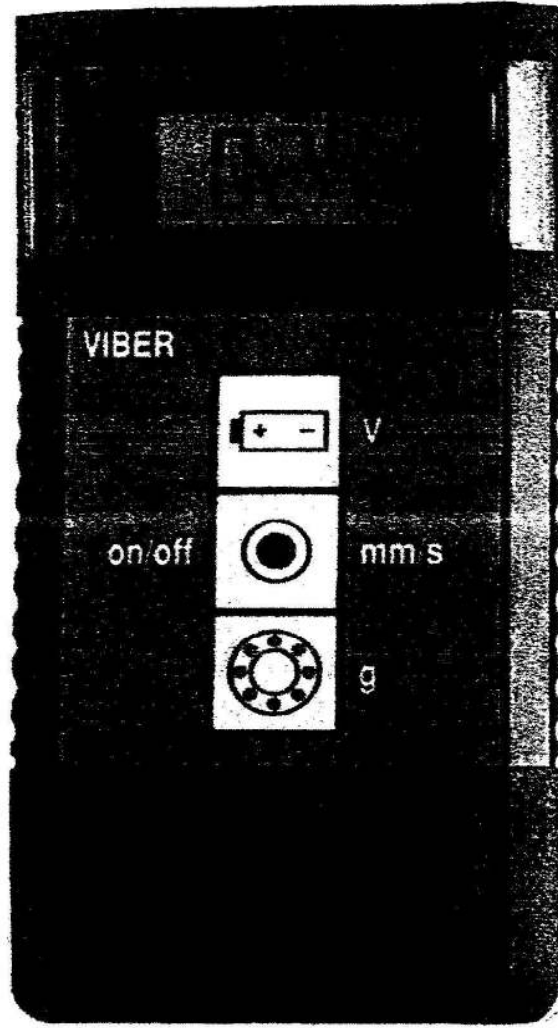


# VİBER-G

## KULLANMA KLAVUZU



 **DMT** Makina Ltd. Şti.

Kırcaali Mahallesi Kocasinan Caddesi Karakaşgil Plaza No.24/27

Bursa / TURKEY

Tel.: +90 224 225 49 60 • Fax: 225 49 62 • [www.vibrasyon.com](http://www.vibrasyon.com) • [dmt@vibrasyon.com](mailto:dmt@vibrasyon.com)

## KULLANIM KILAVUZU (VIBER-G)

### İÇİNDEKİLER

KONU	SAYFA
<b>CİHAZ KULLANIMI</b>	
1-) GENEL BİLGİ	1
2-) FONKSİYONLARI	2
3-) TEKNİK ÖZELLİKLERİ	4
4-) ÖLÇÜM ALMA	4
5-) ÖLÇÜMLERİN YORUMLANMASI	5
6-) GEVŞEKLİK	6
7-) ÖNERİLEN TİTREŞİM SEVİYELERİ	6
8-) RESONANS	7
9-) RULMAN DURUMU	9
10-) İKİ NOKTA METODU İLE BALANS ALMA	11
11-) ÜÇ NOKTA METODU İLE BALANS ALMA	14
12-) TİTREŞİM STANDARTLARI	19

VMI-AB Vibration Measurement Instrument  
S-602 19 NORRKÖPING  
SWEDEN

PHONE +46 11 103 152  
FAX +46 11 166 097

**VMI-AB.** Malzeme bozulmalarına, normal kullanım içinde oluşacak her türlü hasar ve problemlere satın alınma tarihinden itibaren iki yıl kullanım garantisi sağlar.

Garanti süresi içinde oluşacak problemler de cihaz VMI-AB geri gönderilir. Gerekli onarım veya parça değişimi yapılarak müşteriye çalışır durumda teslim edilir.

Problem fax veya mektup ile detaylı olarak açıklanmalıdır. Böylece onarım süreci kısalmaktadır. Problem bildirilmeden önce piller, kablo bağlantıları öncelikli olarak kontrol edilmelidir. Cihazın onarımı tamamlandıktan sonra, problemin nedeni ve cihazın kargo ya verme tarihi bildirilecektir.

## 1- GENEL BİLGİ

VIBER Taşınabilir bir cihazdır. Pratik olarak dönen millerde, makinalar da aktif olarak, önleyici (kestirimci) bakım yapılmasını sağlayan ekonomik, bir titreşim ölçen cihazdır.

VIBER 10-2000 Hz frekans aralığında genel titreşim değerini RMS değer olarak ölçer. Bu ölçüm aralığında makina üzerindeki anormallikler hakkında bizlere genel bir bilgi verir. **Titreşim makinanın dilidir.** Örneğin; balanssızlık, şaft ve dişliler de aksel kaçıklık, dişli problemleri, kavitasyon ve akışkan dan dolayı oluşacak diğer titreşim problemlerini gözlemler.

Ölçüm seviyesinin yorumlanması, ISO Titreşim Tabloları kullanılarak yapılır. Diğer bir yaklaşım ise; makinanın normal çalışmasında alınan ölçüm değeri ile rulmanın bozulma titreşim değeri o makina için bozulma değerini verecektir. Böylece kazanılan tecrübeler ile titreşim değeri yükseldiği zaman yorum yapmamız daha hızlı ve sağlıklı olacaktır.

Genel titreşim tablosu ISO-2372 nolu standart tablodur. Bu standart tablo uzun zamandır kullanılmaktadır. Sürekli çalışan makinalar için dünyaca kabul edilmiş titreşim değerleridir. Fakat şunu da düşünmeliyiz. **Standart standart kaldığı sürece gelişemez. Bunun için tecrübeye dayalı deneyimler ile desteklenmelidir.**

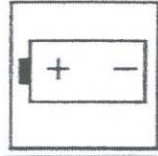
VIBER daima makinanın balanslı bir şekilde çalışmasını sağlayarak, iyi bir titreşim değeri içinde kalmasında büyük rol oynayabilecektir. Balans problemi olan her makina 2 veya 3 nokta metodu kullanılarak balans alma işleminde çok hızlı olarak, iyi bir sonuç elde ederek işletmenize daha fazla katkı sağlayacaktır.

## 2- FONKSİYONLARI



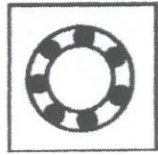
### **CİHAZIN ÇALIŞTIRILMASI**

Bu tuşa basınız. Cihaz ölçüme başlayacaktır. Cihaz her hangi bir işlem yapmadığı zaman 2.5 dakika sonra otomatik olarak kapanır.



### **PİL (BATARYA) KONTROLÜ**

Bu tuşa sürekli olarak basmaya devam ederseniz, cihaz pilin kapasitesini gösterir. Eğer pilin voltajı 7 voltun altına düşer ise; pili değiştiriniz.



### **RULMAN DURUMU**

Bu tuşa sürekli basmaya devam ederseniz. 2kHz ile 20kHz ölçüm frekansı aralığında rulmanın genel titreşim değerini verecektir.

### 3-TEKNİK ÖZELLİKLERİ

GİRİŞ HASSASİYETİ : 5 mv / mm/sn , rms 2000 Hz de kalibre edilmiştir.

ÖLÇÜM GENLİĞİ : 0-200 mm/sn , rms

ÖLÇÜM FREKANS ARALIĞI:

- Toplam seviye : 10-2000 Hz, 2-2000 Hz veya 10-1000 Hz arasında seçilebilir.
- Rulman aralığı : 2 kHz – 20 kHz

PİL TİPİ : 9V 6F22 veya benzeri.

Ölçme işleminde değerler ISO-2954 standartlarına göre yaparak ISO 2372 ile onaylar. Fakat frekans aralığı 2000 Hz üzerindedir. Çünkü gelişmiş makinalarda, daha yüksek frekans aralığı gerekir.Özellik ile dişli frekansı 1000 Hz üzerindedir.

### TİTREŞİM SENSÖRÜ.

Elektrodinamik bir sensördür. Faz gecikmesi, düzgün olmayan çıkış değeri, sensörün kendi rezonans frekansının altındaki değerde olur ise; VIBER içindeki elektronik ünite tarafından bu hatalar giderilir.

### 4- DOĞRU ÖLÇÜM ALMA.

Titreşim sensörünün ölçüm hassasiyeti sensörün merkez eksenine ile çakışmasına bağlıdır. Sensörün ucuna bağlı olan M6 saplaması ölçüm noktasına sıkı bir şekilde bastırılır. Burada amacımız sensörü ölçüm noktası yönünde ölçüm almasını sağlamaktır.Eğer ölçüm alınacak noktanın yeri düzgün değil ise; ölçümü dikey, yatay ve eksenel yönde almaya çalışınız. Ölçümü serbest el ile okumasını sağlayınız.Sabit bir değer okuyana kadar ölçüm almaya devam ediniz.Ölçümdeki dalgalanmada titreşimin sebebi hakkında bir bilgi verecektir.

M6 Saplama delğinin amacı,ulaşılması zor olan noktalara sensörün ulaşmasını sağlamaktır.Yüksek frekanslardaki yüksek titreşim değerleri ölçümde problem oluşturabilir.Sensörü sıkı kavramak ve büyük baskı ile ölçüm noktasına basmak,ölçüm değerini değiştirmeyecektir. Eğer şüphemiz olur ise, ilk ölçüm noktasındaki değeri referans alarak ayarlamaya çalışınız ve kontrol ediniz. İkinci defa da M6 saplamasını ölçüm noktasına bağlayarak ölçüm alınız.

Genelde her makinadan, makinanın pozisyonu yatay, dikey olabilir,buna rağmen makina üzerinden dikey, yatay ve eksenel ölçüm alınmalıdır.Zemin,makina bağlantıları,mesnetler iyi incelenerek ölçüm alınmalı ve çalışma şartları düşünülerek yorum yapılmalıdır.

VIBER genelde dönen millerin rulman bölgelerine yakın yüzeyden ölçüm alınmasını amaçlar. Yorumlarını belli standartlara göre yapar. Bunun yanı sıra akışkanlar, borular, valfler, pompalar içinde kullanılabilir. Bazı durumlarda sensörün ağırlığı okunan değeri etkileyebilir. Ölçümlerin yüzeyden yapılması en iyi yöntemdir. Böylece sensörün ağırlık faktörü en az 10 kat azaltılabilir.

### 5-ÖLÇÜMLERİN YORUMLANMASI.

Tecrübesi yeterli olmayan kullanıcılar, öncelikli olarak ISO-2372 Titreşim Standartları Tablosunu kullanarak iyi bir yorum yapabilirler. İşletme tecrübesi ile elde edilecek sonuçlar, standartların yorumlanmasında gelişim sağlayacaktır.

Titreşimin şiddeti, genelde hız olarak ölçülür. (mm/sn, rms) Ölçme işleminde, toplam titreşim değerleri hız birimi cinsinden ölçülerek, hızların karesinin toplamlarının, kare kökü alınarak hesaplanır. Hareketin ileri ve geri pozisyonuna göre hız ölçülür. Bu ölçüm değeri sistem üzerindeki elemanların bozulmaları hakkında bilgi vermektedir. Diğer bir deyim ile bozulma enerjisi miktarını verir. Bunlar makinanın aşınmaları, yorulma v.b. bilgilerdir.

Cihaz ayarlanmış olan frekans aralığında, titreşimin genel toplam değerini RMS olarak ölçer. RMS Titreşime neden olan tüm hızların ortalama değeridir.

ÖRNEK; Aynı zamanda ölçülen bir titreşimi ele alalım. Bu titreşimde 4 mm/sn balanssızlık, 2 mm/sn eksenel kaçıklık, 5 mm/sn de dişli hatası olsun. Bunların sonucunda VIBER toplam ölçüm değeri 6.7 mm/sn olacaktır.

$$\text{Toplam Titreşim} = \sqrt{4^2 + 2^2 + 5^2} = 6.7 \text{ mm/sn}$$

Standart titreşim dışında, makinanın yapısından ve zayıflığından dolayı makinanın normal çalışma hızı rezonans hızda olabilir. Böyle kritik hızda çalışma makina için tehlikelidir. Makinanın alt bağlantıları kauçuk veya yay ile sönmülmüş ise; düşük çalışma hızında da rezonans oluşabilir. Makina düşük devirlerde titreşim yapıyorsa ve düşük devrin üzerindeyken titreşim azalıyor ise; makinanın yapısı zayıftır.

Genelde bütün makinalar veya elemanları, örnek: motorlar 6 eksen hareketini sağlarlar dolayısıyla her eksenin bir rezonans hızı vardır.

Rezonans hızı makinanın devrini alçaltarak ve yükselterek bulabiliriz. Titreşimin olduğu enyüksek hızlar, rezonans hızları verir.

Geliştirilmiş makinalar incelendiği zaman ,zemin bağlantısında yay, kauçuk bulunmaz, yataklamalar zayıf gibi görünür. Fakat yüksek hızlarda titreşimin görünmemesi rezonans hızda çalışmamasından kaynaklanmaktadır.

ISO-2372 Titreşim Standartları Tablosu, zemin zayıflıklarından dolayı, titreşim değerleri toleransı biraz yüksek verilmiştir. Sonuç olarak, rezonans hızlardan kaçılmayacağına göre; makinanın titreşimsiz hızında çalışmasına izin verilmelidir. Pratik olarak iki hızda da çalıştırılabilir. Örneğin, doğal kanat geçiş frekansı olan bir

grupda bu hız çok hızlı geçilerek normal çalışma devrinde çalıştırılmalıdır. Sistem incelenerek en iyi çalışma devri bulunmalıdır.

Titreşimi kontrol altına alınması, ilk devreye alma ile başlanmalıdır. Böylece makinanı ilk çalışma durumunu bildiğimiz için gelecekteki makina verimini yüksek tutabiliriz ve bakım masraflarını da azaltmış oluruz. Örneğin; İlk devreye almada titreşim seviyesi 3 mm/sn üzerinde ise makina kabul edilemez. Çünkü standart değer üzerinde dir. Eğer kabul edilir ise, bakım masrafları artar ve makinanın verimi düşük olacaktır. Ölçme yoluyla makinanın tasarım hatasında görülmüş olacaktır. Bunları yaptığımız sürece daha fazla katkı sağlanmış olacaktır.

Yorumlar, tablo ve şemaların yanında, uygulama örnekleri ve tecrübeleri de kullanarak yapılmalıdır. Makin üzerindeki tüm titreşimler makinanın dili olup makina hakkında bize bilgi verir. Öğrenilen bilgiler bir süzgeçten geçirilerek titreşim ana kaynağına inmek gerekir. Yüksek frekans bölgesindeki titreşimlerin dağılımına bakılmalıdır. Bu kitapçık ile daha fazla ve hızlı katkı sağlanacaktır.

## 6-GEVŞEKLİK

Bir civatanın iki yönünden alınan titreşim değeri bize gevşeklik hakkında bilgi verecektir. Yine birleştirilmiş iki farklı makina elemanı, beton zemin bağlantılarındaki gevşeklikler de aynı titreşimi verecektir. Gevşeklik her iki yönde ve tüm bağlantılı birleştirmelerde görülebilir ve ölçülebilir.

## 7-ÖNERİLEN TİTREŞİM SEVİYELER (mm/sn) ve GENEL NEDENLERİ

Aşağıdaki bilgiler, ISO-2372 Titreşim Tablosundan 4.sınıf zayıf zemin bağlantılı büyük makinalar için verilmiştir. Liste basit bir şekilde hazırlanarak daha kolay anlaşılmasını amaçlamıştır. Makinanın devreye alınmasın da ve belli bir zaman sonra durumunu görebilmek için kullanılabilir.

Makinanın öngörülmuş olan 3 mm/sn titreşim değerinin üzerine çıkmamasına izin vermek için iyi bir gözlem altında tutulmalıdır. Makinanın 7 mm/sn üzerindeki titreşim değeri üzerinde çalışmasına izin verilmemelidir. Eğer verilir ise; makinada aşınmalar ve bozulmalar artacaktır. Aşağıda makina tipine göre olması gereken önerilmiş titreşim değerlerini bulacaksınız.

- 0-3** Titreşim seviyesi oldukça düşük olan makinalar. Rulman aşınması az.
- 3-7** Dikkate alınacak titreşim seviyesi. Makinanın bazı parçalarında problem var. Önemli rulman aşınması, pompa keçe problemi v.b. Titreşim sebebini araştırınız. Onarım planı yapınız. Makinayı gözlem altında tutunuz ve ölçüm alınız. Ölçüm sıklığını arttırınız. Gidişatı ve çalışma ortamını inceleyiniz.

**7-18** Büyük titreşim değeri. Yataklar sıcak ve aşınmış, diğer elemanlar bozulmuş. Keçeler aşınmış ve sızıntılar artmış. Kaynaklarda ve zeminde çatlama var. Yüksek gürültü ve titreşim seviyesi, acil onarım yapınız.

**18-?** Çok büyük titreşim ve gürültü seviyesi. Makinanın emniyeti kalmamış. Teknik olarak makinayı durdurunuz. İmalatın iş güvenliğini ve duruş maliyetini düşünerek hızlı bir şekilde karar veriniz. Bilinmeyen makinalarda bu seviyenin iç veya dışdaki elemanlarda hasar olmayabilir. Fakat makina kısa zamanda, onarıma alınmalıdır. Eğer çalışmasına izin verilir ise; hızı düşürülmelidir.

Mekanik keçeli pompalarda 4.5 mm/sn titreşim önemlidir.

Titreşimin yükselmesi mekanik keçelerdeki bozulmaları hızlandıracaktır.

Yeni kurulan makinalarda herhangi frekansda rezonans şartları oluşabilir. Çevrenin de etkisi ile de rezonans oluşabilir. Bu tür olumsuzlukların kısa sürede azaltılması gerekir. Çünkü, makinanın verimini etkileyecektir.

## 8-REZONANS

Makina bakımıcılığında titreşimin kullanılması, farklı bir bakış açısı ve kazanç sağlayacaktır. Rezonansın olağan bir problem olduğu görülecektir.

Rezonansı anlamak için bir gitar telini düşünelim. Doğal olarak gitar telini gerdiğimiz sürece doğal bir ses verecektir. Bu sesin gerçek frekansı telin kütle dağılımındaki dengeye ve esnekliğine (katılığına) bağlıdır.

Genelde tüm makinaların bir tonu ve dili vardır. Bu titreşimin dilidir ve şunlara bağlıdır. Makinanın esnekliğine (katılığına) ve mekanik elemanların kütle dağılımına bağlıdır. Örneğin, şaftlar, miller, kolonlar ve zeminlerde olduğu gibi.

Makina üzerine etki eden dış kuvvetlerde aynı etkiyi oluşturur. Bu kuvvetler rezonans frekansı ile aynı olabilir. Bu durum yine makinanın katılığına ve kütle dağılımına bağlı olarak değişecektir. Makinanın bazı elemanlarında titreşim değeri yükselecektir ve daha fazla titreşimler rezonans frekansının değişmesine neden olabilecek ve problemin kaynağını gizleyecektir.

Diğer bir rezonans frekansı; dönen millerdeki şaftın kritik hızıdır. Şaftın kritik hızı şaftın katılığına ve kütle dağılımına bağlıdır. Fakat rezonans hızları diğer makina elemanlarından kaynaklanabilir. Örneğin, dayamalar ve destek kolonları, sütunlar ve beton zemindeki problemler.

Doğal olarak, balanssızlık, aksenal kaçıklık, hız değişimleri, yanlış ayarlar başlıca rezonansın nedenlerini oluşturur.

**TEMEL KURAL ŞUDUR; MAKİNANIN HERHANGİ BİR PARÇASININ REZONANSI, MAKİNANIN DOĞAL FREKANSI İLE ÇAKIŞMASIDIR.**

Belirlenmiş frekans aralığında titreşim ölçen sensörler, diğer frekansı tanımazlar. Fakat genelde yüksek frekans aralığı ve yüksek titreşimler bir problemin habercisidir.



Rezonansın varlığını belirtmek için,yataklardan birbirine dik (yatay,dikey,eksenel) üç yönde titreşimi ölçünüz. Eğer bu ölçümler arasında en az üç kat bir fark var ise; Rezonans muhtamelen olacaktır.Rezonans mekanik kuvvetlerin artmasına neden olur. Böylece o yönde yüksek titreşim oluşturur.Rezonans makinanın istenmeyen hassasiyette mekanik kuvvetlerin oluşmasına neden olur.

Eğer mümkün ise; makinanın devrini değiştirdiğimizde titreşim değeri değişiyor ise; rezonans titreşim değerini belirleyebiliriz.Rezonans frekansı titreşimin en yüksek olduğu hızda gözlenir.

Rezonansa karşı uygun bir önleyici faaliyet planı yapılmalıdır.Bu plan rezonansın yerine göre farklı olmalıdır. Genel olarak çalışma şartlarına göre davranılmalıdır. Bunu başarmak için, normal olarak iyi bir deneyime ihtiyaç vardır. Diğer bir sebep ise; makinanın üzerinde yapılmış olan değişikliklerdir. Bu değişiklikler,makinanın temel mekanik tasarımını etkileyebilir. Tasarımcı firmanın görüşleri alınmadan çok büyük değişiklikler yapılmamalıdır.

Sizlere önerimiz; iyileştirmelere karar vermeden önce, normal olarak rezonans frekansını değiştirmek daha ucuz bir çözüm yolu olabilir. Böylece işletmenize daha fazla katkıda bulunabilirsiniz. Dolayısı ile bakım masraflarınız azalacaktır ve rezonans altında çalışılmasına izin verilmeyecektir.

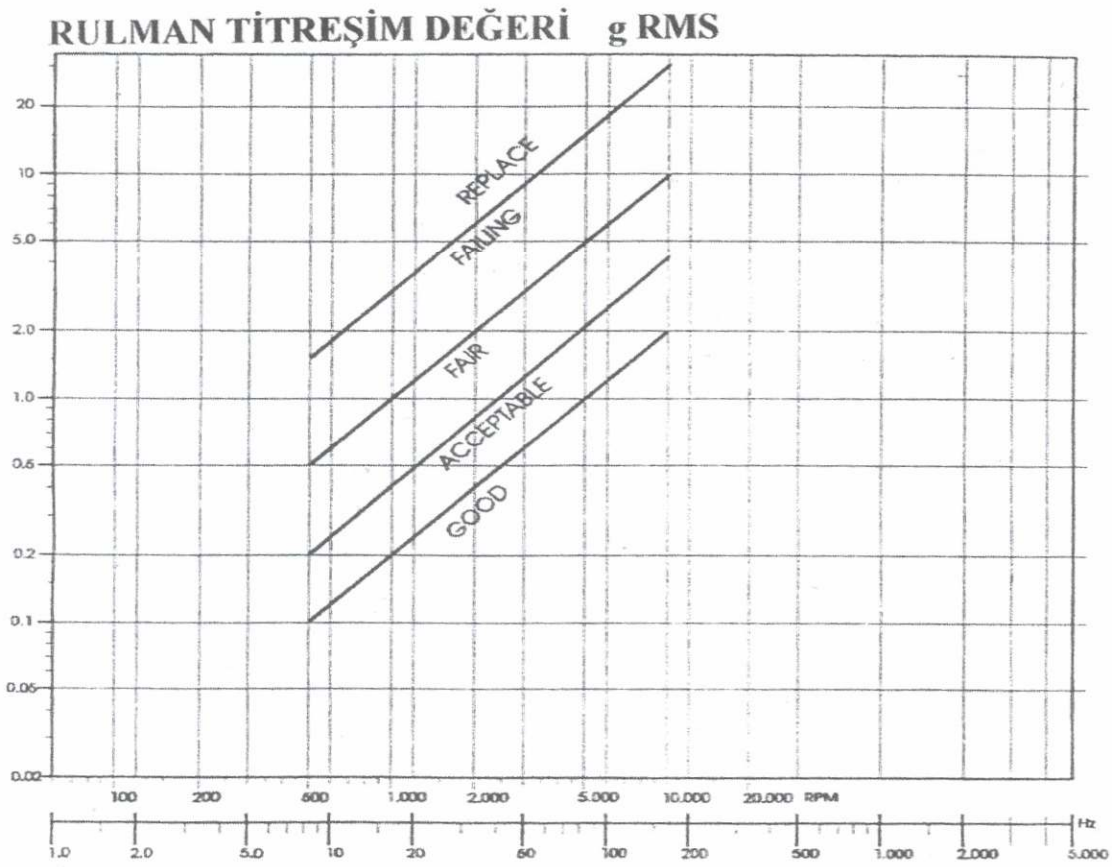
**EĞER MÜMKÜN İSE; BAZEN KALICI ve GEÇİCİ ÇÖZÜMLER İÇİN MAKİNANIN HIZINI DEĞİŞTİRMEK EN İYİ BİR ÇÖZÜM OLABİLİR.**



Rulman titreşimi için yeşil düğmeye sürekli olarak basınız. Cihaz rulman titreşimini ölçer.

Rulman titreşim değeri, titreşimi oluşturan tüm elemanların yüksek frekans aralığındaki (2000-20 000 Hz) hızlarının toplam ölçüm değeridir RMS olarak ölçülür.

Bu ortalama hız değeri, ivme olarak ölçülebilir. Buradaki ivme, yerçekiminden dolayı oluşan g birimi olarak ölçülen titreşimdir.



### GÖZLEM!

Yukarıdaki diyagram rulman titreşim değerleri hakkında bir kılavuzdur.

Diğer titreşim sebepleri 2000-20 000 Hz frekans aralığında gözlenir. Bu bölge yüksek frekans aralığı olup rulman bozulmadan önce rulmanın yüksek frekansdaki titreşim değeri hakkında bilgi verir.

Yüksek frekans bölgesindeki rulman titreşimi, rulmanın aşırı yüklenmesinden oluşur. Aşırı yükleme; merkez kaçıklığı, yağsızlık, yanlış montaj, v.b nedenlerden oluşur.

## **RULMAN TİTREŞİM DEĞERİ NEDİR ?**

Rulman titreşim değeri 2000-20 000 Hz frekans aralığındaki titreşim hızlarının RMS olarak toplam averaj değeridir.

Bu değer **g** birimi olarak da ivme averajıdır. Eğer yüksek frekans bölgesindeki titreşim **g** ivme biriminde ölçülür ise; titreşimin yüksekliği daha büyük bir sinyal olarak görülecektir.

Rulman içinde dönen bilyalar veya masuralar daha geniş titreşim bandı aralığında yüksek sinyal oluşturur. Eğer rulmanların yağlanması yeteriz ,montajı yanlış,yanlış eksenleme, aşırı yükleme v.b durumlarda rulmanın bozulması hızlanır.Gürültü ve titreşim seviyesi yükselir.

Gürültü ve titreşimin çok geniş bant aralığında oluşmasından dolayı,titreşimin frekans bandı aralığı, rulman frekansına göre seçilmelidir.

Eğer frekans bandı aralığı dar seçilir ise; rulmanın durumundan daha çok balanssızlık, aksenal kaçıklık, v.b problemlerin titreşimi daha fazla olabilir. Bundan dolayı rulmanın durumu hakkında yorum yapmak zorlaşabilir.

Eğer frekans bandı aralığı sadece yüksek frekans bölgesindeki gürültü ve titreşimler için seçersek, özel titreşim sensörlerine ihtiyaç duyulacaktır.Bu sensörler rulman yatağına ve rulmana yakın bir noktaya takılmalıdır. Ölçüm yerinin mekanik yapısı titreşimi sönmülemeyecek bir şekilde olmalıdır. Sensör bu noktaya sıkıca takılmalıdır.

VIBER-G de diğer titreşim ölçen cihazlar gibi 2000-20 000 Hz frekans aralığında rulmanın genel titreşim değerini ölçer. Bu frekans aralığında genel olarak rulman problemleri yorumlanmalıdır.

Normal makina titreşimleri; balanssızlık,aksenal kaçıklık v.b genelde 2000 Hz'in altında görülür. Genelde üst frekans sınırı 2000 Hz seçilir. Çünkü, genelde titreşim sensörlerinin üst frekans sınırı 7000 Hz dir. Özel montaj gerektirmez. 2000 Hz'in üzerinde ise; titreşim sinyalleri çok zayıf olduğu için özel sensörler kullanılmalıdır.

### **NOT!**

Rulmanın yüksek titreşim değeri; frekans analizine göre seçilmeli ve kullanılmalıdır.

Rulmanın yüksek titreşim değerleri dişli kutularında da mevcuttur. Fakat şanzumanlar, kesiciler ve redüktörlerde de rulman hataları görülemiyebilir. Çünkü, rulman hataları 2000 Hz'in üzerinde gözlemlenmelidir.

## İKİ NOKTA METODU İLE BALANS ALMA.

Bu metodun kullanımı için 3 değişik test çalışması gerekir. Dönen rotor/mil üzerinde balans durumu değiştirilir. Sadece genel titreşim değerine ihtiyaç vardır. Balans alma işlemi sadece balanssızlıktan oluşan titreşimi azaltır.

Balansı kullanarak problemin kaynağına inmek, ilk yaklaşım olarak iyi bir yoldur. Özellikle yüksek titreşimlerde, balanssızlık yaklaşımı iyi bir sonuç vermez ise; titreşimin kaynağı rotor parçalarının gevşekliğinden olabilir.

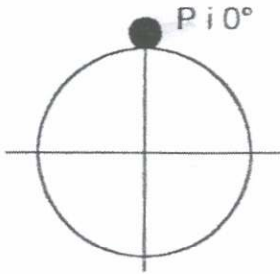
Eğer makina değişken devirli ise; balans alma işleminde sabit bir devir seçiniz. Titreşimin en yüksek hız devrini bulmak için uğraşmayınız. Bu tür yüksek devirler genellikle düzgün olmayan sonuçlar gösterir.

Öncelikle titreşimin en yüksek olduğu yatağı ve en yüksek titreşim yönünü seçiniz. Makina üzerinde ağırlığın bağlanabileceği düzgün bir balans düzlemi ve noktası seçilmelidir. Dengeleme ve balans ağırlıkları daima aynı yarıçapa konmalıdır.

Aşağıda iki nokta metodu ile balans alma işlemi göreceğiz.

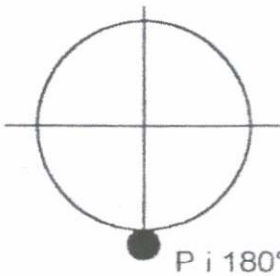
### 1-DENEME

Çalışma devrini ve ölçüm noktasını seçiniz. Titreşimi ölçünüz ve değeri not ediniz. Makinayı durdurunuz. Bu titreşim değerini A ölçümü olarak kabul ediniz.



### 2-DENEME

Deneme ağırlığını balans düzleminde  $0^{\circ}$  açısına koyunuz. Deneme ağırlığının değerini ve yerini not ediniz. Deneme ağırlığını, hacim veya uzunluk olarak kullanınız. (Eğer elinizde bant şeklinde malzemeniz var ise) Böylece deneme ağırlığının değerini daha kolay seçebilirsiniz. Deneme ağırlı (P) ile herhangi bir ölçüm ağırlığa bağlı olarak değişecektir. Ölçüm alınız ve titreşim değerini not ediniz. Makinayı durdurunuz. Bunu ikinci ölçüm olarak not ediniz.



### 3-DENEME

Deneme ağırlığını önceki açının tam karşısına gelecek şekilde  $180^{\circ}$  koyunuz. Ölçüm yapınız. Titreşimi not ediniz ve makinayı durdurunuz. Bunu üçüncü ölçüm olarak not ediniz.

**HESAPLAMA**

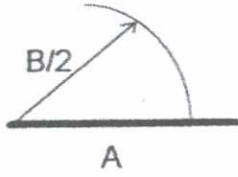
Makina (cihaz), hesaplamalar için gerekli tüm bilgileri almıştır. 2 ve 3 deneme ölçümlerindeki deneme ağırlığının yerine göre; mildeki titreşimi seviyeleri 2 ve 3 olarak karşılaştırılır.

2 ve 3 seviyelerinin **en yüksek olanı B, en düşük olanı C** olarak seçilir.

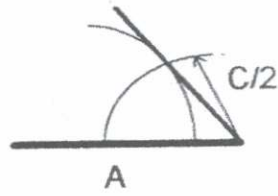
Aşağıda grafik olarak balans açısını nasıl bulunduğunu göreceğiz. Ölçekli olarak bir çizim yapılmalıdır. **A, B, C** olarak ölçmüş olduğumuz titreşim değerleri vektör olarak kullanılır. Titreşimin yönü ve büyüklüğü olduğu için bir vektördür. Çizimin mümkün olduğu kadar büyük ölçekli çizilmesi; sonucun daha hassas olmasını sağlayacaktır.



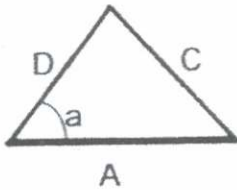
**1-İŞLEM:** İlk ölçüm değeri olan **A** değerini mümkün olan en büyük ölçekte bir kağıt üzerine yere paralel olarak çiziniz.



**2-İŞLEM:** **A**'nın başlangıç noktasını merkez kabul ederek **B** değerinin yarısı değerinde bir yarıçaplı bir yay çiziniz.



**3-İŞLEM:** **A**'nın bitiş noktasını merkez kabul ederek **C** değerinin yarısı değerinde bir yarıçaplı bir yay çiziniz. İki yayın kesişim noktasından geçecek şekilde **A**'nın sağ bitiş noktasından başlayarak **C** değeri kadar bir çizgi çiziniz.



**4-İŞLEM:** **C**'nin ucu ile **A**'nın sol uç noktasını birleştirerek kapalı bir üçgen elde ediniz. Bunu kapatan kenar çizgiyi **D** olarak adlandırınız. **A** çizgisi ile **D** çizgisi arasında oluşan '**a**' açısı; balans ağırlığının konacağı açıyı verir.

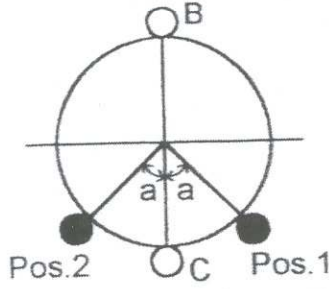
## BALANS AĞIRLIĞININ HESAPLANMASI.

Balans ağırlığının büyüklüğü balans alma işleminde kullanılan deneme ağırlığı ile doğrudan ilişkilidir. Aynı ilişki hızlara göre çizilmiş A ve D hız vektörleri ile ilişkilendirilmiştir.

$$\text{Balans Ağırlığı (BW)} = \frac{\text{Deneme Ağırlığı (P) X İlk ölçüm değeri (A)}}{\text{Bileşke ölçüm değeri (D)}}$$

A ve D değerlerini şekilden ölçebilirsiniz. Şekilde A,C,D değerleri eşit olduğu zaman (eş kenar üçgen) en iyi sonucu elde etmek mümkün olabilir.

## BALANS AĞIRLIK AÇISININ BELİRLENMESİ.



C Deneme ağırlığının yeri olduğunda C'deki titreşim B'den daha düşüktür. Buna göre C deneme ağırlığı rotor yarı çapının yarısında bağlı olmalıdır. Balans ağırlığının yeri C deneme ağırlığının yerine göre belirlenmelidir.

(a) Açısı rotorun dönüş yönünde veya tersinde seçilebilir. Eğer titreşim azalmıyor ise; açı yönünü değiştirebilirsiniz. Kendi tecrübe ve denemelerinizi kullanınız.

Herhangi bir dikey yöndeki en yüksek titreşim değeri 3 mm/sn, rms altına düştüğü zaman balans işlemi tamamlanmış demektir.

## DiĞER BİR HESAPLAMA.

Eğer balans ağırlığı hesaplanmak isteniyorsa aşağıdaki formül kullanılabilir.

$$BV = \frac{\sqrt{2} \cdot A \cdot P}{\sqrt{B^2 + C^2 - 2A^2}} \quad \cos a = \frac{B^2 - C^2}{2\sqrt{2} \cdot A \cdot \sqrt{B^2 + C^2 - 2A^2}}$$

**DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR.**

Balans alma işleminde en zor iş, uygun deneme ağırlığının tahminidir. Çünkü makinanın balanssızlık hassasiyet değerini bilememizdir. Deneme ağırlığını eklediğimiz zaman, balans işlemindeki titreşim değerlerinin değişmesi ile balans işleminin tamamı etkilenecektir. **Eğer deneme ağırlığı çok küçük seçilir ise; balanssızlık titreşim değerini tam olarak ölçemeyebiliriz.** Böylece A,B,C hemen hemen eşit ve üçgen tamamen bir çizgi olabilir.

**Eğer deneme ağırlığı büyük seçilir ise;** B,C ölçüm değerleri A'ya göre oldukça büyük olacaktır. Bu durumda üçgen dik ve dar olacaktır. Böylece hesaplarımızda kesinlik kazanmayan işlemlere neden olacaktır.

Eğer üçgen çok iyi oluşmaz ise; deneme ağırlığını tahmin ederek kullanınız veya seçmiş olduğunuz deneme ağırlığını ilk yerinden alarak, çeyrek yönde yerini değiştiriniz.

Eğer çalışmalarınıza ve denemelerinize rağmen üçgenin şekli (ideali eşkenar üçgen olmalıdır.) iyi olmuyor ise; genelde iki ana sebebi vardır.

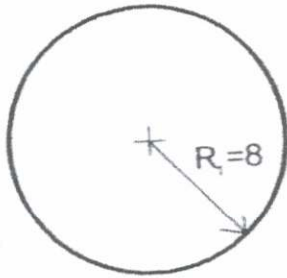
- 1- Bazı elemanlar gevşektir. Rotor ve şaft arasındaki bağlantıları ve civataları kontrol ediniz. Çalışma esnasında, dönüş de pislik veya parçalar düşebilir, temizleyiniz.
- 2- Titreşim balanssızlığa bağlı değildir. Makinanın balanssızlık değerinin en düşük olduğu yerde veya titreşimin başka nedenlerden dolayı olabileceği bölgelerde balans işlemini yapmaya çalışınız.

Örneğin; eksen kaçıklığı, dişli kutusu/şanzuman problemi, pompa kavitasyonu v.b problemlerde balanssızlık gibi görünebilir.

**11-ÜÇ NOKTA METODU İLE BALANS ALMA.**

Üç nokta metodu dengeleme ağırlığının tahminini yapmadan balans ağırlığının değerini ve bağlanacak noktanın açısını verir. Balans işlemi aynı devirde olmalıdır.

**Balans ve dengeleme ağırlıkları da daima aynı yarı çapa bağlanmalıdır.**

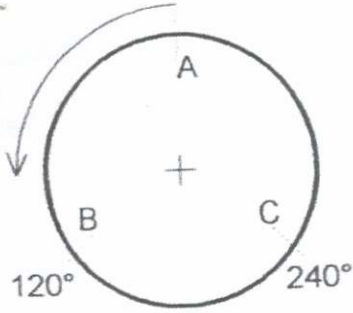
**1-İŞLEM**

Rotor normal devirde dönerken titreşim değerini ölçünüz ve değerini R1 olarak not ediniz.

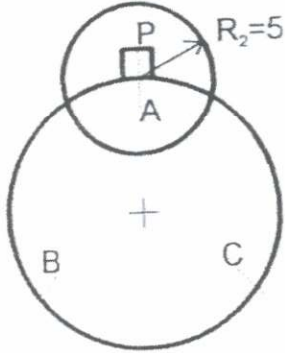
**Örneğin;** R1=8 mm/sn olsun.

R1 değerine orantılı olarak R1 yarıçapında bir daire çiziniz. Aynı ölçeği bundan sonraki işlemlerdeki değerler için de kullanınız

## 2-İŞLEM



Rotoru durdurunuz. Şekildeki gibi üç noktayı işaretleyiniz. A deneme ağırlığının bağlandığı noktadan yaklaşık  $120^{\circ}$  'lik açılarda bağlayacağınız diğer deneme ağırlıklarının yerlerini B,C'yi işaretleyiniz. Bu üç nokta tamamen  $120^{\circ}$  lik açılarda olmasına gerek yoktur. Fakat doğru sonuca hızlı ulaşmamızı geçiktirir. Bundan dolayı açı pozisyonunu yapabildiğiniz kadar doğru yeri seçerek ölçüm alınız.

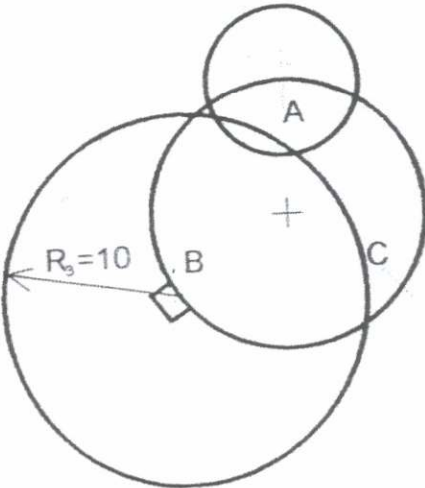


## 3-İŞLEM

Deneme ağırlığını A noktasına bağlayınız. Rotoru çalıştırınız ve ölçüm alınız. Bu ölçümü R2 olarak not ediniz.

**Örneğin;**  $R_2=5$  mm/sn olsun.

A noktası merkez olacak şekilde ilk ölçeğe göre (1-işlem) R2 yarı çapında bir daire çiziniz.



## 4-İŞLEM

Deneme ağırlığını çıkararak B noktasına bağlayınız. Rotoru çalıştırınız ve ölçüm alınız. Bu ölçümü R3 olarak not ediniz.

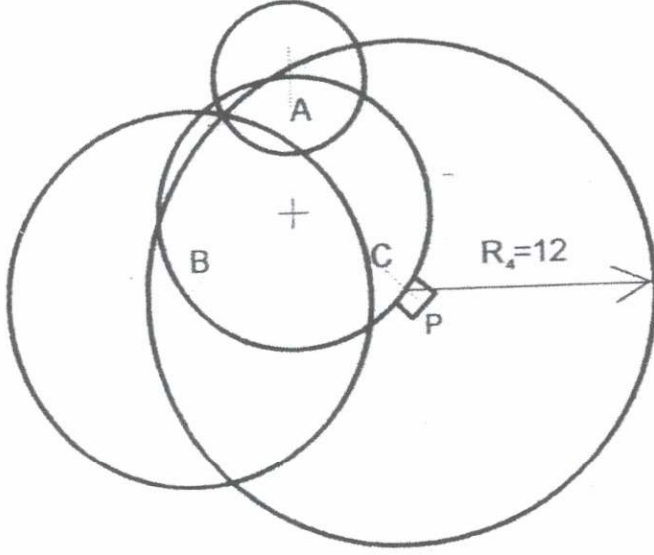
**Örneğin;**  $R_3=10$  mm/sn olsun.

B noktasını merkez olacak şekilde ilk ölçeğe göre (1-işlem) R3 yarı çapında bir daire çiziniz.



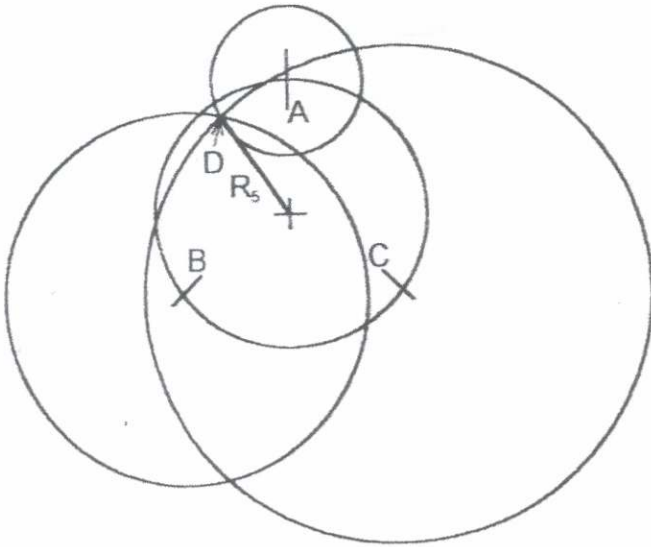
### 5-İŞLEM

Deneme ağırlığını sökünüz ve C noktasına bağlayınız. Rotoru döndürünüz ve ölçüm alınız. Bu ölçümü R4 olarak not ediniz.  
**Örneğin;**  $R_4=12$  mm/sn olsun.  
 C noktası merkez olacak şekilde ilk ölçüğe göre (1-işlem) R4 yarı çapında bir daire çiziniz.

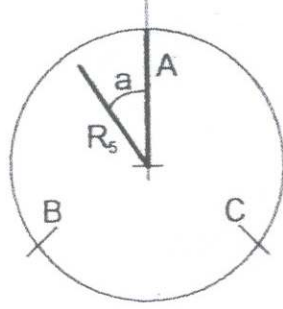


### 6-İŞLEM

Tüm daireler R2,R3,R4, D noktasında kesişirler.R1 dairesinin merkezini kullanarak yarı çapı D noktasından geçecek olan R5 dairesini çiziniz.Bu dairede R5 olsun.İlk ölçüğe göre (1-işlem) R5 yarı çapını ölçünüz.  
**Örneğin;**  $R_5= 6.5$  olsun.  
 R5 titreşimini oluşturan P deneme ağırlığıdır. Bu ağırlık da rotordaki balanssızlık değerini verir.



## 7-İŞLEM



Aşağıdaki formulden balans ağırlığı bulunur.

$$BW = \frac{P \times R1}{R5}$$

BW= Balans ağırlığı.

P= Deneme ağırlığı.

R1= Orijinal balanssızlık değeri veya çizilen R1 uzunluğu.

R5= Sonuç vektörü veya çizilen R5 uzunluğu.

Örneğin; P=87 gr olsun

$$BW = \frac{87 \times 8}{6.5} = 107 \text{ gr}$$

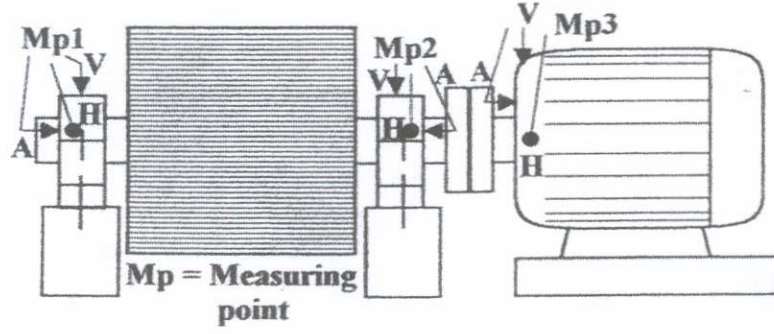
A ve R5 arasındaki 'a' açını gönye ile ölçünüz. Bu açı rotor üzerindeki A noktasına göre balans ağırlığının yerini belirler.

Örneğin; Balans açısı = 37° ölçülsün.

**SONUÇ;** Rotor üzerindeki A noktasından B noktasına doğru 37° açıda, aynı merkeze 107 gram balans ağırlığı takılmalıdır.

**ISO-2372' GÖRE ÖNERİLEN ÖLÇÜM YÖNLERİ ve SENSÖR ÖLÇÜM NOKTALARININ YERLERİNİN GÖSTERİLMESİ.**

- V- DIKEY ÖLÇÜM YÖNÜ
- H- YATAY ÖLÇÜM YÖNÜ
- A- EKSENEL ÖLÇÜM YÖNÜ



**12-TİTREŞİM STANDARTLARI (ISO-2372)**

mm/s	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
0.71	A	A		
1.12	B		A	
1.8		B		A
2.8	C		B	
4.5		C		B
7.1	D		C	
11.2		D		C
18			D	D

**1-SINIF:** 15 KW 'a kadar olan makinalar.

**2-SINIF:** 15-75 KW arasındaki orta büyüklükteki makinalar. Özel zemin bağlantısı olmayan veya 300 KW 'a kadar özel zemin bağlantılı makinalar.

**3-SINIF:** Çok büyük ve sert zeminlere bağlanmış büyük makinalar.

**4-SINIF:** Çok büyük fakat zayıf zemin üzerine bağlanmış olan büyük makinalar.