

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

MÜZİK ALETLERİ YAPIMI

MÜZİK FİZİĞİ UYGULAMALARI
212MGS030

Ankara,2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
1. MÜZİK VE SES.....	3
1.1. Fiziksel Olarak Ses.....	3
1.2. Fizik ve Psikofizik	3
1.3. Çevre Etkileri	4
1.3.1. Kapalı Bir Ortamdaki Ses Dalgaları.....	4
1.3.2. Yapı Akustiğiyle İlgili Bazı Kavramlar ve Matematiksel Bağıntılar.....	4
1.3.3. Salon Müzik İlişkisi ve Salonların İyileştirilmesi	5
1.4. Müzik Seslerinin Algılanması.....	5
1.4.1. Perde Algılanması	5
1.4.2. Tını Algılanması.....	6
1.4.3. Müzik Seslerinin Tanılanması.....	6
1.4.4. Vibratonun Etkileri.....	6
UYGULAMA FAALİYETİ	7
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	9
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	10
2. SESİN OLUŞUMU	10
2.1. Sesin Oluşumu	10
2.1.1. Uyarıcı Etkenin Oluşumu.....	10
2.1.2. Basit Uyumlu Hareketin Ayrıntıları	10
2.1.3. Basit Uyumlu Hareket ve Enerji	11
2.1.4. Titreşimlerin Eğrilerinin Çizilmesi	11
2.1.5. Rezonans	12
2.1.6. Perde ve Frekansı	12
2.1.7. Elektronik Frekans Belirleme Yöntemlerine Örnekler	12
2.2. İletici Ortamlar.....	13
2.2.1. Titreşimlerin Yayılma Mekanizması.....	13
2.2.2. Havadaki Ses Dalgaları	14
2.2.3. Dalgaların Ortamdaki Yayılma Hızı	14
2.3. Basit Seslerin Algılanması.....	14
2.3.2. Frekans Algılama Mekanizması.....	16
2.3.3. Kulak Selenleri	16
UYGULAMA FAALİYETİ	17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	18
MODÜL DEĞERLENDİRME	19
CEVAP ANAHTARLARI.....	20
KAYNAKÇA	21

AÇIKLAMALAR

KOD	212MGS030
ALAN	Müzik Aletleri Yapımı
DAL/MESLEK	Yaylı Enstrüman Yapımı
MODÜLÜN ADI	Keman Tablolarının Montesi
MODÜLÜN TANIMI	Keman tablolarının montesi ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Keman tablolarını monte etmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında müzik fiziği uygulamalarını amacına ve tekniğine uygun şekilde yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Fiziksel olarak müzik ve ses sistemleri uygulamalarını yapabileceksiniz.2. Çeşitli ortamlarda titreşim denemeleri yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Akustik özellikli sınıf ortamı Donanım: Ses kayıt cihazları, ses kayıt örnekleri, gerekli kitap ve doküman vb.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir..

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Çok zengin ve köklü bir müzik birikimine sahip olmamıza rağmen müziğe gereken önem verilmemektedir. Hâlbuki bir halkın seviyesiyle o halkın dinlediği ve icra ettiği müziğin seviyesi arasında doğrudan bir bağ bulunmaktadır. Bu nedenle kaliteli müzik demek müziği tüm incelikleriyle anlamaktır çünkü müziğin her safhası çok temelli bir şekilde sıkı sıkıya fiziğe bağlıdır. Böyle olduğu için eksiksiz bir müzik için müziğin fiziksel temellerine aşina olunması gerekmektedir.

Bu modül, bu fiziksel temelleri atmanız amacıyla hazırlanmıştır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda uygun ortam sağlandığında müzik ve ses sistemleri standardına göre fiziksel olarak ses sistemleri uygulamalarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Fiziksel olarak ses nedir? Bu konuda araştırma yapınız.
- Fizik ve psikofizik arasında ne gibi benzerlikler ve farklılıklar bulunduğunu araştırınız.
- Çevrenin ses üzerindeki etkilerini araştırınız.
- Karmaşık müzik seslerini algılamak bu seslerin işitme sistemimizde tek tek nasıl değerlendirildiğini inceleyiniz.

1. MÜZİK VE SES

1.1. Fiziksel Olarak Ses

Fiziksel olarak ses, insan sesi ve enstrüman sesi olmak üzere iki ana başlıkta toplanır.

İnsan sesi, diyaframdaki ve akciğerlerdeki havanın basınçla ses tellerine itilmesi ve buradaki ses tellerinin titreşmesi sonucu oluşur.

Enstrüman sesi, cisimlerin titreşmesinden oluşur. Kulağımıza gelen her seste tını, yükseklik, süre, kurgu ve gürlük nitelikleri vardır.

1.2. Fizik ve Psikofizik

Fizik, bir sistemin belirli başlangıç koşullarından çıkarak nasıl gelişeceğini kestirmeye yarayacak yöntemler bulmaya çalışır. Örneğin hızı, kütlesi ve frenleme kuvveti bilinen bir otomobil nerede durur? Günlük yaşamda ilgili konularda büyük bir güvenilirlikle kullanılmakta olan klasik fizikte ölçülerek veya kestirilerek elde edilen sonuçların kesin ve tek olması gerektiği düşünülür.

Psikofizikte de tıpkı fizikte olduğu gibi başlangıç koşulları bilinen sistemlerin davranışları kestirilmeye çalışılır. Psikofiziğin incelediği sistemler, beyin, çevresel sinir sistemi ve iç salgı sistemleridir. Bu sistemlerin başlangıç koşulları, dışarıdan gelen fiziksel uyarılardır. Dış uyarılar karşısında bu sistemler tarafından gösterilen davranışlar ise

fizyolojik tepkiler ve psikolojik duyumlardır. Fiziksel uyarılar sonucu oluşan tepkileri motor psikofizik inceler. Sensörler (bir uyarıyı alan ve tepki gösteren, örneğin bir sinyal yollayan hücreler) tarafından uyarılan duyumları ise sensör psikofiziği inceler.

Özetle şunu bilmeliyiz; fizik, psikofizik şeklinde de olsa müzik olayının beyinle ve algılamayla ilgili son safhalarına bile karışmaktadır.

1.3. Çevre Etkileri

1.3.1. Kapalı Bir Ortamdaki Ses Dalgaları

Kapalı bir ortamda ses dalgaları uyarılabilecek titreşim biçimlerine göre çok daha çeşitlidir. Çünkü kapalı ortam üç boyutludur.

Kapalı bir ortamda rezonans frekansları ve akustik parametreler (belirleyiciler) göz önünde bulundurulmalıdır. Rezonans frekansları, odanın biçimine ve büyüklüğüne bağlıdır. Odanın sert duvarları basınç ortamlarının olduğu yerlerdir. Kapalı ortamın boyutları $L_x \times f_y \times f_z$ ise bu ortamın rezonans frekansları belli bir bağıntıya göre hesaplanır.

Herhangi bir ortamı karakterize etmek için bazı akustik parametrelerden yararlanılır. Bunlar akustik çevrenin özelliklerini anlatan çok önemli değerlerdir. Kapalı bir ortamın en önemli karakteristiği “yankılanma süresi”dir. Diğeri “yankı gecikmesi”dir, üçüncüsü ise birinci yansımadan gelen sesin şiddetinin doğrudan gelen sesin şiddetine oranıdır.

1.3.2. Yapı Akustiğiyle İlgili Bazı Kavramlar ve Matematiksel Bağıntılar

Akustik enerji hem içinde yayıldığı ortam tarafından hem de temasa geldiği yüzeyler tarafından soğurulur. Havadaki soğurulma, çok büyük sapmalar dışında yapı akustiğinde önemli bir rol oynar. Yüzeylerdeki soğurulma çok daha önemlidir çünkü yüzeyde kullanılan maddenin cinsini değiştirerek bir çevrenin akustik özelliklerini tümüyle değiştirme olanağı vardır. Genellikle sert ve düzgün yüzeyler gelen enerjinin çoğunu yansıtırken yumuşak ve gözenekli yüzeyler (kumaş vb.) gelen akustik enerjiyi büyük oranda soğurur.

Bir madde, üzerine gelen toplam akustik enerjinin tamamını (%100) soğuruyorsa o ideal bir soğurucudur.

Bir maddenin soğurma kat sayısını yüzey alanlarıyla çarparsak yine alan boyutuna sahip bir nicelik elde ederiz. Örneğin; soğurma kat sayısı 0,28 olan $s = 20 \text{ m}^2$ ’lik kontraplaktan yapılmış bir yüzey için $\alpha s = 0,28 \times 20 = 5,6 \text{ m}^2$ ’dir. Bu değer şöyle anlamlandırılabilir: Yüzey kontraplaktan değil de ideal soğurucu bir maddeden yapılsaydı 20 m^2 ’lik kontraplağın soğurduğu akustik enerjiyi bir ideal yüzey $5,6 \text{ m}^2$ soğurabilirdi.

1.3.3. Salon Müzik İlişkisi ve Salonların İyileştirilmesi

Mimari ile müzik arasında çok yakın bir bağıntı vardır. Bu nedenle tarihçiler müziği stilistik devirlere ayırmaktadır. Bunlar; barok, klasik ve romantik dönem adıyla üç ana başlıkta toplanabilir.

1600'lü yıllardan J. S. Bach'ın dönemine (1750) kadar olan süreye Barok dönem denir. Bu dönemin bestecileri dinsel kutlama, düğün töreni, festival gibi özel durumlar için müzik pazarlardı. Bu programların gerçekleştiği yerler ise kilise, dan ve tiyatro alanlarıydı. Bu yerlerin ortak özellikleri şöyle sıralanabilir:

- Küçüktür.
- Dikdörtgen biçimlidir.
- Sert yansıtıcı yüzeylere sahiptir.

Klasik dönem, Mozart, Beethoven ve Schubert'in temsil ettiği Viyana okulunun devridir. Modern orkestrayı kabul etmeyenler klasik bestecilerdir. Klasik besteler yapı olarak bugünküne benzer; yaylı çalgıları, ağaç ve piriç üflemeleri ve vurmali çalgıları içerir.

Romantik devir müziği daha kişiseldir. Bestecinin duygularını anlatmaya yöneliktir. Brohes, Çaykovski, Wagner, Derbussy gibi bestecilerin müziği anlamlandırma amaçlarını gerçekleştirebilmek için daha dalgın seslere ve daha uzun yankılara, süreçlere ihtiyaçları vardır.

Şimdi biraz da salonların akustik bakımdan daha iyi duruma getirilmesi için neler yapılacağını görelim.

- Salonlardaki art gürültüler (uçak, trafik, gürültüsü vs.) müzik seslerini bastırırsa hava kanalları, ses soğurucu maddelerle astarlanabilir. Kanal sistemine dirsekler konabilir.
- Salondaki yankılanma süresi gereğinden uzun olursa tavan alçaltılabilir, yüzeyler soğurucu maddelerle kaplanabilir (halı, perde, kumaş kaplı koltuk gibi).
- Salondaki sesler yeterli gürültüde duyulmuyorsa sahnenin duvar ve tavan yüzeyleri yansıtıcı hâle getirilmelidir, sesi soğuran şeyler (perde, ses vb.) varsa kaldırılmalıdır.

1.4. Müzik Seslerinin Algılanması

1.4.1. Perde Algılanması

Sesin perdesini algılama işleminin aslında bir mekânsal konum algılama işlemi olduğuna inanılır. Frekansı ne olursa olsun, bu tür periyotlu seslerin kulak zarı üzerinde en şiddetli rezonansa sebep oldukları yer, sesin niteliğiyle hemen hemen hiç değişmez.

Merkezî perde işlemcisinde de bir takım kalıplar oluştuğu ve taban zarından gelen karmaşık mekânsal uyarı demetinin bu kalıplarla karşılaştırılarak değerlendirildiği varsayılır. Kalıplardan biriyle benzerlik görülürse karmaşık uyarının o kalıbın temsil ettiği perdeye sahip olduğuna karar verilir.

1.4.2. Tını Algılanması

Tını duyumunu belirleyen başlıca unsur ses spektrumudur yani statik tını duyumu, taban zarı boyunca uyarılan rezonans bilgilerinin etkinlik derecelerinin bir fonksiyonudur. Rezonans bölgelerinin farklı şiddetle uyarılmış olması, buralardan gönderilen sinyallerin gönderilme hızının farklı olmasıyla sonuçlanmaktadır. Bu hız farkları analiz edilerek sesin tınısı hakkında karar verilir.

1.4.3. Müzik Seslerinin Tanılanması

Tanılama işlemlerinin karakteristik yanı, hepsinin de bilgilerin elenmesine dayanmasıdır. Gelen pek çok sinyalin oluşturduğu korkutucu karmaşıklık içinden anlamlı bir bilgi çıkarabilmek için beynimizin konuyla ilgili olan verileri ilgili olmayanlardan ayıracak süzgeçler kullanması gerekir.

Algılama sürecinde önce şiddet ve gürlük duyumu daha sonra serin periyodiklik biçimi, üçüncü adımda ise sesi oluşturan bileşenlerin şiddet spektrumu saptanır ve analiz edilir. Böylece tını duyumu ortaya çıkar.

1.4.4. Vibratonun Etkileri

Müzik sesinin niteliğini (tınısını) belirleyen etkenlerden birisi de vibratodur (titreşim kaynağı). Uygun bir vibrato, seslere canlılık ve sıcaklık katar. İcracılar, bir sesi icra ederken çoğunlukla sabit bir perde hâlinde değil perdeyi periyotlu olarak, biraz değiştirerek icra eder.

Vibrato insan sesiyle yapıldığı gibi çalgılarla da yapılır. Böylece seste hoş giden bir esneklik, içtenlik, tatlılık ve zenginlik ortaya çıkar. Hoşa giden bu vibratoda saniyede 6-7 defa dalgalanma görülür (Vibrato frekansı 6,5 Hz kadardır.).

UYGULAMA FAALİYETİ

Fiziksel olarak ses sistemleri uygulamalarını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Şiddeti ve süresi sabit bir ses kaydı yapınız(insan sesi, enstrüman sesi vs.).	<ul style="list-style-type: none">➤ Bir ortamın hafif malzemelerle döşenmiş, diğer ortamın pürüzsüz yüzeyli olmasına dikkat ediniz.➤ Güvenilir bir ölçüm için iki ortamda da ses kayıtlarına ayna anda başlayıp aynı anda bitiriniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Farklı yapıda iki ortam belirleyiniz veya oluşturunuz.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Elinize bir kronometre alınız.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Birinci ortamda sesin yankılanma süresini tespit ederek not alınız.	
<ul style="list-style-type: none">➤ İkinci ortamda sesin yankılanma süresini tespit ederek not alınız.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Bu sonuçları ortamın ses üzerindeki belirleyici etkisi açısından değerlendiriniz.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Ses akustiği bakımından sorunlu bir salon tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Salonu seçerken göz önüne alınacak ölçütleri yanınızda maddeler hâlinde bulundurunuz.➤ Çözümlerinizin basit çözümler olmasına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Salondaki sorunu tespit ediniz (art gürültüler, tavan yüksekliği ve duvardaki döşeme malzemeleri bakımından).	
<ul style="list-style-type: none">➤ Tespit ettiğiniz sorunlara çözüm önerileri getiriniz.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Salonda yapılabilecek değişiklikleri gerçekleştiriniz.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Salonda yapılan bu değişikliğin sesin dolaşımı bakımından salon yapısını ne derece değiştirdiğini ölçünüz.	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Şiddeti ve süresi sabit bir ses kaydı aldınız mı?		
2. Farklı yapıda iki ortam belirlediniz mi?		
3. Yanınıza kronometre aldınız mı?		
4. Birinci ortamda sesin yankılanma süresini tespit ederek not aldınız mı?		
5. İkinci ortamda sesin yankılanma süresini tespit ederek not aldınız mı?		
6. Bu sonuçları ortamın ses üzerindeki belirleyici etkisi açısından değerlendirdiniz mi?		
7. Ses akustiği bakımından sorunlu bir salon tespit ettiniz mi?		
8. Salondaki sorunu tespit ettiniz mi?		
9. Tespit ettiğiniz sorunlara çözüm önerileri getirdiniz mi?		
10. Salonda yapılabilecek değişiklikleri gerçekleştirdiniz mi?		
11. Salonda yapılan bu değişikliğin sesin dolaşımı bakımından salon yapısını ne derece değiştirdiğini ölçtünüz mü?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Fiziksel olarak ses, insan ve enstrüman sesi diye ikiye ayrılır.
2. () Fizik ve psikofizik arasında bir fark yoktur.
3. () Mimari müzik; barok, realistik ve romantik diye üç stilistik devreye ayrılır.
4. () Salondaki yankılanma süresi gereğinden uzun olursa tavan alçaltılabilir.
5. () Sesin niteliğine vibrato denir.
6. () Müzik seslerinin algılanması perde ve tını algılaması olmak üzere iki başlıkta incelenir.
7. () Müzik seslerini tanımlarken beyin ve sinir sistemimiz bilgilerin elenmesi sistemine göre hareket eder.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda uygun ortam sağlandığında tekniğe uygun olarak enstrümanlarla çeşitli ortamlarda titreşim denemeleri yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sesin oluşumunda rol oynayan etmenler nelerdir?
- İletici ortamlarda titreşimlerin ve havadaki ses dalgalarının etkisi nelerdir? Araştırınız.
- Sesler algılanırken kulağın yapısı ve işlevi, kulak sesleri ve frekans algılama mekanizması nasıl çalışır ve insandan insana değişkenlik gösterir mi? Araştırınız.

2. SESİN OLUŞUMU

2.1. Sesin Oluşumu

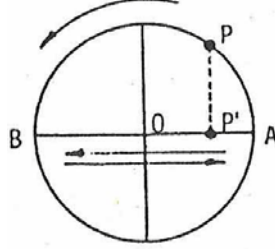
2.1.1. Uyarıcı Etkenin Oluşumu

Kulağı uyaran etkenler, her zaman yinelenen bir hareket sonucu oluşur. Bir cismin konumunun, bir referans cismine veya noktasına göre değişmesine hareket denir. Hareket ne kadar karışıkça o hareketin sonucu olarak oluşan uyarıcı etkenler ve bu etkenlerin uyarısıyla algıladığımız sesler de o kadar karışık olur. Çok karışık seslere gürültü denir. Çalgılarımızdaki tellerin hava sütunlarının, çubukların hareketinden doğan müzik sesleri ise gürültülere göre çok daha basit yapıdadır. Yine de basit sesler değildir. Doğada basit ses oluşmaz. Basit ses, bir cismin bir boyut üzerinde yaptığı yinelenen hareketten doğmalıdır. Müzik aletleriyle basit sesler çıkararak daha karışık olan gürültülerin yapılarını anlayabiliriz çünkü en karmaşık ses bile çeşitli basit seslerin bir bileşkesidir.

2.1.2. Basit Uyumlu Hareketin Ayrıntıları

Basit uyumlu hareket, basit seslerin temelidir ve en basit yinelenen harekettir. Titreştirilen bir ses çatalının kollarını oluşturan her madde taneciği, bir elektrik devresinde salınan elektronlar veya yaklaşık da olsa akılda daha kolay canlandırılabilen bir örnek olarak bir düzlem içinde küçük salınımlar yapan bir sarkaç basit uyumlu hareketler yapar ve bütün

bu hareketler hep aynı ilkelere uyar. Geometrik olarak da basit uyumlu hareketi bir çember üzerinde düzgün bir hızla dönen bir noktanın çap üzerindeki izdüşümünün yaptığı hareket olarak tanımlarız (bk. Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Referans çemberi üzerinde düzgün bir hızla dönen P noktasının çap üzerindeki izdüşümü olan P' noktası, AB çapı üzerinde gidip gelerek bir basit uyumlu hareket yapar.

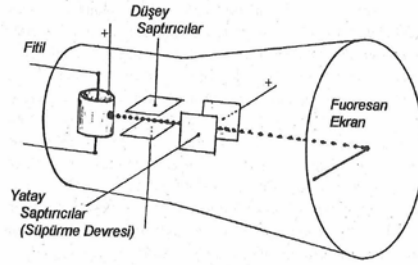
2.1.3. Basit Uyumlu Hareket ve Enerji

Daha çok enerji verilirse sistemin denge konumundan daha çok uzaklaşabileceği yani basit uyumlu hareketin genliğinin büyüyeceği açıktır. Enerji arttıkça referans çemberinin yarıçapı gitgide büyür. Öncelikle bir titreşimin enerjisi, genliğin karesiyle doğru orantılıdır. Örneğin; genliği üç kat yapabilmek için enerjiyi dokuz katına çıkarmak gerekir. Enerji azaldıkça referans çemberinin yarıçapı gitgide küçülür. Peki, basit uyumlu hareket yapmakta olan bir sistem bu hareketini ne kadar sürdürebilir? Eğer hareket sırasında bir enerji kaybı olmazsa hareket sonsuza kadar sürer. Genelde enerji kaybı olur, bu nedenle hareket gitgide küçülür. Bu enerji kaybının nedeni şöyle açıklanabilir: Ses çatalında enerjinin büyük bir kısmı ısıya dönüştüğünden sistemin enerjisi çözülür ve ses gitgide duyulmaz olur. Buna sönüm süresi denir.

2.1.4. Titreşimlerin Eğrilerinin Çizilmesi

Salınan bir sarkacın, bir yayın veya titreşen bir ses çatalının yaptığı basit uyumlu hareketin izinin çizilmesi oldukça kolaydır. Örneğin, ses çatalına sivri bir uç tutturulur. Bu uç, bir isli cama hafifçe değeri. Çatal titreşirken cam titreşimin olduğu düzleme dik doğrultuda düzgün bir hızla çekilirse hareketin zaman içindeki izini gösteren sinüs eğrisi elde edilir (İsli cam yerine kâğıt da kullanılabilir.).

Ancak aynı yöntemi müzik sesi veren sistemlerin hareket eğrilerini çizmekte kullanamayız çünkü müzik seslerin eğrileri çok karmaşıktır. Bu amaçla osiloskop denilen modern bir alet icat edilmiştir. Osiloskop (cam top) elektronik bir düzendir, titreşim hareketinin periyodunu ve genliğini kolayca belirler (bk. Şekil 1.2) .



Şekil 1.2: Osiloskopun ana parçası olan elektron tüpünün şeması

2.1.5. Rezonans

Uyarıcı sistemin frekansı ile rezonatörün öz frekansı aynı değerde ise özel bir zorlanmış titreşim oluşur. Bu zorlanmış titreşimin genliği, uyarıcı titreşimin genliğine göre çok büyük değerler olabilir yani uyarıcı titreşim, rezonatör tarafından güçlendirilmiş olur. Bu olaya rezonans denir. Rezonans, zorlanmış bir titreşimdir.

Rezonansın nasıl oluştuğunu basit bir örnekle anlatalım. Arkadaşınızı bir salıncakta sallamak istediğinizi düşünün. Biraz iterek salıncağı kendi hâline bırakırsanız salınımların genliği gitgide azalır ve sonunda hareket durur. Bu sonumlu hareket salıncağın öz salınımdır ve belirli bir frekansı, periyodu vardır. Aynı salıncağı ne zaman harekete geçerseniz hep aynı periyotla salınır. Şimdi salıncağa öz frekansına uygun olarak yinelenen bir kuvvet uyguladığınızı ve dönmekte iken onu yeniden ittiğinizi düşünün. Her yeni itişte salınım genliğinin nasıl arttığını deneyimlerinizden bilirsiniz. Uyguladığınız yinelenen kuvvetin frekansıyla salıncağın öz frekansı aynıdır, uyarıcı ile rezonatör (salıncak) rezonans hâlinde olduğu için genlik artışı görülür.

2.1.6. Perde ve Frekansı

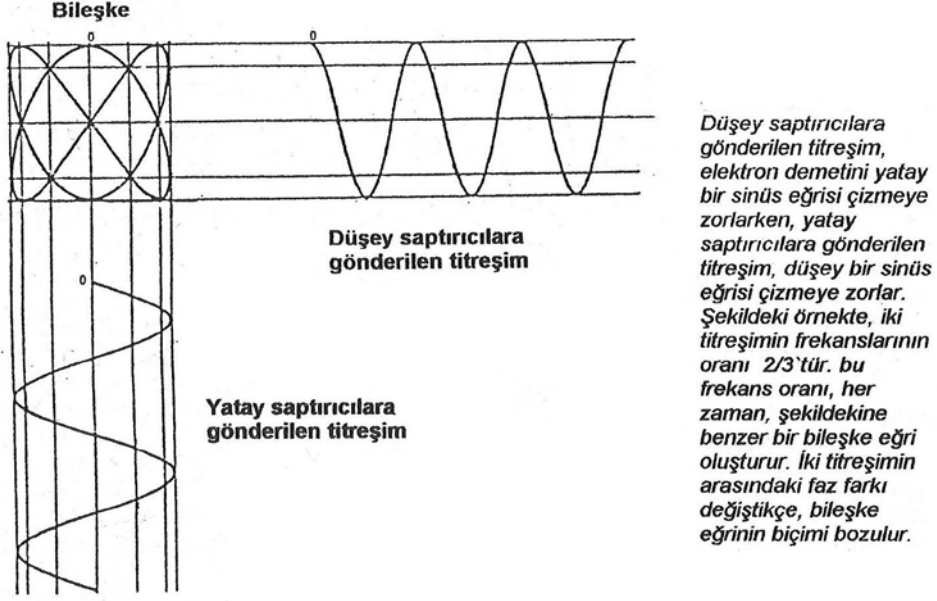
Perdeyi kısaca bir sesin işitme sistemimizde uyandırdığı tizlik, pestlik duygusu olarak tanımlayabiliriz. Bu duygunun ölçüsü, ses kaynağının titreşim frekansıdır. Perde dediğimiz psikofiziksel nicelikle frekans değeri ölçülebilir. Fiziksel nicelik, hep birbirine koşuttur.

Bir sesin frekansı arttıkça perdesinin yükseldiğini (tizleştiğini) frekansı azaldıkça da perdesinin düştüğünü (pestleştiğini) söyleriz. Frekans aynı kalıyorsa titreşen sistem ne olursa olsun hep aynı perdeyi algılarız. Perdeye frekansın müzik dilindeki karşılığı diyebiliriz.

2.1.7. Elektronik Frekans Belirleme Yöntemlerine Örnekler

Perde, sesin şiddetine pek bağlı olmadığına göre bir sesin perdesini (frekansı) belirlemek için ses şiddetini katmanın gereği yoktur. Frekans belirlemek için çeşitli yöntemler kullanılır. Deney yapanın kulağının duyarlılığına da bağlı olan sonometre ve sirenle frekans belirleme yöntemlerinin yanı sıra frekansları milyarda bir hertz kadar belirsizlikler verebilen ve kulaktan bağımsız olarak uygulanabilen elektronik frekans

belirleme yöntemleri de vardır. Örneğin; frekansı belirlenecek ses önce bir mikrofon yardımıyla aynı frekanslı bir elektrik akımına çevrilir. Sinüs eğrisini andıran değişimler gösteren bir elektrik akımı bir asilatörden elde edilen, frekansı bilinen ve ayarlanabilen başka bir elektriksel titreşimle birlikte bir osiloskopa gönderilir (bk. Şekil 1.3).



Şekil 1.3: Osiloskop

2.2. İletici Ortamlar

Uyarıcı etkenin maddesel bir sistemin yaptığı titreşimlerden doğduğunu biliyoruz. Bu titreşimlerin yinelenerek kulağımıza kadar gelebilmesi için tanecikleri ayrı ayrı titreşebilen ve bu titreşim hareketini birbirine geçirebilen maddesel bir ortamın bulunması gerekir. Kulakla ses kaynağı arasında bulunan bir maddesel sistem, iletici ortamı oluşturur yani iletici ortam herhangi bir maddesel sistem olabilir. Ses için iletici ortam bir gaz, bir sıvı ya da katı olabilir (Katı ve sıvılar, sesi gazlardan daha iyi iletir.). Ancak kaynağın kendisi değil titreşim enerjisi ortamda iletilir ve çok uzaklara gidebilir yani ortamın iletmediği şey madde değil, enerjidir. Enerjiyi ileten de ortamda ilerleyen hareket yani oluşan dalgalardır.

2.2.1. Titreşimlerin Yayılma Mekanizması

Maddesel ortamın herhangi bir bölgesinde oluşan bir hareket, maddenin esnekliği nedeniyle az sonra diğer bölgelerin de harekete geçmesine neden olur. Bir ortamda ilerleyen hareketlere dalga denir. Örneğin, havuzdaki durgun suya küçük bir taş attığımızı düşünelim. Taşın düştüğü yerde oluşan çukurluğun hemen çevresini kuşatan bir tümsek halka, çapı gitgide genişleyerek ve enerji taşıyarak havuzun kenarlarına kadar ilerler. Bu ilerleyen şey, su ortamında iletilen bir dalgadır. Sarsıntıyla birlikte iletilen şey enerjidir.

2.2.2. Havadaki Ses Dalgaları

Ses kaynağı titreşirken çevresindeki hava, periyotlu olarak sıkışıp gevşer, bu sarkıntı her yöne doğru boyuna dalgalar hâlinde yayılır. Dalga yayılmaktayken yolu üzerinde bulunan herhangi bir noktadaki basınç, periyotlu olarak azalıp çoğalır.

2.2.3. Dalgaların Ortamdaki Yayılma Hızı

Dalga hızı, bir dalganın ortamda aldığı yolun o yolu almak için harcanan zamana oranıdır yani dalganın birim zamanda aldığı yoldur.

$$\text{Hız} = \text{Alınan Yol} / \text{Harcanan Zaman}$$

Bu hız, ortam taneciklerinin ve bu tanecikler arasında etkili esnek kuvvetlerin büyüklüğüne bağlıdır.

➤ Katılardaki yayılma hızı

Gerilmiş bir telde taneciklerin arasındaki çekim kuvveti, teli geren kuvvetle orantılıdır. Taneciklerin kütesinin büyüklüğü ise telin birim kütlesiyle orantılı olduğuna göre enine bir dalganın yayılma hızı; teli geren kuvvetle doğru, telin birim kütlesiyle ters orantılıdır.

➤ Sıvılardaki yayılma hızı

Akışkan (sıvı veya gaz) ortamların belirli bir biçimleri, boyları olmadığına göre bunlar için yoğunluk değerinden söz edilemez. Akışkanlarda boyun bir anlamı olmadığına göre B değeri (hacimsel değer) uygulanan basınçtaki değişimin akışkandaki bağlı hacim değişmesine oranı olarak tanımlanır.

➤ Gazlardaki yayılma hızı

Gazlar için B değeri (hacimsel değer) ideal gaz denkleminde $B = \frac{P}{Y}$ olarak tanımlanır. P = gaz basıncını, Y ise sabit basınçtaki ısı sığasının sabit hacimdeki ısı sığasına oranını gösterir.

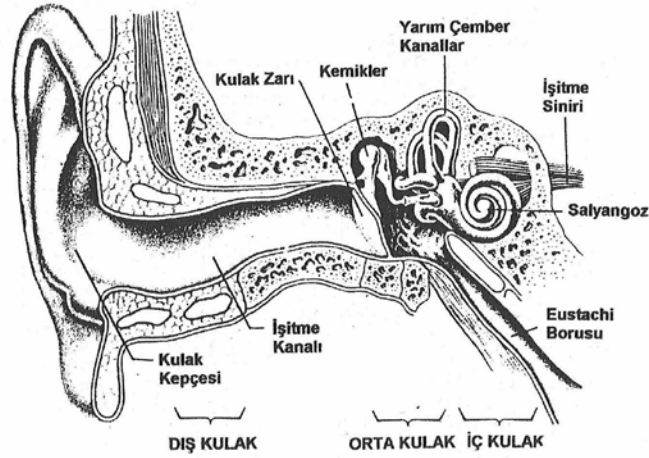
2.3. Basit Seslerin Algılanması

Seslerin algılanması karmaşık bir olaydır. Kulağa kadar gelen ses dalgalarının taşıdığı akustik enerji, kulak zarına periyotlu hareketler yaptırır. Orta kulağa, oradan da iç kulağa iletilen bu hareketler, iç kulakta nöral sinyallere dönüştürülür. Sinyaller beynin işitmeye ilgili bölümüne iletilir. Böylece algılama işlemi tamamlanmış olur. İşin içine beynin birçok bölgesi girdiğine göre sesin algılanması fiziksel, fizyolojik, nörolojik ve psikolojik yönleri olan karmaşık bir olaydır.

2.3.1. Kulağın Yapısı ve İşlevi

Belli frekanstaki bir sesin beynimizde uyandırdığı tizlik pestlik duygusuna perde denir.

Kulak anatomik bakımdan dış, orta ve iç kulak olarak üç bölümden oluşur. Dış kulak; kulak kepçesi, işitme kanalı ve bu kanalın sonunu kapatan kulak zarından meydana gelir. (bk. Şekil 1.4).



Şekil 1.4: Kulağın yapısını gösteren çizim

- Kulak kepçesinin görevi, olabildiğince çok akustik enerjiyi işitme kanalına yönlendirmektir.
- İşitme kanalı, titreşimleri yoğunlaştırılmış olarak kulak zarına iletmektedir.
- Kulak zarının görevi, işitme kanalındaki hava titreşimlerini yineleyerek orta kulağa aktarmaktadır.

Orta kulakta kulak zarına yapışık bir zincir oluşturan art arda üç küçük kemik vardır. Bunlara biçimlerinden dolayı çekiç, örs ve üzengi adı verilmiştir. Her yanı kapak bir oyuk görünümünde olan orta kulakta yalnızca boğaza açılan bir kanal (östaki borusu) bulunmaktadır. Bu borunun orta kulaktaki salgıları boşaltmak ve kulak zarının iki yanındaki hava basıncının aynı olmasını sağlamak gibi iki görevi vardır. Orta kulaktaki kemik zincirinin görevi kulak zarının yaptığı titreşimleri iç kulaktaki sıvıya aktarmaktır. (Kemiklerdeki herhangi bir bozukluk, aktarma işleminin yapılmamasına ve sağırlığın ortaya çıkmasına neden olur.).

İç kulak, yarım çember kanalları ve salyangoz olmak üzere başlıca iki kısımdan oluşur:

- Kanallar, ses algılamayla değil vücudumuzun dengesinin sağlanmasıyla ilgilidir.
- Salyangoz, ses algılamayla ilgili en önemli organımızdır.

2.3.2. Frekans Algılama Mekanizması

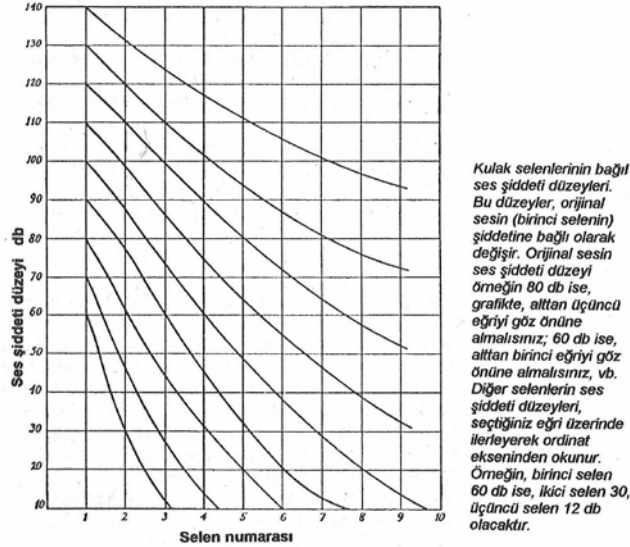
Havada ilerleyen ses dalgaları (basınç değişimleri), kulak zarını kendi frekanslarına uyacak bir titreşim yapmaya zorlar. Zardaki titreşimler kemikler aracılığıyla oval pencere zarına iletilir. Buradan salyangoza geçer ve bu dalgalar rezonans hâline gelir. Gelen sesin frekansı değişirse iç kulak sıvısındaki dalgaların dalga boyu değişir. Dolayısıyla rezonans bölgelerinin yerleri de farklı olur. Beyne farklı nöronlardan farklı sinyaller gider. Her bir frekans için taban zarı üzerinde, farklı bir maksimum duyarlık bölgesi (rezonans bölgesi) vardır.

- Düşük frekanslı sesler, zarın uç kısmına (apeks) yakın esnek kısımlarını uyarır.
- Yüksek frekanslı sesler, zarın oval pencereye daha yakın olan bölümlerini uyarır.
-

Kısaca bir sesin frekansıyla ilgili bilgilerin cortr organı (kulaktaki sinir hücreleri topluluğu) tarafından uyarılmış nöronların mekânsal konumu olarak kodlandığı söylenebilir. Uyarılan nöronların bulunduğu yere göre perde, pest veya tiz olarak algılanır.

2.3.3. Kulak Selenleri

Birleşim seslerinin oluşması için iki ayrı sese gerek var. Gelen basit sesin şiddeti yeterince yüksekse işitme sistemimiz bir tek sese bile yeni yeni sesler ekler. Bu eklenen seslere kulak selenleri denir. Kulak selenlerinin frekansı gelen orijinal sesin frekansının tam katları kadardır yani orijinal ses ve kulak selenleri, bir harmonik ses oluşumlarıdır. Temel ses, bu serinin birinci elemanıdır yani birinci selendir (bk. Şekil 1.5).



Şekil 1.5: Kulak selenleri

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi orijinal sesin şiddeti arttıkça fark edilebilen kulak selenlerinin sayısı da artar.

UYGULAMA FAALİYETİ

Çeşitli ortamlarda titreşim denemeleri yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Basit uyumlu titreşim hareketi izinin çizimi için hazırlık yapınız (Ses çatalı, isli cam, sivri kalem ucu bulunuz.).	<ul style="list-style-type: none">➤ Sağlam tutturduğunuzdan emin olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Ses çatalına sivri kalem ucu tutturunuz.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Bu ucu, isli bir cama değdiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İsli cam yerine kâğıt da kullanabilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Çatal titreşirken camın olduğu düzleme ne tür bir açı yaptığını hesaplayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Açık ve hızlı ise sinüs eğrisi elde edildiğini kontrol ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kâğıt üzerindeki izden hareketin yoğunluğunu (genliğini) saptayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Herhangi bir andaki uzanımın da saptanabildiğini tespit ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Müzik sesi veren sistemlerin hareket eğrilerinin çiziminde hangi aletlerin kullanıldığını tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İmkânınız varsa osiloskopu yerinde inceleyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanmadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Basit uyumlu titreşim hareket izinin çizimi için hazırlık yaptınız mı?		
2. Ses çatalına sivri kalem ucu tutturdunuz mu?		
3. Bu ucu, isli bir cama değdirdiniz mi?		
4. Çatal titreşirken camın olduğu düzleme titreşimin ne tür bir açı yaptığını hesapladınız mı?		
5. Kâğıt üzerindeki izden hareketin yoğunluğunu (genliğini) saptadınız mı?		
6. Müzik sesi veren sistemlerin hareket eğrilerinin çiziminde hangi aletlerin kullanıldığını tespit ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Bir titreşimin enerjisi genliğin karesiyle ters orantılıdır.
2. () Uyarıcı titreşim rezonatör (uyarıcı, enerji) tarafından güçlendirilmiş ise bu olaya rezonans denir.
3. () Perde, sesin işitme sistemimizde uyandırdığı tizlik pestlik duygusuna denir.
4. () Bir ses frekansı arttıkça perdesi alçalır.
5. () Basit sonometre ve siren, birer frekans belirleme aletleridir.
6. () Dalga hızı bir dalganın ortamda aldığı yolun o yolu almak için harcanan enerjiye oranıdır.
7. () Katı, sıvı ve gazların yayılma hızı aynıdır.
8. () Kulak; dış, orta ve iç kulaktan oluşur.
9. () Dış kulak; kulak kepçesi, östaki borusu ve işitme kanalından oluşur.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Sesin ne olduğunu biliyorum, fizik ve psikofiziği sesle ilişkilendirebiliyorum.		
2. Salon ve müzik ilişkisinin ne olduğunu biliyorum, salonların iyileştirilmesi için çözüm önerileri getirebiliyorum.		
3. Müziğin üç stilistik devirden oluştuğunu ve arasındaki farkları biliyorum.		
4. Tınıları algılayabiliyorum.		
5. Müzik seslerini algılayarak bilgilerin elenmesi metodunu kullanıyorum.		
6. Selen, perde ve frekansın ne olduğunu tanımlayabiliyorum.		
7. Elektronik frekans belirleme yöntemlerine örnekler verebiliyorum.		
8. Titreşimlerin yayılma mekanizmasını öğrendim.		
9. “Dalga hızı = alınan yol / harcanan zamandır.” Bu formülle yayılma hızını bulabiliyorum.		
10. Katı, sıvı ve gazların yayılma hızlarının birbirinden farklı olduğunu biliyorum.		
11. Kulağın yapısı ve işlevi hakkında tüm bilgilere sahibim.		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ- 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ- 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Doğru
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Doğru

KAYNAKÇA

- Beranek, L. L., **Music, Acoustics and Architecture**, John Wile & Sons, New York, 1962.
- Blackham, E.D., The Physics of the Piano, Scio, Aner, 1965.
- Culver, C. A. Musical Acoustics, Mc Graw Hill Book Company, New York, 1956.
- Hartmann, W. M., The electronic Music Synthesizes and the Physics of Music, Diner, J. Phys., 1975.
- Hutchins, C. M., The Acoustics of Violin Plates, Sci, Dmer, 1981.
- ZEREN M.A., Fizik ve Müzik, Musiki Mecmuası, 1993.
- ZEREN M. A., **Müzik Fiziği**, Pan Yayıncılık, İstanbul, 2005.