



3C

# GÜDEK

Güvenlik Denetim Kontrol

BÖLÜM:

**3- ORTAM TEHLİKELERİ**

KONU:

**3C- TİTREŞİMİN VÜCUDA ETKİLERİ**

## İçindekiler

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| TİTREŞİMİN VÜCUDA ETKİLERİ.....                | 2  |
| Nikola Tesla.....                              | 2  |
| Titreşim.....                                  | 2  |
| İnsan için titreşimin etkileri .....           | 3  |
| İnsan vücudu titreşimi .....                   | 4  |
| EI- Kol Titreşimi.....                         | 5  |
| Kıkırdak .....                                 | 5  |
| Tüm Vücut Titreşimi .....                      | 6  |
| Tanımlar .....                                 | 7  |
| İlgili standartlar .....                       | 12 |
| Titreşimin Kontrolü İçin Teknik Tedbirler..... | 14 |
| Titreşim vücudumuza nasıl girer? .....         | 14 |
| Mesleki Raynaud fenomeni.....                  | 14 |

## ANATOMİK YAPIMIZDA SORUNLAR

## TİTREŞİMİN VÜCUDA ETKİLERİ

Kaynak: [www.mebilgi.com](http://www.mebilgi.com) kıkırdak

Nikola Tesla

**Titreşimlerin sırrını kısmen de olsa çözmüştü**

Muhtemelen bu söylenilenlere çok fazla anlam veremez ve üzerinde de fazla durmazdınız. Çünkü o zamanlar titreşimlerin bu derece önemli olduğu insanlık tarafından bilinmiyordu. Gerçi hala da tam olarak bilindiği söylenemez... Halbuki bundan 100 yıl önce Nikola Tesla kendi icadı olan deprem makinesini anlatırken şu sözleri söylemişti: **“Birkaç saniyede binanın titremeye başladığını hissettim. On dakika daha devam etseydim binayı ve sokağı yıkabilirdi. Aynı cihazla Brooklyn Köprüsünü 1 saatten kısa bir süre içinde East River’a indirebilirdim.”** Tesla frekansların yani titreşimlerin sırrını kısmen de olsa çözmüştü. Tesla’ya göre evren kocaman bir titreşimdi ve hepimiz bu titreşimin küçük birer yansımasıydık. Ya da başka bir deyişle evren bir gitar, bizler de onun telleriyiz ve diğer tüm tellerle birlikte her an titreşiyoruz. Bilim adamları yüzyıllardır bu şarkıyı anlamlandırmaya çalışıyorlar ve sonunda notaları keşfettiler. Şimdi de gitarın tellerini koparmadan melodiye çözmeye çalışıyorlar... Bu yazıda melodiye ait birkaç sol anahtarı vermeye çalışacağız.

**Zorlamalı titreşim**, değişen bir kuvvet veya hareket bir mekanik sisteme uygulandığında oluşan titreşim türüdür. dengesizlik dolayısıyla çamaşır akinesinin titreşimi, araç titreşimleri (motordan, yaylardan veya yoldan kaynaklanan), veya deprem sırasında bir binanın titreşimleri bu titreşim türünün örneklerine dahildir.

Zorlamalı titreşimde titreşimin frekansı uygulanan zorlamanın veya hareketin frekansına bağlıdır, fakat titreşimin genliği ise sistemin mekanik davranışına bağlıdır.

Titreşim

Vikipedi, özgür ansiklopediden bilgi

**Titreşim** bir denge noktası etrafındaki mekanik salınımdır. Bu salınımlar bir sarkaçın hareketi gibi periyodik olabileceği gibi çakıllı bir yolda tekerleğin hareketi gibi rastgele de olabilir. Daha sıklıkla, titreşim istenmeyen bir harekettir, çünkü boşa enerji harcar ve istenmeyen ses ve gürültü oluşturur. Örneğin, motorların, elektrik

motorlarının ya da herhangi mekanik aracın çalışma esnasındaki hareketi istenmeyen titreşimler üretir. Böyle titreşimler dönen parçaların balanssızlığından, düzensiz sürtünmeden, dişli çarkların hareketinden kaynaklanabilir. Dikkatli tasarımlar genellikle istenmeyen titreşimleri minimize ederler.

### İnsan için titreşimin etkileri

## TİTREŞİM

İnsan titreşimi, titreşen yüzeyler ile direk temasın bir sonucu olarak hissedilen titreşim olarak tanımlanır. Titreşimin direk insan vücudu üzerine etkileri oldukça ciddi olabilir. Bazı



durumlarda, vücudun rezonansa giren bölümleri belli titreşim frekans ve seviyelerine göre iç organlar üzerinde kalıcı hasarlara sebebiyet verir.

**Titreşim;** Mekanik bir sistemdeki salınım hareketlerini tanımlayan bir terimdir.

Diğer bir tarifle, Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye, kinetik enerjinin potansiyel enerjiye dönüşmesi olayına **titreşim (vibrasyon)** denir

**Titreşimin etkisi,** kapiller **dolaşımın bozulmasına ve damar içlerinde oklüzyon<sup>1</sup>ların oluşmasına** neden olmaktadır. Bu sendromda ayrıca kemik değişiklikleri ve kistler ve enostozlar<sup>2</sup> görülmektedir, özellikle spongioz<sup>3</sup> karpal<sup>4</sup> kemiklerde, radyolojik olarak vakuoller,) görülmektedir.

<sup>1</sup> Oklüzyon , kapanma; tıkanma anlamına gelmektedir

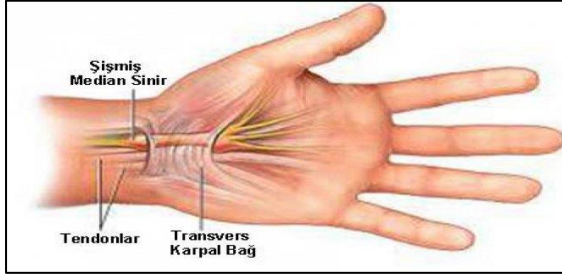
<sup>2</sup> Enestoz: Kemik iliği kanalına doğru gelişen kemik çıkıntısı.

<sup>3</sup> Spongioz: kemiğin içinde kalan bir bölümü, süngerimsi yapıya sahiptir. Kanlanmanın yoğun olduğu bir bölgedir, beslenmesi daha kolaydır.

<sup>4</sup> Karpal kemik parmaklarımızı oluşturan kemiklere denilmektedir.

## İnsan vücudu titreşimi

İnsan her gün çeşitli şekillerde titreşime maruz kalmaktadır. İletilmekte olan bu titreşimler psikolojik ve fizyolojik etkilere yol açar.



Görsel 3C- 1

Özellikle titreşimli aletlerle çalışmak ya da bileğin uzun süre veya tekrar tekrar bükülmesini gerektiren bir montaj hattı üzerinde çalışmak çalışma ortamı koşullarının da karpal tünel sendromuna katkıda bulunabilir, (Görsel 3C- 1)

Havalı kompresör operatörlü delici (Görsel 3C- 2) avuç içi ve el ayasından aldığı titreşimler bilek eklemlerini etkiler (Görsel 3C- 3) te görülen beyaz parmak sendromu parmak uçlarına kan akışı titreşimden dolayı aksadığı için beyaz parmak olayı oluşmaktadır. Bu durum devam ederse ileride parmak fonksiyonlarında sorunlar olur. Bunun için titreşimi titreşimlerin iletimini engelleyen KKD ve sistemler kullanılmalıdır. Öneriler konu sonunda verilmektedir.



Görsel 3C- 2



Görsel 3C- 3



Görsel 3C- 4

Elektrikli matkap/ testere, taşlama motorları da aynı etkiyi yapmaktadır.

### El- Kol Titreşimi

Titreşimli aletlerle çalışanlar parmaklardan veya elin avuçlarından vücuda giren mekanik enerjiye el-kol titreşimine neden olur. El-kol titreşim maruziyeti üretim, taşımacılık, maden, inşaat, tarım ve ormancılıkta elle kullanılan, enerji ile çalışan aletlerden kaynaklanır.

El bilek etkilenmesi durumu ise (Görsel 3C- 4) ve (Görsel 3C- 5) te görülen bilekte bulunan kemiklerin aralarında kıkırdaklar bulunur bunların görevi kemiklerin birbirine sürtünmesini önlemektir. Devamlı titreşimli makine kullanıldığında bu kıkırdaklar inceliyor bazı kemikler birbirine sürtünmeye başlar elin fonksiyonlarında kısıtlamalar başlar devamında dayanılmaz ağrılar verir.



Görsel 3C- 5

#### Kıkırdak

Oynayan kemiklerin hareketinde kayganlığını sağlayan eklemlerin yüzeylerinde bulunan, sertliği ve esnekliği olan bir çeşit bağ yapısıdır. (Görsel 3C- 5)) Kıkırdaklar kemikler kadar sert bir yapıya sahip değildirler. Esnek, dayanıklı ve damar içermeyen bir yapıya sahiptir. Ama zamanla kireçlenme denilen kemikleşme eğilimi gösterebilirler. Sarı beyaz arası bir renge sahiptir ve kaynatıldıklarında jöle kıvamına gelirler. Hasar gördüklerinde eski hallerine dönmeleri mümkün değildir. Kaburga kemiklerinin uçlarında, bunların göğüs kafesindeki birleşme noktalarında

kıkırdak doku bulunur. Ayrıca yemek borusu, soluk borusu, kulak ve burun yapısı da kıkırdaktan oluşmaktadır.

Titreşime maruz (Görsel 3C- 7) ve (Görsel 3C- 8) de görülen bilek ve kolları titreşimi ile etkileyen araçlar yanında sadece el kol değil aynı zamanda araç koltuklarında da vücudu etkileyen titreşimler vardır. Bunlar, uzun süre araç süren sürücüler, traktör koltukları, forklift koltukları tüm vücudu etkileyen titreşimlerdir. (Görsel 3C- 6) da görülen forklift ile bütün gün malzeme sirkülasyonu sağlayan forklift operatörleri bu titreşimden en çok etkilenen kişilerdir. El kumandalı kompaktör (Görsel 3C- 8) ve (Görsel 3C- 7) de görülen el tipi taşıma motoru kol ve dirseklere büyük etkisi vardır. Forkliftlerin sürücü Özel titreşimler için olan eldivenler ile koltuklarının titreşimi absorbe eden tekniğe sahip koltuklar olmasına dikkat edilmelidir.



Görsel 3C- 6



Görsel 3C- 7



Görsel 3C- 8

Vücudun el ve kol kısmını titreten,

Taşlama motoru

Kompaktör

İle Tüm vücudun titremesine  
sebeplere,

(Forklift görülmektedir.

Titreşimlerden korumak için,

El için süngerli eldiven, özel  
titreşimi absorbe eden koltuk  
kullanılması sağlanmalıdır.

### Tüm Vücut Titreşimi

İnsan vücudu titreşime maruz kaldığında bazı uzuvları Rezonans<sup>5</sup> a girer ve salınım genliği artar bu durum da o maddeyi etkiler. Salınımlar esnasında sistemin normal **durumuna göre** yaptığı yer değiştirme miktarına genlik denir.

Bu salınımlar eğer sistemin doğal frekansına eşit olursa, sistemin genliği sonsuza dek artma eğilimi gösterir.

Vücuda birçok yolla giren titreşimlerine en önemli giriş yolları şunlardır,

- Ayaklar
- Kalça
- Sırt
- Başın arka tarafı

Zemin titreşmesi durumunda etkilenen kişi ya oturuyor ya da ayakta. Çalışan ayakta ise, enerji ayaklar yoluyla vücuda girecektir. Kişi oturuyor ise enerji, koltuktan veya sırt arkalığundan ve esas olarak kalça ve ayaklar yoluyla vücuda geçer.

Tüm vücut titreşimine mesleki maruziyet, bazı endüstriyel proseslerde olabileceği gibi genel olarak ulaşım sektöründe de rastlanmaktadır. Bunun için araç koltuklarında titreşimi absorbe (emen) etmesi için özel sistemler uygulanmaktadır.

<sup>5</sup> **Rezonans:** Maddelerin tabii frekansı ile titreşimin frekansı eşit olduğunda maddenin aynı frekansta salınımına girmesine rezonans denir

- Kişisel Titreşim Maruziyeti Ölçümü (El – Kol Titreşim Maruziyeti)
- Kişisel Titreşim Maruziyeti Ölçümü (Tüm Vücut Titreşim Maruziyeti)

Tüm vücut titreşimine maruz kalınabilecek aktiviteler şunlar olabilir:

Traktör kullanımı, kamyonlar, otobüs, motosiklet,

Buldozerler, greyderler, kazıcılar, silindirler,

Orman makineleri, maden ve taş ocağı ekipmanları,

Atölye için kullanılan, Forklift, seyyar vinç, El matkap ve taşlama motorları,

Beton yapım makinesi, Transmikser, beton pompası kullanımı,

Endüstriyel kamyon ve traktör gibi arazi araçlarının kullanımı nedeniyle meydana gelir.

### Tanımlar

İnsan vücudu üzerinde vibrasyonların etkilerini daha iyi anlamak için bazı terimlerin bilinmesinde yarar vardır.

**Titreşim:** Bir mekanik sistemin hareketini veya konumunu tanımlayan büyüklük şiddetinin zamanla değişimidir.

**Titreşim Frekansı:** Birim zamandaki titreşim sayısına titreşim frekansı denir. Birimi Hertzdir. (Hz)

**Titreşim Şiddeti:** Titreşimin olduğu ortamda titreşimden ileri gelen enerjinin hareket yönüne dikey, birim alanda, birim zamandaki akım gücüne, titreşim şiddeti denir. Birimi (W/cm<sup>2</sup>) dir.

Çalışma ortamında genellikle birden fazla vibrasyon frekansı aynı anda meydana gelmektedir Vibrasyon yönü ve büyüklüğü olan bir vektör niteliğindedir.

**Harmonik dalgalar:** Farklı titreşim etkilerinin aynı madde üzerine aynı anda etki etmesi sonucu meydana gelen yeni titreşimlerin oluşmuş haline Harmonik dalgalar denir.

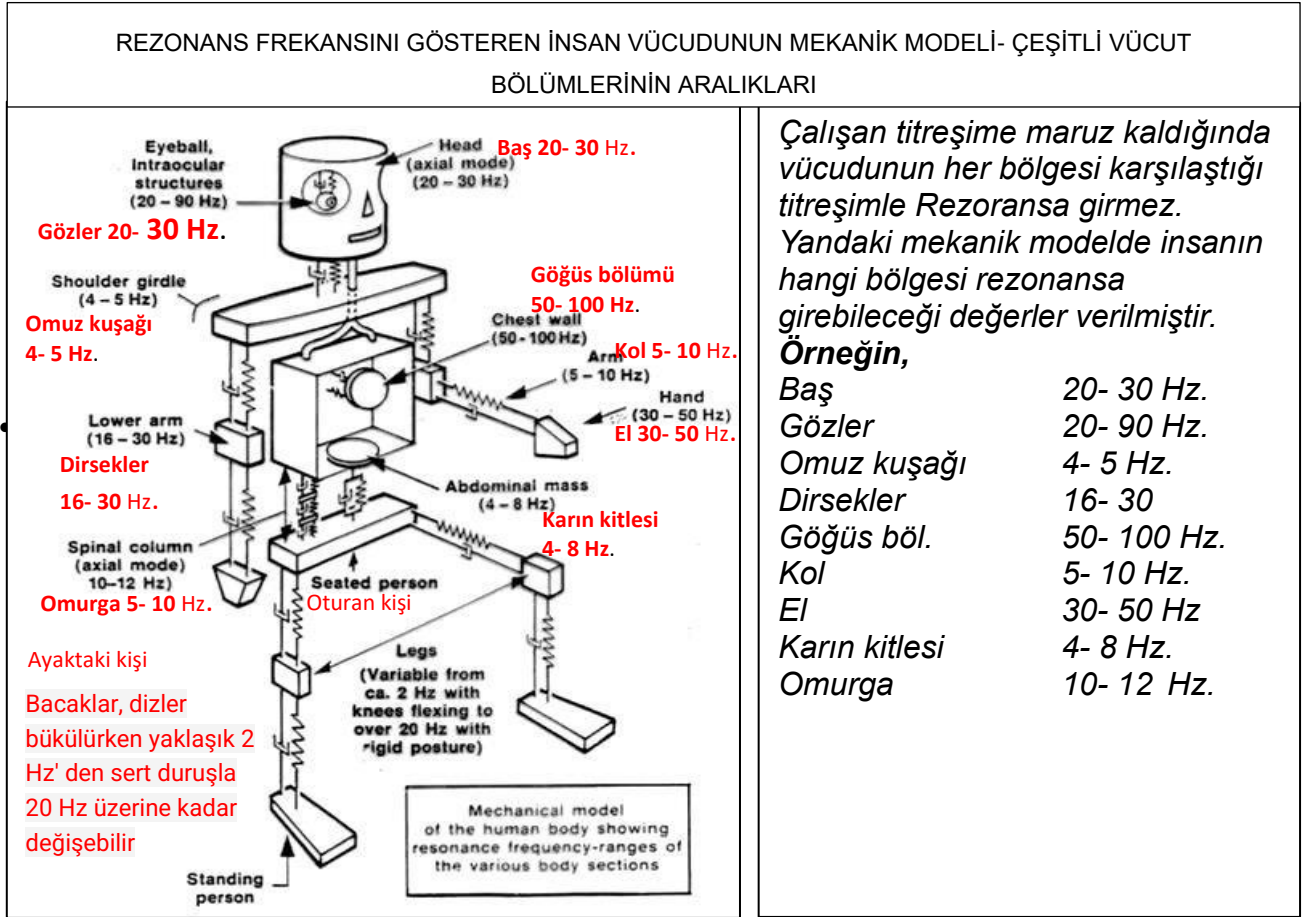
**Sinüs dalgaları:** Sinüs eğrisine benzer dalga etkileri şeklinde titreşimlerdir. Bu tip titreşimler daha ziyade müzik ritimleridir, bunlar hava titreşimi olarak yüksek frekans ve genlikte olan titreşimlerdir. Burada işlenen vücudu etkileyen düşük frekansta ve mekanik olarak etkileyen titreşimlerdir.

## Tüm Vücut Titreşimi

Vücuda birçok yolla giren titreşimlerine en önemli giriş yolları şunlardır,

- Ayaklar
- Kalça
- Sırt

Vücuda giren titreşimlerin farklı frekansları vücudun farklı noktaları ile rezonansa girerler ve bu bölümleri titreşim şiddetine bağlı olarak bölgenin titreşimleri genlikleri artarak rahatsız etmeye ve hasar vermeye başlarlar. Aşağıda görülen (Görsel 3C- 9) te vücudun bölgelerini etkileyen düşük olan frekans değerleri verilmiştir.



Görsel 3C- 9

Zemin titreşmesi durumunda etkilenen kişi ya oturuyor ya da ayakta. Çalışan ayakta ise, enerji ayaklar yoluyla vücuda girecektir. Kişi oturuyor ise enerji, koltuktan veya sırt arkılığından ve esas olarak kalça ve ayaklar yoluyla vücuda geçer.

Tüm vücut titreşimine mesleki maruziyet, bazı endüstriyel proseslerde olabileceği gibi genel olarak ulaşım sektöründe de rastlanmaktadır. Bunun için araç koltuklarında titreşimi absorbe (emen) etmesi için özel sistemler uygulanmaktadır.

- Kişisel Titreşim Maruziyeti Ölçümü (El – Kol Titreşim Maruziyeti)
- Kişisel Titreşim Maruziyeti Ölçümü (Tüm Vücut Titreşim Maruziyeti)

Tüm vücut titreşimine maruz kalınabilecek aktiviteler şunlar olabilir:

Traktör kullanımı, kamyonlar, otobüs, motosiklet,

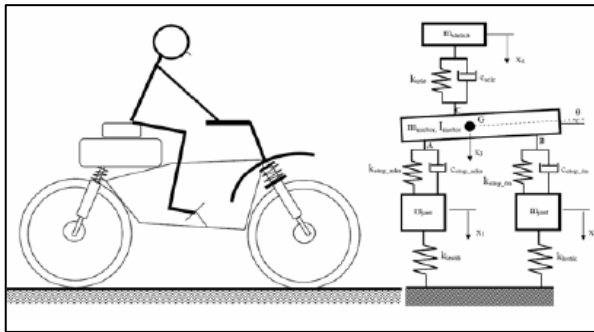
Buldozerler, greyderler, kazıcılar, silindirler,

Orman makineleri, maden ve taş ocağı ekipmanları,

Atölye için kullanılan, Forklift, seyyar vinç, El matkap ve taşlama motorları,

Beton yapım makinesi, Transmikser, beton pompası kullanımı,

Endüstriyel kamyon ve traktör gibi arazi araçlarının kullanımı nedeniyle meydana gelir.



Görsel 3C- 10

Örnek olarak bir bisiklet ve binicisini ele alacak olursak,

Ön tekerlekte ve arka tekerleklerde titreşimi absorbe etsin diye amortisör yayları konulmuş, seleye de ayrıca titreşimi absorbe edecek yay ve süngerler konulmuştur. (Görsel 3C 10)

Titreşen şeyin frekansı ile vücut organlarımızın frekansı arasındaki ilişki çok önemlidir. Vücudumuzdaki her organ kendine özgü bir frekansta (Görsel 3C- 9) titreşir.

Titreşen şeyin frekansı ile organımızın frekansı birbirine ne kadar yakın ya da aynıysa titreşen şeyden organa aktarılan enerji o kadar yüksek olur. Örneğin, salıncakta sallanan bir kişiyi sallanma hızına (frekansına) yakın küçük bir güçle ittiğimizde bile salıncak sallanmaya devam ederken, salıncağın sallanma hızına ayak uyduramadığımız bir itme yaptığımızda, uyguladığımız güç çok daha yüksek olsa bile, salıncağın sallanması aksayacak ya da bazı durumlarda salıncak duracaktır.

Titreşimi insan sağlığı üzerindeki etkisi bakımından iki fiziksel büyüklüğü ile tanımlamak mümkündür:

1. Frekans Hz.

2. Titreşimin Şiddeti: Titreşimin olduğu ortamda, titreşen enerjinin hareket yönüne dikey birim alanda, birim zamandaki akım gücüne titreşimin şiddeti denir. Birimi: W/cm<sup>2</sup>

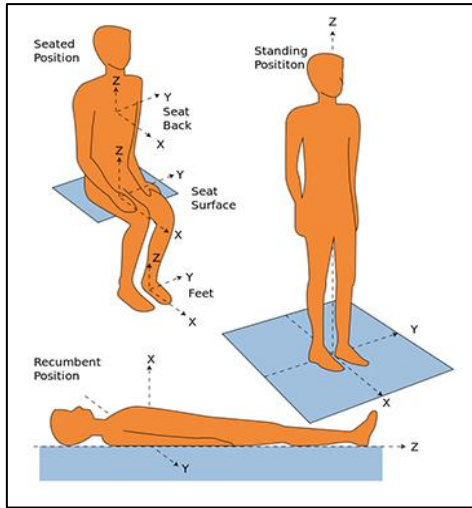
Bu etkilenme uzun süreli rezonansa girmiş olan kısmın yer değiştirme oranını da fazlalaştırarak etkisini artırır,

Titreşimi insan sağlığı üzerindeki etkisi bakımından iki fiziksel büyüklüğü ile tanımlamak mümkündür:

1. Frekans Hz.

2. Titreşimin Şiddeti: Birim zamandaki akım gücüne titreşimin şiddeti denir. Birimi: W/cm<sup>2</sup>

Bu etkilenme uzun süreli rezonansa girmiş olan kısmın yer değiştirme oranını da fazlalaştırarak etkisini artırır,



Görsel 3C- 11

Öncelikle titreşim etkilerinin çalışanlara hangi pozisyonlarında ve hangi yönlerde hangi etki şiddetinde etki ettiğinin bilinmesi, (Görsel 3C- 9) da görüldüğü gibi her uzuv farklı frekansta rezonansa girmekte olduğu görülmektedir. Rezonansa giren uzvun nasıl etkilendiği belirlenerek ona göre önlemlerin alınması gerekir.

Titreşimlerin vücuda giriş durumları (Görsel 3C- 11) de vektörel olarak gösterilmiştir.

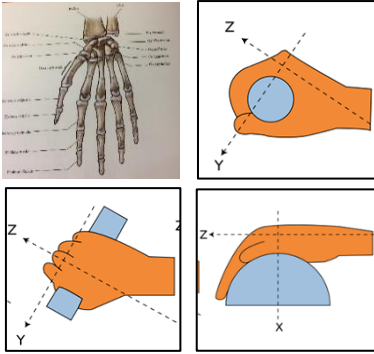
## TİTREŞİM ÖLÇÜMÜ

Çalışanların mekanik titreşime maruz kalmaları sonucu ortaya çıkabilecek sağlık ve güvenlik risklerini önlemek amacıyla, titreşim ölçümlerinin yapılması gerekmektedir.

Bu nedenle öncelikle bina ve fabrikalardaki, makine ve el aletlerinin titreşim ölçümünü yaptırmak gerekir. Yapılan bu ölçümlerin yerleşim plânları üzerinde belirlenmelidir.

Elle tutulan, elle yönlendirilen makinalar, titreyen iş parçaları veya hareketli / sabit makinaların kumandaları vasıtasıyla vücudun tümüne / bir bölümüne doğrudan etki eden titreşime insanların maruz kaldığı yerlerdeki bütün durumları da kapsar. (Görsel 3C- 11) Resim 57-12)

Titreşim olan noktadan kaynaklanan bir koordinat sistemine göre ölçülmelidir. Şekilde gösterildiği gibi temel merkez sistemlerinin koordinatları baz alınmalıdır.



Görsel 3C- 12

*El-Kol Titreşim Ölçümleri (Görsel 3C- 12) te elin kavrama şekillerine elin parmak oynak yerlerindeki kıkırdaklara gelen titreşim eksenleri kıkırdaklarda yaptığı kemik mavsal noktalarına gelen göre eklem yerlerine yapılmaktadır. Sonuçlar değerlendirilmekte ve alınması gereken önlemler raporlandırılarak işyerlerine bildirilmektedir.*

Bu ölçüm 8 saate eşdeğer titreşim enerjisinin toplam değerini (günlük titreşime maruz kalma) hesaplamak amacıyla temsili titreşim ölçümlerini kapsar.

Bu ölçümler, 20/08/2013 tarihli ve 28741 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmeliğe göre yapılmalıdır.

23.12.2003 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan Titreşim Yönetmeliği, 23.12.2006 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu mevzuatta,

#### El-kol titreşimi için;

Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri  $5 \text{ m/s}^2$

Günlük maruziyet etkin değeri  $2,5 \text{ m/s}^2$

Bütün vücut titreşimi için;

Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri  $1,15 \text{ m/s}^2$

Günlük maruziyet etkin değeri  $0,5 \text{ m/s}^2$

### İlgili standartlar

**ISO 2631:** Evaluation of human exposure to whole body vibration

**ISO 5349:** Guidelines for the measurement and the assessment of human exposure to hand transmitted vibration

**ISO 8041:** Measuring instrumentation for human response to vibration

Çalışmakta olan balans yapılmamış ve iyi dengelenmemiş araç ve gereçler, elektrikli el aletleri genellikle titreşim oluştururlar.

1. El-Kol Titreşimi: El-kol sistemine aktarıldığında, insanlarda damar, kemik, eklem, sinir ve kas bozukluklarına yol açar,
2. Bütün Vücut Titreşimi: Vücudun tümüne aktarıldığında, risk oluşturan, özellikle de bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol açan mekanik titreşimler, yani rezonansa giren bölgelerdir.

### **Titreşimin insan üzerindeki etkileri:**

- a. Fiziksel ve Biyomekanik,
- b. Psikolojik veya Duysal,
- c. Fizyolojik ve
- d. Patolojik etkiler şeklindedir.

### **El- Kol Titreşimi**

Enerji ile çalışan aletlerden yayılan, parmaklardan veya elin avuçlarından vücuda giren mekanik enerjiye el-kol titreşimine neden olur. Operatörü el-kol titreşimine maruz bırakan ve enerji ile çalışan aletler birçok endüstri alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. El-kol titreşim maruziyeti mekanik üretiminde, taşçılık, maden, inşaat, tarım ve ormancılık alanlarında elle kullanılan, enerji ile çalışan aletlerden kaynaklanabilir. Titreşimin zararlı etkilerinden kaynaklanan semptomlar şu durumları içerir;

- damarsal hastalıklar
- kemik ve eklem hastalıkları
- kas hastalıkları
- diğer hastalıklar (tüm vücut, merkezi sinir sistemi)

### **Tüm Vücut Titreşimi**

Vücuda birçok yolla giren ve vücuda girdiği yere yakın olmayan organları da etkileme potansiyeli olan titreşimlerin en önemli giriş yolları şunlardır (**Görsel 3C- 11**)

- Ayaklar
- Kalça
- Sırt
- Başın arka tarafı

Bir işyeri titreşimlerin bileşkesi içinde bu tür titreşimden etkilenmiş kişi ya oturuyor ya da ayaktadır. Çalışan ayakta ise, enerji ayaklar yoluyla vücuda girecektir. Kişi oturur durumda iken, bazı durumlarda enerji, koltuktan veya sırt arkılığından vücuda girerken, esas olarak kalça ve ayaklar yoluyla vücuda geçer. Bazen gemi, uçak gibi taşıma araçlarında uzanmış halde bulunan kişiler de bu titreşimden etkilenebilirler.

Bu çeşit bir zarar verebilecek titreşim seviyesi büyük ölçüde rahatsızlık hissine neden olur ve insanlar, tüm vücut titreşimine işyeri maruziyeti, hafif rahatsızlık hissine neden olan, ancak hemen göze çarpmayan, daha çok uzun dönemli sağlık etkileri olan titreşim büyüklüklerini ve maruziyet sürelerini içerir. Tüm vücut titreşiminin aşağıdaki durumlarda insan üzerinde etkisi vardır:

- Algı
- Rahatsızlık
- Görüş ile etkileşim
- Omurga incinmeleri
- Sindirim sistemi hasarları
- Üreme sistemi hasarları

### Titreşimin Kontrolü İçin Teknik Tedbirler

Titreşimin önlenmesi için yönetsel tedbirler;

- Günlük çalışma süresinin kısaltılması,
- Alet ekipmanın kaslara baskı yapmayacak şekilde değiştirilmesi,
- Alet ağırlığının optimum yapılması,
- Hava basıncının 3 atmosferin altına düşürülmesi,
- Titreşime maruz kalan kişinin soğuktan korunması,
- İşçiye titreşimle ilgili eğitimin verilmesi şeklinde sıralanabilir.

Yapılan çalışmalarda görüldüğü üzere, tüm vücut titreşimine maruz kalanlarda genel bir hastalık hissetme hali ortaya çıkar; **performans azalır, tüm vücut titreşimi barsak, dolaşım, solunum, kas** ve sırt hastalıklarına katkıda bulunabilir.

### Titreşim vücudumuza nasıl girer?

Titreşim vücuda titreşen şeye temas eden vücut bölümü aracılığıyla girer. Örneğin, matkap ya da motorlu testereyle çalışan bir işçinin vücuduna titreşim elleri ve kolları aracılığıyla girer. Bu durumda el-kol titreşim maruziyetinden söz edilir. Traktör kullanan bir işçi titreşimi üzerinde oturduğu koltuk aracılığıyla alır. Bu durumda ise tüm-vücut titreşim maruziyeti söz konusudur.

Dirsek eklemi ne kadar bükülü ise, yani kolumuz vücudumuza ne kadar yakın ise, titreşimin elimizden üst kolumuza doğru dirsekten geçişi artma eğilimindedir. Tersinden ifade edersek, titreşimli bir aletle çalışırken, mümkün olduğu kadar dirsek eklemi bükülmemelidir.

Titreşimli bir aleti, örneğin bir motorlu testerenin sapını, ya da bileyeme için taş motoruna sürttüğümüz bıçağın sapını ne kadar sıkı kavrarsak, elimize titreşimin geçişi o kadar fazla olmaktadır. Diğer bir deyişle, el-kol titreşim maruziyeti o kadar artmaktadır.

### Mesleki Raynaud fenomeni

Titreşimli bir alete el ile temasla vücuda giren titreşimin sağlık etkileri “el-kol titreşim sendromu” ya da “mesleki Raynaud fenomeni” olarak adlandırılır. Bu etkiler damarlarda, kemiklerde, eklemlerde, kaslarda, kirışlerde ve sinirlerde titreşimin yaptığı hasar ile

ilgilidir. El-kol titreşim sendromundaki “Raynaud fenomeni”<sup>6</sup> ne “mesleki” denmesinin nedeni Raynaud fenomenine mesleki titreşim dışında başka etkenlerin de yol açmasıdır.

Henüz, el-kol titreşim sendromu ortaya çıkmamış, hafif ağrıların başlaması, el-kol titreşiminden kaynaklı zararın başladığının ilk işaretidir, hemen önlem alınması gerekir.

El-kol titreşim maruziyetinden sonra Raynaud fenomeni görülmesi yaygın olduğu belirtilmektedir.

İsveç’te yapılan bir araştırmada **bir mühendislik tesisinde el ve ofis işi yapan 241 işçi 1987-2008 yılları arasında, yani 21 yıl boyunca** izlendi. İzleme sırasında soğuk el, Raynaud fenomeni, titreşim maruziyeti ve **tütün** kullanımı göz önünde bulunduruldu. Üstelik, izlenen **çalışanlar emeklilik, iş değişikliği ya da sağlık nedeniyle işten ayrılrsa bile izlenmeye devam edildi.**

Çalışma süresince 21 işçide Raynaud fenomeni gelişti.

Araştırmacılar **soğuk el hissi olanlarda Raynaud fenomeni ortaya çıkma ihtimalinin yüksek** olduğunu hesapladı. Ama bu yükseklik o kadar da büyük değildi.

Şöyle ki, **yalnızca soğuk el hissi var diye bir işçinin titreşime maruziyetini sonlandırmak** fazla iddialı bir girişim olacaktır. Öte yandan, işçide soğuk el hissinin olması **Raynaud fenomeni için daha iyi izleme ve eğitim** gerekçesi olarak göz önünde bulundurulabilir.

---

<sup>6</sup> Raynaud fenomeni ya da Raynaud olgusu, uzuvlarda oluşan bir **kan dolaşım rahatsızlığıdır.**