

# HİDROLİK SİSTEMLERDE GÜRÜLTÜ FAKTÖRÜ, OLUŞUMU, ETKİLERİ VE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Şemsettin İŞİL

## ÖZET

Başarılı bir hidrolik sistemin en önemli ölçülerinden birisi de “Gürültü” faktörünün düşük düzeyde tutulmasıdır. Gürültü ve titreşimin oluşumu, etkileri ve sonuçlarının inceleneceği bu bildiride ayrıca mücadele yöntemlerine de yer verilmiştir. Gürültü oluşumunda önemli bir yer tutan Hidrolik Pompaların tiplerine göre oluşturdukları gürültü karşılaştırmasının yanısıra bir hidrolik sistemde gürültü oluşturan diğer elemanlar ele alınacak ve etkileri incelenecektir. Bu konuda yapılan araştırma örnekleri ve tablolarına da yer verilerek gürültünün çevreye olan etkilerinin azaltılması yönünde geliştirilen yöntemler ile titreşim sönümleyicilerinin önemi ve uygulamasına ait örnekler de verilecektir. Bu bildirideki temel amaç, son yıllarda gittikçe artan komponent üreticilerinin ve hidrolik sistem tasarımcılarının genellikle gözardı ettikleri “Gürültü” faktörünün özellikle çevre ve insan sağlığı açısından önemini vurgulamak ve sistemin ömrüne olan negatif etkileri ile oluşan ekonomik kayıpları ortadan kaldırmaya yönelik mücadele yöntemleridir.

## GİRİŞ

İnsan sağlığına zarar veren istenmeyen sesler olarak tanımlanabilen “Gürültü” bir işyerinde çalışanların en büyük güçlüklerinden birisidir. Üretimin şekline bağlı olarak kullanılan üretim araçlarının oluşturdukları gürültü düzeyi çalışanların verimi ve sağlığını direkt olarak etkiler. Bu nedenle ilgili kurumlar tarafından işletmelerdeki gürültü düzeyinin üst sınırı tesbit edilmiştir. Bu sınır makineler çalışırken 85 dB(A)'dır. Gürültünün tesiri ise 90dB(A)'dan itibaren ortaya çıkar. Gürültü düzeyinin bu sınırları aşması işitme koruyucu araçlar kullanılmak zorundadır. Son yıllarda gelişen “Çevre Bilinci” ile gürültü ve mücadele yöntemlerinin önemi her geçen gün gittikçe artmaktadır. Ancak bu konudaki mevcut Türkçe başvuru kaynaklarının çok az olması bu önemin kamuoyunun herkesini tarafından anlaşılmasına kısıtlama getirmektedir.

## GENEL TANIMLAR

**Frekans** : Titreşimlerin 1 saniyede tamamladıkları dalga sayısıdır. Birimi Hertz'tir ve Hz olarak gösterilir.

**Desibel** : Yukarıda da belirtildiği gibi gürültünün değerlendirme ölçüsü, işitmeye olan tesiridir. Bu tesir insan kulağına gelen seslerin yani hava titreşiminin bir basıncı olup ölçü birimine Desibel denir. Ve dB ile gösterilir. Sayısal olarak, akustik güç veya akustik enerji gibi iki benzer miktarın oranlarının 10 tabanına göre logaritmasının 10 katına desibel denir. Ses gücü, ses şiddeti veya ses basıncı olarak yapılan ölçümler ve kullanılan terimlerde birim desibel olarak tanımlanır.

**Ses Güç Düzeyi** : Ses kaynağından yayılan toplam akustik güçtür. Matematiksel olarak;

$$L_w = 10 \log W/W_0$$

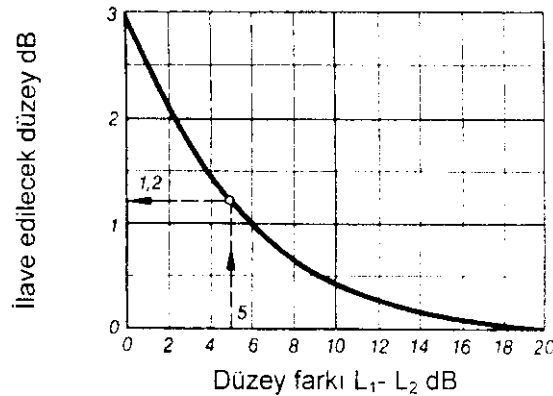
şeklinde tanımlanır. Birimi dB' dir.  $W_0$  referans güç düzeyidir ve  $W_0=10^{-12}$  Watt değerindedir. Ses güç düzeyi direkt olarak ölçülemeyip matematiksel hesaplamalar sonucu bulunur. Bulunan değer sesin kaynağına bağlı olup alınan mesafeye bağlı değildir.

**Ses Basınç Düzeyi** : Ses basıncını belirleyen bir düzeydir. Direkt olarak özel cihazlarla ölçülebilir. Bunun da matematiksel olarak ifadesi;

$$L_p = 10 \log P^2/P_0^2 = 20 \log P/P_0$$

şeklinde tanımlanır. Birimi dB' dir.  $P_0$  ise referans ses basıncı olup 20  $\mu$ Pascal ( $\mu$ Pa) değerindedir. Yukarıda verilen her iki bağıntıda da kullanılan Logaritma, 10 tabanına göre verilmiştir. Ses basınç düzeyi, güç düzeyinin aksine alınan mesafeye bağlıdır.

**Ses Düzeylerinin Toplanması** : İki ayrı ses kaynağından yayılan ses düzeylerinin toplanması için aritmetik toplama işlemi yapılamaz. Bu işlem için matematiksel bağıntılar kullanılır. Ancak pratikte aşağıda verilen diyagram kullanılır.



Örnek olarak, 70 dB ile 65 dB şiddetindeki iki farklı ses düzeyinin toplanması için önce yatay eksenden ses düzeylerinin farkı olan ( 70 – 65= 5 dB ) 5 dB bulunur. Yataya çıkılan dikin eğriyi kesim noktasından tekrar yataya alınan paralelin dikey ekseni kestiği noktada yaklaşık 1,2 bulunur. Bulunan bu değer büyük ses düzeyinin değeri olan 70 dB'e ilave edilerek, 70 + 1,2 = 71,2 dB olarak toplam sonuç bulunmuş olur.

Hidrolik sistemlerde kullanılan toplama yöntemi yukarıdaki gibi lineer olmayıp (A) ağırlıklı toplama şeklindedir. Bu yöntem, insan kulağının algılamasına daha uygun olup bazı frekanslar filtrelenerek algılanır. "A" ağırlıklı toplamada düşük frekanslardaki sesler filtre edilir. Bu ses düzeyinin birimi ise dB(A) olarak ifade edilir. Değişik frekans bantlarındaki ses düzeylerinin filtre edilmiş dB(A) düzeylerine dönüşümü için aşağıda verilen örnek tablo kullanılır.

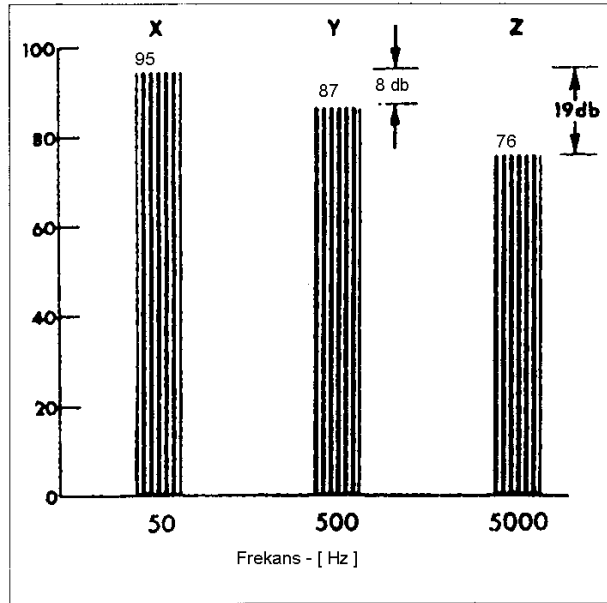
Frekans (Hz)	dB (A) 'ya dB'nin dönüşümü için ilave değer
63	- 26.2
125	- 16.1
250	- 8.6
500	- 3.2
1000	0
2000	+ 1.2
4000	+ 1.0
8000	- 1.1

Örnek olarak 3 adet farklı frekanslı ses düzeyinin dB'e göre dB(A) olarak nümerik farkı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	Frekans	dB	dB(A)
x :	50 Hz	95	65
y :	500 Hz	87	84
z :	5000 Hz	76	76

Halen piyasada mevcut olan cihazlar, basit düzenekli cihazlar olup filtre edilmiş ses basınç düzeylerini dB(A) olarak ölçerler.

İnsan kulağının duyarlı olduğu frekans aralığı 20 – 20000 Hz'tir. Bu bireysel gürültü hassasiyeti frekans ve şiddetine göre oldukça değişkendir. Normal olarak frekans ne kadar yüksekse gürültü o kadar hafif hissedilir. Şekil 1'de görüldüğü gibi 3 farklı frekanslı gürültü kaynağının dB cinsinden şiddet düzeyleri birbirinden farklı olmasına rağmen insan kulağına aynı etkiyi yapar.

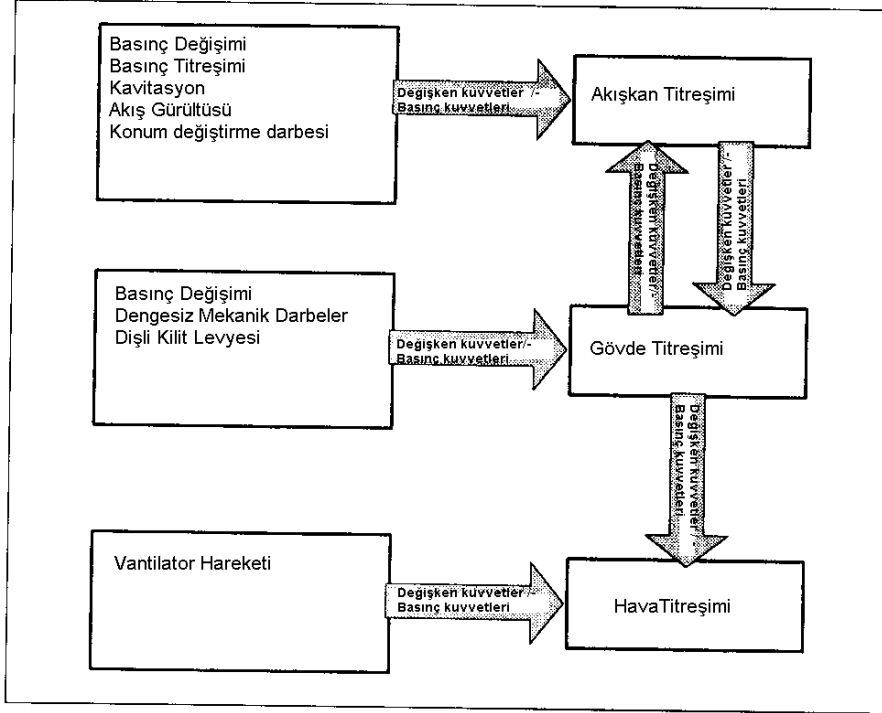


Şekil 1., [4]

Hidrolik tahrikli makinalarda ses kriterleri oldukça karmaşıktır. Çünkü oluşumda kullanılan mekanizmaların tamamı birbirlerinden etkilenirler. Aslında bu tür makinalardaki gürültü problemi bir titreşim problemidir. Özellikle hidrolik pompalar hareketli elemanları vasıtasıyla akışkana bir titreşim kazandırır. Bu titreşimin temas ettiği tüm titreşebilen parçalar bir hava titreşimi yaratarak çevreye yansıtırlar. Titreşimlerin kaydedilmesi, bir sonraki sistemden etkilendikleri için oldukça zordur. Yapılan ölçümler makinanın montaj şekli ve yerinden ziyadesiyle etkilenir. Bu tüm makinalar için geçerlidir. Tek tek yapılan ölçümlerde sınırlar içinde kalabilen bir makina ortamındaki diğer makinaların etkisiyle titreşim sınır düzeyini aşabilir. Bir işletmedeki mevcut birçok gürültü kaynağının neden olduğu toplam düzey yukarıda da bahsedildiği gibi aritmetik toplama yoluyla değil de dB değerlerinin logaritmik oranlarıyla hesaplanır. Ölçme cihazlarındaki desibel skala logaritmik olarak hesaplandığından ölçme değerindeki 10 dB artış insan kulağına hemen hemen 2 katı olarak yansır. Gürültüyü azaltmaya yönelik çalışmalar sonucunda örnek olarak 3 – 4 dB civarındaki bir düşümü insan kulağı açıkça hisseder.

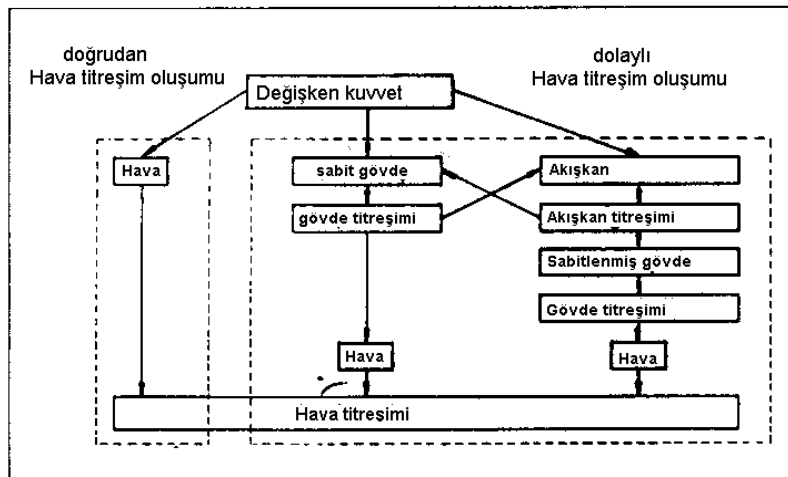
## HİDROLİK BİR SİSTEMDE GÜRÜLTÜNÜN OLUŞUMU

Bütün hidrolik sistemlerde oluşan gürültüler dolaylı olarak elde edilen hava titreşimlerinin insan kulağına tesiri ile hissedilir. Bilindiği gibi hava titreşimi, ya direkt olarak (dolaysız yol) gürültü kaynağının oluşturduğu basıncın tesiriyle insan kulağına yansıyan titreşim dalgalarıyla (Örnek: Vantilatör v.s.) ya da kendi iç parçalarının titreşimiyle başlayan değişik kademelere yansıyan ve sonuçta yine hava titreşimi olarak kulağa tesir eden indirekt yollardan oluşur. (Şekil :2)

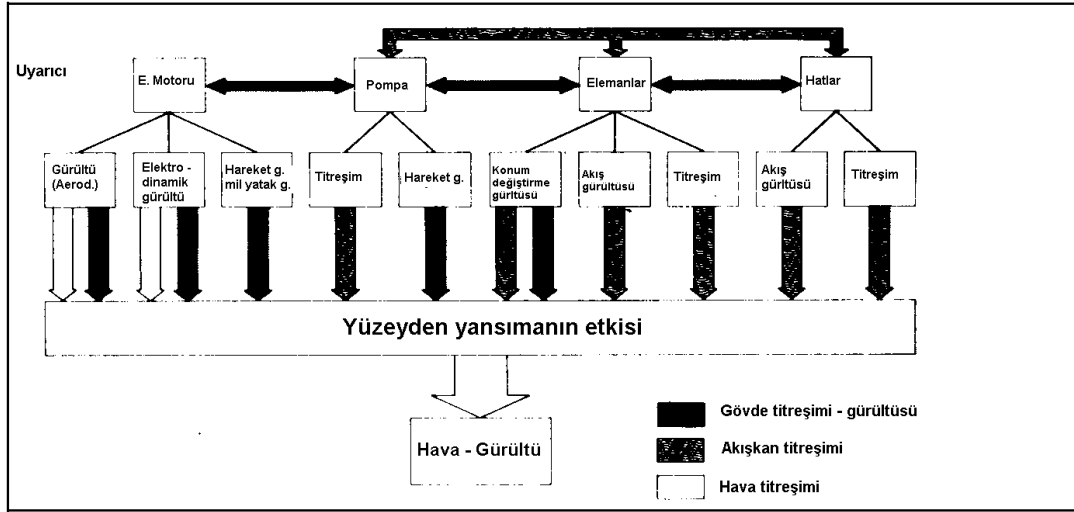


Şekil 2., [1]

Bir hidrolik pompada basınç değişimlerinin etkisiyle oluşan pompa içindeki değişken kuvvetler ile artan ve azalan hacim prensibinden kaynaklanan hacımsal titreşimlerin tesiri pompa gövdesine gövde titreşimi olarak yansır. (Şekil :3) Bu titreşimin oluşumu indirekt titreşim için iyi bir örnek teşkil eder. Devredeki diğer elemanlarda ise bu gürültü şekli bir akış ve konum değiştirme gürültüsü olarak ortaya çıkar. Hidrolik sistemlerdeki tüm devre elemanları oluşan bu gürültülerin az ya da çok yansımına katılırlar. (Şekil :5)



Şekil 3., [4]

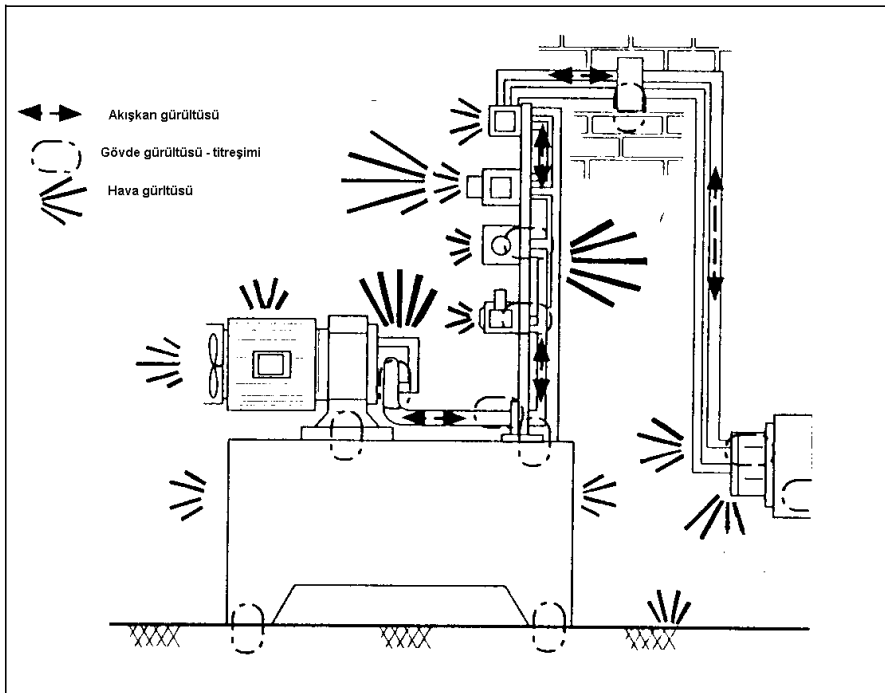


Şekil 4., [4]

Bir hidrolik pompanın çalıştırılmasıyla birlikte oluşan ve gelişen periyodik gürültüler kendi aralarında 3'e ayrılırlar :

1. Gövde Titreşimi (Sesi) : Değişken basınçlar nedeniyle pompa içinde oluşan değişken kuvvetler nedeniyle oluşur.
2. Akışkan Titreşimi (Sesi) : Basınç ve debiden kaynaklanan titreşimlerden meydana gelir. Basıncı akışkan tarafından her yere iletilen bu titreşimler, titreşimi yansıtabilen tüm yüzeylerle de temas ettiğinden yayılmanın sınırı hemen hemen yoktur.
3. Akış Gürültüsü : Özellikle valflerde ve iletim hatlarındaki tüm daralma bölgelerinde ortaya çıkan bir gürültü şeklidir. Diğer bir adı da Kaviteasyon Gürültüsü'dür. Bu tip gürültüleri ikiye ayırmak mümkündür ;

- a) İmpuls türü gürültüler : Genellikle valflerin konum değişmesiyle oluşan gürültülerdir.
- b) Mekanik gürültüler : Birbiri içinde hareket eden parçaların hareketleri esnasında çıkardıkları gürültülerdir.



Şekil 5., [4]

Bir sistemdeki basınç değişimi pompanın emiş periyodundan basınç periyoduna geçişiyle ortaya çıkar. Bu yolla oluşan titreşimin genliği ve şiddeti basıncın yükselme hızına bağlıdır. Pompanın çalışma şekline bağlı olarak oluşan debi ile ilişkili sarsıntılar da basınç titreşimine yardımcı olurlar. Pompayla başlayan bu basınç değişimleri ve dolayısıyla titreşimler devrenin diğer elemanlarındaki ve özellikle valflerdeki kavitasyon ve türbülansın yarattığı yansımalar sonucu akışkanındaki titreşimlerini sürekli canlı tutar. Basınç denetim valfleri ile akış denetim valfleri bu olaya oldukça yatkındırlar. İmpuls şeklindeki gürültüler valflerin konum değiştirilmesiyle ortaya çıkan bir valf gürültüsü olarak tanımlanır.

## HİDROLİK POMPALARDA GÜRÜLTÜ FAKTÖRÜ

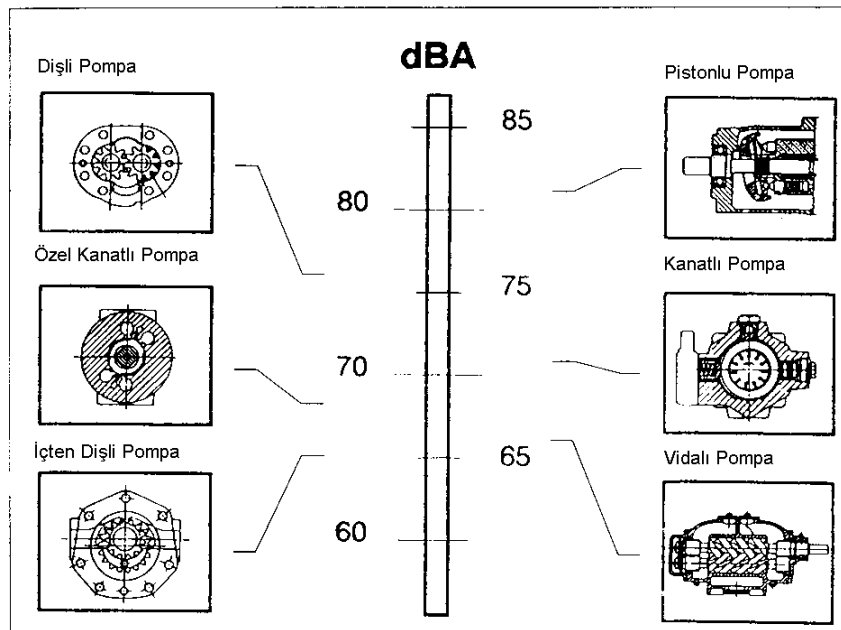
Bir hidrolik sistemin tasarımında pompa seçimi gürültü oranı dikkate alınarak yapılır. Bu pompaların hareketli eleman sayıları, formu ve verimliliği titreşimle doğrudan ilgilidir.

Bunların dışında pompa tipi, kumanda özellikleri, emme ve basma hatlarındaki akışın karakteristiği, dönme sayısı ve basınç artış hızları gürültü ve titreşimin oluşumu için önemli etkilere sahiptir. Bütün bu özelliklerden açık bir sınıflama ortaya çıkar.

Öyleki;

Vidalı pompalar en sessiz pompalardır, onları içten dişli pompalar takip eder. Daha sonra, özel konstrüksiyonlu dişli pompalar ile paletli pompalar sırayı takip eder. En sonda ise dıştan dişli pompalar ile pistonlu pompalar bulunur. ( Şekil :6 )

Gürültü faktörü nedeniyle dıştan dişli pompalar en fazla 250 bar'a kadar kullanılır. Pistonlu tip pompalarda ise konstrüktif olarak daha fazla bir iyileştirme şimdilik mümkün değildir. Bu gibi hallerde ikincil (sekonder) tedbirler önem kazanır. Hidrolik pompalarda bu gibi konstrüktif özelliklerin yanısıra işletme koşulları da gürültüyü önemli ölçüde etkiler. Bunlar; dönme sayısı, deplasman, basınç gibi büyüklüklerdir.

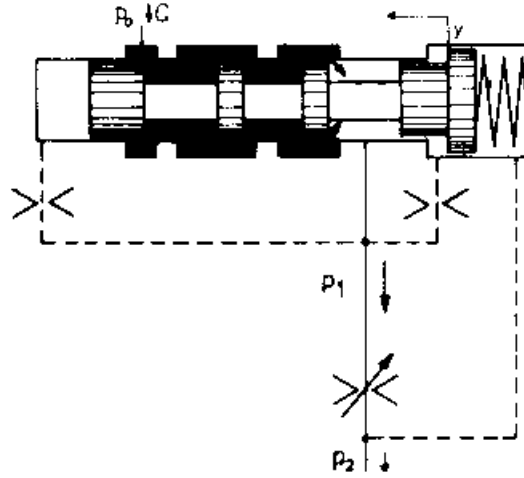


Şekil 6., [1]

Eksenel pistonlu değişken debili pompalarda tahrik güçleri büyüdükçe gürültü oranı da aynı ölçüde artar. Dıştan dişli pompalarda gürültü oranı aynı tipteki ve koşullardaki her pompa için değişiklik teşkil eder. Bu pompalardaki gürültü dağılım şekli oldukça geniştir.

## HİDROLİK VALFLERDE GÜRÜLTÜ FAKTÖRÜ

Hidrolik valfler, akışkandaki basınç ve debi titreşimleri vasıtasıyla gövde titreşimini oluştururlar. Özellikle daralma bölgeleri girişlerinde bir akış gürültüsü meydana gelir. Bu gürültülerin azaltılması için akış hızları bu bölgelerdeki kritik akış hızlarının altında bırakılmaya çalışılır. Daha çok valflerin konstrüktif yapıları ile ortaya çıkan bu etkiler yine konstrüktif tedbirlerle azaltılma yoluna gidilir. Basınç denetimi, akış denetimi ve yön denetimi yapan tüm valflerin birbiri içinde çalışan elemanların muhtelif bölgelerinde geliştirilen konstrüktif tedbirler gürültü ile birlikte kavitasyon tehlikesini de azaltır. Valflerdeki en çok rahatsız edici gürültü konum değiştirme gürültüsü olarak ortaya çıkar. Bu gürültüler mekanik darbeler ve hidrolik basınç darbelerinden oluşurlar. (Şekil :7)



Şekil 7., [4]

Valflerin, özellikle akışkan girişinin engellendiği kapama konumunda debinin yavaşlatılması esnasında istenmeyen basınç darbeleri oluşur. Akışkan yolunun açılması hallerinde ise akışkanlar mekaniğindeki su darbesi tesiri hissedilir ki bu da önemli bir kinetik enerjiyi ortaya çıkarır. İşte bu nedenle kısma ve diğer hassas teknikler kullanılarak valflerin konum değiştirmesinde uygun rampalar kullanılarak sonuçta hem valfte hem de sistemin bütününde oluşması muhtemel darbe ve buna bağlı olarak gürültüden uzaklaşılır. Örnek : Proportional ( Oransal ) valfler.

## İLETİM HATLARINDA GÜRÜLTÜ FAKTÖRÜ

Bir hidrolik sistemde kullanılan iletim hatlarının gürültü oranına tesiri önemli bir yer tutar. Bu hatlar özellikle parça uzunlukları ile bağlantı uçlarının şekline bağlı olarak akışkan titreşiminin yayılmasında çok önemli rol oynarlar. Uygun boru uzunluklarının ve çaplarının seçimi gürültü ve titreşime direkt olarak tesir eder. Hatlardaki basınç dalgalarının iletim değerleri pompaya olan mesafe ile doğru orantılıdır. Özellikle 50 mm. ve daha üzerindeki büyük boru çapları ile küçük kesitler için geliştirilen hesaplama programları kullanılarak uygun hat boylarının seçilmesi mümkün kılınmaktadır.

## HİDROLİK BİR SİSTEMDEKİ GÜRÜLTÜ İLE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Hidrolik bir sistemdeki pompalar yada valflerden oluşan gürültü düzeyinin iyileştirilmesi için alınan konstrüktif önlemler "Primer Önlemler" olarak nitelenir. Kullanıcılar ya da hidrolik sistem tasarımcıları karar verirken genellikle şekle bakarlar. Halbuki doğru olan devre elemanlarının her birinin parametrelerini karşılaştırmaktır. Primer önlemlere azami özen gösterilmesine rağmen yine de oluşacak kaçınılmaz gürültü ve titreşimlere karşı bu defa "Sekonder Önlemler" ele alınır. Hidrolik

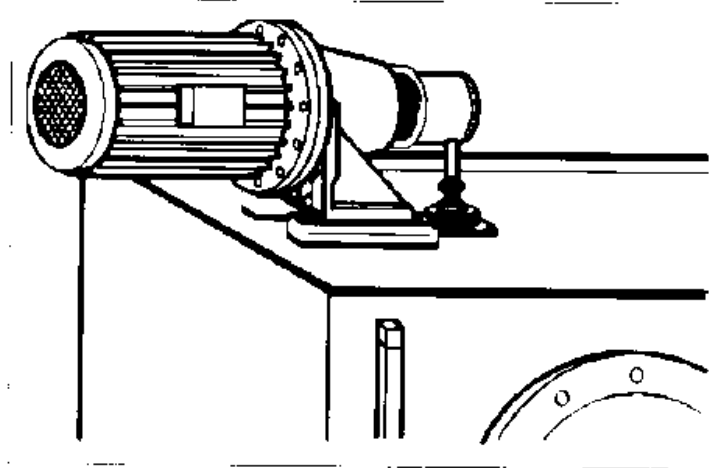
sistemlerde gövde ve akışkan titreşimleri birbirleriyle bağlantılı olup, birbirlerinden karşılıklı olarak etkilenirler. Sistemdeki tüm devre elemanları birbirleriyle ilgili olduğu için alınacak önlemler tek tek bütün parçaların gürültü oranına tesir eder. Örneğin; sessiz bir pompanın sadece bir depo üzerine bağlanmasıyla ortalama 18 dB büyüklüğünde bir gürültü seviyesi oluşur. Sekonder önlem olarak tanımlayacağımız tüm aktiviteler titreşim dalgalarının aktarılması ve ses üretiminin azaltılmasına dayanır.

Alınması gereken tüm bu sekonder önlemler 3'e ayrılırlar ;

- (1) Titreşimlerin yansımalarını azaltan önlemler,
- (2) Titreşimlerin devamını azaltan önlemler,
- (3) Hava titreşiminin yayılmasına engel olan önlemler.

### HİDROLİK GÜÇ ÜNİTELERİNDE SEKONDER GÜRÜLTÜ ÖNLEMLERİ

Güç Ünitelerini oluşturan ana elemanlardan hidrolik pompa ve deposu gürültü oranının en büyük parçalarındandır. Gerek pompayı tahrik eden motorun pompa ile akuplasyonunda kullanılan elemanlar ve gerekse pompa – motor akuplajının depoya olan bağlantısında kullanılan montaj malzemeleri istenmeyen titreşimlere ve dolayısıyla gürültüye yol açarlar. (Şekil :8)

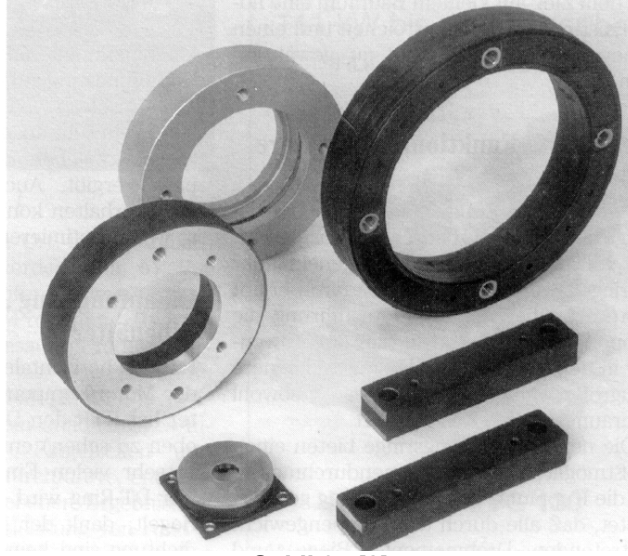


Şekil 8. , [2]

İşte tüm bu montaj işlemlerinde Şekil :9'da görülen elastik titreşim sönümleyiciler kullanılmalıdır. Resmin üst bölümünde görülen elastik sönümleyiciler motor ve pompa akuplajında, sağ altta görülenler motor ya da pompa taşıyıcıları için üretilen elastik titreşim sönümleyici elemanlardır. Resmin sol altındaki eleman ise yine bir elastik titreşim sönümleyici olup depoya giren ya da çıkan boruların ses izolasyonu için üretilen bir sönümleyicidir. Bunların tamamı ihtiyaca göre değişik boyutlarda üretilmektedir. Burada sönümleyici malzemenin kimyasal yapısı oldukça önemlidir. Bu malzeme genellikle yağa dayanıklı Perbunan (NBR) olarak seçilmektedir.

Bu malzemenin istenen vasıflardaki bir molekül yapısını elde etmek için öngerilimsiz bir Vulkanizasyon işlemine tabi tutulması gerekir. Bunun dışında, elastomer malzeme geleneksel lastik sönümleyiciler gibi çekme yüküne maruz bırakılmaz.





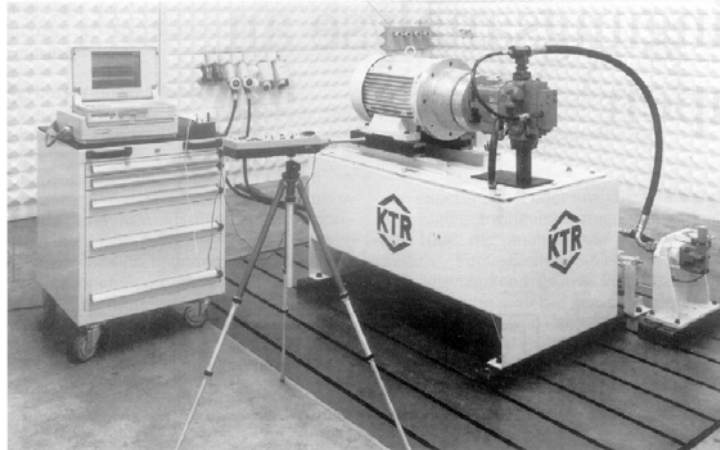
Şekil 9., [2]

Çünkü çekme yükleri, malzemenin molekül yapısını uzatır ve dolayısıyla ses azaltıcı özelliğini ortadan kaldırır. Bu nedenle bu çekme yükleri baskı kuvvetlerine dönüştürülerek kullanılmalıdır. Bu şekilde malzemenin dayanım gücü en az 3 katı artış gösterir.

Yapılan deneyler sonucu, elastik sönümleyicilerin kullanımı sonunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir :

Alınan Tedbir	Gürültü Azalmasının Ortalama Değeri dB (A)
-Motor ve Pompa arasında elastik sönümleyici ringler kullanılması halinde,	3.....6 dB (A)
-Elastik Sönümleyici taşıma plakaları kullanılması halinde,	3.....4 dB (A)
-Hem motor – pompa arası sönümleyicileri hem de elastik sönümlenme taşıyıcı plakaları kullanılması halinde,	6.....8 dB (A)

Aşağıda bir hidrolik güç ünitesindeki gürültü ve titreşimlerin en aza indirildiği bir uygulamada alınan tedbirleri ve bir laboratuarda test edilişi gösterilmektedir.



Hidrolik güç ünitesindeki gürültü ve titreşimlerin azaltılması için alınacak Sekonder önlemlerden birisi de hidrolik pompanın basınç çıkış ağzı ile valf bloku arasında elastik bir iletim hattı (hidrolik hortum) kullanılmasıdır. Bu önlem titreşimin valf bloku ve diğer devre elemanlarına tesirini azaltır. Diğer taraftan depo üstü kapağının depo ile olan bağlantısında çalışma esnasında oluşabilecek muhtemel sarsıntılar ve sonucunda gürültünün önlenmesi için her iki parçanın arasına elastik bir bant yerleştirilmesi uygun olacaktır. Tüm bu titreşimi kesen ve önleyen malzemelerin doğru seçimi ve kullanılması tüm imalatçılar tarafından desteklenmeli ve uygulanmalıdır. Pompa emişinin de rahatlatılması açısından önemli bir titreşim ve gürültü önlemi de pompanın depo altındaki ya da yanındaki bir şase üzerine yerleştirilmesidir. Ancak bu, daha ziyade büyük tahrik güçlü hidrolik sistemlerde daha sık olarak uygulanmaktadır. Orta ve küçük boyutlu hidrolik güç ünitelerinde pompa ya depoya, yağ içine daldırılır, ya da depo üzerine motoru ile birlikte monte edilir.

Pompanın elektrik motoru ile birlikte ya da yalnız yağ içinde çalışması en uygun çözümdür. Ancak bu uygulamada da yağ içinde çalışan pompanın depo duvarlarına olan mesafesine dikkat edilmelidir. Çünkü bu uygulamada hidrolik yağ pompadaki titreşimleri depo duvarlarına taşır.

Aşağıda bazı sekonder önlemlerin alındığı bir hidrolik güç ünitesindeki deneysel ses düzeyleri karşılaştırma tablosu verilmiştir :

	<u>Ses Düzeyi</u>
Ses izolasyonsuz bir depo	99,4 dB (A)
Ses izolasyonlu bir depo	85,4 dB (A)
Ses izolasyonsuz bir motor - pompa akuplajlı	82,0 dB (A)
Ses izolasyonlu bir motor - pompa akuplajlı	80,8 dB (A)

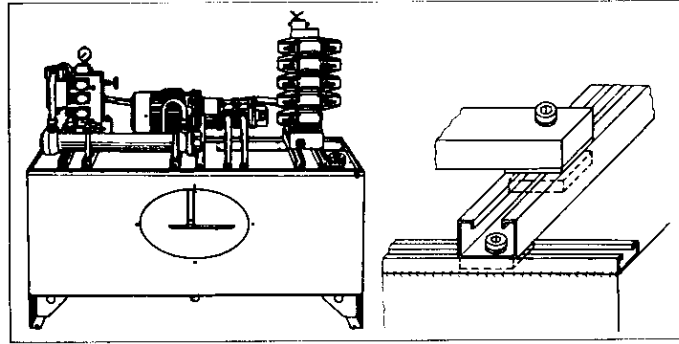
## VALFLERDE VE İLETİM HATLARINDA İKİNCİL (SEKONDER) ÖNLEMLER

Gerek valflerdeki ve gerekse iletim hatlarındaki özellikle akışkan titreşiminin azaltılması için hidrolik sistemin belirli bölgelerinde “**Hidrolik Sönümleyiciler**” kullanılır. Akışkandaki titreşim dalgalarına karşı aynı genlik ve frekansta karşı bir dalga teşkili ile sönümlenme görevlerini yerine getiren bu elemanlar son yıllarda gittikçe artan bir düzeyde kullanılmaktadır. Genellikle pompa çıkış yolu üzerinde hat üzerine yerleştirilen bu elemanların değişik tipleri mevcuttur. Basit yapıları ve değişik kullanım varyasyonları nedeniyle genişleyen hacimli tipler en çok kullanılan tiplerdir. Aşağıdaki resimde değişik tiplerin yer aldığı sönümleyiciler görülmektedir.



Hidrolik akü prensibi ile aynı prensipte çalışan bu elemanlar 0,075 litre ile 450 litre arasındaki hacimlerde ve 16 – 1000 bar aralığındaki çalışma basınçlarında üretilmektedir. Bu şekildeki titreşim sönümleyicilerinin gazsız (ön doldurmasız) tipleride geliştirilmiştir. Burada gaz yerine, balonlu tip bir uygulamada balon içine belirli şekil ve büyüklükte Silikon partikülleri yerleştirilmiştir. Aynı uygulama diyaframli tipler içinde yapılmaktadır. Burada diyafram ya da balonun gaz vanası bölmesi tamamen atmosfere açıktır. Pistonlu tipleri de üretilen bu titreşim sönümleyicilerinin ayrıca pompa emiş hatlarında da kullanılan tipleri (Emiş hattı stabilizatörleri) de mevcuttur.

Valflerin montaj tiplerinin de akışkan titreşiminin uzaklaştırılmasında büyük önemi vardır. Blok montaj bağlantı şekli her uygulamada hem akışkan titreşimlerinin uzaklaştırılması hem de sızıntı ihtimallerinin en aza indirilmesi yönünden önemli bir yer tutar. Zincirleme bağlantı dediğimiz valflerin arka arkaya seri bağlantı şekli titreşimlerinin sönümlenmesi açısından uygun bir montaj şekli değildir. Şekil :10 'da valflerin blok montaj şekli ile depo üzerine montaj şekli görülmektedir.



Şekil 10., [4]

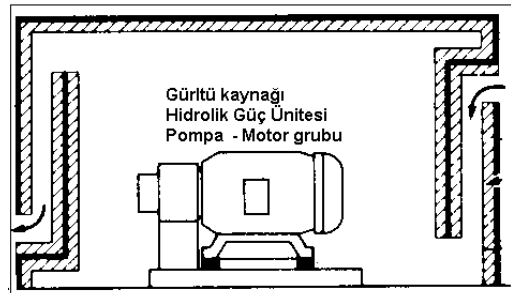
İletim hatlarındaki sekonder önlemler ise pratikte çok sık kullanılan boru – hortum kelepçeleri ile sınırlıdır. Daha önce primer önlemler bölümünde ele alınan boru ve hortum iletim hatlarının uygun çap ve uzunluklarının yanı sıra kelepçe kullanım mesafeleri de oldukça önemlidir.

### HAVA TİTREŞİMİNİN ENGELLENMESİ İÇİN ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Burada en etkili yöntem olarak Ses Yalıtım Hücrelerinden bahsedilecektir. Bu yöntemde, hidrolik bir sistemde en önemli titreşim ve gürültü kaynağı olan hidrolik pompaların ve tahrik motorlarının müştereken kapalı bir ses yalıtım hücresine (kabin) yerleştirilmesi işlemidir.

Bu yöntemde sistemin ihtiyacı olan havalandırma ve soğutmaya azami ölçüde dikkat edilmelidir. Hücre içindeki pompa ve motor akuplajında ve zemine oturtulmasında daha önce bahsedilen önlemlerin tamamına uyulmak zorundadır. Hücreyi oluşturan duvarların hava titreşim dalgalarının kesilmesi amacıyla uygun izolasyon malzemeleriyle kaplanması gerekir. Hücrenin kendisi de ses sönümlenme vasıflarına sahip olmalıdır.

Bu tür hücre önlemlerinde sistemin havalandırılma işlemi labirent yöntemi ile çözülür. ( Şekil :11 )



Şekil 11., [4]

Bu yöntem etkili bir yöntem olmasına rağmen gerek ısı geçişinin engellenmesi ve gerekse ekonomik boyutu nedeniyle uygulamada pek fazla kullanılmaz.

## SONUÇ

Hidrolik sistemlerde ses düzeyi olarak 85 dB(A)'in altında kalınması, hedeflenen bir amaçtır. Titreşimlerin azaltılması için uygulanan tüm önlemlerin sonucunda ortalama 3 – 8 dB(A) arasında bir düşüş elde edilir. Ses düzeyindeki 10 dB (A)'lık bir artış insan kulağına hemen hemen mevcut gürültünün 2 katı olarak yansır. Bu nedenle alınan önlemler sonucunda 3 – 4 dB(A) civarındaki bir düşüş etkili bir şekilde kulak tarafından hissedilir. Hidrolik bir sistemde 200 bar'a kadar olan uygulamalarda gürültü problemlerinin büyük bir kısmı uygun pompa seçimi ile giderilir. Daha büyük basınçlarda bu oldukça güçtür. Sessiz bir pompa ile 40 kw güçlerde ve 200 bar'ın altındaki basınçlarda yaklaşık 75 dB(A) düzeyinde kalınması mümkündür. Bir işletmedeki gürültü kaynaklarının neden olduğu toplam seviyenin ölçüsünü oluşturmak için dB(A) değerlerinin aritmetik toplama işlemi değil logaritmik hesaplama yöntemi kullanılır.

## KAYNAKÇA

- [1] SANCHEN G. –MÜLLER B. “Ölhydraulik und Pneumatik” 1998/1999
- [2] DAHM M. – Wirksame Schallreduzierung von Hydraulikaggregaten – O+P- Feb. 1997
- [3] HYDAC Technology GmbH.
- [4] Laermbekaempfung in der Hydraulik - “Ölhydraulik und Pneumatik” 1990/1991
- [5] ARISOY A. – Teskon 97 Bildiriler Kitabı Cilt - 1
- [6] J.P. Den Hartog – Mekanik Titreşimler – Çeviri : PALAVAN S. – DEMİRGÜÇ Z. 1961
- [7] MAGNUS K. – Titreşimler – Çeviri : PASİN F. –GÜRGÖZE M. 1978

## ÖZGEÇMİŞ

1958 yılı İstanbul doğumludur. 1975 –1980 yılları arasında İ.T.Ü. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesinden Makina Mühendisliği ünvanını aldı. 1980 – 1982 yılları arasında aynı üniversitenin Sanayii Bölümü yüksek lisans eğitimine katıldı.20 yıllık çalışma hayatının tamamında Hidrolik ve Pnömatik alanlarında Mühendislik ,Projelendirme, Teknik Servis, Teknik Satış ve Eğitim uzmanlığı görevlerinde bulundu. Halen ROTA TEKNİK A.Ş.'nin kurucu üyesi olarak aynı alanda çalışmalarına devam etmektedir.