

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI



GERİ DÖNÜŞÜM MATERYALLERİNİN KİŞİSEL KORUYUCU
KULAKLIKLARDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ulaş ÇINAR

Tez Danışmanları

Yrd. Doç. Dr. Tahsin Aykan KEPEKLİ

Yrd. Doç. Dr. Ahmet Hamdi KEPEKÇİ

İSTANBUL
AĞUSTOS 2016

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI



GERİ DÖNÜŞÜM MATERYALLERİNİN KİŞİSEL KORUYUCU
KULAKLIKLARDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ulaş ÇINAR

Tez Danışmanları

Yrd. Doç. Dr. Tahsin Aykan KEPEKLİ

Yrd. Doç. Dr. Ahmet Hamdi KEPEKÇİ

İSTANBUL
AĞUSTOS 2016

ÖZGÜNLÜK BİLDİRİSİ

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İstanbul, 2016

ULAŞ ÇINAR

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 19/08/2016

Prof. Dr. Gönül KUNT KANDEMİR
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi
(Jüri Başkanı)

Yrd. Doç. Dr. Tahsin Aykan KEPEKLİ
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Ali GÖKŞENLİ
İstanbul Teknik Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	III
TABLolar LİSTESİ.....	IV
SEMBOLLER ve KISALTMALAR.....	V
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Gürültü	3
2.2. Kulak Koruyucular	4
2.3. Gürültünün 6331 Sayılı İSG Mevzuatındaki Yeri.....	8
2.4. Geri Dönüşüm ve Önemi	9
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	13
3.1. Materyaller	13
3.2. Tasarım ve Yöntem	17
4. BULGULAR	22
5. TARTIŞMA	31
6. SONUÇ	34
7. ÖZET	37
8. SUMMARY	38
9. KAYNAKLAR	39
10. ÖZGEÇMİŞ.....	41

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Pasif Gürültü Önleyici Kulak Kapatıcılar	5
Şekil 2. Pasif Gürültü Önleyici Kulak Tıkaçları	6
Şekil 3. Aktif Gürültü Önleme Sistemi	7
Şekil 4. Yumurta Karton (Viyol)	14
Şekil 5. Geri Dönüştürülmüş Elyaf	14
Şekil 6. Cam yünü	15
Şekil 7. Bondex Sünger	16
Şekil 8. Melamin Sünger	16
Şekil 9. Mantar Şilte	17
Şekil 10. Deneylerde Kullanılan Malzemeler	18
Şekil 11. Binaural Mikrofon	19
Şekil 12. Ses Seviyesi Ölçer Programın Örnek Ekran Görüntüsü	19
Şekil 13. Stüdyo Krokisi	20
Şekil 14. Deneysel Veriler	33
Şekil 15. Maksimum Ses Sönümlenme Değerleri (dB)	34
Şekil 16. Minimum Ses Sönümlenme Değerleri (dB)	35
Şekil 17. Ortalama Ses Sönümlenme Değerleri (dB)	35

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Deneysel Kombinasyonlar	18
Tablo 2. Konvansiyonel Kulaklık Deney Sonuçları	22
Tablo 3. 1. Kombinasyon Deney Sonuçları.....	23
Tablo 4. 2. Kombinasyon Deney Sonuçları.....	24
Tablo 5. 3. Kombinasyon Deney Sonuçları.....	25
Tablo 6. 4. Kombinasyon Deney Sonuçları.....	26
Tablo 7. 5. Kombinasyon Deney Sonuçları.....	27
Tablo 8. 6. Kombinasyon Deney Sonuçları.....	28
Tablo 9. 7. Kombinasyon Deney Sonuçları.....	29

SEMBOLLER ve KISALTMALAR

dB: Desibel

dB(A): İnsan kulağının algılayabildiği frekans aralıklarındaki ses seviyesi ölçüm birimi

dB(C): Peak noktaları ifade ederken kullanılan ses seviyesi ölçüm birimi

EN: European Norm

Hz: Hertz

İSG: İş Sağlığı ve Güvenliği

KKD: Kişisel Koruyucu ve Donanımlar

LEX: Level of Exposure

OHS: Occupational Health and Safety

P_{TEPE}: En yüksek ses basıncı seviyesi

PPE: Personal Protective Equipments

PE: Polietilen

PET: Polietilen Tereftalat

PP: Polipropilen

PVC: Polivinil Klorür

SNR: Signal to Noise Ratio

TS: Türk Standartları

1. GİRİŞ

Günümüzde; artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte sanayileşmedeki sürekli artış önlenemez bir gerçektir. Bu doğrultuda; hızla zorlaşan yaşam koşulları; insanları, iş hayatlarında da ağır şartlar altında çalışmak zorunda bırakabilmektedir. Çalışma hayatının zararlı etkenlerinden, insan ve çevresinin maruziyetini mümkün olduğunca en aza indirmek için iş sağlığı ve güvenliği alanındaki çalışmalar hızla artmaktadır.

Gürültü; çalışma ortamlarında karşılaşılan kişisel zararlı maruziyetlerin başında gelmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte makinelerin hakim olduğu günümüz endüstrisinde, gürültü ile olan etkileşim çalışanlar açısından kaçınılmaz düzeydedir.

Çalışanların, çalışma ortamındaki ses düzeyleri ve maruz kalınacak süreler göre gürültü ile olan etkileşimleri belirlenir ve sınır değerlerin üzerindeki gürültü seviyeleri için kişisel koruyucu kulaklık kullanımı zorunludur. Farklı tiplerde üretilen ve farklı seviyelerde ses önleyici özellik gösterebilen koruyucu kulaklıklar, kullanım durumuna göre koruyucu özelliklerini yitirmekte ve belirli aralıklarla yenilenmesi gerekmektedir. Bu durumda dünya genelinde ortaya çıkan yüksek miktarda atık madde çevresel ve ekonomik açıdan önemli problemler oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, kişisel koruyucu kulaklık türlerinden biri olan pasif gürültü önleyici kulak kapatıcıların yapısı, standartlar doğrultusunda incelenmiş ve üretiminde kullanılan materyaller belirlenmiştir. Bu materyallerin büyük bir çoğunluğunun, kağıt, plastik ve cam gibi maddelerin geri dönüşümü ile kazanılabileceği göz önünde bulundurulmuş olup geri dönüştürülmüş veya dönüştürülebilen materyaller kullanılarak güvenlik ile

ilgili standartlara uygun, üretim sırasında çevresel ve ekonomik açıdan önemli katkılar sağlayacak bir kulaklık geliştirilmesi ve kullanılabilir geri dönüşüm materyallerinin araştırılması amaçlanmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Gürültü

Gürültü; genel olarak hoş gitmeyen, istenmeyen, rahatsızlık verici ses olarak tanımlanmaktadır. Ses, fiziksel ve ölçülebilir bir kavramdır, gürültü ise kişi algısına göre değişiklik gösterebilen öznel bir kavramdır. Gürültü, kişisel maruziyette ciddi ölçüde kalıcı hasarlar bırakabilen en önemli fiziksel kirleticilerdendir. Günümüzde artan nüfus, gelişen teknoloji ve sanayileşme ile birlikte gürültü giderek artış gösteren bir problem haline gelmektedir.¹

2.1.1. Ses Fizyolojisi

Ses; titreşim yapan bir kaynak aracılığıyla hava basıncındaki dalgalanmalardan oluşan fiziksel bir olgudur. Fiziksel ses, titreşim yapan bir cismin ortamda oluşturduğu basınç değişimleridir. Fizyolojik ses ise; elastik bir ortamdaki basınç değişmelerin işitme organlarındaki oluşturduğu duyudur. Ses dalgalarının oluşturduğu hava basıncına *Ses Basıncı*, titreşimin bir saniyede tekrarlanma sayısına *Frekans*, birim zamanda titreşimlerin yayıldığı mesafeye de *Ses Hızı* denmektedir.^{2,3}

İnsan kulağı 20-20000 Hz. arasındaki seslere duyarlıdır. 20 Hz.'den düşük seslere *İnfrases*, 20000 Hz.'den yüksek seslere ise *Ultras* denmektedir. Ses şiddetinin değerlendirilmesinde bağıl bir birim olan *Desibel* (dB) kullanılmaktadır. dB lineer bir birim değildir. 10 dB ses şiddeti 1 dB'lik sesin 10 katıdır; 20 dB, 1 dB'in 100 katıdır, 40 dB'lik ses ise 1 dB'lik sesin 10000 katı şiddettedir. İnsan kulağı 0-140 dB aralığındaki sesleri algılayabilir. 120 dB şiddetindeki ses kulakta rahatsızlık hissi verirken, 120-130 dB aralığında belirgin bir ağrı hissi oluşur. 140 dB ve üzeri ses şiddeti; çok ciddi

düzyeyde ağrı, kulak zarı yırtılması, kalıcı ve geçici işitme kaybına sebebiyet verebilmektedir.⁴

2.2. Kulak Koruyucular

Kişisel koruyucu donanımlar, risk ve tehlikeler kaynağında yok edilemediği veya kontrol altına alınamadığı durumlarda, risk önleme hiyerarşisinin son adımı olarak kullanılmaktadır. Çalışanların yüksek gürültü seviyesine uzun süre maruziyetleri işitme kaybına yol açabilir; aralıklı maruziyetlerde işitme hasarı, sinirlilik, konsantrasyon azalmaları hatta iş kazaları meydana gelebilir.⁵

Gürültü kontrolü aktif ve pasif olmak üzere iki yöntem ile sağlanmaktadır. Aktif yöntem; kulaklığa entegre bir mikrofon ile dışarıdan gelen ses dalgaları algılanarak elektronik bir devre yardımı ile ters dalga üretilerek sesi nötrlemeye dayalıdır. Pasif yöntem ise sesi doğrudan izole etmek amacı ile gürültü kaynağının önüne ses geçişini engelleyici materyaller kullanımına dayalıdır.⁶

2.2.1. Kulak Kapaticılar

Kulağı tamamen kapatan, ses şiddetini belirli ölçüde azaltan ancak konuşma ve işitmeyi bütünüyle kesmeyen pasif gürültü önleyici koruyuculardır. EN 352 standartları baz alınarak üretilen kulaklıkların dış kabı düşme ve darbelere dayanıklı sert plastik malzemeden üretilmektedir. Kabın içerisinde ses önleyici sünger v.b. materyaller kullanılır. Kulağı çevreleyen yastıkların içi süngerli, temas yüzeyi ise antiallerjik malzemeden üretilmektedir.

Kulak kapatıcılar, baş bantlı veya güvenlik kaskına monte edilebilir şekilde üretilmektedir. Baş bandı, esneyebilen sert plastikten veya paslanmaz yaylı çelikten üretilmektedir. Barete monte olan kulak kapatıcıları birbirinden bağımsız iki kapatıcının kaskın yanlarındaki yuvalara geçerek kulak hizasına ayarlanması ile kullanılır. Bütün versiyonlar kişiye göre ayarlanabilir olmak zorundadır.^{7,8}

Piyasada bulunan kulak kapatıcılarının ses önleme seviyeleri ortalama 20 - 35 dB aralığındadır. Bu seviye üretimde kullanılan malzemeler, ses önleyici tabaka kalınlığı ve ortam şartlarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Farklı tip pasif gürültü önleyici kulak kapatıcılar Şekil 1.'de verilmiştir.



Şekil 1. Pasif Gürültü Önleyici Kulak Kapatıcılar

2.2.2. Kulak Tıkaçları

Kulak tıkaçları, kulak kanalına yerleştirilerek kullanılan pasif gürültü önleyici koruyuculardır. EN 352-2 standardına göre üretilen kulak tıkaçları, hijyenik olması için pamuk, polietilen sünger veya silikon kauçuktan üretilmektedir. Kordonlu ve kordonsuz olarak üretimi gerçekleştirilebilir. Pamuk tıkaçlar yüksek ses seviyelerinde kullanıma uygun değildirler. Polietilen sünger ve silikon kauçuktan üretilen tıkaçlar yüksek ses sönümlenme kapasitesine sahiptirler. Farklı tip pasif gürültü önleyici kulak tıkaçları Şekil 2.'de verilmiştir.⁹

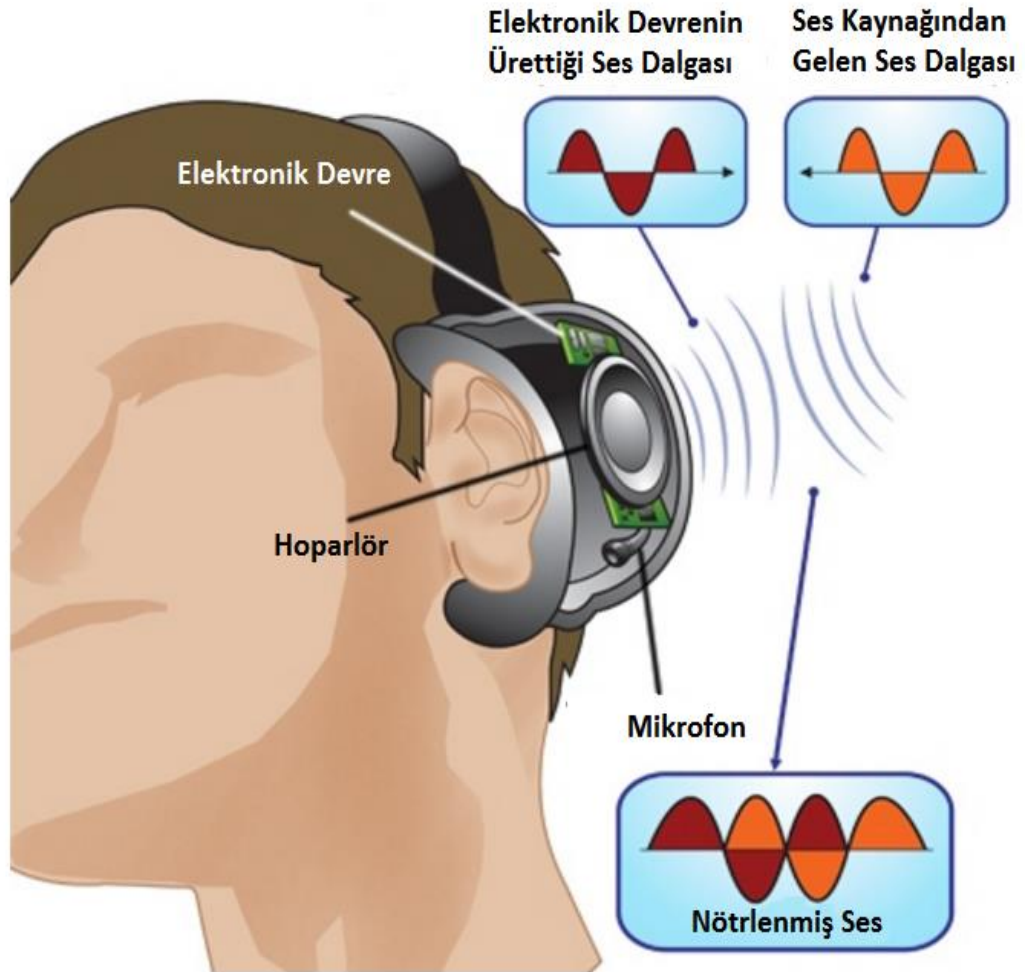


Şekil 2. Pasif Gürültü Önleyici Kulak Tıkaçları

2.2.3. Aktif Gürültü Önleyici Kulaklıklar

Aktif gürültü önleme; kulaklığa entegre bir mikrofon ile dışarıdan gelen ses dalgaları algılanarak elektronik bir devre yardımı ile ters dalga üretilerek sesi nötrlemeye dayalıdır. Çok yüksek ve sürekli seslerin

nötrlenmesinde oldukça tercih edilen bir yöntemdir. Özellikle pilot kulaklıklarında kullanılan aktif gürültü önleme sistemi sabit frekanstaki sesleri neredeyse tamamen sönmüleyerek diğer seslerin duyulmasına olanak sağlar. EN 352-5 standardına göre üretilen kulaklıklar, kulak kapaticılar için geçerli olan standartlara ek olarak entegre mikrofon ve elektronik sistem içermektedir. Şekil 3.'te aktif gürültü önleme sistemi şematik olarak verilmiştir.¹⁰



Şekil 3. Aktif Gürültü Önleme Sistemi

2.3. Gürültünün 6331 Sayılı İSG Mevzuatındaki Yeri

2.3.1. Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik

Bu Yönetmelik, 6331 sayılı Kanununun 30 uncu maddesine ve 9/1/1985 tarihli ve 3146 sayılı Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanuna dayanılarak ve 6/2/2003 tarihli ve 2003/10/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifine paralel olarak hazırlanmıştır ve amacı, çalışanların gürültüye maruz kalmaları sonucu oluşabilecek sağlık ve güvenlik risklerinden, özellikle işitme ile ilgili risklerden korunmaları için asgari gereklilikleri belirlemektir.¹¹

2.3.1.1. Maruziyet Eylem Değerleri Ve Maruziyet Sınır Değerleri

(LEX, 8h): Günlük gürültü maruziyet düzeylerinin sekiz saatlik 5 iş gününden oluşan bir hafta için zaman ağırlıklı ortalamasını ifade etmektedir.

Mevzuata göre;

- **Maruziyet Sınır Değer;** (LEX,8h): 87 dB(A) veya (P_{tepe}) = 200 Pa [140 dB(C) re. 20 μ Pa] (20 μ Pa referans alındığında 140 dB (C) olarak hesaplanan değer);
- **En Yüksek Maruziyet Eylem Değerleri;** (LEX,8h): 85 dB(A) veya (P_{tepe}) = 140 Pa [137 dB(C) re. 20 μ Pa] (20 μ Pa referans alındığında 137 dB (C) olarak hesaplanan değer);
- **En Düşük Maruziyet Eylem Değerleri;** (LEX,8h): 80 dB(A) veya (P_{tepe}) = 112 Pa [135 dB(C) re. 20 μ Pa] (20 μ Pa referans alındığında 135 dB (C) olarak hesaplanan değer), olarak belirlenmiştir.¹¹

Buna göre; ses seviyesinin anlık olarak 140 dB ve üzeri seviyelere çıktığı yerlerde çalışma yapılamaz.

2.3.1.2. İşverenin Sorumlulukları

Yönetmeliğe göre işverenin yükümlülükleri:

- Maruziyetin belirlenmesi,
- Risklerin değerlendirilmesi,
- Maruziyetin önlenmesi ve azaltılması,
- Kişisel korunma tedbirleri,
- Maruziyetin sınırlandırılması,
- Çalışanların bilgilendirilmesi ve eğitimi,
- Çalışanların görüşlerinin alınması ve katılım sağlanması,
- Sağlık gözetimi

olarak belirlenmiştir.¹¹

2.4. Geri Dönüşüm ve Önemi

Katı atıklar içinde değerlendirilebilir olanların, ayrı toplanması, cinslerine göre ayrılması, fiziksel ve/veya kimyasal ve/veya biyolojik işlemlerle ikincil hammaddeye veya tarım girdisine dönüştürülmesi ve enerji elde edilmesi için yakılması şeklindeki faaliyetlerinin tümü geri kazanım, değerlendirilebilir atıkların çeşitli fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerle ikincil hammaddeye dönüştürülerek tekrar üretim sürecine dahil edilmesi ise geri dönüşüm olarak adlandırılır ve geri kazanım kapsamında olan bir faaliyettir.

Doğal kaynakların hızla yok olması ve çevre kirliliği gibi problemlerin hızla artması, Dünya'nın geleceği konusunda ciddi kaygılar oluşturmaktadır. Kağıt, plastik ve cam gibi birçok alanda sıklıkla kullanılan temel maddelerin geri kazanımı, hem tüketimi hem de atık miktarını azaltacağından, ekolojik dengenin korunmasına katkı sağlayacağı gibi ekonomik açıdan da büyük önem arz etmektedir.

2.4.1. Plastik Atıkların Geri Kazanımı

Plastikler; paketlenme, inşaat, elektrik-elektronik, boya, kaplama, mobilya, tarım gibi birçok alanda ucuz olmaları veya alternatiflerinin çok maliyetli olmasından dolayı ağırlıklı olarak kullanılan ve atıklarının doğada bertarafı çok uzun yıllar alan maddelerdir.¹²

Plastiklerin geri dönüşümünün başlıca avantajları;

- Hammadde ihtiyacının azalması,
 - Nüfus artışı ile beraber ortaya çıkan tüketimin doğal dengeyi bozmasının önlenmesi,
 - Atıkların çevreyi kirletmelerinin önlenmesi,
 - Plastiği sıfırdan üretmek yerine atık kullanımı ile üreterek enerji tasarrufunun sağlanması,
- olarak nitelendirilebilir.¹³

Geri kazanım uygulamasına en yakın plastikler PVC, PE, PET, PP'dir. Plastikler, kimyasal uygulamaların yanı sıra güneş ışınları ve mikro organizmalar kullanılarak da geri dönüştürülebilir. Geri dönüştürülmüş plastikler, tıp ve gıda sektörleri haricindeki bütün sektörlerde kullanılabilir.¹³

2.4.2. Kağıt Türevi Atıkların Geri Kazanımı

Atık kağıt, geri dönüşüm döngüsünde hammadde olarak kabul edilir. Herhangi bir kullanım alanında fonksiyonunu tamamlayarak kullanılamayacak halde olduğu için elden çıkarılarak atılan tüm kağıt çeşitleri ve kartonlar atık kağıt olarak kabul edilir. Bunların dışında, tek kullanım için tasarlanmış emici kağıtlar ve hijyen amaçlı kullanılan kağıtlar hijyen ve sağlık nedenlerinden dolayı geri dönüştürülemedikleri için atık kağıt olarak kabul edilmezler.

Kağıdın yapısındaki temel bileşen olan selüloz, dünyada en fazla bulunan doğal polimerlerin başında gelmektedir. Kağıdın geri kazanımında, yan ürünlerden ham kağıt hamurunu ayırmak için bir dizi kimyasal işlem uygulanır. Bu nedenle, selüloz yapısında değişimler olabilmektedir ve kağıdın geri kazanımı tam verim ile olmasa da büyük oranda gerçekleştirilmektedir.¹⁴

Kağıt üretimindeki selüloz, ağaç lifleri kullanılarak elde edilmektedir. Bu nedenle kağıdın geri dönüştürülerek kullanımı çevresel ve ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır.

2.4.3. Cam Atıklarının Geri Kazanımı

Cam atıkları, kalitesinden kaybetmeden %100 verimle geri kazanılabilen ayrıca sonsuz kez ikincil hammadde olarak üretime dahil edilebilen malzemelerdir. Atık şişe ve kavanozlar, kırılarak ufak tanecikler halinde eritmeye hazır hale getirilir ve eritildikten sonra tekrar şişe ve kavanoz haline dönüştürülür.¹⁵

Buna göre, cam atıklarının geri dönüşümünün avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Mevcut camı eritmek için kullanılan enerji, cam üretmek için kullanılan hammaddeleri eritmek için kullanılan enerjiden çok daha azdır ve bir cam şişenin geri kazanımı ile tasarruf edilen enerji bir televizyonu 1.5 saat çalıştırmaya yeterli gelmektedir.¹⁵
- Camın geri dönüşümü çok hızlı, zahmetsiz ve tam verimle gerçekleşebildiğinden, ekonomik açıdan büyük tasarruf sağlar.¹⁵
- Cam atıkları, %100 verimle ve sonsuz defa geri dönüştürülebildiğinden hammadde ve atık problemleri ortadan kalkar ve çevresel açıdan önemli katkılar sağlar.¹⁵

2.4.4. Metal Atıklarının Geri Kazanımı

Metalik atıklar, genellikle elektrik-elektronik sektöründe oldukça yaygındır. Kabloların ve elektronik aksamaların atıklarından değerli metalik hammaddelerin çeşitli kimyasal yöntemlerle kazanımı ve ikincil hammadde olarak üretime dahil edilmeleri ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır.¹⁶

Metallerin atıklardan geri kazanımı;

- Madenlerden çıkarılan malzemenin, cevher zenginleştirme işlemleri ile kazanılmasından daha kolay ve ekonomiktir.
- Enerji tasarrufu sağlar.
- Yeraltı kaynaklarının gereksiz tüketiminin önüne geçer.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Materyaller

Günümüzde kullanılan pasif koruyucu kulaklıklar temel olarak; sert plastik türevi dış yüzey içerisinde sırasıyla, akustik özellikli süngerler; melamin, poliüretan, polipropilen gibi hafif plastik materyaller ve hijyenik temas yüzeyinden oluşmaktadır. Kullanılan malzemelerin türevlerinin, kağıt, cam ve plastik atıklarından geri kazanılabildiği göz önüne alınarak bu maddelerin kullanımının çevresel ve ekonomik açıdan önemli ölçüde katkı sağlayacağı düşünülmüş ve kullanılacak malzemeler temel ses yalıtım prensipleri göz önüne alınarak tespit edilmiştir. Deneylerde kullanılacak malzemeler; yumurta kartonu, geri dönüştürülmüş elyaf, cam yünü, bondex süngerler, melamin süngerler ve mantar şilte olarak belirlenmiştir.

3.1.1. Yumurta Kartonu (Viyol)

Hammaddesi selüloz olan ve atık kağıt ve kartonların kimyasal işlemlerden geçerek kurutulup preslenmesi ile elde edilen maddedir. Akustik süngerleri anımsatan girintili yüzeyinden ve boşluklu yapısından dolayı ses dalgalarının kırılarak yansımaları sağladığından amatör ses yalıtım sistemlerinde sıklıkça kullanılmaktadır. Malzemenin görüntüsü Şekil 4.'te verilmiştir.



Şekil 4. Yumurta Kartonu (Viyol)

3.1.2. Geri Dönüştürülmüş Elyaf

Plastik türevlerinin geri dönüşümü ile elde edilir. Lifli yapısından dolayı ses yalıtımlarında boşlukları doldurma amacı ile kullanılmaktadır. Malzemenin görüntüsü Şekil 5.'te verilmiştir.



Şekil 5. Geri Dönüştürülmüş Elyaf

3.1.3. Cam Yünü

Cam geri dönüşüm ürünüdür. İnorganik maddelerin yüksek ısıda eritilip elyaf haline getirilmesi ile elde edilir. Hem ısı hem de ses yalıtımında sıklıkla kullanılır. Malzemenin görüntüsü Şekil 6.'da verilmiştir.



Şekil 6. Cam yünü

3.1.4. Bondex Süngerler

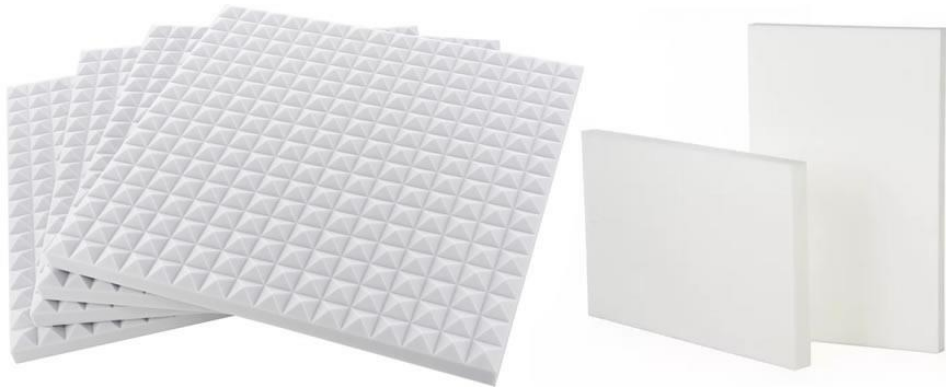
Atık süngerlerin kimyasal işleme tabi tutulduktan sonra preslenmesiyle elde edilir. Ses ve ısı yalıtımında sıklıkla kullanılmaktadır. Malzemenin görüntüsü Şekil 7.'de verilmiştir.



Şekil 7. Bondex Sünger

3.1.5. Melamin Süngerler

Plastiğin geri dönüşümü ile elde edilebilen melamin kullanılarak üretilir. Çok yüksek ses sönümlene özelliği taşıyan melamin süngerlerin yüzey yapıları farklı şekillendirilerek ses sönümlene özelliği artırılabilir. Malzemenin görüntüsü Şekil 8.'de verilmiştir.



Şekil 8. Melamin Sünger

3.1.6. Mantar Şilte

Doğal mantar meşesi, ağaç kabukları ile lastiklerin geri dönüşümünden elde edilen kauçuk katkılı mantar şilteler oldukça yüksek ses sönümleme özelliğine sahiptirler. Malzemenin görüntüsü Şekil 9.'da verilmiştir.



Şekil 9. Mantar Şilte

3.2. Tasarım ve Yöntem

Geri dönüştürülmüş plastikten üretilmiş dış kap ile hijyenik temas pedi sabit tutularak belirlenen malzemeler ile aynı kalınlıkta kombinasyonlar oluşturulmuştur. Bu kombinasyonlar numaralandırılarak Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneysel Kombinasyonlar

KOMBİNASYON NO.	MATERYALLER	KOMBİNASYON NO.	MATERYALLER
1	Konvansiyonel Kulaklık	5	Bondex Sünger + CamYünü
2	Yumurta Kartonu, G. D. Elyaf	6	Melamin Sünger + CamYünü
3	Bondex Sünger	7	Bondex Sünger + Mantar Şilte
4	Melamin Sünger	8	Melamin Sünger + Mantar Şilte

Deneylerde kullanılacak materyaller TS EN 352-1 standartlarına uygun olarak temin edilmiş geri dönüştürülebilir polimer dış plastik ile hijyenik kulak pedi arasında konvansiyonel sünger yerine boşluk kalmayacak şekilde konumlandırılmıştır. Hazırlanan malzemeler toplu olarak Şekil 10.'da verilmiştir.

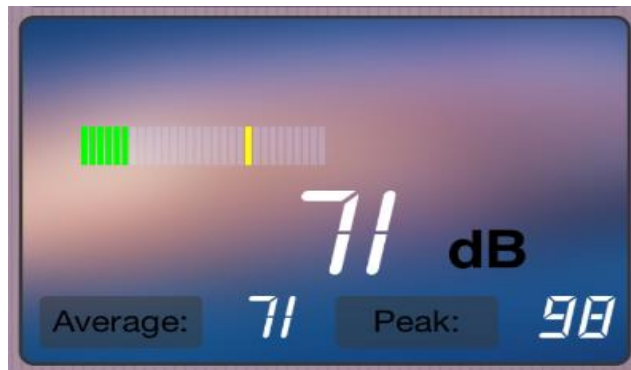


Şekil 10. Deneylerde Kullanılan Malzemeler

Belirlenen kombinasyonlar 3 Dio'nun Free Space Pro modeli binaural mikrofon kullanılarak ses sönümlene testine tabi tutulmuştur. Binaural mikrofonlar insan kulağı şeklinde tasarlanmış olup iki yönlü algıladığı sesi tek bir noktada birleştirerek algıladığından, kulaklık testi için gerçeğe en yakın sonucu verdiği bilinmektedir. Mikrofonun algıladığı sesler bilgisayar ortamına aktarılarak, ses seviyesi dBmeter programı ile belirlenmiştir. Deneylerde kullanılan binaural mikrofonun sütüdyo ortamındaki görüntüsü Şekil 11.' de, ses seviyesi belirlemede kullanılan programın örnek ekran görüntüsü ise Şekil 12.' de verilmiştir.

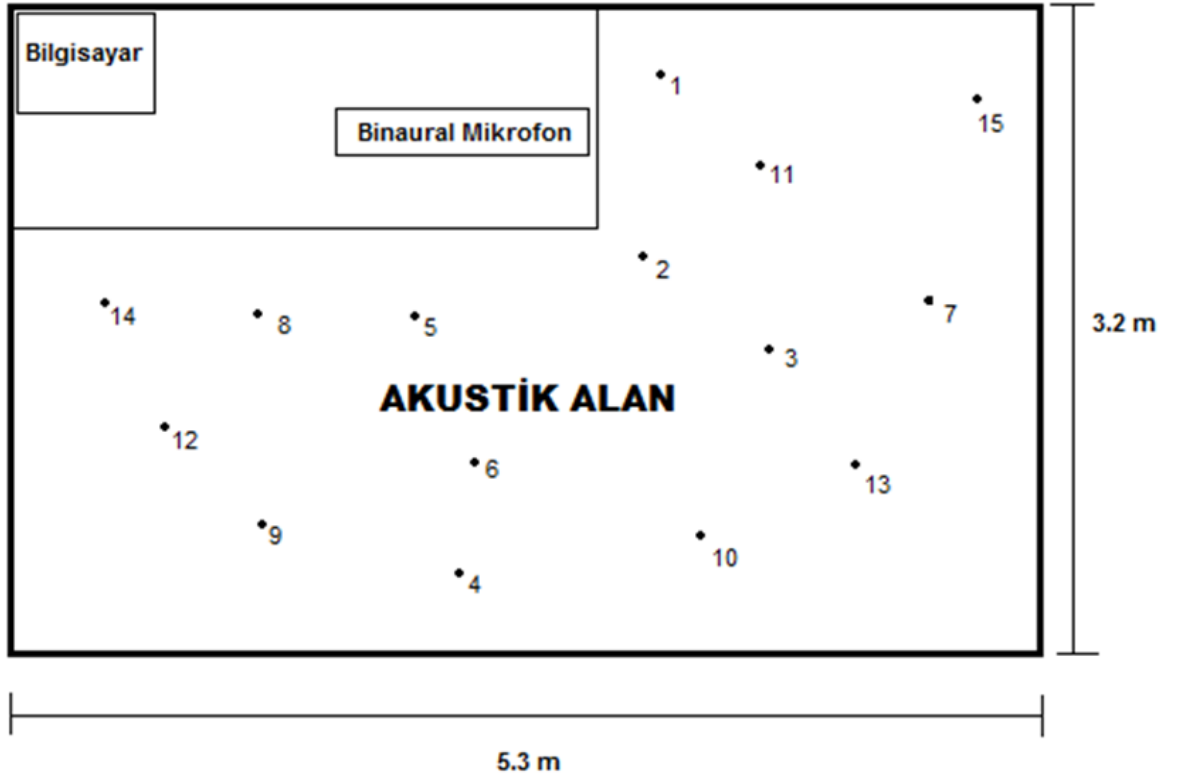


Şekil 11. Binaural Mikrofon



Şekil 12. Ses Seviyesi Ölçer Programın Örnek Ekran Görüntüsü

Deneyleerde kullanılacak seslerde frekans faktörünü ortadan kaldırarak en gerçek sonuca ulaşabilmek amacı ile " Beyaz Gürültü" terimi ile anılan seslerden tercih edilmiştir. Beyaz gürültü; bütün frekans aralıklarına sahip, başka bir deyişle tüm frekansları eşit şiddette bileştiren sürekli ve karmaşık seslerden oluşmaktadır. Balon patlaması; yüksek ses şiddetine sahip ve beyaz gürültü sınıfında olduğundan tercih edilmiştir.



Şekil 13. Stüdyo Krokisi

Deney akışında öncelikle; balon patlatılarak ortaya çıkan ses, tüm deneylerde aynı veriyi kullanabilmek amacı ile ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Şekil 13.'de krokisi verilen stüdyoda belirli bir noktada binaural mikrofon konumlandırılmıştır. 15 farklı noktada, kaydedilmiş balon patlama sesi verilerek önce kulaklıksız olarak daha sonra da belirlenen kombinasyonlar ile oluşturulmuş kulaklıklar kullanılarak ses seviyeleri belirlenmiştir. Kulaklıksız ölçülen ses ile kulaklık kullanılarak elde edilen ses

seviyeleri arasındaki fark hem aralık hem de ortalama olarak tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre; en etkili kombinasyon belirlenerek geri dönüşüm materyallerinin kullanılabilirliği yorumlanmıştır.



4. BULGULAR

15 farklı noktadan kulaklıksız olarak ölçülen ses seviyeleri ile her noktada yer değiştirme yapılmadan farklı kulaklıklar binaural mikrofonla takılarak ölçülen ses seviyeleri karşılaştırılmıştır. İlk olarak standartları TS EN 352-1'e göre belirlenen ve ses sönümlenme değeri SNR 23 dB olarak belirtilmiş kulaklık denenmiş ve sonuçlar Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2. Konvansiyonel Kulaklık Deney Sonuçları

KONVANSİYONEL KULAKLIK			
DENEY NO.	SES (KULAKLIKSIZ) (dB)	SES (KULAKLIKLİ) (dB)	SES SÖNÜMLEME DEĞ. (dB)
1	101	78	23
2	102	80	22
3	98	75	23
4	97	76	21
5	102	81	21
6	98	74	24
7	98	75	23
8	100	78	22
9	98	76	22
10	97	75	22
11	101	79	22
12	98	76	22
13	97	75	22
14	100	79	21
15	98	75	23
ORT.	99	76,8	22,2

Elde edilen verilere göre; konvansiyonel kulaklığın maksimum ses sönümlleme değeri 24 dB olurken, minimum ses sönümlleme değeri 21 dB olarak ölçülmüştür. Ortalama ses sönümlleme değeri, 22.2 dB olarak tespit edilmiştir.

1. kombinasyonda konvansiyonel kulaklıkta kullanılan yalıtım süngeri yerine, kağıt türü geri dönüşüm ürünü olan yumurta kartonu ve onun içerisindeki boşluklara geri dönüştürülmüş elyaf kullanılmıştır. Sonuçlar Tablo 3.' te verilmiştir.

Tablo. 3. 1. Kombinasyon Deney Sonuçları

1. KOMBİNASYON			
DENEY NO.	SES (KULAKLKSIZ) (dB)	SES (KULAKLIKLI) (dB)	SES SÖNÜMLEME DEĞ. (dB)
1	101	82	19
2	102	82	20
3	98	79	19
4	97	78	19
5	102	81	21
6	98	78	20
7	98	77	21
8	100	79	21
9	98	78	20
10	97	77	20
11	101	80	21
12	98	79	19
13	97	78	19
14	100	80	20
15	98	77	21
ORT.	99	79	20

Elde edilen verilere göre; yumurta kartonu ve geri dönüştürülmüş elyaf kullanılarak oluşturulan kulaklığın maksimum ses sönümleme değeri 21 dB olurken, minimum ses sönümleme değeri 19 dB olarak ölçülmüştür. Ortalama ses sönümleme değeri, 20 dB olarak tespit edilmiştir.

2. kombinasyonda konvansiyonel kulaklıkta kullanılan yalıtım süngeri yerine, atık süngerlerin geri dönüşümü ile elde edilen bondex sünger kullanılmış ve sonuçlar Tablo 4.' te verilmiştir.

Tablo. 4. 2. Kombinasyon Deney Sonuçları

2. KOMBİNASYON			
DENEY NO.	SES (KULAKLIKSIZ) (dB)	SES (KULAKLIKLİ) (dB)	SES SÖNÜMLEME DEĞ. (dB)
1	101	76	25
2	102	76	26
3	98	75	23
4	97	75	22
5	102	78	24
6	98	74	24
7	98	74	24
8	100	75	25
9	98	74	24
10	97	73	24
11	101	77	24
12	98	74	24
13	97	73	24
14	100	76	24
15	98	75	23
ORT.	99	75	24

Elde edilen verilere göre; bondex sünger kullanılarak oluşturulan kulaklığın maksimum ses sönümleme değeri 26 dB olurken, minimum ses sönümleme değeri 23 dB olarak ölçülmüştür. Ortalama ses sönümleme değeri, 24 dB olarak tespit edilmiştir.

3. kombinasyonda konvansiyonel kulaklıkta kullanılan yalıtım süngeri yerine, plastiğin geri dönüşümü ile elde edilen melamin sünger kullanılmış ve sonuçlar Tablo 5.' te verilmiştir.

Tablo. 5. 3. Kombinasyon Deney Sonuçları

3. KOMBİNASYON			
DENEY NO.	SES (KULAKLIKSIZ) (dB)	SES (KULAKLIKLİ) (dB)	SES SÖNÜMLEME DEĞ. (dB)
1	101	74	27
2	102	75	27
3	98	72	26
4	97	71	26
5	102	74	28
6	98	71	27
7	98	70	28
8	100	74	26
9	98	71	27
10	97	70	27
11	101	75	26
12	98	73	25
13	97	73	24
14	100	75	25
15	98	72	26
ORT.	99	72,67	26,33

Elde edilen verilere göre; melamin sünger kullanılarak oluşturulan kulaklığın maksimum ses sönümleme değeri 28 dB olurken, minimum ses sönümleme değeri 24 dB olarak ölçülmüştür. Ortalama ses sönümleme değeri, 26.33 dB olarak tespit edilmiştir.

4. kombinasyonda konvansiyonel kulaklıkta kullanılan yalıtım süngeri yerine, aynı kalınlıkta olacak şekilde iki parça bondex sünger arasında cam yünü kullanılmış ve sonuçlar Tablo 6.' da verilmiştir.

Tablo. 6. 4. Kombinasyon Deney Sonuçları

4. KOMBİNASYON			
DENEY NO.	SES (KULAKLIKSIZ) (dB)	SES (KULAKLIKLI) (dB)	SES SÖNÜMLEME DEĞ. (dB)
1	101	77	24
2	102	78	24
3	98	75	23
4	97	74	23
5	102	78	24
6	98	74	24
7	98	73	25
8	100	74	26
9	98	75	23
10	97	74	23
11	101	78	23
12	98	75	23
13	97	74	23
14	100	76	24
15	98	76	22
ORT.	99	75,4	23,6

Elde edilen verilere göre; 2 bondex sünger arasında cam yünü kullanılarak oluşturulan kulaklığın maksimum ses sönümleme değeri 26 dB olurken, minimum ses sönümleme değeri 22 dB olarak ölçülmüştür. Ortalama ses sönümleme değeri, 23.60 dB olarak tespit edilmiştir.

5. kombinasyonda konvansiyonel kulaklıkta kullanılan yalıtım süngeri yerine, aynı kalınlıkta olacak şekilde iki parça melamin sünger arasında cam yünü kullanılmış ve sonuçlar Tablo 7.' de verilmiştir.

Tablo. 7. 5. Kombinasyon Deney Sonuçları

5. KOMBİNASYON			
DENEY NO.	SES (KULAKLKSIZ) (dB)	SES (KULAKLIKLI) (dB)	SES SÖNÜMLEME DEĞ. (dB)
1	101	75	26
2	102	76	26
3	98	73	25
4	97	72	25
5	102	75	27
6	98	72	26
7	98	71	27
8	100	74	26
9	98	73	25
10	97	70	27
11	101	75	26
12	98	74	24
13	97	74	23
14	100	76	24
15	98	72	26
ORT.	99	73,47	25,53

Elde edilen verilere göre; 2 melamin sünger arasında cam yünü kullanılarak oluşturulan kulaklığın maksimum ses sönümleme değeri 27 dB olurken, minimum ses sönümleme değeri 23 dB olarak ölçülmüştür. Ortalama ses sönümleme değeri, 25.53 dB olarak tespit edilmiştir.

6. kombinasyonda konvansiyonel kulaklıkta kullanılan yalıtım süngeri yerine, aynı kalınlıkta olacak şekilde iki parça bondex sünger arasında mantar şilte kullanılmış ve sonuçlar Tablo 8.' de verilmiştir.

Tablo. 8. 6. Kombinasyon Deney Sonuçları

6. KOMBİNASYON			
DENEY NO.	SES (KULAKLIKSIZ) (dB)	SES (KULAKLIKLI) (dB)	SES SÖNÜMLEME DEĞ. (dB)
1	101	75	26
2	102	76	26
3	98	74	24
4	97	72	25
5	102	77	25
6	98	73	25
7	98	73	25
8	100	74	26
9	98	73	25
10	97	72	25
11	101	76	25
12	98	74	24
13	97	73	24
14	100	75	25
15	98	73	25
ORT.	99	74	25

Elde edilen verilere göre; 2 bondex sünger arasında mantar şilte kullanılarak oluşturulan kulaklığın maksimum ses sönümleme değeri 26 dB olurken, minimum ses sönümleme değeri 24 dB olarak ölçülmüştür. Ortalama ses sönümleme değeri, 25 dB olarak tespit edilmiştir.

7. kombinasyonda konvansiyonel kulaklıkta kullanılan yalıtım süngeri yerine, aynı kalınlıkta olacak şekilde iki parça melamin sünger arasında mantar şilte kullanılmış ve sonuçlar Tablo 9.' da verilmiştir.

Tablo. 9. 7. Kombinasyon Deney Sonuçları

7. KOMBİNASYON			
DENEY NO.	SES (KULAKLIKSIZ) (dB)	SES (KULAKLIKLI) (dB)	SES SÖNÜMLEME DEĞ. (dB)
1	101	72	29
2	102	73	29
3	98	71	27
4	97	70	27
5	102	73	29
6	98	70	28
7	98	71	27
8	100	72	28
9	98	71	27
10	97	71	26
11	101	73	28
12	98	70	28
13	97	70	27
14	100	72	28
15	98	71	27
ORT.	99	71,33	27,67

Elde edilen verilere göre; 2 melamin sünger arasında mantar Şilte kullanılarak oluşturulan kulaklığın maksimum ses sönümleme değeri 29 dB olurken, minimum ses sönümleme değeri 26 dB olarak llmŐtr. Ortalama ses sönümleme değeri, 27.67 dB olarak tespit edilmiştir.



5. TARTIŞMA

Deney sonuçlarına göre; konvansiyonel kulaklık ile akustik ortamda yapılan testler sonucu 21-24 dB aralığında ve ortalama 22.8 dB ses önleyici etki tespit edilmiştir. Kulaklığın, standartlarla belirlenen 23 dB seviyesinde ses sönümlene değere yakın veriler elde edildiğinden sistemin güvenilir olduğu anlaşılmaktadır.

Yumurta kartonu ve geri dönüştürülmüş elyaftan oluşan kulaklık için yapılan testler sonucunda; 19-21 dB aralığında ve ortalama 20 dB seviyesinde ses önleyici etki tespit edilmiştir. Bu kombinasyonda, boşluklu yapının fazla olmasından dolayı ses dalgalarının kırılması ile blokaj gerçekleştiğinden, az boşluklu yapılara göre ses sönümlemenin azaldığı görülmektedir. Ancak, daha düşük ses seviyelerinde bu kombinasyon da kullanılabilir özelliklere sahiptir.

Sadece bondex sünger kullanılarak yapılan testler sonucu elde edilen verilere göre, 23-26 dB aralığında ve ortalama 24 dB seviyesinde ses sönümlene tespit edilmiştir. Geri dönüşüm ürünü olan bondex süngerin aynı tabaka kalınlığında standart kulaklığa göre bir miktar daha fazla ses önleyici etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Sadece melamin sünger kullanılarak yapılan testler sonucu elde edilen verilere göre, 24-28 dB aralığında ve ortalama 26.33 dB seviyesinde ses sönümlene tespit edilmiştir. Plastik geri dönüşüm ürünü olan melamin süngerin aynı tabaka kalınlığında standart ve bondexten üretilmiş kulaklığa göre daha fazla ses önleyici etkisinin olduğu belirlenmiştir.

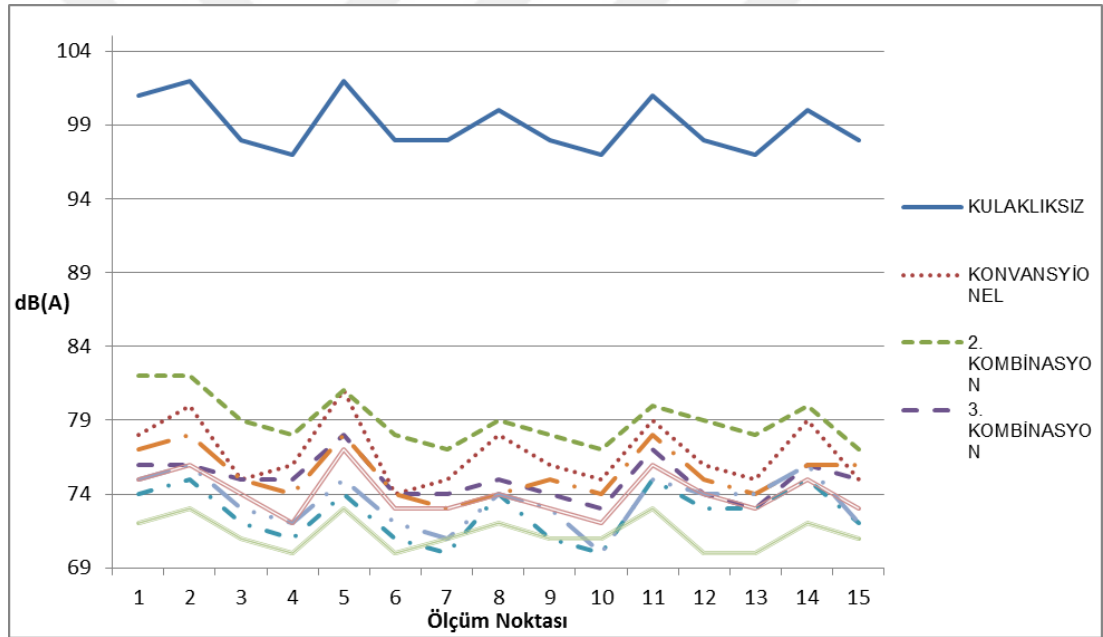
Birden fazla geri dönüşüm ürününün kullanıldığı ilk deneysel çalışma; kalınlık diğer deneylerdeki ile aynı olacak şekilde iki bondex süngerin arasına cam yünü konumlandırılarak yapılmıştır. Elde edilen verilere göre; 22-26 dB aralığında ve ortalama 23.60 dB seviyesinde ses sönümlenme tespit edilmiştir. Elde edilen seviye, konvansiyonel kulaklığa göre biraz daha iyi sonuç verirken, sadece bondex kullanılan kulaklığa göre bir miktar düşük olmuştur. Cam yünü kullanımı bu deney kalıbında ses bloklamayı olumsuz yönde etkilese de kombinasyon genel olarak kullanılabilir düzeydedir.

Melamin sünger ve cam yününün kullanıldığı deneylerde, 23-27 dB aralığında ve ortalama 25.53 dB seviyesinde ses sönümlenme tespit edilmiştir. Elde edilen seviye, sadece melamin kullanılan kulaklığa göre bir miktar düşük olmuştur. Cam yünü kullanımı bu deney grubu için ses sönümlenmeyi olumsuz yönde etkilese de kombinasyon genel olarak kullanılabilir düzeydedir.

Bondex süngerler arasına cam yünü yerine mantar şilte kullanıldığında; 24-26 dB aralığında ve ortalama 25 dB seviyesinde ses sönümlenme tespit edilmiştir. Mantar şilte kullanımının, malzemenin kauçuk yapısının da etkisi ile sistemi olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir.

Melamin süngerler arasına cam yünü yerine mantar şilte kullanıldığında; 26-29 dB aralığında ve ortalama 27.67 dB seviyesinde ses sönümlenme tespit edilmiştir. Mantar şilte kullanımının, malzemenin kauçuk yapısının da etkisi ile sistemi olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir.

Tüm verilerin ele alındığı Şekil 13.'e göre; bütün kombinasyonların kullanılabilir özellikte bir kulaklık oluşturabileceği kanıtlanmıştır. Ayrıca; yumurta kartonu ile geri dönüştürülmüş elyaftan oluşturulan kulaklık haricinde bütün kombinasyonların, piyasadan temin edilen ortalama bir kulaklıktan daha iyi ses sönümleyici özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan deneylerde en iyi sonuç, plastik geri dönüşüm ürünü olan melamin süngerler ile şişe mantarlarının kimyasal işlem ve yüksek ısı işlem sonucu preslenmesi ile elde edilen mantar şiltenin kombine edilerek oluşturduğu kulaklıkla sağlanmıştır.

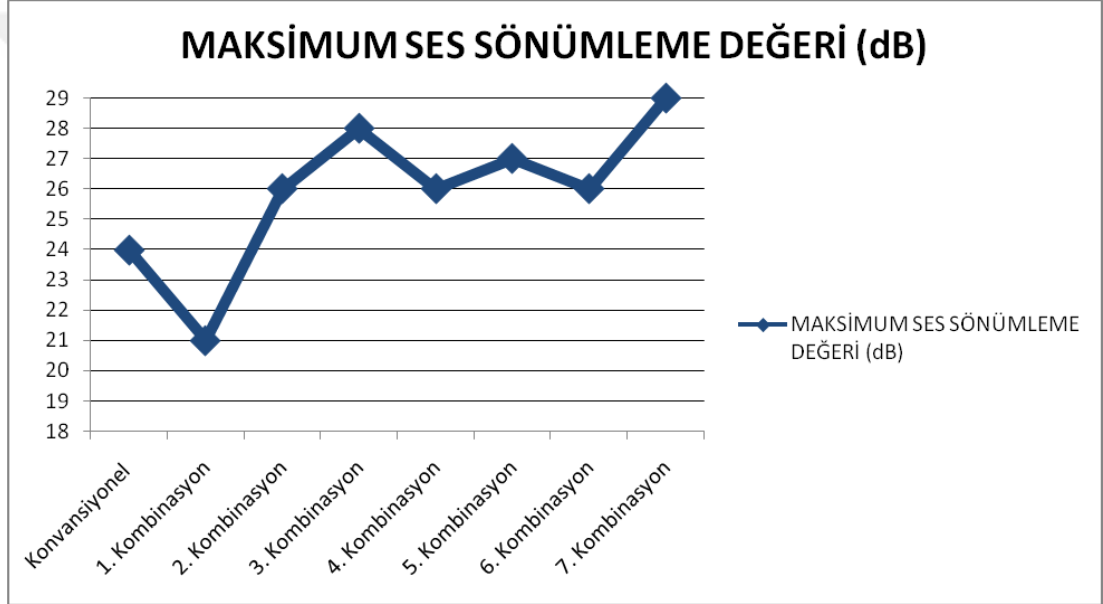


Şekil 14. Deneysel Veriler

Tüm bu verilere ilave olarak; İş hayatında sürekli olarak koruyucu kulaklık kullanımının zorunlu olduğu alanlarda, koruyucu kulaklıklar belirli periyotlarla yenilenmek durumundadır. Bu nedenle, bu akışın içerisine geri dönüşümün dahil olması büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte; kağıt, cam ve plastik atıklarının geri kazanımı ile oluşturulan kulaklıklar çevresel açıdan önemli kazanımlar doğuracaktır.

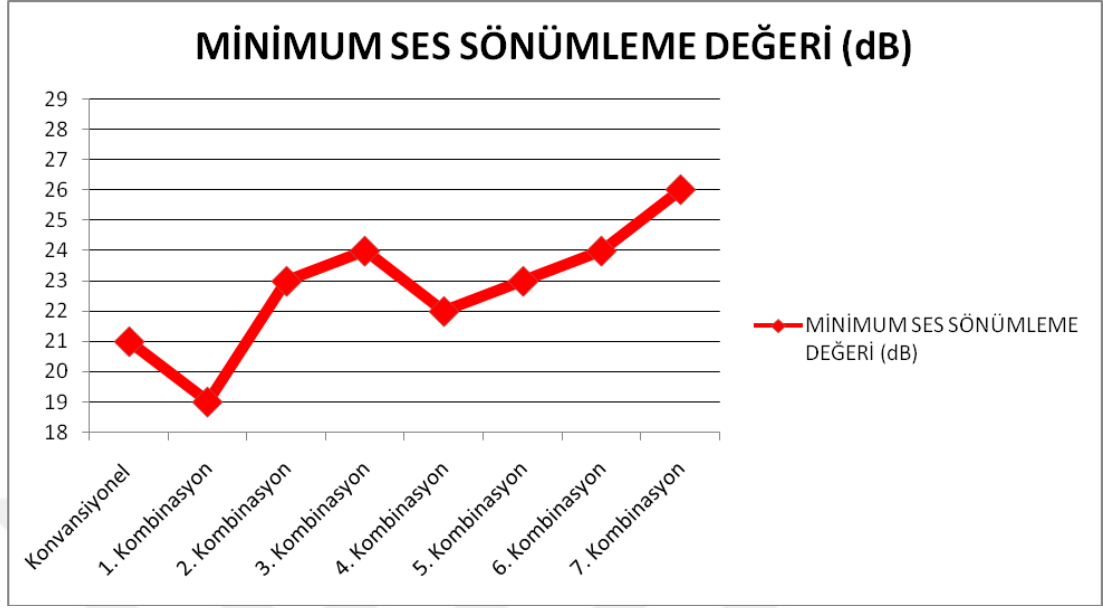
6. SONUÇ

Elde edilen veriler doğrultusunda; konvansiyonel kulaklık ile aynı kalınlıkta farklı kombinasyonlarla oluşturulan kulaklıkların ses sönümlenme değerlerinin karşılaştırıldığı grafikler Şekil 13., 14. ve 15.'de verilmiştir.



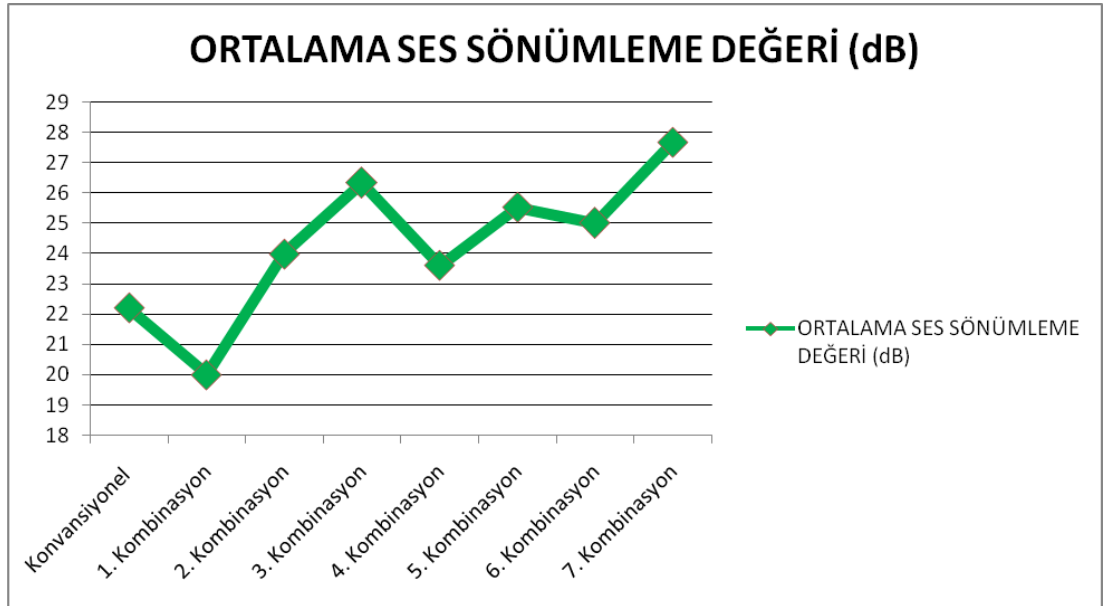
Şekil 15. Maksimum Ses Sönümlenme Değerleri (dB)

Maksimum değerler ele alındığında, melamin sünger içeren kombinasyonların ses sönümlenme değerlerinin diğer kombinasyonlara ve konvansiyonel kulaklığa göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca, melamin sünger ile kombine edilen mantar şiltenin ses sönümlenme değerini arttırdığı görülmektedir. Bütün kombinasyonlar içerisinde sadece yumurta kartonu ve elyaftan oluşan kombinasyonun konvansiyonel kulaklığa göre ses sönümlenme değerinin düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 16. Minimum Ses Sönümlleme Değerleri (dB)

Minimum değerler ele alındığında da melamin içeren kombinasyonların ses sönümlleme değerlerinin diğer kombinasyonlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 17. Ortalama Ses Sönümlleme Değerleri (dB)

15 farklı noktadan alınan ölçümlerin ortalaması alınarak elde edilen ortalama ses sönümleme değerlerine göre, geri dönüştürülmüş materyallerin kullanıldığı kulaklıkların ses sönümleme değerleri yumurta kartonu ve elyaftan oluşan kombinasyon hariç, piyasadan temin edilen ortalama bir pasif koruyucu kulaklıktan daha iyi sonuç vermiştir. Özellikle melamin sünger kullanılan kulaklıkların daha yüksek ses sönümleme özelliği gösterdiği ve kombinasyonlarda ara tabaka olarak kullanılan mantar şiltenin ses sönümleyici özelliği arttırdığı kanıtlanmıştır. Bununla birlikte bütün kombinasyonlar ile kullanılabilir bir koruyucu kulaklık üretilebileceği görülmektedir.

Türkiye'deki verilere göre 23 milyon kayıtlı çalışan bulunmakta ve bu çalışanların en az % 20 'si çok gürültülü ortamda çalışmaktadır. Bu veriler doğrultusunda yaklaşık 5 milyon koruyucu kulaklık kullanımı zorunlu olmakta ve bu kulaklıkların her yıl yenileneceği göz önünde bulundurulursa; her bir kulaklık için ortalama 150 gram plastik türevi atık oluşacağından, yılda yaklaşık 750 ton zararlı atık bu sistemle geri kazanılabilecektir. Bu sistemin dünya genelinde uygulandığı düşünülürse, binlerce ton zararlı atık geri kazanılarak hem çevresel hem de ekonomik açıdan çok önemli katkı sağlayacağı yadsınamaz bir gerçektir.

7. ÖZET

Geri Dönüşüm Materyallerinin Kişisel Koruyucu Kulaklıklarda Kullanılabilirliğinin İncelenmesi

Kişisel koruyucu donanımlar, risk ve tehlikeler kaynağında yok edilemediği veya kontrol altına alınamadığı durumlarda, risk önleme hiyerarşisinin son adımı olarak kullanılmaktadır. Çalışanların yüksek gürültü seviyesine uzun süre maruziyetleri işitme kaybına yol açabilir; aralıklı maruziyetlerde işitme hasarı, sinirlilik, konsantrasyon azalmaları hatta iş kazaları meydana gelebilir. Pasif koruyucu kulaklıklar, maliyet ve dayanıklılık açısından ağırlıklı olarak tercih edilmektedir ve genellikle ağır sanayi işlerinde sürekli kullanımı zorunlu olduğundan belirli süreçlerde yenilenmesi zorunludur. Günümüzde kullanılan pasif koruyucu kulaklıklarda kullanılan materyallerin türevlerinin, kağıt, cam ve plastik atıklarından geri kazanılabildiği göz önüne alınarak bu maddelerin kullanımının çevresel ve ekonomik açıdan önemli ölçüde katkı sağlayacağı düşünülmüş ve gerekli araştırmalar yapılmıştır. Kulaklığın dış kısmı ile hijyenik kulak pedi TS EN 352-1 standartlarına uygun olarak temin edilmiştir. Bunun içerisindeki ses yalıtım süngeri yerine ses yalıtım malzemesi olarak; yumurta kartonu, geri dönüştürülmüş elyaf, bondex sünger, melamin sünger, cam yünü ve mantar şilte farklı kombinasyonlar ile denenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucu; belirli katmanlarda geri dönüşüm malzemeleri kullanılan pasif gürültü önleyici kulaklıkların tamamının kullanılabilir özellikte olduğu saptanmış ve yumurta kartonu ile geri dönüştürülmüş elyaftan oluşan kombinasyon haricindeki tüm kombinasyonların konvansiyonel kulaklığa göre daha iyi ses sönümleyici özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geri Dönüşüm, Kulaklık, İSG, KKD

8. SUMMARY

Investigation of Usability of Recycled Materials in Protective Earmuffs

Personal protective equipment is used as the last step in the hierarchy of risk prevention when a danger or a risk cannot be eliminated or controlled. Prolonged exposure to high levels of noise can be the significant causing to hearing loss for workers. Furthermore, in the case of intermittent exposure to loudly noise may lead to hearing damage, irritability, decreased concentration and even occupational accidents. Passive protective earplugs are highly preferred because of its cost and durability. It is generally mandatory to use earplugs, which must be renewed at certain times, during the heavy industrial works. A new earphone model that complies the principles of EN 352-1 standard is proposed. It is made of materials which can be recycled from paper, glass and plastic waste. This fact will also be beneficial in terms of environmental and economic aspects. The outer part of the earphone consists of recycled polymers and inner part consists of materials which are combined differently with egg tray, recycled fibers, bondex foam, melamine foam, glass wool and corkboard. Depending on the results of the studies performed, it was determined that all passive noise cancelling headphones containing recyclable materials in certain layers were usable and all combinations other than the combination consisting of egg tray and recycled fibers were detected to have a better noise damping property compared to conventional headphones.

Keywords: Recycling, Earmuffs, OHS, PPE

9. KAYNAKLAR

- [1] **Fernandez M. D., Quintana S., Chavarria N., Ballesteros J. A., (2009).** "*Noise Exposure Of Workers Of The Construction Sector*", Applied Acoustics, Sayı: 70., Sayfa: 753-760.
- [2] **Kurra, S., (1982).** Çevre Gürültüsü ve İstanbul'da Bir Uygulama-Çevre 82 Sempozyumu. E.Ü. İnşaat Fak. Matbaası. 3-5 Haziran 1982, İzmir.
- [3] **Yücel, M., (1995).** Çevre Sorunları Ç.Ü. Ziraat Fak. Ders Kitabı, Yayın No: 150, Adana, 302 s.
- [4] **Güler Ç., Çobanoğlu Z. (1994).** "*GÜRÜLTÜ*"; Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No: 19, Türkiye.
- [5] **Occupational Safety&Health Council., (2001).** "Guidelines for the Use of Personal Protective Equipment", p 5.
- [6] **Elliott S. J., Nelson P. A., (1993).** Active Noise Control, IEEE Signal Processing Magazine; p 12.
- [7] **EN 352-1 (2002).** Hearing protectors - General requirements - Part 1: Ear muffs
- [8] **EN 352-3 (2002).** Hearing protectors - Safety requirements and testing; Part 3: Ear-muffs attached to an industrial safety helmet
- [9] **EN 352-2 (2002).** Hearing Protectors-Safety Requirements and testing- Part 2 - Ear Plugs
- [10] **EN 352-5 (2002).** Hearing protectors - Safety requirements and testing - Part 5: Active noise reduction ear-muffs
- [11] T.C. Resmi Gazete, Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, 28.07.2013, Sayı: 28721.

- [12] **Sevencan F., Vaizođlu S. A., (2007).** " *PET ve Geri Dönüşümü* ", TAF Prev Med Bull. 2007; 6(4): 307-312
- [13] **Eker Akdođan A., (2009).** " *Plastik Maddelerin Geri Kazanımı* ", Yıldız Teknik Ü. Ders Notları
- [14] **Şahin T. E., (2013).** " *Kağıt Geri Dönüşüm İşlemlerinin Selülozun Yapısında Meydana Getirdiđi Değişimler Üzerine Bir İnceleme* ", SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, Sayı:14, Sf. 74-80.
- [15] **Krivtsov V., Wager P.A., (2004).** " *Analysis of energy footprints associated with recycling of glass and plastic* ", Ecological Modelling, Volume 174, Issues 1-2, Pages 175–189.
- [16] **Kang H.Y., Schoenung J.M., (2005).** " *Electronic waste recycling: A review of U.S. infrastructure and technology options* "; Resources, Conservation and Recycling; Volume 45, Issue 4, Pages 368–400.

10. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Ulaş ÇINAR

Uyruğu: T.C.

Doğum tarihi ve yeri: 24.04.1988, İSTANBUL

Medeni hali: Evli

Mail adresi: ulas-cinar@hotmail.com

EĞİTİM DERECESİ

OKUL/PROGRAM

MEZUNİYET YILI

LİSANS

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ / MADEN MÜH.

2012

LİSE

PERTEVNİYAL ANADOLU LİSESİ

2006

Yabancı Dil

İngilizce