

ÖRTME FAKTÖRÜ VE GÖZENEKLİLİK PARAMETRELERİNİN DOKUMA KUMAŞLARIN SES YUTUCULUK DAVRANIŞINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Fatih SÜVARI *

Alınma: 08.04.2020; düzeltme: 05.05.2020; kabul: 18.05.2020

Öz: Bu çalışmada farklı atkı sıklığı ve iplik numaralarından oluşan dokuma kumaşların örtme faktörü ve gözeneklilik parametreleri ile ses yutuculuk davranışları arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu amaçla üç farklı atkı sıklığı ve dört farklı numarada atkı ipliği kullanılarak dokuma kumaşlar üretilmiştir. Kumaşların gramaj, kalınlık, hava geçirgenliği, gözenek oranı ve ses yutuculuk katsayıları ölçülmüştür. Kalın iplik kullanımı ve sıklık artışı kumaştaki gözenek oranını ve hava geçirgenlik değerlerini düşürmüştür, bunun yanında kumaşın ses yutuculuk katsayısı değerlerinde artışa sebep olmuştur. Kumaş sıklığı ve iplik numarası parametrelerini tek bir değişkene indirgemesi açısından faydalı olabilecek örtme faktörü değerleri hesaplanmıştır. Örtme faktörü yüksek kumaşların daha küçük gözeneklere sahip olduğu ve hava geçirgenliklerinin daha düşük olduğu gösterilmiştir. Artan örtme faktörü ile birlikte dokuma kumaşların daha iyi ses yutuculuk performansı gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Örtme faktörü, Dokuma kumaş, Ses yutuculuk

An Investigation of the Effects of Cover Factor and Porosity Parameters on the Sound Absorption Behavior of Woven Fabrics

Abstract: In this study, the relationship between the cover factor and porosity parameters of woven fabrics consisting of different weft density and yarn counts and the sound absorption behavior were investigated. For this purpose, woven fabrics were produced using three different weft density and four different weft thread counts. Mass per unit area, thickness, air permeability, pore ratio and sound absorption coefficients of the fabrics were measured. The use of thick yarns and the increase in weft density decreased the fabric pore ratio and air permeability values, besides, they caused an increase in the sound absorption coefficient values of the fabric. Cover factor values that can be useful in reducing the fabric density and yarn count parameters to a single variable have been calculated. It has been shown that fabrics with high cover factor have smaller pores and lower air permeability. It has been determined that woven fabrics show better sound absorption performance with increasing cover factor.

Keywords: Cover factor, Woven fabric, Sound absorption

1. GİRİŞ

Seslerin varlığı insanların haberleşmesi için gereklidir. Müzik, doğadaki sesler ise yaşantımız için vazgeçilmezdir (Demirkale, 2007). Fakat artan tüketim ve bunun getirdiği endüstrileşme ile birlikte gürültü kirliliği bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Y. E. Lee ve Joo, 2004; Y. Lee ve Joo, 2003; Teli ve diğ., 2007). Gürültü sebebiyle ortaya çıkan duyma bozuklukları endüstri sebebiyle karşılaşılan sağlık sorunlarından (Na ve diğ., 2007; Teli ve diğ., 2007). Gürültü fizyolojik olarak ani reflekslere, kas gerilmelerine, kan basıncında artışa, kalp atışlarının ve kan

* Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 16059, Görükle, Bursa, Türkiye
İletişim Yazarı: Fatih Süvari (suvari@uludag.edu.tr)

dolaşımının değişmesine, göz bebeği büyümesine, solunum hızlanmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca gürültünün insan üzerinde stres oluşturduğu da biyolojik olarak gösterilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012; Na ve diğ., 2007). Gürültünün psikolojik etkileri ile daha sık karşılaşılmaktadır. Bunlar şikâyet etme, öfkelenme, sinir bozukluğu, rahatsızlık, yorgunluk, tedirginlik ve zihinsel etkilerde yavaşlama olarak sıralanabilir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012; Na ve diğ., 2007). Fiziksel ve psikolojik açılarından zararlarıyla, verimlilik gürültülü çevrelerde önemli biçimde düşmektedir (Na ve diğ., 2007). İş verimi açısından bakılacak olur ise, ofis elemanlarında %60, beden işçilerinde %35 oranına yakın verim düşüklüğünün gürültü sebebiyle ortaya çıktığı belirtilmektedir (Işikel, 2006). Gürültü sebebiyle direkt ya da dolaylı yaşanan iş kazaları ise olayın ayrı bir boyutudur.

Sesin istenmeyen ortamlarda azaltılması gerekebilir. Örneğin, özellikle hafif malzemelerin kullanıldığı yapılarda kişilerin gizlilik haklarının ortadan kalkmaması için önlemlerin alınması gereklidir (Demirkale, 2007). Bunun yanında bazı ortamlarda akustik açıdan sesin kontrol edilmesi de önemli bir konudur. Örneğin konser salonları, konferans salonları, toplantı odalarında sesin iyi anlaşılabilmesi istenir. Bu amaçla gereken miktarda ses enerjisinin yutulması için tasarlanmış olan ve ses yutucu elemanlar olarak tanımlanan malzemelerin kullanılması gereklidir (Demirkale, 2007). Artan gürültü kirliliği ile ilgili yönetmelikler bunun yanında kişilerin artan konfor istekleri doğrultusunda ve insan sağlığı açısından sesin kontrol edilmesi ihtiyacıyla ses yutucu malzemelerin kullanımı ve daha iyi performans gösterebilecek yeni malzemelerin tasarımı önemli hale gelmiştir (Cox ve D'Antonio, 2005).

Cam yünü, mineral yünü, bunun yanında iğneleme ya da sıcaklık ile liflerin birbirine bağlandığı hacimli dokusuz yüzeyler iyi bilinen lifli ve gözenekli ses yutuculardır (Coates ve Kierzkowski, 2002; Süvari ve diğ., 2016). Bu hacimli yapıların ses yutuculuğu çoğunlukla içten bağlantılı gözenekleri üzerine dayanır (Demirkale, 2007). Sesin yutulması bu birbirine bağlı gözenekler vasıtasıyla, küçük hava hacimlerinin liflerle etkileşime girmesi sonucu genellikle akustik enerjinin ısı enerjisi olarak harcanması sonucu gerçekleşir (Genis ve diğ., 1990; Rettinger, 1968). Ses, gözenekli yapıya girdiği zaman, frekansa bağlı olarak, küçük hava hacimlerini gözenekli yapının boşluklarında salınım yaptırır. Bu küçük hava hacimlerinin bir bölümü liflerle temas halinde olduğundan sürtünme kayıpları olur, buda enerji kaybına yol açar (Süvari ve Dulek, 2019).

Dokuma kumaşların bazı yapısal parametrelerinin kumaş ses yutuculuk davranışına etkisi literatürde bazı araştırmalarda incelenmiştir (Barburski ve diğ., 2019; Segura-Alcaraz ve diğ., 2019; Soltani ve Zarrebini, 2013; Soltani ve Zerrebini, 2012). Barburski ve diğ. (2019) çeşitli dokuma kumaşlar üzerinde akustik testler gerçekleştirmiştir. Saten ve çift katlı dokuma kumaş yapılarından sık kumaş yapıları, çalışmanın sonuçlarına göre daha iyi akustik özellikler göstermiştir. Segura-Alcaraz ve diğ. (2019) bazı dokuma kumaş yapıları için sıklığın ses yutuculuk performansına etkisini incelemiştir. En yüksek ses yutuculuk katsayısı değerleri, daha sık yapıdaki dokuma kumaş örneklerinden elde edilmiştir. Soltani ve Zerrebini (2012) dokuma kumaşların ses yutuculuk davranışı üzerine yaptıkları çalışmada, yine sık bezayağı örgüdeki kumaş yapılarının ses yutuculuk açısından daha iyi performans gösterdiklerini belirtmiştir. Aynı çalışmada rotor iplik üretim yöntemiyle üretilen ipliklerin kullanıldığı dokuma kumaşların, kompakt ve ring ipliklerin kullanıldığı kumaşlara göre daha yüksek ses yutuculuk katsayısı değerleri verdiği ifade edilmiştir. Soltani ve Zarrebini (2013) nin başka bir çalışmasında ise farklı büküm değerlerinde atkı ipliği dokuma kumaşta kullanılarak ses yutuculuk katsayısına etkisi incelenmiştir. Atkı ipliği bükümü arttıkça bu ipliklerden üretilen kumaşların ses yutuculuğunda azalma görülmüştür. Büküm artışının, ipliği daha kompakt hale getirdiği ve kumaş örtüçülüğünü azalttığı, bunun da ses yutuculuktaki azalmanın bir sebebi olduğu belirtilmiştir.

Literatürde yapılan çalışmalar neticesinde, daha iyi ses yutuculuk performansı için tekstil yapılarının daha küçük gözeneklere sahip olması gerektiği anlaşılmaktadır. Dokuma kumaşların daha küçük gözeneklere sahip olması için ise kumaş sıklığı ve kullanılan iplik numarasının etkili yapısal parametreler olduğu söylenebilir. Bu çalışmada atkı sıklığı ve iplik numarası değiştirilerek

önce kumaşın gözenekli yapısındaki değişim incelenmiş, ardından kolay hesaplanabilen bir parametre olan örtme faktörü ile gözenek oranı ilişkisi verilmiş, nihayetinde de örtme faktörü değişiminin dokuma kumaş ses yutuculuk performansına etkisi incelenmiştir. Farklı sıklık ve iplik numarasına sahip farklı dokuma kumaşların ses yutuculuk davranışlarının birbirine göre hangisinin iyi olduğunun tahmin edilmesinde, kolay hesaplanabilir bir parametre olan örtme faktörünün kullanılabilmesi gösterilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Dokuma Kumaş Üretimi

Bu çalışmada ses yutuculuk özellikleri incelenmek üzere 3 farklı atkı sıklığı ve 4 farklı numarada atkı ipliği kullanılarak 11 adet dokuma kumaş üretilmiştir. Hava jetli dokuma tezgâhında bezayağı örgüde üretilmiş olan kumaşların çözgü sıklığı 26 çözgü/cm olacak şekilde çözgü hazırlanmıştır. Çözgü ipliği olarak bütün kumaşlar için 19,7 tex viskon ipliği kullanılmıştır. Atkı ipliği olarak farklı numaralarda pamuk ipliği kullanılmıştır. Üretilen dokuma kumaşların bazı temel özellikleri ve kullanılan atkı iplik numaraları Tablo 1’de verilmiştir. Kumaş gramajı ASTM D3776-09 standardı dikkate alınarak 100 cm²’lik dairesel numuneler üzerinden ölçülmüştür. Kumaş kalınlıkları ise ASTM D1777-96 standardındaki tariflere göre kalınlık ölçücü ile elde edilmiştir. Tablo 1’de verilen kumaş gözeneklilik (porozite) değerleri, kumaşta bulunan hava hacminin kumaş hacmine oranıdır. Gramaj, kalınlık ve lif yoğunlukları dikkate alınarak hesap edilmektedir (Suvari ve diğ., 2019). Hesaplama viskon lifi yoğunluğu 1,49 gr/cm³, pamuk lifi yoğunluğu ise 1,52 gr/cm³ alınmıştır (Morton ve Hearle, 2008).

Tablo 1. Dokuma kumaşların bazı temel özellikleri ve kullanılan iplikler

Kumaş no	Atkı ipliği numarası (tex)	Atkı sıklığı (atkı/cm)	Gramaj (g/m ²)	Kalınlık (mm)	Gözeneklilik (Porozite)
1	9,8	17	79,2	0,46	0,89
2	9,8	28	91,7	0,47	0,87
3	9,8	38	103,5	0,48	0,86
4	14,8	17	89,5	0,48	0,88
5	14,8	28	108,8	0,49	0,85
6	14,8	38	126,4	0,51	0,84
7	19,7	17	99,8	0,48	0,86
8	19,7	28	125,1	0,50	0,83
9	19,7	38	148,2	0,52	0,81
10	73,8	17	207,2	0,66	0,79
11	73,8	25	273,5	0,68	0,73

2.2. Test Yöntemleri

Dokuma kumaş yapısında bulunan gözeneklerle ilgili bilgi edinebilmek için hava geçirgenlik testleri yapılmıştır. Ölçümler SDL Atlas M021A hava geçirgenlik test cihazında ASTM D737-18 standardına uygun yapılmıştır. Basınç düşüşü 125 Pa, test alanı 5 cm² seçilmiştir. Her kumaş türünden 5 farklı numuneye test yapıp, ortalama hava geçirgenlik değerleri hesaplanmıştır.

Kumaş yüzey görüntüleri kumaş gözeneklerinin analizi için çekilmiştir. Işık mikroskobu kullanılarak kumaş altından ışık verilmiş ardından kumaş üst tarafından görüntüler kaydedilmiştir.

Ses yutuculuk ölçümleri için iki sabit mikrofonlu empedans tüp yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde ses kaynağı tüpün bir ucuna konumlandırılmıştır. Test numunesi ise tüpün diğer ucuna yerleştirilir. Ses kaynağı geniş bantta ses dalgaları üretir. Kullanılan tüpün çapına bağlı olarak ses

dalgaları ilgili frekanslarda düzlem dalga şeklinde empedans tüp içinde ilerlemektedir. Ses dalgası numuneyle etkileşime girer ve geri yansır. Malzemenin ses yutuculuk katsayısı, iki ayrı konumda sabit iki mikrofona ses seviyelerini ölçmesi ile belirlenir. Yapılan ölçümlerde malzeme özelliğine uygun aralıkta sonuç verdiği için küçük tüp kurulumu kullanılmıştır. Küçük tüp ile 1 kHz – 6,1 kHz aralığında ses yutuculuk katsayıları ölçülebilmektedir. ASTM E1050-12 standardındaki tariflere göre ölçümler yapılmıştır. Ölçümler 30 mm çapındaki dairesel numunelerin arkasında 3 mm kalınlığında, 30 kg/m³ yoğunluğunda standart poliüretan sünger (ASTM D4966-12) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her kumaş tipi için 5 ölçüm yapılarak ortalama ses yutuculuk katsayısı değerleri hesaplanmıştır.

Dokuma kumaşların akustik özelliklerinin incelenmesi için yapılan tüm ölçümler Tablo 2’de verilmiştir. Test öncesi tüm numuneler % 65 ± 2 bağıl nem ve 21 ± 1 °C sıcaklıkta en az bir gün bekletilmiştir.

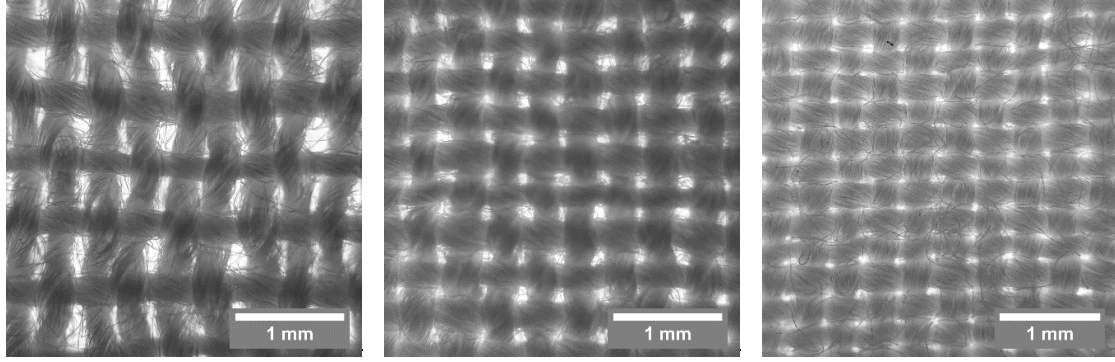
Tablo 2. Dokuma kumaşlara uygulanan testler

Uygulanan test	Test yöntemi	Test cihazı
Gramaj	ASTM D3776-09	Numune kesici, Mettler hassas terazi
Kalınlık	ASTM D1777-96	Kalınlık ölçücü, James H.Heal&Co.Ltd.
Hava geçirgenliği	ASTM D737-18	Hava geçirgenlik cihazı, SDL Atlas M021A
Kumaş görüntüsü	-	Işık mikroskobu
Ses yutuculuk katsayısı	ASTM E1050-12	Empedans tüp, BSWA SW 260

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Atkı Sıklığı ve İplik Numara Değişiminin Kumaşın Gözenekli Yapısına Etkisi

Dokuma kumaşlar farklı atkı sıklıklarında üretildiklerinde iplikler arasındaki gözenek büyüklükleri ve birim alandaki gözenek sayısı değişim gösterir. Şekil 1’de aynı atkı ipliği (19,7 tex) kullanılan farklı atkı sıklıklarına sahip 7, 8 ve 9 numaralı dokuma kumaşların mikroskop fotoğrafları verilmiştir. Görüleceği üzere atkı sıklığı arttıkça gözenek boyutları küçülmekte ve birim alandaki gözenek sayısı artmaktadır. Dokuma kumaş görüntülerindeki toplam gözenek alanının toplam kumaş alanına oranını (gözenek oranı) hesaplayabilmek için MATLAB “Image Segmenter Toolbox” modülü kullanılmıştır. Öncelikle tüm dokuma kumaş görüntüleri üzerinde görüntü işleme yöntemlerinden eşik değeri seçimi uygulanarak yeni görüntüler elde edilmiştir. Dokuma kumaş mikroskop fotoğrafları, gözenekler beyaz, iplik kısımları ise siyah olacak şekilde siyah-beyaz görüntülere dönüştürülmüştür. Ardından gözeneklerin kapladığı alanın fotoğrafta görünen kumaş toplam alanına oranı hesaplanmıştır. Şekil 1’deki görüntülerin, dönüştürülmüş siyah-beyaz formları ve hesaplanan gözenek oranları Şekil 2’de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında her ne kadar birim alandaki gözenek sayısı artan atkı sıklığı ile artış gösterse de toplam gözenek açıklığının düştüğü görülmektedir. Benzer şekilde, artan atkı sıklığı ile kumaştaki hava hacim oranında da (Tablo 1) azalma görülmektedir. Atkı sıklığı değişimi ile dokuma kumaşın gözenekli yapısındaki değişimin hava geçirgenliği sonuçlarını da etkileyeceği açıktır.



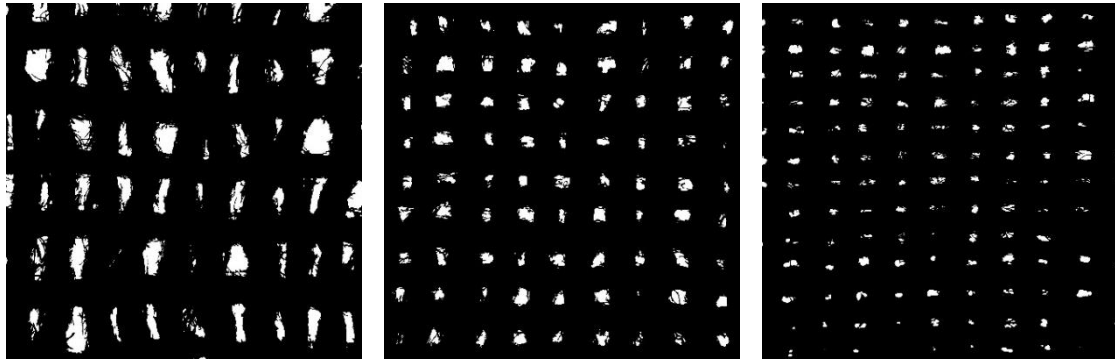
a. Kumaş no 7 (17 atkı/cm)

b. Kumaş no 8 (28 atkı/cm)

c. Kumaş no 9 (38 atkı/cm)

Şekil 1:

Farklı atkı sıklığına sahip kumaşların mikroskop fotoğrafları



a. Kumaş no 7 (17 atkı/cm)

Gözenek oranı: %11,3

b. Kumaş no 8 (28 atkı/cm)

Gözenek oranı: %5,4

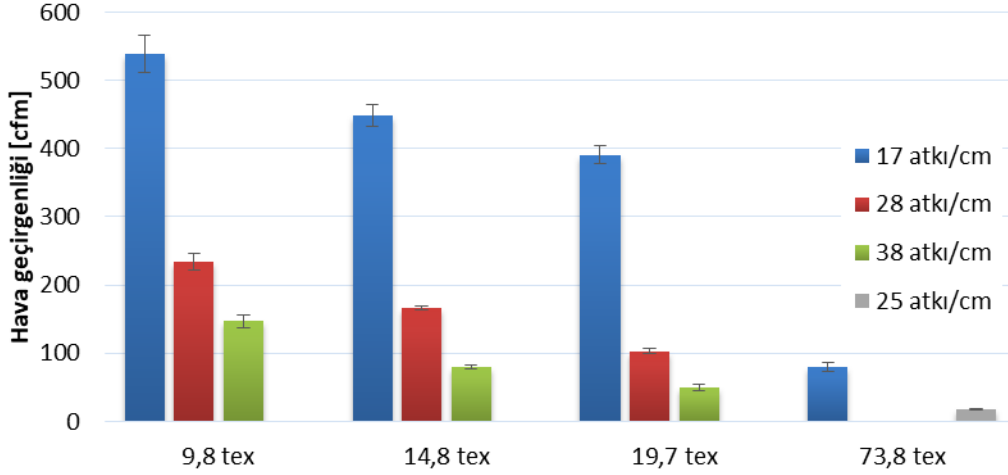
c. Kumaş no 9 (38 atkı/cm)

Gözenek oranı: %3,2

Şekil 2:

Farklı atkı sıklığına sahip kumaşların siyah-beyaz görüntüleri ve gözenek oranları

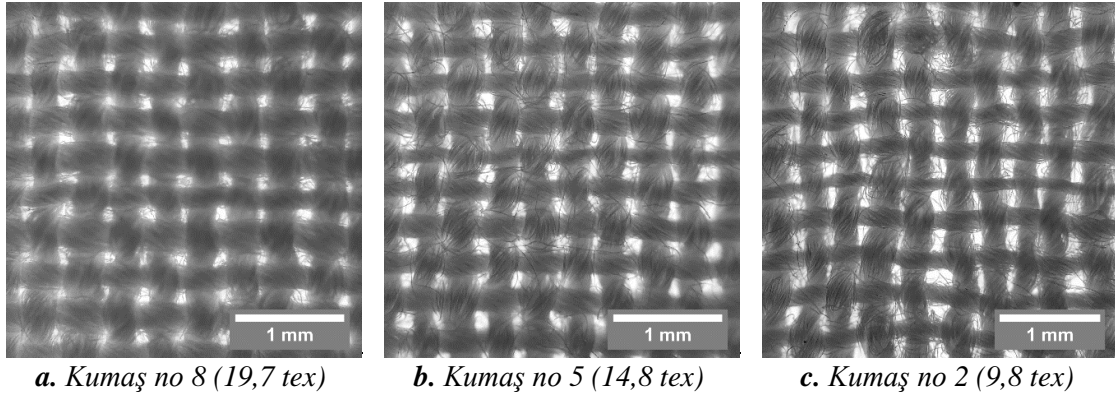
Farklı numaralarda atkı ipliğinden üretilmiş dokuma kumaşların atkı sıklığı artışına bağlı olarak hava geçirgenlik değişimi Şekil 3’de verilmiştir. Beklenebileceği üzere artan atkı sıklığı ile birlikte hava geçirgenliği değerleri düşüş göstermektedir. Artan atkı sıklığı ile birlikte dokuma kumaş yapısında mevcut boşluklara yeni atkı iplikleri yerleştiğinden gözeneklerde küçülme ve bunun neticesinde hava geçirgenlik değerlerinde düşüş görülmüştür. Bununla beraber yüksek sıklıktaki kumaşın daha yüksek bir alanı kapattığı, bir başka deyişle örtücülüğünün yüksek olduğu söylenebilir.



Şekil 3:

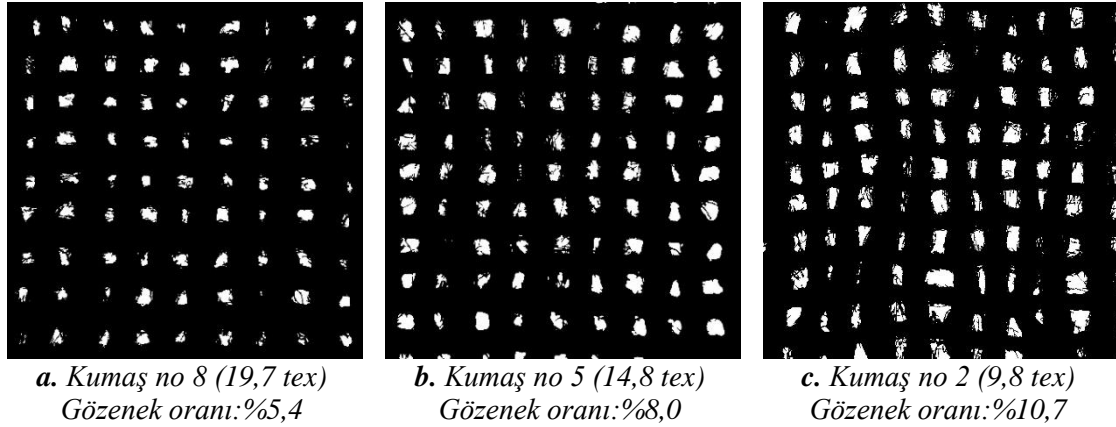
Farklı numaralarda atkı ipliğine sahip kumaşların atkı sıklığı değişiminin hava geçirgenliğine etkisi

Kumaştaki gözenek büyüklükleri ve örtücülük farklı numaralarda iplikler kullanılarak değiştirilebilir. Şekil 4'te 28 atkı/cm sıklığına sahip 19,7 tex, 14,8 tex ve 9,8 tex numaralı atkı iplikleriyle üretilen dokuma kumaşların mikroskop fotoğrafları verilmiştir. Fotoğraflar incelendiğinde kullanılan atkı ipliği numarası azaldıkça gözenek boyutlarının büyüdüğü görülmektedir. Birim alandaki gözenek sayısında ise değişim olmamaktadır. Şekil 4'deki dokuma kumaş fotoğraflarının daha önce bahsedildiği gibi görüntü işleme prosedürleri uygulanarak elde edilen siyah-beyaz görüntüleri ve gözeneklerin kapladığı alanın fotoğrafta görünen kumaş toplam alanına oranı Şekil 5'te verilmiştir. Kumaştaki gözenek oranının azalan iplik numarası ile arttığı görülmektedir. Benzer şekilde, azalan iplik numarası ile kumaştaki hava hacim oranında da (Tablo 1) artış görülmektedir. Yine, dokuma kumaşın gözenekli yapısındaki bu değişim hava geçirgenliği sonuçlarını da etkileyecektir.



Şekil 4:

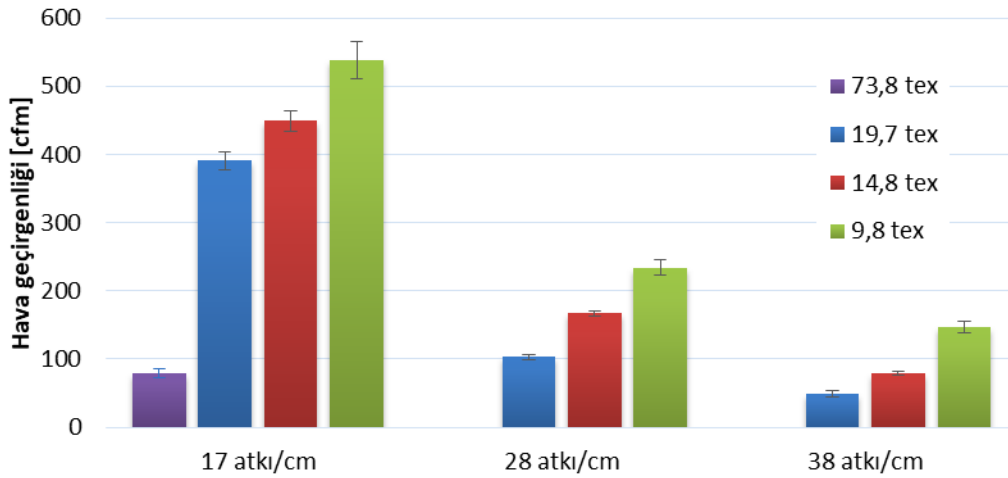
Farklı numaralarda atkı ipliğine sahip kumaşların mikroskop fotoğrafları



Şekil 5:

Farklı numaralarda atkı ipliğine sahip kumaşların siyah-beyaz görüntüleri ve gözenek oranları

Dokuma kumaşlarda kullanılan farklı atkı iplik numaralarının hava geçirgenlik sonuçlarına etkisi Şekil 6’de verilmiştir. Hava geçirgenliği sonuçları, azalan atkı iplik numarasının kumaşın hava geçirgenliğini arttırdığını göstermektedir. İplik numarası artışıyla birlikte kalınlaşan atkı ipliği daha fazla alanı kaplamakta, gözenekler küçülümekte ve neticesinde hava akışına daha fazla direnç gösteren kumaş yapısı, hava geçirgenlik değerlerini düşürmektedir. Daha kalın ipliklerle oluşturulmuş bir kumaşın daha fazla bir alanı kapattığı ve dolayısıyla daha örtücü olduğu söylenebilir.



Şekil 6:

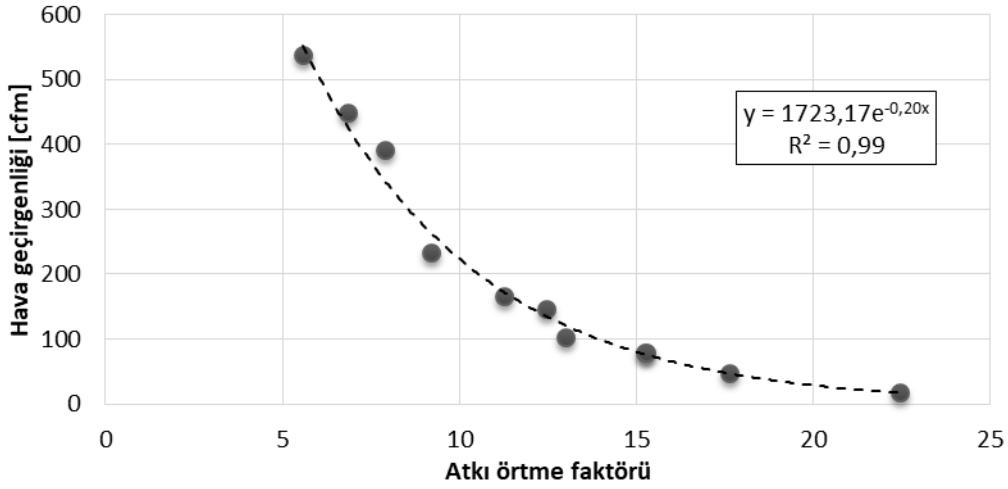
Kumaşlarda kullanılan farklı atkı iplik numaralarının hava geçirgenliğe etkisi

3.2. Örtme Faktörünün Hava Geçirgenliği ve Gözenek Oranı İle İlişkisi

Bağımsız iki kumaş parametresi olan kumaş sıklığı ve iplik numarasının dokuma kumaşların gözeneklilik ve örtücülüğünü değiştirebilmesi nedeniyle, bu iki bağımsız parametreyi kullanan ve kumaşların örtücülüğünün bir göstergesi olan örtme faktörü değerlerinin hesaplanması kumaş sıklığı ve iplik numarası parametrelerinin tek bir değişkene indirgenmesi açısından faydalı olabilecektir. Dokuma kumaşlarda atkı ve çözgü olmak üzere iki örtme faktörü bulunmaktadır. Bu çalışmada çözgü iplik numarası ve çözgü sıklığı sabit tutularak kumaşlar üretildiğinden, çözgü örtme faktörü tüm kumaşlar için aynı değerdir. Çözgü örtme faktörü 12,06 olarak hesaplanmıştır. Atkı örtme faktörü ise tüm kumaşlar için farklı olduğundan değişken olarak alınabilir. Tüm kumaşların atkı örtme faktörleri aşağıdaki denklem (1) kullanılarak hesaplanmıştır (Peirce, 1937).

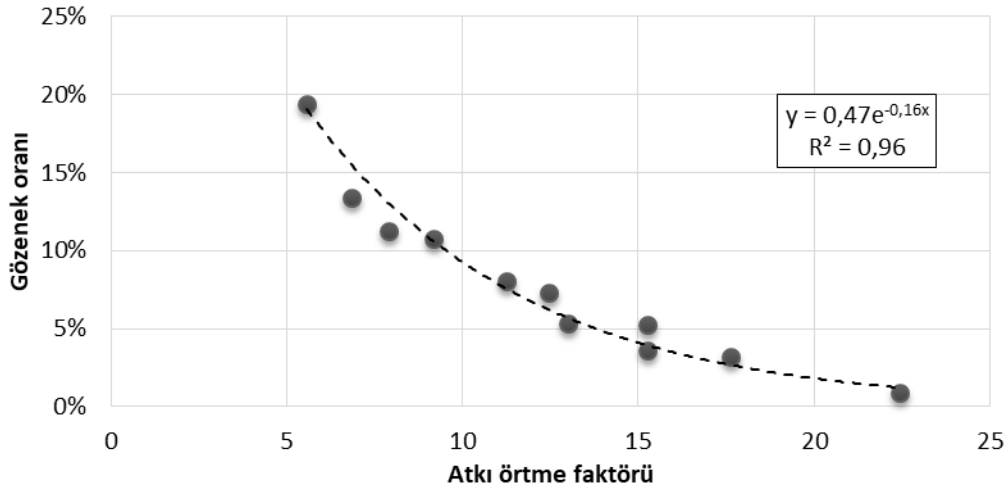
$$\text{Atkı örtme faktörü} = \frac{\text{Atkı sıklığı (atki / inç)}}{\sqrt{\text{Atkı iplik numarası (Ne)}}} \quad (1)$$

Şekil 7 ve Şekil 8’de atkı örtme faktörü artışının sırasıyla hava geçirgenliği ve gözenek oranı ile ilişkisi verilmiştir. Kumaşların atkı örtme faktörü artışı ile hem gözenek oranının hem de hava geçirgenliğinin düştüğü görülmektedir. Bu beklenen bir sonuçtur. Çünkü örtücülük arttıkça gözenekler kapanmakta ve kumaşın hava akışına karşı gösterdiği direnç artmaktadır. Öte yandan atkı örtme faktörü ile hava geçirgenlik ve gözenek oranı ilişkilerin doğrusal olmadığı grafiklerde görülmektedir. Her iki grafikte de verileri, 0,96’nın üzerinde regresyon katsayıları ile en iyi üstel fonksiyonlar temsil etmektedir.



Şekil 7:

Kumaşların hesaplanan atkı örtme faktörü ile ölçülen hava geçirgenlikleri arasındaki ilişki



Şekil 8:

Kumaşların hesaplanan atkı örtme faktörü ile ölçülen gözenek oranları arasındaki ilişki

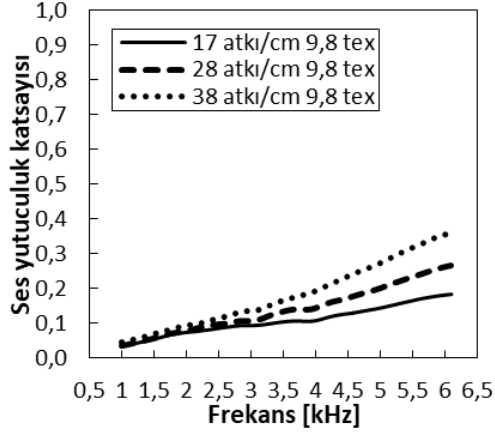
3.3. Dokuma Kumaş Parametrelerinin Ses Yutuculuğa Etkisi

Lifli malzemelerin ses yutuculukları çoğunlukla gözeneklerindeki enerji kaybından gerçekleşir. Gözeneklerde bulunan çok küçük hava hacimlerinin liflerle etkileşime girerek

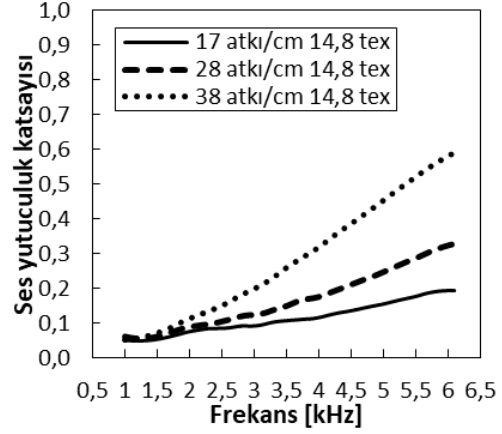
sürtünme ile enerjilerinin azalması sonucu akustik enerji zayıflar (Suvari ve diğ., 2019). Esasen akustik enerji sürtünmeler sebebiyle ısı enerjisine dönüşür (Genis ve diğ., 1990; Rettinger, 1968). Bu gerçekler ışığında gözenekleri büyük kumaşlardan ziyade sürtünme kayıplarının daha fazla olabileceği gözeneklerin daha küçük, örtücülüğün daha fazla olduğu kumaşların daha iyi ses yutuculuk performansı gösterebileceği beklenebilir.

3.3.1. Kumaş Atkı Sıklığı Değişiminin Ses Yutuculuk Performansına Etkisi

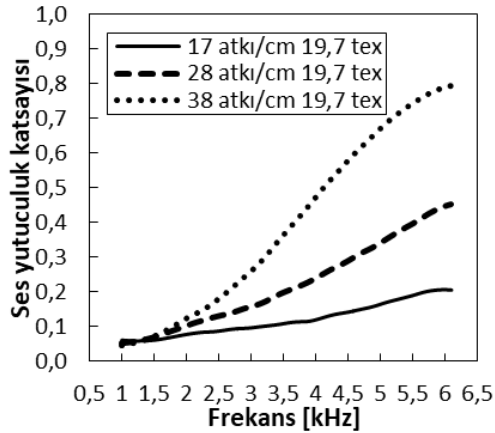
Değişik numaralarda atkı iplikleri kullanılarak üretilen, farklı atkı sıklıklarındaki dokuma kumaşların frekansa bağlı olarak ses yutuculuk katsayıları Şekil 9'da verilmiştir. Tüm kumaş tipleri için atkı sıklığı artışı ile dokuma kumaşların ses yutuculuk performansında artış olduğu görülmektedir. Artan atkı sıklığı dokuma kumaş yapısındaki gözenekleri küçültmektedir. Aynı zamanda küçük hava hacimlerinin sürtünme ile enerji kaybına uğrayacağı birim alandaki iplik miktarı da arttığından sık kumaşlarda daha yüksek ses yutuculuk performansı tespit edilmiştir.



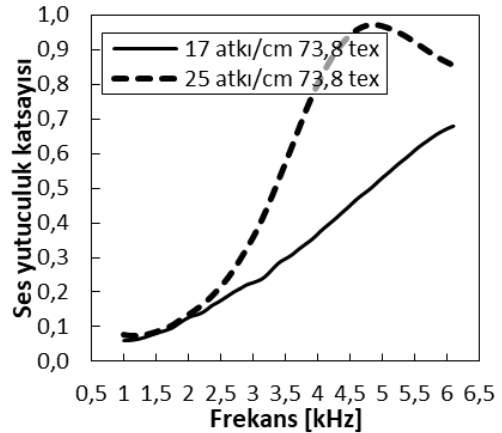
a. 9,8 tex atkı ipliği kullanılan kumaşların ses yutuculuk davranışı



b. 14,8 tex atkı ipliği kullanılan kumaşların ses yutuculuk davranışı



c. 19,7 tex atkı ipliği kullanılan kumaşların ses yutuculuk davranışı



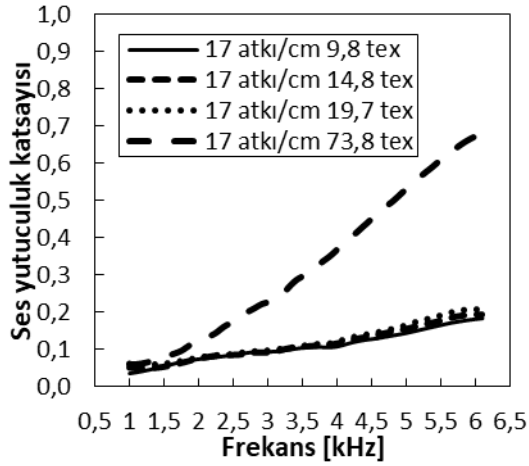
d. 73,8 tex atkı ipliği kullanılan kumaşların ses yutuculuk davranışı

Şekil 9:

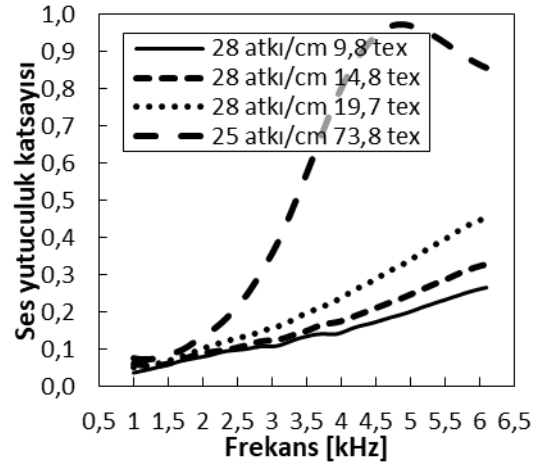
Atkı sıklığı değişiminin kumaşların ses yutuculuk davranışına etkisi

3.3.2. Kumaştaki İplik Numarası Değişiminin Ses Yutuculuk Performansına Etkisi

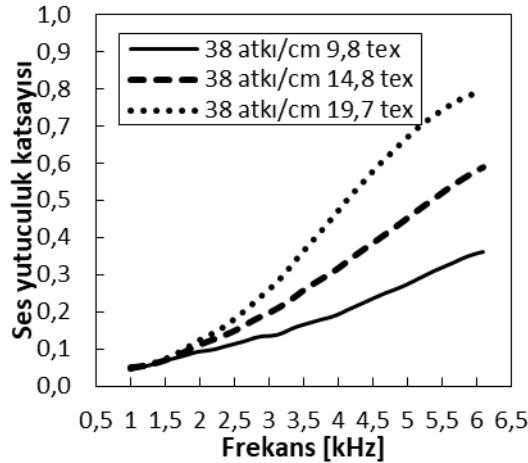
Atkı ve çözgü sıklıkları sabit tutularak, farklı atkı ipliği numaralarında üretilen dokuma kumaşların frekansa bağlı olarak ses yutuculuk katsayı değerleri Şekil 10'da verilmiştir. Genel olarak sabit atkı sıklığında, atkı ipliği kalınlaştıkça kumaşların ses yutuculuk performansında artış görülmektedir. Bu davranış yine kalınlaşan ipliklerle gözeneklerin küçülmesi ve kullanılan kalın ipliklerin daha fazla yüzey alanı oluşturarak küçük hava hacimlerinin sürtünmeyle enerji kaybedeceği daha fazla yüzey sunması ile alakalıdır. Ancak 17 atkı/cm atkı sıklığındaki 9,8 tex, 14,8 tex ve 19,7 tex atkı ipliklerine sahip kumaşlarda ses yutuculuk değerleri birbirine çok yakın çıkmıştır. Bu kumaşların gözenekleri çıplak gözle görülecek kadar büyük olduğundan, ses dalgası direncin en az olduğu büyük boşluklardan rahatlıkla ilerlemekte kullanılan kalın ipliğin oluşturduğu fazladan direncin ses yutuculuğa etkisi belirgin olmamaktadır. Bu sonuca göre, iplik numarasının ses yutuculuk üzerinde etkisini görebilmek için gözeneklerin yeterince küçük ve hava geçirgenliğinin düşük olması gerektiği anlaşılmaktadır.



a. 17 atkı/cm atkı sıklığındaki kumaşların ses yutuculuk davranışı



b. 25 ve 28 atkı/cm atkı sıklığındaki kumaşların ses yutuculuk davranışı



c. 38 atkı/cm atkı sıklığındaki kumaşların ses yutuculuk davranışı

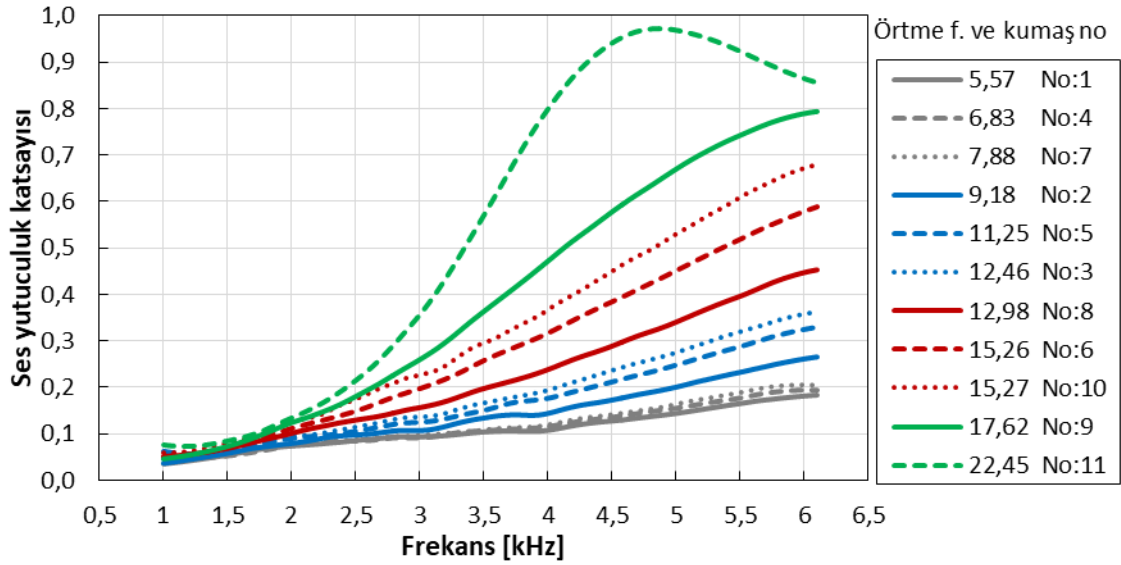
Şekil 10:

Atkı ipliği numara değişiminin kumaşların ses yutuculuk davranışına etkisi

3.4. Örtme Faktörü Değişiminin Dokuma Kumaş Ses Yutuculuk Performansına Etkisi

Hem atkı sıklığı artışı hem de daha kalın iplik kullanımı gözenekleri küçültmüş ve böylece hava geçirgenlik değerleri düşmüş ve nihayetinde daha yüksek ses yutuculuk katsayısı değerleri elde edilmiştir. Kumaş sıklığı ve iplik numarası değişiminin kumaş ses yutuculuğu üzerindeki etkisi aslında kumaş gözenekliliği ve örtücülüğünü değiştirmesi ile alakalı olduğu ayrı ayrı parametrelerin incelenmesinde görülmektedir. Bu sebeple sıklık ve iplik numarası parametrelerinin beraberce ele alınmasını sağlayan örtme faktörü değişkeni ile dokuma kumaşların ses yutuculuk davranışı ilişkisinin incelenmesi, kolay hesaplanabilen bir parametre olan örtme faktörünün ses yutuculuk tahminlemede kullanabilmesini sağlayabilir. Böylelikle hiç ölçüm yapmadan direk sıklık ve iplik numarası ile hesaplanan örtme faktörü ile ses yutuculuk ile ilgili bir öngörü yapılabilir.

Şekil 11'de çeşitli atkı sıklıkları ve atkı iplik numaralarına sahip tüm kumaşların ses yutuculuk katsayıları verilmiştir. Kumaşların atkı örtme faktörleri de yine Şekil 11 üzerinde gösterilmiştir. Görüleceği üzere artan örtme faktörü ile birlikte ses yutuculuk katsayıları artmakta, dokuma kumaş daha iyi ses yutuculuk performansı göstermektedir. Bu sebeple farklı sıklık ve iplik numarasına sahip farklı dokuma kumaşların ses yutuculuk değerlerinin birbirine göre hangisinin iyi olduğunun kararının verilmesinde, ses yutuculuk, gözenek oranı ya da hava geçirgenliği testi yapılmadan kolay hesaplanabilen bir parametre olan örtme faktörü kullanılarak etkili bir tahminde bulunulabilir.



Şekil 11:

Farklı atkı örtme faktörü değerlerine sahip kumaşların ses yutuculuk katsayıları

4. SONUÇLAR

Farklı atkı sıklığı ve iplik numaralarından oluşan dokuma kumaşlarda kalın iplik kullanımı ve sıklık artışı kumaştaki gözenek oranında düşüşe sebep olmuş, daha küçük gözeneklere sahip olan dokuma kumaşların hava geçirgenlik değerleri de düşük çıkmıştır. Ses dalgası etkisi ile kumaş gözeneklerinde salınım yapan küçük hava hacimlerinin iplik yüzeyleri ile etkileşime girerek ses yutuculuğun sağlandığı bilinmektedir. Atkı sıklığı ve iplik numarası değişimi ile elde edilen daha küçük gözeneklere sahip kumaşlarda daha fazla sürtünme sonucu ses enerjisinin azalması daha yüksek ses yutuculuk katsayısı değerlerinin elde edilmesine sebep olmuştur. Kumaş sıklığı ve iplik numarası parametrelerinin tek bir değişkene indirgenmesi için atkı örtme faktörü değerleri hesaplanmış, örtme faktörü yüksek kumaşların daha küçük gözeneklere sahip

olduğu ve hava geçirgenliğinin düşük olduğu gösterilmiştir. Artan örtme faktörü ile birlikte dokuma kumaşların daha iyi ses yutuculuk performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Farklı sıklık ve iplik numarasına sahip dokuma kumaşların ses yutuculuk performansları ile ilgili bir öngörüye ihtiyaç duyulduğunda ses yutuculuk, gözenek oranı ya da hava geçirgenliği ölçümlerine gerek duyulmadan, kolayca hesaplanabilen bir parametre olan örtme faktörü kullanılarak etkili bir tahminde bulunulabilir.

KAYNAKLAR

1. Barburski, M., Blaszcak, J. R., ve Pawliczak, Z. (2019) Influence of designs of weaves on acoustic attenuation of fabrics. *Journal of Industrial Textiles*, 49(1), 33–45. <https://doi.org/10.1177/1528083718769945>
2. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2012) Gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri. Erişim Tarihi: 23.08.2012, <http://gurultu.cevreorman.gov.tr/gurultu/AnaSayfa/gurultu/sagliketkileri.aspx?sflang=tr>
3. Coates, M., ve Kierzkowski, M. (2002) Acoustic textiles - Lighter, thinner and more sound-absorbent. *Technical Textiles International*, 11(7), 15–18.
4. Cox, T. J., ve D'Antonio, P. (2005) *Acoustic Absorbers And Diffusers: Theory, Design and Application*. Spon Press, Taylor & Francis Group, New York.
5. Demirkale, S. Y. (2007) *Çevre ve Yapı Akustiği Mimarlar ve Mühendisler İçin El Kitabı*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
6. Genis, A. V, Kostyleva, E. Y., ve Kostylev, V. A. (1990) Sound-absorbing properties of fibrous materials prepared by the aerodynamic method. *Fibre Chemistry*, 21(5), 389–392. <https://doi.org/10.1007/BF00557035>
7. Işıkel, K. (2006) Endüstri tesislerinde gürültü kontrolü ve uygulamaları. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 91, 69–73.
8. Lee, Y. E., ve Joo, C. W. (2004) Sound absorption properties of thermally bonded nonwovens based on composing fibers and production parameters. *Journal of Applied Polymer Science*, 92(4), 2295–2302. <https://doi.org/10.1002/app.20143>
9. Lee, Y., ve Joo, C. (2003) Sound absorption properties of recycled polyester fibrous assembly absorbers. *Autex Research Journal*, 3(2), 78–84.
10. Morton, W. E., ve Hearle, J. W. S. (2008) *Physical Properties of Textile Fibres*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge. <https://doi.org/10.1533/9781845694425>
11. Na, Y., Lancaster, J., Casali, J., ve Cho, G. (2007) Sound absorption coefficients of micro-fiber fabrics by reverberation room method. *Textile Research Journal*, 77(5), 330–335. <https://doi.org/10.1177/0040517507078743>
12. Peirce, F. T. (1937) 5—The geometry of cloth structure. *Journal of the Textile Institute Transactions*, 28(3), T45–T96. <https://doi.org/10.1080/19447023708658809>
13. Rettinger, M. (1968) *Acoustics: Room Design and Noise Control*, Chemical Publishing Co. Inc., New York.
14. Segura-Alcaraz, P., Segura-Alcaraz, J., Montava, I., ve Bonet-Aracil, M. (2019) The effect of the combination of multiple woven fabric and nonwoven on acoustic absorption. *Journal of Industrial Textiles*. <https://doi.org/10.1177/1528083719858771>

15. Soltani, P., ve Zarrebini, M. (2013) Acoustic performance of woven fabrics in relation to structural parameters and air permeability. *Journal of the Textile Institute*, 104(9), 1011–1016. <https://doi.org/10.1080/00405000.2013.771427>
16. Soltani, P., ve Zerrebini, M. (2012) The analysis of acoustical characteristics and sound absorption coefficient of woven fabrics. *Textile Research Journal*, 82(9), 875–882. <https://doi.org/10.1177/0040517511402121>
17. Suvari, F., ve Dulek, Y. (2019) Investigating the effect of raising on the sound absorption behavior of polyester woven fabrics. *Textile Research Journal*, 89(23–24), 5119–5129. <https://doi.org/10.1177/0040517519848161>
18. Suvari, F., Ulcay, Y., ve Pourdeyhimi, B. (2016) Sound absorption analysis of thermally bonded high-loft nonwovens. *Textile Research Journal*, 86(8), 837–847. <https://doi.org/10.1177/0040517515590412>
19. Suvari, F., Ulcay, Y., ve Pourdeyhimi, B. (2019) Influence of sea polymer removal on sound absorption behavior of islands-in-the-sea spunbonded nonwovens. *Textile Research Journal*, 89(12), 2444–2455. <https://doi.org/10.1177/0040517518797332>
20. Teli, M. D., Pal, A., ve Roy, D. (2007) Efficacy of nonwoven materials as sound insulator. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 32(2), 202–206.

