

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKUSTİK ÖZELLİKLERİ GELİŞTİRİLMİŞ ÖRME KUMAŞLAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Merve KÜÇÜKALİ**

**Anabilim Dalı : Tekstil Mühendisliği**

**Programı : Tekstil Mühendisliği**

**HAZİRAN 2010**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKUSTİK ÖZELLİKLERİ GELİŞTİRİLMİŞ ÖRME KUMAŞLAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Merve KÜÇÜKALİ  
(503081806)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30 Nisan 2010**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 07 Haziran 2010**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Banu UYGUN NERGİS (İTÜ)  
Eş Danışman : Prof. Dr. Cevza CANDAN (İTÜ)  
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Şükriye ÜLKÜ (UÜ)  
Doç. Dr. Ömer Berk BERKALP (İTÜ)  
Doç. Dr. Telem G. SADIKOĞLU (İTÜ)**

**HAZİRAN 2010**

*Aileme,*



## ÖNSÖZ

Bu çalışmanın oluşmasında emeği geçen ve tüm çalışma boyunca desteğini esirgemeyen tez danışmanlarım sayın Prof. Dr. Banu UYGUN NERGİS'e ve Prof. Dr. Cevza CANDAN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Tüm çalışmam boyunca desteğini esirgemeyen eşime ve aileme teşekkür eder sevgilerimi sunarım.

Deney yapılacak örme kumaşların tasarım aşamasında ve örülmesinde gerekli teknik altyapıyı sağlayan ve bu konudaki bilgi birikimlerini bizimle paylaşan başta sayın Müh. Engin Arabacı olmak üzere sayın Mehmet Yükselir, Yasin Kaya ve emeği geçen tüm TETAŞ firması çalışanlarına teşekkür ederim. Deneyler sırasında yardımlarını esirgemeyen İTÜ Tekstil Laboratuvarı ve Titreşim ve Akustik Laboratuvarı çalışanlarına da şükranlarımı sunarım.

Haziran 2010

Merve KÜÇÜKALİ  
Tekstil Mühendisi



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vii
KISALTMALAR .....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xvii
SUMMARY .....	xix
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. AKUSTİK İLE İLGİLİ TEMEL TANIMLAR VE BİLGİLER .....</b>	<b>3</b>
2.1 Temel Ses Bilgileri.....	3
2.1.1 Ses .....	3
2.1.2 Ses dalgalarının özellikleri- periyot, frekans, dalga boyu, yayılma hızı.....	3
2.1.3 Ses ölçümü birimi: desibel.....	6
2.1.4 Ses ile ilgili temel ölçüm parametreleri .....	6
2.1.4.1 Ses gücü .....	6
2.1.4.2 Ses basıncı .....	6
2.1.4.3 Ses şiddeti .....	6
2.2 Gürültü .....	7
2.2.1 Gürültünün insan üzerindeki etkisi .....	7
2.2.2 Gürültü ölçümü .....	7
2.2.3 Gürültü kontrolü.....	8
2.2.4 Ses yutucu malzeme kullanarak oda akustiğinin değiştirilmesiyle gürültü kontrolü.....	9
2.3 Malzemenin Ses Yutma Katsayısı.....	9
2.3.1 Ses yutma katsayısının empedans tüp yöntemi ile tayini.....	13
2.3.2 Ölçüm işleminde kullanılan cihazlar.....	13
2.3.3 Ses yutma katsayısının ( $\alpha$ ) belirlenmesi .....	13
<b>3. ÖRME KUMAŞ TEKNOLOJİSİ.....</b>	<b>15</b>
3.1 Örme Teknolojisinde Genel Tanımlar.....	15
3.2 Temel Örme Kumaş Yapıları .....	16
3.2.1 Atkılı örme kumaş yapıları .....	17
3.2.1.1 Süprem .....	17
3.2.1.2 Ribana .....	18
3.2.1.3 İnterlok .....	19
3.2.1.4 Links-Links (Haroşa) .....	19
3.2.2 Atkılı örme makineleri .....	20
3.2.3 Çözümlü örme kumaş yapısı.....	21
3.2.3.1 Tricot .....	23
3.2.3.2 Kilit örgü (Locknit/ Ters Locknit) .....	23
3.2.3.3 Balıksırtı (Sharkskin) .....	24

3.2.3.4 Kraliçe kordu (Queenscord)	24
3.2.4 Çözümlü örme makineleri .....	25
3.3 Boşluklu (Spacer) Kumaş .....	26
3.3.1 Atkılı örme makinesinde boşluklu (spacer) kumaş üretimi .....	26
3.3.1.1 Yuvarlak örme makinesinde boşluklu (spacer) kumaş üretimi	26
3.3.1.2 V-yataklı örme makinesinde boşluklu (spacer) kumaş üretimi	27
3.3.2 Çözümlü örme makinesinde boşluklu (spacer) kumaş üretimi .....	27
3.3.3 Boşluklu (Spacer) kumaşların analizi .....	28
3.3.4 Örme boşluklu (spacer) kumaş kullanım alanları .....	29
3.3.4.1 Otomotiv sektörü	29
3.3.4.2 Tıbbi tekstiller	30
3.3.4.3 Jeotekstiller, yapı, inşaat, çevre koruma, fitrasyon ve arıtma	31
3.3.4.4 Spor tekstilleri	32
3.3.4.5 Koruyucu giysiler	32
3.3.5 Boşluklu (spacer) kumaşların geleceği .....	33
<b>4. TEKSTİL MALZEMELERİNİN AKUSTİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE</b>	
<b>YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>35</b>
4.1 Kumaşlarla İlgili Yapılmış Çalışmalar .....	35
4.2 Nonwoven'ler ile İlgili Yapılmış Çalışmalar .....	36
4.3 Kompozit Malzemelerle İlgili Yapılmış Çalışmalar .....	38
<b>5. DENEYSEL ÇALIŞMA .....</b>	<b>39</b>
5.1 Kumaş Yapılarının Belirlenmesi .....	39
5.1.1 Materyal .....	39
5.1.2 Metod .....	44
5.1.2.1 İplik büküm tespiti	44
5.1.2.2 İplik tüylülük tespiti	44
5.1.2.3 Kumaş gramaj tespiti	45
5.1.2.4 Kumaş kalınlık tespiti	45
5.1.2.5 Kumaş yoğunluk tespiti	45
5.1.2.6 Kumaş ses yutum katsayısı tespit testi	45
5.1.3 Değerlendirmeler.....	48
5.2 İplik Yapısı ve Lif Tipinin Etkisi .....	59
5.2.1 Materyal .....	59
5.2.2 Metod .....	63
5.2.3 Değerlendirmeler.....	63
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>77</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>79</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>83</b>

## KISALTMALAR

<b>dtex</b>	: 10000 metre malzemenin gram olarak ağırlığı
<b>tex</b>	: 1000 metre malzemenin gram olarak ağırlığı
<b>Ne</b>	: 1 libre ağırlığındaki ipliğin çile sayısı
<b>Nm</b>	: 1 gram ipliğin ya da lifin uzunluğu
<b>denye</b>	: 9000 metre malzemenin gram olarak ağırlığı
<b>Fayn</b>	: Örne kumaş makinesinde 1” teki iğne sayısı
<b>dB</b>	: Desibel
<b><math>\alpha</math></b>	: Ses yutum katsayısı
<b>Hz</b>	: Hertz
<b>kHz</b>	: Kilohertz



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 2.1</b> : Bazı yapı malzemeleri için ses yutma katsayıları [5].....	11
<b>Çizelge 2.2</b> : Deneysel olarak bulunmuş k katsayısının yaklaşık değerleri.....	12
<b>Çizelge 3.1</b> : Üç boyutlu örme boşluklu kumaş yapılarının avantajları [12].....	29
<b>Çizelge 5.1</b> : Kumaş yapılarının belirlenmesinde kullanılan ipliklere ait özellikler .	39
<b>Çizelge 5.2</b> : Örme boşluklu (spacer) kumaşların yapısal özellikleri.....	40
<b>Çizelge 5.3</b> : Boyama işlemi uygulanmış örme boşluklu (spacer) kumaşların yapısal özellikleri.....	43
<b>Çizelge 5.4</b> : Yıkama işlemi uygulanmış örme boşluklu (spacer) kumaşların yapısal özellikleri .....	43
<b>Çizelge 5.5</b> : Farklı yapılardaki polyester ipliklere ait özellikler .....	60
<b>Çizelge 5.6</b> : Farklı lif tiplerinden üretilmiş ipliklere ait özellikler.....	61
<b>Çizelge 5.7</b> : Puntalı polyester iplik kullanılarak örülmüş boşluklu (spacer) kumaşların yapısal özellikleri .....	62
<b>Çizelge 5.8</b> : Farklı yapılardaki polyester ipliklerinden örülmüş boşluklu (spacer) kumaşların yapısal özellikleri .....	62
<b>Çizelge 5.9</b> : Farklı lif tipi kullanılarak örülmüş boşluklu kumaşların yapısal özellikleri .....	63



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1 : Basit harmonik bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının zamanla değişimi [5] .....	3
Şekil 2.2 : Duyma eşiği.....	4
Şekil 2.3 : Farklı seslerin frekansları [6] .....	4
Şekil 2.4 : Sesin dalga boyu.....	5
Şekil 2.5 : Frekans ve dalga boyu [8] .....	5
Şekil 2.6 : Ses düzey ölçer .....	8
Şekil 2.7 : Empedans tüpte maksimum ve minimum basınç noktaları gösterimi [6]	13
Şekil 3.1 : Atkılı örme kumaş yapısı .....	16
Şekil 3.2 : Çözümlü örme kumaş yapısı .....	16
Şekil 3.3 : Süprem kumaş .....	17
Şekil 3.4 : 1x1 Ribana kumaş .....	18
Şekil 3.5 : İnterlok kumaş.....	19
Şekil 3.6 : 1x1 Haroşa kumaş .....	20
Şekil 3.7 : Çift plaka yuvarlak örme makinesinin örme hareketi (silindir ve kapak iğnelerinin çalışma prensibi) [12].....	21
Şekil 3.8 : V yataklı örme makinesinin örme hareketi [12].....	21
Şekil 3.9 : Çözümlü örgülü ilmek yapısı [20].....	22
Şekil 3.10 : Açık ve kapalı ilmek konfigürasyonu [21].....	22
Şekil 3.11 : Tricot örgü.....	23
Şekil 3.12 : Kilit örgü .....	23
Şekil 3.13 : Balıksırtı örgü.....	24
Şekil 3.14 : Kraliçe kordu örgü.....	24
Şekil 3.15 : Tricot örme makinesinde iğnenin ilmek oluşturma hareketi [13] .....	25
Şekil 3.16 : Raşel örme makinesinde iğnenin ilmek oluşturma hareketi [13].....	25
Şekil 3.17 : Boşluklu (spacer) kumaş [12].....	26
Şekil 3.18 : Raschel makinede iki ayrı kumaş yapısı oluşumu [23].....	28
Şekil 3.19 : Otomotiv sektöründe boşluklu kumaş kullanımı.....	30
Şekil 3.20 : Tıbbi tekstillerde boşluklu kumaş kullanımı .....	31
Şekil 3.21 : Jeotekstillerde boşluklu kumaş kullanımı .....	31
Şekil 3.22 : Spor tekstillerinde boşluklu kumaş kullanımı .....	32
Şekil 3.23 : Koruyucu giysilerde boşluklu kumaş kullanımı.....	33
Şekil 5.1 : SDS ONE Knit ve Paint programları .....	41
Şekil 5.2 : Örgü çizim programı .....	41
Şekil 5.3 : Desen veritabanı ve bilgisayarda oluşturulmuş örnek numune.....	42
Şekil 5.4 : Shima Seiki SES 124S marka V yataklı düz örme makinesi .....	42
Şekil 5.5 : Standart empedans tüp yöntemi ve ölçüm düzeneğinin gösterimi .....	46
Şekil 5.6 : Empedans tüp yöntemi ve ölçüm düzeneği [6] .....	46
Şekil 5.7 : Çift mikrofon empedans tüp yöntemi ölçüm düzeneği [45].....	47
Şekil 5.8 : S1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	48
Şekil 5.9 : S2 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	49
Şekil 5.10 : S3 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	50

Şekil 5.11 : S4 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	50
Şekil 5.12 : SB1, SB2, SB3 ve SB4 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>SB1, SB2, SB3, SB4</b> ).....	51
Şekil 5.13 : S7, S8 ve S9 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>S7, S8, S9</b> ) .....	52
Şekil 5.14 : S7.1, S8.1. ve S9.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>S7.1, S8.1, S9.1</b> ).....	53
Şekil 5.15 : SY7, SY8 ve SY9 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>SY7, SY8, SY9</b> ) .....	53
Şekil 5.16 : SY7.1, SY8.1. ve SY9.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>SY7.1, SY8.1, SY9.1</b> ) .....	54
Şekil 5.17 : S11 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	55
Şekil 5.18 : SY11 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	55
Şekil 5.19 : S3.3, S3.4 ve S3.5 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>S3.3, S3.4, S3.5</b> ).....	56
Şekil 5.20 : S3.3 ve S3.3.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>S3.3, S3.3.1</b> ) .....	57
Şekil 5.21 : S3.4 ve S3.4.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>S3.4, S3.4.1</b> ) .....	57
Şekil 5.22 : S3.5 ve S3.5.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>S3.5, S3.5.1</b> ) .....	58
Şekil 5.23 : S4.1, S4.2 ve S4.3 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>S4.1, S4.2, S4.3</b> ).....	58
Şekil 5.24 : SP3.3.1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	63
Şekil 5.25 : SP3.4.1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	64
Şekil 5.26 : SP3.5.1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	64
Şekil 5.27 : SP3.3.1, SP3.4.1 ve SP3.5.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>SP3.3.1, SP3.4.1, SP3.5.1</b> ) .....	65
Şekil 5.28 : SP4.1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	66
Şekil 5.29 : SP4.2 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	66
Şekil 5.30 : SP4.3 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	67
Şekil 5.31 : SP4.1, SP4.2 ve SP4.3 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>SP4.1, SP4.2, SP4.3</b> ) .....	68
Şekil 5.32 : ST4.1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	68
Şekil 5.33 : SK4.1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	69
Şekil 5.34 : SP4.1, ST4.1 ve SK4.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>SP4.1, ST4.1, SK4.1</b> ).....	69
Şekil 5.35 : S4.1-P numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	70
Şekil 5.36 : S4.1-100A numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	71
Şekil 5.37 : S4.1-KP, S4.1-P ve S4.1-100A numaralı kumaşın ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>S4.1-KP, S4.1-P, S4.1-100A</b> ).....	71
Şekil 5.38 : S4.1-90/10A/Y numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	72
Şekil 5.39 : S4.1-70/30A/Y numaralı kumaşın ses yutum katsayısı .....	73
Şekil 5.40 : S4.1-90/10A/Y ve S4.1-70/30A/Y numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>S4.1-90/10A/Y, S4.1-70/30A/Y</b> ) .....	73
Şekil 5.41 : S4.1-KP, S4.1-P, S4.1-100A, S4.1-90/10A/Y ve S4.1-70/30A/Y numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( <b>S4.1-KP, S4.1-P, S4.1-100A, S4.1-90/10A/Y, S4.1-70/30A/Y</b> ).....	74

Şekil A.1 : S1 numaralı kumaşın örgü raporu .....	84
Şekil A.2 : S2 numaralı kumaşın örgü raporu .....	84
Şekil A.3 : S3 numaralı kumaşın örgü raporu .....	85
Şekil A.4 : S4 numaralı kumaşın örgü raporu .....	85
Şekil A.5 : S7 numaralı kumaşın örgü raporu .....	86
Şekil A.6 : S8 numaralı kumaşın örgü raporu .....	86
Şekil A.7 : S9 numaralı kumaşın örgü raporu .....	87
Şekil A.8 : S7.1 numaralı kumaşın örgü raporu .....	87
Şekil A.9 : S8.1 numaralı kumaşın örgü raporu .....	88
Şekil A.10 : S9.1 numaralı kumaşın örgü raporu .....	88
Şekil A.11 : S11 numaralı kumaşın örgü raporu .....	89
Şekil A.12 : S3.1 numaralı kumaşın örgü raporu .....	89
Şekil A.13 : S3.2 numaralı kumaşın örgü raporu .....	90
Şekil A.14 : S3.3 numaralı kumaşın örgü raporu .....	90
Şekil A.15 : S3.4 numaralı kumaşın örgü raporu .....	90
Şekil A.16 : S3.5 numaralı kumaşın örgü raporu .....	91
Şekil A.17 : S3.3.1 numaralı kumaşın örgü raporu .....	91
Şekil A.18 : S3.4.1 numaralı kumaşın örgü raporu .....	92
Şekil A.19 : S3.5.1 numaralı kumaşın örgü raporu .....	92
Şekil A.20 : S4.1 numaralı kumaşın örgü raporu .....	93
Şekil A.21 : S4.2 numaralı kumaşın örgü raporu .....	93
Şekil A.22 : S4.3 numaralı kumaşın örgü raporu .....	94
Şekil A.23 : Boşluklu kumaş kesit görünümü .....	94
Şekil A.24 : Büyük tüp için kullanılan numune örneği (50 Hz- 1,6 kHz).....	95
Şekil A.25 : Küçük tüp için kullanılan numune örneği (1,6 kHz- 6,4 kHz).....	95



## AKUSTİK ÖZELLİKLERİ GELİŞTİRİLMİŞ ÖRME KUMAŞLAR

### ÖZET

Günümüzde özellikle de ülkemizde bir problem haline gelmiş trafik gürültüsünün sürücünün dikkatini dağıtmasını önlemek ve daha güvenli bir yolculuk sağlayabilmek için araba döşemeliklerinde, kapı panellerinde ve arabaların diğer iç parçalarında kullanıma yönelik dışarıdaki sesi içeriye geçirmeyen ve böylece otomobil içerisindeki sesi azaltıcı etkiye sahip olan tekstil malzemelerine duyulan ihtiyacın her geçen gün arttığı görülmektedir. Üstün dökümlülük özelliğinden dolayı örme kumaşlar otomotiv endüstrisinde gürültü azaltımında çoğunlukla tercih edilen tekstil malzemelerine örnek olarak gösterilebilir. Alışlagelmiş örme kumaş yapıları yerine özel bir örme kumaş yapısı olan boşluklu (spacer) örme kumaşların daha iyi ses yutum özelliği göstermesi sebebiyle daha çok tercih edildiği görülmektedir.

Akustik özelliği geliştirilmiş boşluklu (spacer) örme kumaş tasarımının ve üretiminin gerçekleştirilmesi hedeflenen bu çalışmada 22 farklı örgü tipine sahip kumaş tasarlanarak üretimleri yapılmıştır.

Çalışmanın başında örgü tipindeki değişikliklerin kumaş ses yutum özelliği üzerine etkisini görebilmek amacıyla üretimde kullanılan hammadde sabit tutulmuş ve bunun sonucunda en iyi ses yutum özelliğine sahip kumaş belirlenmiştir. Yapılan deneyler neticesinde kumaş kalınlığındaki ve yoğunluğundaki artışın kumaş ses yutum özelliğini olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Kumaşların ön-arka yüzlerinde mini-jakar örgü kullanmanın, kumaş kalınlığını ve bununla birlikte kumaş yoğunluğunu belirgin ölçüde arttırdığı gözlenmiştir. Örgü raporunda kullanılan askı ve atlama ilmek sayısının önemli olduğu ve bu parametrelerin optimum düzeyde tutulmasıyla kumaş ses yutum özelliğinin iyileştiği görülmüştür. Örgüde yan yana bulunan atlama sayılarının azalmasının ve kullanılan ara ipliğin bağlanma sıklığının artmasının, kumaş ses yutum katsayısı değerine olumlu etki yaptığı görülmüştür.

Kullanılan iplik yapısının kumaş ses yutum özelliği üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla test edilen frekans aralıklarında en iyi ses yutum katsayısı değerlerine sahip seçilmiş örme kumaş 3 farklı yapıda polyester ipliği kullanılarak örülmüştür. Yapılan deneyler neticesinde polyester iplik yapısı olarak puntalı iplik kullanılmasının en iyi ses yutum özelliği sağladığı görülmüştür.

Kullanılan lif tipinin kumaş akustik özelliği üzerindeki etkisi görebilmek amacıyla seçilen örme kumaş son iplik numarası aynı olan farklı hammaddede iplikler kullanılarak örülmüştür. %100 akrilik lifinden mamül kumaş en yüksek ses yutum performansını gösteren kumaş olmuştur. Yün karışımli iplikler içerisinde ise yün oranının artışıyla iplik tüylülüğünde artış ve kumaş ses yutum özelliğinde iyileşme görülmüştür.



## **KNITTED FABRICS WITH IMPROVED ACOUSTIC PROPERTIES**

### **SUMMARY**

Nowadays especially in our country traffic noise is a big problem. To prevent the negative effects of noise which can cause driver fatigue, road accidents and in order to improve road safety, textile materials are used in upholstery, door panels, and in other interior parts of automobile. By this way the noise can be repelled outside and automotive interior noise can be reduced. Knitting fabrics are the most preferred textile materials used in the interior parts of the automobile to reduce traffic noise due to their superior drapability properties. Because spacer knitted fabrics show improvements in sound absorption compared to planar knitted fabrics, these fabrics are mostly preferred.

In this study, 22 fabrics that have different spacer knitted structures were designed and produced in an intention to improve the acoustic properties of these fabrics.

At the beginning of the study, raw material used during knitting process was not changed in order to observe the effect of the differences in the knitting structure on the sound absorption properties of the fabric and so the fabric structure with best sound absorption properties was determined. The results obtained showed that the increase in fabric thickness and density affected sound absorption properties of fabric positively. In addition to that, it was clearly seen that use of mini-jacquard knits on both front and back faces of the fabrics increased fabric thickness and density. Next, it was determined that the number of tuck and miss stitches used in knitting structure was important and keeping these parameters at an optimum level improved sound absorption property of the fabric. A decrease in the numbers of miss stitches used side-by-side in the knit structure and an increase in the connecting points of interconnecting yarn affected sound absorption properties of fabric positively.

The knitted fabric with best sound absorption property was selected and this fabric was knitted by using three different polyester yarn structures to analyze the effect of yarn structure on the fabric sound absorption property. At the result of the experiments made it was observed that use of intermingled polyester yarn as polyester yarn structure provided the best sound absorption property.

Later on, the knitted fabric structure was knitted with yarns of the same final count from different fibers to analyze the effect of fiber type used on the fabric sound absorption property. The fabric from 100% acrylic fiber showed the best sound absorption performance. Finally, it was observed that within wool blended yarns an increase in wool content increased the yarn hairiness and so improved fabric sound absorption property.



## 1. GİRİŞ

Otomobil içerisinde oluşan ses hem sürücü hem de yolcu tarafından istenmeyen bir rahatsızlıktır. Bu gürültü, sürücünün kendini yorgun hissetmesine, bunun sonucu olarak trafik kazalarına sebebiyet vermektedir ve yol güvenliğini azaltmaktadır. Bu problemi çözmek için aktif ve pasif metot olarak bilinen iki teknik kullanılmaktadır. Otomotiv akustiğinin frekans aralığı 100 Hz ile 4000 Hz arasında değişmesine rağmen en baskın sesler 100 ile 600 Hz arası bölgededir [1]. Aktif ses kontrol metotları 100 ile 600 Hz arasındaki bölgelerde daha etkin olmakla birlikte, pasif metotlar daha çok 600 Hz'den daha yüksek frekansa sahip seslerde etkindir. Aktif yöntem, dalga karıştırmanın olağanüstü olayıdır [2]. Pasif yöntemde ise sesin sönmülenebilmesi için akustik malzemeler kullanılmaktadır. Çelik gibi yüksek yoğunluğa sahip malzemeler ses yalıtımını etkin bir biçimde sağlayabilmektedir ancak bu malzemeler sesin çoğunluğunu çevreye yansıtmakta ve bu da gürültü kirliliğine sebep olmaktadır. Ayrıca, bu malzemeler çok ağır ve pahalı olduklarından otomobil endüstrisinde ses yutucu olarak etkin bir biçimde kullanılamamaktadırlar.

Bu doğrultuda otomotiv sektöründe ses absorpsiyonunu sağlayabilmek için yüksek yoğunluğa sahip malzemelere alternatif olabilecek akustik özellikleri geliştirilmiş tekstil malzemeleri üzerindeki çalışmalar yoğunlaşmıştır. Tekstil malzemeleri gözenekli fibril yapılar olduklarından ses absorplayabilme özelliğine sahiptirler [3]. Daha hafif, ucuz ve aynı zamanda çevre dostu malzemeler olduklarından otomobil iç parçalarında sıklıkla kullanılmaktadırlar [4]. Nonwoven yapılar otomobil iç parçalarında ses yalıtımı amaçlı kullanılmıştır. Ancak nonwoven kumaşlar örme kumaşlara kıyasla daha zayıf estetik görünüm ve dökümlülüğe sahiptir. Üstün dökümlülük özelliğinden dolayı örme kumaşlar otomotiv endüstrisinde gürültü azaltımında çoğunlukla kullanılmaktadır. Tavan döşemesi, halılar, koltuklar, kapı panelleri ve diğer otomobil iç parçaları otomobil içerisindeki sesin büyük bir kısmını yutarlar ve bütün bu yerlerde en çok örme kumaş kullanılmaktadır.

Alışıl gelmiş örme kumaş yapıları bazen yeterli seviyede ses yutumu sağlayamayabilir. Bu sebepten, bu çalışmada özel bir örme kumaş yapısı olan ve

Özellikle teknik anlamda çok fazla kullanım alanına sahip olan örme boşluklu (spacer) yapı kullanımını tercih edilmiştir. Boşluklu (spacer) kumaşlar düzlemsel kumaşlara kıyasla daha iyi ses absorplama özelliği göstermektedir.

Bu çalışmada, akustik özelliği geliştirilmiş kumaş tasarımı ve üretiminin gerçekleştirilmesi ve bu kumaşların otomotiv endüstrisinde kullanımını hedeflenmiştir. Bu amaçla, farklı hammadde ve iplik çeşitlerinden farklı kalınlıklarda ve örgü tipinde örme boşluklu (spacer) kumaş numuneleri üretilmesi planlanmıştır. Bu kumaşların akustik özellikleri empedans tüpü metodu kullanılarak tayin edilmiştir. Hangi retim parametrelerinin ve kumaşın hangi özelliklerinin ses yutma katsayısı özelliğine önemli etki ettiği analiz edilip, en iyi akustik özelliğe sahip kumaşı elde etmek amaçlanmaktadır.

Günümüzde özellikle de ülkemizde gerçekten bir problem haline gelmiş trafik gürültüsünün sürücünün dikkatini dağıtmasını önlemek ve daha güvenli bir yolculuk sağlayabilmek için dışarıdaki sesi içeriye geçirmeyen ve böylece otomobil içerindeki sesi azaltıcı etkiye sahip olan kumaşların araba dşemeliklerinde, kapı panellerinde ve diğer araba i parçalarında kullanılabilmesi hedeflenmiştir.

## 2. AKUSTİK İLE İLGİLİ TEMEL TANIMLAR VE BİLGİLER

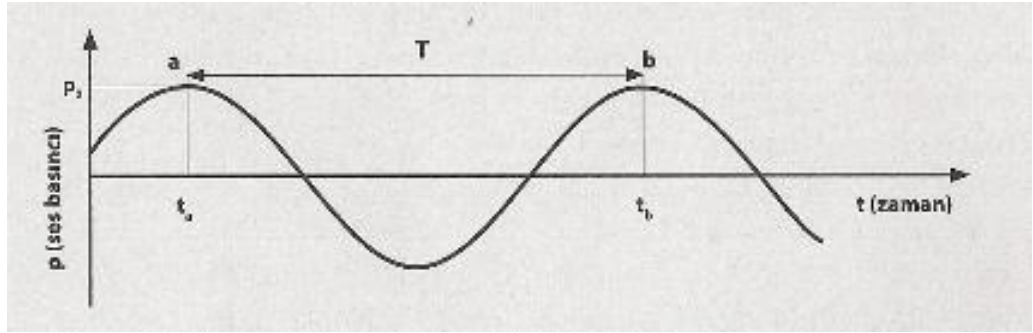
### 2.1 Temel Ses Bilgileri

#### 2.1.1 Ses

Ses belli bir ortamda oluşan ve kulaklarımız tarafından algılanan basınç değişimleridir. Sesin doğuşu ve yayılması, ortamdaki parçacıkların titreşimi ve bu titreşimlerin komşu parçacıklara iletilmesiyle olur. Ortamdaki parçacıkların titreşmesiyle oluşan dalgalar, havada basınç değişiklikleri oluşturur. Bu basınç değişiklikleri kulak tarafından elektrik sinyallerine çevrilir ve beyin tarafından “ses” olarak algılanır [5].

#### 2.1.2 Ses dalgalarının özellikleri- periyot, frekans, dalga boyu, yayılma hızı

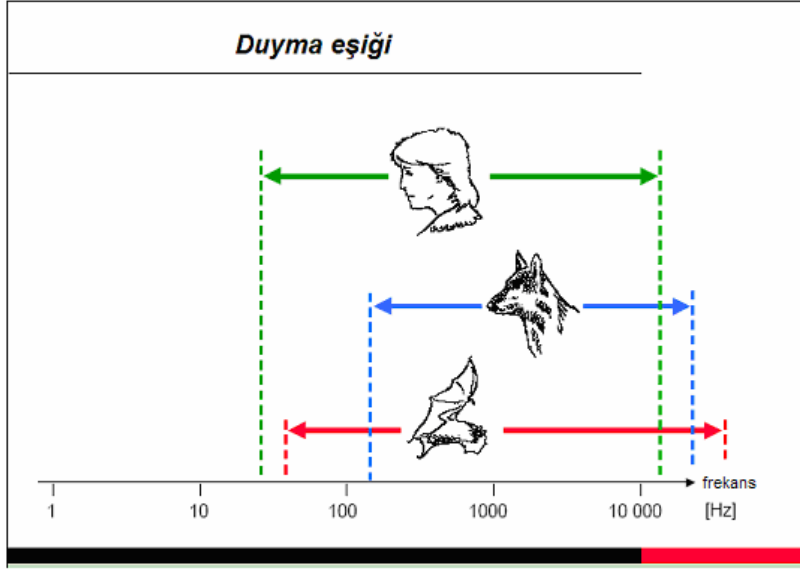
Basit harmonik bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncı zamana bağlı olarak değişmektedir (Şekil 2.1).



**Şekil 2.1** : Basit harmonik bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının zamanla değişimi [5].

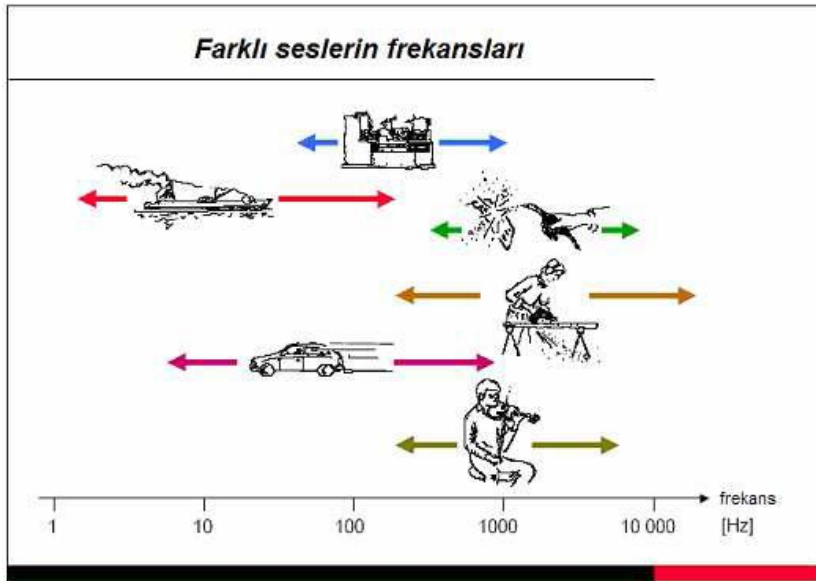
Burada vurgulanması gereken önemli nokta, ses basıncının, söz konusu noktadaki atmosferik basıncın değişme miktarını gösterdiğidir.  $p_0$  ile gösterilen, basıncın en büyük değerine (o noktadaki atmosferik basınçtan olan en büyük farkına) genlik denir. Basıncın, birbirini izleyen en büyük iki değeri arasında geçen zamana periyot denir. T ile gösterilen periyotun birimi, zaman birimi olan saniyedir. Şekil 2.1’den görüldüğü gibi basınç değişimi her periyotta (T zamanında) aynen tekrarlanmaktadır. Periyodun tersi ( $1/T$ ) frekanstır (f). Periyot, “bir basınç değişim devri için geçen

zaman” olarak tanımlanabildiğine göre; frekans “birim zanaadaki basınç değışim devri sayısı” dır. Bu tanımlardaki “basınç değışim devri” ile anlatılmak istenen, basıncın aynı düzeye ulaştığı (aynı yönden yaklaşarak) birbirini izleyen iki nokta (örneğin a ve b) arasındaki kısımdır. Frekans, genellikle “bir saniyedeki devir sayısı” (Hertz) ile ölçülür. Yukarıdaki tanımdan da anlaşılacağı gibi  $T = 1/f$  dir. Frekans ölçümleme birimi Hertz (Hz)’dir [5]. Sağlıklı bir insanın kulağı 20 Hz ile 20000 Hz arasında titreşen sesleri duyabilir (Şekil 2.2).



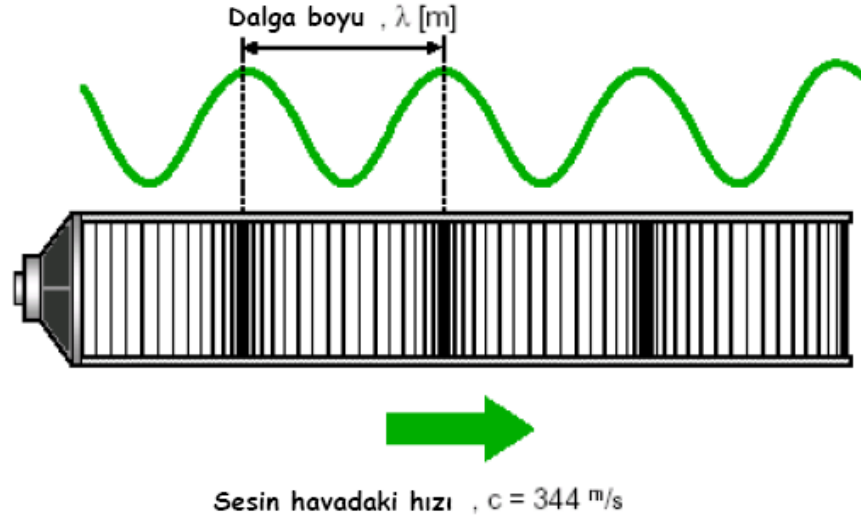
Şekil 2.2 : Duyma eşiği.

Günlük hayatta ortaya çıkan seslerin frekansları yaklaşık olarak Şekil 2.3’te gösterilmiştir.



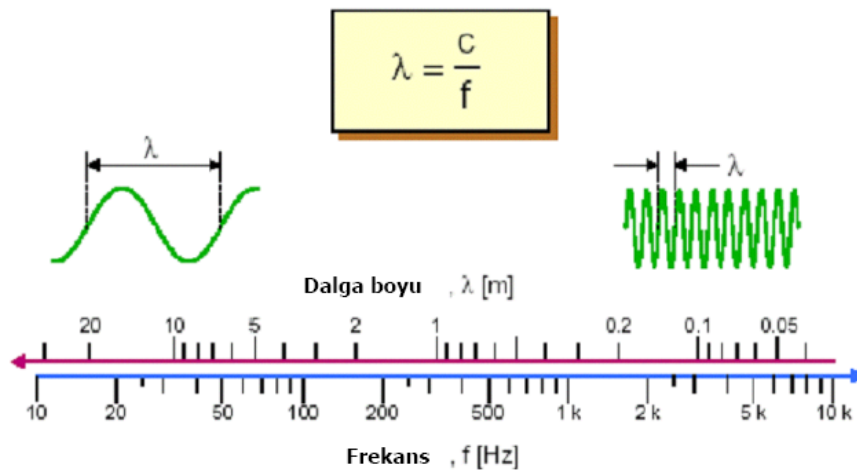
Şekil 2.3 : Farklı seslerin frekansları [6].

Periyodik ses basınç dalgalarının dalga boyu, sesin bir T zamanında kat ettiği yol olarak tanımlanır ve  $\lambda$  ile ifade edilir. Böylece sabit bir c hızında hareket eden dalga T zamanında  $\lambda = c / f$  kadar yol kat edecektir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 : Sesin dalga boyu.

$\lambda = c / f$  eşitliğinden (Şekil 2.5), düşük frekanslı seslerin uzun dalga boyuna, yüksek frekanslı seslerin kısa dalga boyuna sahip olduğu anlaşılır. Tek ve sabit bir frekansa ve sinüzoidal olarak değişen genliğe sahip sese, saf ton denir. Gerçekte saf tonlu seslere çok az rastlanır. Genelde ses birçok farklı frekansa sahiptir [7].



Şekil 2.5 : Frekans ve dalga boyu [8].

Sesin havadaki yayılma hızı, havanın ideal gaz olarak kabul edilmesiyle,  $c = 20,05 \sqrt{T_k}$  m/s eşitliğinden bulunabilir. Burada  $T_k$ , havanın Kelvin cinsinden sıcaklığıdır. Hava sıcaklığı  $21^\circ \text{C}$  olduğunda sesin yayılma hızı 344 m/s olarak bulunur.

### **2.1.3 Ses ölçümü birimi: desibel**

Desibel bir oranı ya da göreceli bir değeri gösterir. Alexander Graham Bell'in anısına bel adı verilen birim, iki büyüklüğünün oranının logaritması olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla 1 bel, oranları 10 olan iki büyüklüğü göstermektedir. Bu oranın çok yüksek olmasından dolayı desibel adı verilen oranların logaritmasının 10 katı olarak tanımlanan birim daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sayılardan biri bilinen bir sayı olarak alınır. Bu sebepten, desibel söz konusu bir büyüklüğün referans büyüklüğüne oranının logaritmasının 10 katıdır. Alt ve üst sınırları arasında büyük farklar olan ses ölçümleri için desibel çok uygundur. Desibel ile ölçtüğümüz büyüklüklere düzey adı verilir. Örneğin,  $p$  değerindeki bir basıncın  $p_0$  referans değerine göre düzeyi,  $\text{Düzye (dB)} = 10 \log \frac{p}{p_0}$  olarak tanımlanır. [5,7]

### **2.1.4 Ses ile ilgili temel ölçüm parametreleri**

#### **2.1.4.1 Ses gücü**

Bir ses kaynağından ses şeklinde yayılan enerjinin birim zamandaki miktarına ses gücü denir.

#### **2.1.4.2 Ses basıncı**

Ses, kulak zarıyla temasta bulunan havanın basıncının değişmesiyle algılandığından, bir ses kaynağının ses gücünden daha çok, belli bir noktada yarattığı ses basıncı değişimi önemlidir. Ses basıncı insan kulağının hissettiği bir parametredir.

#### **2.1.4.3 Ses şiddeti**

Ses şiddeti, belli bir ortamda ses dalgalarının yayılımına dik birim alandan geçen ortalama akustik güce denir [8].

## 2.2 Gürültü

İnsanlar üzerinde olumsuz etki yapan ve hoş gitmeyen seslere gürültü denir. Bu tanıma bakıldığında, sesin gürültü niteliği taşınması için mutlaka yüksek düzeyde olması gerekmediği anlaşılmaktadır. Ses ve gürültü arasındaki ayırım kişilere göre değişebilir. Bazı insanlar kulağına müzik olarak gelen bir takım sesler, diğer insanlar için rahatsız edici olabilir ve gürültü olarak algılanır. Rahatsızlık duyma sınırı da insandan insana farklılık gösterebilir. Ancak gürültünün insan sağlığını ve rahatını bozduğu, olumsuz psikolojik etkiler yaptığı ve kaza tehlikesini artırdığı bir gerçektir.

### 2.2.1 Gürültünün insan üzerindeki etkisi

Gürültünün insan üzerindeki olumsuz etkilerini dört grupta inceleyebiliriz:

1.Fiziksel Etkileri: Geçici veya sürekli işitme bozuklukları. Gürültünün işitme duyusunda oluşturduğu olumsuz etkiler, ya ani etkiler şeklinde ya da zamanla ortaya çıkarlar [9]. Ani ve yüksek bir sesin kulak zarını yırtması ya da hassas korti yapısının fizyolojik yapısını düzelmeyecek şekilde bozması ani oluşan etkilerdir. Bununla birlikte, ani zarar oluşturmayacak düzeydeki gürültüde uzun süre kalan kişilerde, sürekli işitme kayıpları görülebilir.

2.Fizyolojik Etkileri: Kan basıncının artması, dolaşım bozuklukları, solunumda hızlanma, kalp atışlarında yavaşlama, ani refleks, stres, uykusuzluk. Bu etkilerin çoğu kısa süren etkilerdir. Yalnız stres ve uykusuzluk, gürültünün uzun süreli fizyolojik etkilerindendir [10].

3.Psikolojik Etkileri: Davranış bozuklukları, aşırı sinirlilik, korku, tedirginlik.

4.Performans Etkileri: İş veriminin düşmesi, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin yavaşlaması.

Gürültünün, bu hastalıkların baş göstermesinde doğrudan etkili olduğu henüz kanıtlanmamıştır. Bu sonuçların çoğu, gürültülü ortamda çalışan kişiler üzerinde yapılan gözlemlere dayanmaktadır.

### 2.2.2 Gürültü ölçümü

Gürültü ölçümünde amaç, gürültü kaynağını bulmak ya da belli bir noktadaki gürültü düzeyini saptamaktan, gürültünün frekans dağılımını bulmaya veya darbe

gürültüsünü saptamaya kadar çok çeşitli olabilir. En çok kullanılan ölçüm, istenilen bir yerdeki gürültü düzeyinin saptanmasıdır.

Ses düzeyi ölçer (Şekil 2.6) ile bir noktadaki ses düzeyi doğrudan ölçülebilir. Kullanımı kolaydır ve bunun yanında sonuçlar etkilidir. Ses düzeyi ölçer seçiminde önemli olan amaca uygunluktur. Çok değişik türleri olan bu cihazların hangi türlerinin nerede ve nasıl kullanacağı deneyim ve uzmanlık gerektiren bir konudur [11].



**Şekil 2.6 :** Ses düzey ölçer.

### **2.2.3 Gürültü kontrolü**

Gürültü, “istenmeyen, rahatsız edici ses” olarak tanımlandığı için, sağlığa zarar verecek düzeyde olmasa bile, rahatsız edici özelliğinden dolayı yok edilmeli ya da azaltılmalıdır. Bir gürültünün rahatsız ediciliği, gürültünün yüksekliğinden, cinsinden ve değişkenliğinden kaynaklanabilir. Endüstriyel gürültünün azaltılma gerekliliği; genellikle, gürültünün kişileri rahatsız etmesinin ötesinde sağlığa zararlı olmasından kaynaklanmaktadır. Gürültünün çevredekilere verdiği zararı engellemek amacıyla; gürültünün yaratıldığı ortamın özelliğine, çevredeki kişilerin gürültülü ortamda bulunma sürelerine ve koşullarına bağlı olarak, değişik gürültü düzeyleri sınır değer olarak belirlenmiştir. Hem çevresel hem de endüstriyel gürültü, yasal sınır değerlerin altında tutulmalıdır.

Kişileri gürültüden korumak için alınabilecek önlemlerin tümüne gürültü kontrolü adı verilir. Gürültü kaynağının örtülmesiyle, bariyer kurarak, susturucularla, ses yutucu malzeme kullanarak gürültü kontrolü sağlanabilir.

### 2.2.4 Ses yutucu malzeme kullanarak oda akustiğinin değiştirilmesiyle gürültü kontrolü

Bu yöntemde oda akustiği değiştirilir. Oda akustiğinin değiştirilmesi, kapalı bir yerin oda sabitinin değiştirilmesi demektir [5]. Bir gürültü kaynağının kapalı bir mekanda yaratacağı ses basıncı düzeyi, o kapalı yerin oda sabitine bağlıdır. Oda sabitinin artmasıyla gürültü kaynağının yaratacağı ses basınç düzeyinin arttığını aşağıdaki formülde görülmektedir.

$$L_p = L_w + 10 \log \left[ \frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right] dB \quad (2.1)$$

Kapalı bir yerin oda sabitinin yükseltilmesi, odanın iç yüzeylerinin ses yutucu malzemeyle kaplanması ve odanın ortalama ses yutma katsayısının artırılmasıyla sağlanır. Eğer kapalı bir alanda ses yutma katsayısı  $\alpha_0$ 'dan  $\alpha_2$ 'ye çıkarılacak olursa, sağlanacak gürültü kaybı aşağıdaki formülle bulunabilmektedir.

$$IL = 10 \log \frac{\alpha_2}{\alpha_0} \quad (2.2)$$

Gürültü kaybı, ortalama ses yutma katsayısı yerine toplam ses yutumu (A) cinsinden de yazılabilir.

$$IL = 10 \log \frac{A_2}{A_0} \quad (2.3)$$

$A_2$ =odanın akustik iyileştirmeden sonraki ses yutumu

$A_0$ = odanın akustik iyileştirmeden önceki ses yutumu

Toplam ses yutum aşağıdaki formülden bulunabilmektedir.

$$A = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n \quad (2.4)$$

### 2.3 Malzemenin Ses Yutma Katsayısı

Bir yüzeye gelen ses enerjisinin bir kısmı yansır, bir kısmı ise yutulur (ses enerjisinden başka enerji şekillerine çevrilir). Bir yüzeyde yutulan ses enerjisinin, o yüzeye gelen toplam ses enerjisine oranına yüzeyin ses yutma katsayısı denir.  $\alpha$  ile gösterilen ses yutma katsayısı 0 ile 1 arasında değerler alabilir.  $\alpha=0$ , tümüyle yansıtıcı yüzeyleri;  $\alpha=1$  ise, ses enerjisinin tümünü yutan yüzeyleri gösterir. Bir

yüzeyin ses yutma katsayısı, malzemenin özelliğine (gözenekli olup olmadığına), kalınlığına ve frekansa bağlı olarak değişir. Bazı yapı malzemeleri için, 125 Hz ile 4000 Hz arasındaki altı oktav bandındaki ses yutma katsayıları Çizelge 2.1’de verilmiştir. Bu çizelgedeki değerler, bazı yapı malzemeleri için Irwin ve Graf (1979) tarafından verilen ses yutum katsayıları ile, farklı malzemeler için çeşitli kaynaklardan bulunan ses yutma katsayılarıdır. Bir malzemenin ses yutma katsayısını belirlemek için farklı iki temel yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden ilkinde ölçümler özel “yankısız odalarda” yapılır ve bu yöntem büyük cisimlerin (ya da büyük panellerin) ses yutma katsayılarının ölçümü için uygundur. İkinci yöntem ise küçük malzeme örneklerinin ses yutma katsayılarını belirlemede kullanılır. Tanım olarak ses yutma katsayısı, yutulan enerjinin toplam enerjiye oranı olarak verilmekle birlikte; ses yutma katsayısının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerle, ses yutma katsayısı, yansımayan enerjinin toplam enerjiye oranı şeklinde bulunmaktadır. Yani, bir yüzeye gelen ses enerjisinin yansımayan kısmının ne kadarının gerçekten yutulduğu (başka enerji şekillerine çevrildiği) ne kadarının ise malzemenin öteki tarafına iletildiği ile ilgilenilmez; yansımayan ses dalgalarının hepsi yutulmuş kabul edilir. Bu nedenle, örneğin bir odadaki açık pencere alanının ses yutma katsayısı 1 alınır. Dolayısıyla, yüzeye gelen bütün sesin yutulduğu varsayılır. Gerçekten de, açık pencere alanından geçen ses dalgalarının hiçbiri yansyarak geri gelmeyeceği için, oda içindeki bir kişi için “yutulmuş” demektir.

Bir odanın her duvarının farklı bir ses yutma katsayısı olması durumunda, oda için ortalama ses yutma katsayısı ( $\alpha_{ort}$ ) kullanılır. Ortalama ses yutma katsayısının tanımı aşağıdaki eşitlikle verilir [5].

$$\alpha_{ort} = \frac{S_1\alpha_1 + S_2\alpha_2 + \dots + S_n\alpha_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} = \frac{\sum A_i}{\sum S_i} = \frac{A}{S} \quad (2.5)$$

$S_i$  = i’nci yüzeyin alanı

$\alpha_i$  = i’nci yüzeyin, söz konusu frekanstaki ses yutum katsayısı

$A_i = S_i\alpha_i$  = i’nci yüzeyin ses yutumu

A = odanın toplam ses yutumu

S = odanın toplam yüzey alanı

**Çizelge 2.1** : Bazı yapı malzemeleri için ses yutma katsayıları [5].

Malzeme	Oktav Bandı Merkez Frekansı (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Alçıpan tavan (12 mm kalınlıkta)	0.29	0.10	0.06	0.05	0.04	0.04
Beton blok (pürüzlü)	0.36	0.44	0.31	0.29	0.39	0.25
Beton blok (boyalı)	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08
Beton oda zemini	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Beton üzerinde plastik yer karosu zemin	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Cam (pencere camı)	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Cam (kalın plaka)	0.18	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02
Cam yünü levha (4cm kalınlıkta)	0.86	0.91	0.80	0.89	0.62	0.47
Halı (beton üzerinde)	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.65
Halı (kauçuk köpük üzerinde)	0.08	0.24	0.57	0.69	0.71	0.73
Kontrplak levha (1cm kalınlıkta)	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11
Mermer yer karosu	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Parke oda zemini	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Sıva (kaba)	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03
Sıva	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05
Tahta blok (5cm kalınlığında)	0.01	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
Tahta kapı	0.10	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04
Tahta tavan kaplaması (geçmeli)	0.24	0.19	0.14	0.08	0.13	0.10
Tahta zemin	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07
Tuğla	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07
Tuğla (boyalı)	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03

Bir yüzeyin alanıyla o yüzeyin ses yutma katsayısının çarpılmasıyla elde edilen "değere, yüzeyin ses yutumu adı verilir. Birim "Sabine"dir. Alan için kullanılan birim ile aynı boyuttadır ve alan için kullanılan birimi de belirtmek için genellikle "m<sup>2</sup> (Sabine)", "ft<sup>2</sup> (Sabine)" ya da yalnız m<sup>2</sup>, ft<sup>2</sup> şeklidne kullanılır.

Çok büyük odalar için ortalama ses yutma katsayısı bulunurken, havanın ses yutma katsayısı da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durumda,  $\alpha_{ort}$  yerine

$$\alpha_{ort}' = \alpha_{ort} + k \frac{4V}{S} \quad (2.6)$$

eşitliğinden tanımlanan  $\alpha_{ort}'$  kullanılabilir.

V = odanın hacmi (m<sup>3</sup>)

S = odanın toplam yüzey alanı (m<sup>2</sup>)

k = nem, sıcaklık ve frekansa bağlı bir katsayı (m<sup>-1</sup>)

Değişik koşullar için deneysel olarak bulunmuş çeşitli k değerleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

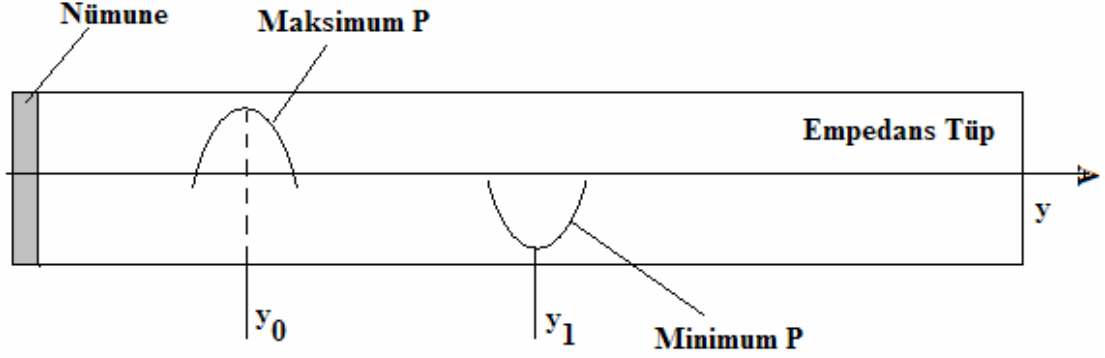
**Çizelge 2.2 :** Deneysel olarak bulunmuş k katsayısının yaklaşık değerleri.

Bağıl Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Frekans (Hz)		
		2000 k (m <sup>-1</sup> )	4000 k (m <sup>-1</sup> )	8000 k (m <sup>-1</sup> )
30	20	0.0030	0.0095	0.0340
30	30	0.0028	0.0070	
50	20	0.0024	0.0061	0.0215
50	30	0.0023	0.0058	
70	20	0.0021	0.0053	0.0150
70	30	0.0021	0.0052	

Normal bir oturma odasında  $\alpha_{ort}$ , 0.10 – 0.15 dolaylarında olur.  $\alpha_{ort} = 0.01 - 0.05$  canlı bir odayı gösterir (yansıtıcı duvarları olan boş, ya da hemen hemen boş bir odaya karşı gelir),  $\alpha_{ort} = 0.4 - 0.5$  ise, "ölü oda" olarak anılan ses yutumu çok fazla bir odayı gösterir (tavan ve duvarlarında çok miktarda ses yutucu malzeme bulunan bir odaya karşı gelir).  $\alpha_{ort}'$ 'un bire yakın olması, odanın hemen hemen yansımaz olduğunu gösterir. Bir odada eşyalar ve insanlar da  $\alpha_{ort}'$ 'un değerinin yükselmesine neden olur. Boş bir oda için hesaplanan ortalama ses yutma katsayısı, odaya eşya konulmasıyla yükselir. Özellikle perde, halı vb. eşyalar, ortalama ses yutma katsayısını belirgin ölçüde yükseltir [5].

### 2.3.1 Ses yutma katsayısının empedans tüp yöntemi ile tayini

Empedans tüp yönteminde, bir ucunda örnek malzemenin yerleştirildiği yeterince uzun bir tüpte oluşturulan durağan dalganın maksimum ve minimum basınç değişimleri elde edilerek örnek malzemenin yutma katsayısı hesaplanır.



Şekil 2.7 : Empedans tüpte maksimum ve minimum basınç noktaları gösterimi [6].

### 2.3.2 Ölçüm işleminde kullanılan cihazlar

Ölçüm işleminde kullanılan standart cihazlar; empedans tüp aparatı, sinyal üretici, FFT Analizör, frekans ölçer ve sinyal ölçerdir.

### 2.3.3 Ses yutma katsayısının ( $\alpha$ ) belirlenmesi

Ölçümlerde maksimum basınç ( $P_{max}$ ) ve minimum basınç ( $P_{min}$ ) değerleri okunduktan sonra boyutsuz bir  $n$  değerine bağlı olarak yutma katsayısı aşağıdaki şekilde belirlenir.

$$\alpha = \frac{4n}{n^2 + 2n + 1} \quad (2.7)$$

Formüldeki  $n = P_{max} / P_{min}$ 'dir. Buradan bulunan değerlere bağlı olarak çizilecek ses yutma katsayısı grafiği farklı frekanslarda malzemelerin davranışlarının anlaşılmasını sağlar. Malzeme davranışları frekansa bağlı olarak incelenir ve istenen frekanstaki ses yutma katsayısı bulunur.



### 3. ÖRME KUMAŞ TEKNOLOJİSİ

#### 3.1 Örme Teknolojisinde Genel Tanımlar

Örmecilik tek bir yönde hareket eden bir tek iplik veya bir grup iplik ile kumaş oluşturma işlemidir. Örgü kumaş ve diğer kumaş oluşturma sistemlerinde ana malzeme ipliktir. İplik hammaddesi ve iplik oluşturma sistemleri çeşitlilik gösterir.

Örgü kumaşların boyutsal olarak sabit en küçük birimi ilmeaktır. İlmek, iğne ilmeği ve platin ilmeği olmak üzere iki kısmından meydana gelir. Örgü kumaşlarda kumaşın eni boyunca yer alan ilmek çubukları “may”, kumaşın boyu boyunca yer alan ilmek sıraları ise kısaca “sıra” olarak adlandırılır. Birim uzunluktaki may ve sıra sayılarının çarpımı birim alandaki teorik ilmek yoğunluğunu (sayısını) verir [13,14].

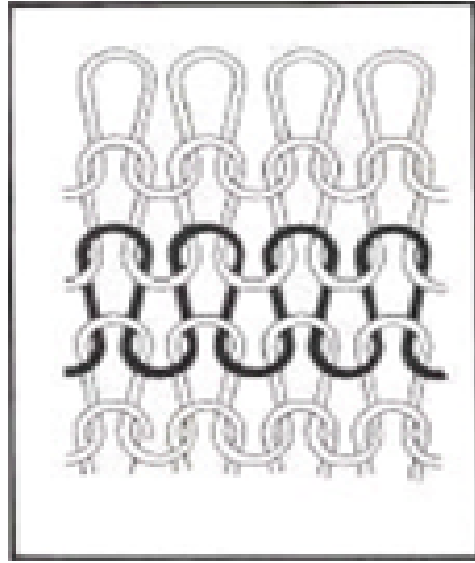
Örme teknolojisinde kullanılan diğer bir terim de makine inceliğidir. Makine inceliği 1 inç mesafede bulunan iğne sayısı olarak tanımlanır [14]. Makine üzerindeki iki iğne eksenini arasındaki mesafe ise “taksimata” olarak adlandırılır ve “t” harfi ile gösterilir.

Yuvarlak örme makineleri tek plakalı (tek iğne yataklı) ve çift plakalı (çift iğne yataklı) olabilir. Çift plakalı örme makinelerinde bir iğne yatağındaki iğneler diğer iğne yatağındaki iğnelerin arasında kalacak şekilde yerleştirilmişlerse, bu iğne düzenine “rib iğne” düzeni denir. Silindir ve kapak iğnelerinin karşılıklı gelecek şekilde yerleştirildiği iğne düzenine ise “interlok iğne” düzeni denir.

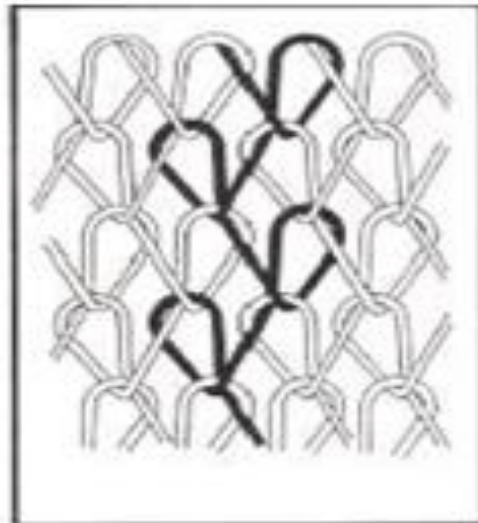
Örme makinesinin en önemli elemanı ilmeklerin oluşumunu sağlayan iğnedir. Örme makinelerinde esnek uçlu, dilli ve bileşik iğne olmak üzere farklı tipte iğneler kullanılır [13]. “Platin” de örme makinelerinin önemli bir elemanıdır. Platin görevi: 1) İğne yükselirken kumaşı aşağıda tutmak, iğneyle birlikte yükselişini önlemek. 2) İğne aşağıya inerken, geri çekilirken, burun kısmıyla iğne başını bir araya getirmek ve iğnenin burun kısmında ilmeyi daha rahat oluşturmalarını sağlamaktadır [14].

### 3.2 Temel Örme Kumaş Yapıları

Örme yapılar sırasıyla çözgülu veya atkılı olarak adlandırılır. Atkı örmeciliğinde, sürekli olarak beslenen tek bir iplikten enine yönde ilmek sıraları oluşturulur. Bağımsız iğne hareketi söz konusudur. Çözgü örmeciliğinde ise; birbirine paralel olarak dizilmiş bir grup çözgü ipliği birbirlerine boyuna yönde oluşturdukları ilmeklerle bağlanarak bir tekstil yüzeyi oluştururlar. Burada iğneler toplu halde hareket eder [12].



Şekil 3.1 : Atkıli örme kumaş yapısı.



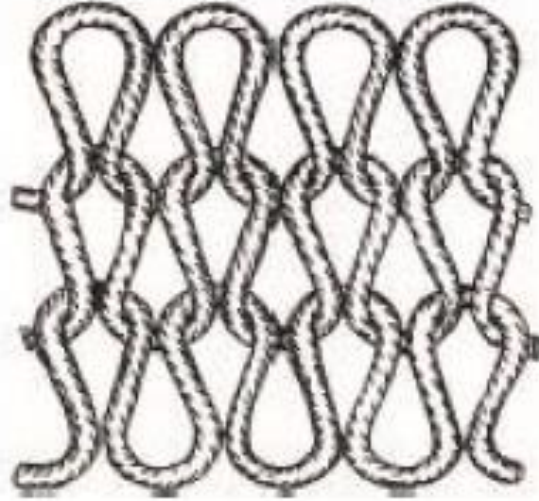
Şekil 3.2 : Çözgülu örme kumaş yapısı.

### 3.2.1 Atkılı örme kumaş yapıları

Piyasada üretilen çok çeşitli örme kumaş yapısı arasında süprem, ribana (1x1, 2x2..), interlok ve haroşa (kabartma, links links) örgüler en sık kullanılan temel örgü yapıları arasında sayılabilir. Diğer tek ve çift plaka örgüler bunların türevleri olarak geliştirilmiştir.

#### 3.2.1.1 Süprem

Sadece bir iğne yatağı üzerinde üretilen en basit fakat en sık kullanılan örgü türüdür. Kullanılan iğne yatağı üzerindeki tüm iğneler örme işlemine katılır. Kumaşın ön yüzünde iğne arka yüzünde platin ilmekleri hakimdir.



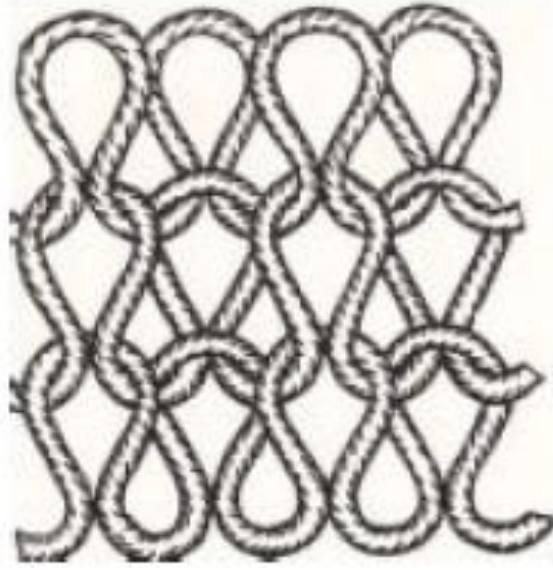
Şekil 3.3 : Süprem kumaş.

Süprem kumaşın başlıca temel özellikleri şunlardır:

- Kumaşın ön ve arka yüzlerinin görünüşü farklıdır.
- Kumaş yapısı dengesizdir, bu nedenle kenarlarda kıvrılma görülür.
- Kumaş yapısı içinde ilmek kaçığı may boyunca yukarı ve aşağı ilerler.
- Kumaşı başlangıç ve bitiş yerlerinden sökmek mümkündür.
- Kumaşın enine esnekliği boyuna esnekliğinin yaklaşık iki katıdır [15].

### 3.2.1.2 Ribana

Her iki iğne yatağı da kullanılarak üretilen çift plaka bir örgüdür. En basit ribana kumaş tipi olan 1x1 ribana örgü yapısı Şekil 3.4'de gösterilmiştir. Bu yapıyı oluşturmak için her iğne yatağındaki tüm iğneler kullanılır. Farklı yapılarda rib örgüler ön ve arka iğne yataklarında yer alan aktif iğnelerin işleme dahil edilmesi veya işlem dışı bırakılmasına bağlı olarak üretilebilir (2x2, 6x1 rib gibi).



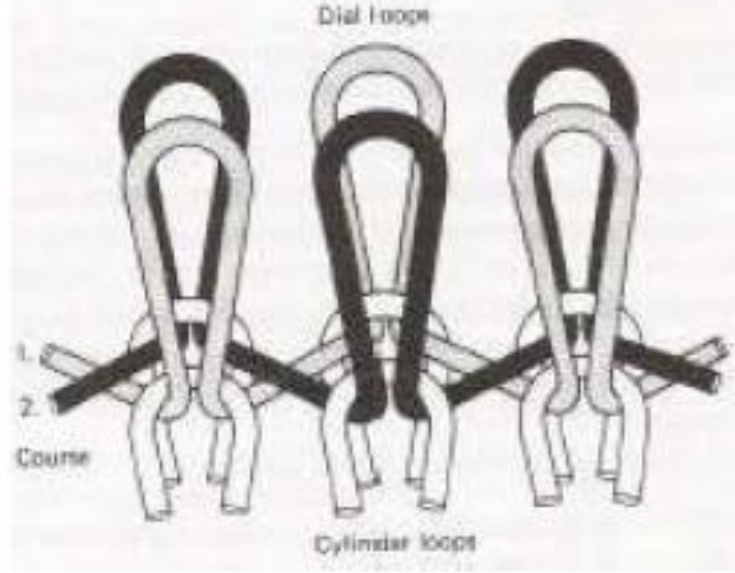
Şekil 3.4 : 1x1 Ribana kumaş.

Ribana kumaşın başlıca temel özellikleri şunlardır:

- Ön ve arka yüzey görünüşü aynıdır.
- Dengeli kumaşlardır, kenarlarda kıvrılma olmaz.
- Kumaşta oluşan ilmek kaçığı aynı may boyunca aşağı doğru ilerler.
- Kumaşın enine esnekliği süprem örgünün yaklaşık iki katıdır. Boyuna esnekliği ise süpreme hemen hemen aynıdır.
- Kumaşın kalınlığı süpremin yaklaşık iki katıdır [16].

### 3.2.1.3 İnterlok

Ribana örgü yapısında olduğu gibi iki iğne yatağıyla üretilen çift plaka örgüdür. Her iki iğne yatağında iğneler karşılıklı gelecek şekilde dizilir.



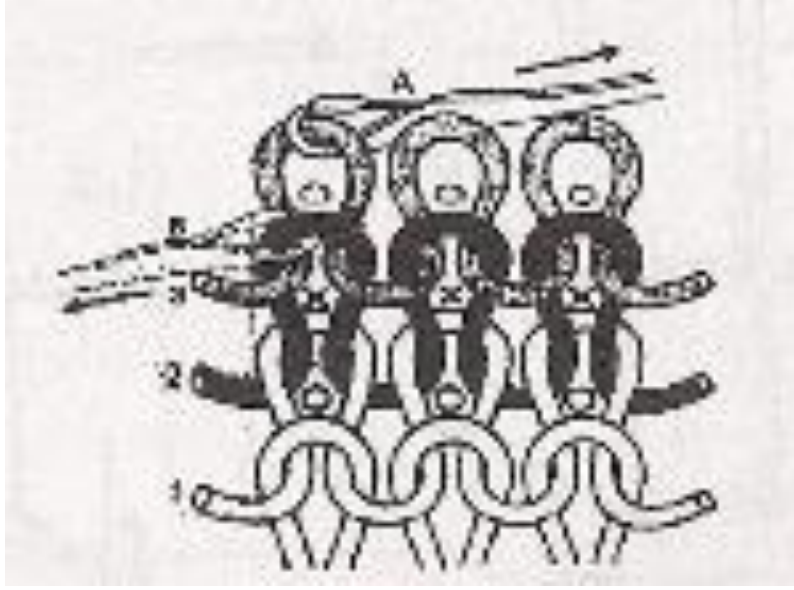
Şekil 3.5 : İnterlok kumaş.

İnterlok kumaşın başlıca temel özellikleri şunlardır:

- Ön ve arka yüzey görünüşü aynıdır.
- Dengeli kumaşlardır, kenarlarda kıvrılma olmaz.
- Kumaşta oluşan ilmek kaçığı aynı may boyunca aşağı doğru ilerler.
- Kumaşın enine esnekliği ribanadan daha azdır [16].

### 3.2.1.4 Links-Links (Haroşa)

Bu tip örgülerin en büyük özelliği aynı may boyunca ters ve düz ilmeklerin oluşturulabilmesidir. Bu amaçla kullanılan örme makinelerinde iki ucu kancalı iğnelerle üretim yapılmaktadır.



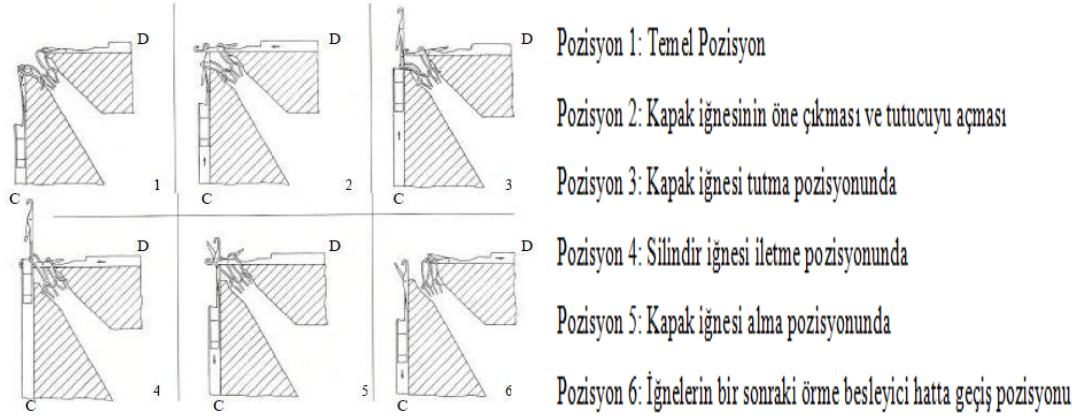
**Şekil 3.6 :** 1x1 Haroşa kumaş.

Haroşa kumaşın başlıca temel özellikleri bulunmaktadır:

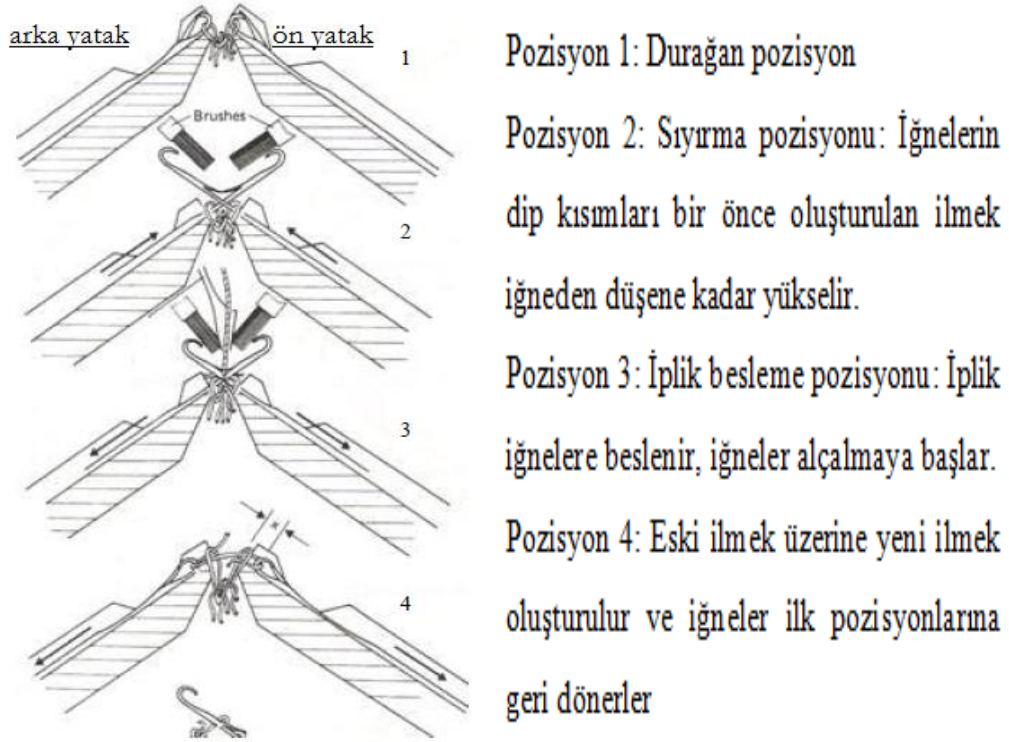
- Dengeli düzgün yapıları kumaşlardır ve bu yüzden kenarlarda kıvrılma olmaz.
- Enine esneklikleri süprem kumaşla aynı, boyuna esneklikleri süprem kumaşın yaklaşık iki katıdır.
- Kumaş ilk ve son ilmek sıralarından sökülebilir.
- Kumaş yapısındaki ilmek kaçığı may boyunca yukarı ve aşağı olmak üzere her iki yönde ilerler. [16]

### **3.2.2 Atkılı örme makineleri**

“Yuvarlak” ve “Düz” olmak üzere iki tip atkılı örme makinesi vardır. Yuvarlak örme makineleri üç kategoriye ayrılır [17]. 1) Tek Plaka Yuvarlak Örme Makinesi, 2) Çift Plaka Yuvarlak Örme Makinesi, 3) Ters Örgü Makinesi. Düz Örme makinelerinin iki şekli vardır [18]. Bunlardan birincisi V yataklı düz örme makineleridir. Bu makineler örme boşluklu (spacer) kumaş üretimi için uygun makinelerdir. Diğer düz örme makinesi de şurada kullanılmamakta olan düz ters örgü makinesidir. V yataklı örme makinesiyle hem süprem hem de ribana örgü örülebilmektedir. Aynı zamanda bu örgülerin türevleri olan çift yüzlü kumaşlar da örülebilmektedir. Desenlendirme ve biçimlendirmeye yuvarlak örmeye nazaran daha fazla olanak sunar. İğneler düz plaka üzerine yerleştirilmiş durumdadır [19].



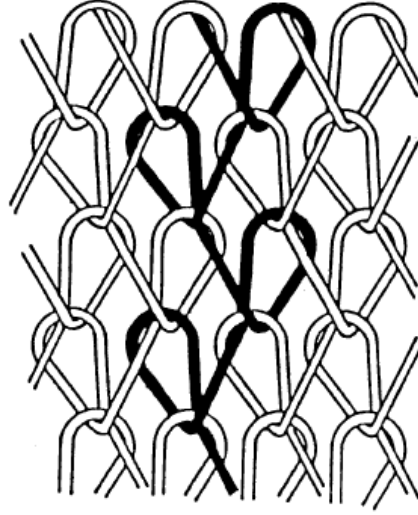
**Şekil 3.7 :** Çift plaka yuvarlak örme makinesinin örme hareketi (silindir ve kapak iğnelerinin çalışma prensibi) [12].



**Şekil 3.8 :** V yataklı örme makinesinin örme hareketi [12].

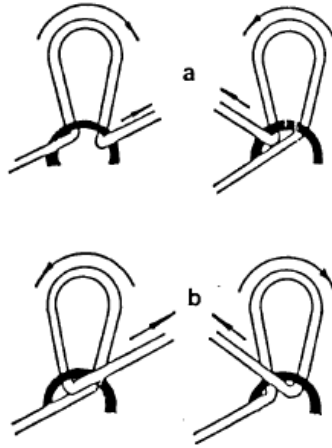
### 3.2.3 Çözümlü örme kumaş yapısı

Çözümlü örme; örme bölgesine, ipliğin kumaş kenarına paralel olarak beslenerek elde edilen, bir ilmek yapılarıdır. Şekil 3.9, en temel çözümlü örme yapısını göstermektedir. Her iğne, ilmeğin olduğu konum dışında bir serbest uç ile beslenmiştir. Kumaşa ilmekleri bağlamak için, uçlar iğnelerin arasından kayarlar. Genelde yeni ilmek bir önceki örme devrinde başka bir uçla oluşturulmuş ilmek içinden yeni ucun geçirilmesiyle oluşur.



Şekil 3.9 : Çözümlü örgülü ilmek yapısı [20].

Çözümlü örmeye tüm iğneler örmeye işine sürekli dahil olduklarından, örülmüş bir sıra, ana şaftın her bir dönüşünde örmeye makinesinin eni boyunca meydana getirilmiştir [21]. Kumaştaki may sayısı, makine eni boyunca yerleşmiş iğne sayısına eşittir. Çözümlü örmeye elde edilen ilmek yapısı iki bölüme meydana gelir. İlk kısmı, iğnenin etrafına sarılarak ve önceki ilmek içinden çekilerek oluşturulmuş ilmeğin kendisidir. Yapının bu kısmına “üst yatırım” adı verilir. İkinci kısım ise, ilmeklerin birleştiği iplik uzunluğu kısmıdır. Buna da “alt yatırım” denir. İğnelere doğru iplik uçlarının kayma hareketiyle elde edilir. Üst yatırımı oluştururken ipliklerin iğnelerin etrafına dolanmasına dayanarak; çözümlü örmeye iki farklı ilmek yapısı oluşur. Üst yatırım ve diğer alt yatırım aynı yönde oluşturulursa; “açık ilmek” elde edilir. Eğer üst yatırım ve diğer alt yatırım birbirine zıt yönde ise, “kapalı ilmek” oluşur. İlmeklerin bu kullanımı, kumaş özelliklerini çok fazla etkilemektedir [22].

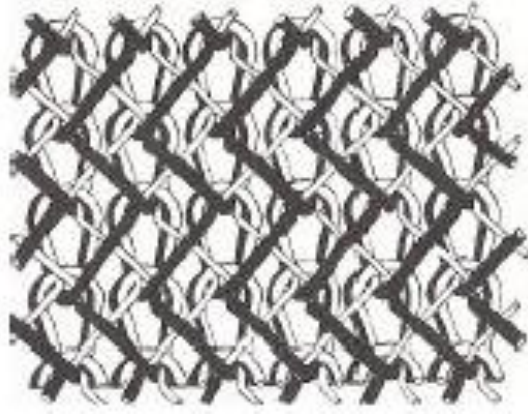


Şekil 3.10 : Açık ve kapalı ilmek konfigürasyonu [21].

Çift rehber raylı standart çözgülü örme kumaş yapıları; 1) Tricot (2 raylı), 2) Kilit Örgü (Locknit/ Ters Locknit), 3) Balıksırtı (Sharkskin), 4) Kraliçe Kordu (Queenscord), olmak üzere dört kısma ayrılmaktadır [13].

### 3.2.3.1 Tricot

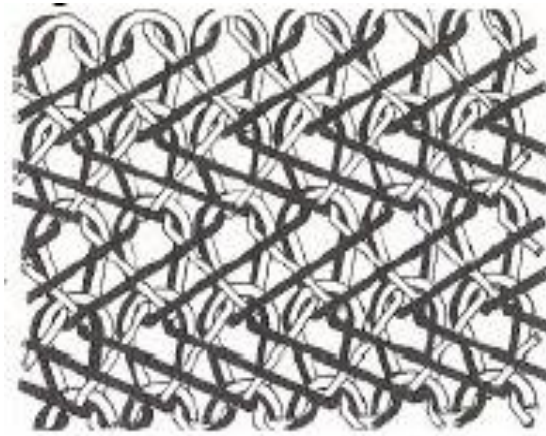
En basit çift bar yapısıdır ve minimum sayıda iplik kullanılarak elde edilir. Ön ve arka raylar tek ilmek yatırımlıdır. Bundan dolayı da her may arasında çapraz diyagonal bir görüntü oluşmaktadır.



Şekil 3.11 : Tricot örgü.

### 3.2.3.2 Kilit örgü (Locknit/ Ters Locknit)

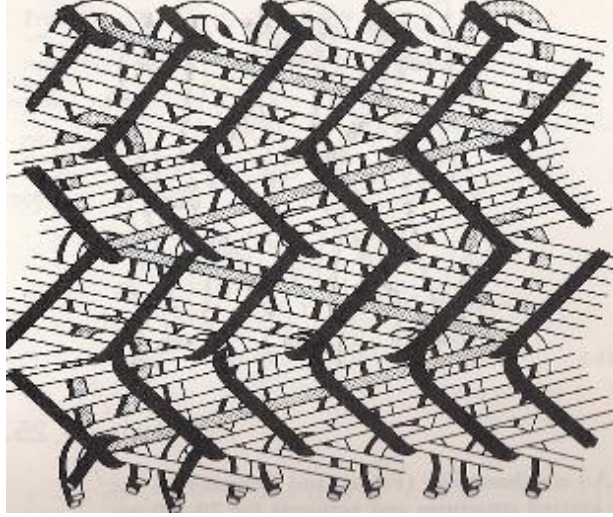
Ön ray iki ilmek yatırımlı, arka ray tek ilmek yatırımlıdır. Enine esneklik yüksektir. Oldukça düzgün yüzey elde edilir. Mayolu kumaşlar başta olmak üzere birçok alanda kullanılır. Ters kilit örgüde de; ön ray tek ilmek yatırımlı, arka ray iki ilmek yatırımlıdır.



Şekil 3.12 : Kilit örgü.

### 3.2.3.3 Balıksırtı (Sharkskin)

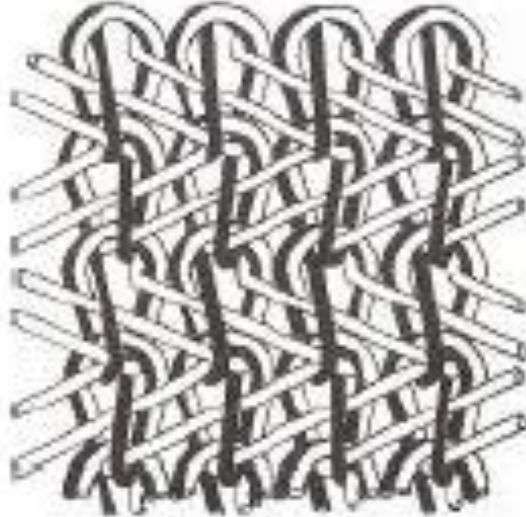
Ön ray tek ilmek yatırımı, arka ray üç-dört ilmek yatırımıdır. Arka rayın uzun yatırımı ve ön rayın kısa yatırımıyla rijit bir yapı elde edilir. Uzun alt yatırımlar hareket edemez, kısa alt yatırımlar da onu tutar.



Şekil 3.13 : Balıksırtı örgü.

### 3.2.3.4 Kraliçe kordu (Queenscord)

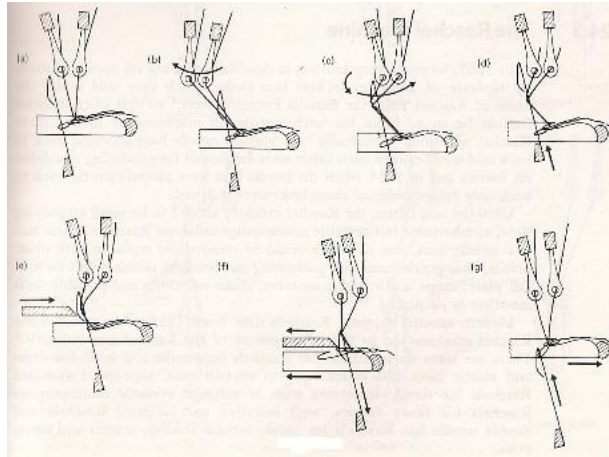
Açık ilmeklerden oluşan zincir bir örgüdür. Arka ray uzun ilmek yatırımlarından oluşur. Balıksırtı örgüden daha da rijit bir yapıya sahiptir.



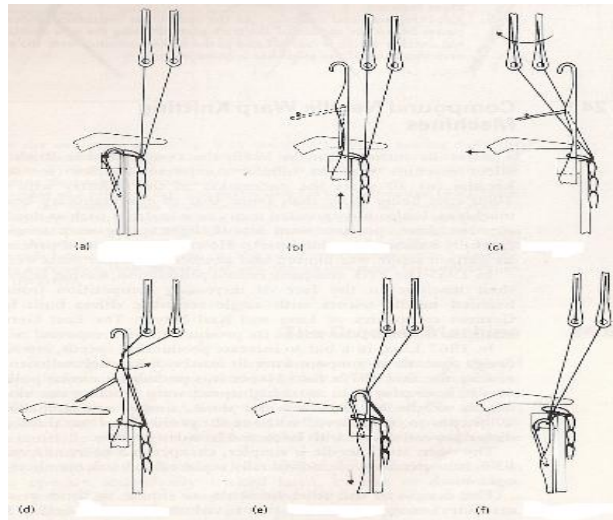
Şekil 3.14 : Kraliçe kordu örgü.

### 3.2.4 Çözümlü örme makineleri

Makine sınıflandırılması, makinenin içerdiği platin tiplerine ve bunların ilmek oluşumundaki rollerine bakılarak yapılmaktadır. Trikot örme makinelerinde kullanılan platinler, örme devri boyunca kumaşın kontrolünü sağlarlar. İğneler, eski ilmekten kurtulmak ve yeni ilmeklerin bunların içinden ilmek geçirilmesiyle oluşması için yükseldiklerinde; kumaş platinlerin boğaz kısmında tutulur. Raşel örme makinelerinde, kumaş yüksek sarma tansiyonuyla kontrol edilse de; platinler yine de iğnelerin yükseldikleri anda kumaşı tutma işlevini gerçekleştirir. Bunun nedeni, Raşel makinelerinde üretilen kumaşların, iğnelerin arkasına  $160^\circ$  açıyla örme bölgesinden sıkıca aşağıya çekilmesidir. Trikot makinelerinde yüksek sarma tansiyonuna gerek yoktur ve kumaş iğnelerin arkasına  $90^\circ$  açıyla örme bölgesinden yavaşça çekilir [23].



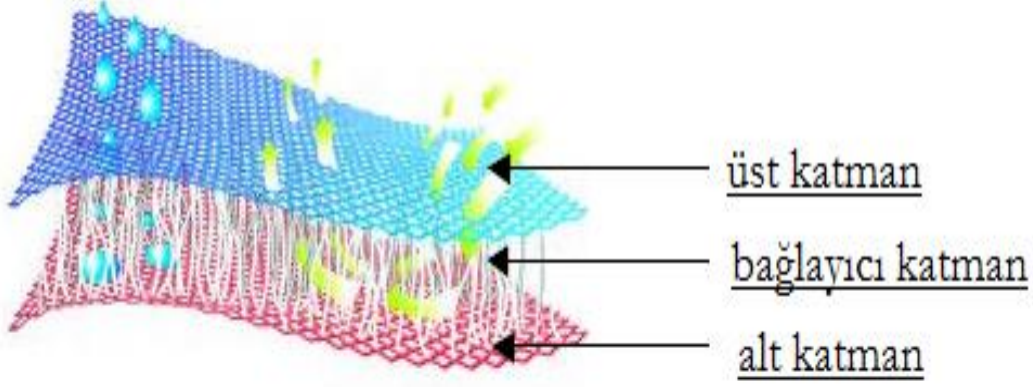
Şekil 3.15 : Trikot örme makinesinde iğnenin ilmek oluşturma hareketi [13].



Şekil 3.16 : Raşel örme makinesinde iğnenin ilmek oluşturma hareketi [13].

### 3.3 Boşluklu (Spacer) Kumaş

Boşluklu (spacer) kumaş, ara bağlantı katmanı ile birbirine bağlanmış iki farklı kumaş katmanından oluşmaktadır.



Şekil 3.17 : Boşluklu (spacer) kumaş [12].

Boşluklu kumaş yapısının bulunuşu eski yıllara dayanmaktadır. Boşluklu kumaş yapısının ilk patenti 1868 yılında alınmıştır. Bu kumaş iki iğne yataklı el tezgahında örülmüştür ve yatak döşegi olarak kullanılmıştır [24].

Boşluklu kumaş katmanları örme, dokuma ve nonwoven kumaş yapısında olabilir. Örme boşluklu kumaş yapısındaki alt ve üst katmanlar örme kumaştır. Katmanlar birbirine iplik ağıyla bağlanmaktadır.

#### 3.3.1 Atkılı örme makinesinde boşluklu (spacer) kumaş üretimi

Boşluklu kumaş birbirlerine bağlayıcı bir tabaka ile bağlanmış olan iki ayrı kumaş tabakasından oluşmaktadır. Çift iğne yataklı atkılı örme makineleri, birbirlerine askı ilmekleriyle tutturulmuş iki ayrı kumaş tabakası örebilmektedirler. Bu tür kumaşlar “iki taraflı kumaş” olarak adlandırıldıkları gibi “boşluklu (spacer) kumaş” olarak da adlandırılmaktadırlar. Boşluklu kumaşlar, iki iğne yataklı (kapak ve silindir iğneleri) yuvarlak örme makinelerinde ve v-yataklı örme makinelerinde üretilebilmektedir.

##### 3.3.1.1 Yuvarlak örme makinesinde boşluklu (spacer) kumaş üretimi

Çift yataklı yuvarlak örme makinelerinde kapak ve silindir iğneleri kullanılarak iki farklı kumaş tabakasını son olarak birbirine bağlayan çok farklı ilmek kombinasyon çeşitliliği kullanılarak örme boşluklu kumaşlar üretilebilmektedir. Bütün bu

tekniklerin uygulanabilmesi için en az üç farklı tipte ipliğe ihtiyaç duyulmaktadır. Birinci iplik silindir iğneleri için, ikinci iplik kapak iğneleri içindir ve üçüncü iplik de boşluklu (spacer) ipliklidir. Bu iplik genellikle iki katmanı birbirine bağlayan mono filaman ipliklidir [25]. İki kumaş arasındaki mesafe kapak uzunluk ayarı ile ayarlanabilmektedir. Silindir iğneleri ile kumaşın ön yüzü, kapak iğneleri ile de kumaşın arka yüzü örülmekte ve bu iki kumaş yüzü birbirine kapak ve silindir iğnelerinin kullanımıyla meydana gelen askı ilmekleri yardımıyla birleştirilmektedir.

### **3.3.1.2 V-yataklı örme makinesinde boşluklu (spacer) kumaş üretimi**

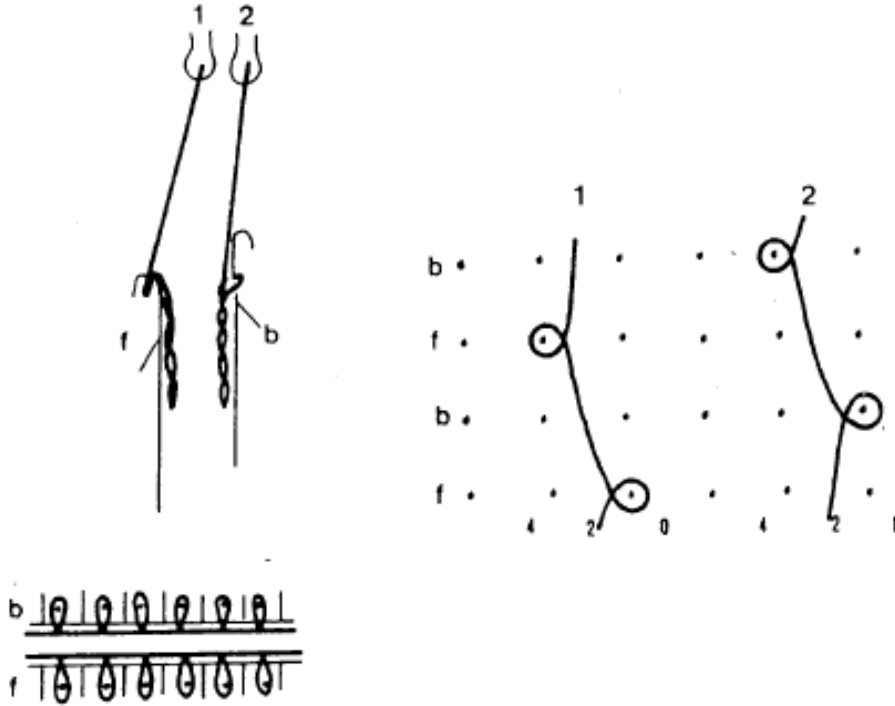
V-yataklı örme makinelerinde ön ve arka iğne yatakları sayesinde ikiyüzlü kumaş örülebilmektedir. Bu iki ayrı kumaş yapısı birbirine ara bağlayıcı iplik kullanılarak bağlanabilmektedir [26]. V-yataklı örme makinelerinde, örülen iki ayrı kumaş yapısı arasındaki boşluğu makine iğne yatakları arasındaki mesafe belirlediği için, bu makinelerde boşluklu kumaş üretmek sınırlıdır. İki iğne yatağı arasındaki mesafe sabit olduğu için boşluklu kumaşın kalınlığıyla pek fazla oynanamamaktadır. Makine ayarıyla boşluklu kumaş kalınlığı belirlenmektedir ve bu kalınlık da 2–10 mm arasında sınırlı olmaktadır.

### **3.3.2 Çözümlü örme makinesinde boşluklu (spacer) kumaş üretimi**

Tek iğne yataklı Trikot örme makinelerinde süprem kumaşa benzer yapıda kumaşlar (ön ve arka yüzü farklı) üretilmektedir. Çift iğne yatağına sahip Simpleks makinelerinde örülen kumaşlar da interlok kumaş yapısına benzer yapıda kumaşlardır. Trikot makinelerinde iki ayrı katmana sahip kumaş yapısı oluşturulamamaktadır. Bu sebepten boşluklu kumaş üretimi de mümkün olmamaktadır.

Çift iğne raylı Raschel örme makinelerinde, düz örme makinelerindekine benzer şekilde ön ve arka iğne yatağı sayesinde birbirinden bağımsız iki kumaş yapısı üretilmektedir ve bu ayrı yapılar birbirlerine (boşluklu) spacer iplikler aracılığıyla bağlanmaktadır. İğne raylarına bağımsız bir yukarı aşağı hareketi yaptırılırken rehber rayları her rayın iğneleri arasında bir salınım yaparlar. İki ayrı kumaş üretmek için, bir ön iğne rayında ve bir arkadakinde, her rehber ray yalnızca bir iğne rayında örer. Salınım hareketi değişmez, fakat iğne rayını üst yatırma yapmadığından, her rehber ray ipliklerini bu iğnelere bağlamaz. Şekil 3.18 bu prosedürü anlatmaktadır. İlk rehber ray, ilk sıranın ilk kademesi boyunca ön iğne

rayını üst yatırır, üst yatırma yapmadan ikinci iğne rayının içine ve dışına salınır ve daha sonra ikinci örme sırasının ilk kademesi boyunca yine ön iğne rayının iğnelerini üst yatırır. Aynı yolla, ikinci ray yalnızca arka iğne rayı üst yatırır. İki ayrı kumaş, her ikisi de 1-ve-1 olacak şekilde oluşturulur.



**Şekil 3.18** : Raschel makinede iki ayrı kumaş yapısı oluşumu [23].

Örme imkanlarını arttırmak için bu iki rehber ray arasına bir üçüncü eklenir. Üçüncü bir rehber ray tam ipliklendirilirse, ipliklerle bağlanmış iki kumaş sandviçi üretmek için kullanılır. Ortadaki rehber raylarının sayısı artırılabilir böylece de çok çeşitli yapılarda boşluklu kumaş üretme olanağı doğmaktadır.

### 3.3.3 Boşluklu (Spacer) kumaşların analizi

Atkılı ya da çözgülü örme tekniğiyle üretilmiş boşluklu (spacer) kumaşların, diğer örme kumaşlara kıyasla üstün özellikleri bulunmaktadır. Bu özelliklerin başlıcaları Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.1 : Üç boyutlu örme boşluklu kumaş yapılarının avantajları [12].**

<b>Fiziksel Özellikler</b>	<b>Estetik &amp; Konfor Özellikleri</b>	<b>Diğer Özellikler</b>
Mükemmel sıkıştırılma elastikliği	Yaşlanmaya karşı direnç	Kesim ve dikim işlemlerinin elenmesi
Nefes alabilirlik / Hava geçirgenliği	Sterilizasyon yeteneği	CAD kullanımı -Tasarım esnekliği -Hızlı prototip çalışması
Tamponlanma	Yüzey direnci	İplik çeşitliliği -Gelişmiş özellikler (kılcal ıslanma, esneklik gibi) -Son kullanım çeşitliliği
Yalıtım	Yıkama direnci	
İyi eğilme performansı	Sıcaklık ayarı	
Dökümlülük	Hafif	
Ayarlanabilir buhar transferi	Ters yüzey tasarım yeteneği	
Geri dönüştürülebilir / Lateks bulundurmama		

### **3.3.4 Örme boşluklu (spacer) kumaş kullanım alanları**

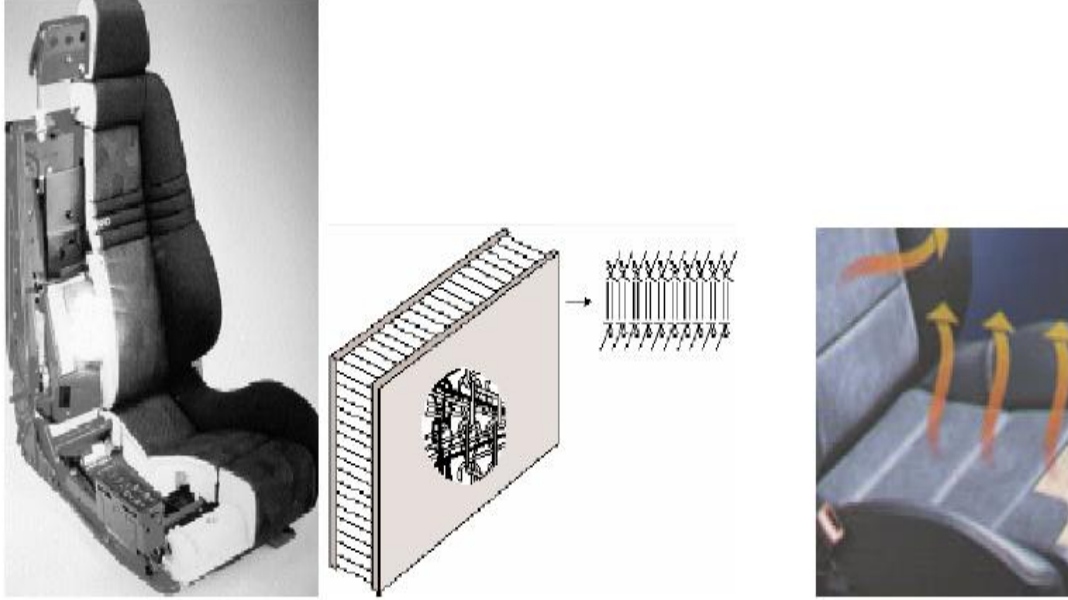
“Teknik Tekstiller” pazar araştırmasında örme boşluklu kumaşların kullanım alanının çok geniş olduğu görülmektedir. Otomotiv sektöründe başta olmak üzere tıbbi tekstillerde, jeo-tekstillerde, inşaat tekstillerinde ve çevre korumasında kendisine geniş bir kullanım alanı bulmaktadır [12].

#### **3.3.4.1 Otomotiv sektörü**

Dünya pazarındaki günümüz araba koltukları üç katmandan oluşur. En üst katman genellikle peluştur ve polyester lifinden yapılır. Orta katman poliüretan köpükten oluşur ve en alt katman da poliamid çözümlü örme kumaştır. Otomobil koltuk kumaşları dört farklı tipte olabilir: dokuma, nonwoven, örme ve deri.

Otomobil koltuğu kumaşının şu 5 ihtiyacı karşılaması gerekir: 1) Renk ve yapısal olarak görünüş şıklığı; 2) Yumuşak tutum; 3) Yüksek konfor; 4) Küçük desenli ve çok renkli tasarımlara uygunluk; 5) Dokuma kumaş görünümünde olması. Çözümlü örme boşluklu (spacer) kumaşların üstün özellikleri (desen çeşitliliği, yumuşak tutum, yüksek konfor ve çok çeşitli iplik yapılarının örülebilmesi) sayesinde bu ihtiyaçlar karşılanabilir.

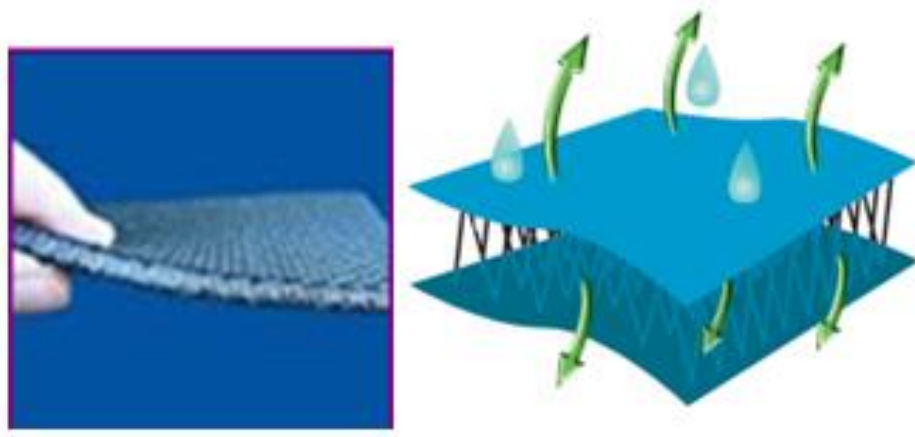
Boşluklu kumaşların sadece araba koltuklarında değil tavan döşemelerinde, kapı panellerinde, bagaj kaplamalarında ve diğer araba iç parçalarında kullanımı mevcuttur. Her yıl dünyada yaklaşık 45 milyon arabanın her biri için 20 kg'ın üstünde kumaş kullanılmaktadır. Bu durum otomotiv sektöründe kullanıma yönelik üretilen boşluklu kumaşlar için büyük gelecek vaatmektedir.



Şekil 3.19 : Otomotiv sektöründe boşluklu kumaş kullanımı.

### 3.3.4.2 Tıbbi tekstiller

Hem atkılı hem de çözgülu örme boşluklu (spacer) kumaşların ısı ve nem oranını ayarlayabilme özellikleri tıbbi tekstillerde kullanımı için idealdir. Atkılı örmede kumaş eni boyunca yer alan ilmeklerin şekil alabilme özelliği sayesinde kumaş sıkıştırma ve destek özelliği yüksek seviyede sağlanabilmektedir. Çözgülu örmede ilmekler kumaş boyu boyunca yer aldıklarından yüksek elastikiyet ve esneklik sağlanabilmektedir. Bu kumaşlarla daha düzgün basınç dağılımı sağlanabilmekte ve yüzey lif seçimine bağlı olarak kumaş üzerinden sıvı taşınımı artmaktadır. Sargı bezleri lenfödem gibi hastalıkları tedavi etmek için kullanılmaktadır. Boşluklu kumaşların mikroklimatik özelliği sayesinde sargı bezlerinin konfor özelliği daha da artmaktadır.



Şekil 3.20 : Tıbbi tekstillerde boşluklu kumaş kullanımı.

### 3.3.4.3 Jeotekstiller, yapı, inşaat, çevre koruma, fitrasyon ve arıtma

Jeotekstiller; erozyon kontrolü, toprak takviye, ayırma, filtrasyon ve drenaj gibi inşaat mühendisliği uygulama alanlarında kullanılmak üzere üretilmektedirler. Boşluklu örme kumaşlar üstün yapısal özellikleriyle jeotekstil alanında önemli fırsatlar sunmaktadırlar. Hem atkılı hem de çözgülu örme boşluklu kumaşlarla; biri ağ görünümünde biri düz olmak üzere iki farklı kumaş yapısına sahip yüzey oluşturulması mümkündür. Ağ yapısına sahip olan yüzey toprak kaldırmada daha etkili olmaktadır. Polietilen çözgülu örme boşluklu kumaş yapısı jeotekstil alanında çok sık kullanılmaktadır. Yapısal özellikleri sayesinde dikey filtrasyon ve drenaj kullanım alanı için uygundur.

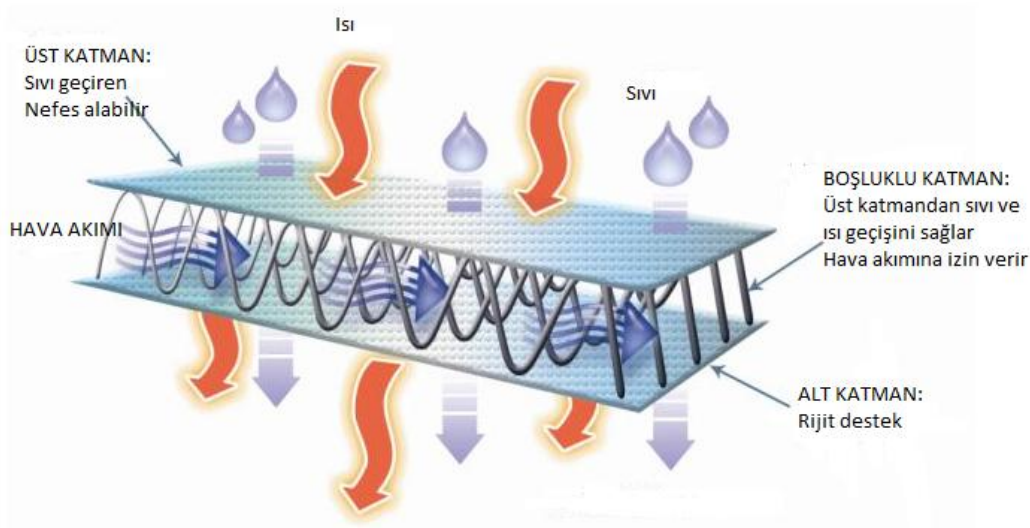


Şekil 3.21 : Jeotekstillerde boşluklu kumaş kullanımı.

### 3.3.4.4 Spor tekstilleri

Dünyada spor giysilerine yılda milyar dolarlar harcanmaktadır. Spor kıyafetlerinde maksimum düzeyde konfor ve performans sağlayabilmek için hem nem hem de ısı oranının kontrol altında tutulması gerekmektedir. Üstün özelliklerde kumaş elde edebilmek için dikkate alınması gereken üç kriter şunlardır: 1) doğru lif kombinasyonları kullanmak; 2) doğru kumaş yapısı kullanmak; 3) kumaş üzerinde doğru kimyasal ve apreler kullanmak.

Boşluklu (spacer) kumaşlarda farklı kumaş yüzeyleri farklı özelliklerde olabildiğinden bu tür kumaşların spor kıyafetlerinde kullanımı uygundur. Vücuda temas eden kumaş yüzeyi hidrofobik olabilir. Yüzeyler arası orta boşluk difüzyon için kullanılır. Dış kumaş yüzeyi hidrofilik olabilir. Böylece vücuttaki ter uzaklaşabilmekte ve ısı enerjisi buharlaşmaktadır.



Şekil 3.22 : Spor tekstillerinde boşluklu kumaş kullanımı.

### 3.3.4.5 Koruyucu giysiler

Potansiyel ve gerçek tehlikeli ortamlara maruz kalan kişiler için koruma amaçlı kullanılan yüksek performanslı giysilere koruyucu giysi denir. Boşluklu (spacer) kumaşlar üstün yapısal özelliklerinden dolayı koruyucu tekstillerde geniş kullanım alanı bulmaktadır. Atkılı ve çözümlü örme makinelerinde cam, NomexTM, KevlarTM, karbon ve metal gibi yüksek performanslı liflerden kumaş üretimi mümkündür. Örme kumaşlarda yüksek performans özelliğine sahip liflerin kullanımı yüksek ısı ve ateşe, tehlikeli kimyasallara ve gaza, mekanik ve elektronik

tehlikelere, aşırı soğuğa, mikroplara, virus ve bakterilere, radyasyona ve balistik tehlikelere karşı koruma sağlamaktadır [12].



**Şekil 3.23 :** Koruyucu giysilerde boşluklu kumaş kullanımı.

### **3.3.5 Boşluklu (spacer) kumaşların geleceği**

İki birbirinden farklı kumaş ara bağlayıcı iplik ile birbirine bağlanabildiği ve bunun sonucunda üç boyutlu çok farklı bir yapı elde edilebildiği için; boşluklu kumaş kullanımı her geçen gün daha da yaygınlaşmaktadır.



#### **4. TEKSTİL MALZEMELERİNİN AKUSTİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR**

Tekstillerin ses yutum davranışları ile ilgili yapılmış sayısal ve deneysel çalışmalar mevcuttur.

##### **4.1 Kumaşlarla İlgili Yapılmış Çalışmalar**

Yolcu ve sürücünün konforlu bir seyahat yapabilmelerini sağlamak amacıyla otomobil içindeki gürültüyü azaltmak için tekstillerden faydalanılmaktadır. Genellikle, arabaların tavan ve bagaj döşemelerinde, kaputun alt kısmında, sürücü kabini ile motoru ayıran metal bölmede ses yutucu malzemeler olarak poliüretan ve sünger içeren gözenekli hacimli ses yutucular kullanılmaktadır. Pahalı ve çevreye zararı bulunan bu malzemeler yerine daha hafif ve ucuz olan kalın boşluklu (spacer) örme kumaşların kullanıldığı bir çalışmada, boşluklu kumaşı oluşturan ön ve arka yüzeyler için 972 dtex naylon kaplı elastomer ipliği, ara bağlama ipliği olarak ise, biri 430, diğeri 380 dtex olan polyester mono filaman kullanılmıştır. Ön ve arka yüzeyleri oluşturan kumaşlar süprem yapıdadır. Süprem kumaştaki ilmeklerin oluşturduğu boşlukların küçülmesine sebep olduğu için elastanlı iplik kullanılmıştır. Ön ve arka kumaşlar arasındaki hava boşluğunun ve öndeki kumaş kalınlığının artmasıyla ses yutum performansının arttığı ve kumaştaki gözeneklerin küçülmesiyle ses yutumunun iyileştiği gözlenmiştir [27].

Boşluklu kumaşı oluşturan ön ve arka yüzeyler için 200 dtex Tencel, 167 dtex tekstüre polyester multifilaman, 972 dtex kaplı elastomerik ipliğin, ara bağlama ipliği olarak ise, 167 dtex olan polyester multifilaman ipliğin kullanıldığı bir çalışmada ise, elastanlı iplik kullanılarak ve kullanılmadan üretilmiş kumaşların ses yutum performansları karşılaştırılmış ve ön ile arkada elastanlı iplik kullanılarak üretilmiş kumaşların ses yutum katsayılarının 1100 Hz'den sonra düştüğü gözlenmiştir. Bu durum, elastanın mevcudiyetinde, kumaştaki gözeneklerin küçülmesi ve 1100 Hz'den sonra gelen ses enerjisinin kumaş yüzeyinden yansıtılması olarak açıklanmıştır. Bu kumaşların 1000 Hz altındaki ses yutum performansları ise çok iyi

olmuştur. Kumaş kalınlığının artırılmasıyla hava geçirgenliği aynı kalmış ancak kumaşların ses yutumları artmıştır. Kumaşların ses yutum katsayıları hava geçirgenliği direncinin artması ile artmaktadır. Kumaş gözenekliliğinin azalması hava geçirgenliği direncini artırmakta ve böylelikle ses yutum katsayısı kumaş gözenekliliğinin azalmasıyla artmaktadır [28].

Süprem kumaşın ses yutum performansı üzerine yapılan bir başka çalışmada ise, kumaş 430 dtex PE ipliğinden üretilmiş ve gözenekliliği düşük olan, gözenek büyüklükleri ufak olan kumaşların ses yutumlarının daha iyi olduğu belirlenmiştir. İlmek boyutları ufaldıkça ve kumaş kalınlığı arttıkça ses yutum katsayısı artmaktadır [29].

80/20 pet/naylon mikro lif ile %100 pet regüler lifi kullanılarak üretilmiş farklı yapılarıdaki örme kumaşların ses yutum katsayılarının belirlendiği bir başka çalışmada, düşük frekanslardaki ses yutumunun kumaş kalınlığı ile doğru orantılı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Yoğunluğundan bağımsız olarak kumaş kalınlaştıkça, düşük frekanslardaki ses yutumu iyileşmiştir. Mikro liflerden üretilmiş kumaşlarının ses yutum kabiliyetlerinin konvansiyonel liften üretilmiş kumaşa göre daha yüksek çıkmıştır. Bu durum, mikro liflerin regüler liflere göre daha yüksek yüzey alanına sahip olmaları ve buna bağlı olarak akış dirençlerinin daha yüksek olması ile açıklanmıştır [30].

Döşemelik kumaşların gramaj, kalınlık ve konstrüksiyonlarının etkilerinin incelendiği bir çalışmada, bu parametrelerden en çok kumaş kalınlığının ses yutumu üzerinde etkili olduğu sonucu elde edilmiştir [31].

Halılar söz konusu olduğunda halı tabanının, hav yapısının, halıda kullanılan iplik kalınlığının, hav yüksekliğinin ses yutumunu etkilediği belirlenmiştir [32].

Kumaşların akustik olarak test edilmesi, o kumaşın absorplayabileceği akustik enerji ile ilgili olup, kumaşın hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliğine gösterdiği direnç ve ısı direnci akustik enerji absorpsiyonu ile doğru orantılıdır [33].

#### **4.2 Nonwoven'ler ile İlgili Yapılmış Çalışmalar**

Farklı incelik ve kesit şekillerine sahip lifler kullanılarak farklı tekniklerle üretilen non-woven'ler ile yapılan bir çalışmada, uzunluğu boyunca derin oyuklar ve kanallar bulunduran liflerden mamul non-woven'in hava geçirgenliğinin daha az olduğu ve

bununla bağlantılı olarak ses yutumunun daha fazla olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, daha ince olan liflerden mamul yüzeyin, kalın liflerden yapılmış olana göre ses yalıtımının daha iyi olduğu görülmüştür [34,35]. Hava geçirgenliği yüksek olan kumaşların ses geçirgenliği de yüksek olmakta, dolayısıyla ses yalıtımları düşük olmaktadır.

Farklı incelikte polyester liflerinden ısı sabitleştirme yöntemiyle oluşmuş nonwoven'lerin üretildiği bir başka çalışmada ise ses yutum katsayısının çok ince liflerin kullanılmasıyla arttığı ve kalınlık ile de doğru orantılı olduğu gözlenmiştir. Yüzeyin daha düşük gözenekliliğe sahip olmasına sebebiyet veren yüksek tülbent oryantasyon açısı ile yüksek ses absorpsiyonu elde edilmektedir [36].

Farklı inceliklere sahip, geri dönüştürülmüş polyester liflerinden mamul non-woven yüzeylerin ses yutum özelliklerinin incelendiği bir çalışmada ince lif miktarının artırıldığında ve gözenek boyutlarının küçüldüğü yüksek lif oryantasyon açısı ile yüzey üretildiğinde ses yutum katsayısının da arttığı sonucu elde edilmiştir [37].

Nonwoven yüzeylerin maksimum ses yutma katsayılarının sayısal olarak değerlendirildiği bir çalışmada; bağlanma sabiti 902, gözenekliliği 0,027 ve polimer yoğunluğu 1,65 olan ve 2 cm kalınlığa sahip nonwoven yüzeyin 1000Hz frekansta en iyi ses yutum özelliği gösterdiği sonucu elde edilmiştir ( $\alpha_{\max}=0,9999$ ) [38].

Tafting halıların arkasına kaplanan nonwoven yüzeylerin halıların ses yutma kapasitesine etkisinin incelendiği bir çalışmada nonwoven yüzey kaplamanın çok düşük frekanslarda etkisinin pek olmamasının yanında genel olarak ses yutum özelliğine olumlu etki yaptığı gözlenmiştir [39].

Aktivite edilmiş karbon liflerinden oluşmuş nonwoven yüzeyler yüksek performanslı akustik malzemeler olarak kullanılmaktadırlar [40].

Doğal lif karışımı nonwoven yüzeylerin ses yutum katsayılarının incelendiği bir çalışmada bu tip nonwoven yüzeylerin arabalarda ses azaltıcı bileşen olarak üretiminin yapılabileceği uygun görülmüştür. Yüzey altına poliüretan köpük malzemesi de konularak yüksek düzeyde ses yutumu sağlandığı gözlenmiştir [41].

### **4.3 Kompozit Malzemelerle İlgili Yapılmış Çalışmalar**

Geri kazanılmış polyester ve polipropilen liflerinden elde edilen nonwoven kompozitlerin kalınlıklarının artmasıyla orta ve düşük frekanslarda ses yutum katsayısı artmış, kompozit yoğunluğunun artması ile de düştüğü gözlenmiştir [42].

Kompozit malzemelerin akustik özellikleri üzerine çalışma yapılmıştır. Kompozit malzemenin delaminasyon enerjisi arttıkça ses absorpsiyon enerjisinin de arttığı gözlenmiştir [43].

## 5. DENEYSEL ÇALIŞMA

### 5.1 Kumaş Yapılarının Belirlenmesi

#### 5.1.1 Materyal

Deneysel ön çalışma için iplik tipi sabit tutularak birbirinden farklı örgü raporlarına sahip 22 grup örme boşluklu (spacer) kumaş üretilmiştir. Kumaşların ön ve arka yüzünü oluşturmada ve ara bağlayıcı olarak kullanılan ipliklerin özellikleri Çizelge 5.1’de belirtilmiştir. Ön ve arka yüzde kullanılan Ne26/3 (Nm45/3) numaralı pamuk ipliği makinaya 4 kat beslenmiştir.

**Çizelge 5.1 :** Kumaş yapılarının belirlenmesinde kullanılan ipliklere ait özellikler.

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

Ön çalışmada örme boşluklu kumaşların ses yutum özelliğine örgü tipindeki değişikliklerin etkisi incelendiğinden iplik tipi sabit tutulmuştur.

Deneysel çalışma için kullanılan 22 farklı örme boşluklu kumaşın özellikleri Çizelge 5.2’de verilmiştir. Hazırlık aşamasında numunelerin hepsi kodlanmıştır. Numune kodlamasında kullanılan S harfi “Spacer” ın kısaltmasıdır. Çizelgede belirtilen 7.1, 8.1, 9.1, 3.3.1, 3.4.1 ve 3.5.1 numaralı kumaşlar sırasıyla 7, 8, 9, 3.3, 3.4 ve 3.5 numaralı kumaşların mini-jakarlı halini temsil etmektedir.

**Çizelge 5.2 : Örme boşluklu (spacer) kumaşların yapısal özellikleri.**

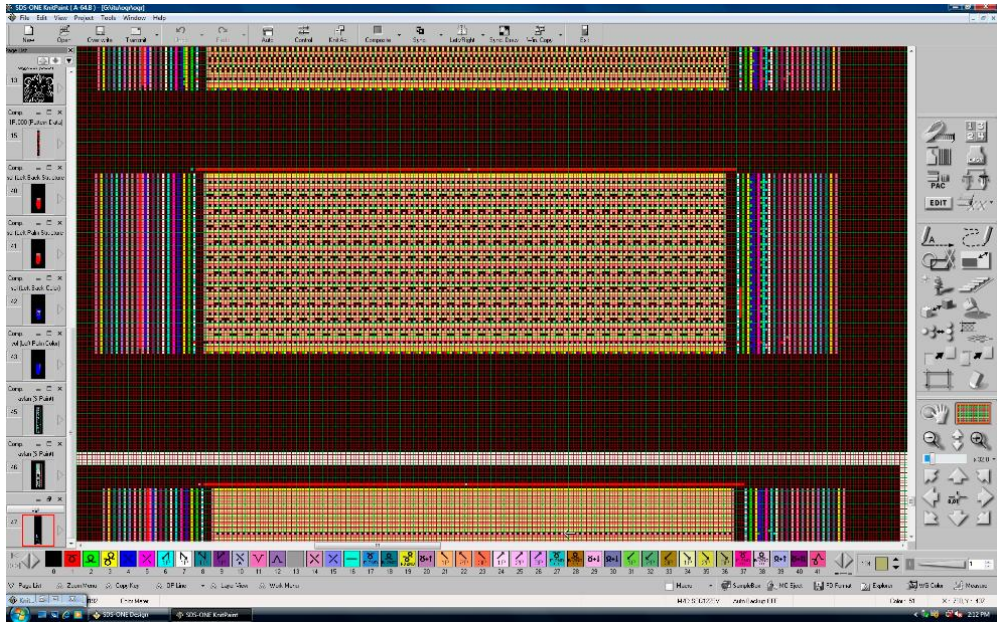
Kumaş No	Kumaş Sıklığı (1/cm <sup>2</sup> )		Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Yoğunluk %CV	Kumaş Kalınlığı (mm)	Kumaş Kalınlığı %CV	İlmeğe Ayarı		
	Ön	Arka					Ön	Arka	Ara bağlama
<b>S1</b>	12	24	228.385	3.40	4.46	3.23	46	40	10
<b>S2</b>	24	24	276.419	3.21	4.05	3.27	46	46	10
<b>S3</b>	15	28	269.729	3.05	4.80	2.84	46	42	10
<b>S4</b>	16	24	278.594	2.15	4.91	2.74	46	42	10
<b>S7</b>	20	20	284.085	1.75	4.43	2.98	46	46	10
<b>S8</b>	20	20	282.636	2.07	4.40	3.40	46	46	10
<b>S9</b>	20	20	280.066	1.94	4.50	3.54	46	46	10
<b>S7.1</b>	20	20	272.637	2.54	5.08	1.42	46	46	10
<b>S8.1</b>	20	20	283.176	2.69	5.10	1.05	46	46	10
<b>S9.1</b>	20	20	281.788	2.84	5.20	1.32	46	46	10
<b>S11</b>	28	28	385.886	1.80	5.30	1.87	46	46	10
<b>S3.1</b>	12	28	262.569	2.78	4.30	4.01	46	42	10
<b>S3.2</b>	12	28	263.371	2.49	4.42	3.25	54	42	10
<b>S3.3</b>	19	19	252.455	2.91	4.48	3.67	46	46	10
<b>S3.4</b>	20	20	231.148	2.84	4.88	3.52	50	50	10
<b>S3.5</b>	19	19	231.442	2.96	4.75	4.04	54	54	10
<b>S3.3.1</b>	19	19	279.065	2.05	5.03	2.94	46	46	10
<b>S3.4.1</b>	20	20	248.222	1.78	5.68	3.08	50	50	10
<b>S3.5.1</b>	19	19	247.678	1.86	5.60	3.13	54	54	10
<b>S4.1</b>	21	28	299.666	4.10	4.80	2.95	46	42	10
<b>S4.2</b>	18	25	285.681	3.84	4.77	2.74	46	42	10
<b>S4.3</b>	12	25	276.145	3.95	5.24	2.09	46	42	10

Çizelge 5.2’de verilmiş olan ilmeğe ayarları, kumaşın ne kadar sıkı örülmüş olduğunu göstermektedir. Makine ilmeğe ayarları yüzey kumaşlar için 46, ara bağlama için 10 olarak seçilmiştir. Tüm örgü yapıları için ayar korunmaya çalışılmışsa da; atlama ve askı ilmeklerinin fazlalıkta olduğu örgü yapılarında ayarın açılması gerekmektedir. Ayarın açılması makine üzerindeki ilmeğe ayar değerinin artırılmasıyla sağlanmıştır.

Örme boşluklu kumaş yapılarının tasarım aşamasında SDS ONE Knit ve Paint programları kullanılmıştır (Şekil 5.1). KnitCAD (Örgü Çizim) programı, örgü kalıbının ilmek sayısına çevrilmesi temeline göre çalışan, çok geniş bir bilgi birikimi ve deneyimle oluşturulmuş bir programdır (Şekil 5.2). İlmek simülasyonuna bağlantı kurularak verimli bir üretime ulaşılabilir. Knit Paint programında kumaş simülasyonu iplik dataları ile birleştirilir. Böylece örgü ve dokuma kumaşların gerçekçi bir şekilde simüle edilebilmesi ve bunun manken üzerine giydirilebilmesi ( mapping ) sağlanır (Şekil 5.3).



Şekil 5.1 : SDS ONE Knit ve Paint programları.



Şekil 5.2 : Örgü çizim programı.



**Şekil 5.3 :** Desen veritabanı ve bilgisayarda oluşturulmuş örnek numune.

Knit Paint programında geliştirilmiş örgü raporları diskete kaydedilmiştir. Disket örme makinesine okutulmuştur. Örme boşluklu kumaşların üretimi için makine olarak 7 fayn 672 iğneli çift plakalı Shima Seiki SES 124S marka V yataklı düz örme makinesi kullanılmıştır (Şekil 5.4). İlmek ayarı, boyuna tekrar, mekik adresi gibi ayarlar makine üzerinden ayarlanmıştır.



**Şekil 5.4 :** Shima Seiki SES 124S marka V yataklı düz örme makinesi.

S1, S2, S3 ve S4 numaralı kumaşlardan bir kısmı ayrılarak bu kumaşlara boyama işlemi uygulanmıştır. Kumaşlar 60°C sıcaklıkta reaktif boya ile boyanmıştır. Boyama işlemi uygulandıktan sonraki kumaş özellikleri Çizelge 5.3’de verilmiştir. Numune kodlamasında kullanılan B harfi “Boyanmış” ın kısaltmasıdır.

**Çizelge 5.3 :** Boyama işlemi uygulanmış örme boşluklu (spacer) kumaşların yapısal özellikleri.

Kumaş Numarası	Kumaş Sıklığı (1/cm <sup>2</sup> )		Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Kumaş Kalınlığı (mm)	Kumaş Kalınlığı %CV
	Ön	Arka			
<b>SB1</b>	15	24	321.000	5.00	2.25
<b>SB2</b>	24	24	303.838	4.82	1.97
<b>SB3</b>	15	28	334.512	5.12	1.69
<b>SB4</b>	16	24	331.175	5.53	2.05

S7, S8, S9, S7.1, S8.1, S9.1 ve S11 numaralı kumaşlardan bir kısmı ayrılarak bu kumaşlara 60°C’de normal yıkama işlemi uygulanmıştır. Yıkama işlemi uygulandıktan sonraki kumaş özellikleri Çizelge 5.4’de verilmiştir. Numune kodlamasında kullanılan Y harfi “Yıkanmış” ın kısaltmasıdır.

**Çizelge 5.4 :** Yıkama işlemi uygulanmış örme boşluklu (spacer) kumaşların yapısal özellikleri.

Kumaş Numarası	Kumaş Sıklığı (1/cm <sup>2</sup> )		Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Kumaş Kalınlığı (mm)	Kumaş Kalınlığı %CV
	Ön	Arka			
<b>SY7</b>	30	30	324.950	5.05	3.85
<b>SY8</b>	28	28	296.266	5.25	3.64
<b>SY9</b>	30	30	283.321	5.60	4.15
<b>SY7.1</b>	28	28	313.227	5.95	2.87
<b>SY8.1</b>	30	30	313.950	6.05	5.54
<b>SY9.1</b>	30	30	330.479	6.25	4.05
<b>SY11</b>	36	36	393.333	6.00	4.32

Kumaş örgü raporlarının detayları ve kumaşlara ait muhtelif örnekler EK A.1’de verilmiştir.

## **5.1.2 Metod**

### **5.1.2.1 İplik büküm tespiti**

Büküm yönü tayini: Bobinden en az 10 cm uzunluğunda bir iplik çıkartılmış, bir ucundan tutularak düşey konuma getirilmiştir. İplik gözlenerek elamanlarının “S” veya “Z” harfinin ortasındaki doğrulardan hangisinin yönünde olduğu tespit edilmiştir. Buna göre büküm yönü “S” veya “Z” şeklinde kaydedilmiştir.

Büküm miktarı tayini: Büküm ölçme cihazı, esas itibari ile biri sabit diğeri kendi ekseni etrafında her iki yönde dönebilen iki adet iplik sıkıştırma çenesinden meydana gelir. Test başlamadan önce cihazın sayacı sıfırlanmıştır. Dönen çene ile sabit çene arası 25 cm olarak ayarlanmıştır. İplik, ilk olarak bir ucundan tutularak sabit çeneye tutturulmuştur. İpliğin diğeri uygun bir düzleştirme gerilmesi (TS254’e göre) uygulandıktan sonra dönen çeneye tutturulmuştur. Dönen çene çevrilerek büküm açılmış, ayırma iğnesi lif veya iplik bileşenleri arasında gezdirilerek bükümün açıldığı kontrol edilmiştir. Dönen çene çevrilmeye devam ederek iplik tekrardan büküm almaya başlamıştır ve ibre “0” değerini gösterdiğinde iplik başlangıç büküm değerine ulaşmıştır. Ekranda yazan büküm miktarının yarısı ipliğin 25cm deki büküm miktarını vermektedir. 100cm deki büküm miktarını bulmak için ekranda gözüken büküm değeri 2 ile çarpılmıştır. Katlı ipliklerin bileşenlerinin bükümü ölçülecekse önce cihazla katlar birbirinden ayrılmış, bileşenler cihazdan çıkartılmıştır, Aynı ayrı bükümleri yukarıda belirtildiği şekilde ölçülmüştür.

### **5.1.2.2 İplik tüylülük tespiti**

İpliklerin tüylülüğünü tayin etmek için Uster Zweigle marka tüylülük ölçüm cihazı kullanılmıştır. Kontrol uzunluğu 100 m olarak ayarlanmıştır. İplik tüylülük değerini gösteren S3 değeri 3 mm ve daha fazla uzunlukta olan tüylerin kümülatif toplamıdır. Optik ölçüm yapılmıştır. Optik ölçme ünitesi hem uzunlukları hem de adetleri hakkında bilgi verir. Ölçüm yapılabilen aralık 5 tex-100tex’dir. Sınır değerler lifin tipine bağlı olarak değişir. İpliklerin sevkini kolaylaştıran silindirler vardır. İplik makineye 50m/min hızla beslenmiştir. Standart atmosfer şartlarında test yapılmıştır.

### 5.1.2.3 Kumaş gramaj tespiti

TS251 standardı baz alınarak kumaşlar 100 cm<sup>2</sup> lik dairesel bir alanda kesilen numunelerin hassas terazide tartılmasıyla kumaşın g/m<sup>2</sup> olarak gramaj değerleri elde edilmiştir.

### 5.1.2.4 Kumaş kalınlık tespiti

Kumaş kalınlıklarının tespiti için BS 2544 standardına göre ölçüm yapan James H. Heal marka kalınlık ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçümler için makine basıncı 5 g/cm<sup>2</sup> olarak ayarlanmıştır. Her bir grup için 5 ölçüm yapılmış ve bunların ortalama değeri kumaşın kalınlığı olarak kaydedilmiştir.

### 5.1.2.5 Kumaş yoğunluk tespiti

Kumaş gramaj ( $M$ ) ve kalınlık değeri ( $t$ ) kullanılarak aşağıdaki formülle yoğunluk hesaplanmıştır.

$$\rho_f = \frac{M}{t} \quad (5.1)$$

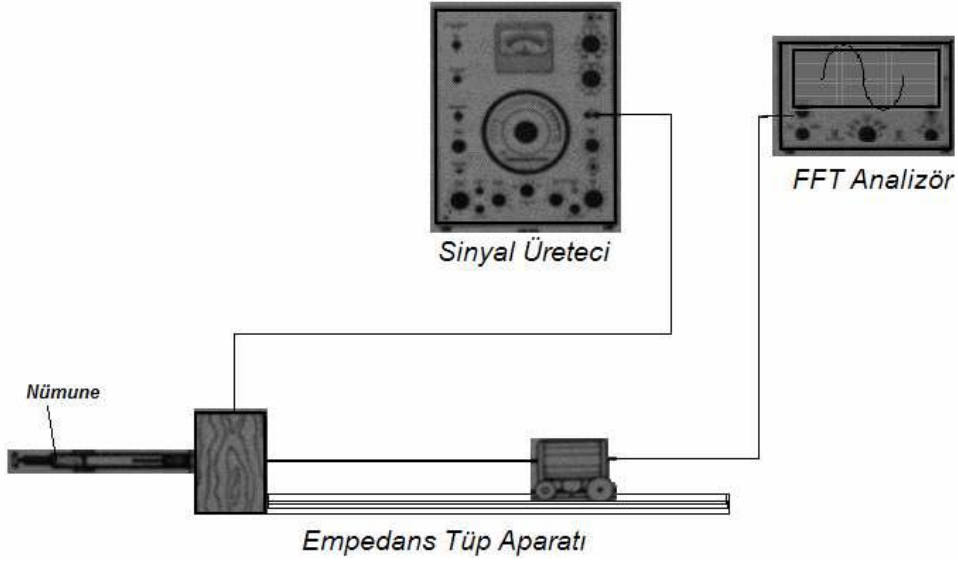
### 5.1.2.6 Kumaş ses yutum katsayısı tespit testi

Örme boşluklu (spacer) kumaşların ses yutum katsayısı değerini tespit etmek için; ISO 10534-2 çift mikrofonlu empedans tüp metodu kullanılmıştır [44].

Empedans tüp metodu; bir malzemenin geniş frekans aralığındaki akustik özelliklerini belirleyebilecek en kolay ve en doğru methodur. Bu metodun teorik olarak arka planı iki mikrofon arasındaki transfer fonksiyonlara dayanmaktadır.

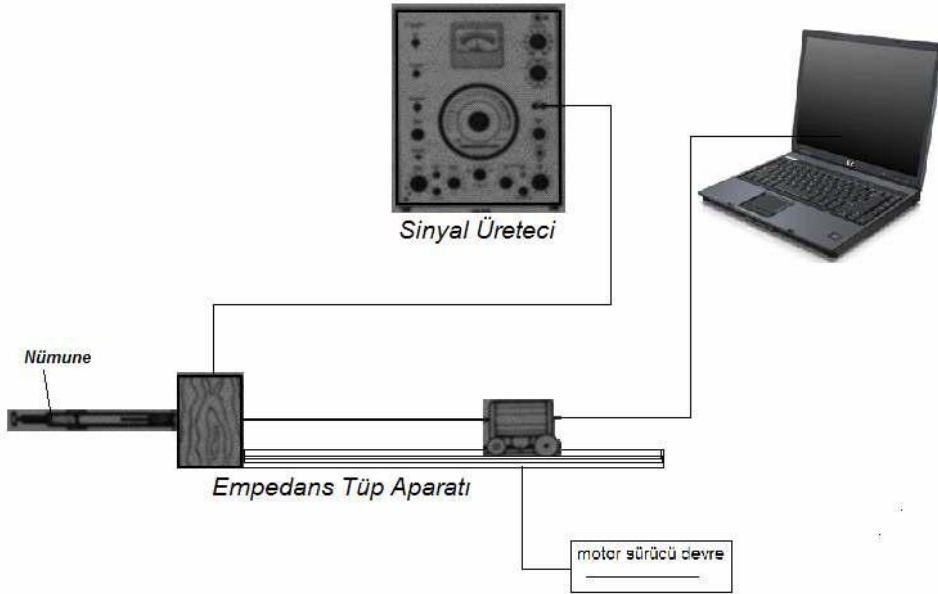
Çift mikrofon empedans tüp metodu; empedans tüpüne takılmış iki mikrofon arasındaki ses basınç farkının ölçümüne dayanmaktadır.

Empedans tüp yöntemi ile ses yutma katsayısını belirlemek için kullanılan standart düzen Sinyal Üretici (Beat Frequency Oscillator ) ile oluşturulan sesin Empedans Tüp Aparatı'na (Standing Wave Apparatus) verilmesi, malzemenin gösterdiği davranışın FFT Analizör (FFT&Octave Band Analyzer) tarafından incelenmesi ve sinyal üreticinin Frekans ölçer (Thurbly&Thandar Type TF830 Universal Counter) ile değerinin ayarlanmasıdır.



**Şekil 5.5 :** Standart empedans tüp yöntemi ve ölçüm düzeneğinin gösterimi.

Ancak bu proje kapsamında kurulan düzenekte FFT Analizör (FFT&Octave Band Analyzer) devreden çıkarılmış ve onun yerine bir PC yerleştirilmiştir. Bilgisayar ile yapılan PULSE yazılımı sayesinde FFT Analizör'ün fonksiyonları yerine getirilmiştir.

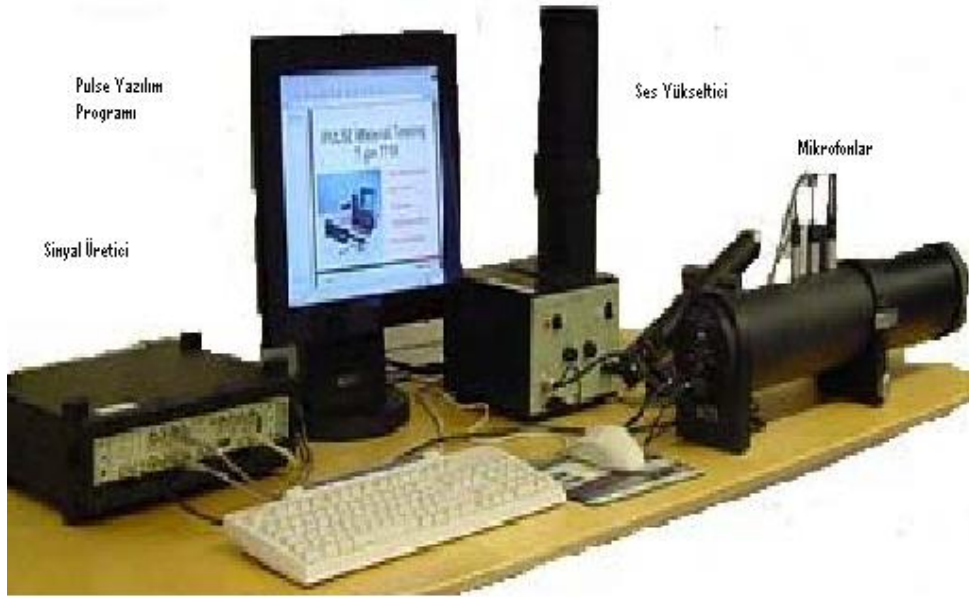


**Şekil 5.6 :** Empedans tüp yöntemi ve ölçüm düzeneği [6].

Empedans tüp yöntemi ile 50 Hz ile 6.4 kHz frekans aralıklarında mazlemelerin ses yutum katsayıları değerleri ölçülmektedir. Düşük frekanslardaki (50 Hz ile 1.6 kHz arasındaki) ses yutum özelliğini ölçmek için büyük tüp kullanılmaktadır. Büyük tüpte ölçüm yapabilmek için 100mm çapında numuneler hazırlanmaktadır. 1.6 kHz ile 6.4

kHz frekans aralığındaki ses yutum katsayısını ölçmek için ise küçük tüp kullanılmaktadır. Küçük tüpte ölçüm yapabilmek için 29 mm çapında numuneler hazırlanmaktadır.

Ölçüm yapmadan önce ilk olarak sinyaller bağlanır. Hangi tüp kullanılacağı bilgisayarda işaretlenir. Arka plan gürültüsü ve ses kaynağının gürültüsü ölçülür. Daha sonraki aşamada transfer fonksiyon kalibrasyonu yapılır. Burada ilk olarak mikrofon yerleri değiştirilerek ölçüm yapılır daha sonra da mikrofonlar kendi yerlerindeyken ölçüm yapılır. Tüm bu kalibrasyonlar yapıldıktan sonra ölçüm bölümüne gelinir. Her numuneden 3'er adet örnek alınmıştır. Ölçüm öncesi yapılan kalibrasyon işlemleri küçük ve büyük tüp için ayrı ayrı yapılır. Ölçümler bittikten sonra her numunenin büyük ve küçük tüp için çıkan değerlerinin ortalaması ayrı ayrı hesaplatılır. En son aşama "birleştirme" aşamasıdır. Büyük ve küçük tüp değerleri birleştirilir [44,45].

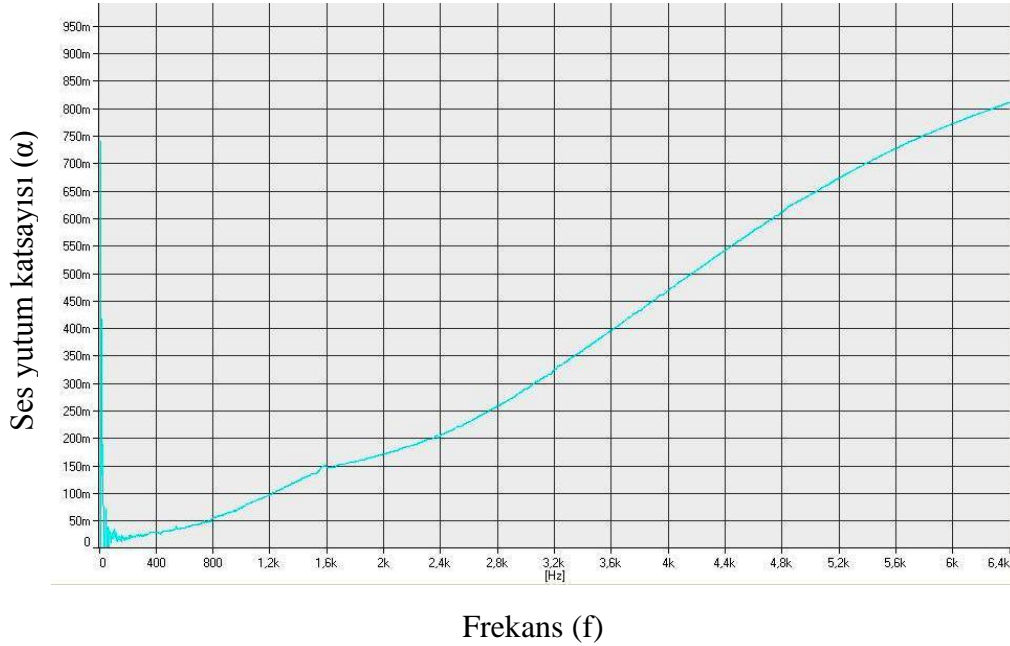


**Şekil 5.7 :** Çift mikrofon empedans tüp yöntemi ölçüm düzeneği [45].

Malzemelerin ses yutum katsayısı değerlerini gösteren grafiklerdeki eğriler txt. dosyası şeklinde kaydedilmiştir. Notepad dosyalarında malzemenin hangi frekansta hangi ses yutum katsayısı değerine sahip olduğu gözükmemektedir. Ayrıca ses yutum katsayısını gösteren eğriler jpeg. dosyasına kaydedilmiştir. Sonuçlar grafiklerde gözükürken değerler doğrultusunda karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.

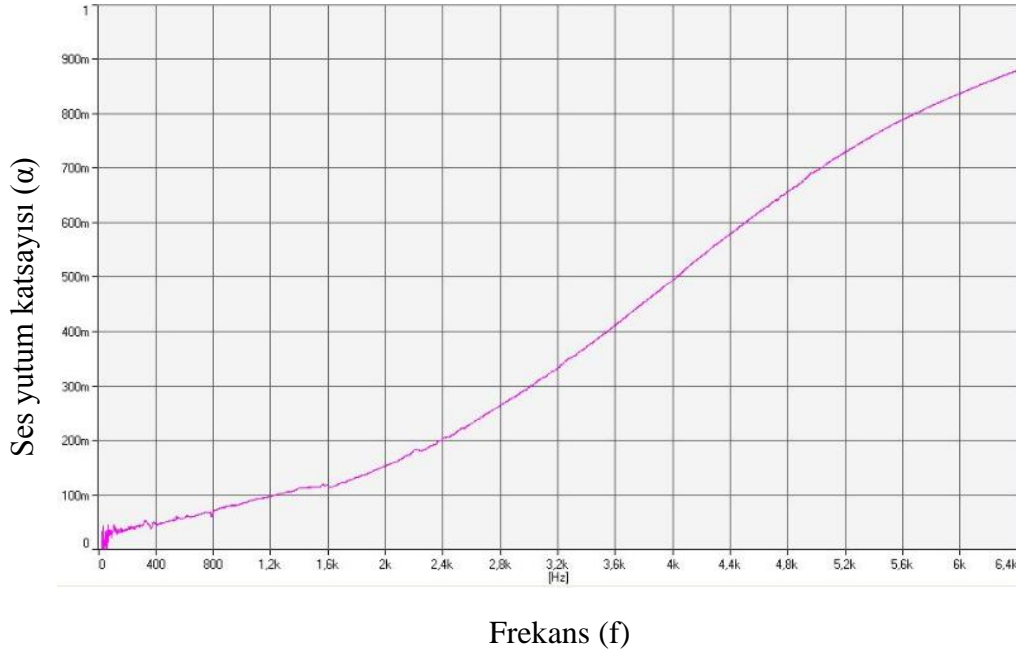
### 5.1.3 Değerlendirmeler

İlk olarak S1, S2, S3 ve S4 numaraları kumaşların tasarımı yapılmıştır. S1 ve S2 numaralı kumaşlar birbirleriyle kıyas yapılmak üzere tasarlanmıştır. S1 numaralı ve S2 numaralı kumaşların sadece ön yüzleri birbirinden farklıdır. S1 numaralı kumaşta gözenekli yapıyı daha arttırmak amacıyla ön yüzde atlamalar kullanılmıştır. Bağlayıcı iplik daha fazla sıra aralıklarıyla bağlama yaparsa elde edilecek kumaş daha kalın ve kumaştaki ara hava boşluğu (air gap) daha fazla olacağı değerlendirilmiştir. Ancak ses yutum katsayısı değerlerinden de anlaşılacağı üzere sonuçlar beklenildiği gibi olmamıştır (Şekil 5.8). Kumaş çok boşluklu olduğu için hava geçirgenliği çok fazla olmuştur. Literatür değerlendirmelerinden elde edilen sonuca göre kumaşın hava geçirgenliği özelliği ile ses yutum özelliği ters orantılıdır [28,34]. Bunun yanında kumaş beklenen kalınlığa da ulaşmadığından ses yutum özelliği üzerine olumsuz etki yapmıştır.



Şekil 5.8 : S1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.

S2 numaralı kumaşın öz yüzü de süprem örülmüştür atlama kullanılmamıştır. S2 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı değerinin S1 numaralı kumaşa kıyasla biraz daha yüksek çıkması S2 numaralı kumaşın yoğunluğunun daha fazla olmasıyla açıklanabilir (Şekil 5.9).

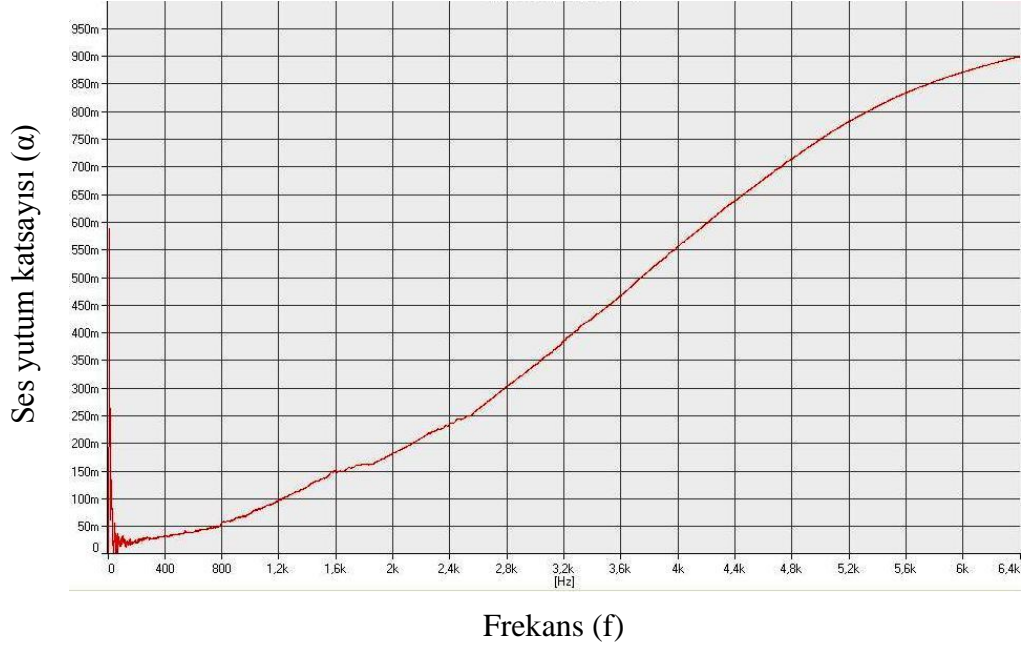


**Şekil 5.9** : S2 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.

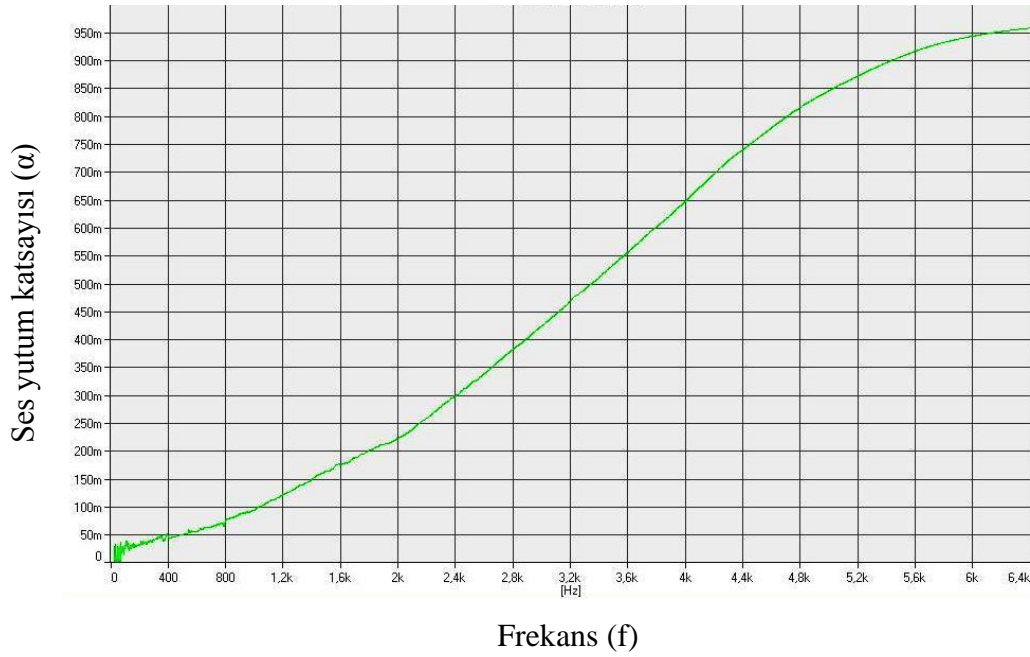
Ses yutum katsayısı değerlerindeki artış yüksek frekanslarda görülmüştür. Düşük frekanslarda düşük değerlerin elde edilmesi üretilen boşluklu kumaşın kalınlığının istenilen boyutta olmaması ile açıklanabilir. S1 ve S2 numaralı kumaşlarda denenmiş olan 8 sırada bir bağlama ipliği atılması işlemine, beklenen sonuçların elde edilememesi nedeniyle son verilmiştir.

Bundan sonraki tüm örgülerde bağlama (ara) iplik her sırada bir atılmıştır.

S3 numaralı kumaş ön yüzü bir sıra süprem bir sıra 3 ilmek 3 atlama raporuna sahiptir (bkz. Şekil A.3). Arka yüzde değişiklik yapılmayarak süprem bırakılmıştır. Bağlama ipliklerinin her sırada bir örgü atlamayla atılması ilk olarak bu kumaşta denenmiştir ve kumaşın ses yutum katsayısı değerine (Şekil 5.10) olumlu etkisi ilk bu tasarımda görülmüştür.



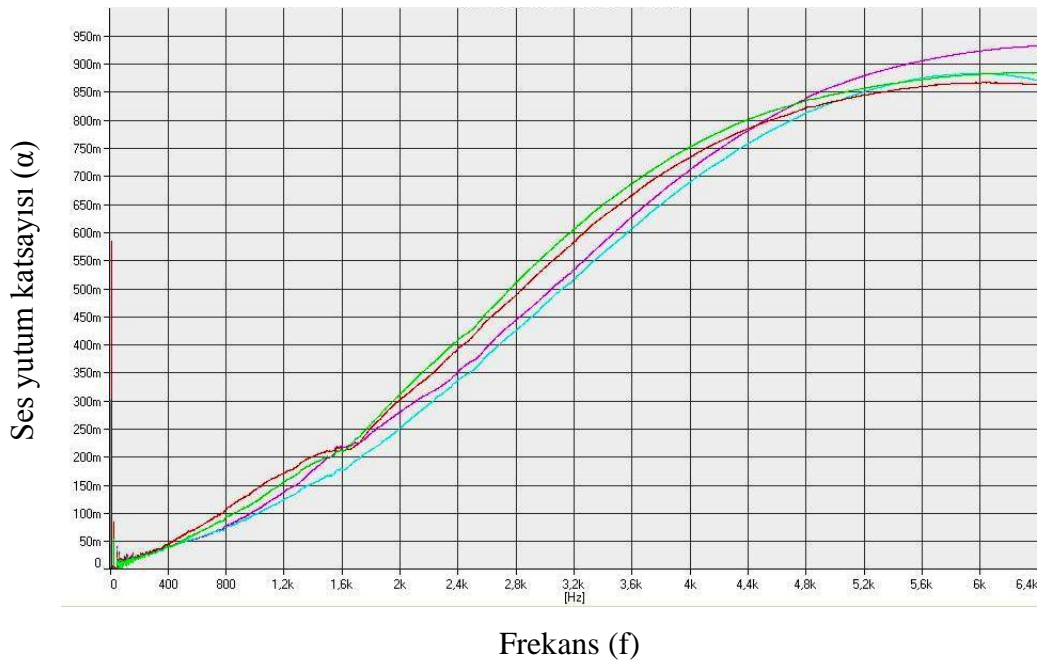
**Şekil 5.10 :** S3 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.



**Şekil 5.11 :** S4 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.

S4 numaralı kumaşın tasarım aşamasında iki durum birden düşünülmüştür. Birincisi kumaş kalınlığını biraz daha arttırabilmek ikinci de atlama yerine sıklıkla askı ilmekleri kullanarak daha küçük boyutlarda ve fazla sayıda gözenek elde edebilmektir. S4 numaralı kumaşın yoğunluğu ve kalınlığı S3 numaralı kumaşa kıyasla daha fazladır. Tüm bu yapısal farklılıkların olumlu etkisi Şekil 5.11’de görülmüştür.

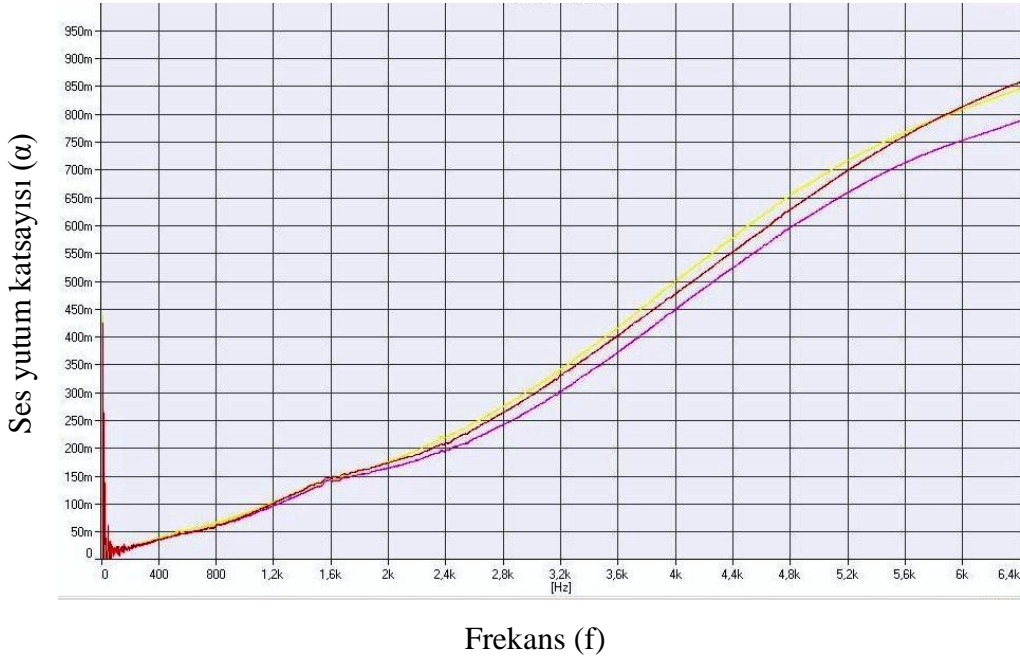
S1, S2, S3 ve S4 numaralı kumaşlara boyama işlemi uygulanmıştır. Boyama işlemi sırasında, beklendiği üzere kumaşlarda boyutsal değişim ortaya çıkmıştır. Çizelge 5.3’de görüldüğü üzere boyanmış kumaşların yoğunlukları, kalınlıkları ve sıklıkları daha fazladır. Yoğunluk ve kalınlıktaki artış kumaş ses yutum özelliğine olumlu etki yapmıştır. S4 numaralı kumaşın boyama işlemi sonucu ulaştığı kalınlık diğer kumaşlara kıyasla daha fazla olduğundan SB4 numaralı kumaş 1.6 kHz ile 4.8 kHz frekans aralıklarında en yüksek ses yutum katsayısı değerine sahiptir. SB1, SB2, SB3 ve SB4 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırması Şekil 5.12’de verilmiştir.



**Şekil 5.12 :** SB1, SB2, SB3 ve SB4 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması (**SB1, SB2, SB3, SB4**).

Bu kumaşların tasarımından sonra S7, S8, S9 numaralı ve bunların mini-jakar örgülü olanları S7.1, S8.1, S9.1 numaralı kumaşların tasarımı yapılmıştır ve kumaşlar üretilmiştir. Bu kumaşların, ilk üretilen 4 kumaştan farkı arka yüz örgü tipinin tamamen ilmeklerden (süprem) oluşmamasıdır. Ön ve arka kumaş yüzlerinde askı ve ilmek kombinasyonları kullanılmıştır. Kumaş yapılarına askı ilmekleri belli bir düzen dahilinde (bkz. Şekil A.5-Şekil A.7) yerleştirilmiştir. Ayrıca ara bağlayıcı ipliğin bir sırada bağlantı yapma düzeni de değiştirilmiştir. Bunun sonucunda bağlantı sıklığının kumaş gözenekliliğine etkisi ve buna bağlı olarak da kumaş ses yutum katsayısına etkisi incelenmiştir. Ara bağlayıcı ipliğin daha seyrek aralıklarla bağlantı yapması ve askı ilmeklerinin sıklığının daha az olması, gözenek boyutunun çıplak gözle dahi

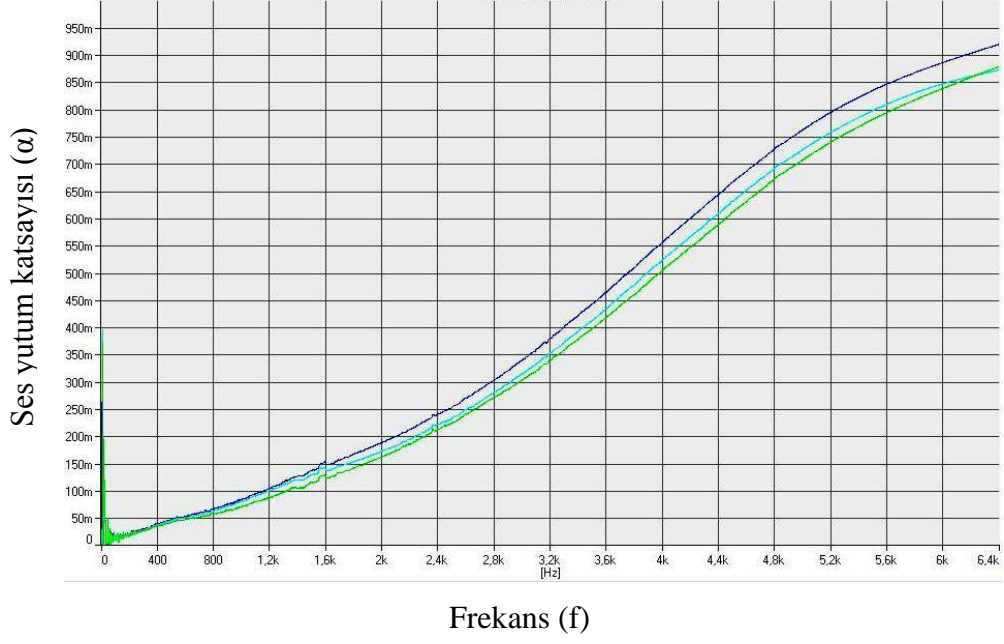
farkedilebilir oranda daha küçük olmasını sağlamıştır. Ara bağlantının daha az noktada bağlantı yapmış olması; kumaş yüzeyleri arasında kalan hava boşluğunu da (air gap) arttırmıştır. S7, S8 ve S9 numaralı kumaşların sıklıkları ve yoğunlukları yaklaşık olarak aynı çıkmıştır. Ancak kalınlıkları arasında az da olsa fark bulunmuştur. Şekil 5.13'deki kumaş ses yutum katsayısı değerleri incelendiğinde; kumaş ses yutum özelliğinin kalınlıkla doğru orantılı olarak iyileştiği görülmüştür.



**Şekil 5.13 :** S7, S8 ve S9 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması (**S7, S8, S9**).

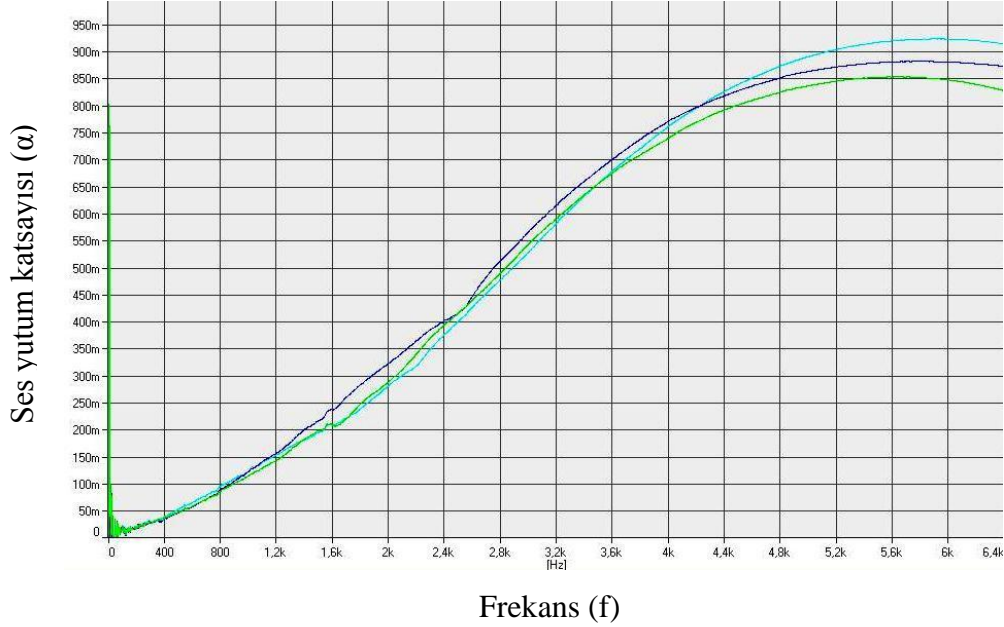
S7.1, S8.1 ve S9.1 numaralı kumaşlarda; S7, S8 ve S9 numaralı kumaşlardan farklı olarak süprem olan sıralar mini-jakar olarak tasarlanmıştır ve yüzeydeki kumaşın kalınlığı arttırılmıştır. Kalınlık artışının kumaşın ses yutum özelliğine etkisi 2kHz'den daha yüksek frekanslarda belirginleşmiştir (Şekil 5.14).

Tasarlanan kumaşlar son olarak 60°C'de normal yıkama işlemine tabii tutularak, yıkanmış kumaş özelliklerinin (bkz. Çizelge 5.4) kumaşların ses yutum özelliklerini nasıl etkilediği tartışılmıştır. Kumaş sıklık, yoğunluk ve kalınlık değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. Buna bağlı olarak yıkanmış olan kumaşlar çok daha yüksek bir ses yutum özelliği göstermiştir.

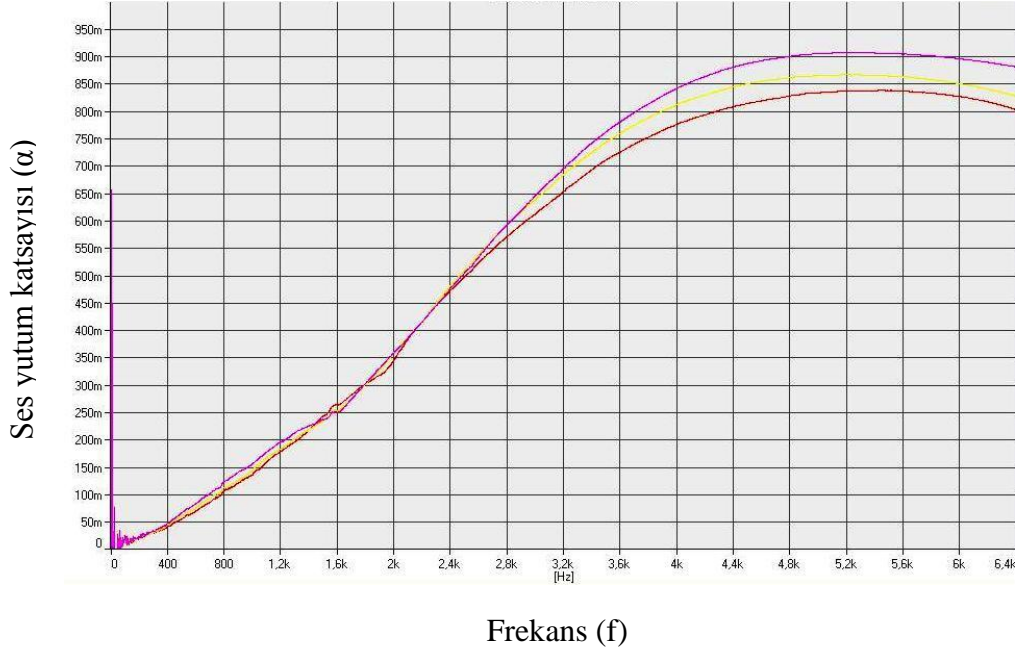


**Şekil 5.14 :** S7.1, S8.1. ve S9.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması (**S7.1, S8.1, S9.1**).

Şekil 5.15’de SY7, SY8 ve SY9 numaralı kumaşların; Şekil 5.16’da ise SY7.1, SY8.1 ve SY9.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması gösterilmiştir.



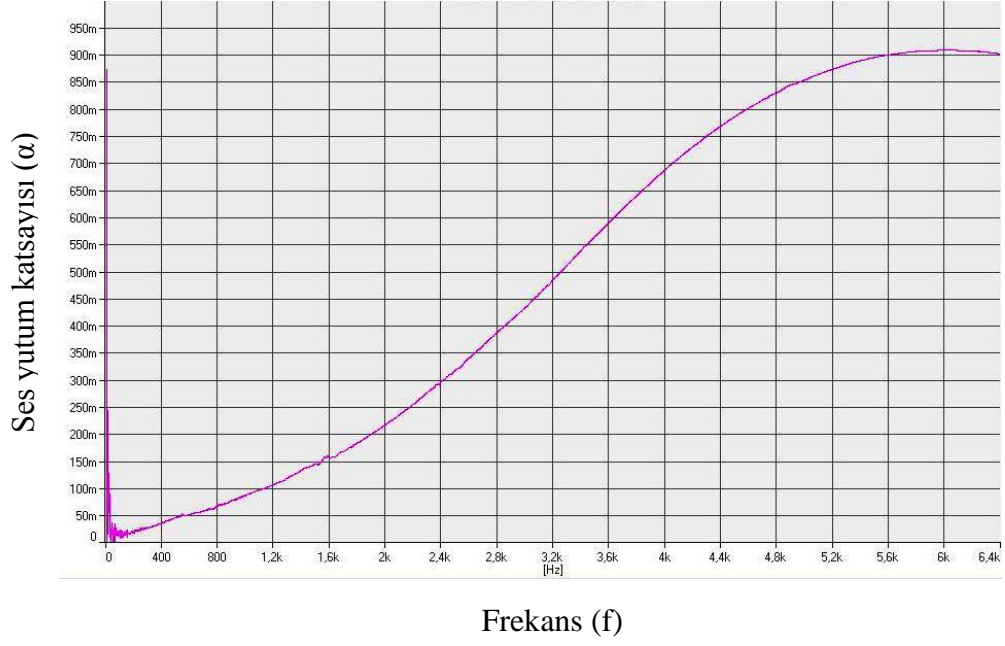
**Şekil 5.15 :** SY7, SY8 ve SY9 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması (**SY7, SY8, SY9**).



**Şekil 5.16** : SY7.1, SY8.1. ve SY9.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması (**SY7.1**, **SY8.1**, **SY9.1**).

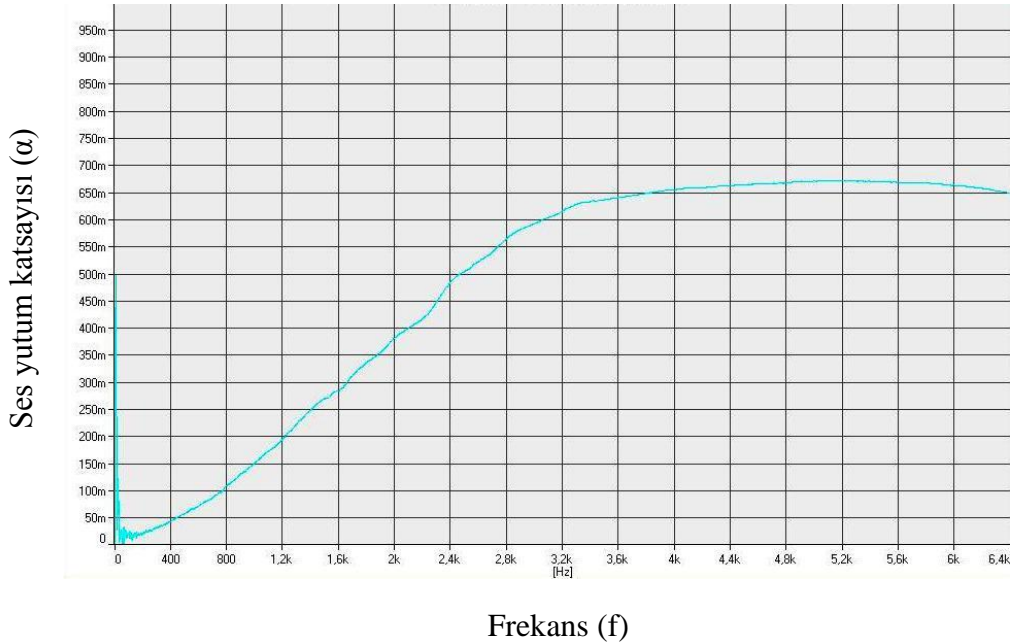
Kumaş sıklığında, yoğunluğunda ve kalınlığında artış yanında yıkanmış boşluklu kumaşların yüzeylerinin daha az düzgün olması ses yutum özelliğine olumlu etki yaptığı gözlenmiştir. Bu noktada, yüzey düzensizliğünün; daha fazla oranlarda ses enerjisinin ısı enerjisine dönüşerek yutulduğu düşünülmektedir.

Literatürde yer aldığı gibi; kumaş kalınlığının ses yutumu üzerinde olumlu etkisi olduğu gözlenmiştir [28,29]. Ayrıca ölçümü yapılacak malzemenin kalınlığı, özellikle de düşük frekanslarda çok önem taşımaktadır. Düşük frekanslı seslerde sesin dalga boyu daha büyük olacağından ( $\lambda = c / f$  eşitliğinden) iyi bir ses yutum özelliği sağlayabilmek için malzemenin kalınlığının artırılması gerekmektedir. Malzeme en iyi ses yutum özelliğine sesin dalga boyunun dörtte biri kalınlığa ulaştığında erişebilmektedir [5]. Ön çalışma sonucunda elde edilen veriler ve yukarıda kısaca özetlenen literatür bulguları ışığında S11 numaralı kumaş yapısı geliştirilmiştir (bkz. Şekil A.11, Çizelge 5.2). Kumaşın kalınlık ve yoğunluğunda elde edilen artışa bağlı olarak ses yutum katsayısı değerlerinin de düşük frekanslarda önemli ölçüde iyileştiği gözlenmiştir (Şekil 5.17).



**Şekil 5.17 :** S11 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.

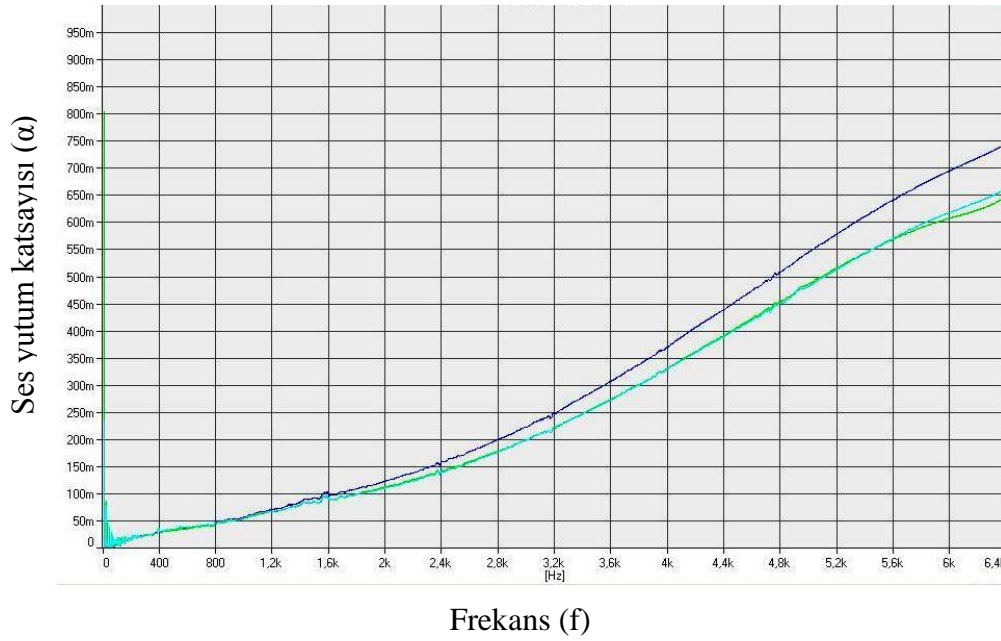
Yıkılmış S11 numaralı kumaşın ses yutumu katsayısı değeri 3.6 kHz frekansına kadar beklenildiği gibi S11 numaralı kumaşa kıyasla daha yüksek çıkmıştır. 3.6 kHz'den daha yüksek frekanslarda ise ses yutum katsayısındaki artışın durduğu gözlenmiştir (Şekil 5.18).



**Şekil 5.18 :** SY11 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.

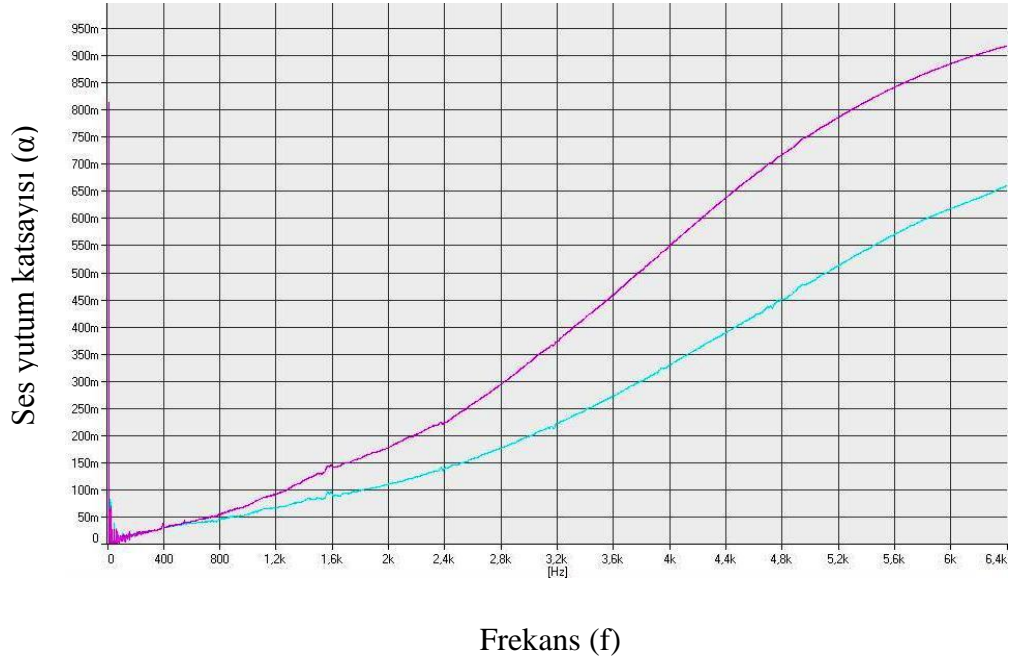
Bu çalışma çerçevesinde geliştirilen tüm kumaş yapılarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi sonucunda; S3 ve S4 numaralı kumaşların akustik özelliklerinin diğer kumaşlara kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği görülerek; bu kumaşlardan

türetilmiş alternatif tasarımlar yapılmıştır (bkz. Şekil A.12 - Şekil A.22). S3.1, S3.2 kumaşlarda ön yüzdeki atlama sayılarında değişiklik yapılmıştır. S3.3, S3.4 ve S3.5 numaralı kumaşlarda ise arka yüze de ön kumaş yüzeyindeki gibi atlama ilmekleri eklenmiştir. Atlama sayısının artmasının kumaş ses yutum özelliği üzerine olumlu etki yarattığı Şekil 5.19'da görülmektedir. S3.3, S3.4 ve S3.5 numaralı kumaşlar arasında en yüksek ses yutum katsayısı değerine sahip kumaş S3.5 numaralı kumaş olmuştur. 1.6 kHz'den yüksek frekanslarda kumaş yapısındaki değişikliğin etkisi belirgin olarak gözlenmektedir.

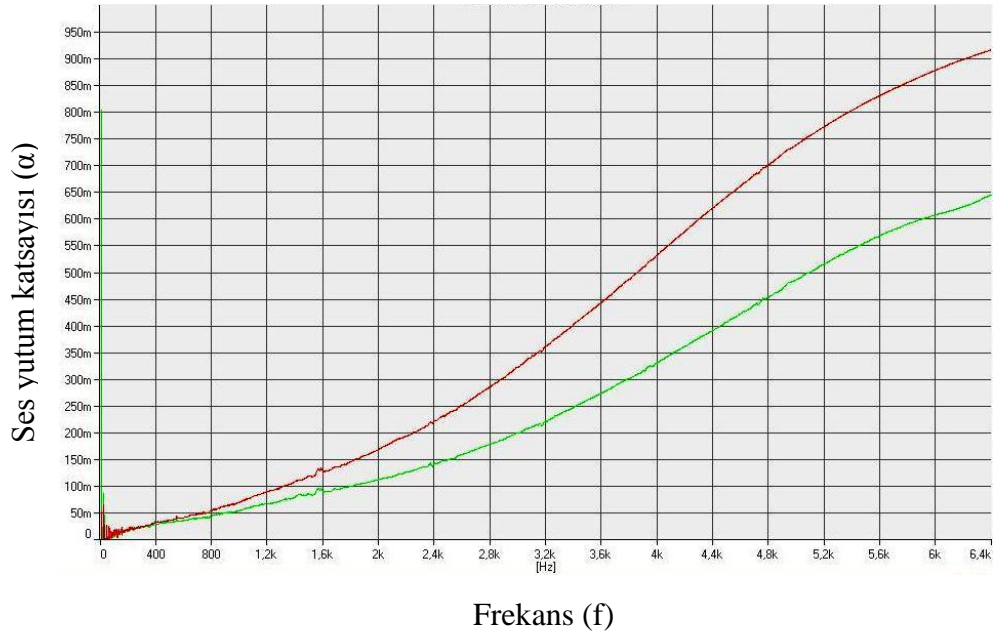


**Şekil 5.19 :** S3.3, S3.4 ve S3.5 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( **S3.3, S3.4, S3.5** ).

S3.3.1, S3.4.1 ve S3.5.1 numaralı kumaşlarda S3.3, S3.4 ve S3.5 numaralı kumaşlardan farklı olarak süprem olan sıralar mini-jakar olarak değiştirilmiştir. Bunun sonucu yüzey kumaşın kalınlığı ve kumaş yoğunluğu artırılarak kumaşın ses yutum özelliğine olumlu etki sağlanmıştır. Şekil 5.20, 5.21 ve 5.22'de bu kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırması verilmiştir. Mini-jakar örgü yapısı kullanmanın kumaş akustik özelliği üzerine olumlu etkisi şekiller üzerinde görülmektedir. Bu sonuçlara bağlı olarak sonraki çalışmalarda bu yönde ilerlenmesi gerekmektedir.

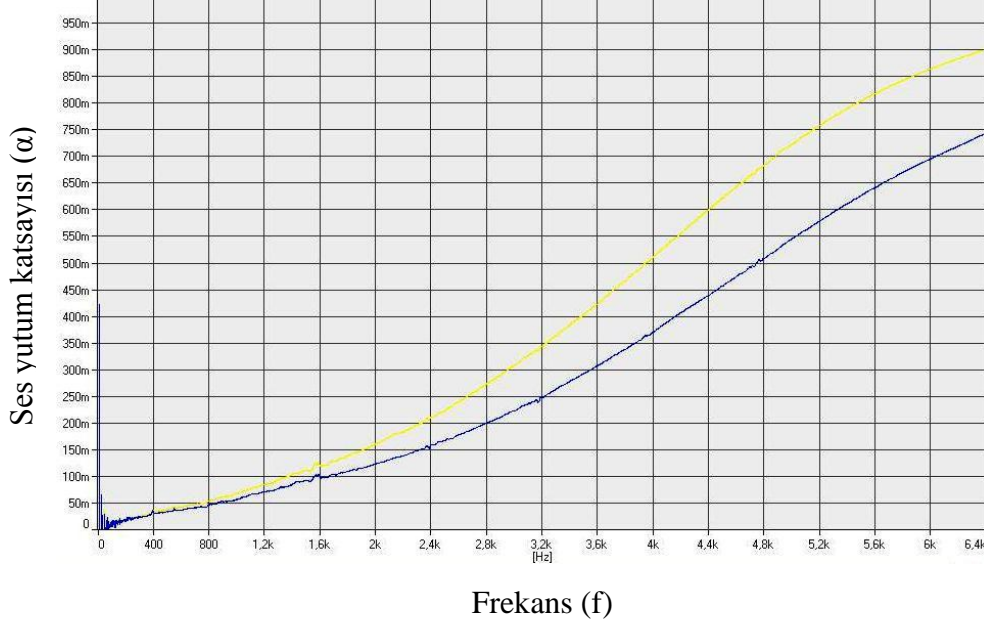


**Şekil 5.20** : S3.3 ve S3.3.1 numaralı kumaşların ses yutüm katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( **S3.3, S3.3.1** ).



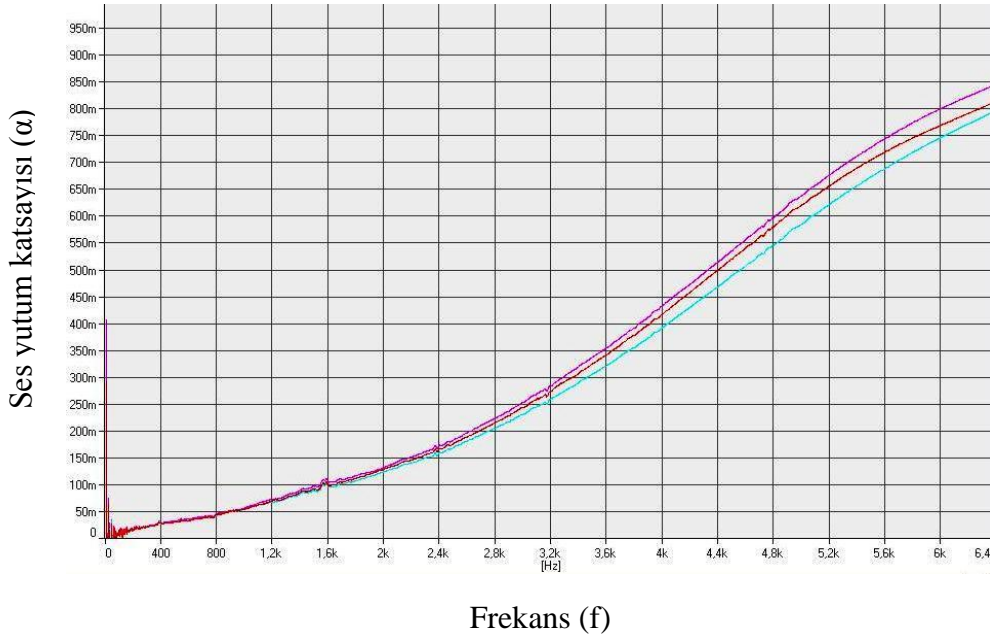
**Şekil 5.21** : S3.4 ve S3.4.1 numaralı kumaşların ses yutüm katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( **S3.4, S3.4.1** ).

S4.1, S4.2.ve S4.3 numaralı kumaşlar S4 numaralı kumaşın ön yüzündeki askı ilmekleri sıklıklarının belirli bir düzende değiştirilmesi sonucu elde edilmiştir. Şekil 5.23'de görüldüğü üzere askı ilmeği daha az kullanılan örgülerde daha iyi ses yutüm özelliği elde edilmiştir.



**Şekil 5.22** : S3.5 ve S3.5.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( **S3.5**, **S3.5.1** ).

S4.1 numaralı kumaştaki ilmek sayısı askı ilmeği sayısından daha fazla olduğu için kumaş yoğunluğu ve sıklığı da daha fazladır. Kumaş sıklık ve yoğunluk artışıyla doğru orantılı olarak ses yutum katsayısı değeri de artış göstermiştir. Askı ilmeğinin sık kullanıldığı örgülerde ise boşluklu yapı daha fazla olduğu gözlenmiş ve kumaş ses geçirgenliği direncinin de buna bağlı olarak düştüğü değerlendirilmiştir.



**Şekil 5.23** : S4.1, S4.2 ve S4.3 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( **S4.1**, **S4.2**, **S4.3** ).

Ön çalışmada elde edilen verilerden şu sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Kumaş kalınlığındaki artış kumaş ses yutum özelliğine olumlu etki yapmaktadır.
2. Kumaş yoğunluğu artışı ses yutum özelliğini olumlu yönde etkilemektedir
3. Kumaşların ön-arka yüzlerinde mini-jakar örgü kullanmak, kumaş kalınlığını ve bununla birlikte kumaş yoğunluğunu belirgin ölçüde arttırmaktadır. Bunun sonucunda bu örgü tipindeki kumaşların ses yutum özelliklerinin iyileştiği gözlenmiştir.
4. Örgü raporunda kullanılan askı ve atlama ilmek sayısının önemli olduğu görülmüştür; fazla olması ilmek sıklığının azalmasına dolayısıyla ses yutum özelliklerinin azalmasına neden olmaktadır. 4.1 numaralı kumaşta (bkz. Şekil A.20) olduğu gibi optimum düzeyde tutulduğunda kumaş ses yutum özelliği iyileşmektedir.
5. Örgüde yan yana bulunan atlama sayıları arttıkça, örme sırasında ilmek ayarı açma gerekliliği ortaya çıkabilmektedir. Bu da örgü yapısının daha gevşek olmasına ve bunun sonucunda kumaş ses yutum katsayısı değerinin düşmesine neden olabilmektedir.
6. Örgüde ara ipliğin kumaşa bağlanma sıklığının arttırılması, ses yutum katsayısı değerine olumlu etki yapmaktadır.

## **5.2 İplik Yapısı ve Lif Tipinin Etkisi**

### **5.2.1 Materyal**

Bölüm 5.1’de gerçekleştirilen çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda ses yutum özelliği iyileştirilmiş boşluklu kumaşlardan S3.3.1, S3.4.1, S3.5.1, S4.1, S4.2 ve S4.3 numaralı kumaş yapıları; deneysel çalışmanın devamı için seçilmiş ve bu kumaşların tamamı puntalı polyester iplik kullanılarak üretilmiştir. İplik yapısının kumaş ses yutum özelliği üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla 6 tip kumaş içinden seçilen 4.1 numaralı kumaş Çizelge 5.5’de gösterilen ipliklerle üretilmiştir. Kesikli polyester ipliği (Nm46.62) örme makinesine bükümsüz halde 9 kat beslenmiştir. Çalışılan 6 tip kumaşın ses yutum performansları birbirine çok yakın olmakla birlikte 4.1 numaralı kumaşın az da olsa daha iyi ses yutum özelliği

göstermiş olması sebebiyle bu kumaş yapısı ile çalışılmaya devam edilmiştir. Kumaşların tamamında ara bağlayıcı iplik olarak %100 polyester monofilaman (400 denye) kullanılmıştır.

**Çizelge 5.5 :** Farklı yapılardaki polyester ipliklere ait özellikler.

<b>İplik Cinsi</b>	<b>İplik Numarası</b>	<b>İplik Büküm Katsayısı (<math>\alpha</math>)</b>
%100 Polyester Puntalı	1600 denye (Nm5.62)	-
%100 Polyester Hava jetli tekstüre	1700 denye (Nm5.30)	-
%100 Polyester Kesikli	Nm 5.18	3.12

Çalışmanın devamında hammaddenin olarak polyesterin seçilmesinin başlıca nedenleri şunlardır:

1. Polyester ipliğinin atkılı örme teknolojisinde kullanımı yaygındır.
2. Polyester lifi üstün özelliklerinden dolayı Teknik Tekstiller alanında kullanımı en yaygın olan lif tipidir.
3. Literatürde boşluklu kumaş yapısı üretiminde yaygın kullanımı görülüyor.

Polyester lifinin başlıca temel özellikleri şunlardır [47,48]:

- Yüksek ışık ve renk haslığı
- Yüksek mukavemet
- Mükemmel aşınma ve sürtünme dayanımı
- İyi rezilyans
- Isıl işlemlere dayanım
- Mikroorganizmalara dayanım
- Güç tutuşurluk
- Bakım kolaylığı

Kumaşın yüzey kısımlarında kullanılan polyester iplik tipinin puntalı seçilmesinin başlıca sebebi hacimli bir yapı elde edebilmektir.

Son olarak, 4.1 numaralı kumaş; lif tipinin kumaşın ses yutumu üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla Çizelge 5.6'da gösterilen ipliklerle üretilmiştir. Çizelge 5.6'da son iplik numaraları verilmiş olan doğal lif esaslı ipliklerin hepsi örme makinesine 3 kat beslenmiştir. Çizelgedeki tüylülük değerleri, örme makinasına beslemek amacıyla iplikler 3 kat haline getirilmeden önce ölçülen değerlerdir. Kesikli polyester ipliğinin tüylülük değeri ise örme makinasına beslendiği haliyle ölçülmüştür.

**Çizelge 5.6 :** Farklı lif tiplerinden üretilmiş ipliklere ait özellikler.

İplik Cinsi	İplik Numarası	İplik Büküm Katsayısı ( $\alpha$ )			İplik Tüylülüğü (S3)
		Tek kat	Çift kat	Üç kat	
%100 Polyester Kesikli	Nm 5.18	3.12	-	-	3183
%100 Pamuk	Nm 5	4.18	4.19	2.07	1919
%100 Akriklik	Nm 5.07	2.83	-	-	6715
%90 Akriklik/ %10 Yün	Nm 5.81	2.64	-	-	6750
%70 Akriklik/ %30 Yün	Nm 5.87	2.62	-	-	7485

Ara bağlayıcı iplik olarak polyester monofilaman kullanılmıştır. Monofilaman iplik sert ve stabil bir yapıya sahiptir. Ara bağlayıcı olarak kullanıldığında boşluklu kumaşın yüzey kumaşlarını birbirine sıkı bir şekilde bağlayabilmekte ve kumaşın stabilitesini sağlayabilmektedir.

Örme işleminden sonra tüm kumaşlara kumaş stabilitesini arttırmak amacıyla buhar işlemi uygulanmıştır.

Puntalı polyester ve ara bağlayıcı olarak polyester monofilaman iplikten örülmüş boşluklu kumaşların yapısal özellikleri Çizelge 5.7'de gösterilmiştir. Numune kodlamasındaki P harfi "Puntalı"nın kısaltmasıdır.

**Çizelge 5.7 :** Puntalı polyester iplik kullanılarak örülmüş boşluklu (spacer) kumaşların yapısal özellikleri.

Kumaş Numarası	Kumaş Sıklığı (1/cm <sup>2</sup> )		Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Kumaş Kalınlığı (mm)	Kumaş Kalınlığı %CV	İlmeğin Ayarı		
	Ön	Arka				Ön	Arka	Ara bağlama
<b>SP3.3.1</b>	24	24	179.345	4.65	3.65	46	46	10
<b>SP3.4.1</b>	21	21	174.134	4.45	5.04	50	50	10
<b>SP3.5.1</b>	22	22	175.988	4.51	5.42	54	54	10
<b>SP4.1</b>	25	32	163.853	5.45	4.03	46	42	10
<b>SP4.2</b>	23	32	149.650	5.70	2.87	46	42	10
<b>SP4.3</b>	14	28	146.052	5.80	3.87	46	42	10

Farklı yapılarıdaki polyester ipliklerinden örülmüş boşluklu kumaşların yapısal özellikleri Çizelge 5.8’de gösterilmiştir. Numune kodlamasındaki T harfi “Tekstüre”, K harfi “Kesikli” nin kısaltmasıdır.

**Çizelge 5.8 :** Farklı yapılarıdaki polyester ipliklerinden örülmüş boşluklu (spacer) kumaşların yapısal özellikleri.

Kumaş Numarası	Kumaş Sıklığı (1/cm <sup>2</sup> )		Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Kumaş Kalınlığı (mm)	Kumaş Kalınlığı %CV	İlmeğin Ayarı		
	Ön	Arka				Ön	Arka	Ara bağlama
<b>SP4.1</b>	25	32	163.853	5.45	3.47	46	42	10
<b>ST4.1</b>	16	32	184.502	5.25	4.12	46	42	10
<b>SK4.1</b>	21	32	189.230	5.53	4.65	46	42	10

Farklı lif tipi kullanılarak örülmüş boşluklu kumaşların yapısal özellikleri Çizelge 5.9’de gösterilmiştir. Numune kodlamasındaki KP harfi “Kesikli Polyester”, P harfi “Pamuk”, A harfi “Akrilik” ve Y harfi “Yün” lifinin kısaltmasıdır.

**Çizelge 5.9 :** Farklı lif tipi kullanılarak örülmüş boşluklu kumaşların yapısal özellikleri.

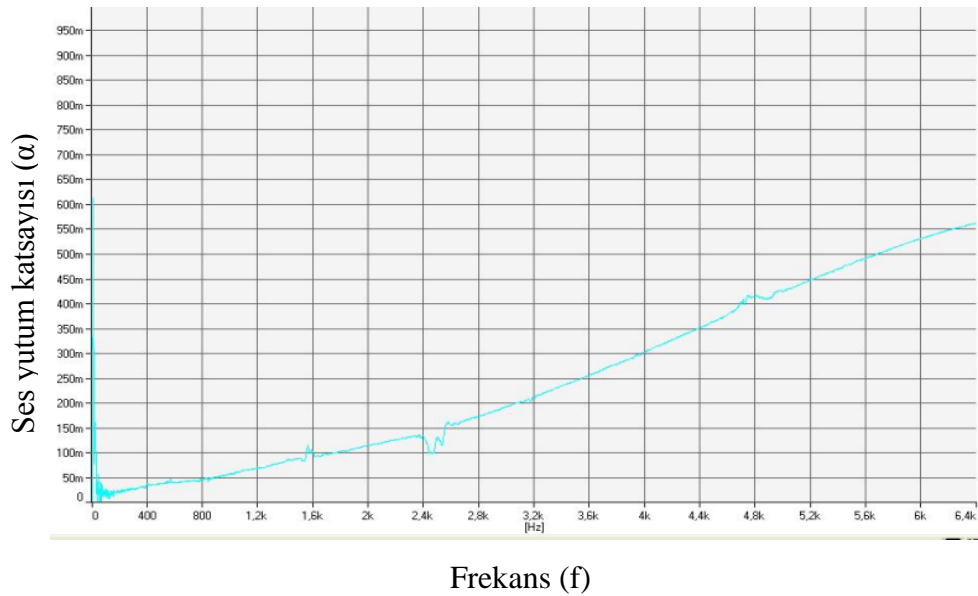
Kumaş Numarası	Kumaş Sıklığı (1/cm <sup>2</sup> )		Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Kumaş Kalınlığı (mm)	Kumaş Kalınlığı %CV	İlmeğe Ayarı		
	Ön	Arka				Ön	Arka	Ara bağlama
<b>S4.1-KP</b>	21	32	189.230	5.53	4.12	46	42	10
<b>S4.1-P</b>	20	28	212.892	6.50	4.54	46	42	10
<b>S4.1-100A</b>	25	32	200.927	6.45	3.17	46	42	10
<b>S4.1-90/10A/Y</b>	19	21	172.757	5.56	2.05	46	42	10
<b>S4.1-70/30A/Y</b>	20	21	176.588	5.74	2.84	46	42	10

### 5.2.2 Metod

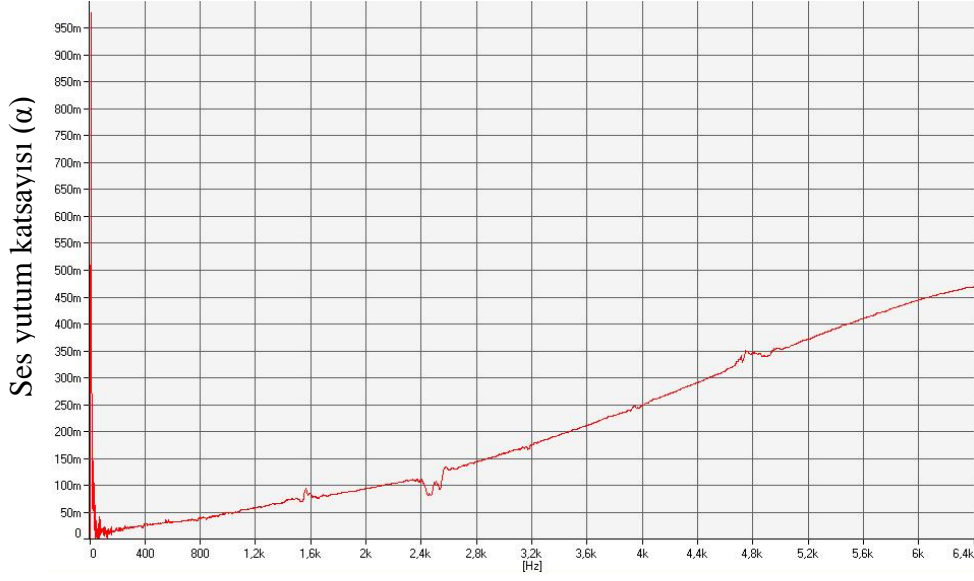
Buhar işleminden geçmiş olan örme boşluklu kumaşların ses yutumu katsayısı değerini tespit etmek için; ISO 10534-2 çift mikrofona empedans tüp metodu kullanılmıştır.

### 5.2.3 Değerlendirmeler

SP3.3.1, SP3.4.1 ve SP3.5.1 numaralı kumaşların ses yutumu katsayısı değerleri sırasıyla Şekil 5.24, Şekil 5.25 ve Şekil 5.26'da görülmektedir.

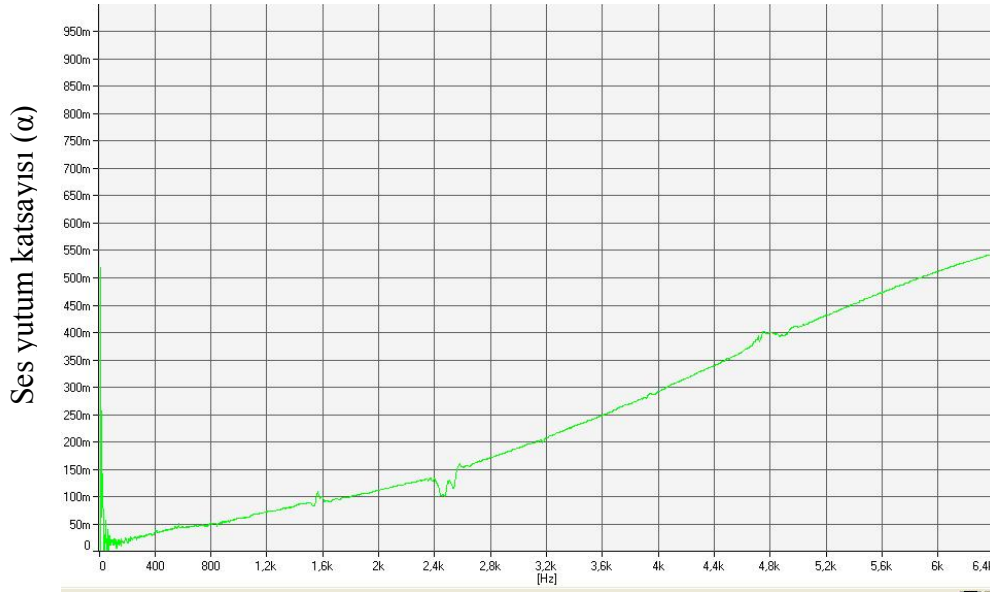


**Şekil 5.24 :** SP3.3.1 numaralı kumaşın ses yutumu katsayısı.



Frekans (f)

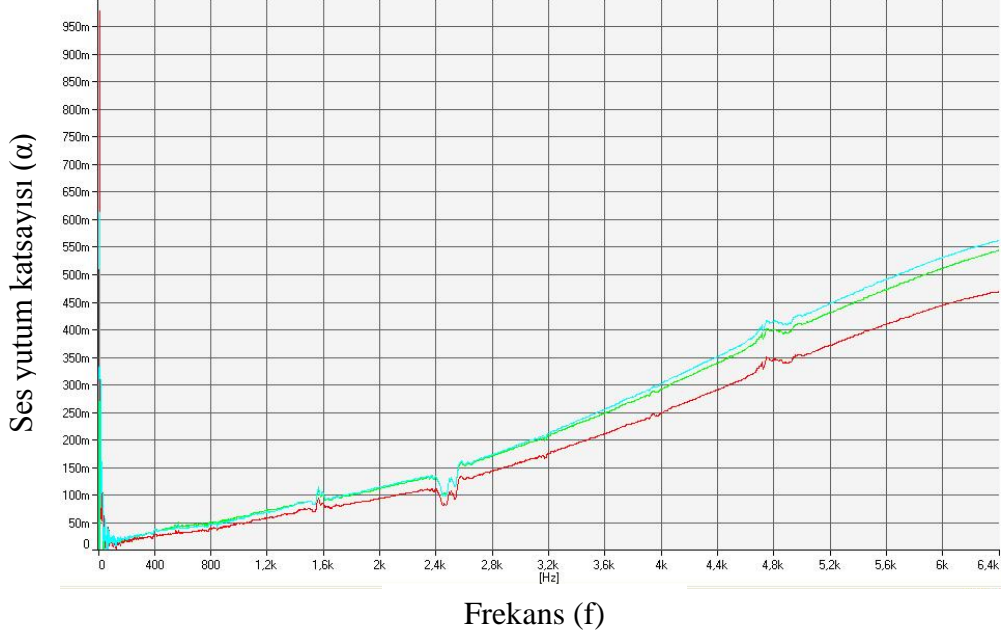
**Şekil 5.25 :** SP3.4.1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.



Frekans (f)

**Şekil 5.26 :** SP3.5.1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.

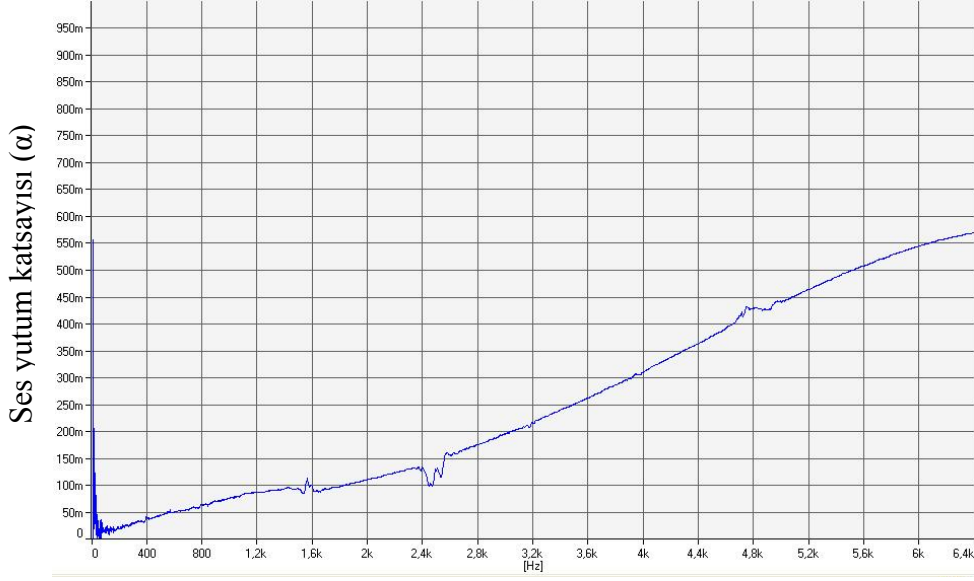
Kumaşların ses yutum katsayısı değeri frekans artışıyla artmıştır. Düşük frekanslarda kumaş ses yutum özelliğinin iyi olmaması istenilen kumaş kalınlığına ulaşamamakla açıklanabilir. Her üç kumaş da aynı frekans aralıklarında benzer akustik özellik göstermiştir. Kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırması Şekil 5.27’de verilmiştir.



**Şekil 5.27 :** SP3.3.1, SP3.4.1 ve SP3.5.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( **SP3.3.1**, **SP3.4.1**, **SP3.5.1** ).

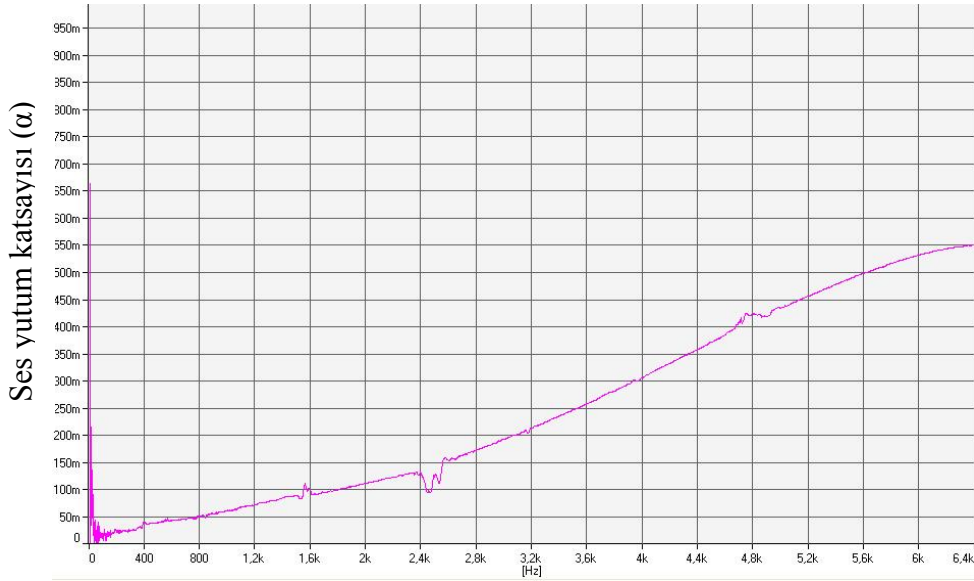
SP3.3.1 numaralı kumaştan en yüksek ses yutum katsayısı değeri elde edilmiştir. SP3.3.1 numaralı kumaşın, SP3.4.1 ve SP3.5.1 numaralı kumaşlara kıyasla kalınlığı, yoğunluğu ve sıklığının daha fazla olması bunun nedeni olarak açıklanabilir. SP3.4.1 numaralı kumaştan kumaş yapısal özellikleri ile doğru orantılı olarak en düşük ses yutum katsayısı değeri elde edilmiştir. SP3.5.1 numaralı kumaşın örgü raporunda atlama sayıları daha fazla olduğu için daha gevşek bir kumaş yapısı beklenmiştir. Ancak iplik yapısı olarak puntalı iplik kullanıldığından örgüde atlama yapılan yerlerde buhar işlemi sonucu çekme gerçekleşmiştir. Kumaş yapısal özellikleri bu doğrultuda değişmiştir (bkz. Çizelge 5.7). Ses yutum katsayısı değeri kumaş özellikleri ile doğru oranda artış göstermiştir.

SP4.1, SP4.2 ve SP4.3 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı değerleri sırasıyla Şekil 5.28, Şekil 5.29 ve Şekil 5.30'da gösterilmiştir. Kumaşlar aynı frekans aralıklarında benzer akustik özellik göstermişlerdir. Kumaş ses yutum katsayısı değeri frekans artışıyla artmıştır.



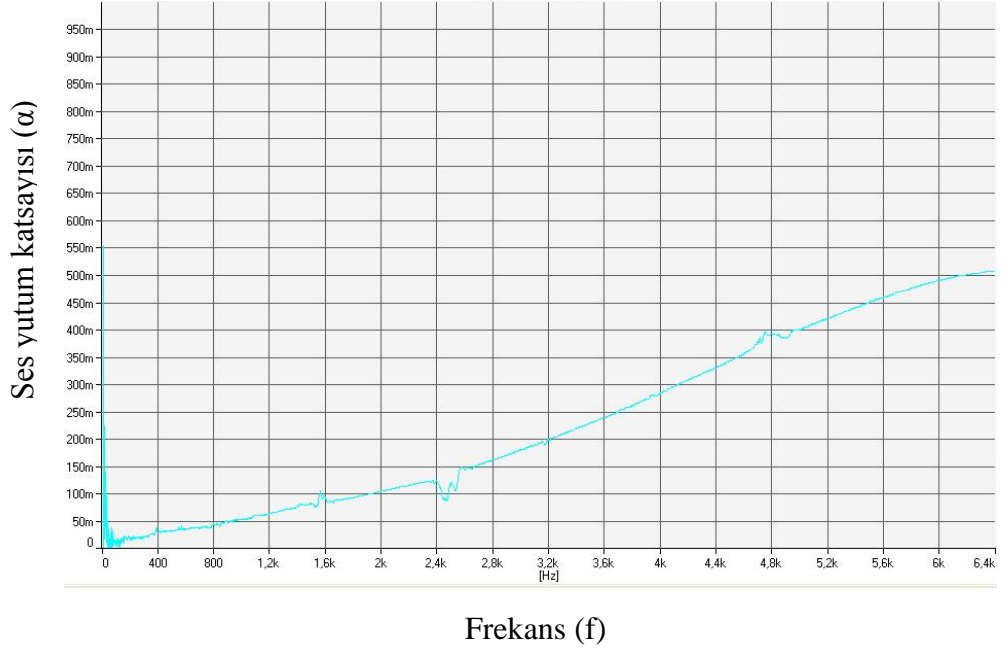
Frekans (f)

Şekil 5.28 : SP4.1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.



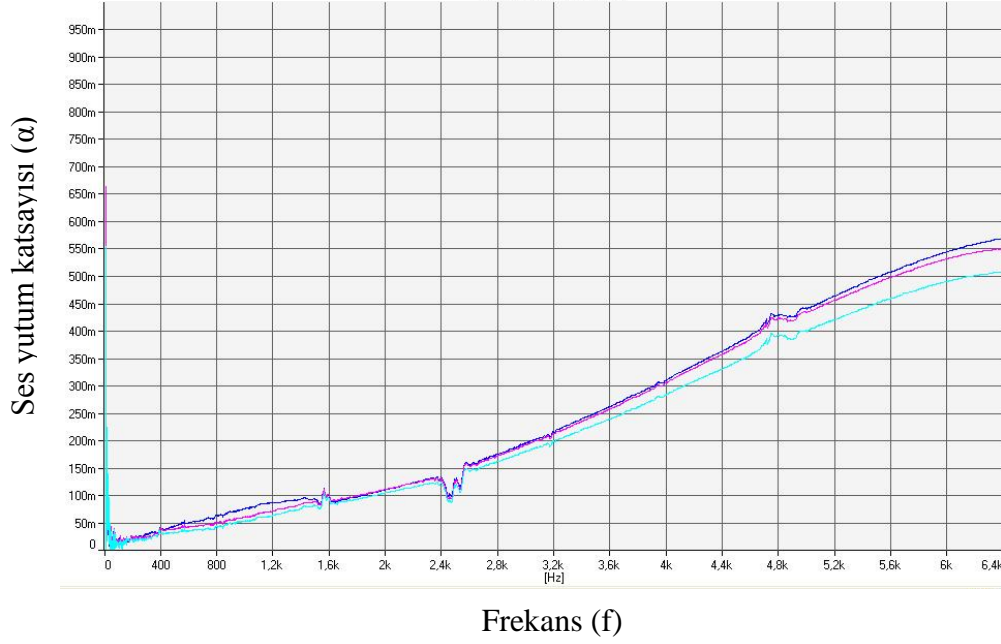
Frekans (f)

Şekil 5.29 : SP4.2 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.



**Şekil 5.30 :** SP4.3 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.

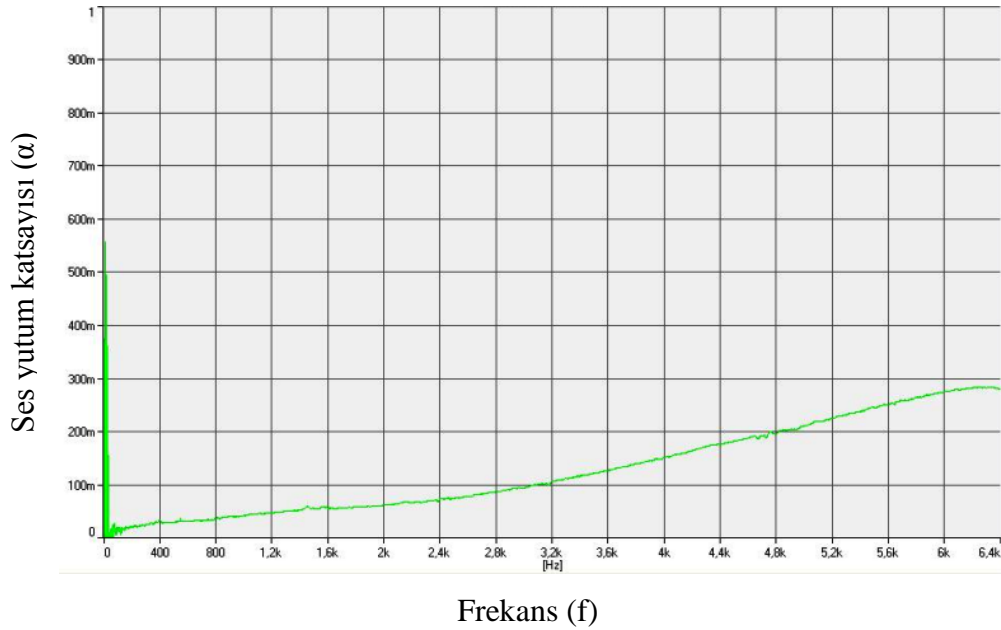
Kumaşların ses yutum katsayısı değerleri karşılaştırmalı olarak Şekil 5.31’de verilmiştir. SP4.1 numaralı kumaşta askı ilmeklerinin sayısının az olması kumaşın yoğunluğunun ve sıklık değerlerinin fazla olmasını sağlamıştır. Bu yapısal özellikler de kumaş ses yutum katsayısı değerine olumlu etki yapmıştır. SP4.1, SP4.2 ve SP4.3 numaralı kumaşların kalınlıkları arasında büyük bir farklılık bulunmadığından kumaş kalınlık değişiminin kumaşın ses yutum özelliğine etkisi görülmemiştir. Askı ilmeklerinin sayısının en fazla olduğu SP4.3 numaralı kumaş örgüsü diğer örgülere kıyasla en kötü ses yutum özelliğine sahip örgü olmuştur. Kumaş ön yüzünün her sırasında bir ilmek bir askı ilmeği kullanılarak elde edilen örgü türünün (bkz. Şekil A.22) gözenek boyutunun çıplak gözle dahi farkedilebilir oranda büyük olması kumaşın ses yutum özelliğine olumsuz etki yaptığı düşünülmüştür. Makine ayarları aynı tutulduğu için ses yutum özelliği üzerine herhangi bir etkisi görülmemiştir.



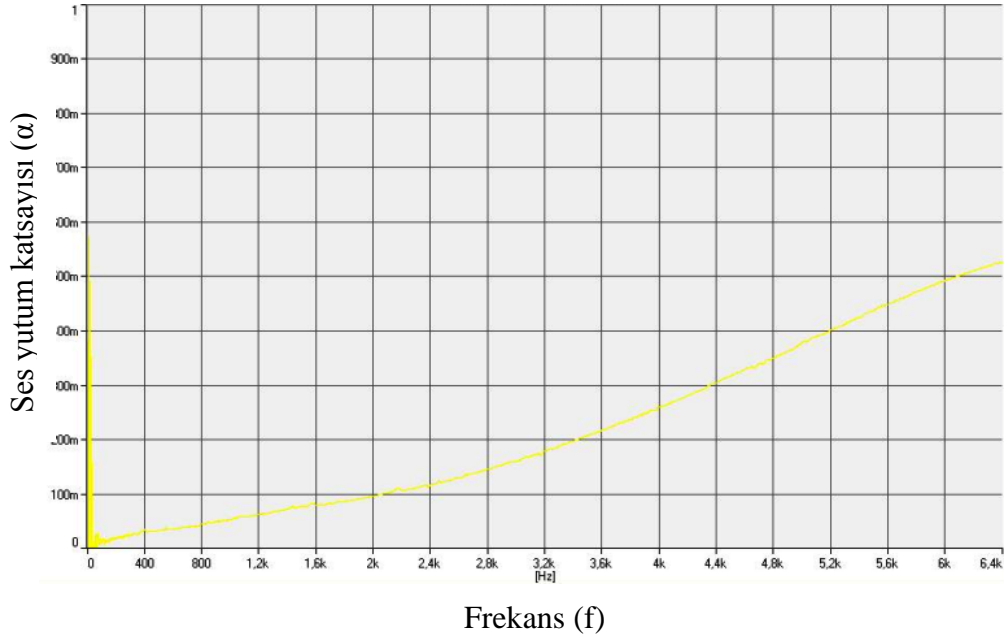
**Şekil 5.31** : SP4.1, SP4.2 ve SP4.3 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( **SP4.1**, **SP4.2**, **SP4.3** ).

İplik yapısının kumaş ses yutum özelliği üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla 6 tip kumaş içinden seçilen 4.1 numaralı kumaş farklı yapılarda polyester iplikleri (bkz. Çizelge 5.5) kullanılarak üretilmiştir.

SP4.1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı değeri Şekil 5.28’de verilmişti. ST4.1 ve SK4.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerleri sırasıyla Şekil 5.32 ve Şekil 5.33’de görülmektedir.

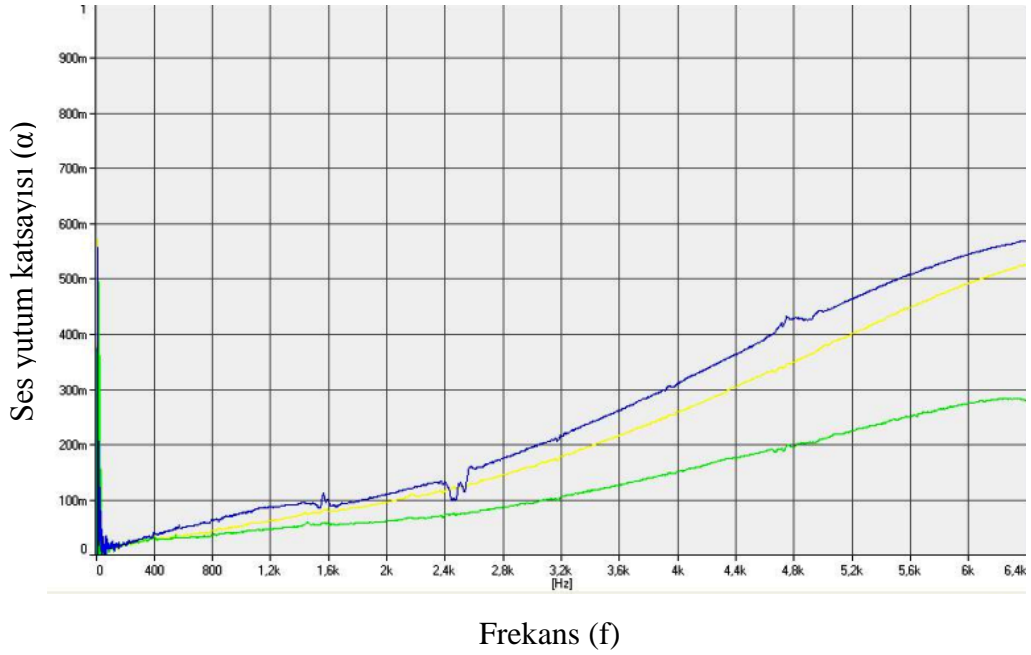


**Şekil 5.32** : ST4.1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.



Şekil 5.33 : SK4.1 numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.

SP4.1, ST4.1 ve SK4.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırması Şekil 5.34'de verilmiştir.



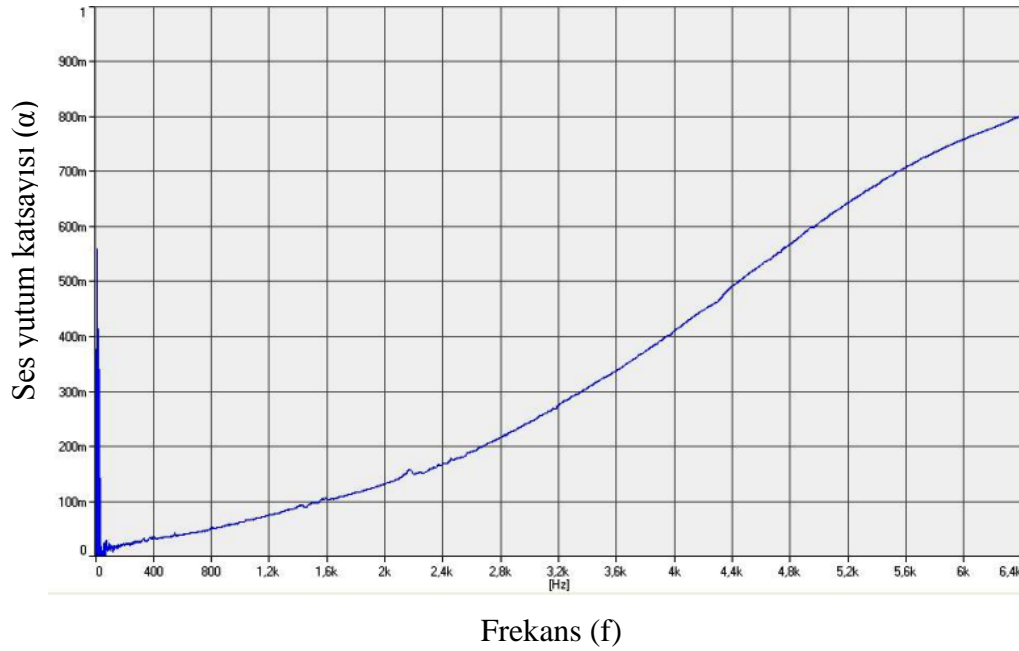
Şekil 5.34 : SP4.1, ST4.1 ve SK4.1 numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( **SP4.1**, **ST4.1**, **SK4.1** ).

Puntalı polyester ipliği kullanılarak üretilmiş boşluklu (spacer) kumaşın test edilen frekans sınırları arasındaki ses yutum katsayısı değerleri tekstüre ve kesikli polyester ipliğiyle örülmüş boşluklu kumaşlarla karşılaştırıldığında daha yüksek çıkmıştır. Puntalı polyester ipliğinin yapısal özelliği kaynaklı buhar işleminden sonra yüksek

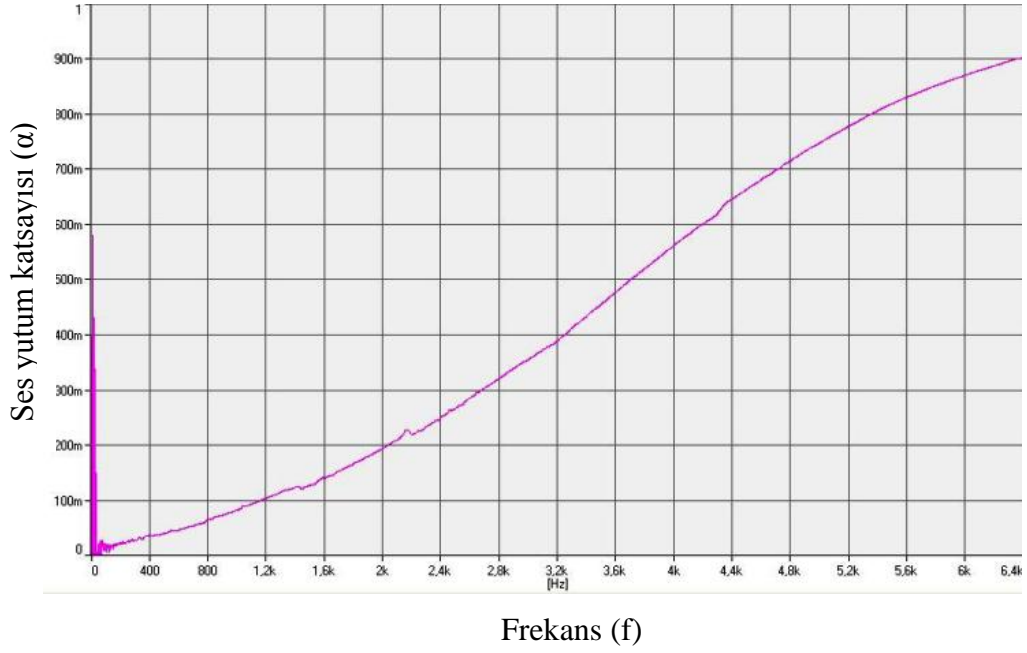
oranda çekme göstermesiyle doğru orantılı olarak kumaş sıklığının artış göstermesi (bkz. Çizelge 5.8) ve buna ilaveten kumaş içerisindeki boşluklu yapının çıplak gözle farkedilebilir bir şekilde azalması kumaş ses yutum özelliğinin diğer kumaşlara kıyasla daha iyi çıkmasının sebebi olarak açıklanabilir. Hava jetli tekstüre iplik yapısında liflerin iplik içerisine havanın etkisiyle alabora olarak aralarında belirli bir mesafe kalacak şekilde yerleşmesi sonucu, iplik içerisindeki boşluklu yapının arttığı düşünülmektedir. Hem iplik yapısının hacimli ve boşluklu olması, hem de düşük ilmek yoğunluğuna bağlı olarak kumaştaki boşluklu yapının artışının ses dalgalarının geçişini kolaylaştırmış olabileceği tekstüre polyester iplik kullanılarak üretilmiş örme kumaşın ses yutum katsayısı değerinin diğer yapılardaki polyester ipliklerden örülmüş kumaşların ses yutum katsayısı değerine kıyasla daha düşük çıkmasının sebebi olarak açıklanabilir.

Lif tipinin kumaş ses yutum özelliği üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla 6 tip kumaş içinden seçilen 4.1 numaralı kumaş Çizelge 5.6'da gösterilen ipliklerle üretilmiştir.

S4.1-KP numaralı kumaşın ses yutum katsayısı değeri Şekil 5.33'de verilmiştir. S4.1-P ve S4.1-100A numaralı kumaşın ses yutum katsayıları sırasıyla Şekil 5.35 ve Şekil 5.36'da görülmektedir.

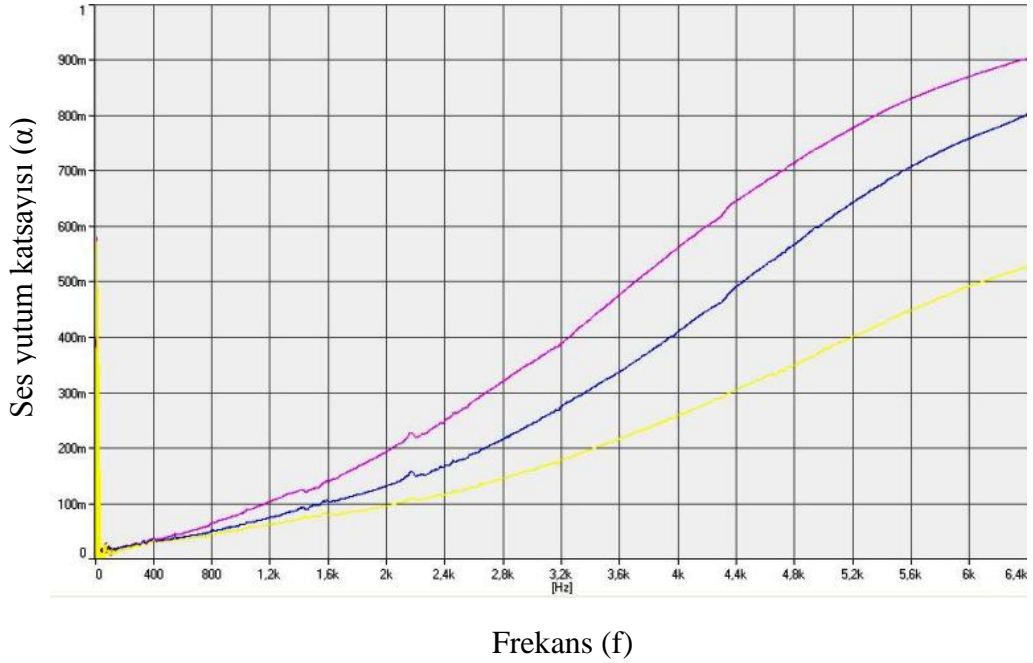


Şekil 5.35 : S4.1-P numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.



**Şekil 5.36** : S4.1-100A numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.

Numarası ve yapısı aynı olan pamuk, polyester ve akrilik ipliklerinden üretilmiş boşluklu kumaşların ses yutum katsayılarının karşılaştırılması Şekil 5.37'de verilmiştir.

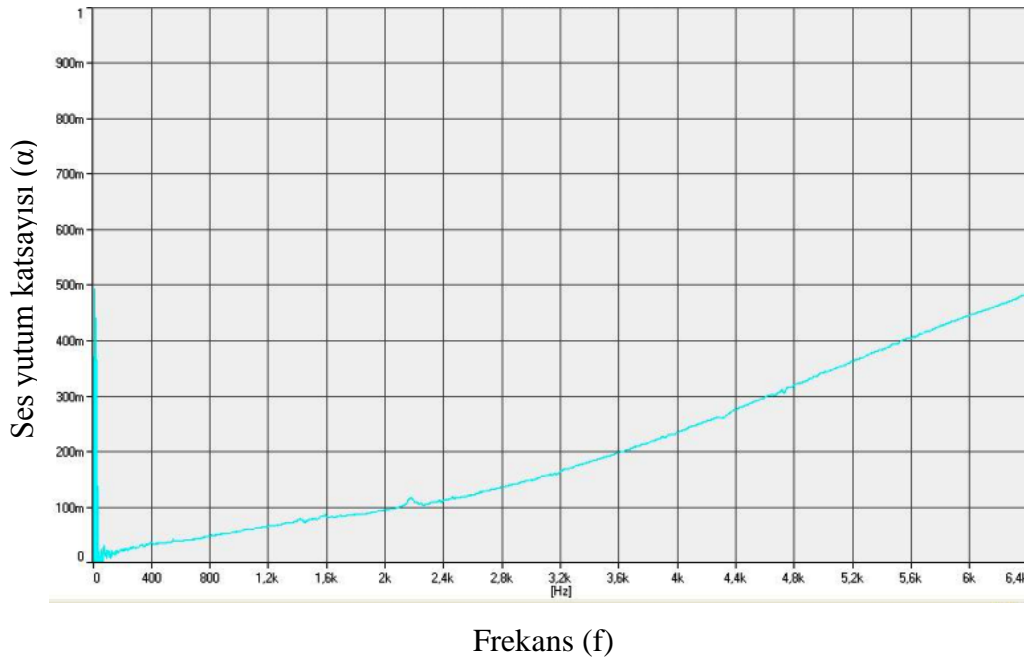


**Şekil 5.37** : S4.1-KP, S4.1-P ve S4.1-100A numaralı kumaşın ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması (**S4.1-KP**, **S4.1-P**, **S4.1-100A**).

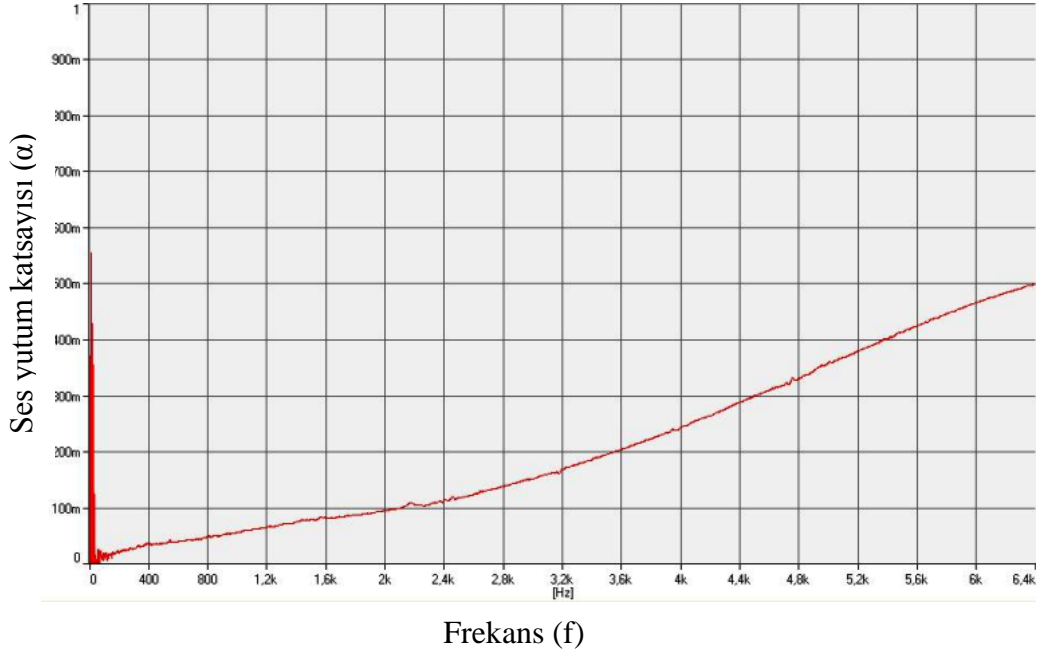
Akrilik ipliği kullanılarak üretilmiş boşluklu (spacer) kumaşın test edilen frekans sınırları arasındaki ses yutum katsayısı değerleri pamuk ve kesikli polyester ipliğiyle

örülmüş boşluklu kumaşlarla karşılaştırıldığında daha yüksek çıkmıştır. Akrilik ipliği pamuk ipliğine kıyasla daha tüylü bir yapıda olduğundan (bkz. Çizelge5.6) akrilik ipliğinden örülmüş kumaşlarda daha fazla oranlarda ses enerjisinin ısı enerjisine dönüşerek yutulduğu düşünülmektedir. Polyester ipliğinin pamuk ve akrilik ipliğine kıyasla daha kötü ses yutum özelliğine sahip olması polyester ipliğinin örme makinesine bükümsüz halde 9 kat beslenmesi ve bunun sonucu olarak iplik içerisindeki boşluklu yapının artışıyla açıklanabilir. Polyester iplik katlarının serbest halde bulunması ve kompakt bir yapı oluşturmaması, polyester ipliğin tüylülük değerinin pamuk ipliğinden daha yüksek çıkmasının sebebi olarak düşünülmektedir. Ancak tüylülük oranındaki artışın polyester ipliğinin ses yutum özelliğinde olumlu etki yapmadığı görülmüştür.

S4.1-90/10A/Y ve S4.1-70/30A/Y numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerleri sırasıyla Şekil 5.38 ve Şekil 5.39’da görülmektedir.

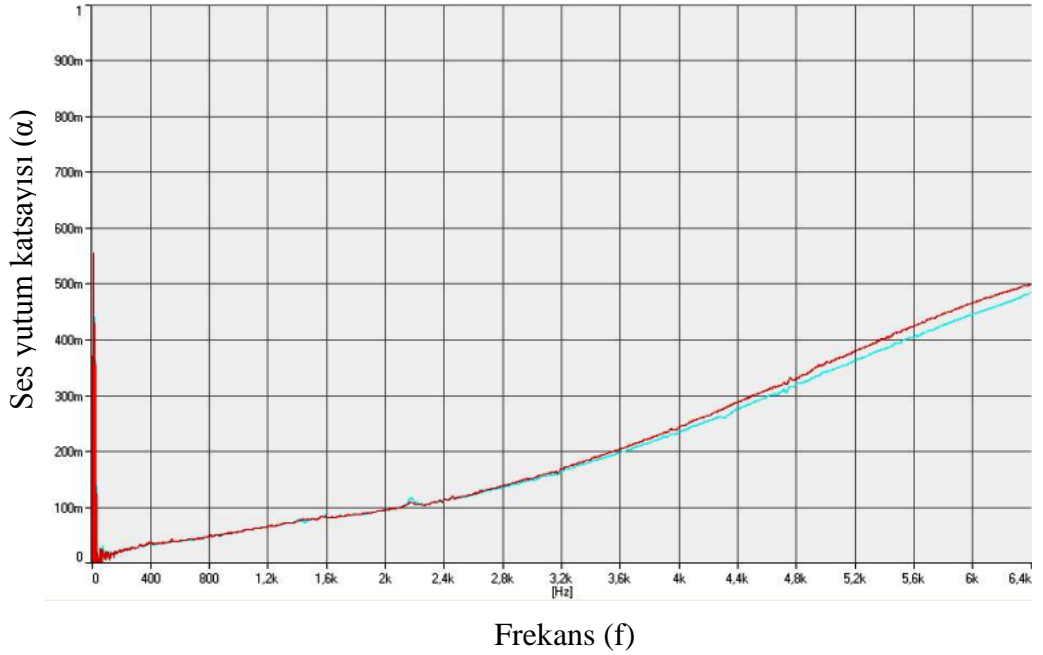


**Şekil 5.38** : S4.1-90/10A/Y numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.



**Şekil 5.39 :** S4.1-70/30A/Y numaralı kumaşın ses yutum katsayısı.

S4.1-90/10A/Y ve S4.1-70/30A/Y numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırması Şekil 5.40’da verilmiştir.



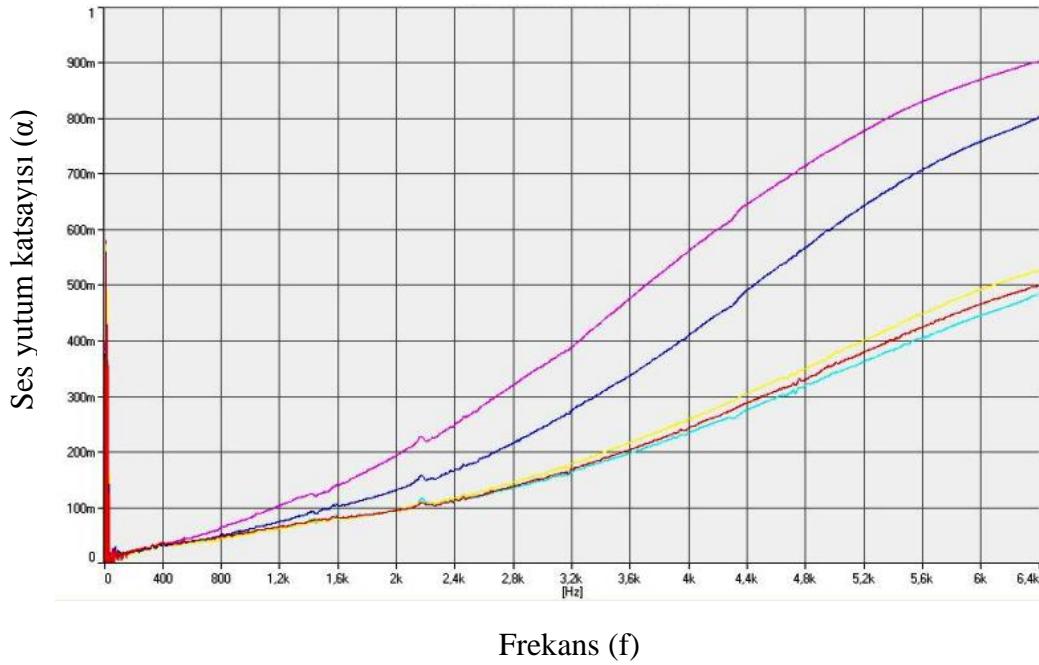
**Şekil 5.40 :** S4.1-90/10A/Y ve S4.1-70/30A/Y numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değerlerinin karşılaştırılması ( **S4.1-90/10A/Y**, **S4.1-70/30A/Y**).

Kullanılan ipliğin yün oranındaki %20lik değişiklik kumaş yapısal özelliklerini değiştirmemiştir (bkz. Çizelge 5.9). Aynı numara ve büküm katsayısına sahip akrilik-yün karışımı ipliklerin tüylülük değerleri arasında fark bulunmuştur (bkz. Çizelge

5.6). İplikteki yün oranının artışıyla doğru orantılı olarak tüylülük değeri artmıştır. İplik tüylülük artışının kumaş ses yutum özelliği üzerindeki olumlu etkisi 3.6kHz frekanstan sonra kısmen görülmüştür.

Yün-akrilik karışımli ipliklerin daha ince numarada olmasına bağlı olarak kumaş kalınlığının ve yoğunluğunun daha düşük çıkması, yün-akrilik karışımli ipliklerden örülmüş boşluklu kumaşların ses yutum özelliğinin pamuk ve akrilik iplikleri kullanarak üretilmiş kumaşlara kıyasla daha zayıf çıkmasının sebebi olarak düşünölmektedir.

Çalışılan kesikli lif ipliklerinden mamöl kumaşların ses yutum katsayılarına ait eğriler Şekil 5.41’de bir arada gösterilmiştir.



Şekil 5.41 : S4.1-KP, S4.1-P, S4.1-100A, S4.1-90/10A/Y ve S4.1-70/30A/Y numaralı kumaşların ses yutum katsayısı değeriinin karşılaştırılması (S4.1-KP, S4.1-P, S4.1-100A, S4.1-90/10A/Y, S4.1-70/30A/Y).

Bölüm 5.2'deki deneysel çalışmada elde edilen verilerden şu sonuçlara ulaşılmıştır:

1. İplik yapısı olarak puntalı iplik kullanıldığında örgüde atlama yapılan yerlerde buhar işlemi sonucu çekme gerçekleşmekte ve kumaş yapısal özellikleri bu doğrultuda değişmektedir. Ses yutum katsayısı değeri kumaş özellikleri ile doğru oranda artış göstermektedir.
2. Polyester iplik yapısı olarak puntalı iplik kullanılması kumaş içerisindeki boşluklu yapıyı çıplak gözle farkedilebilir bir şekilde azalttığından kumaş ses yutum katsayısı sonuçlarına olumlu etki yapmaktadır.
3. İplik yapısı ve son numaraları aynı farklı lif tipine (pamuk, akrilik, polyester) sahip ipliklerden örülmüş kumaşlardan akrilik ipliği kullanılarak örülmüş kumaş en iyi ses yutum özelliğini göstermektedir. Kullanılan ipliğin tüylülüğü kumaş ses yutum özelliğini iyileştirmektedir.
4. Kullanılan ipliğin yün oranındaki %20lik artış iplik tüylülüğünü arttırmaktadır ve kumaş ses yutum özelliğini kısmen de olsa iyileştirmektedir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, akustik özelliği geliştirilmiş boşluklu (spacer) örme kumaş tasarımının ve üretiminin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, 22 farklı örgü tipinde kumaş tasarımı ve üretimi yapılmıştır.

İlk olarak, kullanılan hammadde sabit tutularak örgü tipindeki değişikliklerin kumaş ses yutum özelliği üzerine etkisine bakılmıştır ve bunun sonucunda en iyi ses yutum özelliğine sahip kumaş belirlenmiştir. Yapılan deneyler göstermiştir ki kumaş kalınlığındaki ve yoğunluğundaki artış kumaş ses yutum özelliğini olumlu yönde etkilemektedir. Kumaşların ön-arka yüzlerinde mini-jakar örgü kullanmak, kumaş kalınlığını ve bununla birlikte kumaş yoğunluğunu belirgin ölçüde arttırmaktadır. Örgü raporunda kullanılan askı ve atlama ilmek sayısının önemli olduğu görülmüştür. 4.1 numaralı kumaşta (bkz. Şekil A.20) olduğu gibi optimum düzeyde tutulduğunda kumaş ses yutum özelliği iyileşmektedir. Örgüde yan yana bulunan atlama sayıları arttıkça, örme sırasında ilmek ayarı açma gerekliliği ortaya çıkabilmektedir. Bu da örgü yapısının daha gevşek olmasına ve bunun sonucunda kumaş ses yutum katsayısı değerinin düşmesine neden olabilmektedir. Örgüde ara ipliğin kumaşa bağlanma sıklığının artırılması, ses yutum katsayısı değerine olumlu etki yapmaktadır.

Kumaşa uygulanan boyama ve yıkama işlemi kumaşın yoğunluk, kalınlık ve sıklık gibi yapısal özelliklerinde artış sağlamaktadır. Bu doğrultuda kumaş ses yutum özelliği iyileşmektedir.

Kullanılan iplik yapısının kumaş ses yutum özelliği üzerindeki etkisi görmek için, test edilen frekans aralıklarında en iyi ses yutum katsayısı değerlerine sahip örme kumaş seçilmiştir. Bu kumaş 3 farklı yapıda polyester ipliği kullanılarak örülmüştür. Yapılan deneyler sonucunda polyester iplik yapısı olarak puntalı iplik kullanılmasının kumaş içerisindeki boşluklu yapıyı çıplak gözle dahi farkedilebilir bir şekilde azalttığından en iyi ses yutum özelliği sağladığı görülmüştür.

Kullanılan lif tipinin kumaş akustik özelliği üzerindeki etkisi görmek için, test edilen frekans aralıklarında en iyi ses yutum katsayısı değerlerine sahip örme kumaş seçilmiştir. Bu kumaş son iplik numarası aynı olan farklı hammaddede iplikler kullanılarak örülmüştür. Yapılan deneyler sonucunda kullanılan lif tipinin kumaş ses yutum özelliği üzerinde etkisi olduğu görülmüş ve en yüksek ses yutum performansını %100 akrilik lifinden mamül kumaş göstermiştir. Yün karışımli iplikler içerisinde ise yün oranının artışıyla iplik tüylülüğünde artış ve kumaş ses yutum özelliğinde iyileşme görülmüştür.

Yapılan çalışmada görülmektedir ki; seçilen lif tipinin, iplik ve örgü yapısının kumaş ses yutum özelliği üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Örgü tipine uygun olarak iplik yapısı ve lif tipi seçildiğinde en iyi düzeyde ses yutum katsayısı değerine ulaşılabilmektedir.

Çalışmada lif tipleri arasında karşılaştırma yapabilmek amacıyla son iplik numaraları eşit tutulmaya çalışılmıştır. Bu ayarı sağlayabilmek için iplikler örme makinesine bükümsüz halde farklı katlarda beslenmişlerdir. Bu durumun kumaş ses yutum özelliği üzerinde farklı etkiler oluşturmuş olabileceği düşünülmektedir. Eşit büküm ve kata sahip iplikler kullanılması, lif tipinin kumaş ses yutum özelliği üzerindeki etkisini daha açık bir şekilde gösterebileceğinden bir sonraki çalışma için önerilebilir.

Bu çalışma boşluklu örme kumaş akustik özellikleri üzerindeki etkilerin (örgü yapısı, lif tipi, iplik yapısı) tespitinde iyi bir kaynak niteliği taşımakta olup literatürdeki bu konudaki boşluğu doldurmada faydalı olacağına inanılmaktadır. Çalışmada 4kHz'den daha yüksek frekanslarda iyi bir ses yutum özelliği elde edilmiştir. Daha düşük frekanslarda iyi bir yutum özelliği elde etmek amacıyla farklı kumaş yapılarının ve tekstil sistemlerinin geliştirilmesi bu çalışmanın devamı olarak uygun olacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] **Kuo, S. M. and Morgan, D. R.**, 1996. Active Noise Control Systems: Algorithms and DSP Implementation (Chichester: John Wiley).
- [2] **Nelson, P. A. and Elliot, S. J.**, 1993. Active Control of Sound, (London: Academic).
- [3] **Kierzkowski, M. and Coates M.**, 2002. Acoustic textiles- lighter, thinner and more sound absorbent. *Technical Textile International*, **11**, Issue 7, 15-18.
- [4] **Fung, W. and Hardcastle, M.**, 2001. Textiles in Automotive Engineering Cambridge, UK: Woodhead Publishing.
- [5] **Özgülven H. N.**, 2008. Gürültü Kontrolü, Endüstriyel ve Çevresel Gürültü, Türk Akustik Derneği - Teknik Yayınları, İstanbul
- [6] **Sarıgül, S., Altınmakas, S. and Şahan, K.**, 2007. Akustik empedans tüpü deneyinin otomasyonu ve simülasyonu, *Bitirme Projesi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- [7] **Mugan, A. ,Ünlü, E. and Aya, S.**, 2008. Çınlama odası tasarımı, *Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul
- [8] **Belek, T.**, 2002. Endüstriyel Akustik ve Gürültü Ders Notları, İTÜ Makina Fakültesi
- [9] **Baughn, W.L.**, 1973. Relation Between Daily Noise Exposure and Hearing Loss Based on the Evaluation of 6835 Industrial Noise Exposure Cases. *Report No. AMRL-TR-73-53*, Wright-Patterson AFB, U.S. Air force.
- [10] **Clark, C. and Stansfeld, S.A.**, 2007. The Effect of Transportation Noise on Health and Cognitive Development: A Review of Recent Evidence. *International Journal of Comparative Psychology*, **20**, 145-158.
- [11] **B&K**, 2000. Community Noise, Measurements. Brüel and Kjaer, Naerum, Danimarka.
- [12] **Bruer, S., Powell, N. and Smith, G.**, 2005. Three-Dimensionally Knit Spacer Fabrics: A Review of Production Techniques and Application. *Journal of Textile Apparel, Technology and Management*, **4**, Issue 4, 1- 31.
- [13] **Spencer, D.C.**, 1989. Knitting Technology, Pergamon Press.
- [14] **Shinn, W. E.**, 1957. Principles of Knitting, Clark, Charlotte.
- [15] **Brackenbury, T.**, 1992. Knitted Clothing Technology, Blackwell Scientific, Oxford.
- [16] **Candan, C.**, 2004. Çorap Örme Teknolojisi, Çorap Sanayicileri Derneği, İstanbul.

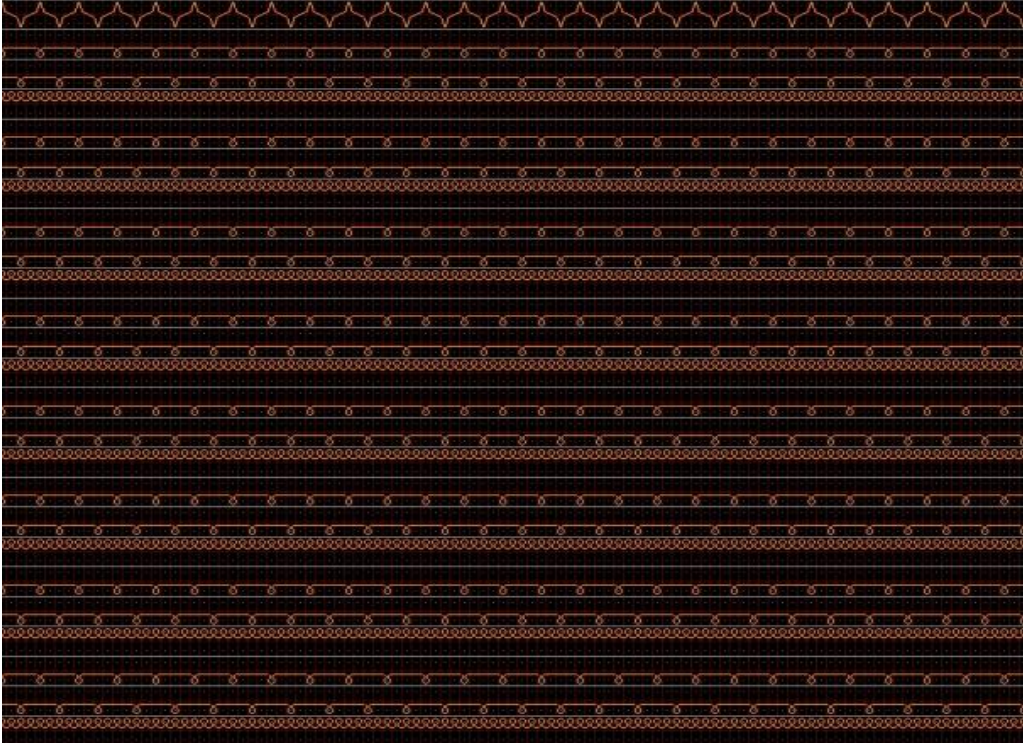
- [17] **Iyer, C.**, 1995. Circular Knitting: Technology, Process, Structures, Yarns, Quality, Meisenbach, Bamberg.
- [18] **Raz, S.**, 1993. Flat Knitting Technology, C.F. Rees GmbH, Germany.
- [19] **Candan, C.**, 2000. Düz Örme Teknolojisi, Dalteks Tekstil ve Konfeksiyon Makinaları, İstanbul.
- [20] **Candan, C. and Ceyhan, C.**, 1999. Çözümlü örme teknolojisi, *Bitirme Çalışması*, İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi, Tekstil Anabilim Dalı, İstanbul
- [21] **Raz, S.**, 1987. Warp Knitting Production, Melliand, Heidelberg.
- [22] **Thomas, D. G. B.**, 1971. An Introduction to Warp Knitting, Pitman Press, Great Britain.
- [23] **Yüksel, B. and Urfaloğlu, C.**, 1997. Çözümlü örme makinelerinde üretim raschel makineler, *Bitirme Ödevi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi, Tekstil Anabilim Dalı, İstanbul
- [24] **Bremmer, N.**, 2004. Spacers About to Take-Off, *Knitted International*, **111**(1315), 40-41.
- [25] **Anand, S.**, 2003. Spacers- At the Technical Frontier, *Knitted International*, **110**(1305), 38-41.
- [26] **De Araujo, M., Hong, H., Fangueiro, R. and Ciobanu, O.**, 2002. Weft Knitting Fabric Design for Technical Applications, *Textile Asia*, March, 23-27.
- [27] **Dias, T., Monaragala, R. and Lay, E.**, 2007. Analysis of thick spacer fabrics to reduce automobile interior noise, *Meas. Sci. Technol.*, **18**, 1979–1991.
- [28] **Dias, T., Monaragala, R., Needham, P. and Lay, E.**, 2007. Analysis of sound absorption of tuck spacer fabrics to reduce automotive noise, *Meas. Sci. Technol.*, **18**, 2657–2666.
- [29] **Dias, T. and Monaragala, R.**, 2006. Sound absorption in knitted structures for interior noise reduction in automobiles, *Meas. Sci. Technol.*, **17**, 2499-2505.
- [30] **Na Y., Lancaster J., Casali J. and Cho G.**, 2009. Sound Absorption Coefficients of Micro-fiber Fabrics by Reverberation Room Method, *Textile Research Journal*, **77**(5), 330-335.
- [31] **Zafirova K. and Uzunovich R.**, 1998. Some Investigations of Sound Absorption Properties of Upholstery Textile Materials, *Tekstilna Industrija*, **46** (1&2), 19-22.
- [32] **Shoshani Y.Z. and Wilding M.A.**, 1991. Effect of Pile Parameters on the Noise Absorption Capacity of Tufted Carpet, *Textile Research Journal*, **61**(12), 736-742.
- [33] **Na Y., Lancaster J., Casali J. and Cho G.**, 2009. Sound Absorption Coefficients of Micro-fiber Fabrics by Reverberation Room Method, *Textile Research Journal*, **77**(5), 330-335.

- [34] **Tascan M. and Vaughn E.A.**, 2008. Effects of Total Surface Area and Fabric Density on the Acoustical Behavior of Needlepunched Nonwoven Fabrics, *Textile Research Journal*, **78**(4) 289-296.
- [35] **Tascan M. and Vaughn E.A.**, 2008. 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.
- [36] **Lee Y.E. and 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.
- [37] **Lee Y. and Joo C.**, 2003. Sound Absorption Properties of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers, *Autex Research Journal*, **3**(2), 78- 84.
- [38] **Shoshani, Y. and Yakubov, Y.**, 2000. Numerical assessment of maximal absorption coefficients for nonwoven fiberwebs, *Applied Acoustics*, **59**, 77-87.
- [39] **Shoshani, Y.**, 1990. Effect of Nonwoven Backings on the Noise Absorption Capacity of Tufted Carpets, *Textile Research Journal*, **60**(8), 452-456.
- [40] **Chen, Y. and Jiang, N.**, 2009. Carbonized and Activated Non-wovens as High-Performance Acoustic Materials: Part I Noise Absorption, *Textile Research Journal*, **77**(10), 785-791.
- [41] **Parikh, D.V., Chen, Y. and Sun, L.**, 2006. Reducing Automotive Interior Noise with Natural Fiber Nonwoven Floor Covering Systems, *Textile Research Journal*, **76**(11), 813-820.
- [42] **Lou C., Lin J. and Su K.**, 2005. Recycling Polyester and Polypropylene Nonwoven Selvages to Produce Functional Sound Absorption Composites, *Textile Research Journal*, **75**(5), 390-394.
- [43] **Bohse, J.**, 2000. Acoustic emission characteristics of micro-failure processes in polymer blends and composites, *Composite Science and Technology*, **60**, 1213- 1226.
- [44] **ISO 10534-2**, 1998. Acoustics – Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes – Part 2: Transfer-function method, *International Standardization Organization*.
- [45] **ASTM E 1050-98**, 1998. Standard Test Method for Impedance and Absorption of Acoustical Materials Using Tube, Two Microphones and A Digital Frequency Analysis System, *American Society for Testing and Materials*.
- [46] **Hassall, J.R. and Zaveri, K.**, 1988. Acoustic Noise Measurements, *Bruel & Kjaer*, Denmark.
- [47] **Fung, W. and Hardcastle, M.**, 2001. Textiles in automotive engineering, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- [48] **Deopura, B. L., Alagirusamy, R., Joshi, M. and Gupta, B.**, 2008. Polyesters and polyamides, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.

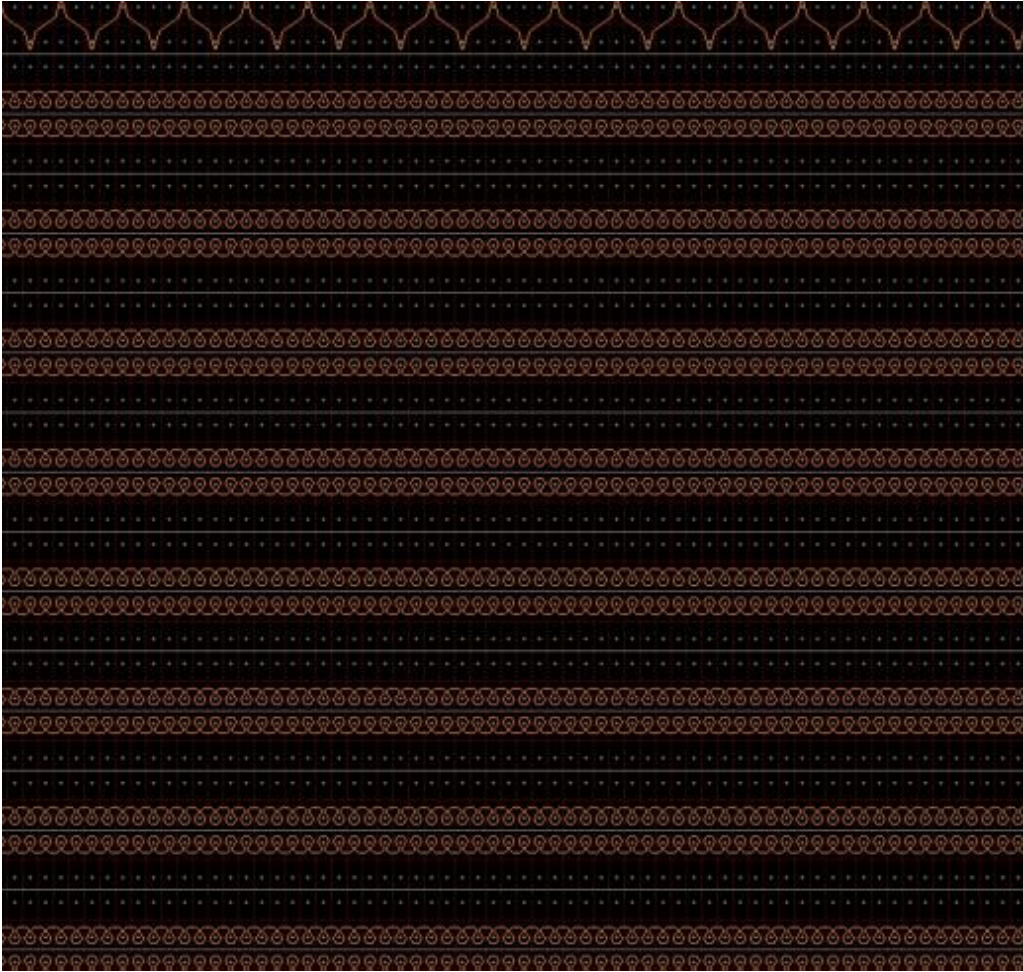
- [49] **Babaarslan, O. and irkin, S.,** 2006. Yalancı büküm tekstüre işleminde tekstüre değişkenlerinin iplik özellikleri üzerindeki etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana

## **EKLER**

**EK A.1** : Kumaş örgü raporları ve resimleri



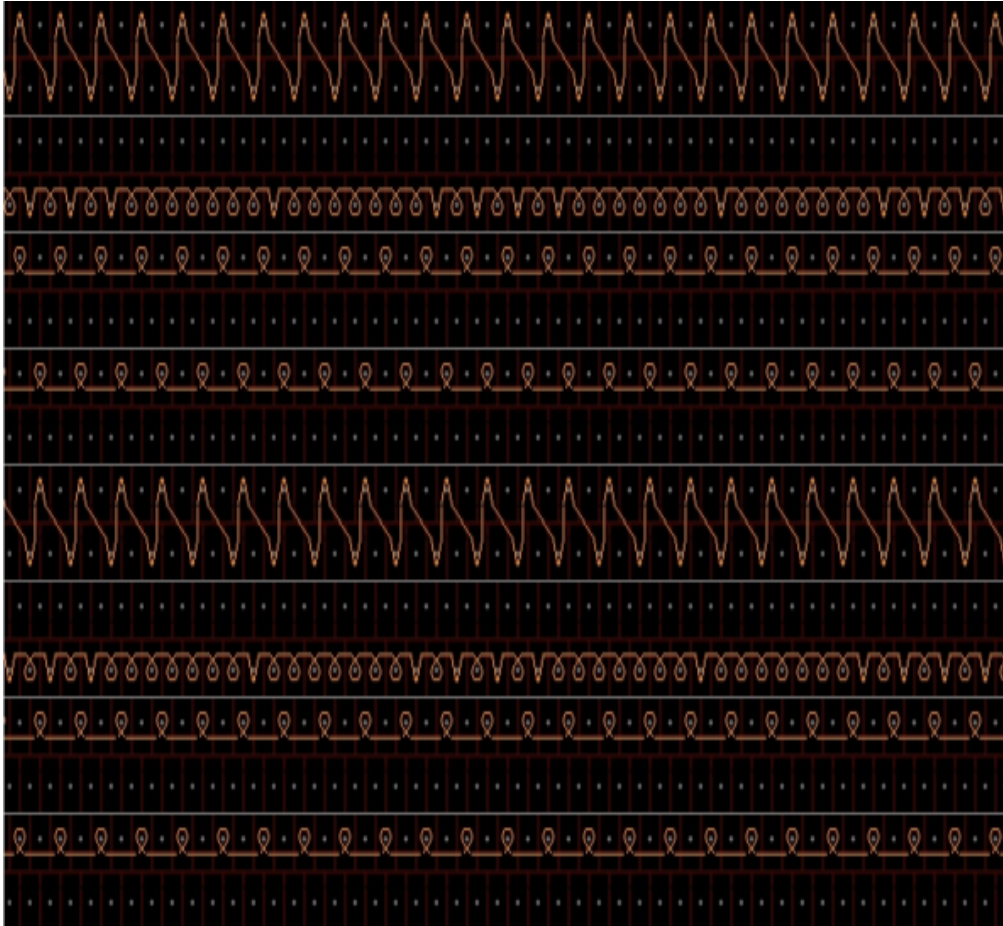
Şekil A.1 : S1 numaralı kumaşın örgü raporu.



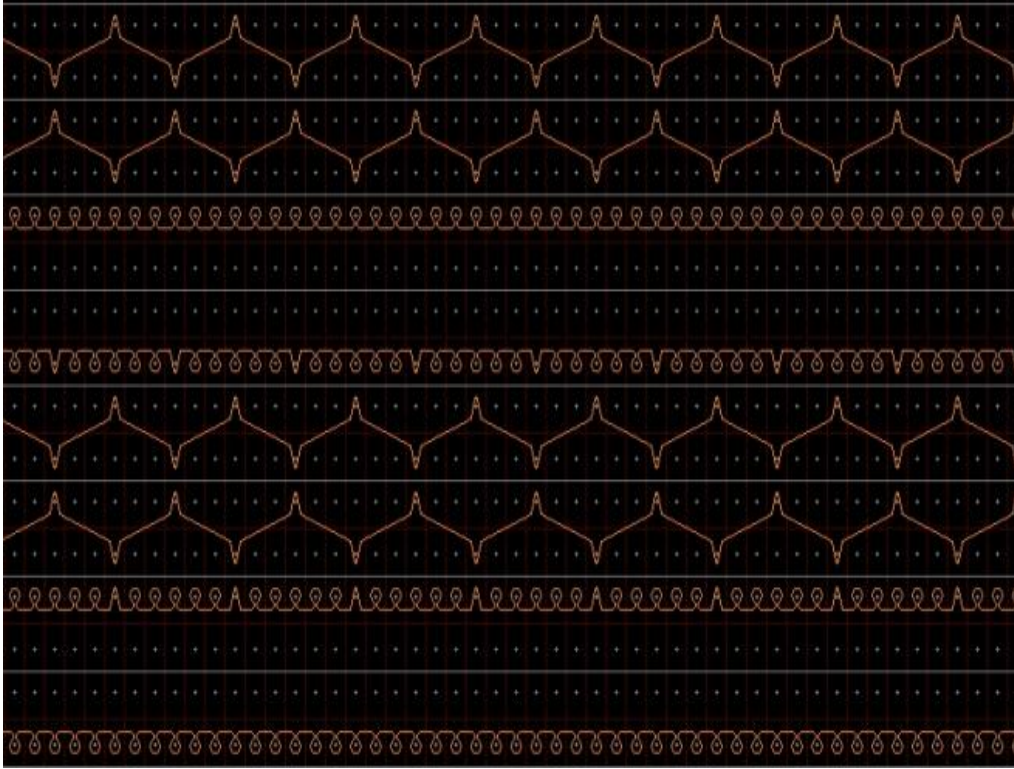
Şekil A.2 : S2 numaralı kumaşın örgü raporu.



Şekil A.3 : S3 numaralı kumaşın örgü raporu.



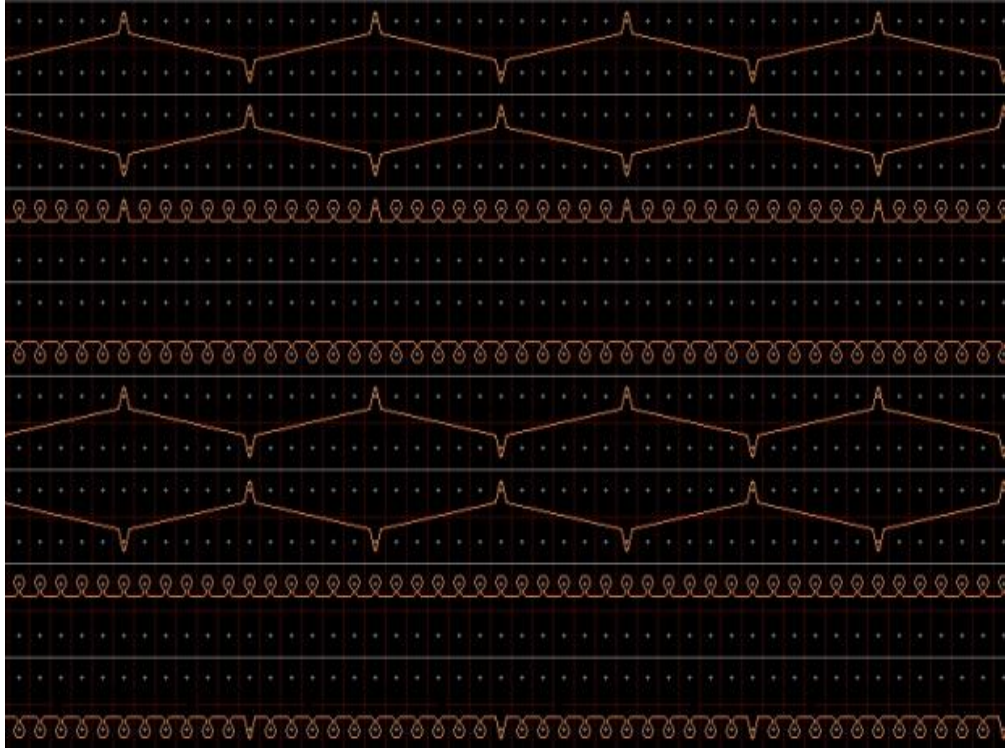
Şekil A.4 : S4 numaralı kumaşın örgü raporu.



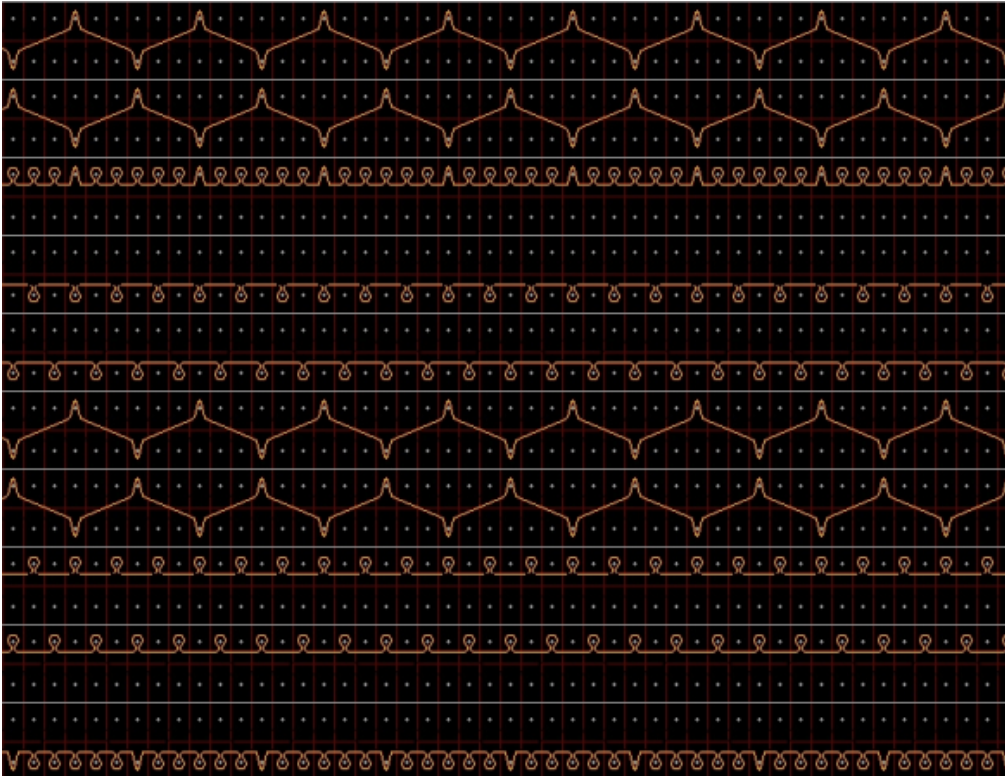
Şekil A.5 : S7 numaralı kumaşın örgü raporu.



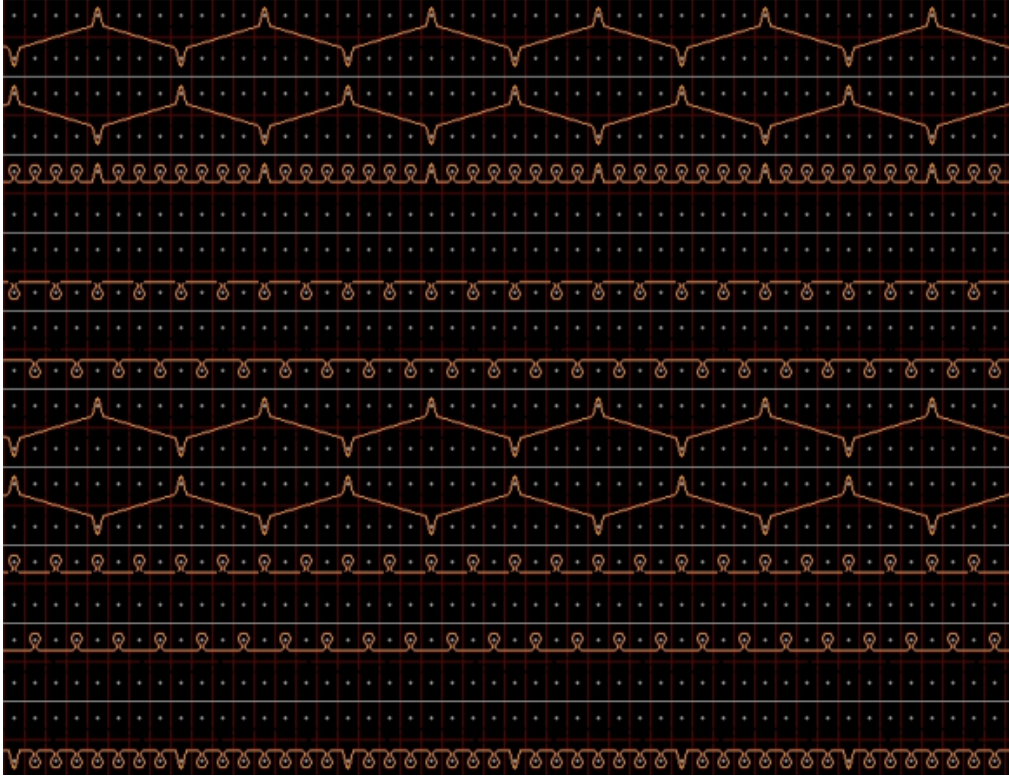
Şekil A.6 : S8 numaralı kumaşın örgü raporu.



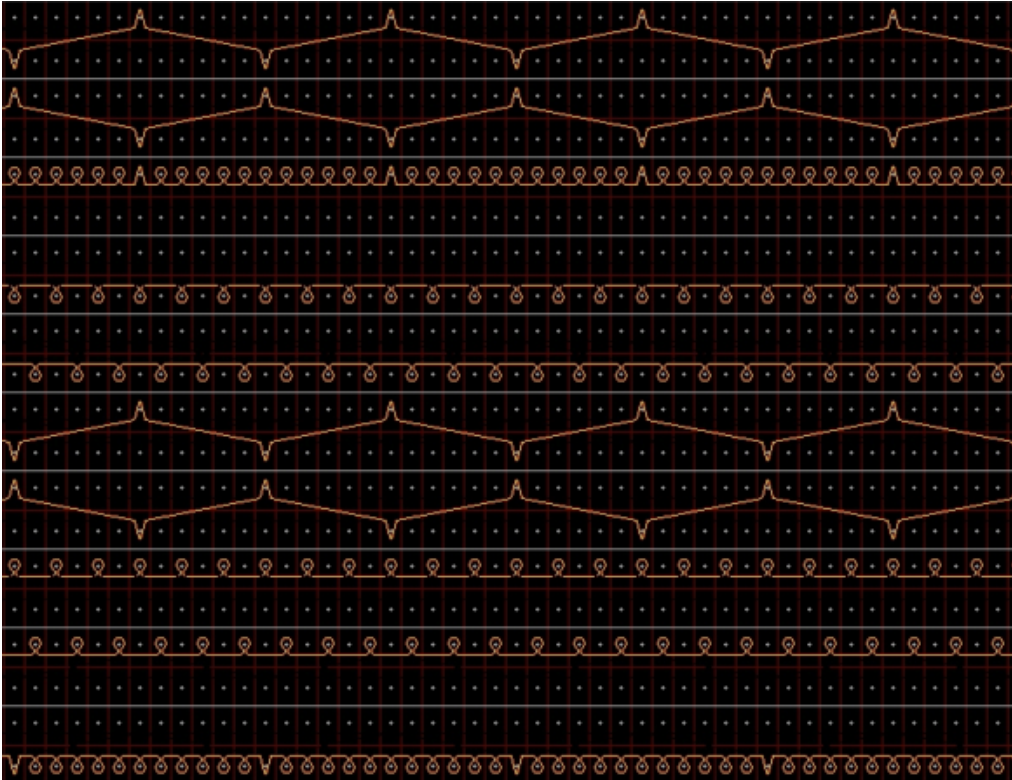
Şekil A.7 : S9 numaralı kumaşın örgü raporu.



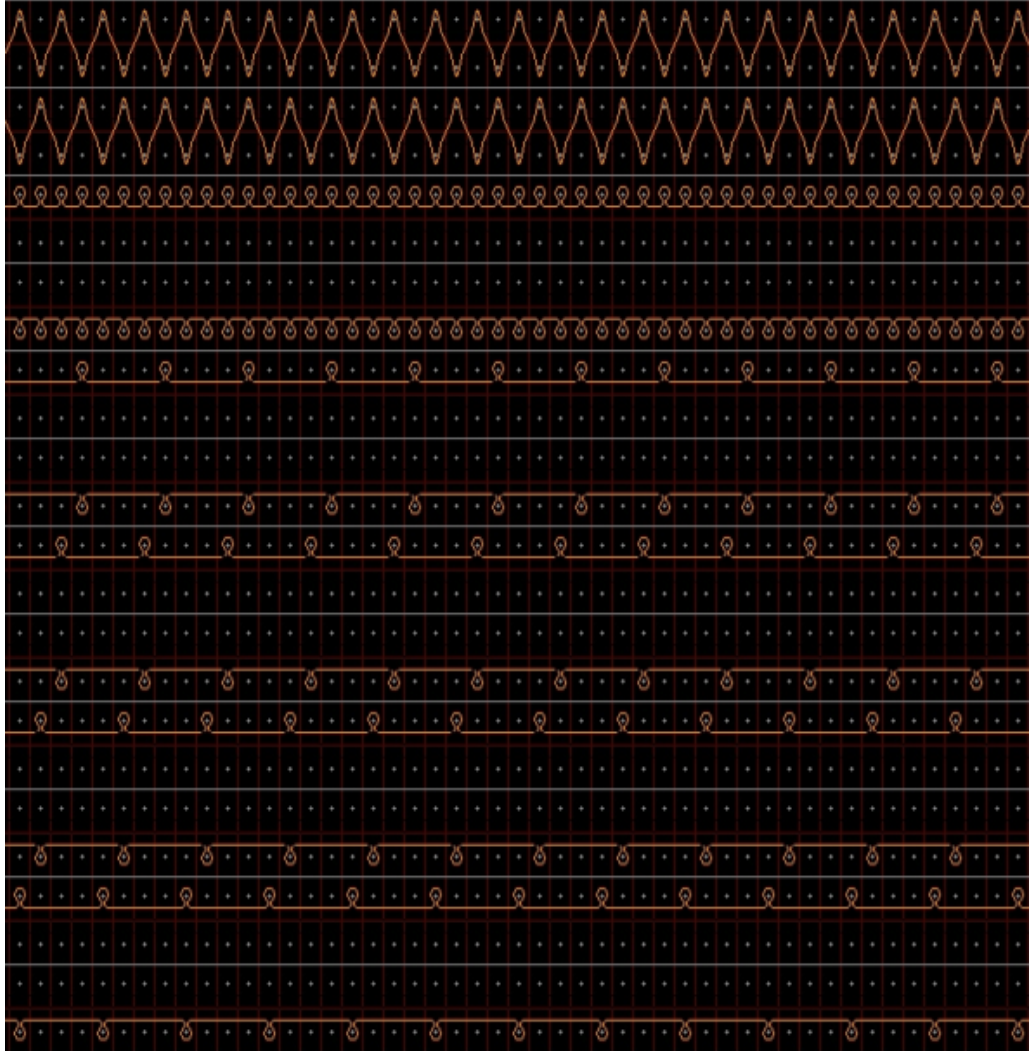
Şekil A.8 : S7.1 numaralı kumaşın örgü raporu.



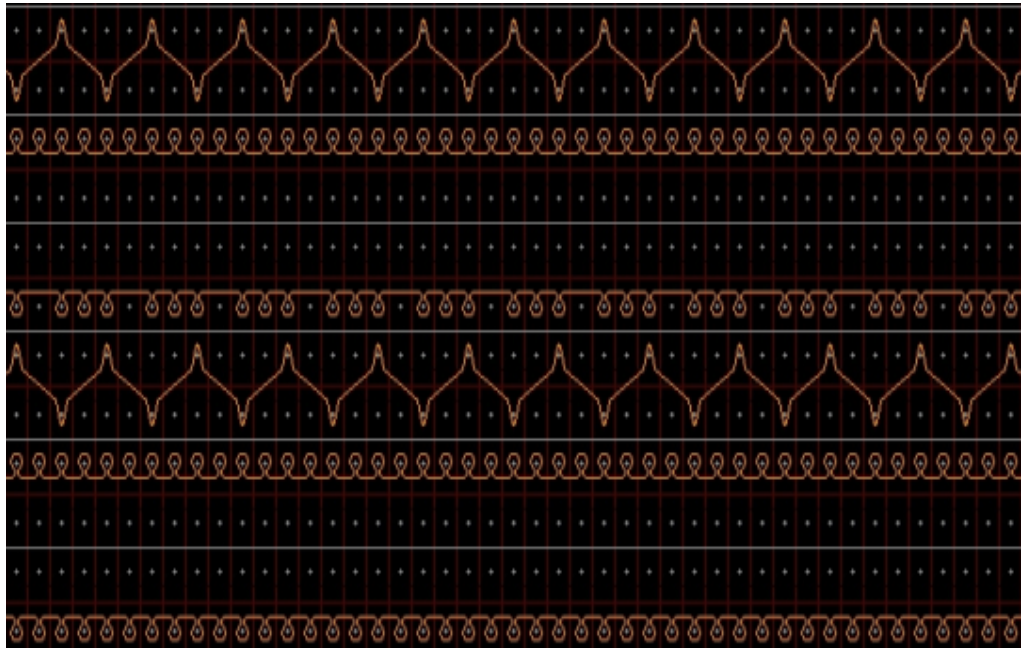
Şekil A.9 : S8.1 numaralı kumaşın örgü raporu.



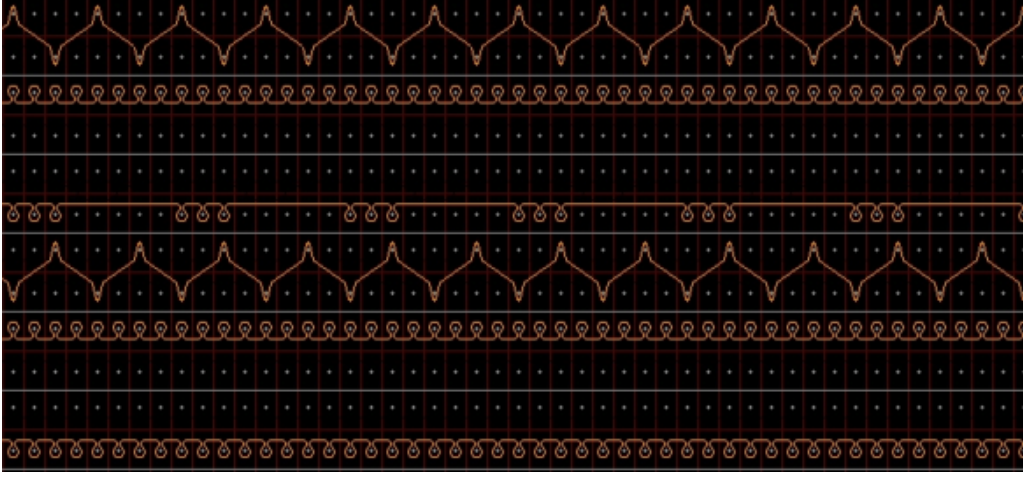
Şekil A.10 : S9.1 numaralı kumaşın örgü raporu.



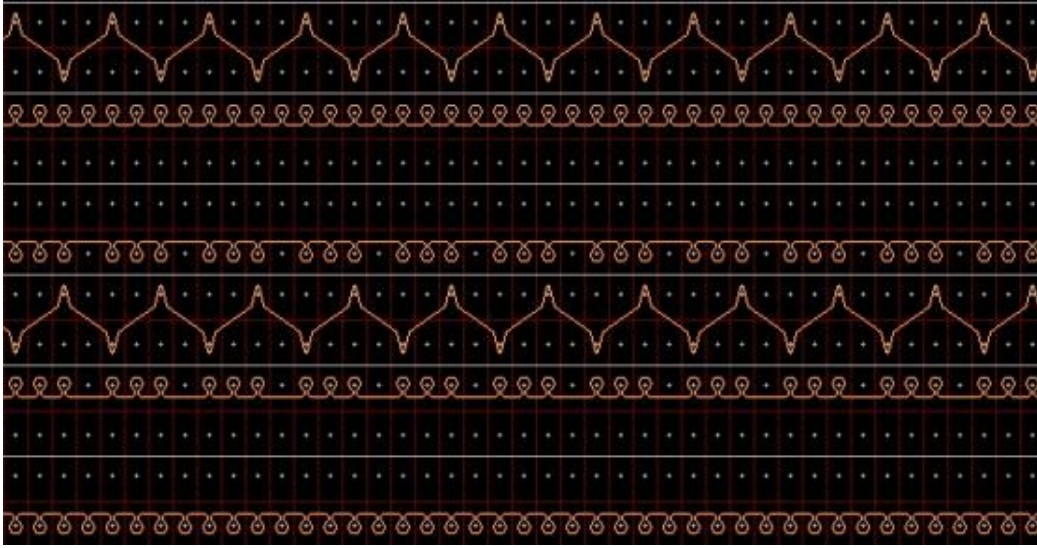
Şekil A.11 : S11 numaralı kumaşın örgü raporu.



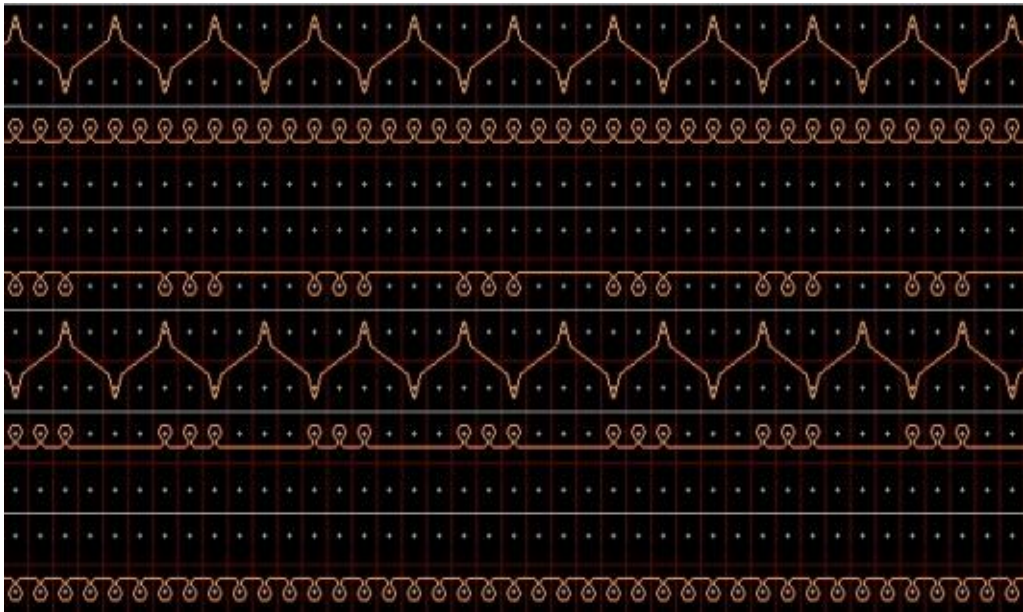
Şekil A.12 : S3.1 numaralı kumaşın örgü raporu.



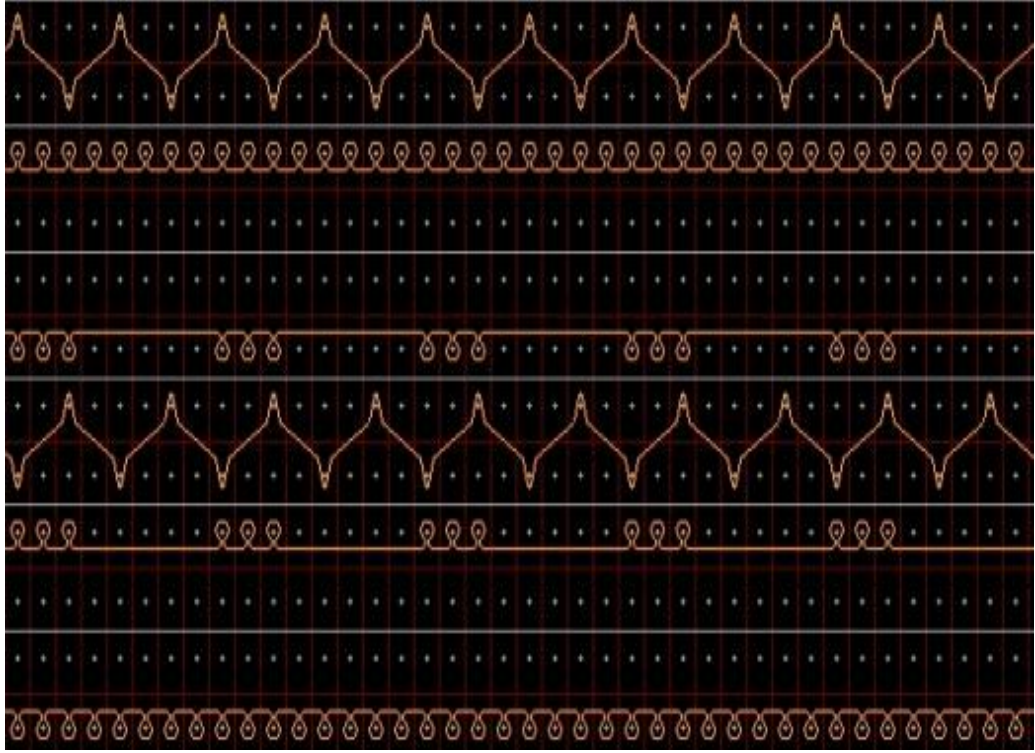
Şekil A.13 : S3.2 numaralı kumaşın örgü raporu.



Şekil A.14 : S3.3 numaralı kumaşın örgü raporu.



Şekil A.15 : S3.4 numaralı kumaşın örgü raporu.



Şekil A.16 : S3.5 numaralı kumaşın örgü raporu.



Şekil A.17 : S3.3.1 numaralı kumaşın örgü raporu.



Şekil A.18 : S3.4.1 numaralı kumaşın örgü raporu.



Şekil A.19 : S3.5.1 numaralı kumaşın örgü raporu.



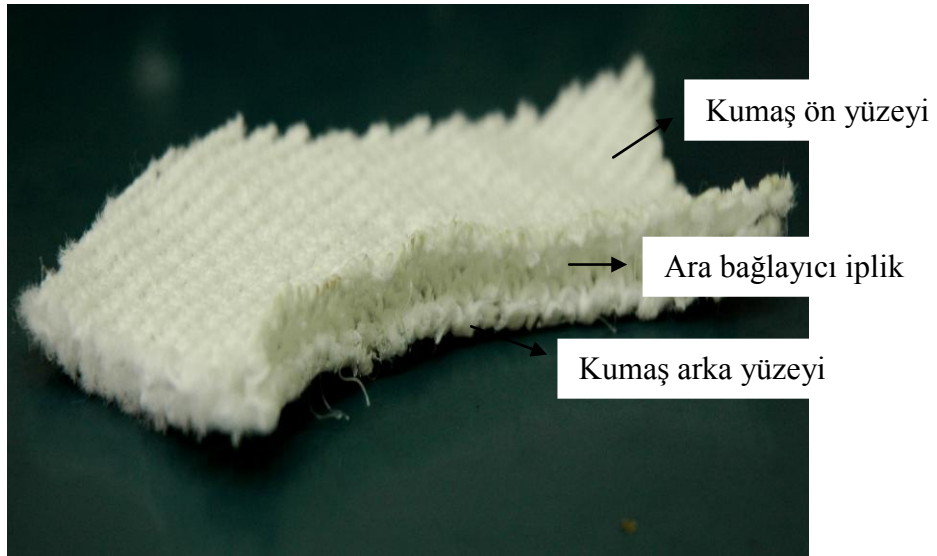
Şekil A.20 : S4.1 numaralı kumaşın örgü raporu.



Şekil A.21 : S4.2 numaralı kumaşın örgü raporu.



Şekil A.22 : S4.3 numaralı kumaşın örgü raporu.



Şekil A.23 : Boşluklu kumaş kesit görünümü.



**Şekil A.24** : Büyük tüp için kullanılan numune örneği (50 Hz- 1,6 kHz).



**Şekil A.25** : Küçük tüp için kullanılan numune örneği (1,6 kHz- 6,4 kHz).



## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad:** Merve KÜÇÜKALİ

**Doğum Yeri ve Tarihi:** İSTANBUL, 1984

**E-Adres:** kucukalim@itu.edu.tr

**Lisans Üniversitesi:** İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği

### Yayın Listesi:

- **Küçükali, M.,** 2008. Ev Tipi Yıkama İşleminin ve Kuru Temizlemenin Örne Mamüller Üzerindeki Boyutsal ve Fiziksel Etkileri. Örne İhtisas, 2008, Kasım/Aralık Sayı: 32, 20-24
- **Küçükali, M.,** 2009. Elektrospun Nanoliflerin Filtrasyon Uygulaması. Tekstil&Teknik, 2009, Kasım, 90-92
- **A Study on Moisture Related Properties of Wool / Acrylic Blend Fabrics,** Uygun Nergis, B., Candan, C., Küçükali, M., 2010 Spring Conference - Merinos Congress Center, May 12-14, 2010 Bursa, Turkey
- **Knitted fabric design with enhanced acoustic properties,** Küçükali, M., Nergis, B., Candan, C., IV. Uluslar arası Teknik Tekstiller Kongresi, 16-18 Mayıs 2010, TÜYAP Fuar ve Kongre Merkezi, İstanbul
- **A Study on the Influence of Centrifugal Revolutions of the Laundering Machine on both Dimensional and Drying Properties of Wool-Acrylic Blended Knitted Goods,** Küçükali, M., Nergis, B., Candan, C., IWTO Congress, 3-5 May 2010 Rambouillet/Paris- France
- **Analysis of Sound Absorption of Plain Knitted Fabrics from Chenille Yarns,** Öztürk Küçükali, M., Nergis, B., Candan, C., 5th International textile clothing&design conference, 3-6 October 2010, Dubrovnik, Croatia
- **A Study on the Influence of Fabric Structure on Sound Absorption Behavior of Spacer Knitted Fabrics,** Öztürk Küçükali, M., Nergis, B., Candan, C., 7th Textile Science 2010 conference, September 6-8, 2010, Liberec, Czech Republic