

AKUSTİK ÖZELLİKLERİ GELİŞTİRİLMİŞ ÖRME KUMAŞ TASARIMI*

Merve KÜÇÜKALİ ÖZTÜRK
Banu UYGUN NERGİS
Cevza CANDAN
Tekstil Müh. Böl., Müh. Fak., İstanbul Teknik Ü.

ÖZET

Otomobil içerisinde oluşan sesin azaltılması, otomobil endüstrisinin çok önemli bir meselesidir. Bu projenin amacı, akustik özellikleri gelişmiş örme (boşluklu) spacer kumaşların tasarımı ve üretimini yapmak ve bunları piyasada otomotiv endüstrisinde otomobil döşemesinde, tavanında ve diğer iç parçalarında kullanmaktır. Örme kumaşlar 7 fayn Shima Seiki V-yataklı düz örme makinesinde örülmüştür. Kumaşların ses yutma katsayısı ölçümü empedans tüp metoduyla yapılmıştır. Bu proje özellikle çok fazla trafik gürültüsü olan ülkemiz Türkiye için önemli bir rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ses absorpsiyonu, örme spacer kumaş, iç ses azaltımı, otomobil endüstrisi

KNITTED FABRIC DESIGN WITH ENHANCED ACOUSTIC PROPERTIES

ABSTRACT

Reduction of interior noise in modern automobiles is an important issue in the automobile industry. The aim of this project is to design and produce a knitted spacer fabric having superior acoustic behavior and use this fabric to provide sound absorption in upholstery, headliners and other interior parts of automobile. Fabrics were knitted on a seven-gauge Shima Seiki flat bed knitting machine. Sound absorption coefficient of spacer fabrics are tested with impedance tube method. This project plays also very important role especially for Turkey that has high traffic noise disturbing driver.

Key Words: Sound absorption, knitted spacer fabric, interior noise reduction, automotive industry

* Bu çalışma 16-18 Mayıs 2010 tarihleri arasında İstanbul'da düzenlenen IV. Uluslararası Teknik Tekstiller Kongresinde sözlü olarak sunulmuştur.

1. GİRİŞ

Tekstil materyalleri gözenekli fibril yapılar olduklarından ses absorplayabilme özelliğine sahiptirler. İş yerlerinde kullanılan akustik paneller, otomobil yalıtım malzemeleri, konser salonlarındaki döşemelik kumaşlar başta olmak üzere çeşitli kullanım alanları mevcuttur [1].

Tekstil kumaşların akustik özellikleri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Boşluklu (spacer) örme kumaşların kullanıldığı bir çalışmada, boşluklu kumaşı oluşturan ön ve arka yüzeyler için 972 dtex naylon kaplı elastomer ipliği, ara bağlama ipliği olarak ise, biri 430, diğeri 380 dtex olan polyester mono filaman kullanılmıştır. Ön ve arka yüzeyleri oluşturan kumaşlar süprem yapıdadır. Süprem kumaştaki ilmeklerin oluşturduğu boşlukların küçülmesine sebep olduğu için elastanlı iplik kullanılmıştır. Ön ve arka kumaşlar arasındaki hava boşluğunun ve öndeki kumaş kalınlığının artmasıyla ses yutum performansının arttığı ve kumaştaki gözeneklerin küçülmesiyle ses yutumunun iyileştiği gözlenmiştir [2]. Boşluklu kumaşı oluşturan ön ve arka yüzeyler için 200 dtex Tencel, 167 dtex tekstüre polyester multifilaman, 972 dtex kaplı elastomerik ipliğin, ara bağlama ipliği olarak ise, 167 dtex olan polyester multifilaman ipliğinin kullanıldığı bir çalışmada ise, elastanlı iplik kullanılarak ve kullanılmadan üretilmiş kumaşların ses yutum performansları karşılaştırılmış ve ön ile arkada elastanlı iplik kullanılarak üretilmiş kumaşların ses yutum katsayılarının 1100 Hz'den sonra düştüğü gözlenmiştir. Bu durum, elastanın mevcudiyetinde, kumaştaki gözeneklerin küçülmesi ve 1100 Hz'den sonra gelen ses enerjisinin kumaş yüzeyinden yansıtılması olarak açıklanmıştır. Bu kumaşların 1000 Hz altındaki ses yutum performansları ise çok iyi olmuştur. Kumaş kalınlığının artırılmasıyla hava geçirgenliği aynı kalmış ancak kumaşların ses yutumları artmıştır. Kumaşların ses yutum katsayıları hava geçirgenliği direncinin artması ile artmaktadır. Kumaş gözenekliliğinin azalması hava geçirgenliği direncini artırmakta ve böylelikle ses yutum katsayısı gözenekliliğinin azalmasıyla artmaktadır [3]. Süprem kumaşın ses yutum performansı üzerine yapılan bir başka çalışmada ise, kumaş 430 dtex PE ipliğinden üretilmiş ve gözenekliliği düşük olan, gözenek büyüklükleri ufak olan kumaşların ses yutumlarının daha iyi olduğu belirlenmiştir. İlmek boyutları ufaldıkça ve kumaş kalınlığı arttıkça ses yutum katsayısı artmaktadır [4]. 80/20 pet/naylon mikro lif ile %100 pet regüler lifi kullanılarak üretilmiş farklı yapılarıdaki örme kumaşların ses yutum katsayılarının belirlendiği bir başka çalışmada, düşük frekanslardaki ses yutumunun kumaş kalınlığı ile doğru orantılı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Yoğunluğundan bağımsız olarak kumaş kalınlaştıkça, düşük frekanslardaki ses yutumu iyileşmiştir. Mikro liflerden üretilmiş kumaşlarının ses yutum kabiliyetlerinin konvansiyonel liften üretilmiş kumaşa göre daha yüksek çıkmıştır. Bu durum, mikro liflerin regüler liflere göre daha yüksek yüzey alanına sahip olmaları ve buna bağlı olarak akış dirençlerinin daha yüksek olması ile açıklanmıştır [5]. Döşemelik kumaşların gramaj, kalınlık ve konstrüksiyonlarının etkilerinin incelendiği bir çalışmada, bu parametrelerden en çok kumaş

kalınlığının ses yutumu üzerinde etkili olduğu sonucu elde edilmiştir [6]. Halılar söz konusu olduğunda halı tabanının, hav yapısının, halıda kullanılan iplik kalınlığının, hav yükseklığının ses yutumunu etkilediği belirlenmiştir [7].

Literatür çalışmalarında kumaş akustik özelliklerini ölçmek için empedans tüp metodu (ISO 10534-2) [8] ve çınlama odası metodu olmak üzere iki metod kullanılmıştır. Empedans tüp metodu küçük boyutlarda (10 cm çap) numunelerin testi için kullanılırken diğer taraftan büyük numunelerin testi için çınlama odası metodu kullanılmaktadır. Bu çalışmada; boşluklu (spacer) kumaşların ses yutum katsayısını ölçmek için çift mikrofona empedans tüp metodu kullanılmıştır.

2. MALZEME VE METOT

2.1. Kumaş Numuneleri

Örme boşluklu kumaş yapılarının tasarım aşamasında SDS ONE Knit ve Paint programları kullanılmıştır. Örme boşluklu kumaşların üretimi için makine olarak 7 fayn 672 iğneli çift plakalı Shima Seiki SES 124S marka V yataklı düz örme makinesi kullanılmıştır. Kumaşların ön ve arka yüzü 3 katlı pamuk ipliği kullanılarak oluşturulmuştur. Ön ve arka yüzde kullanılan Ne26/3 (Nm45/3) numaralı pamuk ipliği makinaya 4 kat beslenmiştir. Kumaş ön ve arka yüzü 100% polipropilen multifilaman ara bağlayıcı iplik kullanılarak birleştirilmiştir. Örme boşluklu kumaşların ses yutum özelliğine örgü tipindeki değişikliklerin etkisi incelendiğinden iplik tipi sabit tutulmuştur.

2.1.1. İplik Özellikleri

Örme boşluklu kumaşların üretimi için kullanılan ipliklerin özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

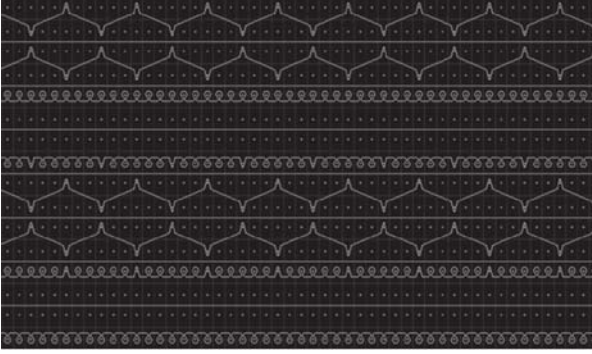
Tablo 1: İplik Özellikleri

	İplik Cinsi	İplik Numarası	İplik Büküm Katsayısı (ae)		
			Tek Kat	Çift Kat	Üç Kat
Ön ve Arka yüz	100% Pamuk	Ne 2.16 (Nm 3.67)	4.18	4.19	2.07
Ara bağlayıcı iplik	100% Polipropilen multifilaman	321.43 denye (Nm28)	-		

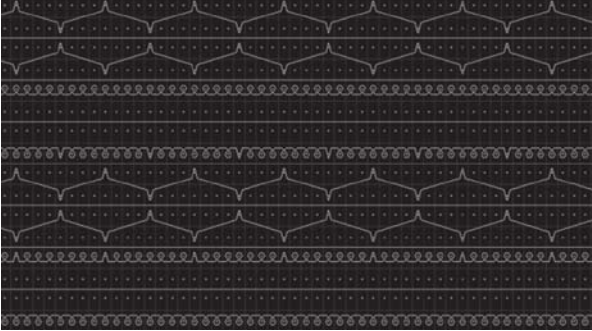
2.1.2. Kumaş Özellikleri

Geliştirilen kumaşların örgü raporlarının detayları takip eden şekillerde verilmiştir. Ön ve arka kumaş yüzlerinde askı ve ilmek kombinasyonları kullanılmıştır. Kumaş yapılarına askı ilmekleri belli bir düzen dahilinde yerleştirilmiştir. I numaralı kumaşın ön ve arka yüzünde her beş ilmekte bir askı ilmeği kullanılırken, II numaralı kumaşta yedi ilmekte bir ve III numaralı kumaşta on bir ilmekte bir askı ilmeği kullanılmıştır. Ayrıca ara bağlayıcı ipliğinin bir sırada bağlantı yapma düzeni de değiştirilmiştir. I numaralı kumaştan III numaralı kumaşa doğru gidildikçe bağlantı noktası sayısı azalmaktadır.

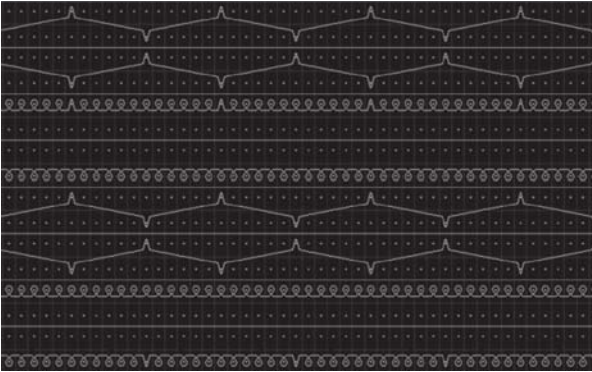
I numaralı kumaşta ara bağlayıcı iplik üç ilmekte bir bağlantı yaparken, II numaralı kumaşta dört ilmekte bir ve III numaralı kumaşta altı ilmekte bir bağlantı yapmaktadır. I.I., II.I ve III.I numaralı kumaşlarda; I, II ve III numaralı kumaşlardan farklı olarak süprem olan sıralar mini-jakar olarak tasarlanmıştır. Kumaş kodlaması kumaş örgü raporu detaylarına göre yapılmıştır. .I, mini-jakar örgüyü temsil etmektedir.



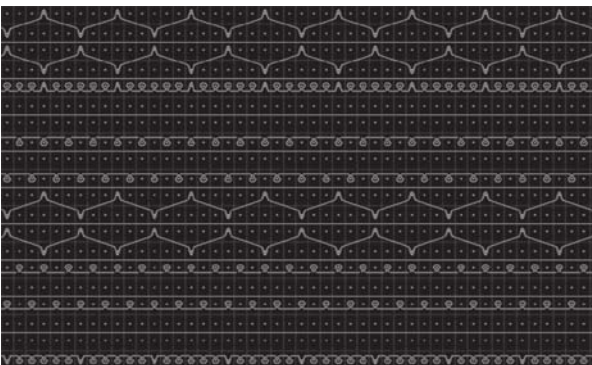
Şekil 1: I numaralı kumaşın örgü raporu



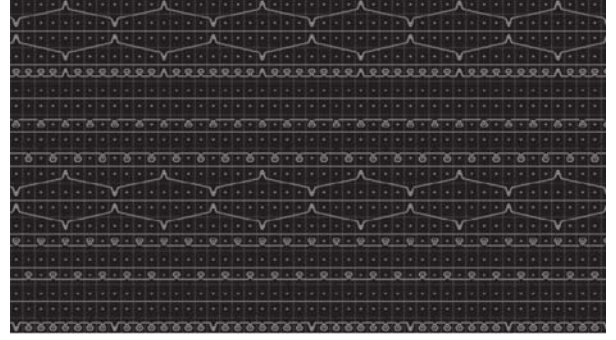
Şekil 2: II numaralı kumaşın örgü raporu



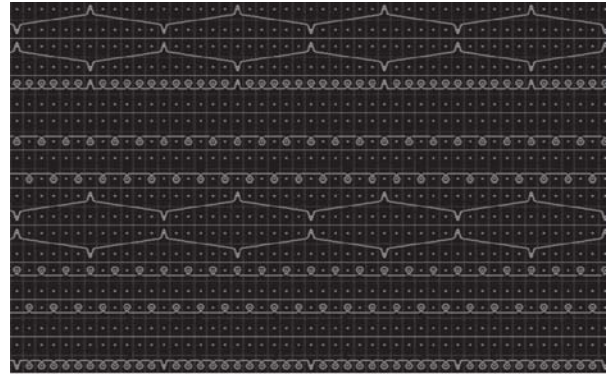
Şekil 3: III numaralı kumaşın örgü raporu



Şekil 4: I.I numaralı kumaşın örgü raporu



Şekil 5: II.I numaralı kumaşın örgü raporu



Şekil 6: III.I numaralı kumaşın örgü raporu

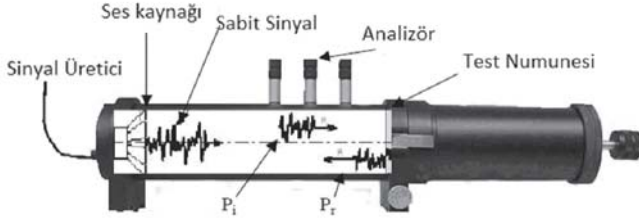
Tablo 2 boşluklu (spacer) kumaşların yapısal özelliklerini göstermektedir.

Tablo 2: Örme boşluklu kumaşların yapısal özellikleri

Kumaş No	Kumaş sıklığı (1/cm ²)		Kumaş yoğunluğu (kg/m ³)	Kumaş kalınlığı (mm)
	Front	Back		
I	20	20	284.085	4.43
II	20	20	282.636	4.40
III	20	20	280.066	4.50
I.I	20	20	272.637	5.08
II.I	20	20	283.176	5.10
III.I	20	20	281.788	5.20

2.2. Malzeme ses yutma katsayısı ölçümü

Örme boşluklu (spacer) kumaşların ses yutum katsayısı değerini tespit etmek için; ISO 10534-2 çift mikrofonlu empedans tüp metodu kullanılmıştır. Çift mikrofon empedans tüp metodu; empedans tüpüne takılmış iki mikrofon arasındaki ses basınç farkının ölçümüne dayanmaktadır. Empedans tüp yöntemi ile ses yutma katsayısını belirlemek için kullanılan standart düzen Sinyal Üretici (Beat Frequency Oscillator) ile oluşturulan sesin Empedans Tüp Aparatı'na (Standing Wave Apparatus) verilmesi, malzemenin gösterdiği davranışın PC tarafından incelenmesi ve sinyal üreticinin Frekans ölçer (Thurbly&Thandar Type TF830 Universal Counter) ile değerinin ayarlanmasıdır. Empedans tüp yöntemi (Şekil 7) ile küçük boyuttaki numunelerin yutum katsayısı, yansıma katsayısı, yüzey empedansı ve yüzey admitansı belirlenebilmektedir [9].



Şekil 7: Çift-mikrofon empedans tüp metodunun kavramsal çizimi

Empedans tüp yöntemi ile 50 Hz ile 6.4 kHz frekans aralıklarında mazlemelerin ses yutum katsayıları değerleri ölçülmektedir. Düşük frekanslardaki (50 Hz ile 1.6 kHz arasındaki) ses yutum özelliğini ölçmek için büyük tüp kullanılmaktadır. Büyük tüpte ölçüm yapabilmek için 100mm çapında numuneler hazırlanmaktadır. 1.6 kHz ile 6.4 kHz frekans aralığındaki ses yutum katsayısını ölçmek için ise küçük tüp kullanılmaktadır. Küçük tüpte ölçüm yapabilmek için 29 mm çapında numuneler hazırlanmaktadır. Ses yutma katsayısı testi kumaşın rastgele bölgelerinden alınmış 3'er adet örnek numuneye uygulanmıştır [10].

Çift mikrofon empedans tüp yöntemi ölçüm düzeni Şekil 8'de gösterilmiştir [11].



Şekil 8: Çift mikrofon empedans tüp yöntemi ölçüm düzeni

2.3. Kumaş kalınlık ölçümü

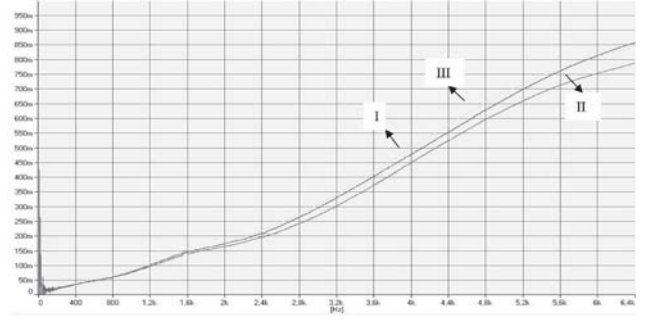
Kumaş kalınlıklarının tespiti için BS 2544 standardına göre ölçüm yapan James H. Heal marka kalınlık ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümler için makine basıncı 5 g/cm² olarak ayarlanmıştır. Her bir grup için 5 ölçüm yapılmış ve bunların ortalama değeri kumaşın kalınlığı olarak kaydedilmiştir.

2.4. Kumaş yoğunluk ölçümü

Ts251 standardı baz alınarak kumaşlar 100 cm² lik dairesel bir alanda kesilen numunelerin hassas terazide tartılmasıyla kumaşın g/m² olarak gramaj değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değer 100 ile bölünür. Birim alandaki ağırlık (M birimi: g/cm²) elde edilir. Birim ağırlık (M) ve Tablo 2'de verilmiş olan kalınlık değeri (t) kullanılarak aşağıdaki formülle yoğunluk hesaplanmıştır.

$$\rho_f = \frac{M}{t} \quad (1)$$

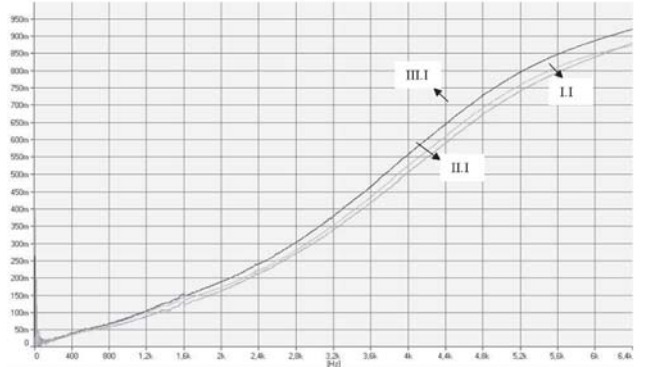
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA



Şekil 9: I, II ve III numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması (I,II, III)

I, II ve III numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerleri karşılaştırıldığında I ve II numaralı kumaşlara kıyasla en yüksek ses yutum özelliğini III numaralı kumaş göstermiştir (Şekil 9). III numaralı kumaşta askı ilmeklerinin sayısı daha azdır ve ara bağlayıcı iplik daha seyrek aralıklarla bağlantı yapmaktadır. Ara bağlayıcı ipliğin daha seyrek aralıklarla bağlantı yapması ve askı ilmeklerinin sıklığının daha az olması, gözenek boyutunun çıplak gözle dahi farkedilebilir oranda daha küçük olmasını sağlamıştır. Ara bağlantının daha az noktada bağlantı yapmış olması; kumaş yüzeyleri arasında kalan hava boşluğunu da (air gap) arttırmıştır. I, II ve III numaralı kumaşların sıklıkları ve yoğunlukları yaklaşık olarak aynı çıkmıştır. Bu yüzden, yoğunluk farkının kumaş ses yutum özelliği üzerindeki etkisi belirgin bir şekilde görülememektedir.

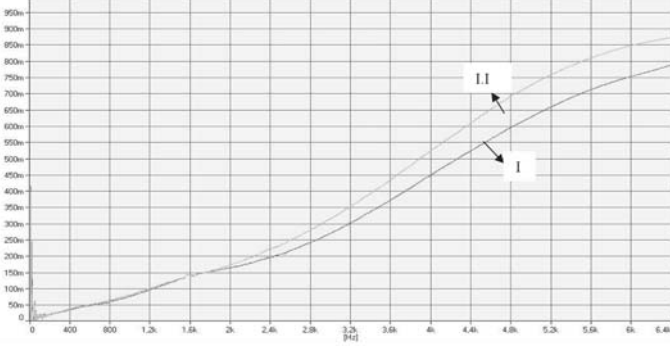
Şekil 10'da görüldüğü gibi ara bağlayıcı ipliğin daha seyrek aralıklarla bağlantı yapması ve askı ilmeklerinin sıklığının daha az olması kumaş toplam kalınlığında artış sağlamaktadır ve bunun sonucu olarak kumaş ses yutum katsayısı değeri artış göstermektedir.



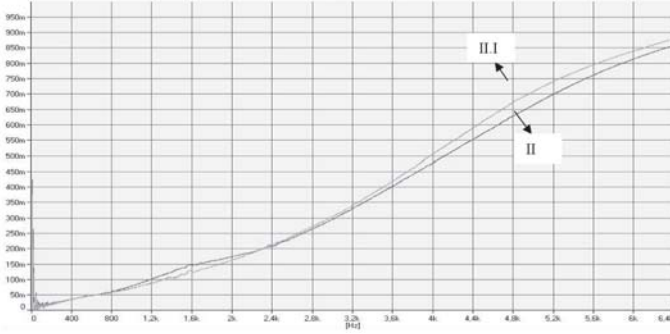
Şekil 10: I.I, II.I ve III.I numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması (I.I, II.I, III.I)

Şekil 11,12 ve 13 kumaş arka yüzey kalınlığının ses yutum katsayısı değeri üzerindeki etkisini göstermektedir. I.I, II.I ve III.I numaralı kumaşlarda; I, II ve III numaralı kumaşlardan farklı olarak süprem olan sıralar mini-jakar olarak tasarlanmıştır ve yüzeydeki kumaşın kalınlığı arttırılmıştır (Şekil 11,12,13).

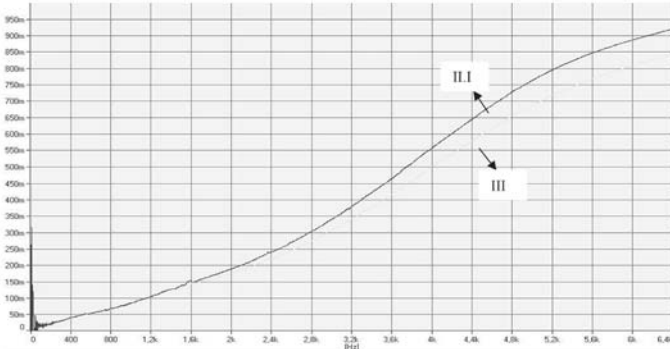
Kumaş kalınlığının ses yutum katsayısı değeri üzerindeki etkisini analiz etmek için I-I.I, II-II.I ve III-III.I numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerleri karşılaştırılmıştır. Kumaş ses yutum özelliğinin kalınlıkla doğru orantılı olarak iyileştiği görülmüştür. Kalınlık artışının kumaşın ses yutum özelliğine etkisi 2kHz'den daha yüksek frekanslarda belirginleşmiştir.



Şekil 11: I ve I.I numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması (I, I.I)



Şekil 12: II ve II.I numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması (II, II.I)



Şekil 13: III ve III.I numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması (III, III.I)

4. SONUÇ

Katlı pamuk ipliklerinden üretilmiş boşluklu örme kumaşların ses yutum özellikleri incelenmiştir. Ses yutum katsayılarının ölçümünde çift mikrofona empedans tüp metodu kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda; kumaş ses yutum katsayısının kumaş yüzeyleri arasındaki hava boşluğunun ve/veya yüzey kumaş kalınlığının artmasıyla artış göstermektedir. Bu tip örme kumaş yapıla-

rının tavan döşemesi, koltuklar ve kapı panelleri gibi otomobil iç parçalarında ses yutucu malzeme olarak kullanımı sağlanabilmektedir. Çalışmada 4kHz'den daha yüksek frekanslarda iyi bir ses yutum özelliği elde edilmiştir. Daha düşük frekanslarda iyi bir yutum özelliği elde etmek amacıyla farklı kumaş yapılarının ve tekstil sistemlerinin geliştirilmesi bu çalışmanın devamı olarak uygun olacaktır.

TEŞEKKÜR

Deney yapılacak örme kumaşların tasarım aşamasında ve örülmesinde gerekli teknik altyapıyı sağlayan ve bu konudaki bilgi birikimlerini bizimle paylaşan başta sayın Müh. Engin Arabacı olmak üzere sayın Mehmet Yükselir, Yasin Kaya ve emeği geçen tüm TETAŞ firması çalışanlarına teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

1. Kierzkowski, M., (2002), *Acoustic textiles –lighter, thinner and more sound-absorbent*, *Technical Textiles International*, v. 11, (7), 15-18.
2. Dias, T., Monaragala, R., Lay, E., (2007), *Analysis of thick spacer fabrics to reduce automobile interior noise*, *Meas. Sci. Technol.*, v. 18, 1979–1991.
3. Dias, T., Monaragala, R., Needham, P., Lay, E., (2007), *Analysis of sound absorption of tuck spacer fabrics to reduce automotive noise*, *Meas. Sci. Technol.*, v. 18, 2657–2666.
4. Dias, T., Monaragala, R., (2006), *Sound absorption in knitted structures for interior noise reduction in automobiles*, *Meas. Sci. Technol.*, v. 17, 2499-2505.
5. Na Y., Lancaster J., Casali J., Cho G., (2009), *Sound Absorption Coefficients of Micro-fiber Fabrics by Reverberation Room Method*, *Textile Research Journal*, v. 77 (5), 330-335.
6. Zafirova K., Uzunovich R., (1998), *Some Investigations of Sound Absorption Properties of Upholstery Textile Materials*, *Tekstilna Industrija*, v. 46 (1&2), 19-22.
7. Shoshani Y.Z., Wilding M.A., (1991), *Effect of Pile Parameters on the Noise Absorption Capacity of Tufted Carpet*, *Textile Research Journal*, v. 61 (12), 736-742.
8. ISO 10534-2, (1998), *Acoustics – Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes – Part 2: Transfer-Function Method*, *International Standardization Organization*
9. Ryu, Yunseon, (2000), *The acoustic impedance measurement system using two microphones*, *Brue&Kjaer, Denmark*
10. Dias, T., Monaragala, R., (2006), *Sound absorption in knitted structures for interior noise reduction in automobiles*, *Measurement Science and Technology*, v. 17, 2499- 2505.
11. Hassall, J.R., Zaveri, K., (1988), *Acoustic Noise Measurements*, *Bruel & Kjaer, Denmark*.