlerinde en iyi sonucu veren 5 No'lu kumaş incelenmiştir.

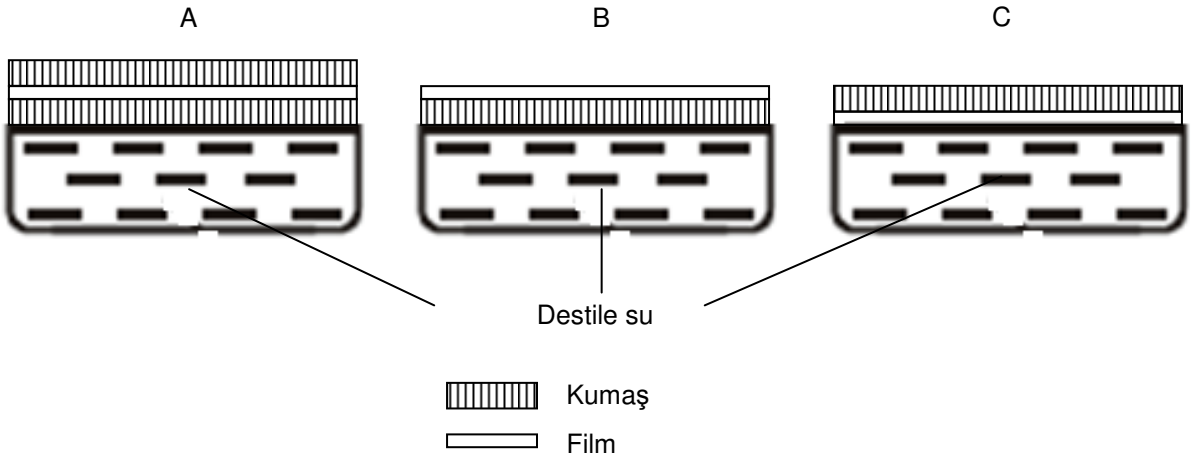
Tablo 4.3. Su iticilik bitim işlemi görmüş üç kat kumaşların su geçirgenlik değerleri

Kumaş No.	Su Geçirgenlik Değerleri (cmH_2O)		
	Asahi Guard	Nuva Liq.	Nanopel
5	103.6±2.2	97.5±0.7	88.8±1.2

4.2.2. Film İçeren Yapılar

Tek, iki ve üç katlı kumaşlarda su geçirgenlik değerleri beklenen değerlerin çok altında kaldığı için projemizin kapsamına uyan farklı bir yol izlenmesi gündeme gelmiştir. Su iticilik kimyasalları ile su geçirmezlik elde edilmek istenmesinin altında yatan ana neden; hem nefes alabilir hem de su geçirmez yapıların oluşturulması düşüncesidir. Bu düşünceden yola çıkılarak su iticilik bitim işlemi görmüş kumaşlar ve nefes alabilen filmler kullanılarak katmanlı yapılar üretilerek karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Bunun için Pelsan Tekstil Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.'den mikrogözenekli nefes alabilen 14 g/m^2 gramajlı lineer alçak yoğunluk polietilen (LLDPE, T_m: 125 ^oC) filmler temin edilmiştir. Su iticilik bitim işlemi görmüş kumaşlar ve mikrogözenekli nefes alabilen filmlerle katmanlı yapılar oluştururken her katman arasına etilen vinil asetat (EVA) esaslı sıcak eriyik yapışkan film yerleştirilmiş ve transfer baskı mini presi (Okangroup) kullanılarak 100^oC'ta laminasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada atkı sıklığı yüksek (23.5 tel/cm) olan en kapalı örgü tipine sahip 1/1 Bezayağı (5 No'lu kumaş) ve en açık örgü tipine sahip 2/2 Panama (8 No'lu kumaş) kumaşlar kullanılmıştır. Klasik ve nanoteknoloji ürünlerinin karşılaştırmasını yapabilmek için burada Asahi Guard® ve Nanopel™ kimyasalları ile işlem görmüş kumaşlar kullanılmıştır. Şekil 4.5'te oluşturulan yapıların şematik görünümü gösterilmektedir.



Şekil 4.5. Su iticilik bitim işlemi görmüş kumaş ve nefes alabilen filmlerden oluşturulan katmanlı yapılar.

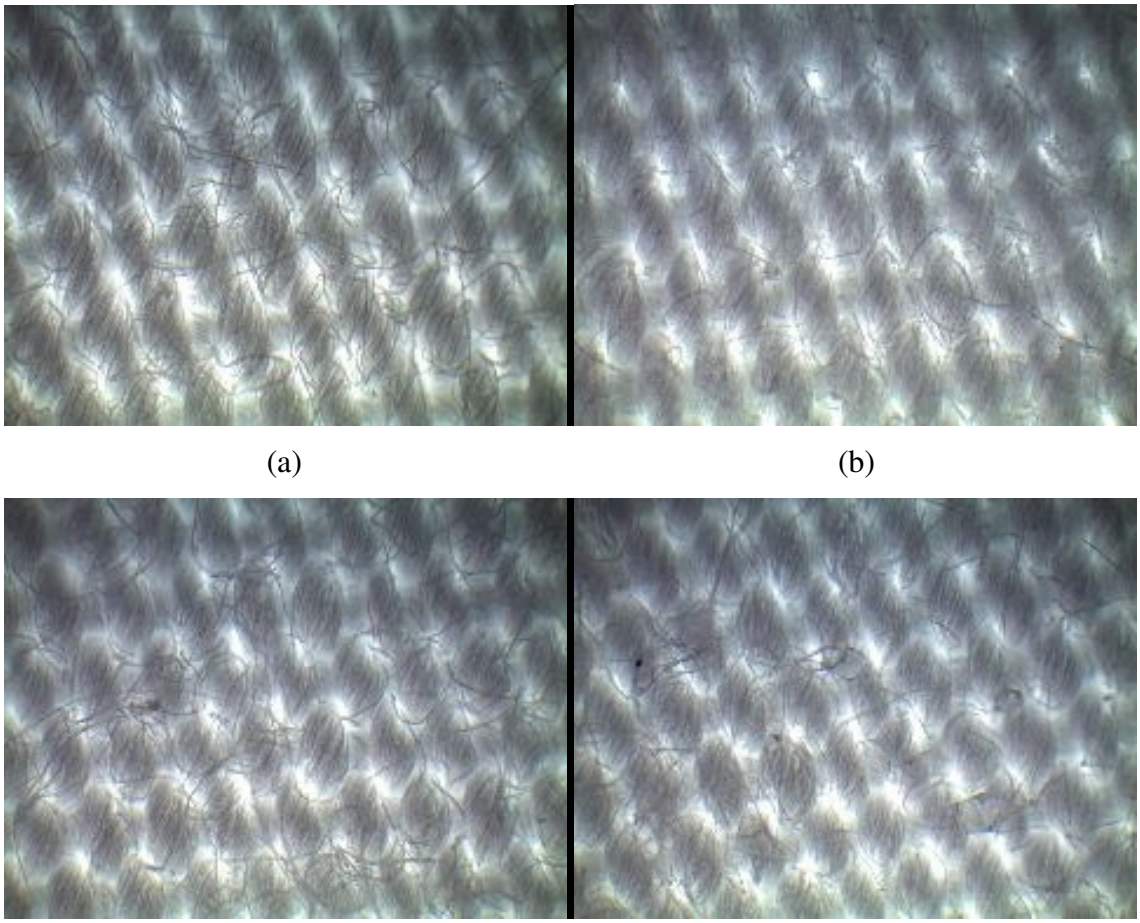
Karşılaştırma yapabilmek için sadece ön terbiyeli kumaşlarla da katmanlı yapılar oluşturulmuş ve testlere tabi tutulmuştur. Sadece ön terbiyeli kumaşlarda en üst katman kumaş olduğu için ani bir ıslanma gözlenmiş ve bu nedenle A ve C katmanlı yapılarında ölçüm alınamamıştır.

Tablo 4.4. Kumaş/film katmanlı yapıların su geçirgenlik test sonuçları.

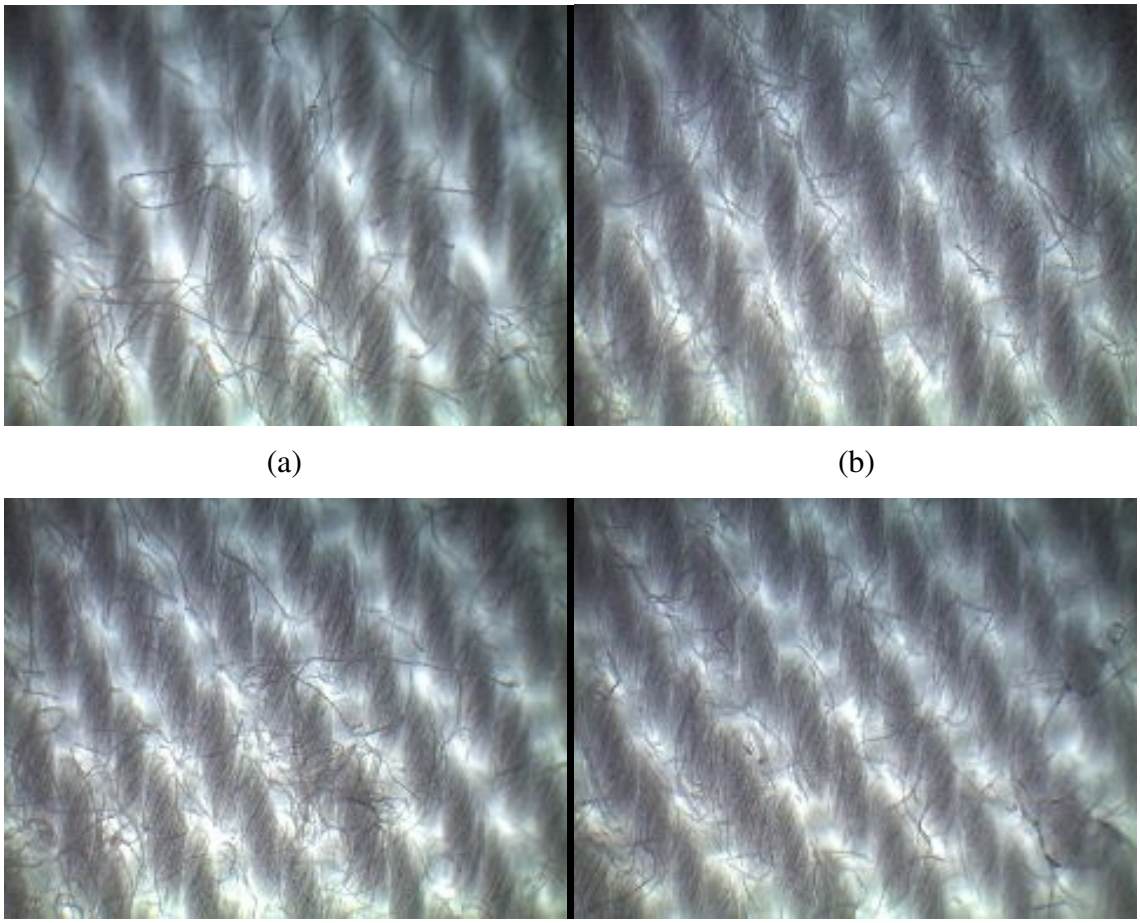
Kumaş No.	Su Geçirgenlik Değerleri (cmH_2O)								
	Sadece Ön Terbiyeli			Asahi Guard®			Nano-pel™		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
5	n.a.	94.4±1.2	n.a.	352±1.7	115.4±0.4	110.8±1.6	350.8±0.7	112.4±4.3	114.3±5.2
8	n.a.	63.3±0.8	n.a.	248.4±2.4	63.5±4.3	64.9±1.9	243.4±0.3	64.3±2.1	61.2±4.1

4.3. Optik Mikroskop Bulguları

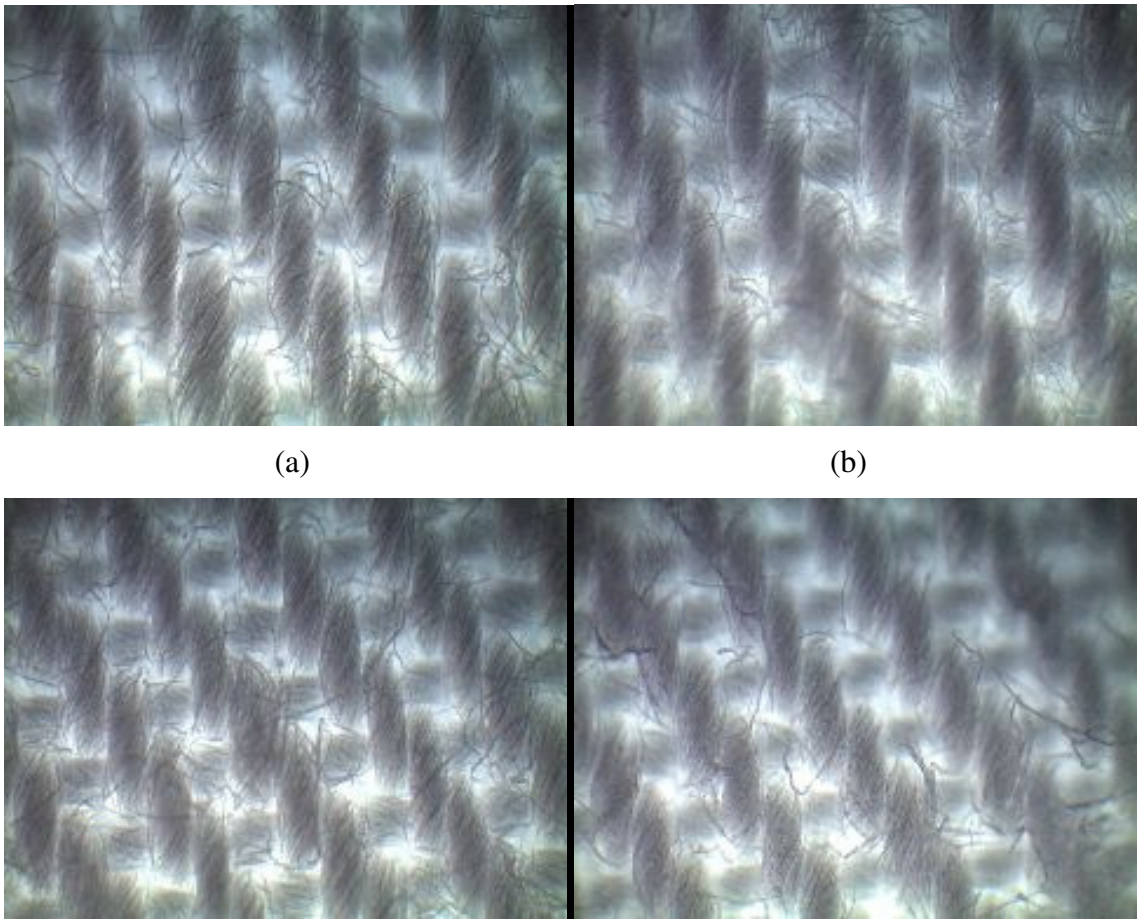
Sadece ön terbiyeli ve su iticilik bitim işlemi uygulanmış kumaşların su geçirgenlik ölçümlerinden sonra optik mikroskop altında 40 kat büyüterek görüntüleri incelenmiş, kumaşlardan su geçişi sırasında elyafa zarar verip vermediği incelenmiştir. İlgili şekiller Şekil 4.6-4.17'de gösterilmiştir. Kumaşlarda su geçişinin örgü bağlantı noktalarındaki gözeneklerden olduğu ve elyafa zarar vermediği ve kumaş yapısının su geçirgenlik testinden eski yapısına geri dönebildiği tespit edilmiştir.



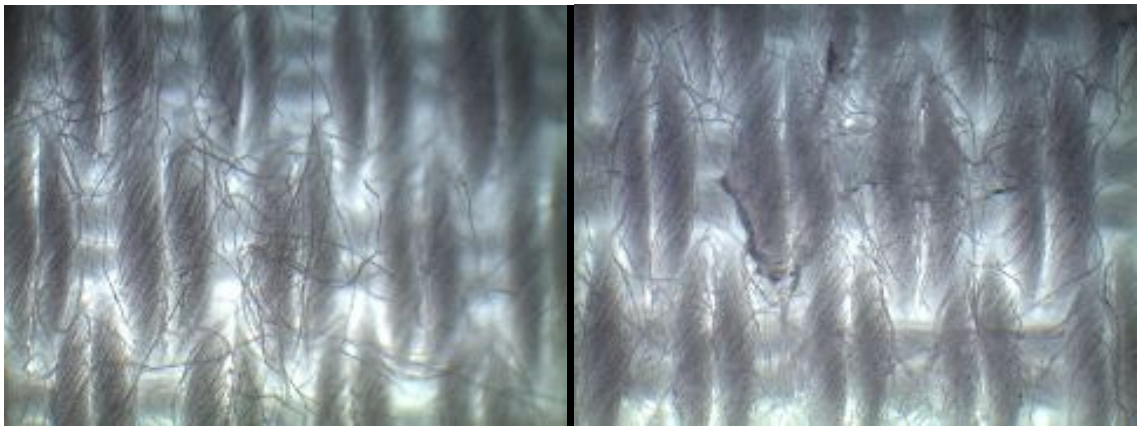
Şekil 4.6. Farklı atkı sıklığındaki B 1/1 dokuma kumaşların optik mikroskop imajları. İşlem görmemiş terbiyeli kumaş (a: 1 No'lu Kumaş, a1: 5 No'lu Kumaş), Asahi Guard ile işlem görmüş kumaş (b: 1 No'lu Kumaş, b1: 5 No'lu Kumaş) (Büyütme oranı: 40)



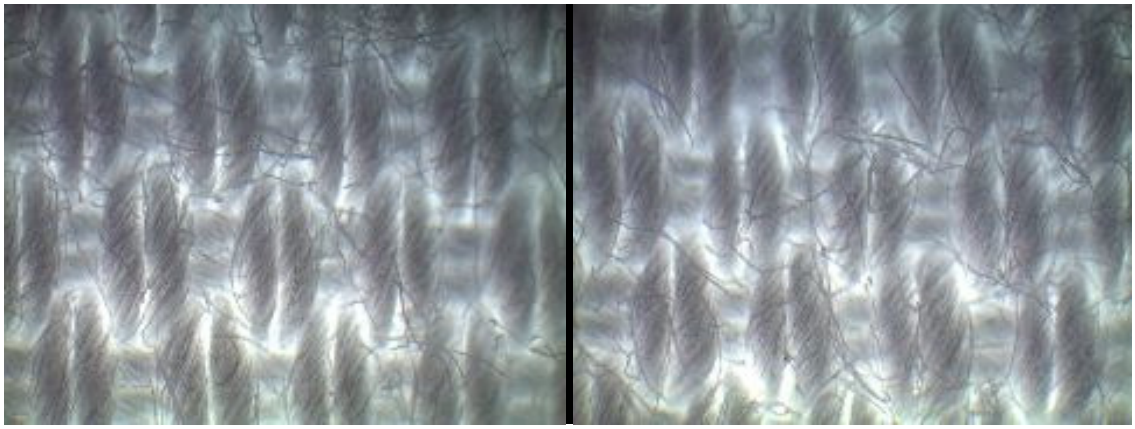
Şekil 4.7. Farklı atkı sıklığındaki D 2/1 dokuma kumaşların optik mikroskop imajları. İşlem görmemiş terbiyeli kumaş (a: 2 No'lu Kumaş, a1: 6 No'lu Kumaş), Asahi Guard ile işlem görmüş kumaş (b: 2 No'lu Kumaş, b1: 6 No'lu Kumaş) (Büyütme oranı: 40)



Şekil 4.8. Farklı atkı sıklığındaki D 2/2 dokuma kumaşların optik mikroskop imajları. İşlem görmemiş terbiyeli kumaş (a: 3 No'lu Kumaş, a1: 7 No'lu Kumaş), Asahi Guard ile işlem görmüş kumaş (b: 3 No'lu Kumaş, b1: 7 No'lu Kumaş) (Büyütme oranı: 40)

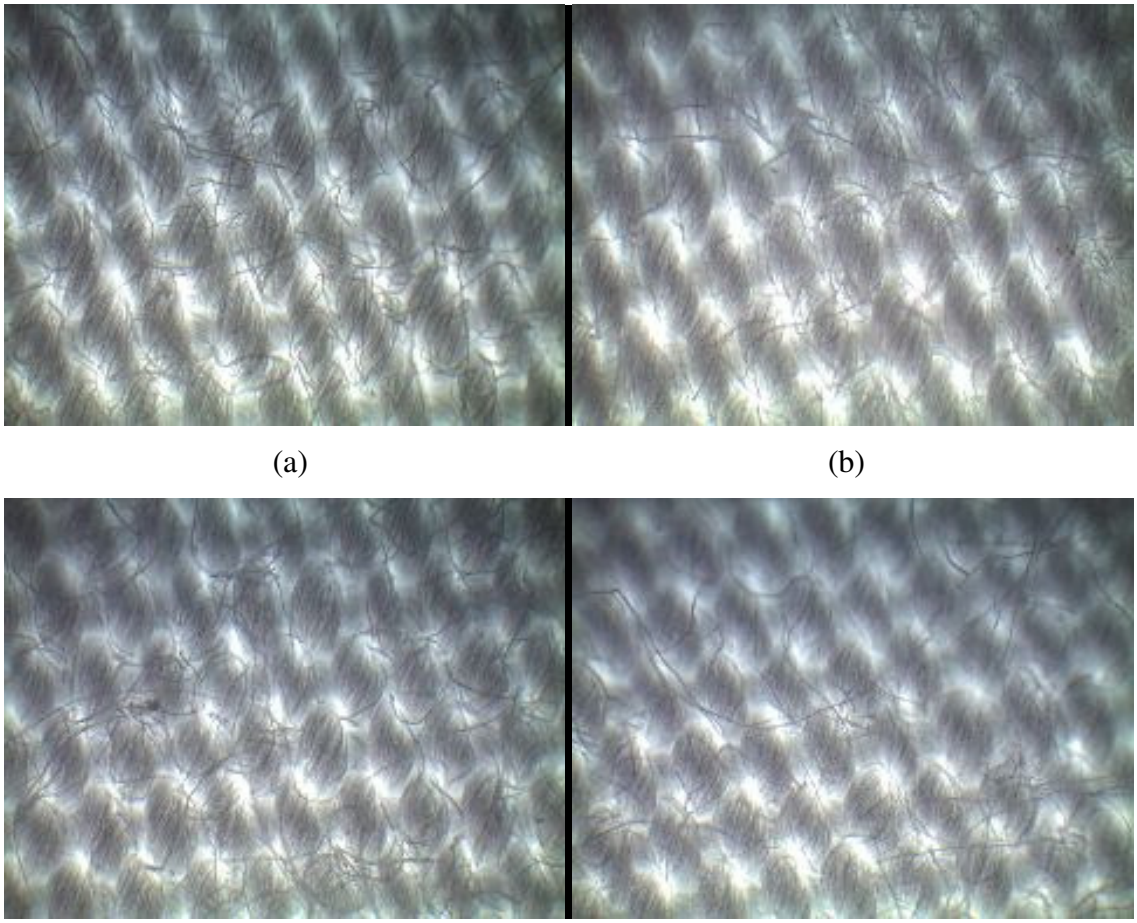


(a) (b)

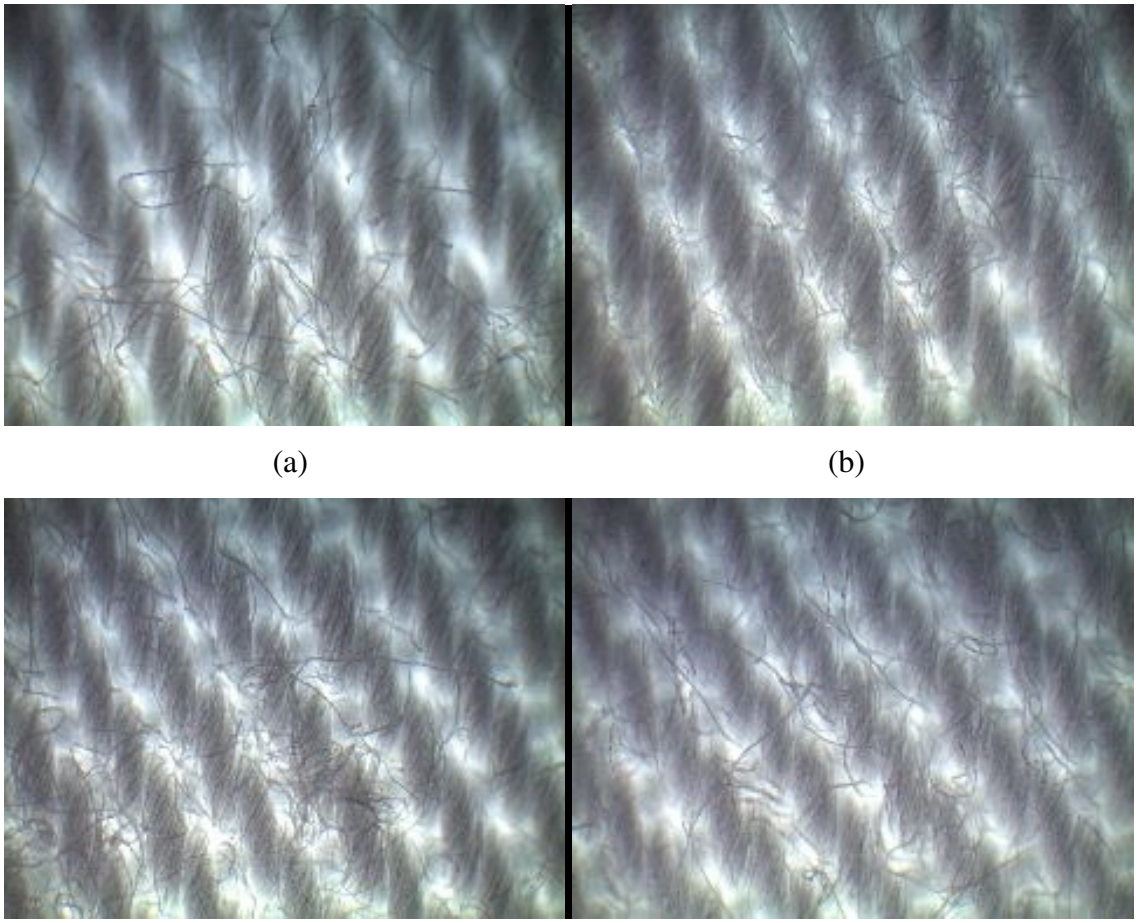


(a1) (b1)

Şekil 4.9. Farklı atkı sıklığındaki P 2/2 dokuma kumaşların optik mikroskop imajları. İşlem görmemiş terbiyeli kumaş (a: 4 No'lu Kumaş, a1: 8 No'lu Kumaş), Asahi Guard ile işlem görmüş kumaş (b: 4 No'lu Kumaş, b1: 8 No'lu Kumaş) (Büyütme oranı: 40)

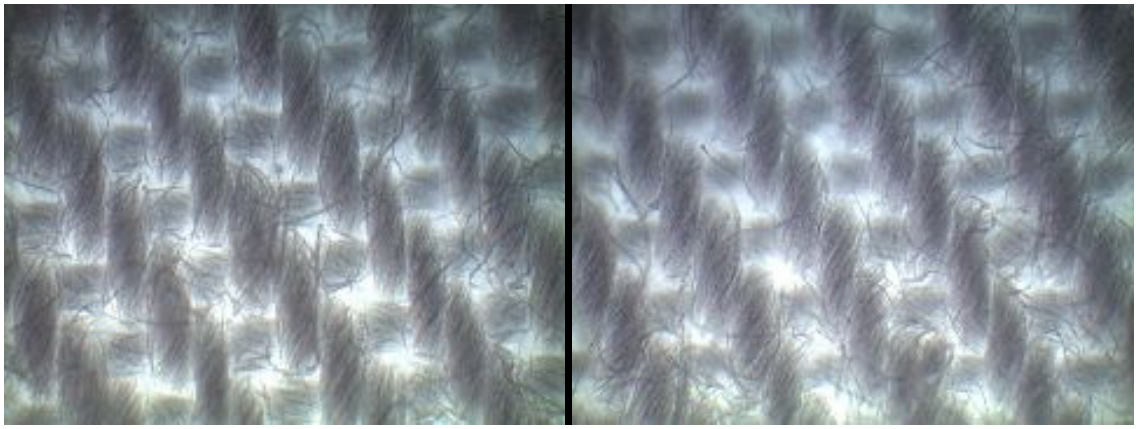


Şekil 4.10. Farklı atkı sıklığındaki B 1/1 dokuma kumaşların optik mikroskop imajları. İşlem görmemiş terbiyeli kumaş (a: 1 No'lu Kumaş, a1: 5 No'lu Kumaş), Nuva Liq. ile işlem görmüş kumaş (b: 1 No'lu Kumaş, b1: 5 No'lu Kumaş) (Büyütme oranı: 40)



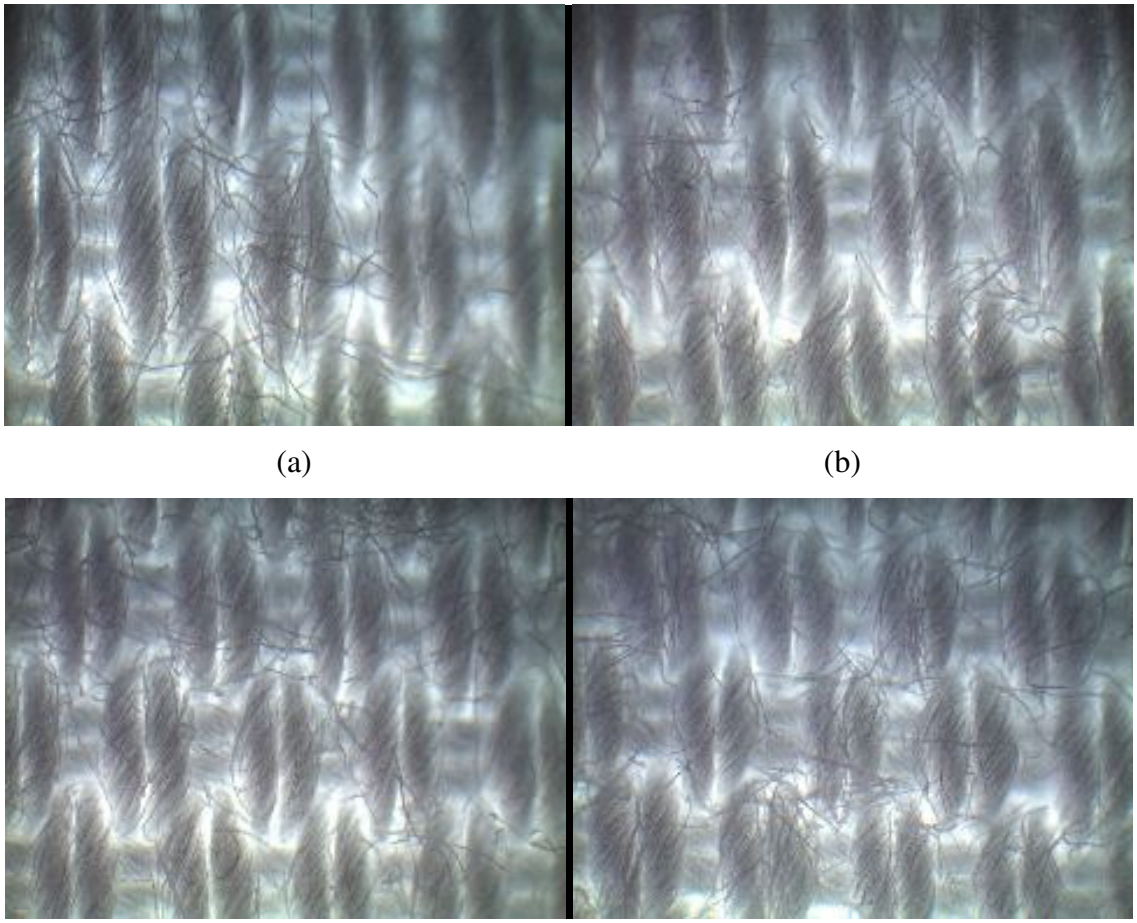
Şekil 4.11. Farklı atkı sıklığındaki D 2/1 dokuma kumaşların optik mikroskop imajları. İşlem görmemiş terbiyeli kumaş (a: 2 No'lu Kumaş, a1: 6 No'lu Kumaş), Nuva Liq. ile işlem görmüş kumaş (b: 2 No'lu Kumaş, b1: 6 No'lu Kumaş) (Büyütme oranı: 40)

(a) (b)

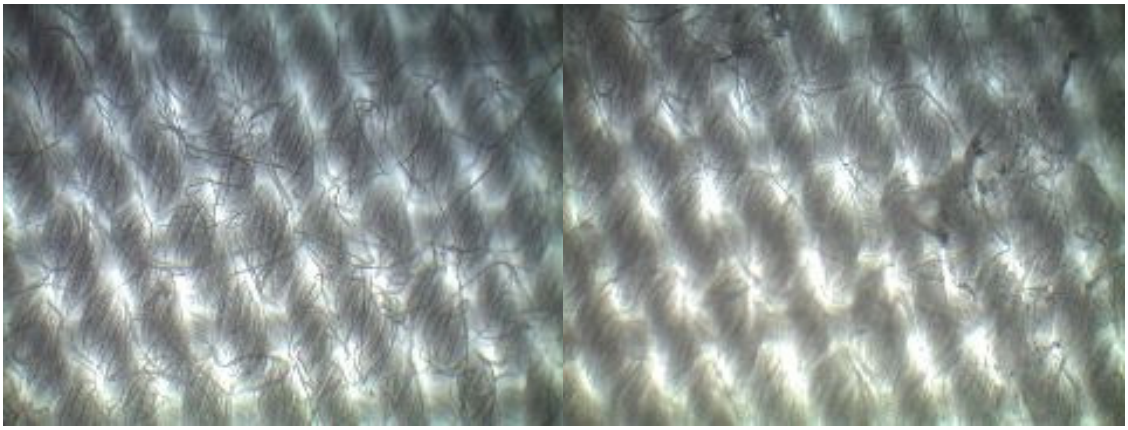


(a1) (b1)

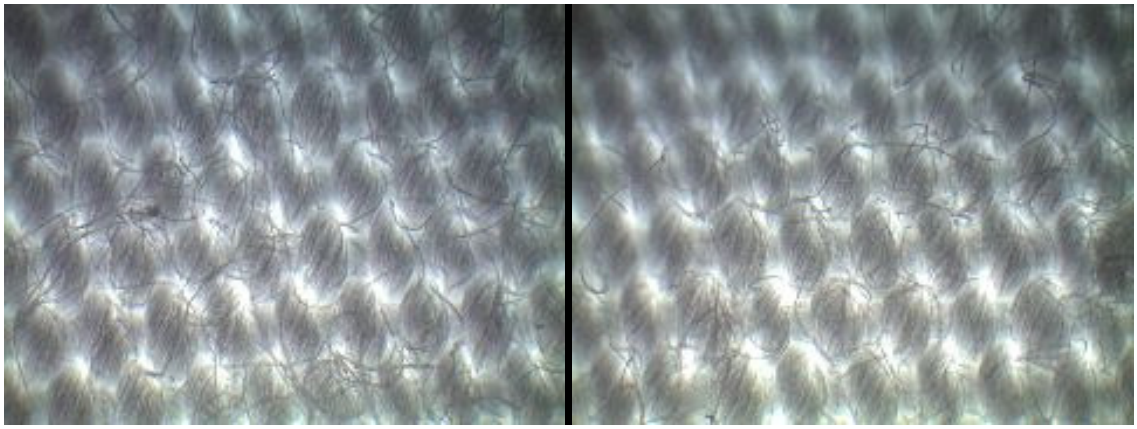
Şekil 4.12. Farklı atkı sıklığındaki D 2/2 dokuma kumaşların optik mikroskop imajları. İşlem görmemiş terbiyeli kumaş (a: 3 No'lu Kumaş, a1: 7 No'lu Kumaş), Nuva Liq. ile işlem görmüş kumaş (b: 3 No'lu Kumaş, b1: 7 No'lu Kumaş) (Büyütme oranı: 40)



Şekil 4.13. Farklı atkı sıklığındaki P 2/2 dokuma kumaşların optik mikroskop imajları. İşlem görmemiş terbiyeli kumaş (a: 4 No'lu Kumaş, a1: 8 No'lu Kumaş), Nuva liq. ile işlem görmüş kumaş (b: 4 No'lu Kumaş, b1: 8 No'lu Kumaş) (Büyütme oranı: 40)

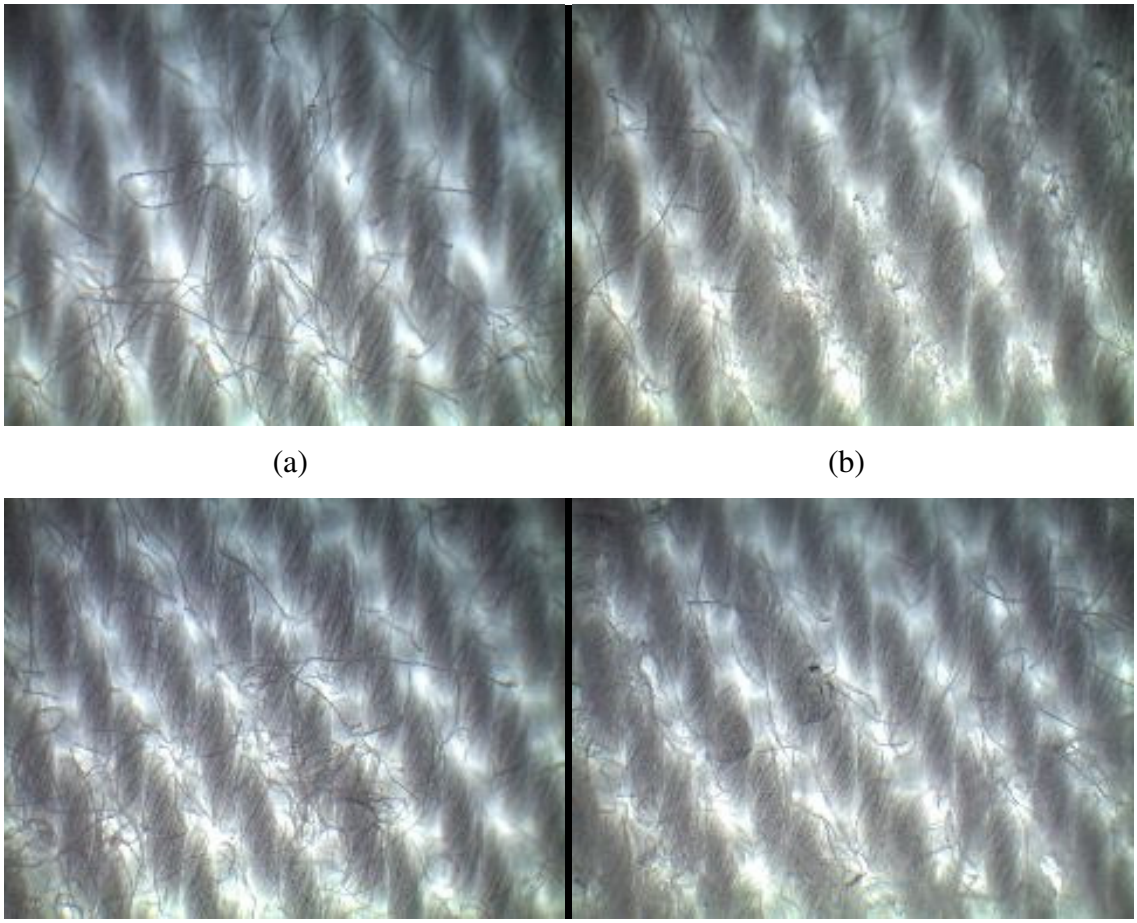


(a) (b)



(a1) (b1)

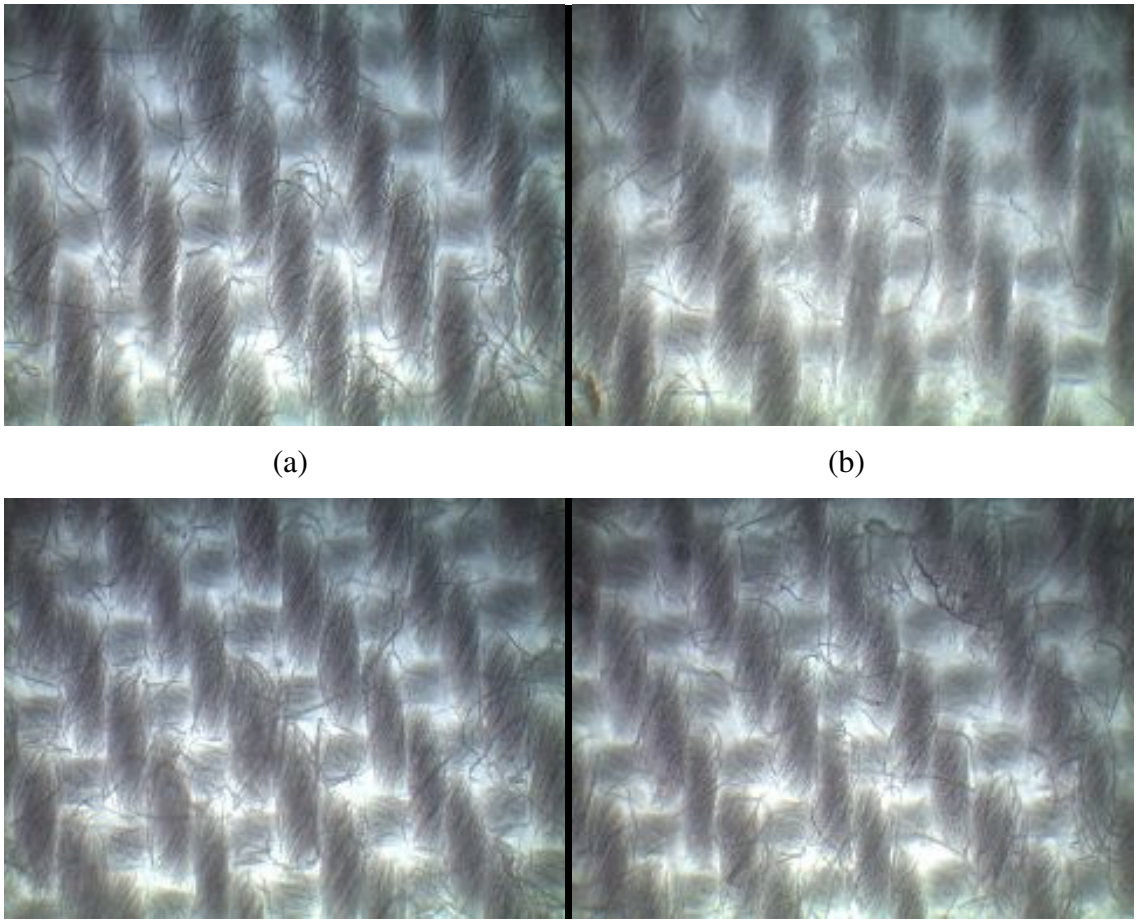
Şekil 4.14. Farklı atkı sıklığındaki B 1/1 dokuma kumaşların optik mikroskop imajları. İşlem görmemiş terbiyeli kumaş (a: 1 No'lu Kumaş, a1: 5 No'lu Kumaş), Nanopel ile işlem görmüş kumaş (b: 1 No'lu Kumaş, b1: 5 No'lu Kumaş) (Büyütme oranı: 40)



(a) (b)

(a1) (b1)

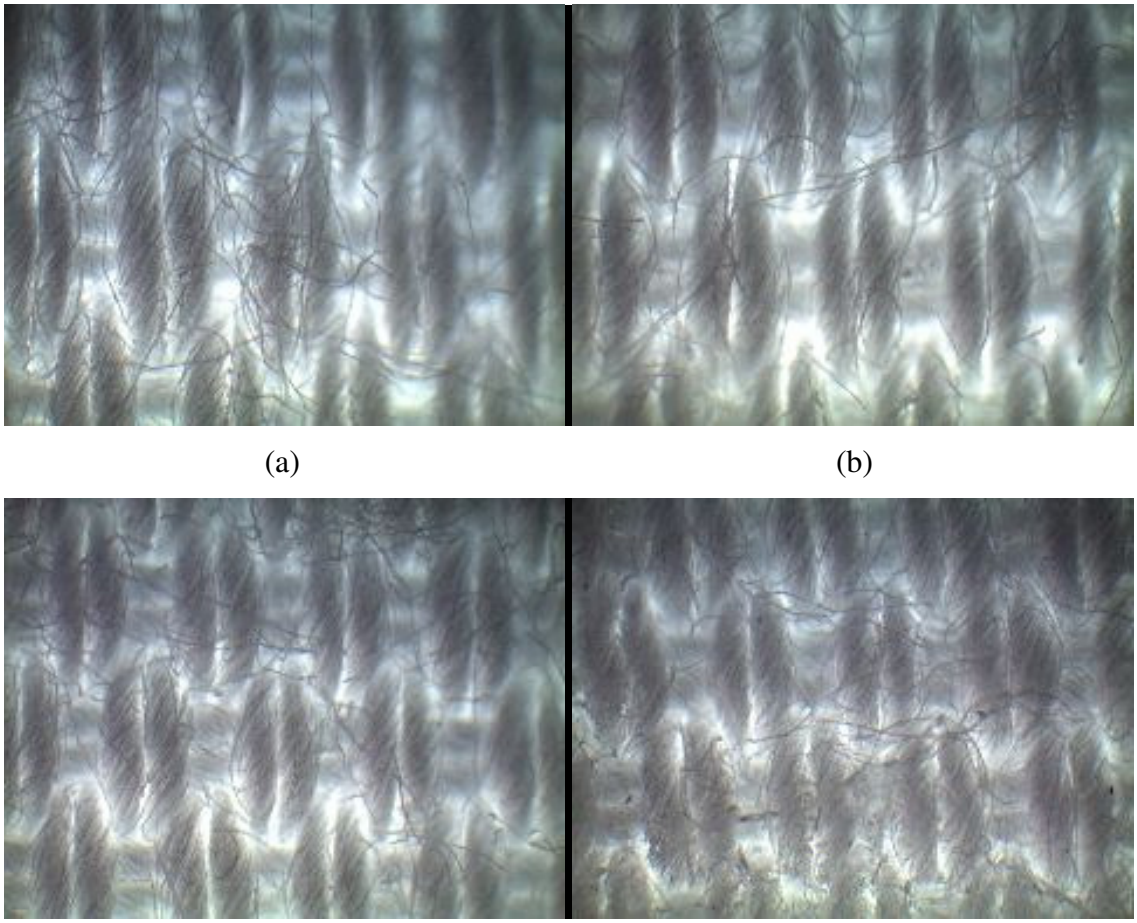
Şekil 4.15. Farklı atkı sıklığındaki D 2/1 dokuma kumaşların optik mikroskop imajları. İşlem görmemiş terbiyeli kumaş (a: 2 No'lu Kumaş, a1: 6 No'lu Kumaş), Nanopel ile işlem görmüş kumaş (b: 2 No'lu Kumaş, b1: 6 No'lu Kumaş) (Büyütme oranı: 40)



(a) (b)

(a1) (b1)

Şekil 4.16. Farklı atkı sıklığındaki D 2/2 dokuma kumaşların optik mikroskop imajları. İşlem görmemiş terbiyeli kumaş (a: 3 No'lu Kumaş, a1: 7 No'lu Kumaş), Nanopel ile işlem görmüş kumaş (b: 3 No'lu Kumaş, b1: 7 No'lu Kumaş) (Büyütme oranı: 40)



Şekil 4.17. Farklı atkı sıklığındaki P 2/2 dokuma kumaşların optik mikroskop imajları. İşlem görmemiş terbiyeli kumaş (a: 4 No'lu Kumaş, a1: 8 No'lu Kumaş), Nanopel ile işlem görmüş kumaş (b: 4 No'lu Kumaş, b1: 8 No'lu Kumaş) (Büyütme oranı: 40)

4.4. Nem Geçirgenlik Bulguları

4.4.1. Film İçermeyen Yapılar

Tablo 4.5. Su iticilik bitim işlemi görmemiş (ön terbiyeli) ve gömüş kumaşların nem geçirgenlik değerleri.

Kumaş No.	Nem Geçirgenlik Değeri ($g/m^2/gün$)					
	Ön Terbiyeli		Asahi Guard®		Nano-pel™	
	Tek kat	İki kat	Tek kat	İki kat	Tek kat	İki kat
5	2776±4	2714±7	2744±6	2684±5	2824±2	2703±5
8	2805±3	2745±3	2801±4	2712±3	2836±5	2755±4

4.4.2. Film İçeren Yapılar

Tablo 4.6. Su iticilik bitim işlemi görmüş kumaş ve mikrogözenekli film içeren katmanlı yapıların nem geçirgenlik değerleri.

Kumaş No.	Nem Geçirgenlik Değeri ($g/m^2/gün$)					
	Asahi Guard®			Nano-pel™		
	A	B	C	A	B	C
5	2011±3	2061±4	2044±1	2014±2	2041±1	2052±2
8	2032±5	2085±6	2074±2	2038±3	2082±3	2102±5

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Su İticilik Sonuçları

Kumaşların örgü ve sıklık tipine göre üç farklı kimyasal için su iticilik değerleri sprey test yöntemine göre değerlendirilmiştir. Veriler örgü tipi, sıklık ve kimyasal çeşidine göre yorumlanmıştır. Örgü tipine göre değerlendirmede kullanılan 4 örgü içerisinde (B 1/1, D 2/1, D 2/2, P 2/2) en iyi sonucu ISO-1 olarak AATCC'nin 22-2005 test yöntemine göre B 1/1 örgü tipindeki kumaşlar vermiştir. Diğer kullanılan örgülerde (D2/1, D2/2, P2/2) ise yaklaşık olarak benzer su iticilik sonuçları gözlemlenmiştir. Bütün kumaş numunelerinde çözgü sıklığı değiştirilmezken, atkı sıklığı 4 puan artırılarak su iticilik üzerindeki etkisine bakılmıştır. Sıklık artışı ile beraber su iticilik değerinde iyileşme gözlenmiştir. 4 farklı kimyasal içinde nano ürün olan Nanotex reçetesi çok kötü sonuçlar vermiştir. Bunun dışındaki klasik su iticilik kimyasalları olan Asahi Guard ve Nuva Liquid ile nanoteknoloji ürünü olan Nanopel uygulamaları sıklık ve örgü tipinden bağımsız olarak yaklaşık aynı sonuçları vermiştir. 3 reçete ile yapılan tüm testlerde hiçbir kumaşın ters yüzeyinde ıslanma gerçekleşmemiştir. 3 farklı kimyasala göre yapılan su iticilik değerlendirmesinde ise Nuva Liquid uygulanan kumaşlar en düşük sonuç vermiştir.

5.2. Su Geçirgenlik Sonuçları

Su iticilik bitim işleminin su geçirgenliğini ne derece etkilediğini görebilmek için ham kumaşların su geçirgenlik değerleri de ölçülmüş ve bu değerlerin kumaş örgü tipi ve sıklıktan bağımsız olarak 17.2-18.8 cmH_2O aralığında değiştiği tespit edilmiştir.

Su geçirgenlik değerleri üç farklı kimyasal için örgü, sıklık ve kumaşların kat sayısına göre değerlendirilmiştir. Su geçirgenlik testlerinde değerin yüksek çıkması, kumaşın su geçirmezlik özelliğinin iyileştiğini göstermektedir. Asahi Guard ile bitim işlemi görmüş kumaşlar incelendiğinde daha sıkı olan ve gözenek sayısı daha az olan bezayağı doku tipine sahip kumaşların (1 No'lu) dimi (2 ve 3 No'lu) ve panama (4 No'lu) dokuma tipli kumaşlara nazaran daha yüksek su geçirgenlik değerleri verdiği görülmüştür. Ayrıca aynı dokuma tipine sahip ancak atkı sıklığı daha yüksek olan kumaşlarda (örn. 1 ve 5 No'lu, 2 ve 6 No'lu, 3 ve 7 No'lu ve 4 ve 8 No'lu) su geçirgenlik değerlerinin daha yüksek çıktığı gözlenmiştir. Aynı durum 3-4 puanlık düşüşle de olsa Nuva Liq. veya Nanopel ile işlem görmüş olan kumaşlarda da tespit edilmiştir.

Su geçirgenlik değerlerinin kumaş kat sayısına göre değişimini incelemek amacıyla kumaşlar 2 ve 3 katlı olacak şekilde üst üste getirilmiş ve su geçirgenlik testlerine tabi tutulmuştur. Burada da tek katlı kumaşlarda olduğu gibi doku tipi 1/1 bezayağı olan kumaşlarda (1 ve 5 No'lu) en yüksek su geçirgenlik değerleri elde edilmiştir. Ayrıca kumaşın atkı sıklığı arttıkça su geçirmezlik özelliğinin daha da iyileştiği görülmüştür (atkı sıklığı 18.5 tel/cm olan ve Asahi Guard ile işlem görmüş 1 No'lu kumaş için 54.0±2.0 cmH_2O ve atkı sıklığı 23.5 tel/cm olan ve Asahi Guard ile işlem görmüş 5 No'lu kumaş için 73.7±0.7 cmH_2O). D 2/1, D 2/2 ve P 2/2 doku tiplerinde sonuçlar kullanılan kimyasaldan bağımsız olarak çok düşük çıkmıştır. İki katlı kumaşlarda da kimyasallar arasında yapılan karşılaştırmada klasik su iticilik ajanı olan Asahi Guard'ın yine en iyi sonuçları verdiği gözlenmiştir.

Farklı kimyasallarla (Asahi Guard, Nuva Liq. ve Nanopel) işlem görmüş kumaşların su iticilik ve su geçirgenlik değerlerindeki ihmal edilebilir farklılıkların kullanılan kimyasalların yapılarından ileri geldiği düşünülmektedir. Asahi Guard kimyasalı 8 karbon (C8) içeren florkarbonlu bir bileşik iken, Nuva Liq. ve Nanopel 6 karbonlu (C6) bileşiklerdir. Florkarbon bileşiğinde karbon sayısı arttıkça flor sayısı artmakta, bu durum ise yapılan işlemin etkinliğini arttırmaktadır.

Üretilen 3 katlı kumaşların çok kalın olduğu tespit edilmiş ve bu haliyle tekstil uygulamaları için faydalı olmayacağı düşünülmüştür. Ancak yine de fikir vermesi açısından sıklığı en yüksek ve doku tipi en sık olan B 1/1 yapısındaki kumaşlar (5 No'lu kumaş) 3 katlı hale getirilerek su geçirgenlik testlerine tabi tutulmuştur. Burada su geçirgenlik değerlerinde iyileşme gözlenmiş (Asahi Guard: 103.6±2.5 cmH_2O, Nuva liq.: 88.8±4.2 cmH_2O ve Nanotex: 97.5±3.2 cmH_2O) ve en yüksek değerler yine Asahi Guard kimyasalı aplike edilmiş kumaşta gözlenmiştir.

Proje kapsamında ayrıca mikrogözenekli nefes alabilen filmler kullanılarak katmanlı yapılar geliştirilmiştir. Sözkonusu çalışmada atkı sıklığı yüksek (23.5 tel/cm) olan en kapalı örgü tipine sahip 1/1 Bezayağı (5 No'lu kumaş) ve en açık örgü tipine sahip 2/2 Panama (8 No'lu kumaş) kumaşlar kullanılmıştır. Klasik ve nanoteknoloji ürünlerinin karşılaştırmasını yapabilmek için burada Asahi Guard® ve Nanopel™ kimyasalları ile işlem görmüş kumaşlar kullanılmıştır. Şekil 4.5'te oluşturulan yapıların şematik görünümü gösterilmektedir.

Bilindiği üzere su geçirgenlik testlerinde değerlendirme yapabilmek için damlaların oluşması gerekmektedir. A ve C yapısında suyla temas eden kısımlar kumaş olduğu ve kullanılan kumaşlar sadece önterbiyeli (hidrofil bir yapıda) olduğu için bu kombinasyonlarda ölçüm alınamamıştır. Burada sadece B yapısındaki konstrüksiyondan ölçüm alınabilmiştir. Ön terbiyeli kumaşlarla oluşturulan B katmanlı yapısına bakıldığında su geçirgenlik değerinin örgü tipine göre önemli derecede bir değişim olduğu gözlenmiştir. Tek başına filmin su geçirgenlik değeri 53.7±2.1 cmH_2O iken 1/1 Bezayağı örgü tipindeki ön terbiyeli kumaş ve film ile oluşturulan B yapısının su geçirgenlik değeri 94.4±1.2 cmH_2O çıkmıştır. Bu sonuca göre sadece ön terbiyeli olmasına rağmen B 1/1 kumaşın filmle beraber kullanıldığında bariyer etkisi gösterdiği açıktır. Bununla beraber gevşek dokulu P 2/2 ile oluşturulan yapıda çok daha düşük bir değer elde edilmiştir (63.3±0.8 cmH_2O). Buradaki 10 puanlık iyileşmenin EVA esaslı filmden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Asahi Guard® ile işlem görmüş kumaşlarla oluşturulan yapılarda A katmanlı yapısının test değerleri B ve C yapılarına nazaran çok daha yüksek çıkmıştır. Burada sıkı örgü tipine sahip 5 No'lu kumaşın su geçirgenlik değeri 352±1.7 cmH_2O, ve gevşek yapılı olan 8 No'lu kumaşın değeri 248.4±2.4 cmH_2O çıkmıştır. B ve C katmanlı yapılarında elde edilen değerlerin su geçirmezlik için gerekli olan en düşük değerleri (130 cmH_2O) yakalayamadığı gözlenmiştir [12]. Bu yapılarda tüm sonuçlar 130 cmH_2O'un altında çıkmıştır. Burada belirtilmesi gereken husus; diğer örneklerde olduğu gibi gevşek yapılı P 2/2 kumaşların B 1/1 kumaşlara nazaran çok daha düşük değerler verdiği, yani su geçirmezlik performansının düşük olduğudur. Nanoteknoloji ürünü olan Nanopel™ içeren yapılarda, Asahi Guard® ile işlem görmüş kumaşlarla oluşturulan yapılarda gözlenen durumun aynısı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre kullanılan örgü tipi, iyileştirilmiş su geçirmezlik özelliği için çok önemlidir. Su geçirmezlik özelliğinin kumaştaki gözeneklerin doldurulması esasına göre çalıştığı gerçeği göz önünde bulundurulduğunda sıkı yapılı kumaşlarda daha iyi su geçirmezlik özelliğinin sağlanması makul karşılanmaktadır.

Su geçirgenlik sonuçları, iyileştirilmiş su geçirmezlik için sadece katmanlı yapı oluşturmanın yetersiz olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan, su iticilik bitim işlemi görmüş sıkı örgü tipindeki kumaşların nefes alabilen filmlerle A yapısındaki kombinasyonu, istenen su geçirmezlik özelliği için yeterli gözükmektedir. Burada belirtilmesi gereken bir başka husus; EVA esaslı filmin de bir dereceye kadar su geçirmezlik özelliğini etkilediğidir.

5.3. Optik Mikroskop Sonuçları

Su geçirgenlik değerleri ölçüldükten sonra yapılan optik mikroskop incelemelerinde, su iticilik bitim işlemi yapılmış ve yapılmamış ön terbiyeli kumaşlardaki farklılıklar incelenmiştir. Kumaşlarda su geçişinin örgü bağlantı noktalarındaki gözeneklerden olduğu ve elyafa zarar vermediği ve kumaş yapısının su geçirgenlik testinden eski yapısına geri dönebildiği tespit edilmiştir.

5.4. Nem Geçirgenlik Sonuçları

Su geçirmez kumaşlarda istenen bir başka özellik; kumaşın su buharını geçirmesi, yani nefes alabilmesidir. Su iticilik bitim işlemi görmüş kumaşlarla A katmanlı yapısı oluşturularak bu yapıların su geçirmezlik özelliği sağladığı tespit edildikten bunların aynı zamanda nefes alabilirlikleri de test edilmiştir.

Ön terbiyesi yapılmış olan kumaşların nem geçirgenlik değerlerinin 2776±4 ile 2805±3 g/m^2/gün arasında değiştiği tespit edilmiştir. Aynı kumaşların iki katlı halleri de küçük bir farkla neredeyse aynı değerleri vermiştir. Sıkı örgü yapısındaki 5 No'lu kumaş, gevşek dokulu (8 No'lu) yapıya göre daha düşük nem geçirgenlik değerleri vermiştir. Kumaşların su iticilik bitim işlemi gördükten sonraki nem geçirgenlik değerleri işlem görmemişlerle kıyaslandığında neredeyse hiç değişmediği gözlenmiştir. Buna göre su iticilik bitimi işlemi nefes alabilirliği etkilememektedir.

Katmanlı yapı oluştururken nefes alabilen filmlerin kullanılması, nem geçirgenlik değerlerini düşürmüştür. Bunun nedeni; önterbiyeli ve su iticilik bitim işlemi görmüş kumaşların nem geçirgenlik değerleri 2700-2800 g/m^2/gün iken nefes alabilen filmin nem geçirgenliğinin 2110 g/m^2/gün olmasıdır. Bununla beraber lamine yapıların nem geçirgenlik değerleri 1820 ile 2060 g/m^2/gün arasında değişmektedir. Görünüşe göre katman sayısı, katman sırası ve EVA filmden bağımsız olarak nem geçirgenlik değerlerini azaltmıştır. Bir yapının nefes alabilir olarak tanımlanabilmesi için nem geçirgenlik değerinin minimum 500 g/m^2/gün olması gerektiği göz önünde bulundurulduğunda, film kullanılarak üretilen lamine yapıların nefes alabilir özellikte olduğu ortaya çıkmaktadır [13].

Tüm sonuçlar topluca değerlendirildiğinde;

- Su geçirgenlik değerlerini en çok etkileyen parametrenin doku tipi ve doku sıklığı olduğu,
- Klasik ürünlerin (Asahi guard ve Nuva Liquid) piyasada hali hazırdaki nanoteknoloji ürünü olan Nanopel reçetesinden daha iyi sonuç verdiği,
- Kullanılan kimyasaldan bağımsız olarak su iticilik bitim işleminin su geçirmez kumaşların aksine kumaşın nefes alabilirliğini sadece önemsiz ölçüde değiştirdiği,
- Klasik ve nanoteknoloji ürünü olan su iticilik kimyasallarıyla işlem görmüş kumaşlardan sadece kumaş kullanılarak çokkatmanlı yapılar üretildiğinde bu yapıların su geçirmezlik özelliğinin yetersiz olduğu,
- Sadece önterbiyeli kumaş ve nefes alabilen filmlerle üretilen çokkatmanlı yapıların su geçirmezlik özelliğinin yetersiz olduğu,
- Su iticilik bitim işlemi görmüş kumaşlar ile nefes alabilen filmler bir arada kullanıldığında hem su geçirmez (> 130 cmH_2O) hem de nefes alabilir (> 500 g/m^2/gün) özellikte yapılar geliştirilebildiği ortaya çıkmıştır.

Yukarıda sıralanan tespitler ışığında sıkı dokunmuş basit örgü tipinde yapıların üretilmesi ve bu yapıların klasik veya nanoteknoloji ürünü su iticilik kimyasalları ile işlem görmesi ve nefes alabilen fimlerle katmanlı halde üretim yapılması halinde proje kapsamında hedeflenen sonuca ulaşıldığı ve su geçirmez ancak nefes alabilen yapıların ucuz bir yöntemle üretilebileceği gösterilmiştir.

6. KAYNAKLAR

1. Çoban, S., 1999, Genel Tekstil Terbiyesi ve Bitim İşlemleri, Ege Üniversitesi Emel Akın Meslek Yüksek Okulu, Bornova, İzmir.
2. Goli, KM., 2008 Use of Modified Cellulose for the Improvement of Water Repellency. North Carolina State Üniversty, Master Thesis, North Carolina, 139 pp.
3. Çoban S., Toprakkaya D., 1994, Farklı sıklık ve gramajdaki kumaşlarda su iticilik etkisinin araştırılması, **Tekstil ve Konfeksiyon, 4**(3) 235-243
4. Holme, I., 2003. Water Repellency and Water Proofing in Textile Finishing, pp 135-213. In: Society of Dyers and Clourists (Eds. F.J. Segal). Bradford,UK.
5. Akalın, M., 1994, Tekstilde Bitim İşlemleri, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü, İstanbul.
6. Kayatürk N., 2003. Florokarbon esaslı su, Yağ ve kir itici apre uygulamaları**, Gemsan Teknik Bülten,(39)** 2-4.
7. Tyrone L. V., 1994. Textile Processing and Properties: Preparation, Dyeing, Finishing, And Performance, Elsiver Science B.V., Netherlands
8. Özcan G., 2007 Performance evaluation of water repellent finishes on woven fabric properties, **Textile Research Journal, 77**(4), 265-270
9. Çay A. ve Çoban S., 2004. Florokarbonların tekstil sanayinde kullanımı**, Tekstil ve Konfeksiyon, 14**(2) 87-92
10. Wong Y.WH., Yuen C.W.M., Leung M.Y.S., Ku S.K.A., Lam H.L.I., 2006, Selected aplications of nanotechnology in textiles, **Autex Research Journal, 6**(1), 1-8
11. Mukhopadhyay A., Midha V.K., 2008. A review on designing the waterproof breathable fabrics part I:Fundamental principles and designing aspects of breathable fabrics, **J. of Ind. Tex., 37**(3) 225-262.
12. Fung, W., 2002. Products from Coated and Laminated *Fabrics, Coated and Laminated Textiles*, The Textile Institute, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England, 149–249.
13. Breathable Film, PCT Patent, WO 03/050167 A1, 2001

7. EKLER

Makale

1) Özen, İ. "Multi-layered Breathable Fabric Structures With Enhanced Water Resistancy", J. of Engineered Fibers & Fabrics (in press)

Sunum

2) Özen, İ., Menceloğlu, Y.Z., Çakmak, M., "Oxygen Gas Permeability and Processability of Poly(ethylene terephthalate) Films Blended With Poly(m-xylene adipamide)",Proceedings of the Polymer Processing Society 26th Regional Meeting ~ PPS-26 ~ October 20-23, 2010 İstanbul (Turkey)

3) Özen, İ., İnceoğlu, Ş., Acar, M.H., Menceloğlu, Y.Z.,"Determination of Order-Disorder Transition of "Baroplastic" PS-b-PEHA-b-PS Triblock Copolymer by Using Rotational Rheometry", Polymer Processing Society 26th Regional Meeting ~ PPS-26 ~ October 20-23, 2010 İstanbul (Turkey)

Poster

4) Özen,İ., Demiryürek, O., "Layered Breathable Fabrics with Improved Waterprooof Properties", International Congress of Innovative Textiles, ICONTEX2011, 20-22 Ekim 2011, İstanbul

5) Özen, İ., Kurucu, A., Türksever, H., "The Quasi Yarn-Dyed Effect: Triple Dyeing of Woven Polyester/Cationic Dyeable Polyester/Viscose Rayon Blends Fabrics by Chemical Treatments", International Congress of Innovative Textiles, ICONTEX2011, 20-22 Ekim 2011, İstanbul

6) Özen, İ., Dalgıçdir, C., Menceloğlu, Y.Z., "Oxygen Gas and Water Vapor Permeability of Biaxially Stretched PET/EVOH and PETI/ EVOH Blend Films", Polymer Processing Society 26th Regional Meeting ~ PPS-26 ~ October 20-23, 2010 İstanbul (Turkey)