



## Antimikrobiyal Medikal Tekstil Ürünleri için Oleuropein Uygulaması

Mevlûde BİLGİÇ\*1, Şule Sultan UĞUR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, 32260, Isparta

(Alınış Tarihi: 08.07.2015, Kabul Tarihi: 31.07.2015)

### Anahtar Kelimeler

Antimikrobiyal tekstiller  
Zeytin  
Oleuropein.

**Özet:** Akdeniz insanları için zeytin bitkisi beslenme ve tıp alanlarında önemli bir kaynak olmuştur. Bu çalışmada medikal bir tekstil ürünü için oleuropein bileşiği içeren bir tekstil ürününün tasarımı amaçlanmıştır. Farklı konsantrasyonlarda ve farklı çapraz bağlayıcılar kullanılarak, oleuropein pamuklu kumaşlara emdirme yöntemine göre uygulanmıştır. Pamuklu kumaşların üzerinde oleuropein maddesinin varlığını kanıtlamak amacıyla FTIR-ATR ve SEM analizleri yapılmıştır. Oleuropein uygulanan pamuklu kumaşların antimikrobiyal etkinlik testleri hem gram-pozitif *Staphylococcus aureus* ve hem de *Escherichia coli* gram-negatif bakterilerine karşı gerçekleştirilmiştir. Pamuklu kumaşların antimikrobiyal etkinliklerinin dayanımı, 40 °C'de 30 d.'lık tekrarlı 10 yıkama işleminden sonra test edilmiştir. Oleuropein çözeltisinin pH değeri değişimlerinin etkisini belirlemek için kopma mukavemeti testleri gerçekleştirilmiştir. Kumaşların hava geçirgenliği ve beyazlık dereceleri oleuropein uygulama öncesi ve sonrasında test edilmiştir.

## Application Of Oleuropein For Antimicrobial Medical Textiles

### Keywords

Antimicrobial textiles  
Olive  
Oleuropein

**Abstract:** The olive plant has been an important source of nutrition and medicine of the Mediterranean. In this study it is aimed to design a textile product conserve oleuropein compound as a medical textile. Oleuropein was used in different concentrations with different cross-linker and applied to cotton fabric by pad-dry-cure method. FTIR-ATR and SEM were used to examine the presence of the oleuropein on the cotton fabrics. The oleuropein applied cotton fabrics antimicrobial activity test was performed against both gram-positive *Staphylococcus aureus* and gram-negative *Escherichia coli* bacteria. The durability of the antimicrobial activity of cotton fabrics was tested after 10 washing cycles at 40 °C for 30 min. Tensile strength tests of the fabrics were performed to evaluate the effect of oleuropein solution pH value changes. Air permeability and whiteness values of fabrics were performed on the fabrics before and after the treatment with oleuropein.

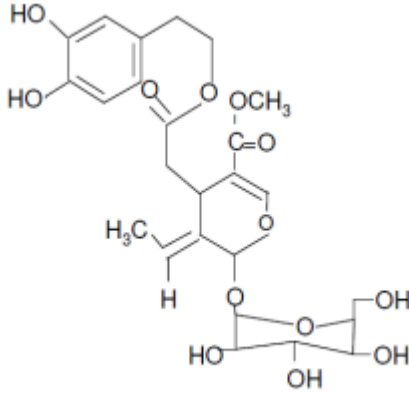
### 1. Giriş

Tekstiller insan vücuduna doğrudan temas ettiği için bakterilerin üremesine sebep veren nem, besin ve ısı için uygun şartlar kendiliğinden oluşmaktadır. Tekstil ürünlerindeki mikroorganizmalardan korunmak için en eski uygulama Mısırlıların mumyaları sardıkları kumaşları korumak için kullandıkları inorganik tuzlar, baharat ve bitkiler bu konudaki en eski uygulamalara örnektir (Seong vd., 1999). Son yıllarda tüketicilerdeki hijyen beklentilerinin artması tekstil sektöründe kullanılabilecek pek çok antimikrobiyal malzeme geliştirilmesini sağlamıştır. Bu malzemeler

kimyasal yapılarına, çalışma mekanizmalarına, insan ve çevreye etkilerine, uygulandıkları ürüne tutunma karakteristiklerine, çeşitli dış etkilere dayanıklılıklarına, fiyatlarına ve mikroorganizmalarla etkileşimlerine göre farklılık göstermektedirler (Üreyen vd., 2008). İnsan ve çevre sağlığı ile ilgili kaygılar özellikle doğal kökenli maddelerin antimikrobiyal bitim işlemlerinde kullanılmasına olan ilgiyi arttırmıştır.

Zeytin ağacı önemli biyolojik özelliklere sahip fenolik maddelerce zengindir. Bu fenolik bileşenlerin başlıcası zeytin meyvelerinin karakteristik acı

tadından sorumlu olan oleuropeindir (Malik ve Bradford, 2006; Japon-Lujan vd., 2006; Bouaziz vd., 2008; Yıldız ve Uylaşer, 2011). Oleuropein, elenolik asit ve hidroksitriosolün heterozidik esteridir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Oleuropeinin kimyasal yapı formülü (Yıldız ve Uylaşer, 2011)

Zeytin ağacının dayanıklılığında oldukça önemli yere sahip olan oleuropein zeytinde, posasında, yağında ve zeytinyağı üretimi sırasında ortaya çıkan atıklarda (alperujo) da bulunmakla birlikte, bu bileşiğin doğada bilinen en önemli kaynağı zeytinciliğin yan ürünü olan zeytin yaprağıdır (60-90 mg/g kuru ağırlık) (Soler-Rivas vd., 2000). Yapılan çalışmalarda zeytinyağında oleuropein içeriğinin %0.005 ile 2 arasında değişiklik gösterdiği, alperujoda %0.87 ve zeytin yaprağında ise %1-14 arasında olduğu belirlenmiştir (Sanchez vd., 2007).

Mikroorganizmaların tekstil materyalleri üzerinde kontrolsüz çoğalması, hem tekstil materyalinin kendisi hem de giyen için istenmeyen etkilere yol açmaktadır. Mikroorganizmalar tekstil materyalinde renk ve koku bozukluklarına ve mekanik mukavemet kayıplarına yol açarken diğer bir taraftan da tekstil materyalleri mikroorganizmaların taşınmasını ve gelişmesini sağlayarak enfeksiyonların yayılmasına yol açmaktadır (Pamuk, 2006; Toprakkaya vd., 2003). Mikrobiyal gelişmeyi kontrol altına almak amacı ile kullanılan maddeler antimikrobiyal olarak adlandırılmaktadır. Gümüş, civa, bakır, kalay, talyum, çinko, kurşun, kadmiyum ve bizmut antimikrobiyal özelliklere sahip inorganik esaslı maddelerdir (Bozoğlu, 2010). Ancak son yıllarda, bu amaçla kullanılan sentetik kökenli maddelerin insan vücudunda istenmeyen ve beklenmedik yan etkiler oluşturmasının yanı sıra mikroorganizmaların bunlara karşı direnç kazanması alternatif olarak doğal antimikrobiyal maddelerin arayışına neden olmaktadır (Ramanchandran vd., 2004; Purwar ve Joshi, 2004; Gao ve Cranston, 2008). Antimikrobiyal tekstillerin gelişen talepleri karşılamak için belli özelliklere sahip olması gerekmektedir (Erem, 2012).

Bu özellikler;

- Antimikrobiyal tekstiller insan ve çevre sağlığına zarar vermemelidir.
- İstenmeyen mikroorganizmalara karşı seçici etkinliğe sahip olmalı.
- Yıkama, kuru temizleme ve ısı işlemlere karşı dayanıklı olmaları (özellikle tekrarlanan yıkamalar sonucu antimikrobiyal etkinliklerini uzun süre korumalıdır).
- Uygulanan antimikrobiyal maddeler ve uygulama yöntemleri tekstil mamullerinin tutum, mukavemet gibi kalite özelliklerini ve görünümünü olumsuz yönde etkilememeli.
- Tekstil malzemelerinin daha sonra göreceği üretim ve bitim işlemlerine uygun olmalı Sterilizasyon işlemlerine karşı dayanıklı olmalı.
- Vücut sıvılarına karşı dayanıklı olmalıdır.

Doğal antimikrobiyal maddeler arasında gösterilen oleuropeinin, mikroorganizmaların gelişme hızını geciktirdiği ve inhibe ettiği bildirilmektedir (Furneri vd., 2002). Bu konuda yapılan birçok çalışmada fenolik glikozit oleuropein ve parçalanma ürünlerinin *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Lactobacillus plantarum*, *Moraxella catarrhalis*, *Pseudomonas fragi*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus carnosus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio alginolyticus* ve küfler üzerinde inhibe edici etkisinin olduğu ifade edilmektedir (Beauchamp vd., 2005).

Bu çalışmada, pamuklu kumaşların antimikrobiyal özelliklerini geliştirmek amacıyla doğal kimyasal madde olan oleuropein maddesi ile uygulaması sağlanmıştır. Oleuropein ile yapılan denemelerde farklı konsantrasyonlarda ve farklı çapraz bağlayıcılarla altı reçete uygulanmıştır. Taramalı Elektron Spektroskopisi (SEM) ve Fourier Transform İnfrared Spektroskopisi (FTIR-ATR) bitim işlemi sonucunda oleuropeinin varlığını kanıtlamak amacıyla kullanılmıştır. Antimikrobiyal bitim işlemi sonunda ve 10 yıkama işlemi sonrasında gram pozitif *Staphylococcus aureus* ve gram negatif *Escherichia coli* bakterilerine karşı Shake Flask yöntemi ile antibakteriyel aktivite tayini testleri yapılmıştır. Ayrıca pamuklu kumaş özelliklerine oleuropein ile uygulanan bitim işleminin etkisini belirlemek amacıyla işlem görmemiş ve antimikrobiyal bitim işlemi uygulanmış kumaşların kopma mukavemeti, hava geçirgenliği ve beyazlık dereceleri belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmada ağartma işlemi yapılmış % 100 pamuklu kumaş kullanılmıştır. Pamuklu kumaş bezayağı dokuma, 118 g/m<sup>2</sup> gramaja sahip, 34 çözgü/tel ve 28 atkı/tel sıklığına sahiptir. Antimikrobiyal etkinlik amacı ile kullanılan Oleuropein (C<sub>25</sub>H<sub>32</sub>O<sub>13</sub>) ≥% 80.0 (HPLC)

safsızlıkta, 540,51g/mol molekül ağırlığında Sigma firmasından doğal ürün olarak temin edilmiştir. Çalışmada iki farklı çapraz bağlayıcı kullanılmış, bunlardan bir tanesi analitik olarak kullanılan bir diğeri ise tekstil terbiye sektöründe ticari olarak kullanılan bir üründür. Çapraz bağlayıcı olarak kullanılan 1,2,3,4-Bütantetrakarboksilik asit ( [-CH(CO<sub>2</sub>H)CH<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>H]<sub>2</sub> ) (BTCA) ve katalizörü Sodyum hipofosfit (NaPH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (SHP) Sigma firmasından temin edilmiştir. Ticari olarak kullanılan N-metilolakrilamid ise NF Kimyasal (MEAA, Hepaprint Mnr) firmasından temin edilmiştir. Antimikrobiyal bitim işlemi uygulaması için 6 farklı reçete (Tablo 1) ile pamuklu kumaşlar Laboratuvar tipi fulard makinesinde emdirme işleminden geçirilmiştir. 3 bar basınçta % 80 Alman Flotte oranı ile emdirme işleminden geçirilen kumaşlar 80 °C'de kurutulmuş ve 150 °C'de 3 dk.'da fikse edilmiştir.

**Tablo 1.** Antimikrobiyal bitim işlemi için uygulanan reçeteler

Reçete No	Reçete Kodu	Reçete İçeriği	pH derecesi
1	R 1	10 g/l oleuropein	5,25 (pH ayarlaması yapılmamıştır)
2	R 2	5 g/l oleuropein	6,26 (pH ayarlaması yapılmamıştır)
3	R 3	3 g/l oleuropein	6,61 (pH ayarlaması yapılmamıştır)
4	R 4	1 g/l oleuropein	7,29 (pH ayarlaması yapılmamıştır)
5	R 5	5 g/l oleuropein 5 g/l BTCA 10 g/l SHP	5,5 (pH ayarlaması yapılmıştır)
6	R 6	5 g/l n- metilolakrilamid	5,5 (pH ayarlaması yapılmıştır)

QUANTA 400F Field Emission yüksek çözünürlüklü Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) ve Bruker IFS 66/S FTIR-ATR spektrometre kullanılarak antibakteriyel bitim işlemi uygulanan pamuklu kumaşların yüzey morfolojisi ve özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca pamuklu kumaşların fiziksel özelliklerindeki değişimin belirlenebilmesi amacıyla bitim işlemi yapılmış ve yapılmamış kumaşların

Llyod LR5K Plus marka mukavemet cihazı ile mukavemet özellikleri ve Minolta 3600d Spektrometre ile beyazlık dereceleri belirlenmiştir. TexTest Instruments FX 3300 Air Permeability Tester III cihazı 100 Pa'da bitim işlemi uygulanan kumaşların hava geçirgenliği değerlerinin belirlenmesi için kullanılmıştır.

ASTM E2149 Dinamik İletişim Koşullarında İmmobilize Antimikrobiyal Ajanların Antimikrobiyal Etkinliklerinin Belirlenmesi için Standart Test Metodu (Standard Test Method for Determining the Antimicrobial Activity of Immobilized Antimicrobial Agents Under Dynamic Contact Conditions-Shake Flask) ile gram pozitif Staphylococcus aureus ve gram negatif Escherichia coli bakterilerine karşı antimikrobiyal bitim işlemleri sonucunda kumaşların antibakteriyel etkileri nicel olarak belirlenmiştir. Ayrıca pamuklu kumaşların antibakteriyel aktivite özelliklerinin kalıcılığının belirlenebilmesi için bitim işlemi uygulanan numuneleri konvansiyonel yıkama makinesinde 10 defa 40 °C'de 30 dak.'lık yıkama işlemlerinden geçirilmiş ve antibakteriyel aktivite tayini testleri tekrarlanmıştır.

### 3. Bulgular

ASTM E2149 standardına göre yapılan antimikrobiyal testlerde tampon çözelti içine bakteri ekimi yapılmış ve pamuklu numuneler yerleştirilmiştir. İçinde numune bulunan tampon çözeltinin başlangıç anında 1 ml'si alınıp standartta belirtilen oranlarda seyreltilip iki farklı bakteri agarına ekim yapılmıştır. Ekim yapılan agarlar 37°C 24 saat kuluçkaya bırakıldıktan sonra agar bakteri miktarları sayılmıştır. Oleuropein ile gerçekleştirilen antimikrobiyal bitim işlemleri sonucunda kumaş numunelerine gram pozitif Staphylococcus aureus ve gram negatif Escherichia coli bakterilerine karşı antibakteriyel aktivite tayini testleri yapılmış ve bütün kumaşlar antibakteriyel etki göstermiştir. (+) olarak verilen % bakteri değerleri, bakteri sayısında artışı, (-) olarak verilen % bakteri değerleri bakteri sayısında azalmayı göstermektedir. (-) 100 değeri, yüzey üzerinde bulunan tüm bakterilerin öldüğünü belirtmektedir.

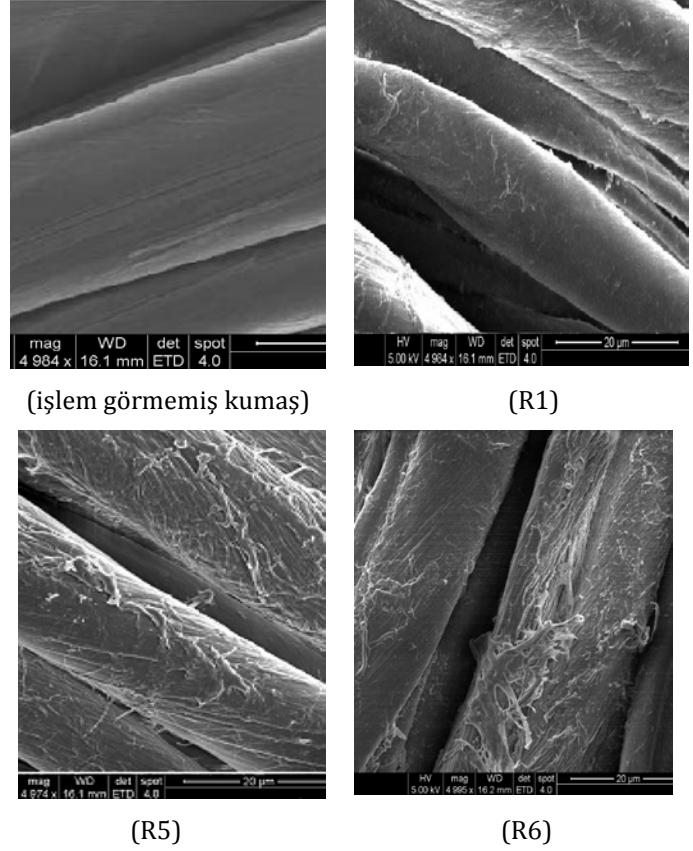
**Tablo 2.** Antimikrobiyal bitim işlemi sonucunda *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakterilerine karşı antimikrobiyal etkinlik testlerinin işlem ve 10 yıkama işlemi sonucu değerleri

Numune Kodu	<i>Staphylococcus aureus</i> bakterisine karşı antimikrobiyal etkinlik testi		<i>Escherichia coli</i> bakterisine karşı antimikrobiyal etkinlik testi	
	İşlem görmemiş kumaş	(+) 233,33	(+) 291,67	
	Bitim işlemi sonrası	10 yıkama işlemi sonrası	Bitim işlemi sonrası	10 yıkama işlemi sonrası
R 1	(-) 100	(-) 100	(-) 100	(-) 89,41
R 2	(-) 100	(-) 100	(-) 100	(-) 86,39
R 3	(-) 100	(-) 100	(-) 93,06	(-) 78,64
R 4	(-) 92,14	(-) 80,27	(-) 84,33	(-) 69,84
R 5	(-) 100	(-) 100	(-) 100	(-) 99,14
R 6	(-) 100	(-) 100	(-) 100	(-) 100

Tablo 2'de verilen değerler incelendiğinde sadece oleuropeinin kullanıldığı reçetelerde 1 g/l oleuropein miktarının antimikrobiyal etkinlik için yeterli olmadığı ancak daha yüksek miktarlarda özellikle *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı mükemmel koruma sağlanmıştır. *Escherichia coli* bakterilerine karşı yapılan test sonuçlarında ise R 2 ve R 3 kodlu numunelerde bitim işlemi sonrası yeterli koruma oluşmuşken, 10 yıkama işleminin ardından antimikrobiyal etkinlik dereceleri düşmüştür. Çapraz bağlayıcılar kullanılarak yapılan R 5 ve R 6 numuneleri ile çok daha iyi ve kalıcı antimikrobiyal etkinlik değerleri elde edilmiştir. Sadece oleuropein kullanılan reçetelerde pamuğun hidroksil grupları ile oleuropeinin yapısında bulunan asidik gruplarla ikincil çekim kuvvetleri ile etkileşime girdiği, sonuçta yıkama dayanımlarının çok iyi derecelerde elde edilemediği belirlenmiştir. Her iki bakteri grubu içinde en iyi ve en kalıcı antimikrobiyal etkinlik çapraz bağlayıcı olarak n-metilolakrilamid kullanılması durumunda elde edilmiştir. Genel olarak *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı *Escherichia coli* bakterisinden daha iyi sonuçlar elde edilmesinin nedeninin kullanılan bakterilerin hücre duvarları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

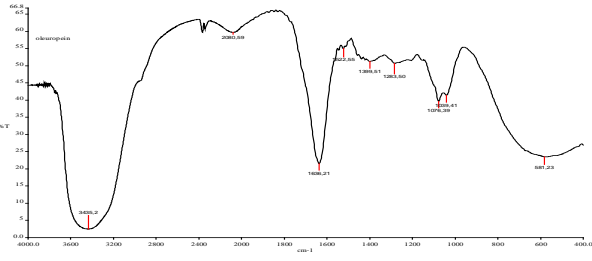
Oleuropein ile gerçekleştirilen antimikrobiyal bitim işlemleri sonucunda liflerin yüzeylerindeki değişimi belirlemek amacı ile Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) kullanılmıştır. Şekil 2'de ham kumaşın ve R 1, R 5, R 6 kodlu pamuklu kumaşların 20 µm SEM görüntüleri verilmiştir. SEM görüntüleri incelendiğinde oleuropeinin pamuklu kumaşa liflerin yüzeyinde ince bir film tabakası oluşturarak bağlandığı görülmektedir. R 1 kodlu numuneye göre

R 5 ve R 6 kodlu kumaşlarda lifler üzerinde ve arasında bağlantıların oluşması da kullanılan çapraz bağlayıcıların oleuropein ile daha etkin bir şekilde film oluşumu sağladığını göstermektedir.

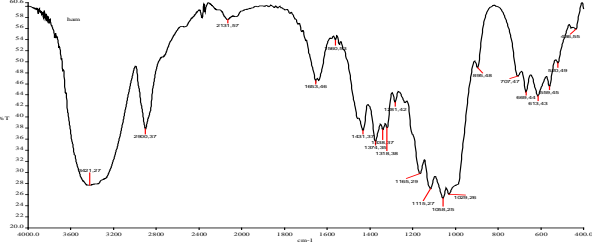


**Şekil 2.** İşlem görmemiş ve antimikrobiyal bitim işlemi ile elde edilen pamuklu kumaşların SEM görüntüleri

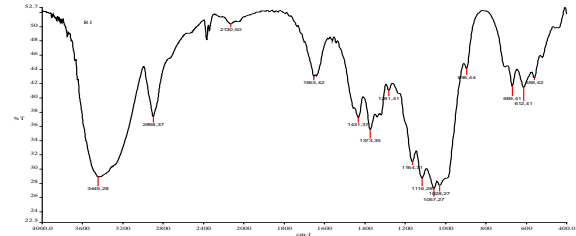
Ham, R 1, R 2, R 3, R 4, R 5 ve R 6 kodlu pamuklu kumaşların FTIR-ATR spektrumları ile Oleuropeinin FTIR-Kbr spektrumu Şekil 3'de verilmiştir. Oleuropein maddesinin FTIR-Kbr sonuçları dikkate alınarak yapılan incelemede uygulanan bütün reçeteler için de özellikle 1636 ve 1522  $\text{cm}^{-1}$  bölgelerinde geçirgenlik değerlerindeki değişimler uygulanan bitim işlemi sonucunda selüloz ile oleuropeinin serbest asit ve hidroksil grupları arasında bağlanmalar olduğunu göstermektedir. R 5 ve R 6 kodlu numunelerde 1700  $\text{cm}^{-1}$  yakınlarında gözlenen güçlü bandın çapraz bağlayıcıların yapısında bulunan karboksilik asit grupları (-COOH) ile oluştuğu gözlenmiştir. Ayrıca, 1158 ve 1029  $\text{cm}^{-1}$  civarında selülozun yapısında da bulunan C-C ve C-O gerilme bandlarında oleuropeinin bağlanması ile birlikte geçirgenlik değerlerinde değişimler belirlenmiştir. 3100-3700  $\text{cm}^{-1}$  civarında yaklaşık 3360  $\text{cm}^{-1}$ 'de merkezlenen geniş bant, selülozda bulunan OH fonksiyonel gruplarının bir karakteristiği olup bütün numunelerde oleuropeinin bağlanması ile birlikte geçirgenlik değerlerinde azalmalar gözlenmektedir.



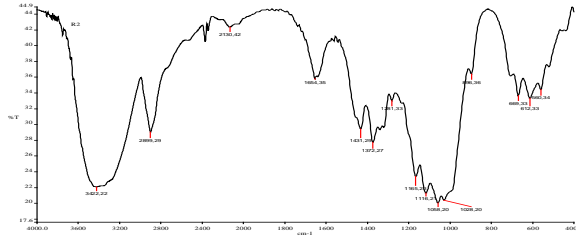
Oleuropein



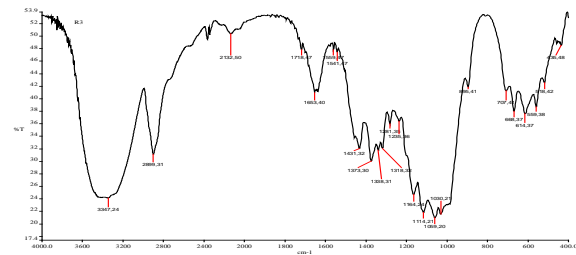
İşlem görmemiş kumaş



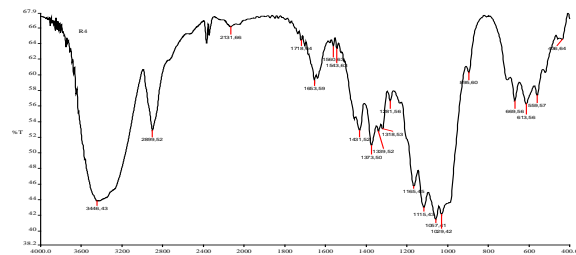
R 1



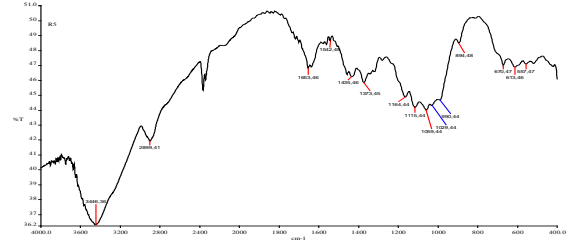
R 2



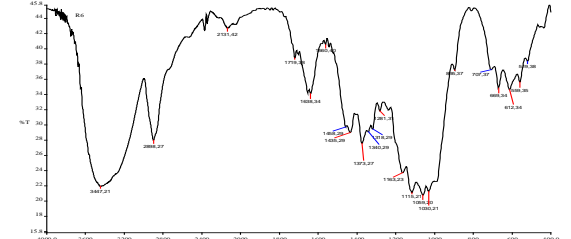
R 3



R 4



R 5



R 6

**Şekil 3.** Oleuropein maddesinin FTIR-Kbr spektrumu ve işlem görmemiş ve antimikrobiyal bitim işlemi uygulanan pamuklu kumaşların FTIR-ATR spektrumları.

Antimikrobiyal bitim işleminin pamuklu kumaş özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla, işlem görmemiş ve işlem görmüş pamuklu kumaşların hava geçirgenliği ve Stensby indeksine göre beyazlık dereceleri belirlenmiş ve Tablo 3'de sonuçları verilmiştir. Hava geçirgenliği test sonuçları uygulanan bitim işlemlerinin pamuklu kumaşın üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Hava geçirgenliği değerlerinde en büyük farklılıklar yaklaşık % 6,7'lik ve % 4,9'luk azalmalar ile R 5 ve R 6 kodlu çapraz bağlayıcılar kullanılarak yapılan bitim işlemlerinde görülmektedir. SEM fotoğrafları incelendiğinde de liflerin arasındaki bağlanma etkisi bu sonuçları desteklemektedir. Ancak elde edilen hava geçirgenliği değerlerinden pamuklu kumaşın antimikrobiyal bitim işlemi ile genel anlamda olumsuz etkilenmediği kanaatine varılmıştır. İşlem görmemiş ve bitim işlemi ile elde edilen pamuklu kumaşların beyazlık dereceleri Stensby İndeksine göre belirlenmiştir. Uygulanan bitim işlemleri sonucunda pamuklu kumaşların hepsinde beyazlık derecesinde azalma olduğu görülmüştür. Ancak beyazlık derecesindeki azalmanın nedeni doğal kimyasal madde olarak kullanılan oleuropein maddesinin doğal renginin yeşilimsi olmasından kaynaklanmaktadır.

**Tablo 3.** Ham ve antimikrobiyal bitim işlemi ile elde edilen pamuklu kumaşların Hava geçirgenliği ve Beyazlık Derecesi test sonuçları.

	Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> /s)	Beyazlık Derecesi (Stensby, D65)
İşlem görmemiş kumaş	63.02	87.225
R 1	61,89	74.426
R 2	62,69	74,725
R 3	62,82	75.406
R 4	63,11	75.358
R 5	58,74	74.225
R 6	59,93	73.505

Oleuropeinin asidik etkisi nedeni ile pamuklu kumaşın mukavemet değerlerine etkisini belirlemek amacıyla, işlem görmemiş ve işlem görmüş pamuklu kumaşların çözgü ve atkı yönünde kopma mukavemeti testleri gerçekleştirilmiş ve Tablo 4'de sonuçları verilmiştir. Kopma mukavemeti sonuçlarına göre, artan oleuropein miktarına bağlı olarak pamuklu kumaşın kopma mukavemeti değerlerinde bir miktar azalma olduğu belirlenmiştir. Çapraz bağlayıcı kullanılan R 5 Ve R 6 kodlu kumaşlarda ise çözgü yönünde yaklaşık benzer mukavemet azalmaları görülmekle birlikte atkı yönünde artışlar belirlenmiştir. Genel anlamda pamuklu kumaşların oleuropein maddesi ile gerçekleştirilen antimikrobiyal bitim işlemlerinde kopma mukavemetlerindeki azalmalar güvenilir bir aralık içerisinde kalmıştır.

**Tablo 4.** Ham ve antimikrobiyal bitim işlemi ile elde edilen pamuklu kumaşların çözgü ve atkı yönünde kopma mukavemeti test sonuçları.

Numuneler	Çözgü yönü		Atkı yönü	
	Kopma mukavemeti (N)	% değişim	Kopma mukavemeti (N)	% değişim
İşlem görmemiş kumaş	349,250	-	262,093	-
R 1	337,130	-3,47	258,21	-1,48
R 2	346,535	-1,06	260,853	-0,46
R 3	343,690	-1,59	259,407	-1,02
R 4	345,995	-0,93	262,927	0,32
R 5	345,467	-1,08	268,673	2,51
R 6	346,437	-0,81	272,923	4,13

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Pamuklu kumaşlara antimikrobiyal özellik kazandırılabilmesi amacı ile zeytin ve zeytin yaprağından elde edilen doğal kimyasal madde oleuropeinin kullanımı araştırılmıştır. Farklı konsantrasyonda oleuropein içeren dört farklı reçete ile iki farklı çapraz bağlayıcı içeren iki reçete uygulanarak altı farklı pamuklu kumaş elde edilmiştir. Pamuk liflerinin yüzeyinde oleuropeinin varlığını kanıtlamak amacıyla FTIR-ATR ve SEM analizleri yapılmıştır. SEM görüntüleri ile oleuropein ile gerçekleştirilen bitim işlemleri sonucunda lifin morfolojisinde belirgin bir değişiklik görülmüştür. FTIR-ATR spektrumları ile selüloz liflerine bağlanan oleuropeinin varlığı tespit edilmiştir. Antimikrobiyal bitim işlemleri sonucunda pamuklu kumaşın hava geçirgenliği değerlerinde belirgin farklılıklar bulunmamışken ve beyazlık derecelerinde oleuropeinin doğal yeşilimsi renginden kaynaklanan farklılıklar belirlenmiştir. Çözgü ve atkı yönündeki kopma mukavemeti değerlerin de kabul edilebilir sınırlar içerisinde olmakla beraber oleuropeinin doğal asidik yapısından kaynaklanan farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Oleuropein ile gerçekleştirilen antimikrobiyal bitim işlemleri sonucunda kumaş numunelerine gram pozitif *Staphylococcus aureus* ve gram negatif *Escherichia coli* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivite tayini testleri yapılmış, en iyi ve en kalıcı antimikrobiyal etkinlik çapraz bağlayıcı olarak n-metilolakrilamid kullanılması durumunda elde edilmiştir. Genel olarak *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı *Escherichia coli* bakterisinden daha iyi sonuçlar elde edilmesinin nedeninin kullanılan bakterilerin hücre duvarları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı kanaatine varılmıştır. Bu çalışmada antibakteriyel özelliğe sahip pamuklu kumaş elde etmek için, zeytin ve zeytin yaprağından elde edilebilen doğal kimyasal madde oleuropeinin uygulanabileceği gösterilmiştir. Ayrıca kullanım alanı açısından tek kullanımlık medikal tekstil ürünleri için 5 g/l oleuropein içeren reçetenin uygulanmasının yeterli olduğu, kalıcılığın da önemli etken olduğu medikal tekstil ürünlerinde ise çapraz bağlayıcı olarak n-metilolakrilamid kullanılması ile en iyi ve en etkin sonuçların elde edilebileceği kanıtlanmıştır.

#### Kaynaklar

- Beauchamp, G.K., R.S. J. Keast, D.L.J. Morel, J. Pika, Q. Han, C. Lee, A.B. Smith and P.A.S. Breslin. 2005. Ibuprofen-like Activity in Extra-virgin Olive Oil. *Nature*, 437(7055),45-46.
- Bouaziz, M., Hammami, H., Bouallagui, Z., Jemai, H., and Sayadi, S. 2008. Production of Antioxidants From Olive Processing by-products. *EJEAFChe*, 7(8),3231-3236.
- Bozoğlu, A. 2010. Türkiye'de Çıkan Doğal Zeolitin Bebek Bezlerinde Antimikrobiyal Madde Olarak

Kullanılması, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Erem, A.,D.2012. Nanokompozit Yapılı Tekstillerin Geliştirilmesi ve Antimikrobiyal Özellik Kazandırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Furneri, P.M., A. Marino, A. Saija, N. Uccella and Bisignano, G. 2002. In Vitro Antimycoplasmal Activity of Oleuropein. *Int. J. Antimicrob*, 20, 293-296.

Gao, Y., ve Cranston, R. 2008. Recent Advances in Antimicrobial Treatments of Textiles, *Textile Research Journal*, 78 (60),60-72.

Japon-Lujan. R., Luque-Rodriquez, J. and Luque de Castro, M. 2006. Dynamic Ultrasoundassisted Extraction of Oleuropein and Related Biophenols From Olive Leaves. *J. Chromatogr. A*, 1108, 76-82.

Malik, N.S. A. and Bradford, J.M. 2006. Changes in Oleuropein Levels During Differentiation and Development of Floral Buds in 'Arbequina' Olives. *Scientia Hort*, 110,274-278.

Pamuk, O. 2006. Cerrahi Personel ve Hastanın Kullanımına Yönelik İşlevsel Medikal Ürünlerin Geliştirilmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 233s,İzmir.

Purwar, R., ve Joshi, M. 2004. Recent Developments in Antimicrobial Finishing of Textiles-A Review, *AATCC Review*, 4, 22-26.

Ramachandran, T., Rajenrakumar, K. ve Rajendran, R. 2004. Antimicrobial Textile-an Overview, *IE (I)Journal-TX*, 84, 42-47.

Sanchez, J.C., Alsina,M.A., Herrlein M.K., and Mestres, C. 2007. Interaction Between the Antibacterial Compound, Oleuropein, and Model membranes. *Colloid Polym. Sci*, 285,1351-1360.

Seong, H.S., Kim, J. and Ko, S.W., 1999. Preparing ChitoOligosaccharides as Antimicrobial Agents for Cotton. *Text. Res. J.*, 69(7), 483-488

Soler-Rivas, C., J.C. Espin and H.J. Wichers. 2000. Oleuropein and Related Compounds. *J. Sci. Food Agric.*,80,1013-1023.

Toprakkaya, D., Orhan, M., Güneşlioğlu, C. 2003. Tekstillerde Hijyen Uygulamaları, 3. Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon Kongresi, Samsun.

Üreyen, M., E., Çavdar, A., Koparalı, A. S., Doğan, A., 2008. Yeni Geliştirilen Gümüş Katkılı Antimikrobiyal Tekstil Kimyasalı ve Bu Kimyasal ile İşlem Görmüş Kumaşların Antibakteriyel Performansları. *Tekstil Mühendis*, 69(15), 1-31.

Yıldız, G., Uylaşer, V. 2011. Doğal Bir Antimikrobiyal:Oleuropein. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1),131-142.

Yılmaz, M., Şara, O.N., 2000. Isı Değiştirici Seçimi. *Mühendis Makine*, Kasım 2000 - Sayı 490. <http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2000/kasim/isi.htm> (Erişim tarihi: 10.10.2007).