

# HİDROLİK GÜRÜLTÜ VE AZALTMA YÖNTEMLERİ

Behiç ERTURK

## ÖZET

Bu bildiride işyerinde çevre kirliliği kabul edeceğimiz hidrolik sistemlerdeki “gürültü” faktörünün; oluşumu, önlenme yöntemleri , bu konuda hidrolik komponent üreticileriyle, tasarımcılara, işletmecilere düşen sorumluluklar özetlenmeye çalışılmıştır.

Unutulmamalıdır ki insanı rahatsız edici ses olarak tarif edeceğimiz gürültü faktörünün insan sağlığı açısından olumsuz etkileri yanında, hidrolik sistemde performans kaybı etkileri ile birlikte, gürültünün çalışanlarda verim düşüklüğüne sebebiyeti önemli bir faktördür.

Bu çalışmada kavram kargaşasına sebep olmaması açısından ses ile gürültü nün ayrılıkları nokta tespit edilerek; ses ile gürültüyü değerlendirmede kullanılan standartlar ve ölçüm yöntemleri üzerinde de durulmuş, sesin ve titreşimlerin akustik ortamlarda yayılma şekilleri incelenmiştir.

Hidrolik sistemlerde gürültüye sebep olan titreşimlerin önlenmesi ile birlikte gürültü sebebi olan pompa, basınç hatları, yağ tankı, emme hattı ve hidrolik ekipmanlardaki gürültü oluşumu ayrı ayrı incelenerek, alınabilecek önlemler okuyuculara verilerek ekonomik kayıpların önlenmesi hedeflenmiştir.

## GİRİŞ

Hidrolik sistemlerde gürültünün oluşumu ve şiddetinin artması işletme basıncının büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Ve tipik bir hidrolik sistemde gürültünün esas kaynağı hidrolik pompadır demek pek abartılı olmaz. Aynı zamanda hidrolik pompanın tipi gürültünün şiddetine tesiri çok fazladır. Hidrolik sistemlerdeki dönen elemanların yaratmış olduğu gürültü ikinci derecededir ve pek itibara alınmaz. Pompaların tipleri kadar üretici firmaların gürültü azaltıcı önlemleri tasarımları uygulamaları gürültü dereceleri bakımından önemli bir faktördür.

## 1. TANIMLAR

**SES ve ÖZELLİKLERİ:** Ses dalgalar halinde yayılan bir enerji şeklidir. Sesi kulak tarafından algılanabilen herhangi bir ortamdaki ( hava, su v.b ) basınç değişimi olarak tarif edebiliriz. Sesin doğuşu ve yayılması ortamdaki parçacıkların titreşimi ve bu titreşimlerin komşu parçacıklara iletilmesiyle olur. Ortamdaki parçaların titreşimiyle oluşan dalgalar havada basınç değişimleri oluşturur. İşte kulak tarafından alınan bu basınç değişimleri, elektrik sinyallerine çevrilerek beyin tarafından ses olarak algılanır.

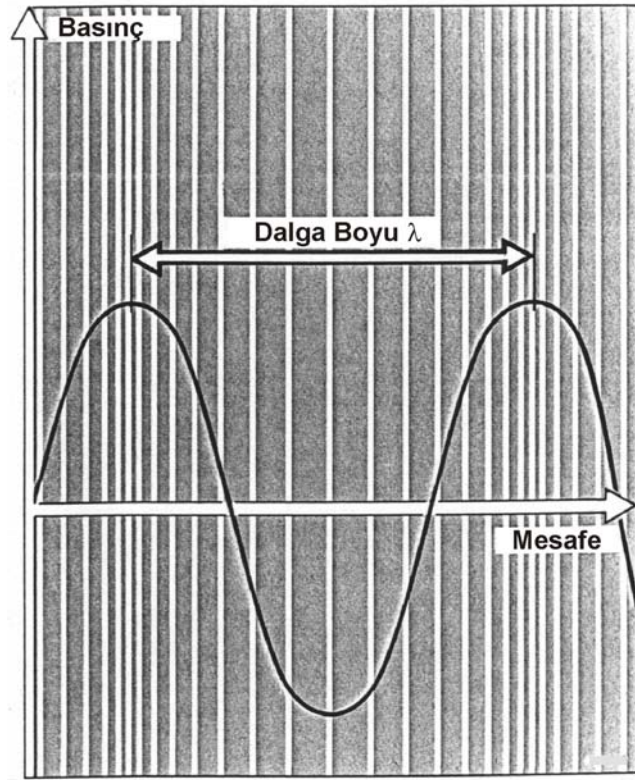
Aşağıda ses ile ilgili bazı tarifler ve işaretleri verilmektedir:

GENLİK ( $P_0$ ): Basıncın en büyük değeridir.

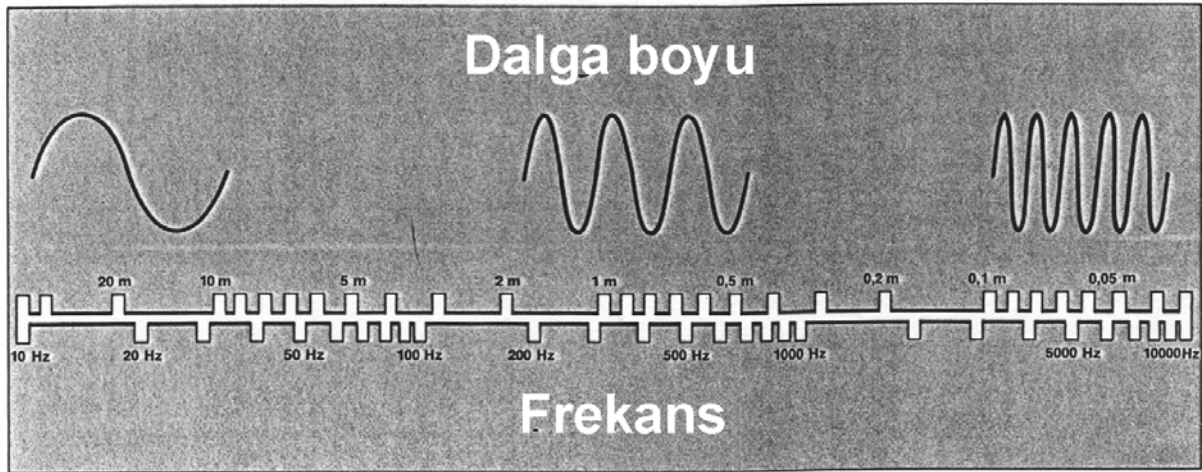
PERYOD (T): Basıncın birbirini izleyen en büyük iki değeri arasında geçen zaman peryod adı verilir. Peryodun birimi saniyedir ( $t_b - t_a$ )

FREKANS (f): Peryodun tersi frekanstır. ( $f = 1/T$ ) Birim zamandaki basınç değişim devri sayısı olarak tarif edilebilir. Frekans " Hertz " birimi ile ölçülür. Frekans sesin baslığını ve tizliğini belirler. Yüksek frekanslı sesler tiz sesleri, alçak frekanslı sesler ise bas sesleri oluşturur.

GÜRÜLTÜ: İnsan sağlığına zararlı, insanlar tarafından istenmeyen rahatsız edici sesler gürültü olarak tarif edilir.



Şekil 1.1. Dalga boyu  $\lambda$  olan basit harmonik ses dalgasının bir yönde ilerleyişi



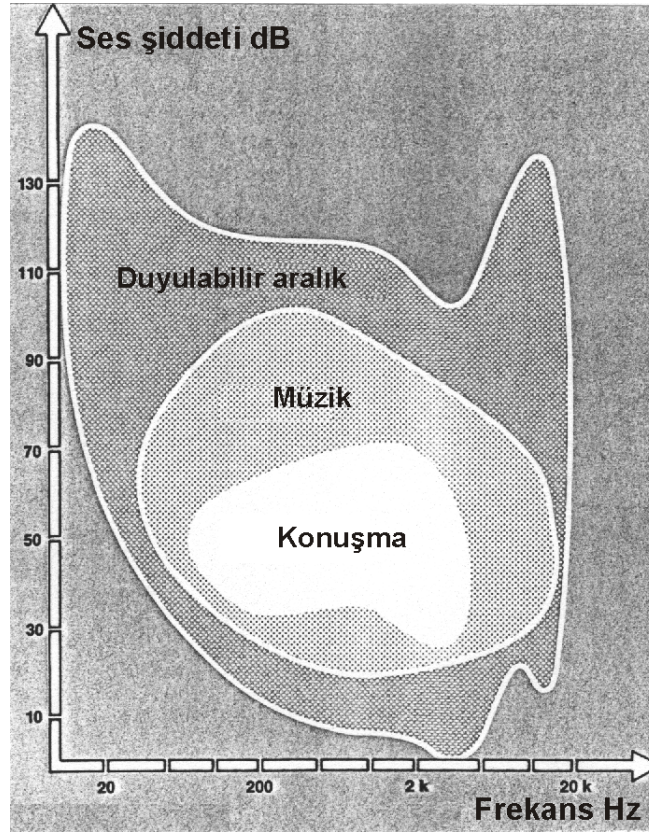
Şekil 1.2. Seslerin dalga boylarına göre frekanslarının değişimi

**SES ŞİDDETİ:** Sesi oluşturan titreşimlerin atmosferde yarattığı basınç sesin şiddetini belirler. Ses şiddeti değerlendirme birimi desibeldir. Desibel, genelde güç ya da güç eşdeğeri büyüklüklerin ölçmekte kullanılır. Desibel söz konusu bir büyüklüğün , referans büyüklüğe oranının logaritmasının 10 katıdır. Desibel (dB) ile ölçtüğümüz büyüklüklere düzey adı verilir. Örneğin, W değeriki bir gücün  $W_0$  referans değerine göre düzeyi,

Düzy ( dB ) =  $10 \log W / W_0$  olarak tanımlanır.

0,0002  $\mu$  bar (dyn/cm<sup>2</sup>) basınç yapan ses insanlar için duyma eşiği olara kabul edilmektedir. Kulak 1000 Hz frekanslı ancak 0,0002 dyn/cm<sup>2</sup> basıncın üzerinde duymaya başlar. Kulağın duyabileceği en kuvvetli sesin basıncı 2000 dyn/cm<sup>2</sup> (130 desibel) dir. Bu basınçtaki ses kulakta ağrı yapar ve ağır duyma eşiği olarak kabul edilir.

Aşağıdaki diyagramda (şekil 1.1) insan kulağının duyabileceği seslere ait işitme sınırı ile birlikte frekans, ses basınç düzeyi(desibell) arasındaki ilişki göstermektedir.



**Şekil 1.3.** Normal insan kulağının duyabileceği seslere aitses basınç düzeyi (dB) ve frekans arasındaki ilişki

Ses şiddeti aşağıdaki bağıntı ile belirtilmektedir :

$$L = 20 \log_{10} P / P_0 \quad (1.1)$$

L ..... Sesin şiddeti  
P..... Ölçülen ses basıncı  
Po..... Referans ses basıncı  
Referans ses basıncı;  $2 \cdot 10^{-5}$  Nm<sup>2</sup> (metrekare başına newton)  
 $2 \cdot 10^{-4}$  dyn/cm<sup>2</sup> alınır.

**SES GÜCÜ DÜZEYİ** Bir ses kaynağının yaydığı ses enerjisinin gücüne ses gücü (veya Akustik güç), bu gücün düzeyine ses gücü düzeyi adı verilir. Referans gücü olarak uluslar arası referans  $W_0 = 10^{-12}$  watt'tır.

Bu durumda ses gücü  $W$  olan bir ses kaynağının ses gücü düzeyi  $L_w$ ,

$$L_w = 10 \log W / W_0 \quad (1.2)$$

formülünden

$$L_w = 10 \log W / 10^{-12} \quad (1.3)$$

hesaplanabilir.

Örneğin 0.75 watt ses gücü olan bir hidrolik sistemin ses gücü düzeyi :

$$L_w = 10 \log 0.75 / 10^{-12} = 119 \text{ desibell dir.}$$

Bir makinenin ses gücü, bu makinenin toplam gücünün ses olarak yayılan kısmıdır ve genellikle toplam gücün çok küçük bir kısmıdır. Amacı ses üretmek olan hoparlörlerde bile toplam gücün en fazla % 10'u ses gücüdür.

Ses gücü düzeyi bilinen bir kaynağın ses gücü (1.3) eşitliğinden elde edilen,

$$W = 10^{-12} \cdot 10^{(L_w / 10)} \quad (1.4)$$

bağıntısından watt olarak bulunabilir

**SES BASINÇ DÜZEYİ:** Ses kulak tarafından havanın basıncının değişmesi ile algılandığından gürültü açısından ses gücünden daha çok makinelerin belli bir noktada yarattığı ses basıncı önemlidir. Ses basıncı düzeyi  $L_p$ ,

$$L_p = 10 \log P^2 / P_0^2 \quad (1.5)$$

olarak tanımlanır.

(1.5) formülünde  $P_0$  uluslar arası referans basıncı olarak kabul edilen 20 mikropaskal olarak alındığında, ses basınç düzeyi;

$$L_p = 20 \log P / 20 \cdot 10^{-6} \quad (1.6)$$

şeklinde de ifade edilebilir.

$$\begin{aligned} L_p & \dots \text{Ses basınç düzeyi} && (\text{dB}) \\ P & \dots \text{Ölçülen ses basıncı} && (\text{Newton/m}^2) \\ P_0 & \dots \text{Referans basıncı, } 20 \cdot 10^{-6} && (\text{Newton/m}^2) \end{aligned}$$

**EŞDEĞER SÜREKLİ SES DÜZEYİ:** Ses düzeyinin zamanla gelişigüzel değişmesi ve ses düzeyindeki alçalıp yükselmelerin incelenmesinde kullanılır.

$$L \text{ eşdeğer} = 10 \log T / T_0 \cdot P^2(T) / P_0 \text{ dt} \quad (1.7)$$

$$\begin{aligned} T & \dots \text{Ölçüm süresi} \\ P(T) & \dots \text{Ölçülen sesin A ağırlıklı ses basıncı} \\ P_0 & \dots \text{Referans ses basıncı} \end{aligned}$$

**OKTAV:** Birinin frekansı diğerinin iki katı olan titreşim aralığına denir. Ses analizinde en önemli veri, yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlardır. Şekil 1.1 diyagram da görüleceği gibi; genç bir insan kulağı 20 – 20 000 Khertz frekans aralığında duyarlıdır. Gürültü gibi karmaşık bir sesin frekans analizinde sesin çeşitli frekans aralıklarda süzülmesi gerekir. Bu nedenlerle insan kulağının gürültü kontrolü açısından duyarlı olduğu tüm frekans aralığını incelemek gereksiz ve çok analiz yapılmasını gerektirir. Bu nedenlerle hassas ses veya gürültü ölçümleri için merkez frekanslarına bağlı olarak oktav bant aralıkları geliştirilmiştir. Bu hususta İngiliz B.S. 3593 tercih edilen standarttır.

**FON:** Gürültünün öznel şiddetini ölçebilmek için fon olarak adlandırılan boyutsuz bir ölçü birimi kullanılmaktadır. Fon ölçüsü, aynı şiddette aynı basıncı yaratan fakat frekansları farklı seslerin eş şiddette algılanması olgusuna dayanmaktadır. Fon değerleri teknik bir aletle ölçülemez. Bu değerler eğitilmiş ve tecrübeli gözlemcilerin taktir ettikleri öznel değerlerdir. Öznel şiddeti 40 fon olan ses yüksekliğine “son” denilir.

**ARI SES:** Tek bir frekanstan oluşan sese denir.

**PERYODİK SES:** Değişik frekanslardaki iki veya daha fazla sayıdaki arı sesin birleşmesi sonucunda elde edilen sese denir.

**KARMAŞIK SES:** Periyodik olmayan ses basıncı değişiminin meydana getirdiği sestir.

**FREKANS ANALİZİ:** Periyodik veya karmaşık seslerin kendilerini oluşturan arı seslere ayrılması işlemidir. Her harmonik ses basıncı değişiminin grafikte gösterilmesine frekans dağılımı denir. Bu grafik ses yada gürültü enerjisinin frekanslara göre dağılımını gösterir. Temel olarak ses basıncı değişimlerini elektronik olarak belli bir frekans aralığında filtre ederek bu aradaki titreşimlerin büyüklüğünü yani enerjisini ölçmektir. Frekans analizi yapan cihazlar işlemleri otomatik olarak yapan sabit bant ve sabit yüzdeleri bant genişlikli çözümlenicilerdir. Bu cihazlara “Frekans Analizörü” adı verilmektedir.

## 2. GÜRÜLTÜNÜN SINIFLANDIRILMASI ve ÖLÇÜMÜ

Gürültü değişik açılardan sınıflandırılabilir.

a) Frekans dağılımına göre gürültünün sınıflandırılması:

1. Geniş Bant Gürültü: Gürültüyü oluşturan arı seslerin frekansları geniş bir aralığı kaplar. Yani frekans dağılımı verilmiş hiçbir frekans bandında toplanmamıştır. Her frekanstaki katkının aynı değerlerde olduğu geniş bant gürültüye “Beyaz Gürültü” adı verilir. Hidrolik pompa gürültüsü bu sınıfa girer.
2. Dar Bant Gürültü : Bu tür gürültünün frekans dağılımı, belli bir frekans bandında toplanmış bir grafik gösterir. Başka bir deyişle, gürültüyü oluşturan arı seslerden frekansı belli bir aralıkta olanlar baskındır.

b) Ses düzeyinin zamanla değişimi açısından gürültünün sınıflandırılması:

1. Kararlı Gürültü : Gürültünün düzeyinde zamanla önemli bir değişimin olmadığı durumdur. Sabit hız ve güçte çalışan içten yanmalı bir makinenin gürültüsü kararlı gürültüye iyi bir örnektir.
2. Kararsız Gürültü : Gözlem süresince gürültünün düzeyinde sürekli ve önemli ölçüde değişiklikler olan gürültü şeklindedir. Niteliklerine göre üçe ayrılır.

2.1. Dalgalı Gürültü : Gürültü düzeyinde önemli değişiklikler olan gürültüdür.

2.2. Kesikli Gürültü :Gözlem süresinde gürültü düzeyi aniden ortam gürültü düzeyine düşen ve ortam gürültü düzeyi üzerindeki bir değeri bir saniye veya daha fazla sürede sabit olarak devam eden gürültüdür.( Örneğin durup yeniden çalışan vantilatör gürültüsü)

2.3. Darbe Gürültüsü : Her biri bir saniyeden daha az süren bir veya daha fazla vuruşun çıkardığı gürültüdür.

Gürültünün ölçülmesindeki amaç bir iş yerinde gürültü düzeylerinin istenilen sınırlar içerisinde olup olmadığının kontrol edilmesi olduğu gibi, gürültü kaynağından istenilen mesafelerdeki gürültü ölçümleri; frekans analizi ile birlikte yapıldığında gürültü kontrol çalışmalarının istenilen amaca ulaşacaktır. Zira gürültünün çalışanlara etkisi gürültü kaynağı ile alıcı arasındaki yayılma alanına bağlı olmaktadır. Bu ara arttıkça gürültüyü oluşturan ses dalgaları hızla zayıfladığından gürültü düzeyi düşmektedir.

Ortamdaki gürültünün özelliklerine göre farklı gürültü ölçer cihazlar kullanılmaktadır. Bu amaçla kararlı, sabit gürültü düzeylerinin ölçümünde ses düzeyi ölçerler, karasız darbeli gürültülerin ölçümünde ise gürültü doz ölçerler kullanılmaktadır.

Ses düzeyi ölçer cihazlar ile istenilen noktadaki ses düzeyi doğrudan ölçülür. Bu cihazların ibrelili ve elektronik olmak üzere basit ve geliştirilmiş tipleri mevcuttur. Endüstri tipi cihazların hassasiyeti 0.1-0.5 dB' dir. Bu tip ölçerlerin bir kısmında A,B,C,D ağırlıklı skalalara sahip elektronik devreler bulunur.

Bu skalaların amaçları şöyledir:

1. A skalası (dBA): Özellikle düşük frekansları tutan 1000 – 250 Hz arası her oktavda 5 dB farklı aynı değerlerde ses veren özelliği bulunmaktadır. 55 fonu'nun altı için kullanılır.
2. B skalası (dBB): 300 Hz frekansın altındaki sesleri kesen ve filtre eden mekanizması bulunur, 55 ve 85 fon arası kullanılır.
3. C skalası (dBC): Bütün frekanslara hassas olan 20 Hz ila 10 000 Hz'de özellikle 100-2000 Hz arasında eşit şiddette hassas olan geniş ve düz gürültü skalasıdır. 55 fonun üzerinde kullanılır.
4. D skalası (dBD): Özel elektronik sistemi olan ve uçak gürültüsünün çok üstünde şiddetli, rahatsız edici ses seviyelerinde ölçüm yapılan skaladır.

Gürültünün kişiye olan etkisi incelenirken ses düzeyi ölçer cihazlarda A skalası kullanılır. Gürültülü ortamda çalışan bir kişi değişik sürelerde değişik gürültü düzeylerinin etkisi altında ise kişinin gürültüden etkilenme durumu gürültü dozu ile belirlenir. Bu işlem için gürültü doz ölçer cihazlar kullanılır. Bu cihazlar gürültü dozunu verdiği gibi belirli zaman aralığında kişinin etkisinde kaldığı en yüksek gürültü düzeyini de verir.

## GÜRÜLTÜ DÜZEYİ HESAPLAMALARI

Genelde bir ortamdaki ses düzeyi, ses düzeyi ölçer ve gürültü doz ölçerlerle yapılan ölçümlerden alınan verilerin değerlendirilmesi yolu ile hesaplanır.

Ancak makinelerin yerleşim konumları planlanırken gürültülü olanların bir araya getirilmesi hedeflendiğinde sadece makine toplam gücü ile dakikadaki dönüş hızının bilinmesi teorik olarak makinenin ses düzeyinin hesaplanmasına olanak sağlar. Ancak çeşitli makine imalatçısı firmalar tarafından aynı güçte ve tip makineler farklı yapımla özellikleri dolayısıyla teorik olarak aynı ses düzeyinde olmalarına rağmen cihazlarla ölçüm yapıldığında azda olsa farklılıklar göstermektedir.

Yukarıda söylendiği gibi makinelerin ses seviyelerinin tespitinde cihaz ölçüm ve teorik hesaplama olmak üzere iki yol vardır.

Burada gerekli olur düşüncesiyle okuyuculara genel olarak makinelerin ses güç düzeylerini teorik olarak hesaplama yöntemi ile birlikte özel olarak hidrolik pompaların ses-gürültü düzeylerinin hesaplama yöntemlerine değinilecek lakin bildiri konumuz sadece gürültü olmaması sebebiyle cihazla gürültü ölçüm ve değerlendirmenin konu başlıkları verilmesi ile yetinilecektir.

Gürültü Kaynağı Makinelerin Ses Gücü Düzeylerinin Teorik Olarak Hesaplanması: Bir makinenin ses gücünün bulunması için kullanılacak yöntem makine cinslerine göre farklılıklar göstermektedir. Her makine toplam gücünün çok az olmakla birlikte belli bir oranı ses gücüne çevrilir. Genel olarak bir makinenin ses gücünü yaklaşık olarak hesaplamak için :

$W = f \cdot W_m$  (2.1) eşitliği kullanılır. Burada  $W$ .... Makinenin yaklaşık ses gücü (watt)  
 $W_m$  .. Makinenin toplam gücü (watt)  
 $f$ .... Makinenin cinsine bağlı çevirme katsayısı.

$W_m = \text{Beygir gücü} \times 746$  makine gücü BG den watt 'a çevrilir..

Çıkan değer tablo 1.1 de yer alan çevirme katsayısı  $f$ 'nin alt ve üst sınırları ile  $W_{enb}$  ve  $W_{enk}$  değeri hesaplanır.

Ses gücü düzeyinin hesaplandığı (1.3) formülünden:

$$(L_w)_{enk} = 10 \log W_{enk} / 10^{-12} \quad (2.2)$$

$$(L_w)_{enb} = 10 \log W_{enb} / 10^{-12} \quad (2.3)$$

ve (2.3) eşitliklerinden elde edilen değerler makinenin en az ve en çok yapabileceği gürültüyü yani ses gücü düzeyini desibel cinsinden verir.

**Tablo 2.1.** Bazı makine cinslerinin, 500'den 4 000 Hz'e kadar olan 4 oktav bandındaki toplam ses gücünü bulmakta kullanılan çevirme katsayıları (  $f$  katsayısı )

Makine Cinsi	Çevirme Katsayıları ( $f$ )		
	Düşük	Orta	Yüksek
Hoparlörler	$3 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^{-1}$
Pompalar (n>1600 dev/dak)	$3.5 \times 10^{-6}$	$1.4 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$
Pompalar (n <1200 dev/dak)	$1.1 \times 10^{-6}$	$4.4 \times 10^{-6}$	$1.6 \times 10^{-5}$
Hava Kompresörleri			

### Pompalarda Ses Gücü Düzeyinin Hesaplanması

Pompalar 3000 Hz 'in üzerinde geniş frekans bantlı gürültü yaratırlar. Bunun nedeni, kavitasyon ve yüksek hızlı akıştır. Birde ana pompalama frekansı olarak adlandırılan frekansta ve onun harmoniklerinde arı ses yayılır.

Ana pompalama frekansı (  $f$  ),

$$F = N \cdot m / 60 \text{ Hz} \quad (2.4)$$

eşitliğinden bulunabilir.

Burada  $N$ ..... Pompanın dönüş hızı ( dev/dak )  
 $m$ ..... Pompanın bir dönüşündeki basınç çevrim sayısıdır.

Özellikle büyük pompalarda, ana pompalama frekansında yayılan arı ses baskındır.



İmalatçı firmanın pompanın ses gücü düzeyini veremediği durumlarda;

$$L_w = 10 \log HP (1 - V/2) + K_p \quad (2.5)$$

Eşitliği kullanılarak, hidrolik gücü HP (Hp cinsinden) ve verimi V bilinen bir pompanın ses gücü düzeyi, yaklaşık olarak bulunabilir. Kp pompanın ses gücü sabiti olup, pompanın cinsine göre aşağıdaki çizelgede değerleri verilmektedir. Eşitlik (2.5) ile hesaplanan Lw pompanın ses gücü düzeyi 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz oktav bantlarındaki toplam ses gücü düzeyidir.

**Tablo 2.2.** Pompalar İçin Ses Gücü Düzeyi Sabiti (Kp)  
(500 - 4000 Hz, dört oktav bandındaki toplam değer.)

Pompa Tipi	Kp	( d B)	Kp	( d B)
	( hız N > 1600 dev/ dak )		(hız N < 1600 dev / dak )	
Paletli pompa		95		90
Dişli pompa		100		95
Pistonlu pompa		105		100

### 3. HİDROLİK SİTEMLERDE GÜRÜLTÜ KONTROLÜ

Tipik bir hidrolik sistemde gürültünün ana kaynağı hidrolik pompadır. Bilindiği gibi bütün hidrolik pompalar pozitif iletimli yani basınç sağlayabilmeleri için emdikleri akışkanı iletmek mecburiyetinde olan ve büyük hacimden küçük hacme akışkanın sıkıştırılması prensibine göre çalışan makine parçalarıdır. Akışkanın basınçlandırılması esnasında pompa gövdesi içerisinde basınç değişmelerinin etkisiyle değişken kuvvetler ile pompa gövdesinde titreşimler oluşur. Gürültü bu mekanik titreşimlerden kaynaklanır. Pompa gövdesi ve mekanik bağlantılar ile yayılır. Bunun sonucunda rezonansa bağlı olarak ikincil ses kaynakları oluşur. Titreşimler aynı zamanda sıvı-kökenli titreşimler sebebiyle de olabilir. Akışkandaki basınç ve debi değişimleri sebebiyle akışkan içinde titreşimler meydana gelir. Akışkan kökenli gürültüler iletim hatları ve hidrolik komponentlerle sistemin her tarafına yayılır.

Valflere, regülatörlere ve kontrol elemanlarına bağlı sesler geçicidir ve akışın türbülansın derecesine, kavitasyona bağlıdır. Aslında bazı özel dizaynlarda ve bazı koşullarda elemanlar vibrasyona ve sürekli gürültüye neden olabilir. Bu durum dizayna ve akımın bitişine bağımlı olduğundan genel bir analiz yapılamaz. Bu tür araçların gürültü seviyesi dizayna, lokalize akım hızına ve aynı zamanda yanıt zamanına bağlıdır. Son etki sistem tarafından gerekli olandan daha kısa olmayacak şekilde tüm sistemdeki darbeleri nötrleştiren karşı darbeler düzenlenerek gürültü seviyesi en aza indirilebilir. Böylelikle minimum darbe gürültüsü elde edilir. Lineer akümülatörlerin fonksiyonları aynı kategoridedir. Gürültü yüksek enerji dönüşümcüleri ile genellikle strokun son uç noktalarında oluşur.

İletim hatlarındaki gürültünün ana kaynağı, pompanın, akışkan titreşiminin veya diğer kaynakların titreşiminin duvarlar veya rijit bağlantılarla iletilmesidir. Önerilen aralıklarla konulan uygun desteklerle yeterli azaltma sağlanabilir. Esnek boru kelepçeleri ile boru içindeki akışkan titreşimi yüzeye direkt olarak taşınmaz.

#### Pompa Gürültüsü

Genel olarak oluşan gürültüden büyük çoğunlukla pompa tipi sorumludur. Pistonlu, paletli ve dişli pompalar gürültülüdür. Bununla beraber vidalı pompalar daha sessizdir. Pompaların önemli derecede



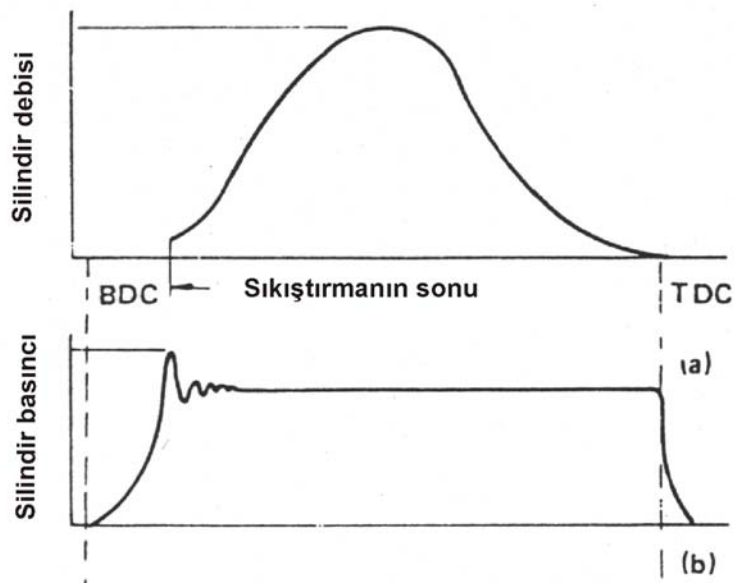
gürültü kaynağı olmaları sebebiyle, son yıllarda pompa gürültüsünü azaltmak maksadıyla yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda bazı pompa imalatçısı firmalar önemli derecede ilerleme kaydettiklerinden, aynı tipteki bir pompanın yayacağı gürültü önemli ölçüde yapımçı firmaya yanı dizayndaki detaylara bağlı olduğundan; bu genelleme her zaman doğru olmayabilir. Değişik firmaların aynı tip ve büyüklükteki pompaları arasında belirli derecede gürültü farklılığı gözlenebilir. Karşılaştırmada en geçerli yol üreticinin ölçtüğü gürültü seviyesidir. Ancak bunlarda her zaman için güvenilir rehber olmayabilir, çünkü pompa gürültüsünü ölçen genel bir kabul gören metot yoktur.

Diğer bir husus pompanın sistemdeki montaj şeklidir. Uygun yapılmamış bir montaj serviste oluşan gürültünün artmasına neden olabilir.

Pompaların oluşturduğu gürültü hem hidrolik hem de mekanik kaynaklardan oluşabilir. Hidrolik gürültü basınç dalgalarına yol açan akım şokları tarafından oluşturulur. Bu tip gürültü sadece kaynağında azaltılabilir. Hidrolik dizayn değiştirilerek bu tür basınç değişiklikleri minimuma indirilebilir. Bunun uygulandığı durumda da pompanın etkinliğinde ve debisinde belirgin azalmayı kabullenmek gerekir. Dişli pompa dizaynında dişilerin diş formlarında (evolvent profil tadilatları) şeklinde belirgin değişiklikler yapılabilir. Böylelikle dişler arasında sıkışan yağın hareketleri değişir ve basınç dalgası en aza indirilir. Pompalarda büyük emme ve basınç bölgeleri olması ve çok kademeli dizaynda gürültü azalmasında etkin rol oynar. Lokal sıvı akımını azaltılır ve basınç yükselme zamanını uzar, böylelikle pompa titreşimi azalır.

Sıvıların çok azda olsa sıkışabilir olması akım şokları oluşturduğundan, basınç darbeleri bazı pompa türlerinde çalışma şekline bağlı oluşur. Örneğin pozitif deplasmanlı pompalarda sıvının hiçbir verdi kazandırmadığı komprese edildiği bir rotasyon periyodu vardır. (Şekil 3.1.) Akım başladığında ani başlayan çıkış akımına bağlı olarak bir basınç dalgası oluşur. (Şekil 3.2.) Böylelikle periyodik akım darbesi ile birlikte olan normal dalga daha sonra üzerine binen kompressibilite dalgası oluşturur. Bu dalga, çıkış basıncının azaldığı durumlarda belirgin olarak artmaktadır.

Pompa tahrik motoru bağlantısındaki hata gürültünün ayrı bir kaynağı olabilir. Pek çok pompa/motor kombinasyonunda birinin oluşturduğu titreşim her ikisini de etkileyeceğinden birbirlerinden ayırt edilmesi çok güçtür. Pompa/motor titreşimi; pompanın ve motorun ortak bir bazda monte edilmesi ile (veya motoru pompanın bileşkesi şeklinde monte ederek) veya tüm üniteyi esnek titreşim söndüren elemanlar ile izole edilerek en aza indirilebilir.



Şekil 3.1. ve 3.2. Pozitif deplasmanlı pompalarda ilk çalışmada akışkanın komprese edildiği verdi kazanmadığı rotasyon periyodunun oluşturduğu basınç dalgası

Genel bir öneri izole edilmiş bağlama plakasının doğal hızının; şaft hızının dörtte birini geçmemesidir. Daha rijit bir montaj plakası gerektiğinde montaj plakası doğal hızının, şaft hızının üçte birine çıkılmasına izin verilebilir. Gerekirse pompa, kısa çelik borular içerisine çelik pul ve bağlantı civatalarından meydana getirilmiş lastik takozlar üzerine monte edilebilir. Böylelikle problemler tesisatlarda basit ve etkin çözümler sağlanır. Eğer bağlantı civataları birbirleri ile 90 derece ve yakın olarak kullanılırsa izolasyon belirgin şekilde iyileşir.

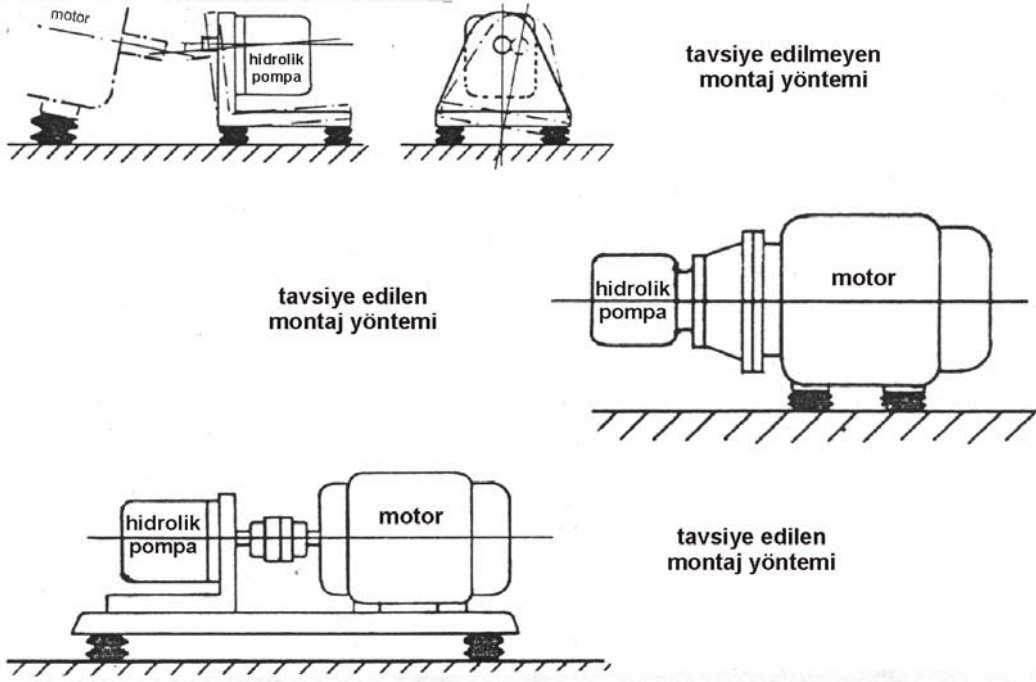
Diğer bir çözüm de gerekli olan debi için tek bir büyük pompa yerine küçük iki pompanın kullanılmasıdır. İki ayrı aynı değerdeki ses seviyesinin etkin gürültü toplam seviyesi sadece 3dB dir. Eğer küçük pompanın gürültü seviyesi diğer tek pompanın gürültüsünden 3dB daha az ise toplam gürültü seviyesi azalacaktır. Pratikte bu, gerekli montaj ve/veya izolasyon uygulaması ile pompa ve elektrik motorunun ikili kombinasyonları ile gürültü seviyesi oldukça aşağıya çekilir.

### **Pompa/Motor montajında AHM rehberi olarak verilen öneriler:**

Pompalar ve ana hareketlendiricileri titreşim absorbe eden plakalar üzerine monte edilmelidir. Eğer pompa ve ana hareketlendirici ayrı ayrı monte edilirse torsiyon ve diğer reaksiyonlar yanlış yerleşimlere ve hem pompa hem de hareketlendiricinin mil yatağı üzerine anormal yüklenme olur.

Bu nedenle:

- a. Pompa ana hareketlendiriciye direkt olarak monte edilmelidir. Anti-titreşim plakaların üzerine çanak mahfaza ve ana hareketlendirici birlikte monte edilecek şekilde.
- b. Pompa ve ana hareketlendirici çok sağlam bir şekilde kendi titreşim absorbe eden takozlar üzerine monte edilmiş olan ortak taban plakasına monte edilmelidir.
  - ii. Pompanın monte edildiği montaj plakası, pompanın dalga frekansı ve harmonisi ile rezonans yapmayacak şekilde dizayn edilmelidir.
  - iii. Gürültünün yayılmasını önlemek için, konsolların ve hareketlendiriciye veya pompaya iliştirilen yapıların yüzey alanları olabildiğince küçük olmalıdır.
  - iv. Konsolların uygun ses absorbanları ile kaplanması hava kaynaklı gürültünün azalmasını sağlayabilir. Çan şeklinde montaj ile ortalama 3dB azalma sağlayabilir.
  - v. Çan mahfaza olabildiğince küçük olmalı, sesi azaltan materyalden yapılmış olmalıdır. Temin imkanı var ise ve pompa devri yüksek olduğu uygulamalarda iç dampingi düşük yaygın olarak kullanılan alüminyum, yerine iç dampingi yüksek olan dökme demir veya plastik gibi materyal tercih edilmelidir. Lastik veya başka uygun materyalden yapılmış ince sızdırmaz contalar eklem yüzeylerinde kullanılarak ana hareketlendirici, pompa ve çan mahfaza arasındaki bağlantılar belirli tork kuvvetlerinde sıkılmalı ve metalin metale teması mümkün mertebe engellenmelidir.
  - vi. Özellik arz eden büyük sistemlerde en iyi tip ve ebatla elastik kavrama seçimi için pompa üreticisine danışın.
  - vii. Kavrama parçaları, mil ve kasnak gibi tüm dönen parçalar dinamik olarak dengelenmiş yani balans edilmiş olmalıdır.
  - viii. Tüm şaftlar ve mil yatakları elastik kavramalar kullanılıyor olsa bile tam eksenlerinde montaj edilmelidir.
  - ix. İmkan olduğunda bilyeli rulman yataklama yerine kaymalı yataklar kullanın. Kaymalı yataklı pompaları tercih edin.



**Şekil 3.3.** Hatalı ve tavsiye edilir hidrolik pompa elektrik motor montaj şekilleri

Ek olarak dönen parçaların dış hava ile teması ile oluşturduğu rüzgar etkisi sonucu oluşan hava karmaşası sonrası da gürültü oluşabilir. Tüm dönen parçaların yumuşak yüzeyli olması ile ve üzerinde siren etkisi oluşturacak herhangi bir delik olmaması ile bu etkiden kurtulunabilir. Yumuşak dönme yüzeyleri elde etmek için elastik kavramaların üzerine kaplamalar kullanılabilir. Bu kaplamalar hava karmaşasını azaltmasına rağmen kavrama içinde oluşan diğer mekanik gürültünün yayılmasına sebep olabilir. Alternatif olarak tüm tahrik sistemi ve pompa gürültüden izole edilmek için örtülebilir.

Genel olarak elastik kavrama ile ana hareketlendiriciye direkt bağlı pompa en sık montaj şeklidir. Ancak kavrama seçiminde aşağıdaki noktalar göz önünde bulundurulmalıdır.

- x. İş için gerekli olan doğru tip ve ebatta kavrama seçilmelidir. Yük karşısında zayıf elastik kavramalar yön değiştirir ve titreşime sebep olur. Büyük ebatlı kavrama gereksiz olarak dönen yataklara yük bindirir.
- xi. İmalatçının yerleştirme ayarlamaya talimatlarına harfiyen uyun.
- xii. Gürültü ve titreşim emen materyalden yapılmış elastik kavramaları seçin. Metalin metale temas ettiği rijit kavramalardan kaçının.
- xiii. Kavramanın her iki tarafının şaftlarına sıkıca karşılık geldiğinden emin olun. Böylece eksantrik kitle ve aşınma engellenir.
- xiv. Torsiyonel yük altında dönen ve pompa veya motor şaftın ucuna yüksek aksenal yük oluşturan kavramalardan kaçının.
- xv. 'Oldham' tipi kavramalar ucuz ve etkin olmalarına karşın çok düzgün yerleştirilmedikleri takdirde gürültülü kaynağı olabilirler.
- xvi. Kavramaların torsiyonel sertlikleri, torsiyonel rezonansları pompa veya motor frekanslarına yakın olmayacak şekilde olmalıdır.

Pompa/Motor gürültüsü esas olarak izolasyon ile azaltılabilir: Pompa emme ve pompa çıkış hatlarında çelik boru yerine titreşimi absorbe edecek belli boyda lastik hortum kullanmak etkin bir çözümdür.

Ancak bu boru sisteminden sisteme yayılan basınç darbesi gürültülerini engellemez. Rezervuar görünürde titreşim emici olarak görülmesine karşın gürültüyü her zaman azaltmaz. Aslında tankın

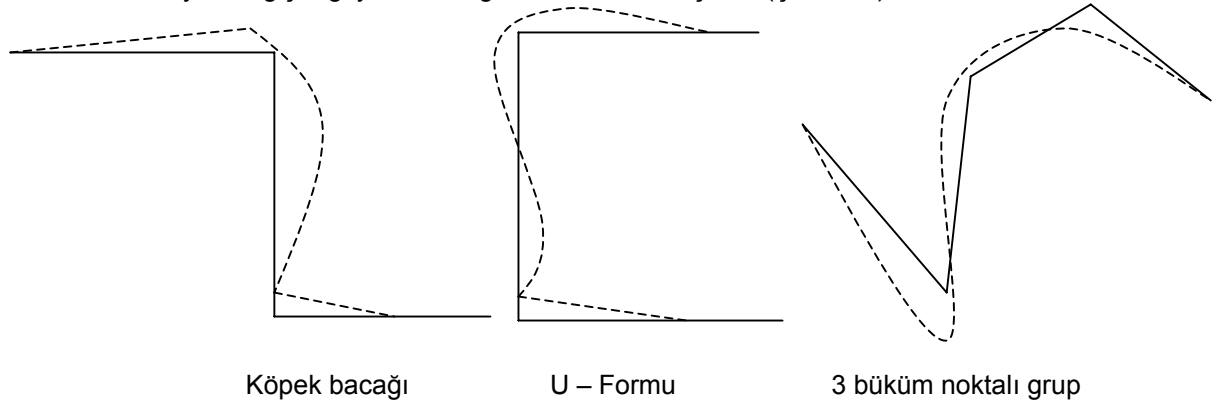
içinde serbest olarak bulunan yağın etkin bir ses yayıcısı özelliğinden istifade edilerek titreşimlerin tank üzerinde yok edilmesi hedeflenebilir. Bu durumda -tankın kendisinin yüksek rezonans emiciliği veya uygun şekilde azaltıcı özellik kazandırılmadıkça (ses yalıtım kaplaması gibi) - gürültü üzerine tek iyileştirme etkisi spektrum kaymasıdır.

Genel olarak pompanın ve motorun tanktan uygun monteler le izolasyonu ve borulardan dekulplajı sistemin geri kalan kısmını mekanik titreşimlerden korumuş olur ve sonucunda bu etkiler artırılabilir. İzolasyonda veya dekulplajda kısa devre olmamasına dikkat edilmelidir. Eğer çok yüksek standartlarda gürültü azalması gerekiyorsa pompanın ve motor ünitesinin çevresinin akustik kaplama ile çevrenmesi gerekli olabilir. Komple bir izolasyon olmalı ve etkin olarak contalanmalıdır. Bu hidrolik akışkanın soğumasını engelleyeceğinden sıcaklık artışı problemlerine yol açabilir. Bu durumda absorbtif tip kanal sessizleştiricileri gibi güçlü akım sessileştirmeli vantilyasyon sistemleri kullanılmalıdır.

### İletim Hatlarındaki Gürültü

Boru ve lastik hortumlardaki gürültünün azaltılması için AHEM rehberlerinde verilen özel öneriler şunlardır:

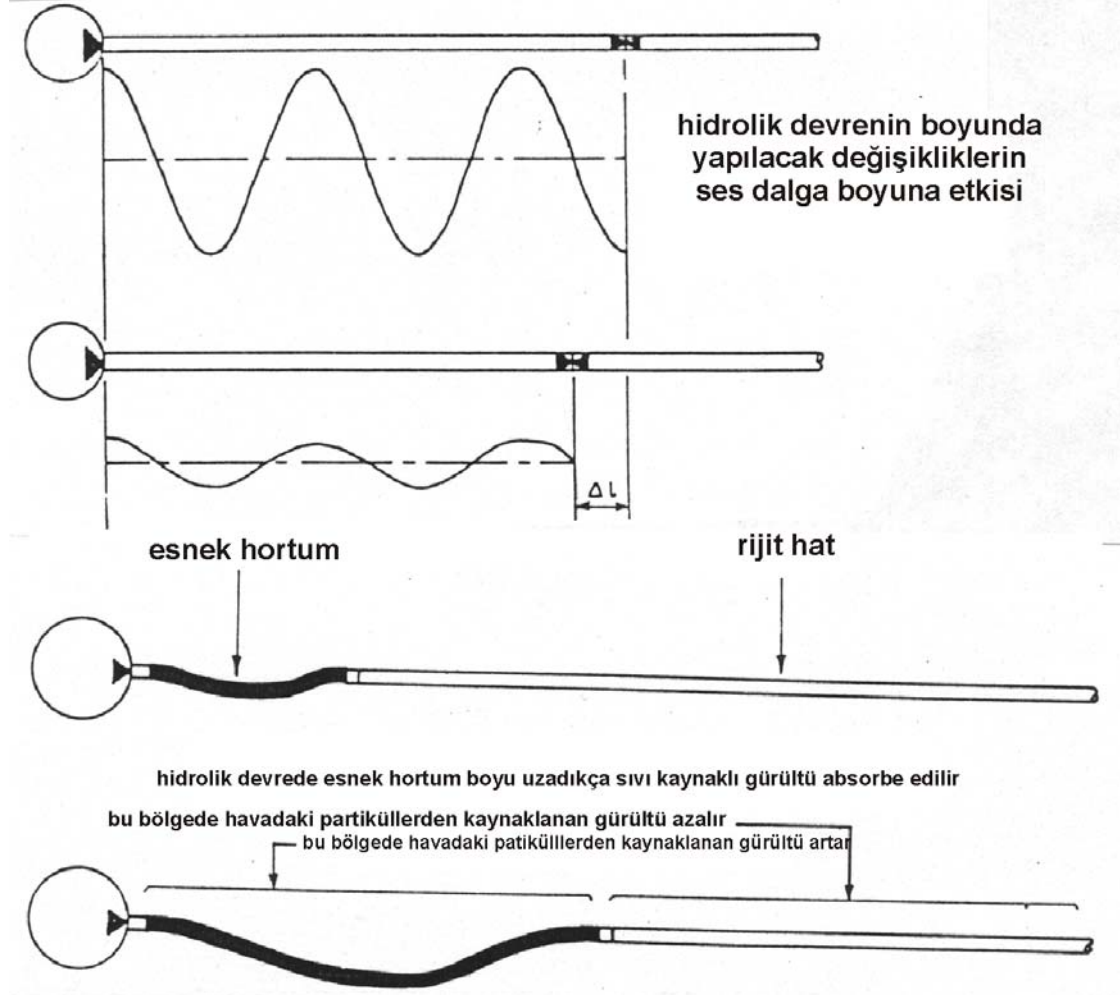
- i. Orta ve büyük devre uzunluğundaki sistemlerde devrenin geri kalanı için çelik boru kullanın ( çelik borularda sıvı kaynaklı gürültü esnek hortumlardan daha az fakat; daha fazla hava kaynaklı gürültüye sebep olur). Kompakt sistemlerde hortumlar arasında çok kısa sert borular kullanılması gürültü azaltılmasında çok küçük bir avantaj sağlar.
- ii. Mümkün olduğunca çelik boruları beton zemin veya makine gövdesi gibi ana yapının yakınında olacak şekilde montaj yapın. Boru sistemini bu yapıya katı boru kelepçeleri ile tutturun. ( Bu boruların sınırlandırılması ve titreşim seviyesinin azalmasını sağlar). Aksi halde esnek iç cidarlı boru kelepçeleri kullanın (Esnek kelepçeler titreşimin iletilmesini azaltır, böylece hava kaynaklı gürültü çıkışı azalır). Boru kelepçelerinin makine kenar panelleri gibi çok esnek destek yapılarına bağlanması tavsiye edilmez.
- iii. Çelik boru döşenmesinde mümkün olduğunca dog-leg veya U şekli gibi boru sisteminin kısa mesafede yön değişikliği yaratacak geometrilerden kaçının. (Şekil 3.4)



**Şekil 3.4.** Vibrasyon oluşturan boru büküm şekilleri

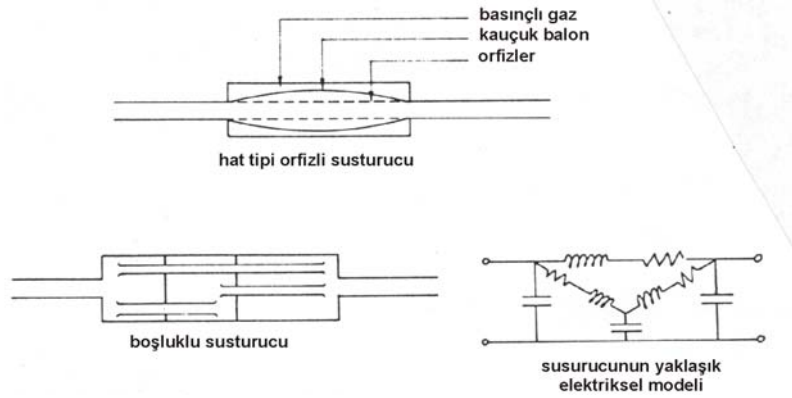
- iv. Yukarıdaki geometrilerden kaçınılamadığı durumlarda basınç dalgası borulara büyük titreşimlere sebep olabilir. Eğer bu sabit hızlı pompalarda olursa boruların rezonans frekansını değiştirmek için boruların uzunluğunda veya pozisyonunda küçük değişiklikler yapılabilir. Değişken hızlı sistemlerde ise bu rezonansları önlemek çok güç olabilir.
- v. Sıvı kaynaklı gürültünün oluşturduğu hava kaynaklı gürültünün önemli olduğu durumlarda- ki genellikle büyük sistemlerde görülür- aşağıdaki metotlar yolu ile sıvı kaynaklı gürültü azaltılabilir.

- a. Hidrolik devre pompalama frekansında veya herhangi bir harmonide rezonans yaparsa devrede ufak değişiklikler yapın. (Şekil 3.5)



Şekil 3.5. ve 3.6. Hidrolik boruların pompa ile aynı frekansta titreşim yapması durumunda titreşimlerin azalmasına yönelik hidrolik devrede yapılabilecek ufak değişiklikler.

- b. Çelik boru sisteminden yayılan gürültü pompa bağlantısı yapılan esnek (lastik) hortumların uzunluğu kısaltılarak azaltılabilir. (Sıvı kaynaklı gürültü tel örülü hortumlarda azalırken, lastik hortumlarda artar. (Şekil 3.6)
- c. Sıvı kaynaklı gürültü seviyesini azaltmak için sessizleştirici kullanın. ( Şekil 3.7 de bunun iki örneği gösterilmiştir)
- d. Sıvı kaynaklı gürültü çıkışı az olan pompalar kullanın.
- vi. Çalışma koşulları ne olursa olsun, emiş boyunca basıncın aşırı düşmediğinden emin olun, aksi halde akışkan içerisine hava girmesine sebep olur. Emiş hattı boyunca hiçbir noktadan sisteme hava girmediğinden emin olun. (Pompaya giren hava gürültünün belirgin olarak artmasına sebep olacağı gibi başka zararlı etkileri de olacaktır).



Şekil 3.7. Akışkan kaynaklı gürültünün azaltılmasına yönelik sessizleştirici kullanımına ait şekiller.

### Rezervuar Gürültüsü

Rezervuarlar ve tanklar rezonans boyunca gürültünün ikincil kaynağı olabilir. Özellikle pompa ve motor tank üzerine monte edildiğinde gürültünün entegral toplanması ile gürültü miktarı artacaktır. Aynı zamanda rezervuar içindeki sıvı ve havanın hareketi, gürültünün birincil kaynağı olabilir. Aslında yağ yüzeyinin üzerinde yeterli hava boşluğu varsa ve havalandırma deliğine pompanın debisine uygun bir hava filtresi takılmışsa bu gürültü fazla olmayabilir.

### Rezervuar gürültüsünü kontrol etmek için AHEM önerileri şunlardır.

- İmal edilen tanklar yeterli derecede kalın materyalden yapılmalıdır ve "vakum yapma" ve "rezonans" ı önleyecek şekilde raptedilmelidir.
- Bölmeler tankın içindeki sıvının hızını azaltacak şekilde, içeri giren havanın kaçışını sağlayacak zamanı verecek şekilde ve kir parçacıklarının yerleşmesini sağlayacak şekilde düzenlenmelidir.
- Dönüş boru girişi yağın hızını en aza indirecek şekilde yeterli çapta olmalıdır. Tank girişindeki bir yayıcı kullanılması yağın dağılımını ve hızın azalmasını sağlamada faydalıdır.
- Emme ve dönüş boruları; bir bölme ile ayrılmalı veya zikzaklandırılmalıdır ve her zaman en düşük yağ seviyesinden aşağıda olmalıdır.
- Pompa motor montajın depo üzerine yapıldığı durumlarda, ekipmanının oluşturduğu titreşimin tank gövdesine yayılmamasını temin üzere titreşim izolasyonu için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Depo üzerindeki mekanik aksamlar rezonans yaptığı durumlarda rezervuar anti-titreşim monteler üzerine monte edilebilir.
- İmal edilmiş tanklar üzerindeki panellerin rezonansı ses azaltıcı materyaller kullanılarak engellenebilir. Bunlar hem boya hem de tabaka şeklinde olabilir.
- Tanka yakın olan emme hattı üzerindeki kapama valfleri emme hattının üzerindekiyle aynı kalibrede olmalıdır.

### Sistem Dizayn Hatalarının Sebep Olduğu Gürültü

Hidrolik sistemde oluşan gürültü genel olarak güç ve basınç ile, basınç dalgalanmalarındaki değişken değerler alması ile, akım değişkenliği, türbülans (water hammer) ile ve sistemdeki vana, dişli ve piston gibi yer değiştiren elemanların sürekli olmayan hareketi ile artar.

Bir hidrolik sistemde gürültü artışına sebep olabilecek sistem hataları:

- Aşırı akım hızı ve pompa kavitasyonuna sebep olan düşük ebatlı emme borulama.
- Özellikle çıkış borularında rezervuarın yanlış dizaynı nedeni ile akışkanın içine hava karışması.
- Pompanın kısmi boşluğuna sebep olan emme hattında küçük ebatlı fitre.

**Tablo 3.1. Başlangıçta aşırı gürültü (sistem dizayn hataları)**

<b>Olası Neden</b>	<b>Cözüm veya Hareket</b>
i) Doğal gürültülü pompa	a. Pompayı ve motoru elastik monte ile izole edin b. Pompa hızını azaltın c. Emme basıncı azaltın d. Pompayı kaplayın veya akustik olarak yalıtın: Borulara bağlantısında lastik hortum kullanın. e. Uygun olan tiple yeni pompayla değiştirin
ii) Emme tarafında boşluk	a. Daha büyük ebatlı emme filtresi kullanın b. Daha büyük emme hattı kullanın c. Rezervuar dizaynını ve pozisyonunu kontrol edin
iii) Hapsolmuş hava	a. Yetersiz rezervuar dizaynı- Çıkış borusunun seviye ve pozisyonunu kontrol edin b. Uygun şekilde sistemi emin
iv) Köpürme	a. Yetersiz rezervuar dizaynı. Sebebi bulun ve düzeltin veya rezervuarı değiştirin b. Köpürme önleyici katkılı yağ kullanın. Hava kaçağı ve hava yakalama açısından sistemi kontrol edin.
v) Yağ viskozite yanlışlığı	a. Sıvının çalışma sıcaklığını tespit edin ve pompa için bu sıcaklıkta yağ viskozitesinin doğru olup olmadığını kontrol edin, gerekli ise değişik viskozitede yağ kullanın.
vi) Aşırı pompa hızı	a. Ölçümü yapın ve imalatçının önerilerine göre kontrol edin
vii) Hatalı pompa / Motor montajı	a. Motor ve pompa yerleştirmesini kontrol edin, gerekli düzenlemeleri yapın
viii) Basınç darbesi	a. Basınç yükselme seviyelerini azaltmak için sistem içinde akümülatör kullanın. b. Devrede akümülatör zaten varsa yeterli kapasitede olup olmadığını kontrol edin.
ix) Borulara destek yetersizliği	a. Boru kelepçelerini ve asıcılarının önerilen aralıklarda yerleştirildiğini kontrol edin b. İzolasyonlu tip kelepçeler kullanın
x) Pompa açılığı	a. İlk kurma aşamasında kir veya maden talaşı borularda kalmış olabilir. Filtrelerdeki durumu kontrol edin. Gerekirse gözden geçirip temizleyin, uygun şekilde sistemi temizleme filtrasyonuna tabi tutun ve temiz yağ ile tekrar akışkan doldurun. b. Orijinal sıvı temiz değilse boşaltın ve tekrar temiz akışkan doldurun. c. i) ve ii) maddelerini gözden geçirin.
xi) Sistemde aşırı türbülans ve kavitasyon	a. Önerilen akım hızlarında boru çaplarının uyumlu olup olmadığını kontrol edin b. Gürültülü komponentleri dekuplaj edin c. Aşırı olduğu durumlarda susturucu gerekebilir.

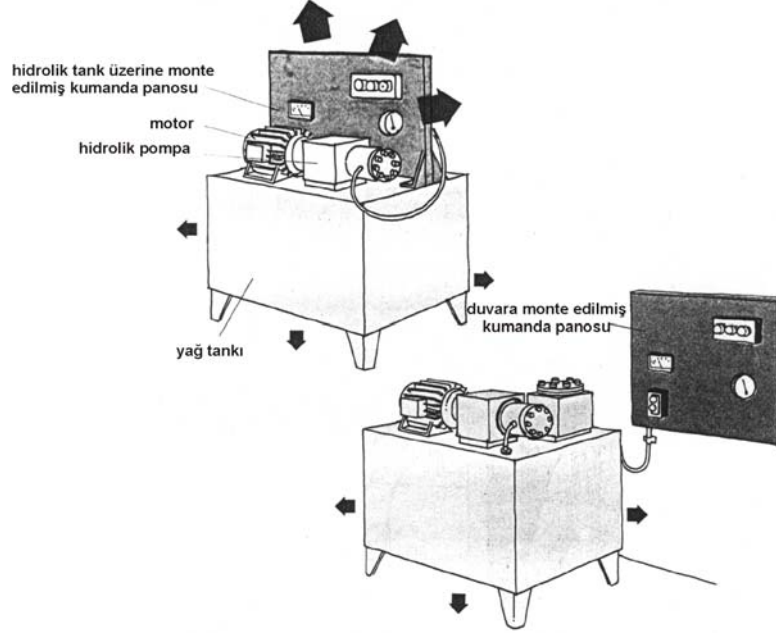
**Tablo 3.2. Çalışma sırasında gelişen aşırı pompa gürültüsü**

<b>Olası Neden</b>	<b>Cözüm veya Hareket</b>
i) Emme hattı kesilmesi	a. Tıkanma açısından filtreyi yi kontrol edin b. Rezervuar süzgecini kontrol edin c. Emme hortumu büzülmesini kontrol edin d. Hatta tıkanmaya neden olabilecek hasar (boru ezilmesi) kontrol edin.
ii) Emme filtresi tıkanması	a. Temizleyin veya yenisini koyun
iii) Hava kaçağı veya tutulması	a. Emme hattındaki bağlantıları hava kaçağı için kontrol edin b. Pompa şaftını hava kaçağı için kontrol edin. c. Rezervuar seviyesini kontrol edin.
iv) Pompa şaft conta hatası	a. Değiştirin
v) Gevşek pompa muhafazası	a. Contayı kontrol edin, gerekirse değiştirin b. Civataları kontrol edin ve sıkılayın.
vi) Pompa parçalarını sıkışması	a. Pompayı açın, kontrol edin ve rektifiye edin.
vii) Tahliye subapı taraması	a. Hava kaçağı yönünden kontrol edin
viii) Rezervuar havalandırma deliği tıkanması	a. Havalandırmayı temizleyin veya değiştirin
ix) Yüksek sıvı viskozitesi	a. Çalışma ısısında sıvı viskozitesini kontrol edin ve imalatçı önerileri ile karşılaştırın.
x) Çok fazla pompa hızı	a. İmalatçının önerileri ile kontrol edin
xi) Pompa içinde toz	a. Açıp temizleyin
xii) Yer değiştirmiş motor	a. Kontrol edip tekrar yerleştirin
xiii) Pompa hasarı	a. Pompayı açın, aşınmış veya hasarlanmış parçaları değiştirin.
xiv) Gevşek pompa kısımları	a. Pompayı açın. Kontrol edip gerekli şekilde sıkılayın. Yıpranma açısından kontrol edin. Tüm contaları kontrol edin.
xv) Aşırı sürtünme	a. Pompayı izole edin. Pompayı açın ve aşınma ve yıpranma açısından kontrol edin.

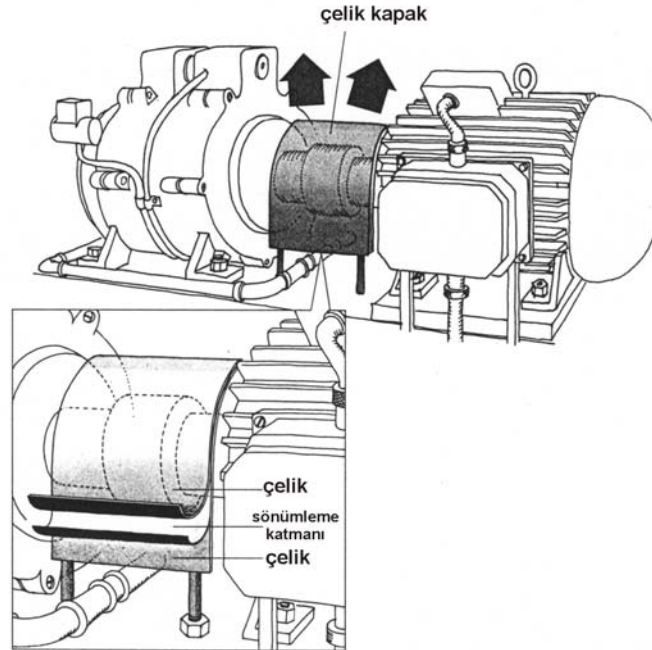


## HİDROLİK SİSTEMLERDE KONSTRİKSİYON TEDBİRLERLE GÜRÜLTÜ AZALTMA ÖRNEKLERİ

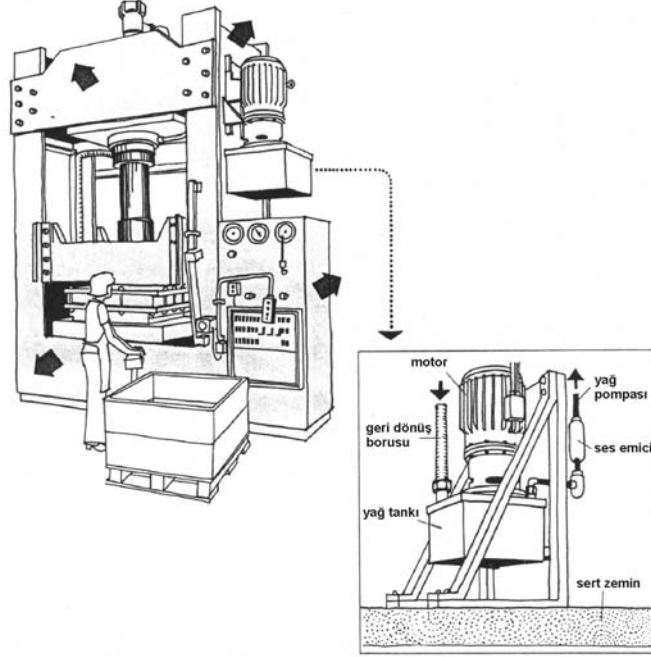
1. Hidrolik tankı üzerine monte edilmiş kumanda panosu hidrolik tankta oluşan akışkan gürültüsünü şiddetlendirerek ortama yayabilir. En basit çözüm kumanda panelini tanktan ayrı bir yere örneğin duvar üzerine monte etmektir. Böylece gürültü seviyesi azalacaktır.



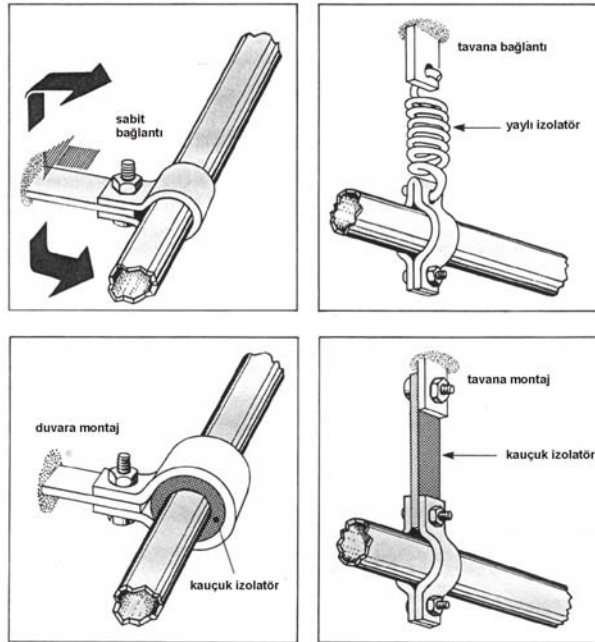
2. Pompa elektrik motoru arasındaki kaplinde oluşan gürültünün etrafa daha az yayılması için kullanılacak çelik saçtan yapılmış muhafaza gürültüyü azaltma açısından yetersizdir bunun yerine titreşim absorbe edebilen özellikte, iki saç levha arasında sert kauçuk preslenmiş levha malzeme daha iyi sonuç verir.



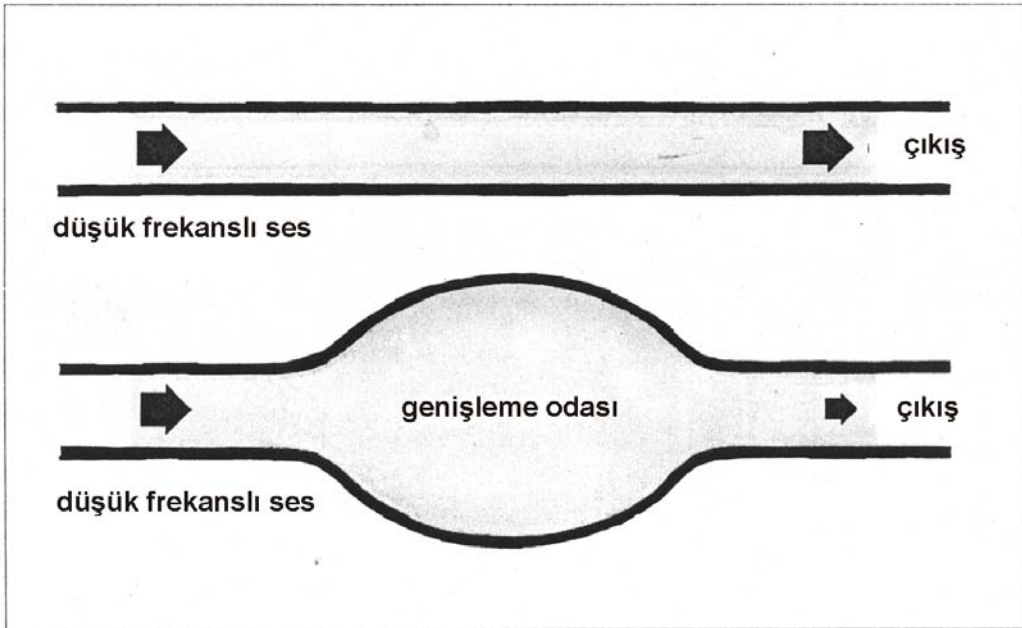
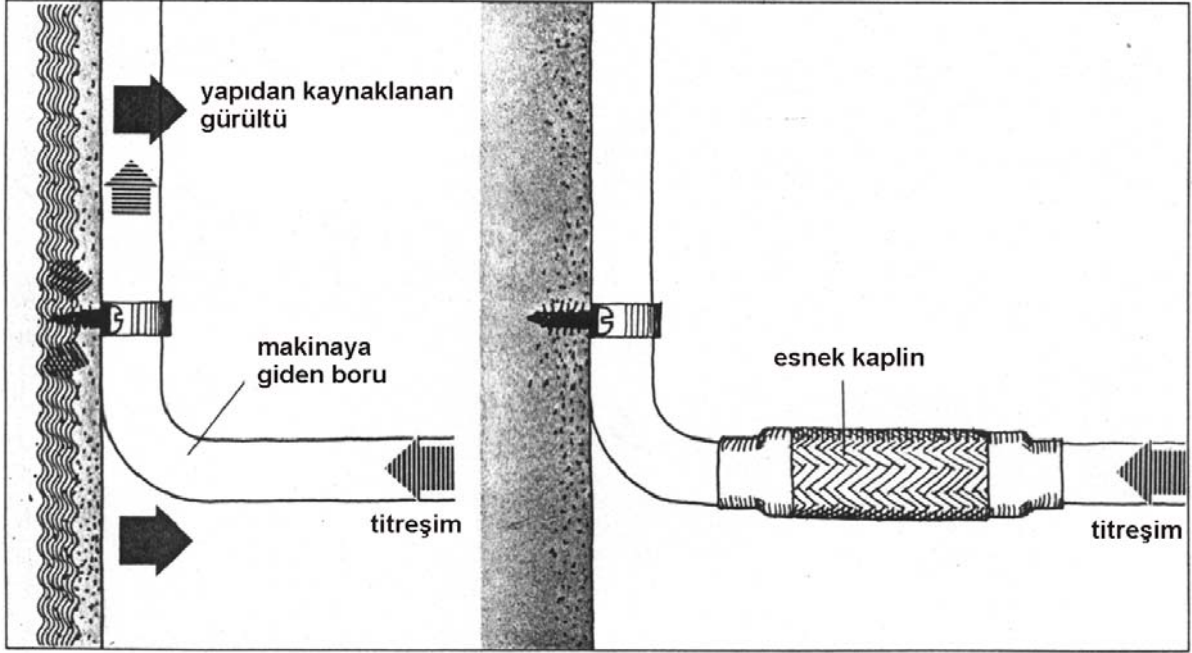
3. Hidrolik güç ünitesinin büyük hacimli olduğu hidrolik presler, takım tezgahları ve türbinlerde sıklıkla güç ünitesi makine gövdesi üzerine monte edilir. Güç ünitesinde oluşan titreşimler makine gövdesinde titreşimler yaparak gürültünün artmasına sebep olur. Gürültü seviyesinin düşürülmesi için güç ünitesi sert beton zemine monte edilebileceği gibi daha iyi çözüm olarak titreşim söndürücülü plakalar üzerine monte edilmesi ve ilaveten pompa çıkışında akışkan gürültüsünü azaltmak üzere lastik hortum veya titreşim söndürücü kullanmaktır.



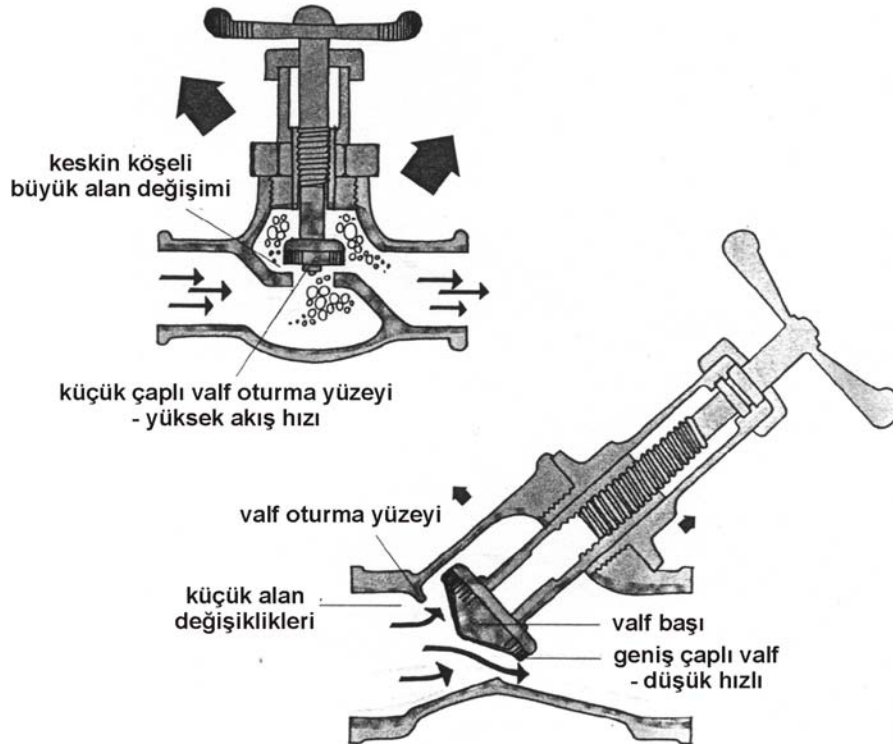
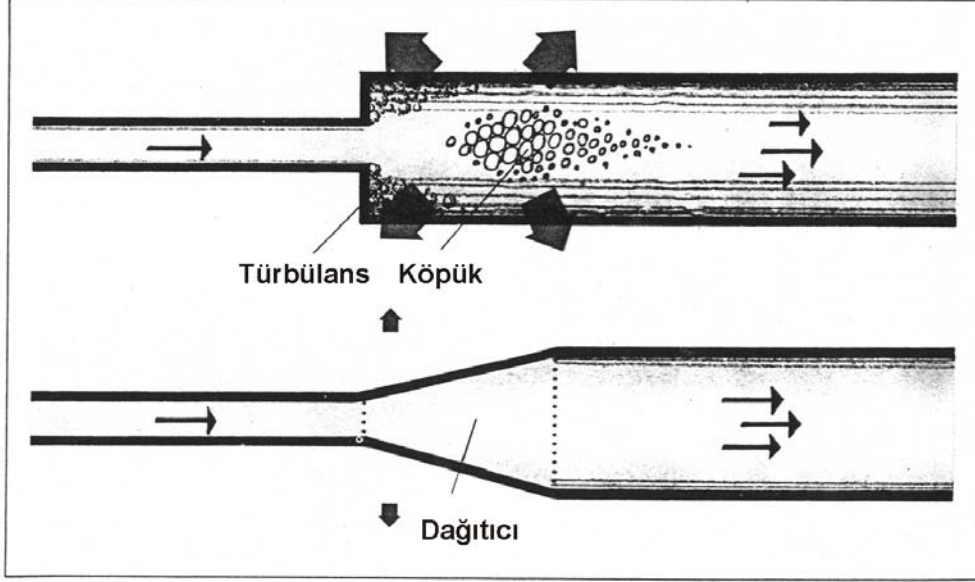
4. İletim hatlarındaki gürültünün sebebi, titreşim ister akışkan kaynaklı olsun isterse pompadan iletim hatlarına geçsin başlangıçta az seviyedeki bu gürültü boruların uygun desteklenmemesinden ötürü şiddetini artıracaktır. Çözüm titreşimi sönmüleyecek şekilde sağlam bir desteklemedir.



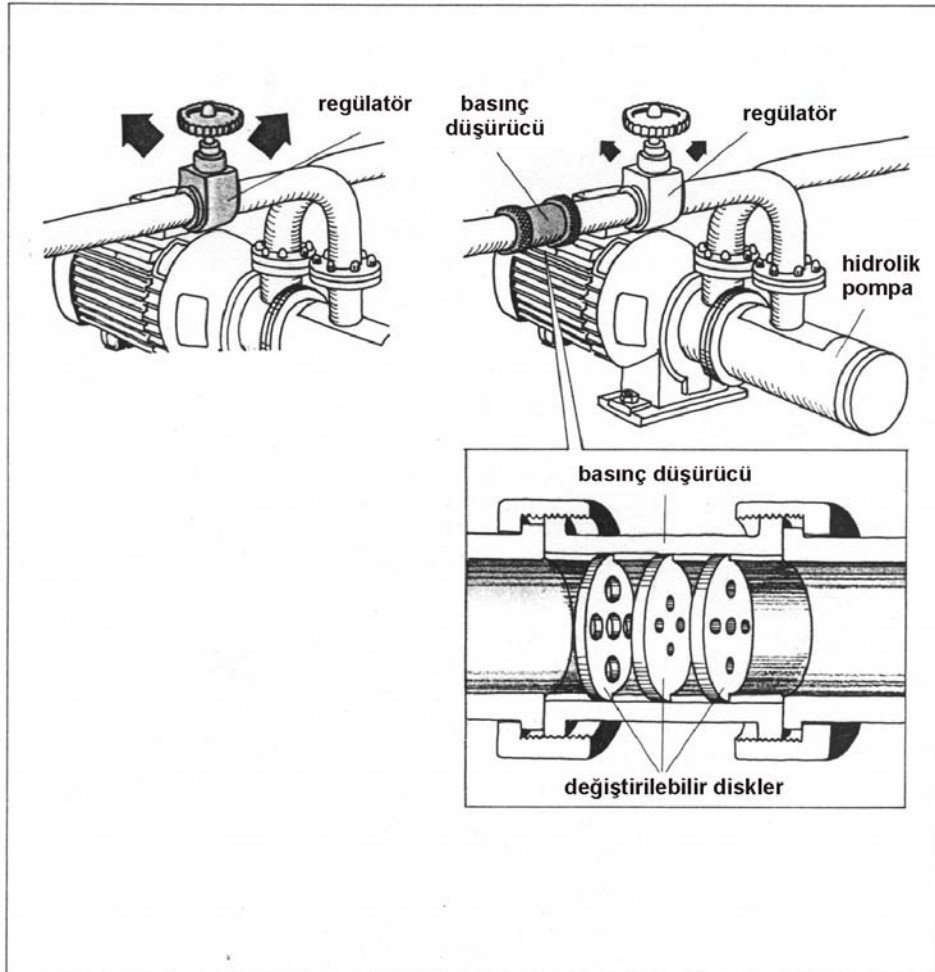
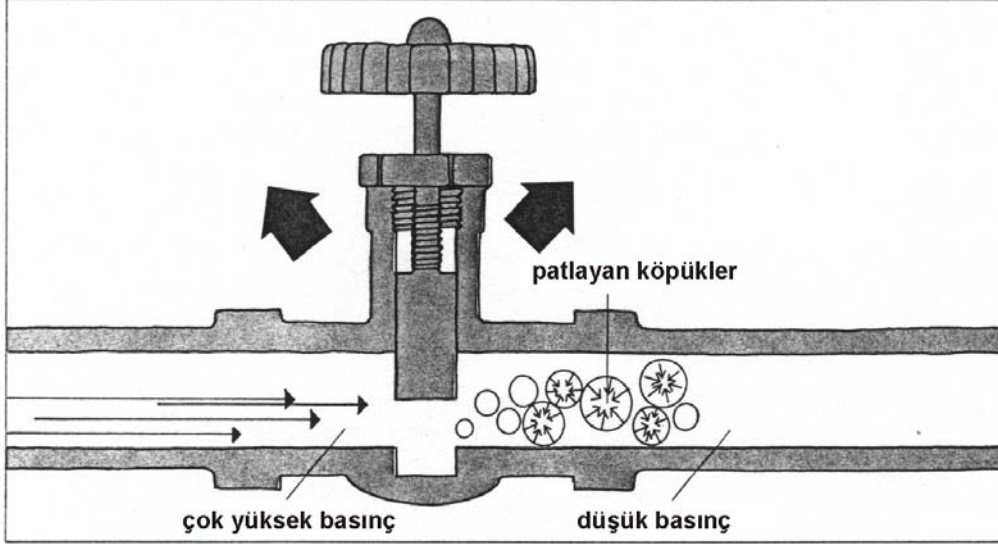
5. Bilhassa yüksek basınç ve değişken hızlı sistemlerde dirseklerde oluşacak titreşimleri azaltmak gayesiyle dirsek girişlerinde çelik örgülü lastik hortum kullanılması önerilir.



6. Kısmi valflerine görüldüğü gibi kesit değişiminden dolayı basıncın anı olarak değişmesiyle oluşan akışkan gürültüsünü azaltmak için kapama elemanı keskin köşeli ve akışkana 90 derece yön değiştiren kısmi valfleri yerine türbülans oluşturmeyen yumuşak cidarlı ve daha küçük eğim açılı valfler kullanın.

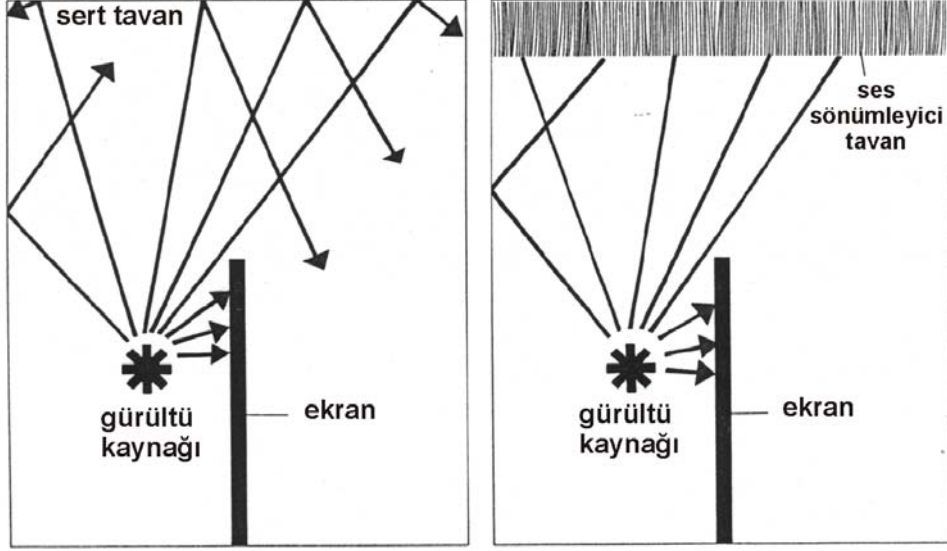


7. Anı basınç azalması sonucu kısma valflerinin çıkışında oluşan kavitasyon ve gürültüyü azaltmak için valf çıkışında basıncı kademeli azaltmak üzere basınç düşürücü elemanları kullanın

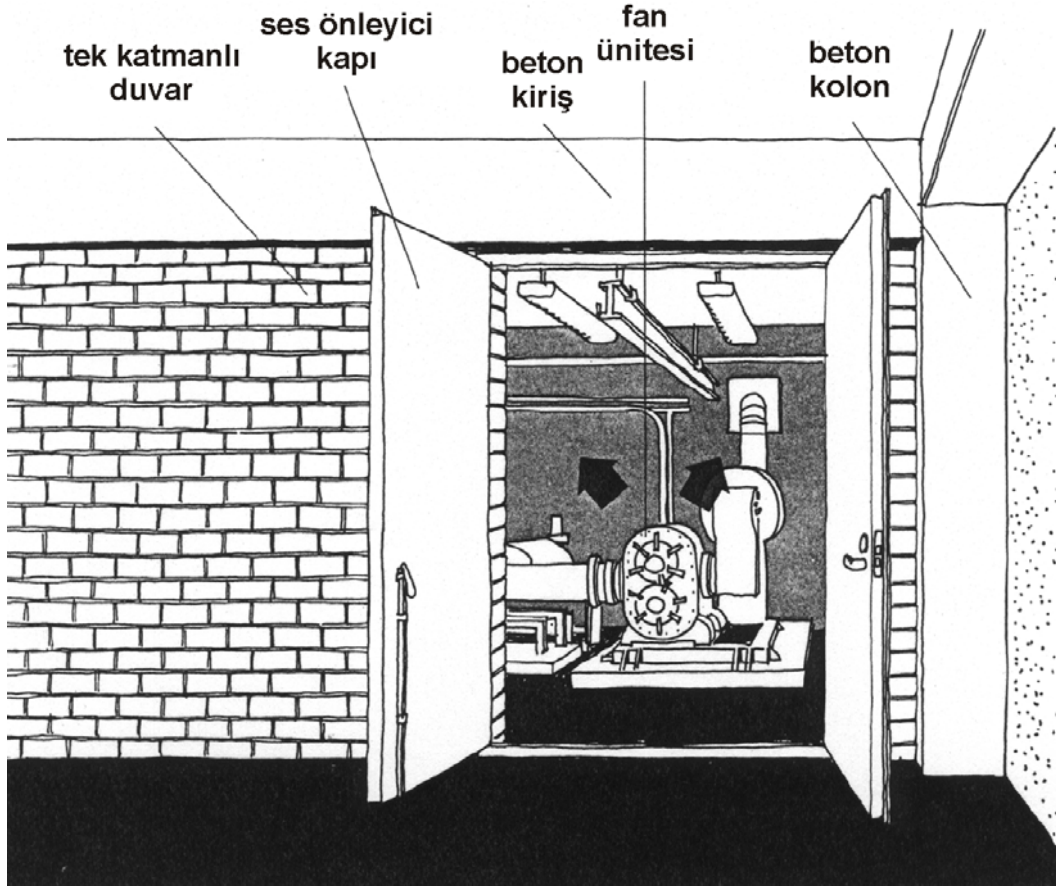




8. Eğer güç ünitesinin bulunduğu konum müsaade ediyorsa sesin sert ortamlara çarparak yayılması önlemek üzere çevresinde sesi absorbe eden elemanlar kullanın.



9. Gürültüden çok fazla şikayetçi iseniz gürültüyü tamamen yok edemezsiniz ancak ondan uzaklaşabilirsiniz. Güç üniteniz neden insanlardan uzak, havadar ve ses yalıtımlı bir hücrede çalışsın



#### 4. GÜRÜLTÜNÜN İNSANLAR ÜZERİNE ETKİLERİ

Gürültü günlük yaşamın her safhasında maruz kalınan bir olumsuz unsur olmakla beraber fabrika ve atölyeler gibi endüstriyel iş yerlerinde insan sağlığını tehdit edecek düzeyde bulunması gürültü ile bilinçli mücadeleyi ön plana çıkarmıştır. Bu konu işveren açısından da önemli sorumluluklar yüklemekte önlem alınmasını gerektirmektedir.

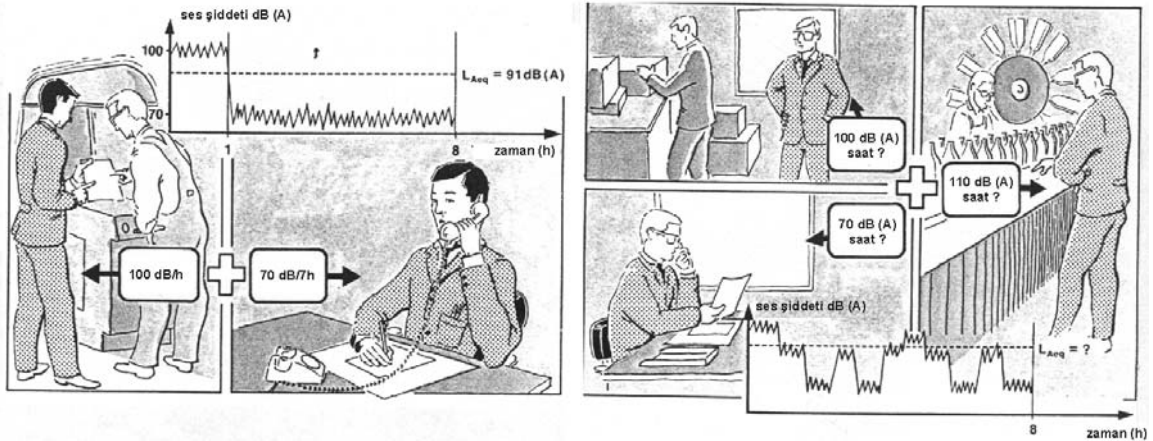
Gürültünün insan sağlığı açısından olumsuz etkilerini iki ayrı başlık altında inceleyebiliriz.

1. İşitme duyusuna yaptığı olumsuz etkiler.
2. Gürültülü ortamda çalışanların fizyolojik ve psikolojik olumsuzlukları.

İnsan kulağı vücuttaki duyu mekanizmasının ince bir örneğini teşkil eder. İnsan kulağı, dış kulak orta kulak ve iç kulak adı verilen üç bölümden oluşur. Dış kulak, kulak kepçesi ve dış kulak kanalından ibarettir. Dış kulağın görevi sesi toplamak ve orta kulakta bulunan kulak zarına iletmektir. Orta kulak kulak zarı ile başlar. ayrıca çekiç örs ve üzengi isimleri verilen kemikler bulunur. Birbirine bağlı bu kemikler, kulak zarının titreşimlerini iç kulakta bulunan kokleanın oval penceresi adı verilen bölümüne iletirler. İç kulak kafatasımızın oyuklarına yerleşmiş içi sıvı dolu yarım daire şeklindeki koklea ve buna bağlı üç adet yarım daire kanalından oluşur. Yarım daire kanalları vücudumuzun dengesini sağlayan işitme ile ilgisi olmayan kısımdır. Koklea salyangoz görünümünde olan ve iki buçuk devir yapan bir kanaldır. Bu kanal iki bölmeden oluşur. Korti organının içinde, organ boyunca yayılmış 40 bin kadar duyarlı tüy hücresi vardır tüy hücreleri ikişer ikişer birleşerek yaklaşık 20 bin adet sinir lifini meydana getirirler. Sinir lifleri de aralarında birleşerek işitme sinirleri oluştururlar. İşitme sinirleri korti organın ürettiği sinyalleri beyne ulaştırır.

Gürültünün işitme duyusunda ki olumsuz etkisi ya top patlaması gibi ani etkiler veya gürültülü ortamda çalışmaktan ötürü zamanla ortaya çıkacak işitme kayıplarıdır.

Anı ve yüksek ses kulak zarının parçalanmasına ya da hassa korti organın fizyolojik yapısını düzelmeyecek şekilde bozulmasına yol açabilir.

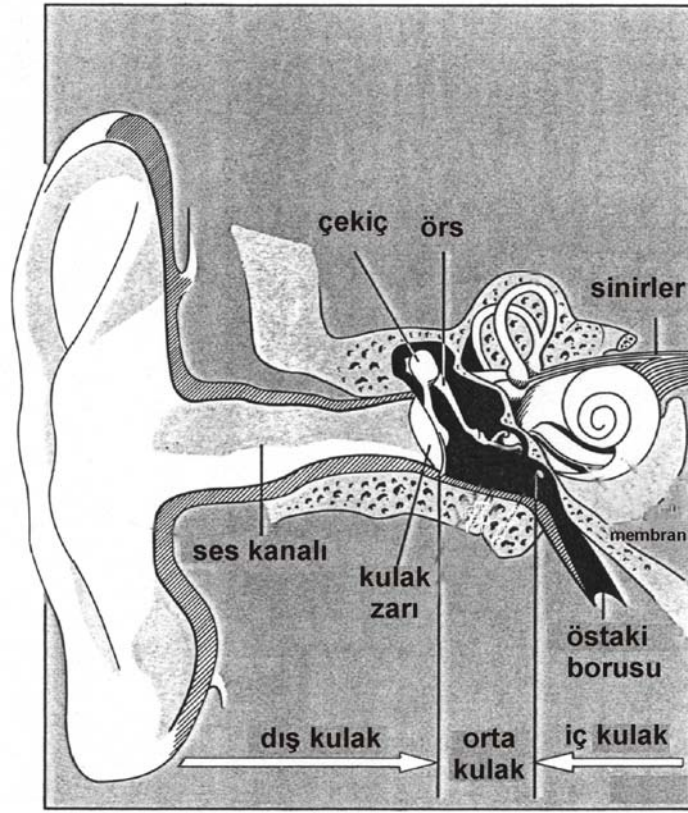


Şekil 4.1. Değişik gürültü ortamlarında kalındığında maruz kalınan ortalama gürültü değeri

Bizim konumuz olan anı zarar oluşturmayacak düzeydeki gürültüde uzun süre kalan kişilerde sürekli işitme kayıpları görülür. Yüksek ses tüy hücrelerini zedeleyerek hassasiyetlerinin kaybolmasına, korti organında çökme oluşturarak işitme duyusunu azaltır. İşitme eşiğinin kayması geçici olabileceği gibi sürekli de olabilir. Kısa müddet yüksek ses düzeyi (dB) etkisinde kalan bir insan bir müddet duyma eksikliği hisseder bu durum geçicidir ve kısa sürede kaybolur. Asıl önemli olan kalıcı işitme kaybına uğramaktır ve bu kişinin bu gürültünün etkisinde kaldığı süreye ve kişisel duyarlılığa bağlıdır. İnsanlar üzerinde



yapılan araştırmalarda bazı insanların tahammül edemediği bazı yüksek seslere bazılarının çok az tepki verdiği şeklindedir. Belli bir süre zararlı olmayacak bir sesin etkisinde yıllarca kalmak da işitme kaybına sebep olabilir. İşitme kaybında maruz kalınan gürültünün frekans dağılımı da önem arz eder. Çünkü kulağın yüksek frekanslı yani tiz sesleri algılayan bölümü daha hassas olup daha kolay zedelenmektedir. Dolayısıyla aynı ses düzeyindeki iki gürültüden yüksek frekanslardan oluşan gürültünün sebep olacağı işitme kaybı, aynı yükseklikteki sesin düşük frekanslardan oluşması durumunda neden olacağı işitme kaybına göre daha fazladır. Bu nedenle hemen hemen tüm frekansları içeren yüksek düzeydeki ( 100 dB ) gürültüye çalışma hayatlarında maruz kalmış kişilerde yüksek frekanslarda eşik kayması daha fazladır ve tiz sesleri duymakta çok daha fazla kayba uğramışlardır. Sürekli 100 dB ve daha fazla ses düzeyinde çalışanlarda ilerleyen yaşla birlikte işitme kaybı söz konusu olabilir. Gürültülü ortamda çalışmaya devam edilecek olunursa sağırılık derecesi artar. Kulak çınlaması işitme duyusunda azalma belirtisidir ve acilen önlem alınması gerekir.



Şekil 4.2. Kulak iç yapısı

Gürültünün işitme duyusunda kayıplara sebep olma dışında insan vücudunun diğer organlarının fonksiyonlarına da olumsuz tesirleri vardır.

1. Psikolojik etkiler: Gürültünün şiddetine, frekans düzeyine ve sürekli olup olmamasına göre kişinin psikomotor yetenekleri olumsuz etkilenir. Bedeni ve zihinsel iş görme yeteneği azalır. Etkilere tepki verme zamanı artar. Dikkat gerektiren işlerde hatalar artar. Dinlenme anlarında uykusuzluğa sebep olabilir.
2. Fizyopatolojik etkiler: Sindirim sisteminin çalışması yavaşlar. Mide zarında kansızlığa sebep olarak ileride mide ve on iki barsak ülserlerine sebep olur. Tansiyon yükselmesine neden olur. 90 dB ve daha yukarı ses düzeyinde sürekli kalmak kalp atışlarını artırır, sinir sistemi bozulur, göz bebekleri genişler. Cildin elektriksel dayanımı azalır.

3. İç salgı bezlerine etkisi: Gürültünün strese sebebiyeti ile böbrek üstü bezlerinin faaliyetleri artmaktadır. İç salgı sisteminin düzeni kişinin hassasiyetine göre az veya çok etkilenmektedir. Kan şekeri seviyesi değişebilir. Gürültü beslenme ile ilgili hormon düzenini de etkileyerek günlük minimum kalori ihtiyacını artırmakta ve sodyum tutulmasına neden olarak vücuttaki su miktarını artırmaktadır.
4. Sempatik sinir sistemine etkisi: Gürültü sempatik sinir ağında yer alan bütün doku ve organların çalışmasını olumsuz etkilemektedir. Kişinin kalp atışları ve sinir sistemi normal çalışmamaktadır.
5. Görme duyusuna etkisi: Görmeyi azaltmakta bilhassa renklerin seçilmesini zorlaştırmadadır. Göz ile mesafe tahmini kötüleşmektedir.
6. Solunum sistemine etkisi: Soluk alış verişinde zorluk hissi ne sebep olmaktadır.
7. Yorgunluk etkisi: Gürültünün kişi ayırt etmeden herkeste görülen en belirgin etkisi yorgunluğa sebebiyet vermesidir. Dikkat azalır. Baş ağrısına sebep verir. Kişi karakteri değişir. Gürültünün şiddeti arttıkça yorgunluk fazlaşır. Bu nedenle çalışma verimi düşer iş kazalarında artış olur.

## SONUÇ

Hidrolik sistemler sistemin çalışma şekline göre az veya çok gürültü üretirler. 200 bar basınca kadar 80 dB nın altında rahatlıkla kalınabilir ve fazla bir çaba göstermek gerekmez. Daha yüksek gürültü düzeylerinde tasarımdan işletmeyiciye kadar herkesin yapabileceği çok şey vardır.

## KAYNAKLAR

- [1] Trade & Tecncal Press Ltd. - Hydraulic Handbook 7th Edition.
- [2] Strom - Ventile K. Kasperbouer - O+P - 1972
- [3] Noise Control Principles And Practice - Brüel & Kjaer - 1986
- [4] Measuring Sound - Brüel & Kjaer - 1984
- [5] Akışkanlar Mekaniği Ders Notları - Prof.Dr. Hasan Özoklav (Mek. Hasan) 1972
- [6] Hand Book Of Noise Control - M.C Harris Mcgraw-Hill Book Comp. - 1979
- [7] J.P. Den Hartog - Mekanik Titreşimler - Çeviri : Prof.Dr. S.Palavan, Z. Demirgüç
- [8] Endüstriyel Gürültü Kontrolü - Tmmob Makina Müh.Odası Yayını Yayın No :118

## ÖZGEÇMİŞ

### Behiç ERTÜRK

1952 Artvin doğumludur. 1974 yılında İ.T.Ü Mühendislik Mimarlık Fakültesinden Makine Mühendisi olarak mezun oldu. 1989 yılında Anadolu Üniversitesinde yüksek lisansa devam etti. 25 yıl TCDD nin Eskişehir deki Lokomotif Vagon Fabrikasında çeşitli iş kollarında çalıştı. Mekanik bakım ve Hidrolik demiryolu makineleri üretimlerinde ağırlıklı çalıştı. Emekliliğine az süre kala işyerinde hidrolik eğitimleri verdi. Halen Osmangazi Üniversitesinde uygulamalı teknik dersler vermekte, Endüstriyel hidrolik konusunda yazmış olduğu kitabının son düzeltmeleri ile uğraşmaktadır.