

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İÇ MEKAN TASARIMI**

**İÇ MEKAN TASARIMINDA FARKLI PAMUK
TEKSTİL ÜRÜNLERİN AKUSTİK PERFORMANS
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

MELODY FATHI

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ali Çiçek

İSTANBUL, 2014

ÖZET

İÇ MEKAN TASARIMINDA FARKLI PAMUK TEKSTİL ÜRÜNLERİN AKUSTİK PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Melody Fathi

İç Mekân Tasarımı Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ali ÇİÇEK

Haziran 2014, 61 Sayfa

Tekstil, Latince Textilis kelimesinden gelmektedir ve dilimize teknik bir kelime olarak girmiştir. Türkçe karşılığı Dokumacılık olmasına rağmen, günümüzde tekstil kelimesi çok geniş bir anlam kazanmıştır. Tekstil ürünleri giysi malzemesi olmak dışında iç mekan tasarımının vazgeçilmez unsurlarından biri halindedir. İç mekan tasarımının elemanlarından olan perde, döşeme kaplaması, duvar kaplaması vb. bir çok noktada kullanılır. Kullanılan bu tekstil ürünleri ise sentetik ve doğal liflerden oluşmaktadır. Doğal lifler isminden de anlaşılacağı üzere doğada hazır halde bulunan ya da yetiştirilerek elde edilen liflerdir. Temin edildikleri kaynaklara göre üç grupta toplanırlar; bitkisel lifler, hayvansal lifler ve mineral lifler.

Doğal bir lif olan pamuk ekonomik açıdan en değerli bitkisel liflerden biridir. Tohumdan elde edilir ve giyim dışında, yapı tekstilleri ve endüstride de çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ses dalgalarının oluşumu, iletimi, işitme-algılama-etkilenme, ölçüm ve kontrol teknolojileri ve uygulamalarını kapsayan ve kısaca ses olayı ile ilgili tüm konuları içine alan akustik; ses bilimi ve tekniği olarak tanımlanır. Akustik tasarım, seslerin hacim içerisinde hacmin işlevine uygun ve doğru olarak algılanmasına olanak sağlayacak akustik kalite ve konforu yaratmak için gerekli mimari biçimleniş, malzeme ve uygulama detaylarının belirlenmesiyle iyi akustik özellikleri olan mekânların oluşturulması sürecidir.

Kültürel faaliyetler sergileyen mekanlarda, sesin dinleyicilere düzgün ve aynı seviyede ulaşmasını sağlamak gerekir. Bu mekanlarda akustik konforu sağlamak için, ses yutucu malzemeler, gürültü, reverberasyon süresi, salon formu gibi önemli faktörleri düşünerek planlama yapmak ve yine malzemelerin seçiminde bu faktörleri göz önünde bulundurmak gereklidir.

Bu çalışmanın amacı, tekstil ürünlerinden pamuğun iç mekân tasarımında akustiğe etkisinin önemini anlaşılmasını sağlamaktır.

Çalışmanın birinci bölümünde tekstil ile ilgili temel bilgiler anlatılmıştır. Daha sonra pamuk tekstilinin özelliklerine değinilerek, akustik tasarımında kullanılmasının yararlarından bahsedilmiştir.

İkinci bölümde akustik tasarım ve ses biliminin temel tanımları anlatılmış ve daha sonra kültürel faaliyetler sergileyen mekanlarda akustik konforu sağlamak için gereken kriterlere değinilmiştir.

Bu çalışmanın deney kısmında farklı dokuma şekillerindeki üç farklı gramajdaki işlenmemiş pamuk tekstilinin ses yutum katsayısı, empedans tüp kullanılarak elde edilmiştir. Deneyin sonuçları ve kültürel faaliyetler sergileyen mekanların gereksinimleri göz önüne alınarak, deneyi yapılan pamuk tekstillerin uygulanabileceği mekanlara örnekler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tekstil, Pamuk, Akustik, Akustik Konfor

ABSTRACT

A RESEARCH INTO ACOUSTIC PERFORMANCE OF DIFFERENT COTTON TEXTILE PRODUCTS IN INTERIOR DESIGN

Melody Fathi

Masters Degree in Interior Design

Thesis Supervisor: Asst. Prof. Ali ÇİÇEK

June 2014, 61 Pages

The word textile derives from the Latin “Textilis” and has entered our language as a buzzword. Although the Turkish equivalent weaving, nowadays has a very broad meaning. Textile products are not considered to be the material exclusively used for clothing. It is also one of the indispensable elements of interior design. The interior design elements such as curtains, flooring, wall covering and so on are used widely in many locations. These textile products consist of synthetic and natural fibers. As the name implies, natural fibers are present in the nature or obtained by raising. They are available in three groups according to their sources; vegetable fibers, animal fibers and mineral fibers.

As a natural fiber, cotton is economically one of the most valuable vegetable fibers. It is obtained from the seed of the cotton plant and including clothing, it is widely used in home textiles, structure and the industry.

The science and the technique of sound deals with the formation of sound waves, transmission, hearing-detection, measurement, control technologies and their applications, and briefly all of that related to the issue involving sound acoustics. Acoustic design, consists of configuring the sound volume appropriate for the function and accurate acoustic quality and the comfort perceived as necessary by the audience. The design also includes the necessary implementation details to determine the material with good acoustic space properties in the process of creation.

In cultural performance halls, it is of great concern that the sound reaches the audience directly and simultaneously. Accordingly, the points that need to be considered by planning for acoustic comfort in these halls include; sound absorbing materials, noise, reverberation time and finally the form of the hall itself and also in the choice of materials considering these factors are necessary.

The purpose of this study, is to facilitate the recognition of the acoustic effects of the cotton textile products used in interior design.

At the first chapter of the thesis, the basics about "textile" has been presented continuing with the specifications of cotton and consequently its use in the acoustic design.

The second chapter deals with acoustic designing and the general definitions of the science of the sound. The criteria for realizing the acoustic comfort in cultural performance halls have been explained there after.

The tests performed in the "impedance tube" helped establish the sound absorption coefficient of different weaving patterns in three different weight samples of cotton probes. According to these results and the requirements of cultural performance halls, some examples of using these tested cotton textiles in different places are presented in the test chapter.

Keywords: Textile, Cotton, Acoustic, Acoustic Comfort

İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	x
ŞEKİLLER.....	xi
SEMBOLLER.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 ÇALIŞMANIN AMACI, KAPSAMI VE YÖNTEMİ.....	1
2. İÇ MEKÂN TASARIMINDA TEKSTİL.....	3
2.1 TEKSTİL MALZEMENİN TARİHÇESİ.....	4
2.2 TEKSTİLİN TANIMI.....	6
2.3 TEKSTİLLİFİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRILMASI.....	6
2.3.1 Doğal Lifler.....	7
2.3.1.1 Doğal liflerin çevresel yararları.....	9
2.4 ÜRETİM METOTLARINA GÖRE TEKSTİL MALZEMELERİN SINIFLANDIRILMASI.....	9
2.5 TEKSTİLLERİN YAPI SEKTÖRÜNDE KULLANIMI VE ÖZELLİKLERİ.....	10
2.6 PAMUK.....	11
2.6.1 Pamuğun Tarihçesi	12
2.6.2 Pamuğun Gelişim Süreci	13
2.6.3 Pamuk Tekstilinin Üretim Teknolojileri.....	14
2.6.4 Pamuk Tekstilinde İplikleme ve Dokuma Teknolojileri.....	15
2.6.5 Pamuk Tekstilinin Kullanım Alanları ve Özellikleri	16
2.6.6 Pamuk Lifinin Kimyasal Yapısı	17
2.6.7 Pamuk Lifinin Özellikleri.....	18
2.6.8 İç Mekan Tasarımında Pamuk Lifinin Kullanım Alanları.....	20
2.6.9 Pamuğun Akustik Özellikleri	21
3. AKUSTİK TASARIM.....	22
3.1 AKUSTİĞİN TARİHÇESİ.....	23
3.2 AKUSTİK İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER.....	25
3.2.1 Ses.....	26
3.2.1.1 Ses dalgalarının özellikleri ve dalga boyu.....	26

3.2.1.2 Sesin tanımına yardımcı olan kavramlar.....	27
3.2.1.2.1 Periyot.....	27
3.2.1.2.2 Frekans.....	27
3.2.1.2.3 Genlik	28
3.2.1.2.4 Ses hızı (<i>c</i>)	28
3.2.1.2.5 Ses şiddeti (<i>I</i>)	28
3.2.1.2.6 Ses gücü.....	29
3.2.1.2.7 Ses basıncı.....	29
3.2.1.3 Gürültü.....	30
3.2.1.4 Eko.....	31
3.3 AKUSTİK PARAMETRELER.....	31
3.3.1 Arka Plan Gürültüsü.....	31
3.3.2 Reverberasyon (Yankı) Süresi.....	32
3.3.2.1 Reverberasyon süresinin özellikleri.....	32
3.3.3 Erken Sönümlenme Süresi /Early Decay Time(EDT).....	33
3.3.3.1 Erken sönümlenme süresinin özellikleri	33
3.3.4 Berraklık (C80).....	33
3.3.5 Konuşma İletim İndisi/ Speech Transmission Index (STI).....	34
3.4 AKUSTİK MALZEMELER.....	34
3.5 İÇ MEKANDAKİ YÜZEYLERİN AKUSTİK AÇIDAN BİÇİMLENDİRİLMESİ.....	36
3.5.1 Ses Yansıtıcı Yüzeyler.....	36
3.5.2 Ses Yutucu Yüzeyler.....	37
3.5.2.1 Malzemelerin ses yutuculuğuna etki eden faktörler.....	39
3.5.2.2 Ses yutucu malzemeler.....	40
3.5.2.3 Sesin, ses emici malzemelerden geçtiği zaman oluşan akustik enerji kaybının sebepleri.....	41
3.5.3 Ses Dağıtıcı Yüzeyler.....	42
3.5.3.1 Ses dağıtıcı malzemeler.....	42
3.6 Akustik Konfor ve Malzeme Seçimi	42

4. DENEYSEL ÇALIŞMA.....	44
4.1 DENEYİN AMACI.....	44
4.2 DEĞERLENDİRMELER.....	49
5. SONUÇ.....	60
KAYNAKÇA.....	62

TABLolar

Tablo 2.1: Lifli ürünlerin gelişimi	5
Tablo 2.2: Tekstil elyafının genel sınıflandırılması.....	7
Tablo 2.3: Pamuk lifinin kimyasal bileşimi (kuru ağırlığa göre).....	18
Tablo 3.1: Ses güçleri ve ses gücü düzeyi.....	29
Tablo 3.2: Ses basıncı ve tipik ses kaynakları için dB SPL karşılaştırılması.....	30
Tablo 4.1: İşlenmemiş kumaşların yapısal özellikleri.....	48
Tablo 4.2: Numunelerin (50 Hz ile 1.6 kHz aralığında) yutum katsayısı.....	48
Tablo 4.3: Numunelerin yutum katsayısı.....	59
Tablo 5.1: N_1 ve N_2 Numunelerin Karşılaştırılması.....	61

ŞEKİLLER

Şekil 2.1: Bambu iskeletli bir yapı.....	3
Şekil 2.2: İç mekanda tekstil malzemesi.....	4
Şekil 2.3: İç mekanda yalıtım.....	4
Şekil 2.4: Lif.....	6
Şekil 2.5: Bezayağı tekstili.....	11
Şekil 2.6: Pamuk bitkisi.....	11
Şekil 2.7: Pamuğun ekim ve yetiştirme süreci.....	13
Şekil 2.8: Çırçır makinesi.....	14
Şekil 2.9: Pamuk lifinin şematik resmi.....	19
Şekil 3.1: Hampstead Theatre, London	22
Şekil 3.2: Hampstead Theatre, London.....	22
Şekil 3.3: Tiyatroda kullanılan maskeler.....	23
Şekil 3.4: Senfoni salonu, Boston.....	25
Şekil 3.5: Senfoni salonu, Boston.....	25
Şekil 3.6: Basit harmonik bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının zamanla değişimi.....	26
Şekil 3.7: Akustikte ses frekans alanının dağılımı.....	27
Şekil 3.8: Gürültü.....	30
Şekil 3.9: Arka plan gürültüsü.....	31
Şekil 3.10: Aspen müzik festivali.....	35
Şekil 3.11: (RPI) sanat merkezi.....	36
Şekil 3.12: Hacmin arka ve yan duvarlarında yankının engellenmesi.....	37
Şekil 3.13: Gözenekli emici.....	38
Şekil 3.14: Membran emiciler.....	39
Şekil 3.15: Oyuklu (Helmholtz) emiciler.....	39
Şekil 3.16: Ses dağıtıcı yüzeyler.....	42
Şekil 4.1: Gramaj kesme aleti ve lastiği.....	46
Şekil 4.2: Tartımsan marka TTS model 600 - 1000 gram tekstil gramaj aleti.....	47
Şekil 4.3: Empedans tüpü ses yutum ölçüm düzeneği.....	47
Şekil 4.4: Akustik empedans tüpü.....	48

Şekil 4.5: N_1 kumaşı.....	49
Şekil 4.6: N_1 kumaşı.....	49
Şekil 4.7: N_1 kumaşın ses yutum katsayısı.....	50
Şekil 4.8: N_2 kumaşı.....	51
Şekil 4.9: N_2 kumaşı.....	51
Şekil 4.10: N_2 kumaşın ses yutum katsayısı.....	52
Şekil 4.11: N_3 kumaşı.....	53
Şekil 4.12: N_3 kumaşı.....	53
Şekil 4.13: N_3 kumaşın ses yutum katsayısı.....	54
Şekil 4.14: N_1 ve N_2 kumaşların ses yutum katsayısı.....	55
Şekil 4.15: N_2 ve N_3 kumaşların ses yutum katsayısı.....	56
Şekil 4.16: N_1 ve N_3 kumaşların ses yutum katsayısı.....	57
Şekil 4.17: N_1 , N_2 ve N_3 kumaşların ses yutum katsayısı.....	58

KISALTMALAR

RT	: Reverberation Time	(Yankı Süresi)
EDT	: Early Decay Time	(Erken Sönümleme Süresi)
STI	: Speech Transmission Index	(Konuşma İletim İndisi)
C80	: Clarity	(Berraklık)

SEMBOLLER

Dalga boyu (m)	:	λ
Sesin yayılma hızı (m/s)	:	C
Frekans (Hz)	:	f
Periyot (sn)	:	T
Genlik (m)	:	a
Ses şiddeti (W/cm^2)	:	I
Ses gücü (W)	:	W
Uzaklık (cm)	:	d
Akustik basınç (Pa)	:	p_a
Basınç genliği sabiti	:	p_0
Reverberasyon süresi	:	RT
Hacim (m^3)	:	V
Toplam soğurma (m^2)	:	A
Ses yutum katsayısı	:	α
Toplam yüzey alanı (m^2)	:	S

DENKLEMLER

Denklem 3.1: λ = (Wave length) Dalga boyu , Lambda olarak okunur, Birimi metredir
(m)

c = (Celerity) Kelimesinin baş harfinden gelmektedir, Sesin yayılma hızıdır, Birimi metre bölü saniyedir (m/sn)

f = Frekans, Birimi Hertzdir (Hz)

$\lambda = c/f$ dalga boyu = ses hızı/ frekans

Denklem 3.2: T = (Time) Periyot, Birimi saniyedir (sn)

f = Frekans, Birimi Hertzdir (Hz)

$T = \frac{1}{f}$ periyot= bir / frekans

Denklem 3.3: I : (Intensity) Sesin yeğnliği, Birimi watt/santimetre² (W/cm²)

W : Ses gücü, Birimi Wattedir(W)

d : Distance, Uzaklık, Birimi santimetredir (cm)

$I = w/4\pi d^2$ cm²

Ses şiddeti=Ses Gücü/Toplam Küresel Alan

Denklem 3.4: p_a = (Acoustic pressure) Akustik basınc, Birimi Paskaldır (Pa)

p_0 =Basınc genliği sabiti

f = Frekans, Birimi Hertzdir (Hz)

$p_a = p + p_0 \sin(2\pi f)t$

Akustik basınc= Basınc + Basınc genliği sabiti $\times \sin(2\pi \times \text{frekans}) \times$
periyot

Denklem 3.5: RT : (Reverbration time) Reverberasyon süresi

V : Volume = kabuğun hacmi, Birimi metre küptür (m³)

A : (Absorption) Toplam soğurma, Birimi metre karedir m²

α = (Sound absorption coefficient) Ses Yutum katsayısı

S = (Absorbing surface area) Toplam yüzey alanı, Birimi metre karedir
(m²)

$A = \alpha \cdot S$

$RT = \frac{(0.161V)}{A}$

Reverberasyon süresi= (0.161 \times Kabuğun hacmi)/toplam soğurma

1. GİRİŞ

Teknolojinin ilerlemesi çevre kirliliği ve gürültü kirliliği gibi olumsuz etkiler yaratmaktadır. Son zamanların istatistiklerine göre baş ağrısı, yüksek tansiyon hastalıkları, işitme engelliği, kalp-damar hastalıkları, sinirlilik, uykusuzluk ve buna benzer rahatsızlıkların nedenlerinden biri de yanlış akustik tasarımların neden olduğu gürültü kirliliğidir. Bu sorunu gidermek için çeşitli katmanlardan oluşan akustik iç mekan elemanları kullanmak gerekir. Bu elemanları oluşturan malzemeler doğal (pamuk lifi), yarı doğal (taş yünü, cam yünü) ve sentetik (poliüretan köpük) olabilir. Kullanılan sentetik malzemelerin insan sağlığına, göze ve akciğere vs. zararları tıbben kanıtlanmıştır. Bu sebeple akustik tasarımda doğal malzemelerin kullanılması bu tip olumsuz etkilerin yaşanmaması için önem taşımaktadır.

Bir kaynaktan yayılan sesin dinleyiciye ulaşana kadar geçen sürede, mekanda izlediği yol, dinleyicinin sesi doğru algılayabilmesine etki etmektedir. Sesin doğru rotayı izlemesi, mekandaki yüzeylerin açıları ve biçimleri ile birlikte bu yüzeylerde doğru malzemelerin doğru şekilde kullanılmasıyla sağlanabilmektedir. Burada mekanın içerisindeki yutucu, yansıtıcı ve dağıtıcı yüzeyler etkin rol oynamaktadır.

1.1 ÇALIŞMANIN AMACI, KAPSAMI VE YÖNTEMİ

20. yüzyıldan itibaren iç mekan tasarımcıları mekan akustiğine eskiye oranla daha çok önem vermeye başlamışlardır. Akustik kavramı kazandığı önem sayesinde çeşitli araştırmalara konu olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, iç mekan tasarımında bitkisel tekstiller kullanılarak, kültürel faaliyetler sergilenen mekanlarda akustik konforun sağlanmasına yardımcı olmaktır.

İç mekan tasarımında gözleme dayalı analizler yapılarak kültürel faaliyetler sergilenen mekanlarda tekstil ve pamuğun kullanımı konusunda mimari bir bakış açısından yapılacak araştırma çalışmanın kapsamını oluşturmaktadır.

Çalışmada, konuyla ilgili literatür taraması yapılmasını (kitap, makale, tez gibi çeşitli kaynaklar incelenerek) takiben deneysel yöntem kullanılarak iç mekan tasarımında

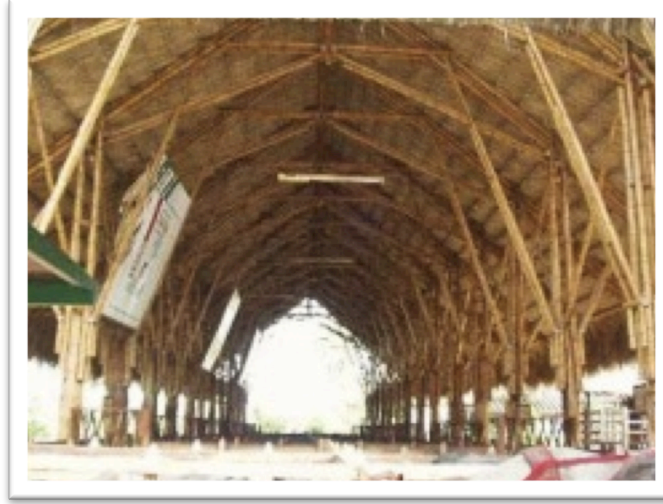
kullanılabilecek üç farklı pamuk tekstilinin akustik performans özellikleri incelenecektir.

Yönteme dayalı olarak çalışmada işlenmemiş yüzde yüz pamuk tekstilinin empedans tüp kullanılacak yutum katsayısı belirlenecektir. Bu sayede kültürel faaliyetlerin sergilendiği mekanlarda, akustik konforun sağlanması için, örnek olarak alınan pamuk tekstillerin ses yutum katsayısına bağlı olarak kültürel mekanlardaki kullanım alanları incelenecektir.

2. İÇ MEKAN TASARIMINDA TEKSTİL

Mekan tasarımına yapı malzemelerinin doğal, çevreyle uyumlu ve ekonomik olması gerekir. Ayrıca bitkisel ve doğal malzemelerin kullanımı, kaynak sıkıntısı çeken ve çevresel sorunlara sebep olan yapı endüstrisi için çok önemlidir.(Şekil 2.1) Bitkisel kaynaklı yapı malzemeleri, geleneksel yapı malzemelerine göre çevresel açıdan daha sağlıklı malzemelerdir. Bitkisel kökenli yapı malzemeleri, pamuk, soya, jüt, kenaf, buğday, keten, mısır, ayçiçekleri, kenevir, bambu, ahşap gibi bitkisel liflerden ve onların atıklarından elde edilir.

Şekil 2.1: Bambu iskeletli bir yapı



Kaynak: Yükselen, İ., Esin, T.

Mimaride esneklik, hareketlilik, değişkenlik, devingenlik gibi kavramlar tasarım fikirlerine öncülük etmekte, insanoğlunun teknolojik olanaklarının giderek küçülmesi, hareketli olma durumu mimariye yansıtılmaktadır.

Bu tasarım duyarlılığı ile mimari formlar da giderek hafiflemekte, tasarımlarda en az ve uygulaması en kolay malzemeyle, çoklu işlevsellikler sağlanmaktadır. Tekstil malzeme geçmişte ve bugün mimarinin bu yöndeki isteklerini gerçeğe dönüştüren bir malzeme olmuş, tekstilin geçmişten gelen deneyimleri mimariye aktarılmıştır.

Geçici yerleşimlerde en çok kullanılan malzeme olarak öne çıkan tekstil bugün de çağdaş mimari formların biçimlenme sürecinde potansiyel bir kaynak oluşturmaktadır.

Mimari ile tekstil işbirliğinde mimari yüzeyler tekstil tasarımında kullanılan dekoratif desenler, baskı teknikleri, kumaş katlama uygulamaları ve dokuma yapılarından, hem görsel, hem işlevsel olarak yararlanmaktadır. (Gezer,2008)

Tekstil malzemesi, iç mekan tasarımında duvar, tavan, döşeme, oturma elemanlarında kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Kullanım yerlerine bağlı olarak ısı ve ses yalıtımı ile akustik etkileri oluşturmaktadır. (Şekil 2.2, Şekil 2.3)

Şekil 2.2: İç mekanda tekstil malzemesi



Şekil 2.3: İç mekanda yalıtım



2.1 TEKSTİL MALZEMESİNİN TARİHÇESİ

Tekstilin tarihçesinin, bundan 1.75 milyon yıl önce Taş Devri'nde kumaş haline getirilen yün ile başladığı düşünülmektedir. Taş devrinin ilerleyen dönemlerinde *arbutus* bitkisinden ve *mürver* ağacının meyvesinden elde edilen bitkisel boyaları kullanma keşfedilmiş ve Bronz Çağna gelindiğinde ise, çivit otunun tekstil hammaddelerine uygulanması gibi daha karmaşık boyama işlemleri geliştirilmiştir.(Tablo 2.1) Tekstil ürünlerin tarihçesi, insanlık tarihi kadar eskidir. Dünya genelinde pek çok medeniyette doğal liflerin izleri bulunmaktadır. Gerek teknik açıdan uygunluğundan, gerekse yaygın bulunmasından dolayı bitkisel tekstil malzemelerinin tarihi ilk çağlarında genel bir önem kazandığı görülmektedir. Tekstil kullanım açısından en eski bilgiler, İ.Ö. 9000'li yıllara kadar uzanmaktadır. O dönemde en çok ticareti yapılan tekstil lifleri olarak, Mezopotamya'da yaygın tarımı yapılan keten bitkisinden elde edilen keten, İndüs Nehri ve Güney Meksika bölgesinde bulunan pamuk, Kuzey Çin'de evcilleştirilen ipekböceklerinden elde edilen ipek ve Batı Asya'da

ilk kez sürüler halinde evcilleştirilen yabani koyunlardan elde edilen yün sayılmaktadır.
(Gürcüm, 2005) (Hariss,2006)

Tablo 2.1 :Lifli ürünlerin gelişimi

ÜRETİM TARİHİ	LİF	GELİŞİMİ VE ÖNEMLİ TARİHLER
5000+İÖ	KETEN	<ol style="list-style-type: none">Genellikle en eski doğal elyaf olarak kabul edilmektedir.İnce keten mısırlı firavunların kefen bezi olarak kullanmıştır.En büyük üreticileri: Sovyetler Birliği, Polonya, Almanya, Belçika ve Fransadır.
3000+ İÖ	Pamuk	<ol style="list-style-type: none">En eski kullanımı İÖ 3000 ve 5000 yılları arasındadır.İÖ 2500 yıllarında Mısırlılar tarafından kullanılmıştır.İÖ 1300 yıllarında Çinliler tarafından kullanılmıştır.Hintliler, Perulular için pamuk üretimi çok önemli bir iş kolu olmuştur.Eli Whitney'in 1793 yılında pamuk çırçır makinasını bulmasıyla pamuk üretiminde devrim yaşanmıştır.Büyük üreticileri: ABD, Sovyet Cumhuriyeti, Çin, ve Hindistan'dır. İkinci üreticileri arasında Pakistan, Brezilya, Türkiye, Mısır, Meksika, İran ve Sudan bulunmaktadır.
3000 İ.Ö.	Yün	<ol style="list-style-type: none">Taş Devrinin sonlarında kullanılmıştır.Tekstilin tarihçesinin, bundan 1.75 milyon yıl önce Taş Devrinde kumaş haline getirilen yün ile başladığı düşünülmektedir.Büyük üreticileri arasında: Avustralya, Yeni Zelanda, Sovyet Cumhuriyet, Çin, Güney Afrika ve Arjantin bulunmaktadır.
2600 İ.Ö.	İpek	<ol style="list-style-type: none">Bir çinli prenses tarafından keşfedildiği düşünülmektedir.İpek iki kontinü filamentin birbirine yapıştırılmasıyla ve ipekböceği kozasından çekilmesiyle oluşmaktadır.İpek kültürü İ.Ö. 1725 yılında Çin imparatorunun karısının desteklemesiyle başlamıştır.İpekböcekçiliğin ve kumaş üretiminin sırları Çinliler tarafından 3000 yıl boyunca bir sır gibi saklanmıştır.

Kaynak: Gürcüm, B.,H., 2005.

2.2 TEKSTİLİN TANIMI

Tekstil, Latince *Textilis* kelimesinden gelmektedir ve dilimize teknik bir kelime olarak girmiştir. Türkçe karşılığı Dokumacılık olmasına rağmen, günümüzde tekstil kelimesi çok geniş bir anlam kazanmıştır. Tekstil hammaddelerinin işlenmeye hazırlanması, eğilmesi, iplik yapılması, ipliklerin dokunması, örülmesi veya yıkanması, kaynatılması, ağartılması, iplik veya dokumalara istenen niteliklerin verilmesi, istenmeyen niteliklerin-şartların elverdiği ölçüde- giderilmesi gibi tüm işlemler tekstilin konuları arasında bulunmaktadır. Tekstil ürünleri sadece giyim malzemesi olarak kabul edilmemektedir; ev ve çevre malzemesi olarak da hizmet vermektedir. (Gürcüm, 2005)

Herhangi bir tekstil ürününün ortaya çıkması için gerek duyulan ve ürünün oluşmasında kullanılan hammaddeler *tekstil* hammaddeleri olarak tanımlanır. Tekstil endüstrisinin temel maddelerini oluşturan, uzunluğu eninden çok fazla olan kırılmadan kıvrabilen, helezonlar oluşturabilen, katlanabilen eğrilebilen, çekmeye karşı koyabilen, kopmaya mukavemet gösteren ve boyanabilen elastik yapıdaki maddelere *lif* denir. (Şekil 2.4) (Gürcüm, 2005)

Şekil 2.4: Lif



2.3 TEKSTİL LİFLERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ ve SINIFLANDIRILMASI

Dünya’da çeşitli amaçlar için kullanılan liflerin yüzde 61’i bitkisel, yüzde 5’i hayvansal yüzde 34’ü kimyasal kökenlidir (Tablo 2.2). Bitkisel lifler içinde yer alan pamuk, lif üretiminin yüzde 54’ünü kapsadığı için endüstride önemli bir yere sahiptir.(MEGEP,2007)

Tablo 2.2: Tekstil elyafının genel sınıflandırılması

DOĞAL LİFLER	KİMYASAL LİFLER
i. BİTKİSEL LİFLER	HAMMADESİ DOĞAL OLAN LİFLER
a. Tohum Lifleri (Pamuk) b. Gövde lifleri i. Keten ii. Kenevir iii. Jüt iv. Rami c. Sak Lifler (Yaprak, Meyve lifleri)	a. Selüloz Esaslı Kimyasal Lifler i. Viskoz ii. Asetat lifi b. Protein Esaslı Kimyasal Lifler i. Kazein ii. Zein iii. Soya fasulyes iv. Yer fıstığı lifleri
ii. HAYVANSAL LİFLER	HAMMADESİ SENTETİK OLAN KİMYASAL LİFLER
a. Örtü lifleri i. Moher ii. Kaşmir iii. Keçikılı iv. Deve tüyü v. Lama vi. Alpaka vii. Vicuna, viii. Angora b. Salgı Lifleri i. İpek	a. Poliamid b. Poliakrilonitril c. Poliester d. Poliüretan
iii. MADENSEL LİFLER	
a. Kaya Lifleri (Asbest) b. Metalik Lifleri c. Cam Lifleri	

Kaynak: Mangut, M., Karahan, N. 2008.

2.3.1 Doğal Lifler

Organik liflerden üretilen liflere doğal lif adı verilir. Doğal lifler isminden de anlaşılacağı üzere tabiatta hazır halde bulunan liflerdir. Temin edildikleri kaynaklara göre üç grupta toplanırlar; bitkisel lifler, hayvansal lifler ve mineral lifler (Tablo 2.2). (Gürcüm, 2005)

i. Bitkisel Lifler: Sağlık ve bakım şartlarının kolay olması nedeniyle kullanım alanları en geniş doğal liflerdir. Bitkilerin sap, tohum, gövde, meyve gibi çeşitli yerlerinde bulunan liflerin görevleri, genel olarak bitkileri korumaktır. Bitkisel liflerin yapılarında selüloz bulunduğundan dolayı bu liflere selülozik lifler de denir. Bitkileri korumak ve

desteklemek amacıyla Bitkisel lifler, bitkilerin tohumlarından, saklarından, yapraklarından veya meyvelerinden elde edilen liflerdir. Bu lifler genellikle epidermik veya sklerankimatik hücrelerden oluşurlar. Epidermik (Epiderma=deri-doku) hücreler kökeni itibari ile meristemlerin dermatogen tabakasından meydana gelmektedir. Bitkilerin dış yüzeyini örten dokudur. Epiterma terimi, üst deri anlamında kullanılmaktadır. Dış etkilere karşı koruyucu bir görevi vardır. Bitkisel lifler buldukları bitki organlarına göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır; (Gürcüm,2005)

- a. *Tohum lifleri*: pamuk, aselepias
- b. *Sak lifleri*: keten, kenevir, jüt
- c. *Yaprak lifleri*: sisal, abaca
- d. *Meyve lifleri*: Hindistan cevizi lifi, lif kabağı

Sak lifleri ya da bask lifleri olarak bilinen bitkisel lifler, bitkilerin kabuk kısımlarında epidermis ile floem arasında bulunurlar. Sak lifleri yumuşak lifler olarak da bilinirler. Bitkiler olgunlaşınca bitkinin kabuk ve odunsu kısımlarından ayrılarak elde edilir. Yaprak lifleri monokotların uzun ve dar yapraklarından üretilmektedir. Bu tip doğal lifler daha çok Meksika'da elde edilmektedir. Kuru olduğu için genellikle halat yapımında kullanılmaktadır. Bazı bitkilerin meyvelerinden lif elde edilir. Bu liflere meyve lifi adı verilir. Diğer liflerle kıyasladığımızda bu liflerin çeşitleri, miktarları ve kullanım alanları azdır. Tohum ya da meyve lifleri ise tohum kapsülünün içindeki elyaftan elde edilmektedir.(Gürcüm,2005)

ii. *Hayvansal Lifler*: Hayvansal lifler, protein esaslı olup, lif kaynaklarının küçük bir bölümünü kapsamaktadır. Bu lifler yılda bir üretilir. Bu liflerin en önemlisi yündür. Yün biçimi dünyadaki hayvansal lif üretiminin yüzde 90'ını oluşturur. Tekstil endüstrisinde yün dışındaki hayvansal liflere de kıl lifleri denir. Yün sadece koyunu kaplamakla sınırlıdır. Birçok kıl lifi tekstil ticaretinde yüksek kaliteli uygulamalarda kullanılır. Diğerleri tekstil dışındaki uygulamalarda özelleşmiştir. Örneğin at kılı döşeme ve dolgu materyallerinde, deve kılı ve domuz kılı fırça yapımında, tavşandaki ise keçe yapımında kullanılır. Bir diğer önemli hayvansal elyaf da ipek lifidir. Bu lif kendi kozasını yapan ipek böceği tarafından oluşturulur.(Gürcüm,2005) (Şentürk,2006)

iii. *Madensel lifler*: *Madensel veya* mineral lifler asbest, mineral yünü ve bazalt gibi maden esaslı lifleri kapsar. Mineral lifler insan sağlığı için zararlıdır ve kullanımını katı koşullara bağlıdır ve birçok ülkede bunlardan elde edilen ürünlerin kullanılması yasaktır. (Okur,2006)

2.3.1.1 Doğal Liflerin Çevresel Yararları

1. Bu bitkiler en fazla bir yıllık periyotta yetiştikleri için hızlı yenilebilir özelliğe sahiptir.
2. Yapının yakın çevrelerinden elde edikleri için taşıma enerjisi tüketmemektedir.
3. Üretimleri ve inşa edilmeleri sırasında enerji gereksinimleri yoktur.
4. Aynı zamanda bu şekilde tarım atıklarının kullanılmasıyla kirlilikler de önlenmiş olmaktadır.
5. Kullanım ömürleri sonunda ekolojik döngü içerisinde kolaylıkla girebilen ve doğada kolay yok olabilen bu malzemelerin bozuldukları zaman da kolayca yenisiyle değiştirmeleri mümkündür.
6. İnsan ve çevre sağlığına yararlı ve iç ortamda insan sağlığı için uygundur.
7. Bitkisel malzemeler doğada doğal olarak ayrışabilirler.
8. Diğer malzemelere göre daha ekonomiktir. (Esin,2008)

2.4 ÜRETİM METODLARINA GÖRE TEKSTİL MALZEMELERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Tekstil malzemeleri üretim metodlarına göre üç kategoriye ayrılır:

- i. *Dokunmamış lifler*: Dokunmamış lifler olarak adlandırılan tekstil malzemelerinin çoğu, ya yapışkanla, ya iğneyle dikilerek ya da ıslatılarak birbirlerine bağlanmıştır.
- ii. *Tek yönlü dokunmuş lifler*: Bu gruptaki kumaşların üretim metodları şeritlinmiş kumaş, dantelli kumaş, örgü, dikilerek bağlanmış dokunmamış kumaş ve püsküllü kumaş 'tan oluşmaktadır.
- iii. *Çift veya çok yönlü lifler*: Bu gruptaki lifler örülmüş, dokunmuş ve dikilerek bağlanmış liflerdir. (Smith,Cothren,1999)

2.5 TEKSTİLLERİN YAPI SEKTÖRÜNDE KULLANIMI VE ÖZELLİKLERİ

Tekstilden üretilmiş iç mekan malzemeler binalarda devamlı kullanılmaktadır. Bu malzemelerin kullanımı sentetik liflerin kullanımı ile birlikte artmıştır. Bu kumaşların binalarda kullanılmasının çok sayıda avantajı bulunmaktadır. Bir kumaş kılıfının ağırlığı tuğla çelik veya betonun ağırlığının 1/30'u kadardır. Bu sayede hem maliyet azalmakta hem de daha az takviye gerektirmektedir. Tekstil malzemeleri fuar veya spor faaliyetlerinde kullanılabilecek engelsiz açıklıklı mekanlar (tekstille örtülen) elde edilmesini sağlar. Oldukça kolay kurulup oldukça kolay sökülürler. Kolay zarar görmez ve çabuk tamir edilirler. Deprem v.b. afetlere oldukça dayanıklıdırlar. Membran yapılar da binalarda kullanılmaktadır. Sentetikle kaplanmış veya lamine edilmiş kumaşlar mukavemeti ve çevresel dayanımı artırmaktadır. Çadırlar, tenteler ve güneşlikler gibi geçici yapılar tekstillerin en görünür ve belirli uygulamalarından bazılarıdır.

Yapı Sektöründe Kullanılan Tekstillerin Özellikleri:

Yüksek mukavemet, esneklik, çevreye uyumluluk, su geçirmezlik, güneşe karşı dayanıklılık, kısa üretim süreci, düşük kütleli ağırlık, boyanabilirlik, ısıya karşı dayanıklılık ve doğal afetlere karşı dayanıklılık şeklinde özetlenebilir. (Kozak,2010)

Dokuma içinde en basiti olan bezayağı dokuma her türlü pamuklu, yünlü ve sentetik kumaşların üretiminde kullanılırlar. Çünkü hem işlemi kolay, hem de bağlantı noktalarının sıklığından kumaşları daha dayanıklıdır. Tek sayılı çözümlü ipliklerinin, tek sayılı atkı iplikleriyle, çift sayılı çözümlü ipliklerinin çift sayılı atkı iplikleriyle bağlantı yaparak meydana getirdiği örgü şeklidir. En sık kesişmeyi, kenetlenmeyi sağlayan bezayağı, dokuların çok ince ve sağlam oluşmasına olanak sağlar. Yapı sektöründe çoğunlukla bezayağı konstrüksiyonunda düşük tüylülüğe sahip dokuma kumaşlar kullanılmaktadır. Bu kumaşlar iğneleme yöntemiyle üretilmektedirler. (Şekil 2.5)

Bezayağı Tekstillerin Özellikleri:

Sağlam yapı, düşük maliyet hafif yapı, su geçirmezlik, rüzgar, güneş ışığı ve asit yağmuruna karşı dayanıklılıktır. (Varan, Durur,2014)

Şekil 2.5: Bezayağı tekstili



2.6 PAMUK

Pamuk lifi, tohumun yüzeyinde bulunan bir hücrenin uzaması sonucunda elde edilir. (Şekil 2.6) Kırık beyaz rengindedir. Pamuğun tarım alanında, son seksen yıldır fazla bir değişiklik olmamıştır. Ama bu alanlardaki pamuk verimliliği bu geçen zamanda üç katına çıkmıştır. Üretimdeki bu artış, kullanılan gübreler ve böcek zehirleri sayesinde olmuştur. (Fletcher, 2008)

Şekil 2.6: Pamuk Bitkisi



Pamuk esas yapısı selüloz olan ve tekstilde son derece önemli bir yer tutan liflerin elde edildiği bir bitkidir. Gossypium ailesine mensup pamuk bitkisinin tohumuna bağlı olarak bulunan doğal, tek hücreli bir tohum lifidir. Ekonomik açıdan en değerli doğal liflerden biridir. Tohumdan elde edilir. Koza içindeki pamuk liflerinin tohumdan ayrılmasına çırçırılama denir. Daha sonra yıkanır, açma ve taraklama işlemi ile tellerinden ayrılır. Birim alanda alınan ürün miktarının artması ve sahip olduğu doğal özelliklerin sentetik liflerde olmaması gibi nedenler dolayısıyla pamuk üretiminde artış söz konusudur. (Mangut ve Karahan,2008)

Dünyanın en önemli tarım ürünlerinden olan pamuk M.Ö. 3000 yıllarından beri kullanılmaktadır. Pamuklu dokumalar genellikle yıkanabilen ve ütülenebilen, çok dayanıklı ve aşınmaya karşı dirençli kumaşlardır. Pamuk, nemi kolayca çeker, fakat biriktirmeden hemen ve düzenli bir şekilde dışarı bırakır ve dolayısıyla kolay kurur. En büyük pamuk üreticisi ülkeler Çin, Rusya, Hindistan, Mısır, ABD ve Türkiye'dir. (Türk, 2009)

2.6.1 PAMUĞUN TARİHÇESİ

İ.Ö. 3000'li yıllarda pamuk ve ipek gibi liflerin üretiminin artması tekstil materyallerinin daha geniş kitlelerce kullanılmasına neden olmuştur. Günümüzde en çok kullanım alanı bulan ve en önemli tekstil hammaddesi sayılan Pamuğun bilinen tarihi, İ.Ö. 3000'li yıllara kadar uzanmaktadır. İlk pamuklu kumaşlar Hindistan'daki mezar kazılarında bulunmuştur. Pamuğun en erken kullanımının İ.Ö. 3000 ile 5000 yılları arasında olduğu düşünülmektedir. İ.Ö. 1400 yıllardan günümüze kadar yazılı eserler olarak gelmeyi başarmış Hindu ilahilerinde, pamuk lifinin üretilmesi ve kumaşın dokunması ile ilgili özelliklerin belirtilmesi, eski Hint kültüründe pamuğun önemini vurgulamamaktadır. Pamuğun en eski Çin medeniyetlerinde ve inka öncesi dönemde (İ.Ö. 2000) Peru'da da üretilmiş olduğuna dair bazı bulgular da bulunmaktadır. (Gürcüm, 2005)

Pamuğun tarihçesi, 10-20 milyon yıl önceye dayanmaktadır. Eski dünyada *G.arboreum* ve *G.herbaceum* adıyla anılan iki çeşit pamuk, arap ve afrika bölgesinden ortaya çıkmıştır. Bu iki türün günümüzdeki isimleri *G.barbadense* ve *G.hirsutum*'dur.(Smith, Cothren,1999)

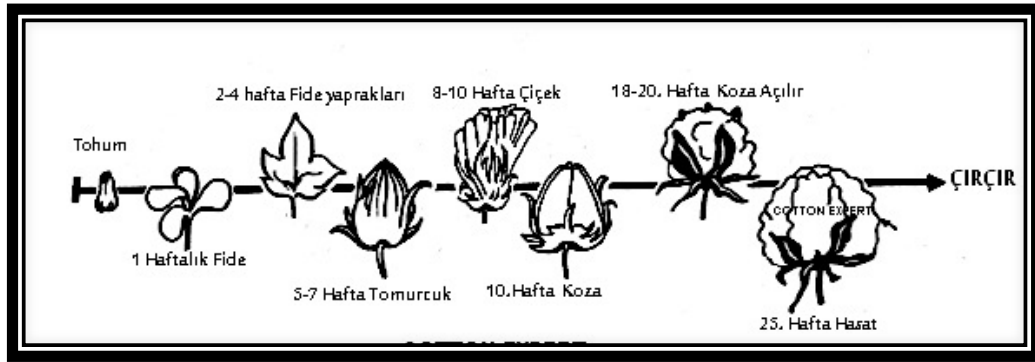
Arapça'da kutum, İngilizce'de cotton, Fransızca'da coton, bizde ise pamuğa koza da denilmektedir. Hintliler pamuklu kumaş dokuma sanatını 2000 yıl kadar tekellerinde tutmuş, Asurlular ancak günümüzden 3000-3500 yıl önce bu sanata öğrenebilmişlerdi. Pamuğun Akdeniz sahillerinde yetiştirilmesi ancak günümüzden 2200 yıl önce Pelepones yarımadasının batısındaki küçük bir adada (Elis adası) başlamış ve büyük bir pamuk plantasyonu oluşturulmuştur. Akdeniz'in liman şehirlerinde dokunan pamuklu kumaşlar değer olarak altınla aynı kabul edilmiştir. Yeni Dünyada Peru'da yapılan arkeolojik kazılarda M.Ö. 2500 yılına ait dokunmuş pamuk parçaları bulunmuştur. Böylece farklı kromozom ve genetik yapılı eski ve Yeni Dünya pamuklarının farklı

kıtalardan çıkması, pamuğun dünyanın değişik bölgelerinden türediğini ortaya koymaktadır. (Mangut ve Karahan,2008)

2.6.2 Pamuğun Gelişim Süreci

Pamuk bitkisi Malvaceae familyasından Gossypium sınıfına aittir. Geniş yapraklı ve kapsüller veya koza içinde tohumları olan bitkideki her bir tohum (çiğit) beyaz veya krem renkli yumuşak tüylerle kaplıdır (Şekil 2.7). Pamuk tohumlarının üzerine kısa ve uzun olmak üzere iki çeşit tüy yer alır. Kısa tüylere hav (linter), uzun tüylere ise lif (lint) denir. (Dayıoğlu,Karakaş,2007)

Şekil 2.7: Pamuğun ekim ve yetiştirme süreci



Kaynak: <http://kadirbolukbasi.wordpress.com/> [ziyaret tarihi:20,12,2013] ¹

Pamuk en çok ılık, nemli iklimlerde yetiştirilir. Ekvator ve 34.enlem derecesi arasında kalan bölgeler Sea Island ve Amerikan Upland pamuğunun yetiştirilmesi için en uygun şartları sunar. Hindistan pamuğu kışın sıcaklığın 10 °C'ın altına düşmediği ve yazın 25°C'ın üstüne çıkmadığı bölgelerde daha iyi yetiştirilir. Pamuk, optimum gelişim göstermek için, 6-7 ay arasında ılık ve sıcak hava, yeterli derecede güneş ışığı ve bol miktarda nem gerektirir. Tohum ekilmesi ve bitkinin çiçek açması arasında geçen süre 80 ve 110 gün arasında, çiçek açması ve kozanın açılması arasında geçen süre ise 55 ve 80 gün arasında değişir. Olgun lif, koza açıldıktan sonra lifin ışık ve nem ile bozulmasını minimum hale getirmek amacıyla mümkün olduğu kadar en kısa sürede toplanır. Hasadın zamanında toplanması lifin kalitesi açısından son derece önemlidir. Erken toplanırsa lif olgunlaşmadan toplanmakta ve daha sonraki işlemlerde hata

¹ Cotton Export, [ziyaret tarihi:20,12,2013]

artmaktadır. Geç toplarırsa, güneş lifin mukavemetini azaltmaktadır. Pamuk toplama işleminin elle veya mekanik şekilde gerçekleştirilebilir. (Dayıoğlu, Karakaş,2007)

2.6.3 Pamuk Tekstilinin Üretim Teknolojileri

Pamuk tarladan toplandıktan sonra, kamyonlar vasıtasıyla ırrlama fabrikasına götürülür. (Şekil 2.8) Orada pamuk lifi, tohumundan ayrıştırılır. Modern ırrlama teknikleri, temelde Eli Whitney'nin 1793 yılında ilk kez ırrlama işleminin için kullandığı teknikle aynıdır.(Fletcher,2008) (Lemire,2011)

Modern ırrlama, pamuğun tohumunu ayırmak dışında fazla rutubeti, p ve gereksiz maddeleri pamuktan ayırır. ırrlama makinesi yatay bir şaft üzerinde bulunan bir takım yuvarlak testerelemlerden oluşur. Bu testerelemler çelikten yapılmış olan kaburgalardan dışarı bakar konumdadırlar. Pamuk bu kaburgaların içine konulduğunda testerelemler pamuğu sıkıştırarak kendileriyle içeri çekip, kaburganın diğer tarafından çıkmasını sağlarlar. Daha sonra pamuk fırça veya emme gücüyle bu testerelemlerden ayrılarak paketlenmek üzere presleme bölümüne yollanır. Ortalama bir pamuk kolisi 227 kg ağırlığındadır.Pamuk tohumdan ayrıldıktan sonra kırma değerimlenlere gönderilir. Orada tiftiği giderilir. Bu lif su emme kapasitesi yüksek pamuklar, düşük değerli kumaşlar, şilteler ve selüloza ihtiyaç duyan kimyasal amaçlar için kullanılır. Daha sonra tohumların kabuğu ayrıştırılır ve hem evcil hayvanlar için yem olarak kullanılır, hem de plastik malzeme yapımında kullanılır.(Fletcher,2008)

Şekil 2.8: ırr makinesi



Pamuk, ırırlama fabrikasında paketlenen sonra sınıflandırılır. Bu sınıflandırma işlemi pamuğun karakterine, derecesine ve lifin uzunluğuna göre yapılır. Lifi uzunluğu kumaşın dayanıklılığını etkiler.

Pamuk, lif uzunluğuna göre; *ok kısa pamuklar* (1.9 cm'den kısa olanlar), *kısa pamuklar* (2 cm - 2.3 cm), *orta uzunluktaki pamuklar* (2.3 cm – 2.8 cm), *normal uzunluktaki pamuklar* (2.8 cm – 3.5 cm) ve *ekstra uzunluktaki pamuklar* (3.5 cm'den uzun olanlar) olmak üzere beş guruba ayrılır. (Fletcher,2008)

2.6.4 Pamuk Tekstilinde İplikleme ve Dokuma Teknolojileri

Pamuktan elde edilen kumaşlar iplikleme ve dokuma yoluyla üretilir. İplikleme işlemi genellikle hazırlık, temizleme, toplama, taraklama, tarama, iplik bükme ve iplikleme işleminin kendisini barındırır. ırırlama işlemi gerçekleştikten sonra elde edilen paketler açıldıktan sonra, harmanlama besleyici adı verilen bir makineye gönderilir. Bunun amacı bütün liflerin aynı kalitede elde edilmesidir. Daha sonra lifler toplayıcı adlı makineye gönderilerek, kalan dal ve yaprak gibi gereksiz Őeylerinden ayrıştırılır. Bu işlemden sonra toplayıcı makinesi pamuk liflerini temizleyerek, lifleri rulo haline getirir. Bu rulolar 46 cm çapında ve 114 cm genişliğindedir.

Bu pamukların Şekli, eczanelerde satılan pamuklarla aynıdır. Bu işlemden sonra pamuk lifi taraklama makinesine gönderilir ve orada parmak çapında bir halat Şekline getirilir. Daha sonra pamuğu sıkılaştırıp, kalitesini yükseltmek için tarama makinesine gönderilir. Tarama işlemi gerçekleştikten sonra iplik bükme işlemi gerçekleşir. Bu aşamada lifler kıvrılıp bükülerek ip haline getirilir. Son olarak bu ipler bir makaranın etrafına sarılır. Dokuma işlemi ise ipliklerin doğru aırlarla birbirlerine geçmesiyle gerçekleşir. Temelde yalın, fitilli ve saten olmak üzere üç çeşit dokuma biçimi vardır.(National cotton council,1953)

Pamuk ipliği lif özelliklerine göre, üç sistemde sınıflandırılır. Penye İpekiliği (ince ve uzun liflerden oluşur). Karde İpekiliği (kalın ve kısa liflerden oluşur). Vigoine iplikçiliği (karde ve penye iplik artıklarından yapılır). Pamuk ipliği oluşum özelliklerine göre, genellikle sistemde sınıflandırılır. Rink iplik (Klasik iÇ sistemi ile bükülerek oluşur). open-end iplik (Hava basıncı ile liflere tur verilir). (Cotton export)

2.6.5 Pamuk Tekstilinin Kullanım Alanları ve Özellikleri

Pamuk, doğal veya suni liflere göre daha kullanışlı ve daha dayanıklı bir karakteristiğe sahiptir. Pamuk tekstilleri ortamı sıcak veya serin tutabilirler. Su geçirmez veya emici olabilirler. Aleve dayanıklı veya yanıcı olabilirler. Bu karakteristik özelliklere göre pamuğun kullanım yerleri konut, sanayi ve askeri ihtiyaçlara göre değişiklik göstermektedir. (National cotton council,1953)

- i. *Aşınma Kalitesi:* Laboratuvar ortamında yapılmış olan testler, pamuğun diğer tekstillere göre daha az aşındığını ortaya çıkarmıştır. Pamuk kuru olduğunda diğer tekstillere göre aşınmaya karşı daha dayanıklı olmaktadır. Bu fark rutubetli ortamlarda veya tekstiller tamamen ıslak olduğunda, daha net ortaya çıkmaktadır.
- ii. *Yıkanabilirlik Kalitesi:* Pamuk tekstilinin yıkanabilir olması konut içi kullanımda kolaylık sağlamaktadır. Bu özellik, üreticiler ve kullanıcılar tarafından yapılan çeşitli bilimsel testlerle ispatlanmıştır. Pamuk tekstili sabun gibi alkalilere karşı dayanıklılık göstermektedir. Islak olduğunda dayanıklılığının artması, pamuk tekstilinin devamlı yıkanabilir olmasını sağlar.
- iii. *Emiş Gücü:* Pamuk tekstilinin eczanelerde satılması, onun ne kadar güçlü ve hızlı bir emici olduğunu göstermektedir. Emiş gücünün yüksek olmasına rağmen, çok düşük bir kuruma süresi vardır. Çok sıkı işlenmiş pamuk tekstilleri bile su buharını geçirme özelliğine sahiptir.
- iv. *Serin Tutma:* Pamuk tekstili ne kadar ince olursa, o kadar serin tutar.
- v. *Sıcak Tutma:* Yakın bir tarihe kadar herkes yünün çok kalın ve sıcak tutan bir kumaş olduğunu düşünüyordu. Fakat günümüzde sıcak tutmanın kumaşın türüne bağlı olmadığı ortaya çıkmıştır. Sıcaklık, kumaşın kalınlığı, yapısı ve kaplamasına bağlıdır.
- vi. *Kırışma Kalitesi:* Kumaşların kullanıcıları rahatsız eden özelliklerinden biri de ıslak olduklarında kırışmalarıdır. Fakat pamuk, diğer kumaşlara göre daha az kırışır.
- vii. *Renk Koruyuculuk:* Pamuk tekstili, diğer tekstillere göre üzerinde bulunan rengi daha uzun süre korur.

- viii. *Dayanıklılık*: Pamuğun dayanıklılığı neredeyse yapısal bir çeliğe eşittir. Yapılan teknik araştırmalar pamuğun ıslak olduğunda dayanıklılığının diğer liflerden elde edilen kumaşlara göre yüzde yirmi daha fazla olduğunu göstermişlerdir.
- ix. *Esneklik*: Kumaşın sert yapı malzemelerinden ayıran bir özellik ise esnekliktir. Kumaşın esnekliği, üretiminde kullanılan lifin türü ve yapısına bağlıdır. Sert liflerden esnek kumaşlar elde etmek zordur. Fakat pamuk, cam, keten ve kenevire göre daha az sert olduğundan dolayı ve aynı zamanda naylon, viskoz ve yünden daha dayanıklı olduğundan dolayı oldukça esnek ve kullanışlı bir kumaştır.
- x. *Geçirgenlik*: Pamuk tekstili havayı geçirecek veya engelleyecek şekile dikilebilirler. Aynı zamanda oldukça sıkı dikimlerde bile su buharının geçmesini sağlarlar.
- xi. *Gerdirebilirlik*: Kumaşın gerdirebilirliği, lifin türü ve yapısına bağlıdır. Pamuk, diğer kumaşlara göre daha gerdirebilir bir yapıya sahiptir ve çok düşük veya yüksek gerdirebilme karakteristikleriyle üretilebilmektedir. Çirçirleme sürecinde yüksek kıvrımlar, kumaşın uzunluğunun yüzde yüzü kadar bir gerdirebilirlik sağlar. Farklı çirçirleme yöntemleriyle kumaşın daha az gerilmesi de sağlanabilmektedir.
- xii. *Isı Direnci*: Pamuk tekstilleri ısıya karşı yüksek direnç gösterirler. Pamuk tekstilleri genellikle 80-90°C'de yıkanabilir ve 200°C'de ütülenebilirler. Pamuk tekstilleri yüksek ısı karşısında şekillerini kaybetmezler. Çünkü pamuk ütülenmekten dolayı erimez, çekmez ve esnemez.

2.6.6 Pamuk Lifinin Kimyasal Yapısı

Ham pamuk selüloza ek olarak bir bitkisel hücrenin içerdiği maddeleri içerir. Bunlar protein ve pektinler, anorganik maddeler, yağlar, ve buna bağlı daha basit azot bileşikleri, organik asitler, mineral maddeler ve doğal renk maddeleridir. Tipik bir olgun pamuk lifinin kimyasal bileşimi (Tablo 2.3) de verilmektedir.

Tablo 2.3: Pamuk lifinin kimyasal bileşimi (kuru ağırlığa göre)

Bileşim	%
Selolüz	88-96
Protein ve Petkin	1.5-5.0
Anorganik madde	1.0-1.2
Vaks ve Yağlar	0.5-0.6

Kaynak: Dayıoğlu, H., Karakaş, H., 2007.

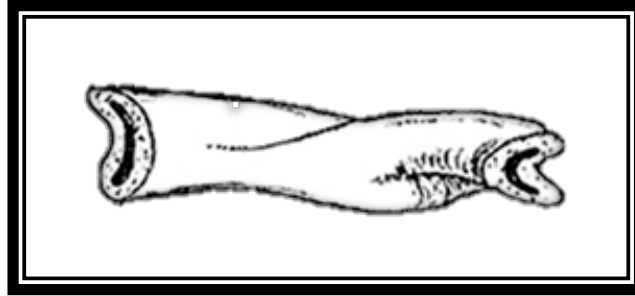
2.6.7 Pamuk Lifinin Özellikleri

Pamuk lifinin özellikleri, diğer liflerden kolaylıkla ayrılmasını sağlar. Tek bir hücreden oluşan lif mikroskop altında incelendiğinde, uzunluğu boyunca merkezi bir kanal veya lümenin yer aldığı bükülmüş ve çökmüş düz bir tüp şeklinde görülür. (Şekil 2.9) İçi boş olan lümen kısmında hava bulunur ve pamuğun sıcak tutma özelliği bu havadan kaynaklanmaktadır. Pamuk lifinin özellikleri: (Dayıoğlu,Karakaş,2007)

- i. *Lif uzunluğu:* Uzunluklarına göre liflerin sınıflandırılması ve yüzdeleri; Kısa lifler - Pamuk liflerinin yüzde 90'ı. 26mm'den daha kısa (Örneğin Doğu Hindistan' da Bengal cinsi) Orta uzun lifler Pamuk liflerinin yüzde 1 -3' u 26 ile 29 mm (örneğin ABD de Upland cinsi) Uzun lifler - Pamuk liflerinin yüzde de 7 ile 8'i-30 ile 38 mm (örneğin Mısır'da Mako cinsi) Çok uzun lifler - Pamuk liflerinin yüzde 2 ile 3 ü 39 mm ve daha fazla, kalite açısından en iyi pamuktur (Örneğin Güney Amerika da Peru cinsi. ABD de Sea Island cinsi).
- ii. *Lif inceliği:* Pamuğun lif İnceliği lifin uzunluğu ile bağlantılıdır. Buna göre en uzun lifler en inceleridir. Her bir lifin çapı 0.012 ile 0.045 mm arasındadır.
- iii. *Kıvrım:* Pamuk, kıvrımlı değildir, Mikroskop altında bakıldığında lifin kendi çevresinde dönmüş olduğu görülür.
- iv. *Renk:* Pamuğun rengi yetiştiği bölgeye göre değişir. kar beyaz, beyaz, krem rengi, sarımtırak, gri, sarı, kahverengi
- v. *Parlaklık:* Pamuk doğal bir matlığa sahiptir. Merserizasyon işlemi ile kolayca parlatılabilir.

- vi. *Nem çekme özelliği*: Pamuk normal iklimde kendi ağırlığının yüzde 8,5'i; aşırı nemli ortamlarda ise yüzde 32'si kadar nem çektiği halde bu nem hissedilmez.
- vii. *Buruşma özelliği*: Pamuk, selülozik bir lif olduğundan çok buruşur.
- viii. *Kopma dayanıklılığı*: Uzun lifli pamuklar çok sağlamdır. Yaş kopma dayanıklılığı, kuru kopma dayanıklılığından fazladır.
- ix. *Sürtünme ve aşınma sağlamlığı*: Lifin sürtünme sağlamlığı fazladır bundan dolayı uzun süre kullanılabilir.
- x. *Sıcak tutma özelliği*: Çok azdır, çünkü söz konusu lif ısıyı çevreye çok İyi aktarır.
- xi. *Zararlılara karşı dayanıklılık*: Pamuk, küf mantarlarından çok çabuk etkilenir. (Türk, 2009)

Şekil 2.9: Pamuk lifinin şematik resmi



Kaynak: Dayıoğlu, H., Karakaş, H., 2007.

2.6.8 İç Mekan Tasarımında Pamuk Lifinin Kullanım Alanları

Pamuk kullanımı beşikten mezara kadar bir insanın hayatında önemli bir rol oynamaktadır.

Pamuk, selüloz, kâğıt, sabun ve yağlı boya, barut ve film malzemesi gibi birçok alt sanayide önemli bir hammadde olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden pamuk ticareti son derece büyük olan önemli bir tarımsal ürün konumundadır. Pamuk esas olarak lifleri için üretilmekte ise de yan ürünü olan çiğidinden dünya genelinde 4 milyon tonun üzerinde pamuk yağı üretilmekte, Türkiye’de ise 140–150 bin tonluk bir üretimle bitkisel yağ üretimine katkı sağlamaktadır. Yağ alındıktan sonra kalan küspesinin de yüzde 40–45 oranında protein içermesi gerek dünyada gerekse Türkiye’de yem sanayinde önemli bir girdi olarak kullanılmasını mümkün kılmaktadır (Sabır,Güzel,2010).

Türk tekstil sanayi, sağladığı katma değer, tekstil ihracatının ülke ekonomisine kazandırdığı döviz miktarı, emek yoğun işgücü olması nedeniyle yaratılan istihdam hacmi ile vazgeçilemez bir sektördür. Ülkemizin lokomotif sektörü olan tekstil sanayimizin stratejik ham maddesi ise pamuktur. Tekstil sanayimizde olduğu kadar harp sanayinin de önemli bir hammaddesidir. Pamuk sahip olduğu bu özellikleri ile stratejik bir ürün olup uluslararası ticarete yeri büyüktür. Pamuk sentetik elyaf üretimi karşısında dahi öneminden bir şey kaybetmemiştir. (Güzel,2010)

Pamuk tekstilde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. İç giyim, üst giyim, ev tekstilleri ve endüstride çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Endüstri bitkileri içinde lif ve yağ bitkilerinin her ikisine de giren pamuk, birçok sanayinin temel hammaddesini karşılayan önemli bir bitkidir. Lifi ile tekstil sanayinin, çekirdeğinden elde edilen pamuk yağı ile bitkisel yağ sanayinin, kapçık ve küsmesi ile yem sanayinin ayrıca lifleri ile sellüler sanayinin ham maddesini teşkil etmektedir. (Mangut ve Karahan,2008)

Pamuk linter hamuru; odunsu ve metal nesnelere ile mimari kaplamalar da kullanılan nitroselüloz verniklerin üretiminde kullanılmaktadır. Tekstil atıkları ve pamuk linter hamuru; suda çözünebilen, yüksek viskozite ve molekül ağırlığına sahip eter polimerlerinin üretiminde kullanılır. Bu polimerlerden, metil selüloz, karboksi metil

selüloz ve hidroksi etil selüloz; boya, duvar kağıdı pastası, birleştirme elemanı, petrol kuyusu açma çamuru üretiminde kullanılmaktadır. Pamuk artıkları keçemsi hale getirilerek; düz ve eğik satırlar ile hava akımına mani olunacak yerlerde (çatılarda) tercih edilen organik asıllı izolasyon malzemelerinin yapımında kullanılmaktadır. Pamuk ve jüt artıkları; sıcak su geçen boruların izolasyonunda kullanılan halat ve hortum şeklindeki organik izolasyon malzemeleri yapımında kullanılmaktadır.(Koza,2010)

2.6.9 Pamuğun Akustik Özellikleri

Kimyasal liflere oranla mikroba ve yangına karşı daha dirençli olan pamuk lifleri, daha düşük maliyetli olup hafifliğı ve biyolojik özellikleri ile öne çıkmaktadır ve formaldehit madde içermez.(Chavhan,2012)

Pamuk lifleri darbeye karşı dayanıklı ve esnek bir yapıya sahiptir. Kompozit malzemelere göre ses emme katsayısı yüksektir. Pamuk elyafı, cam elyafı gibi başka elyaflar ile kıyasladığımızda, 100 ila 6400 Hz aralığında, yüksek bir ses emme özelliğı ile ön plana çıkar. Organik ürünler, yetiştirilme süreçlerinde herhangi bir kimyasal kökenli madde ile takviye edilmedikleri taktirde insan sağılığını, bu yönüyle tehdit etmeyen ve çevre dostu ürünlerdir. Doğada çözünebilir olduğı için çevre dostu ve geri dönüşebilir. Aynı zamanda mantar ve küfe karşı dirençlidir.

3. AKUSTİK TASARIM

Akustik sesin yansıma, kırılma, emilme etkisini içeren bir bilimsel çalışma olarak tanımlanmıştır.

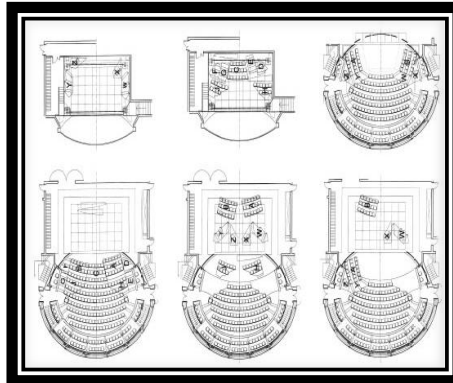
Mimarlıkta akustik tasarımı, mekan içinde yürütülen fonksiyona uygun akustik konfor koşulları sağlamak amacıyla yapılan bir tasarım sürecidir. Yani mekanın işlevine uygun çınlama özelliklerine sahip olması, mekan içinde yankı ve benzeri akustik hatalar ve oluşan sesi, sesin özelliğine uygun olarak berrak, net ve mekan içinde konumlara göre büyük farklılık göstermeden ve bozulmadan dinleyicilere ulaşması şeklinde özetleyebiliriz. (Çalışkan, M.)

Kültürel faaliyetlerin sergilendiği salonlar ve işitmenin önemli olduğu mekânlarda ses kaynağından çıkan seslerin dinleyicilere, düzgün ve dengeli bir biçimde iletilmesi gerekir. Akustik tasarım, yapılar henüz mimari proje aşamasındayken göz önünde bulundurulmalı ve yukarıda belirtilmiş olan gereksinimlere göre tasarlanmalıdır. Konser salonu, tiyatro veya ses kayıt stüdyosu gibi farklı işleve sahip hacimler farklı akustik özellikler göstermelidir ve akustik tasarım süreçleri bu farklılıklara bağlı olarak ele alınmalıdır. (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2) (Erdem Aknesil, 1998)

Şekil 3.1: Hampstead Theatre, London



Şekil 3.2: Hampstead Theatre, London



Ses dalgalarının oluşumunu, iletimi, işitme- algılama- etkilenme ve ölçüm ve kontrol teknolojileri ve uygulamaları kapsayan ve kısaca ses olayı ile ilgili tüm konuları içine alan akustik; ses bilimi ve tekniği olarak tanımlanır. Akustik biliminin kronolojisi ve geçirdiği evreler; Pierce, Lang, Fahy, Bersnek, Crocker, v.b. gibi günümüzün önemli bilim adamları tarafından incelenmiştir.

3.1 AKUSTİĞİN TARİHÇESİ

Eski Yunancada "işitmek" anlamına gelen akustiğin kökeni "akouein" kelimesinden gelmektedir ve metafizikçi ve filozof Aristoteles ile ilk çağlara uzanır. (Kurra, 2009)

İçerisinde sesin oluşumu, aktarımı, analizi ve algılanmasını barındıran bir bilim dalıdır. Yunanlar ve Romalılar zamanında yapılmış olan açık hava tiyatrolarında akustiğe önem verildiğini gösteren hiçbir kanıt yoktur. Büyük bir ihtimalle onlar sadece görüş açısı sorununu çözmeye çalışmışlardı fakat bu sayede kabul edilebilir bir duyum da elde etmişlerdi. Onlar yarım daire şeklinde eğimli bir oturma düzeni tasarlayarak seyirciyi sahneye olabildiğince yaklaştırmışların sonucunda kabul edilebilir bir duyum kalitesine ulaşmışlardı. Sahnede oyuncuların duygularını ve yüz ifadelerini abartarak daha anlaşılabilir kılmak ve seslerini güçlendirebilmek için büyük maskeler kullanıyorlardı.(Şekil 3.3) Daha sonralarda Romalılar sesin yeterli miktarda yansımaları ve arka koltuklara kabul edilebilir bir ses kalitesi iletilebilmesi için sahnenin yukarısını büyük bir tavan ve her iki yanını duvarlarla kapattılar. (Doelle,1965)

Şekil 3.3: Tiyatroda kullanılan maskeler



Pisagor, 2500 yıl önce müzikteki ses ilişkileriyle ilgili araştırmalar yapmıştır. Daha sonra Vitruvius, oditoryumların mimari açıdan akustik tasarımını açıkladı.(Mommertz,2009)

Tarihte M.Ö. 1.yüzyılda akustik tasarıma verilebilecek ilk referans Vitruvius tarafından yapılmıştır. Vitruvius tarafından açıklanan binanın antik dünyasında olduğu gibi, 17. ve 18. yüzyıldaki tasarımcıların dikkatini binanın i akustiğine çeken şey, konuşmanın anlaşılabilirliği oldu. 18. yüzyılda akustiğin önemi müzikal enstrümanların gelişmesi ve toplumun elit kesimlerindeki popülasyon artışı sebebi ile artış göstermiştir. (Addis,2007)

1800'lü yıllarda ortaya konulmuş bulunan ses dalgalarının yayılma teorilerini, kırılma (difraksiyon) ve yansıma teorileri geliştirilerek yeni uygulama alanları bulmuşlardır. (Kurra, 2009)

19. yüzyılda akustik, bir bilim dalı olana kadar ilerleme gösterdi. 20. yüzyıldan itibaren ise binalar ve odalar akustiğe de dikkat edilerek tasarlanmaya başladılar. Duymak ve anlamak iletişimin öncelikli gereksinimlerindedir. (Mommertz, 2009)

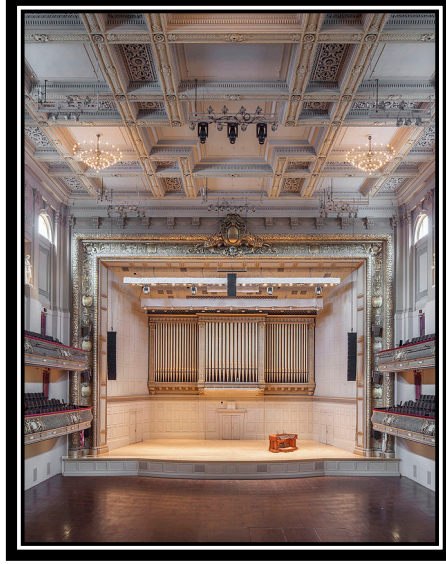
Modern akustik tarihi, Cambridge'deki Harvard Üniversitesinde bulunan Fogg Art müzesindeki konferans salonuyla başlamıştır. Bu bina 1895 yılında yapıldığında akustik açıdan bir faciaydı. Bu sebeple konferans salonu kullanılamıyordu. Fizik departmanında bulunan Wallace Clement Sabine adındaki 27 yaşında bir asistandan bu soruna bir çözüm bulması istendi. Araştırmasının başlangıcında binada bulunan bazı odaların akustiğinin iyi olduğunu, bazı odaların ise akustiğinin orta ve kötü olduğunu fark etti. Sabine birkaç meslektaşıyla birlikte, dışarının ve metronun sesinden rahatsız olmamak için, gece geç saatlerde ve sabahın erken saatlerinde çalışmayı tercih ediyordu. Benzer ortamlardaki ses kalitesini ölçüp inceliyordu. Org borularından oluşan reverberasyon süresini ölçebilmek için kendi kulağı ve kronometreyi kullanıyordu. Uzun çabalar sonucunda yapı malzemeleri için reverberasyon denklemini ve emme katsayısını buldu.

Bir odanın reverberasyon süresinin o odanın hacmiyle doğru orantılı ve odanın duvar, tavan, taban ve döşemesinden kaynaklanan emme katsayısıyla ters orantılı olduğunu keşfetti. (Şekil 3.4) ve (Şekil 3.5) (Binggeli,2010)

Şekil 3.4: Senfoni salonu, Boston



Şekil 3.5: Senfoni salonu, Boston



3.2 AKUSTİK İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

Yapıların akustik açıdan doğru tasarlanması, yapı ve hacim akustiği konularının temel bileşeni olan sesin özelliklerinin bilinmesi ile olanaklıdır.(Erol,2006)

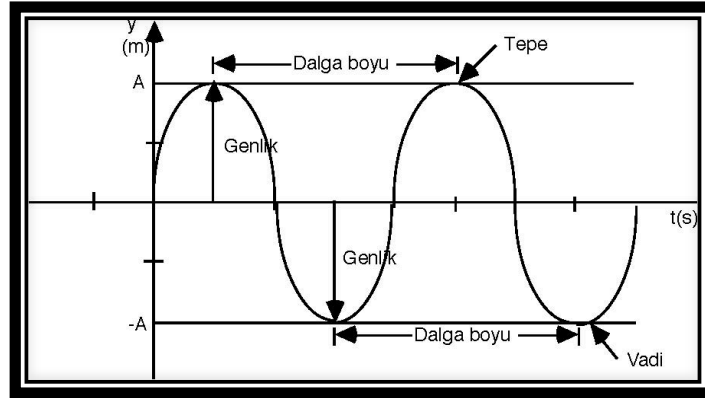
3.2.1 Ses

Elastik bir ortamdaki parçacıkların titreşmesi ile ortaya çıkan dalgalar ses olarak adlandırılır. Ses kulaklarımız tarafından algılanan basınç değişimleridir. Bir enerji olarak açıklanan ses, ortamın özgül ağırlığına, esnekliğine ve koşullarına bağlı olarak değişim göstermektedir.(Erol,2006)

3.2.1.1 Ses dalgalarının özellikleri ve dalga boyu

Basit harmonik bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncı zamana bağlı olarak değişmektedir. (Şekil 3.1) (Küçükali, 2010)

Şekil 3.6: Basit harmonik bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının zamanla değişimi



Kaynak: Küçükali, M., 2010.

Titreşim hareketinin bir devir süresi boyunca aldığı mesafeye verilen addır.

Dalga boyu λ harfi ile gösterilir. Birimi metre (m)'dir. Hem titreşim hareketinin özellikleri, hem de ortamın özellikleri ile bağlantılıdır. (Denklem 3.1)

$$\lambda = c/f \quad (3.1)$$

λ = Dalga boyu (m)

c = Sesin yayılma hızı (m/sn)

f = Frekans (Hz)

3.2.1.2 Sesin tanımına yardımcı olan kavramlar

3.2.1.2.1 Periyot

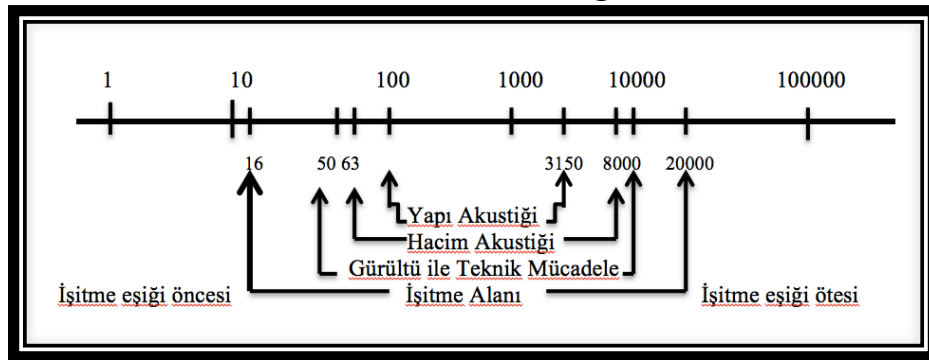
Basıncın birbirini izleyen en büyük iki değeri arasında geçen zamana devir süresi veya periyot denir. T ile gösterilen periyotun birimi, zaman birimi olan saniyedir (Denklem 3.2). (Küçükali, 2010) Periyot kavramı çoğu zaman frekanla karıştırılır. Periyot, bir şey yapmak için gereken süreyi ifade eder. Bir olay art arda meydana geldiğinde, o zaman olay periyodik olarak adlandırılır ve bir parçacığın tam bir titreşim döngüsünü yapmak için bir ortam üzerinde zamana denir. Aşağıdaki denklemin gösterdiği gibi Frekansla ters orantılıdır.

$$T = \frac{1}{f} \quad (3.2)$$

3.2.1.2.2 Frekans

Periyot, “bir basınç değişim devri için geçen zaman” olarak tanımlanabildiğine göre; frekans “birim zamandaki basınç değişim devri sayısı”dır. Bu tanımlamalardaki “basınç değişim devri” ile anlatılmak istenen, basıncın aynı düzeye ulaştığı (aynı yönden yaklaşarak) birbirini izleyen iki nokta arasındaki kısımdır. Frekans ölçümleme birimi Hertz (Hz)’dir. Sağlıklı bir insanın kulağı 20 Hz ile 20000 Hz arasında titreşen sesleri duyabilir.(Şekil 3.7) (Küçükali, 2010)

Şekil 3.7: Akustikte ses frekans alanının dağılımı



Kaynak: Küçükali, M., 2010.

3.2.1.2.3 Genlik

Simgesi a , birimi metre (m)'dir. Titreşen bir taneciğin, maksimum ayrılmasına, titreşimin genliği denir. Uygulamalı alanda, havada doğan ses dalgalarının genlikleri çok küçüktür. İnsan kulağının algılayabildiği en hafif sesin genliği $0,1 \mu\text{m}$ 'dir. Genliğin üst sınırı olan $100 \mu\text{m}$ ise, kulağın zarar görme sınırındır.

3.2.1.2.4 Ses hızı (c) (celerity)

Ses hızı frekansa bağlı olarak değişmez, her frekansta ses aynı hızda gider. Ses, katılar içerisinde geçtiği zaman havaya göre daha hızlıdır. Sesin havadaki hızı, havanın nemi, sıcaklığı ve basıncına göre değişmektedir. (Denklem 3.1)

3.2.1.2.5 Ses şiddeti (I)

Vektörel ve ölçülebilir bir değerdir. Ortamdaki, ses yayınına dik bir birim alandan, birim zamanda geçen ses enerjisinin ortalama değeridir. Ses şiddeti, birim zamanda birim yüzeye düşen ses enerjisi olarak tanımlanır. Birimi W/m^2 'dir. Simgesi I ile gösterilir. (Denklem 3.3)

$$I = w/4\pi d^2 \text{ cm}^2 \quad (3.3)$$

Ses şiddeti=Ses Gücü/Toplam Küresel Alan

I = Intensity = Sesin yoğunluğu (W/m^2)

W = Ses gücü(W)

d = distance = Uzaklık(cm)

Kimi durumlarda enerji ileri ya da geri hareket ediyor olabilir. Bu durumda ses yoğunluğu ölçülemez. Net enerji akımı yoksa, net yoğunluk de yoktur.(Erol,2006)

3.2.1.2.6 Ses gücü

Ses gücü, kaynaktaki ses frekansları spektrumudur (Tablo 3.1). Simgesi W, birimi Watt (W)'dır. Bir ses kaynağı, ses gücü yayımlar ve bunun sonucunda ses basıncı oluşur.(Karabiber,1991)

Tablo 3.1: Ses güçleri ve ses gücü düzeyleri

Güç (WATT)	Güç düzeyi (dB10 ⁻¹² W)		
100 000 000	200	Uzay roketi	50 000 000W
1 000 000	180		
10 000	160	Jet uçağı	50 000W
100	140		
1	120	Büyük orkestra	10 W
0.01	100		1W
0.000 1	80	Bağrarak konuşma	0.001W
0.000 001	60	Normal konuşma	20×10 ⁻⁶ W
0.000 000 01	40		
0.000 000 000 1	20	Fısıltı	20×10 ⁻⁹ W
0.000 000 000 001	0		

Kaynak: Erol,H.,B., 2006.

3.2.1.2.7 Ses basıncı

Her ses dalgası, bir ses basınç değeriyle nitelendirilmektedir(Tablo 3.2). Bu basınç, Ses titreşimlerinin hava basıncı üzerindeki değişimleri, atmosferik basınçtan farkı olarak, oluşturmaktadır. Bir ses kaynağının yakınındaki bir gözlem noktasında, ses dalgalarının geçişinden önce, hava basıncına (P) eşit olan, durağan bir basınç vardır. Ses dalgaları, gözlem noktasından geçerken, yol açtıkları ilave basınç aşağıdaki eşitlikle görüldüğü gibidir. Simgesi p, birimi pascal (Pa) ya da mikro bar (μbar)'dır. Akustik basınç hava basıncının üzerine eklenir.(Denklem 3.4) Böylelikle gözlem noktasındaki toplam basınç aşağıda gösterildiği gibi bulunur.(Erol,2006)

$$p_a = p + p_0 \sin \delta(2\pi f)t \quad (3.4)$$

p_a = Akustik basınc (Paskal)

p_0 =Basınç genliği sabiti

f = frekans

Tablo 3.2: Ses basıncı ve tipik ses kaynakları için dB SPL karşılaştırılması

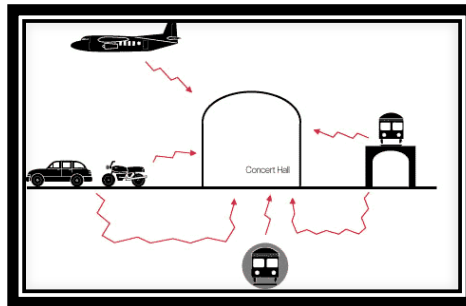
Ses basıncı (Pa)	Ses basınç seviyesi (dB)	Ses kaynağı
200.0	140	Ağrı eşiği
20.0	120	Jet uçağına yakın
2.0	100	Kaya matkabı yanında
0.2	80	Tipik bir fabrika
0.02	60	Normal bir konuşma düzeyi
0.002	40	Sessiz oturma odası
0.0002	20	Sessiz kayıt stüdyosu
0.00002	0	İşitme eşiği

Kaynak: Charles M. Salter, P.E., 2002.¹

3.2.1.3 Gürültü

İstenmeyen sese gürültü adı verilir. Bu subjektif bir konudur. Çünkü herhangi birinin gürültü olarak duyduğu bir sesi, diğer bir kişi müzik sesi olarak duyabilir. Örneğin çocukların oynama sesleri annelerine hoş gelir fakat uyumaya çalışan komşuları için rahatsızlık verir. Bu rahatsızlığın seviyesi subjektif bir konudur ve rahatsızlık veren sesin yüksekliğine bağlıdır. Rahatsız edici sesler genelde yüksek frekansa sahiptirler ve kesik kesik gelen sesler, sürekli olanlara göre daha rahatsız edici olurlar. Sabit bir yeri olmayan, hareket halindeki sesler de rahatsız edici olabilirler. Bazı zamanlar sohbet ve müzik sesi de rahatsızlık verebilir. Bazı zamanlar ise rüzgar ve yağmur sesi gibi sesler de rahatsız edici olabilirler. Korna, motor, vantilatör sesi gibi mekanik sesler ve elektronik aletlerin çıkardığı sesler de rahatsız edici olarak adlandırılır. İnsan kulağı düşük frekanslara karşı daha az hassas olduğu için düşük frekanslardaki gürültüler rahatsız edici değildir. (Şekil 3.8) (Binggeli,2010)

Şekil 3.8: Gürültü



¹ Charles M. Salter, P.E., 2002.

www.librisdesign.org/docs/AcousticsLibraries.pdf [ziyaret tarihi: 10.08.2013].

3.2.1.4 Eko

Reverberasyon süresi kısa ve yayılma yetersiz olduğunda eko oluşur. Reverberasyon süresi ne kadar uzun olursa, eko sorunu da o kadar az meydana gelir. Büyük salonlarda, sesin farklı yansımalar sonucu gecikmesi, ekoya sebep olur.

Bir kaynaktan bağımsız ve yeterli yükseklikteki ses dalgalarının bir yüzeyden yansımaları ve yeterli bir gecikmeden sonra duyulması sonucu sesin tekrar edilmesi, ekoya sebep olur. Yansımış sesin dinleyicinin kulağına kaynaktan oluşan sestən 50ms ile 80ms daha geç ulaşması sonucu berrak bir eko oluşur. (Binggeli,2010)

3.3 AKUSTİK PARAMETRELER

3.3.1 Arka Plan Gürültüsü

Akustik tasarımında, arka plan gürültüsü veya ortam gürültüsü birincil ses dışında herhangi bir sestir. Arka plan gürültüsü, bir gürültü kirliliğidir. Bu gürültü, gürültü düzenlemelerin belirlenmesinde önemli bir kavramdır. Trafik gürültüsü, alarmlar, hayvanlar ya da kuşların sesi, buzdolabı veya klimadan gelen ses, motor gibi cihazlardan gelen mekanik gürültü ve insanların konuşması gibi çevresel sesler arka plan gürültüsüne örneklerdir. (Şekil 3.9)

Şekil 3.9: Arka plan gürültüsü



3.3.2 Reverberasyon (Yankı) Süresi

Uzun yıllar boyunca bir alandaki dinleti kalitesini etkileyen tek parametrenin reverberasyon süresi olduğu düşünülürdü. Ses kaynaktan dışarı çıktığında ilk olarak kulağa ulaşan ses direkt sestir. Direkt sestten birkaç milisaniye sonra erken ses kulağa ulaşır. Erken sestten hemen sonra kulağa ulaşan ses ise yankıdır. Reverberasyon süresinin hesaplanması için Sabine formülü kullanılmaktadır.(Denklem3.5) (Mehta,Johnson,Rocafort,1999)

$$RT = \frac{(0.161v)}{A} \quad (3.5)$$

RT: reverberasyon süresi

V: kabuğun hacmi (m^3)

A: kabuktaki toplam soğurma olarak (m^2)

3.3.2.1 Reverberasyon Süresinin Özellikleri

- i. Hacim – Sesin dinleyiciyi sarması
- ii. Sıcaklık
- iii. Parlaklık
- iv. Sesin Yükseklik Seviyesi

Bir konser salonunda yalnızca tek bir tür müzik icra edilemeyeceği için ortalama bir reverberasyon süresinde karar kılınması gerekir. Dikkatle seçilmiş ve kontrol edilmiş bir reverberasyon süresi sesin dolgunluğuna ve müziğin yüksekliğine, çözünürlüğüne ve yayılmasına yardımcı olur. Fakat reverberasyon süresi tek başına bir konser salonunun müzik icrası için uygun olup olmadığını garanti edemez. Sadece sesin daha iyi duyulmasındaki etkenlerden biridir.

Başlangıçtaki gecikme süresi yirmi milisaniyeden az ve direkt ses yankılı sestten yeterli miktarda yüksek olduğunda, yani dinleyiciler sesin kaynağına makul derecede yakın olduklarında ve eko olmadığında sesin çözünürlüğü kabul edilebilir seviyeye ulaşır.

Ciddi akustik sorunlarından biri de bas sesleri büyük alanlara (2500 koltuktan fazla) dağıtamamaktır. Bu sorun müzik aletlerinin yeterli olmayışından kaynaklanmaktadır. Çoğu zaman sadece harmonikleri duyulur. Sesi bütün salona aynı kalitede ulaştırabilmek için salonda fazla miktarda çıkıntı olmaması gerekir. Sesin direkt olarak dinleyicilere ulaşabilmesi için, dinleyiciler engelsiz bir görüş açısına sahip olmalıdırlar. Balkonlar uygun büyüklükte olmalıdırlar ve iç bükey formda tasarlanmamalıdırlar. Bir konser salonundaki ses frekansları, günlük hayatta oluşan ses frekanslarından daha geniştir. Müzik aletlerinde frekans aralığı 30 hertz'den 12000 hertz'e kadardır. (Ranganathan)

3.3.3 Erken Sönümlenme Süresi (EDT)

Ses kaynaktan dışarı çıktığında ilk olarak kulağa ulaşan ses direkt sestir. Direkt sestten birkaç milisaniye sonra erken ses kulağa ulaşır. Erken sönümlenme süresi ses kaynağı kapatıldıktan itibaren mekan içerisindeki ses enerjisinin 10dB düşmesi için gereken sürenin altı katı uzunluğundaki süreyi ifade eder. (Ranganathan)

3.3.3.1 Erken sönülme süresinin özellikleri

- i. Reverbrasyon Süresi – Erken Düşme Süresi
- ii. Berraklık
- iii. Yakınlık
- iv. Hacim – Sesin lateralizasyonu (Ranganathan)

3.3.4 Berraklık (C80)

Netlik sesin her ayrıntısının algılanma derecesini tanımlar. Bunun zıddı her şeyin geç ulaşan yansımış ses bileşenleri ile bulanıklaşması, flulaşmasıdır. Yani netlike büyük oranda yansımanın tamamlayıcısı olan bir özelliktir.(Yükselen Can,2012)

Berraklık (C80), teknik olarak alıcıya gelen erken ses enerjisinin (ilk 80ms içerisinde gelendirek ses düzeyinin) geç gelen ses enerjisine (80ms sonrasında gelen yankılanan ses düzeyine) oranıdır. Müzikal bir aktivitede detayların anlaşılabilmesi için berraklık

(C80) değerinin belli sınırlar içerisinde olması gerekmektedir. Bu sınırlar koro ve dinsel ayınler için -1 ve +3 dB aralığıdır. .(Odabaş,Gül, alışkan,2011)

C impuls yanıtında 80 (ya da 50) ms'den önce ve sonra gelen seslerin dB cinsinden oranıdır. Oran büyük olduğunda erken sesler baskın olur yani ses netleşir. Bu nedenle konuşma amaçlı hacimler için C50, müzik amaçlı hacimler için ise C80 kullanılır.(Yükselen Can,2012)

3.3.5 Konuşma İletim İndisi (STI)

Konuşma iletim indisi (STI), konuşma iletim kalitesinin lsdr ve konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgilidir. Konuşmanın iyi ve net bir şekilde anlaşılabilmesi için konuşma kalitesinde etkili olan frekans bantlarında ses sinyalinin korunması, arka plan gürültüsünden ve uzun çınlama süresine sahip olan mekanlarda yankılanan ses enerjisinden etkilenmemesi gerekmektedir.(Odabaş,Gl,alışkan,2011)

3.4 AKUSTİK MALZEMELER

Bütün yapı malzemeleri akustik özellikler taşır. Tüm malzemeler sesin emilmesini, yansımısını ve geçişini etkilerler. Ses bir yüzeğe çarptığında ya emilir, ya yansır, ya da geçer. Fakat hiçbir malzeme sesi yüzde yüz olarak emmez, yansıtma ve geçirmez. rnek vermek gerekirse beton veya tuğla daha çok yansıtıcı malzeme olarak kullanılır. Fakat gözenekli beton daha çok emici malzeme olarak kullanılır. Sert yüzeyleri kaplayan ince tekstiller sesi emmek yerine daha çok sesin yansımısına sebep olur. Ama kalın ve dalgalı yapıya sahip tekstiller daha çok sesin emilmesine yardımcı olurlar.

Eski kiliselerde kullanılan taşlar ve onların polifonik özellikleri göz önüne alınarak, son zamanlarda üretilen akustik tekstillerde yüzeyler daha sert bir yapıya sahiptirler. Bu tekstiller yansıtıcı yüzey olarak kullanılmaktadır. Tekstillerin retimi sırasında akustik özelliklerini geliştirmek için, ilerine çeşitli malzemeler konulur. Tekstilin içine eklenecek bu malzemelerin içeriği tekstilin kendi içeriği kadar önem taşır. Bu eklenecek malzemeler tekstillerin performansına etki eder. rnek olarak sıkı dokunmuş vinyl ve teflon kaplamalı kumaşlar diğer kumaşlara göre daha fazla yansıtma özelliğine sahiptirler.

Tekstil malzemeleri son zamanlarda en çok kullanılan malzemelerdir. Bunun sebebi tekstil malzemelerinin diğer malzemelere göre daha az maliyetli ve estetik özelliğe sahip olmalarıdır. (Willmert, 2009)

Yaygın şekilde kullanılan ses yansıtıcılar; alçı plak, sunta lam, yonga levha, masif ahşap paneller ile beton metal (özellikle alüminyum), plastik ve taş kaplama malzemelerdir. Yansıtıcı olarak kullanılan yüzeylerin etkili olabilmesi için 25 kg/m^2 'den küçük olmaması lazım. Salonlarda kullanılan ses yutucu malzeme gözenekli, delikli plak veya kumaş arasında cam yünü, taş yünü, cam lifi, ahşap ve mineral lif olarak kullanılmaktadır. Poliüretan ve melamin gibi köpüklü elemanlar ise genellikle akustik kumaş giydirilerek yüzeyler uygulamaktadır. Delikli plak alçak frekanslarda sesin yutulmasına etkilidir ve gözenekli ses yutucu malzemeler ise yüksek frekanslarda sesin yutulmasını sağlamaktadır. (Kavraz,2008)

1949 yılında Aspen müzik festivali bir çadır içerisinde yapılmıştı. Bu çadır ağır olmasına rağmen, sesin yansıtılması için de bir o kadar hafifti. Bu çadırın içindeki son katman teflon kaplı bir cam elyafından yapılmıştır. Deneme aşamasında bu çadırın orta frekans seslerde alçak seslere göre daha kullanışlı olduğu fark edilmiştir. Bu sorunu çözebilmek için sahnenin etrafına ve tavanına tahta paneller yerleştirildi. (Şekil 3.10)

Şekil 3.10: Aspen müzik festivali



Rensselaer Polytechnic Institute (RPI) sanat merkezi, müzik, dans ve tiyatro gibi faaliyetler için özel bir tasarıma sahiptir. Salonun formu ayakkabı kutusu şeklinde tasarlanmış ve iç duvarları tahtayla kaplanmıştır. Bu proje Grimshaw tarafından tasarlanmıştır. Salonun tavanı dış bükey olarak tasarlanmıştır. Bunun avantajı tavadaki elektrik ve mekanik sistemlerinin içeride kalarak gözükmemesidir. Ayrıca aydınlatma olarak da tavanın dışbükey olmasından faydalanılmıştır. Bu salonun en önemli yeri

tavanıdır. Tavan bir milimetreden az kalınlıkta tekstil panellerden oluşmaktadır. Bu panelleri paslanmaz çelik kablolar desteklemektedir. (Şekil3.11) (Willmert,2009)

Şekil 3.11: (RPI) sanat merkezi



3.5 İÇ MEKANDAKİ YÜZEYLERİN AKUSTİK AÇISINDAN BİÇİMLENDİRİLMESİ

İç yüzey kaplamalarının yansıtıcı ve yutucu ve emmici nitelikte kullanımı, hacim içerisindeki form nedeniyle oluşabilecek yankı, odaklanma vb. kusurların ortadan kalkmasını sağlayabilecektir. (Erol, 2006)

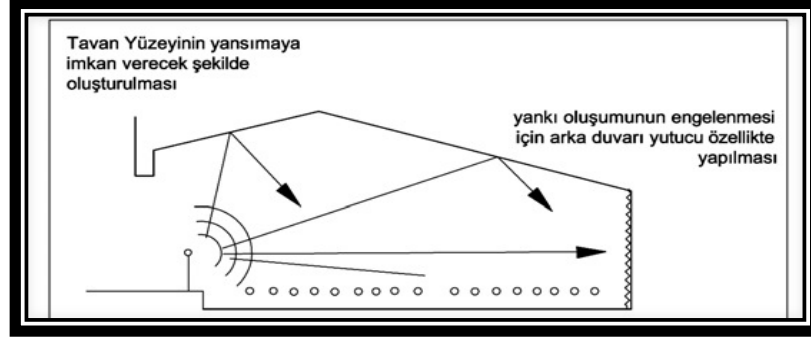
3.5.1 Ses Yansıtıcı Yüzeyler

Ses yansıtıcı yüzeyler, mekanın tavan ve duvar yüzeylerinde değişik biçimlerde kullanılabilirler. (kavraz, 2008)

Tavan ve yansıtıcı yüzeyler; İlk yansımaların oluşması ve iletilmesinde tavan formunun ve malzeme özelliklerinin önemi büyüktür. İlk yansımalar, hacim içindeki dolaysız sesi güçlendirmektedir. Bu nedenden dolayı ses düzeyinin artırılmasının istendiği durumlarda tavan yüzeyinin ses yansıtıcılık değeri artırılmalıdır. İlk yansımaların artırılması için, ses kaynağının yakınında bulunan tavan, yan yüzeyler ve kimi durumlarda arka tavan yüzeylerine yansıtıcı elemanlar yerleştirilmelidir. Bu yüzeylerin yansıtıcılık katsayıları yüksektir. Boyutlar, sesin dalga boyuna göre belirlenmelidir.

Kullanıldıkları yere göre iç-dış bükey olabilmektedirler.

Şekil 3.12 : Hacmin arka ve yan duvarlarında yankının engellenmesi



Kaynak: Erol,H.,B., 2006.

Arka ve yan duvarlar, Mekan içinde dolaysız ses ile ses kaynağından çıkıp arka duvardan yansıyan ses arasında uzun bir süre olması, yankıyı oluşturmaktadır. (Şekil 3.12). Bu nedenle mekanın arka duvarı, ses kaynağının yankı oluşturmayacağı bir mesafe olmalıdır. Arka duvarın ses yutucu özellikte olması ise yankı bölgesi oluşumunu engelleyebilir. Paralel ve uzun duvarların varlığı vurgusal yankı oluşturabilmektedir. Bu nedenden dolayı hacim içinde yüzeylerin paralel olması önlenmelidir. Bu tipteki yüzeylerin yansıtıcı nitelikte olması istenmemektedir. (Erol, 2006)

3.5.2 Ses Yutucu Yüzeyler

Ses yutucu malzemeler iki durum için kullanılmaktadır. Birinci yüzeylerden yansıyan sesleri belli bir düzeye indirmek, ses basınç düzeyini azaltmak ve reverberasyon süresini kontrol altında tutmak. İkincisi ise; iç mekan ile dış ortam arasındaki ses geçişinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmasını sağlamaktır. Küçük salonlarda optimum reverberasyon süresi için gerekli ses yutuculuk dinleyiciler tarafından sağlanabilmektedir. Mekandaki hacim artışı beraberinde mekan yüzeylerindeki ses yutuculuk miktarının artışı da gerektirmektedir.

Küçük hacimlerde yansıyan sesleri azaltmak için gerekli ses yutucu sistemlerin duvarlarda uygulanır. Büyük hacimlerde ses yutucu malzeme ve elemanların tavan veya tavana yakın duvar üst kotalarında yer alması daha etkili sonuçlar sağlayabilir.(Kavraz,2008)

a) *Gözenekli emiciler*: Emici yüzeyler pürüzlü veya lifli malzemelerden oluşmaktadır. Bu malzemeler preslenerek veya uygun bir yapıştırıcı kullanarak sıkı bir hale getirilir. Bu malzemelerin soğurma katsayısı düşük frekanslarda bile oldukça yüksektir. Bu soğurma katsayısı malzemeyle duvar arasına mesafe koyularak ve malzemenin kalınlığı arttırılarak yükseltilebilir. (Şekil 3.13)(Lord, Templeton)

Şekil 3.13: Gözenekli emici



b) *Membran emiciler*: Adın danda anlaşılacağı üzere Membran emiciler ince bir panelden oluşurlar. Panel emiciler, sert olmayan on-gözenekli bitişik hava molekülleri tarafından uygulanan basınç ses tepki olarak bükülme modunda titreşim bir hava boşluğu üzerine yerleştirilir. (Şekil 3.14)

Bu paneller genelde üç katmanlı bir tahtadan oluşurlar. Her katman emici bir paneli oluşturmak üzere gözenekli birer malzemedir. Bu paneller monte edilmiş oldukları duvarların merkezinde titreşimden dolayı oluşan düşük frekansları emmede çok yüksek performans gösterirler. Bu panellere ne kadar gözenekli malzeme eklenirse, emiş gücü o kadar yüksek olur. Bu sayede daha geniş frekansları emebilirler. (Lord, Templeton)

Şekil 3.14: Membran emiciler



c) *Oyuklu (Helmholtz) emiciler*: Bu emiciler etraflarında bulunan alana ince bir boru vasıtasıyla bağlanmış olan, içleri hava dolu kapalı alanlardan oluşurlar. Titreşimden dolayı oluşan frekanslarda yüksek emiş gücü elde edilir ve titreşimin olduğu bölgenin etrafında oluşan frekanslarda azalma gerçekleşir. Oyuklu emiciler ince bir panel tarafından örtülmüşlerdir. Üstlerinde birçok delik ve oyuk bulunur. Bu oyuklu emicilere Helmholtz Rezonatör adı verilir.(Şekil 3.15)(Lord, Templeton)

Şekil 3.15: Oyuklu (Helmholtz) emiciler



3.5.2.1 Malzemenin ses emiciliğine etki eden faktörler

Bu faktörler aşağıda sıralandığı gibi:

- i. Frekans
- ii. Kalınlık
- iii. Bağlayıcı madde
- iv. Sıkışıklık
- v. Yüzeyin pürüzlendirilmesi
- vi. Tatbik yeri
- vii. Yüzeydeki delikler
- viii. Boya'dır.(Baytin)

Ses ısıya dönüştürülen bir mekanizma tarafından yutulur. Çoğu malzemelerin yutuculuğu çoğunlukla gözenekleri üzerine dayanır. Taş yünü gibi malzemelerin pek çoğunun birçok derin delikli içten bağlantılı hücrecikleri vardır. Bunların içinde yayılan

ses enerjisinin bir kısmı hücreler içindeki direnç ve sürtünmeyle malzemenin küçük liflerini titreşimleriyle ısı enerjisine dönüşür. Eğer malzeme yeterince gözenekli ve kalın ise gelen ses dalgasının bu şekilde yüzde 95'i yutulabilir. Bir malzemenin ses yutuculuğunun etkinliği, ses yutuculuk katsayısıyla ifade edilir. Bu ifade, malzemenin yuttuğu "gelen ses enerjisi" oranını belirtir. Teorik olarak 0'dan 1'e kadar değişebilir. Yapı malzemelerinin ses yutuculukları normalde 0.01-0.099 arası değişir. Yüksek ses yutuculuk katsayılarına sahip malzemeler (0.20'den daha büyük) "ses yutucu malzeme" olarak adlandırılır. Düşük olanlar ise "ses yansıtıcı" özelliktedir. (Smarto, 2013)

3.5.2.2 Ses Yutucu Malzemeler

a. *Panel (ya da Zar Benzeri) yutucular:* Deliksiz panel ya da zar benzeri yutucular ses yutucu malzemelerin birinci grubunu oluşturur. Bu, içinde lifli malzeme bulunan bir hava boşluğu üzerine katı bir zarın örneğin kontrplak ya da sunta kaplanmasından oluşur. Katı bir yüzey üzerine (aralarında bir hava boşluğu kalacak mesafe bırakılarak) monte edilen su ve hava geçirmez zar benzeri malzemeler bir panel yutucu şeklinde hareket edip, ses dalgalarının çarpmasıyla titreşirler. (Dağsöz, Yavuz, Demirkale, Parmaksızoğlu)

Panel ya da zar benzeri yutucular kısa rezonans frekans sınırlarında alçak ve orta frekanslarda, bazı durumlarda ise yüksek frekanslarda ses yutma özelliğine sahiptirler.

b. *Boşluk ya da Helmholtz rezonatörler:* Bunlar ses yutucu malzemelerin 2. grubunu oluştururlar. Rijid duvarlarıyla kaplı gövdeleri içinde hava boşluğu bulduran ve dar bir açıklık ile çevresini saran boşluğa bağlanan ve bunun içinde ses dalgalarının ilerlediği ses yutucularıdır. Helmholtz rezonansı bir boşluktaki hava rezonansinin olgusudur. Adı çeşitli seslerin yüksekliğini göstermek için *Hermann von Helmholtz* tarafından 1850'lerde oluşturulan bir cihazdan gelir. Boş bir şişeye üflendiğinde ortaya çıkan ses Helmholtz rezonansına bir örnektir. (Dağsöz, Yavuz, Demirkale, Parmaksızoğlu)

c. *Mekan yutucuları:* Bunlar taş yünü ya da cam yünü gibi genellikle 50mm kalınlıkta 1m ile 2m alanda bağımsızca hacim için asılabilen levhalardır. Oditoryumun kendi iç

hacim yüzeyleri geleneksel akustik uygulamalar için uygun ve yeterli alana sahip değilse ses yutucu nesnelere ayrı birimler olarak tavana asılabilirler. (Dağsöz, Yavuz, Demirkale, Parmaksızoğlu)

d. *Değişken yutucular*: Aynı oditoryumun değişik kullanımları farklı reverberasyon sürelerini gerektirir. Özellikle radyo stüdyolarında gerektiğinde reverberasyon süresi ile belirgin farklılıkları sağlayacak uygulamalar yapılabilir. Aynı malzemenin parçalar ve dar çubuklar şeklindeki uygulamaları, üniform uygulamasından daha verimli olmasına rağmen montaj masrafının artması nedeniyle daha pahalıdır. Malzemelerin parçalar halinde kullanılmasında hacmin neresinde kullanılacağına dair sorunlar ortaya çıkar. Köşelerde ya da köşelere yakın yerlerde ses yutucu malzemelerin kullanılması daha etkilidir. (Dağsöz, Yavuz, Demirkale, Parmaksızoğlu)

Akustik gözenekli malzemeler, normal gözenekli malzemelere göre yüzde 90'dan daha fazla bir gözenekçe sahip olabilirler. Ses, emici malzemeler tarafından emildikten sonra, hücrelere çarpar ve ısı enerjisine dönüşür.(Chavhan,2012)

3.5.2.3 Sesin, ses emici malzemelerden geçtiği zaman oluşan akustik enerji kaybının sebepleri

- i. Sürtünmeden ortaya çıkan kayıplar: Ses basıncına bağlı olarak, hava molekülleri, ses dalgalarının frekansı ile gözenekli malzemelerin gözeneklerinde salınır. Bu salınımlar sürtünmeden ortaya çıkan kayıplara sebep olur.
- ii. Hareketten ortaya çıkan kayıplar: Ses dalgalarının akışı yönünde oluşan bir değişiklik, düzensiz gözenekler yüzünden akışın genişleme ve büzülmesine sebep olur.
- iii. Sıcaklık değişiminden ortaya çıkan kayıplar: Ses, gözeneklerden geçerken gözeneklerdeki hava moleküllerinin sıkışıp gevşemesine sebep olur. Bu olay sıcaklık değişimine neden olur.(Chavhan,2012)

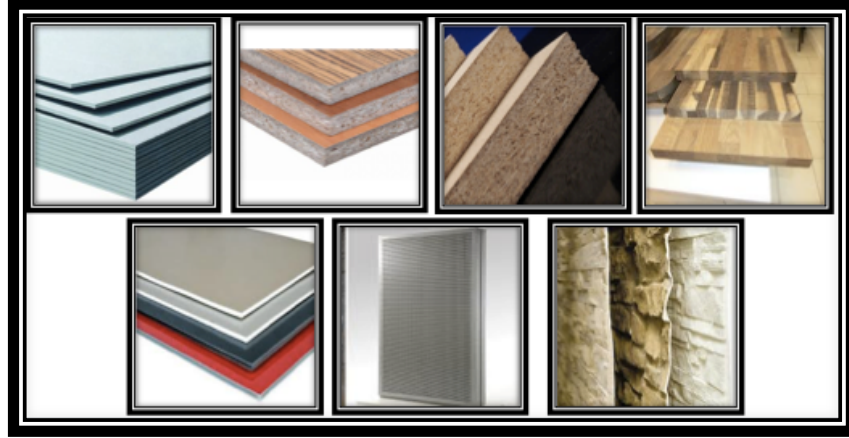
3.5.3 Ses Dağıtıcı Yüzeyler

Ses dağıtıcı yüzeyler genellikle ses yansıtıcı yüzeylerde kullanılan malzemelerle aynıdır.

3.5.3.1 Ses Dağıtıcı Malzemeler

En yaygın şekilde kullanılan ses dağıtıcı ve yansıtıcı alçı plak, suntalam, yonga levha, masif ahşap plastik ve metal, doğal ve yapay taş malzemeler de kullanılabilir. Ses dağıtıcı yüzeylerin, düşük frekanslarda etkili olabilmesi için yüzeylerin girinti ve çıkıntılarının geniş olması gerekmektedir. (Şekil 3.16)(Kavraz,2008)

Şekil 3.16: Ses dağıtıcı yüzeyler



3.6 Akustik Konfor ve Malzeme Seçimi

Mekanın kullanımına bağlı, ses düzeyi, ses iletimi ve konuşmanın anlaşılabilirlik gibi farklı akustik özellikleri, akustik konfor kavramının başlığı altında çözümler getirmelidir. Örnek olarak hastanelerde sesin seviyesini azaltmak gerekir ve okullarda hem sesin seviyesini azaltarak hem de konuşmanın anlaşılabilir olması ve kapalı mekanda canlı müzik için reverberasyon süresini dikkate almak gerekir ve mekanın işlevine göre akustik konfor sağlamak lazım. Akustik konforun sağlanması, tek malzemeli yapı elemanları kullanıldığında, o malzemenin birim ağırlığının yüksekliğine bağlıdır. Ses seviyesini düşürmek gereken mekânlarda, ses emici malzemeler kullanmak gerekir. Sesin anlaşılabilirliğini artırmak için erken yansımaları artıran ve geç

yansımaları azaltan emici malzemeleri kombinlemek gerekir. Reverberasyon süresini uzatmak için, mekanın hacmi, emici ve yansıtıcı malzemelerin sayısı ve konumları dikkate alınmalıdır.

Bu bölümde yüzeylere bağlı olarak ayrıntıları verilen emici, yansıtıcı vb. akustik panellerin katmanları sentetik malzemelerin yan yana serilmesiyle oluşur. Bu malzemelerden biri de, yüzey kaplamaları olarak kullanılan pamuk lifleridir.

İç mekan tasarımını yapacak olan tasarımcının yüzey kaplaması seçiminde kullanılacak pamuk tekstil konusunda karar verebilmesini kolaylaştırmak amacı ile karşılaştırmalı bir deneysel çalışma yapmak gerekliliğinden yola çıkarak, üç ayrı tip dokuma ve her dokumaya ait ayrı gramajdaki pamuk lifli tekstilin deney yöntemi ile akustik değerlerine ulaşılmasında yarar görülmüştür.

4. DENEYSEL ÇALIŞMA

4.1 DENEYİN AMACI

Ses hayatımızın önemli bir parçasıdır. Öte yandan eğer kontrol edilemezse rahatsız edici olabilir. Bu sorunu önlemek için sesin kontrol altına alınması gerekir.

Oditoryum, sinema, tiyatro ve konser salonları gibi, kültürel faaliyetlerin yapıldığı mekanlarda, mekanın formu (at nalı, ayakkabı kutusu şekli gibi) dışında diğer kriterlere de önem göstermek gerekir. Bu önemli kriterlerden biri de akustik tasarımıdır. Akustik tasarım, dinleyiciye ve seyirciye sesin doğru ve net olarak ulaşabilmesini hedefler. Akustik tasarım sesin doğru duyulabilmesi, reverberasyon süresinin mekana göre ayarlanması ve dışarıdan gelen istenmeyen seslerin engellenmesi gibi konuları içerir. Müzik veya tiyatro faaliyetleri yapılan bir mekanda, mekanın dışından gelen sesleri kontrol etmek ve içeride faaliyet sonucu oluşan seslerin tüm dinleyicilere ulaşabilecek kadar yüksek olup, tüm dinleyicilere aynı seviyede ulaşabilmesini sağlamak ve eko gibi istenmeyen seslerin oluşmasına engel olmak gerekir. Tasarımcının, sesin kaynağından çıkıp dinleyiciye ulaşana kadar geçen sürede, sesin nasıl bir rota izlediğini araştırması gerekir.

Konferans salonlarında, yani konuşmanın ön planda olduğu mekanlarda reverberasyon süresinin kısa olması gerekir. Konser ve opera salonları gibi müziğin ön planda olduğu mekanlarda ise reverberasyon süresinin daha yüksek olması gerekir. Bu sebeple konser ve opera salonu gibi mekanlarda salonun iç yüzeylerinin ses yutma özelliğinin düşük olması gerekir. Tiyatro salonlarında hem müzik hem de konuşma ön planda olduğu için reverberasyon süresi konferans salonu gibi mekanlardan daha yüksek, konser ve opera salonları gibi mekanlardan ise daha kısa olması gerekir.

Bir mekandaki reverberasyon süresi, sesin emilmesine, yansımaya ve salonun formuna bağlıdır. Temelde akustik tasarım, yansıtıcı ve yutucu yüzeyleri doğru yerde, doğru biçimde kullanmaktır.

Akustik malzemelerin görevi istenmeyen seslerin, yani gürültünün azaltılması, ses basınç seviyesinin (SPL) 'de azaltılmasıdır. Ses basınç seviyesi desibel (dB) cinsinden

ölçülür. Gürültü azaltma katsayısı (NRC) akustik malzemenin emme katsayılarının ortalamasıdır ve 250Hz, 512Hz, 1024Hz ve 2048Hz frekanslarda, akustik ölçüm cihazının kullanım türüne göre test edilir. Emme katsayısı 0 ile 1 arasında değişir.

Ses yansıtıcı yüzeyler salonun tavan ve duvar yüzeylerinde farklı şekillerde kullanılabilir. Ahşap, plastik ve taş yaygın şekilde kullanılan yansıtıcılardır. Ses yutucu yüzeyler, yansıyan seslerin belirli bir seviyeye indirilmesi, ses basınç düzeyinin (SPL) azaltılması, reverberasyon süresinin kontrol altında tutulması ve iç mekan ile dış mekan arasındaki ses geçişlerinin belirli sınırlar içerisinde tutulmasını sağlar.

Ses yutucu malzemeler tavan ve tavana yakın duvarların üst kısımlarında yer alır. Daha çok gözenekli, delikli plak ve kumaş olarak kullanılmaktadır. Akustik kumaşların arkasında taş yünü, cam yünü, ahşap ve cam lifi kullanılır. Alçak frekanslarda delikli malzemeler, yüksek frekanslarda ise gözenekli malzemeler sesin yutulmasını sağlar.

Akustik tasarımcılar malzeme seçiminde petrol türevli yapı malzemelerinin yerine, doğa dostu, geri dönüştürülebilir, insan sağlığını tehdit etmeyen, üretim maliyeti az olan ve sürdürülebilir mimarlık kriterlerine uygun malzeme seçmeleri gerekir. Bu sebeple bitkisel yapı malzemeleri, bu kriterlere daha uygun ve çevresel açıdan daha sağlıklı malzemelerdir.

Bitkisel yapı malzemeleri hızla yenilenebilir özellikleri, üretim ve inşa edilmeleri sırasında enerji gereksinimlerinin olmaması, tarım atıklarının kullanılmasıyla çevre kirliliğinin önlenmesi, kullanım ömürleri sonunda ekolojik döngü içerisine kolaylıkla girebilmesi, iç ortamda insan sağlığına uygun olması ve diğer malzemelere göre daha ekonomik olmasından dolayı tercih edilmesi gereken malzemelerdir. Genellikle kağıt, tekstil ve sentetik malzemeler bu amaç için kullanılmaktadır. Gürültü azaltma için tekstillerin kullanımı, düşük üretim maliyetleri ve hafif olmaları nedeniyle diğer malzemelere göre daha avantajlıdır.

Pamuğun mukavemetinin yüksek olması, esnekliği, su geçirmezliği, ısıya karşı dayanıklı oluşu, hafif olması ve boyanabilir olması onu inşaat için uygun bir malzeme yapmaktadır.

Pamuk mükemmel gürültü emme özelliğine sahip olduğu için akustik tasarımda kullanılması uygun bir malzemedir.

Pamuk tekstili sert yüzeyler (cam yünü, taş yünü cam lifi ve ahşap) üzerine monte edilerek, sesin emilmesi için kullanılır. Bu çalışmanın hedefi işlenmemiş pamuk tekstilinin akustik özelliklerini incelemektir.

Bu deney işlenmemiş pamuk tekstilinin frekansa bağlı ses enerji depolama kabiliyetlerini gösteren ses yutma katsayılarının elde edilmesini hedeflenmektedir.

Bu çalışma İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünde bulunan Titreşim ve Akustik Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Deneysel çalışma için üç farklı gramajda işlenmemiş pamuk tekstili kullanılmıştır. İşlenmemiş pamuk tekstilinin ses yutum katsayısı değerini tespit etmek için Empedans tüpü kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Bu deney tüm numuneler için 50 Hz ile 1.6 kHz frekans aralığında yapılmıştır.

50 Hz ile 1.6 kHz frekans arasındaki ses yutum katsayısını ölçebilmek için büyük tüp kullanılmaktadır. Bu çalışmada ISO10534-2 çift mikrofonlu empedans tüpü kullanılmıştır. Numunelerin teknik listesine göre, iplik çeşitleri belirlenmiştir. Büyük tüp için hazırlanan numuneler TS251 standardı baz alınarak 100 cm^2 lik dairesel bir alanda kesilmiştir. Numunelerin gramaj kesme aleti ile kestikten (Şekil 4.1) sonra hassas terazide (Şekil 4.2)'de görüldüğü gibi tartılmasıyla kumaşın gr/m^2 olarak gramaj değerleri elde edilmiştir. Hassas terazi Denimist Tekstil San. Tic. Ltd. Şti.'den elde edilmiştir. Numuneler dokunmuş kumaş olduklarından dolayı tüpün içinde dikey pozisyonda duramayacakları için üç kat kalınlığında karton parçalarına yapıştırılmışlardır.

Şekil 4.1: Gramaj Kesme Aleti ve Lastiği



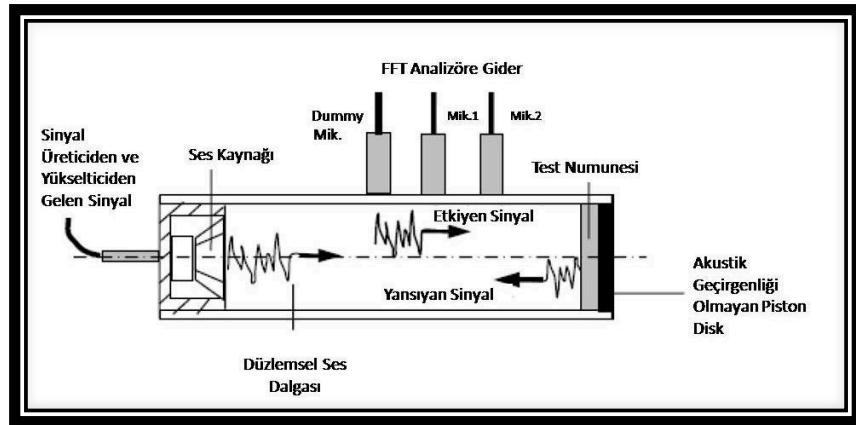
**Şekil 4.2: Tartımsan Marka TTS Model
600 - 1000 gram Tekstil Gramaj Aleti**



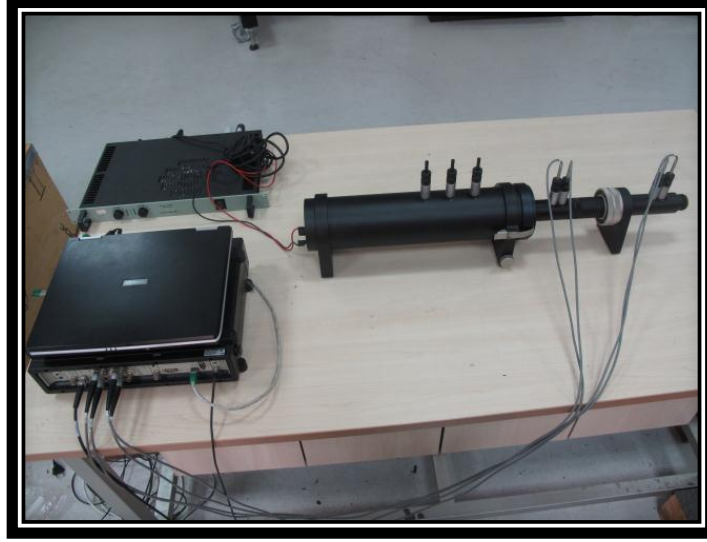
Numuneler doğrusal şekilde tüpün bir ucuna yerleştirilmiştir. İki adet mikروفon ve bilgisayarlı hesaplama yöntemi ile hesaplama yapılmıştır. Ses kaynağı tarafından düzlemsel dalgalar üretilmiştir. Üretilen dalgalar bir hoparlör vasıtasıyla tüpün içersine gönderilmiştir. Gönderilen ses dalgaları tüpün diğer ucuna bağlanmış olan numune malzemeye çarpıp enerjisinin bir kısmını kaybederek tüp içersine dönüp gelen dalga ile bir girişim oluşturmuştur. (Şekil 4.3) (Şekil 4.4)

Ses yutma katsayısı α , gelen dalganın enerjisi ile yansıyan dalganın enerjisi arasındaki ilişki ile tanımlanır. Ölçüm sonucu malzemenin ses yutum katsayısı elde edilmiştir.

Şekil 4.3: Empedans tüpü ses yutum ölçüm düzeneği



Şekil 4.4: Akustik empedans tüpü



Tablo 4.1: İşlenmemiş kumaşların yapısal özellikleri

Numuneler	İplik Cinsi	İplik Büküm Katsayısı	Gramaj (gr/m^2)	İplik Çeşidi
N_1	100% Pamuk	Tek Kat	189	Karde
N_2	100% Pamuk	Tek kat	264	Penye
N_3	100% Pamuk	Üç Kat	532	Rink

Tablo 4.2: Numunelerin (50 Hz ile 1.6 kHz aralığında) yutum katsayısı

Frekans [Hz]	Numune 1: 189 gr/m^2	Numune 2: 264 gr/m^2	Numune 3: 532 gr/m^2
	a	a	a
50	0.07	0.05	0.06
206	0.10	0.18	0.07
360	0.10	0.15	0.07
516	0.10	0.12	0.07
670	0.12	0.18	0.11
826	0.14	0.34	0.20
980	0.14	0.29	0.19
1136	0.14	0.21	0.17
1290	0.14	0.19	0.17
1446	0.15	0.17	0.17
1600	0.17	0.16	0.19

4.2 DEĞERLENDİRMELER

4.2.1 Numune 1

N_1 kumaşı yüzde 100 pamuk cinsindedir. İşlenmemiş yani ham kumaştır. Amerikan bezi veya kaput bezi olarak da tanımlanan bu kumaş, bezayağı örgüde ve beyazlatma işlemi uygulanmayan bir kumaştır. Bu kumaşın iplik çeşidi karde olarak tanımlanır. Kumaşın gramajı 189 gr/m^2 'dir. İşlenmemiş olduğundan dolayı bu kumaşın maliyeti işlenmiş kumaşlara göre daha düşüktür.(Şekil 4.5 ve Şekil 4.6)

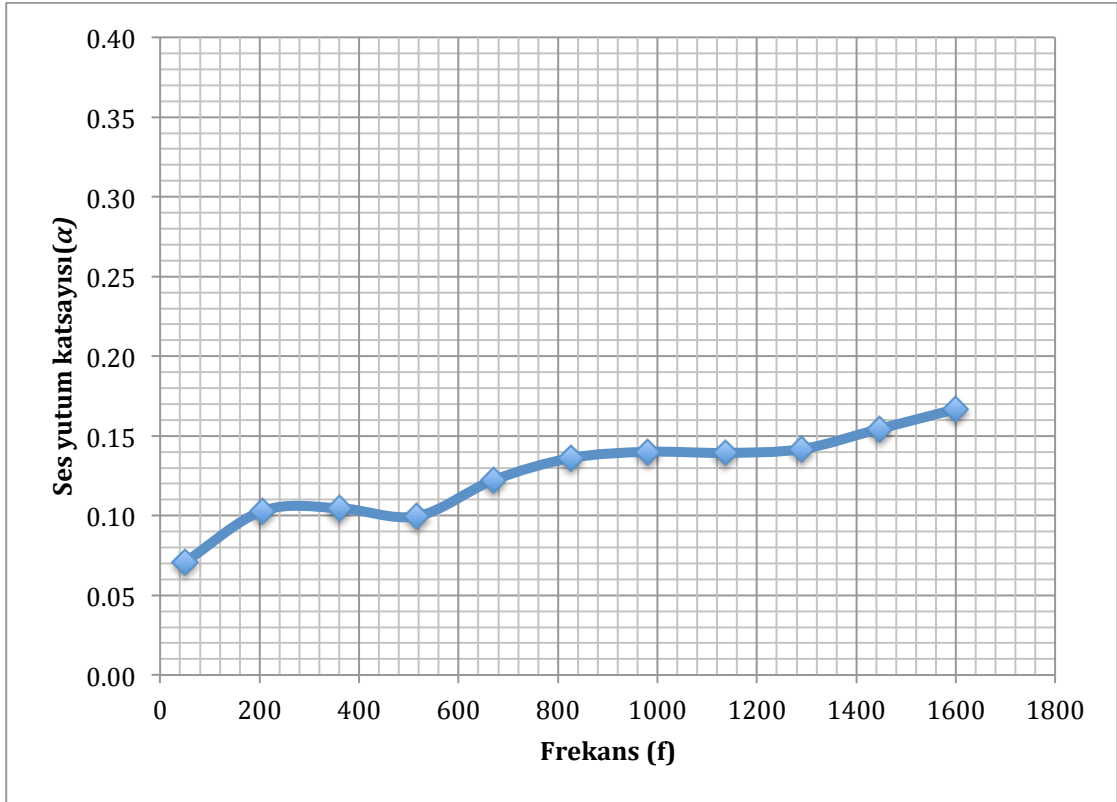
Şekil 4.5: N_1 kumaşı



Şekil 4.6: N_1 kumaşı



Şekil 4.7: N_1 kumaşın ses yutum katsayısı



Şekil 4.7’de görüldüğü gibi 50 Hz ile 1.6 kHz frekans aralığında yapılan deneyde frekans yükseldikçe ses yutum katsayısının da arttığı gözlemlenmiştir. Bu sonuca göre yüksek frekans yani tiz seslerin, düşük frekans yani pes seslere göre daha çok emilmesini istediğimiz mekanlarda bu kumaş kullanılabilir. Bu mekanlara örnek olarak, çoğunlukla rock ve jazz performanslarının sergilendiği konser salonları verilebilir. Bu tarz performanslarda telli enstrümanların kullanımı yoğun olduğundan ve telli enstrümanların frekans aralığı genelde tiz sesler olduğundan dolayı, mekandaki tiz ses hakimiyetini azaltmak ve akustik konfor sağlamak adına N_1 kumaşı tipindeki kumaşlar kullanılabilir.

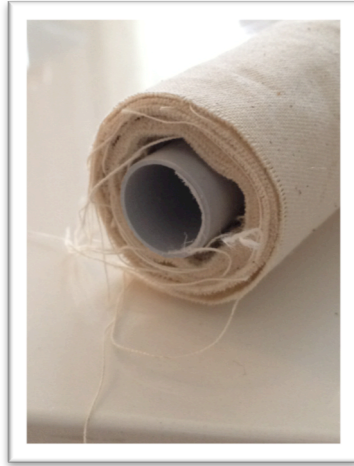
4.2.2 Numune 2

N_2 kumaşı yüzde 100 pamuk cinsindedir. İşlenmemiş yani ham kumaştır. Amerikan bezi veya kaput bezi olarak da tanımlanan bu kumaş, bezayağı örgüde ve beyazlatma işlemi uygulanmayan bir kumaştır. Bu kumaşın iplik çeşidi penye olarak tanımlanır. Bu kumaşın gramajı 264 gr/m^2 'dir. İşlenmemiş olduğundan dolayı bu kumaşın maliyeti işlenmiş kumaşlara göre daha düşüktür.

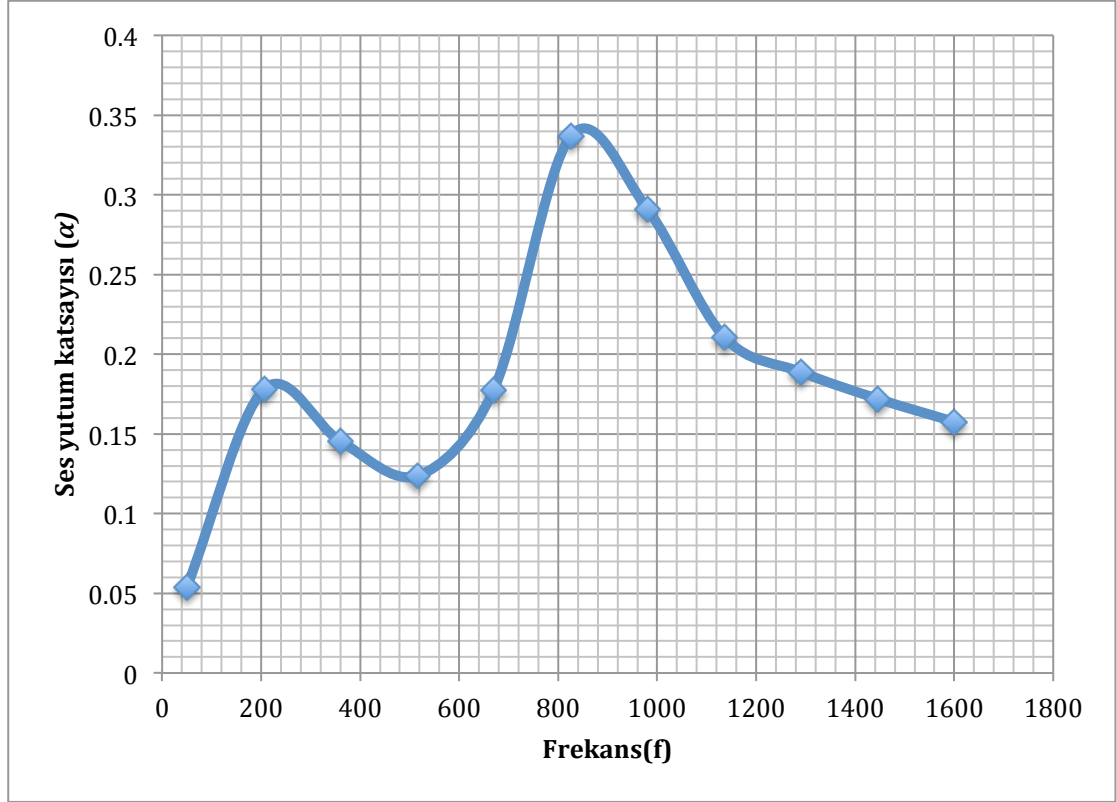
Şekil 4.8: N_2 Kumaşı



Şekil 4.9: N_2 Kumaşı



Şekil 4.10: N_2 kumaşın ses yutum katsayısı

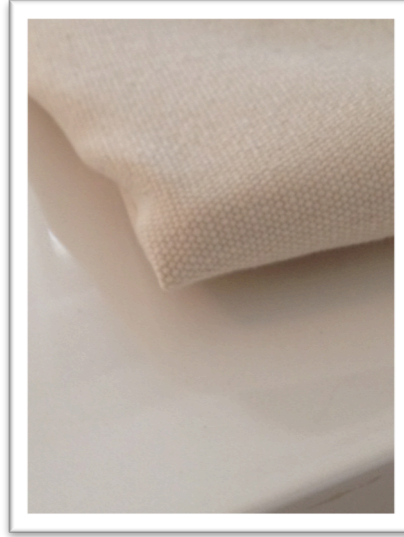


Şekil 4.10’de görüldüğü gibi 50 Hz ile 1.6 kHz frekans aralığında yapılan deneyde N_2 kumaşının ses yutum katsayısı, frekans artışıyla doğru orantılı olarak artmamıştır. 206 Hz’e kadar artarak devam etmiş, 206 Hz’den sonra düşüşe geçmiş, 516 Hz’den 826 Hz’ye kadar tekrar yükselmiş, 826 Hz’den 1.6 kHz’ye kadar azalarak devam etmiştir. Şekil 4.10’e bakıldığında N_2 ’nin en yüksek yutum katsayısının orta frekanslarda elde edildiğini görüyoruz. Bu sonuca göre bu kumaşın mid seslerin (pes ve tiz sesler arası) yutulmasını istediğimiz mekanlarda kullanılması daha doğrudur. İnsan sesinin frekans aralığı 85 Hz ile 1050 Hz arasındadır. Bu sebeple bu kumaş sessiz bir ortam yaratılmak istenen ve konsantrasyon gerektiren mekanlarda konuşma seslerinin azaltılması amacıyla kullanılabilir. Bu mekanlara örnek olarak kütüphaneleri verebiliriz.

4.2.3 Numune 3

N_3 kumaşı yüzde 100 pamuk cinsindedir. Bu kumaşın iplik türü karde olarak tanımlanır. İşlenmemiş yani ham kumaştır. Kanvas kumaşı olarak tanımlanan bu kumaş, bezayağı örgüde ve beyazlatma işlemi uygulanmayan bir kumaştır. Bu kumaşın iplik çeşidi rink olarak tanımlanır. Bu kumaşın gramajı $532 \text{ gr}/m^2$ 'dir. İşlenmemiş olduğundan dolayı bu kumaşın maliyeti işlenmiş kumaşlara göre daha düşüktür.(Şekil 4.11), (Şekil 4.12)

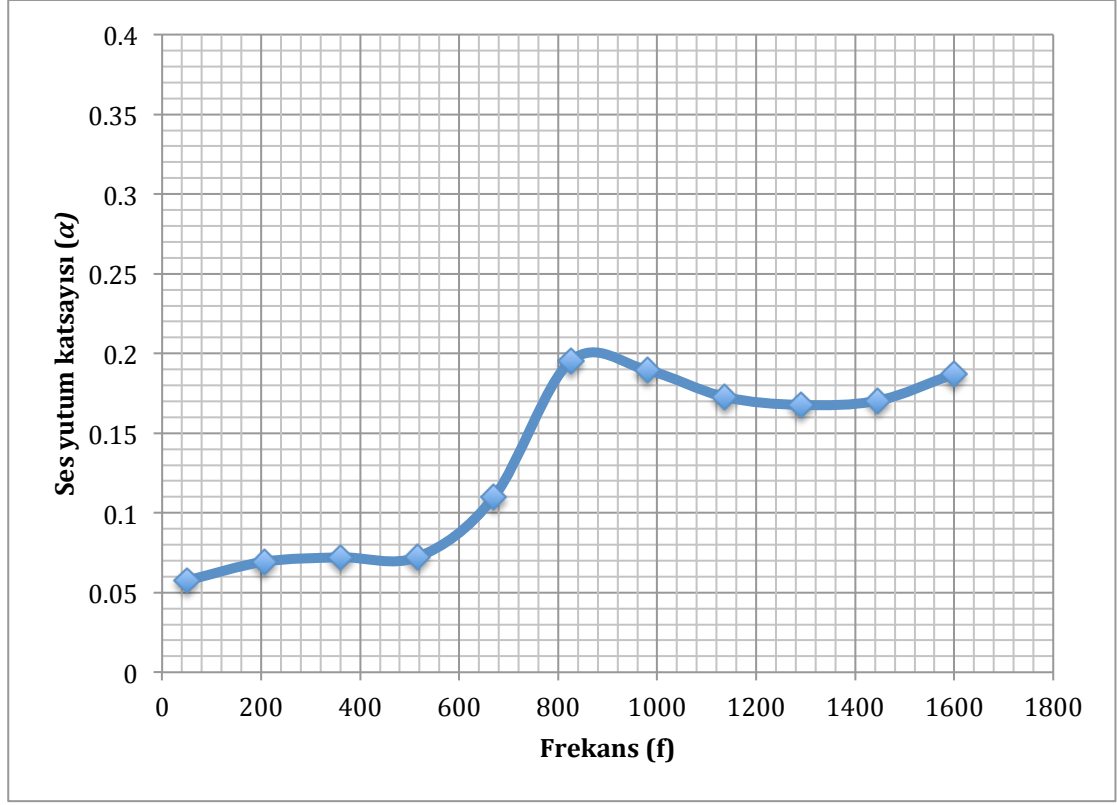
Şekil 4.11 : N_3 kumaşı



Şekil 4.12: N_3 kumaşı

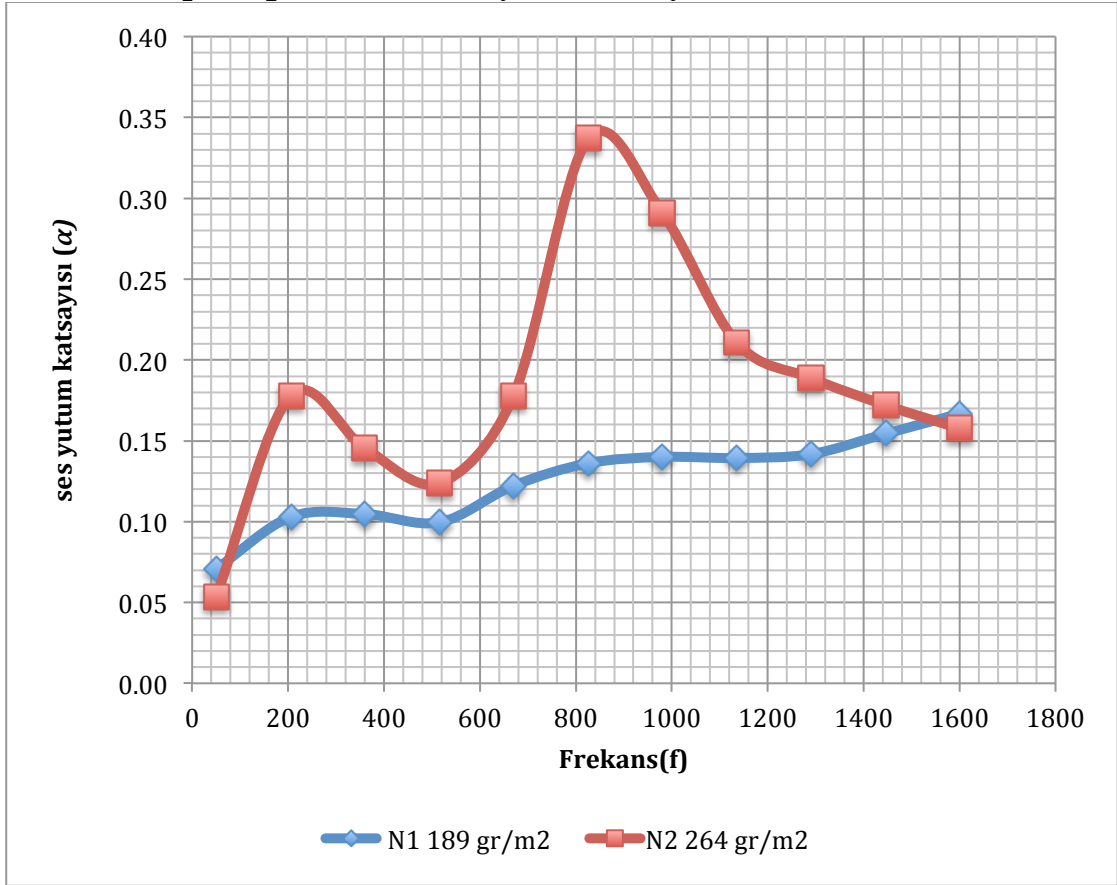


Şekil 4.13: N_3 kumaşın ses yutum katsayısı



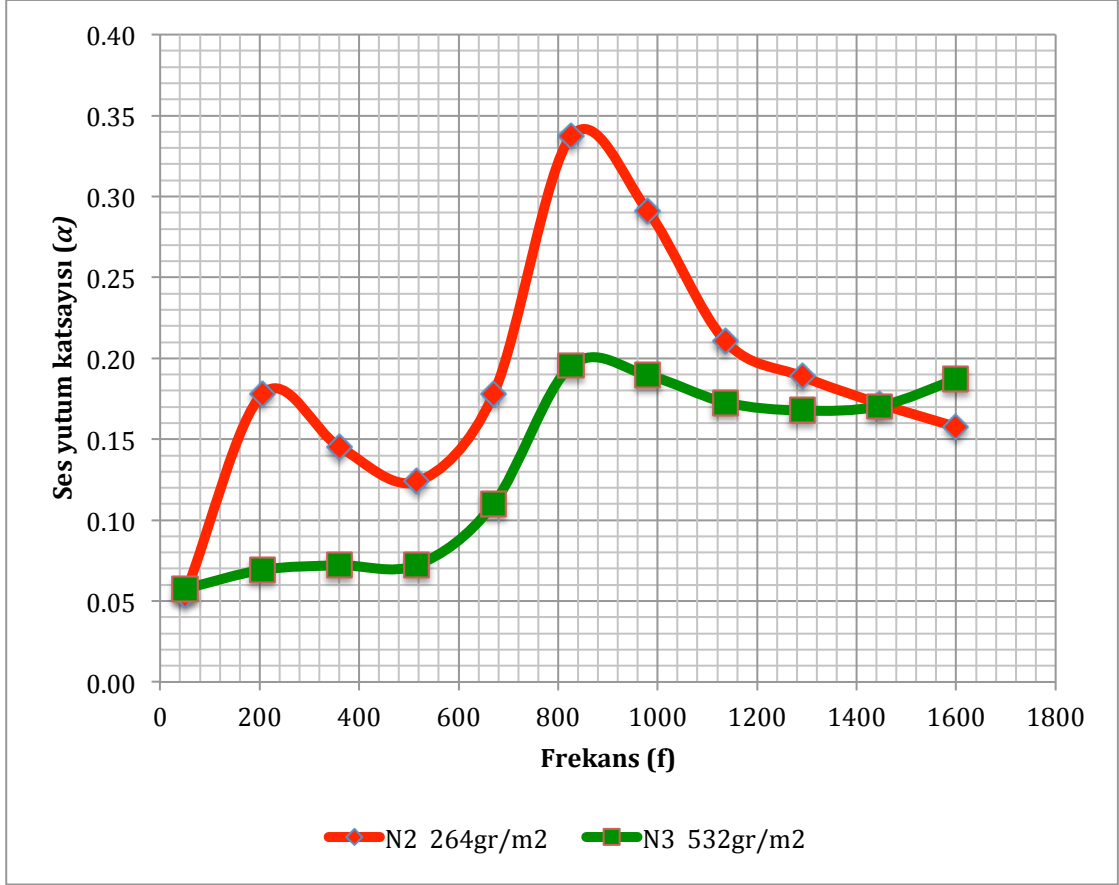
Şekil 4.13’de görüldüğü gibi 50 Hz ile 1.6 kHz frekans aralığında yapılan deneyde N_3 kumaşının ses yutum katsayısı, frekans artışıyla doğru orantılı olarak artmamıştır. Ses yutum katsayısı 826 Hz’e kadar artmış, 826 Hz’den 1446 Hz’e kadar azalmış, 1446 Hz’den 1600 Hz’e kadar artarak devam etmiştir. Şekil 4.13’ya bakıldığında N_3 kumaşının ses yutum katsayısının tiz ve orta frekanslarda pes frekanslara göre daha yüksek ve dengeli olduğunu görmekteyiz. Bu sonuca göre bu kumaş tiz ve orta seslerde dengeli bir duyum sağlanmak istenen mekanlarda kullanılabilir. Bu mekanlara örnek olarak seslendirme ve müzik stüdyoları verilebilir.

Şekil 4.14: N_1 ve N_2 kumaşların ses yutum katsayısı



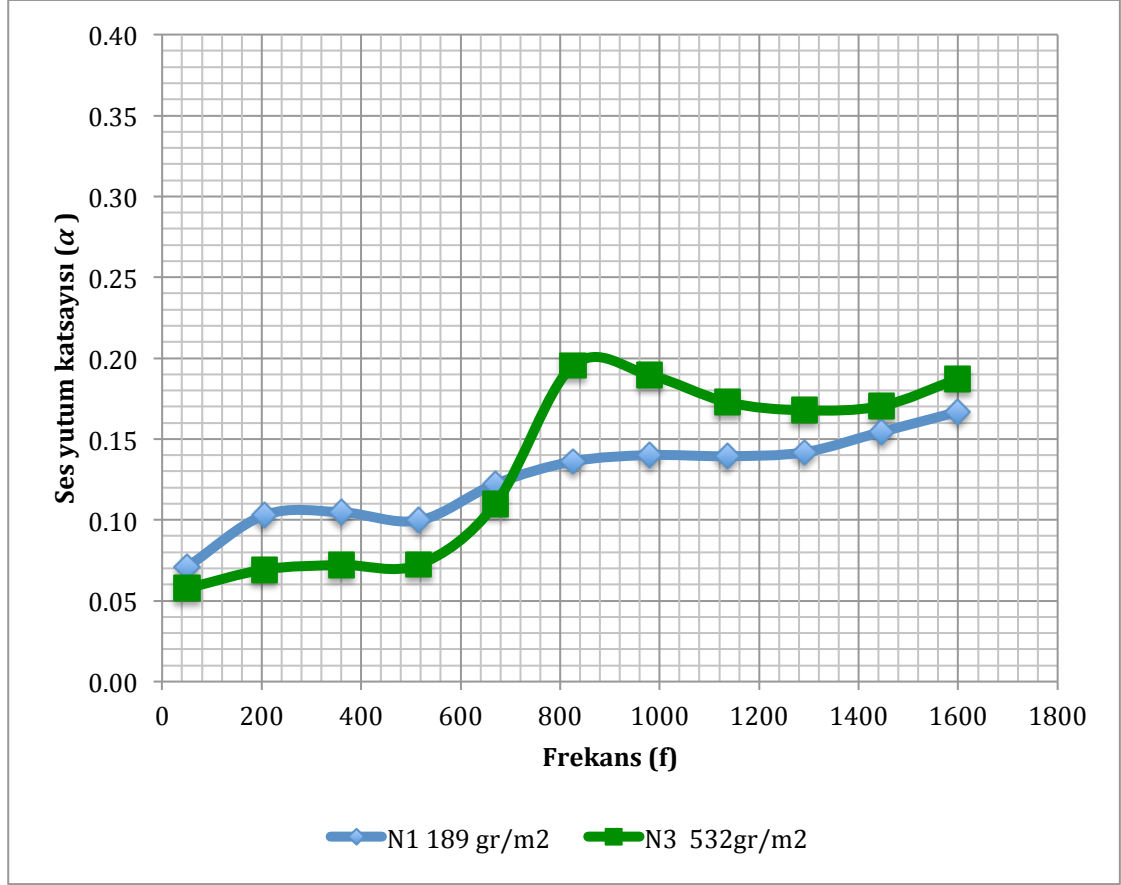
Şekil 4.14’de görüldüğü gibi N_1 kumaşının ses yutum katsayısı N_2 kumaşına göre daha düşüktür. Bu durum N_2 kumaşının N_1 kumaşına göre daha yüksek bir gramaja ve daha yumuşak bir yapıya sahip olmasıyla açıklanabilir. N_2 kumaşının iplik çeşidi penye olduğu için N_1 ’e göre daha yumuşak bir yapıya sahiptir.

Şekil 4.15: N_2 ve N_3 kumaşların ses yutum katsayısı



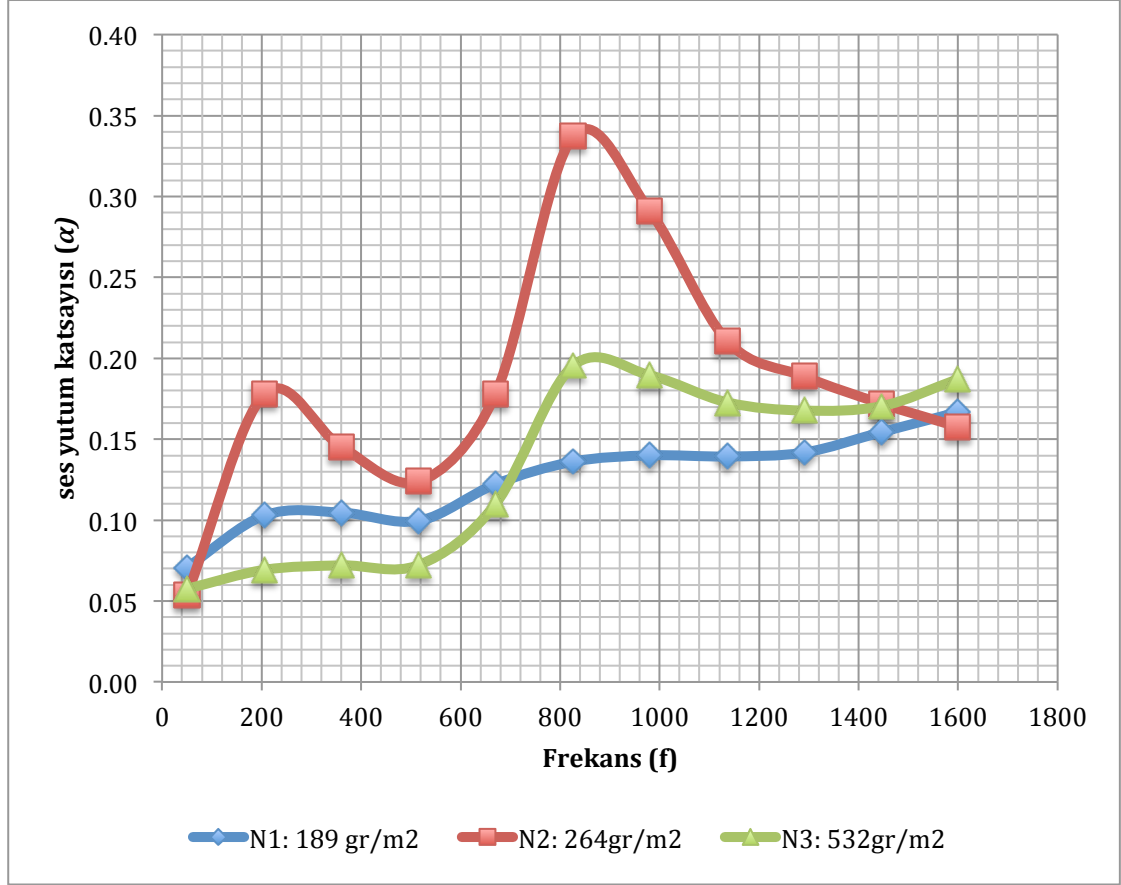
Şekil 4.15’de görüldüğü gibi genel olarak N_2 kumaşının ses yutum katsayısı N_3 kumaşına göre daha yüksektir. Bu durumdan ses yutum katsayısının numunenin gramajıyla doğru orantılı olmadığı anlaşılmaktadır. N_2 kumaşının iplik çeşidi penye olduğundan dolayı yumuşak bir yapıya sahiptir. Fakat N_3 kumaşının iplik çeşidi rink olduğu için daha kaba ve sert bir yapıya sahiptir. Bunun sonucu olarak N_3 kumaşı sesleri yutmak yerine daha çok yansıtmaktadır.

Şekil 4.16: N_1 ve N_3 kumaşların ses yutum katsayısı



Şekil 4.16’da görüldüğü gibi N_3 kumaşının ses yutum katsayısı tiz seslerde N_1 kumaşına göre daha yüksek, pes seslerde ise daha düşüktür. N_1 kumaşı, iplik çeşidi karde olduğu için düzgünsüz ve pürüzlü bir yapıya sahiptir. Bu yüzden pes seslerde daha yüksek bir yutma kabiliyeti göstermektedir. Tiz seslerde ise N_3 kumaşının N_1 kumaşına göre daha yüksek bir gramaja sahip olması sonucu olarak N_3 kumaşının yutum katsayısı daha yüksektir.

Şekil 4.17: N_1 , N_2 ve N_3 kumaşların ses yutum katsayısı



N_1 kumaşının ses yutum katsayısı N_2 kumaşına göre daha düşüktür. N_3 kumaşının ses yutum katsayısı tiz seslerde N_1 kumaşına göre daha yüksek, pes seslerde ise daha düşüktür. N_2 kumaşının ses yutum katsayısı N_3 kumaşına göre daha yüksektir. Tiz seslerde ise N_3 kumaşının N_1 kumaşına göre daha yüksek bir gramaja sahip olması sonucu olarak N_3 kumaşının yutum katsayısı daha yüksektir.

N_2 kumaşının N_1 kumaşına göre daha yüksek bir gramaja ve daha yumuşak bir yapıya sahip olmasıyla açıklanabilir. N_2 kumaşının iplik çeşidi penye olduğu için N_1 'e göre daha yumuşak bir yapıya sahiptir. N_1 kumaşı, iplik çeşidi karde olduğu için düzgünsüz ve pürüzlü bir yapıya sahiptir. Bu yüzden pes seslerde daha yüksek bir yutma kabiliyeti göstermektedir. Bu durumdan ses yutum katsayısının numunenin gramajıyla doğru orantılı olmadığı anlaşılmaktadır. N_2 kumaşının iplik çeşidi penye olduğundan dolayı yumuşak bir yapıya sahiptir. Fakat N_3 kumaşının iplik çeşidi rink olduğu için daha kaba

ve sert bir yapıya sahiptir. Bunun sonucu olarak N_3 kumaşı sesleri yutmak yerine daha çok yansıtmaktadır.

Tablo 4.3: Numunelerin yutum katsayısı

Frekans [Hz]	a		
	Numune		
	N1: 189 gr/m ²	N2: 264gr/m ²	N3: 532gr/m ²
50	0.07	0.05	0.06
206	0.10	0.18	0.07
360	0.10	0.15	0.07
516	0.10	0.12	0.07
670	0.12	0.18	0.11
826	0.14	0.34	0.20
980	0.14	0.29	0.19
1136	0.14	0.21	0.17
1290	0.14	0.19	0.17
1446	0.15	0.17	0.17
1600	0.17	0.16	0.19

5. SONUÇ

Dünyada insan nüfusunun hızla artması, beraberinde su kirliliği, hava kirliliği, gürültü kirliliği ve doğal kaynakların hızla tüketilmesi gibi sorunları da getirmektedir. İleriki kuşakların konforlu bir yaşam sürdürebilmeleri için, tasarımlarda doğal kaynakları en verimli şekilde kullanan binalar oluşturmak ve geri dönüştürülebilir malzemeler kullanmak mimarların en önemli hedefleri olmalıdır. Bu yüzden akustik tasarımda sürdürülebilir ve doğal tekstiller kullanılarak çevre dostu ve insan sağlığını tehlikeye atmayan mekanlar oluşturulabilir.

Akustik tasarımı projenin bitiminden sonra değil, projenin oluşturulması sırasında tasarlamak gerekir. Akustik konforun sağlanabilmesi için sesin ve sesle ilgili bütün parametrelerin bilinmesi gerekir. Ses kaynaktan çıktığında mekanın içinde yayılır, yansır ve yutulur. Kullanım şekline bağlı olarak, mekanın yüzeylerinde kullanılan akustik malzemeler farklı olabilir.

Bu çalışmada pamuk tekstilinden üç farklı numune seçilmiştir. Numuneler gramaj ve iplik türü bakımından birbirleriyle farklıdırlar. Empedans tüpü kullanılarak bu numunelerin ses yutum katsayısı ölçülmüştür. Bu deney tüm numuneler için 50 Hz ile 1.6 kHz frekans aralığında yapılmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlardan malzemelerin yutum katsayılarının sadece gramajın fazla olmasıyla artış göstermediği gözlemlenmiştir. Numunelerin iplik çeşitlerinin de yutum katsayısına etki ettiği görülmüştür. İplik çeşitleri numunelerin yüzeylerinin yumuşak veya sert olmasına etki etmektedir.

Elde ettiğimiz sonuçlardan gramajı $189 \text{ gr}/\text{m}^2$ ve iplik türü karde olan N_1 kumaşının yüzeyi düzgünsüz ve pürüzlü olduğundan yutum katsayısı genel olarak N_2 kumaşından düşüktür. N_2 kumaşının iplik çeşidi penye olduğu için düzgün ve yumuşak bir yüzeye sahiptir. Bu sonuçtan düzgünsüz ve pürüzlü yüzeylerin yutum katsayısının, düzgün ve yumuşak yüzeylerden daha düşük olduğunu görmektedir. N_1 kumaşının yutum katsayısı, N_3 kumaşıyla kıyaslandığında düşük frekanslarda daha yüksek olduğunu yani pes sesleri daha çok emme kabiliyetine sahip olduğunu görmekteyiz. Yüksek frekanslarda yani tiz seslerde ise N_1 kumaşının N_3 kumaşına göre daha düşük bir yutum

katsayısına sahip olduğunu görüyoruz. Gramajı $532 \text{ gr}/\text{m}^2$ ve iplik çeşidi kanvas olan N_3 kumaşının yüksek frekanslarda yani tiz seslerde daha kullanışlı olduğu görülmektedir. Gramajı $264 \text{ gr}/\text{m}^2$ olan N_2 kumaşını N_3 kumaşıyla kıyasladığımızda genel olarak N_3 kumaşına göre daha yüksek yutum katsayısına sahip olduğunu görülmektedir. N_2 kumaşı düzgün ve yumuşak bir yapıya sahip olduğu için hem tiz hem de pes seslerde yüksek performans sergilemiştir. (Tablo5.1)

Tablo 5.1: N_1 , N_2 ve N_3 numunelerin karşılaştırılması

	N_1	N_2	N_3
İplik cinsi	100% Pamuk	100% Pamuk	100% Pamuk
İplik çeşidi	Karde	Penye	Rink
Ses yutum katsayısı (α)	Yüksek	Yüksek	Düşük
Gramaj	$189 \text{ gr}/\text{m}^2$	$246 \text{ gr}/\text{m}^2$	$532 \text{ gr}/\text{m}^2$
Yüzey	Pürüzlü	Yumuşak	Sert
Özellikleri	Pes seslerde ses yutum katsayısı daha yüksektir	Mid seslerde ses yutum katsayısı yüksektir	Tiz seslerde ses yutum katsayısı yüksektir
Öneri kullanım mekanları	Rock ve Jazz konser salonları	Kütüphaneler	Seslendirme ve müzik stüdyoları

Sonuç olarak yukarıdaki tabloda (tablo 5.1) iç mekan tasarımı yapacak olan tasarımcıya örnek teşkil edecek bir matriks tablo verilmiştir. Aynı yöntem kullanılarak diğer cins ve gramajdaki tekstillerin özellikleri araştırılabilecektir.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Addis, B, 2006. *Building: 3000 years of design, engineering, and construction*, New York.
- Akalın, M., Mıstık, İ., 2010. *Teknik tekstiller*, İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Barron, M., 1993. *Auditorium acoustics and architectural design*, London: E and FN SPON.
- Baytin, T., 1963. *Binalarda akustik tedbirler (Auditoryum 'lar)*, İstanbul: İTÜ Matbaası.
- Beranek, L., 1992. *Concert and opera halls: How they sound*, USA: American Institute of Physics.
- Binggeli, C., 2010. *Building systems for interior designers*, 2nd edn, Wiley publishing.
- Dağsöz, A., K., Yavuz, G., Demirkale, S., Parmaksızoğlu, C., *Isı+Ses+Yangın İzolasyon*, İstanbul: İzocam, ss. 193-195.
- Dayıoğlu, H., Karakaş, H., 2008. *Elyaf Bilgisi*, Ajans plaza tanıtım ve iletişim hizmetleri Ltd, İstanbul.
- Doelle, L., L., 1965. *Acoustics in architectural design: an annotated bibliography on architectural acoustics*, Canada: McGill University.
- Eriç, M., *Yapı fiziği ve malzemesi*, 2. basım. İstanbul: Literatür Yayıncılık, ss 131-132.
- Fletcher, K., *Sustainable fashion and textiles design and journey*, London: Earthscan.
- Fuad-luke, A., 2009. *The eco-design handbook a complete source book for home and Office*, 3rd edn, London: Thames & Hudson.
- Gordon, S., Hsieh, Y., L., *Cotton: science and technology*, England: Woodhead.
- Gür, H., 1935. *Pamuk ipliği ve dokuma teknolojisi*, İstanbul: Teshilat Matbaası.
- Gürcüm, B., H., 2005. *Tekstil Malzeme Bilgisi*, Ankara: Grafikler Ofset Yayınları, ss.3-59.

- Ham, R., 1987. *Theater planing guidance for design and adaptation*, London: Butterworth Architecture.
- Hardy, H., Klimet, S., A., 2006. *Building type basics for performing arts facilities*, New York: John Wiley & Sons..
- Harris, J., 2011. *5000 years of textiles*, Manchester: SMITHSONIAN INST Press.
- Karabiber, Z., 1991. *Mimari akustikle ilgili başlıca tanım, terim, formül ve büyüklükler*, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları.
- Keleş, R., 1998. *Kent bilim terimleri sözlüğü*, 2. basım. Ankara: İmge Kitabevi Yayınları, s 122.
- Kurra, S., 2009. *Çevre gürültüsü ve yönetimi*, İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, ss.2-4.
- Lebeau, C., 1994. *Fabrics the decorative art of textiles*, Japan: Thames & Hudson.
- Lemire, B., 2011. *Cotton*, New York: Oxford.
- Long, M., 2014. *Architectural acoustics*, 2nd edn, USA: Elsevier.
- Lord, P., Templeton, D., *The architecture of sound: designing places of assembly*, London: The Architecture Press, s. 33.
- Mangut, M., Karahan, N., 2008. *Tekstil Lipleri*, Bursa: Ekin Yayınevi, 3. basım, ss. 35-48.
- Mauersberger, H., R., 1947. *Textile fibers-their physical, microscopical and chemical properties*, John Wiley & Sons.
- McCarty, C., McQuaid, M., *Structure and surface Contemporary Japanese textiles*, New York: Harry N. Abrams.
- Mehta, M., Johanson, J., Rocafort, J., 1999. *Architectural acoustics principles and design*, USA: Merill Prentice Hall, ss. 260-339.
- Mengi, A., Algan, N., 2003. *Küreselleşme ve yerelleşme çağında bölgesel sürdürülebilir gelişme (AB ve Türkiye Örneği)*, Ankara: Siyasal Kitabevi. s.15.
- Mommertz, E., 2009. *Acoustics and sound insulation: principle planning examples*, Swiss: Birkhäuser.
- Muneer, T., Abodahab, N., Weir, G., Kubie, J., 2000, *Windows in buildings: thermal, acoustic, visual, and solar performance*, New York: Architectural Press.

- National cotton council of America, 1953. *Cotton from field to fabric*, New York: West Press.
- Nielson, K., J., 2007. *Interior textiles: fabrics application and historic style*, Wiley.
- Olson, H., F., *Elements of acoustical engineering*, 2nd edn, London: D. Van Nostrand company, Inc.
- Özer, M., 1979. *Yapı akustiği ve ses yalıtımı*, İstanbul: Arpaz.
- Ritter, A., 2006. *Smart materials: in architecture, interior architecture and design*, Birkhäuser.
- Schwartz, P., 2008. *Structure and mechanics of textile fiber assemblies*, England: Woodhead.
- Sev, A., 2009. *Sürdürülebilir Mimarlık*, İstanbul: Yem.
- Smith, C., W., Cothren, J., T., 1999. *Cotton: Origin, History, Technology, and Production*, USA: John Wiley & Sons.
- Sirel, Ş., 1991. *Gürültü denetiminde temel kurallar*, İstanbul: Yapı Fiziği ve Uygulamaları.
- Sirel, Ş., 2000. *Ses yalıtımı konusunda birkaç açıklama*, İstanbul:Yapı Fiziği ve Uygulamaları Yayınları.
- Steel, J., 1996. *Theater buildings*, California: John Wiley & Sons.
- Şentürk, C., *Tekstil mühendisliği*, İstanbul: Tor ofset San. Tic. Ltd. Şti.
- TÇSV (Türkiye Çevre Sorunları Vakfı), 1991. *Ortak geleceğimiz*, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları, 3. basım, Ankara: Önder Matbaa.
- Turgay Gezer, H., 2009. *Mekan örtüsü tekstil malzemesi*, İstanbul: Maltepe Üniversitesi.
- Uffelen, C., 2009. *Fine Fabric: Delicate material for architecture and interior design*, Swiss: Braun.
- Volbach, W., F., 1996. *Early decorative textiles*, London :Poul Hamlyn.
- Ward, K., 1955. *Chemistry and chemical technology of cotton*, London: Interscience.
- Yeager, J.,J., Justice, L., K., T., 1988. *Textiles for residential and commercial interiors*, 2nd edn, USA: Harper & Row.
- Yılmaz Demirkale, S., *Çevre ve yapı akustiği mimarlar ve mühendisler için el kitabı*, İTÜ, İstanbul: Birsen.

4. *Ulusal yapı malzemesi ve sergisi*, 12-13-14 KASIM 2008, tmmob mimarlar odası
İstanbul büyükşehir şubesi, Harbiye Askeri Müze

Sürekli Yayınlar

- Gür, M., 2010. Nanomimarlık bağlamında nanomalzemeler. Uludağ Üniversitesi. *MMF dergisi*. 28 temmuz. ss. 81-90.
- Kozak, M., , 2010, Tekstil Atıkların Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Alanlarının Araştırılması, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Bölümü, *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, **6** (1), ss: 62-70.
- Özmehmet, E., 2007. Avrupa ve türkiyedeki sürdürülebilir mimarlık anlayışıyla eleştirel bir bakış. *Journal of yaşar Üniversitesi*. ss.809-829.
- Sabır, E., C., Güzel, G., 2010.Türkiyede pamuğun standarizasyonu: Genel bakış ve son durum, *ç.ü.müh.mim.fak. dergisi*, **25** (1-2). Haziran/Aralık, 2010.

Diğer Yayınlar

Abdülrahimov, R., 2003 , Salonların Akustiği ve Tasarımı, Ankara.

Abdülrahimov, R., Abdülrahimova, R., Kavraz, M., Ses yutucu malzeme ve konstrüksiyonların değişik mekanlarda kullanım yöntemleri, Trabzon: K.T.Ü., Mimarlık Bölümü.

Acoustic Fabrics.2010.

http://www.autex.com.au/products/Wall-covering/Quietspace/Acoustic_fabrik

[Link ziyaret tarihi 15 Nisan 2013]

Addis, B., The Use of Scientific Calculations in Design Procedures for Heating, Ventilation, Daylighting and Acoustics from the Eighteenth Century to the mid-Twentieth Century [online].

<http://www.arct.cam.ac.uk/Downloads/ichs/vol-1-127-152-addis.pdf> .

[ziyaret tarihi 20.10.2013].

Acoustical Surfaces, 2013. <http://www.acousticalsurfaces.com/> [Link ziyaret tarihi 20.09.2013].

Aktuna, M., M., 2007. Geleneksel mimaride binaların sürdürülebilir tasarım kriterleri bağlamında değerlendirilmesi antalya kaleiçi evleri örneği. *Yüksek Lisans Tezi* İstanbul: YTÜ. FBE.

Akova, Y., 2009. Pamuk, İhracatı geliştirme etüt merkezi (İGEME), Ankara.

www.igeme.org.tr/Arastirmalar/ulke_sek/sector.cfm?sec=ara

[Link ziyaret tarihi:10.10.2013]

Bayazıt, T., N., Şan, B., Ökten, G., 2011. Yeşil bina sertifikasyonunda akustik performansın değerlendirilmesi, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği kongresi, *Bina Fiziği Sempozyumu*, İzmir.

Charles M. Salter, P., E., Acoustics for Libraries, 2002. California. [online].

www.librisdesign.org/docs/AcousticsLibraries.pdf [Link ziyaret tarihi:

11.01.2013]

Chavhan, M., (2010-2012), Seminar on acoustice textiles, India: Department of Textile Technology.

Cotton export Cotton & Yarn Of Türkiye, <https://kadirbolukbasi.wordpress.com/>

[Link ziyaret tarihi: 20.12.2013]

- Çalışkan, M., Adnan saygan sanat merkezinin akustik özellikleri, Ankara: ODTÜ. Makina Mühendisliği ve Mimarlık Bölümleri.
- Erdem Aknesil, A., 1992. Oditoryum ve konser salonlarındaki mimari biçimlenişe akustiğin etkileri, Bursa: Yapı ve Yaşam 92 Kongresi.
- Erdem Aknesil, A., (1998). Salonların hacim akustiği yönünde değerlendirilmesinde akustik koşul dağılımlarının öneminin ortaya konulması ve irdelenmesine yönelik bir yaklaşım, *Doktora Tezi*, İstanbul: Y.T.Ü. FBE.
- Erol, H., B., 2006. İç mekanda malzeme kullanımında akustik performans kriterleri, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul: M.S.G.Ü. FBE.
- Gezer, H., 2008. "Architextiles" Malzemenin mimariye ve iç mimariye biçimsel katkısı, *4. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, (12-13-14 KASIM), ss. 130-141.
- Gezer, H., 2008. Üretim dalında tekstil ve mimari arasındaki etkileşim. İstanbul Ticaret Üniversitesi. FBE. ss.21-49.
- Güzel, G., (2010). Tekstilde pamuğun standardizasyonunun önemi üzerine bir araştırma, *Yüksek Lisans Tezi*, Adana: Çukurova Üniversitesi, FBE.
- Kasapoğlu, E., Sürdürülebilirlik çerçevesinde plastik yapı malzemesi, *4. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, (12-13-14 KASIM), ss.205-208.
- Kasapoğlu, Ö., (2007). Organik pamuk ve organik pamuk iplikçiliğinde maliyet hesapları, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Kavraz, M., 2008, Salonların Tasarımında Malzeme Seçimi, *4. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, (12-13-14 KASIM), ss. 142-156.
- Küçükali, M., (2010). Akustik özellikleri geliştirilmiş örme kumaşlar. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İ.T.Ü. FBE.
- Luminous Textile, 2013. [online].
www.lighting.philips.com/main/application_areas/luminoustextile/partnership.wpd
[Link ziyaret tarihi 15.04. 2013].
- MEGEP (Mesleki eğitim ve öğretim sisteminin güçlendirilmesi projesi), 2007. Giyim üretim teknolojisi tekstil lifleri, Ankara: TC Milli eğitim bakanlığı, ss 4-5.
- Odabaş, E., Gül, Z., S., Çalışkan, M., 2011. Doğramacı zade Ali Paşa camii'nin akustik ölçümlere değerlendirilmesi, 9. Ulusal Akustik Kongresi, Ankara:

ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, 26-27 Mayıs.

Okur, N., Bambu lifi ve iplik özelliklerinin diğer lif ve ipliklerin performans özellikleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul:İ.T.Ü. FBE.

Özdemir, M., B., B., (2005). Sürdürülebilir çevre için binaların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanması. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul: İ.T.Ü. FBE.

Ranganathan, A., J., Acoustical consideration in the architectural design of musical auditoriums, Dept of architecture, HCR Chennai,India [online].

<http://pt.slideshare.net/mickeyjai/auditorium-333662>

[Link ziyaret tarihi 15.09.2013].

Sümer, H., (2011), İç mekan tasarımında işlev-eylem ilişkisi kapsamında zemin döşeme malzemeleri ve seçim ölçütleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi, GSE.

Varan, N., Y., Durur, G., (2014), İnşaat tekstilleri ve yeni uygulamalar, The journal of textiles and engineers, **Sayı 86**.

Yükselen Can, Z., (2012-2013) Oditoryum Akustiği, Yapı fiziği bilim dalı, İstanbul: YTÜ.

Yüksek, İ., Esin, T., Kırklareli geleneksel kırsal mimarisinde bitkisel yapı malzemesi kullanımı, 4. *Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, (12-13-14 KASIM), ss. 157-167.

Zeybekoğlu, D., (2005). Edirne geleneksel konut mimarlığını etkileyen sosyo-kültürel faktörlerin incelenmesi. Edirne: *Yüksek Lisans Tezi*, Trakya Üniversitesi. FBE.