

T.C.

ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI İŞ
SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



**T.C. ÇALIŞMA VE
SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI**
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

ÇALIŞANLARIN EL-KOL TİTREŞİMİNE MARUZİYET RİSKLERİNDEN KORUNMALARINA İLİŞKİN UYGULAMA REHBERİ





**T.C. ÇALIŞMA VE
SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI**
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

ÇALIŞANLARIN EL-KOL TİTREŞİMİNE MARUZİYET RİSKLERİNDEN KORUNMALARINA İLİŞKİN UYGULAMA REHBERİ

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü



**T.C. ÇALIŞMA VE
SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI**
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

REHBER HAZIRLIK KOMİSYONU

Ayhan ÖZMEN, Çalışma Uzmanı

Zafer ALTIPARMAK, Çalışma Uzmanı

Abdulkadir ASLANTAŞ, Çalışma Uzmanı

Damla SAVAŞ, Çalışma Uzmanı

Nejdet ÖZTÜRK, Çalışma Uzmanı

YAYINA HAZIRLAYANLAR

M. Orhan ÖZKAN, Çalışma Uzmanı



**T.C. ÇALIŞMA VE
SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI**
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Bu Rehber, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından, Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin uygulanmasına rehberlik etmek amacıyla Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanan “Hand-Arm Vibration Non-binding Guide to Good Practice with a view to Implementation of Directive 2002/44/EC on the Minimum Health and Safety Requirements regarding the Exposure of Workers to the Risks arising from Physical Agents (Vibrations)” rehberi esas alınarak hazırlanmıştır. Hazırlanan bu Rehberdeki hususlar tavsiye niteliğindedir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	1
1.BÖLÜM: GİRİŞ.....	2
2.BÖLÜM: RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	6
2.1.Risk Değerlendirmesinin Temelleri.....	7
2.1.1.Risk Olup-Olmadığının Belirlenmesi (1.Aşama).....	9
2.1.2.Risk Altındaki Çalışanların Belirlenmesi (2.Aşama).....	12
2.1.3.Risklerin Değerlendirilmesi ve Kontrol Stratejisi Oluşturma (3.Aşama).....	12
2.1.3.1. Maruziyet Süresinin Belirlenmesi.....	13
2.1.3.2. Titreşimin Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	14
2.1.3.2.1. Titreşim Emisyon Verilerinin Kullanımı.....	16
2.1.3.2.2. Diğer Veri Kaynaklarının Kullanımı.....	17
2.1.3.2.3. Titreşim Ölçümü.....	18
2.1.3.2.4. Günlük Titreşim Maruziyetinin Hesaplanması.....	19
2.1.4. Bulguların ve Eylem Planının Kaydedilmesi (4.Aşama).....	19
2.1.5. Risk Değerlendirmesinin Gözden Geçirilmesi (5.Aşama).....	20
3.BÖLÜM: TİTREŞİM MARUZİYETİNİN AZALTILMASI.....	21
3.1. Kontrol Stratejisi Oluşturma.....	22
3.2. İş Süreçlerinde Titreşim Maruziyetinin Azaltılması	22
3.3. Mekanizasyon / Otomasyon ile Maruziyetin Azaltılma.....	26
3.4. Prosesin Geliştirilmesi ile Maruziyetin Azaltılması	26
3.5. Satınalma Politikası	26

3.6. Ele İletilen Titreşimin Değerinin Azaltılması	27
3.7. Maruziyet Süresinin Azaltılması	29
3.8. Cihaz ve Ekipman Bakımı	30
3.9. KKD Kullanımı ve Termal Konfor Şartlarının İyileştirilmesi.....	30
3.10. Diğer Önlemler	31
3.11. Çalışanlara Danışılması ve Çalışanların Katılımı.....	31
3.12. Çalışanların Bilgilendirilmesi ve Eğitilmesi.....	32
4.BÖLÜM: SAĞLIK GÖZETİMİ.....	34
4.1. Sağlık Gözetimi Nedir?.....	35
4.2. Olumsuz Sağlık Etkileri Nelerdir?.....	35
4.3. Sağlık Gözetimi Ne Zaman Gereklidir?.....	37
4.4. El-Kol Titreşim Hasarı Tespit Edildiğinde Ne Yapılır?.....	40
EK-A: TİTREŞİM HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	41
A.1. Titreşim Nedir?.....	41
A.2 Titreşim ile ilgili Parametreler.....	41
A.2.1. Frekans ve Frekans Ağırlıklandırma.....	41
A.2.2. Titreşimin Büyüklüğü.....	42
A.2.3. Günlük Maruziyet Süresi.....	43
EK-B: TİTREŞİMİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ.....	44
B.1. Damar Bozuklukları (Vasküler Etkiler).....	45
B.2. Nörolojik Bozukluklar.....	47
B.3. Karpal Tünel Sendromu.....	47
B.4. Kas-İskelet Sistemi Bozuklukları.....	48

EK-C:GÜNLÜK TİTREŞİM MARUZİYETİNİ HESAPLAMA YÖNTEMLERİ.....	49
C.1. Titreşim Ölçümü.....	49
C.1.1. Frekans Ağırlıklandırma.....	50
C.2. Günlük Titreşim Maruziyet Düzeyinin Hesaplanması.....	51
C.3. Maruziyet “Puanlama” Sistemi.....	52
C.4. Trafik Işıkları Sistemi.....	55
C.5. İnternet Tabanlı Araçlar.....	57
KAYNAKLAR.....	58

ÖNSÖZ

Günümüzde hızla gelişen teknoloji her alanda olduğu gibi çalışma hayatında da ciddi değişimleri beraberinde getirmektedir. Bu değişimlerin bir sonucu da üretimde hızlı ve yoğun bir biçimde makineleşme yaşanmasıdır.

Üretim sürecinde kullanılan makine ve aletler ile çalışanlar arasındaki uyumsuzluklar çalışma ortamında birtakım problemlerin meydana gelmesine neden olabilmektedir. Çalışanların fiziksel özellikleri, iş konusundaki eğitim yetersizlikleri ve psikolojik durumlarına bağlı olarak değişen tutum ve davranışları, insan ile makine arasındaki uyumu bozmaya neden olabilecek faktörlerdendir. Bu durum iş verimi ve kalitesini düşürmekte, iş sağlığı ve güvenliği sorunlarına neden olmaktadır.

Çalışma hayatında, çalışanların sağlığı ve güvenliği açısından soruna neden olan, iş verimi ve kalitesini düşüren faktörlerden birisi de titreşimdir. Endüstrinin hemen hemen tüm çalışma kollarında titreşim oluşturan makine ve teçhizat kullanılmaktadır. İnsan titreşimi, titreşen yüzeyler ile direk temasın bir sonucu olarak kişi tarafından hissedilen titreşim olarak tanımlanır. Bu yüzeyler; bir binanın zemini, bir aracın koltuğu veya güçle çalıştırılan bir aletin tutamak kısmı olabilir. Bazı titreşim kaynakları (örneğin bir aletin tutamak kısmı) çalışanların el ve kollarına ulaşan titreşimlere neden olurken bazıları ise (örneğin bir aracın koltuğu) tüm vücudu titreşimin olumsuz etkisi altında bırakmaktadır.

Titreşim, konforsuzluk hissine, iş veriminde düşüşe veya fiziksel hasara neden olabilir. Kişilerin maruz kaldığı titreşimin güvenli seviyelerini belirlemek ve değerlendirmek için titreşim risklerinin değerlendirilmesi ve titreşim maruziyet seviyelerinin belirlenmesi gereklidir. İnsan titreşimi, el-kol titreşimi ve tüm vücut titreşimi olmak üzere iki ana değerlendirme kategorisine ayrılır.

“Çalışanların El-Kol Titreşimine Maruziyet Risklerinden Korunmalarına İlişkin” rehber çalışması ile işverenlerin el-kol titreşimine maruziyet ile ilgili riskleri belirlemesine, tehlikeleri incelemesine, el-kol titreşimine maruz kalan çalışanların sağlık ve güvenlikleri için gereken tedbirleri belirlemesine yardımcı olmak amaçlanmıştır.

1.BÖLÜM: GİRİŞ

22.08.2013 tarihli ve 28743 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” işverenleri titreşime maruz kalmaktan kaynaklanan risklerin ortadan kaldırılması, bunun mümkün olmadığı durumlarda ise minimuma indirilmesi noktasında yükümlü tutmaktadır (Bu yükümlülükler Tablo 1.1’de özetlenmiştir). Rehberin ana bölümlerinde risklerin belirlenmesi, tehlikeleri incelemesi, el-kol titreşimine maruz kalan çalışanların sağlık ve güvenlikleri için alınması gerekli tedbirler ile ilgili bilgiler, rehber eklerinde ise titreşim ile ilgili detay bilgilere yer verilmiştir.

El-kol titreşimi, avuç ve parmaklar boyunca, el ile kola iletilen titreşimi ifade etmektedir. Elleri düzenli bir şekilde el-kol titreşimine maruz kalan çalışanların el ve kol dokuları zarar görebilmektedir. El-kol titreşimine maruz kalınması sonucu, parmaklarda ters kan dolaşımı ve sinirsel etkiler meydana gelmekte ve *el-kol titreşim sendromu* olarak bilinen bir dizi rahatsızlık (beyaz parmak veya Raynaud sendromu, karpal tünel sendromu, tendinit vb.) ortaya çıkabilmektedir. Belirtiler ve semptomlar arasında uyuşukluk, ağrı, karıncalanma ve his azalması yer almaktadır (*Ayrıntılı bilgi için “Ek-B: Titreşimin Sağlık Üzerine Etkileri” bölümüne bakınız*).

Farklı endüstri dallarında, birçok farklı meslekte çalışan kişiler el-kol titreşimine maruz kalmaktan kaynaklanan risklerden etkilenmektedir. Bu riskler, yüksek titreşim yayan araçların kullanılması ile bu araçların düzenli ve sürekli olarak kullanımı sonucunda büyük ölçüde artmaktadır. Titreşime maruz kalmaktan kaynaklanan riskleri yok etmek için yapılan araştırmalar, çok maliyetli olmayan kontrol yönetim sistemleri oluşturulması ile tehlikelerin kontrol edilebileceğini ve risklerin azaltılabileceğini göstermektedir. Ayrıca titreşim kontrol önlemleri birçok durumda verimliliğin artmasını da sağlamaktadır.

“Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” günlük el-kol titreşim maruziyeti için, aşılması durumunda işverenin el-kol titreşim risklerini kontrol etmesi gerektiği günlük maruziyet eylem değerini ve aşılmaması gereken maruziyet değerini (günlük maruziyet sınır değeri) aşağıdaki şekilde belirtmektedir:

Maruziyet sınır değerleri ve maruziyet eylem değerleri

MADDE 5 – (1) Bu Yönetmeliğin uygulanması bakımından, maruziyet sınır değerleri ve maruziyet eylem değerleri aşağıda verilmiştir:

a) El-kol titreşimi için;

1) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri: 5 m/s^2 .

2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri: $2,5 \text{ m/s}^2$.

Maruziyet eylem değeri, çalışanın maruz kaldığı el-kol titreşim değerinin, $2,5 \text{ m/s}^2$ değerini aştığı durumlarda, titreşime maruziyetten kaynaklanabilecek risklerin teknik ve iş organizasyonuna yönelik önlemlerle kontrol altına alınması gerektiğini belirten değerdir.

Maruziyet sınır değeri ise, çalışanların bu değerin (5 m/s^2) üzerinde bir titreşime kesinlikle maruz kalmaması gerektiğini belirten değerdir.

Bu rehber, el-kol titreşimi konusunda, işverenlerin Yönetmeliğe uyum sağlamasına yardımcı olmak amacıyla riskleri belirleme ve değerlendirme için kullanılan metodoloji, iş ekipmanlarının doğru seçimi ve kullanımı, koruyucu önlem uygulamalarına örnekler, çalışanların bilgilendirilmesi ve eğitimi ile sağlık gözetimi konularını kapsamaktadır. Tablo 1.1.'de Yönetmelik ile belirlenen yükümlülükler özetlenmektedir.

Tablo 1.1. Yönetmelik tarafından belirlenen yükümlülüklerin özeti			
Yönetmelik Maddesi	Sorumlu Kişi	Ne zaman?	Yükümlülük
Madde 6	İşveren	El-kol titreşiminden kaynaklanan potansiyel bir risk olduğunda	Maruziyet düzeyinin belirlenmesi: - Gözlem sonuçlarına başvurulması - Ekipman üreticisinden elde edilecek bilgilerin kullanılması - Titreşim ölçümlerinin yaptırılması (gerekirse)
Madde 7	İşveren	El-kol titreşiminden kaynaklanan bir risk olduğunda	Risk değerlendirmesinde, titreşimden kaynaklanan risklerin 7 inci madde alt bentlerinde belirtilen hususlar dikkate alınarak değerlendirilmesi
Madde 8	İşveren	Maruziyet eylem değerinin üstünde titreşime maruz kalındığının tespit edilmesi durumunda	Risklerin önlenmesi ve azaltılması: - Maruziyet oluşturacak eylemleri kaldırmak ya da azaltmak - El-kol titreşime maruz kalmayı minimuma indirecek ya da yok

			edecek programları oluşturmak ve uygulamak
Madde 9	İşveren	Maruziyet sınır değerinin üstünde titreşime maruz kalındığının tespit edilmesi durumunda	Sınır değerin üzerindeki maruziyeti önlenmesi: - Maruziyet sınır değerinin neden aşıldığının belirlenmesi - Bunun tekrarını önlemek amacıyla, koruma ve önlemeye yönelik gerekli tedbirlerin alınması
Madde 10	İşveren	El kol titreşimine maruz kalan çalışanların bulunması durumunda	Çalışanın bilgilendirilmesi ve eğitimi: - 10.madde alt bentlerinde belirtilen hususlar hakkında, titreşime maruz kalan çalışanların veya temsilcilerinin bilgilendirilmesi ve eğitilmesi
Madde 11	İşveren	El kol titreşimine maruz kalan çalışanların bulunması durumunda	Çalışanların görüşlerinin alınması ve katılımının sağlanması: - Risk değerlendirmesi, kontrol önlemleri, sağlık gözetimi ve eğitim konularında çalışanların ve çalışan temsilcilerinin görüşleri alınır.
Madde 12	İşyeri hekimi İşveren	Risk değerlendirmesi sonuçlarına göre Maruziyet eylem değerlerinin aşıldığı durumlarda	Sağlık gözetiminin yapılması: - Çalışana bilgi ve tavsiye sağlanması - Risk değerlendirmesinin gözden geçirilmesi - Riskleri önlemek veya azaltmak için alınan önlemlerin gözden geçirilmesi - Benzer şekilde maruz kalmış çalışanların sağlık durumunun gözden geçirilmesi

NOT: Rehber eklerin de titreşimle ilgili genel bilgiler (titreşimin fiziki, titreşime ait parametreler) ve titreşimin insan sağlığı üzerine etkileri hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

• **İlgili Bölüm**

- **Ek-A:** Titreşim hakkında genel bilgiler
- **Ek-B:** Titreşimin sağlık üzerine etkileri

2.BÖLÜM: RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ



El-kol titreşimi risk değerlendirmesi, el-kol titreşimine maruz kalınmasından kaynaklanan riskleri önlemek ya da uygun şekilde kontrol altına almak için, gerekli önlemlerin belirlenmesi noktasında işverenlere ve İSG profesyonellerine yardımcı olur.

Bu bölümde, titreşim ölçüm sonuçlarına ya da ayrıntılı bir maruziyet değerlendirmesine gerek duymadan, işyerinde el-kol titreşim maruziyetinde bir sorun olup olmadığına karar vermeye yardımcı olacak bilgiler verilecektir.

2.1. Risk Değerlendirmesinin Temelleri

Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği açısından, titreşime maruz kalmalarından doğan veya doğabilecek risklerden korunması için risklerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Risk değerlendirmesi, titreşimden kaynaklanan risklere maruz kalan çalışanları tespit etmeli ve titreşim maruziyet düzeylerini belirlemelidir. Risk değerlendirmesinin amacı, titreşim maruziyetinin önlem alınması gereken değerlere (eylem değeri) ulaşması veya aşılması durumunda (sınır değeri) alınması gereken önlemleri tespit etmektir.

Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin 6 ncı ve 7 nci maddeleri aşağıdaki hükümleri içermektedir:

Maruziyetin belirlenmesi

MADDE 6 – (1) İşveren, çalışanların maruz kaldığı mekanik titreşim düzeyini, işyerinde gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde ele alır, gerekiyor ise ölçümler yaptırarak mekanik titreşime maruziyeti belirler. Bu ölçümler, 20/08/2013 tarihli ve 28741 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmeliğe göre yapılır.

(2) Çalışanın el-kol titreşimine maruziyetinin ölçümü, Ek-1’deki ve bütün vücut titreşimine maruziyetinin ölçümü Ek-2’deki 2 nci maddeye uygun olarak yapılır.

(3) Mekanik titreşime maruziyet düzeyi değerlendirilirken aşağıdakiler dikkate alınır:

- a) Kullanılan ekipmanla yapılan çalışmalardan elde edilen gözlem sonuçları.
- b) Ekipmanın üreticisinden elde edilecek bilgi de dahil olmak üzere, ekipmanda veya ekipmanın kullanıldığı özel koşullarda oluşabilecek titreşimin büyüklüğü hakkındaki bilgiler.

(4) Üçüncü fıkradaki değerlendirme özel aygıt ve uygun yöntem kullanılarak yapılacak ölçüm yerine geçmez.

(5) Değerlendirme ve ölçüm sonuçları, gerektiğinde kullanılmak ve denetimlerde gösterilmek üzere uygun bir şekilde saklanır.

Risk değerlendirmesi

MADDE 7 – (1) *İşveren; 29/12/2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmî Gazete`de yayımlanarak yürürlüğe giren İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği uyarınca işyerinde gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde, mekanik titreşimden kaynaklanabilecek riskleri değerlendirirken aşağıda belirtilen hususlara özel önem verir;*

- a) Aralıklı titreşim veya tekrarlanan şoklara maruziyet de dahil maruziyetin türü, düzeyi ve süresine,*
- b) Maruziyet sınır değerleri ve maruziyet eylem değerlerine,*
- c) Başta özel politika gerektiren gruplar ile kadın çalışanlar olmak üzere tüm çalışanların sağlık ve güvenliklerine olan etkilerine,*
- ç) Mekanik titreşim ile çalışma ortamı arasındaki veya mekanik titreşim ile diğer iş ekipmanları arasındaki etkileşimlerin, çalışanların sağlık ve güvenliğine olan dolaylı etkisine,*
- d) İş ekipmanlarının mekanik titreşim düzeyi hakkında, ilgili mevzuat uyarınca imalatçılardan sağlanan bilgilere,*
- e) Mekanik titreşime maruziyet düzeyini azaltacak şekilde tasarlanmış alternatif bir iş ekipmanının bulunup bulunmadığına,*
- f) Bütün vücut titreşimine maruziyetin, işverenin sorumluluğundaki normal çalışma saatleri dışında da devam edip etmediğine,*
- g) Düşük sıcaklık gibi özel çalışma koşullarına,*
- ğ) Sağlık gözetiminden elde edilen uygun en güncel bilgilere.*

İşveren, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 10 uncu maddesinin birinci fıkrasına uygun olarak bir risk değerlendirmesi yaptırmalı ve bu risk değerlendirmesinde Kanunun 4 üncü, 5 inci ve 11 inci maddelerine uygun olarak hangi önlemlerin alınması gerektiğini belirlemelidir.

Titreşime maruziyetten kaynaklanan risklerin değerlendirilmesine yönelik (etkili) bir risk değerlendirmesi aşağıda belirtilen özelliklere sahip olmalıdır.

- El-kol titreşiminden kaynaklanan bir risk olup-olmadığını tespit etmelidir.
- Çalışanların maruz kaldıkları titreşim değerlerini tahmini olarak belirlemeli ve bu değerleri maruziyet eylem değeri ve maruziyet sınır değeriyle karşılaştırmalıdır.
- Mevcut riskleri kontrol etmek için uygun kontrol seçenekleri sunmalıdır.
- El-kol titreşimine maruziyetten kaynaklanan risklerini kontrol etmek ve izlemek için yapılması gerekenleri tanımlamalıdır.

Risk değerlendirmesinin başlangıç noktası, yapılan işi, işin içerdii prosesi ve kullanılan ekipmanı belirlemek ve sorular sormaktır.

Risk değerlendirmesi (5) aşamadan oluşur:

1. Aşama : İşyerinde kullanılan ekipmanlardan, yapılan işlerden kaynaklı bir el-kol titreşim riski olup-olmadığının belirlenmesi

2. Aşama : Titreşime maruz kalan tüm çalışanların belirlenmesi

3. Aşama : El-kol titreşimine maruziyetten kaynaklı risklerin değerlendirilmesi ve uygun kontrol önlemlerinin belirlenmesi

4.Aşama : Bulguların ve eylem planının kayıt altına alınması

5. Aşama : Değerlendirmenin gözden geçirilmesi ve gereken durumlarda revize edilmesi

Kişinin günlük titreşim maruziyetini belirleyen faktörler, yapılan iş sonucu maruz kalınan titreşimin frekans ağırlıklı büyüklüğü (değeri) ve bu değere maruz kalınan sürenin (maruziyet süresi) uzunluğudur. Maruziyet süresi ne kadar uzun olursa, kişinin titreşim maruziyeti ve maruziyetten kaynaklanan risk değeri de o kadar büyük olacaktır. Bundan dolayı, risklerin değerlendirilmesi aşamasında, çalışanları ve temsilcilerini sürece dahil etmek ve bilgilendirmek önemlidir. alışanlarla etkin bir ortaklık, yapılan iş/işlerin ve bu iş/işleri yapmak için harcanan süre/srelerin gerçekçi bir şekilde değerlendirmesine olanak sağlayarak risk değerlendirmesi için kullanılacak bilgilerin doğruluğunu arttıracaktır.

2.1.1. Risk Olup-Olmadığının Belirlenmesi (1.Aşama)

İşyerinde yürütülen işlerde, el-kol titreşimine maruziyetten kaynaklı risk olup olmadığının belirlenmesi, risk tespit edildiğinde, riskin değerlendirilmesi ve kontrol altına alınması işverenin yükümlülüğündedir. Risk değerlendirmesi aşamasında, uzmanlık gerektiren titreşim bilgisine ihtiyaç duymadan basit bir değerlendirme süreci ile risk değerlendirmesi mümkün olabilir. Bunun için, çalışılan sektörü, iş süreçlerini, kullanılan araç ve gereçleri göz önünde bulundurmak ve bazı temel soruları yanıtlamak yeterli olacaktır. Aşağıda, daha detaylı bir değerlendirme yapmaya gerek duymadan, risk olup-olmadığına karar vermeye yardımcı olacak bazı sorular verilmiştir.



Soru 1: İşyerinde elle yönlendirilen veya el yardımı ile kullanılan ekipman kullanıyor mu?

İşyerinde bu tür bir iş ekipmanı kullanılıyorsa, titreşim riski altında olan çalışanların belirlenmesi ve riski kontrol etmek için harekete geçilmesi gerekebilir.

Aşağıda listelenenler gibi bazı endüstrilerde, iş süreçleri ile kullanılan alet ve ekipmandan kaynaklı, titreşime bağlı hastalıkların ortaya çıktığı bilinmektedir. Eğer bu sektörlerden birinde faaliyet gösteriliyorsa, bazı çalışanların risk altında olması muhtemeldir. (Herhangi bir yüksek titreşimli alet, kullanım sırasında veya sonrasında ellerde karıncalanma veya uyuşmaya neden oluyorsa, titreşim riski oluşturduğu göz ardı edilmemelidir.)

El-kol titreşim maruziyetinin görüldüğü bazı sanayi kolları ve iş süreçleri:

- Genel ve ağır sanayi, imalat ve metal işleme
- Ormancılık faaliyetleri
- Dökümhaneler
- Gemi yapımı / onarımı
- Motorlu taşıt imalatı / onarımı
- İnşaat ve inşaat mühendisliği
- Yol ve demiryolu inşaatı / bakımı
- Maden ve taş ocakları

Yüksek titreşim riskinin bulunduğu bazı iş süreçleri:

- Kaya, beton ve diğer malzemelerin delinmesi ve kırılması
- Kum, beton veya agrega birleştirme veya sıkıştırma
- Perçinleme, çekiçleme vb. işler
- Kazıma, ayrıştırma ve boya çıkarma dahil yüzey hazırlığı
- Ahşap, metal, taş, lastik, plastik ve seramiklerin taşlanması, zımparalanması veya parlatılması
- Metal, ahşap, çimen, taş, kemik vb. kesimi
- Makine üzerinde işlenen parçaları elle tutma veya elle destekleme
- Parça veya ürün montajı



Soru 2: İşyerinde darbeli veya vurmali (çekiç vb.) ekipmanlar kullanılıyor mu?

Darbeli ekipman kullanımı, döner ekipman kullanımından daha çok titreşim ortaya çıkarabilmektedir. Bazı darbeli aletler birkaç dakika kullanımla birlikte maruziyet eylem değerini geçebilmektedir. Bir çalışan bu aletleri günde ortalama 15 dakikadan fazla kullanıyorsa eyleme geçilmelidir. (Not: Darbeli ekipman sınıfı içerisinde, en yüksek titreşim emisyon değerine sahip örnek bir ekipmanın kullanımı sonucunda, beş dakikadan daha kısa sürede maruziyet eylem değeri aşılabılır.)



Soru 3: İşyerinde dönerek çalışan ekipmanlar (taşlama makinası, zımpara vb.) kullanılıyor mu?

Dönerek çalışan bazı ekipmanlarla ortalama 1,5 saat çalışıldığında maruziyet eylem değeri aşılabilmektedir. Eğer çalışan böyle bir aletle günde ortalama 1 saatten fazla çalışıyorsa eyleme geçilmelidir. (Not: Dönerek çalışan ekipman sınıfı içerisinde, en yüksek titreşim emisyon değerine sahip örnek bir ekipmanın kullanımı sonucunda, yaklaşık 15 dakika içinde maruziyet eylem değeri aşılabılır.)



Soru 4: İşyerinde, titreşim maruziyetinden etkilendiği rapor edilmiş bir çalışan var mı?

El-kol titreşim maruziyetinin sonucu olarak, beyaz parmak, karpal tünel sendromu, el ve kollarda kan dolaşım bozukluğu sorunları karşılaşılan olumsuz durumlardandır. Bu tip durumların belirtileri aşağıda verilmiştir.

Sıklıkla görülen el-kol titreşim maruziyeti semptomları:

- Parmaklarda uyuşma ve karıncalanma.
- El ile dokunmada his kaybı, küçük nesnelerle çalışmada zorlanma, düğme ilikleme gibi günlük görevleri yapamama.
- Parmaklarda beyazlaşma ve parmağın normal rengine dönmesi sırasında acı hissetme (özellikle soğuk ve ıslak havalarda). - Bu durum " beyaz parmak", "ölü parmak" veya "ölü el" olarak bilinir.
- El ve kolda eklem ağrısı ve sertlik, kavrama gücünde azalma.

Titreşime maruz kalan çalışanlardan herhangi biri, yukarıda belirtilen semptomlara sahipse, harekete geçilmelidir. (Not: Belirtilen semptomlardan herhangi birisi görülme dahi, işyerinde titreşime maruziyet kaynaklı bir risk olabilir). Sağlık gözetimi bölümünde (*Bkz. Bölüm 4: Sağlık Gözetimi*), titreşim maruziyeti ile ilgili değerlendirmelerin ve çalışanların sağlık gözetimi için düzenlemelerinin nasıl yapılacağı açıklanmaktadır.

2.1.2. Risk Altındaki Çalışanların Belirlenmesi (2.Aşama)

El-kol titreşimine maruziyet riski altındaki çalışanların belirlenmesi genellikle basit bir prosedürdür. Zarar görmesi muhtemel çalışanlar, belirlenen titreşimli alet veya ekipmanı kullanan kişilerdir. Bu çalışanlar genellikle çalışma saatlerinin büyük bir bölümünde titreşimli alet veya ekipmanlarla çalışırlar. (Bazı durumlarda, örneğin tesisat ve bakım gibi kısa süreli işlerde de, titreşimli alet veya ekipman kullanılabilir.)

2.1.3. Risklerin Değerlendirilmesi ve Kontrol Stratejisi Oluşturma (3.Aşama)

Risk değerlendirmesinin 1. ve 2. aşamaları, el-kol titreşimine maruziyet riski olup olmadığına karar vermeye yardımcı aşamalardır. Bu aşamalardan sonra, kontrol altına alınması gereken bir risk tespit edildiği durumda, olası titreşim maruziyet seviyelerinin belirlenmesi ve uygun bir eylem planının oluşturulması gerekmektedir. Maruziyet seviyelerinin belirlenmesinin amacı;

- Risk veya risklerin nerede olduğunu belirlemek, böylece maruziyeti kontrol altına almak için kullanılacak uygun yöntemleri içeren bir eylem planı oluşturmaktır.
- Çalışanların günlük titreşim maruziyetlerini, maruziyet eylem değeri veya maruziyet sınır değeri ile kıyaslamaktır.
- Kontrol stratejisi oluşturmak için gerekli olabilecek ek bilgileri (iş süreçlerinin veya iş ekipmanının nasıl değiştirileceği, herhangi bir özel eğitimin gerekli olup olmadığı, kimlerin sağlık gözetimine tabi tutulacağı ve sağlık gözetiminin içeriğini) belirlemektir.

Günlük titreşim maruziyet düzeyini belirlemek için aşağıdaki bilgilere ihtiyaç vardır:

- Günlük maruziyet süresi (Titreşime maruz kalınan iş veya işlerin süresi)
- Maruziyet düzeyi (Yapılan işten kaynaklanan ve ele iletilen titreşimin ortalama büyüklüğü)

2.1.3.1. Maruziyet Süresinin Belirlenmesi



Günlük titreşim maruziyetini değerlendirmek için operatörlerin (titreşime maruz kalan çalışanların) titreşime maruz kaldığı sürenin belirlenmesi gerekmektedir.

Günlük titreşim maruziyet düzeyinin ($A(8)$ olarak ifade edilir ve 8 saatlik bir çalışma günü için maruz kalınan titreşim değeridir) hesaplanabilmesi için, öncelikle maruziyeti hesaplanacak çalışanın, çalıştığı aleti, ekipmanı vb. ne kadar süre kullandığı ya da yaptığı her işte ne kadar süre çalıştığı belirlenerek, bir günlük çalışma süresi içerisinde titreşime maruz kaldığı süreler toplamı (günlük maruziyet süresi) hesaplanmalıdır. Günlük maruziyet süresi belirlenirken, çalışanın sadece titreşime maruz kaldığı zamanın hesaba katılması önemlidir. Çalışanın ekipmanı bıraktığı ya da eliyle tuttuğu ancak çalıştırmadığı durumlar, dinlendiği durumlar vb. hesaba katılmamalıdır. Kontak (temas) süresi ya da tetikleyici süre, ellerin aletten ya da iş sürecinden (örneğin bir parçanın makinada işlenmesi sırasında) kaynaklanan titreşime maruz kaldığı süredir. Tetikleyici sürenin belirlenmesi için kullanılan metod, aletin kullanımının sürekli ya da aralıklı olup olmadığına dayanmaktadır. Aşağıda sürekli ve aralıklı ekipman kullanımına örnekler verilmiştir.



Örnek 1 (Sürekli Ekipman Kullanımı) : Büyük miktarda çapağı temizlemek için taş motorunun saatlerce kullanılması

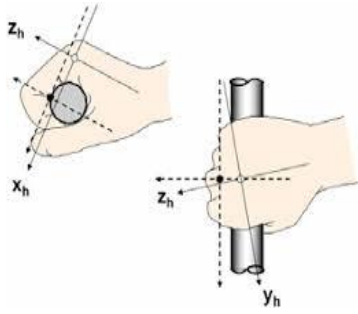
Günlük çalışma içerisinde taş motorunun ne kadar süre kullanıldığı gözlemlenir ve bir süre ölçer ile çalışma süresi kaydedilir.



Örnek 2 (Aralıklı Ekipman Kullanımı): Tekerlek bijon civatasını sıkıştırmak için darbeli bijon anahtarı kullanımı

Çalışma günü süresince yapılan civata sıkma sayısını bilmek gerekebilir. Örnek bir sıkma işleminin gözlemi üzerinden bir sıkma işlemi için gereken süre belirlenebilirse toplam günlük çalışma süresi hesaplanabilir.

2.1.3.2. Titreşimin Büyüklüğünün Belirlenmesi



El-kol titreşim riski, dikey eksenler x, y ve z 'nin frekans ağırlıklı ivmelerinin karelerinin kökü olan frekans ağırlıklı toplam ivme değeri a_{hv} 'ye dayanmaktadır.

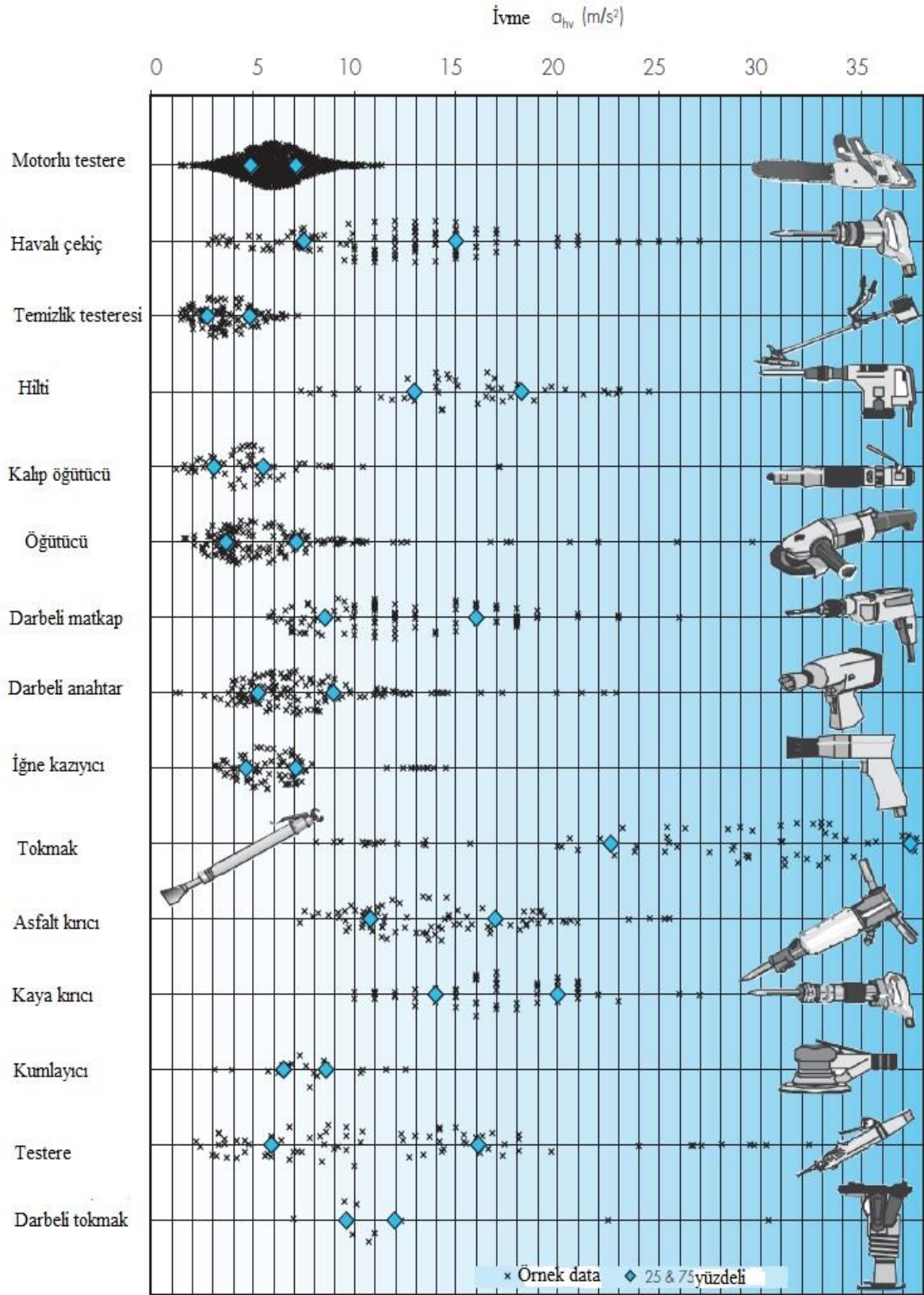
Titreşim değeri, titreşimin ele girdiği nokta üzerinden değerlendirilir (*Ayrıntılı bilgi için “Ek-A: Titreşimin Hakkında Genel Bilgiler” bölümüne bakınız*) ve birimi (m/s^2)' dir. Belirli bir aletin kullanımında veya belirli bir işin yapılması sırasında, maruz kalınan titreşim büyüklüğü oldukça değişken olabilir. Kullanılan aletin durumu, çalışılan materyal ve operatörün çalışma tekniği, maruz kalınan titreşimin değerini etkileyebilir. Bundan dolayı belirli bir alet veya iş için, kesin bir titreşim değeri elde etmek genellikle zordur.

Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, çalışanların günlük maruziyet seviyelerinin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması konusunda işverenleri yükümlü tutmaktadır. Maruziyet eylem değerinin veya sınır değerinin aşılma olasılığı olduğu durumlarda, önleyici tedbirler alınmalıdır.

İşyerinde titreşim ölçümleri yaptırmaya gerek duymadan maruziyet eylem değerinin veya sınır değerinin aşılma ihtimali olup olmadığı veya aşılp aşılmadığı belirlenebilir. Herhangi bir alet kullanımı veya yapılan iş için, titreşim büyüklüğünün değeri ve çalışma süresi bilindiğinde, günlük titreşim maruziyeti hesaplanabilir. Titreşim büyüklüğü 3 şekilde belirlenebilir:

1. Üreticinin sağladığı titreşim emisyon verilerinin kullanımı
2. Diğer veri kaynaklarının kullanımı
3. Titreşim ölçümleri

Bazı cihazların titreşim değerleri Şekil 2.1'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1: Örnek cihazların titreşim değerleri

2.1.3.2.1. Titreşim Emisyon Verilerinin Kullanımı

Alet veya makine üreticileri veya tedarikçileri, titreşim konusunda önemli bir bilgi kaynağı olabilirler. Üretici veya tedarikçi firmaların bir çoğu web sitelerinde ürünlerinin titreşim emisyon bilgisini paylaşmaktadır.

Üretici veya tedarikçi firmalar, makine bilgi ve talimatlarıyla birlikte el-kol titreşim riskleri ve titreşim emisyon değerleri hakkında da bilgi vermelidirler. Üreticilerin yayınlanan titreşim emisyon değerleri genellikle, Avrupa veya Uluslararası Standart Birimleri tarafından yayınlanan Avrupa Titreşim Test Kılavuzlarına göre elde edilmiştir. (Ayrıntılı bilgi için “TS EN ISO 20643:2012, Mekanik titreşim - Elde tutulan ve elle yönlendirilen makineler - Titreşim emisyonunun değerlendirilmesi için prensipler” standardına bakınız.)

“Makina Emniyeti Yönetmeliği” tedarik edilen makineler için, titreşimle ilgili özel gereklilikleri de içeren sağlık ve güvenlik şartlarını tanımlamaktadır. Makina Emniyeti Yönetmeliğinde, diğer gerekliliklerin arasında, makine üreticilerinin, ithalatçıların ve tedarikçilerinin ele yayılan titreşim hakkında bilgi sağlamaları zorunluluğu bulunmaktadır.



TEKNİK BİLGİLER :

Motor	
Silindir Hacmi cm3	24,5
Silindir İç Çapı mm	34
Güç	0,7Kw/0,9hp
Maksimum güç hızı rpm	7000
Tavsiye edilen en yüksek motor hızı rpm	11600
Ateşleme Sistemi	
Dişli oranı	4,9:1
Ekipman	
Tavsiye edilen maksimum dal kalınlığı	22 mm
Diş açıklığı	26 mm
Yakıt deposu hacmi	0,5 litre
Yakıt tüketimi	600 g/kWh
Bıçak tipi	A
Bıçak uzunluğu	73,5 cm
Kesim uzunluğu	4695 kesim/dk
Emisyon, titreşim & gürültü verileri	
Titreşim rölanti ön/arka tutmaç	3,5 m/s2 / 2,3 m/s2
Titreşim en yüksek hız ön/arka tutmaç	2,5 m/s2 / 3,9 m/s2
Ses seviyesi min / max	99 dB(A) / 97 dB(A)
Gürültü emisyonu LWA	109 dB(A)
Emisyon, HC	109 g/kWh
Emisyon, Nox	1,37 g/kWh
Emisyon, CO	1,1 g/kWh
Ağırlık	5,9Kg

Şekil 2.2: Örnek İş Ekipmanına ait Ürün Özellikleri Tablosu

Yukarıda üretici firma tarafından yayınlanan, örnek bir iş ekipmanının özelliklerinin belirtildiği tabloda, titreşim emisyon bilgisi görülmektedir. Üretici tarafından sağlanan titreşim emisyon değerleri, alıcıların aynı standart test kılavuzuna göre test edilen makineleri kıyaslamasına izin vermekte ve böylece yüksek titreşimli aletler yerine daha düşük titreşim yayan alet seçebilmelerine olanak vermektedir. Üreticilerden gelen titreşim yayım verileri ayrıca belirli bir motorlu alet kullanıldığında bir kişinin eline yayılan titreşim değerinin yaklaşık ne kadar olduğunu da söyleyebilmektedir. Bu durum, günlük maruziyetin tahmin edilmesine ve riskin değerlendirilmesine yardımcı olabilmektedir. Güncel olarak kullanılan titreşim test kılavuzları, çalışma hayatında kullanılan titreşimli aletlerin, yaydıkları titreşim değerini genellikle tek titreşim ekseninden ölçülen titreşim sonucuna göre değerlendirmektedir. Bundan dolayı CEN/TR 15350 (*Mechanical vibration. Guideline for the assessment of exposure to hand-transmitted vibration using available information including that provided by manufacturers of machinery – Mekanik Titreşim. Üreticiden sağlanan makine bilgisi ile ele iletilen titreşim maruziyetinin değerlendirilmesi için rehber*), titreşim risklerinin değerlendirilmesi aşamasında, üreticinin açıkladığı yayım değerlerinin, kullanılan aletin cinsine bağlı olarak aşağıda belirtilen değerlerle (çarpım faktörleri) çarpılmasını tavsiye etmektedir.

- Yanmalı motorlu aletler: x 1 değeri ile
- Pnömatik aletler: x 1.5 ile 2 arasında bir değerle
- Elektrikli aletler: x 1.5 ile 2 arasında bir değerle

Not: Üreticilerin açıkladığı yayım değerlerinin 2,5 m/s²'den az olduğu durumlarda, 2,5 m/s² değeri kullanılmalı ve uygun faktörle çarpılmalıdır. (Çarpım faktörleriyle ilgili detaylı bilgi için CEN/TR 15350 standardına bakınız)

2.1.3.2.2. Diğer Veri Kaynaklarının Kullanımı

Maruziyet eylem değeri veya maruziyet sınır değerinin aşılp aşılmadığına karar verilmesine olanak sağlayan diğer bilgi kaynakları da bulunmaktadır. Bağlı bulunan meslek odaları vb. kuruluşların yanı sıra, internette ihtiyacı karşılayabilecek uluslararası titreşim veritabanları da bulunmaktadır.(Örnek: www.vibration.db.umu.se/HavSok.aspx?lang=en)

Bu tip veri kaynaklarının sağladığı bilgiler kullanılırken, ilgili ekipmanın yapım yılı, modeli vb. bilgilerinin bilinmesi gerekmektedir. (Bunun mümkün olmadığı durumlarda, başlangıç noktası olarak benzer bir aletle ilgili titreşim değerleri ile ilgili verilerin kullanılması yoluna gidilebilir)

Yayınlanmış veri kaynaklarından, ilgili ekipmanın titreşim bilgilerini belirlerken, ekipman ve çalışma şekli ile ilgili aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekmektedir:

- Ekipmanın türü (yol kırıcı, öğütücü vb.)
- Güç kaynağı (pnömatik, elektrik vb.) ve ekipmanın sınıfı (gücü, çalışma hızı, boyut veya ağırlık vb.)
- Herhangi bir titreşim önleme özelliği (titreşim emici malzeme ile kaplanmış olması vb.)
- Titreşim ölçümü yapıldığında ekipmanın kullanıldığı iş (beton kırma, taşlama vb.)
- Ekipman kullanılarak işlenen malzeme (metal, beton vb.)
- Takılı eklentilerin türü (keski veya taşlama diskinin türü)

Not:Yayınlanmış titreşim verileri kullanılırken, gerçeğe yakın bir değerlendirme elde etmek için veriler iki veya daha fazla kaynaktan kıyaslanmalıdır.

2.1.3.2.3. Titreşim Ölçümü

Kullanılan ekipmandan kaynaklanan titreşim hakkında, ekipman tedarikçilerinden veya diğer kaynaklardan yeterli bilgi sahibi olunamadığı durumlarda, ekipmanın yaydığı titreşim değerini hesaplamak için çalışma yerinde titreşim ölçümü yapmak gerekecektir. İşverenler bilgi ve ön değerlendirme amaçlı, titreşim ölçümlerini kendileri yapabileceği gibi, titreşim ölçümleri konusunda danışmanlık hizmetine de başvurabilirler. Titreşim ölçümü karmaşık ve belirli bir metoda göre yapılması gereken bir iş olduğu için, her iki durumda da önemli olan ölçümü yapacak olan kişinin yeterli yetkinlik ve tecrübeye sahip olmasıdır.

Yasal mevzuat gereği titreşim maruziyet ölçümlerini *İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hakkında Yönetmelik* hükümlerine göre yeterlik veya ön yeterlik belgesi bulunan laboratuvarlar yapabilmektedir. El-kol titreşim maruziyeti, “TS EN ISO 5349-1: Mekanik titreşim-Kişilerin maruz kaldığı elle iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi-Bölüm 1:Genel kurallar” standardında tanımlanan ölçüm metodu ve bu metodun kullanımı hakkında bilgi içeren pratik rehber “TS EN ISO 5349-2: Mekanik titreşim - Kişilerin maruz kaldığı, elden vücuda iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi - Bölüm 2: İşyerlerinde ölçüm yapmak için pratik kılavuz” kullanılarak ölçülmelidir.

Titreşim büyüklüğü, elle kontak halinde olan işin parçası veya aletin elle tutulan kısmın zemininin frekans ağırlıklı ivmesine göre tanımlanmakta olup birimi (m/s²)’dir (*Ayrıntılı bilgi için “EK-C: Günlük Titreşim Maruziyetini Hesaplama Yöntemleri” bölümüne bakınız*). Ölçüm şartları ve ölçüm süresi, çalışanın çalışma süresi boyunca yapılan işten veya kullanılan aletten

kaynaklanan ortalama titreşim değerini gösterecek şekilde ayarlanmalıdır. Aletlerin iki elle tutulduğu durumlarda, ölçümler iki elin konumunda ve titreşim maruziyetini belirlemede kullanılan en yüksek değerde yapılmalıdır.

2.1.3.2.4. Günlük Titreşim Maruziyetinin Hesaplanması

Günlük titreşim maruziyeti, $A(8)$, titreşim değeri ve maruziyet süresinden hesaplanmaktadır. Titreşim değerine benzer olarak, günlük titreşim maruziyenin birimi de metre bölü saniye karedir (m/s^2). Günlük maruziyet, temas ya da tetikleme süreleri ve bu süreler içerisinde maruz kalınan titreşimin değeri baz alınarak hesaplanan, sekiz saatlik standart bir çalışma gününde maruz kalınan ortalama titreşim değeridir. (*Günlük titreşim maruziyet değeri hesaplama örnekleri ile ilgili “EK-C: Günlük Titreşim Maruziyetini Hesaplama Yöntemleri” bölümüne bakınız*). Toplam maruz kalma süresinin tam olarak sekiz saat olması durumunda, günlük titreşim maruziyeti ölçülen veya kaynaklardan elde edilen (üretici emisyon değeri vb.) ortalama titreşim büyüklüğü ile aynı değere sahiptir. Örneğin, bir kişi sekiz saatlik çalışma süresi boyunca $3 m/s^2$ ’lik titreşime maruz kalıyorsa, günlük maruziyet değeri, $A(8)$, $3 m/s^2$ olacaktır. Eğer gün içinde titreşime maruz kalınan süre sekiz saatten azsa (genelde karşılaşılan durum budur), günlük maruziyet değeri $3 m/s^2$ ’den az olacaktır. Eğer gün içinde titreşime maruz kalınan süre sekiz saatten fazla olursa (nadir karşılaşılan bir durumdur) günlük maruziyet değeri $3 m/s^2$ ’den fazla olacaktır. Tablo 2’de, maruz kalınan titreşim değeri baz alınarak, maruziyet eylem değerine ve maruziyet sınır değerine ulaşma süreleri ile ilgili bilgi verilmiştir.

Tablo 2.1: Maruziyet değeri – Maruziyet Eylem / Sınır Değer İlişkisi

Titreşim Değeri (m/s^2)	2.5	3.5	5	7	10	14	20
Maruziyet Eylem Değerine Ulaşma Süresi (saat)	8	4	2	1	1/2	1/4	2/15 (* 8 dakika)
Maruziyet Sınır Değerine Ulaşma Süresi (saat)	>24	16	8	4	2	1	1/2

2.1.4. Bulguların ve Eylem Planının Kaydedilmesi (4.Aşama)

Risk değerlendirmesinin önemli bulguları ve riski kontrol etmek için neler yapılması gerektiği kayıt altına alınmalıdır. Aşağıda kayıt altına alınması gerekenlerle ilgili bir liste verilmiştir:

- Çalışanlar, yapılan işler
- Araçların, iş ekipmanlarının, iş süreçlerinin tanımı ve mevcut herhangi bir titreşim kontrol önlemi
- Muhtemel titreşim büyüklükleri (seviyeleri) ve bu bilgilerin kaynakları (üreticilerin bilgileri, veritabanları, ölçüm sonuçları vb.)
- Günlük maruziyet süresi ve Günlük maruziyet eylem değerini ve / veya günlük maruziyet sınır değerini aşması muhtemel olan çalışanlar
- Maruziyeti azaltmak için alınan önlemler
- Sağlık gözetimi ile ilgili bilgiler

2.1.5. Risk Değerlendirmesinin Gözden Geçirilmesi (5.Aşama)

İşyerinde, maruziyet seviyesini ve maruziyet riskini etkileyebilecek değişiklikler olduğunda, risk değerlendirmesinin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Titreşim maruziyetlerini etkileyebilecek değişiklikler şunlardır:

- Farklı makine veya süreçlerin kullanılmaya başlanması
- Çalışma düzeninde veya çalışma yöntemlerinde değişiklikler
- Titreşimli ekipmanla çalışılan sürenin değişmesi
- Yeni titreşim kontrol önlemlerinin uygulanmaya başlanması

Çalışanların sağlığı üzerinde olumsuz etkilerin tespiti (örneğin, sağlık gözetim programının sonuçlarına göre), alınan önlemlerin düzgün çalışmadığına ve risklerin kontrol altında olmadığına dair bir kanıt olacaktır. Ayrıca her durumda risk değerlendirmesi düzenli aralıklarla gözden geçirilmelidir.

NOT: Rehber eklerin de titreşim ölçümü ve günlük titreşim maruziyetini hesaplama yöntemleri ile ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

- **İlgili Bölüm**
 - **Ek-C: Günlük Titreşim Maruziyetini Hesaplama Yöntemleri**



3.BÖLÜM: TİTREŞİM MARUZİYETİNİN AZALTILMASI

Risk değerlendirmesi, çalışanların el-kol titreşim maruziyetini yeterli biçimde kontrol edecek veya engelleyecek önlemlerin planlanmasında yardımcı olacaktır. Bu bölümde, risk değerlendirmesinin sonuçlarına göre, riskleri kontrol altına almak için kontrol stratejisinin nasıl geliştirileceği, kontrol aktivitelerine nasıl öncelik verileceği, risk kontrollerinin uygulanması ve bu kontrollerin işlevselliğinin yönetilmesi ile ilgili bilgiler verilecektir.

3.1. Kontrol Stratejisi Oluşturma

Titreşime maruziyetten kaynaklanan riskleri kontrol etmek için, el-kol titreşim maruziyetini etkin bir biçimde azaltacak bir strateji oluşturulması önemlidir. Titreşim maruziyeti değerlendirilirken, öncelikle maruziyetin meydana geldiği iş sürecinin göz önüne alınması gerekmektedir. Çalışanların titreşime neden maruz kaldığını anlamak, titreşimi azaltmaya veya ortadan kaldırmaya yardımcı olacaktır. Risklerin yönetimi (ortadan kaldırılması veya azaltılması) sürecindeki önemli aşamalar şunlardır:

- Titreşimin ana kaynaklarını belirleme ve günlük maruziyete katkılarına göre derecelendirme
- Uygulanabilirlik ve maliyet açısından potansiyel zmleri belirleme ve değerlendirme
- nceliklere karar verme ve eylem programını belirleme
- Yönetim sorumluluklarını tanımlama ve yeterli kaynağın ayrılması
- Programı yürürlüğe koyma
- Süreci yönetme ve programı değerlendirme

El-kol titreşiminden doğan riskleri azaltmak için ele alınacak yaklaşım, sürecin uygulanabilirliğine ve maruziyetin seviyesine bağlıdır. Bununla beraber, titreşime karşı daha hassas olan çalışanlar ile maruziyet eylem değerinin altındayken bile hastalık belirtileri gösteren çalışanların durumu da ayrıca ele alınmalıdır.

3.2. İş Süreçlerinde Titreşim Maruziyetinin Azaltılması

Titreşimden kaynaklanan riski ortadan kaldırmanın en etkili ve güvenilir yolu, çalışanların titreşime maruz kalmayacakları iş süreçlerinin (alışma şekillerinin) seçilmesi ya da iş süreçlerinin yeniden tasarlanmasıdır. Titreşim maruziyetinin çok yüksek olduğu durumlarda (maruziyet sınır değerinin üzerinde) iş süreçlerini yeniden tasarlamak, bazen titreşim riskini

kontrol etmenin tek yolu olup, titreşim maruziyet değerini azaltmanın yanı sıra, uzun vadede iş verimliliğini de arttıracaktır.

Sektörde kullanılan alternatif çalışma yöntemlerinin takip edilmesi, (üretici veya tedarikçilerden, teknolojik dergi vb. yayınlardan) seçilmesi ve kullanılması, etkin çözümler sunma noktasında yararlı olacaktır. İş süreçlerinde uygulanacak etkili bir eylem planı, çalışanları titreşime maruz bırakan operasyon ve ekipmanın kullanım ihtiyacını önlemeye (veya en aza indirmeye) ve işyerinin, iş ekipmanının, çalışma yöntemlerinin ergonomik tasarımını geliştirmeye yönelik olmalıdır. Titreşim maruziyetini önlemek veya azaltmak için alternatif iş süreçlerine örnekler ve örnek durum analizleri aşağıda verilmiştir:

Titreşim maruziyetini önlemek veya azaltmak için alternatif çalışma şekilleri:

- El tipi elektrikli aletlerin kullanımı ile imalatı veya montajı ortadan kaldırmak için ürün tasarımının geliştirilmesi
- İmalat yöntemlerinin değiştirilmesi (örneğin pnömatik perçinleme çekiçlerini kullanmaktan kaçınmak için yapıştırma, kaynak, hidrolik sıkma vb.)
- Pürüz kesme ve benzeri işler için pnömatik kesiciler yerine, alev kesme veya oluk açma yöntemlerinin kullanımı
- Gerekli dekoratif etkiyi üretmek kullanılan iğne tabancaları veya kazıma aletlerinin kullanılmasının azaltılması (yerlerine prefabrik bileşenler kullanılması)
- Elle tutulan, elle yönlendirilen veya elle beslenen makineleri kullanan süreçlerin otomasyon veya mekanizasyon ile değiştirilmesi
- Kablo döşeme, su ve şebeke onarımı ve benzeri işler için elle çalışan yol kırıcılar yerine, makine ile çalışan kırıcılar, mobil yol kesme makineleri ve / veya kanal açma makinelerinin kullanımı
- Elektrikli el aletleri kullanarak metal temizleme işlemleri yerine frezeleme, tornalama veya diğer işleme aletlerinin kullanımı

Örnek Durum 1: Kırıcıların kullanımını azaltmak için betonun kırılması

Bir hastanenin tadilatı sırasında, 15 m^2 'lik bir beton duvar bölümünün yıkılma işi küçük pnömatik kırıcılar kullanılarak geleneksel yöntemle yapılmaktadır. Yıkım işlemi yaklaşık 12 m/s^2 değerinde bir titreşim maruziyetine ve aynı zamanda da yüksek seviyede bir gürültü düzeyine sebep olmaktadır.

Çözüm: Duvarda, elmas uçlu bir matkap kullanarak üst üste binen delikler açılmış, daha sonra duvar bölümü sütunlarından kesilmiştir. Delme makinesi bir kelepçe yardımı ile tutulduğu için, operatörler titreşime maruz kalmamışlardır. Her bölüm daha sonra bir hidrolik beton kırıcı ile parçalara ayrılarak beton duvar yıkılmıştır.

Sonuç:

- 1.İhmal edilebilir düzeyde titreşim ve gürültü düzeyine maruz kalınması
- 2.Daha az bina hasarı
- 3.Daha az toz açığa çıkması
- 4.Düşük gürültü seviyesi



	Titreşim Değeri m/s^2	Günlük maruziyet sınır değerinin,A(8), aşılma süresi	Titreşime Maruziyet Süresi (İşin Süresi)	Günlük Maruziyet, A(8), m/s^2
Önce	12	26 dakika	3 saat	7
Sonra	0	-	0	-

Örnek Durum 2: Seramik ürünlerdeki lekeleri temizleyerek, parlatma işlemi

Seramik ürünler üzerinde lekeleri düzeltmek için geleneksel yöntem, cilalama taşları ile donatılmış öğütücü kullanılarak malzemenin cilalanmasıdır. Kullanım sırasında, bu taşlar hızlı bir şekilde düzensiz bir şekle geçer ve yüksek titreşime neden olur. Operatör günde 7 saat boyunca 100 parçaya kadar parlatma işlemi yapmaktadır. (Standart bir cilalama işlemi sırasında yapılan titreşim ölçümünde, 4 m/s^2 'lik bir titreşim büyüklüğü ölçülmüştür)

Çözüm: Standart öğütücü, özel olarak tasarlanmış, üstü bantla kaplı, taşlama ve parlatma makinesi ile değiştirilmiştir.

Sonuç:

1. Maruz kalınan titreşim büyüklüğü yarıya inmiştir.
2. Yeni makine, işin verimliliğini arttırmıştır.
3. Daha az gürültü üretimi sağlanmıştır.
4. Kullanım kolaylığı sağlanmıştır.



	Titreşim Değeri m/s^2	Günlük maruziyet sınır değerinin, A(8), aşılma süresi	Titreşime Maruziyet Süresi (İşin Süresi)	Günlük Maruziyet, A(8), m/s^2
Önce	4	4 saat	7 saat	3.7
Sonra	2	16 saat	7 saat	1.8

3.3. Mekanizasyon / Otomasyon ile Maruziyetin Azaltılması

Mekanizasyon ve uzaktan kumanda / otomasyon, çalışanın titreşim ile temasını keserek titreşim maruziyetini azaltmaya yönelik kullanılabilecek risk kontrol uygulamalarıdır. Örneğin, döküm endüstrisinde, manipülatörler ve uzaktan kumandalı döner taşıma makineleri kullanılması, maruz kalınan titreşim değerini azaltan, aynı zamanda elle taşlamaya göre işin yapılma süresini kısaltıp, verimliliği arttıran bir uygulamadır.

Günümüzde, endüstride robotlar giderek daha fazla kullanılmaktadır. Örneğin, döküm sektöründe, çapaklarının temizlenmesi ve diğer işlemler için robot (veya yüksek oranda otomatik işlem) öğütücüler ve temizleme makineleri kullanılmaktadır.

3.4. Prosesin Geliştirilmesi ile Maruziyetin Azaltılması

Ürün kalitesini arttırmak, üretim verimliliğini korumak ve titreşime maruziyeti azaltmak için iyi proses kontrolü önemlidir. Örneğin, otomobil gövdesi panel presinin kalitesinin artırılması sonucunda daha kaliteli ve daha az işlenmeye gerek duyan paneller üretilmiş, bunun sonucunda el tipi döner zımparalayıcılar ile çapak vb. temizlenmesi ihtiyacı ve titreşim maruziyeti azalmıştır.

3.5. Satınalma Politikası

İş süreçlerinin değiştirilmesinden ya da diğer yöntemler denendikten sonra hala titreşime maruziyet ile ilgili bir risk varsa, titreşim yayan aletlerin ve diğer ekipmanların dikkatlice seçilmesiyle yüksek titreşim maruziyetlerinden kaçınılabılır.

İşin süresini uzatan bir iş ekipmanı kullanmak, daha yüksek titreşim emisyonuna ve bunun sonucu olarak da daha yüksek seviyede titreşim maruziyetine sebep olacağından dolayı, iş ekipmanı satın alma noktasında titreşim emisyonuna dikkat etmek ve yapılan işe uygun cihaz seçmek gerekmektedir. Malzeme ve üretim teknolojisindeki ilerlemeler, daha düşük seviyelerde titreşim emisyonuna sahip, elle tutulan makinelerin ve iş ekipmanlarının üretilmesini ya da geliştirilmesini sağlamaktadır. Alternatif çalışma metotlarının belirlenmesi, iş ekipmanı, sarf malzemesi veya aksesuar seçimi ve satın alma politikası oluşturma noktasında ekipman tedarikçileri, teknoloji dergileri vb. kaynaklardan yararlanılabilir.

Ülkemizde, kullanım amaçlı ekipman tedarik eden firmalar, Makina Emniyeti Yönetmeliğine uymalı ve kullanıcıya cihazın titreşim yayım değeri ve ölçüm belirsizliği konusunda bilgi sağlamalıdır.

Tedarikçi firmalardan, ayrıca aşağıdaki konularda teknik destek veya tavsiye sağlanılabilir:

- El-kol titreşim maruziyet değerini arttırabilecek çalışma şekilleri
- Ekipmanın güvenli bir biçimde nasıl kullanılacağı ve bunun için gereken eğitimin içeriği
- El-kol titreşim maruziyetini kontrol altına almak için gereken eğitimin içeriği (operatörlere, bakım personeline vb.)
- Farklı görevler (işler) için ekipmanın nasıl kullanılacağı
- Ekipman ile çalışılırken kullanılması gereken kişisel koruyucu donanım ve bu donanımın özellikleri
- Ekipmanın iyi durumda kalması için yapılması gerekenler

Not: Ekipman seçimi yapılırken, aşağıda belirtilen ergonomik faktörler ve diğer tehlikeler de ayrıca göz önüne alınmalıdır:



3.6. Ele İletilen Titreşimin Değerinin Azaltılması

Titreşim oluşturan ekipmanın kullanılmasının ve titreşime maruz kalmanın kaçınılmaz olduğu durumlarda, ele iletilen titreşim seviyesinin bazı uygulamalarla azaltılması sağlanabilir. Ele iletilen titreşim miktarı aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- Elin, alet, tutacak veya işlenen parça üzerindeki konumu
- Aletin sapını veya işlenen parçayı kavramak, itmek, yönlendirmek ve desteklemek için elin uyguladığı kuvvet
- Operatörün duruşundan kaynaklanan ergonomik faktörler

Ele iletilen titreşimin değerinin azaltılması için uygulanabilecek bazı uygulamalar aşağıda belirtilmiştir:

- Titreşimli sap etrafına kauçuk veya başka esnek malzemeler sararak, yüksek frekanslardaki bazı titreşimlerin azaltılması ve aletin kullanımında kolaylık sağlanması
- Kavrama ve itme kuvvetlerinin azaltılması sonucu ele iletilen titreşim değerinin azaltılması (Operatör tarafından titreşen yüzeye uygulanan kavrama veya itme kuvvetleri ne kadar büyük olursa, titreşim operatörün eline ve koluna daha etkili bir şekilde geçer.)
- Uygulanan kuvvetlerin azaltılmasının sağlanması, yanlış ekipman seçiminin engellenmesi, ekipmanın bakımının yapılması, yeterli operatör eğitimi, çalışma yerinin işe uygun şekilde tasarlanması.

Gerekenden fazla kavramayı ve itmeyi azaltan bazı iş geliştirmeleri aşağıda belirtilmiştir:

- İlave destek sağlanması (ağır iş parçalarının çapak temizliğinde, parçayı desteklemek için bir destek platformu kullanılması, çalışanın fazla kuvvet uygulayarak parçayı desteklemek yerine, yalnızca yönlendirmesine olanak sağlar)
- Ağır matkaplar, öğütücüler, çivi çakma tabancaları ve pnömatik keskiler gibi titreşimli araçları desteklemek için gerdirme zincirleri (karşı dengeleyiciler) ve manipülatörler kullanılması ile operatörün aletin ağırlığını desteklemesinin engellenmesi
- Kavrama yüzeyinin dokusunun ve malzemesinin değiştirilmesi (operatörün daha az kuvvet uygulayarak, aleti daha rahat kavramasını sağlar)

Örnek Durum 3: Çapakların, taşlama işlemi ile temizlenmesi işlemi

Bir dökümhanede, döküm parçası üzerindeki istenmeyen çapakları temizlemek için taşlama makinası kullanılmaktadır. Bu işlemde, operatör döküm parçayı iki eliyle tutarak taşlama tekerleğine doğru itirmektedir. Döküm parçası, taşlama makinasına sabitlenmiş bir platform üzerinde tutulmakta ve parça temizliği yapılmaktadır. Makinada oluşan titreşim önce platforma, oradan da operatöre iletilmektedir. Operatör, günde 4 saate kadar çalışmakta ve 14 m/s^2 'den daha büyük bir titreşim değerine maruz kalmaktadır.

Çözüm: Döküm parçasını desteklemek için kullanılan platform maruziyetin ana nedeni olarak görülmüş, bu platform makinadan ayrılarak yere sabitlenmiştir.



Önce

Sonra

Sonuç:

1. Operatörün maruz kaldığı titreşim, %90 oranında azalmıştır.
2. İşlenen parçanın kontrolü kolaylaştığından verim artmıştır.

	Titreşim Değeri m/s^2	Günlük maruziyet sınır değerin, A(8), aşılma süresi	Titreşime Maruziyet Süresi (İşin Süresi)	Günlük Maruziyet, A(8), m/s^2
Önce	20'den fazla	9 dakikadan az	4 saat	14'ten fazla
Sonra	1.5	24 saatten fazla	4 saat	1

3.7. Maruziyet Süresinin Azaltılması

Titreşim değerini azaltıcı önlemlerin tümü uygulandıktan sonra, maruziyet değerinde daha fazla azalma, ancak çalışanların titreşime maruz kaldığı süreyi sınırlayarak sağlanabilir. Genellikle iş rotasyonu uygulamak, maruziyet düzeyini azaltmak için başvurulan bir yöntemdir.

Örneğin, titreşime maruz kalınan ve titreşime maruz kalınmayan iki işte, dönüşümlü olarak iki çalışanın görevlendirilmesi (bir günlük çalışma süresi içerisinde), çalışanın maruz kaldığı titreşim düzeyinin azalmasını, böylece günlük maruziyet sınır değerinin aşılmasını sağlayacaktır.

3.8. Cihaz ve Ekipman Bakımı

Motorlu aletlerin ve diğer iş ekipmanlarının düzenli olarak bakımlarının yapılması, maruz kalınan titreşim değerinin azalmasını sağlamaktadır. Bakım konusunda dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda belirtilmiştir:

- Aletin kesici kısımları sürekli keskin durumda tutulmalıdır.
- Taşlama tekerlekleri, üreticinin önerilerine uygun bir biçimde takılmalı ve kullanılmalıdır.
- Üreticinin önerileri doğrultusunda cihaz parçaları yağlanmalıdır.
- Gerekli denge kontrolleri yapılmalı ve cihaz ayarlamaları yapılmalıdır.
- Kusurlu tampon, çark vb. parçalar kontrol edilmeli ve gerektiği durumda değiştirilmelidir.
- Motorlar düzenli olarak ayarlanmalıdır.

3.9. KKD Kullanımı ve Termal Konfor Şartlarının İyileştirilmesi

Kişisel koruyucu donanım kullanımı, işteki tehlikelere karşı korunmak için en son başvurulacak kontrol önlemi olup, diğer kontrol önlemlerinin uygulanmadığı veya yetersiz kaldığı durumlarda kişisel koruyucu donanım kullanımına başvurulmalıdır.

Titreşim karşıtı olarak satılan eldivenler, test edilmiş ve “TS EN ISO 10819: Mekanik titreşim ve şok-El, kol titreşimi-Eldivenlerden el ayasına geçen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi için metot” standardının gerekliliklerini taşıdığını gösteren CE işaretini taşımaktadır. Yine de, bu standart eldivenler için yeterli performans verisi sağlamamaktadır. Bu nedenle, Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik’te belirtildiği gibi, titreşim karşıtı eldivenlerin sağladığı koruma mutlaka incelenmelidir. Titreşim karşıtı eldivenler 150 Hz’nin altındaki frekanslarda önemli risk düşüşü sağlamamaktadır. Bundan dolayı çok güçlü aletler için, titreşim karşıtı eldivenlerin frekans ağırlıklı titreşim büyüklüğünde sağladığı düşüş önemsiz, ihmal edilebilir düzeydedir. Titreşim karşıtı eldivenler, yüksek dönme hızıyla çalışan ve hafif bir şekilde kavranan aletlerin neden olduğu titreşim riskini azaltabilmektedir. Fakat yine de risk düşüşü kolaylıkla hesaplanamamaktadır ve el-kol titreşim korumasını sağlaması açısından eldiven kullanımına çok güvenilmemelidir.

Düşük vücut sıcaklığı, azalan kan sirkülasyonunun neden olduğu parmak ağrısı riskini artırmaktadır. Bu nedenle, eğer yapılabiliyorsa soğuk havalarda dışarıda çalışmaktan

kaçınılmalıdır. Eğer dışarıda çalışmak zorunda kalınırsa, bazı makinelerin elleri sıcak tutmak amacıyla ısıtılmış tutacaklarının olması gerekmektedir.

Kapalı ortamdaki sıcaklığın herhangi bir özel kıyafete gerek duyulmaksızın en az 16 °C’de olması ve kabul edilebilir bir konfor sağlaması gerekmektedir. Çelik gövdeli makinelerle veya çalışanın ellerine hava üfleyen pnömatik aletler gibi soğutan makinelerle, ellerin temas etmesinden kaçınılmalıdır. Eğer soğuktan kaynaklanan el-kol titreşim riski varsa sıcak giysiler ve eldivenler kullanılmalıdır. Eldiven ve diğer kıyafetler uygun, eller ile gövdeyi çalışma ortamında sıcak ve kuru tutacak özelliklere sahip olmalıdır.

3.10. Diğer Önlemler

Çalışanların titreşim maruziyetlerini azaltmak için alınacak önlemlerin ve yapılacak uygulamaların yanı sıra, günlük titreşim maruziyetini azaltmasa da titreşime maruziyet sonucu ortaya çıkabilecek riskleri azalttığı düşünülen başka önlemler de vardır. Bu önlemler aşağıda belirtilmiştir:

- Kapalı işyerlerini mümkün olduğunca sıcak ve kuru tutmak
- Açık havada çalışanlar için, soğuk, ıslak veya rüzgarlı havalarda barınak sağlamak
- Sıcak içecekler ve sıcak yiyecekler sağlamak (sıcak yemek ve içecekler vücut sıcaklığının korunmasına yardımcı olur ve soğuk çalışma ortamlarında özellikle önemlidir)
- Çalışanları, iyi kan dolaşımının sağlanması için düzenli egzersiz yapmaları ve titreşimli ekipmanlarla yapılan çalışmalardan sonra parmak egzersizleri yapmaları için teşvik etmek
- Çalışanları sigarayı bırakma veya azaltma konusunda teşvik etmek (sigara içmek kan dolaşım bozukluğuna yol açabilir.)

3.11. Çalışanlara Danışılması ve Çalışanların Katılımı

Çalışanlara danışılması, etkili kontrol çözümlerinin uygulanmasına destek sağlayacaktır. Çalışanlar ve özellikle temsilcileri, risklerin yönetilmesi noktasında etkili bir ortaklık olanağı sağlamaktadırlar. Etkili bir danışma ve katılım aşağıdaki hususlara bağlıdır;

- Sağlık ve güvenlikle ilgili gerekli bilginin çalışanlarla paylaşılması
- Çalışanlara, görüşünü açıklama ile sağlık ve güvenlik sorunlarına katkıda bulunma fırsatı verilmesi

- Çalışanların görüşünün değerlendirilerek hesaba katılması

3.12. Çalışanların Bilgilendirilmesi ve Eğitilmesi

Kontrol önlemlerinin etkili olması için titreşim yayan cihazları kullanan operatörlere etkin bir kontrol programı uygulanmalı, çalışanlara ve temsilcilerine danışılmalıdır. Kontrol programının etkin unsurlarından birisi olan çalışanların eğitimi konusunda özen gösterilmeli ve etkili bir eğitim programı hazırlanmalıdır. Eğitim programı hazırlanırken yasal mevzuattan, üretici firma tavsiyelerinden faydalanılmalı, programın hazırlanmasında çalışanların ve temsilcilerinin de görüşü alınmalıdır.

Çalışanlara ve temsilcilerine aşağıdaki konularda eğitimler verilmesi önemlidir:

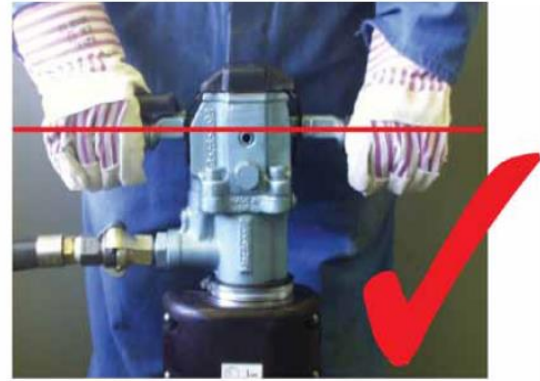
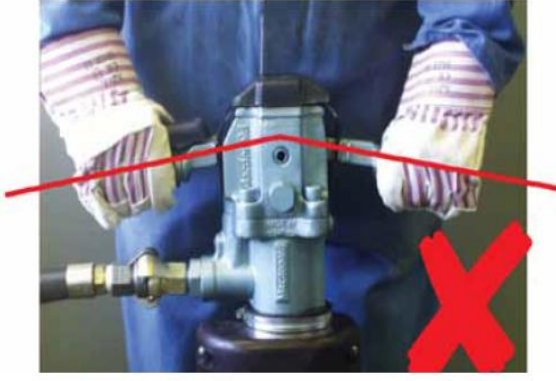
- İş ekipmanının kullanımından doğabilecek potansiyel zararlar
- Maruziyet sınır değeri ve maruziyet eylem değeri
- Risk değerlendirmesi sonuçları ve titreşim ölçüm sonuçları, El-kol titreşiminden kaynaklanan risklerin ortadan kaldırılması veya azaltılması için güvenli çalışma yöntemleri ve uygulanan kontrol önlemleri
- Titreşim maruziyetinden kaynaklanan hasarların nasıl tespit edileceği ve nasıl bildirileceği
- Bakım gerektiren makinelerin nasıl bildirileceği
- Çalışanların hangi aralıklarla sağlık gözetimine tabi tutulacağı

Örnek Durum 4: Pnömatik kırıcı operatörlerine eğitim verilmesi

Pnömatik kaldırım kırıcılarının gerçek çalışma koşullarında titreşim ölçümleri yapılmış ve titreşim maruziyetinin makinelerin çalışma şekline büyük ölçüde bağlı olduğu görülmüştür.

Çözüm: Operatörlere, aşağıdaki hususları içeren bir eğitim verilmiştir.

- İş için doğru kesme takımı seçilmesi (örn. beton için dar keski, asfalt için düz bıçaklı kesici) ve kesme takımlarının keskin tutulması
- En düşük titreşim maruziyeti için kolların yatay konumda tutulması
- Aletin doğru tutulması (çok sıkı tutmama)
- Kesme aletini her 8-10 saniyede bir hareket ettirme
- Sapları kaldırırken titreşim değeri yüksek olduğu için, pozisyon değiştirirken kırıcının durdurulması
- Beton keserken, kesme aletinin sıkışmasını önlemek için, kesilen yüzeyin küçük parçalardan arındırılması



Sonuç: Beton kırarken, eğitimsiz operatörlerin kesiciyi kapatmadan kaldırdıkları (böylece titreşimi artırarak) ve kesme aletini hareket ettirmeden önce yaklaşık bir dakika boyunca sürekli olarak çalıştıkları görülmüştür. Ortalama titreşim maruziyeti değeri yaklaşık 9 m/s^2 olarak ölçülmüştür. Bu da yaklaşık 35 dakika içerisinde (cihaz çalışırken) maruziyet eylem değerine ulaşılacağını ve yaklaşık 135 dakika içerisinde de maruziyet sınır değerine ulaşılacağını göstermiştir.

Operatörlere, hareket ettirmeden önce makineyi durduracak şekilde eğitim verildikten sonra, ortalama titreşim yaklaşık 7 m/s^2 'ye düşürülmüş, bu da maruziyet eylem değerine ve sınır değerine ulaşılmadan önce, çalışma süresinde % 70'lik bir artış sağlamıştır. Ayrıca, operatörün yaklaşık 10 saniye çalıştıktan sonra kesme aletini durdurması ve hareket ettirmesi için eğitim verilmesi, yaklaşık bir dakika boyunca sürekli çalışmak yerine, yapılan iş miktarını (kırılan beton miktarını) büyük ölçüde artırmıştır.

4.BÖLÜM: SAĞLIK GÖZETİMİ



Sağlık gözetimi, işle ilgili hastalıkların tespiti için sistematik, düzenli ve uygun prosedürlerin uygulamaya konulması ve sonuçlara göre hareket edilmesi ile ilgilidir. Sağlık gözetiminin amacı, öncelikle çalışanların sağlığını korumak (risk altındaki bireyleri tanımlamak ve koruyucu tedbirleri uygulamak) ve alınan kontrol önlemlerinin uzun vadede etkinliğini kontrol etmektir. Bu bölümde, Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelikte yer alan sağlık gözetimi ile ilgili gereklilikler belirtilmiş ve mevcut değerlendirme kriterlerinin bazıları gözden geçirilmiştir.

4.1. Sağlık Gözetimi Nedir?

Sağlık gözetimi, işle ilgili hastalıkların erken tespiti ve sonuçlara göre hareket edilmesi için ilgili prosedürlerin uygulanmasıdır. Sağlık gözetimindeki ana hedef; çalışanların sağlığını korumak ve alınan kontrol önlemlerinin uzun vadede etkinliğini kontrol etmektir.

El-kol titreşimi söz konusu olduğunda temel amaçlardan biri; titreşime maruziyet sonucu, çalışanların el fonksiyonlarında oluşabilecek kayıpları önlemek için olumsuz sağlık etkilerinin (sendromların) gelişmesini önlemektir. Çalışan veya çalışanlar hasta olduklarının farkında olmasa bile sağlık gözetimi el-kol titreşim sendromlarının başladığının belirlenmesi konusunda yardımcı olabilir.

4.2. Olumsuz Sağlık Etkileri Nelerdir?

Elleri düzenli bir şekilde titreşimine maruz kalan çalışanların el ve kol dokuları zarar görebilmekte, bunun sonucunda *el-kol titreşim sendromu* olarak bilinen bir dizi rahatsızlık görülmektedir. (Ayrıntılı bilgi için “Ek-B: Titreşimin Sağlık Üzerine Etkileri” bölümüne bakınız) Bu belirtiler (semptomlar) şunlardır:

- Parmaklarda uyuşukluk ve karıncalanma, eldeki sinirlerin zarar görmesi nedeniyle his kaybı oluşması, küçük parçalarla çalışmanın zorlaşması
- Parmaklardaki kan dolaşımının bozulması sonucu, parmakların beyazlaşması şeklinde görülen periyodik ataklar. Bu durum "beyaz parmak sendromu", "ölü parmak" veya "ölü el" olarak bilinir. Bu ataklar sırasında parmaklar hissizleşir.
- El ve kolda eklem ağrısı ve sertliği

El kol titreşim semptomları, titreşime maruz kalma devam ettikçe etki çaplarını artırır. Örneğin, kan dolaşımındaki olumsuz etkilenmeler, ilk olarak etkilenen parmakların uçlarında görülmekte, daha sonra ise diğer parmaklara yayılarak devam etmektedir. El kol titreşimi sendromları görülen çalışanlar, işyerinde ince iş veya çalışma gerektiren görevleri yerine getirmede zorluk yaşayabilir ve soğuk havalarda daha az çalışabilirler. Ayrıca hastalıklar; çalışanların sosyal yaşantılarını ve aile hayatlarını da etkilemektedir.

Tablo 4.1 : Rapor edilmiş el-kol titreşim rahatsızlıklarının görüldüğü örnek aktiviteler	
Hastalıklar	Aktiviteler
Karpal tünel sendromu	El tipi titreşimli aletlerin kullanımını içeren çalışmalar
El-Kol Titreşim Sendromları	(a) ormancılıkta veya ağaç işlerinde zincir testerelerin, kesicilerin veya elle tutulan dairesel testerelerin kullanımı (b) taşlama, zımparalama veya metal parlatma işlerinde, işlenen parçaların tutulması (c) elle tutulan metal işleme araçlarının kullanımı, çekiçleme, kakma gibi işlerde işlenen metal parçanın el ile tutulması (d) madencilik, taş ocaklığı veya yıkım işlemlerinde ya da yol ve asfalt işlerinde (yol yapımı dahil) elle çalıştırılan darbeli matkaplar ya da elle çalışan vurmali çekiçlerin kullanımı (e) ayakkabı imalatında vurarak düzeltme işlerinde çalışılan malzemenin elle tutulması

4.3. Sağlık Gözetimi Ne Zaman Gereklidir?

Titreşime maruz kalan ve aşağıda belirtilen durumlarda olan çalışanlar için sağlık gözetimi sağlanmalıdır:

- $2,5 \text{ m/s}^2$ maruziyet eylem düzeyinin üzerinde titreşime düzenli olarak maruz kalması muhtemel olan çalışanlara
- Maruziyet eylem değerinin üzerinde titreşime ara sıra maruz kalan ve risk değerlendirmesinin sonucunda, maruziyetin sıklığı ve büyüklüğünün sağlık açısından risk oluşturabileceği değerlendirilmesinde bulunulan çalışanlara
- El-kol titreşim sendromu teşhisi yapılmış çalışanlara (eylem değerinin altına maruziyet olsa bile)

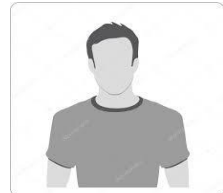
Sağlık gözetimi programı; titreşim maruziyeti ile tanımlanabilir hastalık veya sağlığa olumsuz bir etki arasında bağlantı kurabilmeli, hastalık veya olumsuz sağlık etkilerinin, çalışanın işyerindeki çalışma şartlarından kaynaklandığını belirtebilmelidir.

Sağlık gözetimi; işle ilgili hastalıkların tespiti, erken devrede görülebilecek belirtilerden hastalıkların ve sorunların erken teşhis edilmesi amacı ile düzenli ve uygun prosedürlerin uygulamaya konulması ve değerlendirmesi esasına dayanır. Sağlık gözetimi tespit ve değerlendirme esasına dayandığından, etkili bir tespit ve değerlendirme prosedürünün uygulanması önemlidir. Aşağıda, ÖRNEK bir sağlık gözetimi değerlendirmesine ait prosedür verilmiştir.

Titreşimli El Araçlarını Kullanarak Çalışanlar için Temel İzleme ve Değerlendirme Prosedürü (ÖRNEKTİR)

Çalışan Hakkında Temel Bilgiler:

(Adı-Soyadı, Yaşı, Meslek Tanımı ...)



Mesleki Geçmişi:

(Daha önce yapılan işler)
(Daha önce titreşim yayan bir alet ile çalışıldı mı?)
Cevap evet ise, süresi? İş Tanımı?
...

Semptom tespiti ile ilgili sorular:

1. Titreşimli ekipman kullandıktan sonra parmaklarınızda 20 dakikadan uzun süren karıncalanmalar oluşuyor mu?
2. Parmaklarınız, diğer zamanlarda karıncalanıyor mu?
3. Geceleri elinizde veya kolunuzda ağrı, karıncalanma veya uyuşma ile uyanıyor musunuz?
4. Titreşimli ekipman kullandıktan sonra parmaklarınızdan biri veya birkaçı 20 dakikadan fazla uyuşuyor mu?
5. Parmaklarınız soğuğa maruz kaldığında *beyazlaşıyor mu?*

* *Beyazlamak, parmakların keskin bir şekilde renk değiştirmesi (beyaz renk) anlamına gelir ve beyazlaşmayı genelde parmağın kıpkırmızı olması izler.*



Semptom tespiti ile ilgili sorular (Devamı)

6. Bir önceki soruya cevabınız Evet ise, soğuğa maruziyet sona erdiğinde o bölgeyi ısıtmakta zorlanıyor musunuz?
7. Parmaklarınız başka bir zamanda beyazlaşıyor mu?
8. El veya kol kas veya eklemlerinizi ile ilgili başka sorunlarınız var mı?
9. Çok küçük nesnelerle çalışırken, örneğin vida sıkarken, düğme iliklerken veya kavanoz kapağı açarken zorluk çekiyor musunuz?
10. Hiç boyun, kol veya el yaralanması veya ameliyatı geçirdiniz mi?
Evetse, detaylar.....
11. Hiç eklem, deri, sinir, kalp ya da kan damarı gibi ciddi bir hastalığınız oldu mu?
Evetse, detaylar.....
12. Uzun süreli ilaç kullanıyor musunuz?
Evetse, detaylar.....

....

El-kol titreşimine maruz kalan çalışanlara sağlık gözetimi uygulanırken temel izleme ve değerlendirme prosedürünün uygulanmasının yanı sıra, gerek görülen durumlarda doktor veya uygun kalifikasyona sahip sağlık uzmanı tarafından yapılan fiziksel incelemeye de başvurulabilir. İleri değerlendirme ve fiziksel incelemeler Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. El-Kol Titreşimi İleri Değerlendirme ve İnceleme Öğeleri	
Vaka Geçmişi	• Aile geçmişi • Sosyal geçmiş (sigara alışkanlığı ve alkol tüketimi dâhil) • Çalışma geçmişi (Geçmiş ve mevcut mesleklerdeki el-kol titreşimine maruziyet, nörotoksik veya anjiyotoksik ajanlara maruz kalma ve titreşim içeren alet ve makinelerle yapılan boş zaman aktiviteleri) • Kişisel sağlık geçmişi
Fiziksel İnceleme	Fiziksel inceleme periferik damar, nörolojik ve kas iskelet sistemine detaylı olarak bakılması
Klinik Testler	Genel olarak, klinik testler titreşim hasarına ilişkin güvenilir bir kanıt sağlamamaktadır. Ancak el-kol titreşim sendromu benzeri semptomların diğer nedenlerini anlamada yardımcı olabilmektedir. Periferik damar sistemi için yapılan testler Lewis-Prusik testi, Allen testi ve Adson testidir. Periferik sinir sistemi için yapılan testler el becerisini değerlendirmeyi içerir (örneğin madeni para tutma ve kaldırma), Roos testi, Phalen testi ve Tinel işaretidir. (karpal tünel sendromu için)
Kas incelemesi	El-kol titreşim sendromunun vasküler değerlendirmesi esas olarak soğuk provakasyon testlerine dayanmaktadır. (Parmak rengindeki değişikliklerin değerlendirilmesi, parmak cilt sıcaklığının normale dönme süresinin kaydı, parmak sistolik kan basıncının ölçülmesi)
Nörolojik İncelemeler	El-kol titreşim sendromunun nörolojik değerlendirmesi çeşitli testleri içerir. • Titreşim algı eşikleri

	• Dokunma duyarlılığı • Isı algılama eşikleri • Üst ve alt uzuvlarda sinir iletim hızları • Elektromiyografi • Parmak ustalığı
Kas Dayanıklılık İncelemeleri	Eldeki kas kuvvetinin değerlendirilmesi, kavrama kuvvetini ölçmek için bir dinamometre ile tutma mukavemetlerinin ölçülmesi şeklinde yapılır.
Radyolojik İncelemeler	Kemik ve eklem hastalıklarının radyolojik olarak teşhisi için omuz, dirsek, el bilekleri ve eller röntgen ışını ile incelenir.

4.4. El-Kol Titreşim Hasarı Tespit Edildiğinde Ne Yapılır?

Sağlık gözetiminin sonucunda, bir çalışanın işyerinde mekanik titreşime maruziyetinin sonucu bir rahatsızlığının var olduğu veya sağlığının olumsuz etkilendiğinin tespit edildiği durumlarda:

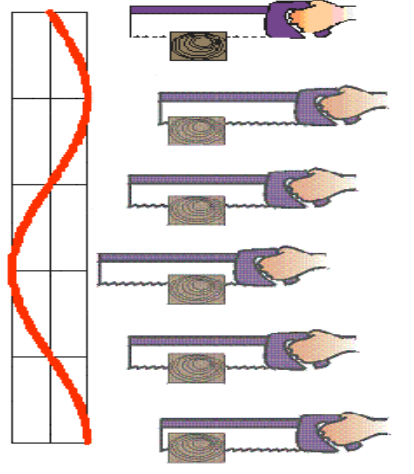
- Çalışan; doktor veya yetkili bir kişi tarafından kendi sağlık gözetim sonucu hakkında bilgilendirilmelidir.
- İşveren sağlık gözetiminin sonuçları hakkında bilgilendirilmelidir.

İşveren hastalık veya olumsuz bir sağlık etkisi belirlendikten sonra aşağıdaki faaliyetleri yapmalıdır:

- El-kol titreşimi risk değerlendirmesini gözden geçirmelidir.
- El-kol titreşim maruziyetinden kaynaklanan riskleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için alınan önlemleri gözden geçirmelidir.
- El-kol titreşim maruziyetinden kaynaklanan riskleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için gereken önlemleri uygulamada işyeri hekimi veya diğer uygun nitelikli kişilerin veya yetkili makamın tavsiyelerini dikkate almalıdır.
- Benzer işleri yapan ve titreşime maruz kalan çalışanların da sağlık durumunu gözden geçirmelidir.

A.1. Titreşim Nedir?

Titreşim, bir cismin iç veya dış kuvvetlerin etkisiyle yaptığı salınım hareketidir. İnsan titreşimi ise titreşen bir yüzey veya cisim ile temas sonucunda kişinin hissettiği titreşim olarak tanımlanabilir. Titreşim insan vücuduna, temas edilen titreşen yüzey aracılığı ile iletilir. Bu yüzey bir makinenin tutamak kısmı, bir aletin yüzeyi veya motorlu bir makinenin koltuğu olabilir. Aşağıdaki şekilde, bir makinenin tutacağı veya bir iş parçasının ileri-geri hareket etmesi oluşan ve ele iletilen titreşim gösterilmektedir.



Şekil A.1. Odun keserken elin salınımı

Titreşime iki çeşit maruziyet söz konusudur: Tutamak kısmı olan ve elle kullanılan aletlerden iletilen *el-kol titreşimi* ve motorlu bir makinenin üzerindeki koltuk veya yüzeyden iletilen *tüm vücut titreşimi*.

Titreşime maruziyet sonucu ortaya çıkan zarar görme riski; titreşimin çeşidine, büyüklüğüne (dalga boyuna), frekansına, maruziyet süresine, etkilenen vücut parçasına bağlı olarak değişiklik gösterir.

A.2 Titreşim ile ilgili Parametreler**A.2.1. Frekans ve Frekans Ağırlıklandırma**

Frekans, titreşen kütlenin saniyede kaç kez ileri ve geri hareket ettiği. Saniyede devir sayısı olarak ifade edilir ve frekans için genellikle hertz (Hz olarak kısaltılır) birimi kullanılır. Döner

aletler için baskın frekans genellikle takımın döndüğü hız ile belirlenir (genellikle dakika başına devir sayısı veya rpm olarak ifade edilir ve rpm'nin 60'a bölünmesi frekansı Hz cinsinden verir).

El-kol titreşimi için önemli olduğu düşünülen frekanslar yaklaşık 8 Hz ila 1000 Hz arasındadır. Ancak, elde hasar riski tüm frekanslarda eşit olmadığı için farklı frekanslardan gelen hasar olasılığını göstermek için bir frekans ağırlıklandırma kullanılır. Sonuç olarak, frekans arttığında ağırlıklı hızlanma azalır. Elle iletilen titreşim için üç ölçümün tümü için sadece bir frekans ağırlıklı eğri kullanılır.

A.2.2. Titreşimin Büyüklüğü

Titreşim hareketi salınımlı bir harekettir. Bu tip hareketler bir denge veya referans nokta etrafında yapılan hareketlerdir ve harmonik hareket adını alırlar. Salınım yapan bir cismin dönüşümlü olarak bir yönde ve daha sonra buna zıt yönde hızı vardır. Bu hız değişiminin anlamı; cismin önce bir yönde daha sonra zıt yönde devamlı hızlandığıdır. Bir titreşimin büyüklüğü; yer değiştirmesi, hızı veya ivmesi ile nitelendirilir. Birimi metre başına saniye karedir (m/s^2).

Birçok iş sürecinde üretilen titreşim büyüklüğü değişkendir. Alet veya ekipmanın yaydığı titreşimin büyüklüğü; çalışılan iş parçasının veya malzemenin tasarımı, konfigürasyonu ve durumu ile operatörün fiziksel özellikleri ve tekniğine bağlı olabilir ve zaman içinde önemli ölçüde değişebilir. Bu nedenle, iş sırasında elin maruz kaldığı ortalama titreşim büyüklüğünü temsil edecek bir değer (veya değerler aralığı) bulmak gereklidir. Bu değer, “*TS EN ISO 5349-1:2001: Mekanik titreşim-Kişilerin maruz kaldığı elle iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi-Bölüm 1:Genel kurallar*” standardında tanımlandığı gibi üç eksenli titreşim toplam değeri, a_{hv} 'dir.

Her bir titreşim ekseninden (x, y ve z) gelen titreşim frekans ağırlıklı olarak ölçülür. Eksenlerden ölçülen titreşim değerleri a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz} olarak ifade edilir. Maruziyetin değerlendirilmesi için kullanılan değer; x, y ve z eksenleri için titreşim değerlerini (a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz}) bir araya getiren toplam titreşim değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

Formül A.1:Üç eksenden maruz kalınan titreşim değerinin hesaplanması

A.2.3. Günlük Maruziyet Süresi

Maruziyet hesaplanmadan önce, alet veya yapılan işten kaynaklanan titreşime toplam maruziyet süresi bilinmelidir. Toplam maruziyet süresi için, gerçekte alet, makine veya iş parçasından ölçülen titreşim büyüklüğüne ellerin maruz kaldığı süreyi (temas süresi veya tetikleme süresi olarak adlandırılır) belirlemek gerekir. Bunun için yapılan iş gözlemlenmeli ve aletin ne kadar süre çalıştığını belirlenmelidir. Titreşim aralıklı ise, toplam maruz kalınan sürenin belirlenmesi daha zor olabilir. Bununla birlikte, düzenli tekrarlanan işlemler için (rneğin, aynı bileşenlerin üretimi veya işlenmesi gibi) genellikle bir günde gerçekleşen işlemlerin sayısına dair bilgiler elde edilebilir. Bir işlem için ortalama bir süre gözlemle belirlendiyse, toplam günlük süre hesaplanabilir.

EK-B: TİTREŞİMİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

El-kol titreşiminin insan vücudunda çeşitli etkileri mevcuttur. Düzenli olarak yüksek düzeyde, el-kol titreşimine maruz kalan çalışanlar, uzun vadede parmak kan akışında bozukluk, el ve kolun nörolojik ve motor fonksiyonlarına bağlı rahatsızlıklar, kas ve eklem rahatsızlıkları gibi sorunlar yaşayabilirler. El-kol titreşim sendromu terimi, bu karmaşık bozuklukları genel olarak adlandırmak için kullanılan bir ifadedir.

El-kol titreşim maruziyeti maden, inşaat, imalat, tarım ve ormancılık gibi birçok alanında kullanılan ve enerji ile çalışan aletlerden kaynaklanabilir. Hollanda’da 150 binden, İngiltere’de 0.5 milyondan, Amerika’da 1.5 milyondan fazla kişinin el-kol titreşimine maruziyetinin olduğu rapor edilmiştir. Avrupa ülkelerinde ve Amerika’da çalışanların %1.7 ile %3.6’ sının zararlı etkileri olabilecek titreşime maruz kaldıkları tahmin edilmektedir.

El-kol titreşim sendromu (HAVS) terimi, şu durumları içerir:

- Damarsal hastalıklar
- Kemik ve eklem hastalıkları
- Kas hastalıkları
- Diğer hastalıklar (tüm vücut, merkezi sinir sistemi)

Deneyisel çalışmalar, titreşimin frekansının artması sonucu konfor ile çalışanın titreşime hassasiyetinin azaldığını göstermiştir. Soğuk ortamlarda çalışanlarda sürekli titreşime maruziyet dokusal hassasiyetin akut bozukluğuna, kavrama becerisinde (ince iş yapma becerisi) azalmaya, duyuşsal algılamada kalıcı azalmaya yol açabilir ve bu durum akut kazalanma riskini artırarak iş aktivitesini kısıtlayabilir.

Kömür madeninde, yol yapımında, metal işlemede çalışan kişilerde, titreşim maruziyeti sonucunda, el bileğinde ve dirsekte osteoartroz bulguları gözlenmektedir. Bunlara ilave olarak zincir testere ve öğütme makinelerinden kaynaklanan yüksek frekanslı titreşimlere maruz olan çalışanların ellerinde eklem rahatsızlıkları ve dejeneratif kemik rahatsızlıkları gözlemlenmektedir.

Ağır fiziksel efor, güçlü kavrama ve diğer biomekanik faktörler, vurucu aletlerle çalışan çalışanlarda iskelet hasarların yüksek oranda görülmesine neden olmaktadır. Titreşimli cihazlar ile çalışanlar, eller ve parmaklarda karıncalanma ve uyuşma yaşayabilirler. Eğer titreşim

maruziyeti devam ederse bu semptomlar kötüleşme eğilimi gösterir ve iş kapasitesi ile günlük aktiviteleri etkileyebilir.

Titreşim maruziyeti olan çalışanlar, ellerinde ve kollarında güçsüzlük ve ağrı durumlarından şikâyet edebilirler. Bazı kişilerde kas yorgunluğu sakatlıklara neden olabilir. Ormanda ağaç kesen kişiler üzerinde yapılan çalışmalarda, zaman içerisinde elin tutuş gücünde bir azalmanın olduğu rapor edilmiştir. Titreşime maruz kalan çalışanlarda, periferik hastalıklara ilave olarak, merkezi sinir sistemi ve endokrin sistemin tutulumunu etkileyen diğer sağlık riskleri, titreşim hastalığı olarak isimlendirilen klinik tablo, sürekli yorgunluk baş ağrısı, uyku bozuklukları, cinsel güçsüzlük ve EEG de anormal bulgular gibi şikâyetler de görülebilmektedir.

El-kol titreşimine maruziyetin boyutu, aşağıdaki faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir:

- Titreşimin Karakteristiği: Büyüklük (r.m.s, Tepe), Frekans (Spektrum, Dominant Frekanslar), Yön (x,y,z Eksenleri)
- Araçlar veya İşlemler: Araç Dizaynları (Taşınabilir, Sabit), Araç Tipi (Vurgulu, Dönen, Dönerek Vurgulu)
- Maruziyet Koşulları: Süre (Günlük, Yıllık Maruziyetler), Maruziyet Şekli (Sürekli, Kesikli, Dinlenme Periyotları), Toplam Maruziyet Süresi.
- Çevresel Şartlar: Ortam Sıcaklığı, Hava Akım Hızı, Nemlilik, Gürültü, Parmak El-kol Sisteminin Dinamik Cevabı ve Titreşimin İletilebilirliği, Absorbe Edilen Enerji
- Kişisel Karakteristikler: Çalışma Metotları (Kavrama Kuvveti, El-kol Postürü, Vücut Pozisyonu), Sağlık, Eğitim, Beceriler, Eldiven Kullanımı, Hasara Karşı Kişisel Hassasiyet

B.1. Damar Bozuklukları (Vasküler Etkiler)

Bir İtalyan doktor olan Giovanni Loriga, 1911 yılında, Roma’ da mermer ve taş blokları kırmak için pnömatik çekiç kullanan taş kırıcılarının, ilk olarak 1862 yılında Maurice Raynaud tarafından tanımlanan, soğuğa veya duyuusal strese karşı gösterilen vazospastik (damar çeperinin spazmodik kasılmasıyla ilgili ya da onunla belirgin durum) tepkiye benzeyen, parmaklarda beyazlama ataklarından şikâyetçi olduklarını rapor etmiştir. Raynaud, durumu titreşim maruziyeti ile ilişkilendirmemiştir. Raynaud tüm ilgisini birçok sebebi olan ve daha sonra Raynaud hastalığı olarak adlandırılan bu duruma vermiştir. Hastalık kadın nüfusunun %10’unu, erkek nüfusunun %5’ ini etkilemektedir ve bilinen bir sebebi yoktur. Raynaud

hastalığını tetiklemesi muhtemel olan diğer faktörler el ve kolun hasar görmesi, bazı ilaçlar ve zehirler, genetik faktörler vb. olabilmektedir.

El-kol titreşim sedromunun damarlar üzerine etkisi (vasküler etkisi), Raynaud fenomenin bir şeklidir. Soğuğa maruz kalındığında sorunlu parmakların damarlarında spazm oluşur, gerekli kan akışı ciddi şekilde azalır ve etkilenmiş kısım beyaza dönüşür. Aynı zamanda elin bu kısmına ait tüm hisler kaybolur. Ataklar 30 dakika kadar sürebilir ve iyileşme ancak elin tekrar ısıtılmasıyla sağlanabilir.

Hafif durumlarda ataklar sık değildir ve sadece eller çok ciddi soğuğa maruz kaldığında görülür. Bu hafif durumlarda ataklar bir veya iki parmağın uç eklemlerini etkiler. Durum ilerlediğinde ataklar daha sıklaşır ve daha az soğuğa maruz kalındığı durumlarda da ortaya çıkar. Daha çok eklem etkilenir ve daha çok parmağa yayılır. Başparmak ve avuç içi nadiren etkilenir, fakat ekstrem durumlarda parmak uçlarına kan akışının bozulması parmak uçlarının ülserleşmesine neden olur ve sonuçta nadir de olsa kangren durumu oluşabilir.

Vasküler bozuklukları tanımlamak için çeşitli terimler kullanılmıştır:

- Ölü ya da beyaz parmak
- Raynaud hastalığı
- Titreşim kaynaklı beyaz parmak

Bir beyazlama atağı sırasında, etkilenen kişinin dokunma hissi kaybolabilir ve el becerisini yitirebilir. Bunun sonucunda kaza sonucu yaralanma riski artar ve iş verimliliği düşer.



Şekil B.1: “Beyaz Parmak” hastalığı

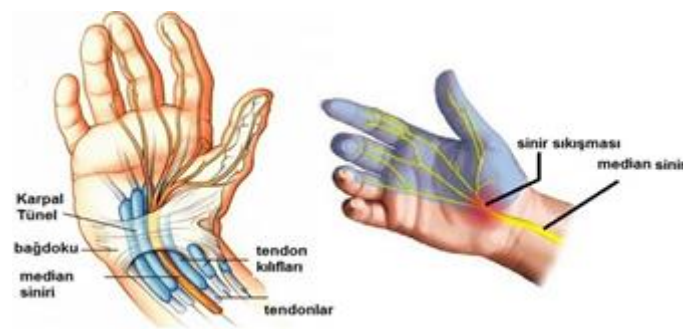
Yapılan alışmalar beyaz parmak olasılığının ve şiddetinin, titreşime maruziyet ve maruziyet suresinden, alet ve çalışma surecinin turnden, çevresel koşullardan (sıcaklık, hava akışı, nem, gürültü), bazı biyodinamik ve ergonomik özelliklerden, (kavrama kuvveti, itme kuvveti, kol pozisyonu) ve çeşitli bireysel özelliklerden (bireysel duyarlılık, sigara içme, ilaç kullanımı vb.) etkilendiğini göstermiştir.

B.2. Nörolojik Bozukluklar

El ve kol titreşimine maruz kalan çalışanlar, parmaklarında ve ellerinde karıncalanma ve uyuşma yaşayabilirler. Titreşime maruz kalma devam ederse, bu belirtiler kötüleşir, iş verimini ve kişilerin yaşam aktivitelerini etkileyebilir. Titreşime maruz kalan çalışanların, dokunma ile hissetmelerinde ve manuel el becerilerinde bozulmalar görülebilir.

B.3. Karpal Tünel Sendromu

Karpal tünel sendromu; median sinirin el bileğinde geçtiği kanal içinde sıkışması sonucu oluşan bir hastalıktır. “Karpal tünel” denilen yapı, bilek seviyesinde yer alır ve st kısmında kalın bir bant şeklinde yapı ile örtülüdür. Bu kanalın içerisinde parmakların hareketini sağlayan tendonlar ile median sinir yer alır. Median sinir, esas olarak parmakların (baş, işaret, orta ve yüzük) hissetmesini ve parmakların bazı hareketleri yapmasını sağlar. Kanalı daraltan nedenler, median sinirin kanal içinde baskı altında kalması ile sinirin görevindeki bozulmalar el-bilek hastalığını oluşturur.



şekil B.2: Elin içyapısı

Karpal tünel sendromunun ilk bulguları; parmaklarda uyuşma, karıncalanma ve his bozukluğudur. Elde parmaklara ve kola yayılan ağrılar olur. Bu sorunlar geceleri daha fazla görülmekte olup, kişileri uykusundan uyandıracak derecede rahatsız edici olabilir. Ağrı ve

uyuşukluk bazen kola bazen de omuz ve boyuna kadar yayılır. İlerleyen durumlarda başparmak kaslarında erime, güçsüzlük ile tutma ve kavrama hareketlerinde zorlanmalar oluşur.

Yapılan epidemiyolojik araştırmalar tekrarlayan hareketler, kuvvetli kavrama, yanlış duruşlar ile birlikte titreşimli aletlerin kullanımının karpal tünel sendromu riskini arttırdığını göstermiştir.

B.4. Kas-İskelet Sistemi Bozuklukları

El-kol titreşimine uzun süre maruz kalan çalışanlarda el ve kollardaki ağrı ile azalan kas gücü şikâyetleri görülebilir. Bu bozukluklar ağır manuel çalışmalardan kaynaklanan ergonomik stres faktörleri ile ilişkilidir.

Özellikle yol yapımında çalışanlar ve metal işleme operatörleri arasında, dirsekte bulunan tendon bağlantı yerlerinde yumuşak dokuda sertleşme, el bileği ve dirsek osteoartritin fazla oluşması, tendon iltihabı (tendonit), üst ekstremitede sorunlar gibi kas-iskelet sistemi bozuklukları görülmektedir.

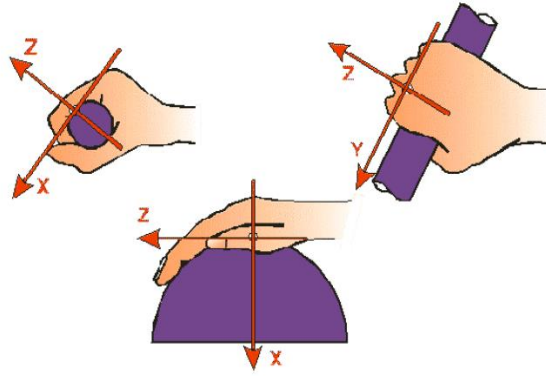
EK-C: GÜNLÜK TİTREŞİM MARUZİYETİNİ HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

Günlük titreşim maruziyet düzeyini, $A(8)$, belirlemek için öncelikle maruz kalınan titreşim değerini belirlemek gerekmektedir. Maruz kalınan titreşim değeri yayınlanmış titreşim emisyon değerlerinden (ortalama olarak) ya da titreşim ölçümlerinden belirlenir.

C.1. Titreşim Ölçümü

Titreşim ölçümleri, yeni aletlerin geliştirilmesine katkı sağlamak, işyerine alınacak aletlerin titreşim seviyelerini kontrol etmek, aletlerin bakım programlarını belirlemek ve işyerinde çalışanların titreşim maruziyetlerini değerlendirmek amacıyla yapılabilir.

Titreşim ölçümleri, kullanılan aletin tutamak kısmında veya titreşimin vücuda girdiği kısım olan el yüzeyine en yakın iş parçasında yapılmalıdır. Tam ve doğru sonuçlar elde etmek için dikkatli bir şekilde ivmeölçer seçimi yapılmalı (örneğin, tipi, hassasiyeti, kütlesi) ve ivmeölçeri titreşen yüzeye monte etmek için uygun bir yöntem belirlenmelidir. Titreşim vektörel bir nicelik olduğundan, ölçümler üç ortogonal eksende yapılmalıdır. Bu eksenlerin yönelimi standartlarda verildiği hali ile aşağıda gösterilmektedir.



Şekil C.1: Titreşim ölçüm eksenleri



Şekil C.2: Örnek titreşim ölçüm cihazı ve el-kol titreşim ölçümü

El-kol titreşim ölçümleri, işyerinde titreşimin ölçülmesiyle ilgili ayrıntılı bilgi içeren “TS EN ISO 5349-1: Mekanik titreşim-Kişilerin maruz kaldığı elle iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi-Bölüm 1:Genel kurallar” ve “TS EN ISO5349-2: Mekanik titreşim - Kişilerin maruz kaldığı, elden vücuda iletilen titreşimin ölçülmesi ve değerlendirilmesi - Bölüm 2: İş yerlerinde ölçme yapmak için pratik kılavuz” standartlarına göre yapılmalıdır. Titreşim ölçümleri sonucunda, üç eksenle ele iletilen, ortalama titreşim değerleri elde edilmektedir.

Titreşim maruziyet değeri ölçülmek istenen kişi için; bir günlük çalışma süresi içerisinde, aynı makine başında-aynı işlemi yapıyorsa, belirtilen ivmeölçer konumunda, titreşim sinyaline ait temsili bir numune kullanılacak şekilde seçilen süre boyunca, 3'er döngü ve 1'er dakika süre ile ölçüm alınır

Eğer kişi, bir günlük çalışma süresi içerisinde; aynı makine başında farklı işlemler yürütüyorsa veya farklı makinelerde farklı işleri yapıyorsa; her bir farklı çalışma koşulunda (farklı makine veya aynı makine başında farklı iş) farklı titreşim büyüklüklerine maruz kalacağından dolayı; aynı makine başında farklı işlemler yaparken; ayrı ayrı ölçüm yapılır. İşlemlerin süreleri (her bir alt ölçüm süresi, T_i) ve ölçülen ivme büyüklükleri not edilir. Farklı makineler başında çalışırken, ayrı ayrı ölçüm alınır. Çalışma süreleri ve ölçülen ivme değerleri not edilir.

Her bir titreşim ekseninden (x, y ve z) gelen titreşim frekans ağırlıklı olarak ölçüldükten sonra, maruziyetin değerlendirilmesi için, x, y ve z eksenleri için ölçülen titreşim değerlerinden (a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz}), toplam titreşim değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

C.1.1. Frekans Ağırlıklandırma

Titreşimden kaynaklanan sağlık riskinin boyutu, titreşimin frekans içeriğine bağlıdır. Titreşim, TS EN ISO 5349-1 standardına uygun olarak ölçüldüğünde, 8 ve 16 Hz arasındaki titreşim frekanslarına ağırlık verilir. Bu frekans aralığına ağırlık verilmesinin sebebi, insan sağlığına en fazla bu frekans aralığındaki titreşimlerin zarar vermesidir.

Bu aralığın üstündeki ve altındaki frekanslar, ölçülen titreşim büyüklüğüne daha küçük bir katkıda bulunur. İstenen frekans aralığındaki titreşim değerinin toplanmasına, diğer aralıktaki titreşim değerlerinin etkisinin azaltılmasına, frekans ağırlıklandırma denir.

El-kol titreşim ölçümü için tasarlanan titreşim ölçerler, farklı titreşim frekanslarında hassasiyetlerini değiştirmek için bir frekans ağırlıklı filtre ile donatılmıştır.

C.2. Günlük Titreşim Maruziyet Düzeyinin Hesaplanması

Titreşim ölçümleri sonucunda, üç eksenle iletilen ortalama titreşim değerleri elde edildikten sonra günlük titreşim maruziyet değeri hesaplanabilir. Titreşim maruziyetinin tek bir alet kullanımından ya da tek bir iş yapımından kaynaklandığı durumlarda, Günlük titreşim maruziyet düzeyi, $A(8)$, titreşimin büyüklüğü ve maruziyet süresi kullanılarak, aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad (\text{Formül C.1})$$

* formüldeki a_{hv} titreşimin büyüklüğünü, T titreşim düzeyine (a_{hv}) maruz kalınan süreyi (yapılan işin süresi veya aleti kullanma süresi), T_0 ise günlük çalışma süresini (8 saat) ifade etmektedir.

Örnek Hesaplama: Bir orman çalışanı, bir günlük çalışma süresi (günlük mesai) içerisinde, toplam 4,5 saat boyunca, fırça kesici kullanmaktadır. Fırça kesici kullanırken yapılan titreşim ölçümlerinde, ortalama maruz kalınan titreşim değeri, a_{hv} , 4 m/s² olarak ölçülmüştür.

Orman çalışanının günlük titreşim maruziyet değeri, $A(8)$, aşağıda ki şekilde olacaktır:

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} = 4 \cdot \sqrt{\frac{4.5}{8}} = 3 \text{ m/s}^2 \text{ olacaktır.}$$

Eğer bir çalışan, birden fazla titreşim kaynağından gelen titreşime maruz kalırsa (gün içinde birden fazla alet kullanımı veya birden fazla farklı iş yapımı sebebi ile), her biri için titreşim büyüklüğü ve maruziyet süresinden kısmi titreşim maruziyetleri elde edilir. Kısmi titreşim maruziyet değerlerinden, günlük titreşim maruziyet değerini (8), hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır:

$$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + A_3(8)^2 \dots} \quad (\text{Formül C.2})$$

* formüldeki $A_1(8)$, $A_2(8)$, $A_3(8)$ vb. her biri farklı titreşim kaynaklarından maruz kalınan ve (Formül C.1) kullanılarak hesaplanan kısmi titreşim maruziyet değerleridir.

Örnek Hesaplama: Bir bakım personeli, bir günlük çalışma süresi (günlük mesai) içerisinde, (3) farklı alet kullanmaktadır. Farklı alet kullanımları sırasında, aletlerin toplam kullanım süreleri not edilmiş, kullanım sırasında titreşim ölçümleri yapılmış ve kullanılan aletten kaynaklanan titreşim maruziyet değerleri, a_{hv} , belirlenmiştir.

1. Açılı Taşlama Makinesi: 4 m/s^2 , 2,5 saat boyunca kullanım
2. Açılı Kesici: 3 m/s^2 , 1 saat boyunca kullanım
3. Havalı çekiç: 20 m/s^2 , 15 dakika boyunca kullanım

Bakım personelinin günlük titreşim maruziyet değeri, $A(8)$, aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$A_{Taşlama}(8) = 4 \cdot \sqrt{\frac{2.5}{8}} = 2.2 \text{ m/s}^2, A_{Kesici}(8) = 3 \cdot \sqrt{\frac{1}{8}} = 1.1 \text{ m/s}^2$$

$$A_{Çekiç}(8) = 20 \cdot \sqrt{\frac{15}{8 \times 60}} = 3.5 \text{ m/s}^2$$

Bakım personelinin günlük titreşim maruziyet değeri ise;

$$\begin{aligned} A(8) &= \sqrt{A_{Taşlama}(8)^2 + A_{Kesici}(8)^2 + A_{Çekiç}(8)^2} \\ &= \sqrt{2.2^2 + 1.1^2 + 3.5^2} \\ &= \sqrt{4.8 + 1.2 + 12.3} = \sqrt{18.3} = 4.3 \text{ m/s}^2 \text{ olacaktır.} \end{aligned}$$

C.3. Maruziyet “Puanlama” Sistemi

El-kol titreşimi maruziyet yönetimi, bir maruziyet “puanlama” sistemi kullanılarak basitleştirilebilir. Herhangi bir araç veya işlem için, bir saat içinde oluşan maruziyet puanı sayısı ($P_{E,1 \text{ saat}}$), titreşim büyüklüğü (a_{hv}) kullanılarak aşağıdaki şekilde belirlenebilir:

$$P_{E,1 \text{ saat}} = 2 \cdot a_{hv}^2 \quad (\text{Formül C.3})$$

Maruziyet puanları, basit aritmetik ile birbirine eklenerek, bir kişi için maksimum maruziyet puanı sayısı kolayca belirlenebilir. Maruziyet eylem değerine ve maruziyet limit değerine karşılık gelen maruziyet puanları aşağıda belirtilmiştir:

- Maruziyet eylem değeri (2.5 m/s^2) = 100 maruziyet puanı
- Maruziyet sınır değeri (5 m/s^2) = 400 maruziyet puanı

Genel olarak, maruziyet puanı, (P_E), şu şekilde belirlenir:

$$P_E = \left(\frac{a_{hv}}{2.5} \right)^2 \cdot \frac{T}{8 \text{ saat}} \cdot 100 \quad (\text{Formül C.4})$$

* formüldeki a_{hv} titreşim değerini, T ise toplam çalışma süresini ifade eder.

Günlük maruziyet değeri, $A(8)$, maruziyet puanları kullanılarak şu şekilde hesaplanır:

$$A(8) = 2.5 \sqrt{\frac{P_E}{100}} \quad (\text{Formül C.5})$$

İvme m/s^2	20	67	200	400	800	1600	2400	3200	4000	4800	6400	8000
	19.5	63	190	380	760	1500	2300	3050	3800	4550	6100	7600
	19	60	180	360	720	1450	2150	2900	3600	4350	5800	7200
	18.5	57	170	340	685	1350	2050	2750	3400	4100	5500	6850
	18	54	160	325	650	1300	1950	2600	3250	3900	5200	6500
	17.5	51	155	305	615	1250	1850	2450	3050	3700	4900	6150
	17	48	145	290	580	1150	1750	2300	2900	3450	4600	5800
	16.5	45	135	270	545	1100	1650	2200	2700	3250	4350	5450
	16	43	130	255	510	1000	1550	2050	2550	3050	4100	5100
	15.5	40	120	240	480	960	1450	1900	2400	2900	3850	4800
	15	38	115	225	450	900	1350	1800	2250	2700	3600	4500
	14.5	35	105	210	420	840	1250	1700	2100	2500	3350	4200
	14	33	98	195	390	785	1200	1550	1950	2350	3150	3900
	13.5	30	91	180	365	730	1100	1450	1800	2200	2900	3650
	13	28	85	170	340	675	1000	1350	1700	2050	2700	3400
	12.5	26	78	155	315	625	940	1250	1550	1900	2500	3150
	12	24	72	145	290	575	865	1150	1450	1750	2300	2900
	11.5	22	66	130	265	530	795	1050	1300	1600	2100	2650
	11	20	61	120	240	485	725	970	1200	1450	1950	2400
	10.5	18	55	110	220	440	660	880	1100	1300	1750	2200
	10	17	50	100	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000
İvme m/s^2	9.5	15	45	90	180	360	540	720	905	1100	1450	1800
	9	14	41	81	160	325	485	650	810	970	1300	1600
	8.5	12	36	72	145	290	435	580	725	865	1150	1450
	8	11	32	64	130	255	385	510	640	770	1000	1300
	7.5	9	28	56	115	225	340	450	565	675	900	1150
	7	8	25	49	98	195	295	390	490	590	785	980
	6.5	7	21	42	85	170	255	340	425	505	675	845
	6	6	18	36	72	145	215	290	360	430	575	720
	5.5	5	15	30	61	120	180	240	305	365	485	605
	5	4	13	25	50	100	150	200	250	300	400	500
İvme m/s^2	4.5	3	10	20	41	81	120	160	205	245	325	405
	4	3	8	16	32	64	96	130	160	190	255	320
	3.5	2	6	12	25	49	74	98	125	145	195	245
	3	2	5	9	18	36	54	72	90	110	145	180
	2.5	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100	125
		5 dk	15 dk	30 dk	1 Sa	2 Sa	3 Sa	4 Sa	5 Sa	6 Sa	8 Sa	10 Sa
Günlük Maruziyet Zamanı												

Şekil C.3. Maruziyet Puanlama Sistemi Tablosu

Örnek Hesaplama: Bir bakım personeli, bir günlük çalışma süresi (günlük mesai) içerisinde, (3) farklı alet kullanmaktadır. Farklı alet kullanımları sırasında, aletlerin toplam kullanım süreleri not edilmiş, kullanım sırasında titreşim ölçümleri yapılmış ve kullanılan aletten kaynaklanan titreşim maruziyet değerleri, a_{hv} , belirlenmiştir.

1. Açılı Taşlama Makinesi: 4 m/s^2 , 2,5 saat boyunca kullanım
2. Açılı Kesici: 3 m/s^2 , 1 saat boyunca kullanım
3. Havalı çekiç: 20 m/s^2 , 15 dakika boyunca kullanım

Bakım personelinin, maruziyet puanlama sistemi kullanılarak titreşim maruziyetinin değerlendirilmesi:

1.Adım: Şekil C.3'ten, titreşim değerlerine ve maruziyet sürelerine karşılık gelen maruziyet puanları bulunur.

Açılı Taşlama Makinesi: 4 m/s^2 , 2,5 saat	$4\text{ m/s}^2 \times 3 (*)\text{ saat} = 96\text{ puan}$
Açılı Kesici: 3 m/s^2 , 1 saat	$3\text{ m/s}^2 \times 1\text{ saat} = 18\text{ puan}$
Havalı çekiç: 20 m/s^2 , 15 dakika	$20\text{ m/s}^2 \times 15\text{ dakika} = 200\text{ puan}$
(*) Şekil C.3'te, 2,5 saat gösterilmemiştir, dolayısıyla en yakın yüksek değer olan 3 saat baz alınmıştır.	

2.Adım: Günlük toplam titreşim maruziyet puanı, $96 + 18 + 200 = 314$ puandır.

3.Adım: Günlük titreşim maruziyet değeri (314 puan), 100 puan olan maruziyet eylem değerinin üstünde, ancak 400 puan olan maruziyet sınır değerinin altındadır.

C.4. Trafik Işıkları Sistemi

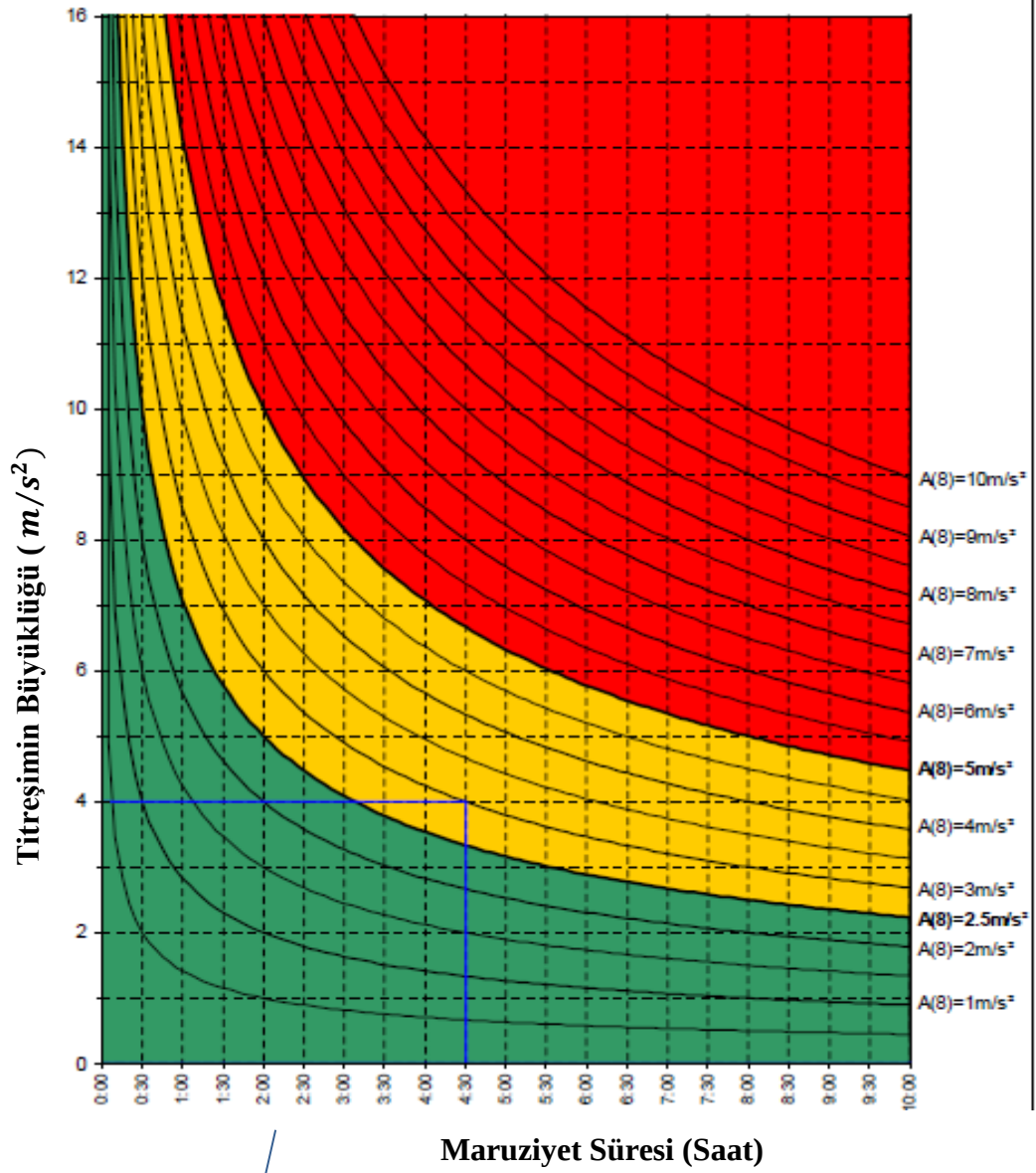
El-kol titreşim maruziyeti ile ilgili geliştirilen bir diğer sistem de, yeşil/sarı/kırmızı “trafik ışıkları” sistemidir. Trafik ışıkları sisteminde, her cihaz ya da ekipman, yaydıkları bir el-kol titreşim değerine göre, Tablo C.1'de gösterilen renk kodlaması ile belirtilmektedir.

Renk kodlama şeması, çalışanlara ve işverenlere, titreşim yayan alet ya da ekipmanı seçimini ve alet / ekipmanın ne kadar süre kullanılabileceğinin belirlenmesini tabloya bakarak kolayca yapılabilmelerini sağlar.

Renk Kodu	Kullanımında Titreşim Değeri (m/s^2)	Maruziyet Eylem Değerine ($2.5 m/s^2$) Ulaşma Süresi	Maruziyet Sınır Değerine ($5 m/s^2$) Ulaşma Süresi
Yeşil	0-5 arası	2 saatten fazla	8 saatten fazla
Sarı	5 ve 10 arası	30 dakika ile 2 saat arası	2 ile 8 saat arası
Kırmızı	> 10	30 dakikadan daha az	2 saatten daha az

Tablo C.1: Trafik Işığı Sistemi için Renk Kodlaması

Trafik ışığı şemasında kullanılacak titreşim değerleri, ölçüm sonuçlarına veya üreticinin titreşim emisyonu beyanına dayanabilir. Titreşim emisyon değeri kullanılırsa, standartlaştırılmış emisyon testlerinden elde edilen sonuçlarda belirsizliği hesaba katmak için 1 ile 2 arasındaki bir faktörle (katsayı ile) çarpılmalıdır.



Örnek: $4 m/s^2$ titreşim değerinde ve 4 saat 30 dakika maruziyet süresinde, günlük maruziyet değeri $A(8) = 3 m/s^2$ olacaktır.

Şekil C.1: Günlük Maruziyet Grafiği

C.5. İnternet Tabanlı Araçlar

Günlük titreşim maruziyet hesaplamalarının yapılmasını kolaylaştıran bazı web tabanlı hesap makineleri mevcuttur.

Örnek:

<http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/vibrationcalc.htm>

Vibration

Hand arm vibration

About this website

Key messages

Worried about your hands

+ Advice for employers

+ Good practice

Worker involvement

+ Regulations

+ Resources

+ Case studies

+ News and events

Vibration feedback

Hand-arm vibration exposure calculator

As part of the package which supports the Control of Vibration at Work Regulations 2005 we have produced a calculator to assist in calculating exposures for hand-arm vibration.

Before using the calculator please read the guidance leaflet below.

- Hand-arm vibration at work: A brief guide (INDG175)
- Guide to using the hand-arm vibration calculator
- Hand-arm vibration calculator

If you have any queries about the calculator(s) please contact Noise and Vibration Team via the [feedback page](#)

Note: Excel 2007 users may need to open the document in 'compatibility mode'.

Resources

Publications

Ready reckoner

Vibration calculator

More resources

See also



Health & Safety Executive

HAND-ARM VIBRATION EXPOSURE CALCULATOR

Version 4.3 January 2014

Tool or process name	Vibration magnitude m/s ² r.m.s.	Exposure points per hour	Time to reach EAV 2.5 m/s ² A (8)		Time to reach ELV 5 m/s ² A (8)		Exposure duration		Partial exposure m/s ² A (8)	Partial exposure points
			hours	minutes	hours	minutes	hours	minutes		
Tool or process 1										
Tool or process 2										
Tool or process 3										
Tool or process 4										
Tool or process 5										
Tool or process 6										

☒ Lock Tool or process names

Zoom to fit

Help

Reset

Instructions for use:
Enter vibration magnitudes and exposure durations in the white areas
To calculate, press <Enter>, or move the cursor to a different cell
The results are displayed in the yellow areas
To clear all cells, click on the 'Reset' button
Tick the 'Lock tool or process name' check box to prevent 'Reset' clearing these cells
For more information, click the 'Help' button

Daily exposure
m/s² A (8)

Total exposure points

Şekil C.2: Maruziyet hesaplama aracının indirilebileceği websitenin ve programın ekran görüntüleri

* Yukarı da örnek verilen hesaplama aracında, ilgili kısımlara kullanılan alet veya aletlerden veya yapılan iş veya işlerden dolayı maruz kalınan titreşim değerleri girilerek, günlük maruziyet değeri, maruziyet eylem ve sınır değerlere ulaşma süresi gibi değerler elde edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 22.08.2013 Sayısı: 28743
2. Non-binding guide to good practice with a view to implementation of Directive 2002/44/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibrations), “EU Guide to good practice on Hand-Arm Vibration”
3. HSE (Health and Safety Executive), The Control of Vibration at Work, Regulations 2005 Guidance on Regulations, Hand-Arm Vibration
4. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezleri, Nejdett ÖZTÜRK, “Açık İşletmelerde Ağır İş Makinesi Operatörlerinin Gürültü, Titreşim ve Toz Maruziyetlerinin Değerlendirilmesi”
5. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezleri, Serap ZEYREK, “Titreşim”
5. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezleri, Gürkan TOPÇU, “Gemi Adamlarının Titreşim Maruziyetlerinin Değerlendirilmesi”
6. OSHA (European Agency for Safety and Health at Work), Workplace exposure to vibration in Europe: an expert review
7. <http://www.vibration.db.umu.se/Default.aspx?lang=en>
8. <http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/calculator.htm>
9. www.vibration.db.umu.se/HavSok.aspx?lang=en