



# ÇEŞİTLİ KUMAŞ PARAMETRELERİNİN YUVARLAK ÖRME SANDVIÇ KUMAŞLARIN SES YUTUM ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

## THE EFFECT OF VARIOUS FABRIC PARAMETERS ON THE SOUND ABSORPTION PROPERTIES OF CIRCULAR KNITTED SPACER FABRICS

Arzu MARMARALI<sup>1</sup>, Gözde ERTEKİN<sup>1\*</sup>, Ahmet ÇAY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.  
arzu.marmarali@ege.edu.tr, gozde.damci@ege.edu.tr, ahmet.cay@ege.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 26.05.2014, Kabul Tarihi/Accepted: 11.07.2014

\* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2014.97759

Araştırma Makalesi/Research Article

### Öz

Atkı ve çözgü örmeciliği yanında dokuma veya dokusuz yüzey teknikleriyle de üretilebilen sandviç tekstiller, farklı malzemelerin kullanımına izin vermeleri, esnek bir ürün aralığına ve üç boyutlu yapıya sahip olmaları nedeniyle otomotiv tekstilleri, medikal tekstiller, jeotekstiller, spor giysileri, koruyucu tekstiller ve kompozitler gibi birçok alanda kullanım olanağı bulmaktadır. Ayrıca sandviç kumaşlar farklı gözenek yapılarında üretilebileceğinden ses absorpsiyonu gerektiren alanlarda da kullanım potansiyeli mevcuttur. Bu çalışmada, malzeme, kumaş kalınlığı ve yüzey yapısı gibi kumaş parametrelerinin yuvarlak örme makinelerinde üretilen sandviç kumaşların ses absorpsiyon özelliklerine etkisi incelenmiş ve optimum kumaş yapılarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Yuvarlak örme sandviç kumaş, Mekanik özellikler, Ses yutum katsayısı

### Abstract

Spacer fabrics which can be produced through weaving or nonwoven technique beside warp knitting and weft knitting processes, can be used for functional applications such as automotive textiles, medical textiles, geotextiles, sportswear, protective textiles and composites due to the possibility of using a variety of different materials, flexible product range and the three dimensional construction. Additionally they can also be used for sound absorption applications with different pore geometry. In this study, the effect of fabric parameters like material type, fabric thickness and surface structures on the sound absorption properties of circular knitted spacer fabrics was investigated and aimed to determine the optimum fabric parameters for better sound absorption.

**Keywords:** Circular knitted spacer fabric, Mechanical properties, Sound absorption coefficient

## 1 Giriş

Sandviç kumaşlar, iki ayrı yüzeyin bir bağlantı ipliği veya tabakası ile bağlanması sonucu ortaya çıkan üç boyutlu tekstil malzemeleridir. Üç boyutlu yapıları ve çok çeşitli malzemelerin yapılarında kullanılabilmesi sandviç tekstilleri fonksiyonel uygulamalar için ideal hale getirmektedir.

Sandviç tekstiller, kullanım yerlerine ve istenilen özelliklere göre dokusuz yüzey, dokuma, çözgü örme ve atkı örme teknikleri ile üretilebilmektedir. Sandviç kumaş üretiminde yaygın olarak çözgü örme tekniği kullanılsa da atkı örme tekniğinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Atkı örme tekniği ile sandviç tekstillerin üretimi; V yataklı düz örme ve çift yataklı yuvarlak örme makinelerinde gerçekleştirilmektedir.

Yuvarlak örme sandviç tekstiller, silindir kapak makinelerinde ve en az üç sistemden iplik beslenerek üretilirler. İki sistem kumaşın dış yüzeylerini örerken; bir sistem ise bağlantı ipliklerini beslemektedir. Bağlantı ipliklerinin silindir ve kapak yataklarında yaptığı askı hareketleri ile iki kumaş yüzeyi birleştirilmektedir [1].

Sandviç tekstiller giyim sektöründen takviye uygulamalarına, otomotiv tekstillerinden medikal tekstillere kadar uzanan çok çeşitli uygulama alanlarında kullanım olanağına sahiptirler. Diğer yandan sandviç kumaşların farklı gözenek yapılarında üretilebilmesi ve hacimli yapıları sayesinde ses yutumu açısından avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

Ses yutumu (absorpsiyonu), enerjisi malzeme içerisinde tutulan, aktarılmayan (geçirilmeyen) veya yansıtılmayan ses

dalgasıdır [2]. Yüzeylerin ses yutum özellikleri, ses dalgalarının malzeme tarafından ne kadarının absorbe edildiğini gösteren ses yutum katsayısı ( $\alpha$ ) ile belirlenmektedir. Her malzemenin kendine özgü ses yutum katsayısı ( $\alpha$ ) vardır. Ses yalıtımında ses yutum katsayısı yüksek cam yünü, poliüretan köpük gibi malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Malzemelerin yüksek derecede ses yutum özelliği gösterebilmeleri için gözenekli yapıda olmaları gerekir. Bu bağlamda tekstil malzemeleri lifli ve gözenekli yapıları gereği ses yutumu açısından büyük bir potansiyel barındırmaktadır.

Gözenekli malzemeler ses dalgalarına maruz bırakıldığında, malzemenin yüzeyindeki ve gözenekler içerisindeki hava molekülleri titreşmeye başlamakta ve hava moleküllerinin titreşim enerjisi, malzeme içerisindeki gözenek ve kanallarda termal ve viskoz etkilerden dolayı ısı enerjisine dönüştüğünden, ses dalgası enerjisinin bir kısmını kaybetmektedir. Bu nedenle lifli tekstil malzemelerinde hem ses dalgasının liflere çarparak saçılması hem de tek tek liflerin oluşturduğu titreşimler sonucunda ses dalgalarının büyük bir kısmının absorplanması sağlanabilmektedir.

Malzemenin yapısına bağlı olarak gözenekler kapalı ya da açık olarak sınıflandırılabilir. Kapalı gözeneklerin sesin absorbe edilmesinde fazla bir etkisi olmazken, açık gözenekler, ses dalgalarının malzeme içerisine girmesini sağladıklarından direkt olarak malzemenin yalıtım özelliklerini etkilemektedir. Ses ile gözenekli malzemelerin ilişkisi, malzemenin yapısal (geometrik) özellikleri yanında ses absorpsiyonunun belirlenmesinde en önemli parametrelerden olan hava akış direnci ve gözeneklilik ile açıklanmaktadır.

Tekstil malzemelerinin gözenekliliği, gözenek boyutları ve geometrisi ile gözeneklerin malzeme içerisindeki dağılımı ses absorplama açısından önem taşımaktadır [3]. Shoshani ve Yakubov [4], tekstil malzemelerinin ses yutum katsayısının artırılmasının gözeneklilik ile doğrudan ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Buna göre tekstil malzemelerinin gözenekliliğinin, ses dalgasının yayılma doğrultusunda giderek artacak ve malzemenin ortasında maksimum değere ulaşacak şekilde tasarlanmasının optimum sonuçlar sağlayacağı ifade edilmektedir [4]. Tekstil yüzeyleri lifli gözenekli absorplayıcıların en tipik örnekleridir. Üretim teknikleri, tasarım, hammadde ve uygulanan işlemler, malzemelerin farklı ses absorpsiyon özelliklerini etkileyen faktörlerdir.

Tekstil yapısının ses absorpsiyon özellikleri üzerine geçmişten günümüze pek çok makale yayınlanmıştır. 70'li yıllardan itibaren perde, halı gibi ev tekstillerinin ses absorplama özellikleri incelenmiştir [5]-[7]. Son yıllarda ise tekstil malzemelerinin (dokuma, örme, dokusuz yüzey) akustik özellikleri, tekstil ve akustik alanındaki pek çok araştırmacı tarafından araştırılmaya başlanmıştır ve halen düşük üretim maliyeti avantajı sayesinde araştırılmaya devam edilmektedir [3].

Farklı üretim teknikleri (lif demeti formundaki yapılar, dokusuz yüzeyler, dokuma ve örme) ile üretilmiş tekstil malzemelerinin ses yalıtım özellikleri üzerine çeşitli kumaş ve üretim parametrelerinin etkisinin incelendiği [8]-[23] çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar içerisinde sandviç kumaşlarla yapılan araştırmalar önemli bir yere sahiptir. Küçükali Öztürk ve arkadaşları [8], ön ve arka yüzeyde katlı pamuk ipliklerinin (Ne 26/3), ara bağlantı ipliği olarak %100 polipropilen (PP) multifilament ipliğin kullanılması ile üretilmiş düz örme sandviç kumaşların ses yutum özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda iki dış yüzey arasındaki hava boşluğunun ve/veya kumaş kalınlığının artmasıyla kumaşların ses yutum katsayısının arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca 4 kHz'den daha yüksek frekanslarda iyi bir ses yutum özelliği elde edildiğini belirtmişler ve bu tip örme kumaşların tavan döşemesi, koltuk ve kapı panelleri gibi otomobil iç parçalarında ses yutucu malzeme olarak kullanımını önermişlerdir [8]. Liu ve Hu [9], çalışmalarında çözümlü ve atkı örme sandviç kumaşların ses yutum özelliklerini incelemişlerdir. Atkı örme yapısında iki dış yüzey naylon/spandex ipliğinden düz örgü yapısında olup bağlantı ipliği tekstüre poliester (PES) multifilament ipliklidir. Çözümlü örme sandviç kumaşları ise iki yüzeyi poliester iplik içeren ağ yapısında ve bağlantı ipliği poliester monofilament iplik kullanarak üretmişlerdir. Bu iki kumaş çeşidinin tek ve çok katlı formlardaki ve birlikte kombinlendikleri şekilde ses yutum katsayıları ölçülmüştür. Sonuçlar kumaş yüzeyinin, kalınlığının, bağlantı iplik tipinin, bağlantı şeklinin, kumaş kombinasyonlarının ve yerleşim şekillerinin ses absorpsiyonu üzerinde etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Uygun kumaş yapısı ve kombinasyonunun seçilmesi durumunda örme sandviç kumaşların iyi ses absorplama yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir [9]. Dias ve diğ. [10], düz örme spacer kumaşların ses absorplama performanslarını inceledikleri çalışmalarında boşluklu kumaşı oluşturan ön ve arka yüzeyler için 972 dtex naylon kaplı elastomer ipliği, ara bağlantı ipliği olarak ise, biri 430, diğeri 380 dtex olan poliester monofilament ipliği kullanmışlardır. Ön ve arka yüzeyleri oluşturan kumaşlar süprem yapıda seçilmiştir. Çalışmanın sonucunda ön ve arka kumaş arasındaki hava boşluğunun ve öndeki kumaş kalınlığının artmasıyla ses yutum

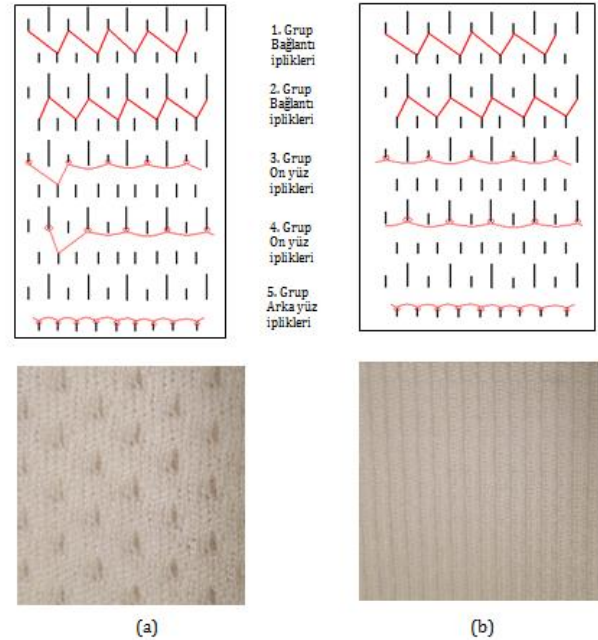
performansının arttığı ve kumaştaki gözeneklerin küçülmesiyle ses yutumunun iyileştiği gözlenmiştir [10]. Dias ve diğ. [11] gerçekleştirdiği diğ bir çalışmada ise düz örme spacer kumaşı oluşturan ön ve arka yüzeyler için 200 dtex Tencel, 167 dtex tekstüre poliester multifilament, 972 dtex kaplı elastomerik iplik ile ara bağlantı ipliği olarak, 167 dtex poliester multifilament iplik kullanmışlardır. Elastanlı iplik kullanılarak ve kullanılmadan üretilmiş kumaşların ses yutum performanslarını karşılaştırmışlar ve ön ile arka yüzeyde elastanlı iplik kullanılarak üretilmiş kumaşların ses yutum katsayılarının 1100 Hz'den sonra düştüğü ve 1000 Hz altındaki ses yutum performanslarının ise çok yüksek olduğu gözlenmiştir. Kumaşların kalınlığı arttıkça ve gözeneklilik ile hava geçirgenliği değerleri azaldıkça ses yutum katsayısının arttığı tespit edilmiştir [11].

Bu çalışmada ise yuvarlak örme makinelerinde üretilen sandviç örme kumaşların ses yutum katsayısı özelliğine çeşitli kumaş parametrelerinin etkisi incelenmiştir.

## 2 Materyal-Metot

Yuvarlak örme sandviç kumaşların dış yüzeylerinin üretiminde Ne 30/1 karde pamuk, 150 denye poliester ve 150 denye polipropilen iplikleri kullanılmıştır. Bağlantı ipliği olarak 100 denye monofilament poliester seçilmiştir. Örme işlemi, Mayer&Cie, OVJA 1.6 E 3 WT model çift plakalı yuvarlak örme makinesinde (38" ve E 20) gerçekleştirilmiştir.

Deney numuneleri hammadde, kapak yüksekliği (3.0 mm, 3.5 mm, 4.0 mm) ve yüzey yapısı değiştirilerek üretilmiştir. Her iki yüzeyi kapalı (gözenekliliği düşük) ve bir yüzeyi kapalı bir yüzeyi açık (gözenekliliği yüksek) olmak üzere iki farklı yüzey yapısı denenmiştir. Üretilen kumaşların yüzey görünüşleri, örgü raporları ve özellikleri, sırasıyla Şekil 1 ve Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1: Üretilen kumaşların örgü raporları ve kumaş görüntüleri (a) Açık yüzey yapısı, (b) Kapalı yüzey yapısı.

Kumaşların ses yutum katsayısının ve ses iletim kaybının frekansa bağlı olarak ölçümü TS EN ISO 10534-2 standardına uygun olarak Brüel ve Kjaer empedans tüpü (PULSE Acoustic Material Testing in a Tube -Type 7758) kullanılarak 100-6300

Hz frekans aralığında gerçekleştirilmiştir. Her bir numuneden 3 ayrı ölçüm alınmış, ortalama ses yutum katsayısı değerleri hesaplanmıştır. Üretilen kumaşların her iki yüzeyinde farklı malzeme ve yüzey yapıları kullanıldığı için ses yutum katsayısı ölçümü her iki yüz için de ayrı ayrı gerçekleştirilmiş ve her bir yüzey Tablo 1'de görüldüğü gibi farklı bir numara ile kodlanmıştır.

Kumaşların gramaj (TS EN 12127), kalınlık (TS 7128 EN ISO

5084, SDL Atlas Digital Thickness Gauge), hava geçirgenliği (TS 391 EN ISO 9237, Textest FX 3300) ölçümleri yapılmıştır (Tablo 2).

Ölçümler sonucunda tüm frekans değerlerinde elde edilen veriler, SPSS 20 istatistiksel programında varyans analizi ve t-testi kullanılarak %95 güven aralığında değerlendirilmiştir. Tablo 3'te bazı frekans değerleri için istatistiksel değerlendirme sonuçları yer almaktadır.

Tablo 1: Kumaş özellikleri.

Kumaş Kodu	Malzeme (Ön-Arka)	Kapak Yüksekliği	Yüzey Yapısı (Ön- Arka)
1	PES - PES	3.0 mm	Kapalı-Kapalı
2 - Açık yüzey	PES - PES	3.0 mm	Açık - Kapalı
3 - Kapalı yüzey	PES - PES	3.5 mm	Kapalı-Kapalı
4	PES - PES	3.5 mm	Kapalı-Kapalı
5 - Açık yüzey	PES - PES	3.5 mm	Açık - Kapalı
6 - Kapalı yüzey	PES - PES	4.0 mm	Kapalı-Kapalı
7	PES - PES	4.0 mm	Açık - Kapalı
8 - Açık yüzey	PES - PES	3.5 mm	Kapalı-Kapalı
9 - Kapalı yüzey	PES - PES	3.5 mm	Açık - Kapalı
10 - Pamuk tarafı	Co - PES	3.5 mm	Kapalı-Kapalı
11 - PES tarafı	Co - Co	3.5 mm	Kapalı-Kapalı
12	Co - Co	3.5 mm	Kapalı-Kapalı
13 - PES tarafı	PES - PP	3.5 mm	Kapalı-Kapalı
14 - PP tarafı	PP - PP	3.5 mm	Kapalı-Kapalı
15	PP - PP	3.5 mm	Kapalı-Kapalı
16 - Pamuk tarafı	PP - Co	3.5 mm	Kapalı-Kapalı
17 - PP tarafı	PP - Co	3.5 mm	Kapalı-Kapalı

Tablo 2: Kumaşların fiziksel özelliklerinin ölçüm sonuçları.

Kumaş Kodu	Gramaj (g/m <sup>2</sup> )	Kalınlık (mm)	Hava Geçirgenliği (l/m <sup>2</sup> s)
1	381.4	3.23	2133
2			2400
3	373	3.21	2298
4	389.0	3.52	2010
5			2343
6	394	3.63	2202
7	398.6	3.63	2006
8			2130
9	397.4	3.70	2106
10			1545
11	401.4	3.61	1287
12	362.2	3.43	1340
13			1776
14	421	3.35	1721
15	474	3.35	1166
16			1030.6
17	458.6	3.47	1040.8

Tablo 3: Kumaşların ses yutum özelliklerine kumaş parametrelerinin etkisinin istatistiksel değerlendirme sonuçları.

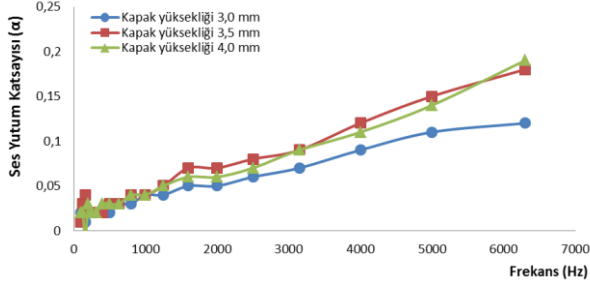
Frekans (Hz)	Kalınlığın Etkisi (p değeri)	Yüzey yapısının Etkisi (p değeri)	Malzemenin etkisi (p değeri)			
			Dış yüzeyleri aynı malzeme		Her iki yüzeyi farklı malzeme	
			PES-PES	Co-Co	PES-Co	PES-PP
100	0.630	0.630	0.134	0.206	0.178	0.065
250	0.579	0.593	0.174	0.423	0.423	0.057
400	0.252	0.252	0.317	0.374	0.184	0.101
630	0.630	0.600	0.729	10.00	0.198	0.184
1250	0.079	0.296	0.296	0.519	0.116	0.616
1600	0.113	0.045	0.216	0.288	0.056	0.194
2000	0.011	0.034	0.824	0.101	0.067	0.101
2500	0.005	0.029	0.296	0.048	0.230	0.043
4000	0.024	0.039	0.562	0.059	0.346	0.036
5000	0.045	0.044	0.623	0.050	0.643	0.025
6300	0.033	0.041	0.661	0.003	0.326	0.041

### 3 Bulgular ve Tartışma

Tablo 2’de kumaşların gramaj, kalınlık, hava geçirgenliği ve yoğunluk ölçüm sonuçları yer almaktadır. Ölçüm parametrelerine dair sonuçlar, ses yutum katsayısı sonuçları ile ilişkilendirilerek açıklanacaktır. Ses yutum özellikleri, kumaş kalınlığı, yüzey yapısı ve kullanılan malzeme tipine göre incelenmiştir.

#### 3.1 Kalınlığın Kumaşların Ses Yutum Özelliklerine Etkisi

Yuvarlak örme makinesinde kapak yüksekliği ayarı değiştirilerek üç farklı kalınlıkta kumaş üretilmiştir. Kapak yüksekliği arttıkça kumaşların kalınlığı artmıştır (Bkz. Tablo 2), Ancak, 3.5 ve 4.0 mm kapak yüksekliğinde üretilen kumaşların kalınlık değerleri arasında istatistiksel açıdan fark tespit edilmemiştir. Şekil 2’de her iki yüzeyi kapalı poliester kumaşlar için kapak yüksekliğine bağlı olarak farklı frekanslardaki ses yutum katsayılarına ait değişim verilmiştir. Kapak yüksekliği değişiminin yani kalınlık artışının ses yutum katsayısına etkisinin 2 kHz’den daha yüksek frekanslarda belirginleştiği görülmektedir ve bu fark yüksek frekanslarda çok daha önemli düzeydedir. Kapak yüksekliği artışının belirli bir seviyeye kadar etkili olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre kapak yüksekliği 3.0’den 3.5 mm’ye artırıldığında kumaşların ses yutum özellikleri gelişirken; 3.5 ile 4.0 mm kapak yüksekliğinde üretilen kumaşlar arasında istatistiksel açıdan önemli kalınlık farkı bulunmadığı için ses yutum özelliklerinde de bir farklılık görülmemiştir. Bu durum ses yutum özelliğinin kumaş kalınlığı ile ilişkili olduğunu açıkça göstermektedir.

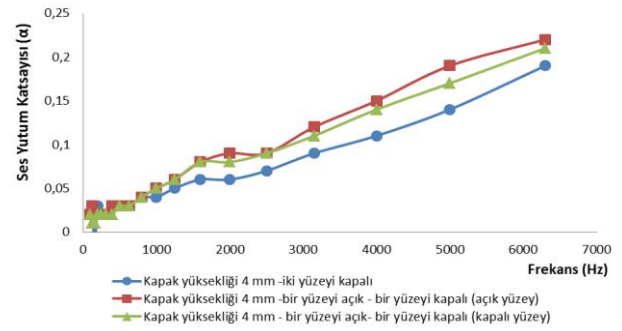


Şekil 2: Kapak yüksekliğinin kumaşların ses yutum katsayısına etkisi.

#### 3.2 Yüzey Yapısının Kumaşların Ses Yutum Özelliklerine Etkisi

Yüzey yapısının ses yutum özelliğine etkisini incelemek amacıyla dış yüzeyleri poliester iplikle ve 4.0 mm kapak yüksekliğinde üretilmiş sandviç kumaşlar kullanılmış ve ses yutum katsayısı sonuçları Şekil 3’te verilmiştir. Bir yüzeyi açık bir yüzeyi kapalı olan kumaşların ses yutum katsayılarının, her iki yüzeyi de kapalı kumaşa göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Literatürde, hava geçirgenliği arttıkça, ses yutum katsayısının azaldığı bildirilmektedir [12]. Ancak her iki yüzeyi kapalı olan kumaşların hava geçirgenliği bir yüzeyi açık bir yüzeyi kapalı kumaşlara göre daha düşük olmasına rağmen ses yutum katsayısının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan bir yüzeyi açık bir yüzeyi kapalı kumaşların daha kalın olması, yüksek hava geçirgenliği değerine rağmen bu kumaşların ses yutum katsayısının daha yüksek olması

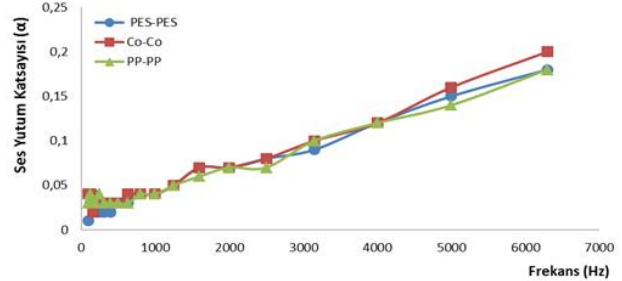
açıklamaktadır.



Şekil 3: Yüzey yapısı değişiminin kumaşların ses yutum katsayısına etkisi.

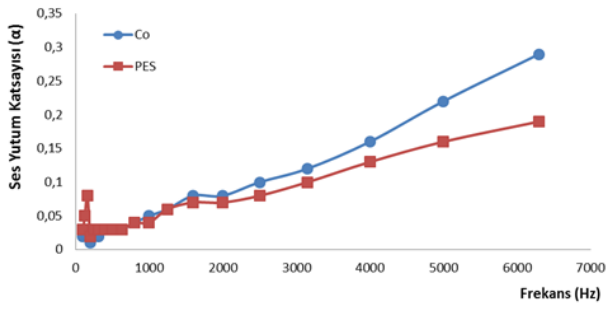
#### 3.3 Malzeme Tipinin Kumaşların Ses Yutum Özelliklerine Etkisi

Şekil 4’te dış yüzeylerinde aynı malzeme kullanılan kumaşların (PES-PES, Co-Co, PP-PP) ses yutum katsayısı değerleri sunulmuştur. Kumaşların dış yüzeyinde pamuk, poliester veya polipropilen kullanılmasının ses yutumu açısından istatistiksel olarak önem taşımadığı görülmüştür. Bu durum kumaşların hava geçirgenliği ve kalınlık değerleri ile açıklanabilir. Örneğin PES-PES kumaşın diğer kumaşlara göre hava geçirgenliği değeri yüksekken, kalınlık değerinin de yüksek olarak belirlenmesi bu kumaşın ses yutum katsayısının diğer kumaşların ses yutum katsayısı değerlerine yakın çıkmasını sağlamıştır.

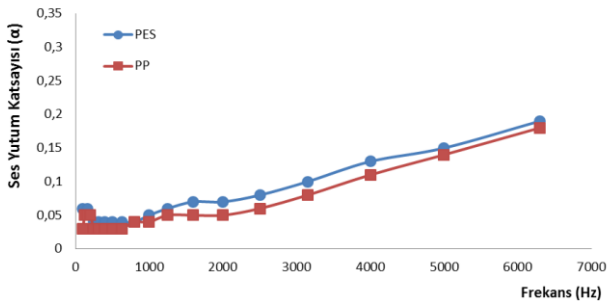


Şekil 4: Malzeme tipinin kumaşların ses yutum katsayısına etkisi.

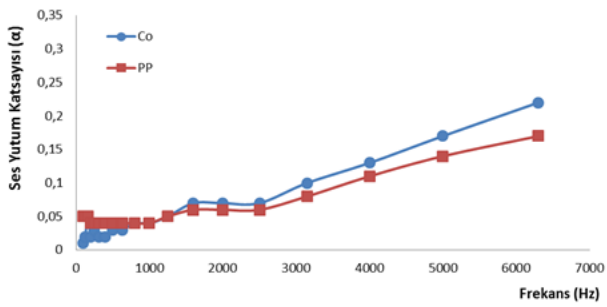
Şekil 5’te her iki yüzeyi farklı malzeme kullanılarak üretilen sandviç kumaşların ses yutum katsayısı değerleri verilmiştir. Bu kumaşlar, düşük frekanslarda benzer ses yutum katsayılarına sahip iken, yüksek frekanslarda pamuk içerikli kumaşların ses yutum katsayısının sentetik içerikli kumaşlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Soltani ve Zarrebini [13] yaptıkları çalışmada iplik hacimliliği arttıkça kumaşların ses yutum özelliklerinin iyileştiğini belirtmişlerdir [13]. Bu çalışmada kullanılan sentetik iplikler filament olduğundan hacimlilikleri pamuk ipliğine kıyasla düşüktür. Dolayısıyla yüksek frekanslarda pamuk içerikli kumaşların ses yutum özelliklerinin daha yüksek çıkmasının hacimlilikten kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak her iki yüzeyi aynı iplik tipi kullanılarak üretilen kumaşlarda bu etki gözlemlenmemiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 5: Her iki yüzeyi farklı malzeme kullanılarak üretilen (a) PES-Co, (b) PES-PP, (c)Co-PP kumaşların her bir yüzeyine ait ses yutum katsayısı değerleri.

#### 4 Sonuçlar

Bu çalışmada yuvarlak örme makinelerinde sandviç kumaş üretim tekniği ile ön ve arka yüzeyi için pamuk, poliester ve polipropilen iplikleri, bağlantı ipliği olarak monofilament poliester ipliği kullanılarak her iki yüzeyi kapalı veya bir yüzeyi açık bir yüzeyi kapalı kumaşlar üretilmiştir. Ayrıca kapak yüksekliği ayarı değiştirilerek üç farklı kalınlık değeri elde edilmiştir. Bu kumaşların ses yutum özellikleri deneysel olarak incelenmiştir. Sonuçlar kumaş kalınlığı, yüzey yapısı ve malzeme tipi parametreleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Ses yutum ölçümleri ile elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır:

- Kumaş kalınlığı arttıkça (kapak yüksekliği 3.0 mm'den 3.5 mm'ye çıktığında) ses yutum değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu farklılık yüksek frekanslarda daha belirgindir. Ancak belirli bir değerden sonra (kapak yüksekliği 3.5 mm'den 4 mm'ye çıkarıldığında) ses yutum değerinin değişmediği saptanmıştır.

- Kumaş yüzey yapısının ses yutum özelliğine etkisi incelendiğinde bir yüzeyi açık bir yüzeyi kapalı olan kumaşların ses yutum katsayılarının, her iki yüzeyi de kapalı kumaşa göre daha yüksek olduğu görülmüştür.
- Yuvarlak örme sandviç kumaşlarda her iki yüzeyde aynı malzeme kullanıldığında, malzeme cinsinin ses yutumuna etkisi olmadığı görülmüştür.
- Kumaşların iki yüzünde farklı malzemenin kullanıldığı durumda ise genel olarak yüzeylerin birisinde pamuk, diğerinde sentetik lif içeren kumaşların en yüksek ses yutum katsayılarına sahip olduğu ve özellikle pamuk tarafının üst yüzeyde (ses dalgaları ile temas eden yüzey) olduğu durumda en iyi ses yutum performansının sağlandığı görülmüştür.
- Bu çalışma sonucunda yuvarlak örme sandviç kumaşların ses yutum özelliklerine kumaş kalınlığı, yüzey yapısı ve malzeme tipinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Ancak elde edilen ses yutum katsayıları iyi bir ses yalıtımı için yeterli değildir. Bu nedenle ileriki çalışmalarda yüksek ses yutum özelliklerine sahip fonksiyonel kumaşların geliştirilebilmesi için farklı örme tekniklerinin kullanımı değerlendirilecektir.

#### 5 Teşekkür

Yazarlar, çalışmayı destekleyen Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na (Proje No: 12-TKUAM-003), kumaşların üretimini gerçekleştiren Boyteks Tekstil AŞ'ye teşekkür ederler.

#### 6 Kaynaklar

- [1] Bruer SM, Powell N, Smith G. "Three Dimensionally Knit Spacer Fabrics: A Review of Production Techniques and Applications". *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 4(4), 1-31, 2005.
- [2] Lu TJ, Hess A, Ashby MF. "Sound Absorption in Metallic Foams". *Journal of Applied Physics*, 85, 7528-7539, 1999.
- [3] Potirakis SM. "Electronics and Computing in Textiles, Chapter 4: Acoustics and Sound Absorption Issues Applied in Textile Problems". Ed. Savvas Vassiliadis bookboon.com, Ventus Publishing ApS, 2012.
- [4] Shoshani Y, Yakubov Y. "Numerical Assessment of Maximal Absorption Coefficients for Nonwoven Fiberwebs". *Applied Acoustics*, 59, 77-87, 2000.
- [5] Nute ME, Slater K. "The Effect of Fabric Parameters on Sound-Transmission Loss". *Journal of the Textile Institute*, 64(11), 652-658, 1973.
- [6] Dunlop JI. "Acoustic Behaviour of Carpets and Fabrics". *Journal of the Textile Institute*, 65(4), 227-228, 1974.
- [7] Slater K. "Acoustic Behaviour of Carpets and Fabrics-Reply". *Journal of the Textile Institute*, 65(4), 228-230, 1974.
- [8] Öztürk MK, Uygun NB, Candan C. "Akustik Özellikleri Geliştirilmiş Örme Kumaş Tasarımı". *Tekstil ve Mühendis*, 78, 15-19, 2010.
- [9] Liu YP, Hu H. "Sound Absorption Behavior of Knitted Spacer Fabrics". *Textile Research Journal*, 80(18), 1949-1957, 2010.
- [10] Dias T, Monaragala R, Lay E. "Analysis of Thick Spacer Fabrics to Reduce Automobile Interior Noise". *Measurement Science & Technology*, 18(7), 1979-1991, 2007.

- [11] Dias T, Monaragala R, Needham P, Lay E. "Analysis of Sound Absorption of Tuck Spacer Fabrics to Reduce Automotive Noise". *Measurement Science and Technology*, 18(8), 2657-2666, 2007.
- [12] Soltani P, Zarrebini M. "Acoustic of Woven Fabrics In Relation to Structural Parameters and Air Permeability". *The Journal of Textile Institute*, 104(9), 1011-1016, 2013.
- [13] Soltani P, Zarrebini M. "The Analysis of Acoustical Characteristics and Sound Absorption Coefficient of Woven Fabrics". *Textile Research Journal*, 82(9), 875-882, 2012.
- [14] Dias T, Monaragala R. "Sound Absorption in Knitted Structures for Interior Noise Reduction in Automobiles". *Measurement Science and Technology*, 17, 2499-2505, 2006.
- [15] Honarvar MG, Jeddi AAA, Tehran MA. "Noise Absorption Modeling of Rib Knitted Fabrics", *Textile Research Journal*, 80(14), 1392-1404, 2010.
- [16] Na Y, Lancaster J, Casali J, Cho G. "Sound Absorption Coefficients of Micro-fiber Fabrics by Reverberation Room Method". *Textile Research Journal*, 77(5), 330-335, 2007.
- [17] Shoshani YZ, Wilding MA. "Effect of Pile Parameters on the Noise Absorption Capacity of Tufted Carpet". *Textile Research Journal*, 61(12), 736-742, 1991.
- [18] Yang S, Yu W, Pan N. "Investigation of the Sound-Absorbing Behavior of Fiber Assemblies". *Textile Research Journal*, 81(7), 673-682, 2011.
- [19] Zafirova K, Uzunovich R. "Some Investigations of Sound Absorption Properties of Upholstery Textile Materials". *Tekstilna Industrija*, 46(1&2), 19-22, 1998.
- [20] Chan Y, Jiang N. "Carbonized and Activated Non-wovens as High- Performance Acoustic Materials: Part 1 Noise Absorption". *Textile Research Journal*, 77(10), 785-791, 2007.
- [21] Pieren R. "Sound Absorption Modelling of Thin Woven Fabrics Backed by an Air Cavity". *Textile Research Journal*, 82(9), 864-874, 2012.
- [22] Tascan M, Vaughn EA, Stevens KA, Brown PJ. "Effects of Total Surface Area and Fabric Density on the Acoustical Behavior of Traditional Thermal-Bonded Highloft Nonwoven Fabrics". *The Journal of Textile Institute*, 102(9), 746-751, 2011.
- [23] Kang J, Fuchs HV. "Predicting the Absorption of Open Weave Textiles and Micro-Perforated Membranes Backed by an Air Space". *Journal of Sound and Vibration*, 220(5), 905-920, 1999.