

Koku İçeren Mikroapsül Uygulanmış Akrilik El Örgüsü İpliklerden Örülen Kumaşların Karakterizasyonu

Neşe AYDIN¹, Gizem Ceylan ÖZTÜRK¹, Mustafa KARABOYACI^{2*}, Sennur ALAY¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, ISPARTA

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, ISPARTA

Alınış Tarihi:28.04.2010, Kabul Tarihi:07.03.2011

Özet: Polimerik bir duvar maddesi içerisine mikroapsül halinde hapsedilmiş koku içeren uçucu yağlar tekstil ürünlerine üretimin çeşitli aşamalarında ve farklı yöntemlerle applike edilebilmektedir. Bu çalışmada, lavanta yağı içeren poliüretan mikroapsüller akrilik el örgüsü lif ve ipliklerine çektirme ve emdirme yöntemleri ile uygulanmıştır. Çalışmada söz konusu materyallerden üretilmiş örme kumaşlarda yıkama, kuru ve yaş sürtme işlemleri sonrası mikroapsül miktarındaki değişim araştırılmıştır. Mikroapsül miktarındaki değişim SEM ve FT-IR analiz yöntemleri ile araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca her iki yöntem ile mikroapsül uygulama verimliliği ve maliyeti de karşılaştırılmıştır. Kumaş yapısındaki mikroapsül miktarının beş yıkama sonrası önemli seviyede azaldığı ancak sürtme testleri sonrası mikroapsül miktarındaki azalmanın daha az olduğu tespit edilmiştir. Emdirme metodu ile mikroapsül uygulama prosesinin hem verimlilik hem de maliyet açısından daha avantajlı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikroapsül, Güzel Koku, Emdirme, Çektirme

Characterization of Fragrant Microcapsules Incorporated Fabrics Knitted from Acrylic Hand Knitted Yarns

Abstract: Volatile fragrant oils encapsulated by a polymeric shell material as microcapsule can be applied to textiles at different processes stages by using different methods. In this study, polyurethane microcapsules containing lavender oil were applied to acrylic hand knitted fiber and yarn by using exhaustion and padding methods respectively. It was aimed to research the change of microcapsule amount in acrylic fabrics after dry and wet rubbing tests and different times washing. The amount of microcapsules was investigated by using SEM and FTIR analysis methods. In addition, microcapsule application productivity and cost of both of application methods were compared each other. The results showed that the amount of capsules on the fabric surface decrease significantly after five times washing while decreasing of the amount of microcapsules after dry and wet rubbing tests is lower. It was determined that microcapsules application by padding method is more advantageous with regard to the productivity and cost.

Keywords: Microcapsule, Fragrance, Padding, Exhaustion.

Giriş

Günümüzde kullanıcının konfor ve güvenliğini olumlu yönde etkileyen fonksiyonel özellikli ve katma değeri yüksek tekstil ürünlerine olan ilgi artmaktadır. Bu ürünlere bir örnek de aromatik mikroapsüller içeren güzel kokulu tekstil ürünleridir. Mikroapsülasyon herhangi bir çekirdek materyalinin, dış etkenlerden korunması amacıyla doğal veya sentetik polimer duvar materyali içerisine kapsüllenmesidir. Mikroapsüller, boyutları 1 ile 100 µm arasında değişen, çekirdek ve duvar maddesinden oluşan partiküllerdir. Kapsüller boyutlarına göre mikroapsül yanında makroapsül veya nanokapsül olarak da isimlendirilebilmektedirler (Monllor vd., 2007; Rodrigues vd., 2008).

Mikroapsüller, çok uzun yıllardır kozmetik, tıp, farmakoloji, gıda vb. çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Son yıllarda mikroapsüllerin kullanılmaya başlandığı alanlardan birisi de tekstil endüstrisidir (Monllor vd., 2007). Tekstil endüstrisinde mikroapsül teknolojisi kokulu ürünler yanında, güç tutuşur (Girauda vd., 2002; Saihi vd., 2006), ısı depolayabilen (Kim ve Cho, 2002; Choi vd., 2004; Shin vd., 2005a,b; Sarier ve Önder, 2007), antimikrobiyel, renk değiştiren, cilt bakım özellikli ürünler geliştirmek vb (Nelson, 2001; Badulescu, 2008) pek çok amaçla kullanılmaktadır.

Koku maddeleri uçucu özelliklerinden dolayı tekstil materyaline direkt olarak applike edilememekte ve ısı, nem ve diğer dış etkenler nedeniyle buharlaşarak uzaklaşmalarını önlemek amacıyla polimerik duvar materyali içerisine kapsüllenmektedirler. Koku maddesini hapseden kapsüller tekstil materyaline applike edildikten sonra sıcaklık, pH, nem, mekanik etki vb. etkenler neticesinde kırılarak hapsedikleri bu koku maddesini dışarı salmaktadır (Rodrigues vd., 2008). Aromatik mikroapsül içeren tekstil ürünleri giysi, ev tekstilleri vb. ürünlerde aromaterapi özellikleri nedeniyle ilgi görmektedirler (Nelson, 2002).

Rodrigues ve arkadaşları tarafından çekirdek materyali olarak limon yağı içeren poliüretan-üre mikroapsülleri arayüzey polimerizasyon metodu ile üretilmiştir. Mikroapsüller ortalama 10 µm olup, tekstil ürünlerine applike edilmiştir. Çalışma neticesinde, bir kez kuru temizleme işlemi sonrası kumaşa limon yağı azalma oranı % 24 iken beş kez temizleme işlemi sonrası bu oranın % 97'ye ulaştığı belirtilmiştir. Aşınma testi sonrası ise azalma oranı 3000 devir sonrası % 40, 9000 devir sonrası % 60 olarak belirlenmiştir (Rodrigues vd., 2008).

Badulescu vd. (2008) biberiye yağı içeren etilselüloz (EC) mikroapsülleri faz ayırımı metodu ile üretilmiş ve pamuk kumaşa çapraz bağlayıcı (1,2,3,4,-bütan

tetra karboksilik asit, BTCA) kullanarak aşılamaşlardır. Mikrokapsüllerin 10-90 µm boyutlarında ve düzenli küresel forma sahip oldukları tespit edilmiştir. Çalışma neticesinde EC mikrokapsüllerin pamuk kumaşa BTCA kullanılarak esterleşme ile bağlandığı tespit edilmiştir.

Monllor vd. (2007) ise mikrokapsül uygulanmış kumaşların davranışlarını araştırdıkları çalışmalarında melamin formaldehit duvarlı nane kokulu, boyutları 5–10 µm aralığında değişen mikrokapsülleri pamuklu kumaşlara applike etmişlerdir. Yıkama ve sürtme sonucunda kumaşta nane kokusunun kalıcılığını araştırmışlardır. Ayrıca emdirme ve çektirme metodu ile mikrokapsül aplikasyonunun verimliliğini de araştırmışlardır. Çalışma neticesinde, çektirme metoduna göre emdirme metodu ile daha verimli bir şekilde mikrokapsül applike edilebildiği, sürtme işleminin mikrokapsüllere zarar verdiği ancak hem yıkama hem de sürtme uygulamaları neticesinde kumaşta halen kokunun mevcut olduğu belirlenmiştir.

Hong ve Park arayüzey polimerizasyon metodu ile parfüm içeren poli (etilen glikol) mikrokapsüller üretmişlerdir. Başka bir çalışmada ise emülsiyon polimerizasyonu ile koku maddesi içeren poliüre mikrokapsüller üretmişlerdir (Hong ve Park, 1999a, b).

Bu çalışmada, el örgüsü ipliklerden örülmüş kumaşlardaki lavanta kokulu mikrokapsüllerin yıkama, kuru ve yaş sürtme işlemlerine karşı kalıcılığı araştırılmıştır. Mikrokapsüller el örgüsü iplik üretim prosesinin çeşitli aşamalarında emdirme ve çektirme metotları ile lif ve ipliklere uygulanmıştır. Böylece iki farklı metot ile mikrokapsül uygulama verimliliği de karşılaştırılmıştır. Çalışmada ayrıca emdirme ve çektirme metodu ile mikrokapsül uygulamalarının maliyet açısından kıyaslaması da yapılmıştır. Uygulamalar sonrası kumaşlarda mevcut mikrokapsül miktarındaki değişimler SEM (taramalı elektron mikroskopu) ve FT-IR spektroskopisi metotları kullanılarak araştırılmıştır.

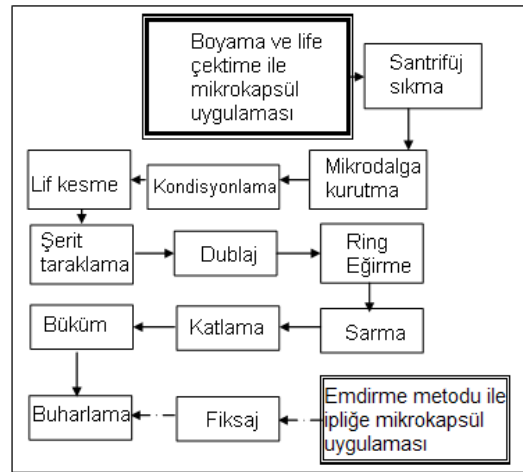
Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmada % 100 akrilik lif ve iplikler mikrokapsül uygulanacak materyaller olarak kullanılmıştır. Farklı yöntemler ile mikrokapsül uygulanmış lif ve bu liflerden üretilen iplikler aynı ilmek sıklığında ve örgü yapısında örülmüştür. Poliüretan duvarlı ve lavanta kokulu Bayscent Lavender mikrokapsüller ve bu mikrokapsüllerin yüzeye bağlanması için nano poliüretan çapraz bağlayıcı kullanılmıştır. Ayrıca uygulama sırasında reçetelere katyonik yumuşatıcı (Softenol 4) ilave edilmiştir.

2.2. Metotlar

Lavanta yağı içeren mikrokapsüller liflere boyama sırasında çektirme, ipliklere ise emdirme metodu ile uygulanmıştır. Çektirme metodunda % 5 konsantrasyonda mikrokapsül ve % 10 konsantrasyonda poliüretan çapraz bağlayıcı kullanılmıştır. Emdirme metodunda ise 50 g/L mikrokapsül, 40 g/L poliüretan kullanılmıştır. Reçetelere % 10 konsantrasyonda katyonik yumuşatıcı da ilave edilmiştir. Mikrokapsül uygulanmış lif ve iplikler 130°C'de 30 dakika fikse edilmiştir. Şekil 1'de mikrokapsül aplikasyon proses aşamaları açıklanmıştır. Şekilde kesikli çizgi emdirme, düz çizgi ise çektirme metodu ile mikrokapsül aplikasyon proses aşamalarını açıklamaktadır. Mikrokapsül applike edilmiş ve edilmemiş lif ve ipliklerin ağırlıkları esas alınarak materyallerin bünyesine aldığı mikrokapsül ve poliüretan miktarları çektirme yöntemi için % 5, emdirme yöntemi için ise % 2.17 olarak hesaplanmıştır. Söz konusu değerler, aplikasyon öncesi ve sonrası kuru ağırlıklar arasındaki farkın işlem öncesi kuru ağırlığa oranlanması ile hesaplanmıştır.



Şekil 1. Lif ve ipliğe mikrokapsül uygulama proses akışı

Şekil 1'de verilen proses akış şemasından da görülebildiği gibi çektirme metodu ile mikrokapsül uygulandıktan sonra elyaf halindeki materyal iplik üretim prosesinden geçirilerek iplik halinde getirilmiştir. Ayrıca söz konusu iplikler ve emdirme metodu ile mikrokapsül uygulanmış iplikler örme makinesinde örgü kumaş haline getirilmiştir.

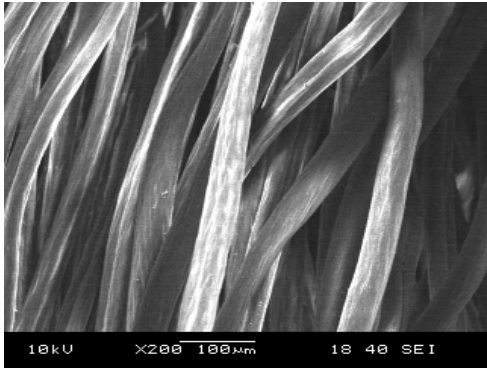
İplikler örme makinesinde aynı sıklıkta örülmüştür (5 çubuk/cm). Örülen kumaşlara uygulanan sürtme testleri ve yıkama işlemleri sonrası kumaş yüzeyindeki mikrokapsül miktarı SEM ve FT-IR ile analiz edilmiştir. Sürtme testi TS 717 EN ISO 105-X12 standardına uygun olarak Crockmaster marka sürtme cihazıyla, yıkama işlemi TS EN 20105-C01 standardına uygun olarak Gyrowash laboratuvar tipi

yıkama makinesinde 40 °C’de 30 dakika sürede gerçekleştirilmiştir.

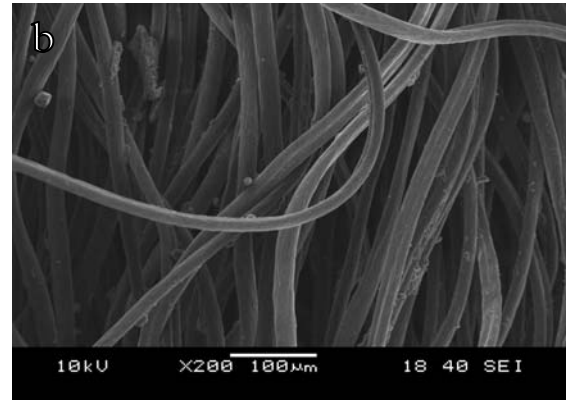
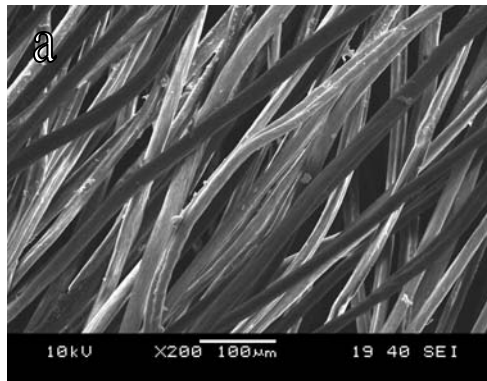
Bulgular

3.1. SEM Sonuçları

Çalışma kapsamında her bir uygulamaya ait kumaşlar için birçok SEM görüntüsü alınarak mevcut görüntüler üzerinde mikrokapsül varlığı incelenmiştir. Şekil 2’de kapsül uygulanmamış kumaşa ait SEM görüntüsü verilmiştir. Şekil 3’de ise çektirme ve emdirme yöntemleri ile mikrokapsül uygulanmış iki akrilik düz örgü kumaşın örnek SEM görüntüleri verilmiştir. Görüntüler incelendiğinde, çektirme yöntemine göre mikrokapsül applike edilmiş akrilik kumaş (Şekil 2.a) üzerinde yoğun bir şekilde parçalanmış mikrokapsül materyali görülürken, emdirme yöntemine göre mikrokapsül applike edilmiş akrilik kumaşa (Şekil 2.b) kıyasla daha az miktarda sağlam mikrokapsül bulunduğu gözlenmektedir. Çektirme banyo konsantrasyonu materyalin bünyesine aldığı mikrokapsül içeren karışım madde miktarı %5, emdirme yönteminde ise %2,17 olarak hesaplanmıştır. Çektirme yöntemindeki mikrokapsül alım oranı emdirme yöntemine göre iki kat fazla olmasına karşın emdirme uygulamasından sonra kumaş yüzeyindeki sağlam mikrokapsül miktarı daha fazladır. Bu sonucun, mikrokapsül applike edilmiş elyaflar iplik haline getirilirken uygulanan işlemler neticesinde elyaf yapısındaki mikrokapsüllerin zarar görmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

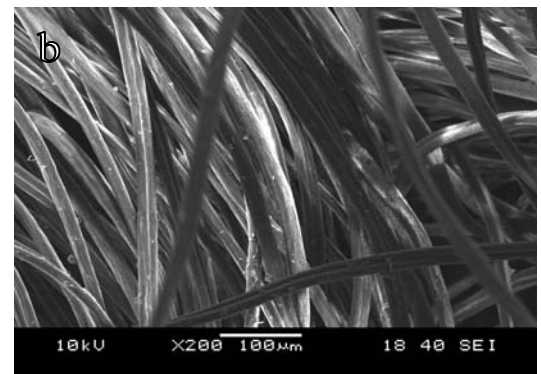
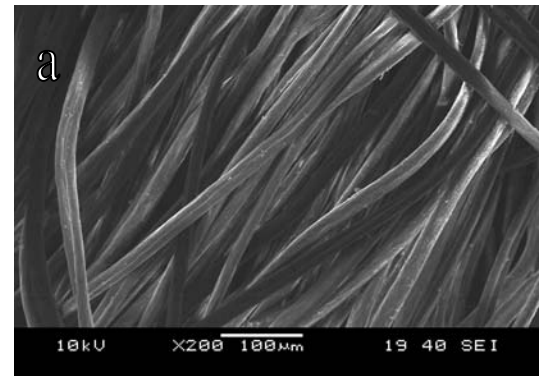


Şekil 2. Mikrokapsül uygulanmamış kumaşlara ait SEM görüntüsü

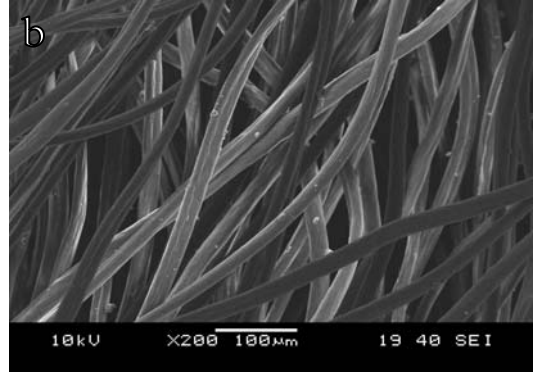
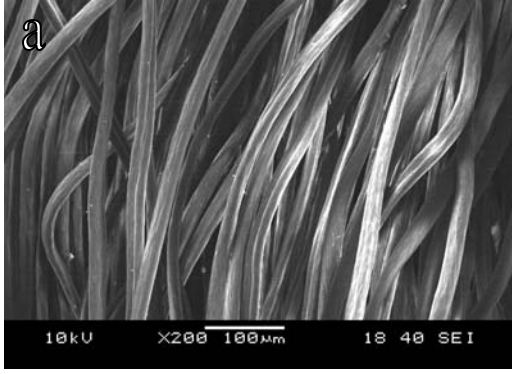


Şekil 3. (a) Çektirme ve (b) emdirme yöntemiyle mikrokapsül uygulanmış akrilik örme kumaşların SEM görüntüleri

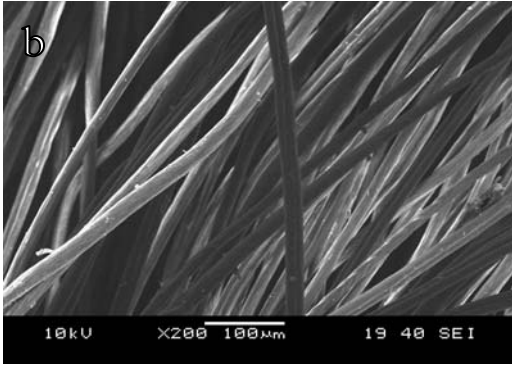
Bir kez yıkanmış akrilik kumaşların SEM görüntüleri Şekil 4’de, beş kez yıkanmış akrilik kumaşların SEM görüntüleri ise Şekil 5’te verilmektedir. Şekiller incelendiğinde yıkamadan sonra her iki kumaş için de kumaş üzerindeki mikrokapsül sayısının azaldığı görülmektedir. Ancak azalma miktarı özellikle birinci yıkama sonrası yoğun bir şekilde iken, 5 yıkama sonrası mikrokapsül miktarında birinci yıkama sonrasına göre önemli bir azalma gözlenmemiştir. Kumaş üzerinde yıkama sonrası kalan sağlam mikrokapsül miktarları sayıldığında ise emdirme yöntemi ile mikrokapsül uygulanmış kumaşlarda daha fazla mikrokapsül varlığı görülmektedir.



Şekil 4. (a)Çektirme ve (b) emdirme yöntemiyle mikrokapsül uygulanıp bir kez yıkamış örme kumaşların SEM görüntüleri

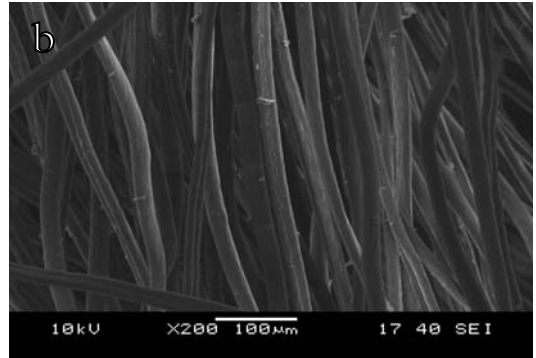
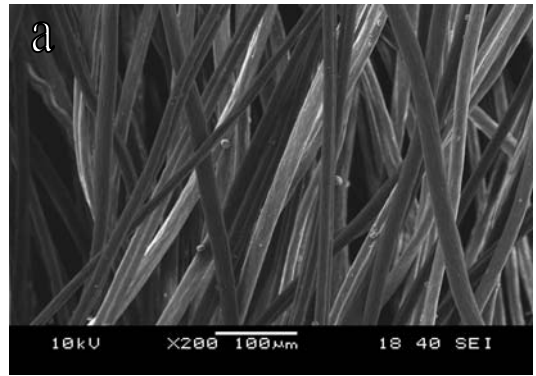


Şekil 6. (a)Çektirme ve (b) emdirme yöntemiyle mikrokapsül uygulanmış kumaşların kuru sürtme testi yapıldıktan sonraki SEM görüntüleri



Şekil 5. (a)Çektirme ve (b) emdirme yöntemiyle mikrokapsül uygulanıp beş kez yıkamış örme kumaşların SEM görüntüleri

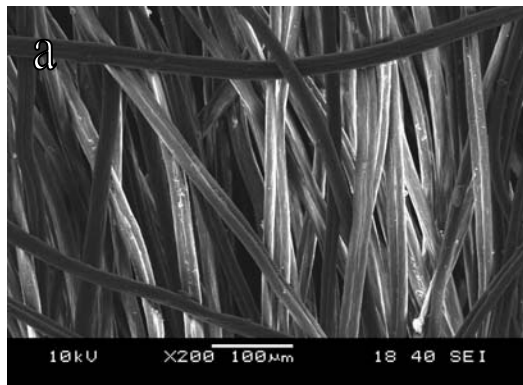
Çektirme ve emdirme yöntemleriyle mikrokapsül applike edilmiş kumaşların sürtme testi uygulandıktan sonraki SEM görüntüleri Şekil 6 ve 7'de verilmiştir. Sürtme testinden geçen numunelerdeki mikrokapsül miktarının uygulama sonrası kumaşlardaki mikrokapsül miktarına göre azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca yağ sürtme testinden geçen akrilik kumaşlardaki mikrokapsül miktarının, kuru sürtme testine tabi tutulan kumaşlardakine göre daha az olduğu SEM görüntülerinden görülmektedir.



Şekil 7. (a)Çektirme ve (b) emdirme yöntemiyle mikrokapsül uygulanmış kumaşların yağ sürtme testi yapıldıktan sonraki SEM görüntüleri

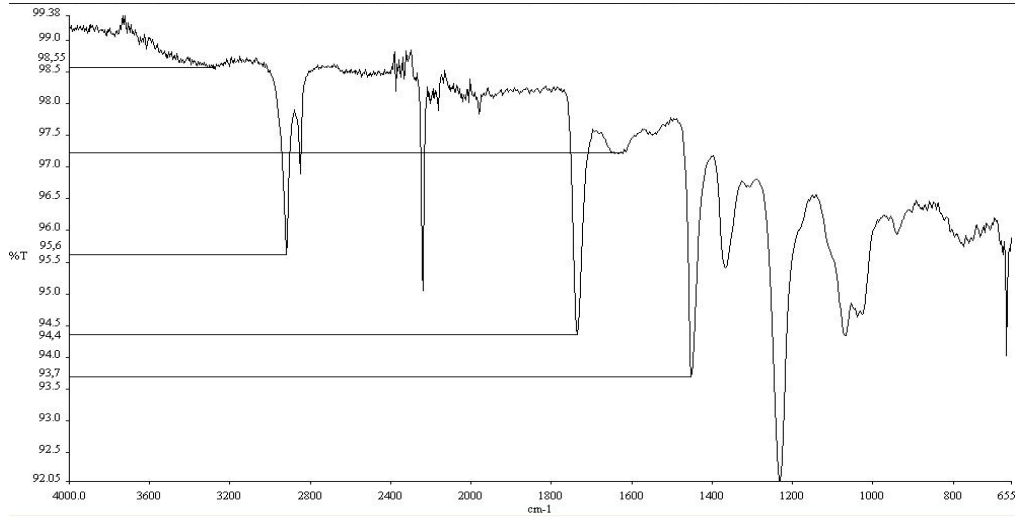
3.2. FTIR Sonuçları

Ham kumaşın, mikrokapsül içeren karışım uygulanmış (apre uygulanmış) kumaşın ve apre uygulandıktan sonra beş kez yıkanmış kumaşın FTIR spektrumları Şekil 8-10'da sırasıyla verilmiştir. Şekiller incelendiğinde PU kumaş yapısında çok az miktarda bulunduğu için FTIR spektrumlarında apre sonrasında çok keskin pikler gözlemlenmemektedir. Bu nedenle PU'nun bant verdiği noktada spektrum üzerindeki çakışmadan dolayı geçirgenlik azalmalarını gözlemleyerek PU'nun varlığı hakkında fikir edinilmiştir. Buna göre tarama yapmamız gereken bant aralıkları; 1650 ve 1750 cm^{-1} üretilen ve üreye ait karbonil gruplarına ait bant bölgesi, 3200-

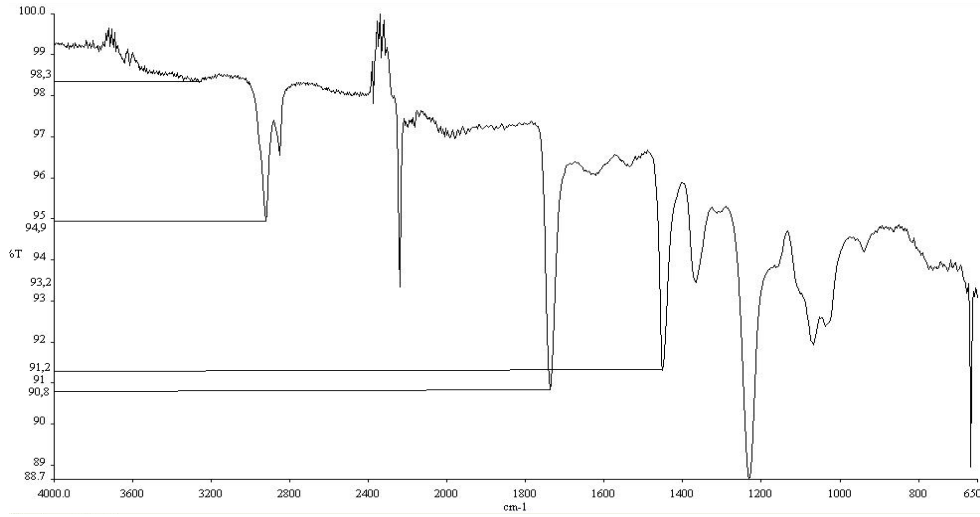


3400 cm^{-1} de ürethan N-H gruplarına ait titreşimlerin bulunduğu bant bölgesi, 2800-3000 cm^{-1} de CH_2 ve CH_3 ve 1500 cm^{-1} civarındaki H-N-C=O amid

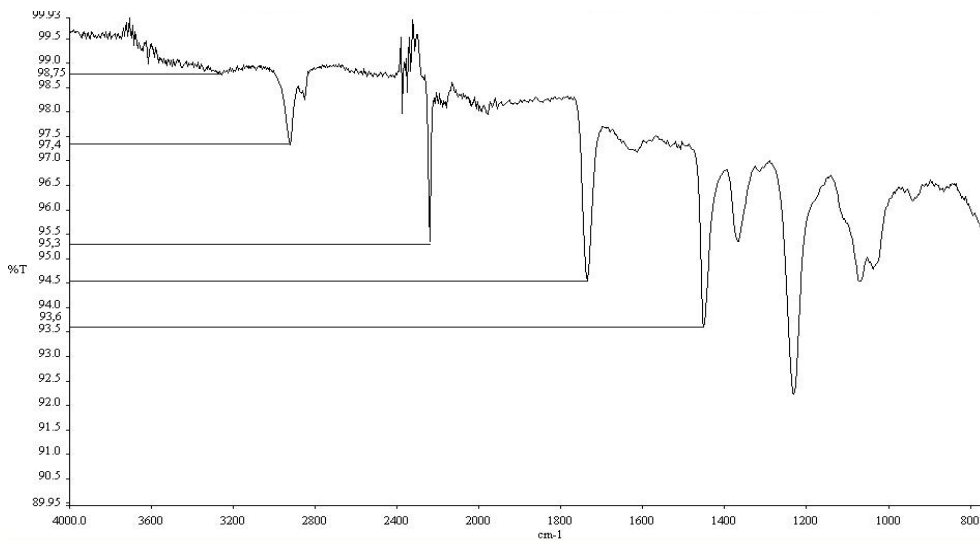
gruplarının kombine hareketlerine bağlı olarak ortaya çıkan bant bölgeleridir.



Şekil 8. Ham kumaşın FTIR spektrumu



Şekil 9. Çektirme metodu ile apre uygulanmış kumaşın FTIR spektrumu



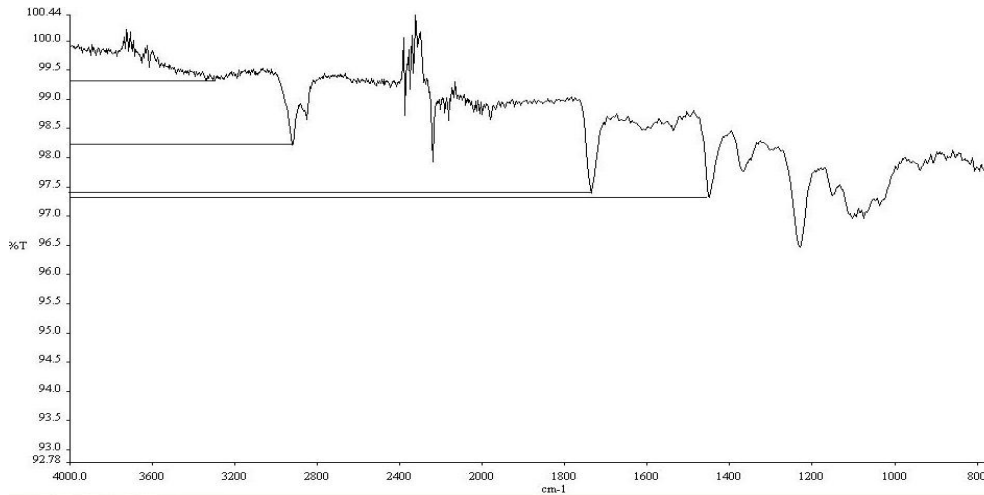
Şekil 10. Çektirme yöntemi ile mikrokapsül uygulanmış kumaşın beş yıkama sonrası FTIR spektrumu

Ham kumaş ve apre sonrası kumaşa ait FTIR spektrumlarını incelendiğinde (Şekil 8 ve Şekil 9) beklenildiği gibi PU'dan kaynaklanan yeni bağlar nedeni ile 3200-3400 cm^{-1} civarındaki bantların geçirgenliklerinde bir azalma söz konusudur. Ayrıca, 1500 cm^{-1} 'de H-N-C=O amid gruplarının ve 1750 cm^{-1} 'de üreye ait karbonil gruplarının etkisiyle bantların geçirgenliklerinde azalma gözlemlenmektedir. Bu bilgilerden yola çıkarak PU kapsüllerin Nano PU ile birlikte kumaşın yüzeyinde bulunduğunu söylemek mümkün olmaktadır.

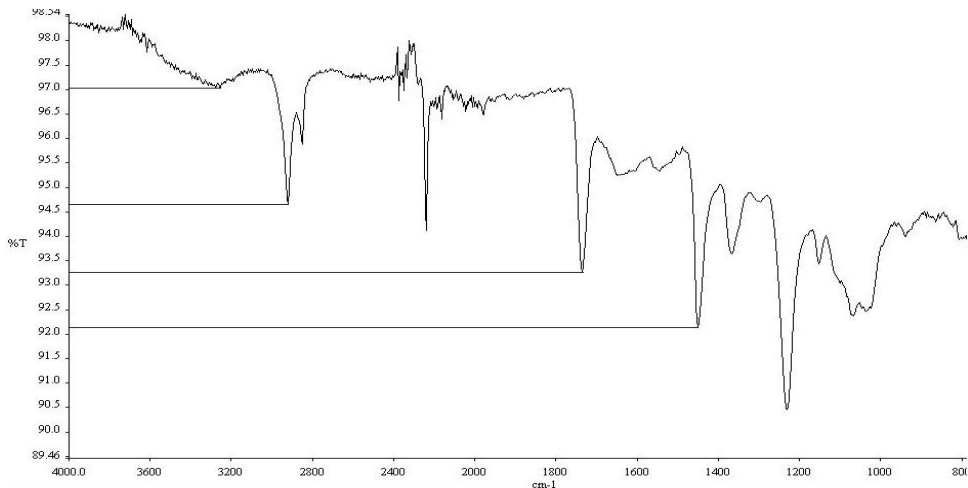
Beş kez yıkanmış kumaşın yıkama sonrasındaki FTIR spektrumu incelenecek olursa, 2800-3400 cm^{-1} aralığındaki bantların geçirgenliği ham kumaştan daha fazladır. Bunun sebebi yıkamayla birlikte yapıdan uzaklaşan bitkisel bazlı katyonik yumuşatıcı olabilir. Çünkü hem uzun zincirli yağ asitlerinin içerdiği $\text{CH}_2 - \text{CH}_3$ sayısında azalma hem de stearat yapısındaki protonların uzaklaşması bu bantların geçirgenliğini azaltabilir. Yine katyonik yumuşatıcıdaki ester bağından dolayı 1700 cm^{-1} civarındaki bantta bundan etkilenecektir. Bu nedenle belirleyici bölge olarak 1500 cm^{-1} H-N-C=O amid gruplarının kombine hareketlerine bağlı olarak oluşan

geçirgenlik azalmasını kullanmak daha yararlı olacaktır. Ham kumaşta bu bölgedeki bantın geçirgenliği %94,4 iken beş yıkama sonucu apreli kumaşta %93,4 tür. Yıkama öncesi bu bantın geçirgenliği % 91,2 idi bu da gösteriyorki yıkama ile bir miktar apre kaybedilse de beş yıkama sonucunda hala kumaş üzerinde apre varlığını sürdürmektedir.

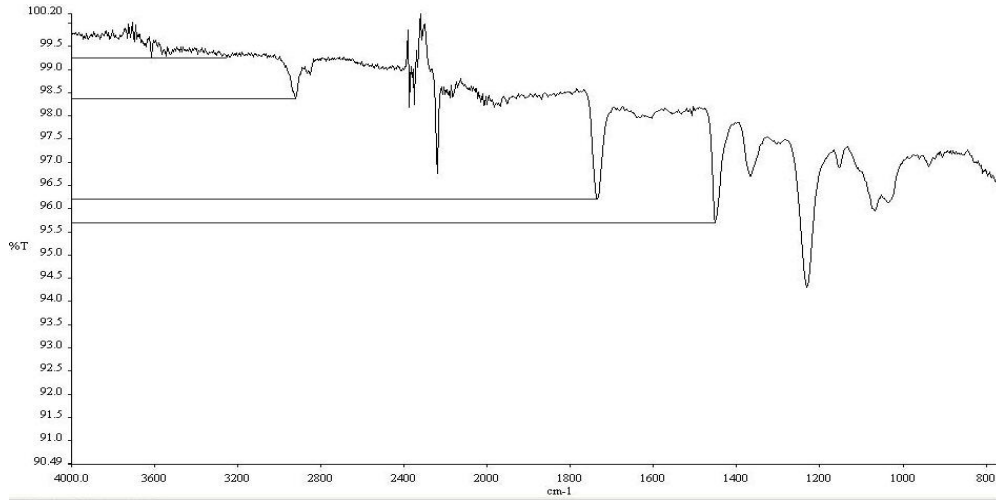
Şekil 11-13'de verilen emdirme metodu ile mikrokapsül uygulanmış kumaşların FTIR spektrumlarında da 2800-3000, 3000-3200, 1500 ve 1750 cm^{-1} deki bantların ham kumaştaki, apreli kumaştaki ve beş yıkama sonrasındaki durumlarını kıyaslamak mümkündür. Bu kıyaslamada da çektirme yönteminde açıklandığı gibi apre ile birlikte PU kaynaklı yeni soğurmalarından dolayı söz konusu bant bölgelerinin geçirgenliğinde azalma olarak yansyacaktır. Spektrumlardan da açıkça görüldüğü gibi apre ile birlikte bu bant bölgelerinin geçirgenliğinde azalma gözlenmektedir. Yıkama sonrasında geçirgenliklerde bir miktar artma gözlense de yine de ham kumaştan daha azdır. Buradan yıkama ile aprenin bir kısmının kumaş yapısından ayrıldığı, ancak bir miktar aprenin hala kumaş üzerinde kaldığı sonucuna ulaşmak mümkündür.



Şekil 11. Ham kumaşın FTIR spektrumu



Şekil 12. Emdirme metodu ile mikrokapsül uygulanmış kumaşın FTIR spektrumu



Şekil 13. Emdirme metodu ile mikrokapsül uygulanmış kumaşın beş yıkama sonrası FTIR spektrumu

3.3. Ekonomik Değerlendirme

SEM ve FTIR sonuçlarına göre emdirme metodu ile yapılan uygulamalarda daha kalıcı koku elde edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde ise mikrokapsül uygulama verimliliği açısından daha uygun olan emdirme metodunun maliyet açısından çektirme metodu ile kıyaslanması yapılmıştır. Çektirme metodunda apre uygulamak için gerekli apre kimyasallarının maliyeti dışında herhangi ekstra bir maliyet yükü yoktur. Bunun nedeni çektirme metodunda mikrokapsül uygulaması boya banyosu içerisine mikrokapsülün ve bağlayıcının verilerek yapılması, dolayısıyla ayrı bir proses gerektirmemesidir. Emdirme işleminde ise ipliğin tekrar emdirme için makineye alınması, kurutulması ve bobin yapılması için ekstra işçilik ve enerji maliyeti gereklidir. Mikrokapsül fiyatının 90

TL/kg, PU fiyatının 6 TL/kg olduğunu göz önüne alınarak Çizelge 1’de verilen veriler üzerinden 1 kg ipliğin aprenmesi için maliyet hesabı yapılmış ve elde edilen toplam maliyet değerleri çizelgede gösterilmiştir. Açıkça görüldüğü üzere emdirme yöntemi ilk bakışta maliyetli bir yöntem olarak görünse de uygulanan aprenin birim fiyatının yüksekliği çektirme yöntemini daha pahalı kılmaktadır. Maliyeti daha yüksek olmasına rağmen, liflerin koparılması, taranması, ring çekimi, katlama ve bükümü aşamasında mikrokapsüllerin zarar görmesi nedeniyle de uygulama sonrası kumaş üzerine emdirme metoduna göre daha az miktarda sağlam mikrokapsül kalmaktadır. Sonuç olarak emdirme metodu ile mikrokapsül uygulaması hem daha kalıcı koku elde edebilmek açısından hem de maliyet açısından daha uygun bir metot olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Emdirme ve çektirme prosesleri ile mikrokapsül aplikasyon yöntemlerinin maliyet açısından karşılaştırması

Mikrokapsül aplikasyon yöntemi	Maliyet Giderleri	Birim Maliyet (TL)	1 Kg İplik İçin Toplam Maliyet (TL)
Emdirme	Mikrokapsül (% 2,17 Alınan flotte oranı için)	1,5	3,94
	Çapraz bağlayıcı poliüretan (PU)		
	Emdirme işçilik	24 kuruş	
	Kurutma işçilik	20 kuruş	
	Bobin işçilik	40 kuruş	
	Buhar maliyet	1,5 TL	
	Elektrik	10 kuruş	
Çektirme	Mikrokapsül (% 5 için)	5	5
	Çapraz bağlayıcı poliüretan (PU) (% 10 için)		

Tartışma ve Sonuç

Farklı proses aşamalarında elyaf ve iplik halindeki materyale çektirme ve emdirme metodu ile mikrokapsül uygulanmış el örgüsü ipliklerden üretilen örme kumaşlarda yıkama ve sürtme testleri sonrası mikrokapsül miktarındaki değişimin araştırıldığı bu çalışmada, özellikle yıkama işlemi ile kumaş yapısından mikrokapsüllerin yoğun bir şekilde uzaklaştığı belirlenmiştir. Ancak uzaklaşan mikrokapsül miktarının özellikle birinci yıkama işlemi sonrası fazla olduğu, beşinci yıkama sonrası mikrokapsül miktarının birinci yıkama sonrasına göre önemli miktarda değişmediği belirlenmiştir. Sürtme testleri neticesinde kumaş yüzeyindeki azalan mikrokapsül miktarının yıkama işlemine göre daha az olduğu ve yaş sürtme işleminin kuru sürtme işlemine göre mikrokapsüllere daha fazla zarar verdiği tespit edilmiştir.

Emdirme ve çektirme metoduna göre mikrokapsül uygulama verimliliği karşılaştırıldığında ise hem maliyet hem de kalıcı koku etkisi açısından emdirme metodunun daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kaynaklar

- Monllor, P., Bonet, M.A., Cases, F. 2007. Characterization of the Behavior of Flavour Microcapsules in Cotton Fabrics. *European Polymer Journal*, 43, 2481–2490.
- Rodrigues, S.N., Fernandes, I., Martins, I.M., Mata, V.G., Barreiro, F., Rodrigues, A. E. 2008. Microencapsulation of Limonene for Textile Application. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 47, 4142–4147.
- Nelson, G. 2002. Application of Microencapsulation in Textiles. *International Journal of Pharmaceutics*, 242, 55–62.
- Badulescu, R., Vivod, V., Jausovec, D., Voncina, B. 2008. Grafting of Ethyl Cellulose Microcapsules Onto Cotton Fibers. *Carbohydrate Polymers*, 71, 85–91.
- Nelson, G. 2001. Microencapsulation in textile finishing. *Rev. Prog. Color*, 31, 57-64.

- Hong, K., Park, S. 1999. Preparation of Polyurethane Microcapsules with Different Soft Segments and their Characteristics. *Reactive & Functional Polymers*, 42, 193–200.
- Hong, K., Park, S. 1999. Preparation and Characterization of Polyurea Microcapsules with Different Diamines. *Materials Research Bulletin*, 34(6), 963–969.
- Saihi, D., Vroman, I., Giraud, S., Bourbigot, S. 2006. Microencapsulation of Ammonium Phosphate with a Polyurethane Shell. Part II. Interfacial Polymerization Technique. *Reactive & Functional Polymers*, 66, 1118–1125.
- Girauda, S., Bourbigota, S., Rocherya, M., Vromana, I., Tighzertb, L., Delobelc, R. 2002. Microencapsulation of Phosphate: Application to Flame Retarded Coated Cotton. *Polymer Degradation and Stability*, 77, 285–297.
- Sarıer, N., Onder, E. 2007. The Manufacture of Microencapsulated Phase Change Materials Suitable for the Design of Thermally Enhanced Fabrics. *Thermochimica Acta*, 452 (2), 149–160.
- Choi, K., Cho, G., Kim, P., Cho, C. 2004. Thermal Storage/Release and Mechanical Properties of Phase Change Materials on Polyester Fabrics. *Textile Research Journal*, 74(4), 292-296.
- Shin, Y., Yoo, D., Son, K. 2005. Development of Thermoregulating Textile Materials with Microencapsulated Phase Change Materials (PCM). II. Preparation and Application of PCM Microcapsules. *Journal of Applied Polymer Science*, 96, 2005–2010.
- Kim, J., Cho, G. 2002. Thermal Storage/Release, Durability, and Temperature Sensing Properties of Thermostatic Fabrics Treated with Octadecane-Containing Microcapsules. *Textile Research Journal*, 72(12), 1093-1098.