

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 BÜTÜN VÜCUT TİTREŞİMİNE MARUZİYET RİSKLERİNDEN KORUNMALARINA İLİŞKİN UYGULAMA REHBERİ





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

ÇALIŞANLARIN BÜTÜN VÜCUT 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

Revizyon: 2024



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

Bu Rehber İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından, Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin uygulanmasına rehberlik etmek amacıyla Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanan “Whole-Body 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).....	14
2.1.3.Risklerin Değerlendirilmesi ve Kontrol Stratejisi Oluşturma (3.Aşama).....	14
2.1.3.1. Maruziyet Süresinin Belirlenmesi.....	15
2.1.3.2. Titreşimin Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	16
2.1.3.2.1. Titreşim Emisyon Verilerinin Kullanımı.....	17
2.1.3.2.2. Diğer Veri Kaynaklarının Kullanımı.....	17
2.1.3.3.3. Titreşim Ölçümü.....	18
2.1.3.3.4. 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).....	19
3.BÖLÜM: TİTREŞİM MARUZİYETİNİN AZALTIKMASI.....	21
3.1. Kontrol Stratejisi Oluşturma.....	22
3.2. Titreşim Maruziyetinin Azaltılmasına Yönelik Uygulamalar.....	23
3.2.1. İş sürecine / İş Ekipmanına Yönelik Uygulamalar.....	23
3.2.2. Araç Süspansiyon Sistemleri.....	24
3.2.3. Araç Koltuk Sistemleri.....	25
3.2.4. Sürüş Zeminini.....	26
3.2.5. Araç Sürüş Tekniklerinin Geliştirilmesi.....	26
3.2.6. Lastikler ve Tekerleklerin İyileştirilmesi.....	27
3.2.7. Araç Kabin Tasarımlarının Geliştirilmesi.....	27
3.2.8. İş Ekipmanlarında Yalıtım ve Sönümlenme.....	28
3.3. Satınalma Politikası.....	29
3.4. Maruziyet Süresinin Azaltılması.....	30

3.5. Araç ve Yol Bakımı.....	30
3.6. Çalışanlara Danışılması ve Çalışanların Katılımı.....	31
3.7. Çalışanların Bilgilendirilmesi ve Eğitimi.....	31
4.BÖLÜM: SAĞLIK GÖZETİMİ.....	33
4.1. Sağlık Gözetimi Nedir?.....	33
4.2. Sağlık Gözetimi Ne Zaman Gereklidir?.....	34
4.3. Bütün Vücut Titreşim Hasarı Tespit Edildiğinde Ne Yapılır?.....	34
EK-A: TİTREŞİM HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	36
A.1. Titreşim Nedir?.....	36
A.2 Titreşim ile ilgili Parametreler.....	36
A.2.1. Frekans ve Frekans Ağırlıklandırma.....	36
A.2.2. Titreşimin Büyüklüğü.....	37
A.2.3. Günlük Maruziyet Süresi.....	37
A.2.4. Günlük Titreşim Maruziyet Düzeyi.....	37
EK-B: TİTREŞİMİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ.....	39
B.1. Bel Ağrıları, Sırt, Omuz ve Boyun Rahatsızlıkları.....	39
B.2. Diğer Rahatsızlıklar.....	40
EK-C:GÜNLÜK TİTREŞİM MARUZİYETİNİ HESAPLAMA YÖNTEMLERİ.....	41
C.1. Titreşim Ölçümü.....	41
C.2. Günlük Titreşim Maruziyet Düzeyinin Hesaplanması.....	42
C.3. Maruziyet “Puanlama” Sistemi.....	44
C.4. İnternet Tabanlı Araçlar.....	47
KAYNAKLAR.....	48

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 araçlar 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-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 bütün vücut titreşimi olmak üzere iki ana değerlendirme kategorisine ayrılır.

“Çalışanların Bütün Vücut Titreşimine Maruziyet Risklerinden Korunmalarına İlişkin” rehber çalışması ile işverenlerin bütün vücut titreşimine maruziyet ile ilgili riskleri belirlemesine, tehlikeleri incelemesine, bütün vücut 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, tehlikelerin incelemesi, bütün vücut titreşimine maruz kalan çalışanların sağlık ve güvenlikleri için alınması gerekli tedbirler ile ilgili bilgiler, rehber eklerinde ise titreşim ile ilgili detaylı bilgilere yer verilmiştir.

Bütün vücut titreşimi, özellikle iş makineleri veya araçları kullanan operatörlerin ayak kısmına veya koltuğuna, oturulan veya ayakta durulan zeminden iletilen titreşimi ifade eder. Bütün vücut titreşimine yüksek düzeylerde maruz kalınması sağlık ve güvenlik açısından risklere ve sırt rahatsızlıklarına, omuz ve boyunda rahatsızlıklara neden olabilir veya bu rahatsızlıkları arttırıcı etki gösterebilir (*Bkz. Ek-B: Bütün Vücut Titreşiminin Sağlık Üzerine Etkileri*). Titreşim sonucu oluşan risklerin büyüklüğü, titreşim değerinin yüksek olmasına, maruziyet süresinin uzunluğuna, maruziyetin sıklığına ve devamlılığına bağlıdır. Şiddetli şok veya darbe içeren titreşimler de titreşim risklerini arttırıcı etki göstermektedir.

Bütün vücut titreşim maruziyetine yol açan işler; genellikle tarım, inşaat, ormancılık, taş ocağı gibi arazi çalışmalarıdır. Bununla birlikte, taşımacılıkta kullanılan kamyonlarda, denizlerdeki sürat botlarında ve bazı helikopterlerde de bu risk görülebilir. Bütün vücut titreşimine maruziyet, uzun yol şoförleri gibi sadece oturarak çalışanlarla sınırlı olmayıp beton kırma makinesindeki çalışmalar gibi ayakta çalışılan işlerde de oluşmaktadır.

Bakımlı yollarda sürülen kamyon, kamyonet ve otobüsler gibi araç sürücülerinde de bütün vücut titreşim maruziyeti görülmekle birlikte, titreşim seviyelerinin nispeten düşük olmasından dolayı, muhtemel sağlık risklerinin oluşma olasılığı düşüktür.

Genellikle daha yüksek seviyede bütün vücut titreşimine maruz kalınan iş faaliyetleri, sürücülerin düzenli olarak araçlarını yol dışında (patika, asfalt olmayan yol vb.) ya da şantiye yollarında kullanmalarını içeren faaliyetler olup daha yüksek seviyede bütün vücut titreşimine maruz kalınması sonucunda sağlık risklerinin görülme olasılığı da artmaktadır.

“Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik” bütün vücut titreşim maruziyeti için, aşılması durumunda işverenin bütün vücut 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) Bütün vücut titreşimi için;

1) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet sınır değeri: 1.15 m/s^2 .

2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük maruziyet eylem değeri: 0.5 m/s^2 .

Maruziyet eylem değeri, çalışanın maruz kaldığı bütün vücut titreşim değerinin, 0.5 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 değer (1.15 m/s^2) üzerinde bir titreşime kesinlikle maruz kalmaması gerektiğini belirten değerdir.

Bu rehber, bütün vücut 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 yükümlülüklerin özetlenmiş hali bulunmaktadır.

Tablo 1.1. Yönetmelik ile belirlenen yükümlülüklerin özeti			
Yönetmelik Maddesi	Sorumlu Kişi	Ne zaman?	Yükümlülük
Madde 6	İşveren	Bütün vücut titreşiminden kaynaklanan potansiyel bir risk olduğunda	Maruziyet düzeyinin belirlenmesi: <ul style="list-style-type: none">- Gözlem sonuçlarına başvurulması- Ekipman üreticisinden elde edilecek bilgilerin kullanılması- Titreşim ölçümlerinin yaptırılması (gerekirse)
Madde 7	İşveren	Bütün vücut titreşiminden kaynaklanan bir risk olduğunda	Risk değerlendirmesinde, titreşimden kaynaklanan risklerin 7 nci maddenin alt bendinde belirtilen hususlar dikkate alınarak değerlendirilmesi

Madde 8	İşveren	Maruziyet eylem değerinin üstünde titreşime maruz kalındığının tespit edilmesi durumunda	Risklerin önlenmesi ve azaltılması: <ul style="list-style-type: none"> - Maruziyet oluşturacak eylemleri kaldırmak ya da azaltmak - Bütün vücut titreşimine 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 değer üzerindeki maruziyetin önlenmesi: <ul style="list-style-type: none"> - Maruziyet sınır değerinin neden aşıldığının belirlenmesi - Bunun tekrarını önlemek amacıyla, koruma ve önlemeye yönelik gerekli tedbirlerin alınması
Madde 10	İşveren	Bütün vücut titreşimine maruz kalan çalışanların bulunması durumunda	Çalışanın bilgilendirilmesi ve eğitimi: <ul style="list-style-type: none"> - 10 uncu maddenin alt bendinde belirtilen hususlar hakkında, titreşime maruz kalan çalışanların veya temsilcilerinin bilgilendirilmesi ve eğitilmesi
Madde 11	İşveren	Bütün vücut titreşimine maruz kalan çalışanların bulunması durumunda	Çalışanların görüşlerinin alınması ve katılımının sağlanması: <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - Çalışana bilgi ve tavsiye sağlanması - Risk değerlendirmesinin ve 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 fiziği, titreşime ait parametreler) ve titreşimin insan sağlığı üzerine etkileri hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

• **İlgili Bölüm**

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

2.BÖLÜM: RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ



Bütün vücut titreşimi risk değerlendirmesi, bütün vücut 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 duyulmadan, iş yerinde bütün vücut 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, bütün vücut titreşimine maruziyeti ve sağlık risklerini değerlendirmek, sağlık risklerini yok etmek veya azaltmak için alınması gereken önlemleri tespit etmektir.

Çalışanların Titreşim ile 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 Kanununun 4 üncü, 5 inci ve 11 inci maddelerine uygun olarak hangi önlemlerin alınması gerektiğini belirlemelidir.

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

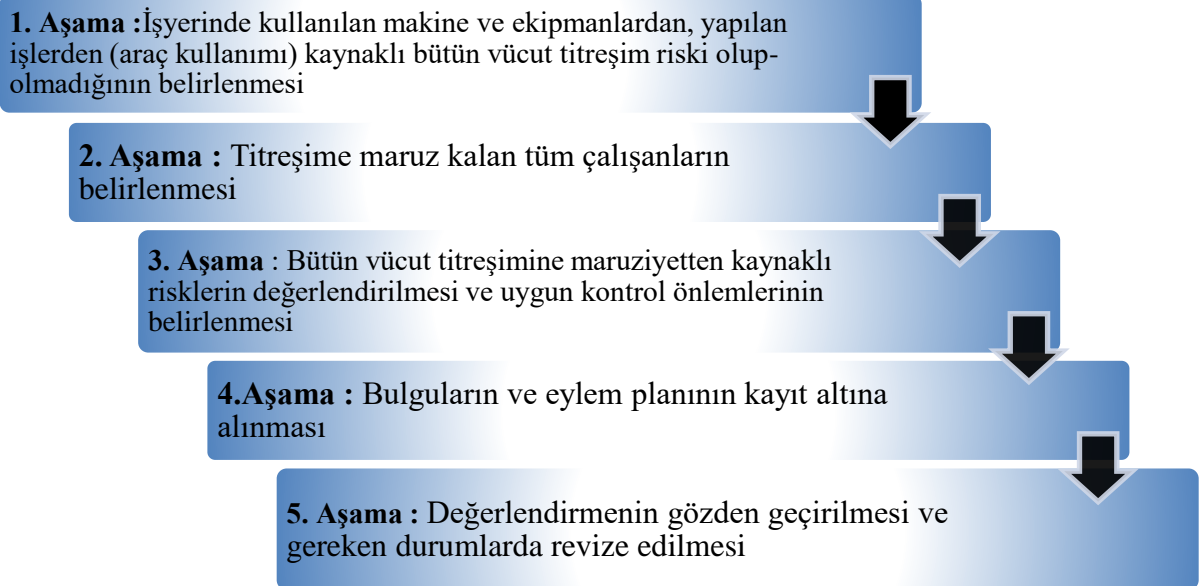
- Bütün vücut titreşiminden kaynaklanan bir risk olup olmadığını tespit etmelidir.
- İşçilerin maruz kaldıkları titreşim değerlerini tahmini olarak belirlemeli ve bu değerleri maruziyet eylem değeri ve maruziyet sınır değeriyle karşılaştırmalıdır.
- Mevcut riskleri kontrol etmek için uygun kontrol seçenekleri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

Bütün vücut titreşimi ile birlikte sırt rahatsızlığına neden olabilecek başka faktörlerde olup, risklerin değerlendirilmesi aşamasında aşağıda belirtilen bu faktörler de göz önüne alınmalıdır.

- Çalışma / Sürüş esnasında duruş bozukluğu
- Uzun süre sabit bir pozisyonda oturma
- Operatörlerin / Sürücülerin uzanma veya eğilme gibi hareketler yapmasına neden olan kontrol (açma, kapama vb.) kollarının (veya buton vb.) yanlış konumlandırılmaları
- Yeterli bir görüş alanı sağlamak için, uzanma veya eğilme gibi vücut hareketlerinin yapılmasına neden olan kötü görüş mesafesi
- Ağır veya taşımaya uygun olmayan yüklerin elle kaldırılması veya taşınması
- Sürekli olarak, yerden yüksek olan veya zor ulaşılabilen kabine tırmanma veya kabinden atlama

Yukarıda belirtilen tüm bu faktörler ayrı ayrı sırt rahatsızlıklarına neden olabilir. Ancak bütün vücut titreşimine maruz kalırken, aynı anda bu faktörlerden biri veya daha fazlasına maruz kalan bir kişi için sağlık riski artacaktır. Bunun yanında, sıcaklık gibi çevresel faktörler de sırt ağrısı veya rahatsızlıklarını artırabilir. Sırt rahatsızlığı riskini en aza indirmek için bütün bu faktörler, çalışma planlarında birlikte değerlendirilmelidir. Malzemelerin elle taşınması ile ilgili düzenlemeler de, çalışanların mevcut çalışmaları içinde, risk oluşturabilecek bir faktör olarak sayılmalıdır.

Risk değerlendirmesi (5) aşamadan oluşur:



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

İşyerinde makine ve ekipman kullanımı sonucunda, bunları içeren proseslerde ve araç kullanımı işlerinde, bütün vücut titreşimine maruziyetten kaynaklı risk olup olmadığının belirlenmesi, risk tespit edildiğinde, riskin değerlendirilmesi ve kontrol altına alınması işverenin yükümlülüğündedir. Risklerin değerlendirmesi aşamasında, uzmanlık gerektiren titreşim bilgisine ihtiyaç duymadan basit bir değerlendirme süreci ile risklerin değerlendirilmesi mümkün olabilir. Bunun için, çalışılan sektörü, iş süreçlerini, kullanılan araç ve gereçleri göz önünde bulundurmak ve bazı temel soruları yanıtlamak yeterli olacaktır.

Herhangi bir araçta sürüş yapan, seyahat eden veya titreşimli makinelerde duran veya oturan herkes, bütün vücut titreşimine maruz kalacaktır. Bununla birlikte, nispeten az bir kısmı, risk altında olacaktır. Bakılması gereken en önemli şey, çalışanların maruziyet süresi boyunca şok ve sarsıntı içeren titreşime maruz kalıp kalmadıklarıdır. Uzun süre, düzenli olarak yüksek düzeyde bütün vücut titreşimine maruz kalan kişilerin, sağlık açısından riskleri artmaktadır. Bütün vücut titreşim maruziyeti, araç kullanımı sonucunda meydana gelebildiği gibi, sürüş esnasında olmayan (örneğin titreşen platformlar üzerinde durulması sonucu) çalışanların faaliyetlerinde de meydana gelebilmektedir. Bütün vücut titreşimiyle ve ergonomik risklerle ilişkisi olan bazı çalışma şekilleri/çalışanlar aşağıda belirtilmiştir:

Bütün vücut titreşim riskinin görüldüğü bazı çalışma şekilleri / çalışanlar:

- Düzenli olarak araçlarını yol dışında kullanan çalışanlarda
- Sürücünün / Operatörün sarsıldığı, sağa-sola veya ileri-geriye gidip geldiği sürüş veya çalışma durumlarında
- Sürücü veya operatörün oturduğu koltuğa, şiddetli şok ve sarsıntının iletiildiği çalışma durumlarında
- Araçlarda tekerlek süspansiyonunun olmadığı veya sert lastiklerin kullanıldığı araç içerisinde bulunan çalışanlarda
- İşe uygun olmayan aracın (örneğin forkliftin, şantiye yolunda kullanılması) kullanıldığı durumlarda
- Bakımsız, aşınmış parçalı araçların kullanıldığı çalışma durumlarında

- Koltukları hasarlı olan veya koltuk ayar mekanizmaları bozuk olan araçların kullanıldığı çalışma durumlarda
- Araçların, şantiye yolu gibi bozuk yollarda kullanıldığı çalışma durumlarda
- Taşıtların kötü (çatlak olan, çukur olan, moloz kaplı vb.) işyeri zeminlerinde kullanıldığı durumlarda
- Çalışma geçmişinde sırt ağrısı şikayetleri olan çalışanlarda
- Çalışma sırasında veya sonrasında, sırt ağrısı şikayetleri rapor edilen çalışanlarda

Aşağıda, daha detaylı bir değerlendirme yapmaya gerek duymadan, risk olup olmadığına karar vermeye yardımcı olacak bazı sorular verilmiştir.



Soru 1: Arazide araç kullanılıyor mu?

Örneğin, traktör, atv (dört tekerlekli arazi aracı) veya damperli kamyonlar gibi arazi araçlarını, işlerinin bir parçası olan kötü zeminlerde kullanması gereken kişilerin, yüksek seviyede bütün vücut titreşimine maruz kalması muhtemeldir.



Soru 2: İşyerinde, her gün uzun bir süre titreşen bir makine kullanılıyor mu / sürülüyor mu?

Bir kişinin günlük titreşim maruziyetini etkileyen faktörler, kişinin maruziyet süresinin uzunluğu ve titreşimin büyüklüğüdür.



Soru 3: Bakımsız yol yüzeylerinde araç kullanılıyor mu?

Otomobiller, kamyonetler vb. kötü zeminlerde kullanıldığında genel olarak bütün vücut titreşim riskine neden olmazlar (tasarımlarından dolayı). Ancak, az etkili süspansiyona sahip sert gövdeli kamyon vb. araçlar, özellikle yük taşımadığında veya kötü yüzeylerde kullanıldığında yüksek seviyede bütün vücut titreşimine maruz kalınmasına neden olabilirler.



Soru 4: Şok (veya darbeye) maruz kalınıyor mu?

Titreşim maruziyetinden kaynaklanan en büyük riske, şok titreşimi sebep olmaktadır. Şok titreşimine, aracın arazide aşırı süratli kullanılması, koltuk süspansiyonunun yanlış ayarlanması veya kötü yol yüzeyleri gibi nedenler yol açmaktadır. Bazı ağır yük taşıyan araçlarda, frenlerin sert bir şekilde kullanılmasıyla da şok ve darbeler sürücülere iletilebilir.



Soru 4: İşe uygun olmayan araç kullanılıyor mu?

Forklift gibi bazı endüstriyel araçlar tekerlek süspansiyonuna sahip değildir ve güvenli çalışmayı sağlamak için sert lastiklerle donatılmışlardır. Düzgün yüzeylerde kullanılmaları şartıyla, bütün vücut titreşim düzeyleri yüksek olmayacaktır. Ancak, elverişsiz yüzeylerde (depoda kullanılmak üzere tasarlanmış bir forkliftin dışarıda şantiyede kullanımı gibi) kullanılırsa, yüksek düzeylerde bütün vücut titreşimine maruz kalınmasına sebep olurlar.

2.1.2. Risk Altındaki Çalışanların Belirlenmesi (2.Aşama)

Bütün vücut titreşimine maruziyet riski altındaki çalışanların belirlenmesi genellikle basit bir prosedürdür. Zarar görmesi muhtemel çalışanlar, belirlenen aracı veya ekipmanı kullanan kişilerdir. Risk altında olması muhtemel çalışanlar aşağıda belirtilmiştir:

- Bölüm 2.1.1'deki listede belirtilen çalışanlar veya çalışma durumlarında yer alan kişiler
- Çalışırken şiddetli titreşen veya sallanan, hareketli veya statik bir makinede oturarak veya ayakta durarak çalışanlar
- Helikopter kullanan pilotlar veya helikopterle yolculuk eden kişiler
- Sürat teknesi ile yolculuk eden veya sürat teknesi kullanan kişiler

Titreşim risklerine daha duyarlı olan kişilerin sağlık ve güvenliğini özellikle dikkate almak gerekmektedir. Bu kişiler aşağıda belirtilmiştir:

- Hamile çalışanlar ve yakın zamanda doğum yapmış olanlar. (Bu durumda olan çalışanlar, özellikle karın bölgesi başta olmak üzere, rahatsız edici seviyede şoklara ve sarsıntılara maruz kalmamalıdır)
- Genç çalışanların, 25 yaşına kadar kas yapıları ve kemik yapıları hala tam olarak gelişmediğinden (gelişim devam ettiğinden), bu durumda olan çalışanların, düzenli olarak şoklara ve sarsıntılara maruz kalmaları sınırlandırılmalıdır.
- Boyun veya sırt problemleri olan çalışanlar (Bu durumda olan çalışanların, belirli çalışmalar için uygun olup olmadığına dair doktor değerlendirmesine ihtiyaç duyulabilir)
- Son zamanlarda herhangi bir ameliyat geçirmiş olan, iç ve dış protez cihazları olan (takma dişler hariç) kişiler, şoklara ve sarsıntılara karşı daha duyarlıdır. (Bu durumda olan çalışanların, belirli çalışmalar için uygun olup olmadığına dair doktor değerlendirmesine ihtiyaç duyulabilir)

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

Risk değerlendirmesinin 1. ve 2. aşamaları, bütün vücut titreşimine maruziyet riski olup olmadığına karar vermeye yardımcı aşamalardır. Bu aşamalardan sonra, kontrol edilmesi 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 oluşturmak,
- Çalışanların günlük titreşim maruziyetlerini, maruziyet eylem değeri veya maruziyet sınır değeri ile kıyaslamak,
- 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 vücuda iletilen titreşimin ortalama büyüklüğü)

2.1.3.1. Maruziyet Süresinin Belirlenmesi

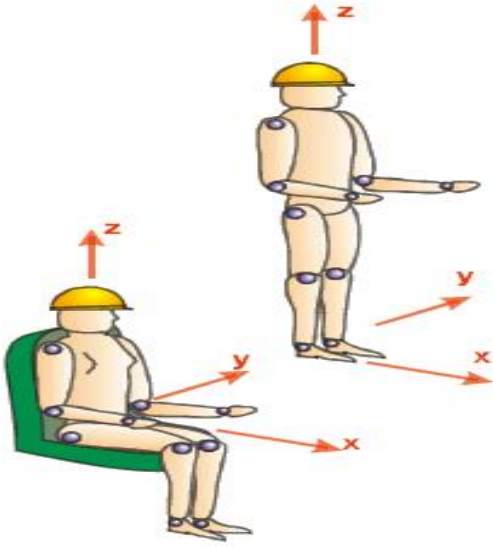


Günlük titreşim maruziyetini değerlendirmek için operatörlerin (titreşime maruz kalan çalışanların) titreşime maruz kaldığı sürenin belirlenmesi gerekmektedir.

Günlük titreşim maruziyet düzeyinin ($A(8)$ olarak ifade edilir ve 8 saatlik bir çalışma günü için maruz kalınan titreşim değeridir) hesaplanabilmesi için, öncelikle kullanılan makine veya araçlardan kaynaklanan titreşime maruz kalınan sürenin bilinmesi gereklidir. Maruziyeti hesaplanacak çalışanın, çalıştığı ekipmanı/aracı vb. ile 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. Örneğin kamyonun yüklemesi veya bekleme sürelerinde titreşime maruz kalınmadığından, bu süreler hesaba katılmamalıdır.

Genellikle, kullanılan araç hareket halinde iken titreşim maruziyeti meydana gelecektir. Ancak, ekskavatörler ve ağaç kesme makineleri gibi sabit araçların kullanıldığı işlemlerde, işlem yapılmadığı zamanlarda da, az da olsa maruziyet olmaktadır. Bundan dolayı, çalışma türü ve şekillerinin iyi izlenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

2.1.3.2. Titreşimin Büyüklüğünün Belirlenmesi



Bütün vücut titreşimi için, oturarak veya ayakta durarak çalışanların, üç ortogonal ekseninde (x, y ve z) ölçülen titreşim maruziyet değerlerinden, her eksen için ayrı ayrı günlük maruziyet değeri hesaplanır. Bu değerlerden en büyüğü, günlük titreşim maruziyet değeri olarak kabul edilir.

Titreşim değeri, titreşimin vücuda girdiği noktalar üzerinden değerlendirilir. Belirli bir aracın kullanımında veya belirli bir işin yapılması sırasında, maruz kalınan titreşim büyüklüğü oldukça değişken olabilir. Kullanılan aracın durumu, kullanılan zeminin durumu operatörün çalışma tekniği, maruz kalınan titreşimin değerini etkileyebilir.

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 aşılmış aşılmadığı, bazı durumlarda 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

2.1.3.2.1. Titreşim Emisyon Verilerinin Kullanımı

Araç veya makine üreticileri veya tedarikçileri, titreşim konusunda önemli bir bilgi kaynağı olabilirler. Üretici veya tedarikçi firmaların bir çoğu web sitelerinde ürünlerinin titreşim emisyon bilgisini paylaşmaktadırlar. Makine Emniyeti Yönetmeliği titreşim ile ilgili özel şartlar dâhil olmak üzere kullanılan makineler için gerekli sağlık ve güvenlik şartlarını tanımlamaktadır. Diğer şartların yanında, Makine Emniyeti Yönetmeliği, hareketli makinelerin bütün vücut titreşim emisyon değerleri için ve titreşimden kaynaklanan diğer risklerle ilgili bilgileri, makine üreticileri, tedarikçileri ve ithalatçılardan temin edilmesi gerektiğini ifade eder.

Üretici veya tedarikçi firmalar, makine bilgi ve talimatlarıyla birlikte bütün vücut 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 1032+A1: Mekanik Titreşim-Titreşim emisyon değerinin belirlenmesi amacıyla hareketli makinelerin deneye tabi tutulması, TS EN 12096: Mekanik titreşim- Titreşim emisyon değerlerinin bildirim ve doğrulanması” standartlarına bakınız)*

2.1.3.2.2. Diğer Veri Kaynaklarının Kullanımı

Maruziyet eylem değeri veya maruziyet sınır değerinin aşıp aşılmadığına karar verilmesine olanak sağlayan titreşim büyüklüğü ile ilgili diğer bilgi kaynakları da bulunmaktadır. İlgili kuruluşlar vb. cihazların yaydığı titreşim değerleri ile ilgili bilgi sağlayabilirler. Ek olarak, internette ihtiyacı karşılayabilecek uluslararası titreşim veritabanları da bulunmaktadır. (Örnek: http://www.portaleagentifisici.it/fo_wbv_list_macchinari_avanzata.php?lg=EN&page=2)

Bu tip veri kaynaklarının sağladığı bilgiler kullanılırken, ilgili ekipman veya aracın 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 veya aracın çalışma şekli ile ilgili aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekmektedir:

- Ekipmanın tipi (ör: forklift, ekskavator)

- Ekipmanın sınıfı (gücü veya büyüklüğü)
- Güç kaynağı (ör: elektrikli veya yanmalı motor)
- Herhangi bir anti-titreşim özelliği (ör: süspansiyon sistemleri, süspansiyonlu kabin, koltuk)
- Titreşim bilgileri elde edilmek istenen aracın hangi işte kullanıldığı
- Çalışma anındaki hızı
- Çalıştırıldığı zemin tipi (ör: asfalt yol, toprak yol)

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

2.1.3.3.3. Titreşim Ölçü

Kullanılan ekipmandan kaynaklanan titreşim hakkında, ekipman tedarikçilerinden veya diğer kaynaklardan yeterli bilgi sahibi olunamadığı durumlarda, ekipmanın veya aracın 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 olduğundan dolayı, 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. Bütün vücut titreşim maruziyeti, “*TS EN ISO 2631-1: Mekanik titreşim ve şok - Tüm vücut titreşime maruz kalma değerlendirilmesi - Bölüm 1: Genel kurallar*” standardında tanımlanan ölçüm metodu kullanılarak ölçülmelidir.

Ölçüm sonucu elde edilen, ortalama karekök (rms:root mean square) titreşim büyüklüğü, oturan bir kişinin koltuğundaki veya ayakta duran bir kişinin ayaklarındaki frekans ağırlıklı titreşimi ifade etmekte olup birimi (m/s^2)’dir (*Ayrıntılı bilgi için “EK-C: Günlük Titreşim Maruziyetini Hesaplama Yöntemleri” bölümüne bakınız*).

Titreşim büyüklüğü, bir ölçüm periyodu boyunca ortalama ivmeyi temsil eder. Bu, değerlendirme için kullanılan üç dikey eksen değerinin ($1.4a_{wx}$, $1.4a_{wy}$, veya a_{wz} ,) en yükseğidir.

2.1.3.3.4. Günlük Titreşim Maruziyetinin Hesaplanması

Günlük titreşim maruziyeti düzeyi, 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, araç kullanımı veya yapılan iş süresi içerisinde maruz kalınan titreşimin değeri baz alınarak 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*)

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:

- Değerlendirilen çalışanlar, yapılan işler ve kullanılan araçlar
- Mevcut herhangi bir titreşim kontrol önlemi
- Muhtemel titreşim büyüklükleri (seviyeleri) ve bu bilgilerin kaynakları (üreticilerin bilgileri, veritabanları, ölçüm sonuçları vb.)
- Günlük maruziyet süresi
- Günlük maruziyet eylem değerini ve / veya günlük maruziyet sınır değerini aşması muhtemel olan çalışanlar
- Maruziyeti azaltmak için alınan önlemler
- Sağlık gözetimi ile ilgili bilgiler
- Değerlendirmenin kim tarafından, ne zaman yapıldığı 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:

- Araçlarda yapılan değişiklikler (örneğin yeni veya değiştirilmiş koltuklar)

- Araçlara eklenen aksesuarlar, güzergahlarda ki değişiklikler
- Sürücülerde sırt ağrısı raporlanması
- Titreşim maruziyetine sebep olacak yeni araçların kullanılmaya başlanması
- Çalışma düzeninde veya çalışma yöntemlerinde değişiklikler
- Titreşimli ekipmanla çalışılan sürenin değişmesi
- Yeni titreşim kontrol önlemlerinin uygulanmaya başlanması

Uzun vadede, kontrol önlemlerinin hala uygun ve etkili olduklarından emin olmak için risk değerlendirmesi gözden geçirilmelidir. 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.

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 AZALTI MAS I

Risk değerlendirmesi, çalışanların bütün vücut 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, bütün vücut 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:

- Ana titreşim kaynaklarını belirleme
- şok titreşimi kaynaklarını belirleme ve titreşim maruziyetine katkılarına göre sıralama
- Uygulanabilirlik ve maliyet açısından potansiyel çözümlerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi
- Gerçekçi olarak elde edilebilecek hedefler oluşturma
- Önceliklerin belirlenmesi ve bir “*eylem programı*” oluşturulması
- Yönetim sorumluluklarının tanımlanması ve yeterli kaynakların tahsis edilmesi
- Programın uygulanması
- Sürecin izlenmesi
- Programın değerlendirilmesi

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

3.2. Titreşim Maruziyetinin Azaltılmasına Yönelik Uygulamalar

3.2.1. İş Sürecine / İş Ekipmanına Yönelik Uygulamalar

Titreşimden kaynaklanan riski ortadan kaldırmanın en etkili ve güvenilir yolu, çalışanların titreşime maruz kalmayacakları şekilde çalışma şekillerinin ve kullanılan araçların (iş ekipmanlarının) seçilmesi ya da yeniden tasarlanmasıdır. Çoğu durumda, maruziyet sınır değerinin üzerindeki titreşimlerin azaltılması ile ilgili çalışmalarda, iş süreçlerini yeniden tasarlamak veya kullanılan iş ekipmanları üzerinde değişiklikler yapmak, titreşim riskini kontrol etmenin tek yolu olup, titreşim maruziyet değerini azaltmanın yanı sıra, uzun vadede iş verimliliğini de arttırmaktadır.

Sektörde kullanılan alternatif çalışma yöntemlerinin ve kullanılan iş ekipmanlarının / araçların takip edilmesi (üretici veya tedarikçilerden, teknolojik dergi vb. yayınlardan), seçilmesi ve kullanılması, etkin çözümler sunma noktasında yararlı olacaktır. Uygulanacak etkili bir eylem planı, işçileri titreşime maruz bırakan operasyonun, aracın veya çalışma yöntemlerinin ergonomik tasarımını geliştirmeye yönelik olmalıdır. Titreşim maruziyetini önlemek veya azaltmak için iş sürecinde yapılabilecek değişikliklere bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

Titreşim maruziyetini önlemek veya azaltmak için iş sürecinde yapılabilecek değişiklikler:

- Seyahat mesafelerini en aza indirmek
- Araç hızını sınırlamak
- Yol yüzeylerini iyileştirmek (engellerin kaldırılması, çukurların doldurulması, araçların sürüldüğü yüzeylerin düzeltilmesi vb.)
- Sürücü ağırlığı için doğru şekilde ayarlanmış uygun süspansiyonlu bir koltuk sağlanması

Sürüş sırasında sırtın hasar riskini en aza indirmek için iyi bir duruş önemlidir. Sürücünün duruşu (postür) aşağıdakilerle iyileştirilebilir:

- Sürücü görüş alanını, araç kabini içerisinden arttırmak (sırt ve boynun bükülmesini en aza indirmek için)
- Araç veya makine kontrollerini yeniden konumlandırmak (tekrarlanan gerilmeleri / uzanmaları en aza indirmek için)

- Araç kullanacak tüm sürücülere, kabin içindeki mevcut olan alana ve yapılan işe uygun olan bir koltuk sağlamak
- Sürücünün, en doğru oturma konumunda oturmasını sağlamak ve sırta destek sağlamak için emniyet kemeri kullanılmak

Bir işin yapılmasını uzatan ya da işe uygun olmayan bir iş ekipmanı kullanılması, daha yüksek titreşim emisyonuna ve bunun sonucu olarak da daha yüksek seviyede titreşim maruziyetine sebep olacağından dolayı, iş ekipmanı satın alma noktasında titreşim emisyonuna ve ekipmanın yapılan işe uygunluğuna dikkat etmek ve yapılan işe uygun cihaz seçmek gerekmektedir.

Operatörün rahat ve dik bir vücut duruşunu koruyabileceği, gövdesini aşırı bir şekilde bükmeyeceği ya da uzun süre boyunca gövdesini bükecek şekilde aracı kullanmak zorunda kalmayacağı şekilde kabini tasarlanmış olan araçlar seçilmelidir.

İş ekipmanı seçilirken dikkat edilmesi gereken bir diğer konu ise, lastiklerin seçimidir. Lastikler kötü zeminin bazı etkilerini emecektir. Bununla birlikte, lastikler daha büyük kasisler ve çukurlardan gelen titreşimi azaltma noktasında yetersiz kalacaklardır. Kasisli zeminde kullanılan yumuşak lastikler bir aracın dikey yönde hareketini arttırarak, maruz kalınan titreşim değerini arttırmaktadır. Lastikler, aracın kullanılacağı engebeli arazi göz önüne alınarak, en uygun şekilde seçilmelidir.

3.2.2. Araç Süspansiyon Sistemleri

Araç şasi ve/veya kabin süspansiyon sistemlerinin düzenli olarak bakımı yapılmalı, bakım personeli, titreşim maruziyetini arttıran durumları bilmeli ve düzeltebilmelidir. Süspansiyon sisteminin bileşenleri (yaylar, şoklar vs.), araçta taşınan yüke uygun şekilde tasarlanmış olmalıdır.

Aşırı yükleme kadar, normalden daha az yükleme de vücut titreşim maruziyetini arttırabilir. İdeal olarak, süspansiyon sistemleri yüke göre kendini ayarlayacak ve titreşim değerini azaltacak şekilde kendi kendini ayarlayabilmelidir.

Süspansiyon sistemi, farklı çalışma koşullarını karşılamak için değiştirilecekse, değişiklikler konusunda uzman olan personel tarafından yapılmalıdır. Yanlış süspansiyon seçimi, yanlış yapılandırılmış ve ayarlanmış süspansiyon sistemleri titreşimi azaltmak yerine yükseltebilir.

3.2.3. Araç Koltuk Sistemleri

Standart araç koltuklarının bir çoğu, 4 Hz civarında titreşimde dikey olarak (z eksen) yaylanmakta olup, bunun sonucu olarak bu frekanslarda iletilen titreşimi arttırmaktadır. İnsan vücudunun en hassas olduğu titreşim değerleri, z-ekseninde 4-8 Hz aralığında titreşimlerdir. Koltukların yaylanması, ayrıca x ekseninde (önden arkaya) ve y ekseninde (sağdan sola) titreşimi de artırabilir.

Engbeli arazide çalışan araçlarda, x ve y eksenlerinde maruz kalınan titreşim önemli bir etkiye sahiptir. Koltuklar düzenli olarak korunmadığında veya değiştirilmediğinde, koltuk süspansiyon sistemleri zamanla bozulduğundan titreşim problemlerine neden olabilmektedir.

TS EN ISO 7096/2020, TS ISO 5007 ve TS EN 13490+A1 standartları, hafriyat araçları, tarımsal amaçlı traktörler ve endüstriyel kamyonlar için, uygun koltuk süspansiyon performansını sağlayacak şekilde tasarlanması ile ilgili koltuk performans kriterlerini belirlemektedir.

Koltuklarda aşağıda belirtilen durumların olması, titreşim maruziyeti risklerini arttırmaktadır.

- Koltuklarda, sırt desteğinin olmaması
- Görüş zorluğu veya geriye doğru bakmak için dönme ihtiyacının olması
- Koltuklarda, üreticinin tasarımını bozacak şekilde değişiklikler yapılması
- Koltukların, operatöre iletilen titreşimi azaltması dikkate alınmadan tasarlanmış ve imal edilmiş olması

Araç koltuklarında, titreşim azaltmaya yönelik iyi uygulama örnekleri aşağıda verilmiştir:

- Araçların hava geçirmeli koltuklarla veya süspansiyon sistemli koltuklarla donatılması
- Ergonomik tasarımlı koltukların ve yeterli dolgu sağlayan sırtlıkların kullanılması
- Koltuğun doğru ayarlanması için operatörlerin eğitilmesi
- Koltuklarda, operatörün ağırlığına göre ayarlama seçeneği olması
- Koltuk ön ve arka kısımlarında yeterli alan olması
- Koltukların çeşitli yönlerde (yukarı-aşağı, ön-arka, sağ-sol) ayarlanabilmesi

Örnek Durum 1: Fiziksel antrenman / Modifikasyonlar

Bir işyerinde forklift operatörlerinin, alt sırt ağrısı şikâyetlerini azaltmak için iki aşamalı bir yaklaşım uygulanmıştır.

1.aşamada, operatörlere fiziksel egzersiz programı uygulanmıştır.

2.aşamada, forkliftlerin koltukları daha ergonomik koltuklarla değiştirilmiş ve lastikleri yeni lastiklerle değiştirilmiştir.

Sonuç:

1.aşamadan sonra, bel ağrısı görülme sıklığı (şikâyetleri) % 63'ten% 56'ya düşmüştür.

2.aşamadan sonra ise, bel ağrısı görülme sıklığı (şikâyetleri) % 33'e düşmüştür.

3.2.4. Sürüş Zemini

Kötü yollarda, engebeli çalışma alanlarında ve arazi dışı yollarda araç kullanımı, kötü sürüş şartlarına, bunun sonucunda da sarsıntıya ve titreşim maruziyetine sebep olmaktadır. Sürüş yüzeylerinin titreşim maruziyetine katkısını en aza indirecek bazı uygulamalar şunlardır:

- Yolların ve sürüş yüzeylerinin (mümkün olan durumlarda) düzgün bir şekilde muhafaza edilmesi,
- Yüzey koşulları için doğru tipte araç, süspansiyon sistemi ve lastiklerin kullanılması,
- Araçların farlarla donatılması (sürücülerin yüzey koşullarını görebilmesi ve seçebilmesi için),
- Yüzey titreşim etkilerini en aza indirmek için sürücülerin sürüş teknikleri konusunda eğitilmesi,
- Araç kabini ve camlarının, aracın önündeki yol koşullarını en iyi görece şekilde tasarlanması ve düzgün şekilde tutulması,
- Operatörlere, yol ve yüzey koşulları ile ilgili kendi aralarında haberleşme olanağı sağlanması,
- Özellikle kötü yollar (zeminler) için uyarı ve bilgilendirme işaretleri kullanılması.

3.2.5. Araç Sürüş Tekniklerinin Geliştirilmesi

Araç sürüş tekniklerinin, tüm vücut titreşimine maruziyet üzerinde büyük etkisi olabilir. Maruziyeti azaltmaya yönelik sürüş teknikleri ile ilgili uygulamalar şunlardır:

- Aracın titreşimini en aza indirecek şekilde, hız limiti konulması,
- Çukurlardan ve çarpmalardan kaçınılması,
- Uzun süreli araç sürüşlerinde, araçtan inmeden germe ve esneme hareketleri yapılması ve mola verilmesi,
- Sürücülerin, sürüş tarzları hakkında geri bildirim alınması,
- Sürücülere doğru sürüş teknikleri ile ilgili eğitim verilmesi.

Örnek Durum 2: Forklift sürücülerine eğitim verilmesi

Bir işyerinde forklift operatörlerine, bütün vücut titreşimine maruz kalmanın başlıca nedenleri ve forkliftlerin çalıştırılmasında güvenli davranışlar hakkında eğitim verilmiştir. Sürücülerin, sürüş hızlarını azaltmaları ve sakin bir sürüş tarzını benimsemeleri istenmiştir.

Sonuç: Forklift operatörlerinin, maruz kaldıkları titreşim seviyesini belirlemek için eğitim verildikten sonra, günlük çalışmalarında içerisinde titreşim maruziyet değerleri ölçülmüş, eğitim verilmeden önce ölçülen titreşim maruziyet değerleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda, bütün vücut titreşim maruziyet değerinde, % 10'luk bir azalma olduğu görülmüştür.

3.2.6. Lastikler ve Tekerleklerin İyileştirilmesi

Aşırı şişirilmiş lastikler daha sert bir sürüş sağlarken, normal lastik basıncının altında şişirilmiş lastikler ise zıplamalara yol açan bir sürüşe neden olmaktadır. Belirli araç ve yol koşulları için lastikler doğru şekilde şişirilmelidir.

Eşit olmayan şekilde aşınmış lastikler (örneğin ön lastikler, arka lastiklere göre daha fazla aşınmış) ayrıca titreşimi artırabileceğinden, lastik aşınması ve lastiklerin dönüşü periyodik olarak muayene edilmelidir. Titreşimi azaltmak için tekerleklerin balans ayarının yapılması da önemlidir.

3.2.7. Araç Kabin Tasarımlarının Geliştirilmesi

Araç kabinlerinin, araç şasesinden ve motorundan, mekanik olarak izole edilecek şekilde tasarlanması ve kurulması, operatöre iletilen titreşimi önemli ölçüde azaltır. Titreşimi azaltmak için, şasi ve motordan izole olarak tasarlanan kabinler periyodik olarak kontrol edilmeli ve izolasyon sisteminin bileşenleri düzgün bir şekilde muhafaza edilmelidir.

Titreşim yalıtımı olmayan kabinler için, zeminin antivibrasyon materyaller ile kaplanması, yüksek frekansa sahip titreşimlerin iletimini azaltma konusunda yararlı olmaktadır.

Kabin tasarımında, ergonomik ilkeleri ön planda tutmak, operatörün araç kullanırken kötü duruşlarda araç kullanması veya istenmeyen hareketleri yapmasını ortadan kaldırarak bütün vücut titreşiminin etkilerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Kabinlerde ki temel gereksinimler şunlardır:

- Kabinler, operatörün vücudunu veya boynunu bükme ihtiyacını en aza indirecek veya engelleri görmek için boynu yukarı doğru zorlamasını ortadan kaldıracak şekilde tasarlanmış olmalıdır,
- Kabin içlerinde yeterli kafa ve bacak mesafesi olmalıdır (böylece operatör sıkışık şekilde çalışmak zorunda kalmaz ve araç kontrollerine kolayca ulaşabilir),
- Kabinler, operasyon yolunun yeterli görünürlüğüne izin verecek şekilde tasarlanmış olmalıdır,
- Kabin içi göstere ve kontrolleri, yüksek görünürlük oranına sahip olacak şekilde tasarlanmış olmalıdır,
- Kabin içi koltuklar, sağ ve sola dönecek şekilde tasarlanmış olmalıdır.

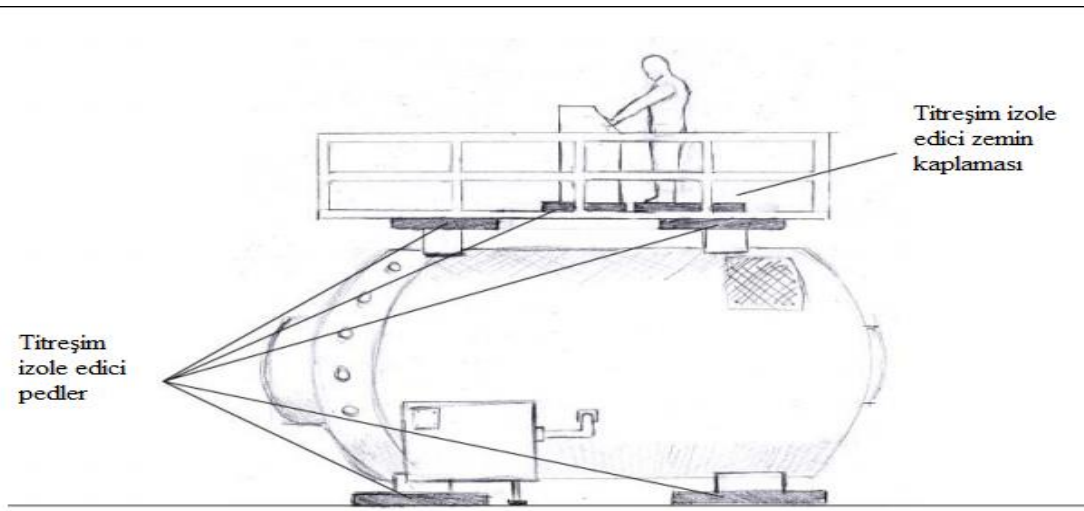
3.2.8. İş Ekipmanlarında Yalıtım ve Sönümleme

Bir montaj platformu gibi, iş ekipmanlarında veya bir binanın zemininde duran sabit bir ekipmanda, titreşim maruziyetinin azaltılması için en yaygın olarak kullanılan yöntem, ekipmanın titreşim emici malzeme (ped vb.) üzerine yerleştirilmesi ve zeminin titreşim emici malzemeler ile kaplanmasıdır.

Ekipmanın titreşim emici malzeme üzerine yerleştirilmesi ile, ekipmanın platform veya bina zemini ile doğrudan teması kesilir ve ekipmandan yayılarak zemine veya platforma iletilen titreşim değeri azalır.

Titreşen yüzeyler tarafından gürültü oluştuğundan, titreşim izolasyonlu pedlerin kullanımı genellikle gürültü seviyelerini de azaltmaktadır. Titreşim izolasyonu amaçlı kullanılacak malzemelerin doğru tipi ve boyutu, sabit ekipmanın kütesine ve izole edilecek titreşimin frekansına bağlıdır. Bundan dolayı, titreşim izolasyon uygulamalarında, uzman desteği alınmalıdır.

Operatörün, sabit ekipmana bağlı bir platformda/zeminde ayakta durarak veya oturarak çalışması gerekiyorsa, bu platform veya yer zemini, izole edici malzemelerle kaplanarak, titreşim üreten sabit ekipmanla zeminin veya platformun doğrudan teması engellenebilir. Aşağıdaki şekilde, zemin kaplamasına ve titreşim emici ped uygulamasına örnek verilmiştir:



Şekil 3.1: Titreşim emici ped ve zemin kaplaması uygulaması örneği

3.3. Satınalma Politikası

İş ekipmanı alırken titreşim, ergonomik faktörler, sürücü görüş alanı ve çalışma gereksinimleri gibi sağlık ve güvenlik konuları dikkate alınmalıdır.

Ekipman satın alırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Üreticinin / Tedarikçinin, belirli çalışma koşulları altında bütün vücut titreşimine maruz kalınmasıyla ilgili verileri, ekipmanla beraber verip vermediğine dikkat edilmelidir.
- Üreticiye / Tedarikçiye, satın alınmak istenilen iş ekipmanının çalışacağı yerler ve yapacağı işler hakkında net bilgi verilmelidir.
- Titreşim azaltma sistemlerinin ve bakım gereksinimlerinin neler olduğu net bir şekilde belirtilmiş olmalıdır.

- Ekipmanın hangi bileşenlerinin titreşim yayımına en önemli katkıyı yaptığı ve titreşimi en aza indirmek için bu bileşenlerin nasıl korunacağı net bir şekilde belirtilmiş olmalıdır.

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 sağlanabilir:

- Bütün vücut titreşim maruziyet değerini artırabilecek çalışma şekilleri
- Ekipmanın güvenli bir biçimde nasıl kullanılacağı ve bunun için gereken eğitimin içeriği
- Bütün vücut titreşim maruziyetini kontrol altına almak için gereken eğitimin içeriği (operatörlere, bakım personeline vb.)
- Farklı görevler (işler) için ekipmanın nasıl kullanılacağı,
- Ekipmanın iyi durumda kalması için yapılması gerekenler

3.4. Maruziyet Süresinin Azaltılması

Titreşim değerini azaltıcı önlemlerin tümü uygulandıktan sonra maruziyet değerinde daha fazla azalma, ancak çalışanların titreşime maruz kaldığı süreyi sınırlayarak sağlanabilir. Mümkün olan durumlarda çalışanların titreşime maruz kalmasını önlemek için iş planlamasına gidilmesi, başvurulan bir yöntemdir.

Yüksek titreşim yayan ekipmanı sürekli olarak işletmek gerektiğinde, çalışanlar arasında rotasyon yapmak, çalışanların maruz kaldıkları titreşimi azaltmada kullanılan bir diğer yöntemdir. Ayrıca, operatörlere her 1-2 saatlik çalışma için 10-15 dakikalık dinlenme molaları verilmesi de kullanılan bir yöntemdir.

3.5. Araç ve Yol Bakımı

Araçların, araç eklentilerinin ve araç yollarının düzenli olarak bakımı, titreşim büyüklüklerini ve şokları en aza indirmeye yardımcı olacaktır. Araçlarda ve araç yollarında yapılması gereken bakım uygulamaları aşağıda belirtilmiştir.

- Yol yüzeyleri korunmalı ve bakımı yapılmalıdır.
- Aşınmış parçalar değiştirilmelidir. (koltuk süspansiyonu dahil)

- Arızalı titreşim damperleri, yatakları ve dişlileri kontrol edilmeli ve gerekirse değiştirilmelidir.
- Motor ayarlamaları yapılmalıdır.
- Lastikler korunmalı, yüzeye ve taşınan yüke uygun basınçla şişirilmelidir.
- Koltuk ve diğer süspansiyon sistemleri yağlanmalıdır.

3.6. Çalışanlara Danışılması ve Çalışanların Katılımı

Çalışanlara danışılması, etkili kontrol çözümlerinin uygulanmasına destek sağlayacaktır. Çalışanlar ve özellikle temsilcileri, risklerin yönetilmesi noktasında etkili bir ortaklık olanağı sağlamaktadır. 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

3.7. Çalışanların Bilgilendirilmesi ve Eğitimi

Kontrol önlemlerinin etkili olması için titreşim yayan ekipman veya araçları kullanan operatörlerle 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 eğitim verilmesi önemlidir:

- İş ekipmanının kullanımından doğabilecek potansiyel zararlar
- Maruziyet sınır değeri ve maruziyet eylem değeri
- Risk değerlendirmesi sonuçları ve titreşim ölçüm sonuçları
- Bütün vücut titreşiminden kaynaklanan risklerin ortadan kaldırılması veya azaltılması için uygulanan kontrol önlemleri
- Mekanik titreşim maruziyetini azaltmak için güvenli çalışma yöntemleri
- Titreşim maruziyetinden kaynaklanan hasarların nasıl tespit edileceği ve nasıl bildirileceği

- Bakım gerektiren makinelerin ve parçaların nasıl bildirileceği
- Çalışanların hangi aralıklarla sağlık gözetimine tabi tutulacağı

Araç sürücüleri, titreşim maruziyetini en aza indirgeyen sürüş teknikleri konusunda eğitilmelidir. Operatörlere, sürüş hızının riskle ilişkisi ve hız limitleri hakkında bilgilendirme yapılmalıdır.

Koltuk süspansiyon sistemlerinin takıldığı durumlarda, sürücüler kendi ağırlıkları için bunların nasıl ayarlanacağını ve en doğru duruş için diğer koltuk kontrollerinin nasıl ayarlanabileceğini bilmelidir. (öne doğru pozisyon, yükseklik, sırt-dinlenme eğimi gibi)

NOT: İşyeri yönetim sistemlerinde ve çalışma şekillerinde yapılabilecek düzenlemeler ve mühendislik yöntemleriyle, titreşim tehlikelerinin azaltılması ile ilgili detaylı bilgi için standartlara bakınız.

- **İlgili Standartlar**

- **CEN/TR 15172-1:** Bütün vücut titreşimi – Titreşim tehlikelerinin azaltılması için rehber – Birinci Bölüm: Makine tasarımı ile mühendislik yöntemleri
- **CEN/TR 15172-2:** Bütün vücut titreşimi – Titreşim tehlikelerinin azaltılması için rehber – İkinci Bölüm: İşyerinde yönetim tedbirleri.

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 işçilerin 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 gözetiminde ana hedef, çalışanların sağlığını korumak ve alınan kontrol önlemlerinin uzun vadede etkinliğini kontrol etmektir.

Bütün vücut titreşimi söz konusu olduğunda, sağlık gözetimi iş faaliyetlerinden kaynaklanan sırt ağrısının önlenmesine veya ağırlaşmasının engellenmesine yardımcı olacaktır. Çalışan veya çalışanlar hasta olduklarının farkında olmasa bile, sağlık gözetimi bütün vücut titreşim maruziyetinden kaynaklanan ya da kaynaklanabilecek bir sorun olup-olmadığının tespit edilmesi notkasında yardımcı olabilir. Aşağıda belirtilen işlerde veya çalışmalarda, bütün vücut titreşim maruziyet risklerinin görülmesi muhtemeldir:

- Yüklerin, sürücüler tarafından elle yüklenmesi ve boşaltılması işlerinde
- İş ekipmanını kullanmak için gerilme ve bükülmelerin yapıldığı işlerde
- Kötü süspansiyonlu araçların, kötü zeminli yüzeylerde sürüldüğü işlerde
- Statik duruşta uzun süre kalınan işlerde (örn. uzun süre aynı pozisyonda kalınması)
- Engeli arazide sürüşlerde çok hızlı sürülen araçlarda uygun olmayan araçların kullanıldığı çalışmalarda

Ayrıca yüksek risk grubundaki çalışanlara dikkat edilmelidir. Hamile çalışanlar, genç çalışanlar ve daha önce sırt problemleri olan çalışanlar yüksek risk grubunda yer almaktadır.

4.2. Sağlık Gözetimi Ne Zaman Gereklidir?

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

- 0,5 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 değerlendirmesi sonucunda maruziyetin sıklığı ve büyüklüğünün sağlık açısından risk oluşturabileceği değerlendirilmesinde bulunan çalışanlara
- Sırt ağrısı şikayeti olan 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.

4.3. Bütün Vücut Titreşim Hasarı Tespit Edildiğinde Ne Yapılır?

Sağlık gözetimi sonucu bir çalışanın işyerinde mekanik titreşime maruziyetinin sonucu olarak bir rahatsızlığının var olduğu veya sağlığının olumsuz etkilendiğinin tespit edildiği durumlarda:

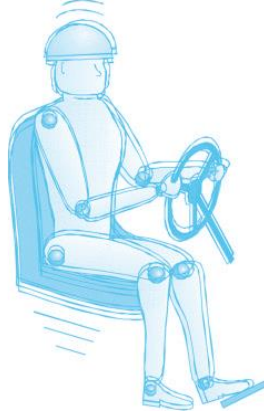
- Çalışan, doktor veya yetkili bir kişi tarafından kendi sağlık gözetim sonucu hakkında bilgilendirilmelidir.
- İşveren sağlık gözetiminin sonuçları hakkında bilgilendirilmelidir.

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

- Bütün vücut titreşimi risk değerlendirmesini gözden geçirmelidir.
- Bütün vücut titreşim maruziyetinden kaynaklanan riskleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için alınan önlemleri gözden geçirmelidir.
- Bütün vücut 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, dış ve iç kuvvetler nedeniyle vücudun ileri geri hareketi esnasında ortaya çıkar. Bütün vücut titreşimi durumunda, bir aracın koltuğu veya bir çalışanın ayakta durduğu platform titreşebilir ve bu hareket sürücünün ya da çalışanın gövdesine iletilir.



Şekil A.1. Araç kullanırken vücudun titreşimi

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 *bütün 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) birimi kullanılır. Bütün vücut titreşiminde, önemli olduğu düşünülen frekanslar 0.5 Hz ila 80 Hz arasındadır. Bununla birlikte hasar riski tüm frekanslarda eşit olmadığı için farklı frekanslardan gelen hasar olasılığını göstermek için bir frekans-ağırlıklandırma kullanılır. Bütün vücut titreşiminden kaynaklanan sağlık riskleri göz önüne alındığında, frekans ağırlıklı titreşim değerlerine ek bir çarpma faktörü uygulanmalıdır. İki yanal eksen (x ve y) için ivme değerleri 1,4 ile çarpılır. Dikey, z eksenini titreşimi için faktör 1.0'dır.

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 oluşan titreşimin büyüklüğü değişkendir. Araç veya ekipmanın yaydığı titreşimin büyüklüğü araç veya ekipmanın özelliği, konfigürasyonu ve durumu ile operatörün fiziksel özellikleri ve tekniğine bağlı olabilir ve zaman içinde önemli ölçüde değişebilir.

Bu nedenle iş sırasında vücudun maruz kaldığı ortalama titreşim büyüklüğünü temsil edecek bir değer (veya değerler aralığı) bulmak gereklidir. Bundan dolayı “*TS EN ISO 2631-1: Mekanik titreşim ve şok - Tüm vücut titreşime maruz kalma değerlendirilmesi - Bölüm 1: Genel kurallar*” standardında tanımlandığı gibi üç eksen den iletilen titreşim değerleri elde edilir.

A.2.3. Günlük Maruziyet Süresi

Maruziyet hesaplanmadan önce, araç kullanımı veya yapılan işten kaynaklanan titreşime toplam maruziyet süresi bilinmelidir. Bunun için yapılan iş gözlemlenmeli, ne kadar araç kullanıldığı veya ekipmanla ne kadar süre çalıştığı belirlenmelidir.

A.2.4. Günlük Titreşim Maruziyet Düzeyi

Titreşim maruziyetinin tek bir ekipman ya araç kullanımından kaynaklandığı durumlarda, Günlük titreşim maruziyet düzeyi, $A(8)$, titreşimin büyüklüğü ve maruziyet süresi kullanılarak, aşağıdaki formülle hesaplanır:

Her bir titreşim ekseninden (x, y ve z) gelen titreşim frekans ağırlıklı olarak ölçülür. Eksenlerden ölçülen titreşim değerlerinden, her bir eksen için günlük titreşim maruziyet değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$A_x(8) = 1.4a_{wx}\sqrt{\frac{T}{T_0}}, A_y(8) = 1.4a_{wy}\sqrt{\frac{T}{T_0}}, A_z(8) = a_{wz}\sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

Formül A.1: Üç eksen den maruz kalınan, günlük titreşim değerlerinin hesaplanması

* formüldeki $A_x(8), A_y(8), A_z(8)$, her bir eksen için günlük titreşim maruziyet değerlerini, a_{wx}, a_{wy}, a_{wz} eksenlerde ölçülen titreşim değerlerini, T titreşime maruz kalınan süreyi (işin yapılma süresi veya aracın kullanım süresi), T_0 ise günlük çalışma süresini (8 saat) ifade etmektedir.

Eğer bir işçi birden fazla titreşim kaynağından gelen titreşime maruz kalırsa (gün içinde birden fazla araç 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 öncelikle her bir araç yada ekipman için, Formül A.1 kullanılarak, (3) eksenindeki titreşim değerleri ayrı ayrı hesaplanır. (Ayrıntılı bilgi ve çalışılan örnek hesaplamalar için Ek-C: Günlük Titreşim Maruziyetini Hesaplama Yöntemleri bölümüne bakınız)

Kısmi maruziyet değerlerinin bilinmesi, eylem planı geliştirilirken önceliklerin belirlenmesi noktasında yardımcı olacaktır.

EK-B: TİTREŞİMİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Epidemiyolojik çalışmalar uzun süreli bütün vücut titreşimine maruz kalmanın, başta bel omurgasında olmak üzere boyun ve omuzda da sağlık için risk oluşturduğunu göstermiştir. Bazı çalışmalar, bütün vücut titreşiminin sindirim sistemi, dişi üreme organları ve vücudu çevreleyen damarlar üzerinde etkileri olduğunu kanıtlamıştır. Ayrıca vücudun düşük frekanslı titreşime maruz kalması mide bulantısına neden olabilir.

Titreşimin vücuda iletilmesi, kişinin vücudunun duruşuna bağlıdır. Bu nedenle titreşimin insan üzerindeki etkileri karmaşıktır. İnsan vücudunun titreşime maruz kalması sonucu görülen ana etkiler aşağıda belirtilmiştir:

- Rahatsızlıklara neden olur.
- Performansı olumsuz etkiler.
- Önceden var olan sırt rahatsızlıklarını ağırlaştırır.
- Sağlık ve güvenlik riski oluşturur.

B.1. Bel Ağrıları, Sırt, Omuz ve Boyun Rahatsızlıkları

Epidemiyolojik çalışmaların sonuçları, bel ağrısı, bel fitiği ve omurgada erken dejenerasyonun, bütün vücut titreşimine maruz kalmış gruplarda daha yüksek bir yaygınlığa sahip olduğunu göstermektedir. Titreşime maruz kalma süresinin ve maruz kalma sıklığının artmasının riski artırdığı, geri kalan zamanlarda ise riskin azaldığı varsayılmıştır. Birçok sürücü, boyun-omuz rahatsızlıklarından şikâyet etmesine rağmen, epidemiyolojik araştırmalar bu etki için kesinlik kazanmamıştır.

Bel ağrısı, sırt, omuz veya boyun rahatsızlıkları, yalnızca titreşim maruziyetine özgü olmayıp, çalışma duruşu, antropometrik özellikler, kas elastikiyeti, fiziksel iş yükü ve bireysel yatkınlık gibi birçok faktörün de etkisi bulunmaktadır. Mobil araçların sürülmesi sonucu titreşim maruziyetinin yanı sıra sırt, boyun ve omuz rahatsızlıklarına yol açan faktörler aşağıda belirtilmiştir.

- Ters bir duruşta uzun süreli oturma
- Omurganın sık sık bükülmesi
- Bükülmüş kafa duruşları (yanlara vb.)
- Sık malzeme taşınması (örn. teslimat kamyonlarının sürücüleri)
- Travmatik yaralar

- Ani hareketler yapılması
- Elverişsiz iklim koşulları
- Stres

Bazı ülkelerde ve belirli koşullar altında, bütün vücut titreşimine maruz kalan çalışanlarda meydana gelen bel rahatsızlıkları meslek hastalığı olarak kabul edilmektedir.

B.2. Diğer Rahatsızlıklar

Bütün vücut titreşimine maruz kalmanın sindirim sistemi veya dolaşım sistemi bozukluklarına neden olup olmadığı veya üreme sistemi üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceği sorusu hala tartışılmaktadır.

Bazı araç sürücülerinde titreşim maruziyeti sonucu, sindirim sistemi şikâyetlerinin, peptik ülserin ve gastritin yayılmasında artış olduğu görülmüştür. Bütün vücut titreşimi sürücülerin uzun süreli oturma pozisyonuna ilişkin olarak varise ve hemoroid oluşumuna yol açan bir faktör olarak da görünmektedir.

Ayrıca bütün vücut titreşiminin sindirim sistemi, dişi üreme organları ve vücudu çevreleyen damarlar üzerinde etkileri olduğu kanıtlamıştır. Örneğin yapılan bir araştırma da; ulaşım sektöründe titreşime maruz kalan kadınlarda ölü doğum oranının normalden fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

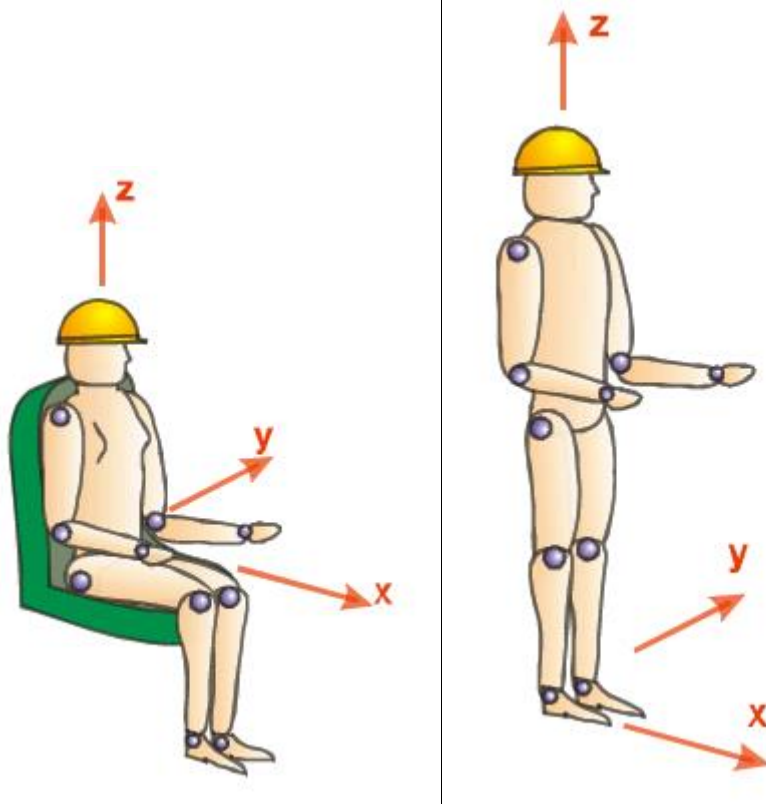
EK-C: GÜNLÜK TİTREŞİM MARUZİYETİNİ HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

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

C.1. Titreşim Ölçümü

Titreşim ölçümleri, yeni aletlerin geliştirilmesine katkı sağlamak, iş yerine alınacak araç veya ekipmanların titreşim seviyelerini kontrol etmek, bakım programlarını belirlemek ve iş yerinde çalışanların titreşim maruziyetlerini değerlendirmek amacıyla yapılabilir.

Titreşim ölçümleri, ayakta durulduğu durumlarda, üzerinde durulan zeminde, oturulan durumlarda ise oturulan zeminde (koltuk vb.) yapılmalıdır. Tam ve doğru sonuçlar elde etmek için dikkatli bir şekilde ivmeölçer seçimi yapılmalı (örneğin, tipi, hassasiyeti, kütlesi) ve ivmeölçeri titreşen yüzeye, uygun aparat ile monte edilmelidir. Titreşim vektörel bir nicelik olduğundan, ölçümler üç ortogonal ekseninde yapılmalıdır. Bu eksenlerin yönelimi standartlarda verildiği hali ile aşağıda gösterilmektedir.



Şekil C.1: Titreşim ölçüm eksenleri

Titreşim maruziyet değeri ölçülmek istenen kişi için; bir günlük çalışma süresi içerisinde, aynı makine başında-aynı işlemi yapıyorsa veya tek bir araç kullanıyorsa, belirtilen ivmeölçer konumunda, titreşim sinyaline ait temsili bir numune kullanılacak şekilde seçilen süre boyunca, ölçüm alınmalıdır. Titreşim ölçümünün hassas bir ölçüm olması sebebiyle, ölçüm, 3'er döngü ve 3'er dakika olacak şekilde gerçekleştirilmelidir.

Eğer kişi, bir günlük çalışma süresi içerisinde; farklı makinelerde çalışıyorsa veya birden çok araç kullanıyorsa, her bir farklı çalışma koşulunda (farklı makine veya farklı araç) farklı titreşim büyüklüklerine maruz kalacağından dolayı, farklı işlemler yaparken ayrı ayrı ölçümler yapılır.

C.2. Günlük Titreşim Maruziyet Düzeyinin Hesaplanması

Titreşim ölçümleri ile, üç ekseninde vücuda iletilen ortalama titreşim değerleri elde edildikten sonra günlük titreşim maruziyet değeri hesaplanabilir. Günlük titreşim maruziyet düzeylerinin hesaplanması ile ilgili örnek durumlar aşağıda verilmiştir.

Örnek Durum 1. Günlük Maruziyetin, $A(8)$, Hesaplanması - Yalnızca bir iş yapıldığında

Adım 1: Üreticinin verilerinden, diğer kaynaklardan veya ölçümlerden, frekans ağırlıklı üç eksen için ivme değerleri (a_{wx} , a_{wy} , a_{wz}) belirlenir.

$$A(8) = 1.4a \sqrt{\frac{T_{exp}}{T}} \quad A_y(8) = 1.4a_{wy} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T}} \quad , \quad A_z(8) = a_{wz} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

Adım 2: x yönde v_{xz} w_x o günlük maruziyet aşağıdaki şekilde bulunur

- ✓ T_{exp} , titreşim maruziyetinin (yapılan işin) süresidir
- ✓ T_0 , sekiz saatlik referans süredir (günlük çalışma süresi)

Adım 3: $A_x(8)$, $A_y(8)$ ve $A_z(8)$ 'den en yüksek değere sahip olan, günlük titreşim maruziyet değeridir.

“Bir biçerdöver sürücüsü, günlük mesai içerisinde, biçerdöveri 6,5 saat boyunca kullanmaktadır”

Adım 1: Aracın koltuğunda yapılan titreşim ölçümünde, titreşim değerleri aşağıdaki gibi çıkmaktadır:

- x -ekseni: $0,2 \text{ m/s}^2$
- y -ekseni: $0,4 \text{ m/s}^2$
- z -ekseni: $0,25 \text{ m/s}^2$

Adım 2: x , y ve z eksenlerindeki günlük maruziyetler hesaplanır.

- $A_x(8) = 1.4(0,2) \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,25 \text{ m/s}^2$

- $A_y(8) = 1.4(0,4) \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,5 \text{ m/s}^2$
- $A_z(8) = 0,25 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,23 \text{ m/s}^2$

Adım 3: Günlük titreşim maruziyet değeri, $A(8)$, bu değerlerden en yüksek olan değerdir. Bu durumda $A(8)$, y-ekseni değeri olan $0,5 \text{ m/s}^2$ 'dir (yani maruziyet eylem değerindedir).

Örnek Durum 2. Günlük Maruziyetin, $A(8)$, Hesaplanması – Birden fazla iş yapıldığında

1.Adım: Üreticinin verilerinden, diğer kaynaklardan veya ölçümlerden, her bir görev veya araç kullanımını için, frekans ağırlıklı üç eksen için ivme değerleri (a_{wx} , a_{wy} , a_{wz}) belirlenir.

Adım 2: Her bir görev veya araç için, üç yöndeki (x, y ve z) günlük maruziyetler aşağıdaki şekilde bulunur.

$$A_x(8) = 1.4a_{wx} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}, A_y(8) = 1.4a_{wy} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}, A_z(8) = a_{wz} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

- ✓ T_{exp} , titreşim maruziyetinin (yapılan işin) süresidir
- ✓ T_0 , sekiz saatlik referans süredir (günlük çalışma süresi)

Adım 3: $A_x(8)$, $A_y(8)$ ve $A_z(8)$ 'den en yüksek değere sahip olan, günlük titreşim maruziyet değeridir.

“Bir teslimat şoförü bir günlük mesaisi içerisinde, öncelikle kamyonuna, küçük bir forklift kullanarak 1 saat boyunca mal yüklemekte, ardından kamyonunu 6 saat süreyle kullanmaktadır.”

Adım 1: Forklift ve kamyon koltuklarında, araçlar kullanılırken yapılan titreşim ölçümlerinde çıkan titreşim değerleri aşağıda verilmiştir.

Forklift	Teslimat Kamyonu
✓ x-ekseni: $0,5 \text{ m/s}^2$	✓ x-ekseni: $0,2 \text{ m/s}^2$
✓ y-ekseni: $0,3 \text{ m/s}^2$	✓ y-ekseni: $0,3 \text{ m/s}^2$
✓ z-ekseni: $0,9 \text{ m/s}^2$	✓ z-ekseni: $0,3 \text{ m/s}^2$

Adım 2: Forklift ve kamyon için, günlük maruziyetler (her eksen için) aşağıda hesaplanmıştır.

Forklift
$A_{x,forklift}(8) = 1.4. (0,5). \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,25 \text{ m/s}^2, \quad A_{y,forklift}(8) = 1.4. (0,3). \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,15 \text{ m/s}^2$
$A_{z,forklift}(8) = 0,9. \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,32 \text{ m/s}^2$
Teslimat Kamyonu
$A_{x,kamyon}(8) = 1.4. (0,2). \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,24 \text{ m/s}^2, \quad A_{y,kamyon}(8) = 1.4. (0,3). \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,36 \text{ m/s}^2$
$A_{z,kamyon}(8) = 0,3. \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,26 \text{ m/s}^2$

Adım 3: Her bir eksen için günlük toplam titreşim maruziyet değerleri aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$A_x(8) = \sqrt{(0,25)^2 + (0,24)^2} = 0,3 \text{ m/s}^2$$

$$A_y(8) = \sqrt{(0,15)^2 + (0,36)^2} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

$$A_z(8) = \sqrt{(0,32)^2 + (0,26)^2} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

Adım 4: Sürücünün günlük bütün vücut titreşimi maruziyeti, eksenlerdeki en yüksek A(8) değeri olup, bu değer y veya z eksenini değeri olan 0,4 m/s² dir.

C.3. Maruziyet “Puanlama” Sistemi

Bütün vücut titreşim maruziyeti, bir maruziyet "puan" sistemi kullanılarak basitleştirilebilir. Herhangi bir araç veya iş için, bir saat içinde oluşan maruziyet puanı sayısı (P_{E,1 saat}), titreşim büyüklüğü (a_{hv}) ve k faktörü (x-y eksenini için 1.4, z eksenini için 1.0) kullanılarak aşağıda belirtilen şekilde hesaplanır:

$$P_{E,1\text{ saat}} = 50. (k. a_{hv})^2 \quad (\text{Formül C.2.})$$

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 (0.5 m/s²) = 100 puan;
- Maruziyet sınır değeri (1.15 m/s²) = 529 puan.

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

$$P_E = \left(\frac{k.a_{hv}}{0,5 \text{ m/s}^2} \right)^2 \cdot \frac{T}{8 \text{ saat}} \cdot 100 \quad (\text{Formül C.3.})$$

* formüldeki a_{hv} titreşim değerini, T toplam çalışma süresini, k ise x-y eksenini için 1.4, z eksenini için 1.0 olan çarpım faktörüdür.

Günlük maruziyet A(8), maruziyet puanı kullanılarak, aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$A(8) = 0,5. \sqrt{\frac{P_E}{100}} \quad (\text{Formül C.4.})$$

Titreşim Değeri x k (m/s ²)	2	50	100	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000	2400
	1.9	45	90	180	360	540	720	905	1100	1450	1800	2150
	1.8	41	81	160	325	485	650	810	970	1300	1600	1950
	1.7	36	72	145	290	435	580	725	865	1150	1450	1750
	1.6	32	64	130	255	385	510	640	770	1000	1300	1550
	1.5	28	56	115	225	340	450	565	675	900	1150	1350
	1.4	25	49	98	195	295	390	490	590	785	980	1200
	1.3	21	42	85	170	255	340	425	505	675	845	1000
	1.2	18	36	72	145	215	290	360	430	575	720	865
	1.1	15	30	61	120	180	240	305	365	485	605	725
	1	13	25	50	100	150	200	250	300	400	500	600
	0.9	10	20	41	81	120	160	205	245	325	405	485
	0.8	8	16	32	64	96	130	160	190	255	320	385
	0.7	6	12	25	49	74	98	125	145	195	245	295
	0.6	5	9	18	36	54	72	90	110	145	180	215
	0.5	3	6	13	25	38	50	63	75	100	125	150
	0.4	2	4	8	16	24	32	40	48	64	80	96
	0.3	1	2	5	9	14	18	23	27	36	45	54
	0.2	1	1	2	4	6	8	10	12	16	20	24
	15m	30m	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	12h	
	Günlük Maruziyet Süresi											

Şekil C.2. Maruziyet Puanlama Sistemi Tablosu

Örnek Durum 3. Maruziyet Puan Sistemi kullanılarak günlük maruziyetin hesaplanması

Adım 1: Maruziyet puanlarını tespit etmek için Şekil C.2 kullanılır ve titreşim (ivme) değeri, k-faktörü ve maruziyet süresi temel alınarak, her görev veya araç için puanlar belirlenir.

Adım 2: Her eksen için olan puanlar birbirine eklenerek, eksen başına günlük toplam puanlar elde edilir.

Adım 3: Üç eksen değerinin (toplanan değerlerin) en yüksek değeri, günlük titreşim maruziyet puanıdır.

“Bir teslimat şoförü bir günlük mesaisi içerisinde, öncelikle kamyonuna, küçük bir forklift kullanarak 1 saat boyunca mal yüklemekte, ardından kamyonunu 6 saat süreyle kullanmaktadır.”

Adım 1: x, y ve z eksenlerinin günlük maruziyet değerleri:

Forklift
✓ x-ekseni: $0,5 \times 1,4 = 0,7$ ✓ y-ekseni: $0,3 \times 1,4 = 0,42$ ✓ z-ekseni: 0,9
1 saatlik kullanım sonrası puanlar (Şekil C.3)
✓ 1 saat boyunca $0,7 \text{ m/s}^2 = 25$ puan ✓ 1 saat boyunca $0,5^* \text{ m/s}^2 = 13$ puan ✓ 1 saat boyunca $0,9 \text{ m/s}^2 = 41$ puan

**0.42 m/s² Şekil C.3'te gösterilmemiştir, bu nedenle en yakın yüksek değer olan 0,5 m/s² kullanılır.*

Teslimat Kamyonu
✓ x-ekseni: $0,2 \times 1,4 = 0,28$ ✓ y-ekseni: $0,3 \times 1,4 = 0,42$ ✓ z-ekseni: 0,3
6 saatlik kullanım sonrası puanlar (Şekil C.3)
✓ 6 saat boyunca $0,3^* \text{ m/s}^2 = 27$ puan ✓ 6 saat boyunca $0,5^* \text{ m/s}^2 = 75$ puan ✓ 6 saat boyunca $0,3 \text{ m/s}^2 = 27$ puan

** Tam titreşim değerleri Şekil C.3'te gösterilmediğinden, en yakın yüksek değerler kullanılır.*

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 Whole Body Vibration”
3. HSE (Health and Safety Executive), The Control of Vibration at Work, Regulations 2005, Guidance on Regulations, Whole Body Vibration
4. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezleri, Nejdet 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/wbv/calculator.htm>
9. http://www.portaleagentifisici.it/fo_wbv_list_macchinari_avanzata.php?lg=EN&page=2