

**İÇ MEKÂN TEKSTİLLERİNE YÖNELİK ÇOK KATLI  
DOKUMA YAPILI KUMAŞLARIN SES YUTUM  
ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**Yasemin DÜLEK**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İÇ MEKÂN TEKSTİLLERİNE YÖNELİK ÇOK KATLI DOKUMA YAPILI  
KUMAŞLARIN SES YUTUM ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Yasemin DÜLEK  
0000-0002-9546-980X

Prof. Dr. Yusuf ULCA Y  
(Danışman)

DOKTORA TEZİ  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022  
**Her Hakkı Saklıdır.**

## TEZ ONAYI

Yasemin DÜLEK tarafından hazırlanan “İÇ MEKÂN TEKSTİLLERİNE YÖNELİK ÇOK KATLI DOKUMA YAPILI KUMAŞLARIN SES YUTUM ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Yusuf ULCA Y

<b>Başkan</b>	:	Prof. Dr. Yusuf ULCA Y 0000-0001-6685-8278 Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
<b>Üye</b>	:	Doç. Dr. Fatih SÜVARİ 0000-0001-5708-7993 Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
<b>Üye</b>	:	Prof. Dr. Kenan YILDIRIM 0000-0002-1640-6035 Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Polimer Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
<b>Üye</b>	:	Prof. Dr. Mehmet KANIK 0000-0003-2317-7282 Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza
<b>Üye</b>	:	Prof. Dr. Hasan Basri KOÇER 000-0002-0617-8606 Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Polimer Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN**  
**Enstitü Müdürü**

.././....

**B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**01/07/2022**

**Yasemin DÜLEK**

## TEZ YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Danışman Adı-Soyadı  
Tarih

Öğrencinin Adı-Soyadı  
Tarih

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum  
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum  
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

## ÖZET

Doktora Tezi

### İÇ MEKÂN TEKSTİLLERİNE YÖNELİK ÇOK KATLI DOKUMA YAPILI KUMAŞLARIN SES YUTUM ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

**Yasemin DÜLEK**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Yusuf ULÇAY

Bu çalışmada, iç mekân tekstillerine yönelik çok katlı dokuma kumaşların ses yutum davranışını geliştirmek amacıyla yeni yöntem ve yeni malzemeler kullanılarak ses yutum davranışı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Öncelikle farklı lif çaplarına sahip iplikler ile farklı örgüler kullanılarak iki katlı dokuma kumaşlar üretilmiş ve üretilen kumaşların lifli ve gözenekli yapısını arttırabilmek için farklı pasajlarda şardonlama mekanik bitim işleminden geçirilmiştir. Pasaj sayısının ses yutum davranışı üzerindeki etkisi incelendiğinde iki pasaj sayısının en uygun seviye olduğu tespit edilmiştir. Şardonlama işlemi ile etkili ses yutum aralığının, düşük frekanstan yüksek frekans bölgesine doğru değiştiği tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde, dokuma kumaş yapısı içerisinde kompakt lif demetlerini daha hacimli bir hale dönüştürmek ve homojen lifli gözenekli yapıyı dokuma sırasında elde etmek için farklı hav uzunluğu, farklı lif kesiti ve farklı lif çapına sahip şönil iplikler ile tek katlı, iki katlı, üç katlı bezayağı ve panama örgüde dokuma kumaşlar tasarlanmıştır. Genel olarak şönil iplik hav uzunluğu arttıkça ve lif çapı azaldıkça ses yutum özelliğinin arttığı tespit edilmiştir. En iyi ses yutuculuk bikomponent 72 filament 16 dilimli pasta kesitli kumaşta elde edilmiştir. Bunu 600 filamentli dairesel kesit takip etmiştir. Aynı lif çapında kesitler karşılaştırıldığında en iyi ses yutum performansı, kanal kesit, içi boş kesit, çokgen ve dairesel kesit olarak sıralanmaktadır. Örgüler karşılaştırıldığında bezayağı kumaşların düşük frekansta, panama kumaşların yüksek frekansta ses yutum değerleri daha yüksek elde edilmiştir. Kumaş kat sayısı karşılaştırıldığında kat sayısı arttıkça etkin ses yutum aralığı rezonans tip davranış sebebiyle düşük frekanslarda görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ses yutuculuk, akustik, katlı dokuma kumaş, şardon, şönil

**2022, xviii + 228 sayfa.**

## **ABSTRACT**

PhD Thesis

### **DEVELOPMENT OF SOUND ABSORPTION PROPERTIES OF MULTI-LAYER WOVEN FABRICS FOR INDOOR TEXTILES**

**Yasemin DÜLEK**

Bursa Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Textile Engineering

**Supervisor:** Prof. Dr. Yusuf ULCA Y

In this study, the effect of multi-layer woven fabrics for interior textiles on sound absorption behavior was investigated by using new methods and new materials in order to improve the sound absorption behavior. First of all, two-layer woven fabrics were produced using yarns with different fiber diameters and different weaves, and raising mechanical finishing was applied in different passages in order to increase the fibrous and porous structure of the fabrics produced. When the effect of the number of passages on the sound absorption behavior was examined, it was determined that the number of two passages was the optimum level. It has been determined that the effective sound absorption range changes from low frequency to high frequency region with the raising process. In the second part of the study, in order to transform the compact fibers into a more voluminous and homogeneous fibrous porous structure, chenille yarns which have different pile lengths, different fiber cross-sections and different fiber diameters are used for single-ply, two-ply, three-ply plain and basket weave fabrics. In general, it has been determined that as the chenille pile length increases and the fiber diameter decreases, the sound absorption property increases. The best sound absorption was obtained in the bicomponent 72 filament 16 segmented pie cross-section fabric. This was followed by a circular cross-section with 600 filaments. When the cross-sections with the same fiber diameter are compared, the best sound absorption performance is listed as channel, hollow, polygonal and circular cross-section. When the weaves are compared, the sound absorption values of plain fabrics at low frequency and basket weave fabrics at high frequencies are higher. When the number of fabric layers is compared, as the number of layers increases, the effective sound absorption range is seen at low frequencies due to the resonance type behavior.

**Key words:** Sound absorption, acoustic, multi-layer woven fabric, raising, chenille

**2022, xviii + 228 pages.**

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimim süresince, desteğini her zaman yanımda hissettiğim, sonsuz sabrıyla beni her zaman çalışmaya teşvik eden saygıdeğer danışman hocam sayın Prof. Dr. Yusuf ULCAY'a, tez çalışmasıyla ilgili her konuda görüş ve önerileriyle katkı sağlayan ve yönlendiren sayın Doç. Dr. Fatih SÜVARİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Test çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Dr. Mehmet TİRİTOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Tezin deneysel bölümü için özel iplik üretimi desteği sağlayan Aypa Tekstil'e, şardonlama hizmeti sağlayan Seraser Tekstil'e ve tüm numune üretimlerini Ustaoglu Tekstil San. ve Tic. Ltd. Şti. bünyesinde gerçekleştirmemi sağlayan firma sahipleri Sayın Erdoğan AKYILDIZ ve İbrahim AKYILDIZ'a, tez çalışmam süresince yardımını esirgemeyen Ustaoglu Tekstil Ar-Ge Merkezi bünyesinde görev yapan iş arkadaşlarım Gökhan AYDIN, Elif ŞENER, Gamze SAKALLI, Gökçe KESKİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak desteği ve hoşgörüsüyle her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

Yasemin DÜLEK  
01/07/2022



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Dokuma Kumaşlar.....	5
2.1.1. Çok katlı dokuma kumaş yapıları.....	8
2.2. Şardon Mekanik Bitim İşlemi.....	10
2.3. Şönil İplik ve Kumaşlar.....	12
2.4. Temel Akustik.....	13
2.4.1. Ses dalgalarının özellikleri.....	16
2.4.2. Ses yutum mekanizması.....	18
2.4.3. Gürültü kontrolü.....	20
2.4.4. Lifli gözenekli malzemelerde ses yutum mekanizması.....	23
2.4.5. Ses yutuculuk katsayısının ölçümü.....	24
2.5. Dokusuz Yüzey Tekstil Malzemelerinin Akustik Özellikleri ile İlgili Yapılan Araştırmalar.....	27
2.6. Tekstil Malzemelerinin Akustik Özelliklerin Modellenmesi ile İlgili Yapılan Araştırmalar.....	39
2.7. Dokuma Yapılı Tekstil Malzemelerinin Akustik Özellikleri ile İlgili Yapılan Araştırmalar.....	43
2.8. Şardon Mekanik Bitim İşlemi ile İlgili Yapılan Araştırmalar.....	59
2.9. Şönil Kumaşlar ile İlgili Yapılan Araştırmalar.....	61
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	65
3.1. Materyal.....	65
3.1.1. Polietilen tereftalat (PET) lifleri.....	65
3.1.2. Polibütilen tereftalat (PBT) lifleri.....	66
3.1.3. Politrimetilen tereftalat (PTT) lifleri.....	67
3.1.4. Poliamid 6 (PA 6) lifleri lifleri.....	68
3.2. Yöntem.....	70
3.2.1. Şardonlu kumaş üretim yöntemi.....	70
3.2.2. Şönil kumaş üretim yöntemi.....	71
3.2.3. Test ve analiz yöntemleri.....	80
3.2.4. İstatistiksel analiz.....	87
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	92
4.1. Şardonlu Kumaş Sonuçları.....	92
4.1.1. Şardon geçiş sayısının kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi.....	92
4.1.2. Lif ve dokuma örgüsünün ses yutum performansı üzerine etkisi.....	99
4.1.3. Şardon geçiş sayısının kumaşların kopma mukavemeti ve kopma uzaması üzerine etkisi.....	100

4.2. Şönil Kumaş Sonuçları.....	103
4.2.1. Atkı sıklığının ses yutum performansı üzerine etkisi.....	104
4.2.2. Kumaş kat sayısının ses yutum performansı üzerine etkisi.....	115
4.2.3. Hav uzunluğunun tek katlı kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi.....	119
4.2.4. Lif kesit şeklinin tek katlı kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi.....	149
4.2.5. Filament sayısının tek katlı kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi.....	156
4.2.6. Hav uzunluğunun iki katlı kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi.....	159
4.2.7. Lif kesit şeklinin iki katlı kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi.....	171
4.2.8. Filament sayısının iki katlı kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi.....	177
5. SONUÇ.....	180
5.1. Şardon Kumaş Sonuçları.....	180
5.2. Şönil Kumaş Sonuçları.....	181
KAYNAKLAR.....	191
EKLER.....	199
EK 1 Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları....	199
EK 2 Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	200
EK 3 Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	201
EK 4 Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	202
EK 5 Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların atkı yönü kopma mukavemeti (MPa) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	203
EK 6 Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların çözgü yönü kopma mukavemeti (MPa) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	204
EK 7 Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların atkı yönü kopma uzaması (%) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	205
EK 8 Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların çözgü yönü kopma uzaması (%) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	206
EK 9 Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları....	207
EK 10 Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	207
EK 11 Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	208

EK 12 Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	208
EK 13 Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları....	209
EK 14 Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	209
EK 15 Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	210
EK 16 Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	210
EK 17 Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı örgüye sahip kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	211
EK 18 Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı örgüye sahip kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	211
EK 19 Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı örgüye sahip kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	212
EK 20 Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı örgüye sahip kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	212
EK 21 Farklı kat sayısına sahip şönil iplikle üretilen bezayağı kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	213
EK 22 Farklı kat sayısına sahip şönil iplikle üretilen bezayağı kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	213
EK 23 Farklı kat sayısına sahip şönil iplikle üretilen bezayağı kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	214
EK 24 Farklı kat sayısına sahip şönil iplikle üretilen bezayağı kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	214
EK 25 Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	215
EK 26 Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları...	216
EK 27 Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	217
EK 28 Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	218
EK 29 Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	219
EK 30 Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	220
EK 31 Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	221
EK 32 Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi	222

sonuçları.....	
EK 33 Farklı lif kesit şekline ve 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	223
EK 34 Farklı lif kesit şekline ve 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	224
EK 35 Farklı lif kesit şekline ve 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	225
EK 36 Farklı lif kesit şekline ve 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları.....	226
ÖZGEÇMİŞ.....	227

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

### Açıklama

$R_0$	Hava akış direnci
$A_p$	Hava geçirgenliği
$\alpha$	Ses yutum katsayısı
%	Yüzde
Nm	Numara metrik uzunluk sistemi
Ne	İngiliz numara uzunluk sistemi
denye	Direk numaralandırma sistemi
mm	Milimetre
$g/m^2$	Kumaş birim alan kütlesi, metrekaresindeki gramların sayısı
a/cm	Atkı sıklığı, 1 cm'deki atkı sayısı
ç/cm	Çözümlü sıklığı, 1 cm'deki çözümü sayısı
N	Newton
Hz	Frekans
$\lambda$	Dalga boyu

### Kısaltmalar

### Açıklama

SVF	Katı hacim katsayısı
ASTM	American society for testing and materials
ISO	International organization for standardization
PET	Polietilen tereflat
PBT	Polibütülen tereftalat
PTT	Politrimetilen tereftalat
PA 6	Poliamid 6
3D	Three dimensional
NRC	Noise reduction coefficient, gürültü azaltma katsayısı
SS	Standart sapma
Ort	Ortalama

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1.	Bezayağı örgüye sahip tek katlı bir dokuma kumaş örneği.....	5
Şekil 2.2.	Çift katlı dokuma kumaş yapısı.....	9
Şekil 2.3.	Şardon makinesi şematik görünümü .....	10
Şekil 2.4.	Şardon makinesi şardonlama bölümü şematik görünümü.....	11
Şekil 2.5.	Şönil iplik yapısı.....	12
Şekil 2.6.	Şönil iplik makinesi kalibre bölümü şematik gösterimi.....	13
Şekil 2.7.	Ses oluşum mekanizması şematik gösterimi.....	14
Şekil 2.8.	İşitme sınırları eğrisi.....	15
Şekil 2.9.	Ses dalgalarında frekans bölgeleri.....	16
Şekil 2.10.	Frekans, periyot ve dalga boyunun gösterimi.....	17
Şekil 2.11.	Ses dalgalarının yüzey ile etkileşimi.....	19
Şekil 2.12.	Farklı malzemelerin ses yutum davranışının şematik görünümü...	20
Şekil 2.13.	Kapalı mekânlarda kullanılan bazı ses yutucu malzemeler.....	21
Şekil 2.14.	Büyük ve küçük tüp tasarıma sahip iki sabit mikrofonlu empedans tüp ölçüm cihazı.....	25
Şekil 2.15.	Yankılama/çınlanım odası test yöntemi.....	26
Şekil 3.1.	Liflerin kimyasal yapısı .....	65
Şekil 3.2.	Şardonlu kumaşların örgü raporu şematik gösterimi A) İki kat bezayağı B) İki kat panama.....	71
Şekil 3.3.	Şönil kumaşların örgü raporu şematik gösterimi A) Tek kat bezayağı B) Tek kat panama C) İki kat bezayağı D) İki kat panama E) Üç kat bezayağı.....	79
Şekil 3.4.	Kumaş birim alan kütlesi ölçüm aleti.....	81
Şekil 3.5.	Kumaş kalınlık ölçüm cihazı.....	81
Şekil 3.6.	Hava geçirgenlik test cihazı.....	82
Şekil 3.7.	Empedans tüp cihazının şematik görüntüsü.....	84
Şekil 3.8.	Dijital mikroskop.....	85
Şekil 3.9.	Taramalı elektron mikroskopu ve AuPd kaplama cihazı .....	86
Şekil 3.10.	Shimadzu Ag-X Plus çekme cihazı .....	86
Şekil 4.1.	Mikrolif panama örgülü kumaşların şardon işleminden önce ve sonra yüzey görüntüleri.....	92
Şekil 4.2.	Tekstüre lif bezayağı örgülü kumaşların şardon işleminden önce ve sonra yüzey görüntüleri.....	93
Şekil 4.3.	Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli bezayağı kumaşların SVF değeri.....	95
Şekil 4.4.	Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli panama kumaşların SVF değeri.....	95
Şekil 4.5.	Farklı pasaj sayılarında mikro lifli bezayağı kumaşların SVF değeri.....	95
Şekil 4.6.	Farklı pasaj sayılarında mikro lifli panama kumaşların SVF değeri	95
Şekil 4.7.	Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli bezayağı kumaşların hava akış direnci değeri.....	96
Şekil 4.8.	Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli panama kumaşların hava akış direnci değeri.....	96
Şekil 4.9.	Farklı pasaj sayılarında mikro lifli bezayağı kumaşların hava akış	96

	direnci değeri.....	
Şekil 4.10.	Farklı pasaj sayılarında mikro lifli panama kumaşların hava akış direnci değeri.....	96
Şekil 4.11.	Tekstüre lifli bezayağı kumaşların ses yutum sonuçları.....	97
Şekil 4.12.	Tekstüre lifli panama kumaşların ses yutum sonuçları.....	98
Şekil 4.13.	Mikro lifli bezayağı kumaşların ses yutum sonuçları.....	98
Şekil 4.14.	Mikro lifli panama kumaşların ses yutum sonuçları.....	99
Şekil 4.15.	İki geçişli şardonlu kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	100
Şekil 4.16.	Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli bezayağı kumaşların kopma mukavemeti değeri.....	101
Şekil 4.17.	Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli panama kumaşların kopma mukavemeti değeri.....	101
Şekil 4.18.	Farklı pasaj sayılarında mikro lifli bezayağı kumaşların kopma mukavemeti değeri.....	101
Şekil 4.19.	Farklı pasaj sayılarında mikro lifli panama kumaşların kopma mukavemeti değeri.....	101
Şekil 4.20.	Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli bezayağı kumaşların % kopma uzaması değeri.....	102
Şekil 4.21.	Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli panama kumaşların % kopma uzaması değeri.....	102
Şekil 4.22.	Farklı pasaj sayılarında mikro lifli bezayağı kumaşların % kopma uzaması değeri.....	103
Şekil 4.23.	Farklı pasaj sayılarında mikro lifli panama kumaşların % kopma uzaması değeri.....	103
Şekil 4.24.	Farklı atkı sıklığına sahip tek, iki ve üç katlı bezayağı ve panama kumaşların yüzey görüntüleri A)6 Nm Tek Kat Bezayağı Kumaş 6 atkı/cm, B)6 Nm Tek Kat Bezayağı Kumaş 7,33 atkı/cm, C)6 Nm Tek Kat Bezayağı Kumaş 8,66 atkı/cm, D)6 Nm Tek Kat Panama Kumaş 6 atkı/cm, E)6 Nm Tek Kat Panama Kumaş 7,33 atkı/cm, F)6 Nm Tek Kat Panama Kumaş 8,66 atkı/cm, G)6 Nm İki Kat Bezayağı Kumaş 18 atkı/cm, H)6 Nm İki Kat Bezayağı Kumaş 22 atkı/cm, I)6 Nm İki Kat Bezayağı Kumaş 26 atkı/cm, J)6 Nm İki Kat Panama Kumaş 18 atkı/cm, K)6 Nm İki Kat Panama Kumaş 22 atkı/cm, L)6 Nm İki Kat Panama Kumaş 26 atkı/cm.....	105
Şekil 4.24.	Farklı atkı sıklığına sahip tek, iki ve üç katlı bezayağı ve panama kumaşların yüzey görüntüleri (devam) M)6 Nm Üç Kat Bezayağı Kumaş 18 atkı/cm, N)6 Nm Üç Kat Bezayağı Kumaş 22 atkı/cm, O)6 Nm Üç Kat Bezayağı Kumaş 26 atkı/cm, P)6 Nm Üç Kat Bezayağı Kumaş 28 atkı/cm.....	106
Şekil 4.25.	Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değeri.....	108
Şekil 4.26.	Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değeri.....	108
Şekil 4.27.	Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değeri.....	109

Şekil 4.28.	Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	110
Şekil 4.29.	Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	110
Şekil 4.30.	Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	111
Şekil 4.31.	Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	112
Şekil 4.32.	Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	114
Şekil 4.33.	Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	115
Şekil 4.34.	Atkı sıklığı belirlenen tek, iki ve üç katlı bezayağı kumaşların yüzey görüntüleri A) Tek katlı, B) İki katlı, C) Üç katlı.....	115
Şekil 4.35.	Atkı sıklığı belirlenen tek katlı, iki katlı ve üç katlı bezayağı kumaşların SVF değeri.....	117
Şekil 4.36.	Atkı sıklığı belirlenen tek katlı, iki katlı ve üç katlı bezayağı kumaşların hava akış direnci değeri.....	117
Şekil 4.37.	Farklı kat sayısına sahip bezayağı şönil kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	118
Şekil 4.38.	Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların yüzey görüntüleri A) 150/48 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, B) 1,0 mm, C) 1,2 mm, D) 150/96 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, E) 1,0 mm, F) 1,2 mm, G) 150/288 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, H) 1,0 mm, I) 1,2 mm, J) 150/48 PET Çokgen Kesit - 0,8 mm, K) 1,0 mm, L) 1,2 mm.....	120
Şekil 4.38.	Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların yüzey görüntüleri (devam) M) 150/96 PET Kanal Kesit - 0,8 mm, N) 1,0 mm, O) 1,2 mm, P) 150/48 PET Hallow Kesit - 0,8 mm, R) 1,0 mm, S) 1,2 mm, T) 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit - 0,8 mm, U) 1,0 mm, V) 1,2 mm, Y) 150/144 PET/PTT Bikomponent Yan Yana Kesit - 0,8 mm, Z) 1,0 mm, AA) 1,2 mm.....	121
Şekil 4.38.	Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların yüzey görüntüleri (devam) AB) 150/48 PBT Dairesel Kesit - 0,8 mm, AC) 1,0 mm, AD) 1,2 mm, AE) 150/600 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, AF) 1,0 mm, AG) 1,2 mm.....	122
Şekil 4.39.	Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların yüzey görüntüleri A) 150/48 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, B) 1,0 mm, C) 1,2 mm, D) 150/96 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, E) 1,0 mm, F) 1,2 mm.....	122
Şekil 4.39.	Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların yüzey görüntüleri (devam) G) 150/288 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, H) 1,0 mm, I) 1,2 mm, J) 150/48 PET Çokgen Kesit - 0,8 mm, K) 1,0 mm, L) 1,2 mm, M) 150/96 PET Kanal Kesit - 0,8 mm, N) 1,0 mm, O) 1,2 mm, P) 150/48 PET Hallow/İçi boş Kesit - 0,8 mm, R) 1,0 mm, S) 1,2 mm.....	123
Şekil 4.39.	Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı	124



	panama kumaşların yüzey görüntüleri (devam) T) 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit - 0,8 mm, U) 1,0 mm, V) 1,2 mm, Y) 150/144 PET/PTT Bikomponent Yan Yana Kesit - 0,8 mm, Z) 1,0 mm, AA) 1,2 mm, AB) 150/48 PBT Dairesel Kesit - 0,8 mm, AC) 1,0 mm, AD) 1,2 mm, AE) 150/600 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, AF) 1,0 mm, AG) 1,2 mm.....	
Şekil 4.40.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament dairesel kesitli polyester şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri.....	126
Şekil 4.41.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament dairesel kesitli polyester şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri.....	127
Şekil 4.42.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 288 filament dairesel kesitli polyester şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri.....	127
Şekil 4.43.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament dairesel kesitli polyester şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri.....	128
Şekil 4.44.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament çokgen kesitli polyester şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri.....	128
Şekil 4.45.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament kanal kesitli polyester şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri.....	129
Şekil 4.46.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament içi boş/hallow kesitli polyester şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri.....	129
Şekil 4.47.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli polyester/poliamid 6 şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri.....	130
Şekil 4.48.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 144 filament bikomponent yan yana kesitli polyester/ptt şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri...	130
Şekil 4.49.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament dairesel kesitli polyester (pbt) şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri.....	131
Şekil 4.50.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament dairesel kesitli polyester şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	133
Şekil 4.51.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament dairesel kesitli polyester şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	134
Şekil 4.52.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 288 filament dairesel kesitli polyester şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	134
Şekil 4.53.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament dairesel kesitli polyester şönül iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve	135

	panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	
Şekil 4.54.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament çokgen kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	135
Şekil 4.55.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament kanal kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	136
Şekil 4.56.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament içi boş/hallow kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	136
Şekil 4.57.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli polyester/poliamid 6 şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	137
Şekil 4.58.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 144 filament bikomponent yan yana kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	137
Şekil 4.59.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament dairesel kesitli polyester (pbt) şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	138
Şekil 4.60.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	139
Şekil 4.61.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	139
Şekil 4.62.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament polyester dairesel kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	140
Şekil 4.63.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament polyester dairesel kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	140
Şekil 4.64.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 288 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	141
Şekil 4.65.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 288 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	141
Şekil 4.66.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	142
Şekil 4.67.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	142
Şekil 4.68.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester çokgen kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	143

Şekil 4.69.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester çokgen kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	143
Şekil 4.70.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament polyester kanal kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	144
Şekil 4.71.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament polyester kanal kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	144
Şekil 4.72.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester içi boş/hallow kesit şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	145
Şekil 4.73.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester içi boş/hallow kesit şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	145
Şekil 4.74.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament polyester poliamid 6 16 dilimli pasta enine kesitli bikomponent şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	146
Şekil 4.75.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament polyester poliamid 6 16 dilimli pasta enine kesitli bikomponent şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	146
Şekil 4.76.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 144 filament PET/PTT yan yana kesitli bikomponent şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	147
Şekil 4.77.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 144 filament PET/PTT yan yana kesitli bikomponent şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	147
Şekil 4.78.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament PBT dairesel kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	148
Şekil 4.79.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament PBT dairesel kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	148
Şekil 4.80.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament polyester poliamid 6 16 dilimli pasta enine kesitli bikomponent şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	149
Şekil 4.81.	Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal, içi boş/hallow, bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı bezayağı kumaşların SEM görüntüleri A)150 denye 48 filament dairesel kesit PET iplik, B) 150 denye 96 filament dairesel kesit PET iplik, C)150 denye 288 filament dairesel kesit PET iplik.....	150
Şekil 4.81.	Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal, içi boş/hallow,	151

	bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı bezayağı kumaşların SEM görüntüleri (devam) D)150 denye 600 filament dairesel kesit PET iplik, E)150 denye 48 filament çokgen kesit PET iplik, F)150 denye 96 filament kanal kesit PET iplik.....	
Şekil 4.81.	Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal, içi boş/hallow, bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı bezayağı kumaşların SEM görüntüleri (devam) G) 150 denye 48 filament içi boş/hallow kesit PET iplik, H) 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesit PET/PA6 iplik, I) 150 denye 144 filament bikomponent yan yana kesit PET/PTT iplik.....	152
Şekil 4.81.	Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal, içi boş/hallow, bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı bezayağı kumaşların SEM görüntüleri (devam) J) 150 denye 48 filament dairesel kesit PBT iplik.....	153
Şekil 4.82.	Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal ve içi boş/hallow) sahip tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	154
Şekil 4.83.	Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal ve içi boş/hallow) sahip tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	154
Şekil 4.84.	Farklı lif kesit şekline (dairesel, bikomponent dilimli pasta kesit, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	155
Şekil 4.85.	Farklı lif kesit şekline (dairesel, bikomponent dilimli pasta kesit, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	155
Şekil 4.86.	Farklı filament sayısına (48 ve 96) sahip tek katlı bezayağı kumaşların SEM görüntüleri A)150/48 dairesel kesit polyester 1,2 mm şönil iplikli tek katlı bezayağı kumaş, B)150/96 dairesel kesit polyester 1,2 mm şönil iplikli tek katlı bezayağı kumaş.....	157
Şekil 4.87.	Farklı filament sayısına (48, 96, 288, 600) sahip tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	158
Şekil 4.88.	Farklı filament sayısına (48, 96, 288, 600) sahip tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	158
Şekil 4.89.	Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların yüzey görüntüleri A) İki Katlı Bezayağı - 150/48 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, B) 1,0 mm, C) 1,2 mm, D) İki Katlı Panama - 150/48 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, E) 1,0 mm, F) 1,2 mm.....	159
Şekil 4.89.	Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların yüzey görüntüleri (devam) G) İki Katlı Bezayağı - 150/96 PET Kanal Kesit - 0,8 mm H) 1,0 mm, I) 1,2 mm, J) İki Katlı Panama - 150/96 PET Kanal Kesit - 0,8 mm, K) 1,0 mm, L) 1,2 mm, M) İki Katlı Bezayağı - 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit - 0,8 mm, N) 1,0 mm, O) 1,2	160

	mm, P) İki Katlı Panama - 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit - 0,8 mm, R) 1,0 mm, S) 1,2 mm.....	
Şekil 4.89.	Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların yüzey görüntüleri (devam) T) İki Katlı Bezayağı – 150/600 PET Dairesel Kesit – 0,8 mm, U) 1,0 mm, V) 1,2 mm, Y) İki Katlı Panama – 150/600 PET Dairesel Kesit – 0,8 mm, Z) 1,0 mm, AA) İki Katlı Panama – 150/600 PET Dairesel Kesit – 1,2 mm.....	161
Şekil 4.90.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri.....	162
Şekil 4.91.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament kanal kesitli polyester şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri.....	163
Şekil 4.92.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli polyester/poliamid 6 şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri...	164
Şekil 4.93.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri.....	164
Şekil 4.94.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	166
Şekil 4.95.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament kanal kesitli polyester şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	167
Şekil 4.96.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli polyester/poliamid 6 şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	167
Şekil 4.97.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	168
Şekil 4.98.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	169
Şekil 4.99.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament polyester kanal kesit şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	170
Şekil 4.100.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament PET/PA6 dilimli pasta kesitli bikomponent şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	170
Şekil 4.101.	Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament polyester dairesel kesitli şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	171
Şekil 4.102.	Farklı lif kesit şekline (dairese, çokgen, kanal ve içi boş/hallow) sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim	172

	katsayısı (SVF) değeri.....	
Şekil 4.103.	Farklı lif kesit şekline sahip (dairesel, bikomponent dilimli pasta kesit, bikomponent yan yana kesit) iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değeri.....	172
Şekil 4.104.	Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal ve içi boş/hallow) sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	173
Şekil 4.105.	Farklı lif kesit şekline sahip (dairesel, bikomponent dilimli pasta kesit, bikomponent yan yana kesit) iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	173
Şekil 4.106.	Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal ve içi boş/hallow) sahip iki katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	175
Şekil 4.107.	Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal ve içi boş/hallow) sahip iki katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	175
Şekil 4.108.	Farklı lif kesit şekline sahip (dairesel, bikomponent dilimli pasta kesit, bikomponent yan yana kesit) iki katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	176
Şekil 4.109.	Farklı lif kesit şekline sahip (dairesel, bikomponent dilimli pasta kesit, bikomponent yan yana kesit) iki katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	176
Şekil 4.110.	Farklı filament sayısına sahip (48, 96, 288, 600 filament) iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değeri.....	177
Şekil 4.111.	Farklı filament sayısına sahip (48, 96, 288, 600 filament) iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (Ro) değeri.....	178
Şekil 4.112.	Farklı filament sayısına sahip (48, 96, 288, 600 filament) iki katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması.....	179
Şekil 4.113.	Farklı filament sayısına sahip (48, 96, 288, 600 filament) iki katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması..	179

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Karakteristik ses basınç ve ses basınç seviyeleri.....	18
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan iplik özellikleri.....	69
Çizelge 3.2. Şardonlu dokuma kumaş üretim bilgileri.....	70
Çizelge 3.3. Şardonlu dokuma kumaş boyama ve apre işlem bilgileri.....	71
Çizelge 3.4. Şönül iplik bilgileri.....	72
Çizelge 3.5. Tek katlı bezayağı örgü şönül dokuma kumaş üretim bilgileri.....	73
Çizelge 3.5. Tek katlı bezayağı örgü şönül dokuma kumaş üretim bilgileri (devam).....	74
Çizelge 3.6. Tek katlı panama örgü şönül dokuma kumaş üretim bilgileri.....	74
Çizelge 3.6. Tek katlı panama örgü şönül dokuma kumaş üretim bilgileri (devam).....	75
Çizelge 3.7. İki katlı bezayağı örgü şönül dokuma kumaş üretim bilgileri.....	76
Çizelge 3.7. İki katlı bezayağı örgü şönül dokuma kumaş üretim bilgileri (devam).....	77
Çizelge 3.8. İki katlı panama örgü şönül dokuma kumaş üretim bilgileri.....	77
Çizelge 3.8. İki katlı panama örgü şönül dokuma kumaş üretim bilgileri (devam).....	78
Çizelge 3.9. Üç katlı bezayağı örgü şönül dokuma kumaş üretim bilgileri.....	79
Çizelge 3.10. Şönül dokuma kumaş boyama ve apre işlem bilgileri.....	80
Çizelge 3.11. Ölçüm ve hesaplama yöntemleri.....	80
Çizelge 4.1. Şardonlu kumaşların birim alan kütlesi ve kumaş eni ölçüm sonuçları.....	93
Çizelge 4.2. Şardonlu kumaşların kumaş kalınlığı ölçüm sonuçları.....	94
Çizelge 4.3. Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı, iki katlı ve üç katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların birim alan kütlesi ve kumaş kalınlığı ölçüm sonuçları.....	107
Çizelge 4.4. Atkı sıklığı belirlenen tek katlı, iki katlı ve üç katlı bezayağı şönül kumaşların birim alan kütlesi ve kumaş kalınlığı ölçüm sonuçları.....	116
Çizelge 4.5. Tek katlı şönüllü kumaşların birim alan kütlesi ve kumaş kalınlığı ölçüm sonuçları.....	125
Çizelge 4.5. Tek katlı şönüllü kumaşların birim alan kütlesi ve kumaş kalınlığı ölçüm sonuçları (devam).....	126
Çizelge 4.6. Tek katlı şönüllü kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) ve hava akış direnci ölçüm sonuçları.....	132
Çizelge 4.7. İki katlı şönüllü kumaşların birim alan kütlesi ve kumaş kalınlığı ölçüm sonuçları.....	162
Çizelge 4.8. İki katlı şönüllü kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) ve hava akış direnci ölçüm sonuçları.....	165

## 1. GİRİŞ

Ses uygun ortamlarda (hava, su vb.) sıkışma ve genleşme şeklinde yayılan bir dalga türüdür. Bir tür enerji çeşidi olan ses, doğada insanların aktif olarak bulunduğu her alanda mevcuttur. Akustik terimi ise sesi inceleyen bilim dalı olarak ifade edilmektedir (Öz & Köse, 2020). Normal bir insan, 20 Hz ile 20000 Hz frekans arasındaki mekanik titreşimleri ses olarak duyabilir (Barron, 2003), (Dinçer & Yalçın, 2002). Çevremizde var olan ses, bazı ortamlarda ve durumlarda istenmeyebilir. Bu istenmeyen ses, gürültü olarak ifade edilmektedir. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'ne (OECD) ve Avrupa Çevre Ajansı'na (EEA) göre gürültü kirliliğinin etkisi günümüzün en büyük çevresel sorunlarından biridir ve insan sağlığını psikolojik ve fizyolojik olarak büyük ölçüde etkileyen bir sorun haline gelmiştir. Yüksek düzeyde gürültü nedeniyle insanlarda görülen bazı problemler; kalıcı işitme kaybı, uyku bozukluğu, kan dolaşımında azalma, çalışma veriminde azalma, yorgunluk, stres, kardiyovasküler bozukluklar ve göz bebeği büyümesi gibi örnekler verilebilir (Atiénzar-Navarro et al., 2020), (Turan & Öney, 2021), (Teli et al., 2007). Gürültü kirliliğinin neden olduğu bu olumsuz etkiler nedeniyle dünyada endişe giderek artmaktadır. Bu sorunları önlemek için AB Araştırma ve Yenilik Çerçeve Programının (HORIZON 2020) 5.Eylem planına uygun olarak, yeni ekonomik ve sürdürülebilir malzemelerden gürültüyü azaltmak için inovatif akustik çözüm ve ürünlerin geliştirilmesinin teşvik edilmesi gürültü kirliliğinin önlenmesine verilen önemi göstermektedir (Atiénzar-Navarro et al., 2020).

İnsanların yaşam kalitesinin yükselmesiyle birlikte önemli bir konu haline gelen akustik konfor, sesin istenmeyen ortamlarda azaltılması veya bazı ortamlarda akustik açıdan sesin kontrol edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Öz & Köse, 2020), (Süvari, 2012). Örneğin sinema salonları, konser salonları, tiyatrolar, çok amaçlı gösteri salonları, toplantı odaları, ofisler, konferans salonları gibi ses akustiğinin önemli olduğu tüm mekânlarda ortamdaki sesin iyi anlaşılması istenir. Bu amaçla gereken miktarda ses enerjisinin yutulması için tasarlanmış olan ve ses yutucu elemanlar olarak tanımlanan malzemeler kullanılmaktadır (Cox & D'Antonio, 2005).

Piyasada uzun bir geçmişi olan ve yaygın kullanılan ses yutucular olan cam yünü, taş yünü gibi malzemeler başarılı ses yutuculardır. Bu malzemelerin NRC değerleri çok



yüksek (0,80 ve üzeri) değerlerdedir (SilentFiber, 2022a). Ancak cam yünü ve taş yünü malzemelere dokunulduğunda cildi tahriş ettikleri bilinmektedir. Ayrıca dokuma teknolojisinden üretilen kumaşlara kıyasla liflerin birbirleriyle sıkı bağlantı sağlayamamaları nedeniyle, lifler ses yutucu malzeme üzerinden kolayca sıyrılabilmektedir. Ayrılan cam lifleri solunduğunda sağlık açısından büyük problem teşkil ettiğinin anlaşılmasından beri, cam/taş yünü ancak binalarda duvarlar arasında mantolama elemanı olarak kullanılabilir. Piyasada cam/taş yününe alternatif polyester dokusuz yüzey yapıları mevcuttur (SilentFiber, 2022b). Ancak bu yapıların ofis, toplantı salonları, hastane, sınıf, sinema, konferans salonları, restoran gibi iç ortamlarda tek başına akustik eleman olarak kullanılmaları konusunda bazı problemler vardır. Öncelikle bu yapılar çok ağır ve kalındır. Dokusuz yüzey yapılarında sınırlı renklerde üretilir ve desenlendirme imkânı yoktur. Estetik görünümü kötüdür. Bu sebepten ki, bu yapılar çoğunlukla üzerlerine estetik bir kumaş lamine edilerek akustik panel olarak yaygın kullanılırlar.

Akustik kumaş panellerde, ses emiliminin sağlanması için belirli kalınlıkta taş yünü ve/veya cam yünü ya da akustik köpük üzerine son kat olarak akustik özelliklere sahip kumaş kaplanmaktadır. Kumaş kaplama katı, akustik özelliklerin yanında görsellik sağlamak amacıyla da kullanılmaktadır. Lifli yapılar, yaygın olarak kullanılan gözenekli akustik absorpsiyon malzemeleri ile karşılaştırıldığında, hafiflik, iyi şekillendirilebilirlik ve estetik görünüm gibi avantajlara sahiptir. Tekstil malzemelerinin (lifli yapıların) sesin azaltılması için kullanılmasının yüksek ses yutuculuk özelliği dışında düşük üretim maliyeti ve düşük özgül ağırlık değerleri gibi avantajları vardır (Tang, Kong, et al., 2018).

İç mekânlarda perdelik, döşemelik, duvar kaplama olarak kullanılan dokuma kumaşlar çoğunlukla sadece renk, desen, tuşe gibi estetik özelliklerine bağlı olarak tercih edilmektedir. Hâlbuki dokuma kumaşların lifli ve boşluklu yapılarından dolayı, bu malzemeler ses yutucu olarak da tasarlanabilir. Yurtdışında bu tarz dokuma ürünlere örnek verilebilmektedir (CarnegieFabrics, 2022), (CamiraFabrics, 2022).

Artan gürültü kirliliğini önlemeye yönelik geliştirilen ulusal yönetmelik ve zorunluluklar çerçevesinde gelecekte gürültü önleyici malzemelere olan talebin artacağı öngörülmektedir.

Bu çalışma, toplantı salonları, hastane, sınıf, sinema, konferans salonları, restoran, ofis gibi iç ortamlarda perdelik, döşemelik, duvar kaplama gibi uygulama alanları olan dekoratif özellikteki estetik dokuma kumaşların ses yutuculuk özelliğinin geliştirilmesiyle ilgilidir. Çalışmanın amacı, görsel olarak kullanılan dokuma kumaşların minimum ağırlık ve maksimum ses yutuculuk özelliklerini sağlayacak şekilde tasarlanmasıdır. Bu kumaş tasarımlarını gerçekleştirmek için yeni malzeme ve yöntemler kullanılmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde, farklı lif çapına sahip iki farklı ipliğin atkıda kullanılmasıyla üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşlara şardonlama mekanik bitim işlemi uygulanmıştır. Şardonlama, kumaş üzerinde havlı/tüylü yüzey oluşturmak için çok sayıda yüzey lifinin iplik yapısından kısmen çekildiği mekanik bitirme işlemidir. Şardon işlemi sonucunda, kumaşlar daha yumuşak, daha kalın, hacimli ve tüylü bir yüzey görünümüne sahip olur. Şardonlama işlemi ile kumaş yapısı içerisinde kompakt halde bulunan liflerin serbest bırakılması ve toplam lif yüzey alanının artırılması sağlanır. Şardonlama işleminin ses dalgası - lif yüzeyi etkileşimini arttırmak ve kumaşların ses yutum özelliklerini geliştirmek amacıyla kullanılması çalışmanın yenilikçi yönünü göstermektedir. Şardonlama işlemi ile lifli gözenekli bir yapı elde edilmeye çalışılmıştır. Şardon pasaj sayısının, örgü tipinin ve iplik tipinin ses yutum performansı üzerine etkisi incelenmiştir. Kumaş toplam yüzey alanının artırılması için uygulanan şardonlama bitim işlemi ile ses dalgası - lif yüzeyi etkileşimi arttırılarak sürtünme sebebiyle ses enerji kaybının üst seviyelere çıkarılması hedeflenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde ise, ses dalgalarının kumaş yapısı içerisinde yer alan kompakt yapılu liflerle daha fazla etkileşime girebilmesi ve ses yutum özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla şönil iplik teknolojisi kullanımı ile liflerin serbest hale gelmesi için yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Kilit iplik ve hav ipliği bölümlerinden oluşan şönil iplikler, yapısı gereği hacimli, tüylü, yumuşak bir tuşede kadifeye benzer bir görünüme

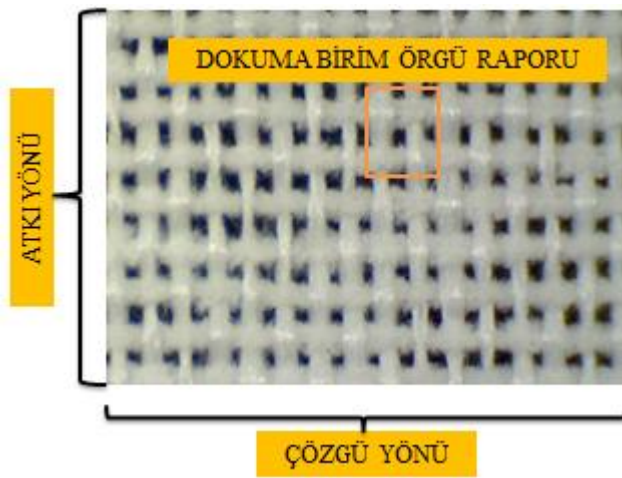
sahiptir. Kumaş yapısı içinde kompakt halde bulunan konvansiyonel iplikler yerine iplikleri oluşturan liflerin serbest bırakılarak toplam lif yüzey alanının arttırılması amacıyla dokuma kumaş tasarımında farklı yapısal özelliklerde (şönil iplik hav iplik çeşidi, hav iplik lif çapı, hav iplik lif kesiti, hav iplik uzunluğu parametreleri değiştirilerek) şönil iplikler kullanılmıştır. Farklı yapısal özellikteki bu şönil iplikler atkıdan kullanılarak tek katlı, iki katlı ve üç katlı şönil dokuma kumaşlar üretilmiş ve bu şönil kumaşların ses yutum davranışları incelenmiştir. Şönil iplik hav uzunluğu, hav ipliği çeşidi, hav ipliği lif kesit şekli, hav ipliği filaman sayısı, dokuma kumaş kat sayısı, dokuma örgü çeşidi gibi parametrelerin ses yutum davranışı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Sonuç olarak, mekân tekstillerine yönelik olarak kumaşların dekoratiflik özelliği korunarak, akustik performansı geliştirici özgün konstrüksiyon ve yöntemlerle yeni dokuma kumaşlar geliştirilmiştir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Dokuma Kumaşlar

Dokuma kumaşlar, dikey yönde çözgü yatay yönde atkı olarak isimlendirilen iki iplik grubunun birbirleriyle kesişmesi sonucunda, dokuma örgüsü olarak isimlendirilen düzenli bir plan içinde birbiriyle bağlantı kurması sonucu bir kumaş dokusu oluşturmasıyla elde edilir (Başer, 1998), (Wilson, 2012). Şekil 2.1’de bezayağı birim örgü raporuna sahip bir dokuma kumaşın yüzey görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2.1. Bezayağı örgüye sahip tek katlı bir dokuma kumaş örneği

Kumaşların kullanım alanını ve çok yönlülüğünü artırmak için bazı fiziksel, kimyasal ve görünüm özelliklerine sahip olması gerekmektedir. (Demiral & Tayyar, 2018).

Kumaş içeriğini oluşturan iplik, bu ipliği oluşturan lifin kimyasal yapısı ve bu kumaş yapılarına uygulanan terbiye prosesleri kumaşın kimyasal özelliğini oluşturmaktadır (Tokat, 2010), (Demiral & Tayyar, 2018).

Dokuma kumaşların fiziksel özellikleri; yapısal, mekanik, duyuşal, geçirgenlik ve iletkenlik özellikleri olarak sıralanabilir. Kumaş konstrüksiyonu olarak ifade edilen fiziksel özellikler, kumaş ağırlığı, kumaş kalınlığı, çözgü sıklığı, atkı sıklığı, iplik kalınlığı, kumaş örgüsü gibi parametreleri içermektedir. Dokuma kumaşların mekanik özellikleri; kopma, uzama, yırtılma, sürtme, aşınma gibi zorlayıcı durumlar karşısında gösterdiği dayanım olarak ifade edilir. Dokuma kumaşın duyuşal özelliği, kumaşa temas

durumunda verdiği his, tuşe veya yumuşaklık olarak ifade edilir. Dokuma kumaşların geçirgenlik özelliği, kumaşın boşluklu yapısından doğrudan etkilenen hava geçirgenliği ve su geçirgenliği olarak ifade edilir. Dokuma kumaşların iletkenlik özelliği, ısı iletkenliği ve elektriksel iletkenlik olarak ifade edilir. Kumaşı oluşturan ipliklerin içerdiği liflerin ısıl özellikleri ve dokuma kumaş kalınlığı ısı iletkenlik özelliğinde önemli parametrelerdir. Kumaşı oluşturan ipliklerin içerdiği liflerin elektriksel özelliği ise dokuma kumaşın elektriksel özelliğinde en önemli parametredir. (Tokat, 2010), (Demiral & Tayyar, 2018).

Dokuma kumaşların fiziksel özelliklerinden olan dokuma örgüsü, kumaşın görünüm (yüzey dokusu ya da tekstür) zelliğini değiştiren en önemli parametredir. Dokuma kumaşta farklı örgü kullanımı ile farklı görünümde kumaşlar elde edilebilmektedir. (Başer, 1998), (Demiral & Tayyar, 2018).

Dokuma kumaşların sınıflandırılması farklı yöntemlere göre yapılabilirken, aşağıda zğ ve atkı iplik bağlantılarına göre sınıflandırma verilmiştir.

- Düz yapıda dokuma kumaşlar
- Havlı yapıda dokuma kumaşlar
- Döner gcl yapıda dokuma kumaşlar (Tokat, 2010)

Dokuma kumaşlar içinde en büyük payı oluşturan düz dokuma kumaşlar; temel yapıda dokuma örgüleri (bezayağı, dimi ve saten) ve temel yapıda örgülerin türevlerinden oluşan tek katlı ve çok katlı yapıda dokuma kumaşları içermektedir (Tokat, 2010).

Bir dokuma yapıda kumaş oluşumu için zğ ve atkı yönünde minimum iki iplik sistemi gereklidir. Düz yapıda dokuma kumaşlar zğ ve atkı yönünde kullanılan ipliklerin birbiriyle yaptığı bağlantı Őekilne göre genel olarak 3 gruba ayrılır. Bunlar;

- Basit yapılı dokuma sistemi
- Kuvvetlendirilmiş dokuma sistemi
- Özel dokuma sistemi (Tokat, 2010)

zğ ve atkı yönünde yalnızca iki iplik sistemiyle oluşturulan temel örgüler (bezayağı, dimi, saten) veya temel örgülerin türevi Şeklinde rg yapıları ile oluşturulan dokuma

sistemi ‘basit yapılı dokuma sistemi’, atkı ve çözgü iplik sistemine en az bir çözgü veya bir atkının ilavesi ile oluşturulan dokuma sistemi ‘kuvvetlendirilmiş dokuma sistemi’ ve bunların dışında kalarak dokuma kumaş sistemine farklı yöntemlerle dâhil edilen yeni iplik gruplarıyla oluşan dokuma kumaş sistemi ‘özel dokuma sistemi’ olarak ifade edilmektedir. (Tokat, 2010).

İplik sistemi ve görevine göre kuvvetlendirilmiş dokuma yapıları ve katlı dokuma yapıları aşağıda verilmiştir (Tokat, 2010), (Kayadibi, 2013).

#### A. Kuvvetlendirilmiş dokuma kumaşlar

- 1- Tek yüzü kullanışlı kuvvetlendirilmiş dokuma kumaşlar
  - a) Alt (astar) atkı ilavesiyle
  - b) Alt (astar) çözgü ipliği ilavesiyle
  - c) Orta ve alt (astar) atkı ilavesiyle
  - d) Orta ve alt (astar) çözgü ilavesiyle
  - e) Dolgu atkısı alt (astar) çözgü ilavesiyle
  - f) Dolgu çözgüsü alt (astar) atkı ilavesiyle

#### B. Katlı dokuma kumaşlar

- 1- Tek yüzü kullanışlı katlı dokuma kumaşlar
  - a) Kenar bağlantılı çift katlı dokuma kumaşlar
    - i. Tek kenar bağlantılı katlı dokuma kumaşlar
    - ii. Çift kenar bağlantılı torba dokuma kumaşlar
  - 2- Çift yüzü kullanışlı katlı dokuma kumaşlar
    - a) Kendinden bağlantılı çift katlı dokuma kumaşlar
      - i. Atkı bağlantılı
      - ii. Çözgü bağlantılı
      - iii. Çözgü ve atkı bağlantılı
    - b) Özel bağlantı iplikli çift katlı dokuma kumaşlar
      - i. Atkı bağlantılı
      - ii. Çözgü bağlantılı
    - c) Değişen yüzlü çift katlı dokuma kumaşlar
      - i. Atkı değişimi
      - ii. Çözgü değişimi

iii. Çözgü ve atkı değişimi

C. İlmeli dokuma kumaşlar

- 1- Kadife dokuma kumaşlar
- 2- Havlu dokuma kumaşlar

### **2.1.1. Çok katlı dokuma kumaş yapıları**

İki bileşenli çok katlı dokuma kumaşlar olarak da bilinen çok katlı dokuma kumaş yapıları genel olarak çözgü ve atkı yönünde birbirine dik iki iplik sisteminin üçüncü bir yönde ilave bir iplik sistemi ile bağlanması ile ortaya çıkan yapılardır (Sarıkaya, 2014).

Klasik iki boyutlu dokuma makineleri kullanılarak zemin çözgü, hav çözgü, hav atkı olmak üzere üç grup iplik ile oluşturulan kumaş yapıları 2.5D kumaşlar olarak ifade edilir. Aynı şekilde klasik iki boyutlu dokuma makineleri kullanılarak üç iplik sistemi ile oluşturulan katlar arasında bağlantı olmadan kumaş kalınlığını arttıran yapılar bağlantısız 3D dokuma yapıları olarak ifade edilir (Sarıkaya, 2014).

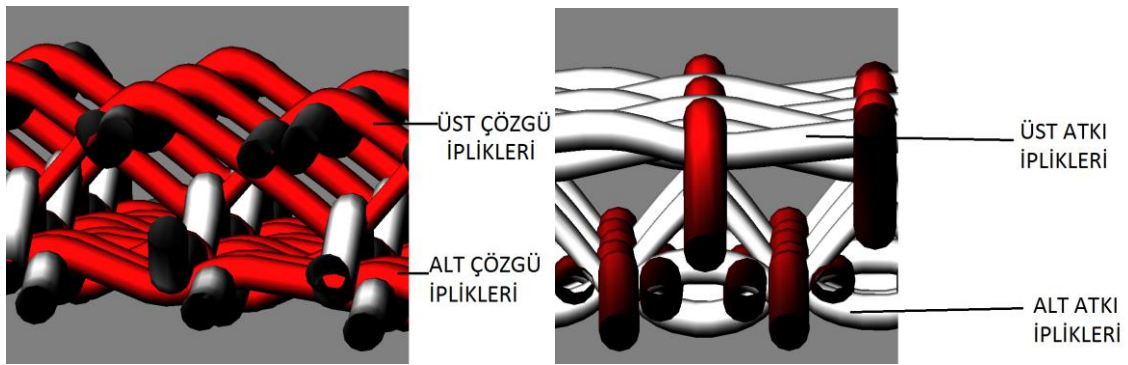
Tek ağızlıklı sistemler veya çok ağızlıklı sistemler kullanılarak çok katlı dokuma kumaş yapıları oluşturulabilir. Her atkı atımında bir atkı atılan tek ağızlıklı sistemlerin üretim hızları düşükken, aynı anda birden çok atkı atılan çok ağızlıklı sistemler yüksek üretim hızına sahiptir ve farklı kat yapıları için farklı atkı ipliklerinin kullanılması mümkündür (Shuakat & Wang, 2011), (Sarıkaya, 2014).

Çok katlı dokuma kumaşlarda genellikle kullanım yüzü dış yüzeydir ve dokuma yapısının mukavemetinden sorumlu olup aşınma mukavemetini artırır ve aynı zamanda kullanılan özel iplikler sayesinde koruma özellikleri artırılabilir. Kullanım alanına ve istenen performans özelliğine göre değişmekle birlikte bazen iç dokuma yüzeyi mukavemet sağlamak amacıyla da tasarlanabilir (Sarıkaya, 2014).

Atkı ve çözgü yönündeki en az birer iplik sisteminin dokuma makinesinde dokunmasıyla oluşan ve biri diğerinin altında veya üstünde yer alan iki ayrı yüzeyin arada birbirileriyle bağlantı kurması sonucu katlı dokuma kumaşlar oluşturulmaktadır. Tek katlı kumaşlara göre daha ağır ve kalın olan katlı dokuma kumaşlar daha çok kışlık

giyim amaçlı kumaşlarda, fon perdelik kumaşlarda ve döşemelik kumaşlarda tercih edilmektedir (Tokat, 2010), (Demiral & Tayyar, 2018).

Çift katlı dokuma kumaşlar, iki ayrı çözgü-atkı iplik sisteminden oluşur. Atkı-çözgü sistemlerinden biri kumaşın üst yüzeyini oluştururken diğer çözgü-atkı sistemi ise kumaşın alt yüzeyini oluşturur. Bu iki sistem kullanılarak dokuma örgü yapıları oluşturulur. Tek katlı alt yüzey ve tek katlı üst yüzey birbiriyle bağlantı oluşturularak çift katlı dokuma kumaş yapısını oluşturur (Başer, 1998). Şekil 2.2’de çift katlı dokuma kumaş yapısı şematik gösterimi verilmiştir.



**Şekil 2.2.** Çift katlı dokuma kumaş yapısı

Bağlama şekillerine göre çift katlı dokuma kumaşlar aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir;

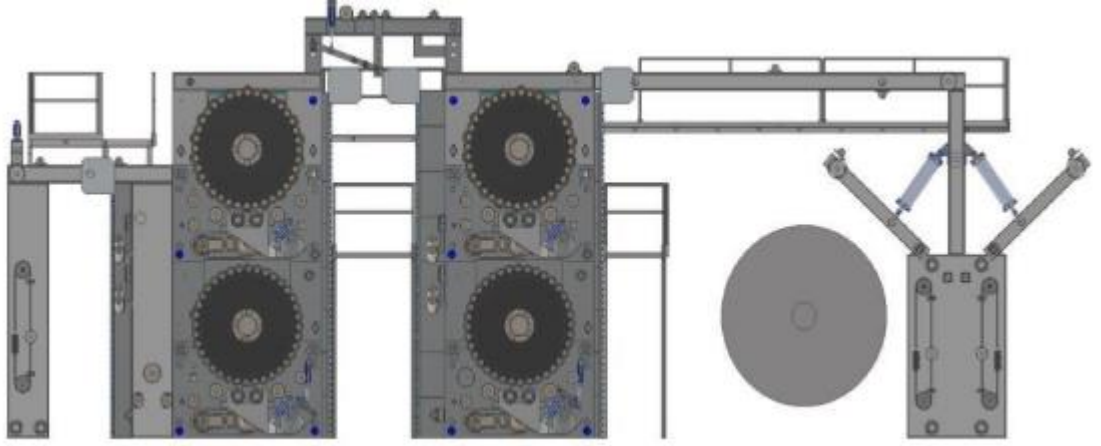
- Kendinden bağlamalı çift katlı dokuma kumaşlar
- Ortadan bağlamalı çift katlı dokuma kumaşlar
- Yer değiştirmeli çift katlı dokuma kumaşlar (Başer, 1998).

Üç veya daha çok katlı dokuma kumaş yapıları genellikle endüstriyel amaçlı olarak kullanılmaktadır. Çok katlı dokuma kumaşların oluşumundaki teknik, kendinden bağlamalı çift katlı dokuma kumaş oluşturma tekniğinden yola çıkılarak yapılabilir. Üç katlı dokuma kumaş yapısı için önce üç kumaş katı orta kattaki yüzeye, orta kat da üst kat yüzeye bağlanabilir (Başer, 1998).



## 2.2. Şardon Mekanik Bitim İşlemi

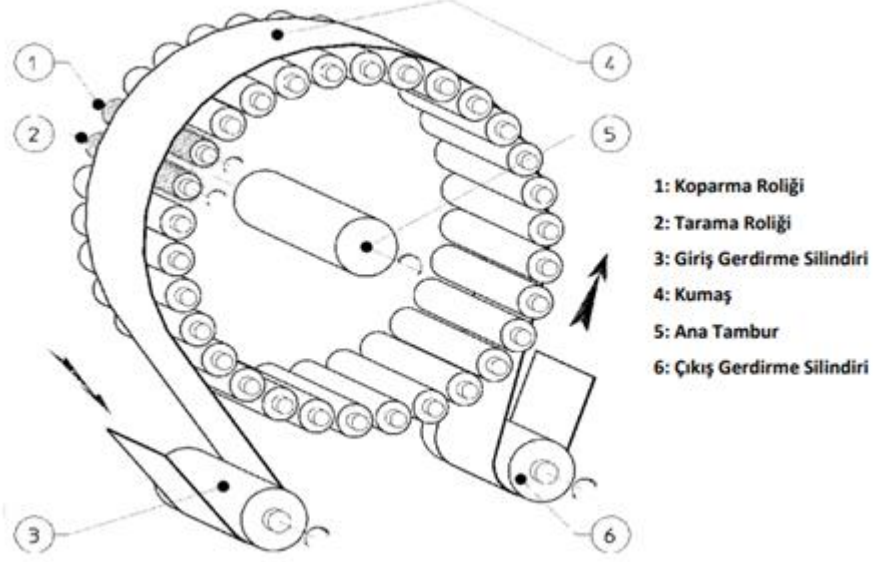
Şardon, kumaş üzerinde havlı/tüylü yüzey oluşturmak için çok sayıda yüzey lifinin iplik yapısından kısmen çekildiği mekanik bitirme işlemidir. Lifler, bir şardon makinesinde metal tellerle veya tellerle kaplı dönen silindirlerle işleme tabi tutularak çekilir. Ortaya çıkan kumaşlar daha yumuşak, daha kalın, hacimli ve tüylü bir yüzey görünümüne sahiptir (Matsudaira & Matsui, 1992), (Bueno et al., 1997), (Kumar & Sundaresan, 2013). Çekilmiş lif uçları kumaş yapısını örter, gizler ve yüzeyi daha pürüzsüz hale getirir (Bueno et al., 1997). Sadece bir şardon geçişinde istenilen şardon efektinin verilmesi için kumaşın bozulmasına ve uçuntu oluşumuna neden olabilecek daha yüksek çekme kuvvetleri gerektirir. Aşırı mekanik gerilmeyi önlemek için, kumaşlar genellikle istenen görünüm elde edilene kadar birkaç kez şardon ünitesinden geçirilir (Yuksekkaya, 2008).



**Şekil 2.3.** Şardon makinesi şematik görünümü (Açıkgöz, 2021)

Piyasada yaygın olarak bulunan şardon makinelerinde, kumaş ile aynı yönde dönen ve üstünde 20-28 adet koparıcı ve/veya tarayıcı silindir bulunan 60-90 cm çapında ana tambur bulunmaktadır. Koparıcı ve/veya tarayıcı silindirler ana tambura ters yönde hareket etmektedir. Makinede girişte ve çıkışta bulunan giriş ve çıkış gerdirme silindirleri ana tambur ile kumaşın temas etmesini sağlar. Gerdirme silindirleri, kumaşı gererek tambur üzerinden baskıyla geçmesini sağlar. Bu gerdirme şardonlamanın etkisini belirlemektedir. Şekil 2.3. ve Şekil 2.4.'te şardon makinesinin şematik görünümü verilmiştir. Birbirinden bağımsız ayarlanabilen ana tambur hızı, kumaş hızı,

silindir hızları, gerdirme silindirlerinin hızları ile kumaşa istenen miktarda şardon efekti verilebilir. Piyasa ve literatürde şardon makinesindeki bu geçiş, pasaj/pas/geçiş olarak ifade edilmektedir. İstenen şardon etkisine veya görünümüne bağlı olarak gerekirse birkaç pasaj yapılabilir (Asker, 2021), (Pektaş, 2019).



**Şekil 2.4.** Şardon makinesi şardonlama bölümü şematik görünümü (Asker, 2021) ve (Paoli, 2022)

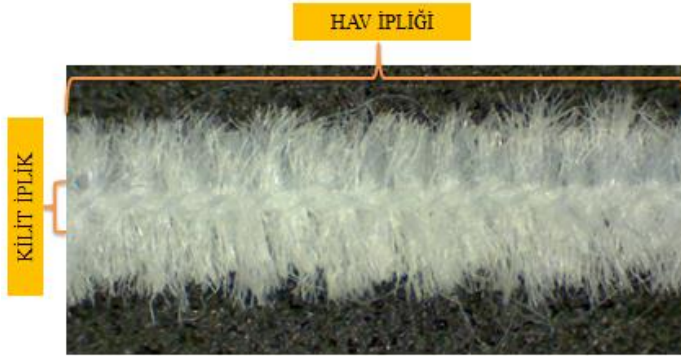
Şardon, kumaşların görünümünü ve tutumunu iyileştirmek için yıllardır kullanılmaktadır (Bueno et al., 1997), (Tomasino, 1992). Şardonlama işleminin kumaş tutumu, pürüzsüzlüğü ve yumuşaklığı üzerindeki etkisi, daha çok terbiye ile ilgili tekstil literatüründe araştırılmıştır (Matsudaira & Matsui, 1992), (Brooks, 1991), (Roh et al., 2014).

Çalışma kapsamında kumaşların ses yutum davranışını geliştirmek amacıyla şardon mekanik bitim işlemi kullanılarak şardonlama sayısının ses yutum davranışı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

### 2.3. Şönil İplik ve Kumaşlar

Piyasada özellikle döşemelik ve fon perdelik kumaşlarda yaygın olarak kullanılan şönil/şenil (chenille) iplikler fantezi bir iplik türüdür. Şönil ipliklerin, yapısı gereği hacimli, tüylü, yumuşak bir tuşede kadifeye benzer bir görünümü vardır. Genel olarak şönil kelimesi, fantezi iplik türünü ve bu ipliklerden oluşturulan kumaşları temsil etmektedir (Çeven, 2007), (Esi, 2020).

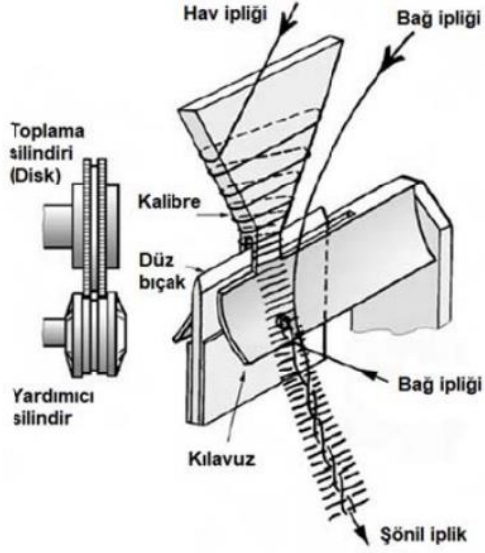
Şönil iplik, kilit iplik (temel iplik, öz iplik, çekirdek iplik, bağ ipliği) ve hav iplik (efekt ipliği) olmak üzere iki ana bölümden oluşur. Şekil 2.5.'te verilen şönil iplik yapısına göre Kilit iplik şönil iplik yapısına mukavemet kazandırırken, hav iplikleri kilit ipliklerin arasına yerleşerek iplik eksenine dik yönde çıkıntılar oluşturur. Hav ipliği, şönil ipliğe görsel olarak çekicilik sağlayarak hacimli bir yüzey görüntüsü verir ve şönil ipliğin % 70-75'lik bölümünü oluşturur. Kilit ve hav ipliğinin doğru seçimi sağlandığında istenen özellikte ve kalitede şönil iplik tasarlanabilmektedir (İ. Süle, 2007), (Esi, 2020).



Şekil 2.5. Şönil iplik yapısı

Günümüzde piyasada yaygın olarak kullanılan özel şönil iplik makinelerindeki şönil iplik üretim yöntemine göre, iki kilit iplik arasına (kilit iplikler çaklık sisteminden şönil iplik makinesine beslenir) hav iplikler (kalibrenin etrafına sarılır) belirlenen uzunluklarda bıçak yardımıyla kesildikten sonra kilit ipliklerinin merkezine dik yönde yerleştirilir. Ardından şönil ipliğe büküm vermek ve hav ipliklerin sıkışmasını sağlamak amacıyla ring büküm makinesine verilir ve üretilen iplik masuraya sarılarak hazır hale getirilir. Şekil 2.6'da kalibrenin şematik görünümüne göre kalibre genişliği (0,8-2,0 mm

arasında değişir) ile hav iplik uzunluğu belirlenir. Şönil iplik numarası, kullanılan hav iplik kalınlığı ve hav uzunluğu ile belirlenir (İ. Süle, 2007), (Çeven, 2007), (Esi, 2020).



**Şekil 2.6.** Şönil iplik makinesi kalibre bölümü şematik gösterimi (Esi, 2020) ve (Bilgin Yücel, 2019)

Çalışma kapsamında kumaşların ses yutum davranışını geliştirmek amacıyla daha hacimli ve lifli bir yüzey oluşturmak için farklı özellikte şönil iplikler kullanılarak hav iplik uzunluğu, hav iplik lif çapı ve hav iplik lif kesit şeklinin tek katlı, iki katlı ve üç katlı dokuma kumaşların ses yutum davranışı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

## 2.4. Temel Akustik

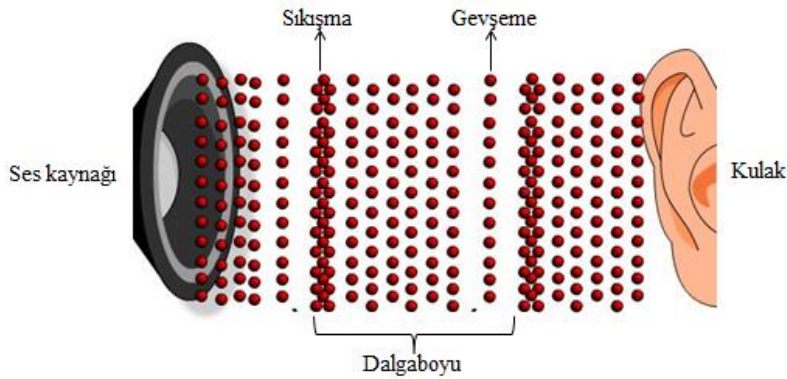
Dalga hareketleri, iki ana bölümden oluşur: mekanik dalga hareketleri ve elektromanyetik dalga hareketleri. Mekanik grupta yer alan ses dalgalarının oluşabilmesi için mekanik bir etki ile titreşimlerin/sarsıntılarının/salınımların oluşumu ve bu titreşimlerin esnek maddesel bir ortamda yayılmasıyla gerçekteşir. Ses dalgaları mekanik bir dalga olduğu için boşlukta yayılamazlar ve dalganın yayılması için maddesel bir ortam gerekir, elektromanyetik dalgalar ise mekanik dalgaların aksine boşlukta yayılabilir (Öz & Köse, 2020), (Dinçer & Yalçın, 2002), (Süvari, 2012).

Dalga hareketi içerisinde bulunan ve aslında ortamı oluşturan küçük parçacıklar, yayılan dalganın doğrultusu boyunca (boyuna dalga) veya bu doğrultuya dik (enine dalga)

yönde geçici olarak ileri-geri hareket eder (Dinçer & Yalçın, 2002). Küçük sanal bir hacim olan parçacık/partikül, ortamın hareketini kendi bölgesinde birebir temsil eder (Haughton & Feth, 2002). Dalganın yayılma doğrultusu ile parçacıkların hareket doğrultusu boyuna dalga hareketinde aynı iken enine dalga hareketinde birbirine diktir. Ses dalgaları boyuna dalgalardır ve katı, sıvı ve gazlarda yayılabilir (Dinçer & Yalçın, 2002).

Akustik, bir ses bilimidir ve sesin meydana gelmesi ile algılanması arasında geçen süreçlerle, gürültüye neden olan titreşimlerle ve gürültünün kontrolü ile ilgilenir (Dinçer & Yalçın 2002). İnsan kulağının duyduğu bir ses, ses kaynağı vasıtasıyla oluşan mekanik bir titreşimin, belirli bir hızla, esnek bir ortam içerisinde, boyuna dalga şeklinde yayılarak kulağa ulaşması ve beyinde algılanması ile meydana gelmektedir. Şekil 2.7.'de ses oluşum olayının şematik görünümü verilmiştir.

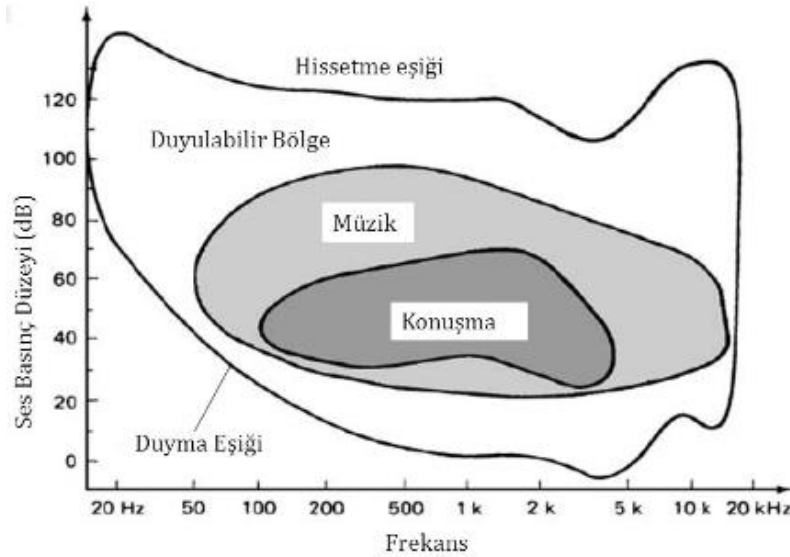
Başka bir ifadeyle, esnek bir ortamda oluşan ve kulak tarafından algılanan basınç değişimleri 'ses' olarak tanımlanır. Sesin oluşması ve yayılması, ortam parçacıklarının titreşimi ve bu titreşimlerin komşu parçacıklara iletilmesiyle gerçekleşir. Hava ortamında parçacıkların titreşmesiyle oluşan ses dalgaları, havada basınç değişiklikleri oluşturur ve kulak havadaki basınç değişimlerini elektrik sinyallerine dönüştürür ve sonuçta beyin bu sinyalleri ses olarak algılar (Küçükali Ozturk et al., 2020).



**Şekil 2.7.** Ses oluşum mekanizması şematik gösterimi

Akustik bir sistem olan normal bir insan kulağı, yaklaşık 16-20 Hz frekans aralığından 16000-20000 Hz aralığındaki frekanslara kadar olan seslere yanıt verebilir ve özellikle 1000-4000 Hz frekans aralığına karşı daha hassastır. Dolayısıyla gürültü kaynaklı işitme

kayıpları önce bu frekans aralığında başlar. Şekil 2.8.'de verilen işitme sınırları eğrisine göre günlük yaşamdaki konuşmalar 300-2800 Hz frekans aralığındadır. Bunun yanında kulak, 1000 Hz frekansında 20 µPa kadar düşük akustik basınçları algılayabilir ve 2000 Pa kadar büyük akustik basınçlara kısa süreliğine de olsa dayanabilir (Barron, 2003), (Dinçer & Yalçın, 2002). Bu sesler, canlılardaki ses telleri, müzik aletleri, elektronik cihazlar, hoparlör ve megafon gibi kaynaklar ile oluşturulabilir. İnsan kulağının normal işitilebilir seviyenin altındaki 20 Hz'den küçük frekanslarda olan mekanik salınımlar sesaltı (düşük frekanslı ses veya infrasonic), işitilebilir seviyenin üstündeki 20 kHz'den yüksek frekanslarda olan mekanik salınımlar ise sesüstü (yüksek frekanslı ses veya ultrasonik) olarak tanımlanmaktadır (Dinçer & Yalçın, 2002).

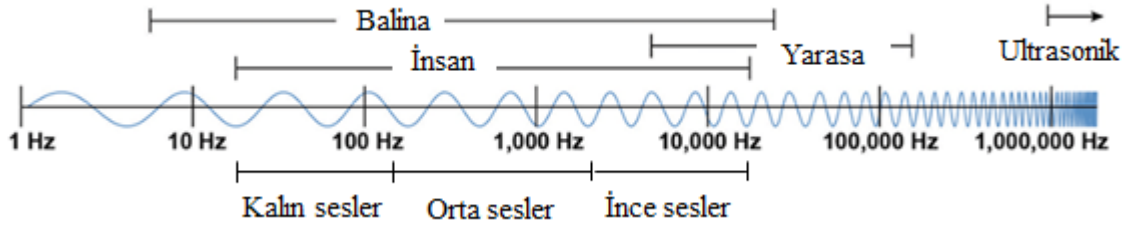


**Şekil 2.8.** İşitme sınırları eğrisi

Ses dalgasının ve dolayısıyla ses enerjisinin yayılması, esnek ortamda bulunan parçacıkların geçici olarak ileri-geri (sıkışma-gevşeme) hareket etmesi, yani salınım/titreşim yapması ile gerçekleşir. Bir ses dalgası hareketinde ortam parçacıkları değil, dalganın enerjisi ilerler (Süvari, 2012). Bundan sonraki bölümde sesin fiziksel özellikleri verilmiştir.

### 2.4.1. Ses dalgalarının özellikleri

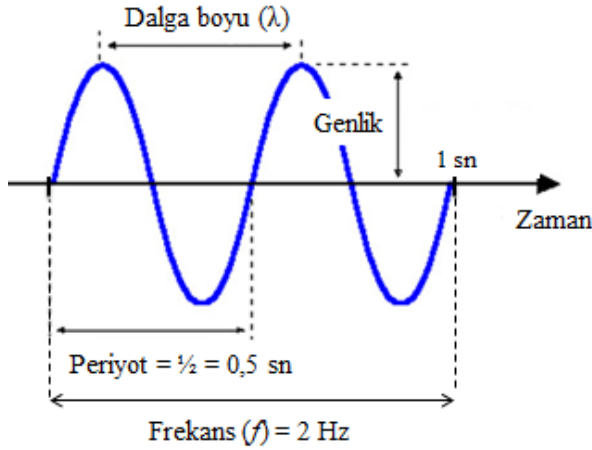
Sesi oluşturan titreşimlerin birim zamandaki yani bir saniyedeki sayısı ‘frekans’ olarak ifade edilir ve birimi Hertz (Hz)'dir (Speaks, 2018). Normal bir insan kulağı, yaklaşık 16-20 Hz frekans aralığından 16000-20000 Hz aralığındaki frekanslara kadar olan seslere yanıt verebilir ve özellikle 1000-4000 Hz frekans aralığına karşı daha hassastır. Ses, frekans bölgelerine göre 16-160 Hz (20-2 m dalga boyu) kalın sesler, 160-1600 Hz (2-0,2 m dalga boyu) orta sesler, 1600-20000 Hz (0,2-0,02 m dalga boyu) ince sesler olarak sınıflandırılır (Bilgiç & Sadikhov, 1994). Şekil 2.9’de frekans bölgeleri gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Ses dalgalarında frekans bölgeleri (Günel, 2020)

Periyot, yayılan titreşimin tekrarlanan birimleri arasındaki süre olarak ifade edilir ve birimi saniyedir. Dalga boyu, ise yayılan bir titreşimin, bir devir süresi içinde aldığı mesafe/yol olarak ifade edilir ve birimi metredir. Dalga boyu ( $\lambda$ ), dalganın yayılma hızı ( $c$ ) ve dalganın frekansına ( $f$ ) bağlı olarak 2.1 formülü ile ifade edilir (Ersoy, 2007) ve (Speaks, 2018). Şekil 2.10’de frekans, periyot ve dalga boyu gösterilmiştir.

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2.1)$$



**Şekil 2.10.** Frekans, periyot ve dalga boyunun gösterimi (Günel, 2020)

Sesin hızı ( $c$ ), yayıldığı ortamın yapısına bağlıdır, frekandan etkilenmez ve birimi  $m/s$ 'dir. Değişik ortamlardaki sesin hızına örnek verilirse; hava  $344 m/s$ , plastik  $40-149 m/s$ , su  $1433 m/s$ , beton  $3231 m/s$ , pirinç  $3475 m/s$ , cam ve tahta  $3962 m/s$ , tuğla  $4176 m/s$ , alüminyum  $4877 m/s$ , çelik  $5029 m/s$ 'dir (Günel, 2020).

Sesin genliği, yayılan ses titreşiminin minimum ve maksimum tepe noktaları arasındaki uzaklığın yarısı olarak ifade edilir. Sesin genliği arttıkça sesin enerjisi ve sesin şiddeti (genlik arttıkça alınan mesafe artacağından kinetik enerjinin artmasıyla sesin şiddeti artar) artar (Günel, 2020) ve (Speaks, 2018).

Ses gücü, ses basıncı ve ses şiddeti ses kaynağı ile ilgili terimlerdir. Ses gücü, kaynağın birim zamanda ortama yaydığı akustik enerji olarak ifade edilir, birimi Watt (W)'tır. Ses şiddeti, ortamdan birim alandan birim zamanda geçen akustik enerji olarak tanımlanır, birimi  $W/m^2$  olup vektörel bir büyüklüktür. Ses basınç seviyesi, sesin kaynaktan yayılması esnasında değişen atmosferik basıncın referans ses basıncına ( $20 \mu Pa$ ) göre farkı olarak ifade edilir ve birimi desibel (dB)'dir. Sağlıklı bir insan,  $1000 Hz$  bir ses dalgasını işitebilmesi için minimum  $20 \times 10^{-6} Pa$  bir basınç oluşmalıdır. Bu sebeple, uluslararası standartlarda duyma eşiği için  $1000 Hz$  referans alınmaktadır. Desibel (dB) ise, ses seviyesinin logaritmik şekli olarak ifade edilir. Ses basınç seviyesi; ses kaynağına olan mesafe, ortamda bulunan cisim, havanın yutuculuğu vb. parametrelere göre farklılık göstermektedir (Bilgiç & Sadıkhov, 1994) ve (Günel, 2020). Çizelge 2.1.'de ses basınç seviyeleri verilmiştir.

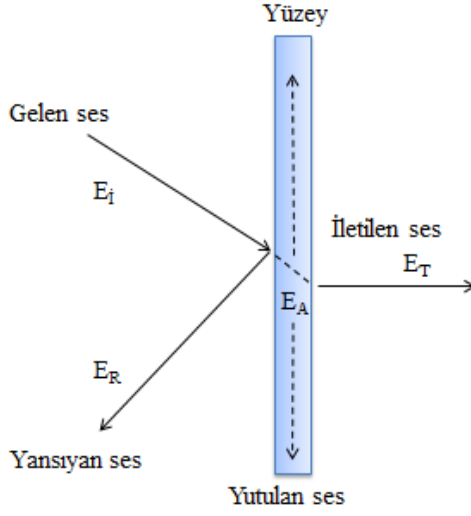


**Çizelge 2.1.** Karakteristik ses basınç ve ses basınç seviyeleri (Günel, 2020)

Kaynak	Ses Basıncı (Pa)	Ses Basınç Seviyesi (dB) (ref 20 µPa)	Subjektif Tepki
Mükemmel duyma eşiği	0.00002	0	Duyma eşiği
İyi duyma eşiği	0.00006	10	Zayıf
Vızıldayan böcek (3ft)	0.0002	20	Algılanabilir
Fısıltılı konuşma (6ft)	0.0006	30	Sessiz
Sessiz yerleşim alanı	0.002	40	Sessiz
Klima (3ft)	0.006	50	Orta seviyede
Konuşma (3ft)	0.02	60	Gürültülü
Nakliye treni (100ft)	0.06	70	Gürültülü
Hızlanan dizel kamyon (50ft)	0.2	80	Çok gürültülü
Susturucusu çıkarılmış büyük dizel motor (130ft)	0.6	90	Çok gürültülü
Otomobil kornası (10ft)	2	100	Çok gürültülü
Sesli rock grubu	6.3	110	Rahatsızlık eşiği
Havalanan yolcu jeti (50ft)	20	120	Acı eşiği
Topçu ateşi (10ft)	63.2	130	Aşırı tehlikeli
Havalanan askeri jet (100ft)	200	140	Aşırı tehlikeli

#### 2.4.2. Ses yutum mekanizması

Ses dalgaları bir yüzeye çarptığında bu dalgaların bir bölümü yüzey tarafından yutulur ( $E_A$ ), bir bölümü yüzey tarafından yansıtılır ( $E_R$ ) ve bir bölümü de yüzeyin diğer tarafına geçer ( $E_T$ ). Yutulan (emilen, absorblanan) dalgalar ses yutum mekanizmasını ortaya çıkarır. Şekil 2.11’de ses dalgalarının malzeme yüzeyi ile etkileşimi ve Eşitlik 2.1’de ise ses dalgası enerjisinin formülü verilmiştir (Ş. Canbolat, 2013).

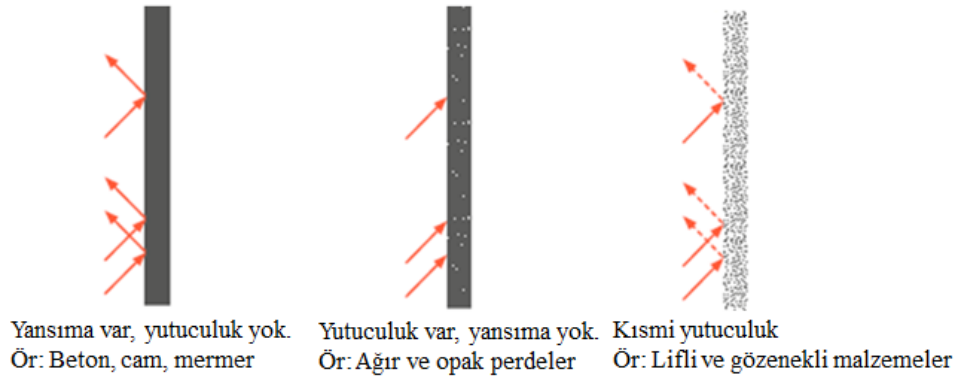


**Şekil 2.11.** Ses dalgalarının yüzey ile etkileşimi

$$E_i = E_R + E_A + E_T \quad (2.1)$$

Burada,  $E_i$ : ses dalgasının cisim/malzemeye çarptığı andaki enerji,  $E_R$ : cisim/malzeme tarafından yansılan enerji,  $E_A$ : cisim/malzeme tarafından yutulan enerji,  $E_T$ : cisimin/malzemenin diğer tarafına iletilen enerji olarak ifade edilir (Ş. Canbolat, 2013).

Ses yutumu, cisim/malzeme üzerine gelen ses dalgalarının malzeme içerisinde yer alan toplam yüzey alanı ve boşluklar yardımıyla yutulması/soğurulması veya yayılması şeklinde tanımlanır. Ses yutumu, malzeme üzerine gelen ses enerjisinin ısı enerjisine dönüşümüyle gerçekleşir. Ses dalgaları, malzeme içerisindeki gözenekli yapıya ulaştığında; hava parçacıkları ses basıncının etkisiyle malzeme içerisindeki boşlukta ses frekansı ile salınım yapar. Bu salınım sürtünmeye neden olur (Jayaraman, 2005). Yutulan enerjinin büyük bölümü ısı enerjisine dönüşür, kalan bölüm iletilir. Yumuşak ve gözenekli malzemeler, genellikle iyi akustik yutum davranışı gösterirken, sert ve yoğun malzemeler daha çok yansıtıcı davranış göstermektedir (Günel, 2020). Şekil 2.12’te farklı malzemelerin ses yutum davranışı gösterilmiştir.



**Şekil 2.12.** Farklı malzemelerin ses yutum davranışının şematik görünümü

Ses yutma katsayısı, yüzey/ses yutucu malzeme tarafından yutulan ve iletilen ses dalgalarının toplam enerjisinin, ses kaynağında üretilen ses dalgaları enerjisine oranı olarak ifade edilir. Buna göre yüzeyin ses absorpsiyon katsayısı ( $\alpha$ ) Eşitlik 2.2 ile ifade edilir ve 0-1 aralığında değerler alabilir. Bir yüzeyin/malzemenin ses yutum katsayısı, ses dalgalarının frekansına, malzemenin kalınlığı ve temel özelliklerine (türü, sertliği, geometrisi gibi) bağlı olarak değişir (Günel, 2020).

$$\alpha = E_A / E_i \quad (2.2)$$

### 2.4.3. Gürültü kontrolü

Günlük yaşamda konuşma, haberleşme, müzik ve doğadaki sesler yaşantımız için vazgeçilmezdir. Fakat son dönemde tüketme isteğinin artması, endüstrinin yaygınlaşması, hızlı ve güçlü makinelerin üretilmesi ile gürültü kirliliği sorunu ortaya çıkmıştır. Çevremizde var olan ses, bazı ortamlarda ve durumlarda istenmeyebilir. Bu istenmeyen ses, gürültü olarak ifade edilmektedir. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'ne (OECD) ve Avrupa Çevre Ajansı'na (EEA) göre gürültü kirliliğinin etkisi günümüzün en büyük çevresel sorunlarından biridir ve insan sağlığını psikolojik ve fizyolojik olarak büyük ölçüde etkileyen bir sorun haline gelmiştir. Yüksek düzeyde gürültü nedeniyle insanlarda görülen bazı problemler; kalıcı işitme kaybı, uyku bozukluğu, kan dolaşımında azalma, çalışma veriminde azalma, yorgunluk, stres, kardiyovasküler bozukluklar ve göz bebeği büyümesi gibi örnekler verilebilir (Atiénzar-Navarro et al., 2020), (Turan & Öney, 2021), (Teli et al., 2007). Gürültü kirliliğinin neden olduğu bu olumsuz etkiler nedeniyle dünyada endişe giderek

artmaktadır. Bu sorunları önlemek için AB Araştırma ve Yenilik Çerçeve Programının (HORIZON 2020) 5.Eylem planına uygun olarak, yeni ekonomik ve sürdürülebilir malzemelerden gürültüyü azaltmak için inovatif akustik çözüm ve ürünlerin geliştirilmesinin teşvik edilmesi gürültü kirliliğinin önlenmesine verilen önemi göstermektedir (Atiénzar-Navarro et al., 2020).

İnsanların yaşam kalitesinin yükselmesiyle birlikte önemli bir konu haline gelen akustik konfor, sesin istenmeyen ortamlarda azaltılması veya bazı ortamlarda akustik açıdan sesin kontrol edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Öz & Köse, 2020), (Süvari, 2012). Örneğin sinema salonları, konser salonları, tiyatrolar, çok amaçlı gösteri salonları, toplantı odaları, ofisler, konferans salonları gibi ses akustiğinin önemli olduğu tüm mekânlarda ortamdaki sesin iyi anlaşılması istenir. Bu amaçla gereken miktarda ses enerjisinin yutulması için tasarlanmış olan ve ses yutucu elemanlar olarak tanımlanan malzemeler kullanılmaktadır (Cox & D'Antonio, 2005). Şekil.2.3'te kapalı mekânlarda kullanılan bazı ses yutucu malzemeler verilmiştir.



**Şekil 2.13.** Kapalı mekânlarda kullanılan bazı ses yutucu malzemeler

Piyasada uzun bir geçmişi olan ve yaygın kullanılan ses yutucular olan cam yünü, taş yünü malzemeler başarılı ses yutuculardır. Bu malzemelerin NRC değerleri çok yüksek (0,80 ve üzeri) değerlerdedir (SilentFiber, 2022a). Ancak cam yünü ve taş yünü malzemelere dokunulduğunda cildi tahriş ettikleri bilinmektedir. Ayrıca dokuma teknolojisinden üretilen kumaşlara kıyasla liflerin birbirleriyle sıkı bağlantı sağlayamamaları nedeniyle, lifler ses yutucu malzeme üzerinden kolayca

sıyrılabilmektedir. Ayrılan cam lifleri solunduğunda sağlık açısından büyük problem teşkil ettiğinin anlaşılmasından beri, cam/taş yünü ancak binalarda duvarlar arasında mantolama elemanı olarak kullanılabilir. Piyasada cam/taş yününe alternatif polyester dokusuz yüzey yapılar mevcuttur (SilentFiber, 2022b). Ancak bu yapıların ofis, toplantı salonları, hastane, sınıf, sinema, konferans salonları, restoran gibi iç ortamlarda tek başına akustik eleman olarak kullanımları konusunda bazı problemler vardır. Öncelikle bu yapılar çok ağır ve kalındır. Dokusuz yüzey yapıda olduklarından sınırlı renklerde üretilebilir ve desenlendirme imkânı yoktur. Estetik görünümüleri kötüdür. Bu sebeptendir ki, bu yapılar çoğunlukla üzerlerine estetik bir kumaş lamine edilerek akustik panel olarak yaygın kullanılırlar.

Akustik kumaş panellerde, ses emiliminin sağlanması için belirli kalınlıkta taş yünü ve/veya cam yünü ya da akustik köpük üzerine son kat olarak akustik özelliklere sahip kumaş kaplanmaktadır. Kumaş kaplama katı, akustik özelliklerin yanında görsellik sağlamak amacıyla da kullanılmaktadır. Lifli yapılar, yaygın olarak kullanılan gözenekli akustik absorpsiyon malzemeleri ile karşılaştırıldığında, hafiflik, iyi şekillendirilebilirlik ve estetik görünüm gibi avantajlara sahiptir. Tekstil malzemelerinin (lifli yapıların) sesin azaltılması için kullanılmasının yüksek ses yutuculuk özelliği dışında düşük üretim maliyeti ve düşük özgül ağırlık değerleri gibi avantajları vardır (Tang, Kong, et al., 2018).

İç mekânlarda perdelik, döşemelik, duvar kaplama olarak kullanılan dokuma kumaşlar çoğunlukla sadece renk, desen, tuşe gibi estetik özelliklerine bağlı olarak tercih edilmektedir. Hâlbuki dokuma kumaşların lifli ve boşluklu yapılarından dolayı, bu malzemeler ses yutucu olarak da tasarlanabilir. Yurtdışında bu tarz dokuma ürünler üretilmektedir (CarnegieFabrics, 2022), (CamiraFabrics, 2022).

Gürültü kontrolü için kullanılan lifli gözenekli yapıların ses yutum davranışları bir sonraki başlıkta verilmiştir.

#### 2.4.4. Lifli gözenekli malzemelerde ses yutum mekanizması

Tekstil esaslı malzemeler gözenekli ses yutucu malzemeler olarak sınıflandırılır (Samuel, Barburski, Blaszcak, et al., 2021). Cam yünü, mineral yünü ve hacimli dokusuz yüzeyler hacimli, lifli ve gözenekli ses yutucu malzemeler olarak bilinir (Barron, 2003). Bu tür malzemeler, birçok derin delikli içten bağlantılı gözeneklere sahiptir ve ses yutuculuk çoğunlukla bu gözenekler üzerinden gerçekleşir. Gözenekli yapının özelliği, ortam parçacıklarının malzemeye girmesine izin vermesidir. Ortam parçacıklarının gözenek duvarlarına veya katı liflere sürtünmesi, akustik enerjinin ısı enerjisine dönüşmesini sağlayarak ses enerjisinin azalmasına neden olur (Samuel, Barburski, Blaszcak, et al., 2021). Ortam parçacıkları liflerle etkileşime girdiğinde akustik enerjinin büyük bir bölümü ısı enerjisine dönüşür. Lifli ve gözenekli malzemeler, özellikle yüksek frekanslarda yüksek ses yutum özelliklerine sahiptir (Samuel, Barburski, Blaszcak, et al., 2021), (Zent & Long, 2007) (Genis et al., 1990), (Süvari, 2012).

Ses dalgası gözenekli yapıya girdiğinde frekansa göre, gözenekli yapının boşluklarında hava parçacıklarını salınım yaptırır. Bu hava parçacıkların bir kısmı liflerle temas ederek sürtünme kayıpları ile enerji kaybına sebep olur (Samuel, Barburski, Blaszcak, et al., 2021). Öte yandan belli bir hızda salınım yapan hava parçacıkları liflere bir momentum iletir, bu sayede lifler titreşerek birbirleriyle de sürtünebilir ve bir enerji kaybına sebep olur. Lifli gözenekli malzemeler bu açıklanan durumlar nedeniyle ses enerjisinin bir bölümünü yutarlar (Süvari, 2012).

Sert yüzeyli malzemeler (tuğla, taş gibi) ses enerjisinin ancak % 5'ini yutarak, ses yutuculuk katsayısı 0,05 olarak ifade edilir. Lifli ve gözenekli malzemelerin ses yutum özellikleri ise yüksek frekans bölgede çok daha iyidir (Ryu, 2002). Özel tasarlanmış lifli gözenekli malzemelerde özellikle yüksek frekanslar için ses yutuculuk katsayısı 0,90 değerini geçebilir (Lee & Joo, 2003), (Lee & Joo, 2004), (Süvari, 2012), (Suvari et al., 2016), (Suvari et al., 2019). Öte taraftan lifli ve gözenekli malzemelerin ses yutuculuğu düşük frekans bölgede daha azdır (Ryu, 2002). Lifli gözenekli malzemelerin kalınlığını arttırmak ve yerleştirildiği yer ile arasında hava boşluğu bırakmak düşük frekanslardaki ses yutuculuk değerlerini artırır (Süvari, 2012).

Dokuma kumaşlar, lifli malzemelerdir ve gözenekli malzeme olarak sınıflandırılır. Son yıllarda özellikle dokuma kumaşların ses yutuculuk davranışı üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmalarda artış görülmüştür (Tang, Kong ve ark. 2018), (Tang, Zhang ve ark. 2018), (Segura-Alcaraz et al., 2018), (Soltani & Zerrebini, 2012), (Soltani & Zarrebini, 2013), (Barburski et al., 2019). Literatürde yer alan bazı çalışmalarda, dokuma kumaşların ses yutuculuk uygulamalarında idealden daha az (dokusuz yüzeylerden daha az) performans sergilediği vurgulanmıştır (Segura-Alcaraz et al., 2018) ve (Barburski et al., 2019). Bu çalışmalar literatür özetleri bölümünde detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Tekstil yüzeylerinin akustik özelliklerini geliştirmek amacıyla küçük hava boşluklarının oluşturulabilmesi tekstil yüzeyinin yapısına bağlı olarak farklılık gösterir (Moholkar & Warmoeskerken, 2003). Bu tez çalışmasında, farklı kat sayısına sahip dokuma kumaşların ses yutum davranışını geliştirmek için daha lifli ve gözenekli yapı oluşturmak adına yeni yöntem ve malzemeler kullanılmıştır (Suvari & Dulek, 2019).

#### **2.4.5. Ses yutuculuk katsayısının ölçümü**

Tekstil malzemelerinin akustik davranışının incelenmesi için empedans tüp ve yankılanma (çınlanım) odası olmak üzere iki farklı ölçüm metodu yaygın olarak kullanılmaktadır. Empedans tüp yöntemi için hareket edebilen mikrofonlu empedans tüp tekniği ve iki sabit mikrofonlu empedans tüp tekniği (transfer fonksiyon tekniği) olmak üzere iki farklı teknik mevcuttur. Tüm ses ölçüm yöntemlerinin temelinde, önceden bilinen bir ses ortamı oluşturmak ve sonrasında malzemenin varlığının bu ses ortamına etkisini ölçmektir (Ryu, 2002) ve (Süvari, 2012).

Hareket edebilen mikrofonlu empedans tüp yönteminde, rijit, uzun ve doğrusal yapıdaki tüpün bir ucuna ölçüm yapılacak numune, tüpün diğer ucuna ise bir hoparlör (tanımlanmış frekanslarda sesi oluşturabilecek) konumlandırılır. Hoparlörden çıkan ses dalgası (tüpte oluşturulan durağan dalga) tüp içinde ilerler ve kumaştan yansıyan ses miktarı (durağan dalganın maksimum ve minimum basınç değişimleri elde edilerek) tüp boyunca konumu ayarlanabilen mikrofonla algılanır (Lee & Joo, 2003) ve (Küçükali Ozturk et al., 2020). Astm C 384 standardına göre ölçüm yapılır. Ölçüm yapılan

malzeme yaklaşık 10 cm çapında küçük boyuttadır. Gürültü yutuculuk katsayısı (NAC) her frekans değerinde ayrı ayrı ölçülür (Süvari, 2012).

İki sabit mikrofonlu empedans tüp yönteminde, büyük tüp tasarımı (50-1600 Hz) ve küçük tüp tasarımı (500-6400 Hz) olmak üzere iki ayrı tasarım mevcuttur. Büyük tüp tasarımında 50-1600 Hz, küçük tüp tasarımında ise 500-6400 Hz aralığında malzemelerin ses yutuculuğu Astm E 1050 standardına göre ölçülmektedir (Süvari, 2012). Mikrofonlu tüpün açık ucuna büyük veya küçük tüp, tüpün diğer ucuna ses kaynağı, diğer tarafa ise test numunesi yerleştirilir. Ses kaynağı geniş frekans aralığında (büyük veya küçük tüp tasarımına göre) ses dalgaları üretir ve ses dalgası empedans tüp boyunca düzlemsel dalga olarak ilerler, numuneye çarpar ve numuneden geri yansır. Malzemenin ses yutuculuk katsayısı, iki ayrı konumda bulunan sabit iki mikrofonun frekansın fonksiyonu olarak ses basınçlarını ölçmesi ve iki kanallı dijital frekans analiz cihazını kullanarak kompleks transfer fonksiyonunun hesaplanması ile belirlenir (Süvari, 2012) ve (Küçükali Ozturk et al., 2020). Şekil 2.14'te Büyük ve küçük tüp tasarıma sahip iki sabit mikrofonlu empedans tüp ölçüm cihazı verilmiştir.



**Şekil 2.14.** Büyük ve küçük tüp tasarıma sahip iki sabit mikrofonlu empedans tüp ölçüm cihazı (Süvari, 2012)

Empedans tüp yönteminde pratikten farklı olarak ses dalgaları kumaş yüzeyine sadece dik yönde düzlemsel dalga olarak gelir, ancak yine de küçük numunelerle testin yapılabilmesi, uygulamanın kolay olması, testin kısa sürede yapılması ve testin sonucunda doğru hassas karşılaştırılabilir sonuçlar elde edilmesi sebebiyle diğer test yöntemlerine göre avantaj sağlamaktadır (Aso & Kinoshita, 1963).

Yankılanma (çınlanım) odası yönteminde, özel olarak tasarlanmış bir yankılama odasında çıkan sesin çınlanma süresi, ses yutum malzemesinin ortama yerleştirilmesinden önce ve sonra ölçülür. Bu sayede numunenin ses yutuculuk katsayısı



belirlenir. Yankılanma (çınlanım) süresi ( $T_{60}$ ), ses seviyesinin 60 dB azalması için gereken süre olarak ifade edilir (Küçükali Ozturk et al., 2020). Ölçümler özel tasarlanmış yankılama odasında yapıldığı için büyük test örneklerine ihtiyaç duyulur. Yöntemde pratiğe uygun olacak şekilde ses dalgalarının kumaş üzerine farklı açılarla gelmesi sağlanır (Aso & Kinoshita, 1963) ve Astm C 423-2017 standardına göre ölçüm (numune boyutu en az 6,69 m<sup>2</sup> ve üzeri) yapılır. Farklı açılarda ses dalgalarına maruz kalan malzemenin ses yutuculuk katsayısı değeri ölçülür. Şekil 2.15'te yankılama/çınlanım odası test yöntemi verilmiştir.



**Şekil 2.15.** Yankılama/çınlanım odası test yöntemi (Tübitak UME, 2021)

Bu ölçümler sonunda, her bir frekans değeri için elde edilen ses yutum katsayısı değerleri kullanılarak tek bir değer olan gürültü azaltım katsayısı (NRC) hesaplanabilir. NRC değeri, malzemelerin ses yutuculuk özelliklerini tek bir rakam ile ifade etmek için kullanılmaktadır. NRC değeri, malzemenin 250, 500, 1000 ve 2000 Hz frekanslarında ölçülen ses yutuculuk katsayılarının aritmetik ortalamasıdır (Zent & Long, 2007), (Süvari, 2012), (Lee & Joo, 2004).

## 2.5. Dokusuz Yüzey Tekstil Malzemelerinin Akustik Özellikleri ile İlgili Yapılan Araştırmalar

(Süvari, 2012)'nin yaptığı çalışmada; ses yutuculuk özelliği geliştirilmiş dokusuz yüzey malzemeden oluşan kompozit yapılar ile ilgili tasarımlar ve bu tasarımların ses yutuculuk davranışı incelenmiştir. Farklı ada sayısına (1, 7, 19, 37, 108 ada lifi) sahip deniz içinde ada kesitli bikomponent lifler (deniz kısmı % 25 polietilen, ada kısmı % 75 poliamid 6) ile 100 g/m<sup>2</sup> ağırlıkta dokusuz yüzey malzemeler üretilmiştir. Deniz içinde ada kesitli bikomponent lif içeriğinden ada bileşeninin ayrılması ve dokusuz yüzeyi bir bütün olarak oluşturmak için belirlenen optimum enerji seviyesinde (67452 kJ/kg) su jetleri kullanılmıştır. En yüksek ses yutum katsayısı 108 ada lifine (lif çapı 1 µm'den daha düşük) sahip dokusuz yüzey kumaşta elde edilmiştir. Çalışmada aynı zamanda daha düşük frekans bölgede iyi ses yutuculuk özelliği elde etmek için üretilen çok katlı yapıda dokusuz yüzey sistemlerinin de ses yutum davranışları değerlendirilmiştir. Sınırlı hacim gerektiren bazı uygulama alanları için en iyi ses yutucu malzeme alternatifinin çok katlı yapıda 108 ada kesite sahip dokusuz yüzey olabileceği belirtilmiştir. Çalışmada ortam ve malzeme ilişkisi değerlendirilerek hacimli yapıda dokusuz yüzey (% 85 polyester ve % 15 polipropilen liflerinden oluşan 45 mm kalınlık, 350, 450 ve 525 g/m<sup>2</sup> ağırlıkta üç farklı dokusuz yüzey ve bu üç farklı dokusuz yüzeyin kendi içlerinde iki ve üç katlı olarak üst üste yerleştirilmesiyle oluşan 700, 900, 1050, 1350 ve 1575 g/m<sup>2</sup> ağırlıkta 5 farklı dokusuz yüzey ve 45 mm kalınlığın 5'er mm aralıklarla sıkıştırılmasıyla elde edilen 9 farklı dokusuz yüzey) sistemlerin ses yutum özelliği açıklanmaya çalışılmıştır. Ölçümlere göre, malzemenin katı hacim oranı ve frekansa bağlı olarak optimum malzeme kalınlığında en yüksek ses yutum katsayısı elde edildiği görülmüştür. Çalışmanın son bölümünde nanolif içerikli kompozit yapıda dokusuz yüzey sistemlerinin, ses yutum davranışında iyileştirme getirdiği görülmüş ve kullanım alanı önerilmiştir.

(Suvari et al., 2016)'nın yaptığı çalışmada; minimum kalınlıkta özel olarak tasarlanmış karmaşık lifli geometriye sahip high-loft dokusuz yüzeylerin ses yutuculuk özellikleri incelenmiştir. Taban ağırlığına göre değişen üç farklı polipropilen ve polyester lif içerikli high-loft, hava ile serilmiş ve termal olarak bağlanmış dokusuz yüzeyler (% 85 PET % 15 PET/PP içerikli 45 mm kalınlık ve 350, 450 ve 525 g/m<sup>2</sup> ağırlıkta)

üretimiştir. Bu üç dokusuz yüzeyin iki ve üç kat yerleşimi ile özel olarak tasarlanmış bir kalıp kullanılarak çeşitli kalınlıklarda (5 ile 45 mm arasında) ve daha yüksek ağırlıkta (700, 900, 1050, 1350 ve 1575 g/m<sup>2</sup>) high-loft dokusuz yüzeyler oluşturulmuş ve oluşturulan dokusuz yüzeylerin ağırlık (Astm D 3776-07), kalınlık (Astm D 5729-97), hava geçirgenliği (Astm D 737-04) ve ses yutuculuk katsayıları (Astm E 1050-08, empedans tüp yöntemi) ölçülmüştür. High-loft dokusuz yüzeylerin akustik davranışı, high-loft dokusuz yüzeydeki küçük hava hacimlerinin yer değiştirmeleri ve empedans tüpündeki hava hızları analiz edilerek açıklanmıştır. Sonuçlar, lifli yapı içindeki küçük hava hacimlerin hızının ve toplam yer değiştirmesinin ses yutuculuk üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. High-loft dokusuz yüzeyler, havanın ortalama maksimum hızının en yüksek hesaplandığı kalınlıkta üretilirse, ses emilimi açısından çok daha etkili olabileceği belirtilmiştir. Daha fazla ses yutuculuk özelliği istenirse, daha ağır dokusuz yüzeyler üretilebileceği ve daha düşük kalınlıkta en yüksek ses yutuculuk elde etmek için ortalama en yüksek hava hızına bağlı olarak nispeten ağır dokusuz yüzeylerin (700 ile 1575 g/m<sup>2</sup>) hesaplanan kalınlık değerinden daha ince (5-10 mm) üretilebileceği belirtilmiştir.

(Suvari et al., 2019)'nin yaptığı çalışmada; kısmen hafif ve lifli ses yutucu yüzeylerin geliştirilmesine yönelik bikomponent lif üretim teknolojisine sahip eğirmeli bağlantı yöntemi kullanılarak farklı sayıda ada içeren (1, 19, 37 ve 108 ada lifi) deniz içinde ada kesitli bikomponent lifler (ada polimeri poliamid 6, deniz polimeri polietilen) üretilmiş, su jetleri ile işlem uygulanmış ve oluşan bu dokusuz yüzeylerin ses yutum davranışları incelenmiştir. Deniz polimerinin dokusuz yüzey malzemedan ayrılması için, çözme işlemi ile bir geri akış çözme düzeneği kullanılmıştır. Deniz polimerinin dokusuz yüzeyden ayrılmasından önce ve sonra dokusuz yüzey numunelerin ağırlık (Astm S 3776-07), kalınlık (Astm D 5729-97), katı hacim oranı, hava geçirgenliği (SDL atlas M021A, Astm D 737-04), gözenek boyutu ve ses yutum katsayıları (Astm E 1050-08) ölçülmüştür. Sonuçlar, deniz polimerinin ayrılmasının, ses yutum özelliğini olumlu yönde etkileyen daha fazla iki bileşenli filaman fibrilasyonuna yol açtığını göstermiştir. Daha yüksek sayıda ada lif kesitine sahip dokusuz yüzeyler, daha iyi ses yutum özellikleri göstermiştir. Bu çalışmada verilen yöntemle (deniz içinde ada kesitli liflerin

kullanıldığı dokusuz yüzeylerden çözme işlemi ile deniz polimerinin uzaklaşması) daha hafif ve lifli akustik dokusuz yüzeylerin elde edilebileceği gösterilmiştir.

(Lee & Joo, 2003)'nin yaptığı çalışmada; geleneksel malzemelere göre uygun maliyetli ve çevresel koruma sağlayan geri dönüştürülmüş farklı kalınlıklarda polyester lifi (1.25, 2, ve 7 denye polyester lifleri-PET ve 6 denye düşük erime sıcaklığına sahip polyester lifleri-LMP) kullanılarak ısıl fiksaj ile üretilmiş % 60 PET % 40 LMP içerikli 5 farklı dokusuz yüzey, % 50 PET % 50 LMP, % 40 PET % 60 LMP, % 30 PET % 70 LMP içerikli toplam 8 farklı dokusuz yüzeyin ve ilave olarak oryantasyon açıları 0-35-45-90 derece değişen 4 farklı dokusuz yüzeyin ses yutum davranışı incelenmiştir. Öte taraftan bu dokusuz yüzeyler ile birlikte farklı kalınlıklarda 0.03 mm PP film, 0.08 mm PP film, 0,03 mm alüminyum folyo ve 0,58 mm spunbond dokusuz yüzey malzemeler birleştirilerek (üstüne kaplanarak veya içine yerleştirilerek) 6 farklı çok katlı kompozit yapı elde edilmiş ve ses yutuculuk davranışı incelenmiştir. Ses yutum davranışı (çift mikrofonlu empedans tüp yöntemi, 16 - 5600 Hz frekans, Astm E 1050-08 standardına göre) ses yutum katsayısı ölçümü ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda, lif özellikleri ve dokusuz yüzey özelliklerinin ses yutum davranışı üzerindeki etkisi incelendiğinde, düşük erime sıcaklığına sahip polyester lifinin dokusuz yüzeydeki miktarının artması ile kumaş kalınlığının azaldığı (fikse prosesinde dokusuz yüzey çeker ve mikro yapıdaki boşluklar zarar görür) ve özellikle 2000 – 3500 Hz frekans aralığında ses yutuculuk özelliğini düşürdüğü görülmüştür. Farklı oryantasyon açılı dokusuz yüzeyler kendi içinde değerlendirildiğinde, farklı oryantasyon açılı dokusuz yüzey kumaşlar arasında ses yutum katsayılarında küçük farklar görülürken, 90 derece oryantasyonlu dokusuz yüzey orta katman olarak kullanıldığında yüksek oryantasyon sebebiyle daha küçük boşlukların oluştuğu ve en yüksek ses yutum katsayısı elde edildiği görülmüştür. Farklı lif oranı ve farklı kalınlıktaki liflerin etkisi incelendiğinde, ince lif miktarının artmasıyla ses yutum özelliklerinin arttığı, 750 Hz frekansta en büyük farkın görüldüğü ve 1500 Hz üzeri frekanslarda bu numunelerin yüksek ses yutuculuk katsayısı (0,8-1) sergilemesi sebebiyle ses yutum davranışında önemli farklılık görülmemiştir. PP film, alüminyum folyo ve spunbond dokusuz yüzey ile elde edilmiş kompozit yapıların ses yutum davranışı incelendiğinde, genel olarak PP film, alüminyum folyo ve spunbond dokusuz yüzey malzemelerle kaplanan ve içine yerleştirilen tüm kompozit yapılarda klasik

işlemsiz dokusuz yüzeylere göre 1750 Hz frekanstan daha düşük frekanslarda ses yutum katsayısında artış, yüksek frekanslarda özellikle PP film ve alüminyum folyo ile kaplanan kompozit yapıda ani düşüş eğilmi görülmüştür. Yüksek frekanstaki bu düşüş, çakışma etkisi olarak tanımlanan kompozit numuneye etki eden ses dalga boyu ile kompozit yapıdaki eğilme dalga boyu çakıştığında oluşan rezonans olayı ile açıklanmıştır.

(Lee & Joo, 2004)'nin yaptığı çalışmada; farklı kalınlıklara sahip (düşük erime sıcaklığına sahip liflerinin inceliği 6 denye; diğer liflerin inceliği ise 0.05, 2, 3, 7 denye; tüm liflerin uzunluğu 42 mm) 5 farklı geri dönüştürülmüş PET lifi kullanılarak ısıfiksaj ile dokusuz yüzeyler elde edilmiş ve dokusuz yüzeylerin ses yutum davranışları (empedans tüp yöntemi, 125 – 2500 Hz frekans, Astm E 1050-08) incelenmiştir. Çalışma sonucunda, dokusuz yüzey içeriğinde 0,05 denye gibi çok ince olan lif miktarının artışıyla toplam lif yüzey alanının arttığı ve sürtünmenin artması ve liflerin titreşimiyle ses enerjisinin kaybolduğu ve dolayısıyla ses yutum özelliklerinde iyileşme görüldüğü belirtilmiştir. Kumaş kalınlığı arttıkça, genel olarak ses yutum davranışında artış görülmüş ve artışın düşük frekanslarda çok daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Genel olarak dokusuz yüzey kalınlığının artması ve frekansın artışı ile birlikte artan ses yutum davranışı görülmüştür. Ancak, gelen ses dalga boyu dokusuz yüzeyin kalınlığından fazla olduğunda artan kalınlığın bir önemi olmadığı belirtilmiştir. Farklı açılarda oryantasyona sahip dokusuz yüzeyler değerlendirildiğinde, yüksek oryantasyon açısına sahip dokusuz yüzeylerde daha küçük boşluklar oluştuğu için daha yüksek ses yutum katsayısı elde edildiği ve düşük ve yüksek frekanslarda önemli bir ses yutum katsayısı değişimi görülmediği belirtilmiştir. Dokusuz yüzeylerin farklı kalınlıkta PP film ve alüminyum filmle kaplanması sonucunda oluşan kompozit yapıların ses yutuculuk katsayıları incelendiğinde, düşük ve orta frekansta artış, yüksek frekansta ise düşüş görülmüştür. Sonuç olarak; dokusuz yüzeylerin ses yutum özelliklerini etkileyen en önemli parametrelerin, dokusuz yüzey kalınlığı ve yüzey karakteristiği olduğu belirtilmiştir. Dokusuz yüzey lif içeriğinin ses yutum davranışı üzerinde çok az bir öneme sahip olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda, film gibi bir malzemeye birleştirilen dokusuz yüzey ile bir kompozit yapı oluşturulduğunda ses yutum özelliklerinin düşük ve orta frekansta artış gösterdiği belirtilmiştir.

(Hui & Fan, 2009)'nın yaptığı çalışmada; 40,1 µm lif çapına sahip kenevir lifi kullanılarak oluşturulan dokusuz yüzey yapılarında lif inceliği (13.7, 13.8, 12.8, 40.1 µm), yapı içerisindeki lif yoğunluğu (40.8, 71.3, 91.7, 117.2 kg/m<sup>3</sup>), kumaş kalınlığı (10, 15, 20 cm) ve arka hava boşluğu (2.5, 5, 10, 15 cm) parametrelerinin ses yutum davranışı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Aynı zamanda kenevir dokusuz yüzey yapılarla kıyaslama yapmak için farklı lif çaplarına sahip akrilik (13,7 µm), yün (13,8 µm) ve pamuk (12,8 µm) lifinden dokusuz yüzey yapılar üretilerek ses yutum davranışı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, dokusuz yüzey yoğunluğunun artması, kalınlığın artması, arka hava boşluğunun artması ve lif inceliğinin artması ile özellikle 125-2000 Hz frekansta ses yutum katsayısı değerlerinin arttığı görülmüştür. Dokusuz yüzeydeki yoğunluğun artmasıyla, hava geçişine karşı direnç artar ve liflerin titreşimi ile ses yutum özelliği sağlandığı belirtilmiştir. Lifler birbiriyle karşılaştırıldığında, en büyük lif çapına sahip olan kenevir içerikli dokusuz yüzey en düşük ses yutum davranışı gösterirken diğer liflerin çapları birbirine çok yakın olduğu için ses yutum davranışları benzer sonuçlar göstermiştir.

(Teli et al., 2007)'nin yaptığı çalışmada; farklı liflerden (polyester, polipropilen, pamuk, viskoz) üretilen 9 farklı dokusuz yüzeyde ses frekansı, ses kaynağı ile test numunesi arası uzaklık, hava geçirgenliği, kumaş kalınlığı, kumaş ağırlığı parametrelerinin ses yutum davranışları üzerine etkisi araştırılmıştır. En iyi ses yutum özelliği, düşük hava geçirgenliği ve yüksek birim alan kütlesine (birim hacimde daha fazla lif) sahip polyester dokusuz yüzeyde elde edilmiştir. Polyester kumaştan sonra en iyi ses yutum özelliği (pamuk lifinden dolayı) yüksek hava geçirgenliğine sahip pamuk dokusuz yüzey kumaşta elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, artan frekans değeri, artan ağırlık ve düşük hava geçirgenliği ile birlikte ses yutum özelliğinin iyileştiği görülmüştür.

(Na et al., 2007)'nin yaptığı çalışmada; yüksek lif yüzey alanına sahip mikro liflerden oluşan ağırlığı 176-532 g/m<sup>2</sup> aralığında olan 5 farklı yapıda dokuma ve örme kumaşların ses yutuculuk özellikleri incelenmiştir. Çınlama süresi test sonuçlarına göre oda içerisinde kumaşın bulunmasıyla ses dalgalarının kumaş tarafından yutulduğu ve çınlama süresinin düştüğü belirtilmiştir. En düşük ses yutum katsayısı büyük gözeneklere sahip olan örme yapıdaki mesh kumaşta görülmüştür. Kumaş kalınlığı fazla olan mikro liflerden oluşan kumaşların ses yutum katsayısı düşük frekans bölgesinde daha

yüksek çıkmıştır. Kumaş yoğunluğu arttıkça, özellikle yüksek frekansta ses yutuculuk özelliğın arttığı görülmüştür. Ses yutuculuk davranış üzerinde kalınlık ve ağırlığa göre kumaş yoğunluğun etkisinin daha belirgin olduğu belirtilmiştir. Daha yoğun kumaşlar yüksek frekansda daha iyi ses yutum özelliğı göstermiştir. Çalışma sonucunda, gürültü azaltma uygulamaları için mikro liflerden oluşan ince ve hafif yapıda malzemelerin etkili bir alternatif olacağı belirtilmiştir.

(Zent & Long, 2007) yaptığı çalışmada; otomotiv uygulamalarında ses yutucu malzeme olarak kullanılan farklı kalınlık (6,4-36,5 mm) ve farklı malzemelerden (pamuk ve geri dönüştürülmüş lif içerikli iğneleme yöntemiyle elde edilmiş dokusuz yüzeyler, PET lifi içerikli dokusuz yüzeyler, mikrolif içerikli hafif dokusuz yüzeyler, film tabakası veya lifli kaplama tabakası içeren malzemeler, cam yünü malzemesi gibi) oluşan 128 farklı malzemenin ses yutuculuk özellikleri (Alpha Cabin çınlama odası test standardına göre ses alanındaki azalma ölçülerek) incelenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, genel olarak malzemenin kalınlığı arttıkça ses yutuculuk davranışında artış eğilimi görülmüştür. Fakat malzemenin ses yutuculuk özelliğı değerlendirilirken kalınlık ile birlikte hava akış direnci de dikkate alınmalıdır. Daha düşük kalınlığa sahip lifli bir malzeme hava akış direnci daha yüksek çıktığı (daha ince olmasına rağmen) için ses yutuculuk davranışının daha iyi çıktığı ve benzer hava akış direncine sahip malzemede ise kalın olan malzemede daha yüksek ses yutum değerleri elde edildiğı görülmüştür. Aynı zamanda kalın ve ince malzemelerde belirli bir seviyeye kadar hava akışı direnci arttığında ortalama ses yutum katsayısında da artış elde edildiğı, kalın malzemelerde limit hava akış direncinin daha geniş bir aralıkta değıştiğı ve tüm malzeme kalınlıkları için sabit tek bir hava akış direnci değeri olmadığı tespit edilmiştir. Malzeme cinsinin (cam yünü, PET, pamuk gibi) ses yutum davranışı üzerindeki etkisi incelendiğinde çok büyük bir etkinin görülmediğı ve malzeme yapısının daha önemli olduğu görülmüştür. Öte yandan, farklı frekanslarda malzemenin ses yutuculuk özelliğini geliştirebilmek için malzemenin hava akış direnci arttırılarak, yüksek frekansta düşük ses yutuculuk davranışına karşılık, düşük frekanslarda yüksek ses yutuculuk davranışı elde edilebilir olduğu belirtilmiştir.

(Su et al., 2011)'nin yaptığı çalışmada; dokusuz yüzeylerin kalınlık ve yoğunluk parametrelerinin ses yutum kapasitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma

sonucunda, dokusuz yüzeylerin kalınlığının artmasıyla özellikle orta ve düşük frekanslarda ses yutum özelliklerinin arttığı görülmüştür.

(Wang & Torng, 2001)'nin yaptığı çalışmada; cam ve kaya yünü gibi farklı yoğunluklarda (32, 48, 100, 112, 40, 60, 80, 100 kg/m<sup>3</sup>) gözenekli lifli malzemelerin hava akış direnci, gözeneklilik ve ses yutuculuk katsayıları incelenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, artan yoğunluk ile artan hava akış direnci elde edildiği görülmüştür. Farklı yoğunluklara sahip cam ve kaya yünü malzemelerinin gözeneklilik değeri 0,92 – 0,99 olarak ölçülmüş ve benzer ses yutuculuk davranışları göstermiştir. Ses yutuculuk katsayısı, artan kalınlık ile özellikle düşük frekanslarda artış göstermiştir.

(Tascan & Vaughn, 2008a)'nin yaptığı çalışmada, iki farklı lif kalınlığı (3 denye ve 15 denye), üç farklı lif kesitli (dairesele, trilobal ve kanallı-4DG) lifler yapıya dik olarak (toplam yüzey alanını arttırmak için) yerleştirilerek oluşturulan beş farklı dokusuz yüzeyin (% 65 PET, % 35 LMP) (0,07-1,15 g/cm<sup>3</sup> yoğunluk aralığında) ses yutum davranışı incelenmiştir. (Tascan & Vaughn, 2008b)'nin yaptığı çalışmada ise iğneleme tekniği ile elde edilmiş 0,09-1,18 g/cm<sup>3</sup> yoğunluklu dokusuz yüzeylerin ses yutum davranışı incelenmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre, en düşük hava geçirgenliği kanallı-4DG lifli dokusuz yüzeyde (birim hacimde daha fazla yüzey alanı) elde edilirken, en yüksek hava geçirgenliği dairesele kesit lifli dokusuz yüzeyde (birim hacimde daha az yüzey alanı) elde edilmiştir. Ölçüm yapılan 73-2000 Hz frekans aralığı için, en yüksek ses yalıtım değeri kanallı-4DG lifli dokusuz yüzeyde elde edilirken, en düşük ses yalıtım değeri dairesele kesitli dokusuz yüzeyde elde edilmiştir. Lif inceliğinin ses yalıtımı üzerindeki etkisine bakıldığında, 3 denye dairesele lifli dokusuz yüzeyde ince lif kullanımı ile birim hacimde lif sayısının artması ve lif-ses dalgası etkileşiminin artması sebebiyle ses yalıtım değerinin daha yüksek çıktığı görülmüştür. Dokusuz yüzeylerin yoğunlukları karşılaştırıldığında, yüksek yoğunluklu dokusuz yüzeylerin ses yalıtım değerlerinin düşük yoğunluklu dokusuz yüzeylere göre daha yüksek (birim hacimde lifler arasında daha küçük hava boşlukları olması sebebiyle) olduğu görülmüş ancak aşırı sık lif yerleşiminin ses yalıtımı yerine ses yansımaya sebep olduğu belirtilmiştir. 1,15 g/cm<sup>3</sup> yoğunluklu dikey yerleştirilmiş dokusuz yüzey ve 1,18 g/cm<sup>3</sup> yoğunluklu iğnelemeli dokusuz yüzeydeki lifler çok sıkı bir yapıda olduğu için ezilmiştir ve dokusuz yüzey malzemeler plastik film gibi davranarak ses yutumu yerine sesin



çoğunlukla yansımaya sebep olmuştur, bu da istenmeyen gürültü kirliliğini ortaya çıkarmaktadır.

(Palak et al., 2020)'nın yaptığı çalışmada; iki farklı ağırlıkta (400 ve 600 g/m<sup>2</sup>) polyester lifinden oluşan iğnelemeli dokusuz yüzeylerin (% 80 PET % 20 LMP) üst yüzeylerine elektroegirme ile elde edilmiş termoplastik poliüretan içerikli 60 g/m<sup>2</sup> ağırlıkta nanolif membran yerleştirilmesiyle oluşan yapının ses yutum özellikleri incelenmiştir. Dokusuz yüzey yapıların ağırlık (Astm D 6242) ve ses yutum katsayısı (iki mikrofonlu empedans tüpü yöntemi, Astm E 1050, 50-6400 Hz aralığında) ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler sonucunda, nanolif membranların dokusuz yüzeylerle birleştirilmesiyle 1000 Hz'den daha düşük frekanslarda ses yutum katsayısını iki kattan fazla oranda arttırdığı görülmüştür. Aynı zamanda 460 g/m<sup>2</sup> ağırlıkta olan nanolif membran takviyeli dokusuz yüzeyin ses yutum performansı, 600 g/m<sup>2</sup> ağırlıkta dokusuz yüzey ile benzer davranış göstermiştir. 1000 Hz'den yüksek frekans bölgede en düşük ses yutum katsayısı 400 g/m<sup>2</sup> dokusuz yüzeyde görülürken, nanolif membran takviyesinden sonra ses yutum katsayısı 1,5-2 kat artmıştır. Çalışma sonucunda, dokusuz yüzey kalınlığını ve ağırlığını arttırmadan nanolif membran takviyesi ile dokusuz yüzeylerin ses yutum davranışlarının geliştirilebilir olduğu gösterilmiştir.

(Kocatepe, 2019)'nın yaptığı çalışmada; doğal hammadde olarak tavuk tüyü kullanılarak dokusuz yüzey ses emici malzemeler üretilmiştir. Bu kapsamda, tavuk tüylerinin temizlenmesi, lif haline getirilmesi, liflerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi ve bu liflerden oluşturulan ses emici özellikte malzemelerin yapısal özellikleri ve ses yutum davranışı incelenmiştir. Çalışma sonucunda, ses izolasyon özellikleri (ses yutuculuk katsayısı ve ses iletim kaybı) incelendiğinde, tavuk tüyü lifi boşluklu içyapısı sebebiyle çift gözenekli yapıya sahip dokusuz yüzeylerin yüksek ses yutum davranışı sergilediği görülmüştür.

(Belakova et al., 2018)'nin yaptığı çalışmada; kenevir (ağırlıkça % 40) ve poliaktid (ağırlıkça % 60) dokusuz yüzeylerin yoğunluğu, kalınlığı, kat sayısının 50-5000 Hz frekans aralığında ses yutum katsayısı ve ses iletim kaybı (En Iso 10534-2:2002) üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmadaki numunelerin ses yalıtım özellikleri pratik uygulamalarla karşılaştırılmış ve olası kullanım yerleri tanımlanmıştır. Test edilen tüm

numuneler (A, B ve D) karşılaştırıldığında, B numunesinin yüzey yoğunluğu, A numunesinin 1,22 katı ve D numunesinin 1,15 katıdır. Dokusuz yüzey kumaşlar iki katman halinde üst üste yerleştirildiğinde, frekansa bağlı olarak C, D ve E ses yutma sınıflarına karşılık gelen malzemenin ses yutma katsayısını artırmak mümkün olmuştur. A numunesi, 250-2000 Hz frekans aralığında diğer numunelere göre en iyi ses emilimi göstermiştir. 50-5000 Hz frekans aralığında, ses iletim kaybı 0,76 (63 Hz D numunesi) ile 3,90 (5000 Hz B numunesi) arasında değişmiştir.

(Kaya & Dalgar, 2017) ve (Küçükali Ozturk et al., 2020)'nın yaptığı çalışmada; sürdürülebilir doğal ses yutucu malzemelerinin özellikleri incelenerek literatürde yapılan çalışmalar özetlenmiştir. (Kaya & Dalgar, 2017) çalışmasında, kenevir, odun, kenaf, hindistan cevizi, kabak, çay yaprağı, hurma ağacı, koyunyünü liflerinin 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz frekanslardaki ses yutum davranışları özetlenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, doğal liflerin fiziksel özelliklerinin artmasıyla belirli sınırlar içerisinde artan ses yutum davranışı görülmüştür. Artan lif kalınlığı ile düşük frekanslarda artan ses yalıtım özelliği görülmüştür. Özellikle 1000 Hz ve üstü frekanslarda kalınlık arttıkça darbe titreşimlerinin engelleme özelliği artmıştır. 6 cm kalınlık  $50 \text{ kg/m}^3$  yoğunluk ve 4 cm kalınlık  $100 \text{ kg/m}^3$  yoğunluklu kenaf lif içerikli dokusuz yüzeyler için 1600 Hz-3600 Hz frekanslarda ortalama 0,91 oranında ses yutuculuk katsayısı ile oldukça yüksek değerler elde edilmiştir (Berardi & Iannace, 2015). 10 mm kalınlık  $650 \text{ kg/m}^3$  yoğunluktaki odun lif içerikli materyalin ses yutum davranışı incelendiğinde, 1500 Hz'e kadar lineer artış göstererek (ses yutum katsayısı 0,81), 2000-3800 Hz'e kadar 0,82 değerinde devam ederek, 4000 Hz'de 0,84 değerine (en yüksek değer) ulaştığı görülmüştür (Kaya, 2015). Kenevir lifi malzemenin ( $100 \text{ kg/m}^3$ ,  $126 \text{ kg/m}^3$ ,  $164 \text{ kg/m}^3$ ) akustik özelliği değerlendirildiğinde,  $164 \text{ kg/m}^3$  malzeme için 500 Hz'e kadar doğrusal artış, 600 Hz-1000 Hz arasında düşüş eğilimi (0,62'e kadar), 1000 Hz'den sonra artış eğilimi ile 2000 Hz'de en yüksek ses yutuculuk değerine (0,82) ulaştığı belirtilmiştir. En yüksek ses yutum değeri (0,98), 2000 Hz'de  $126 \text{ kg/m}^3$  kenevir lifli malzeme olduğu belirtilmiştir (Kinnane et al., 2016). Hindistan cevizi lifinin akustik özellikleri değerlendirildiğinde, 10 mm kalınlıkta yeterli olmayan bir ses yutum davranış gösterirken, 20 mm kalınlıkta özellikle 2500 Hz üstü frekans değerlerinde en yüksek ses yutum değerinin (0,98) elde edildiği belirtilmiştir

(Zulkifli et al., 2010). Hurma ağacı lifi malzemenin (lif çapı 0,408 mm, kalınlık 12 mm, 23 mm, 30 mm) akustik özelliği değerlendirildiğinde, nominal sıkıştırma oranı daha yüksek olan 30 mm numunede gözeneklerin azalması sonucu en yüksek ses yutum değeri 0,50 olarak elde edilirken 23 mm malzeme ise 2800 Hz'de 0,68 ses yutum değerinin elde edildiği belirtilmiştir (Elwaleed et al., 2013). Çay yaprağı lifi malzemesinin (10 mm, 20 mm, 30 mm) akustik özellikleri değerlendirildiğinde; sentetik lifli malzemeye göre 20 mm kalınlıktaki malzemenin 500-3200 Hz aralığında, 30 mm kalınlığındaki malzemenin ise 500-2400 Hz frekans aralığında daha iyi ses yutum davranışı gösterdiği belirtilmiştir. 10 mm kalınlıktaki malzeme doğrusal artış 6000 Hz'ye kadar devam ederken, 30 mm kalınlıktaki malzeme en yüksek ses yutum değeri 2000 Hz frekansta görülmüş ve 2000-6000 Hz aralığında bu davranışın sabit kaldığı görülmüştür. 20 mm kalınlıktaki malzeme ise en yüksek ses yutum değeri (0,95) 4000 Hz'de elde edildiği belirtilmiştir (Ersoy & Küçük, 2009). Kabak lifinin akustik özellikleri değerlendirildiğinde, 500-6000 Hz aralığında ses yutum değerinin doğrusal olarak arttığı ve kabak lifinin kompozit malzemelerde kullanılabileceği ve böylece ses yutum davranışına olumlu katkı sağlayacağı belirtilmiştir (Koruk & Genc, 2015). 22 µm ve 35 µm çapında, 10-100 kg/m<sup>3</sup> yoğunluğunda ve 6-150 mm kalınlığında olan yün liflerinin akustik özellikleri değerlendirildiğinde, numune kalınlığı arttıkça ses yutum özelliğinin artış gösterdiği belirtilmiştir. 4 cm kalınlıkta koyun yünü liflerinden oluşan numune lineer artış sergileyerek 1800 Hz frekansta en yüksek değere ulaşırken (0,97), 6 cm numune ise 800 Hz frekansta en yüksek ses yutum değeri (0,98) elde edilmiş ve bu kalınlıklarda üretilen koyun lifinden oluşan ses yutucu malzemelerin ideal olduğu belirtilmiştir (Berardi & Iannace, 2015).

(Özkal, 2019)'nın yaptığı çalışmada; geri dönüştürülmüş malzemeler kullanılarak (polyester tekstil atıkları ve polyester şişe atıkları) iğneleme yöntemiyle elde edilen 6 farklı dokusuz yüzeye, elektroçirme yöntemiyle oluşturulan poliüretan içerikli (PU) (% 13 ve % 15 konsantrasyon) iki farklı nanolif (296,5 ve 509,9 nm lif çapı) eklenerek üretilen kompozit ve sandviç malzemelerin ses yutuculuk katsayısı (SYK) değerleri ölçülmüş ve gürültü azaltma katsayıları (GAK) hesaplanmıştır. Malzeme yapısı, lif çapı ve üretim süresinin ses yutuculuk katsayısı (Ts En Iso 10534-2) ve gürültü azaltma katsayıları (Astm C 423) üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Dokusuz yüzeylerin

ağırlık, kalınlık ve hava geçirgenlik değerleri ölçülerek bu değerler ile gürültü azaltma katsayısı arasındaki ilişki incelenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, düşük frekans bölgelerinde nanoliflerin dokusuz yüzeylere göre daha iyi ses yutum davranışı gösterdiği görülmüştür. İnce nonlifler düşük frekansta, kalın nanolifler yüksek frekansta daha yüksek ses yutuculuk katsayısı değeri elde edildiği için ince nanolifler daha yüksek gürültü azaltım katsayısı değerleri elde edilmiştir. Artan nanolif yüzey kalınlığı ve malzeme kalınlığı ile özellikle düşük frekanslarda daha iyi ses yutum davranışı görülmüştür. Nanolif katkılı polyester şişe atıklarından oluşan dokusuz yüzeylerin gürültü azaltma katsayısı değerinin (nanolif takviyeli tekstil atıklarından oluşan dokusuz yüzeylere göre) daha yüksek elde edildiği belirtilmiştir.

(Thirumurugan & RameshKumar, 2020)'nın yaptığı çalışmada; geri dönüştürülmüş polietilen tereftalat (r-PET), jüt ve keten liflerinden yapılan kumaşların akustik özellikleri incelenmiştir. Altı farklı karışım oranı (%100 r-PET, %100 Jüt, %100 keten, %25 jüt-%25 keten-%50 r-PET, %50 jüt-%25 keten-%25 r-PET, %25 jüt-%50 keten-%25 r-PET) ve farklı birim alan kütlelerinde 200 g/m<sup>2</sup>, 400 g/m<sup>2</sup>, 600 g/m<sup>2</sup> iğneleme tekniğiyle dokusuz yüzey kumaşlar üretilmiş ve kalınlık (Astm D 1772), gözenek boyutu, hava geçirgenliği (Astm D 4491-92), ses yutum katsayısı (Astm E 1050-98) değerleri ölçülmüştür. İğnelenmiş %50 jüt-25 keten-%25 r-PET dokusuz yüzey kumaşın ses emilimi, altı numune arasında daha iyi performans göstermiştir. Numunelerin ağırlıklarındaki artış, ses yutum değerlerini de arttırmıştır. Tüm numuneler arasında, %50 jüt-%25 keten-%25 r-PET dokusuz yüzey numune, geliştirilmiş dijital ses azaltma test cihazında ve ticari empedans tüpü ses absorpsiyon katsayısı değerinde iyi akustik özellik göstermiştir. Anova matematiksel modeli, dijital ses azaltma test cihazında giriş ve çıkış sinyali arasında önemli bir fark olduğunu göstermiştir. Elde edilen sonuçlardan, dokusuz yüzey kumaşların ses yutum özelliğinin lif türleri ve kumaş ağırlığı ile arttığı ve azaldığı tespit edilmiştir. Jüt dokusuz yüzey kumaş, çeşitli endüstriyel uygulamalar için iyi bir ses azaltma malzemesi olarak kullanılabilir olduğu bildirilmiştir.

(Velayutham et al., 2021)'nin yaptığı çalışmada; kapok, jüt, keten, viskon, polyester, polipropilen ve geri dönüştürülmüş polietilen tereftalat lifleri kullanılarak iğneleme tekniği kullanılarak %100 kompozisyon ve 200 g/m<sup>2</sup> ağırlıkta dokusuz yüzey numuneler geliştirilmiştir. Ses yutma özelliği, özel olarak tasarlanmış dijital ses yutma

test cihazı ile test edilmiştir. Doğrulamak için empedans tüp cihazında 63 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 5000 Hz, 6300 Hz frekanslarında ses yutum katsayısı (ACE) ölçülmüştür. Bu araştırma çalışmasında lif tipinin, kumaştaki katman sayısının, numune kalınlığının, alan yoğunluğunun, hava geçirgenliğinin ve gözenek boyutunun ses yutma kapasitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deneysel sonuçlar, yüksek kompakt yapısı, daha yüksek kalınlığı, daha az hava geçirgenliği ve daha düşük ortalama akış çapı ile % 100 kapok dokusuz yüzey numunenin diğer numunelere göre daha iyi ses emme özelliği (6300 Hz frekansta 0,35 değeri ile ses yutum özelliği) sergilediğini ve otomotiv uygulamalarında iç mekân için en uygun malzeme olduğunu göstermiştir.

(Gai et al., 2020)'nın yaptığı çalışmada; mikro delikli panellerin yerini alabilecek düşük maliyet, esneklik, uygun kalıplama ve iyi ses yutum özelliklerine sahip olan dokusuz yüzey malzemeler önerilmiştir. Ses yutum özellikleri, empedans tüpü yöntemine göre ölçülmüştür. Deneysel sonuçlar, dokusuz yüzey kumaşların ses yutum özelliklerinin ultra mikro panellerle benzer olduğunu göstermiştir. Dokusuz yüzey malzemelerden üç çeşit ses emici malzeme (içi boş silindirik, yelpaze şeklinde ve petek benzeri şekilde) yapılmıştır. Yankı odası sonuçlarına göre, petek benzeri ses yutucu malzemenin ses yutma kapasitesinin içi boş silindirik ve yelpaze şeklindeki ses yutuculardan daha iyi olduğunu göstermiştir. Dokusuz yüzey silindirik sınır tabakasının eklenmesi, yelpaze şeklindeki ve petek benzeri ses yutucu malzemenin ses yutum performansını daha da iyileştirebilir olduğu belirtilmiştir.

(Jayaraman, 2005)'nin yaptığı çalışmada; artan malzeme yoğunluğunun etkisiyle orta ve yüksek frekans bölgede artan ses yutum davranışından bahsedilmektedir. Birim alandaki artan yoğunluk ile lif sayısının arttığı belirtilmiştir. Lif sayısının artışıyla yüzey sürtünmesi sebebiyle enerji kaybı da artar ve ses yutum katsayısı değerinde artış görülür. Aynı zamanda, ses dalgalarının dokusuz yüzey yapı içerisine girebilmesi için hava boşluklarının olması gerekir. Dokusuz yüzey yapının yüzeyinde yeterli sayıda boşluklar bulunduğu takdirde ses dalgaları bu boşluklardan geçerek dokusuz yüzey yapı içinde yutulması sağlanır.

Yukarda da bahsedildiği üzere literatürde cam, taş yünü ve hacimli dokusuz yüzey yapıların ses yutuculuk özellikleri ile ilgili birçok yayın ve patent mevcuttur. Literatür incelendiğinde, ses yutucu malzemelerde akustik enerji sönümlemenin en büyük şartı, toplam lif yüzey alanının artırılması olduğu görülmektedir. Lifli ve gözenekli malzemelerin ses yutuculuğu gözenekleri üzerine dayanır. Birçok derin delikli içten bağlantılı gözenekler mevcuttur. Sesin yutulması, gözeneklerde var olan, küçük hava hacimlerinin ortamdaki ses dalgası vasıtasıyla titreşmesi ve liflerle çoğunlukla sürtünme yoluyla etkileşime girmesi sonucu akustik enerjinin ısı enerjisi olarak harcanması sonucu gerçekleşir. Ses dalgası gözenekli yapıya girdiği zaman, kendi ses frekansına göre, çok küçük hava hacimlerini gözenekli yapının boşluklarında salınım yaptırır. Bu küçük hava hacimleri liflerle temas halinde olduğundan sürtünme kayıpları olur, buda enerji kaybına yol açar. Bu sebeptendir ki lifli ve gözenekli malzemede toplam lif yüzeyi artışı ses yutuculuğu artırır.

Literatür araştırmaları sonucunda dokusuz yüzey malzemelerle ilgili birçok parametrenin ses yutum davranışı üzerindeki etkisinin incelendiği birçok çalışma olduğu görülmüş ve bunun üzerine dokuma kumaş yapıların ses yutum davranışı üzerindeki etkisini incelemek için araştırmalar devam ettirilmiştir.

## **2.6. Tekstil Malzemelerinin Akustik Özelliklerin Modellenmesi ile İlgili Yapılan Araştırmalar**

(Pieren et al., 2018)'nın yaptığı çalışmada; düz perdelerin ses yutuculuk katsayısının yayılım alanını tahmin etmek için mevcut modeller gözden geçirilmiştir. Perdeler için yarı ampirik bir yaklaşım kullanarak mevcut bir dizi model geliştirilmiştir. Serbest asılı perdeler de dâhil olmak üzere farklı arka plan koşullarını göz önünde bulunduran modeller geliştirilmiştir. Mevcut ve yeni modellerde öngörülen ses yutuculuk katsayıları, yankılanma odasında ölçülen verilerle karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Çalışmada, farklı kumaşlardan oluşan ve farklı dolgunluk seviyelerinde olan perdeler göz önünde bulundurulmuştur. Karşılaştırmalar, ölçülen ve öngörülen ses yutuculuk katsayıları arasında çok iyi bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Sadece sert arka plana sahip düz tekstillerin durumunu ortaya koyan mevcut ticari ses yutuculuk tahmin yazılımı ile karşılaştırıldığında, sunulan modellerin sonuçları ölçülen verilerle daha iyi

bir uyum sağlamış, daha geniş bir durum yelpazesini içine almıştır. Sunulan modellerin, yeni tekstillerin tasarım ve geliştirilmesinde ve oda akustik planlama sürecinde de uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

(Pieren & Heutschi, 2015)'nin yaptığı çalışmada; hafif çok katmanlı perdelerin ses yutum özelliğini öngören teorik bir model geliştirilmiştir. Perdenin kumaş katları, kumaşın içinden geçen titreşimi ve hava akışını tarif eden ayrı bir empedans ağıyla temsil edilir. Dağıtılmış elemanlar ile hava boşluklarının doğru modellenmesi ile eşdeğer devre yönteminin (EC) ve empedans transfer yönteminin (ITM) özdeş empedans ilişkileri sağladığı gözlemlenmiştir. Akustik olarak sert destekli ve desteksiz, yani serbestçe asılı olan perdeler için eğik oran ve istatistiksel absorpsiyon katsayısı için formül çıkarılmıştır. Model, bir dizi kumaş (24 hafif dokuma kumaştan oluşan) üzerinde yapılan ölçümlerle doğrulanmıştır. Ses yutuculuk katsayısı için,  $0.01 \pm 0.05$  ortalama değer ve standart sapma farklılıklarıyla mükemmel bir ilişki sağlanmıştır. Önerilen modele göre, hafif çok katmanlı perdelerin uygulanması için aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

- (1) Kumaşların ses kaynaklı titreşimleri, hafif perdelerin tasarımında akustik olarak ilgili bir özelliktir.
- (2) Bireysel katmanların optimal özgül hava akış dirençleri, kompakt bir analitik formda verilemeyebilir, ancak bir optimizasyon prosedürü ile belirlenmelidir.
- (3) Bir odanın dağınık alanına yerleştirilen perdeler tarafından yutulan ses enerjisi, bir duvarın önüne monte edilen benzer perdeler tarafından yutulan ile aynı büyüklükte olur.
- (4) Verilen kütle ve uzunluk için, çok katmanlı düzenlemeler, tek katmanlı perdelerle üstün performans gösterir.

(Pieren, 2012)'nin yaptığı çalışmada; arka planda hava boşluğuna sahip ince dokuma kumaşların akustik özelliklerini, hava akış direnci ve kütle yoğunluğu ile tanımlamak yerine eğik insidans ses yutuculuk katsayısı için teorik bir model geliştirilmiştir. Teorik model, eşdeğer bir elektrik devresi ile gösterilmiştir ve normal ses insidansı durumunda, üç kumaş tipi üzerindeki empedans tüpü ölçümlerinden elde edilen deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Yüzey kütle yoğunluğunun ses yutuculuk katsayısı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca, geometrik parametrelere dayalı dokuma kumaşların spesifik hava

akış direncini tahmin etmek için basit bir formül çıkarılmıştır. Farklı gözeneklere ve hava akış dirençlerine sahip 24 farklı kumaşın normal insidans emme katsayısı ve geometrik parametreleri ölçülmüş ve ses yutuculuk katsayısı tahmini için önerilen geometriye dayalı modeli doğrulamak için kullanılmıştır. Ölçülen ve tahmin edilen ses yutuculuk katsayıları, 0.03-0.10 arasındaki farkların ortalama değeri ve standart sapması ile mükemmel uyum göstermiştir. Bu nedenle model, amaçlanan ses yutuculuk katsayısına sahip yeni kumaşların tasarımı için uygun bulunmuştur.

(Tang & Yan, 2017)'nin yaptığı derleme çalışmada; lifli malzemelerin bu güne kadar geliştirilen modelleri ve akustik soğurma mekanizması ile ilgili son gelişmeler bir araya getirilmiştir. Ampirik yöntemler, makroskopik geometriye dayalı olarak akustik absorpsiyon katsayısını etkili bir şekilde tahmin edebilirken, mikroyapısal modeller mikroskobik özelliklere bağlıdır. Bildirilen teorik çalışmalardan, hava akış direncinin lifli yapıların akustik davranışında önemli bir rol oynadığı görülmüştür. Akustik soğurma katsayısının farkı, yukarıda bahsedilen modellere göre hava akış direnci ile açıklanabilmiştir. Bu nedenle akustik soğurucu malzemeler tasarlarırken hava akış direnci parametresine daha fazla dikkat edilmelidir. Çalışmada, gürültünün azaltılmasında çeşitli lifli malzemelerin uygulanması da gözden geçirilmiştir. Çeşitli lifler arasında, cam yünü, karbon elyafı ve bazalt elyafı içeren inorganik elyaflar, son yıllarda gürültü azaltmada kullanılmıştır. Alev geciktirici, yüksek sıcaklık direnci ve nem direnci gibi benzersiz avantajı ile metal lifler, aşırı gürültülü ortamlarda ses emilimi için yaygın olarak kullanılmıştır. Kapok, kenevir, hindistan cevizi, kenaf, luffa ve yün gibi doğal lifler çevre dostudur ve düşük üretim maliyetine sahiptir. Son zamanlarda, doğal lifli malzemelerin akustik davranışına ilişkin araştırmalar giderek artmaktadır. Sentetik liflerin morfolojisi, düzensiz kesite sahip lifler gibi daha iyi akustik emilim için yapay olarak tasarlanabilir. Doğal/sentetik hibrit elyaf düzenleri, tek bileşenli malzemelere göre kapsamlı bir avantajla akustik soğurma malzemelerinin geliştirilmesini de desteklemiştir. Yüksek özgül yüzey alanına sahip nanoliflerin, geleneksel lifli malzemelerden daha iyi akustik davranış sergilediği belirtilmiştir. Bununla birlikte, nanolifin üretim maliyeti pahalıdır ve üretim verimliliği nispeten düşüktür, bu da gelecek vaat eden uygulamaları sınırlandırmaktadır.



(Tang, Jeong, et al., 2018)'nın yaptığı çalışmada; tekstil malzemelerin ses yutum özelliğini tahmin etmek için bir parametre olarak kullanılan hava akış direnci ve hava geçirgenliğinden hesaplanan değerler karşılaştırılmış ve Iso 9237 ve Iso 9053 standartlarına göre ölçülen hava geçirgenliği değerinden hava akış direncini hesaplamak için bir yöntem geliştirilmiştir. Aynı zamanda, Pieren modeli tarafından tahmin edilen ses yutuculuk katsayıları (Pieren, 2012) empedans tüpü yöntemiyle yapılan ölçümlerle karşılaştırılmıştır. Çalışmada, 24 adet dokuma kumaşa hava geçirgenliği (Iso 9237 standardına göre basınç düşüşü 50, 100, 150 ve 200 Pa, test kumaş alanı 50 cm<sup>2</sup>), hava akış direnci (Iso 9053 standardına göre) ve ses yutuculuk katsayıları (empedans tüpü yöntemi Iso 10534-2 standardına göre) ölçülmüştür. Sonuçlar değerlendirildiğinde, ölçülen hava akış direnci değerleri, verilen basınç düşüşleri dikkate alınarak ölçülen hava geçirgenliğinden yola çıkılarak hesaplanan hava akış direnci değerlerine göre genel olarak daha düşük çıkmıştır. Pieren'in absorpsiyon modelini kullanarak, hava geçirgenliğine dayalı olarak hesaplanan hava akış direncinden tahmin edilen ses yutuculuk katsayıları, empedans tüpü ölçümleriyle, ölçülen hava akış direncinden tahmin edilenlerden daha iyi uyum sağlamıştır. Aynı zamanda, tekstil malzemeleri için tahmin edilen hava geçirgenliği değerlerinin, ölçülen hava akış direncinden daha doğru olduğu sonucuna varılmıştır.

(Cai et al., 2020)'nın yaptığı çalışmada; monofilament ipliklerden oluşan dokuma kumaşların ses yutum özelliğini tahmin etmek için Johnson-Champoux-Allard (JCA) modeline ve çoklu regresyona dayalı yeni ve güvenilir bir ampirik model geliştirilmiştir. Bu yeni modele dayalı olarak, dokuma kumaşın ses yutma performansı doğrudan geometrik parametrelerle elde edilebilmektedir. Çalışmada, bir dizi dokuma kumaş (poliamid 6 monofilament ipliklerden oluşan bezayağı, 2 atlamalı dimi, 3 atlamalı dimi örgüye sahip dokuma kumaşlar) için ayrıntılı 3D geometrik modeller oluşturulmuştur. JCA modelinin gerektirdiği geometrik kıvrımlılık, hava akış direnci ve gözeneklilik gibi parametrelerin ampirik formüllerini elde etmek için çoklu regresyon yöntemi uygulanmıştır. Empedans tüpü testinden (Iso 10534-2 standardına göre) elde edilen deneysel sonuçlar, sayısal tahminlerle iyi bir uyum içinde olduğunu göstermiştir. Çalışma sonucunda, ince hafif kumaşların, ses emiliminde geleneksel olarak kullanılan hacimli gözenekli malzemelerin yerini alabileceği gösterilmiştir.

(Prasetiyo et al., 2020)'nın yaptığı çalışmada; aynı hava akış direncine sahip olan ve olmayan çift katlı dokuma kumaş sistemi ele alınmış ve ses yutum performansının ayarlanmasında çift katlı dokuma kumaş sisteminde hava akış direncinin etkilerini göstermiştir. Tahmin modelini geliştirmek için Johnson-Champoux-Allard (JCA) formülasyonu ve transfer matrisi yöntemi kullanılmıştır. Aynı hava akış direncine sahip katmanlı bir sistem için, yüksek akış direncinin, düşük genlikli absorpsiyon katsayısı ürettiği, ancak nispeten geniş frekans bant genişliğine sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. Düşük hava akış direnci ise absorpsiyon genliğini iyileştirebilir, ancak iki absorpsiyon tepe noktası arasında yarı absorpsiyon bant genişliğini bozan bir düşüş olabileceği belirtilmiştir. Bu düşüş, katmanlar arasında özdeş olmayan direnç kombinasyonu ile çözülebileceği belirtilmiştir. Hava boşluğu derinliklerinin oranı ile birlikte akış dirençlerinin seçimi, çift katmanlı dokuma kumaş ses yutum performansının ayarlanmasında kullanılabilen önerilmiştir. Deneysel verilerin tahminlerle iyi bir uyum gösterdiği görülmüştür.

## **2.7. Dokuma Yapılı Tekstil Malzemelerinin Akustik Özellikleri ile İlgili Yapılan Araştırmalar**

Literatürde, dokuma kumaşların ses absorpsiyonu ile ilgili olarak yapısal parametrelerin ses yutuculuk davranışı üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

(Memon, Abro ve ark. 2015)'nin yaptığı derleme çalışmada, akustik tekstiller alanında yapılan çok sayıda araştırma incelenmiştir. İncelemeler sonrasında ses yutucu kumaş tasarımı için önemli olan parametrelerin akustik özellikleri nasıl etkilediğine dair bulgulara yer verilmiştir. Bulgulara göre:

- Akustik tekstiller alanındaki araştırmalar daha çok doğal lifler üzerine yoğunlaşmış olsa da bütün lifler üzerinde çalışma yapılmış ve her elyafın farklı akustik ortamlarda kendi önemi olduğu görülmüştür.
- Lifin daha büyük, daha ince, daha hafif ve daha geniş yüzey alanı daha iyi akustik özellikler gösterirken daha da iyi akustik özellikler, lif karışımları kullanımında ilgili lifin miktarına bağlı olduğu tespit edilmiştir.

- Akustik tekstillerin ses emiliminde iplik doğrusal yoğunluğunun marjinal etkisi, iplik bükümünün negatif etkisi ve iplik dokusunun pozitif etkisi olduğu görülmüştür.
- İplik eğirme sistemlerinden open end iplik eğirme sistemi en iyi ses emilimi sağlarken, bunu ring eğirme sistemi ve kompakt iplik eğirme sisteminin takip ettiği görülmüştür.
- Genel olarak, daha ağır, daha kalın, sıkıştırılmamış ve kıvrımlı akustik tekstillerin daha fazla sesi emdiği, ancak yoğunluk, gözenekli yapı, hava geçirgenliği ve hava akış direncinin etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir.
- Düz yüzeyli, kadife yüzeyli ve kord yüzeyli kumaşların ses yutma özelliğine sahip olduğu görülmüştür.
- Liflerin yapı içinde rastgele yönlendirilmesi, ses yutuculuk özelliğinin daha iyi olmasını sağladığı görülmüştür. Deniz içinde ada liflerinden oluşmuş dokusuz yüzeylerin ada sayısı arttıkça akustik performansı da arttığı görülmüştür. Dokusuz yüzeylerin akustik özelliği üzerinde iğneleme yoğunluğu olumsuz, iğneleme derinliği olumlu etkiye sahip olduğu ve termal bağlanmış dokusuz yüzeylerin ses yalıtım özelliğinin, termoplastik bağlayıcı liflerin ses yalıtım özelliğine bağlı olduğu, benzer şekilde kimyasal bağlanmış dokusuz yüzeylerin ses yalıtım özelliğinin kimyasalın ses yalıtım özelliğine bağlı olduğu görülmüştür. Kısacası, iplikler arası kesişim noktalarının artmasının (yakın yapı) daha iyi ses yalıtımına neden olduğu sonucuna varılmıştır.
- Hav yoğunluğunun ses yalıtımını olumlu yönde etkisi, hav yüksekliğinin çok fazla bir etkisinin olmadığı görülmüştür.
- Spacer örme ve jakarlı örme kumaşların, geleneksel ve düz örme kumaşlardan daha iyi akustik performans gösterdiği görülmüştür. Daha küçük ilmek boyutuna (daha yoğun kumaş) sahip örme kumaşların daha iyi akustik performansa sahip olduğu görülmüştür.
- Akustik kompozit yapılarda, daha yüksek lif içeriği ve daha düşük bağlayıcı konsantrasyonları, daha yüksek ses emme katsayıları sağlamıştır. Membran oluşturucu maddenin daha yüksek konsantrasyonları, süngerlerin daha yüksek ses yutuculuk katsayısı göstermesini sağlamıştır.

- Gözenekli ve daha kalın kumaş arkalık daha iyi akustik performans sağlamıştır. Delikli plaka, düşük ses frekansına direnmek için daha iyi bir destek seçimi olmuştur. Laminasyon, dokusuz yüzeylere göre ses yalıtım özelliğini geliştirmiştir.
- Başlangıçta, katman sayısının artması ses emiliminde artışa neden olurken daha fazla katman eklenmesi olumsuz etkilemiştir.
- Kaplama ses yalıtım performansını arttırmıştır. % 60 TiO<sub>2</sub> ile kaplama, UV ışınımından önce 4 kHz frekansında ses emme katsayısı 0.999'a ve % 100 TiO<sub>2</sub> ile kaplama UV ışınlamasından sonra en yüksek ses emme katsayısına neden olmuştur. Ponza taşı tozu konsantrasyonunun artırılması ve ponza taşı parçacık boyutunun azalması daha iyi akustik performans ile sonuçlanmıştır. Yağlı boyalar daha düşük frekansta ses emilimini arttırırken, daha yüksek frekansta ses emilimini azaltmıştır.
- Gelen ses dalgasının frekansı yükselirse ve gelen ses dalgasının yoğunluğu azalrsa, akustik tekstillerin ses emilimi daha iyi olduğu görülmüştür. Daha iyi akustik performans için, akustik tekstiller, ses kaynağından uzakta, duvardan biraz uzakta, salonun alt kısmında, köşelerin yakınında, duvarların yanında ve işlenmemiş yüzeyleri varsa arka arkaya yerleştirilmelidir.

(Shoshani & Rosenhouse, 1990)'nın yaptığı çalışmada; ses yutum özelliği olan kaya yünü gibi malzemelere dekoratif özellik vermek amacıyla yüzeye kaplanan 28 farklı dokuma kumaşın lif içeriği, iplik kalınlığı, kumaş örtme faktörü, arka hava boşluğu ve frekans parametrelerinin ses yutum davranışı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kumaşlara gürültü azaltım katsayısı (NRC) ölçümleri (Astm 384-85 standardı, tek mikrofonlu empedans tüp yöntemi, NRC: 250, 500, 1000 ve 2000 Hz frekanstaki ses yutuculuk katsayılarının aritmetik ortalamasını ifade eder) yapılmıştır. Ölçümler sonucunda, 0.09-0.22 aralığında gürültü azaltım katsayısı elde edilmiştir. 4000 Hz gibi yüksek frekanslarda daha yüksek ses yutuculuk katsayısı elde edilirken, kumaş iç yapısının 500 Hz'den düşük frekanslarda çok az etki gösterdiği, 4000 Hz gibi yüksek frekansta belirgin farklılıklar olduğu görülmüştür. Ses yutuculuk üzerinde en fazla etki eden parametrenin kumaş örtme faktörü olduğu belirtilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, arka hava boşluğu bırakılmadan yapılan ses yutuculuk ölçümlerinde dokuma kumaşın

film gibi bir malzeme olarak davrandığını, dolayısıyla iyi ses yutuculuk özelliğın elde edilmesinin arka hava boşluğu miktarı ile ilgili olduğu tespit edilmiştir.

(Tang, Kong ve ark. 2018)'nın yaptığı çalışmada; 24 çeşit dokuma kumaşın ses yutuculuk özellikleri incelenmiştir. Numunelerin, kalınlık (mm), gözenek oranı (%), kumaş ağırlığı ( $g/m^2$ ), sertlik (mN.cm), hava geçirgenliği (mm/s  $\Delta P=100$  Pa) değerleri ölçülmüştür. Çeşitli fiziksel parametreler ile ses yutuculuk özellikleri arasındaki ilişkiyi karakterize edebilmek için çoklu doğrusal regresyon modelleri oluşturulmuştur. Ses yutuculuk özellikleri, gözenek oranı ve hava geçirgenliği ile belirlenmiştir. Gözenek oranındaki ve hava geçirgenliğindeki azalma, dokuma kumaşların ses yutuculuk özelliklerinde artışa sebep olmuştur. Ayrıca, önerilen çoklu regresyon modellerini doğrulamak için üç dokuma kumaş kullanılmıştır. Oluşturulan modeller, 1 cm 2 cm 3 cm'lik hava boşluklarıyla korelasyon katsayısının 0.77'den yüksek olduğu dokuma kumaşların ses yutuculuk özelliklerini iyi tahmin edebilmiştir.

(Tang, Zhang ve ark. 2018)'nın yaptığı çalışmada; temel olarak hava geçirgenliği ve hava akış direnci ile ilişkili olarak kadife kumaşların akustik özellikleri araştırılmıştır. Benzer yüzey yoğunluğuna ve farklı fitil genişliğine sahip beş örnek kullanılmıştır. Sonuçlar daha kalın fitil genişliğine sahip kadife kumaşların daha yüksek hava geçirgenliği ve daha düşük hava akış direncine sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, artan fitil genişliği, kadife kumaşın akustik emilimini arttırmada faydalı olmuştur. Akustik davranışı karakterize etmek için hava geçirgenliği ve hava akış direncine dayanan iki model alınmıştır. Pieren modelinin kadife kumaşın akustik absorpsiyon katsayısını iyi tahmin edebileceği ve akustik absorpsiyon farkının, farklı fitil genişliğinden kaynaklanan değişen hava geçirgenliği ve hava akış direncine bağlı olduğu belirtilmiştir.

(Segura-Alcaraz et al., 2018)'nın yaptığı çalışmada; dokuma kumaşın iplik yoğunluğunun ses yutma performansı üzerindeki etkisi bildirilmiştir. En yüksek ses yutuculuk değerleri, daha yüksek iplik yoğunluğuna sahip dokuma numunelerinden elde edilmiştir. Çalışmada, 3 farklı çözgü sıklığı (15, 20 ve 30 çözgü/cm), 3 farklı atkı sıklığı (10, 15 ve 20 atkı/cm) kullanılarak bezayağı örgüler ile 2 katlı (1/1, 1/3), 3 katlı (1/1/1, 1/1/2), 4 katlı (1/1/1/1), 150 denye 40 filaman tekstüre polyester ipliklerden üretilmiş 9

farklı dokuma kumaş kullanılmıştır. Dokuma kumaşların üzerine 3 farklı kalınlıkta (15 mm, 30 mm, 45 mm) dokusuz yüzey kumaş ilave edilmiştir. Elde edilen numune kumaşların ses yutuculuk katsayısı, empedans tüpü yöntemiyle ölçülmüştür. Numunelerin; kumaş ağırlığı ( $g/m^2$ ), açık yüzey alanı (%), hava geçirgenlik direnci ( $Pa \cdot s/m$ ), ses yutuculuk katsayısı (0 ile 1 arası) değerleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, dokusuz yüzey kumaşların ses yutuculuk özellikleri, uygun çözgü-atkı kombinasyonuna sahip dokuma kumaşların seçimiyle iyileştirilebileceği görülmüştür.

(Soltani & Zerrebini, 2012)'nin yaptığı çalışmada; dokuma kumaşların ses yutuculuk özellikleri incelenmiştir. Ses yutuculuk katsayısı empedans tüp yöntemiyle ölçülmüştür. Kullanılan dokuma kumaş numuneleri; 6 farklı örgü tipi (bezayağı, 2/1 dimi, 3/1 dimi, 2/2 dimi, ribs, saten), 6 farklı atkı iplik numarası (59 tex, 39 tex, 29,5 tex, 24,5 tex, 19,7 tex, 14,8 tex), test numunelerin üs üste yerleşimiyle oluşan 2 farklı kalınlık (14,8 tex ve 59 tex için 3 kat, 6 kat), iplik üretim şekli (rotor, ring, compact) kullanılarak elde edilmiştir. Ayrıca test sırasında bırakılan 3 farklı hava boşluk mesafesi (4 cm, 8 cm, 12 cm) ile ölçüm yapılmıştır. Test sonucunda en iyi ses yutuculuk katsayısı 1000 Hz aralığında, en düşük değer 200 ile 2000 Hz aralığında ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, kumaş ağırlığı, yoğunluğu ve gözenekliliği etkili kumaş parametreleri olarak bulunmuştur. En yüksek yoğunluğa ve en düşük gözenekliliğe sahip olan bezayağı dokuma kumaşın, diğer kumaş türlerine göre daha iyi ses yutuculuk özelliğine sahip olduğu görülmüştür. Rotor iplikçilik yöntemiyle elde edilen ipliklerden üretilen dokuma kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin de ring ve kompakt ipliklerle üretilmiş kumaşlardan daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni, rotor ipliklerinin hacimli yapıda olmasıdır.

(Soltani & Zarrebini, 2013)'nin yaptığı çalışmada; dokuma kumaş yapısal parametreleri ve hava geçirgenliği ile ilgili dokuma kumaşların akustik özellikleri incelenmiştir. Araştırmanın amaçlarına ulaşmak için dokuma kumaş numunelerinin ses yutuculuk katsayısı empedans tüpü yöntemi ile belirlenmiştir. Çeşitli yoğunlukta (farklı sıklığa sahip dokuma kumaş yapıları) ve iplik bükümlü numuneler kullanılmıştır. Kumaş kalınlığının etkisi, üç ve altı katlı test numuneleri kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, tüm numuneler için 250 ve 2000 Hz frekans aralığında en az ses emilimi değerleri gözlenirken, en fazla ses emiliminin 1000 Hz frekansında gerçekleştiği

gözlemlenmiştir. Sonuçlar aynı zamanda, 30 atk/cm atkı sıklığında dokunan kumaşların daha yüksek ses yutuculuk katsayısına sahip olduğunu göstermiştir. Düşük atkı sıklığıyla dokunan üç ve altı katlı numunelerin ses yutuculuk katsayısının, yüksek atkı sıklığına sahip numune ile karşılaştırıldığında anlamlı artışlar gösterdiği bulunmuştur. Ayrıca, atkı ipliği büküm sayısının artmasıyla ses emiliminin azaldığı görülmüştür. Sebebi, daha yüksek bir iplik bükümü iplik sıklığını artırarak kumaş örtme faktöründe ve ipliklerdeki boşluk sayısında azalma oluşturmuş ve dolayısıyla daha düşük ses yutuculuk değerleri ortaya çıkmıştır. Düşük bükümlü atkı ipliğine sahip numunelerin ses dalgalarını daha verimli bir şekilde emdiği tespit edilmiştir. Kumaş hava geçirgenliğinin dokuma kumaşların ses yutuculuk davranışının bir kriteri olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

(Küçük & Korkmaz, 2017)'in yaptığı çalışmada; hav yüksekliği ve ilmek yoğunluğu parametrelerinin akrilik halıların ses yutuculuk özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. İki farklı hav yoğunluğuna ve dört farklı hav yüksekliğine sahip (40 çözgü × 40 atkı ve 40 çözgü × 60 atkı ve 9, 10, 12.5 ve 14 mm olmak üzere dört farklı hav yüksekliği kullanılarak üretilen akrilik) halı numuneleri kullanılmıştır. Uzun hav yüksekliği ve yoğun ilmekleri olan halılar en iyi ses yutuculuk özelliğine sahiptir. Orta boy hav yüksekliği ve düşük yoğunluklu ilmeklerle üretilen akrilik halı, daha yüksek frekanslarda daha iyi sonuçlar vermiştir. Daha kısa hav yüksekliği ve yoğun ilmeklere sahip halı örnekleri, düşük-orta frekanslarda daha iyi ses yutuculuk özellikleri sağlamıştır. İlmek yoğunluğu ve hav yüksekliği parametrelerinin, tüm frekans aralıklarında ses yutuculuk özelliklerini etkilediği gözlenmiştir. Anova analizi, ilmek yoğunluğu ve hav uzunluğu parametrelerinin birleşik etkisinin orta ve yüksek frekans aralıklarında belirgin olduğunu ortaya koymuştur.

(Demiryürek & Aydemir, 2017) ve (Aydemir, 2013)'nin yaptığı çalışmada; stor perde kumaşların ses yalıtım özelliklerini karakterize etmek için, farklı oranlarda akrilik içeren kaplama reçinesi, farklı polyester dokuma yapılarına uygulanmıştır. Bu kumaşların (ön ve arka taraflar) ses emme özellikleri çift mikrofon empedans tüpüyle ölçülmüş ve istatistiksel analizlerle araştırılmıştır. Regresyon eğrileri elde edilmiş ve ses yutuculuk özelliğinde optimum kumaş özellikleri önerilmiştir. Sonuç olarak, dokuma kumaş üzerine kaplama işlemiyle oluşan kaplama malzemesi, kumaş tipi ve viyola

yapılarındaki akrilik içeriği, bu kumaşların ses yutuculuk özellikleri üzerinde etkili parametreler olarak bulunmuştur. Reçine içindeki akrilik içeriğinin % 40'a kadar artırılması ses yutuculuk değerini arttırmış, ancak bu oranın daha da artırılması genel olarak yapıdan ses yansımaları vermiştir. Kaplama karışımında % 40 akrilik oranı ile optimum ses yutma ve yansıma değerleri sağlanmıştır.

(Memon, Wang ve ark. 2015)'nin yaptığı çalışmada; perdeler için ev tekstili olarak kullanılan farklı kaplanmış ve kaplanmamış dokuma kumaşlarının ses yutuculuk analizleri yapılmıştır. Yüzey morfolojisinin analizi, yüzey yapısının ses yalıtım özelliği üzerindeki önemini belirlemek için taramalı elektron mikroskobu ile yapılmıştır. Akustik özellikler yankılanma yöntemi ile ölçülmüştür. Maksimum ses girişi kaybı, minimum ses giriş kaybı, tüm ses giriş kaybı üzerinden ve ses giriş kaybındaki yüzde iyileşme tartışılmış ve dokuma kumaşların yüksek frekanslarda daha iyi ses yutucu olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, ortalama ses yalıtım indeksi üzerindeki yapısal parametreler SPSS yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, çözgü yoğunluğunun, çözgü ipliğinin doğrusal yoğunluğunun, kalınlığının kaplanmamış kumaşın ses yalıtım özelliği için etkili parametreler olduğunu; alansal yoğunluğun, çözgü ipliğinin doğrusal yoğunluğunun ve kalınlığının kaplı kumaşların ses yalıtım özelliğini etkilediğini ortaya koymuştur.

(Barburski et al., 2019)'nin yaptığı çalışmada, çeşitli dokuma kumaşlar üzerinde akustik testler gerçekleştirilmiştir. Akustik testler yankısız oda metoduna (numune boyutu 150 cm x 150 cm) göre yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, yoğun dokuma kumaş yapılarına sahip olan saten ve çift kat dokuma yapılar daha iyi akustik özellikler göstermiştir. Çalışmada, çözgü ipliği için 167x2 dtex polyester tekstüre iplik, çözgü sıklığı için 30 çözgü/cm, atkı iplikleri için 67dtex akrilik, pamuk ve trevira iplikler kullanılarak farklı örgü yapıları ile 10 adet dokuma kumaş numunesi (A-akrilik atkı ile 5'li çift kat saten 35 atkı/cm 377 g/m<sup>2</sup>, B-akrilik atkı ile 5'li atkı yüzlü çift kat saten 35 atkı/cm 378 g/m<sup>2</sup>, C-akrilik atkı ile 30/30 kanvas 28 atkı/cm 315 g/m<sup>2</sup>, D-pamuk atkı ile 30/30 bal peteği 30 atkı/cm 340 g/m<sup>2</sup>, E-akrilik atkı ile 15/15 bal peteği 24 atkı/cm 290 g/m<sup>2</sup>, F-akrilik atkı ile 30/30 bal peteği 45 atkı/cm 347 g/m<sup>2</sup>, G-trevira atkı ile 30/30 bal peteği 35 atkı/cm 331 g/m<sup>2</sup>, H-akrilik atkı ile bezayağı 10 atkı/cm 187 g/m<sup>2</sup>, I-akrilik atkı ile 1/9 saten 32 atkı/cm 341 g/m<sup>2</sup>, J-akrilik atkı ile 1/3 dimi 13 atkı/cm 200 g/m<sup>2</sup>)



üretilmiştir. Balbeteği dokuma kumaşların kalınlığı diğer kumaşlara göre daha fazla olduğu için üç boyutlu olarak düşünülebilir. Bu kumaşlarda, klasik kumaşlara göre daha iyi ses emme özelliği göstermesi beklenirken, gözeneklilik daha yüksek olmuş ve iplikler arası açık alanlardan dolayı ses aktarımı daha kolay gerçekleşerek düşük ses emme davranışı göstermiştir. Hammaddenin akustik zayıflamayı nasıl etkileyebileceğini analiz etmek için D ve G kumaşları incelenirse, daha pürüzsüz yapıda olan Trevira ve pamuklu atkılar, hava gözeneklerini kapatmadığı için bu kumaşlar pratik olarak sesi emmemiştir. Kumaş E ve F 'ye bakılırsa, kumaş E'nin daha iyi akustik zayıflamaya sahip olduğunu göstermiştir. E kumaşın deseni daha küçük ve yapısı daha yoğun olduğu için sesin kumaştan geçmesi daha zor olmuştur. Çift katlı kumaş örgünün en iyi akustik zayıflamaya sahip olduğu görülmüştür. Atkının yoğunluğu çok yüksektir ve iç yapısı çok kompakttır, bu nedenle kumaş daha yüksek akustik zayıflamaya sahiptir. Kanvas örgünün yapısı, deseninin ortasında küçük gözenek boyutları verir, bu nedenle ses aktarımı daha kolay olmuştur. Düz, saten ve dimi gibi düz kumaşlar, farklı dokumalara sahip diğer kumaşlara kıyasla oldukça iyi sonuçlar göstermiştir. Atkı (kumaş F) için kullanılan akrilik iplik, pamuklu (kumaş D) ve Trevira (kumaş G) olanlara kıyasla daha iyi akustik özellik göstermiştir. Bu durum, akrilik ipliğin tüylü yüzeye sahip olmasıyla açıklanmıştır. Kumaşın yapısındaki iplikler arasındaki serbest alan, ipliklerin yüzeyinden sarkan lifler nedeniyle daha küçüktür. Kumaşlar optik olarak analiz edildiğinde, sonuçların birçok iç boşluğun (yani daha açık yapıların) ve içlerinden akustik dalgaların daha kolay geçişine izin veren çok sayıda küçük alan "deliklerin" varlığıyla da açıklanabileceği bulunmuştur. Dolayısıyla yapının açılması durumunda kalınlığın önemli bir rol oynamadığı görülmüştür. Saten dokumalar daha yoğun bir yapı sunmuştur. Optik olarak "daha yoğun" kumaşların (I - saten, A - çift kat kumaş ve B - atkı yüzü çift kat dokuma) en yüksek akustik zayıflatma özelliğine sahip olduğu bulunmuştur. Bu yüksek yoğunluklu kumaşların yapıları, dokuma kumaşlara göre daha kapalıdır. Bezayağı örgü (H) oldukça yüksek akustik zayıflamaya sahiptir çünkü iplikler arasındaki serbest alanlar ipliklerin yüzeyinden sarkan liflerle kapatılmıştır. Çalışma sonucunda, kalınlığın akustik zayıflamayı olumlu yönde etkilemediğini göstermiştir. Ses absorpsiyonu için en önemli parametrenin, iplik yoğunluğu ile birlikte alan yoğunluğu olduğu bulunmuştur.

(Kang et al., 2019)'nın yaptığı çalışmada; kesikli ve tekstüre ipliklerle üretilen dokuma kumaşların ses yutuculuk özellikleri incelenmiştir. Atkı ve çözgü için, iki farklı kalınlıkta kalın kesikli ipliği (SY-530 denye) ve tekstüre filament ipliği (DTY-300 denye 96 filament) kullanılmıştır. Hazırlanan kumaşlar yoğunluklarına ve hava geçirgenliklerine göre gözenekli (P1-712,9 g/m<sup>2</sup>, P2-694,3 g/m<sup>2</sup> ve P3-702,1 g/m<sup>2</sup>), orta (M-682,9 g/m<sup>2</sup>) ve yoğun (D1-682,2 g/m<sup>2</sup>, D2-693,3 g/m<sup>2</sup> ve D3-633,9 g/m<sup>2</sup>) olarak sınıflandırılmış ve kumaşların ses yutma katsayılarının hava geçirgenliği ile doğrusal olarak ilişkili olduğu bulunmuştur. Empedans tüp yöntemi (Astm E 1050) ve yankılama odası yöntemi (Iso 354-2003) ile ses yutuculuk özellikleri ölçülmüştür. Empedans tüp yöntemine göre elde edilen sonuçlara göre, gözenekli kumaşlar yüksek frekans bölgesinde yoğun kumaşlara göre daha yüksek ses yutuculuk özelliği göstermiştir. Kumaş katmanlaşmanın artmasıyla düşük frekans bölgesinde ses yutma katsayısı artmıştır. Yankılama odası yöntemine göre elde edilen sonuçlara göre, tüm kumaşlar için düşük frekans bölgesinde en yüksek ses yutuculuk katsayısı elde edilmiştir. Düşük frekanslarda yankılanma süresindeki artış, rezonans tip davranış sebebiyle uzun dalga boylarına sahip düşük frekanslı seslerin emilmesinin daha zor olmasından kaynaklanır. Gözenekli kumaşlar, iyi ses emme özelliklerinden dolayı yoğun kumaşlara göre daha kısa bir yankılanma süresi ve daha yüksek bir ses yutum katsayısı sergilemiştir.

(Heylighen et al., 2010)'nin yaptığı çalışmada; perde ile duvar arasında bir miktar boşluk ile duvara asılı perdelerin etkilerini incelenmiştir ve düşük frekanslarda ses emiliminin duvar ile duvar arasında daha büyük bir ayrımla daha iyi olduğu bulunmuştur. Katlanarak asılan perdeler, düz asılan perdelerle göre daha iyi ses yutuculuğu sergilemiştir. Genel olarak, tekstil perdelerin etrafındaki hava boşluğunun artmasıyla ses emiliminin arttığı görülmüştür.

(Pilch et al., 2014)'nin yaptığı çalışmada; odaların akustik özelliğini değiştirmenin etkili bir yolu olarak akustik perdelerin kullanılması önerilmiştir. Kullanılan kumaşlar için varsayılan hava akış direnç değerlerine göre seçilen sistemler için yapılan ses yutuculuk katsayısı hesaplamalarının sonuçları, empedans tüpünde yapılan ölçüm sonuçları ile doğrulanmaktadır. Çift katmanlı perdelerin, tek katmanlı perdelerle göre daha dengeli ses yutum özelliği gösterdiği ve bu nedenle odaların akustik adaptasyonu için daha uygun olduğu kanıtlanmıştır. Model çalışmalarına dayanarak, iki konser salonu için iç

mekânların akustik özelliklerinin istenen fonksiyonlara göre ayarlanmasını sağlayan çift katmanlı perde tasarım çözümleri geliştirilmiştir.

(Suvari & Dulek, 2019)'nin yaptığı çalışmada; tekstüre (düzenli) ve mikro yapıda polyester iplikler kullanılarak bezayağı ve panama örgüye sahip iki katlı yapıda dört farklı tipte dokuma kumaş üretilmiş, üç farklı pasaj sayısında (1, 2 ve 3 pasaj) şardon işlemi yapılmış ve boyama apre işlemleri yapılarak elde edilen 12 farklı kumaşın ses yutuculuk özellikleri incelenmiştir. Kumaşların birim kumaş ağırlığı, kumaş kalınlığı, hava geçirgenliği, ses yutuculuk katsayısı, katı hacim katsayısı ölçümleri yapılmış ve kumaş yüzey görüntüleri alınmıştır. Ölçümler sonucunda, ses yutuculuk değerlerindeki artışın şardon işleminin etkisiyle iyileştiği görülmüştür. Kumaşların etkili ses emme aralığının, şardonlama işlemi ile düşük frekanstan yüksek frekans bölgesine değiştirilebilir olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda, şardonlanmış kumaşların konferans salonları, tiyatrolar ve idari binalar gibi kapalı alanların daha yüksek frekanslı ses emilimi açısından rahatını artırma yönünde kullanılabileceği vurgulanmıştır.

(Süvari, 2020)'nin yaptığı çalışmada; farklı atkı iplik numarası ve atkı sıklığına sahip dokuma kumaşların gözeneklilik ve kumaş örtme faktörünün ses yutuculuk davranışı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla dört farklı numarada (9,8 tex, 14,8 tex, 19,7 tex, 73,8 tex) atkı ipliği ve üç farklı atkı sıklığı (17 atkı/cm, 28 atkı/cm, 38 atkı/cm) kullanılarak 11 adet dokuma kumaş (79,2 - 273,5 g/m<sup>2</sup> ağırlık, 0,46 - 0,68 mm kalınlık, 0,73 - 0,79 gözeneklilik aralığında) oluşturulmuştur. Dokuma kumaşların kalınlık (Astm D 1777-96 standardı), ağırlık (Astm D 3776-09 standardı), gözenek oranı (dokuma kumaşların birim alan kütlesi, kalınlık ve lif yoğunlukları dikkate alınarak hesaplanmıştır), hava geçirgenliği (Astm D 737-18 standardı ve SDL Atlas M021A hava geçirgenlik test cihazı), ve ses yutuculuk katsayıları (Astm E 1050-12 standardı ve iki sabit mükrofonlu empedans tüp yöntemi) test edilmiştir. Atkı sıklığındaki artış ve atkı ipliğinin kalın olması, kumaşın gözenek oranını ve hava geçirgenlik değerlerini düşürerek, kumaşın ses yutuculuk katsayısı değerlerini arttırdığı görülmüştür. Kumaşlarda kullanılan çözgü yapısının sabit olduğu düşünüldüğünde, atkı iplik numarası ve atkı sıklığından yola çıkılarak atkı örtme faktörü değerleri hesaplanmıştır. Bu değer kumaş yapısını tek bir değer ile ifade ettiği için hesaplama gereği duyulmuştur. Çalışma sonucunda, yüksek atkı örtme faktörüne sahip dokuma

kumaşların daha küçük gözeneklere sahip olduğu ve dolayısıyla daha düşük hava geçirgenliği değerleri gösterdiği görülmüştür. Dokuma kumaşların ses yutuculuk performansı değerlendirildiğinde, atkı örtme faktörünün artışıyla birlikte daha iyi ses yutuculuk katsayısı değerleri elde edilmiştir. Ayrıca kumaşların ses yutuculuk davranışının tahmin edilebilmesi için kumaş örtme faktörünün kullanılabilmesi belirtilmiştir.

(Günel, 2020)'ın ve (Günel et al., 2020)'nin yaptığı çalışmada, akustik özelliğe sahip olan tekstil kumaşları ve kumaş yapılı kompozit numunelerin ses yutuculuk davranışını iyileştirecek tasarımlar yapılmış, bu tasarımlar üretime adapte edilmiş ve üretime adapte edilen tasarımların performans özellikleri ölçülmüştür. Numune üretimi için, viyol yapıya sahip 10 farklı dokuma kumaş (iki farklı çözgü, üç farklı atkı ipliği, iki farklı atkı sıklığı, iki farklı viyol örgü kullanılarak 273,9 – 409,6 g/m<sup>2</sup> ağırlıkta, 0,92 – 2,55 mm kalınlıkta dokuma kumaşlar) kullanılarak farklı kat sayısında laminasyon tekniğiyle birleştirilerek üç boyutlu yapılar elde edilmiştir ve bu yapıların ilgili standartlara göre ölçümleri yapılmıştır. Üretilen malzemelerin (245,1 – 938,2 g/m<sup>2</sup> ve 1,35 – 5,36 mm aralığında değişen değere sahip) ses yutum katsayısı (Astm E 1050 standardına göre) ve ses iletim kaybı ölçümleri (çalışma kapsamında özel olarak geliştirilen düzenek ve MATLAB programlama dili ve kütüphaneleri kullanılarak oluşturulan analiz yöntemine göre) yapılmıştır. Çalışma kapsamında tasarlanan ve kullanılan test sisteminde ölçülen değerler empedans tüpü yöntemi ile karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Çalışma sonucunda, çift katlı yapılar (ortama 3 mm kumaş kalınlığı) düşük ve yüksek frekanslarda artan ses iletim kaybı değeri göstermiştir. Çift katlı tasarımlarda viyol yapı ise 1500 Hz frekanstan sonra etkisini göstermiştir. En iyi ses yutum özelliği çift katlı viyol yapıda iki tarafı da kaplanmış ve ters lamine edilmiş yapı tasarımında görülmüştür. Bu yapının ticari olarak piyasada bulunan akustik bir malzeme ile karşılaştırıldığında özellikle düşük ve yüksek frekanslarda üstünlük gösterdiği görülmüştür.

(Ş. Canbolat, 2013) ve (S. Canbolat et al., 2015)'nin yaptığı çalışmada, izolasyon amacıyla bina gibi yapılar için özel olarak tasarlanan duvar kumaşı yapılarının ısı yalıtımı ve ses yalıtımı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Öncelikle kanal kesitli polyester lif içerikli dokusuz yüzey kumaş, polipropilen ve içi boş polipropilen tekstüre ipliklerle

bezayağı örgüde dokuma kumaşlar üretilmiştir. Dokusuz yüzey ve dokuma kumaş laminasyon tekniğiyle birleştirilmiştir. Ses ve ısı yalıtımını geliştirmek için birleştirilen yapıya farklı konsatrasyon (% 5, % 10, % 15) ve farklı boyutta (150 µm, 250 µm) ponza taşı tozu uygulanmıştır. Oluşan çift katmanlı yapının bir tarafı yapıştırıcı bir malzeme ile kaplanarak duvara uygulanması sağlanmıştır. Oluşturulan duvar kumaşlarının hava geçirgenliği (Ts 391 En Iso 9237 standardına göre) ses yutum katsayısı (Ts En Iso 10534-2 standardına göre), ısı iletim katsayısı (Fourier Kanununa göre) ölçümleri yapılarak ses yutum davranışı ve termal özellikleri incelenmiştir. Test sonuçlarına göre, konsantrasyon miktarı arttıkça, mikron ölçekli malzeme kullanımı ile gözenek miktarı arttıkça, ses ve termal özelliklerin iyileştiği görülmüştür. Çalışma sonucunda, portatif, istenilen her türlü renk ve desende üretilebilen, ısı ve ses izolasyonuna sahip ve her türlü duvara uygulanabilen özellikte duvar kumaşı elde edilmiştir.

(Li et al., 2020)'nın yaptığı çalışmada, dokuma kumaşların yapısal faktörlerinin akustik absorpsiyona etkisi incelenmiştir. Aynı çözgü sıklığında (28 çözgü/cm) dokunan 146-362 kg/m<sup>3</sup> aralığında yoğunluğa sahip bezayağı, dimi ve petek örgülü 6 farklı kumaşın ses yutum katsayıları empedans tüpü yöntemine göre ölçülmüştür. Dokuma kumaşların akustik absorpsiyon performansını değerlendirmek için yeni bir işleme yöntemi oluşturulmuştur. Sonuçlar, kumaş ses yutum performansı ile kumaş kalınlığı, yüzey yoğunluğu ve gözeneklilik arasında önemli bir korelasyon olmadığını göstermiştir. Bu, dokuma kumaşların akustik absorpsiyon mekanizmasının, keçe ve dokusuz yüzeylerden farklı olabileceğini göstermiştir. Gözenek özellikleri dokuma kumaşların akustik özelliklerini etkileyen önemli bir faktör olmasına rağmen, gözenek özelliklerinin tekstillerin akustik absorpsiyonuna etkisi basit bir şekilde gözeneklilik ile açıklanması yeterli değildir. Gözeneklerin boyutu ve şekli de dokuma kumaşların ses yutum performansı üzerinde önemli bir rol oynamaktadır.

(Samuel, Barburski, Blaszczak, et al., 2021)'nin yaptığı çalışmada; polyester liflerinden oluşan farklı yapıdaki ipliklerin ve örgülerin ses emicilik üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun için aynı çözgü bilgilerinde (dtex 167/48x2 polyester tekstüre, 30 çözgü/cm) atkıdan %100 polyester tekstüre (dtex 167/32X2), bükümlü (dtex 334/32x2 95 S T/m) ve kesikli (tex 20x2) iplikler kullanılarak bezayağı, ribana, saten, dimi örgüleri ile 16 dokuma kumaş üretilmiştir. Numunelerin kumaş kalınlığı (En Iso 5084:1999), kumaş

kıvrımı (Iso 7211-3:1984), kumaş ağırlığı (Iso 3801:1993), hava geçirgenliği, akustik özellikleri yankısız oda yöntemine göre (Iso 26101:2012) ölçülmüştür. Akustik testler, düşük-orta (63, 125, 250, 500, 1000, 2000 Hz) frekans aralığında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, tekstüre polyester iplikten oluşturulan kumaşlar, diğer iplik türlerine göre daha yüksek ses yutma özelliklerine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, akustik sinyallerin farklı geliş açılarının (0° ve 45°), ölçülen ses absorpsiyon özelliklerini etkilediğini göstermiştir.

(Samuel, Barburski, Witczak, et al., 2021)'nin yaptığı çalışmada; dört farklı dokuma yapısına (bezayağı, ribana, saten ve dimi) sahip ve üç farklı polyester iplikten (334dtex/64f tekstüre, 334dtex/64f bükümlü, 400 dtex kesikli lif) oluşturulan 12 dokuma kumaşın ses yutum davranışı değerlendirilmiştir. Elde edilen kumaşların ağırlık (Pn-Iso 3801:1993 standardına göre), yüzey pürüzlülük testi (Dın En Iso 4287 standardına göre), gözeneklilik (Pn-En Iso 139:2006/A1:2012 standardına göre) ve ses yutum katsayısı (empedans tüp yöntemi, Pn-En Iso 10534-2:2003 standardına göre 80–5000 Hz frekans aralığında) ölçülmüştür. Çalışmada, üç farklı ölçüm koşulu (dokuma kumaş, dokuma kumaş+30 mm dokusuz yüzey ve dokuma kumaş+30 mm boşluk) ve farklı dokuma kumaş kat sayısı (bir kat, iki kat, üç kat) kullanılarak ölçümler yapılmıştır. İlk olarak dokusuz yüzey yapı ve boşluk kullanılmadan sadece dokuma kumaşların (bir kat, iki kat, üç kat yerleştirilerek) ölçümü yapılmıştır. Daha sonra, dokuma kumaşlar (bir kat, iki kat, üç kat yerleştirilerek) ile dokusuz yüzey (623 g/m<sup>2</sup>, 30 mm) numune yerleştirilerek ölçülmüştür. Ardından arkada 30 mm hava boşluğu bırakılarak dokuma kumaşların (bir kat, iki kat, üç kat yerleştirilerek) ölçümü yapılmıştır. Kumaşlar arasındaki ses yutum davranışını karşılaştırmak için gürültü azaltma katsayısı (NRC) kullanılmıştır. Gürültü azaltım katsayısı (NRC); 250, 500, 1000 ve 2000 Hz frekanslardaki ses yutum katsayısı değerinin aritmetik ortalaması olarak ifade edilmektedir. Kumaş yapısının pürüzlülüğünün ve gözenekliliğinin NRC üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak, bezayağı kumaşın ses yutum kapasitesi diğer dokuma kumaşlara göre daha düşük frekanslarda daha yüksek olduğu görülmüştür. Diğer dokuma yapılarının gürültü azaltma katsayısı, frekans aralığı arttıkça daha yüksek çıkmıştır. Bezayağı kumaşın gürültü azaltım katsayısı kumaş kat sayısının artışı ile azalmıştır. Dokusuz yüzey kumaşla birleştirilmiş dokuma kumaşın

kullanılması, gürültüyü arkada hava boşluğu bırakılarak yapılan ölçüme göre daha etkili bir şekilde azaltmıştır. Kumaşın düşük yüzey pürüzlülüğü ve oldukça gözenekli yüzeyi, yüksek bir gürültü azaltma katsayısına (NRC) sebep olmuştur.

(Segura Alcaraz et al., 2017)'nın yaptığı çalışmada; mikro lifli iki farklı dokuma kumaş yapısının (dimi örgüye sahip % 80 PES % 20 PA dokuma kumaş, havlu örgüye sahip %80 PES %20 PA dokuma kumaş) ses yutum özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Mikro lifli dokuma kumaşlar, farklı kalınlıkta dokusuz yüzey (15 mm, 30 mm, 45 mm) yapının üstüne ve üstüne-altına yerleştirilerek ses yutum davranışları incelenmiştir. Kumaş yapılarının ses yutum katsayısı (empedans tüp yöntemi, Iso 10534-2 standardına göre) ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda, genel olarak dimi örgüye sahip dokuma kumaş, test edilen tüm kombinasyonlarda havlu örgüye sahip dokuma kumaşa göre daha yüksek ses yutum özelliği göstermiştir. 15 mm kalınlıktaki dokusuz yüzey üzerine ilave edilen dimi örgülü dokuma kumaş yapısıyla ses yutum özellikleri geliştirilmiş ve en yüksek ses yutum katsayısı değeri düşük frekans bölgede (1000-1500 Hz) görülmüştür. 15 mm kalınlıktaki dokusuz yüzey üzerine ve altına dimi örgülü dokuma kumaş ilave edildiğinde en iyi ses yutum katsayı değerleri daha düşük frekans bölgesine (500-1000 Hz) kaymıştır. 15 mm kalınlıktaki dokusuz yüzey üzerine havlu dokuma kumaş ilave edildiğinde en iyi ses yutum katsayısı yüksek frekans bölgede (2500-4000 Hz) görülürken, 15 mm kalınlıktaki dokusuz yüzeyin üstüne ve altına havlu kumaş ilave edildiğinde yüksek frekans bölgede daha iyi ses yutum katsayısı değeri elde edilmiştir. 30 mm ve 45 mm dokusuz yüzey üzerine havlu dokuma kumaş ilave edildiğinde en iyi ses yutum katsayısı 1500-2000 Hz bölgede elde edilirken, aynı kumaş üste ve alta yerleştirildiğinde en iyi ses yutum katsayısı değeri düşük frekans (1000-1500 Hz) bölgeye kaydığı görülmüştür.

(Atiénzar-Navarro et al., 2020)'nın yaptığı çalışmada; emdirme tekniği ile uygulanan farklı konsantrasyonda mikrokapsül katkılı pamuk ve polyester-pamuk karışımı dokuma kumaşların (159-478 g/m<sup>2</sup> ağırlık, 0,05-0,14 mm kalınlık aralığında) akustik özellikleri incelenmiştir. Çalışmada, lavanta esansiyel yağı kokusu içeren mikrokapsüller yatay fular (2608 TEPA) kullanılarak emdirme yöntemiyle 3 farklı konsantrasyonda (25 g/L, 50 g/L ve 100 g/L) 7 farklı kumaş (%100 CO-Dimi-183 g/m<sup>2</sup>, T1-Şönül-398 g/m<sup>2</sup>, T2-Düzbaskılı-159 g/m<sup>2</sup>, T3-Düzbaskılı-358 g/m<sup>2</sup>, T4-%100 PES-

jakar-245 g/m<sup>2</sup>, T5-Düzbaskılı-199 g/m<sup>2</sup>, T6-PESŞönül-478 g/m<sup>2</sup>) üzerine uygulanmıştır. Ses yutum özellikleri, empedans tüp yöntemine göre Iso 10534-2:1998 standardına uygun olarak 0.1-3.15 kHz frekans aralığında ölçülmüştür. Aynı mikrokapsül konsantrasyonuna sahip altı farklı dokuma kumaşın ses yutma etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar, katkılı dokuma kumaşların ses yutma katsayısındaki değişimin kumaş tipine, mikrokapsül konsantrasyonuna ve deney düzeneğine bağlı olduğunu göstermiştir. Aynı iplik yoğunluğuna sahip pamuk kumaşta, katkılı tüm numunelerde ses emme katsayısında bir artış gözlemlenmiştir. Diğer altı farklı kumaşa uygulanan mikrokapsüllerin akustik etkisi ise mikrokapsüllerin konsantrasyonuna, kumaşların tipine ve deney düzeneğine (sondaki numune veya hava boşluğu ile) bağlı olarak farklı bir akustik etkiye sahip (artar, azalır veya değişmez) olduğu görülmüştür. Öte taraftan çalışmada, Pieren'in modelinin tekstil kumaşlarına uygulanan mikrokapsüllerin etkisini doğru bir şekilde tanımlamadığı görülmüştür. Çalışma sonucunda, mikrokapsüllerin kullanımı ile ses yutum özelliğinin artırılması ve kontrolüne dayalı yeni akustik özellikte fonksiyonel kumaşların geliştirilmesi için ilk adım atılmış ve farklı konsantrasyondaki tekstil kumaşlarına mikrokapsüllerin uygulanması ile ses emilimini kontrol etmenin mümkün olduğu kanıtlanmıştır.

(Liu et al., 2021)'nin yaptığı çalışmada; içi boş kesitli polyester iplikler çözgü ve atkı yönünde kullanılarak farklı örgü yapısı (2x2 panama, 6x6 balbeteği, 8x8 balbeteği, 12x12 balbeteği, armürlü 12x12 balbeteği) ve farklı çözgü sıklığına (37 ç/cm, 28 ç/cm, 42 ç/cm) sahip petek görünümünde 7 farklı dokuma kumaş (147 - 387 g/m<sup>2</sup> ağırlık, 0,56 - 2,78 mm kalınlık aralığında) üretilmiştir. Empedans tüpü yöntemi kullanılarak Iso 10534-2 standardına göre 60 mm çapında numuneler kullanılarak 100–6300 Hz frekans aralığında ses yutum katsayısı ölçülmüştür. Örgü yapısı, çözgü sıklığı ve ölçümdeki boşluk miktarının ses emilimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapılan ölçümlere göre, örgü yapısı ve çözgü sıklığı petek örgü alanı, kalınlık ve ağırlık üzerinde etki yaparak, iç gözenek parametreleri (ortalama gözenek çapı ve gözeneklilik) üzerinde etki gösterir ve buna bağlı olarak kumaşların ses emilimi üzerinde etkisi görülür. Çözgü ve atkı sıklığı aynı olduğunda, örgü tekrarı, petek yapı alanı, ortalama gözenek çapı ve gözeneklilik azaldıkça, ağırlık arttıkça daha iyi ses yutum katsayıları elde edilmiştir. Örgü yapısı ile petek yapı alanı azaltılabilir ve ses yutum özellikleri artırılabilir. Ayrıca aynı örgüye



sahip kumaşların ses absorpsiyonu, çözgü sıklığının artması sebebiyle, petek yapı alanının azalması, kumaş kalınlığının ve ağırlığın artmasıyla artmaktadır. Ortalama gözenek çapı ve gözeneklilik çok az değişiklik gösterir. Petek dokuma kumaşların ses emilimi, kumaşların ve hava boşluğunun rezonans etkisi sayesinde arka hava boşluğu eklenerek önemli ölçüde iyileştirilebilir. Düşük frekansta ses emilimi, hava boşluğu arttıkça daha da iyileşir. Sonuç olarak, petek dokuma kumaşlar ve arka hava boşluğu kombinasyonu, kumaşların ses yutum özelliğini iyileştirmiş ve arka hava boşluk miktarı arttıkça düşük frekanstaki ses yutum özelliği daha da arttığı görülmüştür.

(Temesgen et al., 2021) ve (Temesgen, 2021)'nin yaptığı çalışmada, alternatif doğal elyaflardan olan enset lifinden oluşan dokuma kumaş ve enset dokuma kumaş takviyeli biyo reçineli kompozit malzemenin akustik özelliği araştırılmıştır. Ses yutma performansı için empedans tüp yöntemi kullanılmıştır. Ses yutum mekanizmasının analizi için enset liflerinin gözenekliliği ve boşluk yapısı taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. Enset kumaşının ses yutma katsayısı, 3500 Hz frekansından sonra ancak 5 kat enset kumaşı ile 0,5 seviyesine ulaşabilmektedir. Kumaş katman sayısı artan kompozit yapılar, ses yutma frekans aralığını azaltmıştır. 5 katlı enset kumaşından oluşan kompozit ile 2830 ile 6000 Hz arasındaki geniş bir frekans aralığında ses yutma katsayısı 0,5'in üzerinde kalırken, yaklaşık 2500 Hz frekansında 0,9'a ulaşmaktadır. Aynı zamanda, biyo reçinenin enset kumaşa oranının artırılması, kompozit malzemenin ses emme davranışının daha yüksek frekans bölgelerinden orta frekans bölgelerine kaymasına neden olmuştur.

(Bakkal İldeniz & Yavuzkasap Ayakta, 2021)'nin yaptığı çalışmada; farklı oranlarda kapok lifi içeren iplikler ile geliştirilen dokuma kumaşların çeşitli fiziksel özellikleri ile akustik özellikleri incelenmiştir. Dini 2/2 kontrüksiyon tasarımında 1 nolu %80 Pamuk-%20 Kapok, 2 nolu %60 Pamuk- %40 Kapok, 3 nolu %28 Pamuk-%47 Tencel-%20 Kapok-%5 Elastan içeren üç farklı dokuma kumaş numunesi geliştirilmiştir. Kumaşlara, kalınlık (Dın Iso 5084 standardına göre), ağırlık (Tse 251 standardına göre), yırtılma dayanımı (Iso 13937-1 standardına göre), kopma dayanımı (Iso 13934-2 standardına göre), piling testi (Iso 12945-2), dikiş açma testi (Iso 13936-1), su iticilik ve temas açısı ölçümü (En 24920 standardına göre), hava geçirgenliği (Ts 391 En Iso 9237 standardına göre) testleri yapılmıştır. Akustik ölçümleri için empedans tüpü ölçüm yöntemi (SCS

marka SCS 902 model çift mikrofonlu empedans tüp cihazı, Ts En Iso 10534-2:2003 standardına uygun olarak) kullanılmıştır. Kumaş kalınlığı ve ağırlık değeri arttıkça kumaşların ses yutum özelliklerinde iyileşme gözlemlenmiştir. Ayrıca kapok içeriği en yüksek olan (%40) 2 nolu kumaş yapısında (0,83 mm kalınlık, 303 g/m<sup>2</sup>) kapoğun içi boş lif kesit şekli nedeniyle hava geçirgenliği ve ses yutuculuk katsayısının en yüksek olduğu görülmüştür. %20 oranda kapok içerikli 1 (%80 pamuk %20 kapok) ve 3 (%47 Tencel %28 Pamuk % 20 kapok %5 elastan) nolu kumaşlarda kendi içinde değerlendirildiğinde 3 nolu kumaşın ses yutuculuk katsayısının daha düşük çıktığı görülmüştür. Buna bağlı olarak tencel-elastan içerikli kumaşların pamuk içerikli kumaşlara göre daha düşük ses yutum katsayısı gösterdiği görülmüştür.

## **2.8. Şardon Mekanik Bitim İşlemi ile İlgili Yapılan Araştırmalar**

Şardon, kumaş üzerinde havlı/tüylü yüzey oluşturmak için çok sayıda yüzey lifinin iplik yapısından kısmen çekildiği mekanik bitirme işlemidir. Lifler, bir şardon makinesinde metal tellerle veya tellerle kaplı dönen silindirlerle işleme tabi tutularak çekilir. Ortaya çıkan kumaşlar daha yumuşak, daha kalın, hacimli ve tüylü bir yüzey görünümüne sahiptir (Matsudaira & Matsui, 1992), (Bueno et al., 1997), (Kumar & Sundaresan, 2013). Çekilmiş lif uçları kumaş yapısını örter, gizler ve yüzeyi daha pürüzsüz hale getirir (Bueno et al., 1997). Sadece bir şardon geçişinde istenilen şardon efektinin verilmesi için kumaşın bozulmasına ve uçuntu oluşumuna neden olabilecek daha yüksek çekme kuvvetleri gerektirir. Aşırı mekanik gerilmeyi önlemek için, kumaşlar genellikle istenen görünüm elde edilene kadar birkaç kez şardon ünitesinden geçirilir (Yuksekkaya, 2008).

Şardon, kumaşların görünümünü ve tutumunu iyileştirmek için yıllardır kullanılmaktadır (Bueno et al., 1997), (Tomasino, 1992). Şardonlama işleminin kumaş tutumu, pürüzsüzlüğü ve yumuşaklığı üzerindeki etkisi, terbiye ile ilgili tekstil literatüründe araştırılmıştır (Matsudaira & Matsui, 1992), (Brooks, 1991), (Roh et al., 2014).

(Matsudaira & Matsui, 1992)'nin yaptığı çalışmada, polyester kumaşların terbiye işlemleri boyunca tutum özellikleri araştırılmış ve şardonlamanın kumaş tutumunu geliştirdiği bulunmuştur.

(Brooks, 1991)'nın yaptığı çalışmada, kabarık yünlü kumaşların pürüzsüzlük, yumuşaklık ve sertlik açısından öznel değerlendirme sonuçları bildirilmiştir. Kumaş düzgünlüğü ve yumuşaklığının kumaşlara verilen kabarıklık miktarı ile açıkça ilişkili olduğu bulunmuştur.

Görünüşe ve kumaş tutumuna ek olarak, şardonlama işlemi kumaşların bazı teknik özelliklerini geliştirmektedir. Örneğin kumaş yapısının artan hacmi içinde oluşan hava gözenekleri kumaşın ısı yalıtımını ve sıcaklığını iyileştirir (Bueno et al., 1997), (Kumar & Sundaresan, 2013), (Roh et al., 2014), (Sabir & Doba Kadem, 2016).

(Bueno et al., 1997)'nin yaptığı çalışmada, bazı dokuma ve örme kumaşların yüzey özellikleri üzerindeki şardonlama ve zımparalamanın etkilerini araştırmak için tribolojik bir yöntem tanımlanmıştır. Çalışmalarına göre, aynı kumaş için şardonlamadan sonra zımparalamaya göre daha uzun lif uçları elde edildiği görülmüştür. Şardon, havanın hapsedildiği kumaşın üzerinde bir lif yüzeyi (fiber mat) oluşturmuştur.

(Gunesoglu et al., 2005)'nin yaptığı çalışmada, şardonlama işleminin etkisi insan cildinin bir nesneye kısa bir süre dokunması hissini belirleyen örme kumaşların ısı temas özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Hacimli kumaşların, tüylü ve lifli yapıya hapsedilmiş hava nedeniyle daha sıcak bir his verdiği görülmüştür.

(Sabir & Doba Kadem, 2016)'nin yaptığı çalışmada, şardonlanmış denim kumaşların konfor ve bazı mekanik özelliklerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre kumaşların ısı direnci şardonlama işlemi ile iyileştirilmiştir. Şardonlama ayrıca hava geçirgenliğinin artmasına neden olmuştur. Hacimli kumaşların sonuçları, mekanik performansları açısından önemli bir olumsuz sonuç ortaya koymamıştır.

(Roh et al., 2014)'nin yaptığı çalışmada, mikro liflerden oluşmuş poliamid/polyesterden yapılmış suni süet örme kumaşların mekanik ve konfor özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Şardonlamadan sonra su buharı iletimi azalmış, ancak suni süet kumaşların ısı direnci ve su iticilik değerleri artmıştır. Şardon geçişlerinin sayısının artması süetin sertleşmesine neden olmuş, ancak yumuşak ve pürüzsüz yüzeyi korumuştur.

Ses dalgası yayılımı sırasında akustik enerjiyi dağıtan gözeneklerde hapsolmuş hava ve lifler arasındaki sürtünme direnci nedeniyle bu yapılarda ses emilimi esas olarak meydana geldiğinden lifli yapılarda küçük boşluklar gereklidir (Barron, 2003), (Aso & Kinoshita, 1964), (Genis et al., 1990), (Suvari et al., 2019). Hacimli ve kalın lifli yapılar, ses dalgaları geçerken daha fazla sürtünme direnci sunan daha uzun kıvrımlı yollar nedeniyle daha fazla ses enerjisi emer (Barron, 2003), (Aso & Kinoshita, 1964), (Genis et al., 1990), (Suvari et al., 2016). Şardonlu kumaşlar, lifli yüzeyde ekstra hava gözenekleri içerdiğinden ve hacimli yapılara sahip olduğundan, şardonlanmış kumaşlar temel kumaşlarına kıyasla daha fazla ses enerjisi emme potansiyeline sahiptir.

Ev tekstili endüstrisi, şardonlanmış kumaşların doğasında sahip olduğu iki ana özellik olan iyi bir yüzey görünümü ve yumuşak bir tutum aramaktadır. Bu nedenle hacimli/şardonlanmış kumaşlar perde, döşeme ve dekoratif kumaşlar gibi ev tekstili ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kumaşlar aynı zamanda ses emilimi açısından oda konforunu artırma potansiyeline de sahiptir. Bu çalışmada, şardon işleminin dokuma kumaşların ses yutma davranışına etkisi araştırılmıştır.

Yapılan literatür araştırmaları sonucunda çok katlı dokuma yapılı şardonlu kumaşlar ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sebeple tez çalışmasında kullanılan yöntemlerden biri (şardonlu kumaş yapıları gibi gözenekli yüzeyler oluşturmak) diğer çalışmalardan ayrılarak çıkan sonuçların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## **2.9. Şönil Kumaşlar ile İlgili Yapılan Araştırmalar**

Literatür incelendiğinde Çeven ve çalışma arkadaşlarının, şönil iplikler üzerine birden fazla çalışma yaptığı görülmüştür. Bu çalışmaları özetleyecek olursak, (Özdemir & Çeven, 2005)'nin yaptığı çalışmada, şönil iplik makinelerine ait üretim parametrelerinde yapılan değişimlerin iplik üzerindeki etkileri incelenmiştir. Şönil iplik üretiminde hav tipi, şönil bükümü ve hav uzunluğu değiştirilerek Nm 4 ve Nm 6 numaralı şönil iplikler üretilmiş, Nm 4 ve Nm 6 numunelerinin döşemelik kumaşlarda atkı ipliği olarak kullanıldığında kumaş üzerindeki etkileri incelenmiştir. İplik aşınması, kaynar su çekmesi ve kumaş aşınma direnci incelenmiştir. Sonuç olarak iki farklı ipliğe ve bunlardan oluşturulan kumaşlara ait tüm analiz sonuçlarında etkilerinin olduğu gözlenmiştir. (Özdemir & Çeven, 2004)'nin yaptığı çalışmada, şönil iplik üretiminde

değiştirilen makine parametrelerinin aşınma dayanımına etkileri incelenmiştir. İplik, örme ve dokuma formunda numunelerde deneysel çalışmalar gerçekleştirilen çalışmanın sonucunda sentetik hav iplik içeren şönilerin aşınma dayanımının pamuk içeriklilere göre daha düşük olduğu belirtilmiştir. Hav yüksekliğinin artışı şönil ipliklerin daha geç aşındığını, şönil iplikte artan bükümün hav kaybını azalttığı, şönil iplik kalınlaştıkça aşınma dayanımının arttığı gibi pek çok parametre incelenmiştir. (Çeven & Özdemir, 2006)'nın yaptığı çalışmada, şönil ipliklerin, kolay hav kaybı nedeniyle aşınmaya karşı hassas olması özelliğini iyileştirmek amacıyla , % 100 yün ve % 50 yün % 50 polyester karışımı iplik içerikli şönil ipliklerden üretilen kumaşların aşınma dirençleri incelenmiştir. (Çeven, 2007)'nin yaptığı çalışmada ise, şönil iplik üretim parametrelerinin iplik ve kumaş performans özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

(Kaplan et al., 2021)'nin yaptığı çalışmada, farklı hav malzemelerine (polyester-PETpolietilen tereftalat filament iplik, polyester/viloft iplik, akrilik iplik) sahip şönil atkı ipliklerini içeren denim kumaşların bazı termal konfor parametreleri incelenmiştir. Objektif ölçümlerin yanı sıra 30 denek üzerinde subjektif önkol testi yapılmıştır. Kumaşın dokuması, kumaşın dış yüzeyinden havlı malzemeyi gösterecek şekilde değil, denim görünümünü bozmayacak, termal temas ve yalıtım özelliklerini artıracak şekilde seçilmiştir. Sonuçlar, malzemeler hav şeklinde kullanıldığında termal hislerin yüzey sürtünme özellikleri ile ilişkili olmadığını, ancak akrilik hav daha pürüzsüz bir yüzey oluşturmasına rağmen diğer kumaşlara göre daha sıcak olarak değerlendirildiğini göstermektedir. Geçirgenlik (hava ve su buharı) sonuçları beklendiği gibi daha pürüzlü ve hacimli hav malzemeleri ile azalmıştır. Bu çalışmada geliştirilmesi amaçlanan parametrelerden biri olan ısı direnç, kesitteki filament sayısından da etkilenmiş ancak dairesel olmayan kesit ve daha fazla normal dokuma kumaşlarda olduğu gibi yapı havanın içeride hapsolmasını sağlayan kıvrımlı yapı gibi diğer özelliklerden etkilenmemiştir.

(Kavuşturan et al., 2010)'nin yaptığı çalışmada, şönil örme kumaşların aşınma ve eğilme davranışlarına hav ve özlü iplik malzeme türlerinin etkileri incelenmiştir. Bu amaçla aynı iplik numaralarında 7 farklı hav ipliği malzemesinden ve 2 farklı özlü iplik malzemesinden farklı şönil iplikler üretilmiştir. Şönil ipliklerin üretiminde farklı hav

ipliği elyaf türleri, tencel, bambu, modal, soya lifi, % 50 soya % 50 tencel gibi konfor elyafları ve viskon ve pamuk gibi geleneksel elyaflar; farklı özlü iplik türleri polyester ve viskon olarak belirlenip kullanılmıştır. Bu ipliklerden yapılan örme kumaşların aşınma direnci Martindale Aşınma test cihazı ile ölçülmüştür. Deneysel değerler kullanılarak yapılan istatistiksel analizlerin sonuçlarına göre, aşınmaya bağlı kütle ve kalınlık kaybı gibi fiziksel özellikler hav ve özlü iplik türleri etkilenmiştir.

(Ulku et al., 2003)'nın yaptığı çalışmada, döşemelik kumaşların aşınma direnci üzerine şönil iplik özellikleri, hav uzunluğu, büküm oranı ve dokuma yapısının etkisini incelemiştir. 0,7, 0,8 ve 1,0 mm kalibrelerde 3 farklı büküm seviyesinde farklı akrilik şönil iplikler üretmişlerdir. Bu iplikler daha sonra atkı ipliği olarak üç farklı dokuma yapısında kullanılmıştır. Tüm numuneler, Martindale Aşınma Test Cihazında aşınma direncini gözlemek için test edilmiştir. Sonuçlarında, büküm seviyelerinin, hav uzunluklarının ve dokuma yapılarının döşemelik kumaşların aşınma direnci üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

(Bilgin Yücel, 2019)'nın yaptığı çalışmada, denim kumaşlarda kış mevsiminde ciltte serin bir his bırakma problemini çözmek için şönil iplik ve kumaş yapılarını kullanılmıştır. Genellikle ev tekstili ürünlerinde tercih edilen şönil iplik havlı yapısı nedeniyle giysilik kumaşlarda da kumaşın konfor özelliklerini etkileyecektir. Çalışma kapsamında, şönil iplikli kumaşların su buharı, hava geçirgenliği, kumaş-deri arasındaki temas özellikleri ve ısı direnç parametreleri araştırılmıştır. Sonuç olarak, şönil iplikle gerçekleştirilen denemelerde kumaşın hacimli ve pürüzlü yapısının hava geçirgenliğini düşürdüğü gözlenmiştir. Şönil ipliğin yapısındaki hav ipliğinin kullanılması da denim kumaşta ısı direnci etkilediği görülmüştür. Tutum özellikleri geliştirilmiş, termal yalıtımı iyileştirilmiş, soğuk havada giyime uygun görsel olarak denim yapısına sahip kumaşlar üretilmiştir.

(I. Süle, 2014)'nın yaptığı çalışmada, şönil ipliğin yapısal boyutlarını doğrudan belirlemek için eksenel gri seviye karakteristiğinin (EAGLC) çıkarılması olarak adlandırılan yeni ve hızlı bir görüntü analizi tabanlı yöntem geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda, büküm seviyesinin belirlendiği görüntü bölgelerine karşılık gelen sinyal

değişikliklerini değerlendirmek için bilgisayarlı görüş ünitesi ile birlikte optoelektronik sensör içeren bir iplik kontrol sistemi geliştirilmiştir.

Yapılan literatür araştırmaları sonucunda ses yutum özelliğini geliştirmek amacıyla çok katlı dokuma yapılı şönilli kumaşlar ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sebeple tez çalışmasında kullanılan yöntemlerden biri (şönil iplik kullanımı ile şönil kumaş yapıları gibi gözenekli yüzeyler oluşturmak) diğer çalışmalardan ayrılarak çıkan sonuçların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

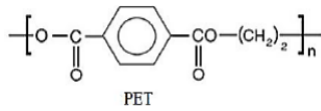
### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

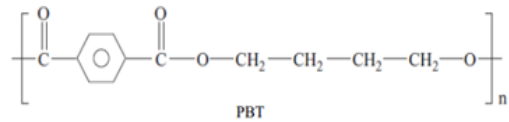
##### 3.1.1. Polietilen tereftalat (PET) lifleri

Polyester lifleri ana zincirlerinde ester bağları bulunduran sentetik liflerdir. Bu lifler pek çok olumlu özelliğe sahiptir. Bunlar yüksek mukavemet, düşük sürünme, uzamaya ve deformasyona karşı iyi dayanım, yüksek camsı geçiş sıcaklığı ve asitlere, yükseltgen maddelere karşı yüksek dayanım olarak özetlenebilir. Tüm bu olumlu özellikler nedeniyle polyester lifleri hem konvansiyonel hem de endüstriyel alanda tercih edilmektedir (Hsieh 2001).

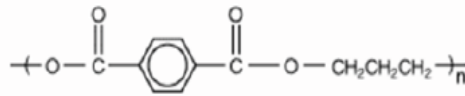
Ticari açıdan en önemli aromatik polyester lifi, polietilen tereftalat lifidir ve kısaca PET olarak ifade edilir. PET polimeri, tereftalik asit (TPA) veya dimetiltereftalat (DMT) ile etilenglikol (EG) olarak ifade edilen iki tip monomerin polikondenzasyonu ile elde edilir. PET, beyaz veya açık krem bir malzemedir, yüksek ısıl direnç ve kimyasal stabiliteye sahiptir ve asitlere, bazlara, bazı solventlere ve yağlara karşı oldukça dayanıklıdır. PET lifinin kimyasal yapısı Şekil 3.1'de verilmiştir (Deopura ve ark. 2008).



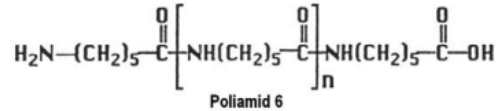
a) PET lifi



b) PBT lifi



c) PTT lifi



d) PA 6 lifi

**Şekil 3.1.** Liflerin kimyasal yapısı a) Polietilen tereftalat lifi, b) Polibütilen tereftalat lifi, c) Politrimetilen tereftalat lifi, d) Poliamid 6 lifi

PET lifi, çoğu aside karşı iyi bir dirence sahiptir, ancak konsantre sülfürik asit, PET'i kısmi ayrışma ile çözer. PET lifleri geleneksel ağartma maddelerine, temizleme



çözücülerine ve yüzey aktif maddelere karşı mükemmel direnç gösterir ve kristalizasyon derecesi ve moleküler oryantasyon, direncin derecesini belirler. Güçlü alkaliler ise lif yüzeyinin çözünmesine neden olur. Amonyak ve metil amin gibi diğer organik bazlar ve zayıf bazlar, yapının kristalin olmayan bölgelerine nüfuz eder (Deopura ve ark. 2008).

PET lifleri yüksek mukavemet, düşük sürtünme, uzamaya ve deformasyona karşı iyi derecede dayanım, yüksek camsı geçiş sıcaklığı ve asitlere, yükseltgen maddelere karşı yüksek dayanım gösterdikleri için konvansiyonel ve endüstriyel alanda özellikle tercih edilmektedir (Hsieh 2001).

Çalışmada, şönil iplik üretiminde 150 denye kalınlıkta 48, 96, 288, 600 filamente sahip dairesel, çokgen, kanal ve içi boş lif enine kesitine sahip PET iplikler kullanılmıştır.

### **3.1.2. Polibütülen tereftalat (PBT) lifleri**

Polyester liflerinin iyi performans özellikleri ve ekonomik olmaları, bu lifleri tıp, giyim, spor ve çeşitli endüstriyel alanlarda en önemli materyallerden biri haline getirmektedir. Yüksek performanslı fiziksel ve kimyasal olarak modifiye edilmiş polyester liflerinin rekabet güçleri ve avantajları standart liflere göre daha iyidir. Bu liflerden biri de polibütülen tereftalat lifleridir (Yıldırım ve ark. 2012).

Polibütülen tereftalat aromatik polyester ailesine ait olup kısaca PBT olarak ifade edilmektedir. Termoplastik polyester olan PBT polimeri, 1,4-bütandiolün (BDO) TPA (veya) DMT ile polikondenzasyonu ile üretilir. Tekrar biriminin molekül ağırlığı 220 olup Şekil 3.1'de kimyasal yapısı verilmiştir. PBT lifleri 1968'de piyasaya sürüldüğünden beri, üretimi her geçen yıl artmıştır. Bu lifler günümüzde Celanex, Crastin, Novaduran, Raditer, Ultradur, Valox gibi ticari isimlerle üretilmektedir. (Deopura ve ark. 2008).

PBT kimyasal olarak zayıf asitlere, bazlara, deterjanlara, alifatik hidrokarbonlara, yağlara, ester, alkol, keton ve glikollere oda sıcaklığında dayanıklıdır. Kuvvetli bazlara karşı iyi bir dayanım göstermemektedir. Aynı zamanda mükemmel derecede aşınma mukavemetine sahiptir. Yüksek sertlik ve darbe mukavemeti, iyi derecede sürünme özelliklerine sahiptir. Bununla birlikte iyi derecede mukavemet özellikleri

sergilemektedir. PBT'nin nem alma kabiliyeti ise düşüktür. Yüksek boyutsal kararlılık ve iyi işlenebilirlik özellikleri vardır. PBT'nin amorf bölge yoğunluğu 1,265–1,268 g/cm<sup>3</sup> aralığındadır ve kristalin bölge yoğunluğu ise 1.395g/cm<sup>3</sup>'dür (Deopura ve ark. 2008).

PBT lifleri, diş fırçası kılları, halı ipliği ve spor giyim, giyim eşyası, iç çamaşır ve çorap olarak kullanılır. Ayrıca, yüksek mukavemete, stabiliteye ve klora karşı iyi bir dirence sahip olduğu için mayo ve bikinilerde de kullanılabilir. PBT, boyutsal kararlılık, gerilme mukavemeti, arttırılmış esneklik ve hızlı kristallenme oranı kombinasyonu nedeniyle tercihen mühendislik plastikleri üretimi için de kullanılabilir (Deopura ve ark. 2008).

Çalışmada, şönil iplik üretiminde 150 denye kalınlıkta 48 filamente sahip dairesel lif enine kesitine sahip PBT iplik kullanılmıştır.

### **3.1.3. Politrimetilen tereftalat (PTT) lifleri**

Politrimetilen tereftalat, mısır şekeri gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen 1,3-propandiolden (PDO) sentezlenen aromatik bir polyesterdir ve kısaca PTT olarak ifade edilir. PTT polimeri, Dimetil Tereftalat (DMT) veya saflaştırılmış tereftalik asit (PTA) ile 1,3-propan diol (PDO)'un polikondenzasyon reaksiyonları sonucu üretilir. Birim molekül ağırlığı 206'dır ve kimyasal yapısı Şekil 3.1'de verilmiştir (Deopura ve ark. 2008).

PET ve PBT ile karşılaştırıldığında, PTT en yüksek elastik toparlanma, üstün mukavemet, yüksek esneklik ve mükemmel boyanabilirlik gibi birçok avantajlı özelliğe sahiptir. Bu özellikleri sayesinde fiber veya film olarak mühendislik termoplastik uygulamalarında yaygın olarak kullanılır (Yıldırım ve ark. 2012).

PTT, tekstil uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Üstün mukavemet ve mükemmel boyanabilirlik özelliğine sahiptir. PTT, hızla kristalleşir ve PTT'nin özel zikzak moleküler zincir yapısı sayesinde bir tekstil lifi olarak iyi esneklik ve üstün elastik geri kazanım, yüksek hacimli, yumuşak tuşe ve boyama kolaylığı özellikleri elde edilir (Yıldırım ve ark. 2012).

Çalışmada, şönil iplik üretiminde 150 denye kalınlıkta 144 filamente sahip bikomponent lif üretim teknolojisiyle üretilmiş yan yana lif enine kesatine sahip PET/PTT iplik kullanılmıştır.

#### **3.1.4. Poliamid 6 (PA 6) lifleri**

Poliamid (PA) lifleri, halı, giyim ve oto lastiklerinde takviye malzemesi olarak birçok endüstriyel alanda kullanılan önemli bir sentetik lif gurubudur. Tekstil sektöründe PA 6.6 (nylon 6.6) ve PA 6 (nylon 6) yaygın olarak kullanılan poliamid lifleri arasında yer almaktadır. Bunlardan PA 6.6, heksametilen diamin [ $H_2N-(CH_2)_6-NH_2$ ] ile adipik asidin [ $HOOC-(CH_2)_4-COOH$ ] polimerizasyonu sonucunda elde edilir (Rivlin 1992).

PA 6 lifleri kaprolaktamdan elde edilmektedir. Sentez sırasında önce kaprolaktam halkası açılarak 6-amino heksanoik aside [ $H_2N-(CH_2)_5-COOH$ ] dönüşmekte ve daha sonra bu amino asitin kendi kendine kondenzasyonu ile PA 6 polimeri elde edilmektedir, kimyasal yapısı Şekil 3.1’de verilmiştir (Rivlin 1992).

PA 6 lifleri parlaktır, istenildiğinde titan dioksit ( $TiO_2$ ) ilavesi ile yarı mat veya mat olarak elde edilebilir. Mukavemeti PA 6.6’ya göre biraz daha yüksektir. Islak halde iken mukavemetlerinde çok az bir düşüş görülmektedir (kuru halde 4.5 – 7 gr/denye, ıslak halde ise 4.1 – 6 gr/denye). Nem çekme özelliği doğal liflerden daha düşük, PA 6.6 lifleri ile aynı özelliği gösterir (% 4 – 4.5 arasında değişir). Sürtünmeye karşı dayanıklılığı oldukça iyidir. PA 6 ürünlerinin boyut değiştirmezliği, düşük ve ılık sıcaklıklarda yıkandığında iyidir. Yüksek sıcaklıklarda yıkanan ürünler büzüşmeye bağlı olarak çekerler. Esneklik özelliği yüksek, yaylanma özelliği iyidir (% 8 oranında uzatıldıklarında eski hallerine dönebilir). Filament halindeki PA 6 liflerinin uzama oranı kuru halde % 23 – 43, yaş halde % 27 – 34 arasında değişmektedir. PA 6 lifleri oldukça hafif bir lif olup, özgül ağırlığı 1.16 gr/cm<sup>3</sup> tür.

PA 6 lifleri kimyasal maddelere karşı dayanıklıdır. Sulu asitlerin liflere olumsuz bir etkisi olmazken, sülfürik asit ve nitrik asit gibi kuvvetli asitler lifi parçalar. Sıcak ve soğuk hidroklorik asit life zarar verir. Alkalilere karşı dayanıklılığı PA 6.6’ ya göre daha iyidir. Kuru temizlemede kullanılan fenol, kresol ve formik asit hariç diğer

çözücüler life zarar vermez. Güneş ışığına karşı dayanıklılığı daha düşüktür. Bakteri, mantar, güve ve diğer zararlı böcekler liflere zarar vermez. Elektrik iletme özelliği çok zayıf olduğundan statik elektrikle yüklenir. PA 6 liflerinin camlaşma sıcaklığı 50-60 °C, erime noktası 215 °C civarında olup PA 6.6 lifine göre daha düşüktür. Alevle karşılaştığında hemen tutuşmaz, ancak yanmaya başladığında alevle yanar. Termoplastik özelliğinden dolayı lifler önce yumuşar, daha sonra damlayarak erir. Külü ise krem renginde, boncuk şeklinde ve serttir (Yılmaz ve Kanık 2009).

Çalışmada, şönil iplik üretiminde 150 denye kalınlıkta 72 filamente sahip bikomponent lif üretim teknolojisiyle üretilen 16 dilimli pasta lif enine kesitine sahip PET/PA 6 iplik kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tüm iplik özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Çalışmada kullanılan iplik özellikleri

<b>Kullanım Yeri</b>	<b>Şardon Kumaş Üretiminde Kullanılan İplikler</b>
Şardon ve Şönil Kumaş Çözgü İpliği	150den/36f Polietilen tereftalat (PET) Tekstüre Y.mat 420 T/m S
Şardon ve Şönil Kumaş Çözgü İpliği	900den/288f Polietilen tereftalat (PET) Katyonik Özellikte Düzenli Punta
Şardon Kumaş Atkı İpliği	300den/576f Polietilen tereftalat (PET) Mikro Tekstüre Y.mat
Şardon Kumaş Atkı İpliği	600den/192f Polietilen tereftalat (PET) Tekstüre SPRL
Şardon Kumaş Atkı İpliği	600den/1152f Polietilen tereftalat (PET) Mikro Tekstüre Y.mat
	<b>Şönil İplik Üretiminde Kullanılan İplikler</b>
Şönil Kumaş Şönil Zemin İpliği	20/1 Ne Polietilen tereftalat (PET) Kesik Elyaf
Şönil Kumaş Şönil Hav İpliği	150den/48f Polietilen tereftalat (PET) Tekstüre Y.mat Dairesel Kesit
Şönil Kumaş Şönil Hav İpliği	150den/96f Polietilen tereftalat (PET) Tekstüre Y.mat Dairesel Kesit
Şönil Kumaş Şönil Hav İpliği	150den/288f Polietilen tereftalat (PET) Tekstüre Y.mat Dairesel Kesit
Şönil Kumaş Şönil Hav İpliği	150den/600f Polietilen tereftalat (PET) Tekstüre Y.mat Dairesel Kesit
Şönil Kumaş Şönil Hav İpliği	150den/48f Polietilen tereftalat (PET) Tekstüre Y.mat Çokgen Kesit
Şönil Kumaş Şönil Hav İpliği	150den/96f Polietilen tereftalat (PET) Tekstüre Y.mat Kanal Kesit
Şönil Kumaş Şönil Hav İpliği	150den/48f Polietilen tereftalat (PET) Fdy Y.mat İçi Boş Kesit
Şönil Kumaş Şönil Hav İpliği	150den/72f Polietilen tereftalat (PET)/Poliamid (PA 6) Tekstüre Y.mat Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit
Şönil Kumaş Şönil Hav İpliği	150den/144f Polietilen tereftalat (PET)/ Politrimetilen tereftalat (PTT) Tekstüre Y.mat Bikomponent Yan Yana Kesit
Şönil Kumaş Şönil Hav İpliği	150den/48f Polibütilen tereftalat (PBT) Tekstüre Parlak Dairesel Kesit

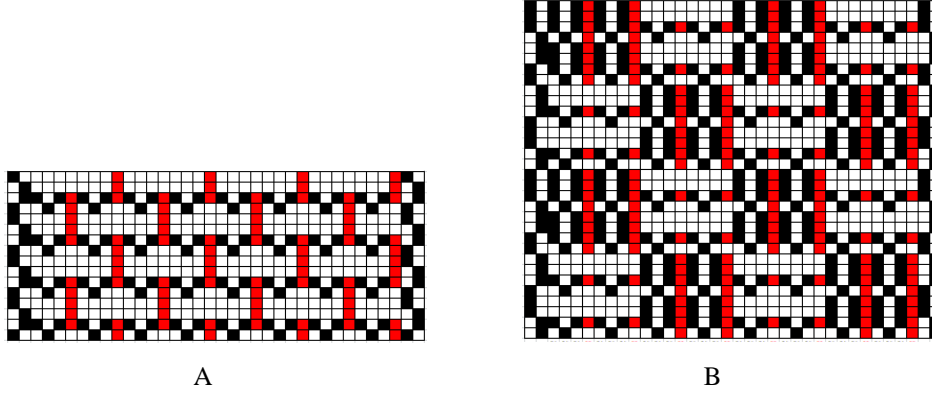
## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Şardonlu kumaş üretim yöntemi

Çalışmada, tekstüre (düzenli) ipliklerle bezayağı örgüye sahip iki katlı yapıda kumaş dokunmuş, şardon işlemi yapılmış ve boyama apre işlemleri yapılarak ses yutuculuk özellikleri incelenmiştir. Ses yutuculuk değerlerindeki artışın şardon işleminin etkisiyle iyileştiği gözlemlenmiştir. Bu sebeple numune planı için 2 farklı atkı ipliği, 2 farklı örgü tipi kullanılarak 4 adet dokuma kumaş üretilmiştir (Çizelge 3.2). ITEMA R9500 QRP model kancalı dokuma tezgâhında bezayağı ve 2x2 panama örgüde üretilmiş olan kumaşların çözgü sıklığı 32 çözgü/cm olacak şekilde çözgü hazırlanmıştır. Çözgü ipliği olarak bütün kumaşlar için 165,2 denye ve 977,34 denye polyester ipliği kullanılmıştır. Atkı ipliği olarak 320,42 denye ve 642,9 denye numaralarda polyester ipliği kullanılmıştır. Çizelge 3.2’de dokuma kumaş bilgileri ve Şekil 3.2’de dokuma örgü raporları şematik gösterimi verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Şardonlu dokuma kumaş üretim bilgileri

Numune Adı	Çözgü 1	Çözgü 2	Çözgü Sıklığı (tel/cm)	Atkı 1	Atkı 2	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Örgü
Mikro Bez	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	32	300Den576F Polyester Mikro	600Den1152F Polyester Mikro	38	Bezayağı
Mikro Panama	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	32	300Den576F Polyester Mikro	600Den1152F Polyester Mikro	35	Panama 2/2
Tekstüre Bez	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	32	300Den96F Polyester Tekstüre SPRL	600Den192F Polyester Tekstüre SPRL	38	Bezayağı
Tekstüre Panama	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	32	300Den96F Polyester Tekstüre SPRL	600Den192F Polyester Tekstüre SPRL	35	Panama 2/2



**Şekil 3.2.** Şardonlu kumaşların örgü raporu şematik gösterimi A) İki kat bezayağı B) İki kat panama

Ardından şardon makinesinde her bir kumaş 3 farklı pasaj sayısında geçirilerek (1 pas, 2 pas ve 3 pas) 12 adet şardonlu dokuma kumaş oluşturulmuştur. Şardonlanan kumaşlar firma içinde HT yöntemine göre boyanarak kurutma ve fikse işlemi uygulanmıştır (Çizelge 3.3).

**Çizelge 3.3.** Şardonlu dokuma kumaş boyama ve apre işlem bilgileri

İşlem Adı	Sıcaklık [°C]	İşlem Süresi [dak]
Ön Fikse	160	1.5
HT Boyama	130	360
Kurutma ve Fikse	165	1.5

### 3.2.2. Şönül kumaş üretim yöntemi

Yapılan ön çalışmalardan hareketle lifli dokuma yapısı oluşturmak amacıyla dokuma kumaşlarda kullanılmak üzere şardonlu kumaşlara alternatif olarak 10 farklı hav ipliği ile 3 farklı hav uzunluğunda (0,8 mm, 1 mm ve 1,2 mm) 30 adet şönül iplik üretilmiştir. Tüm şönül iplikler 6 Nm kalınlıkta ve zemin ipliği 20/1 Ne Polyester kesik elyaf kullanılarak üretilmiştir. Çizelge 3.4'te şönül iplik özellikleri verilmiştir.

**Çizelge 3.4. Şönül iplik bilgileri**

Numune Adı ve Kısaltması	İplik Numarası (Nm)	Zemin İplik Adı	Hav İpliği Adı	Hav Uzunluğu (mm)
6 Nm Şönül 1 (150/48 D 0,8)	6 Nm	20/1 Ne Polyester Kesik Elyaf	150den/48f Polyester Tekstüre Y.mat Dairesel Kesit	0,8
6 Nm Şönül 2 (150/48 D 1)				1
6 Nm Şönül 3 (150/48 D 1,2)				1,2
6 Nm Şönül 4 (150/96 D 0,8)	6 Nm	20/1 Ne Polyester Kesik Elyaf	150den/96f Polyester Tekstüre Y.mat Dairesel Kesit	0,8
6 Nm Şönül 5 (150/96 D 1)				1
6 Nm Şönül 6 (150/96 D 1,2)				1,2
6 Nm Şönül 7 (150/288 D 0,8)	6 Nm	20/1 Ne Polyester Kesik Elyaf	150den/288f Polyester Tekstüre Y.mat Dairesel Kesit	0,8
6 Nm Şönül 8 (150/288 D 1)				1
6 Nm Şönül 9 (150/288 D 1,2)				1,2
6 Nm Şönül 10 (150/48 Ç 0,8)	6 Nm	20/1 Ne Polyester Kesik Elyaf	150den/48f Polyester Tekstüre Y.mat Çokgen Kesit	0,8
6 Nm Şönül 11 (150/48 Ç 1)				1
6 Nm Şönül 12 (150/48 Ç 1,2)				1,2
6 Nm Şönül 13 (150/96 K 0,8)	6 Nm	20/1 Ne Polyester Kesik Elyaf	150den/96f Polyester Tekstüre Y.mat Kanal Kesit	0,8
6 Nm Şönül 14 (150/96 K 1)				1
6 Nm Şönül 15 (150/96 K 1,2)				1,2
6 Nm Şönül 16 (150/48 H 0,8)	6 Nm	20/1 Ne Polyester Kesik Elyaf	150den/48f Polyester Fdy Y.mat İçi Boş Kesit	0,8
6 Nm Şönül 17 (150/48 H 1)				1
6 Nm Şönül 18 (150/48 H 1,2)				1,2
6 Nm Şönül 19 (150/72 BİCO 0,8)	6 Nm	20/1 Ne Polyester Kesik Elyaf	150den/72f Polyester/PA6 Tekstüre Y.mat Bikomponent Dilimli Pasta Kesit	0,8
6 Nm Şönül 20 (150/72 BİCO 1)				1
6 Nm Şönül 21 (150/72 BİCO 1,2)				1,2
6 Nm Şönül 22 (150/144 BİCO 0,8)	6 Nm	20/1 Ne Polyester Kesik Elyaf	150den/144f Polyester/PTT Tekstüre Y.mat Bikomponent Yan Yana Kesit	0,8
6 Nm Şönül 23 (150/144 BİCO 1)				1
6 Nm Şönül 24 (150/144 BİCO 1,2)				1,2
6 Nm Şönül 25 (150/48 PBT 0,8)	6 Nm	20/1 Ne Polyester Kesik Elyaf	150den/48f PBT Tekstüre Parlak Dairesel Kesit	0,8
6 Nm Şönül 26 (150/48 PBT 1)				1
6 Nm Şönül 27 (150/48 PBT 1,2)				1,2
6 Nm Şönül 28 (150/600 D 0,8)	6 Nm	20/1 Ne Polyester Kesik Elyaf	150den/600f Polyester Tekstüre Y.mat Dairesel Kesit	0,8
6 Nm Şönül 29 (150/600 D 1)				1
6 Nm Şönül 30 (150/600 D 1,2)				1,2

Üretilen şönül ipliklerle iki farklı örgüde (bezayağı ve panama) üç farklı kat sayısında (tek katlı, iki katlı ve üç katlı) dokuma kumaşlar üretilmiştir. Çizelge 3.5 ile 3.9'de şönül dokuma kumaş bilgileri ve Şekil 3.2'de dokuma örgü raporları şematik gösterimi verilmiştir.

**Çizelge 3.5. Tek katlı bezayağı örgü şönil dokuma kumaş üretim bilgileri**

Numune Adı	Çözümlü İpliği	Çözümlü Sıklığı (tel/cm)	Atkı İpliği	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Örgü
DES10.V101 (6NM Ş1-15048D0,8-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 1 (150/48 D 0,8)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V102 (6NM Ş2-15048D1,0-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 2 (150/48 D 1)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V103 (6NM Ş3-15048D1,2-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 3 (150/48 D 1,2)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V104 (6NM Ş4-15096D0,8-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 4 (150/96 D 0,8)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V105 (6NM Ş5-15096D1,0-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 5 (150/96 D 1)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V106 (6NM Ş6-15096D1,2-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 6 (150/96 D 1,2)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V107 (6NM Ş7-150288D0,8-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 7 (150/288 D 0,8)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V108 (6NM Ş8-150288D1,0-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 8 (150/288 D 1)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V109 (6NM Ş9-150288D1,2-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 9 (150/288 D 1,2)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V110 (6NM Ş10-15048Ç0,8-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 10 (150/48 Ç 0,8)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V111 (6NM Ş11-15048Ç1,0-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 11 (150/48 Ç 1)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V112 (6NM Ş12-15048Ç1,2-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 12 (150/48 Ç 1,2)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V113 (6NM Ş13-15096K0,8-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 13 (150/96 K 0,8)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V114 (6NM Ş14-15096K1,0-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 14 (150/96 K 1)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V115 (6NM Ş15-15096K1,2-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 15 (150/96 K 1,2)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V116 (6NM Ş16-15048H0,8-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 16 (150/48 H 0,8)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V117 (6NM Ş17-15048H1,0-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 17 (150/48 H 1)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V118 (6NM Ş18-15048H1,2-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 18 (150/48 H 1,2)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V119 (6NM Ş19-15072SG0,8-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 19 (150/72 BİCO 0,8)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V120 (6NM Ş20-15072SG1,0-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 20 (150/72 BİCO 1)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V121 (6NM Ş21-15072SG1,2-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 21 (150/72 BİCO 1,2)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V122 (6NM Ş22-150144SS0,8-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 22 (150/144 BİCO 0,8)	8,67	Tek Kat Bezayağı



**Çizelge 3.5. Tek katlı bezayağı örgü şönil dokuma kumaş üretim bilgileri (devam)**

Numune Adı	Çözü İpliği	Çözü Sıklığı (tel/cm)	Atkı İpliği	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Örgü
DES10.V123 (6NM Ş23-150144SS1,0-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 23 (150/144 BİCO 1)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V124 (6NM Ş24-150144SS1,2-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 24 (150/144 BİCO 1,2)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V125 (6NM Ş25-15048DPBT0,8-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 25 (150/48 PBT 0,8)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V126 (6NM Ş26-15048DPBT1,0-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 26 (150/48 PBT 1)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V127 (6NM Ş27-15048DPBT1,2-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 27 (150/48 PBT 1,2)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V128 (6NM Ş28-150600D0,8-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 28 (150/600 D 0,8)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V129 (6NM Ş29-150600D1,0-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 29 (150/600 D 1)	8,67	Tek Kat Bezayağı
DES10.V130 (6NM Ş30-150600D1,2-K1-BEZ-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 30 (150/600 D 1,2)	8,67	Tek Kat Bezayağı

**Çizelge 3.6. Tek katlı panama örgü şönil dokuma kumaş üretim bilgileri**

Numune Adı	Çözü İpliği	Çözü Sıklığı (tel/cm)	Atkı İpliği	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Örgü
DES23.V101 (6NM Ş1-15048D0,8-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 1 (150/48 D 0,8)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V102 (6NM Ş2-15048D1,0-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 2 (150/48 D 1)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V103 (6NM Ş3-15048D1,2-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 3 (150/48 D 1,2)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V104 (6NM Ş4-15096D0,8-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 4 (150/96 D 0,8)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V105 (6NM Ş5-15096D1,0-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 5 (150/96 D 1)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V106 (6NM Ş6-15096D1,2-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 6 (150/96 D 1,2)	8,67	Tek Kat Panama
DES10.V107 (6NM Ş7-150288D0,8-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 7 (150/288 D 0,8)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V108 (6NM Ş8-150288D1,0-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 8 (150/288 D 1)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V109 (6NM Ş9-150288D1,2-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 9 (150/288 D 1,2)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V110 (6NM Ş10-15048Ç0,8-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 10 (150/48 Ç 0,8)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V111 (6NM Ş11-15048Ç1,0-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 11 (150/48 Ç 1)	8,67	Tek Kat Panama

**Çizelge 3.6. Tek katlı panama örgü şönil dokuma kumaş üretim bilgileri (devam)**

Numune Adı	Çözü İpliği	Çözü Sıklığı (tel/cm)	Atkı İpliği	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Örgü
DES23.V112 (6NM Ş12-15048Ç1,2-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 12 (150/48 Ç 1,2)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V113 (6NM Ş13-15096K0,8-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 13 (150/96 K 0,8)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V114 (6NM Ş14-15096K1,0-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 14 (150/96 K 1)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V115 (6NM Ş15-15096K1,2-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 15 (150/96 K 1,2)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V116 (6NM Ş16-15048H0,8-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 16 (150/48 H 0,8)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V117 (6NM Ş17-15048H1,0-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 17 (150/48 H 1)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V118 (6NM Ş18-15048H1,2-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 18 (150/48 H 1,2)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V119 (6NM Ş19-15072SG0,8-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 19 (150/72 BİCO 0,8)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V120 (6NM Ş20-15072SG1,0-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 20 (150/72 BİCO 1)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V121 (6NM Ş21-15072SG1,2-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 21 (150/72 BİCO 1,2)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V122 (6NM Ş22-150144SS0,8-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 22 (150/144 BİCO 0,8)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V123 (6NM Ş23-150144SS1,0-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 23 (150/144 BİCO 1)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V124 (6NM Ş24-150144SS1,2-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 24 (150/144 BİCO 1,2)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V125 (6NM Ş25-15048DPBT0,8-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 25 (150/48 PBT 0,8)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V126 (6NM Ş26-15048DPBT1,0-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 26 (150/48 PBT 1)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V127 (6NM Ş27-15048DPBT1,2-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 27 (150/48 PBT 1,2)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V128 (6NM Ş28-150600D0,8-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 28 (150/600 D 0,8)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V129 (6NM Ş29-150600D1,0-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 29 (150/600 D 1)	8,67	Tek Kat Panama
DES23.V130 (6NM Ş30-150600D1,2-K1-PAN-A26)	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta	8	6 Nm Şönil 30 (150/600 D 1,2)	8,67	Tek Kat Panama

**Çizelge 3.7. İki katlı bezayağı örgü şönil dokuma kumaş üretim bilgileri**

Numune Adı	Çözümlü İpliği 1	Çözümlü İpliği 2	Çözümlü Sıklığı (tel/cm)	Atka İpliği 1	Atka İpliği 2	Atka Sıklığı (tel/cm)	Örgü
DES1.V101 (6NM Ş1-15048D0,8-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 1 (150/48 D 0,8) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V102 (6NM Ş2-15048D1,0-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 2 (150/48 D 1) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V103 (6NM Ş3-15048D1,2-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 3 (150/48 D 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V106 (6NM Ş6-15096D1,2-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 6 (150/96 D 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V109 (6NM Ş9-150288D1,2-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 9 (150/288 D 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V112 (6NM Ş12-15048Ç1,2-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 12 (150/48 Ç 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V113 (6NM Ş13-15096K0,8-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 13 (150/96 K 0,8) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V114 (6NM Ş14-15096K1,0-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 14 (150/96 K 1) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V115 (6NM Ş15-15096K1,2-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 15 (150/96 K 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V118 (6NM Ş18-15048H1,2-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 18 (150/48 H 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V119 (6NM Ş19-15072SG0,8-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 19 (150/72 BİCO 0,8) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V120 (6NM Ş20-15072SG1,0-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 20 (150/72 BİCO 1) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V121 (6NM Ş21-15072SG1,2-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 6 Nm Şönil 21 (150/72 BİCO 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı

**Çizelge 3.7. İki katlı bezayağı örgü şönil dokuma kumaş üretim bilgileri (devam)**

Numune Adı	Çözümlü İpliği 1	Çözümlü İpliği 2	Çözümlü Sıklığı (tel/cm)	Atka İpliği 1	Atka İpliği 2	Atka Sıklığı (tel/cm)	Örgü
DES1.V124 (6NM Ş24-150144SS1,2-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 24 (150/144 BİCO 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V127 (6NM Ş27-15048DPBT1,2-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 27 (150/48 PBT 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V128 (6NM Ş28-150600D0,8-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 28 (150/600 D 0,8) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V129 (6NM Ş29-150600D1,0-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 29 (150/600 D 1) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı
DES1.V130 (6NM Ş30-150600D1,2-K2-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 30 (150/600 D 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Bezayağı

**Çizelge 3.8. İki katlı panama örgü şönil dokuma kumaş üretim bilgileri**

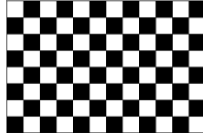
Numune Adı	Çözümlü İpliği 1	Çözümlü İpliği 2	Çözümlü Sıklığı (tel/cm)	Atka İpliği 1	Atka İpliği 2	Atka Sıklığı (tel/cm)	Örgü
DES100.V101 (6NM Ş1-15048D0,8-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 1 (150/48 D 0,8) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V102 (6NM Ş2-15048D1,0-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 2 (150/48 D 1) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V103 (6NM Ş3-15048D1,2-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 3 (150/48 D 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V106 (6NM Ş6-15096D1,2-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 6 (150/96 D 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V109 (6NM Ş9-150288D1,2-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 9 (150/288 D 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V112 (6NM Ş12-15048Ç1,2-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 12 (150/48 Ç 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Panama

**Çizelge 3.8. İki katlı panama örgü şönil dokuma kumaş üretim bilgileri (devam)**

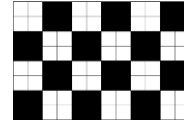
Numune Adı	Çözümlü İpliği 1	Çözümlü İpliği 2	Çözümlü Sıklığı (tel/cm)	Atkı İpliği 1	Atkı İpliği 2	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Örgü
DES100.V113 (6NM Ş13-15096K0,8-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 13 (150/96 K 0,8) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V114 (6NM Ş14-15096K1,0-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 14 (150/96 K 1) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V115 (6NM Ş15-15096K1,2-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 15 (150/96 K 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V118 (6NM Ş18-15048H1,2-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 18 (150/48 H 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V119 (6NM Ş19-15072SG0,8-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 19 (150/72 BİCO 0,8) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V120 (6NM Ş20-15072SG1,0-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 20 (150/72 BİCO 1) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V121 (6NM Ş21-15072SG1,2-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 6 Nm Şönil 21 (150/72 BİCO 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V124 (6NM Ş24-150144SS1,2-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 24 (150/144 BİCO 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V127 (6NM Ş27-15048DPBT1,2-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 27 (150/48 PBT 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V128 (6NM Ş28-150600D0,8-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 28 (150/600 D 0,8) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V129 (6NM Ş29-150600D1,0-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 29 (150/600 D 1) 1 Tel	22	İki Kat Panama
DES100.V130 (6NM Ş30-150600D1,2-K2-PAN-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 2 Tel	6 Nm Şönil 30 (150/600 D 1,2) 1 Tel	22	İki Kat Panama

**Çizelge 3.9.** Üç katlı bezayağı örgü şönil dokuma kumaş üretim bilgileri

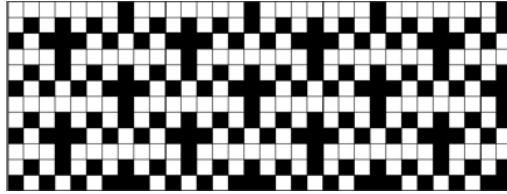
Numune Adı	Çözümlü İpliği 1	Çözümlü İpliği 2	Çözümlü Sıklığı (tel/cm)	Atkı İpliği 1	Atkı İpliği 2	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Örgü
DES11.V104-A18 (6NM Ş4-15096D0,8-K3-BEZ-A18)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 4 Tel	6 Nm Şönil 4 (150/96 D 0,8) 1 Tel	18	Üç Kat Bezayağı
DES11.V104-A22 (6NM Ş4-15096D0,8-K3-BEZ-A22)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 4 Tel	6 Nm Şönil 4 (150/96 D 0,8) 1 Tel	22	Üç Kat Bezayağı
DES11.V104-A26 (6NM Ş4-15096D0,8-K3-BEZ-A26)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 4 Tel	6 Nm Şönil 4 (150/96 D 0,8) 1 Tel	26	Üç Kat Bezayağı
DES11.V104-A28 (6NM Ş4-15096D0,8-K3-BEZ-A28)	150Den36F Polyester Tekstüre Ymat 420 T/m S 3 Tel	900Den288F Katyonik Polyester Düzenli Punta 1 Tel	32	300Den576F Polyester Tekstüre Y.Mat Mikro 4 Tel	6 Nm Şönil 4 (150/96 D 0,8) 1 Tel	28	Üç Kat Bezayağı



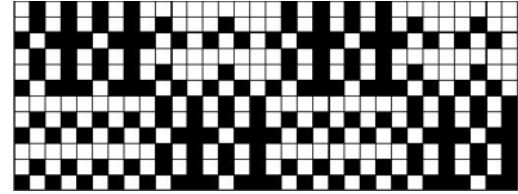
A



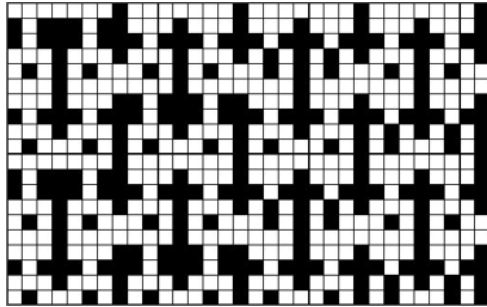
B



C



D



E

**Şekil 3.3.** Şönil kumaşların örgü raporu şemantik gösterimi A) Tek kat bezayağı B) Tek kat panama C) İki kat bezayağı D) İki kat panama E) Üç kat bezayağı

Üretilen şönil dokuma kumaşlar, Çizelge 3.10’da verilen parametrelere göre ön fikse ve apre işlemlerinden geçirilmiştir.

**Çizelge 3.10.** Şönil dokuma kumaş boyama ve apre işlem bilgileri

İşlem Adı	Sıcaklık [°C]	İşlem Süresi [dak]
Ön Fikse	160	1.5
Apre ve Fikse	165	1.5

### 3.2.3. Test ve Analiz Yöntemleri

#### **Birim alan kütlesi ve kalınlık ölçümü**

Üretilen kumaşların yapısal ve akustik özelliklerinin incelenmesi için yapılan tüm ölçümler ve standartlar Çizelge 3.11’te verilmiştir. Test öncesi tüm numuneler % 65 ± 2 bağıl nem ve 20 ± 1 °C sıcaklıkta en az bir gün bekletilmiştir.

**Çizelge 3.11.** Ölçüm ve hesaplama yöntemleri

Ölçüm Adı	Test Metodu	Cihaz Adı
Birim Alan Kütlesi	Ts 251 Iso 3801	Numune Kesici, Hassas Terazi
Kalınlık	Ts 7128 En Iso 5084	Testex TF121 C Model Kalınlık Ölçüm Cihazı
Hava Geçirgenliği	Astm D 737-18	SDL Atlas M021A Model Hava Geçirgenliği
Ses Yutuculuk Katsayısı	Astm E 1050-12	BSWA SW 260 Model Empedans Tüp Cihazı
Enine Kesit Görüntüleri	-	Tescan VEGA3 Model Elektron Mikroskopu
Kumaş Görüntüleri	X10 Büyütme	Insize ISM-PM200SB Model Dijital Mikroskop

Kumaşların birim alan kütlesi (kumaş metrekaare ağırlığı/kumaş gramajı) değeri Ts 251:2019 Iso 3801 ‘Dokunmuş kumaşlar - Birim uzunluk ve birim alan kütlesinin tayini’ standardı dikkate alınarak 100 cm<sup>2</sup>’lik dairesel dokuma kumaşların Şekil 3.4’de verilen numune kesici ile kesilmesi ve hassas terazi ile tartılması ile ölçülmüştür.



**Şekil 3.4.** Kumaş birim alan kütle ölçüm aleti

Dokuma kumaşların kalınlıkları ise Şekil 3.5’de verilen Testex TF121 C Model Kalınlık Ölçüm Cihazı kullanılarak Ts 7128 En Iso 5084 ‘Tekstil - Tekstil ve tekstil mamullerinin kalınlık tayini-Şardonlu, havlı, ilmekli havlı, örme kumaşlar’ standardındaki tariflere göre ölçülmüştür.



**Şekil 3.5.** Kumaş kalınlık ölçüm cihazı



### Hava geçirgenliği lümü

SDL Atlas M021A Model hava geçirgenliği test cihazı (Şekil 3.6) kullanılarak dokuma kumaşların hava geçirgenlik testleri Astm D 737-18 standardına göre yapılmıştır. Basınç düşüşü 125 Pa, test alanı 5 cm<sup>2</sup> seçilmiştir. Her kumaş türünden 5 farklı numuneye test yapılıp, ortalama hava geçirgenlik değerleri ( $A_p$ ) (cfm) hesaplanmıştır. Hava akış direnci ( $R_o$ ) (Pa.s/m<sup>2</sup>) ise aşağıdaki (3.1) formülle hesaplanmıştır (Suvari et al., 2019).

$$R_o = \frac{\Delta P}{A_p * 0,00508 * l} \quad (3.1)$$

EŞitlik 3.1'de,  $R_o$  hava akış direnci (Pa.s/m<sup>2</sup>),  $A_p$  hava geçirgenliği (cfm),  $l$  dokuma kumaş kalınlığı (m) ve  $\Delta P$  basınç düşüşü (Pa) olup 125 Pa olarak alınmıştır.



**Şekil 3.6.** Hava geçirgenlik test cihazı (Anonim, 2020)

Hava geçirgenliği değerinin ölçümü için ölçüm yapılacak numune özelliğine ve standartta yer alan tarife göre makineye baŐlık takılır. Bu baŐlıktan bir pompa hava basmaktadır. lüm yapılacak kumaş bu baŐlık arasına konur ve baŐlık aŐaęı doğru bastırılır. BaŐlıęın bastırılması ile birlikte, kumaş sıkıŐır, aynı zamanda pompa daha önceden belirlenen hava basıncında çalışmaya başlar. Dokuma kumaşın hava geçirgenliği dijital ekrandan okunur. Kumaş baŐlıęına tekrar basılmasıyla pompa durur ve kumaş baŐlıktan çıkartılır.

## Gözeneklilik ve katı hacim katsayısının hesaplanması

Kumaş gözeneklilik (porozite) değeri, kumaşta bulunan hava hacminin kumaş hacmine oranı olarak bilinmektedir. Kumaş birim alan kütlesi, kumaş kalınlığı ve kumaş içerisindeki lif yoğunlukları dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Çalışma kapsamında hesaplamalarda polietilentereftalat (PET) lifi yoğunluğu  $1,39 \text{ g/cm}^3$ , poliamid 6 (Nylon 6) lifi yoğunluğu  $1,16 \text{ g/cm}^3$ , polibütilenteraftalat (PBT) lifi yoğunluğu  $1,34 \text{ g/cm}^3$  ve politrimetilentereftalat (PTT) lifi yoğunluğu  $1,35 \text{ g/cm}^3$  olarak alınmıştır (Morton & Hearle, 2008) ve (Yıldırım et al., 2012).

Katı hacim katsayısı (solid volume fraction) (SVF) ise kumaşta bulunan katı haldeki lif hacminin, kumaşın toplam hacmine oranı olarak bilinmektedir. Katı hacim katsayısı literatürde genel olarak, gözenekli malzemede bulunan katı madde miktarının bir ifadesi olarak geçmektedir (Süvari, 2012). Aşağıdaki 3.2. denklem ile ifade edilmektedir:

$$\text{Gözeneklilik} = \frac{V_h}{V_m}$$

$$V_h = V_m - V_{lif}; \quad V_{lif} = \frac{m_{lif}}{\rho_{lif}}; \quad V_m = \frac{m_{lif}}{\rho_m}; \quad \rho_m \left( \frac{g}{cm^3} \right) = \frac{\text{kumaş ağırlığı} \left( \frac{g}{cm^2} \right)}{\text{kumaş kalınlığı (cm)}}$$

$$\text{Gözeneklilik} = \frac{V_h}{V_m} = \frac{V_m - V_{lif}}{V_m} = 1 - \frac{V_{lif}}{V_m} = 1 - \frac{\frac{m_{lif}}{\rho_{lif}}}{\frac{m_{lif}}{\rho_m}} = 1 - \frac{\rho_m}{\rho_{lif}}$$

$$SVF = \frac{V_{lif}}{V_m} = \frac{\frac{m_{lif}}{\rho_{lif}}}{\frac{m_{lif}}{\rho_m}} = \frac{\rho_m}{\rho_{lif}} \quad (3.2)$$

Bikomponent liflerden oluşan dokuma kumaşların gözeneklilik ve katı hacim katsayısı hesaplamalarında bikomponent lif yoğunluğu ( $\rho_{lif}$ ), bikomponent lifi oluşturan polimerlerin yoğunlukları ( $\rho_A$  ve  $\rho_B$ ) ve bikomponent lifteki kütle oranları ( $\% m_A$  ve  $\% m_B$ ) hesaba katılarak, aşağıdaki 3.3 denkleme göre hesaplanmıştır. Ardından 3.2 eşitliği

ile bikomponent liflerden oluşan dokuma kumaşın katı hacim katsayısı hesaplanmıştır (Suvari et al., 2019) ve (Süvari, 2012).

$$\rho_{lif} = \frac{\%m_A \times \rho_A + \%m_B \times \rho_B}{100} \quad (3.3)$$

$V_h$ : Kumaşta bulunan boşluk (hava) hacmi ( $\text{cm}^3$ )

$V_m$ : Kumaşın toplam hacmi ( $\text{cm}^3$ )

$V_{lif}$ : Kumaşı oluşturan liflerin toplam hacmi ( $\text{cm}^3$ )

$m_{lif}$ : Kumaşı oluşturan liflerin kütlesi (g)

$\rho_{lif}$ : Kumaşı oluşturan liflerin yoğunluğu ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) (veri olarak alınır)

$\rho_m$ : Kumaşın yoğunluğu ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) (kumaş ağırlığı ve kumaş kalınlığı ile hesaplanır)

$\rho_A$ : Bikomponent lifi oluşturan birinci polimerin yoğunluğu ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

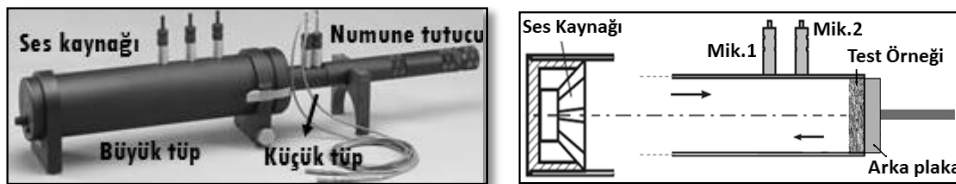
$\rho_B$ : Bikomponent lifi oluşturan ikinci polimerin yoğunluğu ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$\% m_A$ : Bikomponent lifi oluşturan birinci polimerin kütlece oranı

$\% m_B$ : Bikomponent lifi oluşturan ikinci polimerin kütlece oranı

### Ses yutum katsayısının ölçümü

BSWA SW 260 model empedans tüp cihazı kullanılarak Astm E 1050-12 standardındaki tariflere göre ses yutuculuk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. İki sabit mikrofona empedans tüp tekniğinde büyük ve küçük olmak üzere iki ayrı sistem tasarımı mevcuttur. Büyük tüp tasarımı ile mikrofona pozisyonlarına bağlı olarak 100 Hz - 800 Hz veya 400 Hz - 2500 Hz, küçük tüp tasarımı ile 1000 Hz - 6100 Hz aralığında ses yutuculuk katsayısı ölçülebilmektedir. Dokuma kumaşlarda malzeme özelliğine uygun aralıkta sonuç verdiği için küçük tüp tasarımı kullanılmaktadır. Empedans tüpün şematik gösterimi Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7. Empedans tüp cihazının şematik görüntüsü

İki sabit mikrofona empedans t p tekniğinde, büyük ya da k  k t p, üzerinde mikrofona bulunan diğeri tüpün açık ucuna yerleştirilir. Ses kaynağı tüpün diğeri tarafında konumlandırılmıştır. Test numunesi ise bir diğeri tarafa yerleştirilir. Ses kaynağı büyük ya da k  k tüpün özelliğine göre geniş bantta ses dalgaları üretir. Empedans t p içinde, ölüm frekans aralığında olan ses dalgası, düzlem dalga şeklinde ilerlemektedir. Ses dalgası t p içinde ilerler, numuneye çarpar ve geri yansır. Malzemenin ses yutuculuk katsayısı, iki ayrı konumda sabit iki mikrofona ses basınçlarını ölçmesi (frekansın fonksiyonu olarak) ile belirlenir. Astm E 1050-12 standartlarındaki tariflere göre ölümler yapılır. Bu metotta ölüm  yapılan malzemenin boyutları k  kt r.  l mler 30 mm çapındaki dairesel numunelerin arkasında 7 mm kalınlığında boşluk bırakılarak yapılmıştır. Sertleştirilmiş  elikten üretilmiş kesici kalıplara tokmakla üst kısmından vurularak dairesel numuneler bir defasında elde edilebilmektedir. Ses enerjisinin yutulan ya da yansıtılmayan oranı ses yutuculuk katsayısı olarak ifade edilir. Ses yutuculuk katsayısı 0-1 aralığında değişir.

### **Yüzey görüntülerinin alınması**

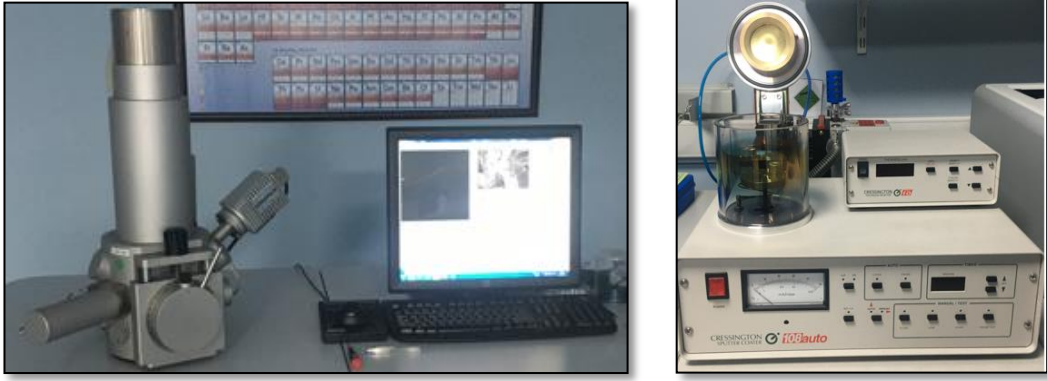
Dokuma kumaşların yüzey görüntüleri, Şekil 3.8'te verilen 'Insize ISM-PM200SA Model' dijital mikroskop kullanılarak 10 kez büyütme (X10) ile kumaşın üst/ n yüzeyinden görüntüler kaydedilerek incelenmiştir.



**Şekil 3.8.** Dijital mikroskop

### **Lif enine kesit görüntülerinin alınması**

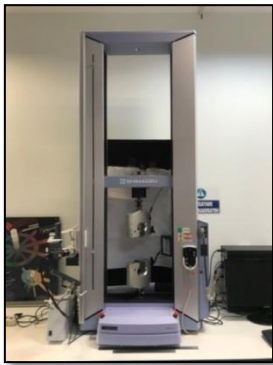
Dokuma kumaşlarda kullanılan şönil ipliklerin enine kesitleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak incelenmiştir. SEM görüntüleri Şekil 3.9’da verilen “Tescan VEGA3 SBU” taramalı elektron mikroskobu kullanılarak çekilmiştir. Görüntü alınmadan önce numuneler Şekil 3.9’da verilen “Cressington Sputter Coater” cihazı kullanılarak AuPd ile kaplanmıştır.



**Şekil 3.9.** Taramalı elektron mikroskobu ve AuPd kaplama cihazı (Tübitak Butal 2021)

### **Kumaş kopma mukavemeti testlerinin yapılması**

Şardonlu kumaşların mekanik özelliklerini incelemek amacıyla Şekil 3.10.’da verilen Shimadzu Ag-X Plus marka çekme cihazı kullanılmıştır. Test, Ts En Iso 13934-1 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 3.10.** Shimadzu Ag-X Plus çekme cihazı (Bursa Uludağ Üniversitesi, 2021)

Test için parametreler 2 N öngerilme, 200 mm çeneler arası mesafe, 100 mm/dk test hızı olarak uygulanmıştır. Deney ölçümleri her numune için beş kez atkı yönü beş kez çözgü yönü olacak şekilde tekrar edilmiştir ve iki yön içinde ölçüm sonuçlarının ortalaması alınmıştır.

### 3.2.4. İstatistiksel analiz

#### **Birinci matematiksel model**

Birinci istatistiksel analizde iki katlı dokuma kumaşlara farklı pasajlarda uygulanan şardon işleminin kumaş kalınlığı, ağırlığı, katı hacim katsayısı ve hava akış direnci üzerine etkisi % 5 anlamlılık seviyesinde ( $\alpha = 0.05$ ) değerlendirilmiş ve faktör seviyeleri arasındaki farkı görmek için SNK-Student Newman Keuls testleri yapılmıştır. Analizlerde SPSS istatistiksel analiz programı kullanılmıştır. Test ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi için üç faktörlü tesadüfi dağılımlı varyans analizi tekniğine göre geliştirilen 3.1 matematiksel model kullanılmıştır.

$$Y_{ijkm} = \mu + \bar{O}_i + \bar{I}_j + \bar{OI}_{ij} + \bar{S}_k + \bar{OS}_{ik} + \bar{IS}_{jk} + \bar{OIS}_{ijk} + \epsilon_{ijkm} \quad (3.1)$$

$Y_{ijkm}$ : Bağımlı değişken

$\mu$ : Ölçülen değişkene bağlı olarak yığının genel ortalaması

$\bar{O}_i$ : Örgü tipinin etkisi

$i=1 \dots a=2$

$\bar{I}_j$ : Atkı iplik tipinin etkisi

$j=1 \dots b=2$

$\bar{S}_k$ : Şardon sayısının etkisi

$k=1 \dots c=3$

$\bar{OI}_{ij}$ : Örgü tipi ve atkı iplik tipinin birlikte etkisi

$\bar{OS}_{ik}$ : Örgü tipi ve şardon sayısının birlikte etkisi

$\bar{IS}_{jk}$ : Atkı iplik tipinin ve şardon sayısının birlikte etkisi

$\bar{OIS}_{ijk}$ : Örgü tipi-atkı iplik tipi-şardon sayısının birlikte etkisi

$\epsilon_{ijkm}$ : Hata (sebebi bilinmeyen değişimler)

## **Hipotezler**

$H_{O1}$ :  $\ddot{O}_i=0$  Kullanılan örgü tipinin etkisi yoktur.

$H_{A1}$ :  $\ddot{O}_i \neq 0$  Kullanılan örgü tipinin etkisi vardır.

$H_{O2}$ :  $\dot{I}_j=0$  Kullanılan atkı iplik tipinin etkisi yoktur.

$H_{A2}$ :  $\dot{I}_j \neq 0$  Kullanılan atkı iplik tipinin etkisi vardır.

$H_{O3}$ :  $\ddot{O}\dot{I}_{ij}=0$  Kullanılan örgü tipi ve atkı iplik tipinin birlikte etkisi yoktur.

$H_{A3}$ :  $\ddot{O}\dot{I}_{ij} \neq 0$  Kullanılan örgü tipi ve atkı iplik tipinin birlikte etkisi vardır.

$H_{O4}$ :  $\ddot{S}_k=0$  Kullanılan şardon sayısının etkisi yoktur.

$H_{A4}$ :  $\ddot{S}_k \neq 0$  Kullanılan şardon sayısının etkisi vardır.

$H_{O5}$ :  $\ddot{O}\ddot{S}_{ik}=0$  Kullanılan örgü tipi ve şardon sayısının birlikte etkisi yoktur.

$H_{A5}$ :  $\ddot{O}\ddot{S}_{ik} \neq 0$  Kullanılan örgü tipi ve şardon sayısının birlikte etkisi vardır.

$H_{O6}$ :  $\dot{I}\ddot{S}_{jk}=0$  Kullanılan atkı iplik tipi ve şardon sayısının birlikte etkisi yoktur.

$H_{A6}$ :  $\dot{I}\ddot{S}_{jk} \neq 0$  Kullanılan atkı iplik tipi ve şardon sayısının birlikte etkisi vardır.

$H_{O7}$ :  $\ddot{O}\dot{I}\ddot{S}_{ijk}=0$  Kullanılan örgü tipi-atkı iplik tipi-şardon sayısının birlikte etkisi yoktur.

$H_{A7}$ :  $\ddot{O}\dot{I}\ddot{S}_{ijk} \neq 0$  Kullanılan örgü tipi-atkı iplik tipi-şardon sayısının birlikte etkisi vardır.

## **İkinci matematiksel model**

İkinci istatistiksel analizde tek katlı şönil dokuma kumaşlarda kullanılan örgü tipinin, iplik tipinin ve hav uzunluğunun kumaş kalınlığı, kumaş ağırlığı, katı hacim katsayısı ve hava akış direnci üzerine etkisi % 5 anlamlılık seviyesinde ( $\alpha = 0.05$ ) değerlendirilmiş ve faktör seviyeleri arasındaki farkı görmek için SNK-Student Newman Keuls testleri yapılmıştır. Analizlerde SPSS istatistiksel analiz programı kullanılmıştır. Test ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi için üç faktörlü tesadüfi dağılımlı varyans analizi tekniğine göre geliştirilen 3.2 matematiksel model kullanılmıştır.

$$Y_{ijkm} = \mu + \bar{O}_i + \bar{I}_j + \bar{O}\bar{I}_{ij} + H_k + \bar{O}H_{ik} + \bar{I}H_{jk} + \bar{O}\bar{I}H_{ijk} + \epsilon_{ijkm} \quad (3.2)$$

$Y_{ijkm}$ : Bağımlı değişken

$\mu$ : Ölçülen değişkene bağlı olarak yığının genel ortalaması

$\bar{O}_i$ : Örgü tipinin etkisi

$i=1 \dots a=2$

$\bar{I}_j$ : Şönil iplik tipinin etkisi

$j=1 \dots b=10$

$H_k$ : Şönil iplik hav uzunluğunun etkisi

$k=1 \dots c=3$

$\bar{O}\bar{I}_{ij}$ : Örgü tipi ve şönil iplik tipinin birlikte etkisi

$\bar{O}H_{ik}$ : Örgü tipi ve şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi

$\bar{I}H_{jk}$ : Şönil iplik tipinin ve şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi

$\bar{O}\bar{I}H_{ijk}$ : Örgü tipi-iplik tipi-hav uzunluğunun birlikte etkisi

$\epsilon_{ijkm}$ : Hata (sebebi bilinmeyen değişimler)

### Hipotezler

$H_{O1}$ :  $\bar{O}_i=0$  Kullanılan örgü tipinin etkisi yoktur.

$H_{A1}$ :  $\bar{O}_i \neq 0$  Kullanılan örgü tipinin etkisi vardır.

$H_{O2}$ :  $\bar{I}_j=0$  Kullanılan şönil iplik tipinin etkisi yoktur.

$H_{A2}$ :  $\bar{I}_j \neq 0$  Kullanılan şönil iplik tipinin etkisi vardır.

$H_{O3}$ :  $\bar{O}\bar{I}_{ij}=0$  Kullanılan örgü tipi ve şönil iplik tipinin birlikte etkisi yoktur.

$H_{A3}$ :  $\bar{O}\bar{I}_{ij} \neq 0$  Kullanılan örgü tipi ve şönil iplik tipinin birlikte etkisi vardır.

$H_{O4}$ :  $H_k=0$  Kullanılan şönil iplik hav uzunluğunun etkisi yoktur.

$H_{A4}$ :  $H_k \neq 0$  Kullanılan şönil iplik hav uzunluğunun etkisi vardır.

$H_{O5}$ :  $\bar{O}H_{ik}=0$  Kullanılan örgü tipi ve şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi yoktur.



H<sub>A5</sub>:  $\ddot{O}H_{ik} \neq 0$  Kullanılan örgü tipi ve şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi vardır.

H<sub>O6</sub>:  $\dot{I}H_{jk} = 0$  Kullanılan şönil iplik tipi ve şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi yoktur.

H<sub>A6</sub>:  $\dot{I}H_{jk} \neq 0$  Kullanılan şönil iplik tipi ve şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi vardır.

H<sub>O7</sub>:  $\ddot{O}\dot{I}H_{ijk} = 0$  Kullanılan örgü tipi – şönil iplik tipi – şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi yoktur.

H<sub>A7</sub>:  $\ddot{O}\dot{I}H_{ijk} \neq 0$  Kullanılan örgü tipi – şönil iplik tipi – şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi vardır.

### **Üçüncü matematiksel model**

Üçüncü istatistiksel analizde iki katlı şönil dokuma kumaşlarda kullanılan örgü tipinin, iplik tipinin ve hav uzunluğunun kumaş kalınlığı, kumaş ağırlığı, katı hacim katsayısı ve hava akış direnci üzerine etkisi % 5 anlamlılık seviyesinde ( $\alpha = 0.05$ ) değerlendirilmiş ve faktör seviyeleri arasındaki farkı görmek için SNK-Student Newman Keuls testleri yapılmıştır. Analizlerde SPSS istatistiksel analiz programı kullanılmıştır. Test ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi için üç faktörlü tesadüfi dağılımlı varyans analizi tekniğine göre geliştirilen 3.3 matematiksel model kullanılmıştır.

$$Y_{ijkm} = \mu + \ddot{O}_i + \dot{I}_j + \ddot{O}\dot{I}_{ij} + H_k + \ddot{O}H_{ik} + \dot{I}H_{jk} + \ddot{O}\dot{I}H_{ijk} + \epsilon_{ijkm} \quad (3.3)$$

**Y<sub>ijkm</sub>**: Bağımlı değişken

**$\mu$** : Ölçülen değişkene bağlı olarak yığının genel ortalaması

**$\ddot{O}_i$** : Örgü tipinin etkisi

$i=1, \dots, a=2$

**$\dot{I}_j$** : Şönil iplik tipinin etkisi

$j=1, \dots, b=10$

**$H_k$** : Şönil iplik hav uzunluğunun etkisi

$k=1, \dots, c=3$

**$\ddot{O}\dot{I}_{ij}$** : Örgü tipi ve şönil iplik tipinin birlikte etkisi

**$\ddot{O}H_{ik}$** : Örgü tipi ve şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi

**$\dot{I}H_{jk}$** : Şönil iplik tipinin ve şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi

**$\ddot{O}\dot{I}H_{ijk}$** : Örgü tipi-iplik tipi-hav uzunluğunun birlikte etkisi

**$\epsilon_{ijkm}$** : Hata (sebebi bilinmeyen değişimler)

### **Hipotezler**

$H_{O1}$ :  $\ddot{O}_i=0$  Kullanılan örgü tipinin etkisi yoktur.

$H_{A1}$ :  $\ddot{O}_i \neq 0$  Kullanılan örgü tipinin etkisi vardır.

$H_{O2}$ :  $\dot{I}_j=0$  Kullanılan şönil iplik tipinin etkisi yoktur.

$H_{A2}$ :  $\dot{I}_j \neq 0$  Kullanılan şönil iplik tipinin etkisi vardır.

$H_{O3}$ :  $\ddot{O}\dot{I}_{ij}=0$  Kullanılan örgü tipi ve şönil iplik tipinin birlikte etkisi yoktur.

$H_{A3}$ :  $\ddot{O}\dot{I}_{ij} \neq 0$  Kullanılan örgü tipi ve şönil iplik tipinin birlikte etkisi vardır.

$H_{O4}$ :  $H_k=0$  Kullanılan şönil iplik hav uzunluğunun etkisi yoktur.

$H_{A4}$ :  $H_k \neq 0$  Kullanılan şönil iplik hav uzunluğunun etkisi vardır.

$H_{O5}$ :  $\ddot{O}H_{ik}=0$  Kullanılan örgü tipi ve şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi yoktur.

$H_{A5}$ :  $\ddot{O}H_{ik} \neq 0$  Kullanılan örgü tipi ve şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi vardır.

$H_{O6}$ :  $\dot{I}H_{jk}=0$  Kullanılan şönil iplik tipi ve şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi yoktur.

$H_{A6}$ :  $\dot{I}H_{jk} \neq 0$  Kullanılan şönil iplik tipi ve şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi vardır.

$H_{O7}$ :  $\ddot{O}\dot{I}H_{ijk}=0$  Kullanılan örgü tipi – şönil iplik tipi – şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi yoktur.

$H_{A7}$ :  $\ddot{O}\dot{I}H_{ijk} \neq 0$  Kullanılan örgü tipi – şönil iplik tipi – şönil iplik hav uzunluğunun birlikte etkisi vardır.

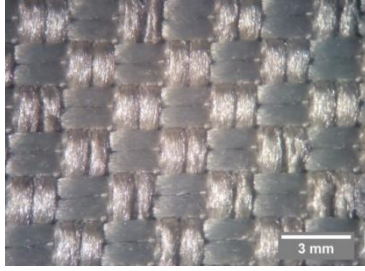
## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Şardonlu dokuma kumaşlarla ilgili çalışmalar birinci bölümde verilirken şönil dokuma kumaşlarla ilgili çalışmalar ikinci bölümde verilmiştir.

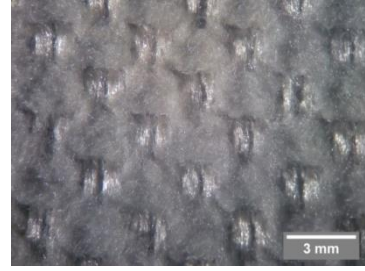
### 4.1. Şardonlu Kumaş Sonuçları

#### 4.1.1. Şardon geçiş sayısının kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi

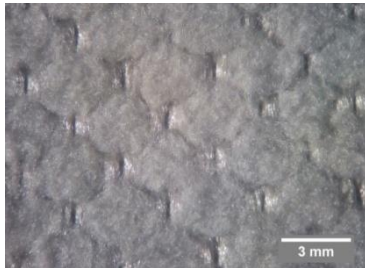
Farklı seviyelerde şardonlama etkisi elde etmek için kumaşlar şardon ünitesinden bir geçiş (pasaj), iki geçiş ve üç geçiş olmak üzere 3 farklı şekilde geçirilmiştir. Şekil 4.1, her bir şardonlama geçişinden önce ve sonra, mikrolif atkı iplikleri içeren panama dokuma kumaşların yüzey görüntülerini göstermektedir. Kumaşın yüzey dokusu ilk geçişte hızlı bir şekilde değişmiştir. Atkı ipliklerinden çıkarılan lifler ve yüzen çözgü iplikleri (dikey iplikler), şardonlanmış kumaşların yüzey görüntülerinde görülebilmektedir. Şekil 4.1’de tek geçişli kumaşta çözgü ipliklerinin iki ve üç geçişli kumaşlara göre daha belirgin olduğu görülmektedir. Şekil 4.2, her bir şardonlama geçişinden önce ve sonra, tekstüre atkı iplikleri içeren bezayağı dokuma kumaşların yüzey görüntülerini göstermektedir.



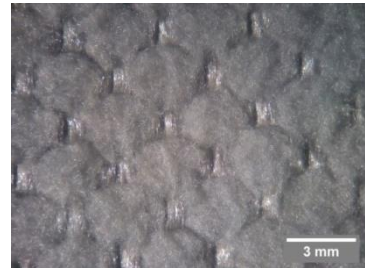
A) Şardonsuz kumaş



B) 1 pasajlı kumaş

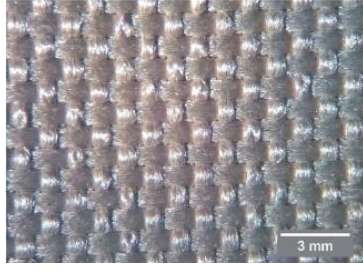


C) 2 pasajlı kumaş



D) 3 pasajlı kumaş

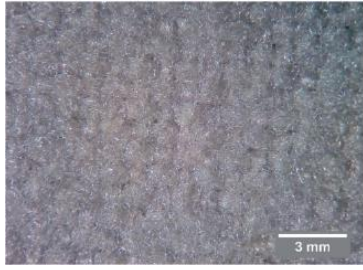
**Şekil 4.1.** Mikrolif panama örgülü kumaşların şardon işleminden önce ve sonra yüzey görüntüleri



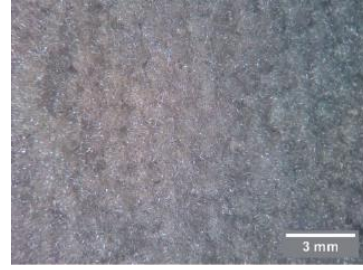
A) Şardonsuz kumaş



B) 1 pasajlı kumaş



C) 2 pasajlı kumaş



D) 3 pasajlı kumaş

**Şekil 4.2.** Tekstüre lif bezayağı örgülü kumaşların şardon işleminden önce ve sonra yüzey görüntüleri

Çizelge 4.1, her bir şardonlama geçişinden sonra tüm numuneler için birim alan kütlesi ve kumaş eni ölçüm sonuçlarını özetlemektedir. Tüm kumaş tipleri için, kumaşların birim alan kütlesi ilk geçişten sonra % 1 - % 6 oranında artmıştır. Şardonlama işlemi sırasında atkı iplik liflerini çeken mekanik kuvvetlerden dolayı kumaş genişliğinin daralması ağırlık artışına neden olduğu düşünülmektedir. Üçüncü geçişten sonra birim alan kütlesinde hafif bir düşüş (en fazla % 3) de göze çarpmaktadır. Aşırı mekanik baskı nedeniyle bazı liflerin kumaştan koptuğu görülmektedir.

**Çizelge 4.1.** Şardonlu kumaşların birim alan kütlesi ve kumaş eni ölçüm sonuçları

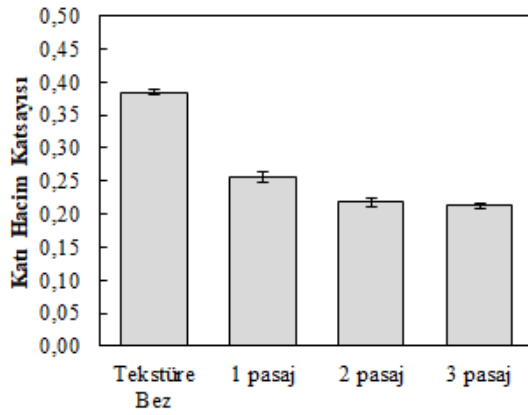
Pasaj Sayısı	Bezayağı Kumaş						Panama Kumaş					
	Tekstüre Kumaş			Mikro Kumaş			Tekstüre Kumaş			Mikro Kumaş		
	Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Eni (cm)	Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Eni (cm)	Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Eni (cm)	Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Eni (cm)
	Ortalama	SS		Ortalama	SS		Ortalama	SS		Ortalama	SS	
0	373.0	4.04	300	402.2	3.10	295	354.9	2.12	298	377.2	2.55	298
1	394.3	3.52	295	419.7	5.02	293	375.9	1.73	290	381.0	3.83	296
2	400.2	2.87	290	415.9	1.69	288	381.0	2.55	288	392.0	4.61	289
3	399.9	1.21	289	406.9	2.49	288	368.8	2.23	288	379.8	1.32	288

Her şardonlama geçişinden sonra kumaş kalınlığı değişimi Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Sonuçlara göre, birinci ve ikinci şardonlama geçişinden sonra kumaşların kalınlığı artmaktadır. Tüm kumaş tipleri için maksimum kalınlık artışı ilk geçişte gerçekleşmiştir. Öte yandan, kalınlık değişimi üçüncü geçiş için önemsizdir. Kalınlık değerlerinin daha ayrıntılı analizi için, bağımsız gruplara yönelik ANOVA F testi 0,05 anlamlılık düzeyinde ( $\alpha$ ) uygulanmıştır. Bireysel gruplar arasında doğrudan karşılaştırma yapan SNK (Student-Newman-Keuls) testi daha sonra yapıldı ( $\alpha = 0.05$ ). Test sonuçları, ikinci ve üçüncü geçişin benzer olduğunu ve üçüncü geçişten sonraki kumaşların kalınlık değişimlerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu göstermektedir.

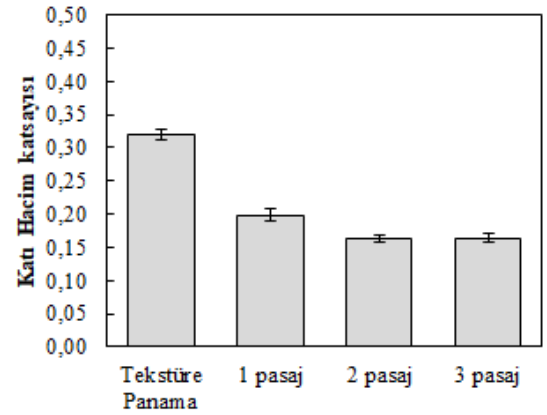
**Çizelge 4.2.** Şardonlu kumaşların kumaş kalınlığı ölçüm sonuçları

Pasaj Sayısı	Bezayağı Kumaş				Panama Kumaş			
	Tekstüre Kumaş		Mikro Kumaş		Tekstüre Kumaş		Mikro Kumaş	
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS
0	0.70	0.01	0.78	0.01	0.80	0.02	0.82	0.03
1	1.12	0.04	1.10	0.04	1.37	0.06	1.13	0.05
2	1.33	0.04	1.15	0.03	1.69	0.05	1.29	0.01
3	1.36	0.03	1.12	0.02	1.63	0.06	1.30	0.05

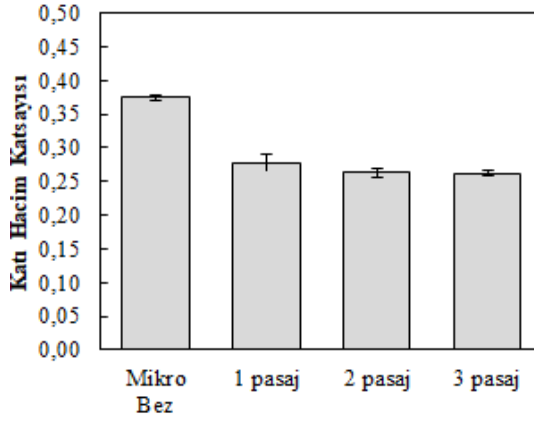
Yukarıda verilen ağırlık ve kalınlık değerleri, kumaşların katılığını veya katı hacim katsayısını (solid volume fraction, SVF) hesaplamak için kullanılabilir. Farklı geçişe sahip kumaşların SVF sonuçları, Şekil 4.3.-4.6.'te verilmiştir. Kumaş yapısındaki katı (elyaf) hacminin oranı, her bir şardon geçişinden sonra azalmaktadır. Bu beklenen bir sonuçtur çünkü şardonlama işlemi kalınlığı arttırmakta ve kumaşlara hacim kazandırmaktadır. İki geçişten sonra katı hacim katsayısında belirgin bir azalma görülmemiştir. İki ve üç geçişin deneysel sonuçlarında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için  $\alpha = 0.05$  ile ANOVA F testinin ardından SNK (Student-Newman-Keuls) testi yapıldı. İki ve üç geçişli kumaşların SVF değerleri istatistiksel test sonuçlarına göre aynıdır. İki geçişten sonra, kumaşlara çok az şardonlama etkisi yapıldığı anlaşılmaktadır.



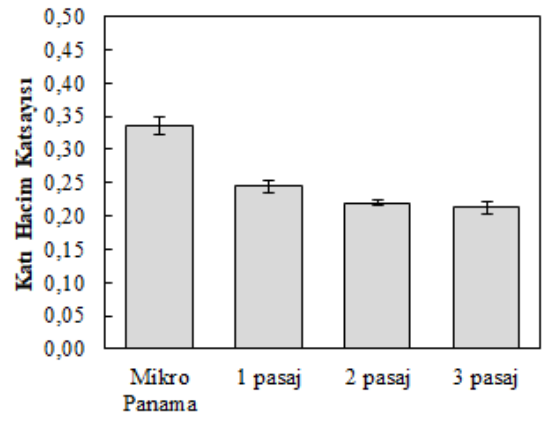
**Şekil 4.3.** Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli bezayağı kumaşların SVF değeri



**Şekil 4.4.** Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli panama kumaşların SVF değeri



**Şekil 4.5.** Farklı pasaj sayılarında mikro lifli bezayağı kumaşların SVF değeri

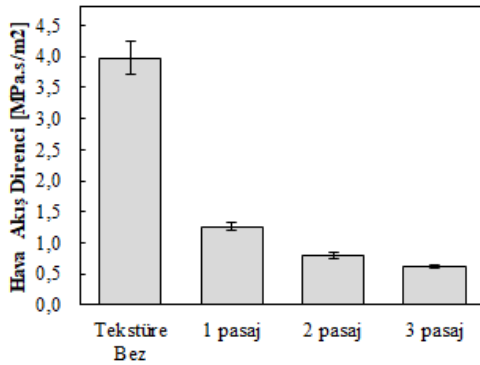


**Şekil 4.6.** Farklı pasaj sayılarında mikro lifli panama kumaşların SVF değeri

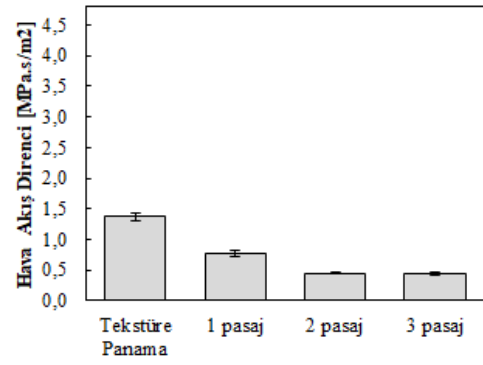
Hava geçirgenliği sonuçları, Şekil 4.7.-4.10.'da gösterilmektedir. Sonuçlara göre, her bir şardonlama geçişinden sonra hava akış direnci düşmektedir. Daha yüksek katı hacim katsayısına sahip kumaşların hava geçişine daha fazla direnç sağladığı görülmüştür, çünkü bu kumaşlar daha az gözenekli ve birim hacim başına daha fazla katı elyafa sahiptir. İki ve üç geçişli kumaşların hava akış direnç değerlerini karşılaştırmak için daha fazla analiz gereklidir. Bu amaçla, ortalamaları karşılaştırmak için  $\alpha = 0.05$  ile ANOVA F testinden sonra SNK (Student-Newman-Keuls) testi uygulanmıştır. İstatistiksel sonuçlara göre, iki ve üç geçişli kumaşların önemli ölçüde farklı olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte, tekstüre atkı iplikleri içeren iki ve üç geçişli bezayağı dokuma kumaşlar arasında çok az bir fark vardır. Kalınlık, katı hacim katsayısı ve hava

akış direnci sonuçları birlikte, iki geçişin ötesine geçmenin, kumaşların hacimli karakteristiğini ve içyapısını hiç değiştirmedini göstermiştir.

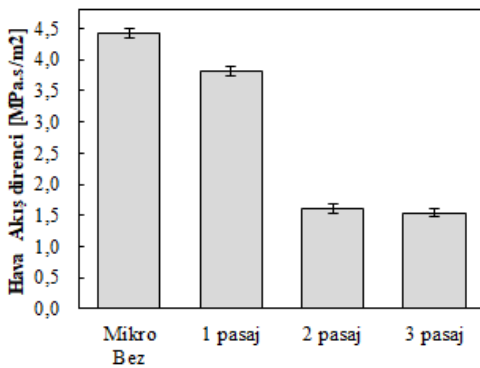
Mikro lif içeren kumaşların hava akış direncinin, tekstüre lif içeren kumaşlara göre daha büyük olduğu görülmüştür. Daha ince lifler beklendiği gibi hava akışına daha fazla direnç göstermektedir. Panama dokuma kumaşların hava akış direnci, bezayağı dokuma kumaşlara göre daha düşüktür. Panama örgüdeki daha uzun dokuma yüzmeleri sebebiyle oluşan daha az sayıda ara bağlantı sayesinde, panama örgüsü yapısının arasındaki boşluklar hava akışına karşı daha düşük direnç göstermektedir.



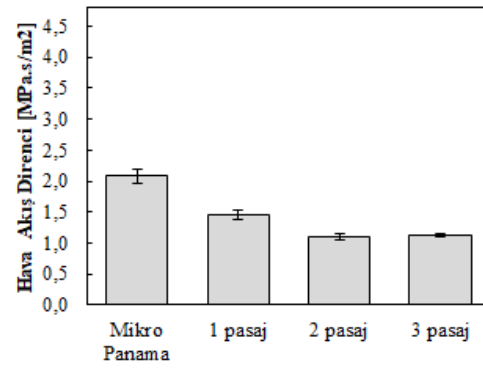
Şekil 4.7. Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli bezayağı kumaşların hava akış direnci değeri



Şekil 4.8. Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli panama kumaşların hava akış direnci değeri



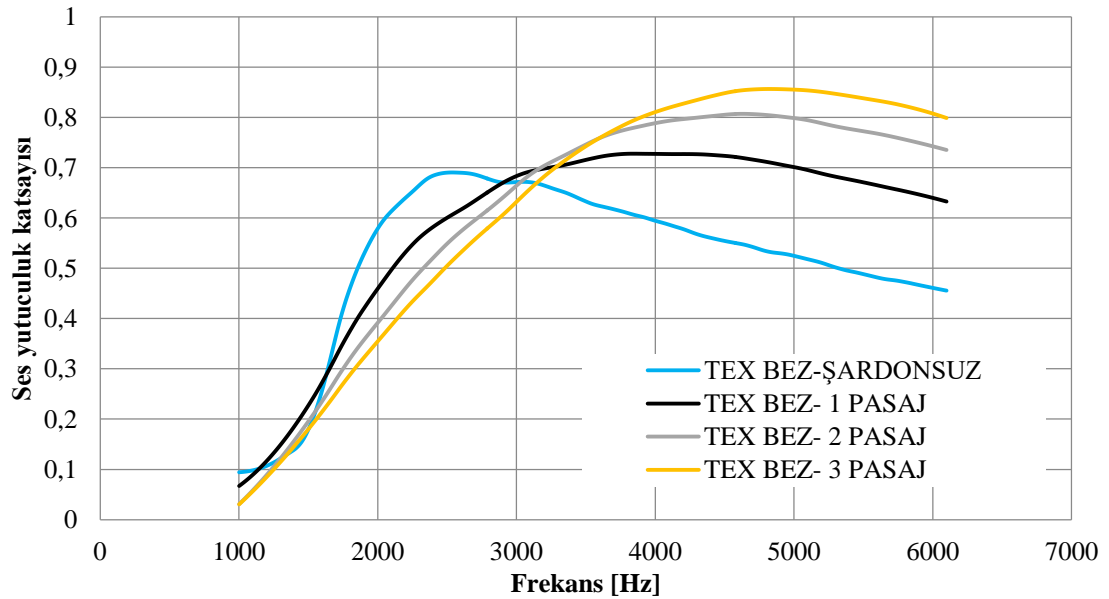
Şekil 4.9. Farklı pasaj sayılarında mikro lifli bezayağı kumaşların hava akış direnci değeri



Şekil 4.10. Farklı pasaj sayılarında mikro lifli panama kumaşların hava akış direnci değeri

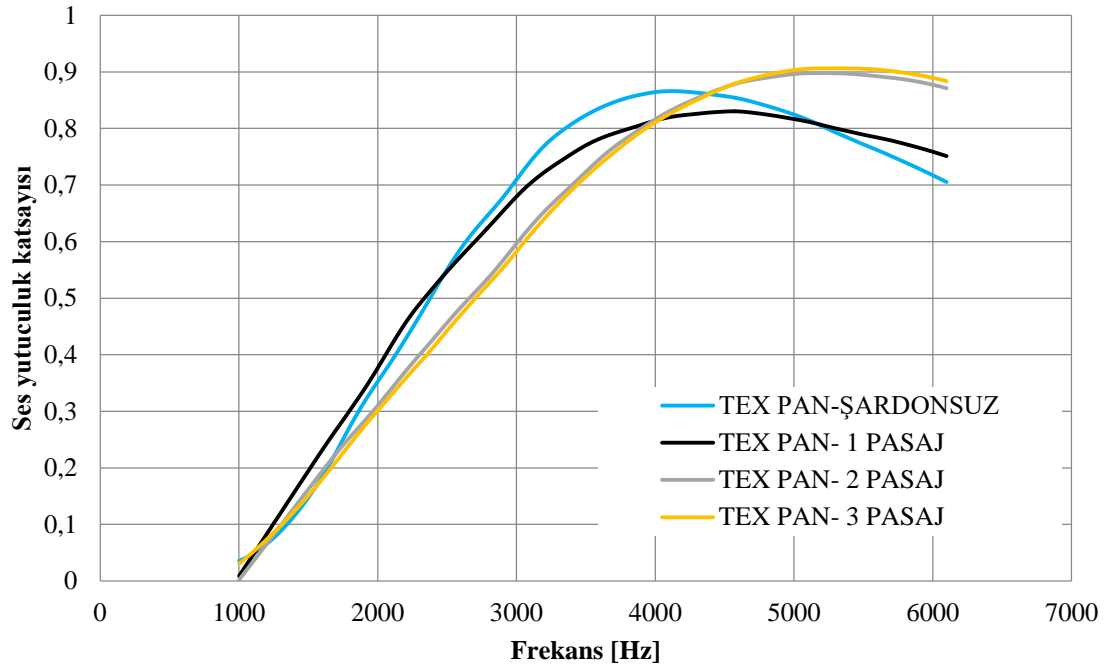
Farklı şardonlama geçişlerine sahip kumaşların ses yutuculuk katsayısı sonuçları, Şekil 4.11. ile 4.14.'te verilmiştir. Genel olarak, ses yutum katsayısı tüm kumaş tipleri için şardonlama geçişlerinin artmasıyla daha yüksek frekanslarda artmaktadır. Ses yutum katsayısı azalması ise düşük frekanslarda görülmektedir. Ayrıca, daha yüksek SVF'li kumaşların (özellikle şardonsuz kumaşların) dar bir ses yutum eğrisi ile düşük frekanslarda maksimum ses yutum katsayısı değerine sahip olduğu görülmektedir. İki ve üç geçişli şardonlanmış kumaşlar birbirine çok yakın ses yutum davranış göstermesi sebebiyle ses yutum sonuçlarının anlamlı şekilde farklı olup olmadığını belirlemek için  $\alpha = 0.05$  ile ANOVA F testinin ardından LSD testi yapılmıştır. Olasılık (p) değerleri, 2.7 Hz aralıklarla 1 ile 6.1 kHz arasındaki ses yutum sonuçları için hesaplanmıştır. Test sonuçlarına göre, iki ve üç geçişli şardonlanmış kumaşların ses yutuculuk katsayıları, istatistiksel olarak neredeyse tüm frekans aralığında aynıdır. Bununla birlikte, iki ve üç geçişli normal elyaf düz dokuma kumaşların sonuçları için bir istisna vardır. Üçüncü geçiş, 3838 Hz frekansından sonra tekstüre bezayağı dokuma kumaşın ses yutuculuk sonuçlarını önemli ölçüde etkilemiştir.

Genel olarak, üçüncü geçişin kumaşların ses yutuculuk sonuçları üzerindeki etkisi, iki ve üç geçişli kumaşların yakın hacimli karakteristiği ve iç yapısı nedeniyle sınırlıdır. Bu çalışmada üretilen kumaşların ses yutma performansı bakımından iki geçişli şardon en uygun olarak kabul edilebilir.

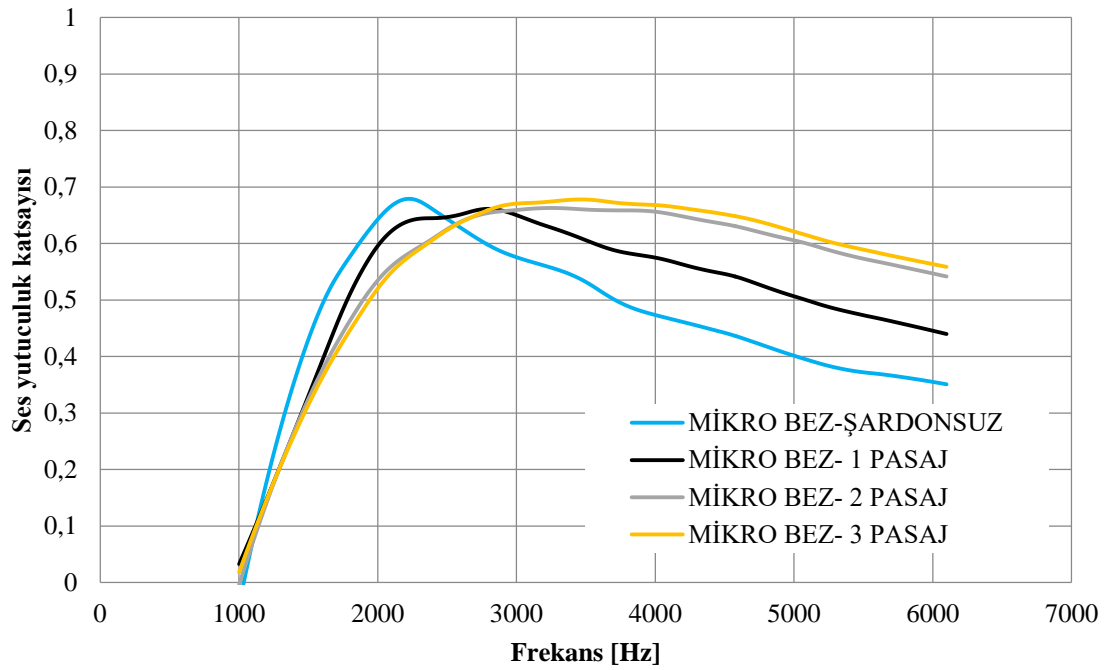


Şekil 4.11. Textüre lifli bezayağı kumaşların ses yutum sonuçları

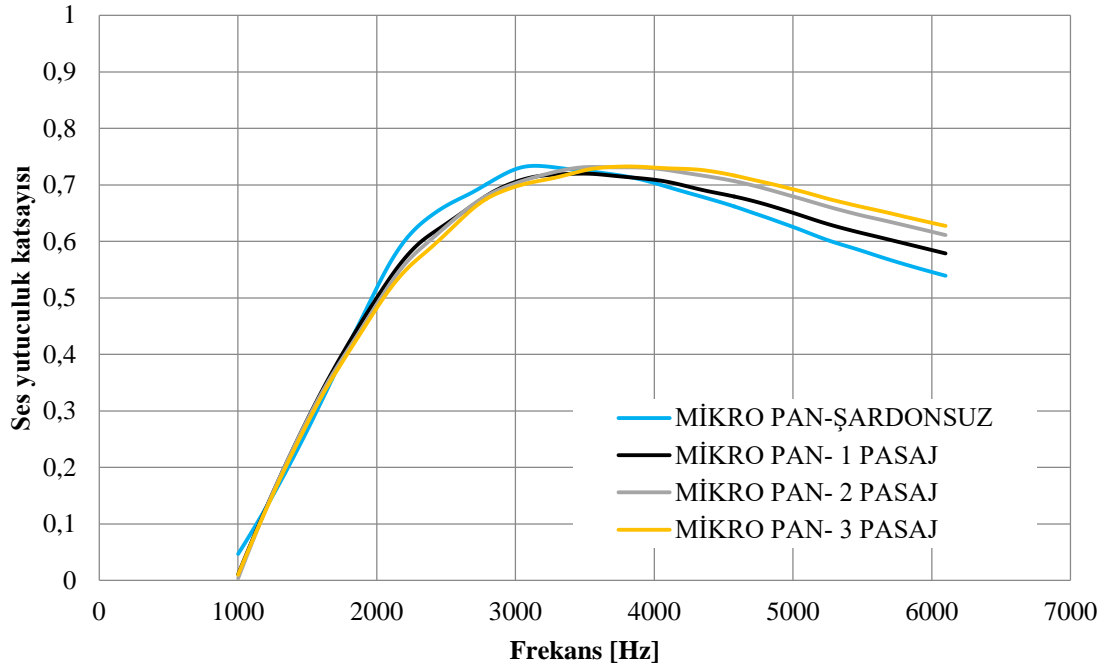




Şekil 4.12. Tekstüre lifli panama kumaşların ses yutum sonuçları



Şekil 4.13. Mikro lifli bezayağı kumaşların ses yutum sonuçları

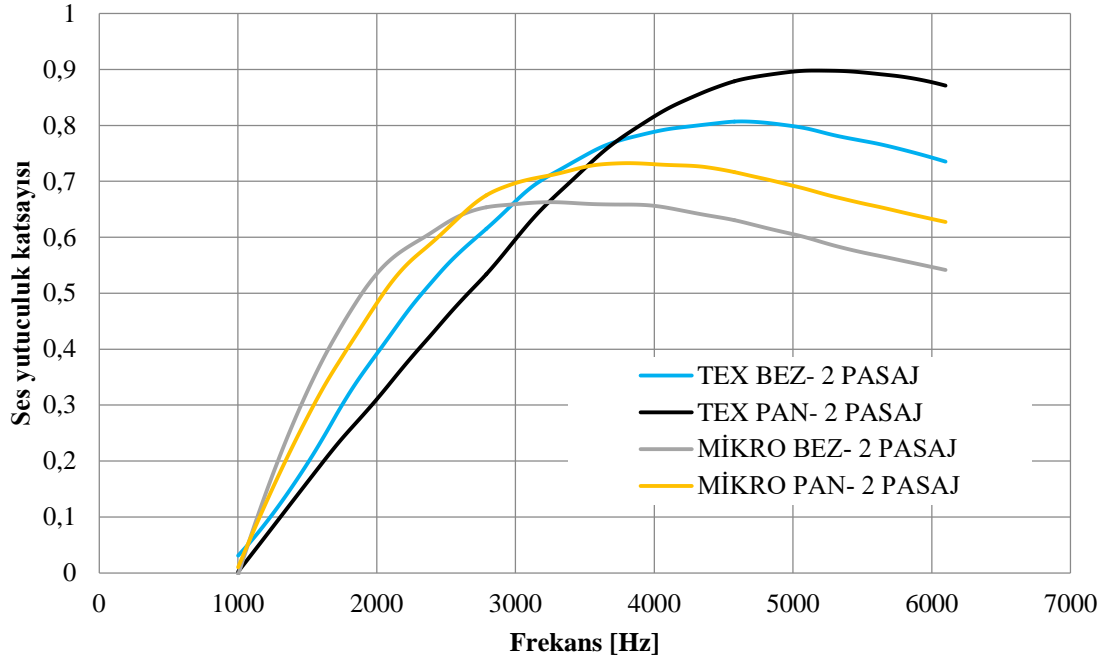


**Şekil 4.14.** Mikro lifli panama kumaşların ses yutum sonuçları

#### 4.1.2. Lif ve dokuma örgüsünün ses yutum performansı üzerine etkisi

Farklı örgü ve iplik tiplerine sahip iki geçişli şardonlanmış kumaşların ses emme sonuçları karşılaştırma amacıyla Şekil 4.15.'te bir araya getirilmiştir. Tekstüre elyaf içeren panama dokuma kumaşın ses emilimi, iki geçişli kumaşlar arasında yüksek frekanslarda daha yüksektir. Bu kumaş tipinin birim hacim başına daha az sayıda elyafa sahip olduğunu (0.164'ün en düşük SVF'si) ve sonuç olarak sırasıyla Şekil 4.4. ve Şekil 4.8.'de görülebileceği gibi daha düşük hava akış direncine sahip olduğunu unutmamak gerekir. Bu kumaş tipinin daha gözenekli yapısı, elyafli ve gözenekli malzemelerin tipik bir ses emme davranışı olan yüksek frekanslarda daha iyi ses emme performansı sağlar. Öte yandan, mikro elyaf içeren bezayağı dokuma kumaşın ses emilimi, iki geçişli kumaşlar arasında düşük frekanslarda daha yüksektir. Tekstüre elyaf panama örgüsü kumaşın sonuçlarının aksine, bu kumaş birim hacim başına daha yüksek elyaf sayısına (0.263 en yüksek SVF) sahiptir ve sonuç olarak sırasıyla Şekil 4.5. ve Şekil 4.9.'de görülebileceği gibi en yüksek hava akış direncine sahiptir. Bu rezonans tipi yutum mekanizmasının, bu kumaş tipinin düşük frekanslı ses absorpsiyonundan kısmen sorumlu olduğu görülmektedir. Bu tür bir absorpsiyonda kumaşın kompakt yapısından

dolayı numunenin titreşiminden dolayı ses enerjisi dağılımı meydana gelir (Suvari & Dulek, 2019).

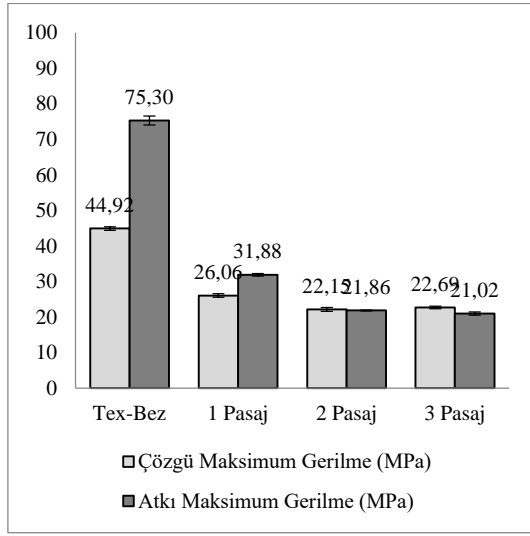


Şekil 4.15. İki geçişli şardonlu kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

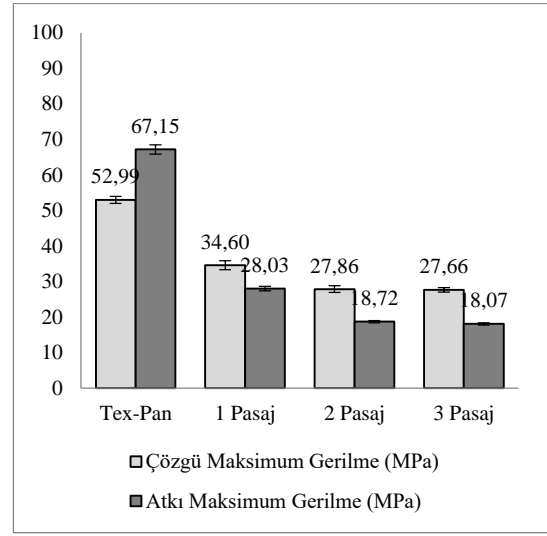
#### 4.1.3. Şardon geçiş sayısının kumaşların kopma mukavemeti ve kopma uzaması üzerine etkisi

Farklı şardonlama geçişlerine sahip kumaşların çözgü ve atkı yönü kopma mukavemeti sonuçları, Şekil 4.16. ile 4.19.'te verilmiştir. Genel olarak, tüm kumaş tipleri için çözgü ve atkı yönünde şardon geçiş sayısı arttıkça mekanik etki sebebiyle kopma mukavemetinde düşüş gerçekleşmiştir. İlk geçişten sonra tüm kumaş tipleri için çözgü yönü kopma mukavemeti % 30 - % 42, atkı yönü kopma mukavemeti % 43 - % 58 oranında azalmıştır. Şardonlama işlemi sırasında atkı iplik liflerini çeken mekanik kuvvetlerden dolayı atkı yönü kopma mukavemetindeki azalma daha fazla görülmüştür. İki geçişten sonra tüm kumaş tipleri için çözgü yönü kopma mukavemeti % 32 - % 50, atkı yönü kopma mukavemeti % 54 - % 72 oranında azalmıştır. Üçüncü geçiş ile ikinci geçiş benzer sonuçlar göstermiştir. Kopma mukavemeti değerlerinin daha ayrıntılı analizi için, bağımsız gruplara yönelik ANOVA F testi 0,05 anlamlılık düzeyinde ( $\alpha$ ) uygulanmıştır. Bireysel gruplar arasında doğrudan karşılaştırma yapan SNK (Student-

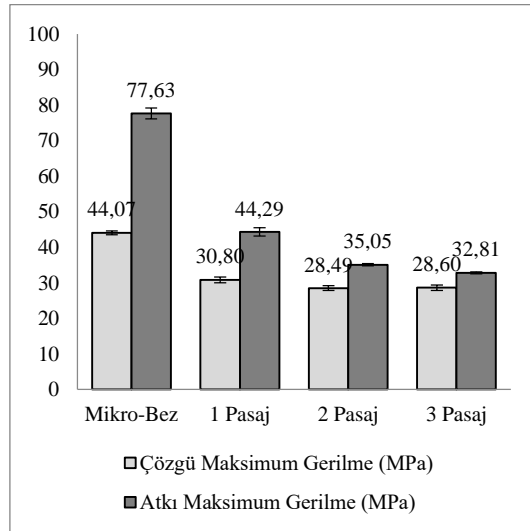
Newman-Keuls) testi daha sonra yapıldı ( $\alpha = 0.05$ ). Test sonuçları, iki ve üç geçişli kumaşların önemli ölçüde farklı olmadığını ve iki ve üç geçişli kumaşlar arasında çok az bir fark olduğunu göstermiştir. Detaylı istatistiksel tablolar ekler bölümünde verilmiştir. Şardonlama işleminden sonra mukavemet kaybı görülse de çift katlı kumaş yapısı sayesinde (şardonlama ön yüzde yapılırken arka yüz kumaş bütünlüğünü sağlar) kumaş bütünlüğü korunarak kullanım sırasında herhangi bir dezavantaj oluşturmamaktadır.



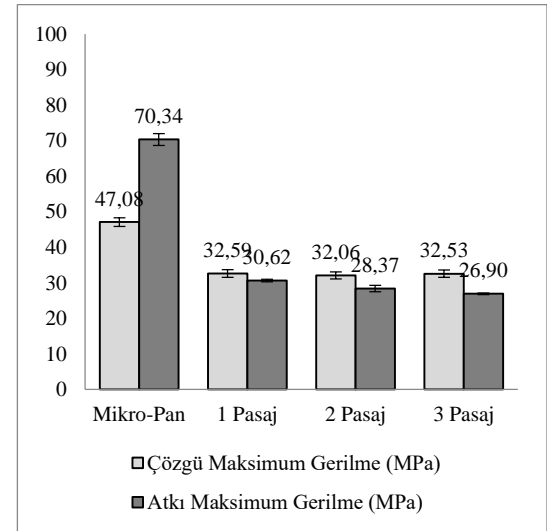
**Şekil 4.16.** Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli bezayağı kumaşların kopma mukavemeti değeri



**Şekil 4.17.** Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli panama kumaşların kopma mukavemeti değeri

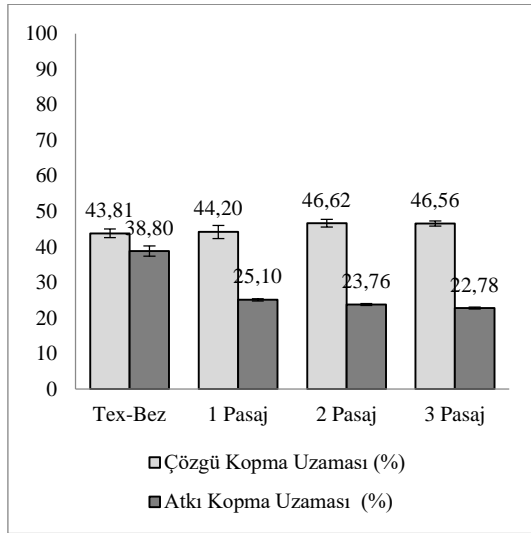


**Şekil 4.18.** Farklı pasaj sayılarında mikro lifli bezayağı kumaşların kopma mukavemeti değeri

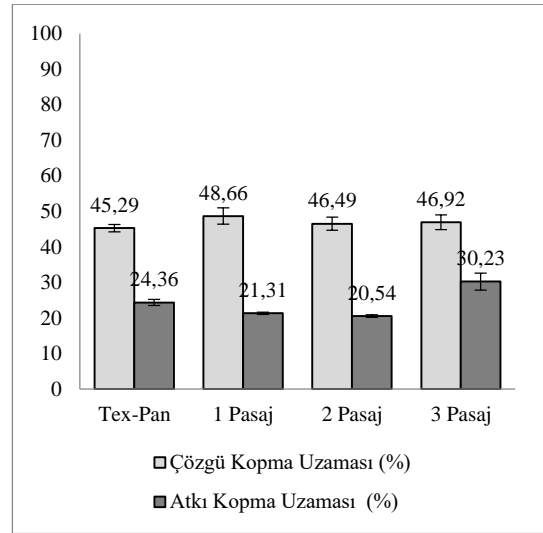


**Şekil 4.19.** Farklı pasaj sayılarında mikro lifli panama kumaşların kopma mukavemeti değeri

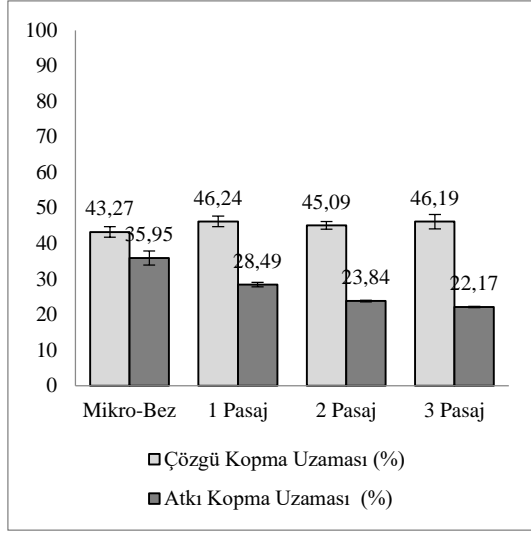
Farklı şardonlama geçişlerine sahip kumaşların kopma uzaması (%) sonuçları, Şekil 4.20. ile 4.23.'te verilmiştir. Genel olarak, tüm kumaş tipleri için çözgü yönünde şardon geçiş sayısı arttıkça kopma uzamasında (%) anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Atkı yönü kopma uzaması (%) değerleri ise ilk geçişten sonra tüm kumaş tipleri için % 12 - % 30 oranında azalma gerçekleşmiştir. İkinci geçişten sonra % 16 - % 38 oranında azalma gerçekleşmiştir. Üçüncü geçiş ile ikinci geçiş benzer sonuçlar göstermiştir. Kopma uzaması (%) değerlerinin daha ayrıntılı analizi için, bağımsız gruplara yönelik ANOVA F testi 0,05 anlamlılık düzeyinde ( $\alpha$ ) uygulanmıştır. Bireysel gruplar arasında doğrudan karşılaştırma yapan SNK (Student-Newman-Keuls) testi daha sonra yapıldı ( $\alpha = 0.05$ ). Detaylı istatistiksel tablolar ekler bölümünde verilmiştir.



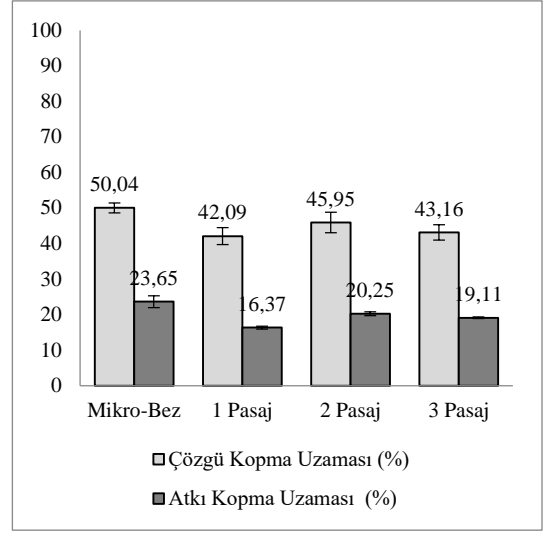
**Şekil 4.20.** Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli bezayağı kumaşların % kopma uzaması değeri



**Şekil 4.21.** Farklı pasaj sayılarında tekstüre lifli panama kumaşların % kopma uzaması değeri



**Şekil 4.22.** Farklı pasaj sayılarında mikro lifli bezayağı kumaşların % kopma uzaması değeri



**Şekil 4.23.** Farklı pasaj sayılarında mikro lifli panama kumaşların % kopma uzaması değeri

#### 4.2. Şönil Kumaş Sonuçları

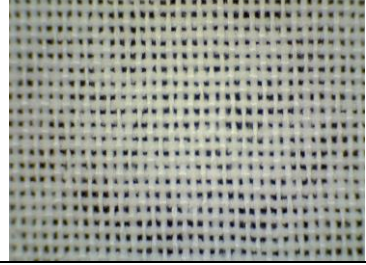
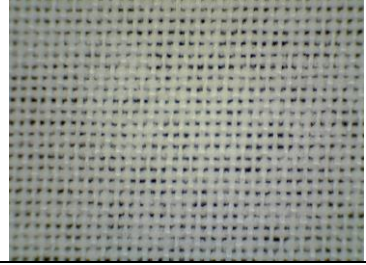

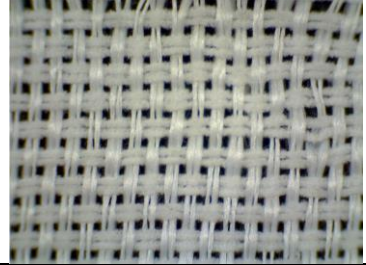
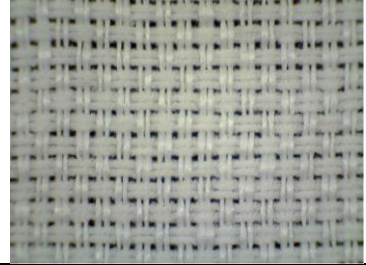
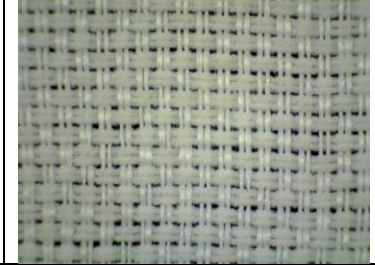
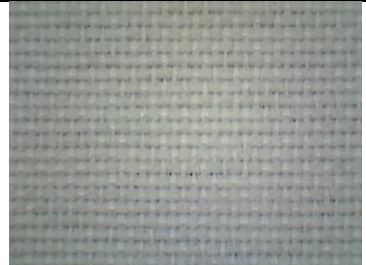


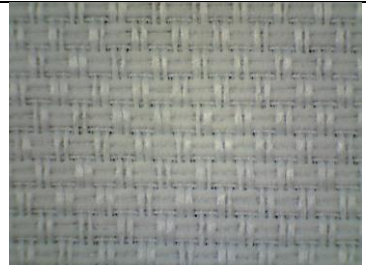
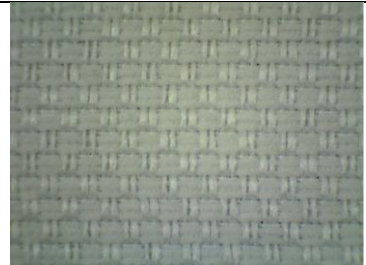
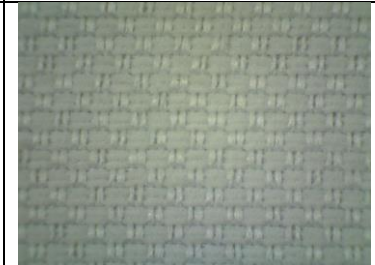
Ses dalgalarının kumaş yapısı içerisinde yer alan kompakt yapıdaki liflerle daha fazla etkileşime girebilmesi amacıyla şönil iplik teknolojisi kullanılarak liflerin serbest hale gelmesi için yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Bu amaçla katlı dokuma kumaş tasarımında farklı yapısal özelliklerde şönil iplikler atkı olarak kullanılmıştır. Tek katlı, iki katlı ve üç katlı dokuma kumaş yapılarının atkı sıklığını belirlemek için yapılan çalışmalar birinci bölümde verilmiştir. Aynı zamanda belirlenen atkı sıklığı ile üretilen dokuma kumaşların kat sayısının ses yutuculuk üzerindeki etkisi ikinci bölümde değerlendirilmiştir. Üçüncü bölümde belirlenen iplik kalınlığı ve atkı sıklığına göre farklı filament sayısı, farklı lif kesiti ve farklı hav uzunluğuna sahip şönil ipliklerle üretilen tek katlı bezayağı ve panama örgüye sahip dokuma kumaşların ses yutuculuk sonuçları verilmiştir. Dördüncü bölümde belirlenen şönil iplik kalınlığı ve atkı sıklığına göre farklı filament sayısı, farklı kesit ve farklı hav uzunluğuna sahip şönil ipliklerle üretilen iki katlı bezayağı ve panama örgüye sahip dokuma kumaşların ses yutuculuk sonuçları verilmiştir.

#### 4.2.1. Atkı sıklığının ses yutum performansı üzerine etkisi

Kumaş tasarımında kullanılmak üzere üretimde kolaylıkla üretilebilmesi, kumaş tasarımı ve çözgüye uygunluğu sebebiyle şönil iplik kalınlığı 6 Nm olarak seçilmiştir. Şönil iplikler 20/1 Ne polyester kesik elyaf zemin ipliği, 150 denye 96 filament polyester tekstüre yarı mat hav ipliği ve 0,8 mm hav uzunluğu kullanılarak üretilmiştir.

6 Nm kalınlıkta üretilen şönil iplikler, mevcut çözgüde (150 denye 36 filament polyester tekstüre ymat ve 900 denye 288 filament polyester katyonik düzenli punta iplik, 32 tel/cm çözgü sıklığı) atkıdan kullanılarak tek katlı, iki katlı ve üç katlı dokuma kumaşlar üretilmiştir. Dokuma işlemi için ITEMA R9500 QRP model kancalı dokuma tezgâhı kullanılmıştır.

Şönil iplik kalınlığı seçiminden sonra bezayağı ve panama örgüye sahip tek katlı, iki katlı ve üç katlı kumaş tasarımında en uygun atkı sıklığının belirlenmesi için mevcut çözgüde atkı sıklığı denemeleri yapılmıştır. Bezayağı ve panama örgüye sahip tek katlı kumaşlarda 6 atkı/cm, 7,33 atkı/cm, 8,66 atkı/cm, 10 atkı/cm; bezayağı ve panama örgüye sahip iki katlı kumaşlarda 18 atkı/cm, 22 atkı/cm, 26 atkı/cm; bezayağı örgüye sahip üç katlı kumaşlarda 18 atkı/cm, 22 atkı/cm, 26 atkı/cm, 28 atkı/cm olmak üzere toplam 18 adet dokuma kumaş üretilmiştir. 6 Nm kalınlıkta şönil ipliğin atkıda kullanımı ile farklı atkı sıklıkları ile üretilen tek katlı, iki katlı ve üç katlı dokuma kumaşların yüzey görüntüleri Şekil 4.24'te, birim alan kütlesi ve kalınlık bilgileri Çizelge 4.3'te, katı hacim katsayısı (SVF) değerleri Şekil 4.25-4.27'de, hava akış direnci sonuçları Şekil 4.28-4.30'de, ses yutum sonuçları Şekil 4.31-4.33'de verilmiştir.

		
A)6 Nm Tek Kat Bezayağı Kumaş 6 atk1/cm	B)6 Nm Tek Kat Bezayağı Kumaş 7,33 atk1/cm	C)6 Nm Tek Kat Bezayağı Kumaş 8,66 atk1/cm
		
D)6 Nm Tek Kat Panama Kumaş 6 atk1/cm	E)6 Nm Tek Kat Panama Kumaş 7,33 atk1/cm	F)6 Nm Tek Kat Panama Kumaş 8,66 atk1/cm
		
G)6 Nm İki Kat Bezayağı Kumaş 18 atk1/cm	H)6 Nm İki Kat Bezayağı Kumaş 22 atk1/cm	I)6 Nm İki Kat Bezayağı Kumaş 26 atk1/cm
		
J)6 Nm İki Kat Panama Kumaş 18 atk1/cm	K)6 Nm İki Kat Panama Kumaş 22 atk1/cm	L)6 Nm İki Kat Panama Kumaş 26 atk1/cm

**Şekil 4.24.** Farklı atkı sıklığına sahip tek, iki ve üç katlı bezayağı ve panama kumaşların yüzey görüntüleri A)6 Nm Tek Kat Bezayağı Kumaş 6 atk1/cm, B)6 Nm Tek Kat Bezayağı Kumaş 7,33 atk1/cm, C)6 Nm Tek Kat Bezayağı Kumaş 8,66 atk1/cm, D)6 Nm Tek Kat Panama Kumaş 6 atk1/cm, E)6 Nm Tek Kat Panama Kumaş 7,33 atk1/cm, F)6 Nm Tek Kat Panama Kumaş 8,66 atk1/cm, G)6 Nm İki Kat Bezayağı Kumaş 18 atk1/cm, H)6 Nm İki Kat Bezayağı Kumaş 22 atk1/cm, I)6 Nm İki Kat Bezayağı Kumaş 26 atk1/cm, J)6 Nm İki Kat Panama Kumaş 18 atk1/cm, K)6 Nm İki Kat Panama Kumaş 22 atk1/cm, L)6 Nm İki Kat Panama Kumaş 26 atk1/cm



		
M)6 Nm Üç Kat Bezayağı Kumaş 18 atk/cm	N)6 Nm Üç Kat Bezayağı Kumaş 22 atk/cm	O)6 Nm Üç Kat Bezayağı Kumaş 26 atk/cm
		
P)6 Nm Üç Kat Bezayağı Kumaş 28 atk/cm		

**Şekil 4.24.** Farklı atkı sıklığına sahip tek, iki ve üç katlı bezayağı ve panama kumaşların yüzey görüntüleri (devam) M)6 Nm Üç Kat Bezayağı Kumaş 18 atk/cm, N)6 Nm Üç Kat Bezayağı Kumaş 22 atk/cm, O)6 Nm Üç Kat Bezayağı Kumaş 26 atk/cm, P)6 Nm Üç Kat Bezayağı Kumaş 28 atk/cm

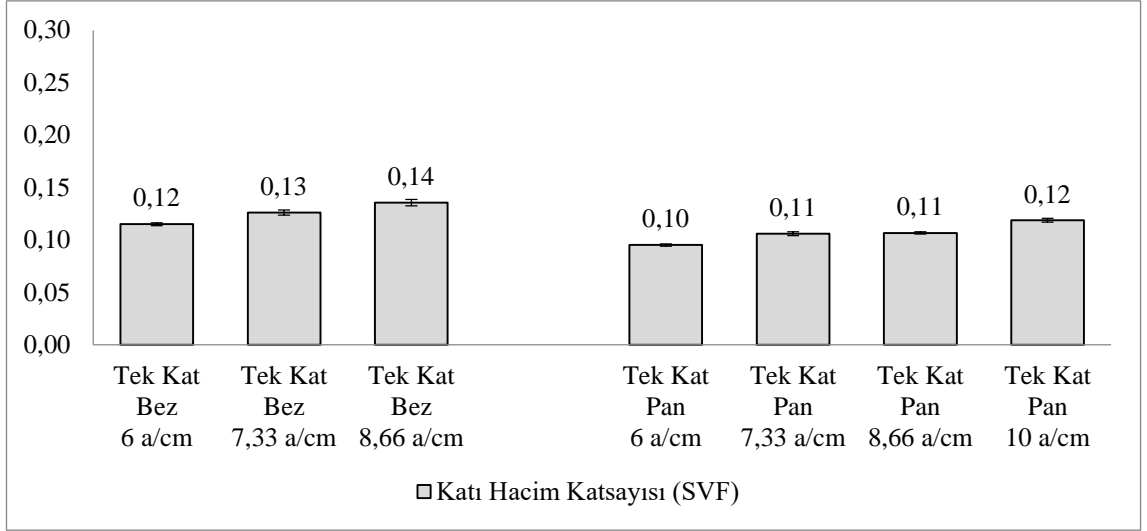
Çizelge 4.3'te verilen bilgilere göre bezayağı ve panama örgüye sahip tek katlı, iki katlı ve üç katlı her bir kumaş yapısı için atkı sıklığının artmasıyla birlikte kumaş ağırlığında bir artış görülmüştür. Atkı sıklığı arttıkça birim hacimde daha fazla lif olduğu için kumaş ağırlığının artması beklenen bir durumdur. Öte yandan kumaş kalınlık değerlerinde özellikle bezayağı örgüye sahip tek katlı ve iki katlı kumaş yapısında atkı sıklığı arttıkça kalınlıkta bir azalma söz konusudur. Kumaş yapısı içinde bezayağı örgüdeki çözgü ve atkı iplik kesişimlerinin fazla olması sebebiyle atkı sıklığının artışıyla birlikte hacimli şönil atkı ipliğinin sıkışması ile hacmini kaybettiği düşünülmektedir. Panama örgüye sahip tek katlı ve iki katlı kumaş yapısında atkı sıklığı arttıkça kalınlık artmıştır. Bu da panama örgüdeki çözgü atkı kesişim noktalarının daha az olması sebebiyle şönil ipliklerin kumaş içinde hacmini korumasıyla açıklanabilir. Sıklık arttıkça hacimli şönil iplikler birbirine yakınlaşmaktadır. Bezayağı örgüye sahip üç katlı kumaş yapısında atkı sıklığı arttıkça atkı iplikleri arasındaki uzaklık azaldığı ve atkı iplikleri birbirine daha çok yaklaştığı için ağırlık ve kalınlık değerlerinde artış görülmüştür. Yapılan ANOVA F testi ve SNK testi istatistiksel sonuçlara göre 0,05

anlamlılık seviyesinde sıklık artışı ile kumaş ağırlık ve kumaş kalınlık değişiminde anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Detaylı istatistiksel analiz ekler bölümünde verilmiştir.

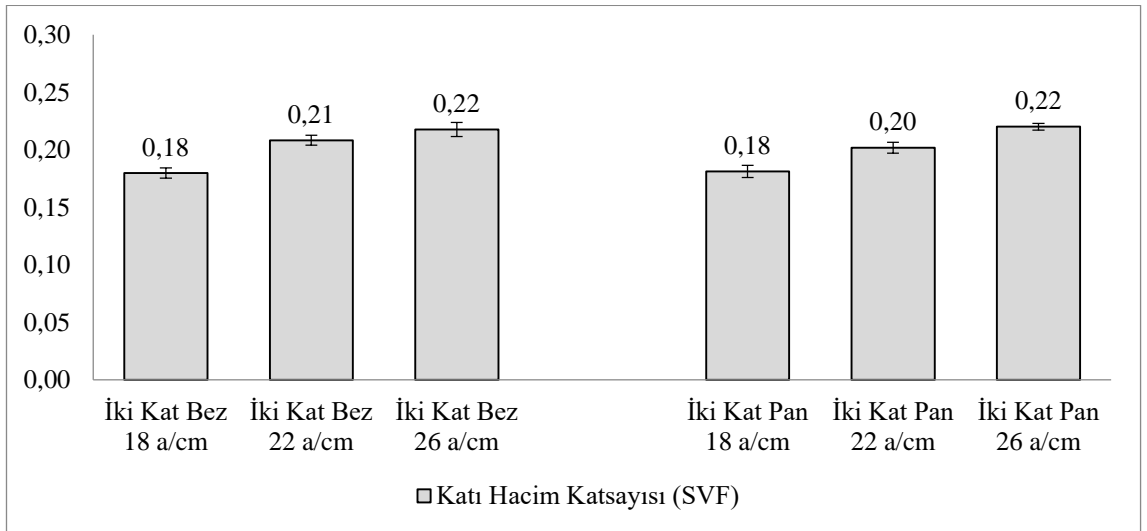
**Çizelge 4.3.** Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı, iki katlı ve üç katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların birim alan kütlesi ve kumaş kalınlığı ölçüm sonuçları

Numune Adı	Kat sayısı	Bezayağı				Panama			
		Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Kalınlığı (mm)		Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Kalınlığı (mm)	
		Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS
DES10.V4 (6NM Ş4-15096D0,8-K1-A18)	Tek Kat	185,9	3,69	1,17	0,03	191,0	2,00	1,45	0,02
DES10.V5 (6NM Ş4-15096D0,8-K1-A22)		207,8	3,41	1,19	0,01	221,0	2,83	1,51	0,02
DES10.V6 (6NM Ş4-15096D0,8-K1-A26)		229,0	6,51	1,22	0,02	237,0	3,41	1,61	0,01
DES10.V7 (6NM Ş4-15096D0,8-K1-A30)		-	-	-	-	261,0	3,22	1,59	0,03
DES1.V4 (6NM Ş4-15096D0,8-K2-A18)	İki Kat	295,0	3,69	1,19	0,02	293,2	3,41	1,17	0,03
DES1.V2 (6NM Ş4-15096D0,8-K2-A22)		335,0	3,69	1,17	0,01	330,5	3,41	1,19	0,02
DES1.V3 (6NM Ş4-15096D0,8-K2-A26)		371,0	2,83	1,24	0,03	371,6	4,24	1,22	0,01
DES11.V104-A18 (6NM Ş4-15096D0,8-K3-A18)	Üç Kat	342,4	2,10	1,35	0,02	-	-	-	-
DES11.V104-A22 (6NM Ş4-15096D0,8-K3-A22)		388,5	3,74	1,42	0,03	-	-	-	-
DES11.V104-A26 (6NM Ş4-15096D0,8-K3-A26)		436,7	3,83	1,47	0,04	-	-	-	-
DES11.V104-A28 (6NM Ş4-15096D0,8-K3-A28)		461,6	1,38	1,51	0,02	-	-	-	-

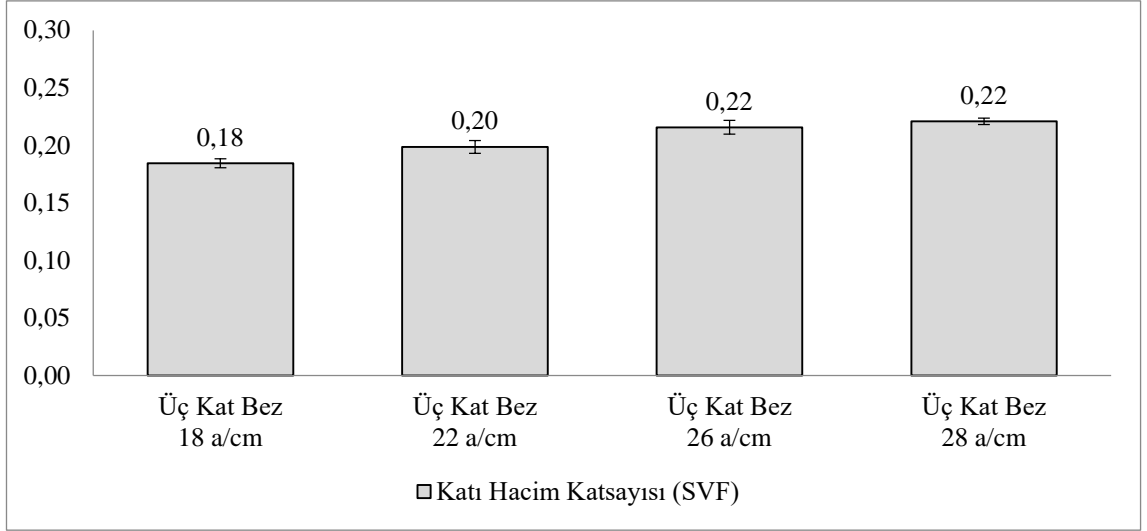
Çizelge 4.3'te verilen ağırlık ve kalınlık değerleri, kumaşların katılığını veya katı hacim katsayısını hesaplamak için kullanılabilir. Şekil 4.25-4.27'te verilen katı hacim katsayısı (SVF) değerlerine göre genel olarak atkı sıklığı arttıkça katı hacim katsayısı artmıştır. Bezayağı örgüye sahip kumaşların katı hacim katsayısı panama örgüye sahip kumaşlara göre daha fazladır çünkü bezayağı kumaş yapısı gereği daha fazla bağlantı noktasına sahiptir. Yapılan ANOVA F testi ve SNK testi istatistiksel sonuçlara göre 0,05 anlamlılık seviyesinde sıklık artışı ile tek katlı ve iki katlı kumaşlarda katı hacim katsayısı (SVF) değişiminde anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Üç katlı kumaşlarda ise 26 a/cm ile 28 a/cm etkisinin birbirine benzer olduğu ve 26 a/cm sıklığının ötesine geçmenin bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Detaylı istatistiksel analiz ekler bölümünde verilmiştir.



**Şekil 4.25.** Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değeri

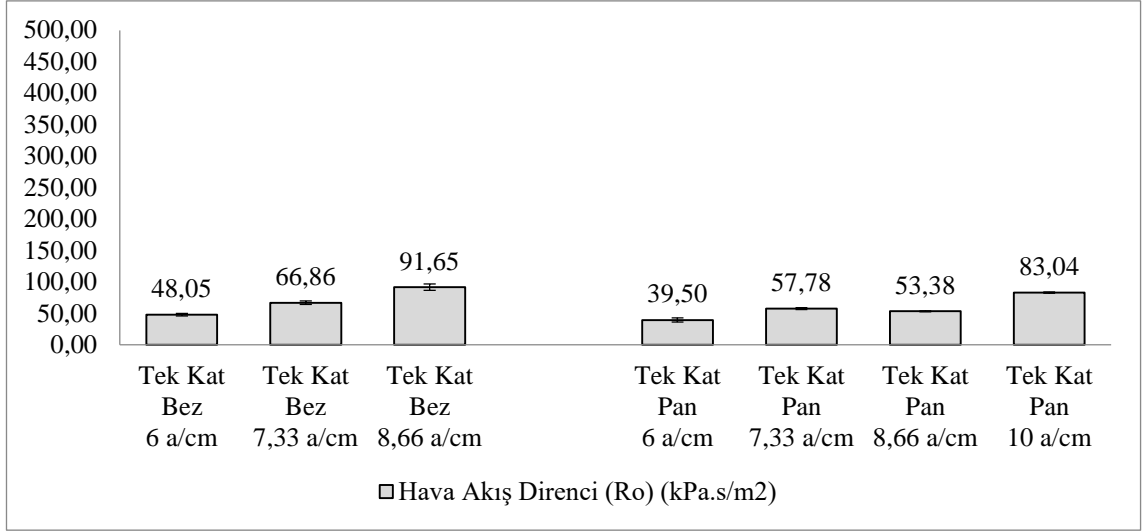


**Şekil 4.26.** Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değeri

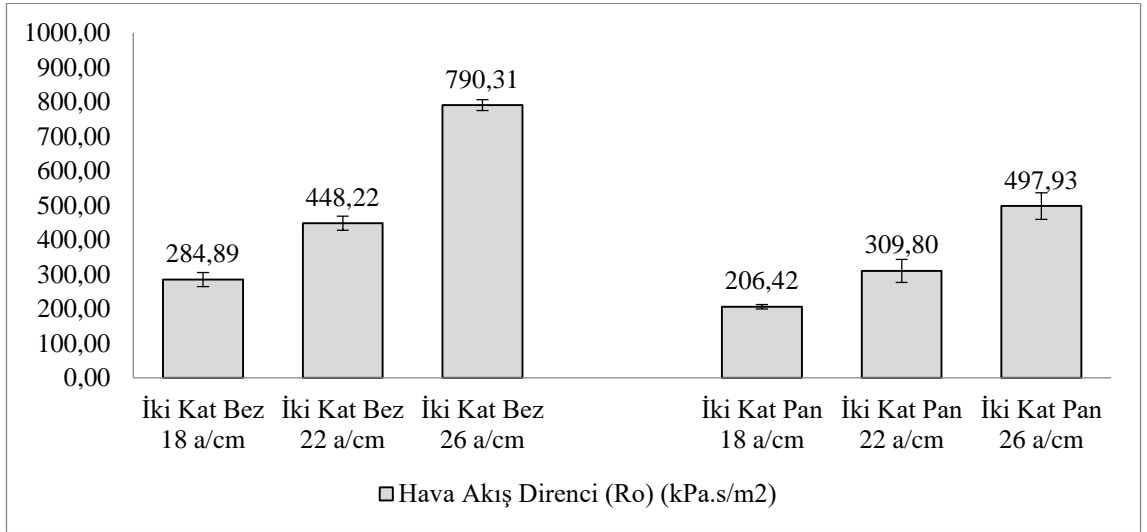


**Şekil 4.27.** Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değeri

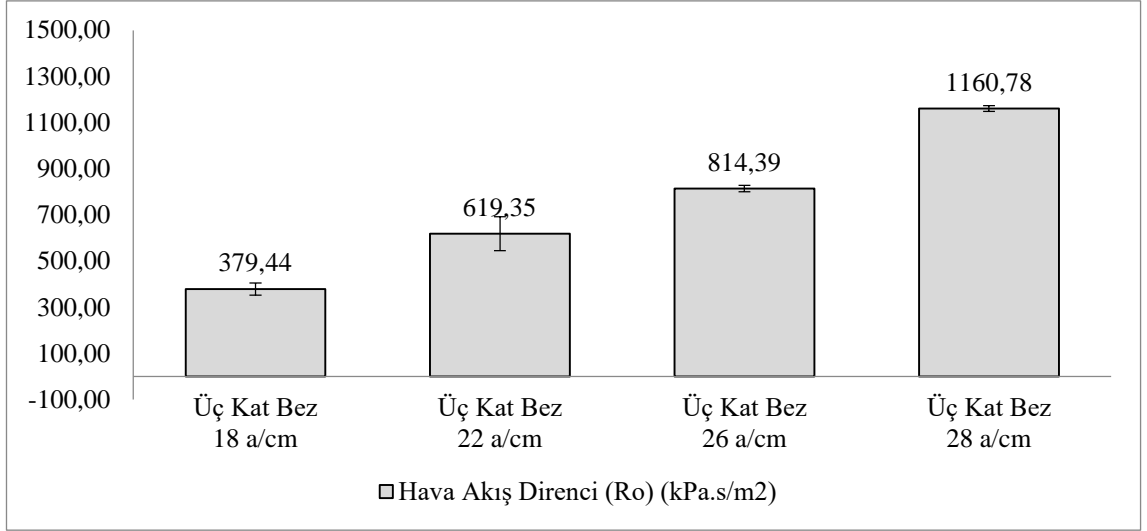
Şekil 4.28-4.30'te verilen hava akış direnci sonuçlarına göre, genel olarak tek katlı, iki katlı ve üç katlı kumaşlarda atkı sıklığı arttıkça hava akış direnci artmıştır. Bu durum daha yüksek katı hacim katsayısına sahip kumaşların hava geçişine daha fazla direnç göstermesiyle açıklanabilir, çünkü bu kumaşlar daha az gözenekli ve birim hacim başına daha fazla katı elyafa sahiptir. Bezayağı örgüye sahip kumaşların hava akış direnci (katı hacim katsayısındaki davranışa benzer şekilde) panama örgüye sahip kumaşlara göre daha fazladır çünkü bezayağı kumaş yapısı gereği daha fazla bağlantı noktasına sahiptir. Bağlantı noktasının fazla olması havanın geçişine direnç oluşturmaktadır. Yapılan ANOVA F testi ve SNK testi istatistiksel sonuçlara göre 0,05 anlamlılık seviyesinde sıklık artışı ile hava akış direnci değişiminde anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Detaylı istatistiksel analiz ekler bölümünde verilmiştir.



**Şekil 4.28.** Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri

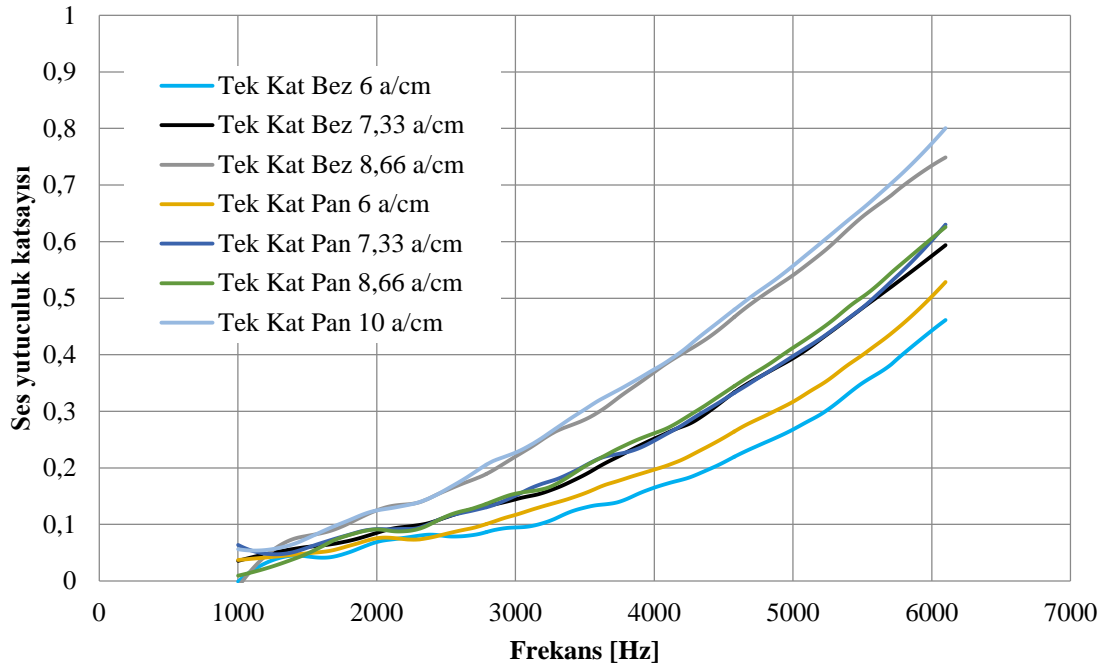


**Şekil 4.29.** Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri



**Şekil 4.30.** Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri

Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk katsayısı sonuçları Şekil 4.31’de verilmiştir. Tek katlı bezayağı ve panama kumaş yapısında atkı sıklığı arttıkça bütün frekans bölgelerinde daha iyi ses yutum katsayısı değeri elde edilmiştir ve frekans arttıkça ses yutum katsayısı da artmıştır. Bezayağı kumaşın daha yüksek katı hacim katsayısı ve hava akış direnci sebebiyle ses yutuculuk özellikleri panama kumaşa göre daha iyi çıkmıştır. En iyi ses yutuculuk değerleri, tek katlı bezayağı kumaş için 8,66 a/cm atkı sıklığı iken tek katlı panama kumaş için 10 a/cm atkı sıklığında elde edilmiştir. Bu sebeple bundan sonraki çalışmalarda tek katlı bezayağı kumaş için 8,66 atkı/cm atkı sıklığı parametresi seçilmiştir. Tek katlı panama örgü için ise dokuma üretim parametreleri düşünüldüğünde 10 a/cm atkı sıklığı değeri üretimde çözümlerine sebep olabilir. Bu sebeple ve tek katlı bezayağı kumaşlarla karşılaştırma yapabilmek için tek katlı panama kumaş için de 8,66 a/cm atkı sıklığı değeri seçilmiştir.

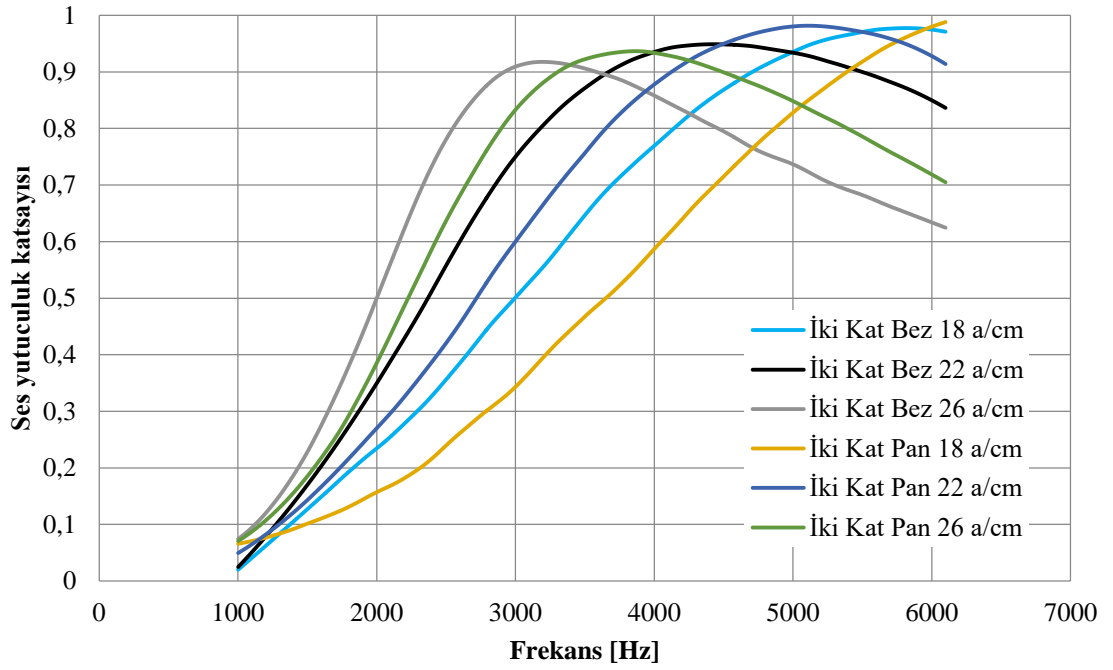


**Şekil 4.31.** Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk katsayısı sonuçları Şekil 4.32’de verilmiştir. İki katlı bezayağı ve panama kumaş yapısında atkı sıklığı arttıkça yüksek ses yutum özelliklerinin düşük frekans bölgesine kaydığı görülmüştür, yani düşük frekanslarda daha yüksek ses yutum özellikleri elde edilirken yüksek frekans bölgede ses yutum katsayısında düşüş eğilimi mevcuttur. Sebebi ise atkı sıklığının artışı ile birim hacimde bulunan lif miktarı artar, dolayısıyla birim hacimde gözeneklilik oranı azalırken katı hacim katsayısı artar, hava geçişine daha fazla direnç oluşur ve yüksek ses yutum özellikleri düşük frekans bölgesine kayar ve frekans arttıkça ses yutum özelliklerinde azalma görülür (Suvari & Dulek, 2019), (Aso & Kinoshita, 1963). Bu tip ses absorpsiyon davranışı çoğunlukla lifli malzemelere göre normalde çok yüksek katı hacim katsayısı değerlerine sahip olan membranlar gibi rezonans tip ses yutucu malzemelerde görülür (Nayak & Padhye, 2016), (Cox & D’Antonio, 2005). Rezonans tip ses yutucu malzemeler, dar bir frekans aralığında karakteristik bir ses yutum katsayısı zirvesi ile nispeten daha düşük frekanslarda daha yüksek ses yutum özelliği gösterir (Cox & D’Antonio, 2005). Rezonans tipi ses yutucu malzemeler, malzemenin titreşimi ile akustik enerjiyi dağıtma prensibi ile çalışır (Nayak

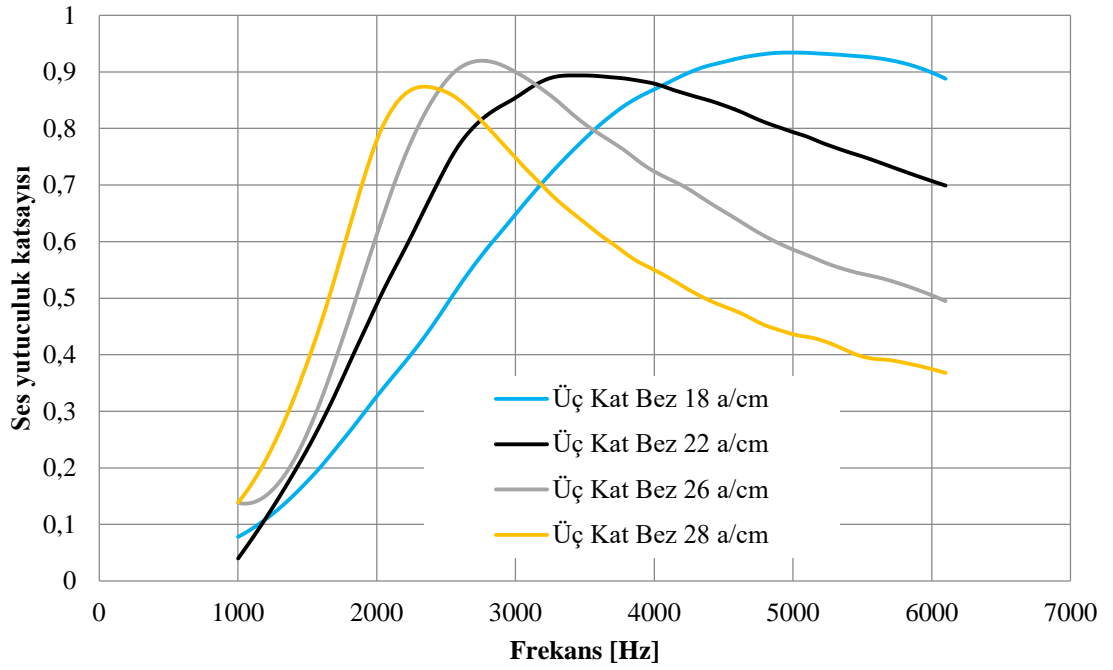
& Padhye, 2016). Bu rezonans tip ses yutum mekanizması, iki katlı şönil dokuma kumaşların düşük frekanslarda ses yutum özelliklerinden kısmen sorumlu olduğunu gösterir ve iki katlı şönil dokuma kumaşın kompakt yapısından dolayı kumaş titreşimiyle ses emilimi meydana gelir (Suvari & Dulek, 2019), (Aso & Kinoshita, 1963). İki katlı bezayağı kumaşın daha yüksek katı hacim katsayısı ve hava akış direnci sebebiyle ses yutuculuk özellikleri düşük frekans bölgesinde panama kumaşa göre daha iyi çıkmıştır. İki katlı panama kumaş ise iki katlı bezayağı kumaşa göre yüksek frekanslarda daha yüksek ses yutum katsayısı göstermiştir. Sebebi ise panama örgüdeki daha uzun dokuma yüzmeleri sayesinde oluşan daha az sayıda bağlantı sayesinde panama örgü yapısının arasındaki boşluklar hava akışına karşı daha düşük direnç göstermektedir. İki katlı panama kumaşın daha gözenekli yapısı, lifli ve gözenekli malzemelerin tipik bir ses yutum davranışı olan yüksek frekanslarda daha iyi ses yutum performansı sağlar. Düşük frekanslarda en iyi ses yutuculuk değerleri, iki katlı bezayağı ve panama kumaş için 26 a/cm atkı sıklığında elde edilmiştir. Yüksek frekanslarda en iyi ses yutuculuk değerleri, iki katlı bezayağı kumaş için 18 a/cm atkı sıklığı, iki katlı panama kumaş için 22 a/cm atkı sıklığında elde edilmiştir. Kumaşların mekân tekstiline yönelik olarak kullanımı, kumaş üretim parametreleri ve verilerin birbiriyle karşılaştırılması düşünüldüğünde bundan sonraki çalışmalarda iki katlı bezayağı ve panama kumaş için 22 atkı/cm atkı sıklığı seçilmiştir.





**Şekil 4.32.** Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

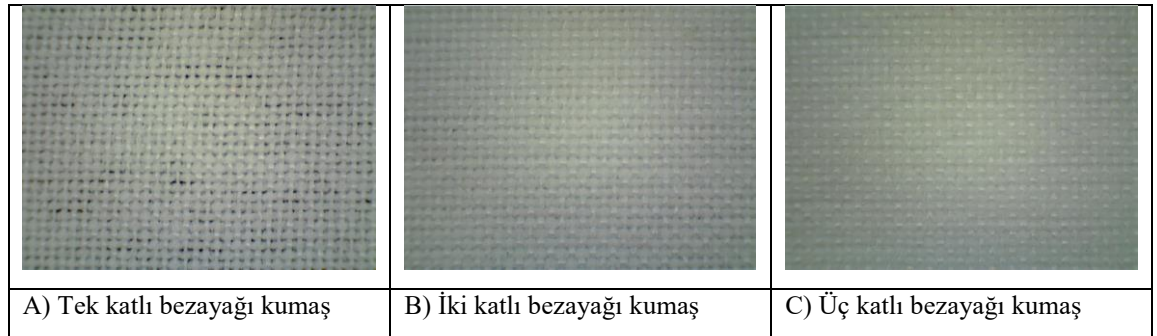
Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk katsayısı sonuçları Şekil 4.33'te verilmiştir. Üç katlı bezayağı kumaş yapısında atkı sıklığı arttıkça yüksek ses yutum özelliklerinin düşük frekans bölgesine kaydığı görülmüştür, yani düşük frekanslarda daha yüksek ses yutuculuk katsayısı elde edilirken yüksek frekanslarda ses yutuculuk katsayısında düşüş görülmüştür. Sebebi ise atkı sıklığının artışı ile birim hacimde bulunan lif miktarı artar, dolayısıyla birim hacimde gözeneklilik oranı azalırken katı hacim katsayısı artmış olur ve böylece hava geçişine daha fazla direnç oluşur. Bu tip bir davranış kumaşın rezonans tip ses yutum mekanizması ile açıklanır, rezonans tip ses yutum davranışı düşük frekanslarda ses yutum özelliklerinden kısmen sorumlu olduğunu gösterir. Bu tip bir absorpsiyonda kumaşın kompakt yapısından dolayı kumaş titreşimiyle ses emilimi meydana gelir. Üç katlı bezayağı kumaş için düşük frekanslarda en iyi ses yutuculuk değerleri 26 a/cm atkı sıklığında elde edilirken yüksek frekanslarda en iyi ses yutuculuk değerleri 18 a/cm atkı sıklığında elde edilmiştir.



**Şekil 4.33.** Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

#### 4.2.2. Kumaş kat sayısının ses yutum performansı üzerine etkisi

Tek katlı, iki katlı ve üç katlı kumaş tasarımı için gerekli olan ve önceki bölümde belirlenen atkı sıklıkları dikkate alınarak (tek katlı kumaş için 8,66 a/cm, iki katlı kumaş için 22 a/cm, üç katlı kumaş için 26 a/cm) üretilen şönil kumaşların yüzey görüntüleri Şekil 4.34'te, birim alan kütlesi ve kalınlık bilgileri Çizelge 4.4'te, katı hacim katsayısı (SVF) değeri Şekil 4.35'te, hava akış direnci değeri Şekil 4.36'da, ses yutum sonuçları Şekil 4.37'de verilmiştir.



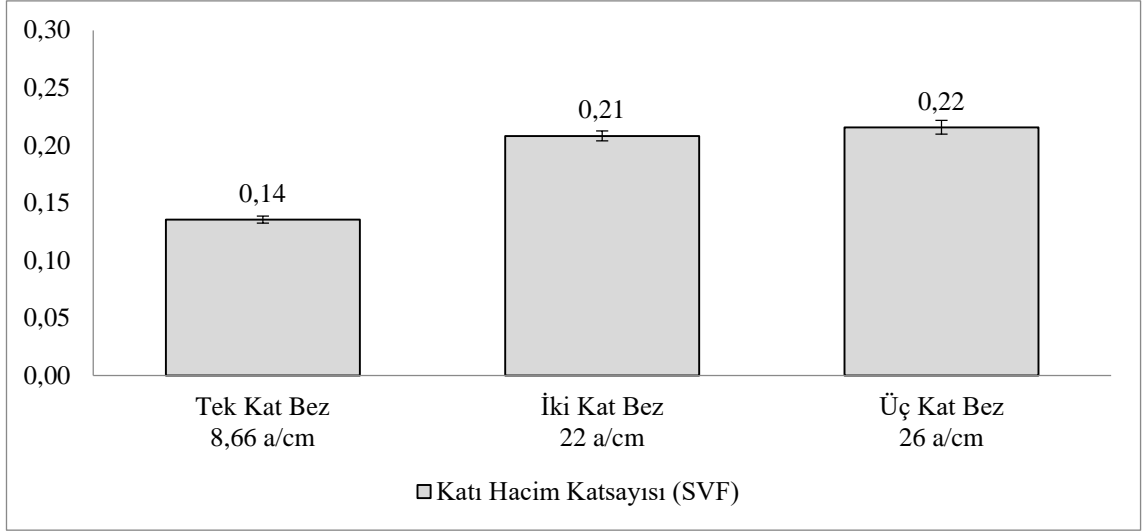
**Şekil 4.34.** Atkı sıklığı belirlenen tek, iki ve üç katlı bezayağı kumaşların yüzey görüntüleri A) Tek katlı, B) İki katlı, C) Üç katlı

Çizelge 4.4’te verilen bilgilere göre kumaş kat sayısı arttıkça kumaş ağırlığında bir artış görülmüştür. Atkı sıklığı ve kumaş kat sayısının artması ile atkı iplikleri arası mesafenin azalması ve dolayısıyla birim hacim başına daha fazla lif bulunması sebebiyle kumaş ağırlığının artması beklenen bir durumdur. Öte yandan kumaş kalınlık değerlerinde tek katlı ve iki katlı kumaşlar karşılaştırıldığında kat sayısı arttıkça kalınlık değerinin azaldığı üç katlı kumaşta ise arttığı görülmüştür. İki katlı kumaşta kumaş yapısı içinde bulunan hacimli şönil ipliğin, artan atkı sıklığı ve kat sayısı ile birlikte birbirine yaklaşarak sıkıştığı için hacmini kaybettiği düşünülmektedir, bu sebeple kat sayısı arttıkça kalınlık değerinin azaldığı söylenebilir. Üç katlı kumaşta ise en uygun atkı sıklığı ile kumaşa dahil edilen şönil iplik hacmini koruması ve kat sayısındaki artış sebebiyle kalınlığın arttığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.4.** Atkı sıklığı belirlenen tek katlı, iki katlı ve üç katlı bezayağı şönil kumaşların birim alan kütlesi ve kumaş kalınlığı ölçüm sonuçları

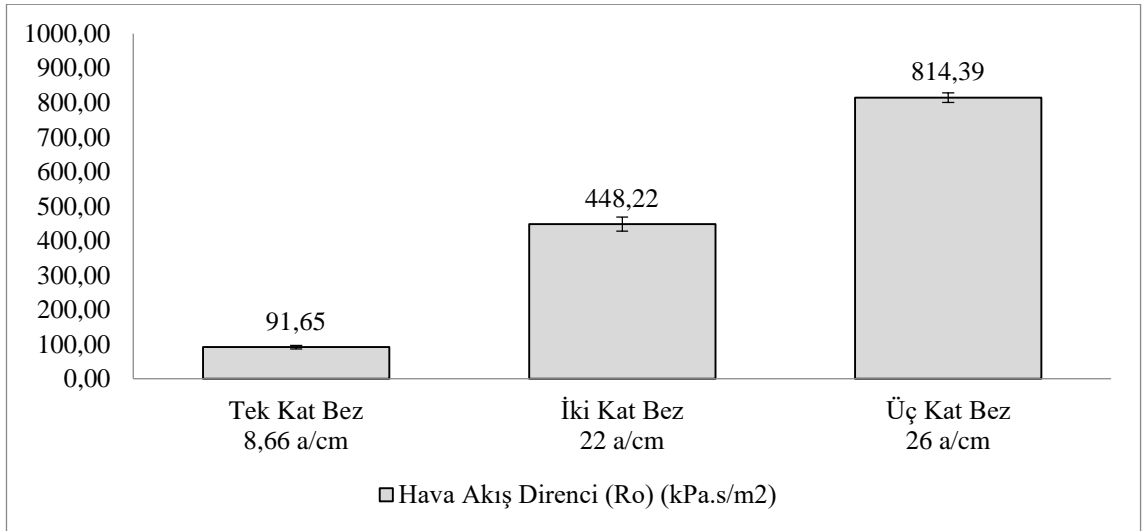
Numune Adı	Kat Sayısı	Bezayağı			
		Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Kalınlığı (mm)	
		Ortalama	SS	Ortalama	SS
DES10.V6 (6NM Ş4-15096D0,8-K1-BEZ-A26)	Tek Kat	229,0	6,51	1,22	0,02
DES1.V2 (6NM Ş4-15096D0,8-K2-BEZ-A22)	İki Kat	335,0	3,69	1,17	0,01
DES11.V104-A26 (6NM Ş4-15096D0,8-K3-BEZ-A26)	Üç Kat	436,7	3,83	1,47	0,04

Çizelge 4.4’te verilen ağırlık ve kalınlık değerleri, kumaşların katılığını veya katı hacim katsayısını hesaplamak için kullanılabilir. Şekil 4.35’te verilen katı hacim katsayısı (SVF) değerlerine göre kat sayısı arttıkça katı hacim katsayısı artmıştır.



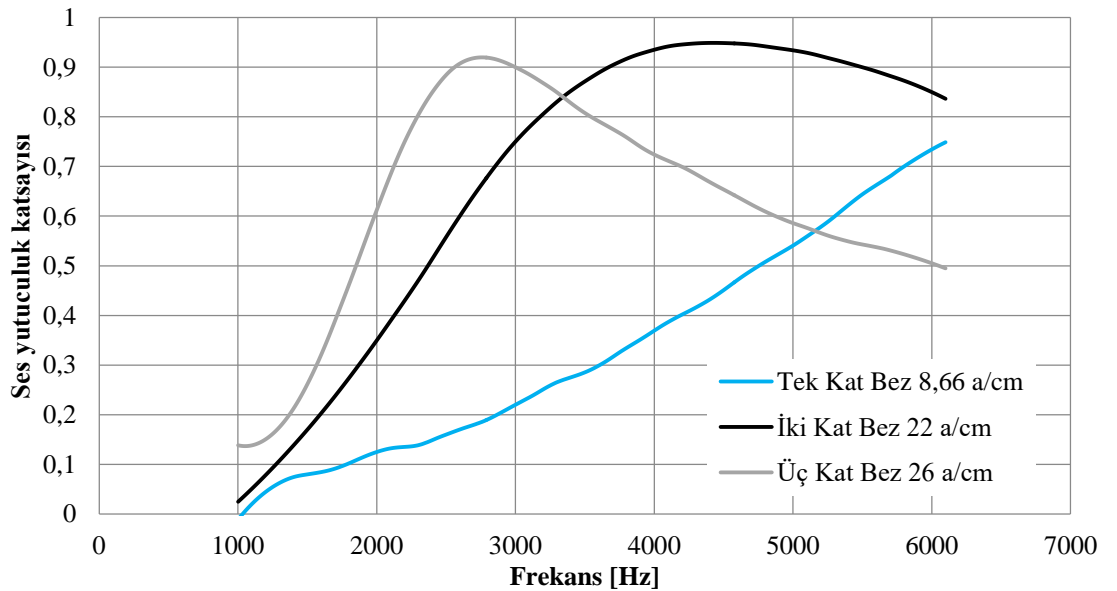
**Şekil 4.35.** Atkı sıklığı belirlenen tek katlı, iki katlı ve üç katlı bezayağı kumaşların SVF değeri

Şekil 4.36’da verilen hava akış direnci sonuçlarına göre, kat sayısı arttıkça hava akış direnci artmıştır. Bu durum daha yüksek katı hacim katsayısına sahip kumaşların hava geçişine daha fazla direnç göstermesiyle açıklanabilir, çünkü bu kumaşlar daha az gözenekli ve birim hacim başına daha fazla katı elyafa sahiptir.



**Şekil 4.36.** Atkı sıklığı belirlenen tek katlı, iki katlı ve üç katlı bezayağı kumaşların hava akış direnci değeri

Atkı sıklığı belirlenen ve 6 Nm kalınlıkta şönil iplikle (20/1 Ne polyester kesik elyaf zemin ipliği, 150 denye 96 filament polyester hav ipliği, 0,8 mm hav uzunluğu) üretilen tek katlı, iki katlı ve üç katlı kumaşların ses yutuculuk katsayısı sonuçlarını karşılaştırmak amacıyla Şekil 4.37’de biraraya getirilmiştir. Kat sayısı arttıkça en yüksek ses yutum katsayısı değerlerinin orta ve düşük frekans bölgesine kaydığı görülmüştür. Sebebi ise, her kat sayısında artan ağırlık (kütle) ile birlikte rezonans tip ses yutuculuğunun daha baskın bir şekilde kendini göstermesidir. İki ve üç katlı kumaşların orta ve düşük frekanslarda daha fazla ses emilimi tek katlı kumaşa göre üstünlüğüdür. Kat sayısı arttıkça katı hacim katsayısı değerleri artış gösterdiği için malzeme rezonans tip davranış göstererek orta ve düşük frekans değerlerinde daha iyi ses yutum sonuçları elde edilmektedir. Rezonans tip ses yutuculukta enerji harcanması kumaşın titreşimi sebebiyle gerçekleşir ve sistemin ağırlığının artmasıyla ses yutum davranışı yüksek frekanstan orta ve düşük frekanslara doğru kayar. Sonuç olarak tek kat, iki kat ve üç katlı kumaş yapıları dikkate alındığında ve kumaşların mekân tekstillerine yönelik kullanılacağı ve kumaş üretim parametreleri de düşünüldüğünde uygun iplik, sıklık ve örgü seçimiyle yüksek frekanslarda yüksek ses yutuculuk istendiğinde tek ve iki katlı kumaş yapıları, düşük ve orta frekanslarda yüksek ses yutuculuk istendiğinde iki ve üç katlı kumaş yapılarının tercih edilebileceği söylenebilir.

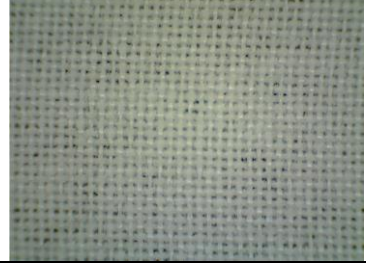


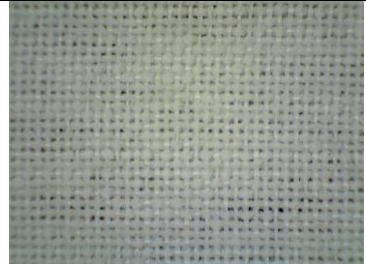





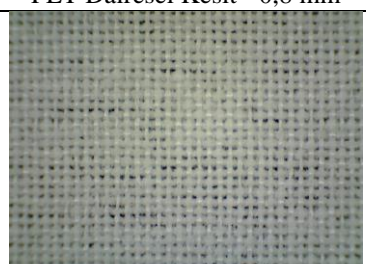




**Şekil 4.37.** Farklı kat sayısına sahip bezayağı şönil kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması







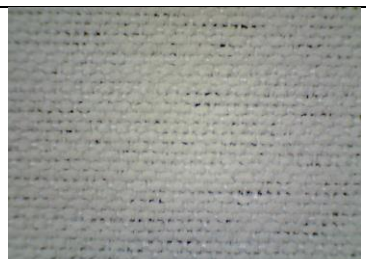





#### **4.2.3. Hav uzunluğunun tek katlı kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi**

Tek katlı kumaş yapısı için en uygun atkı sıklığı (tek katlı kumaş için 8,66 atkı/cm) belirlendikten sonra kumaşların ses yutum özelliklerini geliştirmek amacıyla 6 Nm kalınlıkta yeni şönil iplikler geliştirilmiştir. Şönil iplik yapısında farklı filament sayısı (48, 96, 288, 600) ve farklı lif kesitine (dairesel, çokgen, kanal, içi boş, bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip 150 denye kalınlığında hav iplikleri kullanılarak farklı hav uzunluğunda (0,8 mm, 1,0 mm, 1,2 mm) olacak şekilde seçilerek toplam 30 adet şönil iplik üretilmiştir. Bu şönil iplikler atkıda kullanılarak tek katlı bezayağı ve panama örgüde şönil kumaşlar üretilmiştir.

Farklı filament sayısı, farklı kesit şekli ve farklı hav uzunluğuna sahip 6 Nm kalınlıkta şönil iplikler atkıdan kullanılarak 8,66 a/cm atkı sıklığı değeri ile üretilen tek katlı bezayağı ve panama dokuma kumaşların yüzey görüntüleri Şekil 4.38-4.39'da, birim alan kütlesi ve kalınlık bilgileri Çizelge 4.5'te, kalınlık değerleri Şekil 4.40-4.49'da, katı hacim katsayısı (SVF) değerleri Çizelge 4.6'da, hava akış direnci sonuçları Çizelge 4.6'da ve Şekil 4.50-4.59'da, ses yutum sonuçları Şekil 4.60-4.80'de verilmiştir.

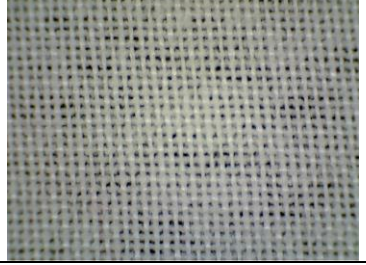
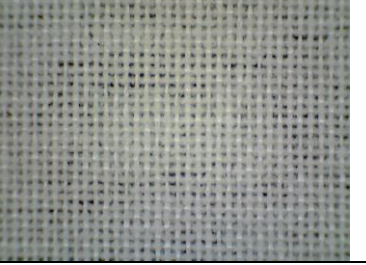
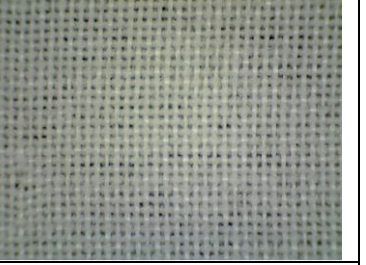



		
A) Tek Kat Bezayağı - 150/48 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm	B) Tek Kat Bezayağı - 150/48 PET Dairesel Kesit - 1,0 mm	C) Tek Kat Bezayağı - 150/48 PET Dairesel Kesit - 1,2 mm
		
D) Tek Kat Bezayağı - 150/96 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm	E) Tek Kat Bezayağı - 150/96 PET Dairesel Kesit - 1,0 mm	F) Tek Kat Bezayağı - 150/96 PET Dairesel Kesit - 1,2 mm
		
G) Tek Kat Bezayağı - 150/288 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm	H) Tek Kat Bezayağı - 150/288 PET Dairesel Kesit - 1,0 mm	I) Tek Kat Bezayağı - 150/288 PET Dairesel Kesit - 1,2 mm
		
J) Tek Kat Bezayağı - 150/48 PET Çokgen Kesit - 0,8 mm	K) Tek Kat Bezayağı - 150/48 PET Çokgen Kesit - 1,0 mm	L) Tek Kat Bezayağı - 150/48 PET Çokgen Kesit - 1,2 mm

**Şekil 4.38.** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların yüzey görüntüleri A) 150/48 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, B) 1,0 mm, C) 1,2 mm, D) 150/96 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, E) 1,0 mm, F) 1,2 mm, G) 150/288 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, H) 1,0 mm, I) 1,2 mm, J) 150/48 PET Çokgen Kesit - 0,8 mm, K) 1,0 mm, L) 1,2 mm

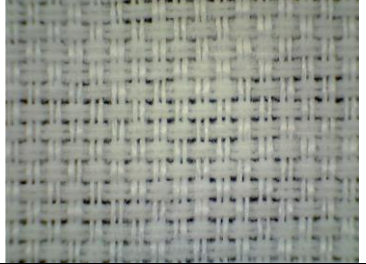
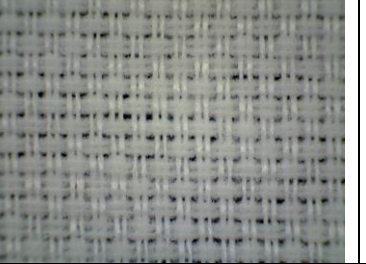

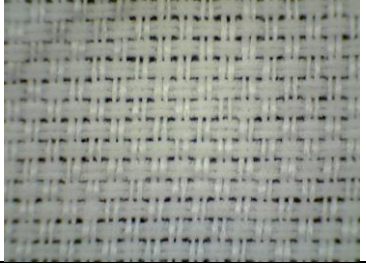
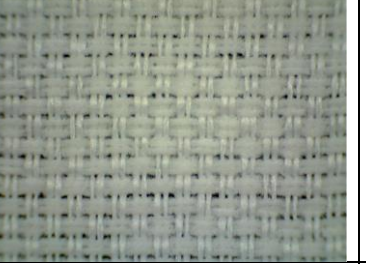
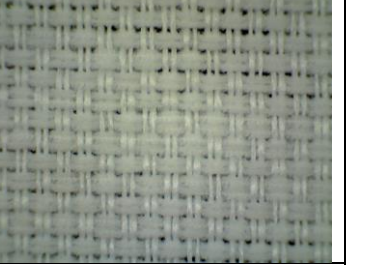
		
M) Tek Kat Bezayağı - 150/96 PET Kanal Kesit - 0,8 mm	N) Tek Kat Bezayağı - 150/96 PET Kanal Kesit – 1,0 mm	O) Tek Kat Bezayağı - 150/96 PET Kanal Kesit – 1,2 mm
		
P) Tek Kat Bezayağı - 150/48 PET Hallow/İçi boş Kesit - 0,8 mm	R) Tek Kat Bezayağı - 150/48 PET Hallow/İçi boş Kesit – 1,0 mm	S) Tek Kat Bezayağı - 150/48 PET Hallow/İçi boş Kesit – 1,2 mm
		
T) Tek Kat Bezayağı - 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit - 0,8 mm	U) Tek Kat Bezayağı - 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit – 1,0 mm	V) Tek Kat Bezayağı - 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit – 1,2 mm
		
Y) Tek Kat Bezayağı - 150/144 PET/PTT Bikomponent Yan Yana Kesit - 0,8 mm	Z) Tek Kat Bezayağı - 150/144 PET/PTT Bikomponent Yan Yana Kesit – 1,0 mm	AA) Tek Kat Bezayağı - 150/144 PET/PTT Bikomponent Yan Yana Kesit – 1,2 mm

**Şekil 4.38.** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların yüzey görüntüleri (devam) M) 150/96 PET Kanal Kesit - 0,8 mm, N) 1,0 mm, O) 1,2 mm, P) 150/48 PET Hallow Kesit - 0,8 mm, R) 1,0 mm, S) 1,2 mm, T) 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit - 0,8 mm, U) 1,0 mm, V) 1,2 mm, Y) 150/144 PET/PTT Bikomponent Yan Yana Kesit - 0,8 mm, Z) 1,0 mm, AA) 1,2 mm

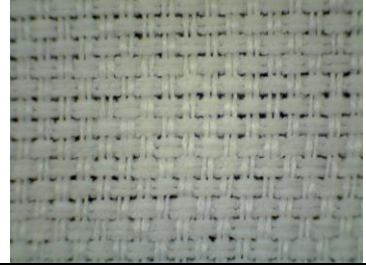
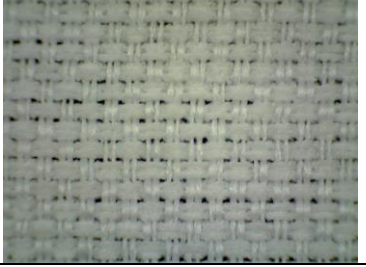
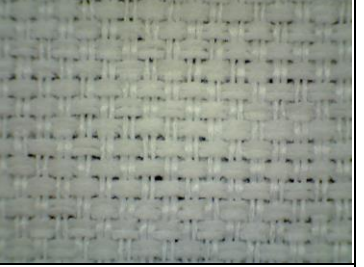
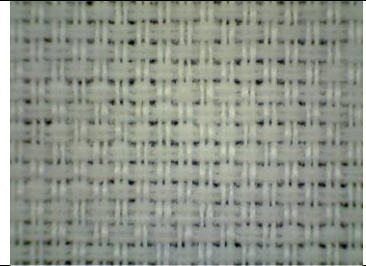
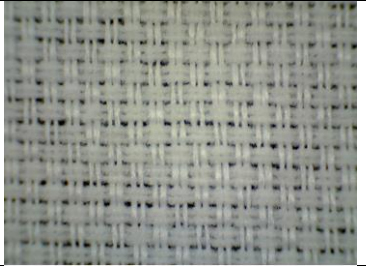
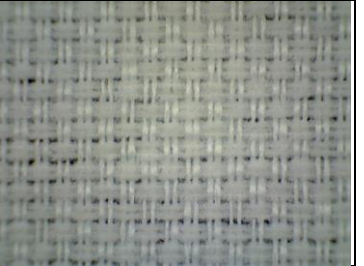


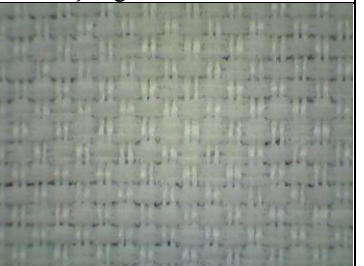
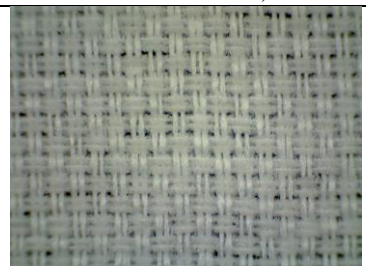
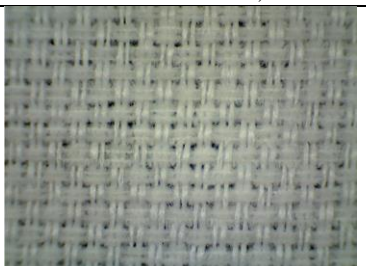
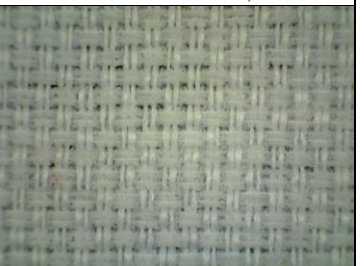


		
AB) Tek Kat Bezayağı - 150/48 PBT Dairesel Kesit - 0,8 mm	AC) Tek Kat Bezayağı - 150/48 PBT Dairesel Kesit - 1,0 mm	AD) Tek Kat Bezayağı - 150/48 PBT Dairesel Kesit - 1,2 mm
		
AE) Tek Kat Bezayağı - 150/600 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm	AF) Tek Kat Bezayağı - 150/600 PET Dairesel Kesit - 1,0 mm	AG) Tek Kat Bezayağı - 150/600 PET Dairesel Kesit - 1,2 mm

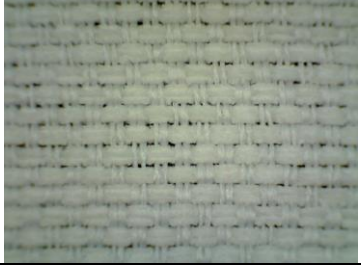

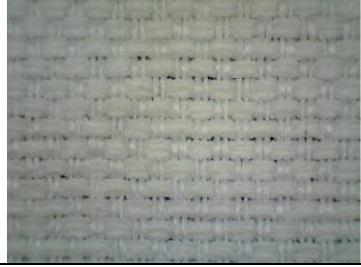
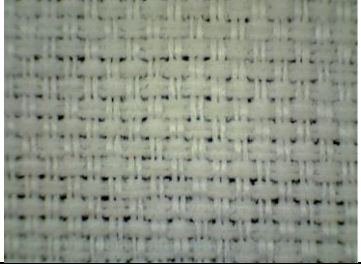
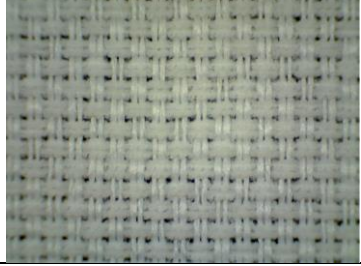
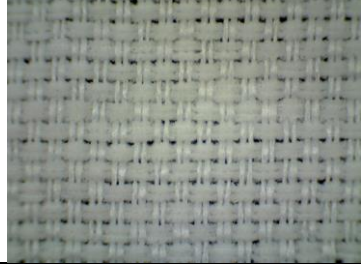
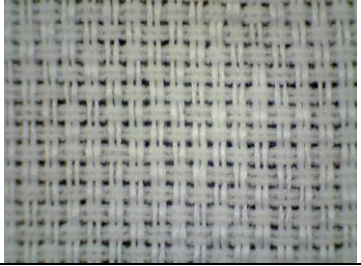
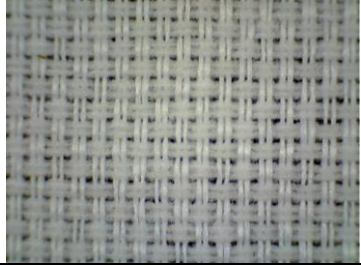
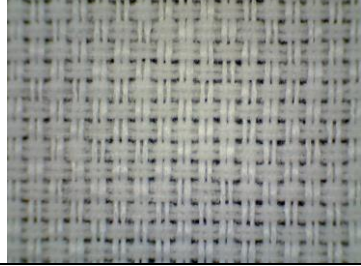
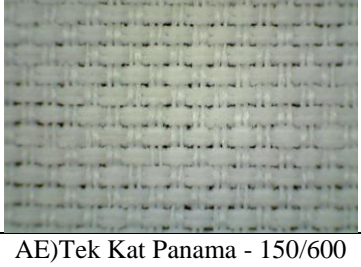


**Şekil 4.38.** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların yüzey görüntüleri (devam) AB) 150/48 PBT Dairesel Kesit - 0,8 mm, AC) 1,0 mm, AD) 1,2 mm, AE) 150/600 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, AF) 1,0 mm, AG) 1,2 mm

		
A) Tek Kat Panama- 150/48 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm	B) Tek Kat Panama - 150/48 PET Dairesel Kesit - 1,0 mm	C) Tek Kat Panama - 150/48 PET Dairesel Kesit - 1,2 mm
		
D) Tek Kat Panama- 150/96 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm	E) Tek Kat Panama - 150/96 PET Dairesel Kesit - 1,0 mm	F) Tek Kat Panama - 150/96 PET Dairesel Kesit - 1,2 mm

**Şekil 4.39.** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların yüzey görüntüleri A) 150/48 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, B) 1,0 mm, C) 1,2 mm, D) 150/96 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, E) 1,0 mm, F) 1,2 mm

		
G)Tek Kat Panama - 150/288 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm	H)Tek Kat Panama - 150/288 PET Dairesel Kesit - 1,0 mm	I)Tek Kat Panama - 150/288 PET Dairesel Kesit - 1,2 mm
		
J)Tek Kat Panama - 150/48 PET Çokgen Kesit - 0,8 mm	K)Tek Kat Panama - 150/48 PET Çokgen Kesit - 1,0 mm	L)Tek Kat Panama - 150/48 PET Çokgen Kesit - 1,2 mm
		
M)Tek Kat Panama - 150/96 PET Kanal Kesit - 0,8 mm	N)Tek Kat Panama - 150/96 PET Kanal Kesit - 1,0 mm	O)Tek Kat Panama - 150/96 PET Kanal Kesit - 1,2 mm
		
P)Tek Kat Panama - 150/48 PET Hallow/İçi boş Kesit - 0,8 mm	R)Tek Kat Panama - 150/48 PET Hallow/İçi boş Kesit - 1,0 mm	S)Tek Kat Panama - 150/48 PET Hallow/İçi boş Kesit - 1,2 mm

**Şekil 4.39.** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların yüzey görüntüleri (devam) G) 150/288 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, H) 1,0 mm I) 1,2 mm, J) 150/48 PET Çokgen Kesit - 0,8 mm, K) 1,0 mm, L) 1,2 mm, M) 150/96 PET Kanal Kesit - 0,8 mm, N) 1,0 mm, O) 1,2 mm, P) 150/48 PET Hallow/İçi boş Kesit - 0,8 mm, R) 1,0 mm, S) 1,2 mm

		
T)Tek Kat Panama - 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit - 0,8 mm	U)Tek Kat Panama - 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit – 1,0 mm	V)Tek Kat Panama - 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit – 1,2 mm
		
Y)Tek Kat Panama - 150/144 PET/PTT Bikomponent Yan Yana Kesit - 0,8 mm	Z)Tek Kat Panama - 150/144 PET/PTT Bikomponent Yan Yana Kesit – 1,0 mm	AA)Tek Kat Panama - 150/144 PET/PTT Bikomponent Yan Yana Kesit – 1,2 mm
		
AB)Tek Kat Panama- 150/48 PBT Dairesel Kesit - 0,8 mm	AC)Tek Kat Panama - 150/48 PBT Dairesel Kesit – 1,0 mm	AD)Tek Kat Panama - 150/48 PBT Dairesel Kesit – 1,2 mm
		
AE)Tek Kat Panama - 150/600 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm	AF)Tek Kat Panama - 150/600 PET Dairesel Kesit – 1,0 mm	AG)Tek Kat Panama - 150/600 PET Dairesel Kesit – 1,2 mm

**Şekil 4.39.** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların yüzey görüntüleri (devam) T) 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit - 0,8 mm, U) 1,0 mm, V) 1,2 mm, Y) 150/144 PET/PTT Bikomponent Yan Yana Kesit - 0,8 mm, Z) 1,0 mm, AA) 1,2 mm, AB) 150/48 PBT Dairesel Kesit - 0,8 mm, AC) 1,0 mm, AD) 1,2 mm, AE) 150/600 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, AF) 1,0 mm, AG) 1,2 mm

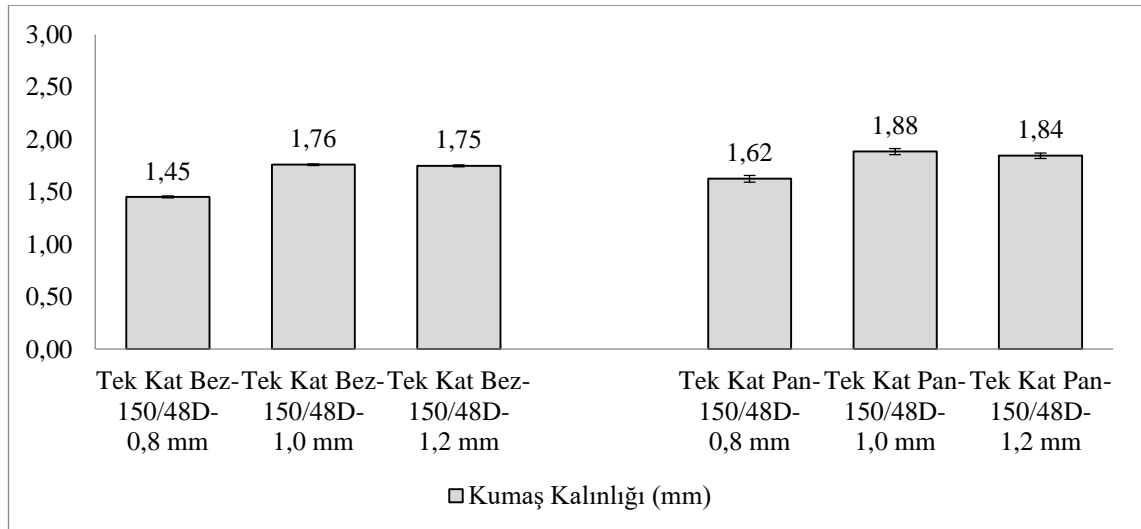
Çizelge 4.5'te ve Şekil 4.40-4.49'da verilen bilgilere göre farklı yapısal özelliklere (filament sayısı, kesit şekli gibi) sahip şönil ipliklerle dokunan bezayağı ve panama örgüye sahip tek katlı kumaş yapısı için hav uzunluğunun artmasıyla birlikte genel olarak kumaş ağırlığı ve kalınlığında bir artış görülmüştür. Hav uzunluğu arttıkça birim hacimde daha fazla lif olduğu için kumaş ağırlığının artması beklenen bir durumdur. Hav uzunluğu arttıkça kumaş kalınlığının artması ise hacimli şönil ipliklerin kumaş içerisinde örgü yapısına dâhil olduğunda çözgü ve atkı iplik kesişimlerine rağmen hacmini koruması ile açıklanabilir. Böylece tek katlı kumaş yapısında hav uzunluğu arttıkça daha gözenekli ve lifsi bir yapı elde edilmiş olur. Yapılan ANOVA F testi ve SNK testi istatistiksel sonuçlara göre 0,05 anlamlılık seviyesinde hav uzunluğunun artışı ile birim alan kütlesi ve kalınlık değişiminde anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Detaylı istatistiksel analiz ekler bölümünde verilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Tek katlı şönilli kumaşların birim alan kütlesi ve kumaş kalınlığı ölçüm sonuçları

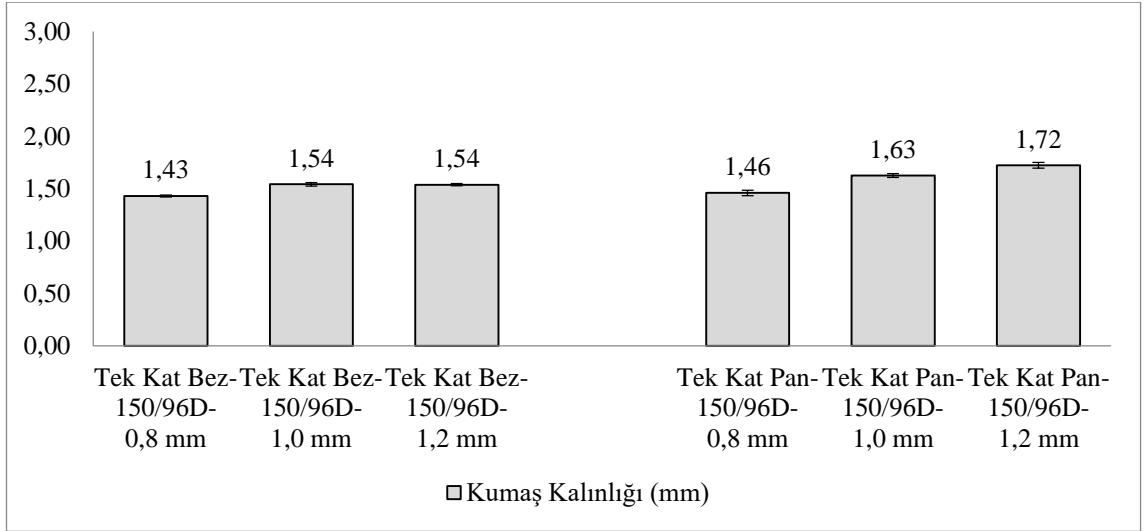
Numune Adı	Tek Kat Bezayağı				Tek Kat Panama			
	Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Kalınlığı (mm)		Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Kalınlığı (mm)	
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS
DES10.V101 (6NM Ş1-15048D0,8-K1-A26)	246,33	2,85	1,45	0,01	238,27	3,03	1,62	0,03
DES10.V102 (6NM Ş2-15048D1,0-K1-A26)	255,33	2,31	1,76	0,01	244,57	3,03	1,88	0,03
DES10.V103 (6NM Ş3-15048D1,2-K1-A26)	256,33	2,03	1,75	0,01	249,10	2,45	1,84	0,03
DES10.V104 (6NM Ş4-15096D0,8-K1-A26)	244,33	3,60	1,43	0,01	231,47	3,33	1,46	0,03
DES10.V105 (6NM Ş5-15096D1,0-K1-A26)	244,67	3,37	1,54	0,02	241,17	2,40	1,63	0,02
DES10.V106 (6NM Ş6-15096D1,2-K1-A26)	249,47	3,27	1,54	0,01	245,23	3,28	1,72	0,03
DES10.V107 (6NM Ş7-150288D0,8-K1-A26)	241,00	2,00	1,27	0,01	236,80	3,02	1,39	0,03
DES10.V108 (6NM Ş8-150288D1,0-K1-A26)	240,33	3,43	1,34	0,01	239,00	3,31	1,50	0,05
DES10.V109 (6NM Ş9-150288D1,2-K1-A26)	249,47	3,02	1,42	0,01	248,30	1,27	1,61	0,03
DES10.V110 (6NM Ş10-15048Ç0,8-K1-A26)	233,33	2,13	1,44	0,01	236,07	2,32	1,67	0,04
DES10.V111 (6NM Ş11-15048Ç1,0-K1-A26)	245,33	3,54	1,59	0,01	241,13	4,10	1,82	0,04
DES10.V112 (6NM Ş12-15048Ç1,2-K1-A26)	249,00	3,74	1,71	0,01	245,13	4,22	1,86	0,08
DES10.V113 (6NM Ş13-15096K0,8-K1-A26)	238,33	3,81	1,49	0,01	244,73	5,79	1,74	0,06
DES10.V114 (6NM Ş14-15096K1,0-K1-A26)	245,47	3,27	1,77	0,02	247,00	1,72	1,91	0,05
DES10.V115 (6NM Ş15-15096K1,2-K1-A26)	253,00	2,28	1,72	0,01	250,17	3,33	1,91	0,05
DES10.V116 (6NM Ş16-15048H0,8-K1-A26)	232,67	2,56	1,44	0,01	233,53	2,35	1,56	0,06

**Çizelge 4.5.** Tek katlı şönilli kumaşların birim alan kütlesi ve kumaş kalınlığı ölçüm sonuçları (devam)

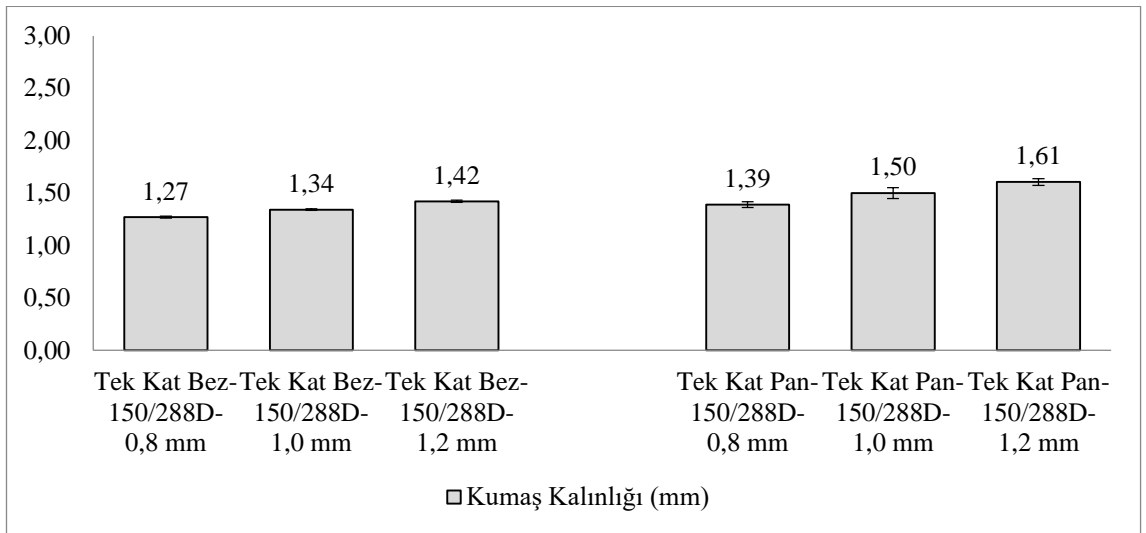
Numune Adı	Tek Kat Bezayağı				Tek Kat Panama			
	Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Kalınlığı (mm)		Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Kalınlığı (mm)	
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS
DES10.V117 (6NM Ş17-15048H1,0-K1-A26)	241,00	1,79	1,59	0,01	236,43	4,60	1,76	0,06
DES10.V118 (6NM Ş18-15048H1,2-K1-A26)	246,33	1,59	1,57	0,02	246,47	4,20	1,70	0,05
DES10.V119 (6NM Ş19-15072SG0,8-K1-A26)	235,00	3,69	1,04	0,01	238,27	3,49	1,16	0,01
DES10.V120 (6NM Ş20-15072SG1,0-K1-A26)	234,00	3,03	1,13	0,01	239,00	2,33	1,22	0,02
DES10.V121 (6NM Ş21-15072SG1,2-K1-A26)	238,67	4,07	1,17	0,01	238,97	2,01	1,25	0,02
DES10.V122 (6NM Ş22-150144SS0,8-K1-A26)	247,33	2,85	1,32	0,01	236,80	3,22	1,58	0,04
DES10.V123 (6NM Ş23-150144SS1,0-K1-A26)	236,67	2,31	1,32	0,01	233,17	2,10	1,54	0,03
DES10.V124 (6NM Ş24-150144SS1,2-K1-A26)	246,67	4,02	1,35	0,01	242,23	2,52	1,66	0,03
DES10.V125 (6NM Ş25-15048DPBT0,8-K1-A26)	235,67	3,71	1,31	0,01	237,37	2,48	1,53	0,03
DES10.V126 (6NM Ş26-15048DPBT1,0-K1-A26)	245,33	4,49	1,42	0,01	248,77	3,99	1,62	0,06
DES10.V127 (6NM Ş27-15048DPBT1,2-K1-A26)	256,67	2,56	1,42	0,01	252,13	1,98	1,65	0,04
DES10.V128 (6NM Ş28-150600D0,8-K1-A26)	241,33	2,71	1,22	0,01	249,40	2,71	1,43	0,08
DES10.V129 (6NM Ş29-150600D1,0-K1-A26)	249,00	2,61	1,25	0,02	251,43	1,63	1,38	0,04
DES10.V130 (6NM Ş30-150600D1,2-K1-A26)	252,33	2,03	1,29	0,01	252,63	1,61	1,41	0,02



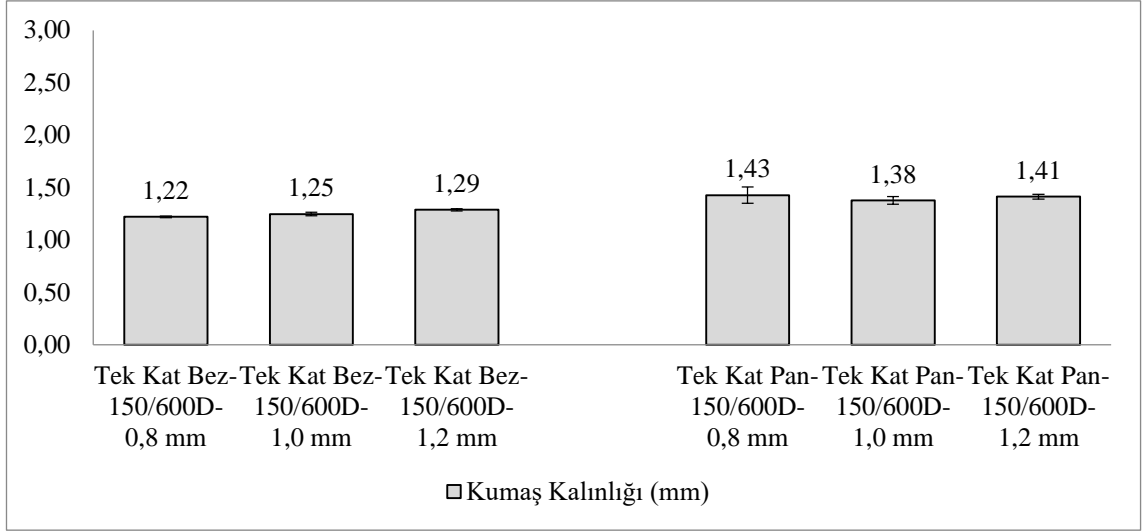
**Şekil 4.40.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri



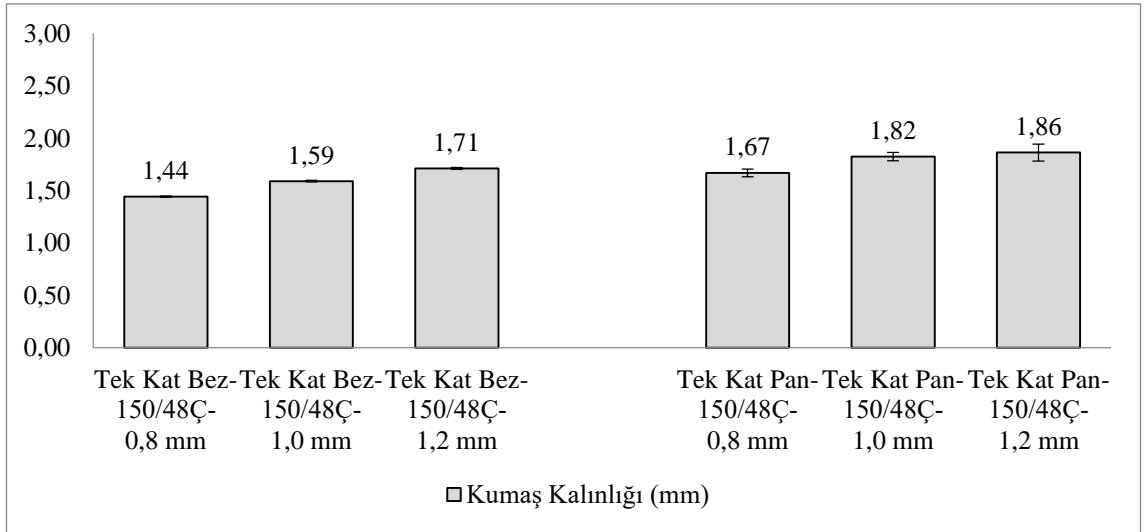
**Şekil 4.41.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri



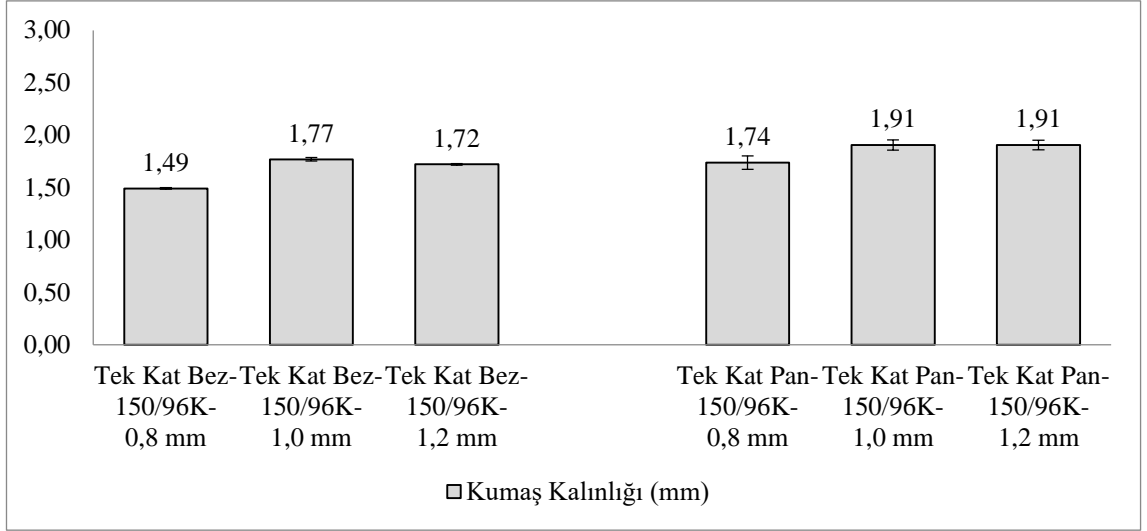
**Şekil 4.42.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 288 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri



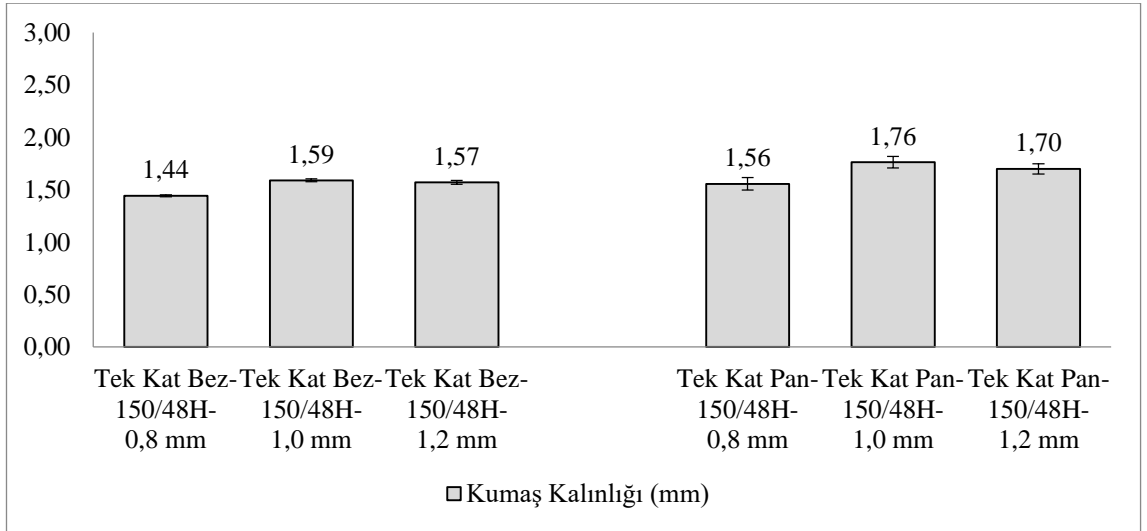
**Şekil 4.43.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri



**Şekil 4.44.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament çokgen kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri

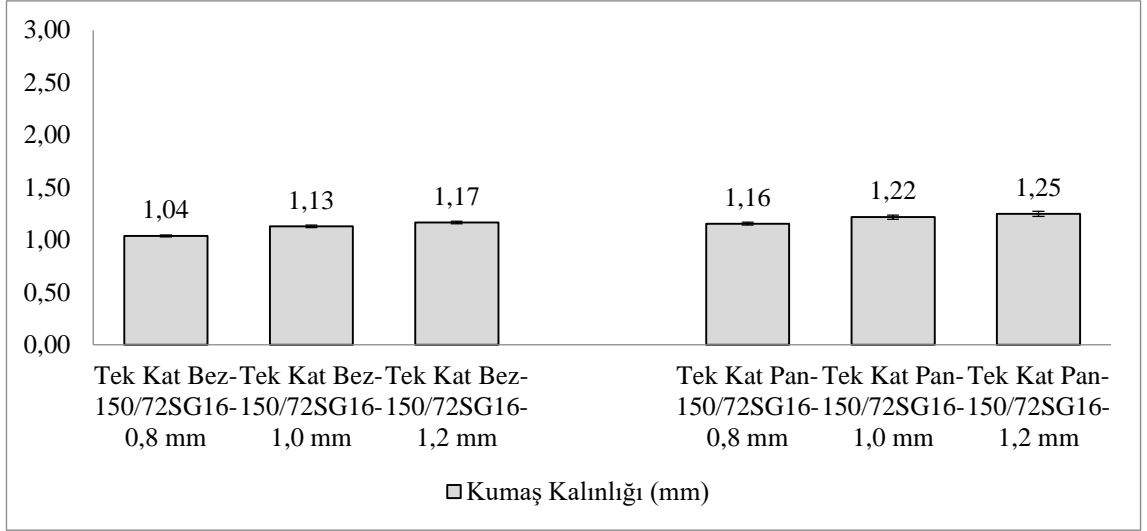


**Şekil 4.45.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament kanal kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri

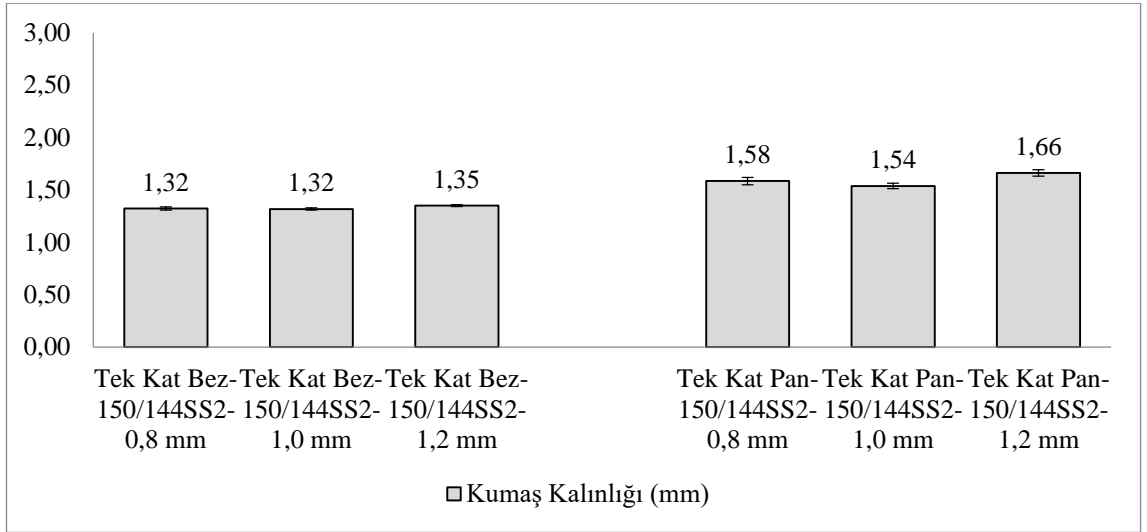


**Şekil 4.46.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament içi boş/hallow kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri

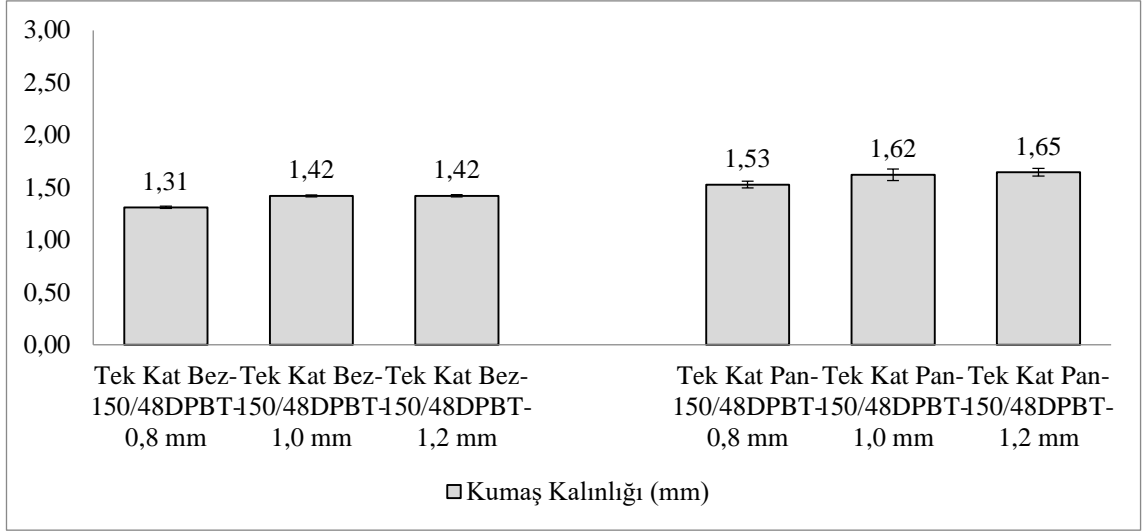




**Şekil 4.47.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli polyester/poliamid 6 şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri



**Şekil 4.48.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 144 filament bikomponent yan yana kesitli polyester/ptt şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri



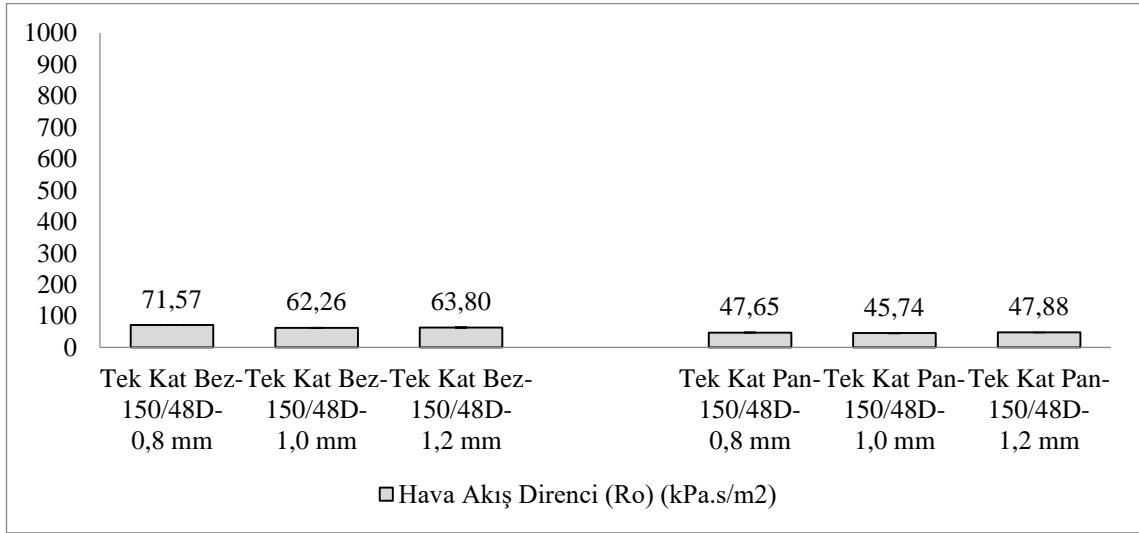
**Şekil 4.49.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament dairesel kesitli polyester (pbt) şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri

Çizelge 4.5'te verilen ağırlık ve kalınlık değerleri, kumaşların katılığını veya katı hacim katsayısını hesaplamak için kullanılabilir. Çizelge 4.6'da verilen farklı hav uzunluğuna (0,8 mm, 1,0 mm, 1,2 mm) sahip farklı yapısal özellikteki (filament sayısı, kesit şekli gibi) şönil ipliklerle dokunmuş tek katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değerlerine göre genel olarak hav uzunluğu arttıkça katı hacim katsayısının azaldığı görülse de birbirine yakın değerler olduğu söylenebilir. Çünkü seçilen hav uzunlukları arasında çok küçük fark (0,2 mm) vardır. Katı hacim katsayısının (SVF) daha detaylı analizi için ANOVA F testi ve gruplar arasındaki farkı görmek için SNK testi 0,05 anlamlılık seviyesinde uygulanmıştır. İstatistiksel sonuçlara göre 0,05 anlamlılık seviyesinde tek katlı kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değişiminde hav uzunluğunun etkili olduğu ve 0,8 mm hav uzunluğu etkisinin farklı olduğu, 1,0 mm ile 1,2 mm hav uzunluğu etkisinin birbirine benzer olduğu ve 1,0 mm ötesine geçmenin bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Detaylı istatistiksel analiz ekler bölümünde verilmiştir. Bezayağı örgüye sahip tek katlı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içermesi sebebiyle tek katlı panama kumaşlara göre daha fazla katı hacim katsayısına sahiptir.

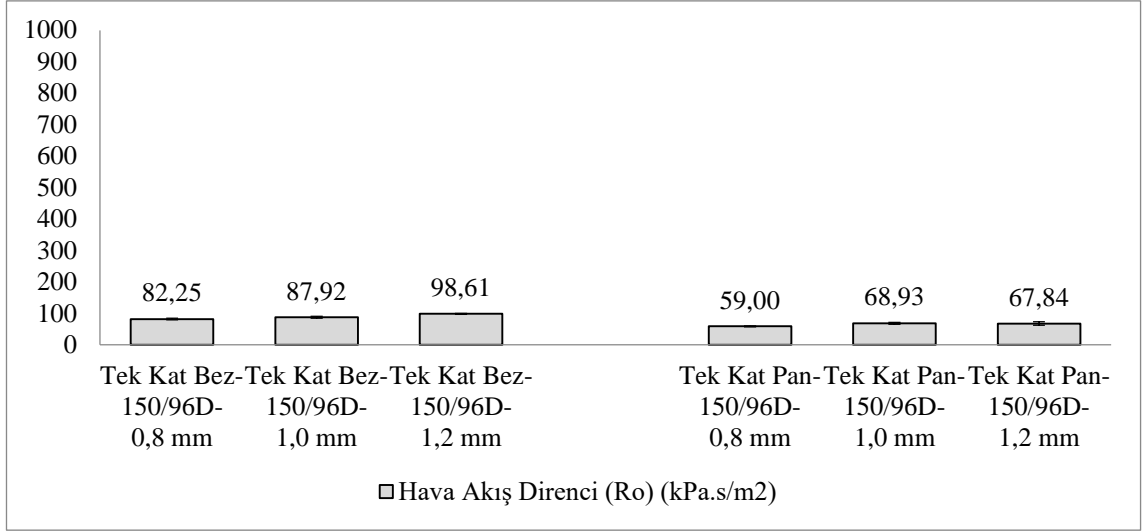
**Çizelge 4.6.** Tek katlı şönilli kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) ve hava akış direnci ölçüm sonuçları

Numune Adı	Tek Kat Bezayağı				Tek Kat Panama			
	Katı Hacim Katsayısı (SVF)		Hava Akış Direnci (Ro) (kPa.s/m <sup>2</sup> )		Katı Hacim Katsayısı (SVF)		Hava Akış Direnci (Ro) (kPa.s/m <sup>2</sup> )	
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS
DES10.V101 (6NM Ş1-15048D0,8-K1-A26)	0,123	0,001	71,57	1,26	0,106	0,001	47,65	1,71
DES10.V102 (6NM Ş2-15048D1,0-K1-A26)	0,105	0,001	62,26	1,11	0,094	0,002	45,74	1,30
DES10.V103 (6NM Ş3-15048D1,2-K1-A26)	0,106	0,001	63,80	2,12	0,098	0,002	47,88	0,78
DES10.V104 (6NM Ş4-15096D0,8-K1-A26)	0,124	0,001	82,25	2,44	0,115	0,001	59,00	1,27
DES10.V105 (6NM Ş5-15096D1,0-K1-A26)	0,115	0,002	87,92	3,00	0,108	0,002	68,93	3,13
DES10.V106 (6NM Ş6-15096D1,2-K1-A26)	0,118	0,002	98,61	1,60	0,103	0,003	67,84	5,76
DES10.V107 (6NM Ş7-150288D0,8-K1-A26)	0,138	0,001	154,06	6,54	0,124	0,003	84,41	5,94
DES10.V108 (6NM Ş8-150288D1,0-K1-A26)	0,130	0,002	162,18	2,59	0,116	0,003	117,27	3,42
DES10.V109 (6NM Ş9-150288D1,2-K1-A26)	0,127	0,001	177,25	10,62	0,112	0,002	113,71	2,47
DES10.V110 (6NM Ş10-15048Ç0,8-K1-A26)	0,117	0,002	60,78	1,80	0,103	0,003	48,01	1,52
DES10.V111 (6NM Ş11-15048Ç1,0-K1-A26)	0,112	0,002	64,57	1,48	0,096	0,003	45,06	1,76
DES10.V112 (6NM Ş12-15048Ç1,2-K1-A26)	0,106	0,002	58,85	1,19	0,096	0,003	49,66	0,92
DES10.V113 (6NM Ş13-15096K0,8-K1-A26)	0,116	0,002	114,01	2,01	0,102	0,003	84,08	2,98
DES10.V114 (6NM Ş14-15096K1,0-K1-A26)	0,100	0,001	96,57	1,70	0,094	0,002	77,15	1,39
DES10.V115 (6NM Ş15-15096K1,2-K1-A26)	0,106	0,001	101,36	2,75	0,095	0,003	79,29	2,68
DES10.V116 (6NM Ş16-15048H0,8-K1-A26)	0,117	0,001	72,85	1,69	0,109	0,004	58,32	3,37
DES10.V117 (6NM Ş17-15048H1,0-K1-A26)	0,110	0,002	73,34	3,16	0,097	0,004	54,05	1,59
DES10.V118 (6NM Ş18-15048H1,2-K1-A26)	0,114	0,001	81,37	2,56	0,105	0,005	64,15	1,40
DES10.V119 (6NM Ş19-15072SG0,8-K1-A26)	0,168	0,003	263,45	17,73	0,154	0,002	205,49	12,15
DES10.V120 (6NM Ş20-15072SG1,0-K1-A26)	0,154	0,001	342,34	21,49	0,146	0,003	249,18	19,97
DES10.V121 (6NM Ş21-15072SG1,2-K1-A26)	0,152	0,003	414,93	16,58	0,143	0,002	234,81	20,69
DES10.V122 (6NM Ş22-150144SS0,8-K1-A26)	0,136	0,001	105,92	10,54	0,109	0,001	68,22	5,66
DES10.V123 (6NM Ş23-150144SS1,0-K1-A26)	0,131	0,000	111,76	4,05	0,110	0,002	81,87	5,12
DES10.V124 (6NM Ş24-150144SS1,2-K1-A26)	0,133	0,002	106,26	4,15	0,106	0,001	75,45	4,12
DES10.V125 (6NM Ş25-15048DPBT0,8-K1-A26)	0,132	0,001	61,28	1,53	0,114	0,001	49,50	0,89
DES10.V126 (6NM Ş26-15048DPBT1,0-K1-A26)	0,127	0,002	66,66	0,82	0,113	0,002	53,26	1,25
DES10.V127 (6NM Ş27-15048DPBT1,2-K1-A26)	0,133	0,001	68,02	3,26	0,113	0,002	57,19	1,52
DES10.V128 (6NM Ş28-150600D0,8-K1-A26)	0,143	0,001	263,35	18,23	0,127	0,006	147,77	5,79
DES10.V129 (6NM Ş29-150600D1,0-K1-A26)	0,145	0,002	315,76	24,47	0,132	0,004	177,70	12,03
DES10.V130 (6NM Ş30-150600D1,2-K1-A26)	0,142	0,002	290,50	11,40	0,129	0,001	198,48	15,37

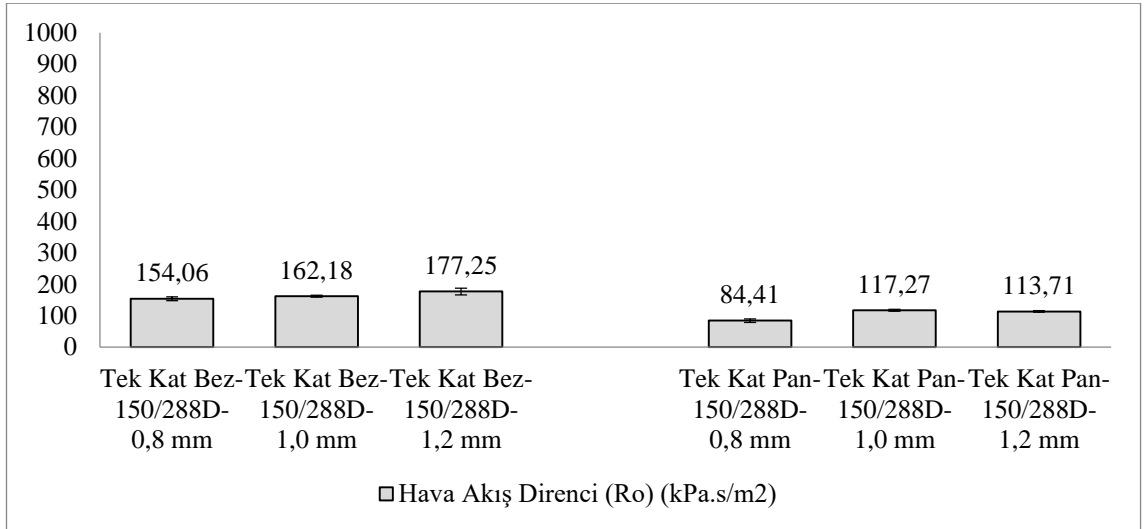
Çizelge 4.6’da ve Şekil 4.50-4.59’da verilen hava akış direnci sonuçlarına göre, şönil iplik hav uzunluğu arttıkça hava akış direnci değerlerinin birbirine çok yakın olduğu (seçilen hav uzunlukları arasında 0,2 mm’lik çok küçük bir fark olması sebebiyle) ve bazı kumaşlarda (özellikle yüksek filamente sahip şönil ipliklerle üretilen tek katlı kumaşlarda) hava akış direncinde bir miktar artış göze çarpmıştır. Bu durum yüksek filamentli daha uzun hav ipliklerine sahip kumaşların hava geçişine daha fazla direnç göstermesiyle açıklanabilir, çünkü bu kumaşlar birim hacim başına daha fazla katı elyafa sahiptir. Hava akış direnci sonuçlarının daha detaylı analizi için ANOVA F testi ve gruplar arasındaki farkı görmek için SNK testi 0,05 anlamlılık seviyesinde uygulanmıştır. İstatiksel sonuçlara göre 0,05 anlamlılık seviyesinde hav uzunluğu arttıkça tek katlı kumaşların hava akış direnci değişiminde anlamlı farklılıklar görülmüştür. Detaylı istatiksel analiz ekler bölümünde verilmiştir. En yüksek hava akış direnci ( $414,93 \text{ kPa.s/m}^2$ ) 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesite sahip polyester/poliamid 6 hav ipliği ile 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle dokunan tek katlı bezayağı kumaşta görülürken en düşük hava akış direnci ise ( $47,65 \text{ kPa.s/m}^2$ ) 150 denye 48 filament dairesel kesite sahip polyester iplik 0,8 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle dokunan tek katlı panama kumaşta görülmüştür.



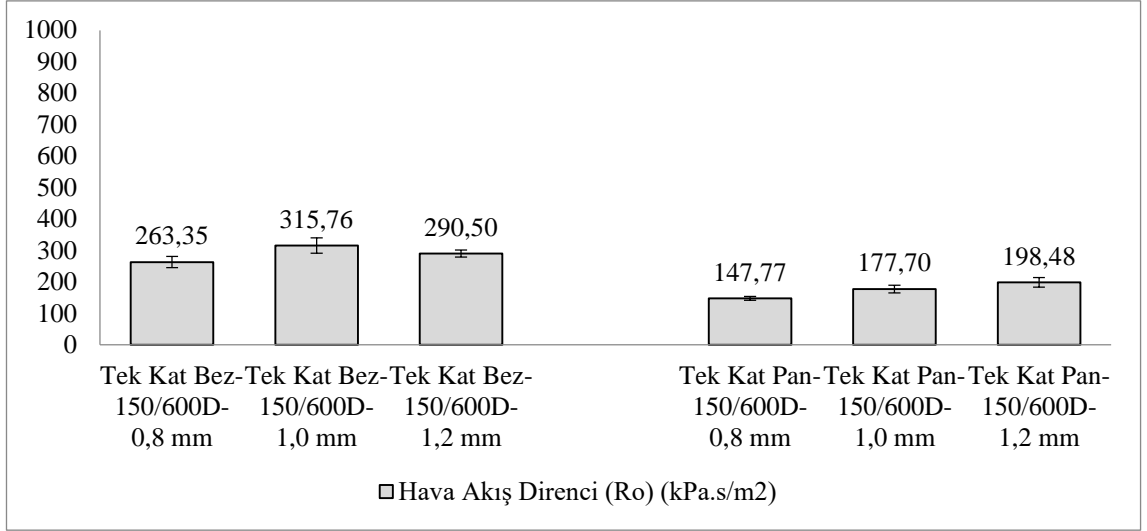
**Şekil 4.50.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri



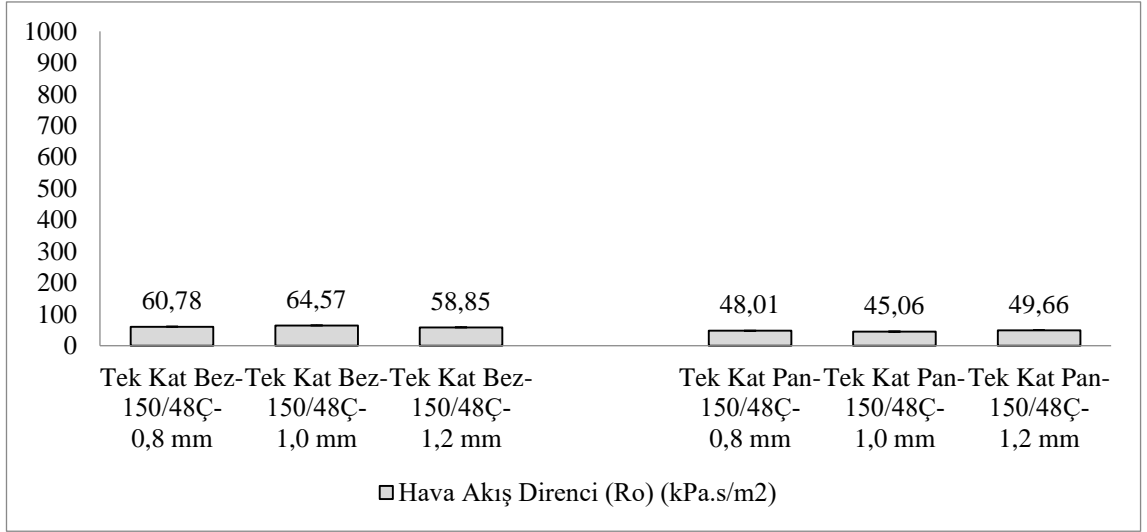
**Şekil 4.51.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri



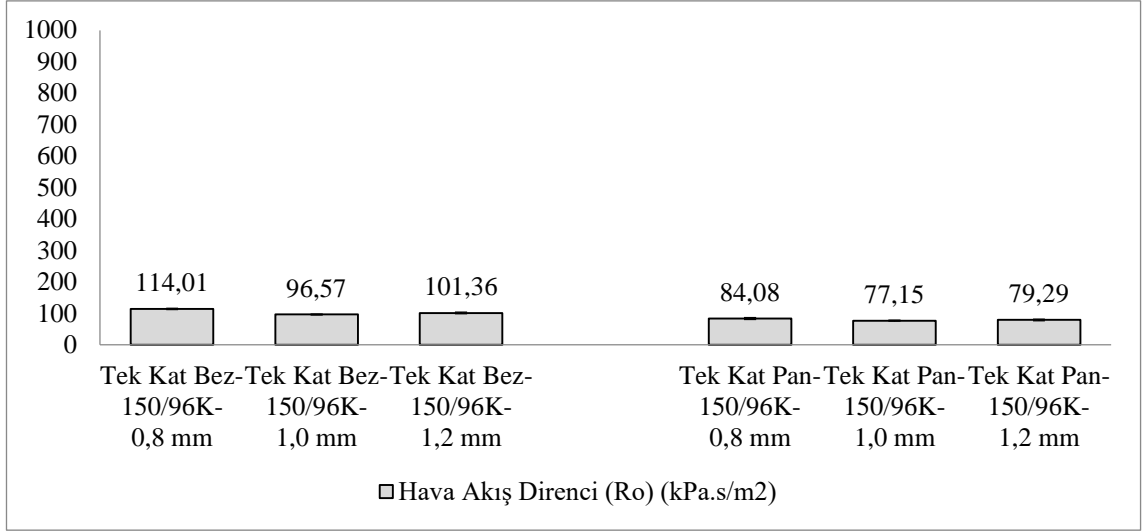
**Şekil 4.52.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 288 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri



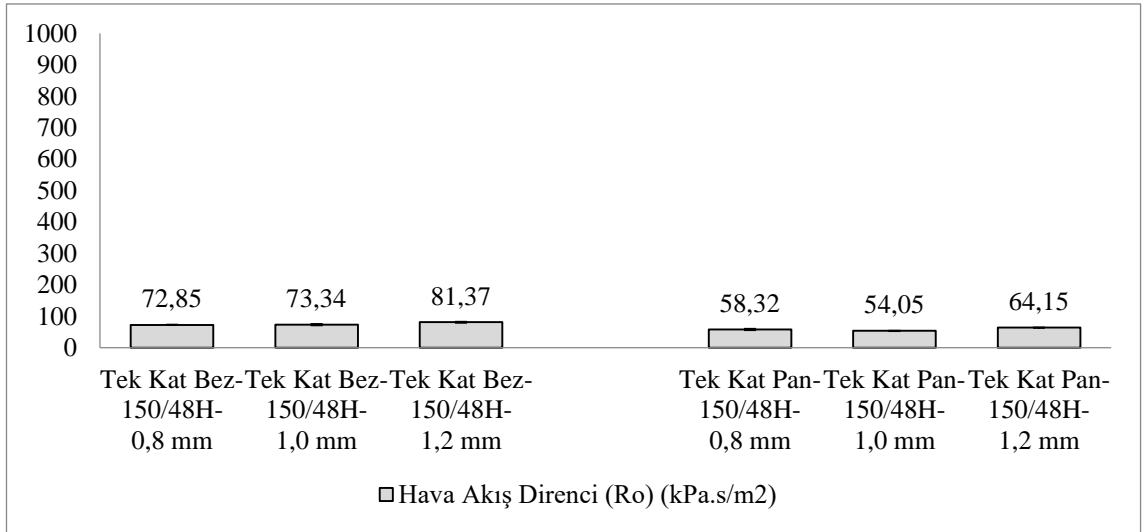
**Şekil 4.53.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri



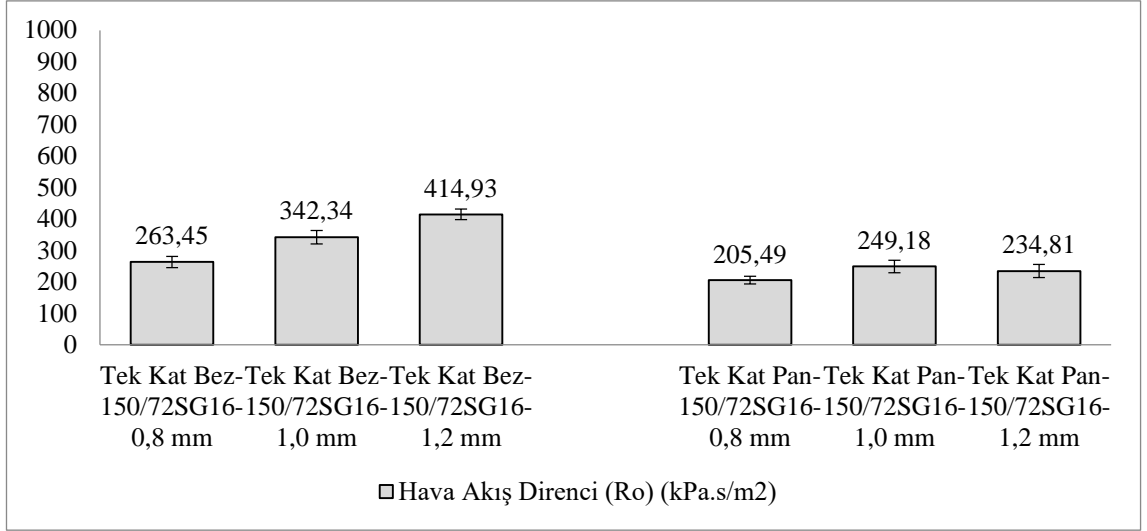
**Şekil 4.54.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament çokgen kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri



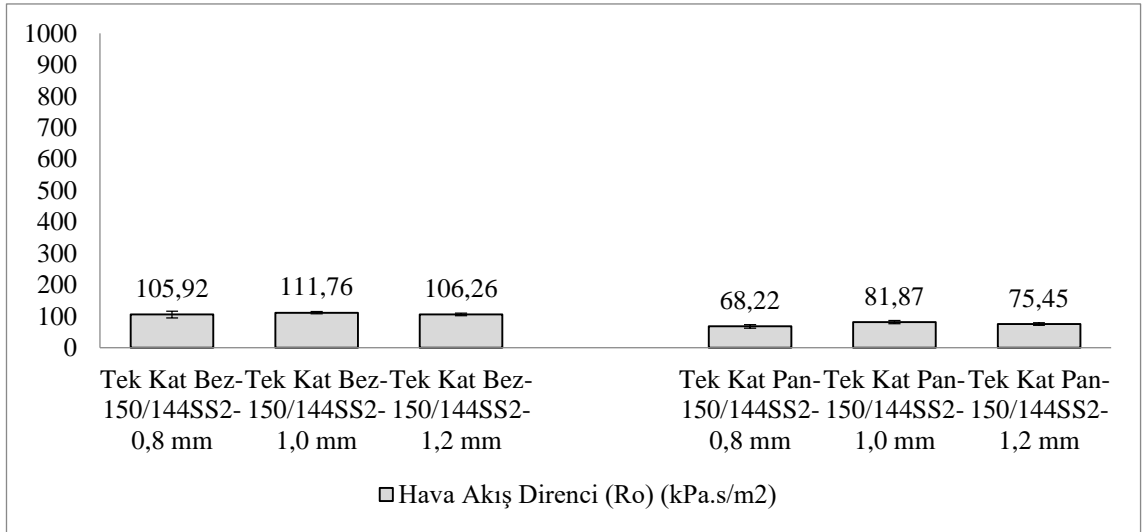
**Şekil 4.55.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament kanal kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri



**Şekil 4.56.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament içi boş/hallow kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri

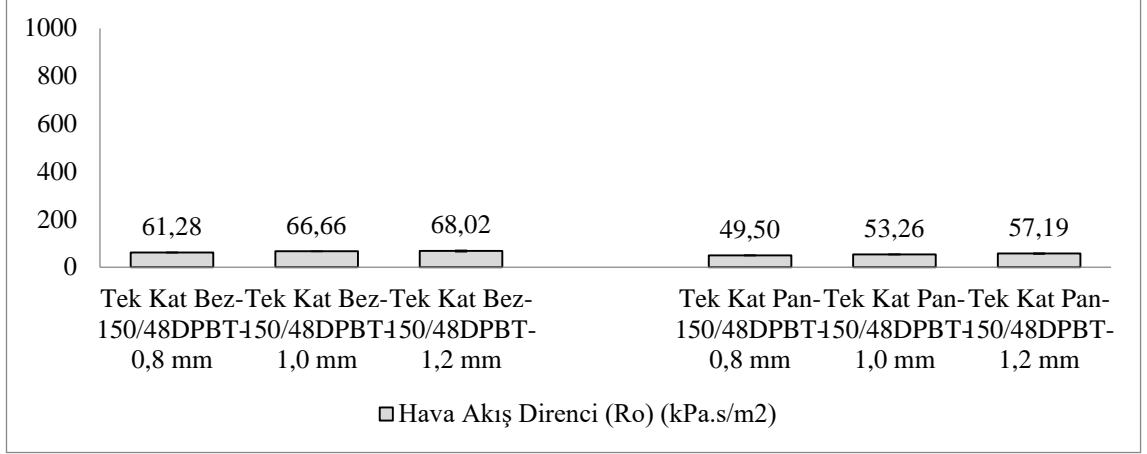


**Şekil 4.57.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli polyester/poliamid 6 şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri



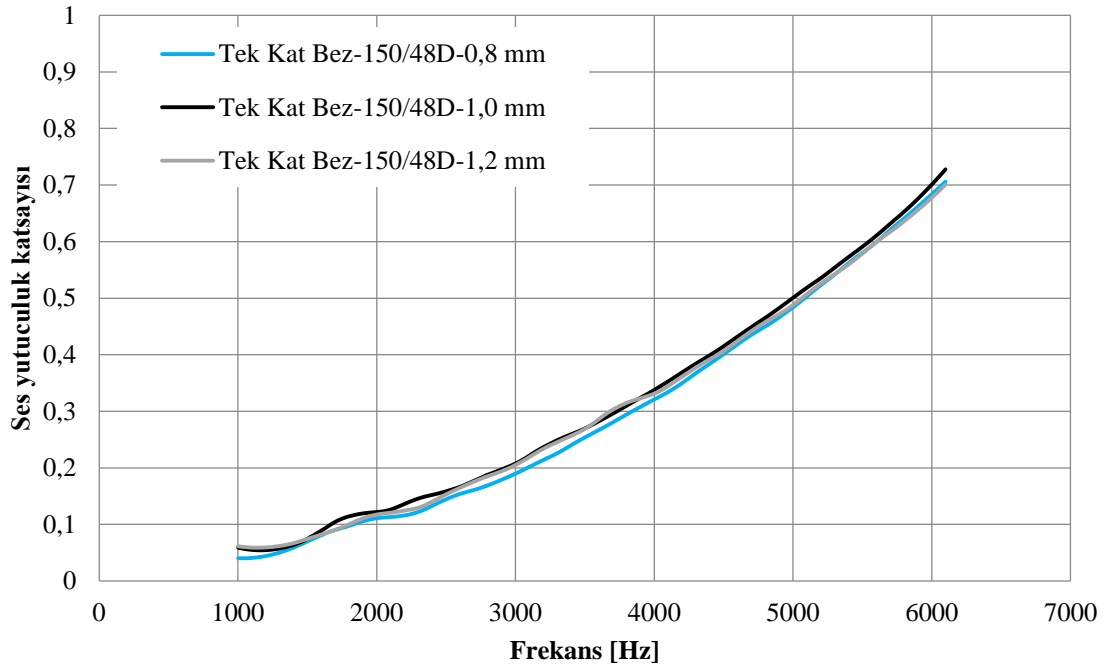
**Şekil 4.58.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 144 filament bikomponent yan yana kesitli polyester şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri



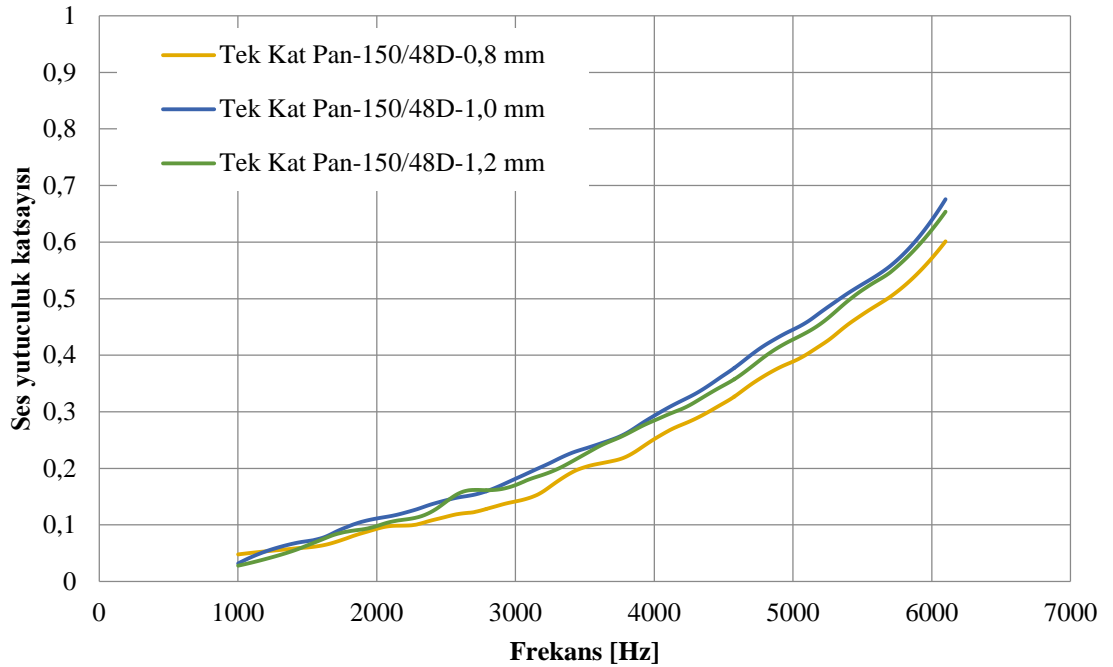


**Şekil 4.59.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament dairesel kesitli polyester (pbt) şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (R<sub>0</sub>) değeri

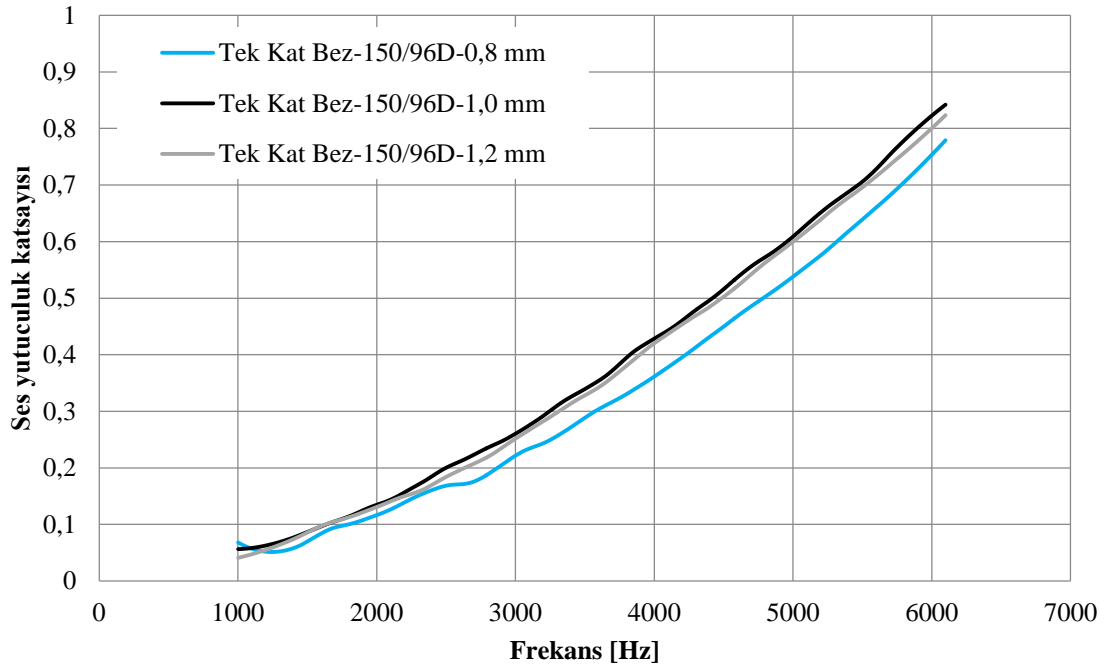
Farklı hav uzunluğuna (0,8 mm, 1,0 mm, 1,2 mm) sahip farklı yapısal özellikteki (filamet sayısı, kesit şekli gibi) şönil ipliklerle dokunmuş tek katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk katsayısı sonuçları Şekil 4.60-4.80'de verilmiştir. Tek katlı bezayağı ve panama kumaş yapısında şönil iplik hav uzunluğu arttıkça neredeyse bütün frekans bölgelerinde daha iyi ses yutum katsayısı değeri elde edilmiştir ve frekans arttıkça ses yutum katsayısı da artmıştır. Sadece 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli lif içeren şönil iplik ve 150 denye 600 filament dairesel kesitli lif içeren şönil iplikle elde edilen tek katlı bezayağı kumaşlarda hav uzunluğu arttıkça düşük ve orta frekans bölgede ses yutum özelliklerinde daha belirgin bir artış görülmüştür. Bezayağı kumaş daha kapalı bir yapı (daha fazla iplik bağlantı noktası içerir) olduğu için ses yutuculuk özellikleri panama kumaşa göre daha iyi çıkmıştır. Bu sonuçları hava akış direnci ve katı hacim katsayısı sonuçları da doğrulamaktadır. En iyi ses yutuculuk değerleri, tek katlı bezayağı ve panama kumaş için 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli lif içeren 1,2 mm hav uzunluğundaki şönil iplik ile elde edilmiştir. Bu sebeple ses yutum özellikleri iyileştirilmiş tek katlı kumaşların ticarileşmesi aşamasında 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli lif içeren 1,2 mm hav uzunluğundaki şönil iplik tercih edilebilir. Bu ipliğe alternatif olarak kısmen daha az ses yutum özellikleri gösteren 150 denye 600 filament dairesel kesitli lif içeren 1,2 mm hav uzunluğundaki şönil iplik de seçilebilir.



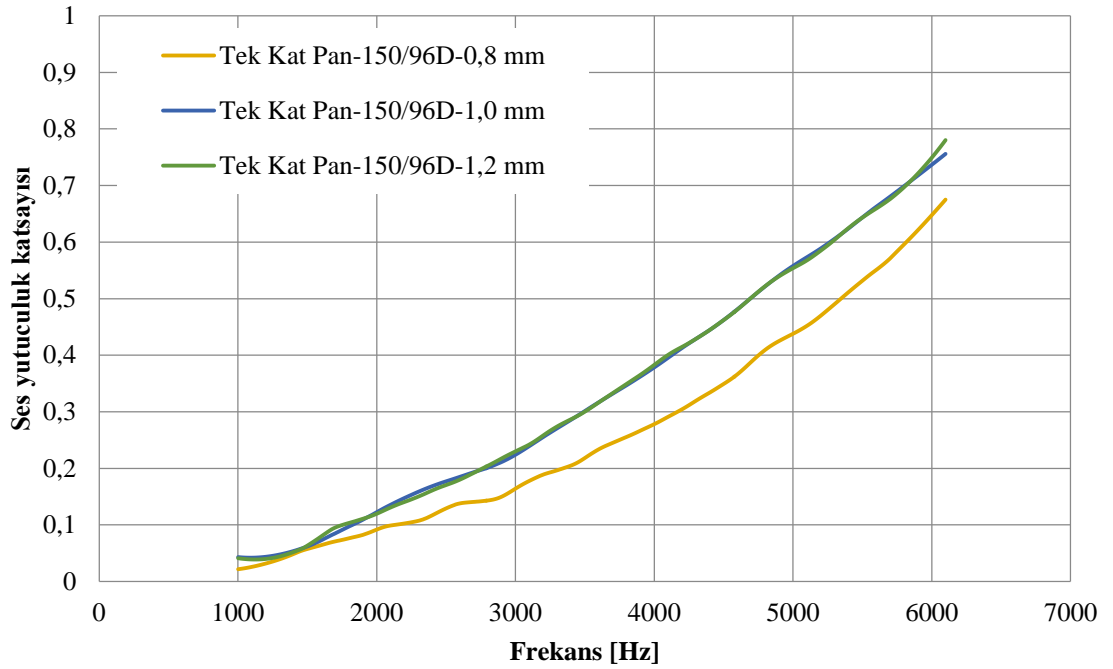
**Şekil 4.60.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



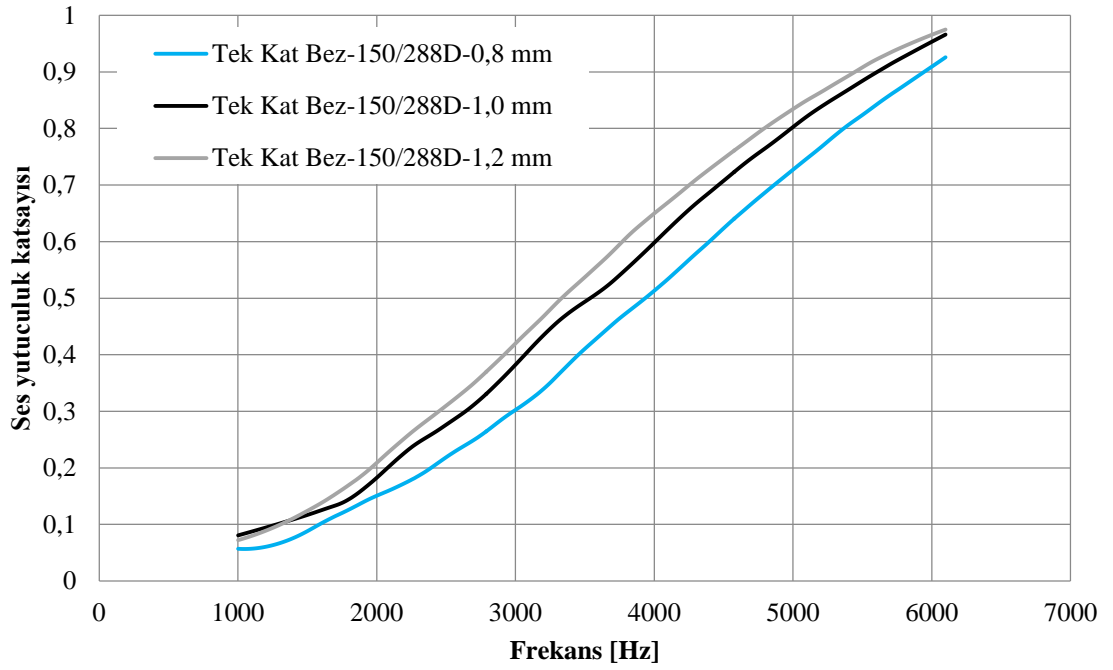
**Şekil 4.61.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



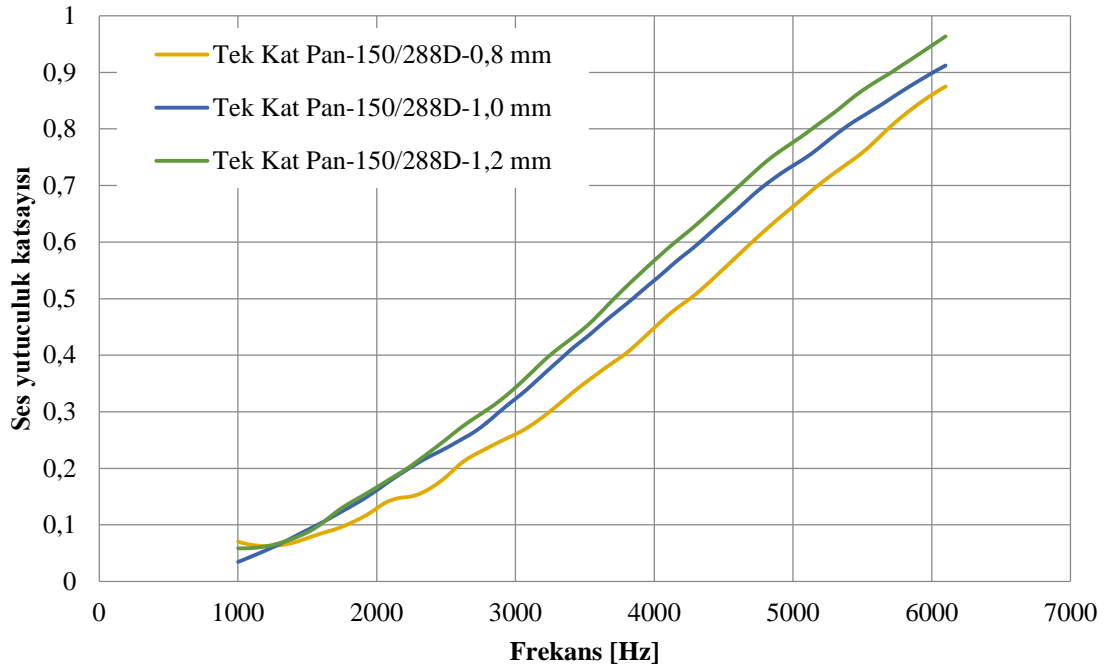
**Şekil 4.62.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament polyester dairesel kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



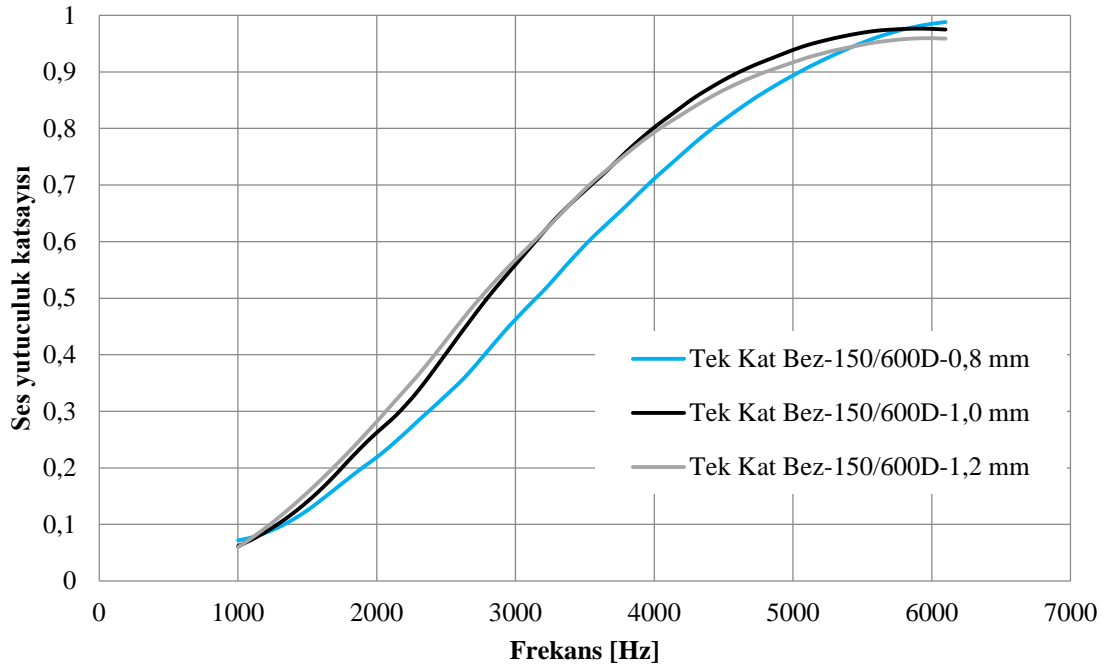
**Şekil 4.63.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament polyester dairesel kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



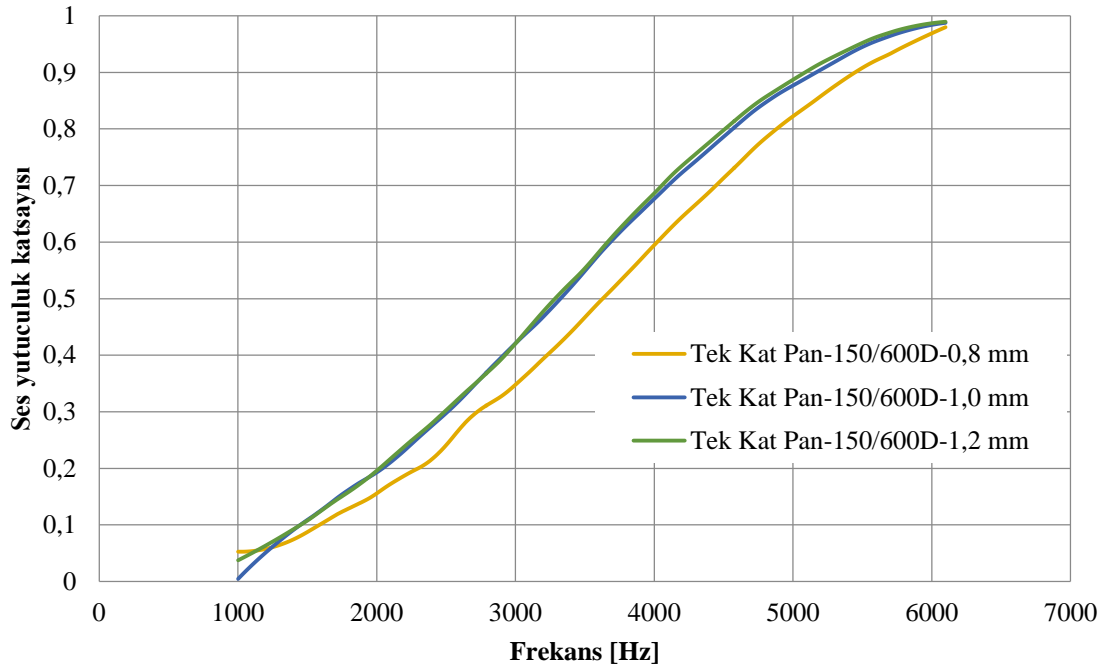
**Şekil 4.64.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 288 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



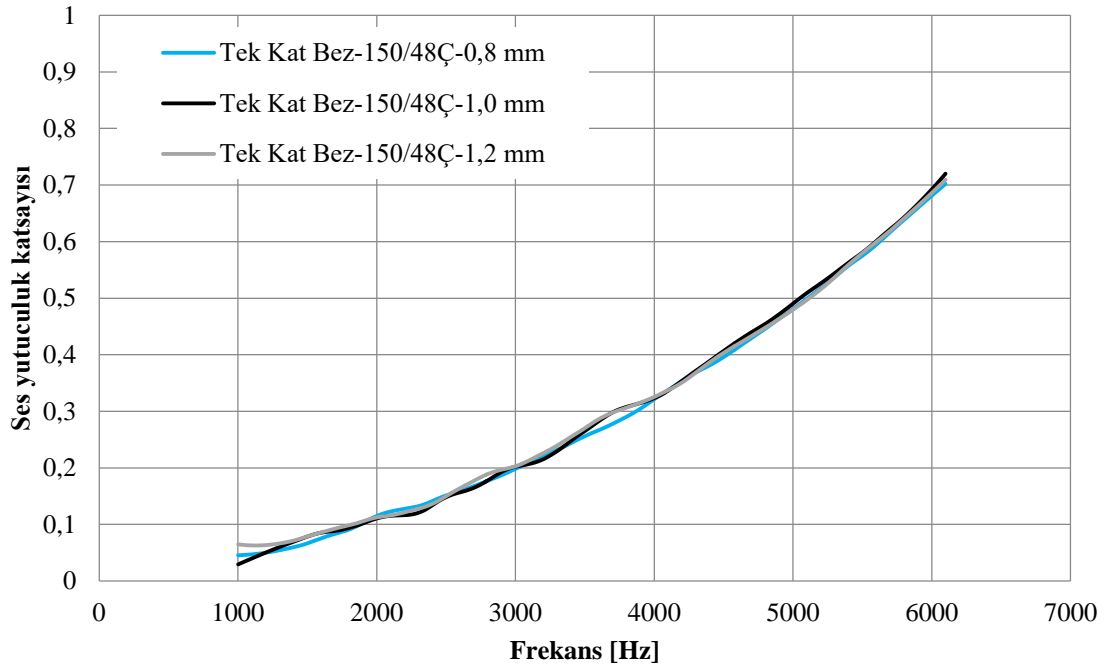
**Şekil 4.65.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 288 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



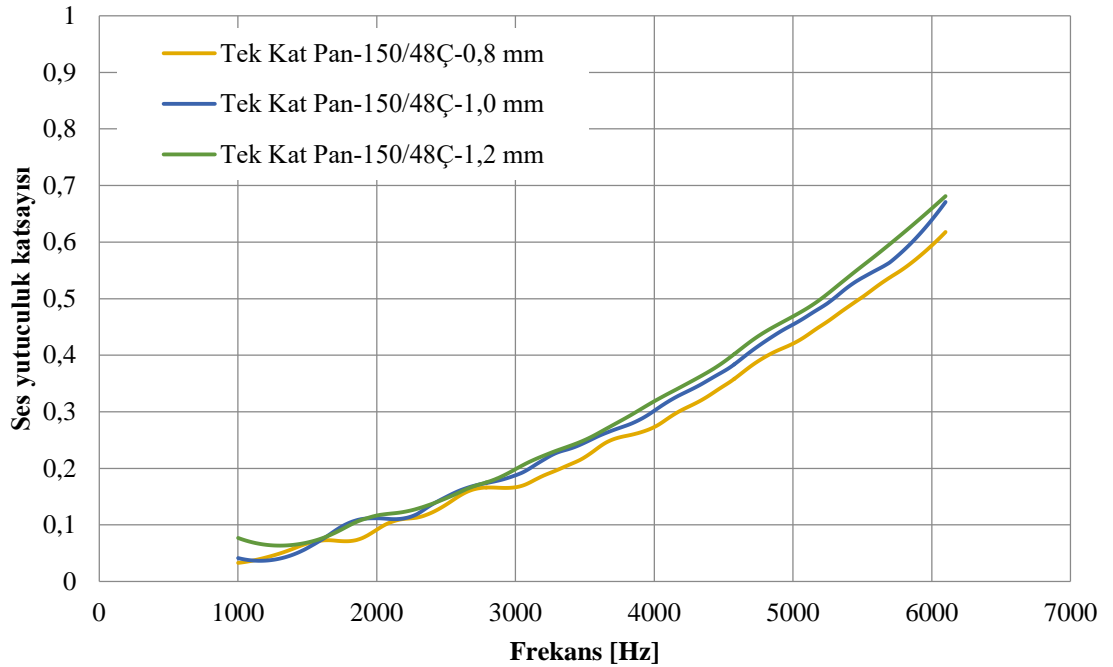
**Şekil 44.66.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



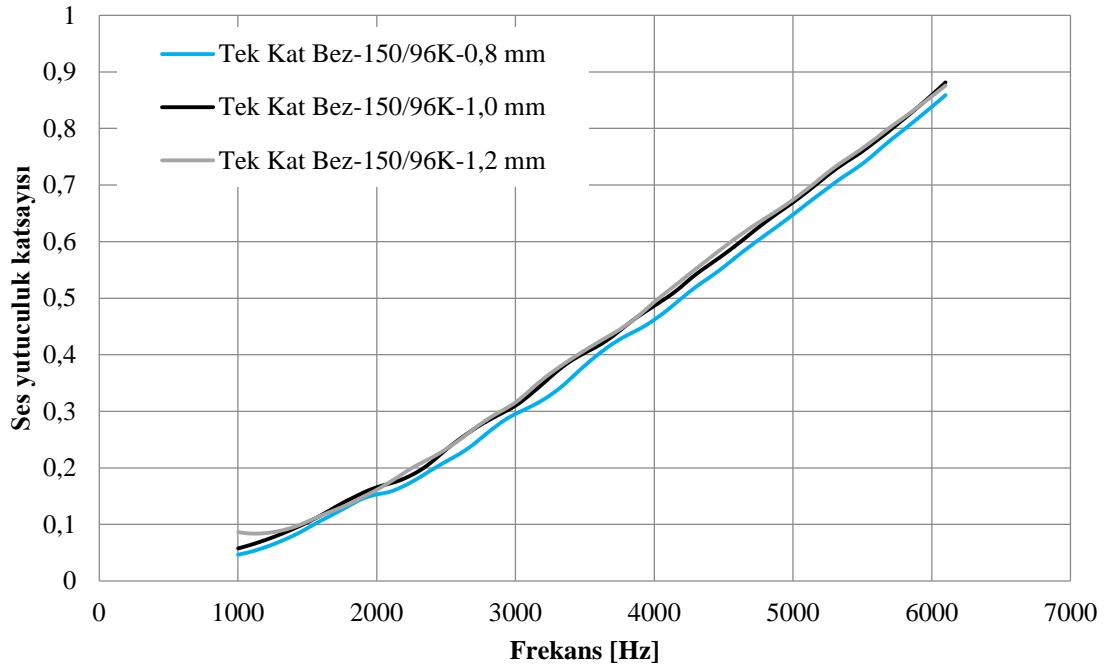
**Şekil 44.67.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



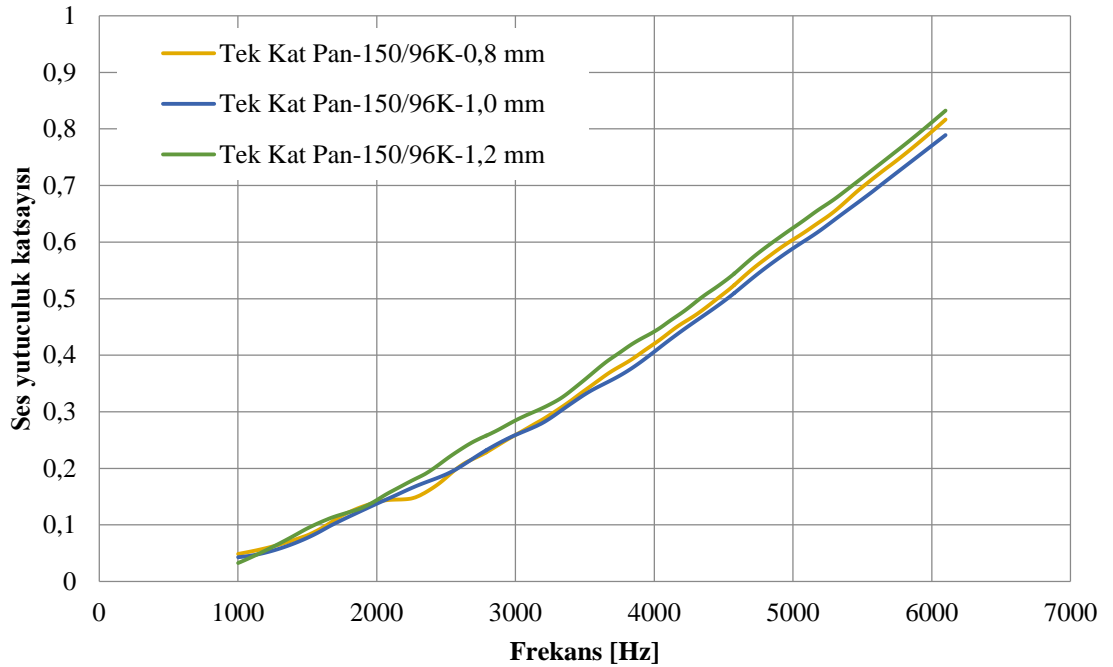
**Şekil 4.68.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester çokgen kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



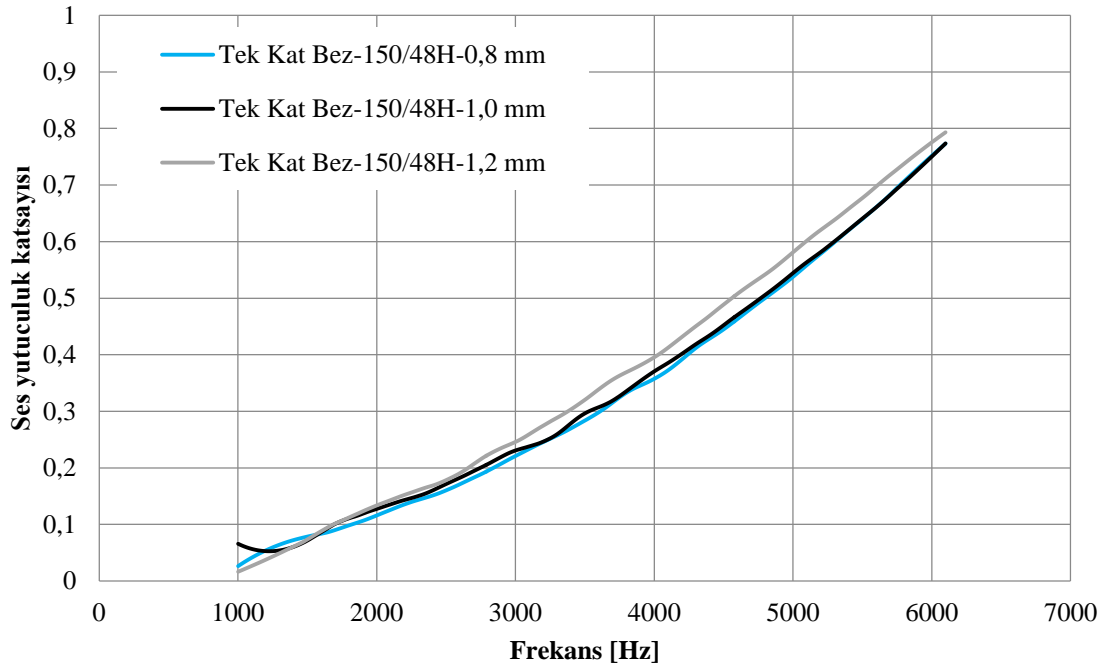
**Şekil 4.69.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester çokgen kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



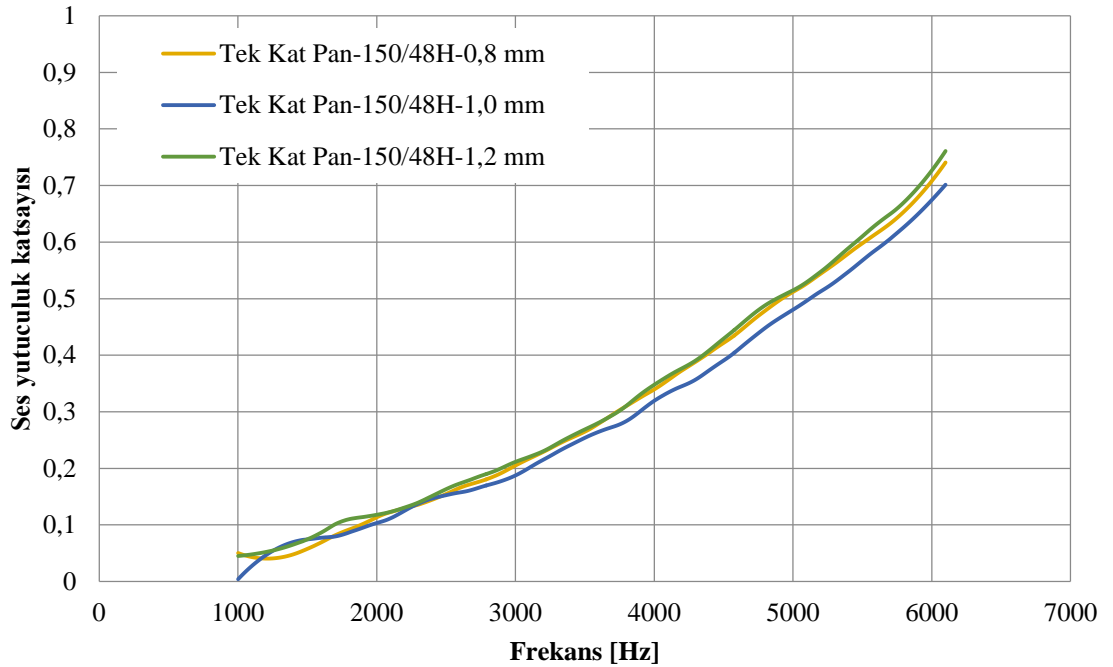
**Şekil 4.70.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament polyester kanal kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



**Şekil 4.71.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament polyester kanal kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

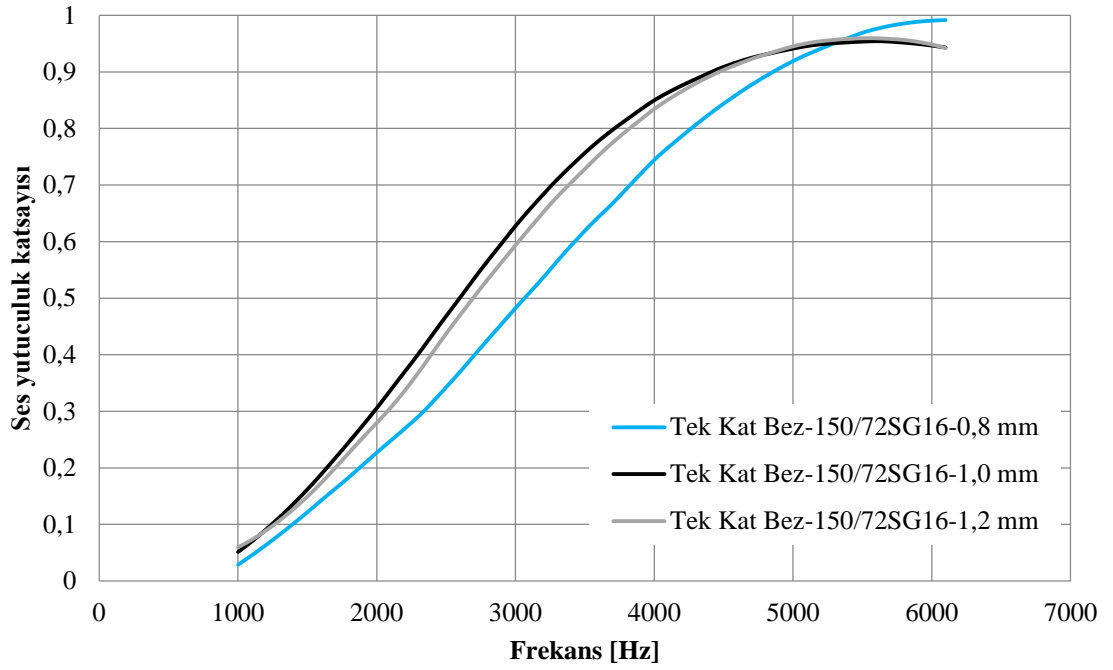


**Şekil 4.72.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester içi boş/hallow kesit şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

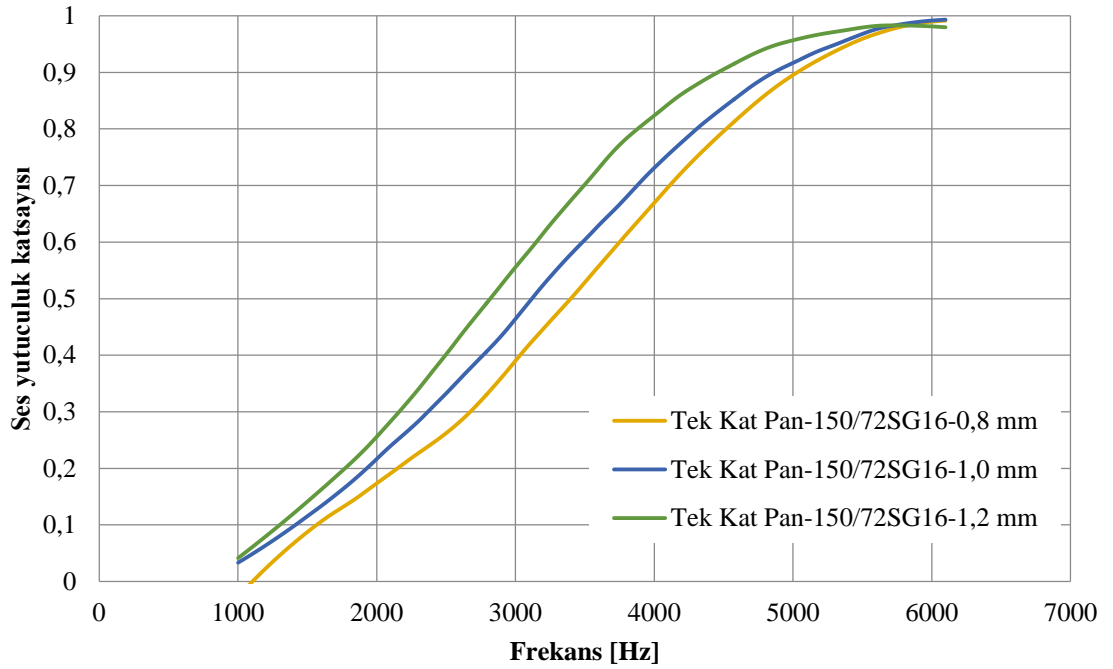


**Şekil 4.73.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester içi boş/hallow kesit şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

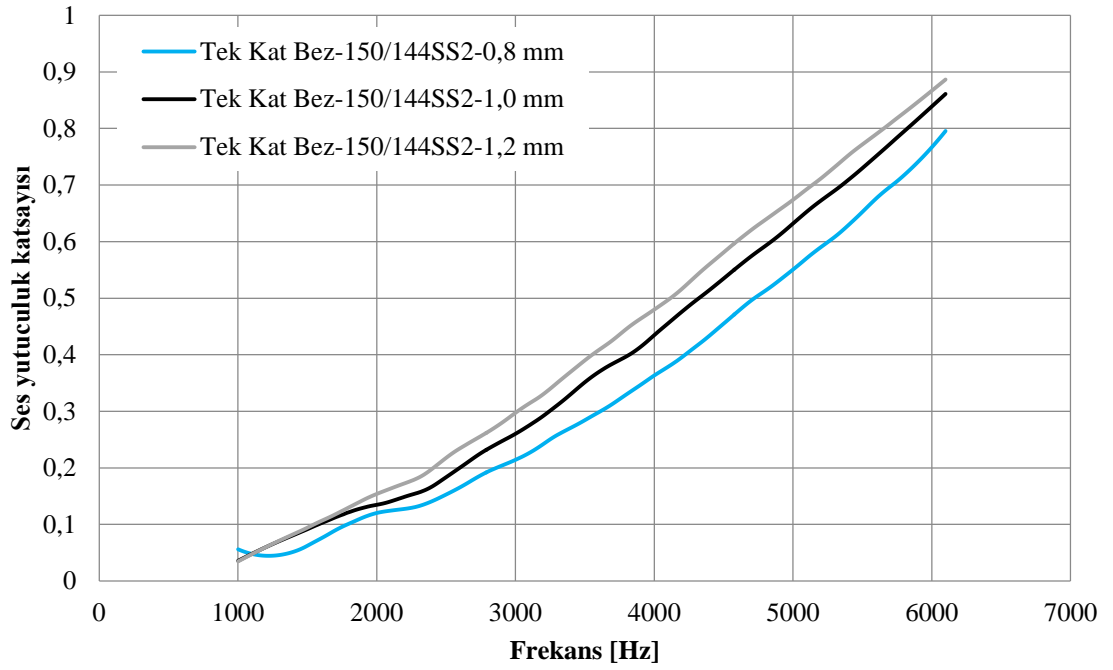




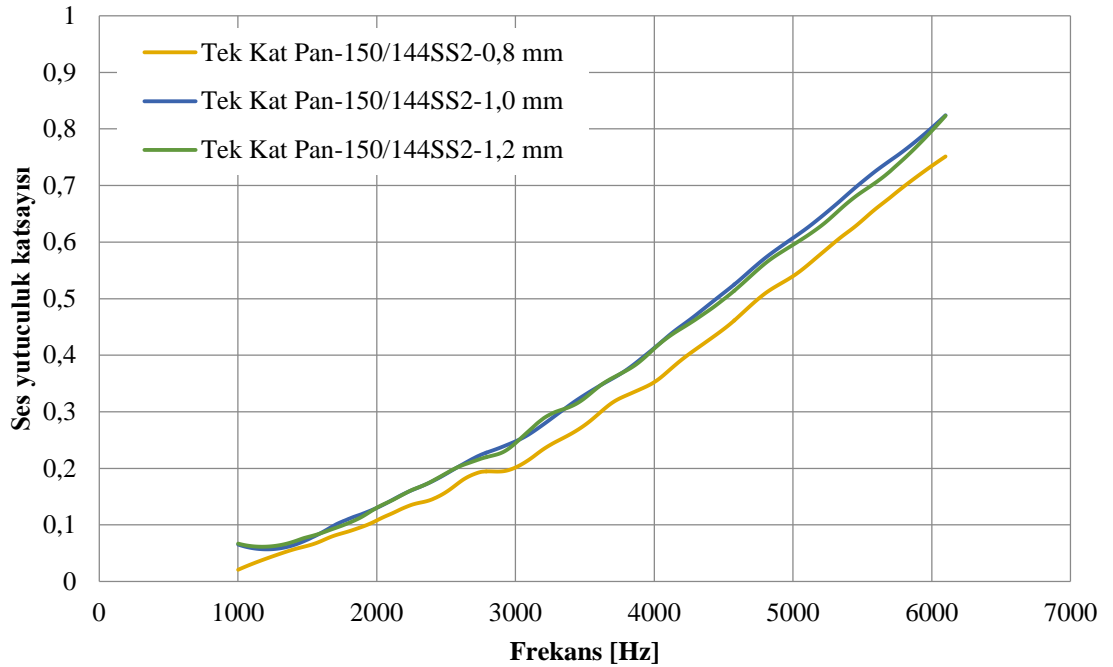
**Şekil 4.74.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament polyester poliamid 6 16 dilimli pasta enine kesitli bikomponent şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



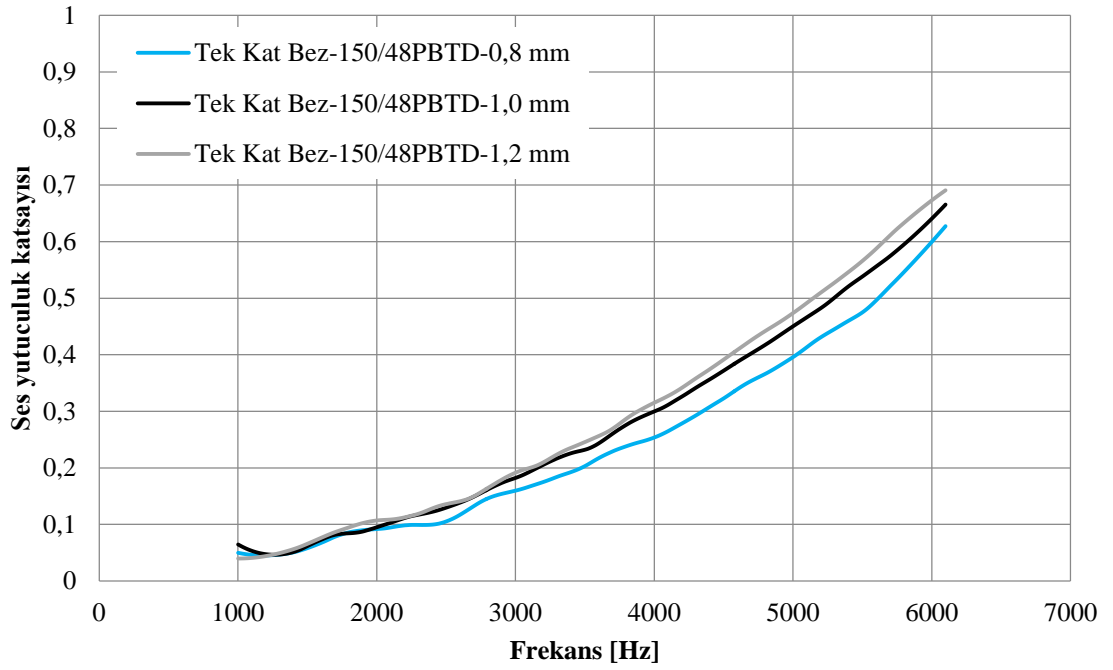
**Şekil 4.75.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament polyester poliamid 6 16 dilimli pasta enine kesitli bikomponent şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



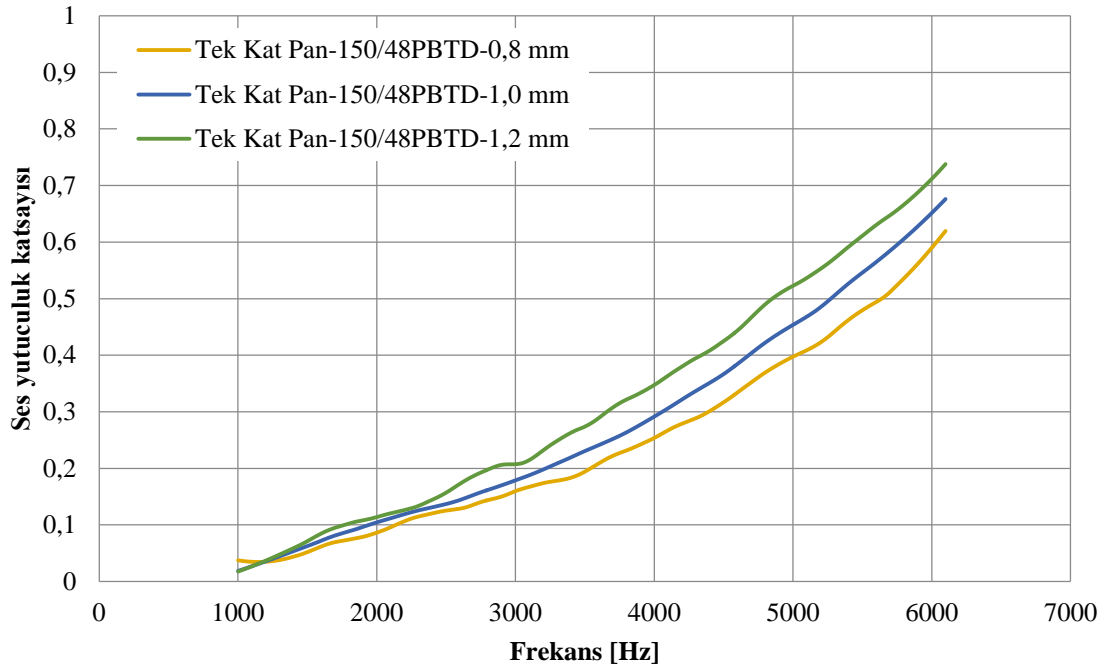
**Şekil 4.76.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 144 filament PET/PTT yan yana kesitli bikomponent şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



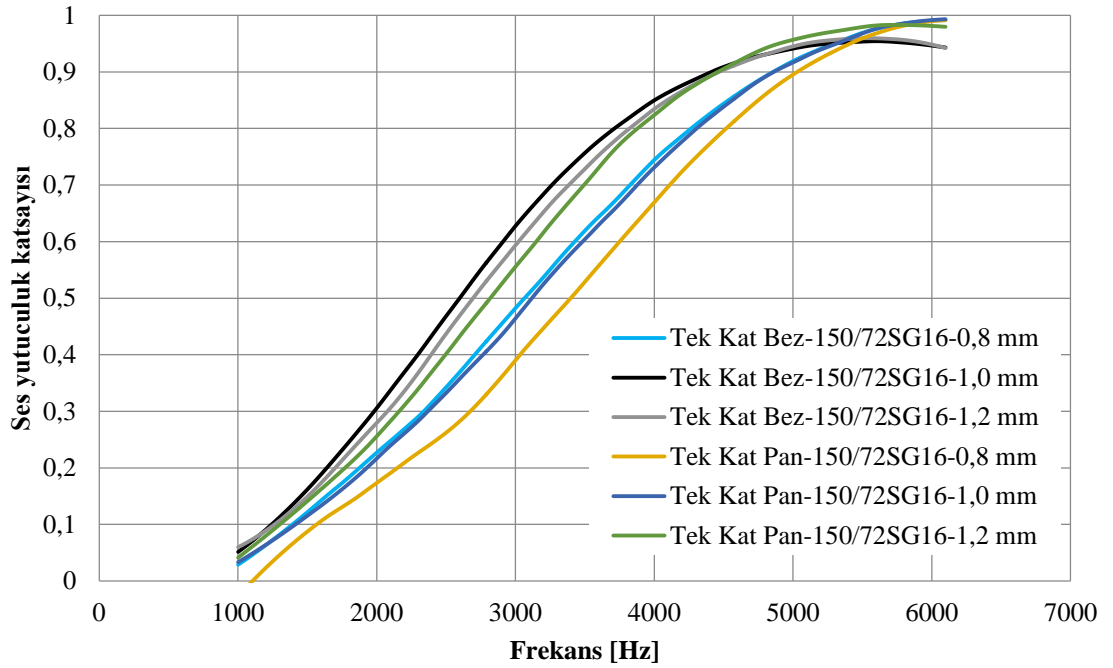
**Şekil 4.77.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 144 filament PET/PTT yan yana kesitli bikomponent şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



**Şekil 4.78.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament PBT dairesel kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



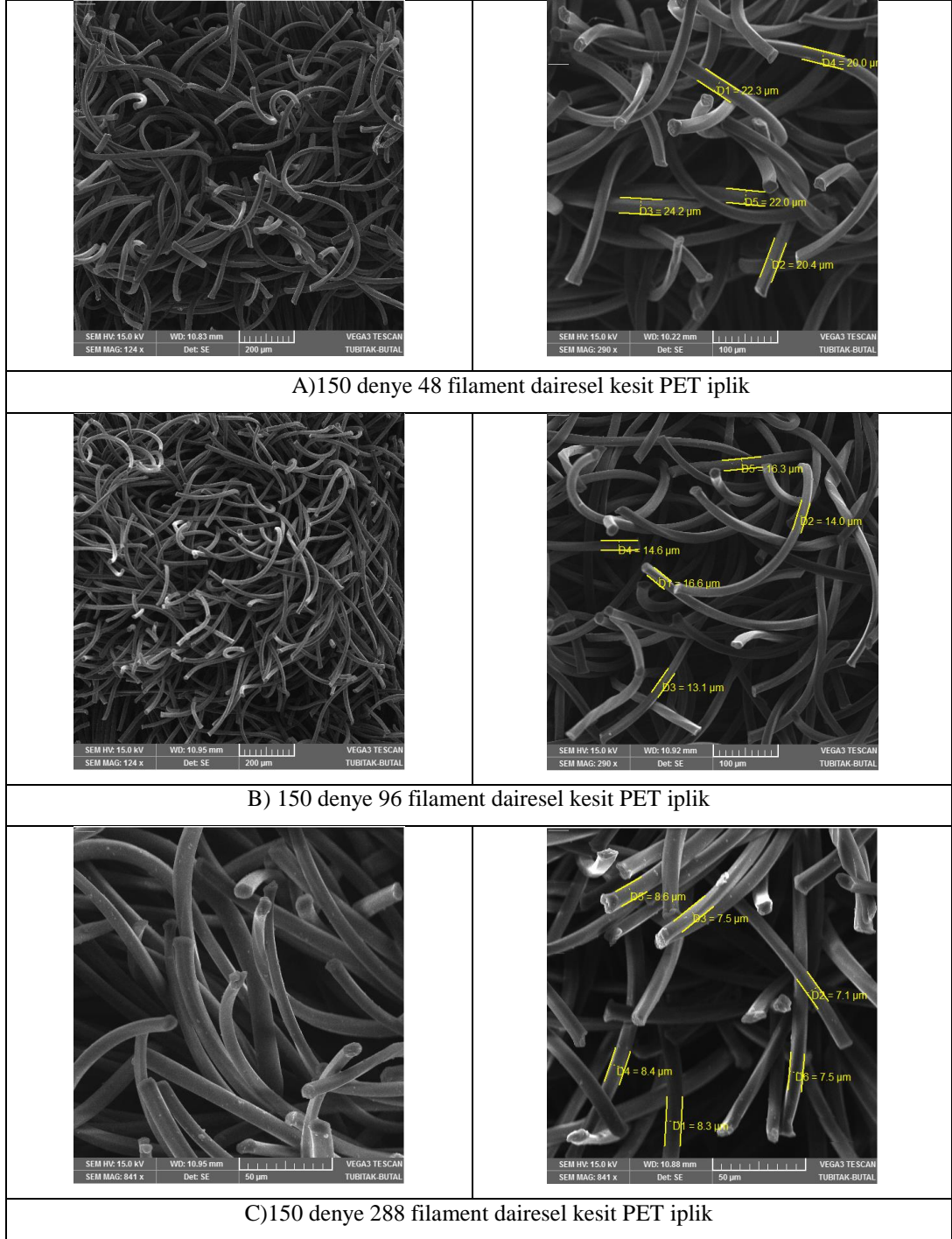
**Şekil 4.79.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament PBT dairesel kesitli şönil iplikle üretilen tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



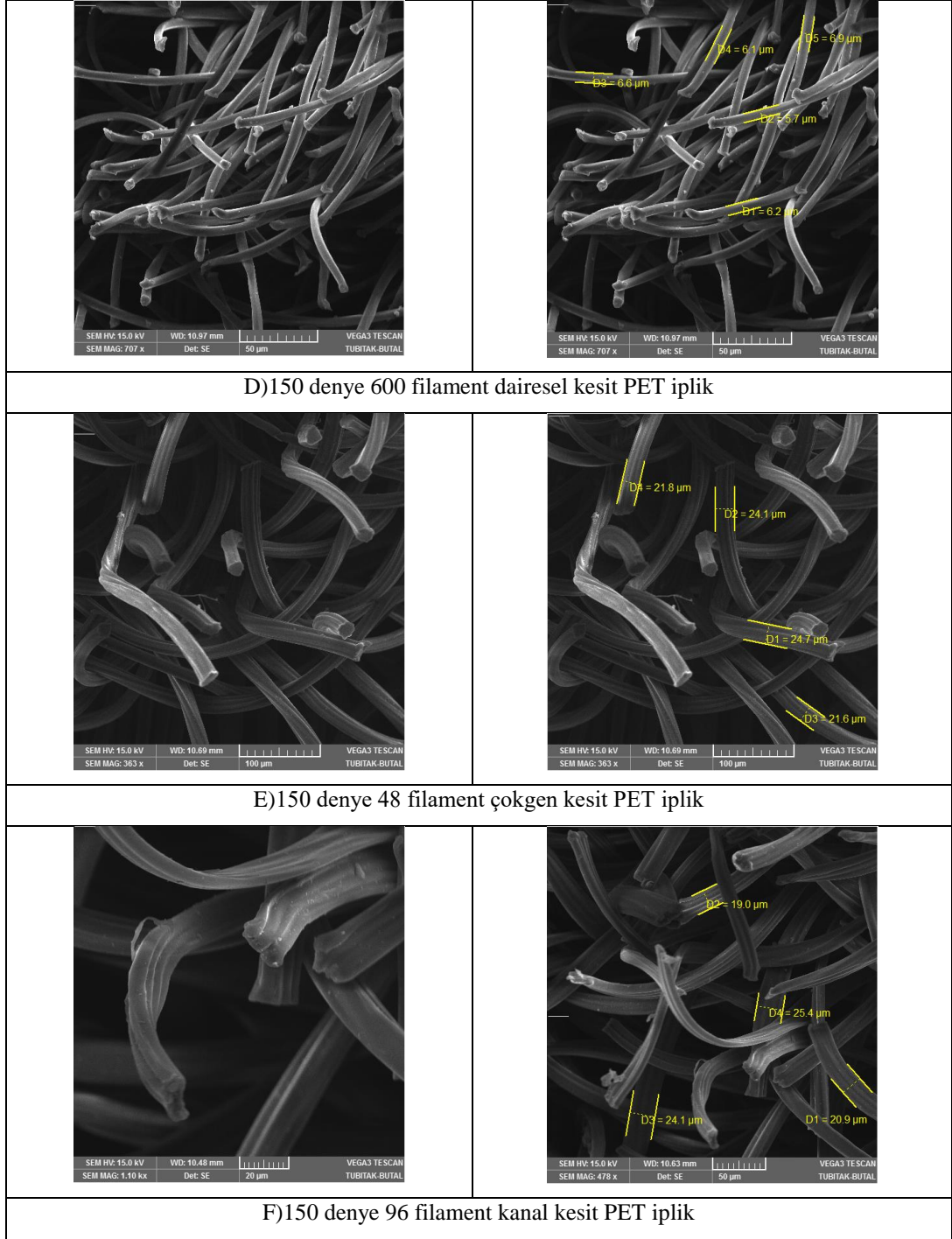
**Şekil 4.80.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament polyester poliamid 6 16 dilimli pasta enine kesitli bikomponent şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

#### 4.2.4. Lif kesit şeklinin tek katlı kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi

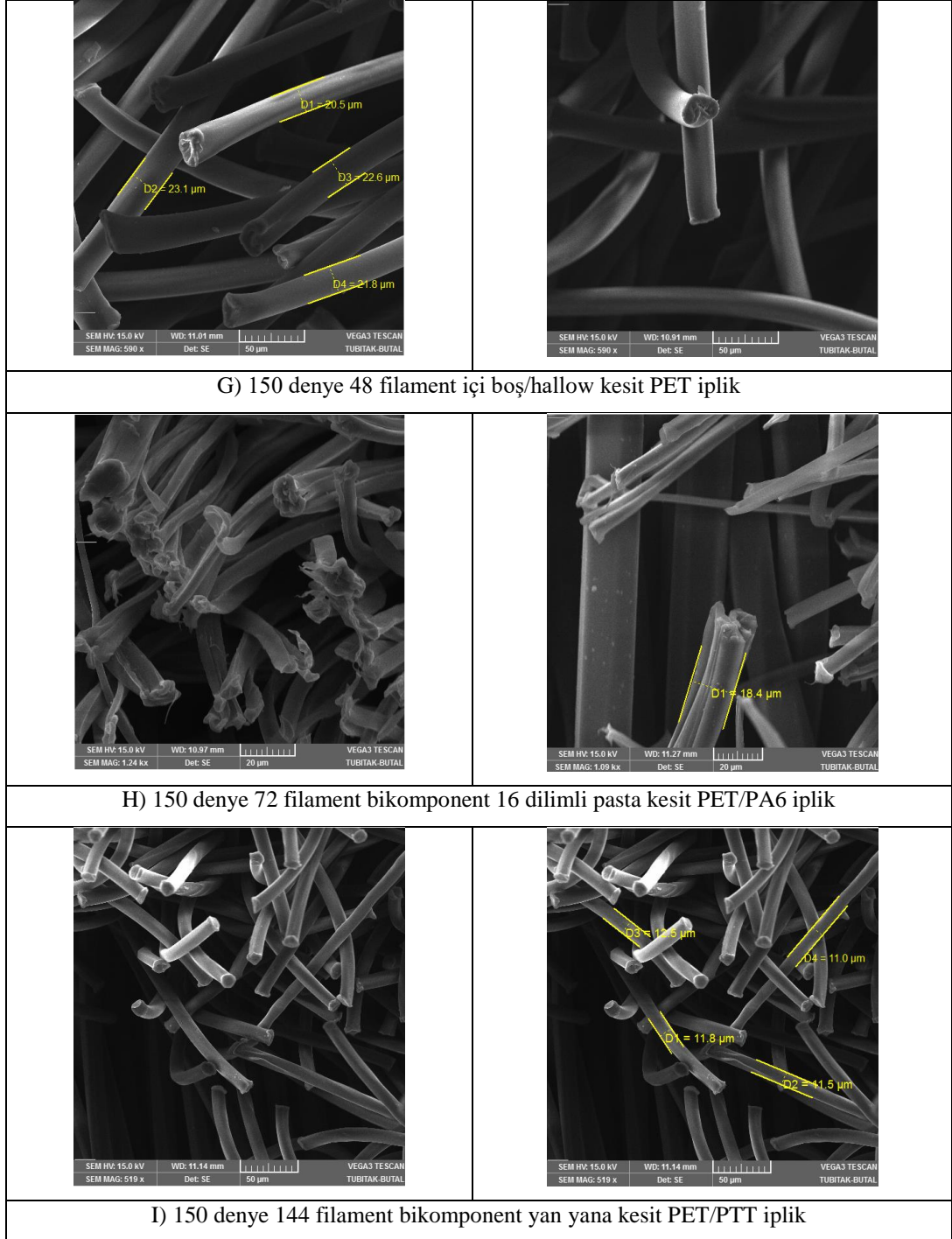
Önceki bölümde tek katlı bezayağı ve panama dokuma kumaşların hav uzunluğuna göre davranışları incelenmiş olup bu bölümde 1,2 mm hav uzunluğu için lif kesit şeklinin ses yutum davranışı üzerindeki etkisi incelenmiştir. 1,2 mm hav uzunluğundaki farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal, içi boş/hallow, bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı bezayağı ve panama kumaşların lif kesitlerin SEM görüntüleri Şekil 4.81’de ve ses yutum sonuçları Şekil 4.82-4.85’te verilmiştir.



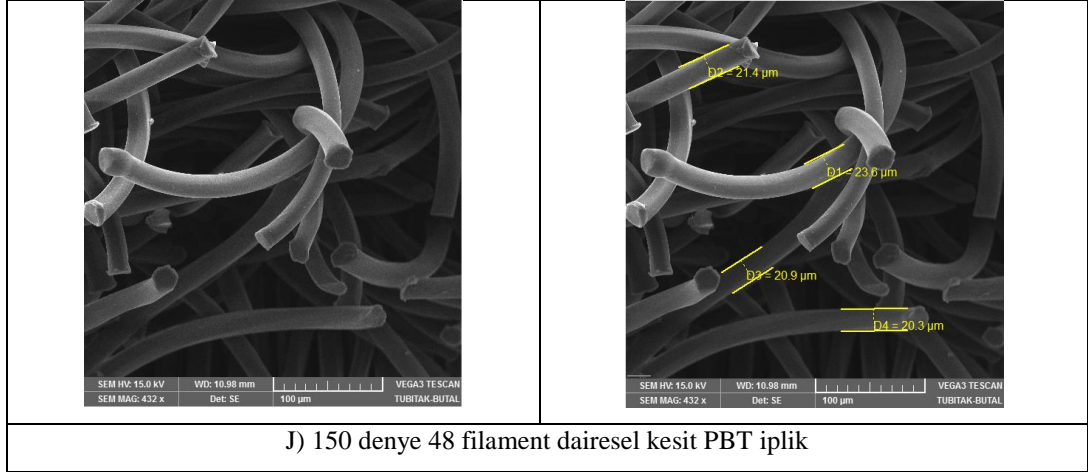
**Şekil 4.81.** Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal, içi boş/hallow, bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı bezayağı kumaşların SEM görüntüleri A)150 denye 48 filament dairesel kesit PET iplik, B) 150 denye 96 filament dairesel kesit PET iplik, C)150 denye 288 filament dairesel kesit PET iplik



**Şekil 4.81.** Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal, içi boş/hallow, bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı bezayağı kumaşların SEM görüntüleri (devam) D)150 denye 600 filament dairesel kesit PET iplik, E)150 denye 48 filament çokgen kesit PET iplik, F)150 denye 96 filament kanal kesit PET iplik



**Şekil 4.81.** Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal, içi boş/hallow, bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı bezayağı kumaşların SEM görüntüleri (devam) G) 150 denye 48 filament içi boş/hallow kesit PET iplik, H) 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesit PET/PA6 iplik, I) 150 denye 144 filament bikomponent yan yana kesit PET/PTT iplik

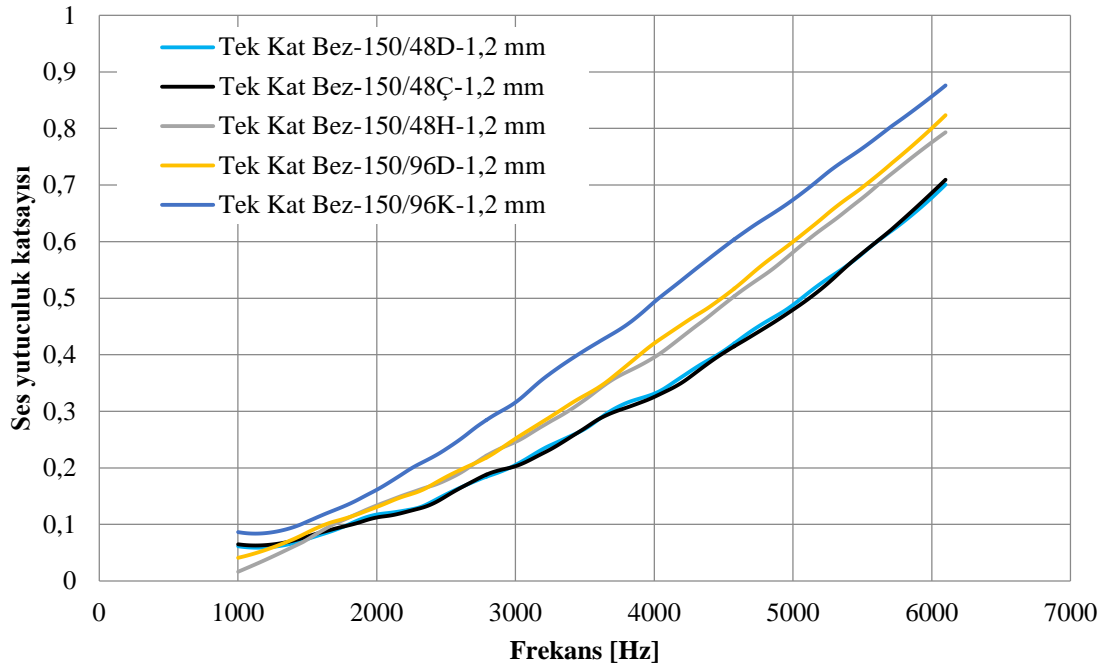


J) 150 denye 48 filament dairesel kesit PBT iplik

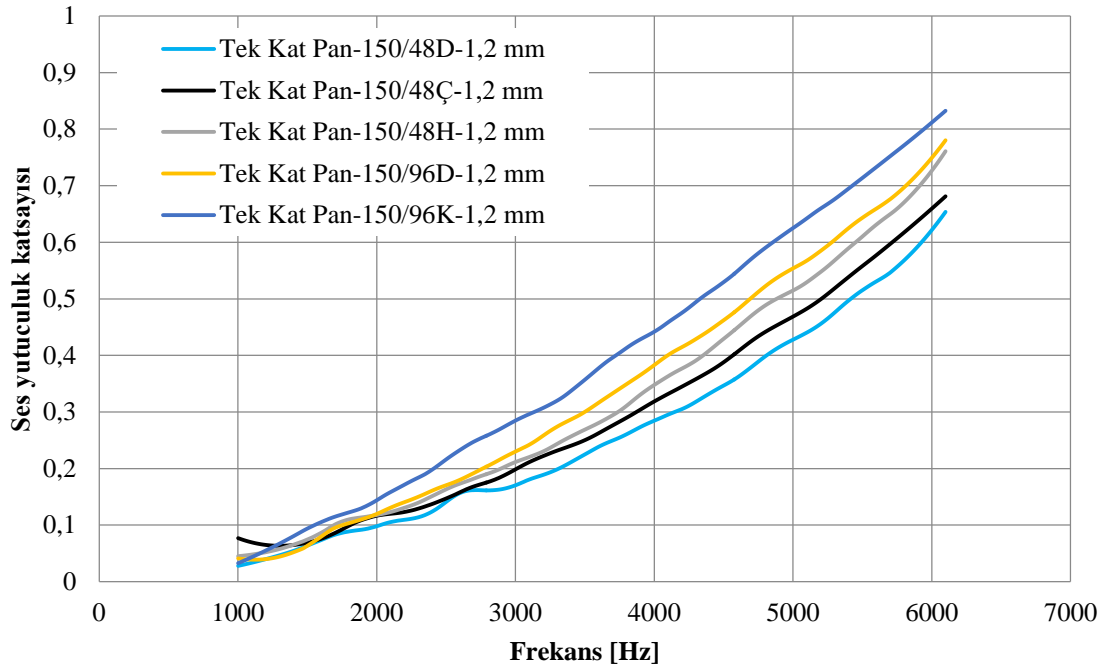
**Şekil 4.81.** Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal, içi boş/hallow, bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı bezayağı kumaşların SEM görüntüleri (devam) J) 150 denye 48 filament dairesel kesit PBT iplik

Şekil 4.82-4.83'te verilen farklı lif kesitine (dairesel, çokgen, kanal, içi boş/hallow) sahip tek katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutum katsayısı sonuçlarına göre 1,2 mm hav uzunluğu ve 48 filamentli iplikler kendi içinde değerlendirildiğinde tek katlı bezayağı kumaşta dairesel kesit ile çokgen kesit benzer ses yutum özelliği gösterirken, içi boş kesit tüm frekans bölgelerinde daha iyi ses yutum davranışı göstermiştir ve frekans arttıkça ses yutuculuk katsayısı artmıştır. Tek katlı panama kumaşta ise en iyi ses yutuculuk katsayısı sırasıyla içi boş kesit, çokgen kesit ve dairesel kesit olarak elde edilmiştir. 1,2 mm hav uzunluğunda 96 filamentli şönil ipliklerle elde edilen kumaşlar kendi içinde değerlendirildiğinde ise tek katlı bezayağı ve panama kumaşlarda kanal kesit dairesel kesite göre tüm frekans bölgelerinde daha iyi ses yutuculuk katsayısı değerleri göstermiştir ve frekans arttıkça ses yutuculuk katsayısı da artmıştır. Bu da kesit şeklinin değişimiyle birlikte toplam lif yüzey alanı artması (kanal kesit ve içi boş kesitin lif yüzey alanı dairesel kesite göre daha fazladır), hava parçacıkları ile lif arasında daha fazla sürtünmenin gerçekleşmesi, dolayısıyla ses emiliminin artması ile açıklanabilir. Genel olarak tek katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içermesi sebebiyle tek katlı panama kumaşlara göre tüm frekans değerlerinde daha iyi ses yutum davranışı göstermiştir.



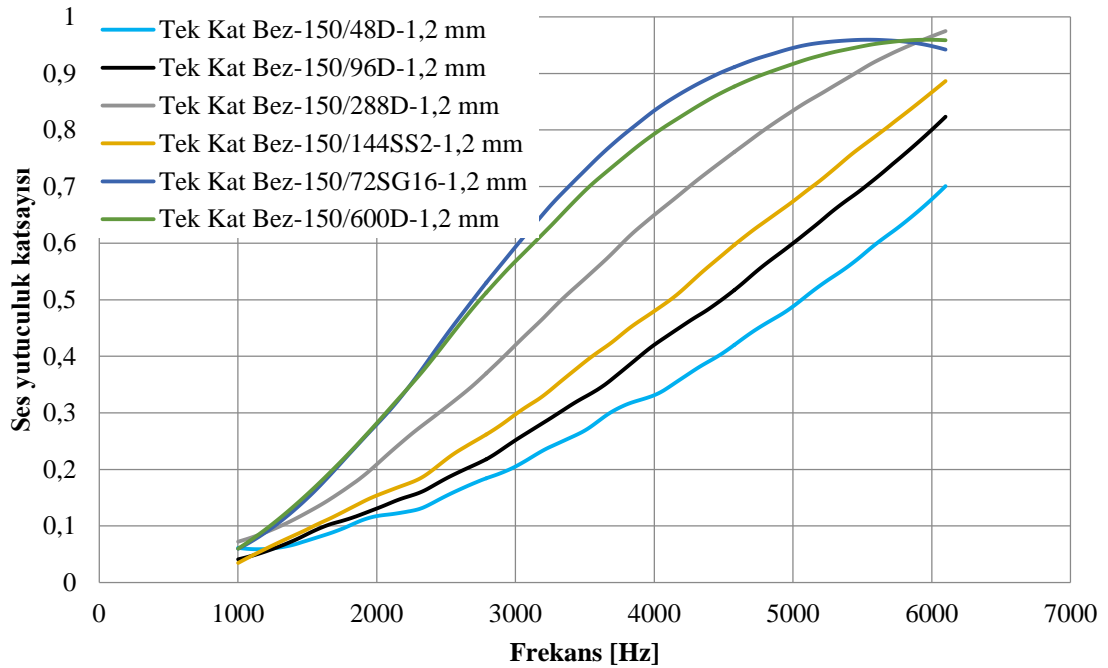


**Şekil 4.82.** Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal ve içi boş/hollow) sahip tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

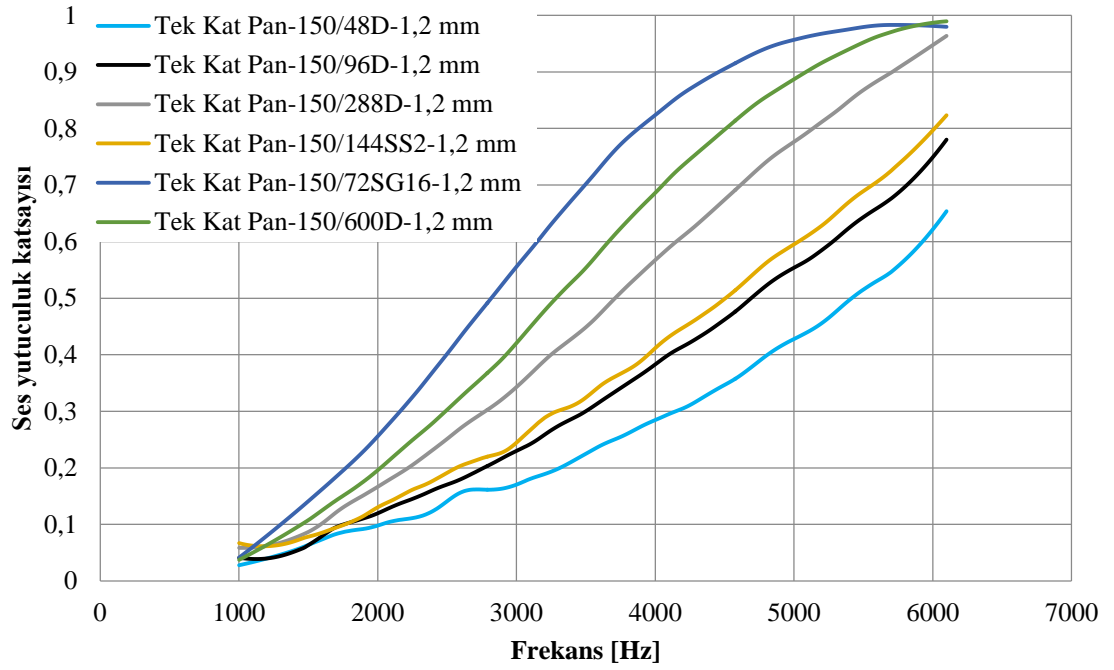


**Şekil 4.83.** Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal ve içi boş/hollow) sahip tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

Şekil 4.84-4.85'te verilen farklı lif kesitine (dairesel, bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutum katsayısı sonuçlarına göre 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşta bikomponent 16 dilimli pasta kesitli kumaş en iyi ses yutum özelliği göstermiştir. Ses yutum davranışından ve SEM görüntülerine göre dilimli pasta kesitli bikomponent iplik içeren şönil ipliğin kumaş haline geldikten sonra 16 dilimin birbirinden ayrılması ve toplam lif yüzey alanının artması ile açıklanabilir. Bikomponent yan yana kesitli kumaşın ses yutuculuk özelliği ise 288 filamentli dairesel kesitli kumaş ile karşılaştırıldığında daha düşük çıkmıştır. Bu da SEM görüntülerine göre yan yana kesitin birbirinden ayrılmaması (PET-PTT polimer çiftinin birbirine çok iyi bağ yapması sebebiyle) ve 144 filamentli dairesel kesite benzer bir davranış sergilemesi ile açıklanabilir. Tek katlı panama örgü kumaşlarda da benzer davranış gözlemlenirken genel olarak tek katlı panama kumaşlar yapısındaki iplik yüzmeleri sebebiyle daha az bağlantı noktası içerdiği için tek katlı bezayağı kumaşlara göre daha düşük ses yutum katsayısı değerleri elde edilmiştir.



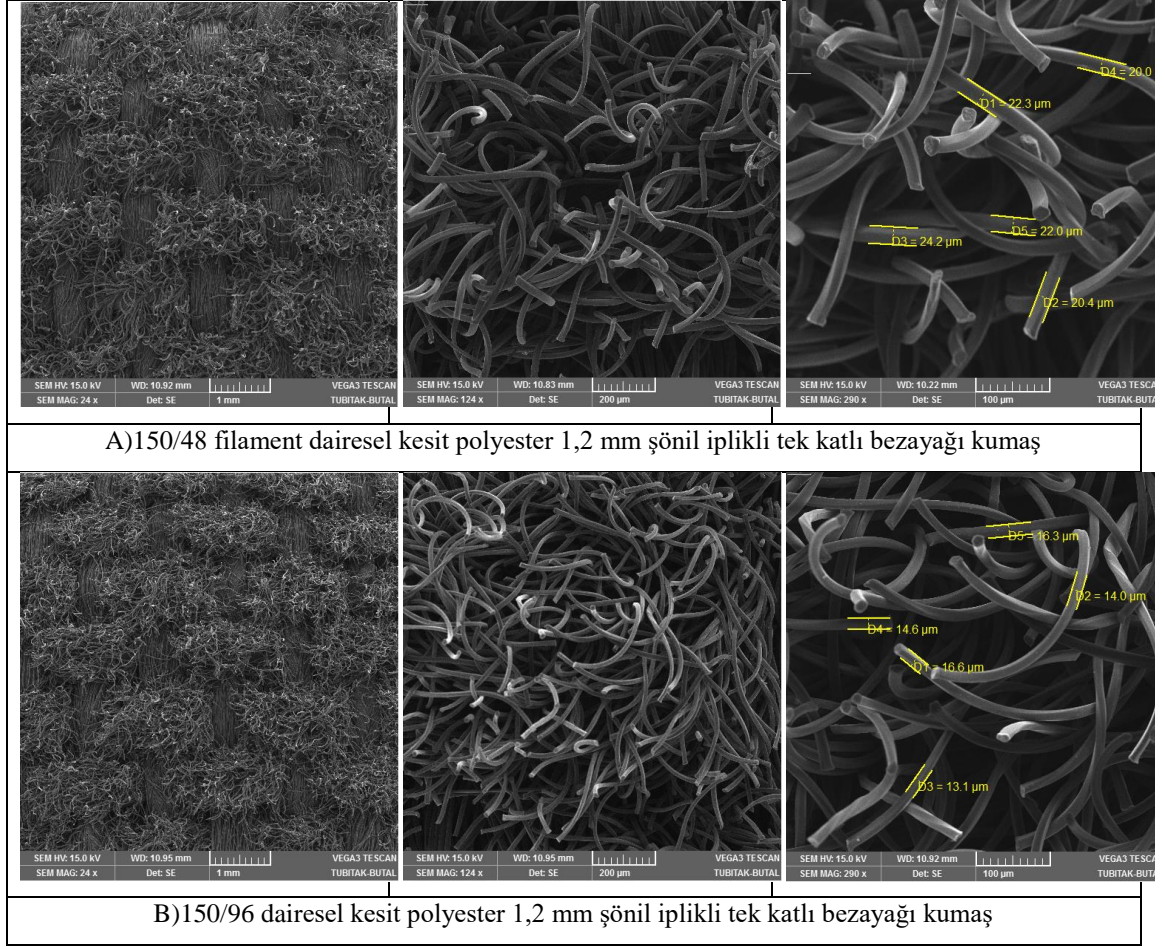
**Şekil 4.84.** Farklı lif kesit şekline (dairesel, bikomponent dilimli pasta kesit, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



**Şekil 4.85.** Farklı lif kesit şekline (dairesel, bikomponent dilimli pasta kesit, bikomponent yan yana kesit) sahip tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

#### 4.2.5. Filament sayısının tek katlı kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi

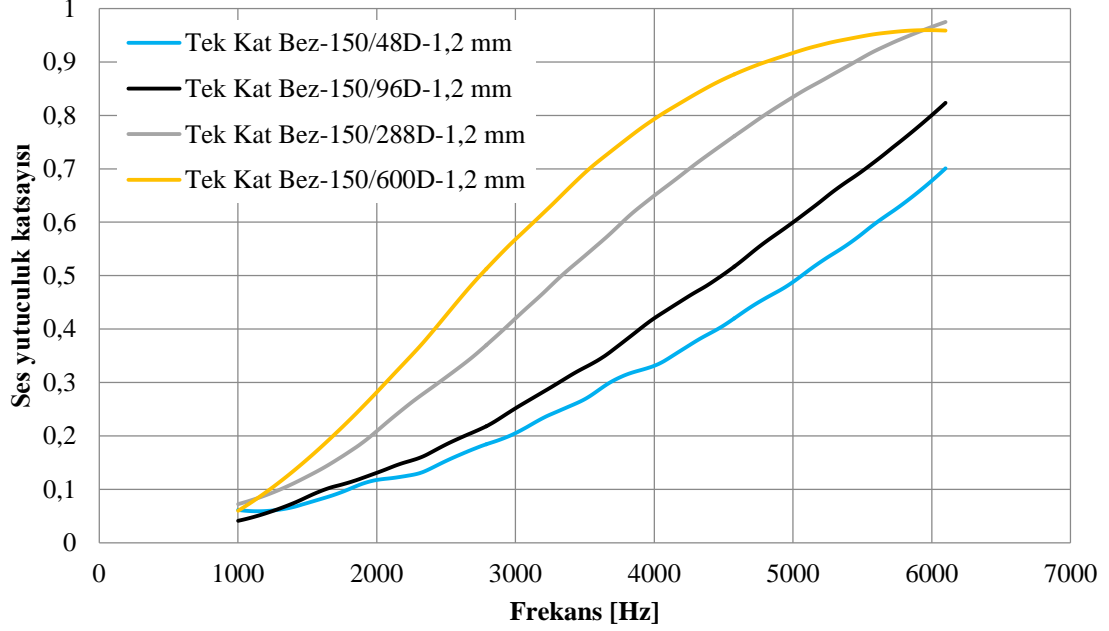
Şekil 4.86'da farklı filament sayısına (48 filament ve 96 filament) sahip tek katlı bezayağı kumaşların SEM görüntüleri verilmiştir.



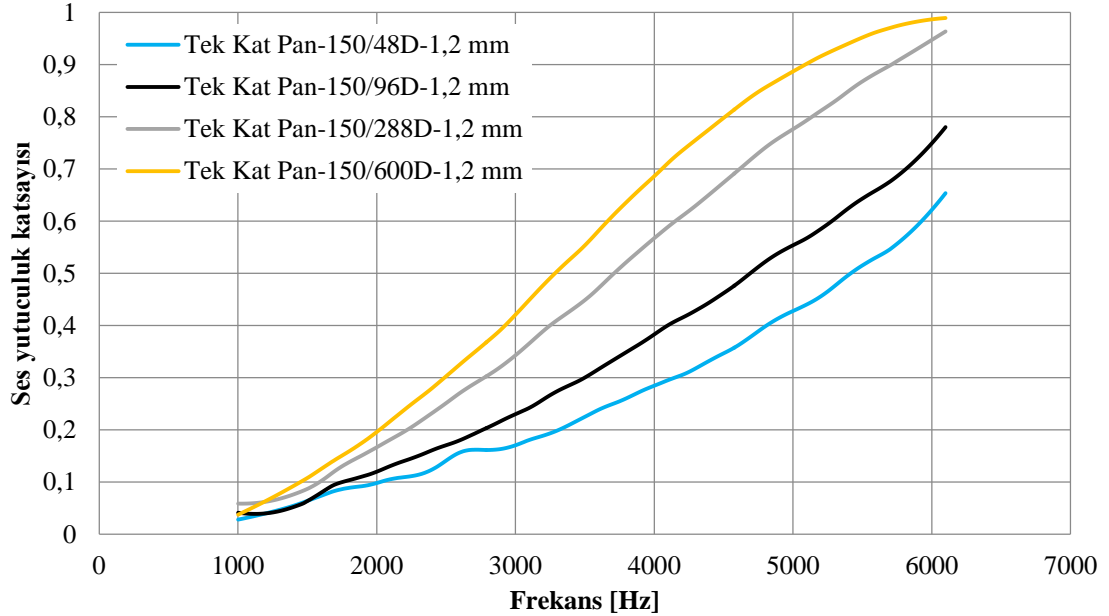
**Şekil 4.86.** Farklı filament sayısına (48 ve 96) sahip tek katlı bezayağı kumaşların SEM görüntüleri A)150/48 dairesel kesit polyester 1,2 mm şönil iplikli tek katlı bezayağı kumaş, B)150/96 dairesel kesit polyester 1,2 mm şönil iplikli tek katlı bezayağı kumaş

Şekil 4.87-4.88’de verilen farklı filament sayısına (48, 96, 288, 600 filament) sahip tek katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutum katsayısı sonuçlarına göre 1,2 mm hav uzunluğu kendi içinde değerlendirildiğinde tek katlı bezayağı ve panama kumaşlarda filament sayısının artması ile tüm frekans bölgelerinde daha iyi ses yutum katsayısı değerleri elde edilmiştir. Bu da birim hacimde filament sayısının artmasıyla birlikte toplam lif yüzey alanı artması, hava parçacıkları ile lif arasında daha fazla sürtünmenin gerçekleşmesi, dolayısıyla sürtünme kayıpları sayesinde ses emiliminin artmasına sebep olur. Bu sebepler, 600 filamente sahip dokuma kumaşın ses yutuculuk katsayısının daha yüksek olmasını açıklamaktadır. Genel olarak tek katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içerdiği (hava akışına daha fazla direnç gösterir) için tek katlı panama kumaşlara göre daha iyi ses yutum davranışı göstermiştir. Sadece 600 filamente sahip

şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşlarda, düşük ve orta frekans bölgesinde ses yutulum katsayısında daha belirgin bir artış görülmüştür.



Şekil 4.87. Farklı filament sayısına (48, 96, 288, 600) sahip tek katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

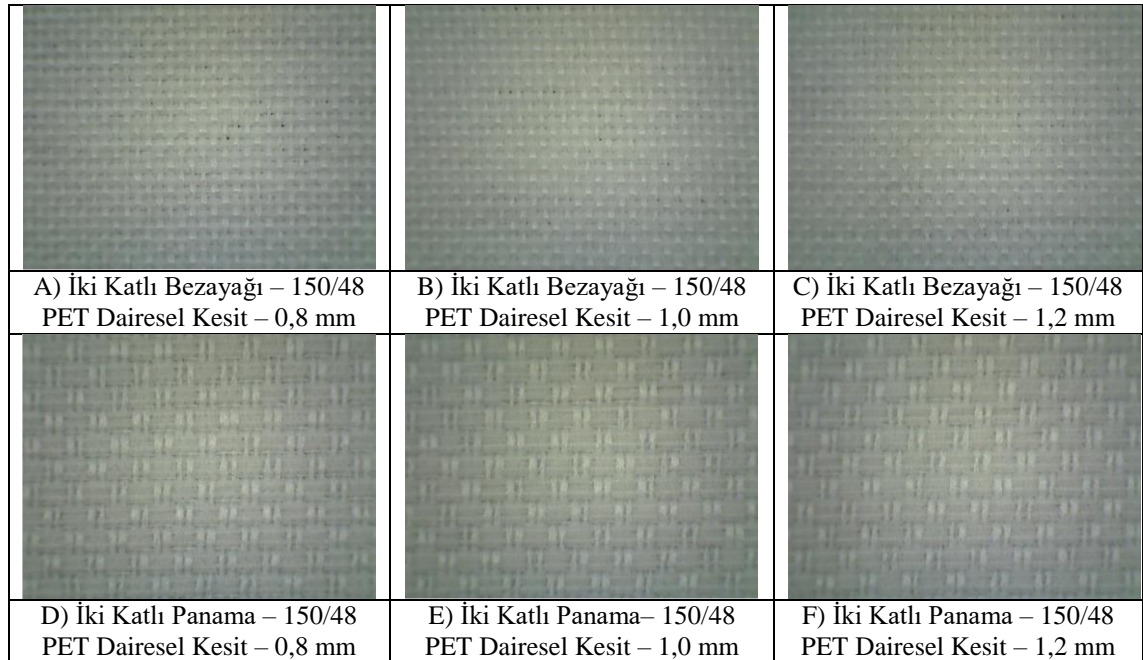


Şekil 4.88. Farklı filament sayısına (48, 96, 288, 600) sahip tek katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

#### 4.2.6. Hav uzunluğunun iki katlı kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi

İki katlı kumaş yapısı için en uygun atkı sıklığı (iki katlı kumaş için 22 atkı/cm) belirlendikten sonra kumaşların ses yutum özelliklerini geliştirmek amacıyla geliştirilen 6 Nm kalınlıkta şönil ipliklerden en iyi sonuç verebilecek farklı hav ipliği (150 denye 48 filament dairesel kesitli, 150 denye 600 filament dairesel kesitli, 150 denye 96 filament kanal kesitli, 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli iplikler) ve farklı hav uzunluğundaki (0,8 mm, 1,0 mm, 1,2 mm) şönil iplikler seçilerek dokuma kumaş tasarımında atkı ipliği olarak kullanılmış ve toplam 24 adet iki katlı bezayağı ve panama şönil kumaşlar üretilmiştir.

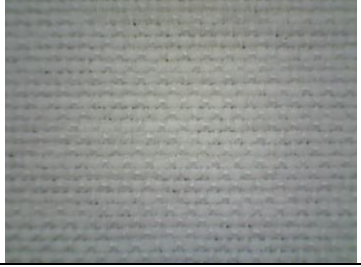





Farklı filament sayısı, farklı kesit şekli ve farklı hav uzunluğuna sahip 6 Nm kalınlıkta şönil iplikler atkıdan kullanılarak üretilen iki katlı bezayağı ve panama dokuma kumaşların yüzey görüntüleri Şekil 4.89'te, birim alan kütlesi ve kalınlık bilgileri Çizelge 4.7'de, kalınlık değerleri Şekil 4.90-4.93'te, katı hacim katsayısı (SVF) değerleri Çizelge 4.8'de, hava akış direnci sonuçları Çizelge 4.8 ve Şekil 4.94-4.97'de, ses yutum sonuçları Şekil 4.98-4.101'de verilmiştir.



**Şekil 4.89.** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların yüzey görüntüleri A) İki Katlı Bezayağı - 150/48 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, B) 1,0 mm, C) 1,2 mm, D) İki Katlı Panama - 150/48 PET Dairesel Kesit - 0,8 mm, E) 1,0 mm, F) 1,2 mm

G) İki Katlı Bezayağı – 150/96 PET Kanal Kesit – 0,8 mm	H) İki Katlı Bezayağı – 150/96 PET Kanal Kesit – 1,0 mm	I) İki Katlı Bezayağı – 150/96 PET Kanal Kesit – 1,2 mm
J) İki Katlı Panama – 150/96 PET Kanal Kesit – 0,8 mm	K) İki Katlı Panama – 150/96 PET Kanal Kesit – 1,0 mm	L) İki Katlı Panama – 150/96 PET Kanal Kesit – 1,2 mm
M) İki Katlı Bezayağı – 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit – 0,8 mm	N) İki Katlı Bezayağı – 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit – 1,0 mm	O) İki Katlı Bezayağı – 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit – 1,2 mm
P) İki Katlı Panama– 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit – 0,8 mm	R) İki Katlı Panama – 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit – 1,0 mm	S) İki Katlı Panama – 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit – 1,2 mm

**Şekil 4.89.** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların yüzey görüntüleri (devam) G) İki Katlı Bezayağı - 150/96 PET Kanal Kesit - 0,8 mm H) 1,0 mm, I) 1,2 mm, J) İki Katlı Panama - 150/96 PET Kanal Kesit - 0,8 mm, K) 1,0 mm, L) 1,2 mm, M) İki Katlı Bezayağı - 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit - 0,8 mm, N) 1,0 mm, O) 1,2 mm, P) İki Katlı Panama - 150/72 PET/PA6 Bikomponent 16 Dilimli Pasta Kesit - 0,8 mm, R) 1,0 mm, S) 1,2 mm

		
T) İki Katlı Bezayağı – 150/600 PET Dairesel Kesit – 0,8 mm	U) İki Katlı Bezayağı – 150/600 PET Dairesel Kesit – 1,0 mm	V) İki Katlı Bezayağı – 150/600 PET Dairesel Kesit – 1,2 mm
		
Y) İki Katlı Panama – 150/600 PET Dairesel Kesit – 0,8 mm	Z) İki Katlı Panama – 150/600 PET Dairesel Kesit – 1,0 mm	AA) İki Katlı Panama – 150/600 PET Dairesel Kesit – 1,2 mm

**Şekil 4.89.** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların yüzey görüntüleri (devam) T) İki Katlı Bezayağı – 150/600 PET Dairesel Kesit – 0,8 mm, U) 1,0 mm, V) 1,2 mm, Y) İki Katlı Panama – 150/600 PET Dairesel Kesit – 0,8 mm, Z) 1,0 mm, AA) İki Katlı Panama – 150/600 PET Dairesel Kesit – 1,2 mm

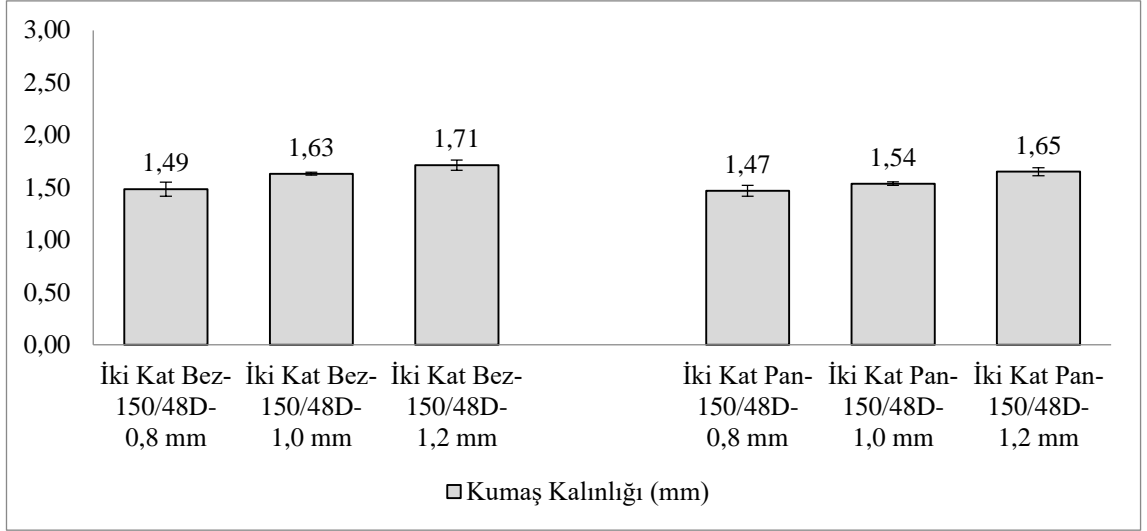
Çizelge 4.7’de ve Şekil 4.90-4.93’te verilen bilgilere göre farklı yapısal özelliklere (filament sayısı, kesit şekli gibi) sahip şönil ipliklerle dokunan bezayağı ve panama örgüye sahip iki katlı kumaş yapısı için hav uzunluğunun artmasıyla birlikte genel olarak kumaş ağırlığı birbirine çok yakın iken kumaş kalınlığında belirgin bir artış görülmüştür. Hav uzunluğu arttıkça birim hacimde daha fazla lif olduğu için kumaş ağırlığının artması beklenebilir. Ancak kumaş iki katlı olduğu için şönil iplik üzerindeki hav uzunluğunun miktarı toplam ağırlık içinde çok küçük değişikliğe sebep olur ve sonuçta kumaş ağırlığında belirgin bir farklılık görülmemiştir. Kumaş ağırlığının daha detaylı analizi için ANOVA F testi ve gruplar arasındaki farkı görmek için SNK testi 0,05 anlamlılık seviyesinde uygulanmıştır. İstatistiksel sonuçlara göre 0,05 anlamlılık seviyesinde iki katlı kumaşların kumaş ağırlığı değişiminde hav uzunluğunun etkili olduğu ve 0,8 mm, 1,0 mm ve 1,2 mm hav uzunluğu etkisinin birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu değerler birbirine çok yakındır. Detaylı istatistiksel analiz ekler



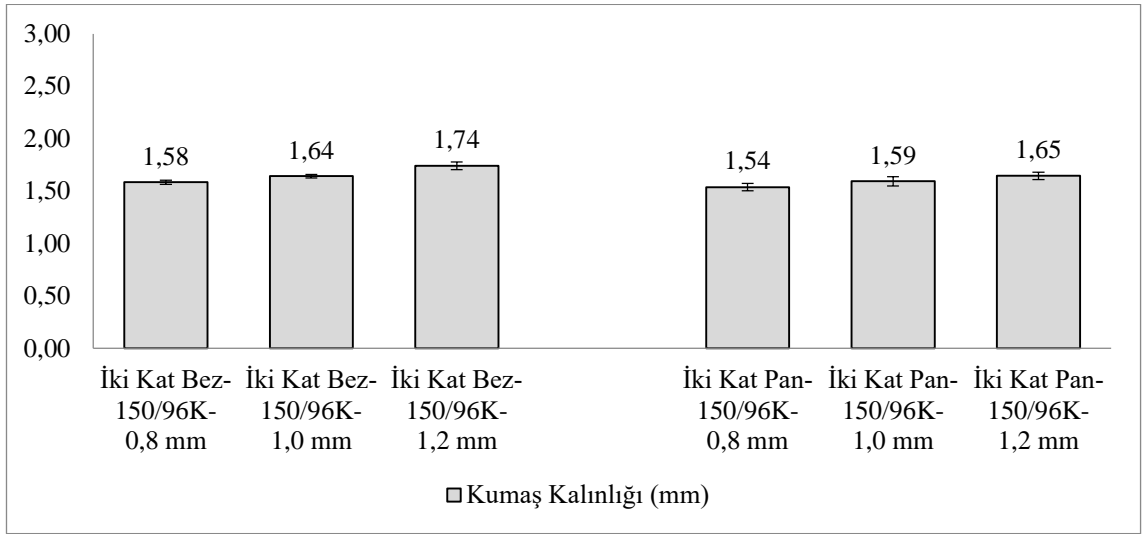
bölümünde verilmiştir. Hav uzunluğu arttıkça kumaş kalınlığının artması ise hacimli şönil ipliklerin kumaş içerisinde örgü yapısına atkı olarak dâhil olduğunda çözgü ve atkı iplik kesişimlerine rağmen hacmini koruması ile açıklanabilir. Yapılan ANOVA F testi ve SNK testi istatistiksel sonuçlara göre 0,05 anlamlılık seviyesinde hav uzunluğunun artışı ile kalınlık değişiminde anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Detaylı istatistiksel analiz ekler bölümünde verilmiştir.

**Çizelge 4.7.** İki katlı şönilli kumaşların birim alan kütlesi ve kumaş kalınlığı ölçüm sonuçları

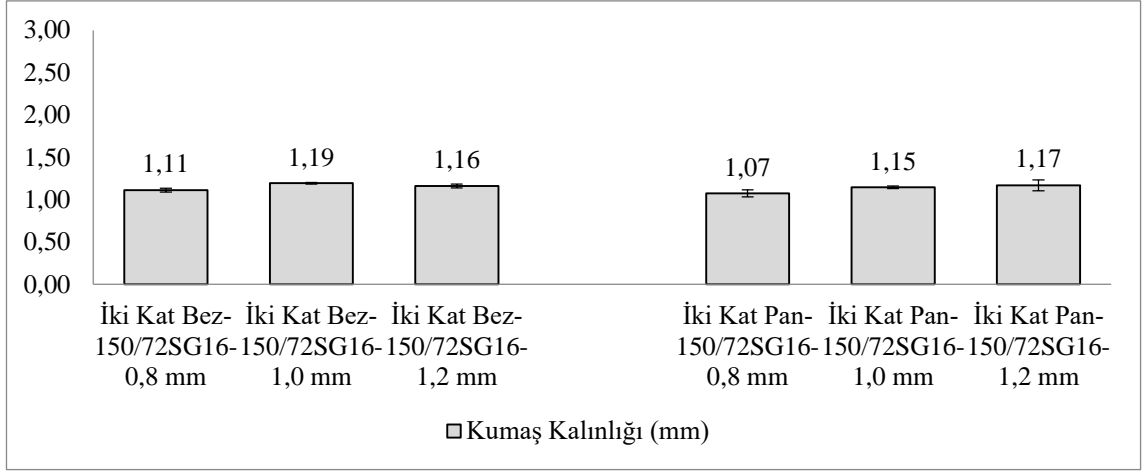
Numune Adı	İki Kat Bezayağı (DES1)				İki Kat Panamaa (DES100)			
	Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Kalınlığı (mm)		Birim Alan Kütlesi (g/m <sup>2</sup> )		Kumaş Kalınlığı (mm)	
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS
DES1.V101 (6NM Ş1-15048D0,8-K2-A22)	323,87	3,00	1,49	0,07	326,90	2,74	1,47	0,05
DES1.V102 (6NM Ş2-15048D1,0-K2-A22)	327,90	1,45	1,63	0,01	331,00	3,71	1,54	0,02
DES1.V103 (6NM Ş3-15048D1,2-K2-A22)	336,50	2,93	1,71	0,05	332,23	1,97	1,65	0,04
DES1.V106 (6NM Ş6-15096D1,2-K2-A22)	334,13	1,44	1,48	0,02	334,27	4,22	1,46	0,06
DES1.V109 (6NM Ş9-150288D1,2-K2-A22)	329,10	3,26	1,34	0,02	330,17	3,24	1,42	0,08
DES1.V112 (6NM Ş12-15048C1,2-K2-A22)	333,30	4,13	1,69	0,10	330,80	3,48	1,61	0,05
DES1.V113 (6NM Ş13-15096K0,8-K2-A22)	331,70	4,29	1,58	0,02	333,53	2,39	1,54	0,04
DES1.V114 (6NM Ş14-15096K1,0-K2-A22)	327,57	2,62	1,64	0,02	329,30	2,90	1,59	0,04
DES1.V115 (6NM Ş15-15096K1,2-K2-A22)	334,57	2,59	1,74	0,04	335,37	3,52	1,65	0,04
DES1.V118 (6NM Ş18-15048H1,2-K2-A22)	328,13	2,77	1,56	0,04	330,40	3,70	1,41	0,02
DES1.V119 (6NM Ş19-15072SG0,8-K2-A22)	321,60	2,85	1,11	0,02	316,80	2,98	1,07	0,04
DES1.V120 (6NM Ş20-15072SG1,0-K2-A22)	322,27	2,26	1,19	0,01	325,67	3,84	1,15	0,02
DES1.V121 (6NM Ş21-15072SG1,2-K2-A22)	324,97	2,93	1,16	0,02	328,27	2,04	1,17	0,06
DES1.V124 (6NM Ş24-150144SS1,2-K2-A22)	325,73	3,46	1,46	0,02	323,70	2,97	1,36	0,04
DES1.V127 (6NM Ş27-15048DPBT1,2-K2-A22)	335,77	3,83	1,34	0,03	334,83	2,82	1,32	0,02
DES1.V128 (6NM Ş28-150600D0,8-K2-A22)	330,20	3,61	1,26	0,03	332,00	2,54	1,22	0,03
DES1.V129 (6NM Ş29-150600D1,0-K2-A22)	333,00	2,69	1,28	0,07	334,17	3,63	1,19	0,01
DES1.V130 (6NM Ş30-150600D1,2-K2-A22)	332,67	2,69	1,35	0,04	334,93	3,70	1,21	0,03



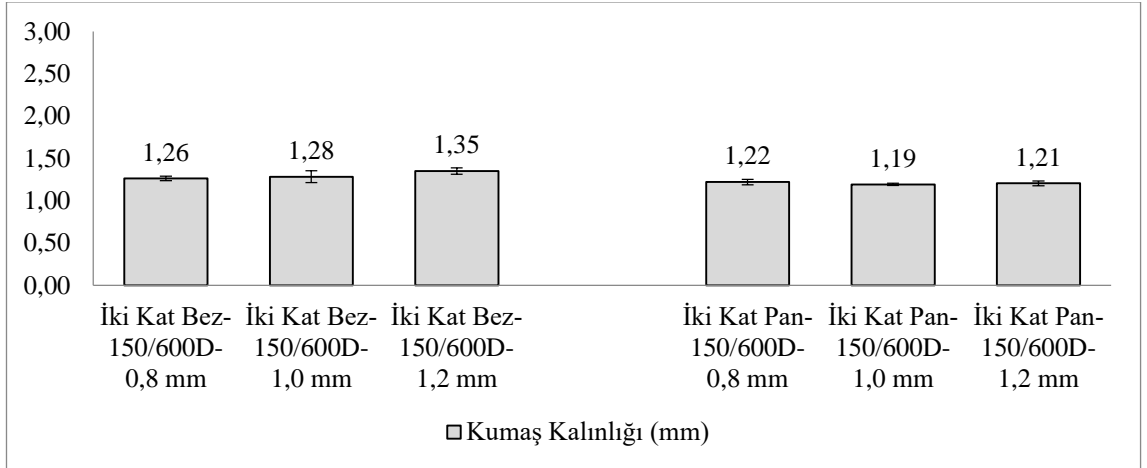
**Şekil 4.90.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri



**Şekil 4.91.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament kanal kesitli polyester şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri



**Şekil 4.92.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli polyeater/poliamid 6 şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri



**Şekil 4.93.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament dairesel kesitli polyeater şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların kumaş kalınlığı değeri

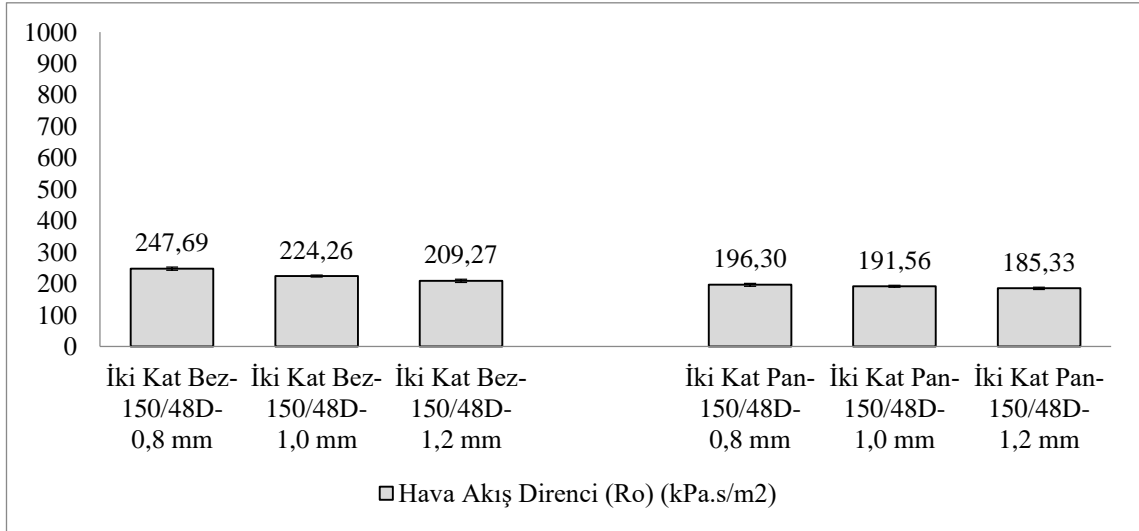
Çizelge 4.7’de verilen ağırlık ve kalınlık değeri, kumaşların katılığını veya katı hacim katsayısını hesaplamak için kullanılabilir. Çizelge 4.8’te verilen farklı hav uzunluğuna (0,8 mm, 1,0 mm, 1,2 mm) sahip farklı yapısal özellikteki (filament sayısı, kesit şekli gibi) şönil ipliklerle dokunmuş iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değerlerine göre genel olarak hav uzunluğu arttıkça birbirine çok yakın katı hacim katsayısı değeri (hav uzunlukları arasındaki 0,2 mm’lik küçük artışlar sebebiyle) elde edildiği ve hav uzunluğunun katı hacim katsayısı üzerinde çok

büyük bir etkisi olmadığı görülmüştür. Farkın net bir şekilde görülmesi için hav uzunluğu daha yüksek şönil ipliklerin kullanılması önerilebilir. Katı hacim katsayısının daha detaylı analizi için ANOVA F testi ve gruplar arasındaki farkı görmek için SNK testi 0,05 anlamlılık seviyesinde uygulanmıştır. İstatiksel sonuçlara göre 0,05 anlamlılık seviyesinde iki katlı kumaşların katı hacim katsayısı değişiminde hav uzunluğunun etkili olduğu ve 0,8 mm, 1,0 mm ve 1,2 mm hav uzunluğu etkisinin birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu değerler birbirine çok yakındır. Detaylı istatistiksel analiz ekler bölümünde verilmiştir. İki katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içermesi sebebiyle iki katlı panama kumaşlara göre daha fazla katı hacim katsayısına sahiptir.

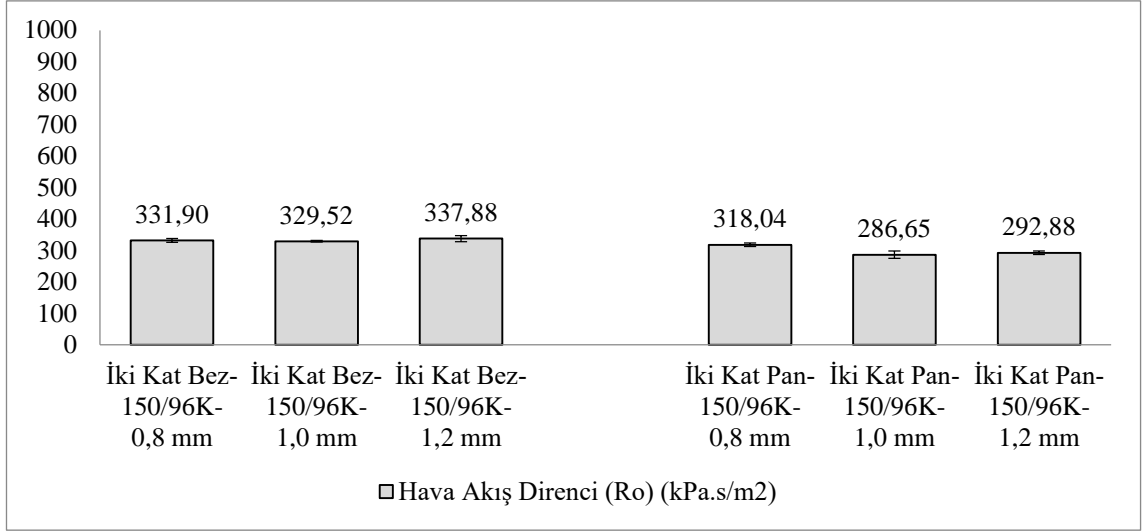
**Çizelge 4.8.** İki katlı şönilli kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) ve hava akış direnci ölçüm sonuçları

Numune Adı	İki Kat Bezayağı				İki Kat Panama			
	Katı Hacim Katsayısı (SVF)		Hava Akış Direnci (Ro) (kPa.s/m <sup>2</sup> )		Katı Hacim Katsayısı (SVF)		Hava Akış Direnci (Ro) (kPa.s/m <sup>2</sup> )	
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS	Ortalama	SS
DES1.V101 (6NM Ş1-15048D0,8-K2-A22)	0,158	0,008	247,69	4,88	0,161	0,007	196,30	4,71
DES1.V102 (6NM Ş2-15048D1,0-K2-A22)	0,146	0,001	224,26	2,60	0,156	0,001	191,56	3,08
DES1.V103 (6NM Ş3-15048D1,2-K2-A22)	0,142	0,005	209,27	4,97	0,146	0,003	185,33	3,71
DES1.V106 (6NM Ş6-15096D1,2-K2-A22)	0,163	0,003	376,76	6,02	0,167	0,008	257,62	7,69
DES1.V109 (6NM Ş9-150288D1,2-K2-A22)	0,178	0,003	656,27	51,98	0,169	0,009	327,50	11,51
DES1.V112 (6NM Ş12-15048Ç1,2-K2-A22)	0,143	0,009	227,53	8,49	0,149	0,004	184,12	2,86
DES1.V113 (6NM Ş13-15096K0,8-K2-A22)	0,152	0,004	331,90	6,26	0,157	0,003	318,04	5,67
DES1.V114 (6NM Ş14-15096K1,0-K2-A22)	0,145	0,002	329,52	2,67	0,150	0,004	286,65	11,68
DES1.V115 (6NM Ş15-15096K1,2-K2-A22)	0,139	0,003	337,88	9,78	0,148	0,005	292,88	5,42
DES1.V118 (6NM Ş18-15048H1,2-K2-A22)	0,153	0,004	267,02	5,92	0,170	0,004	282,39	11,68
DES1.V119 (6NM Ş19-15072SG0,8-K2-A22)	0,213	0,005	596,84	34,38	0,218	0,010	468,33	20,92
DES1.V120 (6NM Ş20-15072SG1,0-K2-A22)	0,199	0,002	772,26	18,00	0,209	0,004	578,88	61,63
DES1.V121 (6NM Ş21-15072SG1,2-K2-A22)	0,206	0,005	701,06	6,58	0,207	0,011	503,83	19,03
DES1.V124 (6NM Ş24-150144SS1,2-K2-A22)	0,162	0,001	333,18	10,00	0,173	0,006	310,08	8,49
DES1.V127 (6NM Ş27-15048DPBT1,2-K2-A22)	0,184	0,004	279,03	3,73	0,185	0,003	229,00	7,38
DES1.V128 (6NM Ş28-150600D0,8-K2-A22)	0,189	0,003	584,68	36,03	0,197	0,005	451,97	8,17
DES1.V129 (6NM Ş29-150600D1,0-K2-A22)	0,189	0,011	662,82	117,56	0,203	0,004	631,77	81,75
DES1.V130 (6NM Ş30-150600D1,2-K2-A22)	0,179	0,006	673,45	42,19	0,201	0,005	502,20	35,64

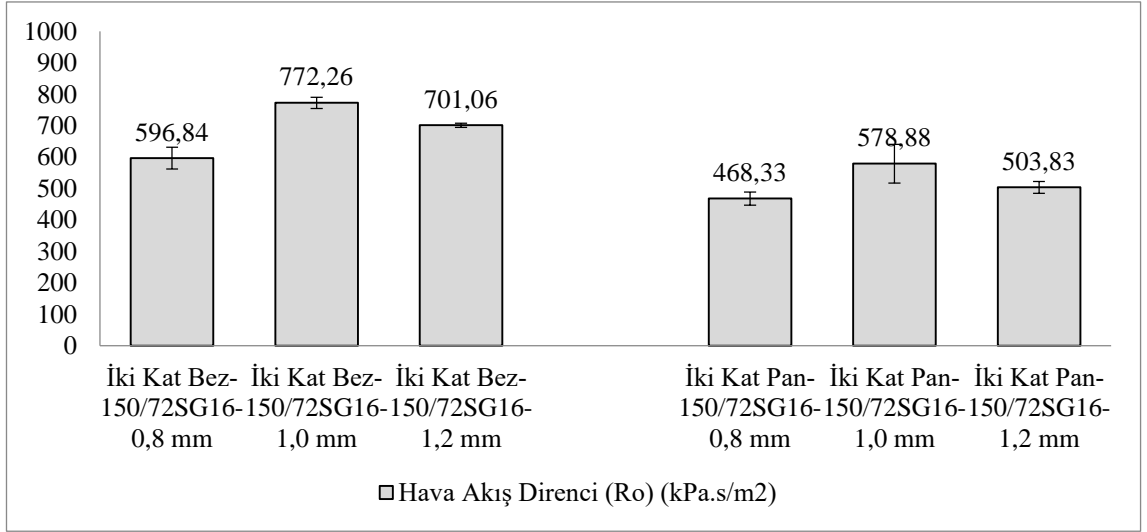
Çizelge 4.8’de ve Şekil 4.94-4.97’de verilen hava akış direnci sonuçlarına göre, şönil iplik hav iplik tipine bağlı olarak hav uzunluğu arttıkça kısmen azalan ve artan hava akış direnci değerleri gözlemlenirken, özellikle yüksek filamente sahip şönil ipliklerle üretilen iki katlı kumaşlarda hava akış direncinin arttığı görülmüştür. Bu durum daha uzun hav ipliklerine sahip kumaşların hava geçişine daha fazla direnç göstermesiyle açıklanabilir. Genel olarak iki katlı kumaş yapısında ağırlık tek katlı kumaşlara göre çok fazla olduğu için hav uzunluğunun etkisi tam olarak görülememiştir. Hava akış direncinin daha detaylı analizi için ANOVA F testi ve gruplar arasındaki farkı görmek için SNK testi 0,05 anlamlılık seviyesinde uygulanmıştır. İstatiksel sonuçlara göre 0,05 anlamlılık seviyesinde iki katlı kumaşların hava akış direnci değişiminde hav uzunluğunun etkili olduğu ve 0,8 mm, 1,0 mm ve 1,2 mm hav uzunluğu etkisinin birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Detaylı istatiksel analiz ekler bölümünde verilmiştir. En yüksek hava akış direnci ( $772,26 \text{ kPa.s/m}^2$ ) 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesite sahip polyester/poliamid 6 hav ipliği ile 1,0 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle dokunan iki katlı bezayağı kumaşta görülürken en düşük hava akış direnci ise ( $185,33 \text{ kPa.s/m}^2$ ) 150 denye 48 filament dairesel kesite sahip polyester iplik 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle dokunan iki katlı panama kumaşta görülmüştür.



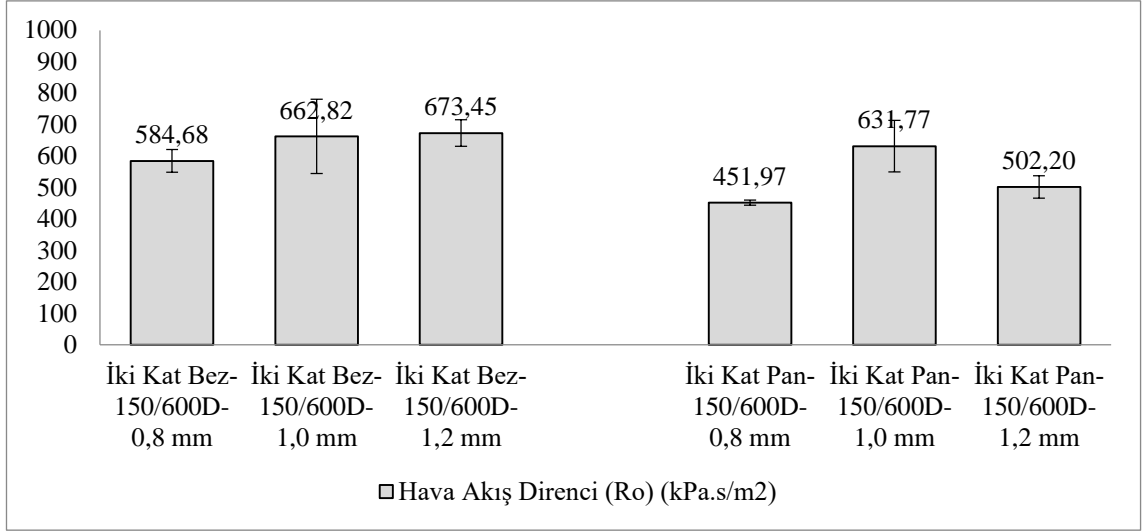
**Şekil 4.94.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri



**Şekil 4.95.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament kanal kesitli polyester şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri



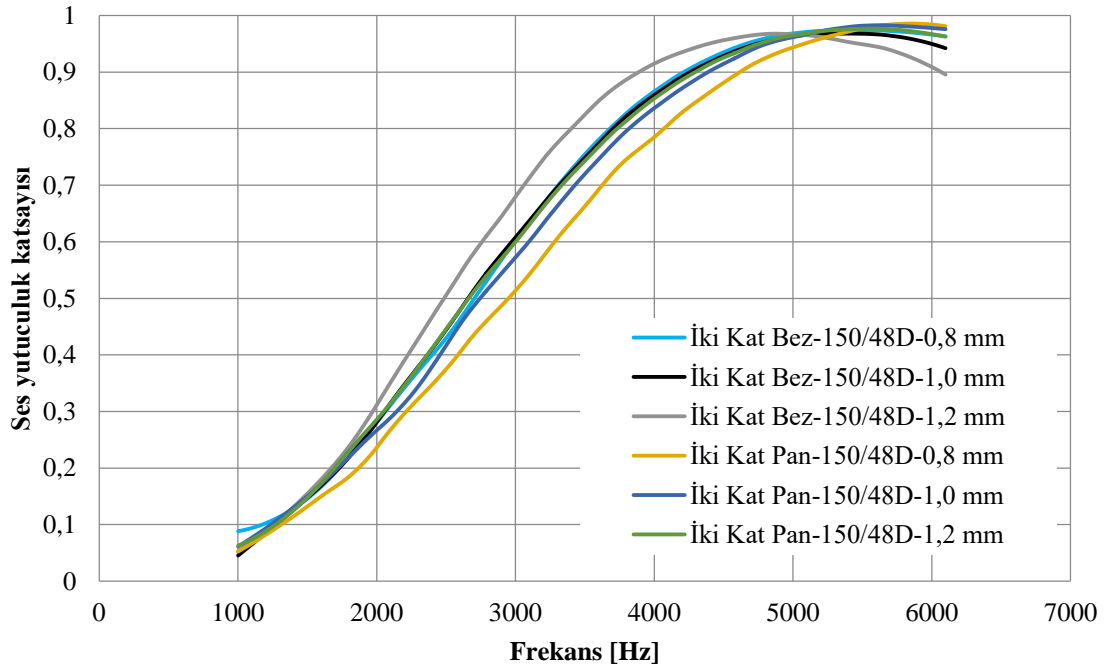
**Şekil 4.96.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli polyester/poliamid 6 şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri



**Şekil 4.97.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament dairesel kesitli polyester şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri

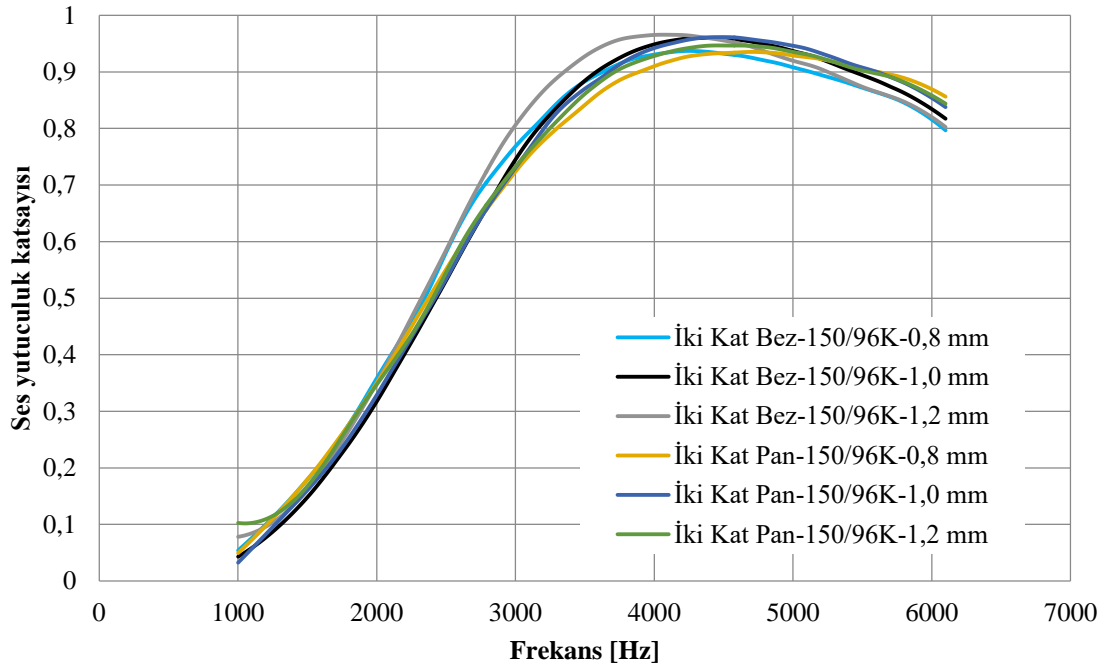
Farklı hav uzunluğuna sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk katsayısı sonuçları Şekil 4.98-4.101'te verilmiştir. İki katlı bezayağı ve panama kumaş yapısında hav uzunluğu arttıkça özellikle yüksek filamentli şönil ipliklerle dokunan kumaşlarda yüksek ses yutum özelliklerinin daha düşük frekans bölgesine kaydığı görülmüştür, yani daha düşük frekanslarda yüksek ses yutum özellikleri elde edilmiştir. Sebebi ise özellikle yüksek filamentte sahip kumaşlarda hav uzunluğunun artışı ile daha fazla lif olması sebebiyle sürtünme yüzeyi artar, dolayısıyla ses dalgası lif etkileşimi arasındaki artan sürtünmeden dolayı ses emilimi gerçekleşir. Hav uzunluğu arttıkça ses yutum özelliklerinin iyileştiği görülse de iki katlı kumaşlarda kumaş ağırlığı daha etkili bir parametre olarak kendini gösterir ve hav uzunluğunun etkisini görmeye zorlaştırır. Kumaş ağırlığı fazla olan iki katlı kumaşlar daha yoğun/kompakt yapıdadır ve kumaş ses dalgasıyla etkileşime girdiğinde kumaş rezonans tip davranış gösterir. Rezonans tip ses yutucu malzemeler, dar bir frekans aralığında karakteristik bir ses yutum katsayısı zirvesi ile nispeten daha düşük frekanslarda daha yüksek ses yutum özelliği gösterir (Cox & D'Antonio, 2005). Rezonans tipi ses yutucu malzemeler, malzemenin titreşimi ile akustik enerjiyi dağıtma prensibi ile çalışır (Nayak & Padhye, 2016). Bu rezonans tip ses yutum mekanizması, iki katlı şönil dokuma kumaşların düşük frekanslarda ses yutum özelliklerinden kısmen sorumlu olduğunu gösterir ve iki katlı şönil dokuma

kumaşın kompakt yapısından dolayı kumaş titreşimiyle ses emilimi meydana gelir. İki katlı bezayağı kumaşın daha fazla bağlantı noktası içermesi sebebiyle ses yutuculuk özellikleri düşük frekans bölgesinde panama kumaşa göre daha iyi çıkmıştır. İki katlı panama kumaş ise iki katlı bezayağı kumaşa göre yüksek frekanslarda daha yüksek ses yutum katsayısı göstermiştir. Sebebi ise panama örgüdeki daha uzun dokuma yüzmeleri sayesinde oluşan daha az sayıda bağlantı sayesinde panama örgü yapısının arasındaki boşluklar hava akışına karşı daha düşük direnç göstermektedir. İki katlı panama kumaşın daha gözenekli yapısı, lifli ve gözenekli malzemelerin tipik bir ses yutum davranışı olan yüksek frekanslarda daha iyi ses yutum performansı sağlar. Orta ve düşük frekanslarda en iyi ses yutuculuk değerleri, 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli polyester/poliamid 6 içerikli 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle elde edilen iki katlı bezayağı kumaşta elde edilmiştir. Yüksek frekansta ise 150 denye 48 filamentli dairesel kesitli polyester 0,8 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle elde edilen iki katlı panama kumaşta görülmüştür.

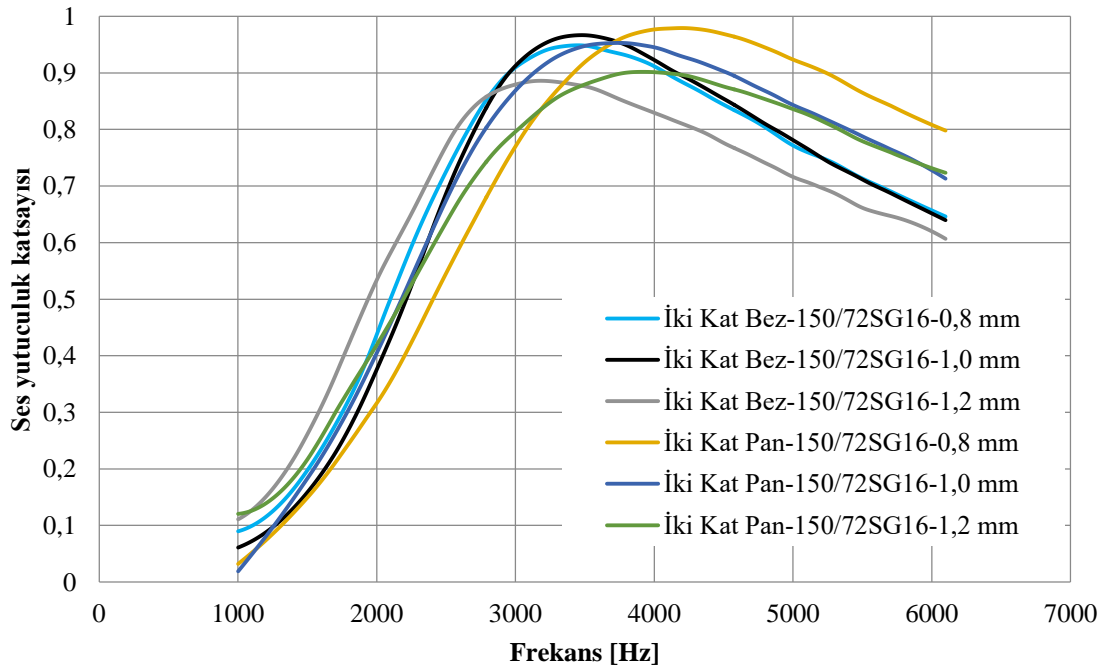


**Şekil 4.98.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 48 filament polyester dairesel kesit şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

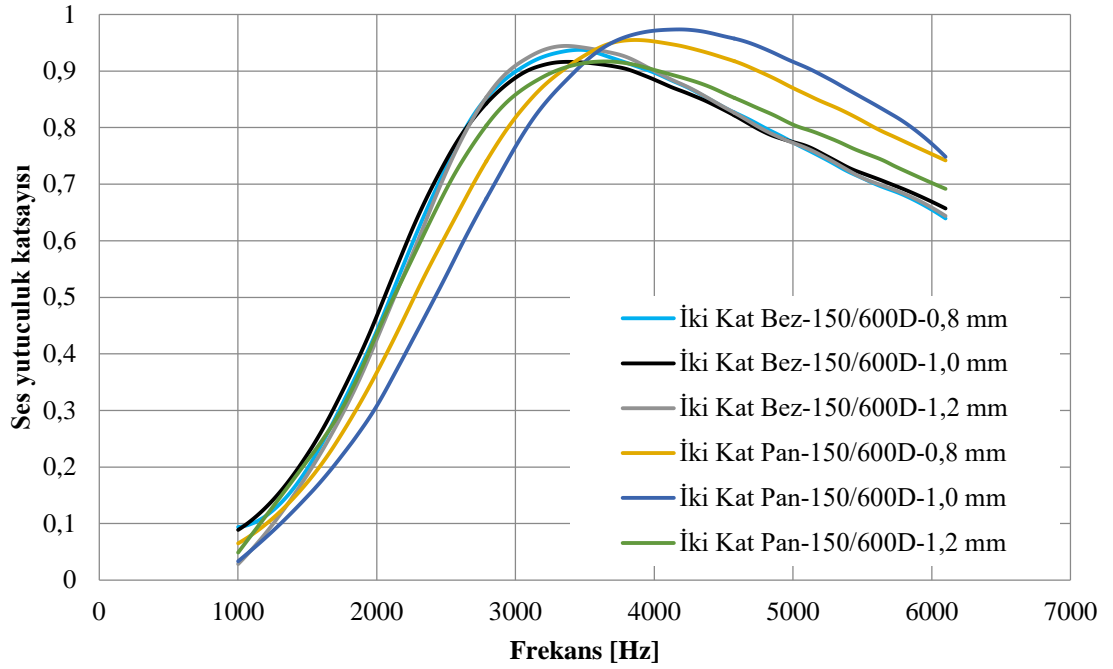




**Şekil 4.99.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 96 filament polyester kanal kesit şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



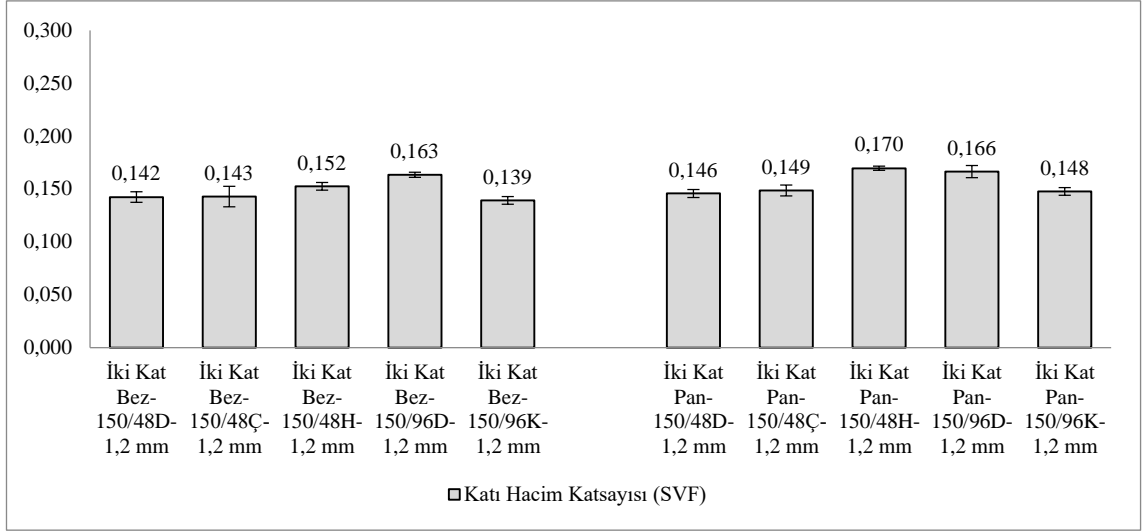
**Şekil 4.100.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 72 filament PET/PA6 dilimli pasta kesitli bikomponent şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



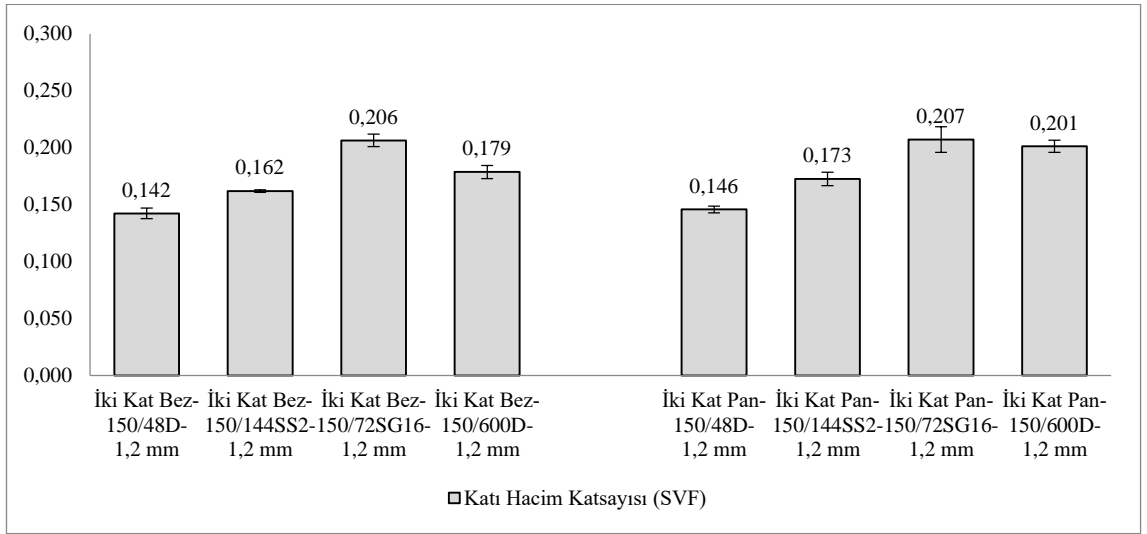
**Şekil 4.101.** Farklı hav uzunluğuna sahip 150 denye 600 filament polyester dairesel kesitli şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

#### 4.2.7. Lif kesit şeklinin iki katlı kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi

Şekil 4.102-4.103'te verilen farklı lif kesitine (dairesele, çokgen, kanal, içi boş/hallow) sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) sonuçlarına göre 1,2 mm hav uzunluğu ve 48 filamentli şönil iplikler kendi içinde değerlendirildiğinde en yüksek katı hacim oranı içi boş/hallow kesitte görülürken bunu çokgen kesit ve dairesele kesit takip eder. 1,2 mm hav uzunluğunda 96 filamentli şönil ipliklerle elde edilen kumaşlar kendi içinde değerlendirildiğinde ise iki katlı bezayağı ve panama kumaşlarda kanal kesit dairesele kesite göre daha düşük katı hacim katsayısı değeri vermiştir. Bikomponent kesitler birbiriyle karşılaştırıldığında en yüksek katı hacim katsayısını (0,203) bikomponent 16 dilimli pasta kesit göstermiştir. Genel olarak iki katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içermesi sebebiyle iki katlı panama kumaşlara göre daha yüksek katı hacim katsayısına sahiptir.



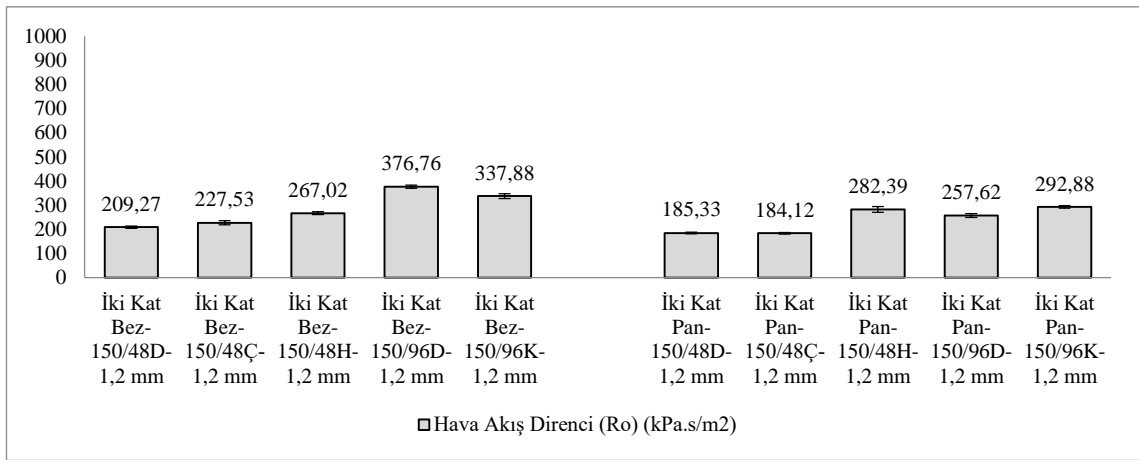
**Şekil 4.102.** Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal ve içi boş/hallow) sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değeri



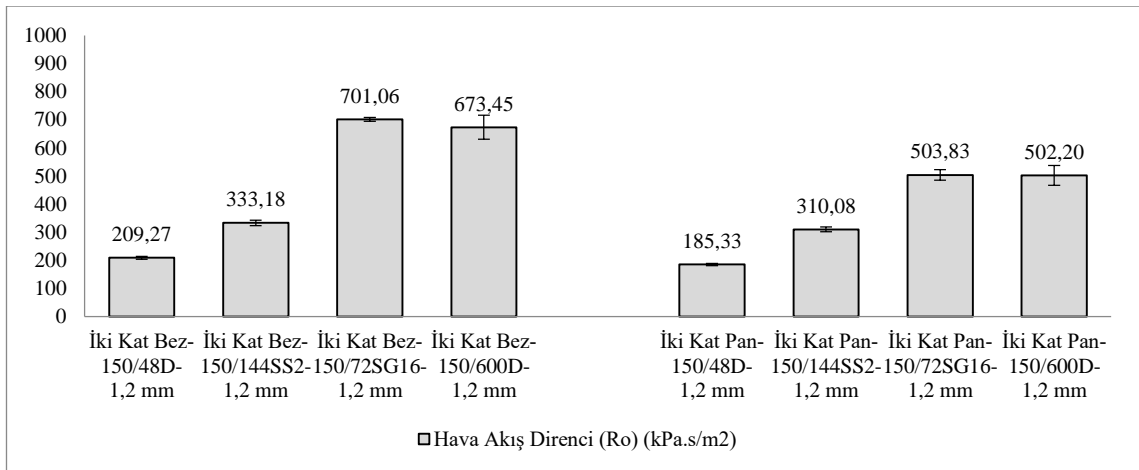
**Şekil 4.103.** Farklı lif kesit şekline sahip (dairesel, bikomponent dilimli pasta kesit, bikomponent yan yana kesit) iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değeri

Şekil 4.104-4.105'te verilen farklı lif kesitine (dairesel, çokgen, kanal, içi boş/hallow) sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci sonuçlarına göre 1,2 mm hav uzunluğu ve 48 filamentli şönil iplikler kendi içinde değerlendirildiğinde en büyük hava akış direnci içi boş/hallow kesitte görülürken bunu çokgen kesit ve dairesel

kesit takip eder. 1,2 mm hav uzunluğunda 96 filamentli şönil ipliklerle elde edilen kumaşlar kendi içinde değerlendirildiğinde ise iki katlı bezayağı ve panama kumaşlarda kanal kesit dairesel kesite göre daha düşük hava akış direnci değeri verirken içi boş kesite göre daha büyük hava akış direnci değeri göstermiştir. Bikomponent kesitler birbiriyle karşılaştırıldığında en yüksek hava akış direncini (701,06 kPa.s/m<sup>2</sup>) bikomponent 16 dilimli pasta kesit göstermiştir. Genel olarak iki katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içermesi sebebiyle iki katlı panama kumaşlara göre daha yüksek hava akış direnci değerine sahiptir.

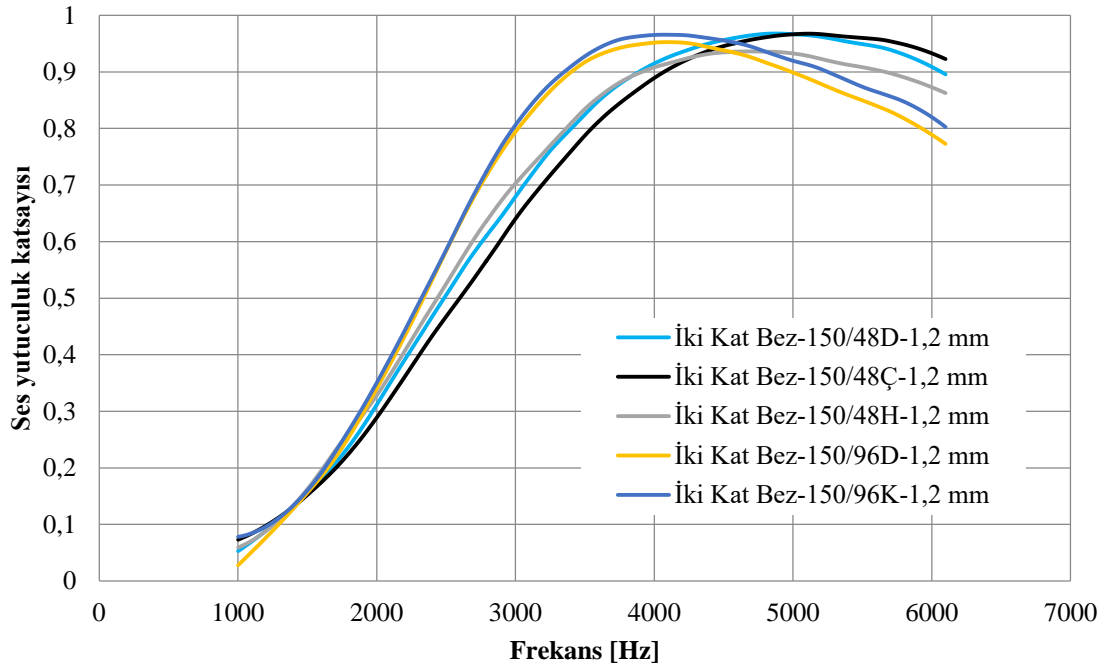


**Şekil 4.104.** Farklı lif kesit şekline (dairesele, çokgen, kanal ve içi boş/hallow) sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (R<sub>o</sub>) değeri

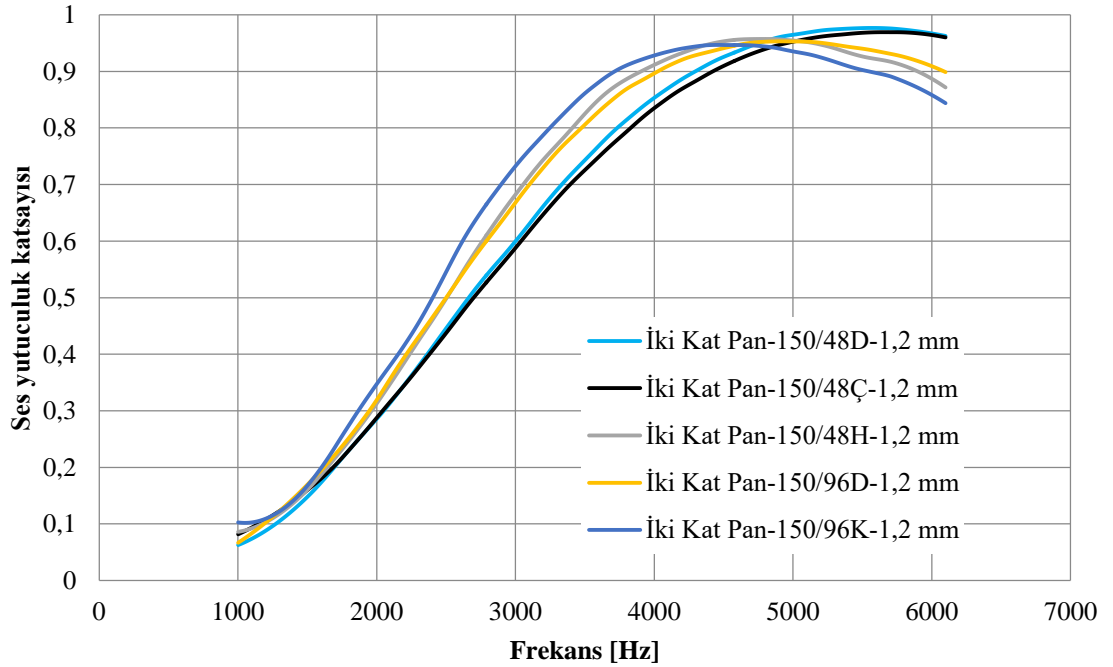


**Şekil 4.105.** Farklı lif kesit şekline sahip (dairesele, bikomponent dilimli pasta kesit, bikomponent yan yana kesit) iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci (R<sub>o</sub>) değeri

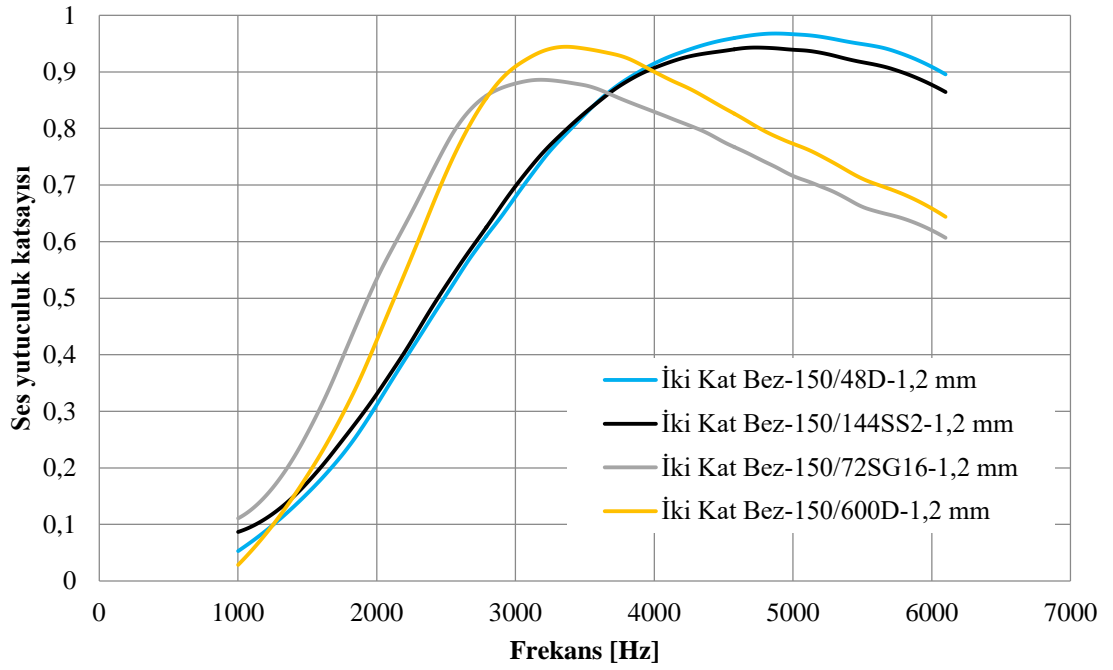
Şekil 4.106-4.109’da verilen farklı lif kesitine (dairesel, çokgen, kanal, içi boş/hallow) sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutum katsayısı sonuçlarına göre 1,2 mm hav uzunluğu ve 48 filamentli iplikler kendi içinde değerlendirildiğinde iki katlı bezayağı kumaşta düşük frekans bölgede içi boş kesit daha iyi ses yutum davranışı gösterirken yüksek frekans bölgede çokgen kesit ve dairesel kesit daha iyi ses yutum davranışı sergilemiştir. İki katlı panama kumaşta ise en iyi ses yutuculuk katsayısı sırasıyla içi boş kesit, çokgen kesit ve dairesel kesit olarak elde edilmiştir. 1,2 mm hav uzunluğunda 96 filamentli şönil ipliklerle elde edilen kumaşlar kendi içinde değerlendirildiğinde ise iki katlı bezayağı kumaşlarda kanal kesit dairesel kesite göre düşük frekans bölgelerinde dairesel kesitle benzer davranış gösterirken yüksek frekanslı bölgede daha iyi ses yutum davranışı göstermiştir. Bu da kesit şeklinin değişimiyle birlikte toplam lif yüzey alanı artması (kanal kesit, içi boş kesit, çokgen kesit lif yüzey alanı dairesel kesite göre daha fazladır), hava parçacıkları ile lif arasında daha fazla sürtünmenin gerçekleşmesi, dolayısıyla ses emiliminin artması ile açıklanabilir. Bikomponent kesitler birbirleriyle karşılaştırıldığında bikomponent yan yana kesit dairesel kesit ile benzer ses yutum davranışı gösterirken, bikomponent 16 dilimli pasta kesit düşük ve orta frekans bölgede daha yüksek ses yutuculuk katsayısı sergilerken yüksek frekans bölgede daha düşük ses yutum katsayısı sergilemiştir. Dilimli pasta kesit ile birlikte şönil iplik üzerindeki filament sayısı yüksek (72\*16) olduğu için artan ağırlıkla birlikte kumaş yapısında gözenekler daha kapalı olduğu için hava parçacıklarının kumaş yapısına girmesinin zorlaşması ve rezonans tip ses yutuculuğun daha baskın bir şekilde kendini göstermesi ile açıklanabilir. Rezonans tip ses yutuculukta hava parçacıkları kumaş gözeneklerinin kapalı olması sebebiyle içeri giremez, tüm kumaş yapısıyla etkileşime girer ve enerji harcaması kumaşın titreşimi sebebiyle gerçekleşir ve sonuç olarak sistemin ağırlığının artmasıyla ses yutum davranışı yüksek frekans bölgeden daha düşük frekans bölgeye doğru kayar. Genel olarak iki katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içermesi sebebiyle iki katlı panama kumaşlara göre özellikle düşük ve orta frekans değerlerinde daha iyi ses yutum davranışı göstermiştir. Sonuç olarak kumaşların mekân tekstiline yönelik kullanılacağı düşünüldüğünde uygun şönil iplik, hav uzunluğu ve örgü seçimi ile istenen frekans bölgesine göre iyi ses yutuculuk davranışı sergileyen kumaş tasarımı yapmak mümkündür.



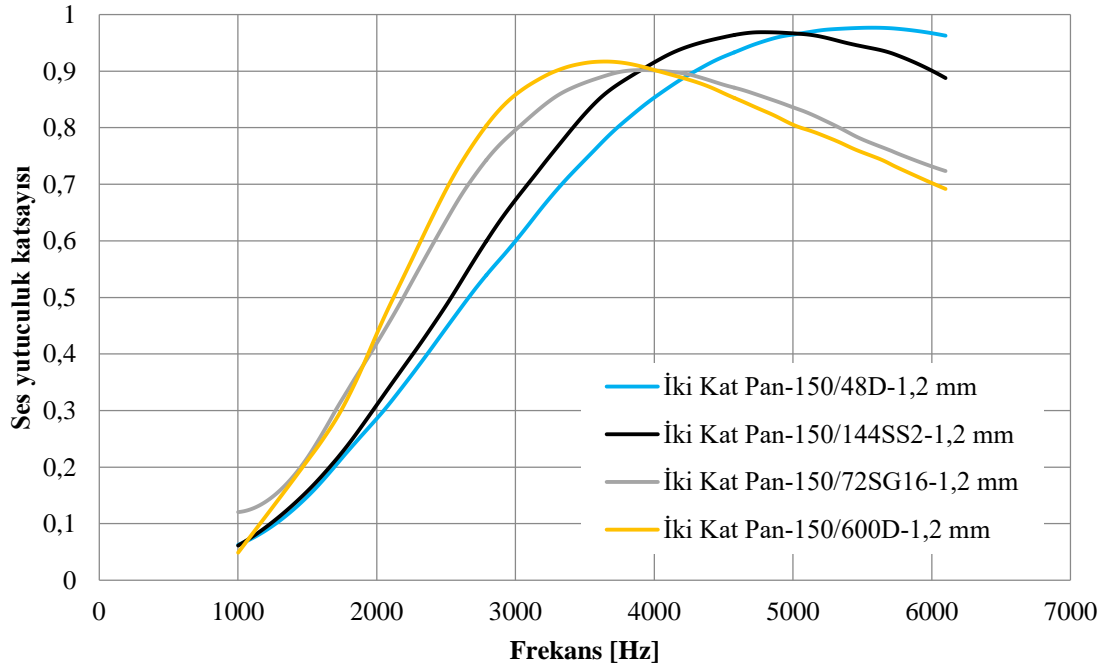
**Şekil 4.106.** Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal ve içi boş/hallow) sahip iki katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



**Şekil 4.107.** Farklı lif kesit şekline (dairesel, çokgen, kanal ve içi boş/hallow) sahip iki katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



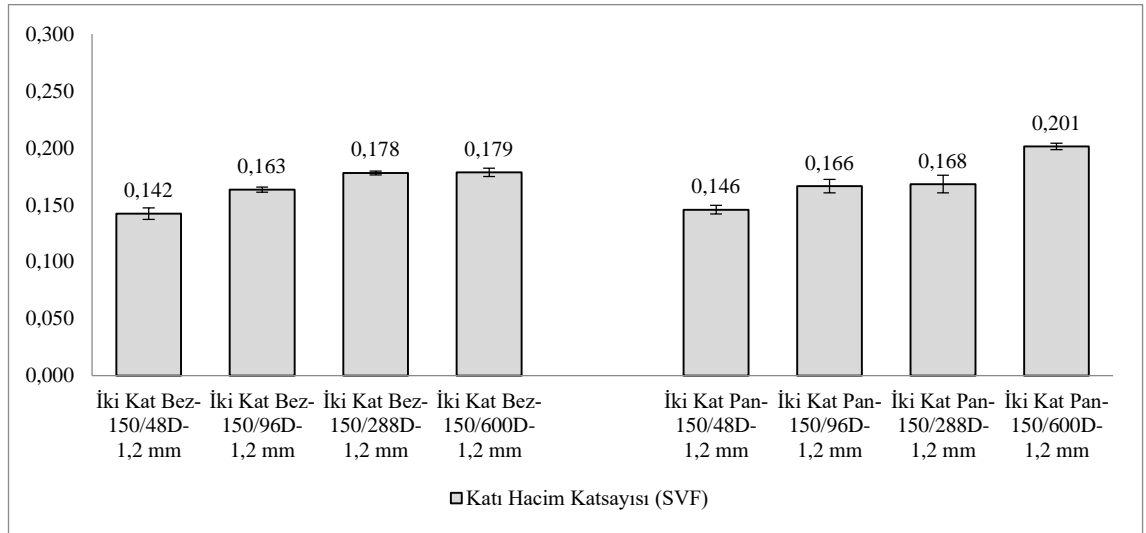
**Şekil 4.108.** Farklı lif kesit şekline sahip (dairesel, bikomponent dilimli pasta kesit, bikomponent yan yana kesit) iki katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



**Şekil 4.109.** Farklı lif kesit şekline sahip (dairesel, bikomponent dilimli pasta kesit, bikomponent yan yana kesit) iki katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

#### 4.2.8. Filament sayısının iki katlı kumaşların ses yutum performansı üzerine etkisi

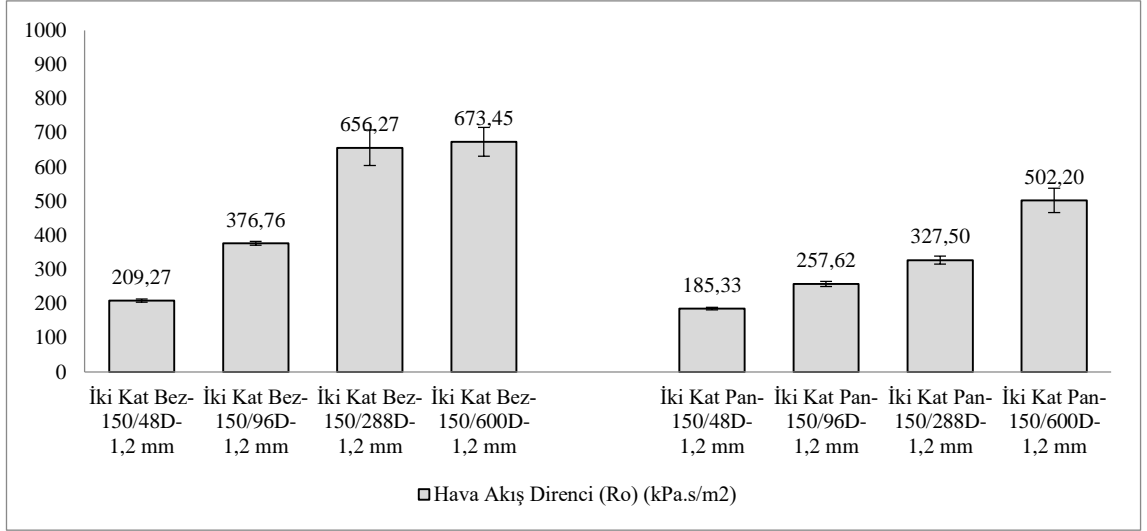
Şekil 4.110’da verilen farklı filament sayısına (48, 96, 288 ve 600 filament) sahip 1,2 mm hav uzunluğunda şönil ipliklerle dokunmuş iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değerlerine göre genel olarak filament sayısı arttıkça katı hacim katsayısının arttığı görülmüştür. Bu da filament sayısının artışı ile birim hacimde daha fazla katı elyaf olması ile açıklanabilir. İki katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içermesi sebebiyle iki katlı panama kumaşlara göre daha fazla katı hacim katsayısına sahiptir.



**Şekil 4.110.** Farklı filament sayısına sahip (48, 96, 288, 600 filament) iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) değeri

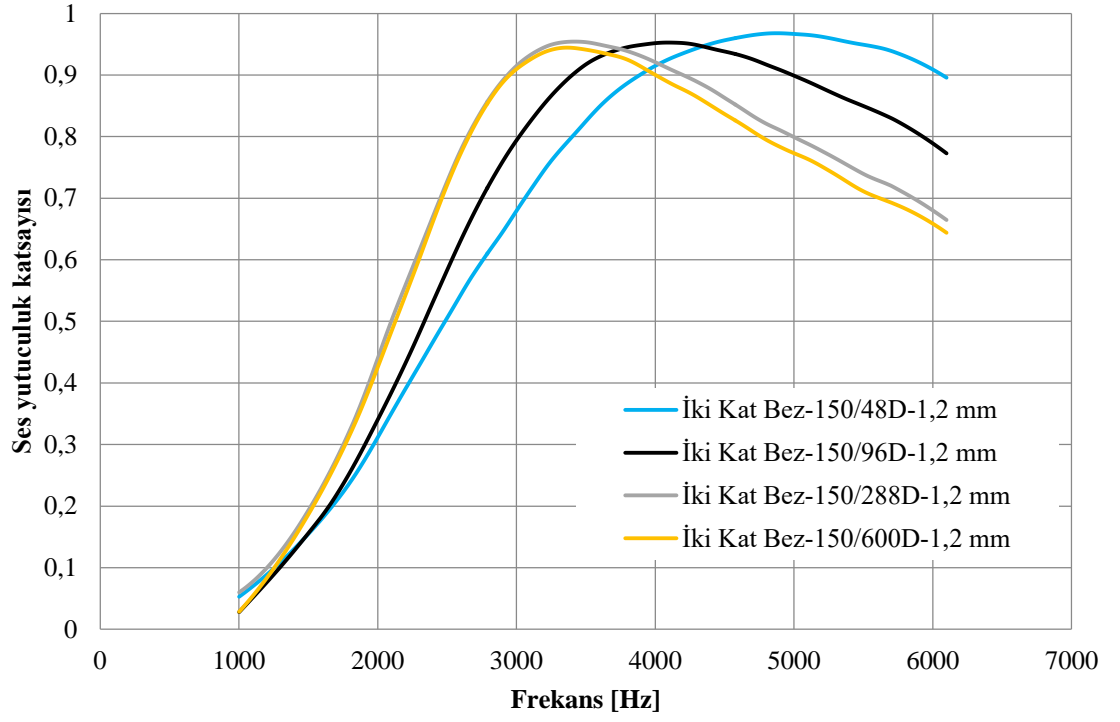
Şekil 4.111’de verilen hava akış direnci sonuçlarına göre, şönil iplik filament sayısı arttıkça iki katlı bezayağı ve panama kumaşlarda hava akış direncinin arttığı görülmüştür. Bu durum daha yüksek filament sayısına sahip kumaşların hava geçişine daha fazla direnç göstermesiyle açıklanabilir, çünkü bu kumaşlar birim hacim başına daha fazla katı elyafa sahiptir. En yüksek hava akış direnci ( $673,45 \text{ kPa.s/m}^2$ ) 150 denye 600 filament dairesel kesit hav ipliğine sahip şönil iplikle dokunan iki katlı bezayağı kumaşta görülürken en düşük hava akış direnci ise ( $185,33 \text{ kPa.s/m}^2$ ) 150 denye 48 filament dairesel kesite sahip polyester iplik 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle dokunan iki katlı panama kumaşta görülmüştür.



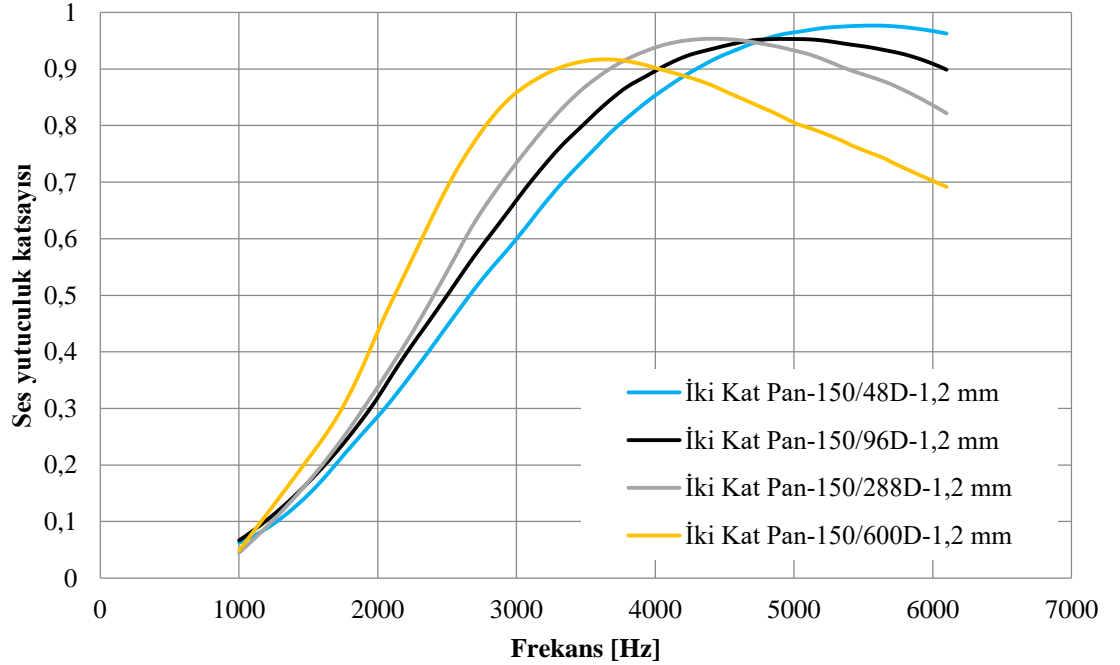


**Şekil 4.111.** Farklı filament sayısına sahip (48, 96, 288, 600 filament) iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci ( $R_o$ ) değeri

Şekil 4.112-4.113'te verilen farklı filament sayısına (48, 96, 288, 600 filament) sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutum katsayısı sonuçlarına göre 1,2 mm hav uzunluğu kendi içinde değerlendirildiğinde iki katlı bezayağı ve panama kumaşlarda filament sayısının artması ile yüksek frekans bölgedeki yüksek ses yutum katsayısı değeri daha düşük frekans bölgelerine kaymıştır. Rezonans tip ses yutum davranışı sebebiyle düşük ve orta frekans bölgede ses yutum katsayısında artış mevcutken, yüksek frekans bölgede bir düşüş eğilimi görülmüştür. Bu da birim hacimde filament sayısının artmasıyla birlikte toplam lif yüzey alanı artması, hava parçacıkları ile lif arasında daha fazla sürtünmenin gerçekleşmesi, dolayısıyla sürtünme kayıpları sayesinde ses emiliminin artmasına sebep olur. Bu sebepler, 600 filamente sahip dokuma kumaşın ses yutuculuk katsayısının daha yüksek olmasını açıklamaktadır. Genel olarak iki katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içerdiği (hava akışına daha fazla direnç gösterir) için iki katlı panama kumaşlara göre daha iyi ses yutum davranışı göstermiştir.



**Şekil 4.112.** Farklı filament sayısına sahip (48, 96, 288, 600 filament) iki katlı bezayağı kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması



**Şekil 4.113.** Farklı filament sayısına sahip (48, 96, 288, 600 filament) iki katlı panama kumaşların ses yutuculuk özelliklerinin karşılaştırılması

## 5. SONUÇ

### 5.1. Şardon Kumaş Sonuçları

Çalışmanın ilk bölümünde farklı yapı parametrelerine sahip dokuma kumaşlar üretilmiş ve farklı seviyelerde şardonlama etkisi elde etmek için şardonlama ünitesinden 1 ile 3 kez geçirilmiştir. İlk şardonlama işleminden sonra kumaşların yüzey dokusu hızla değişmiştir. Şardonlama işlemi kalınlığı arttırmış ve kumaşlara hacim kazandırmıştır. Kumaş yapısındaki lif hacminin oranı ve kumaşların hava akış direnci, iki şardonlama geçişine kadar önemli ölçüde azalmıştır. Kalınlık, katı hacim katsayısı ve hava akış direnci sonuçları birlikte, iki geçişin üzerinde şardonlama, kumaşların hacimli özelliğini hiç değiştirmedigi görülmüştür. Şardonlama sayısını arttırmak, yüksek frekanslarda daha yüksek ses emilimine neden olmuştur. Bu etki iki geçişli şardonlamada net bir şekilde görülmüştür. Üçüncü geçişin, kumaşların ses emme sonuçları üzerindeki etkisi, iki ve üç geçişli kumaşların benzer hacim karakteristiğinden dolayı sınırlı kalmıştır. Daha düşük katı hacimli parçalara ve hava akış direncine sahip olan şardonlanmış kumaşlar, yüksek frekanslarda ses emme performansının daha iyi olduğu, lifli malzeme ses yutum karakteristik eğrileri gösterdiği görülmüştür. Kumaşların etkili ses yutum aralığı, şardonlama işlemi ile düşük frekanstan yüksek frekans bölgesine değiştirilebilir.

Farklı şardonlama geçişlerine sahip kumaşların kopma mukavemeti sonuçlarına göre genel olarak, tüm kumaş tipleri için çözü ve atkı yönünde şardon geçiş sayısı arttıkça mekanik etki sebebiyle kopma mukavemetinde düşüş gerçekleşmiştir. Kopma uzaması sonuçlarına bakıldığında ise tüm kumaş tipleri için çözü yönünde şardon geçiş sayısı arttıkça kopma uzamasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Atkı yönü kopma uzaması değerleri ise ilk geçişten sonra tüm kumaş tipleri için azalma gerçekleşmiştir. Üçüncü geçiş ile ikinci geçiş benzer sonuçlar göstermiştir.

Şardonlanmış kumaşlar, konferans salonları, tiyatrolar ve idari binalar gibi kapalı alanların daha yüksek frekanslı ses emilimi açısından konfor artırma potansiyeline sahiptir.

## 5.2. Şönil Kumaş Sonuçları

Çalışmanın ikinci bölümünde, ses dalgalarının kumaş yapısı içerisinde yer alan kompakt yapıdaki liflerle daha fazla etkileşime girebilmesi amacıyla şönil iplik teknolojisi kullanılarak liflerin serbest hale gelmesi için yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Bu amaçla katlı dokuma kumaş tasarımında farklı yapısal özelliklerde şönil iplikler atkı olarak kullanılmıştır. Kumaş tasarımında kullanılmak üzere üretimde kolaylıkla üretilebilmesi, kumaş tasarımı ve çözgüye uygunluğu sebebiyle şönil iplik kalınlığı 6 Nm olarak seçilmiştir. Ardından tek katlı, iki katlı ve üç katlı dokuma kumaş yapılarının en uygun atkı sıklığı belirlenmiştir. Belirlenen şönil iplik kalınlığı ve atkı sıklıkları ile farklı filament sayısı (48, 96, 288, 600), farklı lif kesiti (dairesel, çokgen, kanal, içi boş, bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip 150 denye kalınlığında hav iplikleri kullanılarak farklı hav uzunluğunda (0,8 mm, 1,0 mm, 1,2 mm) şönil iplikler kullanılarak kumaşların ses yutum davranışlarını geliştirmeye yönelik bezayağı ve panama örgüde tek katlı, iki katlı ve üç katlı dokuma kumaşlar geliştirilmiştir.

6 Nm şönil ipliğin atkıda kullanımı ile farklı atkı sıklıkları ile üretilen tek katlı, iki katlı ve üç katlı dokuma kumaşlarda, atkı sıklığının artmasıyla birlikte kumaş ağırlığı artar. Öte yandan, bezayağı örgüye sahip tek katlı ve iki katlı kumaşlarda atkı sıklığı arttıkça kumaş kalınlığı azalır. Kumaş yapısı içinde iki katlı bezayağı örgüdeki çözgü ve atkı iplik kesişimlerinin fazla olması sebebiyle atkı sıklığının artışıyla birlikte hacimli şönil atkı ipliğinin sıkışması ile hacmini kaybettiği düşünülmektedir. Panama örgüye sahip tek katlı ve iki katlı kumaş yapısında atkı sıklığı arttıkça kalınlık artmıştır. Bu da panama örgüdeki çözgü atkı kesişim noktalarının daha az olması sebebiyle şönil ipliklerin kumaş içinde hacmini korumasıyla açıklanabilir. Sıklık arttıkça hacimli şönil iplikler birbirine yakınlaşmaktadır. Bezayağı örgüye sahip üç katlı kumaş yapısında atkı sıklığı arttıkça atkı iplikleri arasındaki uzaklık azaldığı ve atkı iplikleri birbirine daha çok yaklaştığı için ağırlık ve kalınlık değerlerinde artış görülmüştür. Katı hacim katsayısı ve hava akış direnci sonuçlarına göre, genel olarak atkı sıklığı arttıkça katı hacim katsayısı ve hava akış direnci artmıştır. Bu durum daha yüksek katı hacim katsayısına sahip kumaşların hava geçişine daha fazla direnç göstermesiyle açıklanabilir. Bezayağı örgüye sahip kumaşların hava akış direnci panama örgüye sahip

kumaşlara göre daha fazladır çünkü bezayağı kumaş yapısı gereği daha fazla bağlantı noktasına sahiptir. Bağlantı noktasının fazla olması havanın geçişine direnç oluşturmaktadır.

Tek katlı bezayağı ve panama kumaş yapısında atkı sıklığı arttıkça bütün frekans bölgelerinde daha iyi ses yutum katsayısı değeri elde edilmiştir ve frekans arttıkça ses yutum katsayısı da artmıştır. Bezayağı kumaşın daha yüksek katı hacim katsayısı ve hava akış direnci sebebiyle ses yutuculuk özellikleri panama kumaşa göre daha iyi çıkmıştır. En iyi ses yutuculuk değerleri, tek katlı bezayağı kumaş için 8,66 a/cm atkı sıklığı iken tek katlı panama kumaş için 10 a/cm atkı sıklığında elde edilmiştir. Tek katlı kumaşlar için en uygun atkı sıklığı 8,66 a/cm olarak seçilmiştir.

İki katlı bezayağı ve panama kumaş yapısında atkı sıklığı arttıkça yüksek ses yutum özelliklerinin düşük frekans bölgesine kaydığı görülmüştür, yani düşük frekanslarda daha yüksek ses yutum özellikleri elde edilirken yüksek frekans bölgede ses yutum katsayısında düşüş eğilimi mevcuttur. Sebebi ise atkı sıklığının artışı ile birim hacimde bulunan lif miktarı artar, dolayısıyla birim hacimde gözeneklilik oranı azalırken katı hacim katsayısı artar, hava geçişine daha fazla direnç oluşur. Bu rezonans tip ses yutum mekanizması, düşük frekanslarda ses yutum özelliklerinden kısmen sorumlu olduğunu gösterir. Bu tip bir absorpsiyonda kumaşın kompakt yapısından dolayı kumaş titreşimiyle ses emilimi meydana gelir. İki katlı bezayağı kumaşın daha yüksek katı hacim katsayısı ve hava akış direnci sebebiyle ses yutuculuk özellikleri düşük frekans bölgesinde panama kumaşa göre daha iyi çıkmıştır. İki katlı panama kumaş ise iki katlı bezayağı kumaşa göre yüksek frekanslarda daha yüksek ses yutum katsayısı göstermiştir. Sebebi ise panama örgüdeki daha uzun dokuma yüzmeleri sayesinde oluşan daha az sayıda bağlantı sayesinde panama örgü yapısının arasındaki boşluklar hava akışına karşı daha düşük direnç göstermektedir. İki katlı panama kumaşın daha gözenekli yapısı, lifli ve gözenekli malzemelerin tipik bir ses yutum davranışı olan yüksek frekanslarda daha iyi ses yutum performansı sağlar. Düşük frekanslarda en iyi ses yutuculuk değerleri, iki katlı bezayağı ve panama kumaş için 26 a/cm atkı sıklığında elde edilmiştir. Yüksek frekanslarda en iyi ses yutuculuk değerleri, iki katlı bezayağı kumaş için 18 a/cm atkı sıklığı, iki katlı panama kumaş için 22 a/cm atkı sıklığında elde edilmiştir. Kumaşların mekân tekstiline yönelik olarak kullanımı, kumaş üretim

parametreleri ve verilerin birbiriyle karşılaştırılması düşünüldüğünde iki katlı kumaş için 22 atk/cm atkı sıklığı seçilmiştir.

Üç katlı bezayağı kumaş yapısında atkı sıklığı arttıkça yüksek ses yutum özelliklerinin düşük frekans bölgesine kaydığı görülmüştür, yani düşük frekanslarda daha yüksek ses yutuculuk katsayısı elde edilirken yüksek frekanslarda ses yutuculuk katsayısında düşüş eğilimi görülmüştür. Sebebi ise atkı sıklığının artışı ile birim hacimde bulunan lif miktarı artar, dolayısıyla birim hacimde gözeneklilik oranı azalırken katı hacim katsayısı artmış olur ve böylece hava geçişine daha fazla direnç oluşur. Bu tip bir davranış kumaşın rezonans tip ses yutum mekanizması ile açıklanır, rezonans tip ses yutum davranışı düşük frekanslarda ses yutum özelliklerinden kısmen sorumlu olduğunu gösterir. Bu tip bir absorpsiyonda kumaşın kompakt yapısından dolayı kumaş titreşimiyle ses emilimi meydana gelir. Üç katlı bezayağı kumaş için düşük frekanslarda en iyi ses yutuculuk değerleri 28 a/cm atkı sıklığında elde edilirken yüksek frekanslarda en iyi ses yutuculuk değerleri 18 a/cm atkı sıklığında elde edilmiştir.

Kumaş kat sayısı arttıkça kumaş ağırlığında bir artış görülmüştür. Atkı sıklığı ve kumaş kat sayısının artması ile atkı iplikleri arası mesafenin azalması ve dolayısıyla birim hacim başına daha fazla lif bulunması sebebiyle kumaş ağırlığının artması beklenen bir durumdur. Öte yandan kumaş kalınlık değerlerinde tek katlı ve iki katlı kumaşlar karşılaştırıldığında kat sayısı arttıkça kalınlık değerinin azaldığı üç katlı kumaşta ise arttığı görülmüştür. İki katlı kumaşta kumaş yapısı içinde bulunan hacimli şönil ipliğin, artan atkı sıklığı ve kat sayısı ile birlikte birbirine yaklaşarak sıkıştığı için hacmini kaybettiği düşünülmektedir, bu sebeple kat sayısı arttıkça kalınlık değerinin azaldığı söylenebilir. Üç katlı kumaşta ise en uygun atkı sıklığı ile kumaşa dahil edilen şönil iplik hacmini koruması ve kat sayısındaki artış sebebiyle kalınlığın arttığı düşünülmektedir. Kumaş kat sayısı arttıkça katı hacim katsayısı ve hava akış direnci artmıştır. Bu durum daha yüksek katı hacim katsayısına sahip kumaşların hava geçişine daha fazla direnç göstermesiyle açıklanabilir, çünkü bu kumaşlar daha az gözenekli ve birim hacim başına daha fazla katı elyafa sahiptir. Kumaş kat sayısı arttıkça en yüksek ses yutum katsayısı değerlerinin orta ve düşük frekans bölgesine kaydığı görülmüştür. Sebebi ise, her kat sayısında artan ağırlık (kütle) ile birlikte rezonans tip ses yutuculuğun daha baskın bir şekilde kendini göstermesidir. İki ve üç katlı kumaşların

orta ve düşük frekanslarda daha fazla ses emilimi tek katlı kumaşa göre üstünlüğüdür. Kat sayısı arttıkça katı hacim katsayısı değerleri artış gösterdiği için malzeme rezonans tip davranış göstererek orta ve düşük frekans değerlerinde daha iyi ses yutum sonuçları elde edilmektedir. Rezonans tip ses yutuculukta enerji harcanması kumaşın titreşimi sebebiyle gerçekleşir ve sistemin ağırlığının artmasıyla ses yutum davranışı yüksek frekanstan orta ve düşük frekanslara doğru kayar. Sonuç olarak tek kat, iki kat ve üç katlı kumaş yapıları dikkate alındığında ve kumaşların mekân tekstillerine yönelik kullanılacağı ve kumaş üretim parametreleri de düşünüldüğünde uygun iplik, sıklık ve örgü seçimiyle yüksek frekanslarda yüksek ses yutuculuk istendiğinde tek ve iki katlı kumaş yapıları, düşük ve orta frekanslarda yüksek ses yutuculuk istendiğinde iki ve üç katlı kumaş yapıları seçilebilir.

Tek katlı ve iki katlı kumaş yapısı için ses yutum özelliklerini geliştirmek amacıyla farklı filament sayısı (48, 96, 288, 600) ve farklı lif kesitine (dairesel, çokgen, kanal, içi boş, bikomponent 16 dilimli pasta, bikomponent yan yana kesit) sahip 150 denye kalınlığında hav iplikleri kullanılarak farklı hav uzunluğuna (0,8 mm, 1,0 mm, 1,2 mm) sahip şönil iplik üretilmiştir. Bu şönil iplikler atkıda kullanılarak bezayağı ve panama örgüde tek katlı ve iki katlı kumaşlar üretilmiştir. Tek katlı kumaşlarda, hav uzunluğunun artmasıyla birlikte genel olarak kumaş ağırlığı ve kumaş kalınlığında bir artış görülmüştür. Hav uzunluğu arttıkça katı hacim katsayısının azaldığı görülse de birbirine yakın değerler olduğu söylenebilir. Çünkü seçilen hav uzunlukları arasında çok küçük fark (0,2 mm) vardır. Hav uzunluğu arttıkça hava akış direnci değerlerinin birbirine çok yakın olduğu (seçilen hav uzunlukları arasında 0,2 mm'lik çok küçük bir fark olması sebebiyle) ve özellikle yüksek filamentli şönil ipliklerle üretilen tek katlı kumaşlarda bir miktar artış göze çarpmıştır. Bu durum yüksek filamentli daha uzun hav ipliklerine sahip kumaşların hava geçişine daha fazla direnç göstermesiyle açıklanabilir, çünkü bu kumaşlar birim hacim başına daha fazla katı elyafa sahiptir. En yüksek katı hacim katsayısı ve hava akış direnci (414,93 kPa.s/m<sup>2</sup>) 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesite sahip polyester/poliamid 6 hav ipliği ile 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle elde edilmiştir. Tek katlı bezayağı ve panama kumaş yapısında şönil iplik hav uzunluğu arttıkça nerdeyse bütün frekans bölgelerinde daha iyi ses yutum katsayısı değeri elde edilmiştir ve frekans arttıkça ses

yutum katsayısı da artmıştır. Sadece 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli lif içeren şönil iplik ve 150 denye 600 filament dairesel kesitli lif içeren şönil iplikle elde edilen tek katlı bezayağı kumaşlarda hav uzunluğu arttıkça düşük ve orta frekans bölgede ses yutum özelliklerinde daha belirgin bir artış görülmüştür. Bezayağı kumaş daha kapalı bir yapı (daha fazla iplik bağlantı noktası içerir) olduğu için ses yutuculuk özellikleri panama kumaşa göre daha iyi çıkmıştır. Bu sonuçları hava akış direnci ve katı hacim katsayısı sonuçları da doğrulamaktadır. En iyi ses yutuculuk değerleri, tek katlı bezayağı ve panama kumaş için 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli lif içeren 1,2 mm hav uzunluğundaki şönil iplik ile elde edilmiştir. Bu sebeple ses yutum özellikleri iyileştirilmiş tek katlı kumaşların ticarileşmesi aşamasında 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli lif içeren 1,2 mm hav uzunluğundaki şönil iplik tercih edilebilir. Bu ipliğe alternatif olarak kısmen daha az ses yutum özellikleri gösteren 150 denye 600 filament dairesel kesitli lif içeren 1,2 mm hav uzunluğundaki şönil iplik de seçilebilir.

1,2 mm hav uzunluğundaki farklı lif kesitine sahip tek katlı kumaşların ses yutum katsayısı sonuçlarına göre tek katlı bezayağı kumaşta dairesel 48 filamentli kesit ile çokgen kesit benzer ses yutum özelliği gösterirken, içi boş kesit tüm frekans bölgelerinde daha iyi ses yutum davranışı göstermiştir ve frekans arttıkça ses yutuculuk katsayısı artmıştır. 96 filamentli tek katlı bezayağı ve panama kumaşlarda kanal kesit dairesel kesite göre tüm frekans bölgelerinde daha iyi ses yutuculuk katsayısı değerleri göstermiştir ve frekans arttıkça ses yutuculuk katsayısı da artmıştır. Bu da kesit şeklinin değişimiyle birlikte toplam lif yüzey alanı artması (kanal kesit ve içi boş kesitin lif yüzey alanı dairesel kesite göre daha fazladır), hava parçacıkları ile lif arasında daha fazla sürtünmenin gerçekleşmesi, dolayısıyla ses emiliminin artması ile açıklanabilir. Öte yandan bikomponent kesitli lifler karşılaştırıldığında tek katlı bezayağı kumaşta bikomponent 16 dilimli pasta kesitli kumaş en iyi ses yutum özelliği göstermiştir. Ses yutum davranışından ve SEM görüntülerine göre dilimli pasta kesitli bikomponent şönil ipliğin kumaş haline geldikten sonra 16 dilimin birbirinden ayrılması ve toplam lif yüzey alanının artması ile açıklanabilir. Bikomponent yan yana kesitli kumaşın ses yutuculuk özelliği ise 288 filamentli dairesel kesitli kumaş ile karşılaştırıldığında daha düşük çıkmıştır. Bu da SEM görüntülerine göre yan yana kesitin birbirinden



ayrılmaması (PET-PTT polimer çiftinin birbirine çok iyi bağ yapması sebebiyle) ve 144 filamentli dairesel kesite benzer bir davranış sergilemesi ile açıklanabilir. Tek katlı panama örgü kumaşlarda da benzer davranış gözlemlenirken genel olarak tek katlı panama kumaşlar yapısındaki iplik yüzmeleri sebebiyle daha az bağlantı noktası içerdiği için tek katlı bezayağı kumaşlara göre daha düşük ses yutum katsayısı değerleri elde edilmiştir.

Tek katlı bezayağı ve panama kumaşlarda filament sayısının artması ile tüm frekans bölgelerinde daha iyi ses yutum katsayısı değerleri elde edilmiştir. Bu da birim hacimde filament sayısının artmasıyla birlikte toplam lif yüzey alanı artması, hava parçacıkları ile lif arasında daha fazla sürtünmenin gerçekleşmesi, dolayısıyla sürtünme kayıpları sayesinde ses emiliminin artmasına sebep olur. Bu sebepler, 600 filamente sahip dokuma kumaşın ses yutuculuk katsayısının daha yüksek olmasını açıklamaktadır. Genel olarak tek katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içerdiği (hava akışına daha fazla direnç gösterir) için tek katlı panama kumaşlara göre daha iyi ses yutum davranışı göstermiştir. Sadece 600 filamente sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı kumaşlar, düşük ve orta frekans bölgede ses yutum katsayısında daha belirgin bir artış görülmüştür.

İki katlı kumaş yapısı için hav uzunluğunun artmasıyla birlikte genel olarak kumaş ağırlığı birbirine çok yakın iken kumaş kalınlığında belirgin bir artış görülmüştür. Kumaş iki katlı olduğu için şönil iplik üzerindeki hav yüksekliğinin miktarı toplam ağırlık içinde çok küçük değişikliğe sebep olarak sonuçta kumaş ağırlığında belirgin bir farklılık görülmemiştir. Hav uzunluğu arttıkça kumaş kalınlığının artması ise hacimli şönil ipliklerin kumaş içerisinde örgü yapısına atkı olarak dâhil olduğunda çözgü ve atkı iplik kesişimlerine rağmen hacmini koruması ile açıklanabilir. İki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı değerlerine göre genel olarak hav uzunluğu arttıkça birbirine çok yakın katı hacim katsayısı değerleri (hav uzunlukları arasındaki 0,2 mm'lik küçük artışlar sebebiyle) elde edildiği ve hav uzunluğunun katı hacim katsayısı üzerinde çok büyük bir etkisi olmadığı görülmüştür. Farkın net bir şekilde görülmesi için hav uzunluğu daha yüksek şönil ipliklerin kullanılması önerilebilir. Hava akış direnci sonuçlarına göre, şönil iplik hav iplik tipine bağlı olarak hav uzunluğu arttıkça kısmen azalan ve artan hava akış direnci değerleri gözlemlenirken, özellikle

yüksek filamente sahip şönil ipliklerle üretilen iki katlı kumaşlarda hava akış direncinin arttığı görülmüştür. Bu durum daha uzun hav ipliklerine sahip kumaşların hava geçişine daha fazla direnç göstermesiyle açıklanabilir. Genel olarak iki katlı kumaş yapısında ağırlık tek katlı kumaşlara göre çok fazla olduğu için hav uzunluğunun etkisi tam olarak görülememiştir. İki katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içermesi sebebiyle iki katlı panama kumaşlara göre daha fazla katı hacim katsayısı ve hava akışı direncine sahiptir. En yüksek katı hacim katsayısı (0,214) ve en yüksek hava akış direnci (772,26 kPa.s/m<sup>2</sup>) 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesite sahip polyester/poliamid 6 hav ipliği ile 0,8 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle dokunan iki katlı bezayağı kumaşta görülürken en düşük katı hacim katsayısı (0,146) ve en düşük hava akış direnci ise (185,33 kPa.s/m<sup>2</sup>) 150 denye 48 filament dairesel kesite sahip polyester iplik 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle dokunan iki katlı panama kumaşta görülmüştür. İki katlı bezayağı ve panama kumaş yapısında hav uzunluğu arttıkça özellikle yüksek filamentli şönil ipliklerle dokunan kumaşlarda yüksek ses yutum özelliklerinin daha düşük frekans bölgesine kaydığı görülmüştür, yani daha düşük frekanslarda yüksek ses yutum özellikleri elde edilmiştir. Sebebi ise özellikle yüksek filamente sahip kumaşlarda hav uzunluğunun artışı ile daha fazla lif olması sebebiyle sürtünme yüzeyi artar, dolayısıyla ses dalgası lif etkileşimi arasındaki artan sürtünmeden dolayı ses emilimi gerçekleşir. Hav uzunluğu arttıkça ses yutum özelliklerinin iyileştiği görülse de iki katlı kumaşlarda kumaş ağırlığı daha etkili bir parametre olarak kendini gösterir ve hav uzunluğunun etkisini görmek zorlaşır. Kumaş ağırlığı fazla olan iki katlı kumaşlar daha yoğun/kompakt yapıdadır ve kumaş ses dalgasıyla etkileşime girdiğinde kumaş rezonans tip davranış gösterir. Rezonans tip ses yutucu malzemeler, dar bir frekans aralığında karakteristik bir ses yutum katsayısı zirvesi ile nispeten daha düşük frekanslarda daha yüksek ses yutum özelliği gösterir. Rezonans tipi ses yutucu malzemeler, malzemenin titreşimi ile akustik enerjiyi dağıtma prensibi ile çalışır. Bu rezonans tip ses yutum mekanizması, iki katlı şönil dokuma kumaşların düşük frekanslarda ses yutum özelliklerinden kısmen sorumlu olduğunu gösterir ve iki katlı şönil dokuma kumaşın kompakt yapısından dolayı kumaş titreşimiyle ses emilimi meydana gelir. İki katlı bezayağı kumaşın daha fazla bağlantı noktası içermesi sebebiyle ses yutuculuk özellikleri düşük frekans bölgesinde panama kumaşa göre daha iyi çıkmıştır. İki katlı panama kumaş ise iki katlı bezayağı kumaşa

göre yüksek frekanslarda daha yüksek ses yutum katsayısı göstermiştir. Sebebi ise panama örgüdeki daha uzun dokuma yüzmeleri sayesinde oluşan daha az sayıda bağlantı sayesinde panama örgü yapısının arasındaki boşluklar hava akışına karşı daha düşük direnç göstermektedir. İki katlı panama kumaşın daha gözenekli yapısı, lifli ve gözenekli malzemelerin tipik bir ses yutum davranışı olan yüksek frekanslarda daha iyi ses yutum performansı sağlar. Orta ve düşük frekanslarda en iyi ses yutuculuk değerleri, 150 denye 72 filament bikomponent 16 dilimli pasta kesitli polyester/poliamid 6 içerikli 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönül iplikle elde edilen iki katlı bezayağı kumaşta elde edilmiştir. Yüksek frekansta ise 150 denye 48 filamentli dairesel kesitli polyester 0,8 mm hav uzunluğuna sahip şönül iplikle elde edilen iki katlı panama kumaşta görülmüştür.

Farklı kesite sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı ve hava akış direnci sonuçlarına göre 1,2 mm hav uzunluğu ve 48 filamentli şönül iplikler kendi içinde değerlendirildiğinde en yüksek katı hacim oranı ve hava akış direncini içi boş/hallow kesitte görülürken bunu çokgen kesit ve dairesel kesit takip eder. 1,2 mm hav uzunluğunda 96 filamentli şönül ipliklerle elde edilen kumaşlar kendi içinde değerlendirildiğinde ise iki katlı bezayağı ve panama kumaşlarda kanal kesit dairesel kesite göre daha düşük katı hacim katsayısı ve daha düşük hava akış direnci değeri verirken içi boş kesite göre daha büyük hava akış direnci değeri göstermiştir. Bikomponent kesitler birbiriyle karşılaştırıldığında en yüksek katı hacim katsayısı (0,203) ve hava akış direnci ( $701,06 \text{ kPa.s/m}^2$ ) bikomponent 16 dilimli pasta kesit göstermiştir. Genel olarak iki katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içermesi sebebiyle iki katlı panama kumaşlara göre daha yüksek katı hacim katsayısı ve hava akış direncine sahiptir. Ses yutum katsayısı sonuçlarına göre 1,2 mm hav uzunluğu ve 48 filamentli iplikler kendi içinde değerlendirildiğinde iki katlı bezayağı kumaşta düşük frekans bölgede içi boş kesit daha iyi ses yutum davranışı gösterirken yüksek frekans bölgede çokgen kesit ve dairesel kesit daha iyi ses yutum davranışı sergilemiştir. İki katlı panama kumaşta ise en iyi ses yutuculuk katsayısı sırasıyla içi boş kesit, çokgen kesit ve dairesel kesit olarak elde edilmiştir. 1,2 mm hav uzunluğunda 96 filamentli şönül ipliklerle elde edilen kumaşlar kendi içinde değerlendirildiğinde ise iki katlı bezayağı kumaşlarda kanal kesit dairesel kesite göre düşük frekans bölgelerinde

dairesel kesitle benzer davranış gösterirken yüksek frekanslı bölgede daha iyi ses yutum davranışı göstermiştir. Bu da kesit şeklinin değişimiyle birlikte toplam lif yüzey alanı artması (kanal kesit, içi boş kesit, çokgen kesit lif yüzey alanı dairesele göre daha fazladır), hava parçacıkları ile lif arasında daha fazla sürtünmenin gerçekleşmesi, dolayısıyla ses emiliminin artması ile açıklanabilir. Bikomponent kesitler birbirleriyle karşılaştırıldığında bikomponent yan yana kesit dairesele kesit ile benzer ses yutum davranışı gösterirken, bikomponent 16 dilimli pasta kesit düşük ve orta frekans bölgede daha yüksek ses yutuculuk katsayısı sergilerken yüksek frekans bölgede daha düşük ses yutum katsayısı sergilemiştir. Dilimli pasta kesit ile birlikte şönil iplik üzerindeki filament sayısı yüksek (72\*16) olduğu için artan ağırlıkla birlikte kumaş yapısında gözenekler daha kapalı olduğu için hava parçacıklarının kumaş yapısına girmesinin zorlaşması ve rezonans tip ses yutuculuğunun daha baskın bir şekilde kendini göstermesi ile açıklanabilir. Rezonans tip ses yutuculukta hava parçacıkları kumaş gözeneklerinin kapalı olması sebebiyle içeri giremez, tüm kumaş yapısıyla etkileşime girer ve enerji harcaması kumaşın titreşimi sebebiyle gerçekleşir ve sonuç olarak sistemin ağırlığının artmasıyla ses yutum davranışı yüksek frekans bölgeden daha düşük frekans bölgeye doğru kayar. Genel olarak iki katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içermesi sebebiyle iki katlı panama kumaşlara göre özellikle düşük ve orta frekans değerlerinde daha iyi ses yutum davranışı göstermiştir. Sonuç olarak kumaşların mekân tekstiline yönelik kullanılacağı düşünüldüğünde uygun şönil iplik, hav uzunluğu ve örgü seçimi ile istenen frekans bölgesine göre iyi ses yutuculuk davranışı sergileyen kumaş tasarımı yapmak mümkündür.

Farklı filament sayısına (48, 96, 288, 600 filament) sahip iki katlı bezayağı ve panama kumaşların ses yutum katsayısı sonuçlarına göre 1,2 mm hav uzunluğu kendi içinde değerlendirildiğinde filament sayısının artması ile yüksek frekans bölgedeki yüksek ses yutum katsayısı değeri daha düşük frekans bölgelerine kaymıştır. Rezonans tip ses yutum davranışı sebebiyle düşük ve orta frekans bölgede ses yutum katsayısında artış mevcutken, yüksek frekans bölgede bir düşüş eğilimi görülmüştür. Bu da birim hacimde filament sayısının artmasıyla birlikte toplam lif yüzey alanı artması, hava parçacıkları ile lif arasında daha fazla sürtünmenin gerçekleşmesi, dolayısıyla sürtünme kayıpları

sayesinde ses emiliminin artmasına sebep olur. Bu sebepler, 600 filamente sahip dokuma kumaşın ses yutuculuk katsayısının daha yüksek olmasını açıklamaktadır.

Genel olarak iki katlı bezayağı kumaşlar daha fazla bağlantı noktası içerdiği (hava akışına daha fazla direnç gösterir) için iki katlı panama kumaşlara göre daha iyi ses yutum davranışı göstermiştir.

Çalışmanın sonunda, iç ortamlarda en yoğun bulunan ve işitilen frekans aralığı olan 1000-6100 Hz frekans arasında özellikle belirli frekans bölgelerinde 0,95'in üzerinde ses yutuculuk katsayısına sahip olan dokuma kumaş tasarımları yapılarak kişileri psikolojik ve fizyolojik olarak etkileyebilen gürültünün ortamdan yutulmasını sağlayan yeni ürünler geliştirilmiştir. Bu ürünler düşük özgül ağırlık, düşük maliyet ve kolay desenlendirme imkânı sunması yönüyle tercih edilebilmektedir. Lifli ve gözenekli yapıda olan bu dokuma kumaş ürünler sinema salonları, konser salonları, tiyatrolar, çok amaçlı gösteri salonları, toplantı odaları, ofisler, konferans salonları gibi iç mekânlarda perde, döşeme, duvar kaplaması olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Bu dokuma kumaşlar potansiyel olarak havacılık, inşaat ve ulaşım gibi alanlarda da uygulanabilir.

Sonraki çalışmalarda, doğal elyaflardan farklı yöntemlerle üretilmiş farklı yapısal özelliğe sahip dokuma kumaşların ses yutum davranışları üzerine çalışmalar yürütülebilir. Aynı zamanda, dokuma kumaşların ses yutum davranışını geniş bir frekans aralığında arttırmaya yönelik daha gözenekli ve lifli bir yapı elde etmek için yeni yöntem ve malzemeler üzerinde araştırmalar yapılması önerilebilir.

## KAYNAKLAR

- Açıkgöz, V. (2021). *Şardon makinelerinde kullanılan redüktörlerde meydana gelen aşırı ısınmanın farklı tasarımlar ile önlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Denizli. Anonim. (2020). [https://sdlatlas.com/public/content/product\\_brochures/AirPerm\\_19\\_Web.pdf](https://sdlatlas.com/public/content/product_brochures/AirPerm_19_Web.pdf).
- Asker, Ğ. (2021). *Üç iplik/futter örme kumaşlarda şardon işleminin sonrası hav dökülmesi sorununun iyileştirilmesi amacıyla proses geliştirilmesi*. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Aso, S., & Kinoshita, R. (1963). Absorption of Sound Wave by Fabrics Part 1: Absorption Mechanism. *Journal of the Textile Machinery Society, January*, 32–39. <https://doi.org/10.4188/transjtmsj1948.16.677>
- Aso, S., & Kinoshita, R. (1964). Sound Absorption Characteristics of Fiber Assemblies. *Journal of The Textile Machinery Society of Japan*, 10(5), 209–217.
- Atiñzar-Navarro, R., Bonet-Aracil, M., Gisbert-Payá, J., del Rey, R., & Picó, R. (2020). Sound absorption of textile fabrics doped with microcapsules. *Applied Acoustics*, 164(2020), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107285>
- Aydemir, H. (2013). *Seçilmiş perdelik kumaşların ses yalıtımı ve mekanik özelliklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üni Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Bakkal İldeniz, A., & Yavuzkasap Ayakta, D. (2021). Kapok Lifiyle Geliştirilen Kumaşların Performans ve Akustik Özelliklerinin İncelenmesi. *9.Uluslararası Lif ve Polimer Araştırmaları Sempozyumu 2021*, 82–86.
- Barburski, M., Blaszcak, J. R., & 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>
- Barron, R. (2003). *Industrial Noise Control and Acoustics*. New York: Marcel Dekker. <https://doi.org/10.1201/9780203910085>
- Başer, G. (1998). *Dokuma tekniği ve sanatı: Cilt 1: Temel dokuma tekniği ve kumaş yapıları* (2nd ed.). TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası, İzmir, 225 s.
- Belakova, D., Seile, A., Kukle, S., & Plamus, T. (2018). Non-Wovens as Sound Reducers. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 55(2), 64–76. <https://doi.org/10.2478/lpts-2018-0014>
- Berardi, U., & Iannace, G. (2015). Acoustic characterization of natural fibers for sound absorption applications. *Building and Environment*, 94(July), 840–852. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.05.029>
- Bilgiç, E., & Sadıkhov, E. (1994). Gürültü ve Titreşim. In *Ulusal Metroloji Enstitüsü: Vol. UME 94-008*.
- Bilgin Yücel, S. (2019). *Termal özellikleri iyileştirilmiş şenil iplik içerikli yenilikçi denim kumaşların geliştirilmesi*. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kayseri.
- Brooks, K. A. (1991). Subjective assessment of wet-raised woollen fabric. *Journal of the Textile Institute*, 82(3), 285–290. <https://doi.org/10.1080/00405009108659211>
- Bueno, M. A., Viallier, P., Durand, B., Renner, M., & Lamy, B. (1997). Instrumental Measurement and Macroscopical Study of Sanding and Raising. *Textile Research Journal*, 67(11), 779–787. <https://doi.org/10.1177/004051759706701101>

- Cai, Z., Li, X., Gai, X., Zhang, B., & Xing, T. (2020). An empirical model to predict sound absorption ability of woven fabrics. *Applied Acoustics*, 170(2020 107483), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107483>
- CamiraFabrics. (2022). <https://www.camirafabrics.com/en/fabrics/contract/synergy-170> Erişim Tarihi:01.04.2022.
- Canbolat, Ş. (2013). *Termal ve akustik izolasyon sağlayan duvar kumaşı eldesi*. Yüksek Lisans Tezi, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Canbolat, S., Kut, D., & Dayioglu, H. (2015). Investigation of pumice stone powder coating of multilayer surfaces in relation to acoustic and thermal insulation. *Journal of Industrial Textiles*, 44(4), 639–661. <https://doi.org/10.1177/1528083713516665>
- CarnegieFabrics. (2022). <https://carnegiefabrics.com/solutions/acoustical-sheers/> Erişim Tarihi:01.04.2022.
- Çeven, E. K. (2007). *Şenil İplik Özelliklerini Etkileyen Parametreler Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi, BUÜ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa.
- Çeven, E. K., & Özdemir, Ö. (2006). Evaluation of Chenille Yarn Abrasion Behavior with Abrasion Tests and Image Analysis. *Textile Research Journal*, 76(4), 315–321. <https://doi.org/10.1177/0040517506061961>
- Cox, T. J., & D'Antonio, P. (2005). *Acoustic Absorbers and Diffusers Theory, Design and Application*. New York: Spon Press, Taylor & Francis Group.
- Demiral, S., & Tayyar, A. E. (2018). Çok Katlı Dokuma Kumaşlar. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2018(2), 39–54.
- Demiryürek, O., & Aydemir, H. (2017). Sound absorbing properties of roller blind curtain fabrics. *Journal of Industrial Textiles*, 47(1), 3–19. <https://doi.org/10.1177/1528083716631332>
- Deopura, B. L., Alagirusamy R., Joshi, M., Gupta, B. (2008). Polyesters: Polyesters and Polyamides, Editörler: Krishnan, P.S.G. and Kulkarni, S.T., CRC Press, England, 314-318.
- Diñer, S., & Yalçın, S. (2002). *Akustik ve Optik* (Uludağ Üni). Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Bursa Uludağ Üniversitesi Basım Evi.
- Elwaleed, A. K., Nikabdullah, N., Nor, M. J. M., Tahir, M. F. M., & Zulkifli, R. (2013). Experimental investigation of sound absorption properties of perforated date palm fibers panel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 46(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/46/1/012027>
- Ersoy, S. (2007). *Endüstriyel çay yaprak fiber atıklarının ses yutum özelliklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Anabilim Dalı, İstanbul.
- Ersoy, S., & Küçük, H. (2009). Investigation of industrial tea-leaf-fibre waste material for its sound absorption properties. *Applied Acoustics*, 70(2009), 215–220. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2007.12.005>
- Esi, B. (2020). *r-PET İpliklerin şönil döşemelik kumaşlarda kullanılabilirliği ve üretim maliyetinin optimizasyonu*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana.
- Gai, X. L., Cai, Z. N., Xing, T., Wang, F., Li, X. H., Zhang, B., & Guan, X. W. (2020). Experimental study on sound absorbing property of spatial absorber of non-woven

- fabric with micro-perforated plate-like structure. *Applied Acoustics*, 160(2020), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107156>
- Genis, A. V., Kostyleva, E. Y., & Kostylev, V. A. (1990). Sound-Absorbing Properties of Fibrous Materials Prepared by the Aerodynamic Method. *Fibre Chemistry*, 21, 389–392.
- Günel, U. (2020). *Ses iletim kaybı özelliği artırılmış dokuma kumaş tasarımı*. Yüksek Lisans Tezi, BUÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Telekomünikasyon Anabilim Dalı, Bursa.
- Günel, U., Turgut, H. İ., Kaya, S., & Gürler, H. (2020). *Sesi soğuran çift katlı kaplamalı lamine akustik kumaş tasarımı*. *İTÜ Ulusal Tekstil Kongresi ve 2.Ar-Ge Günü, 11-12 Kasım 2020, İstanbul*. 25–30.
- Gunesoglu, S., Meric, B., & Gunesoglu, C. (2005). Thermal contact properties of 2-yarn fleece knitted fabrics. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 13(2), 46–50.
- Haughton, P., & Feth, L. L. (2002). Acoustics for Audiologists. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 112(6), 2501–2504. <https://doi.org/10.1121/1.1517250>
- Heylighen, A., Rychtáriková, M., & Vermeir, G. (2010). Designing spaces for every listener. *Universal Access in the Information Society*, 9(3), 283–292. <https://doi.org/10.1007/s10209-009-0175-y>
- Hsieh, Y. 2001. Surface Characteristics of Polyester Fibers: Surface Characteristics of Fibers and Textiles, Editörler: Pastore, M. and Kiekens, P., In:C., Markel Dekker Inc.
- Hui, Z., & Fan, X. (2009). Sound Absorption Properties of Hemp Fibrous Assembly Absorbers. *SEN'I GAKKAISHI*, 65(7), 191–196.
- Jayaraman, K. A. (2005). *Acoustical Absorptive Properties of Nonwovens*. The Graduate Faculty of North Carolina State University.
- Kang, Y. A., Lee, E. N., Lee, K. C., Choi, S. M., & Shin, E. J. (2019). Acoustic properties of sound-absorbing polyester fabrics woven with thick staple and thin draw textured yarn for use in interior decoration. *Journal of the Textile Institute*, 110(2), 202–210. <https://doi.org/10.1080/00405000.2018.1508798>
- Kaplan, S., Üstüntağ, S., Yücel, S. B., & Türksoy, H. G. (2021). Improving end use potential of denim fabric in cold climates by chenille yarn. *Journal of the Textile Institute*, 112(1), 102–108. <https://doi.org/10.1080/00405000.2020.1744235>
- Kavuşturan, Y., Çeven, E. K., & Özdemir, Ö. (2010). Effect of chenille yarns produced with selected comfort fibres on the abrasion and bending properties of knitted fabrics. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 78(1), 48–53.
- Kaya, A. İ. (2015). *Atık Kağıtlardan Geri Kazanılmış Liflerden Kompozit Malzeme Üretim Olanaklarının Araştırılması*. Doktora Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Kaya, A. İ., & Dalgat, T. (2017). Ses Yalıtımı Açısından Doğal Liflerin Akustik Özellikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 37(1), 25–37.
- Kayadibi, P. (2013). *Dar dokuma kumaş yapıları ve üretimi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, El Sanatları Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.
- Kinnane, O., Reilly, A., Grimes, J., Pavia, S., & Walker, R. (2016). Acoustic absorption of hemp-lime construction. *Construction and Building Materials*, 122, 674–682. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.06.106>



- Kocatepe, S. (2019). *Tavuk tüyü liflerinden ses yalıtım amaçlı dokusuz yüzey yapılarının geliştirilmesi*. Doktora Tezi, Erciyes Üni Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Koruk, H., & Genc, G. (2015). Investigation of the acoustic properties of bio luffa fiber and composite materials. *Materials Letters*, 157(2015), 166–168. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2015.05.071>
- Küçük, M., & Korkmaz, Y. (2017). Sound absorption properties of acrylic carpets. *Journal of the Textile Institute*, 108(8), 1398–1405. <https://doi.org/10.1080/00405000.2016.1254582>
- Küçükali Ozturk, M., Nergis, B., & Candan, C. (2020). *Akustik Uygulamalar İçin Sürdürülebilir Tekstil Malzemeleri. Mimarlık, Planlama ve Tasarım Alanında Akademik Çalışmalar-II, 7.Bölüm* (Issue June, pp. 103–137).
- Kumar, R. S., & Sundaresan, S. (2013). Mechanical finishing techniques for technical textiles. *Advances in the Dyeing and Finishing of Technical Textiles*, 135–153. <https://doi.org/10.1533/9780857097613.2.135>
- Lee, Y. E., & Joo, C. W. (2003). Sound Absorption Properties of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers. *Autex Research Journal*, 3(June), 78–84.
- Lee, Y. E., & Joo, C. W. (2004). Sound Absorption Properties of Thermally Bonded Nonwovens Based on Composing Fibers and Production Parameters. *Journal of Applied Polymer Science*, 92, 2295–2302.
- Li, H., Zhang, N., Fan, X., Gong, J., Zhang, J., & Zhao, X. (2020). Investigation of effective factors of woven structure fabrics for acoustic absorption. *Applied Acoustics*, 161(107081), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107081>
- Liu, X., Jiang, J., Tang, X., Han, R., Wang, Q., & Deng, Z. (2021). Sound absorption of hollow polyester woven fabric with honeycomb weave. *Applied Acoustics*, 180(108148), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108148>
- Matsudaira, M., & Matsui, M. (1992). Changes in the mechanical properties and fabric handle of polyester-fibre fabrics through the finishing stages. *Journal of the Textile Institute*, 83(1), 144–155. <https://doi.org/10.1080/00405009208631184>
- Memon, H., Abro, Z. A., Ahmed, A., & Khoso, N. A. (2015). Considerations while designing acoustic home textiles : A review. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 9(3), 1–29.
- Memon, H., Wang, N., & Zhu, C. (2015). Study on Sound Insulation Properties of Different Coated Woven Fabrics. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 8(4), 645–656. <https://doi.org/10.3993/jfbim00170>
- Moholkar, V. S., & Warmoeskerken, M. M. C. G. (2003). Acoustical Characteristics of Textile Materials. *Textile Research Journal*, 73(9), 827–837. <https://doi.org/10.1177/004051750307300914>
- Morton, W. E., & Hearle, J. W. S. (2008). Fibre density. *Physical Properties of Textile Fibres*, 3, 163–167. <https://doi.org/10.1533/9781845694425.163>
- Na, Y., Lancaster, J., Casali, J., & 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>
- Nayak, R., & Padhye, R. (2016). Acoustic Textiles. In *Singapore:Springer*.
- Öz, H. M., & Köse, E. (2020). Gürültü Önleyici Akustik Süngerlerin Üretimi ve Uygulamaları. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 12(2), 664–674.
- Özdemir, Ö., & Çeven, E. K. (2004). Influence of Chenille Yarn Manufacturing

- Parameters on Yarn and Upholstery Fabric Abrasion Resistance. *Textile Research Journal*, 74(6), 515–520. <https://doi.org/10.1177/004051750407400609>
- Özdemir, Ö., & Çeven, E. K. (2005). Effect of Chenille Yarn Parameters on Yarn Shrinkage Behavior. *Textile Research Journal*, 75(3), 219–222. <https://doi.org/10.1177/004051750507500306>
- Özkal, A. (2019). *Nanolif Takviye Edilmiş Geridönüşüm Dokusuz Yüzey Kumaşların Ses Yutum Özelliklerinin İncelenmesi*. Doktora Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Palak, H., Göcek, İ., & Kayaoğlu, B. K. (2020). *Nanolif takviyesi ile iğnelenmiş dokunmamış kumaşların ses yutum performanslarının iyileştirilmesi*. *İTÜ Ulusal Tekstil Kongresi ve 2.Ar-Ge Günü, 11-12 Kasım 2020, İstanbul*. 39–42.
- Paoli, D. (2022). <https://www.danti.it/technology/technology-raising/> Erişim Tarihi: 30.03.2022.
- Pektaş, E. A. (2019). *Şardonlu 3 iplik kumaşlarda elyaf dökülme durumunu etkileyen faktörlerin farklı test metotları kullanılarak incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçi İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Pieren, R. (2012). Sound absorption modeling of thin woven fabrics backed by an air cavity. *Textile Research Journal*, 82(9), 864–874. <https://doi.org/10.1177/0040517511429604>
- Pieren, R., & Heutschi, K. (2015). Predicting sound absorption coefficients of lightweight multilayer curtains using the equivalent circuit method. *Applied Acoustics*, 92, 27–41. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.01.003>
- Pieren, R., Schäffer, B., Schoenwald, S., & Eggenschwiler, K. (2018). Sound absorption of textile curtains - Theoretical models and validations by experiments and simulations. *Textile Research Journal*, 88(1), 36–48. <https://doi.org/10.1177/0040517516673337>
- Pilch, A., Karlińska, A., Snakowska, A., & Kamisiński, T. (2014). The application of double-layer curtains for shaping acoustics of concert halls. *Acta Physica Polonica A*, 125(4 A). <https://doi.org/10.12693/APhysPolA.125.A-113>
- Prasetyo, I., Muqowi, E., Putra, A., Novenbrianty, M., Desendra, G., & Adhika, D. R. (2020). Modelling sound absorption of tunable double layer woven fabrics. *Applied Acoustics*, 157(2020:107008), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107008>
- Rivlin, J. (1992). *The Dyeing of Textile Fibres Theory and Practice*, Philadelphia, 170–175.
- Roh, E. K., Oh, K. W., & Kim, S. H. (2014). Effect of raising cycles on mechanical, comfort, and hand properties of artificial suede. *Textile Research Journal*, 84(18), 1995–2005. <https://doi.org/10.1177/0040517514528561>
- Ryu, Y. (2002). Acoustic Impedance Measurement System Using Two Microphones. In *Bruel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, Denmark*.
- Sabir, E. C., & Doba Kadem, F. (2016). Comfort and performance properties of raised and laminated denim fabrics. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 24(5), 88–94. <https://doi.org/10.5604/12303666.1198064>
- Samuel, B. T., Barburski, M., Blaszcak, J. R., Witczak, E., & Abramczyk, K. (2021). The Influence of Yarn and Weave Structures on Acoustic Materials and the Effect of Different Acoustic Signal Incidence Angles on Woven Fabric Absorption Possibilities. *Materials*, 14(2814), 1–16.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ma14112814>

- Samuel, B. T., Barburski, M., Witczak, E., & Jasińska, I. (2021). The influence of physical properties and increasing woven fabric layers on the noise absorption capacity. *Materials*, *14*(20), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ma14206220>
- Sarikaya, G. (2014). *Çok katlı dokuma kumaşların performans özelliklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Segura-Alcaraz, P., Segura-Alcaraz, J., Montava, I., & Bonet-Aracil, M. (2018). The Use of Fabrics to Improve the Acoustic Absorption: Influence of the Woven Fabric Thread Density Over a Nonwoven. *Autex Research Journal*, *18*(3), 269–280. <https://doi.org/10.1515/aut-2018-0006>
- Segura Alcaraz, M. P., Bonet-Aracil, M., Segura Alcaraz, J. G., & Montava Seguí, I. (2017). Sound absorption of textile material using a microfibrils resistive layer. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *254*(7), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/254/7/072022>
- Shoshani, Y., & Rosenhouse, G. (1990). Noise Absorption by Woven Fabrics. *Applied Acoustics*, *30*, 321–333.
- Shuakat, M. N., & Wang, X. (2011). Production and applications of multi-layer 3D fabrics. *Centre for Material and Fibre Innovation, Deakin University, Geelong, Australia*.
- SilentFiber. (2022a). <https://www.soundacousticsolutions.com/product/formaldehyde-free-fiberglass-boards/> Erişim Tarihi:01.04.2022.
- SilentFiber. (2022b). <https://www.soundacousticsolutions.com/product/silentfiber-polyboard/> Erişim Tarihi:01.04.2022.
- Soltani, P., & 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>
- Soltani, P., & 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>
- Speaks, C. E. (2018). Introduction to sound: Acoustics for the hearing and speech sciences. In *Plural Publishing* (Issue Fourth Edition). [https://doi.org/10.1016/0003-682x\(93\)90033-3](https://doi.org/10.1016/0003-682x(93)90033-3)
- Su, W., Qian, X., Li, X., & Liu, S. (2011). Influence of Thickness and Density of Nonwoven Sound-absorbing Material on the Sound-absorption Capability. *Advanced Materials Research*, *197–198*, 440–443. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.197-198.440>
- Süle, I. (2014). The determination of the twist level of the Chenille yarn using novel image processing methods: Extraction of axial grey-level characteristic and multi-step gradient based thresholding. *Digital Signal Processing: A Review Journal*, *29*(1), 78–99. <https://doi.org/10.1016/j.dsp.2013.12.015>
- Süle, İ. (2007). *Chenille ipliğinin bozukluklarının optoelektronik yöntemle incelenmesi*. Doktora Tezi, BUÜ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa.
- Süvari, F. (2012). *Nanolif kompozit yapıtlı dokusuz yüzeylerin ses absorblama özelliklerinin iyileştirilmesi*. Doktora Tezi, BUÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bursa.
- Süvari, F. (2020). Örtme faktörü ve gözeneklilik parametrelerinin dokuma kumaşların

- ses yutuculuk davranışına etkilerinin incelenmesi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 25(2), 665–678. <https://doi.org/10.17482/uumfd.716590>
- Suvari, F., & 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>
- Suvari, F., Ulcay, Y., & 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>
- Suvari, F., Ulcay, Y., & 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>
- Tang, X., Jeong, C.-H., & Yan, X. (2018). Prediction of sound absorption based on specific airflow resistance and air permeability of textiles. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 144(2), 100–104. <https://doi.org/10.1121/1.5049708>
- Tang, X., Kong, D., & Yan, X. (2018). Multiple regression analysis of a woven fabric sound absorber. *Textile Research Journal*, 89(5), 855–866. <https://doi.org/10.1177/0040517518758001>
- Tang, X., & Yan, X. (2017). Acoustic energy absorption properties of fibrous materials: A review. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 101, 360–380. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2017.07.002>
- Tang, X., Zhang, X., Zhuang, X., Zhang, H., & Yan, X. (2018). Acoustical analysis of corduroy fabric for sound absorption: Experiments and simulations. *Journal of Industrial Textiles*, 48(1), 201–220. <https://doi.org/10.1177/1528083717725912>
- Tascan, M., & Vaughn, E. A. (2008a). Effects of Fiber Denier, Fiber Cross-Sectional Shape and Fabric Density on Acoustical Behavior of Vertically Lapped Nonwoven Fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 3(2), 32–38. <https://doi.org/10.1177/155892500800300206>
- Tascan, M., & Vaughn, E. A. (2008b). Effects of Total Surface Area and Fabric Density on the Acoustical Behavior of Needle-punched Nonwoven Fabrics. *Textile Research Journal*, 78(4), 289–296. <https://doi.org/10.1177/0040517507084283>
- Teli, M. D., Pal, A., & Roy, D. (2007). Efficacy of nonwoven materials as sound insulator. *Indian Journal of Fibre, Textile Research*, 32(June), 202–206.
- Temesgen, A. G. (2021). *A research on the use of enset woven fabric structures for the applications of sound absorption and biodegradable composite material development*. Phd Thesis, Bursa Uludağ University, Graduate School of Naturel and Applied Sciences, Bursa.
- Temesgen, A. G., Eren, R., Aykut, Y., & Süvari, F. (2021). Evaluation of enset fabric reinforced green composite as sound absorber structure. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 31(2), 73–81. <https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.688371>
- Thirumurugan, V., & RameshKumar, M. (2020). Design of an Instrument to Determine the Acoustic Characteristics of Non Wovens Made from Recycled Polyester, Jute and Flax. *Fibers and Polymers*, 21(12), 3009–3015. <https://doi.org/10.1007/s12221-020-0096-1>
- Tokat, N. (2010). *Kuvvetlendirilmiş ve katlı kumaşlarda örgü analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, El Sanatları Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.
- Tomasino, C. (1992). *Chemistry & Technology of Fabric Preparation & Finishing*.

- Raleigh, NC: North Carolina State University. In *Department of Textile Engineering, Chemistry and Science College of Textiles North Carolina State University*.
- Turan, N. Y., & Öney, Ö. (2021). Investigation of the noise exposure in weaving workplaces in western Turkey. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 31(1), 27–33. <https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.762195>
- Ulku, S., Ortlek, H. G., & Omeroğlu, S. (2003). The effect of chenille yarn properties on the abrasion resistance of upholstery fabrics. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 11(3), 38–41.
- Velayutham, T., Manickam, R. K., Sundararajan, P., Chung, I.-M., & Prabakaran, M. (2021). A Study on the Effect of Natural Regenerated and Synthetic Non-woven Fabric Properties on Acoustic Applications. *Journal of Natural Fibers*, 31 May 202.
- Wang, C., & Torng, J. (2001). Experimental study of the absorption characteristics of some porous fibrous materials. *Applied Acoustics*, 62, 447–459.
- Wilson, J. (2012). Woven structures and their characteristics. In *Woven Textiles: Principles, Technologies and Applications* (pp. 163–204). <https://doi.org/10.1533/9780857095589.2.163>
- Yıldırım, F. F., Avınç, O. O., & Yavaş, A. (2012). Politrimetilen Tereftalat lifleri Bölüm 1: Üretimi, Özellikleri, Kullanım Alanları, Çevresel Etkisi. *Tekstil ve Muhendis*, 19(87), 43–54. <https://doi.org/10.7216/130075992012198706>
- Yılmaz D, Kanık M, (2009). Poliamid Liflerinde Meydana Gelen Kimyasal Hasarın Tespitinde Kullanılan Test Yöntemlerinin İncelenmesi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 14:2.
- Yuksekkaya, M. E. (2008). A study of fly generation during raising. *Journal of the Textile Institute*, 99(2), 169–176. <https://doi.org/10.1080/00405000701476336>
- Zent, A., & Long, J. T. (2007). Automotive Sound Absorbing Material Survey Results. *SAE International*, 2007-01-21.
- Zulkifli, R., Zulkarnain, & Nor, M. J. M. (2010). Noise control using coconut coir fiber sound absorber with porous layer backing and perforated panel. *American Journal of Applied Sciences*, 7(2), 260–264. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2010.260.264>

## EKLER

**EK 1** Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
İplik	6010,335	1	6010,335	661,321	0,000	RED
Örgü	15220,807	1	15220,807	1674,756	0,000	RED
Şardon sayısı	5537,354	3	1845,785	203,093	0,000	RED
İplik*Örgü	294,000	1	294,000	32,349	0,000	RED
İplik*Şardon sayısı	909,318	3	303,106	33,351	0,000	RED
Örgü*Şardon sayısı	315,381	3	105,127	11,567	0,000	RED
İplik*Örgü*Şardon sayısı	458,169	3	152,723	16,804	0,000	RED
Hata	727,070	80	9,088			
Toplam	14550065,100	96				

### Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Şardon sayısı	N	Alt küme			
	1	2	3	4	1
0	24	376,8208			
3	24		388,8500		
1	24			392,7125	
2	24				397,2833
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 2** Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
İplik	0,658	1	0,658	455,680	0,000	RED
Örgü	0,712	1	0,712	493,126	0,000	RED
Şardon sayısı	5,468	3	1,823	1263,081	0,000	RED
İplik*Örgü	0,133	1	0,133	92,262	0,000	RED
İplik*Şardon sayısı	0,445	3	0,148	102,836	0,000	RED
Örgü*Şardon sayısı	0,122	3	0,041	28,235	0,000	RED
İplik*Örgü*Şardon sayısı	0,032	3	0,011	7,402	0,000	RED
Hata	0,115	80	0,001			
Toplam	138,667	96				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Şardon sayısı	Alt küme			
	N	2	3	1
0	24	0,7746		
1	24		1,1800	
3	24			1,3537
2	24			1,3640
Sig.		1,000	1,000	0,355

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 3** Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
İplik	0,028	1	0,028	479,913	0,000	RED
Örgü	0,057	1	0,057	993,665	0,000	RED
Şardon sayısı	0,316	3	0,105	1826,587	0,000	RED
İplik*Örgü	0,001	1	0,001	23,145	0,000	RED
İplik*Şardon sayısı	0,009	3	0,003	49,816	0,000	RED
Örgü*Şardon sayısı	0,000	3	4,47E-005	0,775	0,511	KABUL
İplik*Örgü*Şardon sayısı	0,001	3	0,000	4,052	0,010	RED
Hata	0,005	80	5,76E-005			
Toplam	6,746	96				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Şardon sayısı	N	Alt küme		
	1	2	3	1
3	24	0,2129		
2	24	0,2162		
1	24		0,2441	
0	24			0,3539
Sig.		0,130	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05



**EK 4** Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
İplik	20,610	1	20,610	2274,574	0,000	RED
Örgü	32,704	1	32,704	3609,406	0,000	RED
Şardon sayısı	65,702	3	21,901	2417,058	0,000	RED
İplik*Örgü	1,523	1	1,523	168,113	0,000	RED
İplik*Şardon sayısı	3,893	3	1,298	143,213	0,000	RED
Örgü*Şardon sayısı	18,447	3	6,149	678,627	0,000	RED
İplik*Örgü*Şardon sayısı	4,011	3	1,337	147,550	0,000	RED
Hata	0,725	80	0,009			
Toplam	420,317	96				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Şardon sayısı	N	Alt küme			
	1	2	3	4	1
3	24	0,9350			
2	24		0,9944		
1	24			1,8325	
0	24				2,9798
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 5** Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların atkı yönü kopma mukavemeti (MPa) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
İplik	1417,142	1	1417,142	566,121	0,000	RED
Örgü	894,628	1	894,628	357,387	0,000	RED
Şardon sayısı	36422,167	3	12140,722	4849,989	0,000	RED
İplik*Örgü	128,189	1	128,189	51,209	0,000	RED
İplik*Şardon sayısı	201,183	3	67,061	26,790	0,000	RED
Örgü*Şardon sayısı	117,640	3	39,213	15,665	0,000	RED
İplik*Örgü*Şardon sayısı	80,714	3	26,905	10,748	0,000	RED
Hata	200,260	80	2,503			
Toplam	188666,195	96				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Şardon sayısı	N	Alt küme			
	1	2	3	4	1
3	24	25,0471			
2	24		26,3413		
1	24			33,6237	
0	24				72,6820
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 6** Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların çözgü yönü kopma mukavemeti (MPa) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
İplik	80,460	1	80,460	44,486	0,000	RED
Örgü	641,413	1	641,413	354,635	0,000	RED
Şardon sayısı	6155,518	3	2051,839	1134,454	0,000	RED
İplik*Örgü	118,190	1	118,190	65,347	0,000	RED
İplik*Şardon sayısı	263,067	3	87,689	48,483	0,000	RED
Örgü*Şardon sayısı	0,312	3	0,104	0,058	0,982	KABUL
İplik*Örgü*Şardon sayısı	17,898	3	5,966	3,299	0,025	RED
Hata	144,693	80	1,809			
Toplam	115629,181	96				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Şardon sayısı	N	Alt küme			
	1	2	3	1	
2	24	27,8804			
3	24	28,1347			
1	24		30,9983		
0	24			47,2796	
Sig.		,514	1,000	1,000	

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 7** Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların atkı yönü kopma uzaması (%) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
İplik	97,107	1	97,107	78,474	0,000	RED
Örgü	737,217	1	737,217	595,759	0,000	RED
Şardon sayısı	1145,382	3	381,794	308,535	0,000	RED
İplik*Örgü	112,381	1	112,381	90,818	0,000	RED
İplik*Şardon sayısı	132,781	3	44,260	35,768	0,000	RED
Örgü*Şardon sayısı	773,711	3	257,904	208,417	0,000	RED
İplik*Örgü*Şardon sayısı	175,563	3	58,521	47,292	0,000	RED
Hata	98,995	80	1,237			
Toplam	62504,202	96				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Şardon sayısı	N	Alt küme			
	1	2	3	4	1
2	24	22,0992			
1	24		22,8626		
3	24			23,6492	
0	24				30,7463
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 8** Farklı pasaj sayısına sahip bezayağı ve panama örgüye sahip şardonlu kumaşların çözgü yönü kopma uzaması (%) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
İplik	24,462	1	24,462	6,633	0,012	RED
Örgü	10,494	1	10,494	2,845	0,096	KABUL
Şardon sayısı	5,467	3	1,822	0,494	0,687	KABUL
İplik*Örgü	23,010	1	23,010	6,239	0,015	RED
İplik*Şardon sayısı	70,671	3	23,557	6,387	0,001	RED
Örgü*Şardon sayısı	95,472	3	31,824	8,629	0,000	RED
İplik*Örgü*Şardon sayısı	188,222	3	62,741	17,012	0,000	RED
Hata	295,050	80	3,688			
Toplam	199635,258	96				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Şardon sayısı	N	Alt küme
	1	1
1	24	45,1667
0	24	45,4688
3	24	45,6287
2	24	45,8175
Sig.		0,645

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 9** Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	576,408	1	576,408	31,771	0,000	RED
Sıklık	17495,217	3	5831,739	321,434	0,000	RED
Örgü*Sıklık	84,217	2	42,108	2,321	0,117	KABUL
Hata	508,000	28	18,143			
Toplam	1699471,250	35				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Sıklık	N	Alt küme			
		1	2	3	4
6,00	10		188,4500		
7,33	10			214,4000	
8,66	10				233,0000
10,00	5				261,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 10** Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	0,804	1	0,804	1720,252	0,000	RED
Sıklık	0,074	3	0,025	52,581	0,000	RED
Örgü*Sıklık	0,013	2	0,007	14,435	0,000	RED
Hata	0,013	28	0,000			
Toplam	69,019	35				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Sıklık	N	Alt küme			
		1	2	3	4
6,00	10		1,3110		
7,33	10			1,3520	
8,66	10				1,4160
10,00	5				1,5920
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 11** Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	0,004	1	0,004	814,675	0,000	RED
Sıklık	0,002	3	0,001	160,219	0,000	RED
Örgü*Sıklık	0,000	2	6,76E-005	14,125	0,000	RED
Hata	0,000	28	4,79E-006			
Toplam	0,467	35				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Sıklık	N	Alt küme			
	1	2	3	4	1
6,00	10	0,10520			
7,33	10		0,11600		
10,00	5			0,11880	
8,66	10				0,12120
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 12** Farklı atkı sıklığına sahip tek katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	2660,585	1	2660,585	254,009	0,000	RED
Sıklık	8431,359	3	2810,453	268,317	0,000	RED
Örgü*Sıklık	1417,086	2	708,543	67,645	0,000	RED
Hata	293,282	28	10,474			
Toplam	149170,631	35				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Sıklık	N	Alt küme			
	1	2	3	4	1
6,00	10	43,4720			
7,33	10		62,3210		
8,66	10			72,5150	
10,00	5				83,0400
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 13** Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	27,075	1	27,075	1,701	0,205	KABUL
Sıklık	29799,217	2	14899,608	936,101	0,000	RED
Örgü*Sıklık	32,550	2	16,275	1,023	0,375	KABUL
Hata	382,000	24	15,917			
Toplam	3351252,250	30				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Sıklık	Alt küme			
	N	1	2	3
18,00	10	294,1000		
22,00	10		332,7500	
26,00	10			371,3000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 14** Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	3,00E-005	1	3,00E-005	0,047	0,829	KABUL
Sıklık	0,017	2	0,009	13,557	0,000	RED
Örgü*Sıklık	0,002	2	0,001	1,726	0,199	KABUL
Hata	0,015	24	0,001			
Toplam	42,971	30				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Sıklık	Alt küme		
	N	1	2
22,00	10	1,1770	
18,00	10	1,1820	
26,00	10		1,2300
Sig.		,660	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05



**EK 15** Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	7,50E-006	1	7,50E-006	0,278	0,603	KABUL
Sıklık	0,008	2	0,004	140,825	0,000	RED
Örgü*Sıklık	0,000	2	5,49E-005	2,032	0,153	KABUL
Hata	0,001	24	2,70E-005			
Toplam	1,225	30				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Sıklık	N	Alt küme		
	1	2	3	1
18,00	10	0,18030		
22,00	10		0,20500	
26,00	10			0,21880
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 16** Farklı atkı sıklığına sahip iki katlı bezayağı ve panama örgüye sahip kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	216146,920	1	216146,920	281,356	0,000	RED
Sıklık	822810,294	2	411405,147	535,521	0,000	RED
Örgü*Sıklık	60877,798	2	30438,899	39,622	0,000	RED
Hata	18437,615	24	768,234			
Toplam	6484290,047	30				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Sıklık	N	Alt küme		
	1	2	3	1
18,00	10	245,6520		
22,00	10		379,0100	
26,00	10			644,1190
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 17** Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı örgüye sahip kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Sıklık	41847,354	3	13949,118	1274,619	0,000	RED
Hata	175,100	16	10,944			
Toplam	3360018,591	20				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Sıklık	N	Alt küme			
	1	2	3	4	1
18,00	5	342,4320			
22,00	5		388,5320		
26,00	5			436,7000	
28,00	5				461,5680
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 18** Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı örgüye sahip kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Sıklık	0,078	3	0,026	23,802	0,000	RED
Hata	0,017	16	0,001			
Toplam	41,366	20				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Sıklık	N	Alt küme			
	1	2	3	4	1
18,00	5	1,3460			
22,00	5		1,4180		
26,00	5			1,4680	
28,00	5				1,5140
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 19** Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı örgüye sahip kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Sıklık	0,004	3	0,001	48,975	0,000	RED
Hata	0,000	16	2,82E-005			
Toplam	0,844	20				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Sıklık	N	Alt küme			
	1	2	3	1	
18,00	5	0,18440			
22,00	5		0,19860		
26,00	5			0,21540	
28,00	5			0,22100	
Sig.		1,000	1,000	,115	

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 20** Farklı atkı sıklığına sahip üç katlı bezayağı örgüye sahip kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Sıklık	1635514,957	3	545171,652	270,186	0,000	RED
Hata	32284,208	16	2017,763			
Toplam	12723361,636	20				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Sıklık	N	Alt küme			
	1	2	3	4	1
18,00	5	379,4420			
22,00	5		619,3480		
26,00	5			814,3880	
28,00	5				1160,7840
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 21** Farklı kat sayısına sahip şönil iplikle üretilen bezayağı kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Kat sayısı	107863,633	2	53931,817	1831,197	0,000	RED
Hata	353,420	12	29,452			
Toplam	1777217,870	15				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Kat sayısı	N	Alt küme		
	1	2	3	1
K1	5	229,0000		
K2	5		335,0000	
K3	5			436,7000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 22** Farklı kat sayısına sahip şönil iplikle üretilen bezayağı kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Kat sayısı	0,257	2	0,128	158,543	0,000	RED
Hata	0,010	12	0,001			
Toplam	25,073	15				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Kat sayısı	N	Alt küme		
	1	2	3	1
K2	5	1,1660		
K1	5		1,2240	
K3	5			1,4680
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 23** Farklı kat sayısına sahip şönil iplikle üretilen bezayağı kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Kat sayısı	0,019	2	0,010	390,730	0,000	RED
Hata	0,000	12	2,49E-005			
Toplam	0,541	15				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Kat sayısı	N	Alt küme		
	1	2	3	1
K1	5	0,13560		
K2	5		0,20820	
K3	5			0,21540
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 24** Farklı kat sayısına sahip şönil iplikle üretilen bezayağı kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Kat sayısı	1305945,050	2	652972,525	2504,568	0,000	RED
Hata	3128,551	12	260,713			
Toplam	4365782,876	15				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Kat sayısı	N	Alt küme		
	1	2	3	1
K1	5	91,6520		
K2	5		448,2220	
K3	5			814,3880
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 25** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	257,613	1	257,613	21,850	0,000	RED
İplik	4240,976	9	471,220	39,968	0,000	RED
Hav	4556,926	2	2278,463	193,257	0,000	RED
Örgü*İplik	1199,098	9	133,233	11,301	0,000	RED
Örgü*Hav	31,688	2	15,844	1,344	0,263	KABUL
İplik*Hav	1694,315	18	94,129	7,984	0,000	RED
Örgü*İplik*Hav	631,800	18	35,100	2,977	0,000	RED
Hata	2829,560	240	11,790			
Toplam	17791411,423	300				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

İplik	N	Alt küme				
	1	2	3	4	5	1
SG72	30	237,3273				
H48	30		239,4053			
SS144	30		240,4780	240,4780		
Ç48	30			241,6660		
D288	30			242,4833		
D96	30			242,7227		
D48PBT	30				245,9893	
K96	30				246,4500	
D48	30					248,3220
D600	30					249,3547
Sig.		1,000	0,228	0,058	0,604	0,245

Anlamlılık seviyesi = 0,05

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Hav Uzunluğu	N	Alt küme		
	1	2	3	1
0,80	100	238,9046		
1,00	100		242,9400	
1,20	100			248,4150
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 26** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	2,027	1	2,027	1710,352	0,000	RED
İplik	9,256	9	1,028	867,719	0,000	RED
Hav	1,260	2	0,630	531,589	0,000	RED
Örgü*İplik	0,192	9	0,021	18,027	0,000	RED
Örgü*Hav	0,003	2	0,002	1,474	0,231	KABUL
İplik*Hav	0,517	18	0,029	24,250	0,000	RED
Örgü*İplik*Hav	0,093	18	0,005	4,359	0,000	RED
Hata	0,284	240	0,001			
Toplam	704,748	300				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

İplik	N	Alt küme										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1
SG72	30	1,1603										
D600	30		1,3297									
D288	30			1,4217								
SS144	30				1,4623							
D48PBT	30					1,4917						
D96	30						1,5530					
H48	30							1,6030				
Ç48	30								1,6827			
D48	30									1,7180		
K96	30										1,7557	
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Hav Uzunluğu	N	Subset		
		1	2	3
0,80	100	1,4277		
1,00	100		1,5483	
1,20	100			1,5774
Sig.		1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 27** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	0,014	1	0,014	2144,078	0,000	RED
İplik	0,069	9	0,008	1175,908	0,000	RED
Hav	0,003	2	0,002	254,844	0,000	RED
Örgü*İplik	0,001	9	0,000	24,167	0,000	RED
Örgü*Hav	0,000	2	5,26E-005	8,091	0,000	RED
İplik*Hav	0,002	18	0,000	16,932	0,000	RED
Örgü*İplik*Hav	0,000	18	2,30E-005	3,541	0,000	RED
Hata	0,002	240	6,50E-006			
Toplam	4,349	300				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

İplik	N	Alt küme								
		1	2	3	4	5	6	7	8	1
K96	30	0,10233								
Ç48	30		0,10483							
D48	30		0,10550							
H48	30			0,10873						
D96	30				0,11357					
SS144	30					0,12090				
D48PBT	30					0,12180				
D288	30						0,12417			
D600	30							0,13650		
SG72	30									0,15297
Sig.		1,000	0,312	1,000	1,000	0,173	1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Hav Uzunluğu	N	Alt küme	
		1	1
1,00	100	0,11674	
1,20	100	0,11682	
0,80	100		0,12383
Sig.		0,825	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05



**EK 28** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen tek katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	137198,461	1	137198,461	1604,264	0,000	RED
İplik	1740622,289	9	193402,477	2261,459	0,000	RED
Hav	16108,953	2	8054,476	94,181	0,000	RED
Örgü*İplik	104553,111	9	11617,012	135,838	0,000	RED
Örgü*Hav	786,582	2	393,291	4,599	0,011	RED
İplik*Hav	44014,209	18	2445,234	28,592	0,000	RED
Örgü*İplik*Hav	23124,788	18	1284,710	15,022	0,000	RED
Hata	20525,070	240	85,521			
Toplam	6060592,951	300				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

İplik	N	Alt Küme							
		1	2	3	4	5	6	7	1
Ç48	30	54,4887							
D48	30	56,4813							
D48PBT	30	59,3180							
H48	30		67,3480						
D96	30			77,4220					
SS144	30				91,5807				
K96	30				92,0757				
D288	30					134,8153			
D600	30						232,2600		
SG72	30								285,1027
Sig.		0,109	1,000	1,000	0,836	1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Hav Uzunluğu	N	Alt küme			
		1	2	3	1
0,80	100	105,0992			
1,00	100		117,6980		
1,20	100			122,4705	
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 29** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	37,185	1	37,185	3,339	0,071	KABUL
İplik	1689,463	3	563,154	50,570	0,000	RED
Hav	596,716	2	298,358	26,792	0,000	RED
Örgü*İplik	7,400	3	2,467	,222	0,881	KABUL
Örgü*Hav	22,957	2	11,478	1,031	0,361	KABUL
İplik*Hav	354,551	6	59,092	5,306	0,000	RED
Örgü*İplik*Hav	180,544	6	30,091	2,702	0,018	RED
Hata	1069,067	96	11,136			
Toplam	13029014,021	120				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

İplik	N	Alt Küme			
		1	2	3	1
SG72	30		323,2620		
D48	30			329,7333	
K96	30				332,0060
D600	30				332,8280
Sig.			1,000	1,000	0,342

Anlamlılık seviyesi = 0,05

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Hav uzunluğu	N	Alt küme			
		1	2	3	1
0,80	40		327,0750		
1,00	40			328,8590	
1,20	40				332,4380
Sig.			1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 30** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	0,107	1	0,107	60,169	0,000	RED
İplik	5,141	3	1,714	960,091	0,000	RED
Hav	0,249	2	0,124	69,740	0,000	RED
Örgü*İplik	0,017	3	0,006	3,265	0,025	RED
Örgü*Hav	0,009	2	0,004	2,395	0,097	KABUL
İplik*Hav	0,097	6	0,016	9,073	0,000	RED
Örgü*İplik*Hav	0,020	6	0,003	1,910	0,087	KABUL
Hata	0,171	96	0,002			
Toplam	241,153	120				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

İplik	N	Alt küme			
		1	2	3	4
SG72	30		1,1427		
D600	30			1,2527	
D48	30				1,5820
K96	30				1,6243
Sig.			1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Hav Uzunluğu	N	Alt küme		
		1	2	3
0,80	40		1,3435	
1,00	40			1,4028
1,20	40			1,4550
Sig.			1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 31** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	0,002	1	0,002	49,857	0,000	RED
İplik	0,082	3	0,027	686,421	0,000	RED
Hav	0,002	2	0,001	24,857	0,000	RED
Örgü*İplik	0,001	3	0,000	4,311	0,007	RED
Örgü*Hav	0,000	2	5,79E-005	1,455	0,239	KABUL
İplik*Hav	0,001	6	0,000	3,483	0,004	RED
Örgü*İplik*Hav	0,000	6	6,03E-005	1,514	0,182	KABUL
Hata	0,004	96	3,98E-005			
Toplam	3,787	120				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

İplik	N	Alt küme			
		1	2	3	1
K96	30		0,14837		
D48	30		0,15157		
D600	30			0,19317	
SG72	30				0,20883
Sig.			0,052	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Hav uzunluğu	N	Alt küme			
		1	2	3	1
1,20	40		0,17107		
1,00	40			0,17450	
0,80	40				0,18087
Sig.			1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 32** Farklı hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	235802,796	1	235802,796	143,694	0,000	RED
İplik	3472211,280	3	1157403,760	705,303	0,000	RED
Hav	72989,212	2	36494,606	22,239	0,000	RED
Örgü*İplik	100647,986	3	33549,329	20,444	0,000	RED
Örgü*Hav	6644,485	2	3322,243	2,025	0,138	KABUL
İplik*Hav	117092,802	6	19515,467	11,892	0,000	RED
Örgü*İplik*Hav	29538,581	6	4923,097	3,000	0,010	RED
Hata	157536,303	96	1641,003			
Toplam	26206149,758	120				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

İplik	N	Alt küme		
		1	2	3
D48	30		209,0697	
K96	30			316,1450
D600	30			584,4810
SG72	30			603,5347
Sig.			1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

Hav uzunluğu	N	Alt küme		
		1	2	3
,80	40		399,4695	
1,20	40			425,7373
1,00	40			459,7160
Sig.			1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 33** Farklı lif kesit şekline ve 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların birim alan kütlesi için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	0,002	1	0,002	0,000	0,989	KABUL
İplik	1258,884	9	139,876	11,173	0,000	RED
Örgü*İplik	131,061	9	14,562	1,163	0,330	KABUL
Hata	1001,494	80	12,519			
Toplam	10991079,417	100				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

İplik	N	Alt Küme				
	1	2	3	4	1	
SS144	10	324,7160				
SG72	10	326,6180	326,6180			
H48	10		329,2660	329,2660		
D288	10		329,6350	329,6350		
Ç48	10			332,0500	332,0500	
D600	10				333,8000	
D96	10				334,2000	
D48	10				334,3660	
K96	10				334,9680	
D48PBT	10				335,3000	
Sig.		0,233	0,143	0,190	0,322	

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 34** Farklı lif kesit şekline ve 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların kalınlığı için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	0,082	1	0,082	33,067	0,000	RED
İplik	2,875	9	0,319	128,244	0,000	RED
Örgü*İplik	0,115	9	0,013	5,145	0,000	RED
Hata	0,199	80	0,002			
Toplam	215,062	100				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

İplik	N	Alt küme					
	1	2	3	4	5	6	1
SG72	10	1,1650					
D600	10		1,2780				
D48PBT	10			1,3310			
D288	10				1,3810		
SS144	10				1,4130		
D96	10					1,4690	
H48	10					1,4860	
Ç48	10						1,6530
D48	10						1,6830
K96	10						1,6940
Sig.		1,000	1,000	1,000	0,156	0,449	0,164

Anlamlılık seviyesi = 0,05

**EK 35** Farklı lif kesit şekline ve 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların katı hacim katsayısı (SVF) için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	0,001	1	0,001	26,209	0,000	RED
İplik	0,040	9	0,004	113,065	0,000	RED
Örgü*İplik	0,002	9	0,000	5,138	0,000	RED
Hata	0,003	80	3,93E-005			
Toplam	2,872	100				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

İplik	Alt küme						
	N	1	2	3	4	5	6
K96	10	0,14350					
D48	10	0,14400					
Ç48	10	0,14600					
H48	10		0,16090				
D96	10		0,16510				
SS144	10		0,16720				
D288	10			0,17340			
D48PBT	10				0,18420		
D600	10					0,19000	
SG72	10						0,20680
Sig.		0,647	0,070	1,000	1,000	1,000	1,000

Anlamlılık seviyesi = 0,05



**EK 36** Farklı lif kesit şekline ve 1,2 mm hav uzunluğuna sahip şönil iplikle üretilen iki katlı bezayağı ve panama kumaşların hava akış direnci için varyans analizi ve SNK testi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.	Hipotez
Örgü	243294,576	1	243294,576	552,822	0,000	RED
İplik	2020220,404	9	224468,934	510,046	0,000	RED
Örgü*İplik	252375,077	9	28041,675	63,717	0,000	RED
Hata	35207,635	80	440,095			
Toplam	15283170,341	100				

Student-Newman-Keuls (SNK) Testi

İplik	Alt küme						
	N	1	2	3	4	5	6
D48	10	197,3010					
Ç48	10	205,8290					
D48PBT	10		254,0140				
H48	10			274,7060			
K96	10				315,3760		
D96	10				317,1880		
SS144	10				321,6300		
D288	10					491,8870	
D600	10						587,8250
SG72	10						602,4470
Sig.		0,366	1,000	1,000	0,783	1,000	0,123

Anlamlılık seviyesi = 0,05

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yasemin DÜLEK  
Doğum Yeri ve Tarihi : Şanlıurfa-1986  
Yabancı Dil : İngilizce

### Eğitim Durumu

Lise : Tuzla Süper Lisesi (Y.D.A.), İstanbul (2000-2004)  
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık  
Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, Bursa (2005-2009)  
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa (2009-2012)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Batmaz Tekstil, Bursa, 2009-2016  
Ustaoglu Tekstil, Bursa, 2017-Halen

İletişim (e-posta) : yasemindulek@yahoo.com

Yayınları :

Dulek, Y. and Suvari, F. (2019). Surface finishing of woven fabrics for improved sound absorption behavior. *17th National 3rd International The Recent Progress Symposium on Textile Technology and Chemistry*. 20-22 November 2019, Bursa. ISBN No: 978-605-01-1312-9. 54-55p.

Suvari, F. and 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>.

Duran, S., Dulek, Y., Akaç N. K. ve Göçer, F. (2019). Kumaş ışık geçirgenliğini ve fosfor ışımalarını ölçen cihaz tasarımı. *11.Uluslararası Ar-Ge Proje Pazarı Techxtille Start-Up Challenge*.

Göçer, F., Dulek, Y. ve Becerir, B. (2019). Polen alerjisine karşı antipolen özellikte perdelik kumaş geliştirme. *17.Ulusal ve 3.Uluslararası Tekstil Kimyasalları ve Teknolojilerindeki Son Gelişmeler, 20-22 Kasım 2019*, Poster Sunumu.

Duran, S., Dulek, Y., Akaç N. K., Göçer, F. ve Şener, E. (2020). Elektronik tekstillere yönelik iletken yüzey geliştirilmesi ve elektriksel özelliklerinin incelenmesi. *5nd International Conference on Material Science and Technology, 16-18 Ekim 2020*, 185-187s.

Duran, S., Akaç, N. K. ve Dulek, Y. (2020) Dekoratif dokuma perdelerin ışık geçirgenliği özelliklerinin incelenmesi. *Academic Perspective Procedia*, 3(1) 530-537s. <https://doi.org/10.33793/acperpro.03.01.101>.

- Akaç, N. K., Dulek, Y., Taş, B., Günel, M. ve Gürsoy, A. O. (2020). Atık olarak ayrılan ipliklerden fantazi kord iplik geliştirme. *İstanbul Teknik Üniversitesi Ulusal Tekstil Kongresi ve 2. Ar-Ge Günü, 11-12 Kasım 2020*, 121-122s.
- Sakallı, G., Dulek, Y., Keskin, G., Bakırtaş, U., Öztürk, M. ve Şener, E. (2021). Farklı kullanım alanlarına yönelik iletken iplik geliştirilmesi ve incelenmesi. 8. *Uluslararası Lif ve Polimer Araştırmaları Sempozyumu, 18-19 Haziran 2021*, 125s.
- Keskin, G., Göçer, F. ve Dulek, Y. (2021). Termokromik ısıtıcı kumaş tasarımı ve geliştirilmesi. 11. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 20-21 Ağustos 2021*, 79s. Sunum No:39.
- Keskin, G., Göçer, F., Dulek, Y., Eren, S. ve Yetişir, İ. (2021). Ultrasonik teknolojinin tela uzaklaştırma prosesi üzerindeki etkisinin incelenmesi. 7. *Çukurova Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 7-8 Eylül 2021*, 450-452s.
- Dulek, Y., Şener, E., Öztürk, Ö. ve Demir, K. (2021). Doğal lif içerikli kumaşların bitim işlemleri sonrası yumuşaklık özelliklerinin incelenmesi. *Uluslararası Kapadokya Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 15-17 Aralık 2021*, 242s.
- Dulek, Y., Şener, E., Günel, M., Gürsoy, A. O., Aydın, G. ve Tanrıkulu A. M. (2021). Polyester içerikli blackout dokuma perdelerin solar özelliklerinin incelenmesi. *Uluslararası Kapadokya Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 15-17 Aralık 2021*, 244s.