

İŐ VE MESLEK HASTALIKLARI ALANINDA AKADEMİK TARTIŞMALAR

Editör: Prof.Dr.Ali BİLGİLi

yaz
yayınları

İş ve Meslek Hastalıkları Alanında Akademik Tartışmalar

Editör

Prof.Dr. Ali BİLGİLİ

yaz
yayınları

2026

**İş ve Meslek Hastalıkları Alanında
Akademik Tartışmalar**

Editör: Prof.Dr. Ali BİLGİLİ

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8996-88-3

Haziran 2026 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

**Çalışanların Sağlığı Üzerinde Fiziksel
Parametrelerden Titreşime Bağlı Mesleki Maruziyetin
İncelenmesi1**
İsmail TUĞRUL

**Chemical Exposure and Protection Approaches in
Workplaces29**
Ruhan ALTUN ANAYURT, Duran ANAYURT

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

ÇALIŞANLARIN SAĞLIĞI ÜZERİNDE FİZİKSEL PARAMETRELERDEN TİTREŞİME BAĞLI MESLEKİ MARUZİYETİN İNCELENMESİ

İsmail TUĞRUL¹

1. GİRİŞ

Titreşim; salınım döngüsünün frekansı, büyüklüğü ve yönü ile karakterize edilen salınım hareketidir. Salınım hareketinin büyüklüğü, maksimum yer değiştirme veya hız cinsinden ölçülebilir olduğu, ancak normalde ivme ve zaman ortalaması yani kök ortalama kare (r.m.s.) büyüklüğü cinsinden ifade edilir. Hareketin frekansı saniyede döngü (Hertz) olarak ifade edilir. Biyodinamik araştırmalar, vücudun titreşime verdiği tepkinin frekansa bağlı olduğunu göstermiştir ve bunu hesaba katmak için, maruz kalma değerlendirme standartları, ölçülen titreşim frekanslarını her frekanstaki varsayılan etkilere göre ağırlıklandırılmaktadır. Yaralanmaya neden olma potansiyelinin, dokulara aktarılan ortalama enerji yoğunluğuyla ilişkili olduğuna inanılmaktadır (Palmer and Bovenzi, 2015).

Yakın zamana kadar, titreşim sorununun pnömatik elektrikli el aletleri ve ekipmanlarıyla çalışan, çoğunlukla erkeklerden oluşan birkaç yüz işçinin bulunduğu ve oldukça dar bir alana ilişkin olduğu yönünde yaygın bir görüş hâkim iken, şu anda hem bilimsel hem de pratik açıdan tek bir uzman tarafından tamamen çözülemeyen karmaşık sorunların bir bütünü temsil edecek şekilde konu daha geniş bir bağlamda ele alınmaktadır

¹ Dr., Limak-Mapa İş Ortaklığı İş Sağlığı-Güvenliği ve Çevre Birimi, Diyarbakır/Türkiye, ORCID:0000-0003-3129-9538.

(Pinosova et al., 2013). Sanayinin hızlı gelişmesiyle birlikte, titreşimli aletlerin kullanımı veya titreşimli iş parçalarına maruz kalma birçok meslekte uzun zamandır norm haline gelmiştir. Bu titreşimler, genellikle tüm vücut titreşimine ve el-kola iletilmiş titreşime (HTV) neden olmaktadır. Tüm vücut titreşimi, özellikle bel bölgesinde rahatsızlığa ve vücuda iletildiğinde omurgada travmaya neden olarak çalışanların sağlık ve güvenliği için risk oluşturan mekanik titreşimi ifade eder etmektedir. El-kol titreşimi veya segmental titreşim (SV) olarak da bilinen HTV, genellikle titreşimli aletler kullanıldığında veya titreşimli iş parçalarına üretimde maruz kalındığında meydana gelmektedir (Yang and Wu, 2025). İşyerindeki titreşim aletlerin, ekipmanların ve makinelerin çalışmasıyla oluşmaktadır. İşyeri maruziyetlerinde olduğu gibi, operatöre iletilen titreşim seviyesi arttıkça rahatsızlığa, huzursuzluğa neden olabilir ve daha yüksek maruziyetlerde yaralanma riski bulunmaktadır (Burgess and Foster, 2012).

Titreşim mesleki bir tehlike olup, aşırı titreşim seviyelerine mesleki maruziyet çeşitli hastalıklarla ilişkilidir. İki ana titreşim türü vardır (Küçük ve diğerleri., 2015). Birincisi bir çalışma faaliyeti sırasında ellere ve kollara iletilen mekanik titreşim olarak el-kol titreşimi (HTV) ve ikincisi olarak insan vücudunun destekleyici bir yüzey (genellikle koltuk veya zemin) aracılığıyla sallanması veya sarsılması olarak tüm vücut titreşimi (WBV) 'dir. Örneğin, bozuk bir yolda araç kullanırken veya araçta yolculuk yaparken, toprak taşıma makinelerini çalıştırırken, darbe yapan veya titreşen büyük, güçlü ve sabit bir makineye bağlı bir yapının üzerinde dururken tüm vücut titreşimine maruz kalabiliriz (McGurty, 2025). İnsan vücudunun titreşime verdiği tepki esas olarak titreşim sinyalinin büyüklüğüne, frekansına ve yönüne bağlıdır. Titreşimin büyüklüğü, yer değiştirmesi (m), hızı (m/s) veya ivmesi (m/s²) ile ölçülür. Titreşimin frekansı saniyedeki döngü sayısı olarak ifade

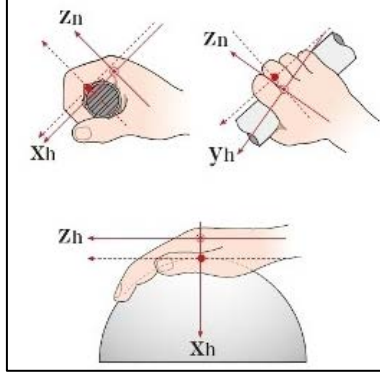
edilir ve Hertz (Hz) cinsinden ölçülür. Biyodinamik araştırmalar, insan vücudunun titreşime verdiği tepkinin frekansa bağlı olduğunu göstermiştir. Tüm vücut titreşiminin olumsuz sağlık etkileri, düşük frekans aralığında (0,5 ila 80 Hz) ortaya çıkabilir. El ile iletilen titreşim için 6,3 ila 1250 Hz arasındaki frekanslar el-kol sisteminde bozukluklara neden olabilir. Yaklaşık 0,5 Hz'nin altındaki frekanslar hareket hastalığına neden olabilir (Bovenzi, 2005).

Titreşim, bir cismin referans bir konum etrafında salınım yapmasına neden olan kuvvetlere maruz kaldığında hissedilir. Bu, enerjinin vücut parçalarına iletilmesiyle algılanabilen bir fiziksel enerji biçimidir. Çeşitli meslek sektörlerindeki çalışanlar günlük olarak işyeri titreşimine maruz kalırlar. El ile tutulan bir aletin/ekipmanın mekanik titreşimi avuç içine, parmaklara ve el-kol yüzeylerine iletilir. HTV maruziyeti, taşlama makineleri, kesme makineleri, sıkıştırma makineleri veya herhangi bir darbeli aletten kaynaklanan titreşimler gibi elektrikli el aletlerinin kullanımıyla meydana gelebilir. Öte yandan, bir kişi titreşimli bir yüzeyde durduğunda veya titreşimli büyük bir makinenin yakınında bulunduğu anda, titreşimli bir yüzeye (örneğin, araç koltuğuna) oturduğunda, yüzey/makine titreşimi tüm vücuda iletilerek tüm vücut titreşimine (WBV) neden olabilir. Özellikle inşaat faaliyetlerinde olduğu gibi, iş ortamlarında yüksek (HTV) titreşimine ve tüm vücut titreşimine (WBV) maruz kalma çok yaygın olup, insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere neden olma potansiyeline sahiptir (Ghosh et al., 2021).

El-kol titreşimleri taşlama makineleri, kesme çekiçleri, tokmaklar, plaka vibratörleri, kaya delici makineler, kırıcılar, darbeli matkaplar, zincir testereler vb. gibi titreşimli el tipi makinelerle çalışırken ortaya çıkmaktadır (Neugebauer., 2010). El-kol titreşimi (HAV), aletlerden veya elle hareket ettirilen makinelerden bir kişinin eline ve koluna iletilen titreşim olarak tanımlanır. 2001 ISO 5349 (Uluslararası Standardizasyon Örgütü)

tarafından, işyerinde günlük titreşim maruziyeti A(8) olarak adlandırılır ve üç eksende ağırlıklı ivmenin karekök ortalama değerinden (metre/saniye kare cinsinden ölçülür) ve maruz kalma süresinden hesaplanır. Değerler 8 saatlik bir güne standardize edilir ve farklı kaynaklardan gelen kısmi titreşim maruziyetlerini (PVE'ler) birleştirerek toplam günlük A(8)'i hesaplamak için formüller mevcuttur (Lewkowski et al., 2021).

İnsanların el-kol titreşimine maruz kalmasının ölçüm ve değerlendirme teknikleri ISO 5349-1 uluslararası standartlarında açıklanmıştır. Bu ölçümler, aşağıdaki Şekil 1'de gösterilen koordinat sistemine göre gerçekleştirilir (Preto et al., 2010).



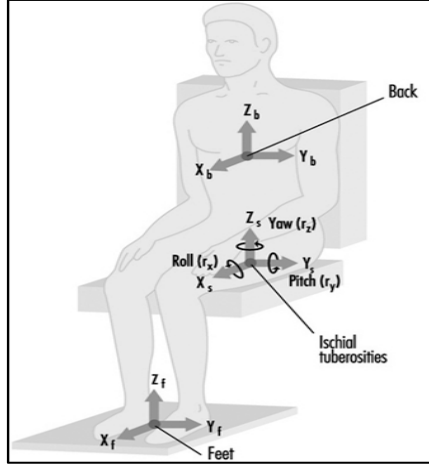
Şekil 1. El-kol titreşim ölçümü için x, y, z koordinatlandırması

Kaynak: <https://www.canosgb.com/titresim-olcumu>

Nadiren teşhis edilen titreşim sendromunun olumsuz etkileri vardır. El-kol titreşimi (HAV), el tipi elektrikli aletler, elektrikli çim biçme makineleri gibi elle hareket ettirilen makineler kullanılırken veya tesis tarafından işlenen malzemeler tutulurken bir kişinin eline ve koluna iletilen titreşimdir. İşçileri HAV geliştirme riskine daha fazla maruz bırakabilecek birçok farklı el tipi elektrikli alet ve ekipman türü olduğunu göstermektedir. El yoluyla iletilen titreşim eller aracılığıyla vücuda girmesiyle oluşur. Örneğin; dönen veya darbeli elektrikli aletlerin veya titreşen iş parçalarının eller veya parmaklar

tarafından tutulduğu çeşitli iş süreçleri vardır (Bovenzi, 2005). El tipi elektrikli aletler, elektrikli çim biçme makineleri gibi elle hareket ettirilen makineler kullanılırken veya tesis tarafından işlenen malzemeler tutulurken bir kişinin eline ve koluna iletilen titreşimdir. El-kol titreşimi krikö çekicileri, motorlu testereleler, taşlama makineleri, matkaplar, perçinleme makineleri, darbeli anahtarlar, beton kırıcılar, kesme testereleleri ve darbeli matkaplar kullanan kişilerde yaygın olarak görülür (Debela and Taferi, 2018). Tüm vücut titreşimi şantiye kamyonları, orman makineleri, greyderleler, tekerlekli veya paletli yükleyiciler, traktörleler, forkliftleler, engebeli arazide çalışan kamyonlar, askeri araçlar, kompresörleler veya pres makinelerindeki kontrol platformları gibi sabit veya hareketli makinelerde ve ekipmanlarda meydana gelebilir (Neugebauer., 2010).

Uzun süreli titreşime maruz kalma öncelikle bel ağrısı gibi iskelet sistemini ve iç organları etkileyen kalıcı ve geri dönüşü olmayan sorunlara yol açabilir. Tüm vücut titreşimi, insanlar için genellikle sadece rahatsızlığı değil, aynı zamanda psikomotor becerilerini de azaltır (Zajac and Kowalski, 2022). İnsanların tüm vücut titreşimine maruz kalmasının ölçüm ve değerlendirme teknikleri ISO 2631-1 uluslararası standardında açıklanmıştır. Tüm vücut titreşimine maruz kalma seviyesinin belirlenmesi, sürekli eşdeğer ivme olarak tanımlanan 8 saatlik bir süre için kişisel günlük maruz kalmanın hesaplanmasına dayanmaktadır. Bu hesaplamalar, aşağıdaki Şekil 2’de gösterilen koordinat sistemine göre gerçekleştirilir (Preto et al., 2010).



Şekil 2. Tüm vücut titreşimi için kullanılan koordinat sistemi

Kaynak: https://www.iloencyclopaedia.org/part-vi-16255/vibration/item/788-whole-body-vibration#VIB_fig3

Mekanik titreşim endüstri, madencilik ve inşaat, ormancılık ve tarım ile kamu hizmetlerinde gerçekleştirilen çok çeşitli süreç ve işlemlerden kaynaklanır. Örneğin; her türlü ulaşım aracında ve bazı endüstriyel makinelerin yakınında çalışırken tüm vücut titreşimi, insan vücudu titreşen bir yüzey üzerinde desteklendiğinde meydana gelir (Bovenzi, 2005). İşyerinde el-kol titreşimine maruz kalmanın neden olduğu üst ekstremitelerde rahatsızlıkları, mesleki işitme kaybından daha az yaygın olsa da küresel ölçekte önemli endüstriyel yaralanmalar ve işyeri hastalıklarıdır. Zincir testereler, taşlama makineleri, perçin makineleri, matkaplar, kırıcılar, darbeli anahtarlar, zımpara ve parlatma makineleri, çim biçme makineleri ve çit budama makineleri, dünya çapında milyonlarca işçi tarafından kullanılan titreşimli elektrikli ve pnömatik el aletlerinden bazılarıdır. Çeşitli üst ekstremitelerde rahatsızlıkları, işyerinde titreşimli elektrikli aletlerin kullanımı yoluyla titreşime maruz kalma nedeniyle ortaya çıkar veya şiddetlenir (Weier, 2020). El ve kol titreşimleri, elle tutulan ve elle yönlendirilen elektrikli aletlerin kullanımı sırasında meydana gelir ve üst ekstremitelerde ağırlı ve

sakatlayıcı durumlar gibi önemli sağlık sorunlarına neden olur. Almanya'da, sağlıklarını tehlikeye atabilecek el-kol titreşimlerine maruz kalan yaklaşık 1,5 ila 2 milyon işçi vardır (Sun et al., 2025). Aynı şekilde ABD'de yaklaşık 2,5 milyon işçi, elektrikli aletlerden kaynaklanan el-kol titreşimine (HAV) maruz kalmaktadır (Oh et al., 2023).

Bu çalışmanın amacı, yüksek titreşim seviyelerine sahip işyerlerinde, Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik kapsamında ve işverenlerin görevleri bağlamında çalışanların iş yerinde zararlı mesleki titreşim seviyelerine maruz kalmamalarını sağlamak için atılması gereken temel konulara ilişkin açık ve özlü bir genel bakış sunma konusunda rehberlik sağlamaktır.

2. ÇALIŞMA ORTAMI TİTREŞİMİNİN MESLEKİ MARUZİYET SINIRLARI VE STANDARTLARI

Maruz kalma değerlendirmesi, bir veya birden fazla kaynaktan gelen risk kaynaklarına veya bir faktöre insanın ve çevrenin muhtemel maruziyetinin nicel veya yarı nicel bir değerlendirmesidir. Maruz kalma değerlendirmesi, risk karakterizasyonu ve insan sağlığına olan etkisinin nicelleştirilmesi için kullanılabilen maruz kalmanın veya dozun sayısal bir tahminini ifade eder (Pinosova et al., 2013). Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) 1,5-2 milyondan fazla işçinin düzenli olarak el-kol titreşimine (HAV) maruz kaldığı tahmin edilmektedir. Buna ek olarak 1 milyondan fazla işçi günde 30 dakikadan fazla el-kol titreşime maruz kalmaktadır. Bu inşaat, tarım, metal/çelik, kereste ve ahşap, madencilik, dökümhaneler ve araç imalat sanayilerindeki elektrikli el aletleri operatörlerini içermektedir (Johanning et al., 2020). Almanya'da el-kol titreşimine maruz kalmanın neden olduğu iki farklı hastalık vardır. El-kol titreşim sendromunun en kapsamlı şekilde

incelenen biçimleri vasküler ve nörolojik bozukluklardır. Son çalışmalar ve incelemeler ayrıca titreşime maruz kalan işçilerde kas-iskelet sistemi semptomları ve osteoartrit riskinin arttığını göstermektedir. Bununla birlikte, şimdiye kadar el-kol titreşimine maruz kalma ile üst ekstremitelerde kas-iskelet sistemi bozuklukları arasında bir maruziyet-yanıt ilişkisi yeterince kurulmamıştır (Freitag et al., 2023).

Pratikte iki titreşim türü, üst uzuv üzerinde potansiyel etkileri olan el ile iletilen titreşim (HTV) ve omurga üzerinde potansiyel etkileri olan araçlardan ve bazen platformlardan kaynaklanan tüm vücut titreşimi (WBV) şeklinde ayırt edilir. 2002 yılında Birleşik Krallık ve 2005 yılında Avrupa Birliği Fiziksel Etkenler (Titreşim) Direktifi'ni kullanarak işyerinde Titreşim Kontrolü Yönetmeliği kapsamında yönergeler geliştirmiştir. Bu yönetmelik el-kol titreşimi için 8 saatlik bir iş günü boyunca titreşim maruziyeti eylemini 2,5 m/s A [8] ve Maruziyet Sınır Değeri 5,0 m/s A [8] olarak belirlemiştir (Debela and Taferi, 2018). Titreşim, Birleşik Krallık mevzuatında tanımlanan belirli seviyelerde zarara neden olabilir. Bu minimum standart'ın amaçları doğrultusunda bu sınırlara uyum en iyi uygulama olarak kabul edilir. Aşağıdaki Tablo 1'de Birleşik Krallık'ta el-kol titreşimi için geçerli günlük maruz kalma değerlerini göstermektedir (McGurty, 2025).

Tablo 1. Birleşik Krallık'ta El-Kol Titreşimi İçin Geçerli Günlük Maruz Kalma Değerleri

Günlük Kalma	Maruz	*A(8)	**Maruz Kalma Noktaları	
Maruz Sınır (ELV)	Kalma Değeri	5 m/s ²	400	Bir çalışanın herhangi bir günde maruz kalabileceği maksimum titreşim miktarı.
Maruz Eylem (EAV)	Kalma Değeri	2,5 m/s ²	100	İşverenin titreşime maruz kalmayı azaltmak için belirli önlemler almasının gerektiği, günlük titreşime maruz kalma düzeyi.

* A(8) değerleri, titreşim büyüklüğü ve maruz kalma süresi dikkate alınarak 8 saatlik bir süre boyunca ortalama maruz kalma seviyesidir. ** Maruz kalma noktaları, HSE Hazır Hesaplama Aracı kullanılarak hesaplanabilir ve A(8) değerlerinden daha kolay kullanılabilir. Maruz kalma noktaları, titreşim büyüklüğü ve maruz kalma süresi kullanılarak hesaplanır (McGurty, 2025).

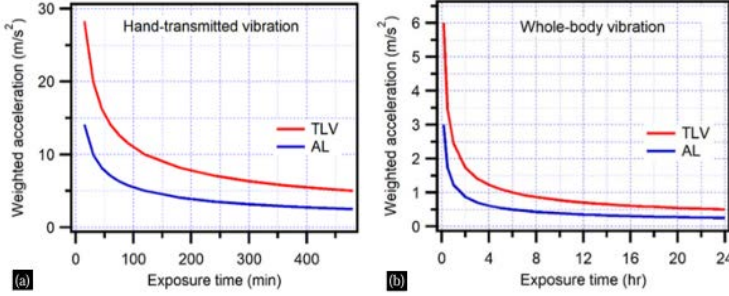
El-kol titreşim sendromu birçok meslekte bildirilmiştir. Orman ve taş ocağı işçileri, inşaatçılar, marangozlar, tamirciler, döner ve darbeli alet, taşlama makineleri, kırıcılar ve darbeli anahtarlar ile çalışanlar en yüksek riski oluşturmaktadır. El-kol titreşim sendromu, yapılan iş türleri ve kullanılan aletler nedeniyle erkeklerde kadınlara göre çok daha yaygındır. Birleşik Krallık ve İsveç tahminlerine göre maruz kalan işçiler arasında bildirilen yaygınlık %6 ile %100 arasında değişmekte olup, ortalama %50'dir. Orman işçileri gibi yüksek riskli mesleklerde çalışan işçilerde yaygınlık %80 veya daha fazladır (Falkiner, 2003).

Tablo 2. El-Kol Titreşiminin (HAVS) Gelişimini Etkileyen Faktörler (Falkiner, 2003)

İş sonuçlarını etkileyen faktörler	Sonucu etkileyen iş dışı faktörler
<ul style="list-style-type: none">• toplam kullanım saati	<ul style="list-style-type: none">• bireysel duyarlılık
<ul style="list-style-type: none">• işyeri sıcaklığı	<ul style="list-style-type: none">• Sigara ve tütün gibi periferik vazokonstriktörlerin kullanımı
<ul style="list-style-type: none">• aletin hızlanması	<ul style="list-style-type: none">• İş yeri dışında yaşam boyu titreşime maruz kalma
<ul style="list-style-type: none">• alet bakımının durumu	<ul style="list-style-type: none">• önceki el yaralanması
<ul style="list-style-type: none">• kullanılan kavrama kuvveti	<ul style="list-style-type: none">• diyabet ve romatoid artrit gibi yatkınlık yaratan hastalıklar
<ul style="list-style-type: none">• sap tasarımı	
<ul style="list-style-type: none">• görev rotasyonu	
<ul style="list-style-type: none">• dinlenme molaları	

Amerikan Hükümeti Sanayi Hijyenistleri Konferansı (ACGIH), aşağıdaki Şekil 3 (a)'da gösterildiği gibi maruz kalma süresinin bir fonksiyonu olarak HTV için Eşik Sınır Değerlerini (TLV) belirler. Burada, HTV maruziyeti durumunda çoğu işçinin Stockholm Atölye Sınıflandırma Sisteminin 1. Aşamasının ötesine geçmeden bu seviyede tekrar tekrar maruz kalabileceği inancıyla 5 m/s^2 'lik günlük titreşim maruziyetini (yani 8 saatlik enerji eşdeğeri toplam değeri) ifade eder. 1. Aşama, yalnızca bir veya daha fazla parmağın uçlarını etkileyen ara sıra meydana

gelen titreşimleri temsil eden hafif dereceyi ifade eder. TLV değerlerinin güvenli seviyenin kesin sınırı olarak kabul edilmemesi gerektiği unutulmamalıdır. TLV ile birlikte işçilerin büyük çoğunluğu için semptom geliştirme riskinin çok düşük olduğu Eylem Seviyeleri (AL; 8 saatlik enerji eşdeğeri toplam değeri olan $2,5 \text{ m/s}^2$ 'yi ifade eder) de önerilmektedir. TLV ve AL arasındaki alan "dikkat bölgesi" olarak kabul edilir. Dikkat bölgesindeki maruziyet, Kişisel Koruyucu Ekipman (KKD) kullanımı gibi ek kontrol önlemleri gerektirir. HTV'ye benzer şekilde, aşağıdaki Şekil 3 (b) 'de WBV maruziyetinin TLV ve AL değerleri de ACGIH tarafından önerilmektedir (Ghosh et al., 2021).



Şekil 3. (a) HTV ve (b) WBV'ye maruz kalma süresine bağlı olarak maruz kalma için Eşik Sınır Değerleri (TLV) ve Eylem Sınırları (AL)'dır. TLV ve AL arasındaki alan "dikkat bölgesi" olarak kabul edilir (Ghosh et al., 2021).

Günlük maruz kalma eylem değerleri ve günlük maruz kalma limit değerleri, el ile iletilen titreşim (HTV) ve tüm vücut titreşimi (WBV) için Avrupa Direktifi 2002/44/EC'ye göre mekanik titreşim A(8) sekiz saatlik bir referans dönemine göre normalize edilmiş günlük titreşim maruz kalma değeridir (Bovenzi, 2005). Tüm vücut titreşimi, Birleşik Krallık mevzuatında tanımlanan belirli seviyelerde zarara neden olabilir. Bu Minimum Standartın amaçları doğrultusunda, bunlara uyum en iyi uygulama olarak kabul edilir. Departmanlar, titreşimden

kaynaklanan riskleri makul ölçüde mümkün olan en düşük seviyeye indirmeyi hedeflemelidir. Titreşim seviyelerinin Maruz Kalma Eylem Değerinin üzerinde olduğu tespit edilirse, bunlar makul ölçüde mümkün olan en düşük seviyeye indirilmelidir. Maruz Kalma seviyeleri, Maruz Kalma Sınır Değerini aşmamalıdır. Aşağıdaki Tablo 3'te Birleşik Krallık tüm vücut titreşimi için mevcut 8 saatlik çalışma süresi günlük maruz kalma değerlerini göstermektedir (McGurty, 2025).

Tablo 3. Birleşik Krallık'ta Tüm Vücut Titreşimi İçin Geçerli Günlük Maruz Kalma Değerleri

Günlük Maruz Kalma	A(8)	
Maruz Kalma Sınır Değeri (ELV)	1,15 m/s ²	Bir çalışanın herhangi bir günde maruz kalabileceği maksimum titreşim miktarı.
Maruz Kalma Eylem Değeri (EAV)	0,5 m/s ²	İşverenin titreşime maruz kalmayı azaltmak için belirli önlemler almasının gerektiği, günlük titreşime maruz kalma düzeyi.

İşverenler titreşime maruz kalma risklerini en aza indirmekle yükümlüdür, ancak "eylem değeri" aşıldığında maruz kalmayı en aza indirmeli ve sağlık gözetimi uygulamalıdır. "Limit değerinin" aşılması, maruz kalmayı limit değerinin altına düşürmek için acil eylem gerektirir (Burgess and Foster, 2012).

3. ÇALIŞMA ORTAMI TİTREŞİMİNE MESLEKİ MARUZİYETİN SAĞLIK ETKİLERİ

Titreşimle ilgili rahatsızlıkların ilerlemesi genellikle yavaştır. Erken teşhis ve zamanında müdahale yapılmadığı takdirde, bu durumlar uzun süreli sakatlığa, fonksiyonel sınırlamalara ve yaşam kalitesinin düşmesine yol açabilir. Uluslararası çalışmalar, tüm vücut titreşiminin sadece kemik, kas ve sinir sistemi rahatsızlıklarına neden olmadığı, aynı zamanda kardiyovasküler hastalık, gastrointestinal rahatsızlıklar ve bazı kanser türlerinin riskini de artırabileceğini göstermiştir

(Munkhtur et al., 2025). Titreşimlere maruz kalmak, insanları basit rahatsızlıktan performans düşüşüne, sağlık tehlikelerine ve hatta sağlığa zarar vermeye kadar çeşitli şekillerde etkileyebilir. Vücut genelindeki titreşimler, vücuda iletilen mekanik titreşimlerdir. Bu titreşimler, oturarak yapılan işlerde kalça veya sırt yoluyla ayakta yapılan işlerde ise ayaklar yoluyla veya sırt üstü yatarken baş ve sırt yoluyla vücuda iletilir. El-kol titreşimleri (HAV), eller aracılığıyla iletilen ve yalnızca veya ağırlıklı olarak el-kol sistemini etkileyen mekanik titreşimlerdir. El-kol titreşimleri örneğin; çit budama makineleri ve benzerleri de dahil olmak üzere elde tutulan elektrikli veya pnömatik aletlerden kaynaklanır (Neugebauer., 2010).

Uzun süreli titreşime maruz kalma, el-kol titreşim sendromuna (HAVS) yol açabilir. Baskın semptomlar beyaz parmaklar ve ellerde uyuşma, karıncalanma, kavrama gücünde azalma ve el becerisinde azalma gibi nörosensör semptomlar ve belirtilerdir. Vasküler veya nörosensör semptomların veya her ikisinin de gelişmesinin nedeni henüz açıklığa kavuşturulmamıştır. HAVS geliştirme riski, maruz kalmanın süresi ve yoğunluğu ile artar. Bireysel duyarlılığın değişmesiyle beraber hassas kişiler, maruz kalmanın sadece birkaç yılı içinde oldukça şiddetli semptomlar geliştirebilirken, diğer kişiler on yıllarca küçük semptomlar dışında başka bir belirti göstermeden çalışabilirler (Gerhardsson et al., 2020). Hem segmental hem de tüm vücut titreşimine maruz kalma, kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, periferik vasküler ve sensörinöral problemler ve diğer hastalıkların gelişme riskini artırır. Uzun süreli titreşime tekrarlayan maruz kalma, dokunma duyarlılığında azalmaya, el becerisinde kayba ve parmaklarda ve ellerde soluklaşmaya neden olan soğuk kaynaklı vazo spazmlara yol açar. Bu semptomlar, el-kol titreşim sendromu olarak adlandırılmıştır. 60-300 Hz aralığında baskın frekansa sahip aletlere maruz kalan işçilerin HAVS semptomları geliştirme olasılığı daha yüksektir. Buna

karşılık, daha düşük baskın frekans (yani 10-60 Hz) yayan el aletleri kullanan işçilerde HAVS semptomları görülebilir. Bununla birlikte, daha düşük baskın frekansa sahip aletlerin kas kütlesi kaybına ve dirsek ve omuz eklemlerinde yaralanmalara neden olma olasılığı daha yüksektir (Krajnak, 2018).

El-kol titreşimi, topluca el-kol titreşim sendromu (HAVS) olarak bilinen bir dizi rahatsızlığa ve ayrıca beyaz parmak veya reynaud sendromu, karpal tünel sendromu ve tendinit gibi spesifik hastalıklara neden olabilir. Bu hastalıklar endüstriyel işçilerde sık görülen, ancak nadiren teşhis edilen bir sağlık sorunudur. Titreşim sendromunun parmaklarda olumsuz dolaşım ve sinirsel etkileri vardır. Belirtiler ve semptomlar arasında uyuşma, ağrı ve solgunluk (soluklaşma ve kül rengine dönüşme) bulunur. Bulgular, işçileri HAVS geliştirme riskine daha fazla maruz bırakabilecek birçok farklı el tipi elektrikli alet ve ekipman türü olduğunu göstermektedir. Bunlardan en yaygın olanlarından bazıları şunlardır; zincirli testereleler, darbeleri aletler, beton kırıcılar, kesme testereleleri, darbeleri matkaplar, el tipi taşlama makineleri, dekupaj testereleleri, ayaklı taşlama makineleri, parlaticılar, elektrikli çekiçler ve elektrikli keskiçer gibi alet ve ekipmanlardır (Debela et al., 2019). Uzun süreli ve aşırı el-kol titreşimine (HAV) maruz kalma vasküler, nörolojik ve kas-iskelet sistemi bozukluklarının bir kompleksi olan el-kol titreşim sendromuna (HAVS) neden olabilir. ABD'de titreşim için İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA) tarafından belirlenmiş izin verilen maruz kalma limiti (PEL) bulunmamaktadır. HAV ile ilgili mevcut standartlar/kılavuzlar arasında ISO 5349:2001, ANSI S2.70-2006, Amerikan Hükümet Sanayi Hijyenistleri Konferansı (ACGIH) Eşik Limit Değerleri (TLV) ve AB Direktifi 2002/44/EC yer almaktadır. ISO 5349:2001, HAV'ın değerlendirme yöntemleri konusunda rehberlik sağlamaktadır, ancak maruz kalma limiti belirtilmemiştir. ANSI S2.70-2006, ACGIH TLV'leri ve 2002/44/EC Direktif'inin tümü, günlük

maruz kalma limit değerini 5 m/s^2 ve günlük maruz kalma eylem değerini $2,5 \text{ m/s}^2$ olarak tanımlar (Oh et al., 2023).

Genel olarak titreşimin olumsuz sağlık etkileri vasküler ve nörolojik bakımından parmaklarda, ellerde, bileklerde, alt kollar ve omuzlarda ağrı ve sertlik gibi semptomlara yol açar. HAVS kas ve yumuşak doku etkileri, ayrıca kaslara, kemiklere ve eklemlere verilen hasardan kaynaklandığı, genel güç kaybına yol açtığı ve bileklerde ve kollarında ağrının artmasına neden olduğu şeklinde tanımlanmıştır. Yukarıda tartışılan hususlar aşağıda Şekil 4'te özetlenmiştir (Edwards and Holt, 2007).

HAVS Belirtileri			
Çalışma Faaliyetleri	İğne batması hissi	Ağnılar ve sızlar	Diğer Faaliyetler
Titreşimli aletler ve işlemler gerektiren süreçler	Kalıcı sağlık sorunlarını etkileyebilir		Genel konfor seviyesi ve kesintisiz uyku
	Uyuşma	Soldurma	
Soğuk veya ıslak koşullarda çalışmak	Solgunluk atakları ve ağrı etkileyebilir		Araba yıkamak ve bahçe işleriyle uğraşmak gibi açık hava aktiviteleri
	Güç kaybı	Sertlik	
Tutuşun önemli olduğu yerlerde güvenli çalışma	Kavrama ve el gücü kaybını etkileyebilir		Golf, el işi ve balıkçılık gibi aktiviteler
	El becerisinin kaybı	Hassasiyet kaybı	
Montaj veya küçük parçaların taşınması gibi detaylı işler	El becerisinin kaybı etkileyebilir		Düğmeleri iliklemek ve parayı ayırmak gibi günlük işler

Şekil 4. HAVS semptomları ve etkileri arasındaki bazı ilişkiler

Tüm vücut titreşiminin (WBV) performans ve sağlığı ne ölçüde etkilediği, mekanik özelliklerden (örneğin; frekans, büyüklük, yön) ve maruz kalma süresinden belirlenir. İnsanların, vücudun dikey eksenini boyunca (omurga boyunca) 1 Hz - 20 Hz frekans aralığında titreşime karşı en savunmasız olduğu öne sürülmüştür. Oysa ön-arka ve yanal yönlerdeki titreşimler daha düşük frekanslarda, 1 - 4 Hz aralığında en zararlı olabilir. Bununla birlikte, araç kullanmak ve ağır makineler çalıştırmak gibi mesleki faaliyetler genellikle çalışanları çok eksensiz stokastik

(yani, deterministik olmayan) titreşime maruz bırakır ve bu da ölçülen etkilerin genellikle birleşik titreşim profillerinin sonucu olmasına yol açar (Halmai et al., 2024). Tüm vücut titreşimlerine (WBV) maruz kalma, bir kişinin titreşen bir yüzey üzerinde oturması, ayakta durması veya uzanması durumunda meydana gelir. WBV maruziyeti endüstri, inşaat, tarım, ormancılık ve ulaşım sektörlerindeki araç ve ağır makine operatörleri arasında yaygındır ve titreşimlerin yoğunluğu araç tipine göre değişir. İsveç'te, titreşime maruz kalan kadınlar çoğunlukla ulaşım sektöründe bulunur ve çalışma günlerinin en az dörtte birinde WBV'ye maruz kaldığını bildirenlerin oranı uzun yıllardır %1 ile %2 arasında değişmektedir (Skröder et al., 2021).

Britanya'da yaklaşık 7,2 milyon erkek ve 1,8 milyon kadının haftalık olarak mesleki olarak tüm vücut titreşimine (WBV) maruz kaldığını tahmin etmektedir. Dolayısıyla WBV ve HTV, mesleki tehlikelerin en yaygın olanları arasındadır. Mesleki WBV maruziyetinin yaygın kaynakları arasında profesyonel olarak kullanılan otomobiller ve minibüsler, forkliftler, kamyonlar, traktörler, otobüsler ve yükleyiciler yer almaktadır. Ayrıca ekskavatörler, buldozerler, zırhlı ve arazi araçları dahil olmak üzere birçok diğer araç ve makinenin operatörlerinde de maruziyetler ortaya çıkmaktadır. Risk altındaki meslekler, seyyar satıcılardan ve dağıtım elemanlarından otobüs ve kamyon şoförlerine, çiftçilere, askerlere, pilotlara ve polis ve acil durum çalışanlarına kadar uzanmaktadır. Başka bir Britanya araştırmasında erkeklerin %12'si ve kadınların %1'i, işlerinin titreşimli bir makine veya araç üzerinde oturmayı veya ayakta durmayı içerdiğini bildirmiştir. Aynı zamanda tarım, ormancılık ve karayolu taşımacılığında daha yüksek oranlar görülmüştür (Palmer and Bovenzi, 2015).

Moğolistan'da titreşimle ilgili meslek hastalıklarının yaygınlığı, Formül 1 kullanılarak hesaplanmıştır. Bu formül, belirli bir yılda teşhis edilen tüm vücut titreşimiyle ilgili meslek

hastalığı vakalarının sayısının, o yıldaki 100.000 çalışma çağındaki nüfus başına düşen sayısını ifade eder. Tüm meslek hastalıkları arasında tüm vücut titreşim hastalıklarının oranı ise Formül 2 kullanılarak hesaplanmıştır. Bu formül, belirli bir yılda teşhis edilen tüm vücut titreşim hastalığı vakalarının sayısının, toplam meslek hastalığı vakalarının sayısına bölünmesi ve %100 ile çarpılmasıyla ifade edilir (Munkhtur et al., 2025).

		Formül 1
Nokta prevalans =	Belirli bir yılda tüm vücut titreşiminden kaynaklanan meslek hastalıkları vaka sayısı	X 100 000
	Çalışma çağındaki nüfus	

		Formül 2
Titreşime bağlı hastalık oran =	Belirli bir yılda kaydedilen titreşimden kaynaklanan meslek hastalıklarının sayısı	X 100%
	Belirli bir yılda kaydedilen toplam meslek hastalığı vaka sayısı	

Moğolistan'daki imalat sektöründeki çalışan sayısına dayanarak, bu sektördeki işçiler arasında titreşimle ilgili hastalıkların görülme sıklığı Formül 3 kullanılarak hesaplanmıştır. Bu, 100.000 çalışma çağındaki nüfus başına teşhis edilen titreşimle ilgili vaka sayısı olarak ifade edilmiştir (Munkhtur et al., 2025).

		Formül 3
Sektörlere göre titreşimle ilişkili hastalıkların görülme sıklığı =	Sektörde kaydedilen titreşimle ilgili hastalık vakalarının sayısı	X 100 00
	Sektördeki çalışan sayısı	

Tüm vücut titreşimi (WBV), maruz kalan işçilerde rahatsızlığa neden olur. Şiddetli maruz kalma, boyun ve sırtta kas-iskelet ağrılarına neden olabilir. Otobüs ve kamyon şoförleri üzerinde yapılan çalışmalar, WBV'ye maruz kalmanın çeşitli kas-iskelet bozukluklarına neden olduğu bildirmiştir. Kronik WBV maruziyeti, vücut sisteminin normal fizyolojik fonksiyonlarını etkileyerek kardiyovasküler hastalık, sindirim sorunları, çeşitli

nöropatilerin gelişmesi ve hareket hastalığı dahil olmak üzere bir dizi sağlık sorununa yol açabilir (Ghosh et al., 2021). Ağır iş makinelerinin kullanımı, özellikle tüm vücut titreşimi (WBV) nedeniyle operatörlerin sağlık ve güvenliği üzerinde ciddi komplikasyonlara yol açmış ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına (MSD) neden olmuştur. Damper, madencilik sürecinde kömür taşımada önemli bir rol oynayan ekipmanın geliştirilmiş bir versiyonudur. Damper operasyonlarında WBV'nin büyüklüğü daha yüksektir, çünkü kömür madenlerinde karşılaşılan engebeli ve düzensiz yollarda hareket ederler. Titreşim genel olarak, bir referans noktası etrafında salınım yapan mekanik bir hareket olarak kabul edilir. Bu nedenle WBV, baştan ayağa maruz kalma olarak madenlerdeki ekipman operatörlerine koltuk minderi aracılığıyla iletilir. İş yerlerindeki insan titreşimi, özellikle WBV'ye maruz kalma 0,5 ila 80 Hz frekans aralığında MSD'lere neden olur. MSD'lerin Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en büyük iş kaynaklı sorunlardan biri olduğu gözlemlenebilir (Kumar et al., 2022). ABD Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü tahminlerine göre her yıl 1,45 milyon ABD işçisi yaralanmaya yol açan el-kol titreşimine maruz kalmaktadır. Kanada'da WBV, el tipi titreşimli aletler kullanan işçiler arasında en yaygın durumdur. Çeşitli üst ekstremitate rahatsızlıkları, işyerinde titreşimli elektrikli aletlerin kullanımı yoluyla titreşime maruz kalma nedeniyle ortaya çıkar veya şiddetlenir. Bu rahatsızlıklar arasında el-kol titreşim sendromu (HAVS), titreşim kaynaklı beyaz göz sendromu (Raynaud fenomeni) yer alır (Weier, 2020). Toplamda yaklaşık 400.000 İsveçli işçi, iş günü başına 2 saati aşan titreşim maruziyetine maruz kalmaktadır. HAVS'nin ileri evresinde olan işçiler için, ellerini kullanmada zorluklarla birlikte genellikle büyük kişisel acı söz konusudur. Bu işçilerin önemli bir kısmı, ciddi titreşimle ilgili semptomlar nedeniyle işlerini bırakmak zorunda kalmıştır ve bu nedenle şirket ve toplum için maliyetler önemli düzeydedir (Gerhardsson et al., 2020).

El-kol titreşimine maruz kalmanın sağlıkla ilgili etkilerinin 3 ana klinik bileşeni vardır. Bunlar vasküler, nörolojik ve kas-iskelet sistemi bozukluklarıdır. Vasküler ve nörolojik bozukluklar sıklıkla örtüşür ve el-kol titreşim sendromunun en kapsamlı şekilde incelenen biçimleridir. Buna karşılık, titreşim kaynaklı üst ekstremitte kas-iskelet bozuklukları bugüne kadar yeterince incelenmemiştir. İlk çalışmalar ve incelemeler titreşime maruz kalan işçilerde, maruz kalmayan işçilere kıyasla üst ekstremitede kas-iskelet semptomları (üst ekstremitte ağrısı, sertliği ve kas-tendon sendromu) ve osteoartrit riskinin arttığını göstermektedir. Bununla birlikte, el-kol titreşimine maruz kalma ile kas-iskelet bozuklukları arasında bir maruziyet-yanıt ilişkisi, özellikle klinik semptomlar yerine objektif tanılarının ilgili sonuç olarak ele alındığı durumlarda, yayınlanmış çalışmalarda henüz tam olarak ortaya konmamıştır (Sun et al., 2025).

4. ÇALIŞMA ORTAMI TİTREŞİM KONTROL ÖNLEMLERİ

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki işçilerin yaklaşık %4'ü inşaat sektöründe ve %0,4'ü madencilik sektöründedir. İnşaat sektöründeki bu işçilerin %90,9'u erkek ve %9,1'i kadındır ve madencilik sektöründe ise %87,5'i erkek ve %12,5'i kadındır. İşle ilgili hastalık veya yaralanma nedeniyle işe gelmeyen çalışanların yüzdesi madencilik ve inşaat sektörlerinde sırasıyla %0,3 ve %5,8'dir. Bu sektörlerde çalışanlar, buldozer ve damperli kamyon gibi büyük toprak taşıma ekipmanlarını sürerek veya matkap, kırıcı ve zımpara gibi el aletleri kullanarak düzenli olarak tüm vücut titreşimine (WBV) ve el-kol titreşimi gibi yüksek titreşime maruz kalabilirler. Titreşime maruz kalma, uygunsuz veya statik duruşları koruma zorunluluğu ve ağır yük kaldırma kombinasyonu, bu sektörlerdeki işçilerde yaralanmaların ve kas-

iskelet sistemi rahatsızlıklarının gelişmesine neden olmaktadır (Krajnak, 2018).

El-kol titreşimi risk değerlendirmesi yapılırken departmanlar; işyerinde kısa bir inceleme yapmalı, el-kol titreşimine kimlerin maruz kaldığını ve maruz kalmaya neyin neden olduğunu belirlemeli, çalışanların titreşim halindeyken ekipmanı veya iş parçasını tutma sürelerini tahmin etmeli, örneğin; soğuğa maruz kalma gibi riski artırabilecek çevresel faktörleri belirlemeli, maruz kalma miktarının tanımlanmış seviyeleri aşmamasını sağlamak için gerekli eylemleri belirlemeli, ekipman kullanıcılarına aletten gelen titreşime maruz kalma sırasında veya sonrasında karıncalanma veya uyuşma hissedip hissetmediklerini sormalı, sağlık gözetimi sağlanması gereken çalışanlar ve özellikle risk altında olanlar belirlenmeli ve çalışanlardan herhangi birinin HAVS rahatsızlığı olup olmadığının araştırılması gerekmektedir. Aynı şekilde tüm vücut titreşimi (WBV) risk değerlendirmesi yapılırken departmanlar; makine veya araç üreticisi, makine/araç kullanım kılavuzunda tüm vücut titreşiminden kaynaklanan riskler konusunda uyarıda bulunup bulunmadığını, makineler veya araçların kullanıldıkları görevler için uygun olup olmadığını, operatörler ve sürücülerin çok hızlı sürüş veya makineyi çok agresif bir şekilde kullanıp kullanmadığı, çalışanların günde birkaç saat boyunca yüksek titreşime neden olabilecek makinelerden veya araçlardan herhangi birini kullanıp kullanmadığı, çalışanların araç kullanırken sarsılmanın, sürekli olarak sallanmanın ve tümseklerden geçerken koltukta gözle görülür şekilde yükselmenin olup olmadığını, araç yollarının veya çalışma alanlarının çukurlu, çatlak veya molozla kaplı olup olmadığını, araçların kötü asfaltlanmış yüzeylerde sürülüp sürülmediği ve operatörlerin veya sürücülerin sorunları bildirip bildirmediikleri tespit edilmesi gerekmektedir (McGurty, 2025).

Çalışma ortamında titreşim kontrol yöntemleri olarak mekanik sistemlerden veya endüstriyel makine ekipmanlarından meydana gelen ve istenmeyen titreşimleri azaltmak, sönmölemek veya tecrit (izole) etmek için mühendislik kontrolü, idari kontrol ve kişisel koruyucu donanım kullanımı gibi teknikler uygulanarak önlemler alınabilir.

4.1. Mühendislik Kontrolü

El-kol titreşimi (HAV); inşaat, sanayi, ormancılık ve imalat işçileri arasında yaygındır. HAV, zamanla vasküler, nörolojik ve kas-iskelet sistemi yaralanmalarına neden olabilir. Bu nedenle maruz kalma seviyelerinin azaltılması önemlidir. Zaman içinde HAV maruziyetindeki değişiklikleri incelemek için İşveç iş gücü için bir İş-Maruziyet matrisi oluşturulmuştur (Pettersson et al., 2023). Tüm vücut titreşimini (WBV) azaltmanın en etkili yolu, titreşimin kaynağını azaltmaktır. Bu ya mobil iş makinesinin çalışma şeklini değiştirerek ya da koltuğa veya ayakta durma platformuna titreşim sönmöleme özelliği ekleyerek yapılabilir. Çalışma şeklindeki değişiklikler, operatörün kabinden tamamen çıkarıldığı uzaktan kumandalı araçlardan, yüzeylerin daha iyi kontrolüne ve sürücülerin eğitimine kadar uzanabilir (McPhee vd., 2009). Sürücüye titreşim iletimini azaltmak, araç süspansiyonunun ve koltuğun tasarımını içerir. İş yeri araçları için koltuk tasarımında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir, ancak bunların sürücüye ve seyahat yüzeyinin türüne göre uygun şekilde ayarlanması çok önemlidir (Burgess and Foster, 2012).

4.2. İdari Kontrol

İşe yerleştirme öncesi düzenli aralıklarla periyodik sağlık muayenesi yeniden değerlendirmesi izlenmelidir. Yüksek gerilim titreşimi (HTV) için, titreşimli alet kullanan tüm işçilere en az yılda bir kez periyodik tıbbi muayene sağlanmalıdır. Tüm vücut titreşimi (WBV) için maruz kalan tüm işçilere en az iki yılda bir

periyodik tıbbi muayene sağlanmalıdır. Titreşim maruziyetinde bir artış veya sağlık durumunda bir değişiklik meydana gelmişse, tıbbi muayene yeniden ilgili hekimin takdirine bağlı olarak daha kısa aralıklarla sunulmalıdır. Periyodik tıbbi muayenede, titreşimli aletlerle çalışma uygulamalarındaki herhangi bir değişiklik takip çizelgesinde bildirilmelidir. Ayrıca, son muayeneden bu yana meydana gelen herhangi bir hastalık veya yaralanma, titreşim maruziyetiyle olası herhangi bir semptom ve fiziksel muayene bulguları bildirilmelidir. Birey için bildirilen bulgular, önceki muayenelerin bulgularıyla karşılaştırılmalıdır (Bovenzi, 2005).

Çalışanların titreşime maruz kalma sürelerini sınırlamak, uzun ve sürekli periyotlarda titreşime maruz kalmalarını önlemek için araçların sürekli veya sık kullanılmasını gerektiren durumlarda çalışma rotalarının değiştirilmesi gibi birkaç kısa periyot planlanabilir (Çalış, 2022).

4.3. Kişisel Koruyucu Ekipman

Kişisel koruyucu donanım kullanımı, diğer önlemlere ek olarak veya tatmin edici sonuçlar vermediğinde son çare olarak tercih edilmelidir. Titreşim maruziyetinin azaltılmasına ilaveten koruyucu ekipmanın kullanımı rahat olmalı ve makinenin kullanım kolaylığı üzerinde olumsuz bir etkisi olmamalıdır. Titreşimi azaltmak için tasarlanan birçok eldiven mevcuttur ve yaralanma riskini azaltmak için kullanılmaktadır (Çalış, 2022).

Titreşimi önlemek için satılan eldivenler test edilmiş ve “TS EN ISO 10819” standardı gereğince mekanik ve el-kol titreşiminin eldivenden el ayasına geçerek ölçülmesi ve değerlendirilmesi için mevcut standardın gerekliliklerini taşıdığı gösteren CE işaretini taşıması gerekmektedir. Buna rağmen bu standart, eldivenler için yeterli performans verisi sağlamamaktadır. Bu nedenle, Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik’te belirtildiği

gibi titreşimi önlemek için kullanılan eldivenlerin sağladığı koruma mutlaka incelenmelidir (Özkan ve diğerleri, 2024).

5. SONUÇ

Yapılan araştırmalarda el-kol titreşimi (HTV) tipi yüksek titreşime ve tüm vücut titreşimine (WBV) maruz kalmanın çalışan sağlığı üzerinde zararlı etkileri olduğu ortaya konulmuştur.

Yapılan vaka çalışmaları ile titreşimli bir el aletinin kullanımı ve bir aracın sürülmesi sırasında HTV ve WBV'ye maruz kalma sonucunda, vasküler ve nörolojik bozuklukların, titreşim kaynaklı üst ekstremité kas-iskelet bozukluklarının ve osteoartrit riskinin arttığı tespit edilmiştir.

Çalışma ortamı kontrol yöntemleri olarak, maruz kalma süresinin mesleki maruz kalma sınırları içinde sınırlandırılması ve kişisel koruyucu ekipman kullanımı, titreşime maruz kalmanın zararlı sonuçlarını en aza indirmek için izlenmesi gereken önleyici uygulamaların sağlanması gerekmektedir.

İşverenlerin Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik kapsamında, risk değerlendirme sonuçlarına göre titreşim ölçümlerinin yapılması, çalışanların mekanik titreşime maruziyet düzeylerinin belirlenmesi, yasal sınırlarla karşılaştırılması ve gerekli önleyici tedbirlerinin alınması gerekmektedir.

Çalışma ortamında el-kol ve tüm vücut titreşimine maruz kalmayı teknik olarak mümkün olan en düşük sınırlara indirmek amaçlanmalıdır.

Sonuç olarak, mevcut literatür ışığında titreşimin önemli bir mesleki tehlike olduğu ve sağlık üzerindeki etkilerinin kapsamlı bir şekilde daha fazla araştırılmaya ihtiyaç duyulduğu gereksinimi ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- Bovenzi, M. (2005). Health Effects of Mechanical Vibration, *G Ital Med Lav Erg* 2005; 27:1, 58-64
- Burgess, M and Foster, G. (2012). Overview of the Occupational Exposure Limits for Hand-Arm and Whole-Body Vibration, Australian Acoustical Society, 21-23 November 2012, Fremantle, Australia
- Çalış, Ç. (2022). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Titreşim Maruziyet Ölçümü, İksad Yayınları, Sayfa 28-34, ISBN: 978-625-8405-16-3
- Debela, M.B and Taferi, G.R. (2018). Occupational Exposure to Hand-Arm Vibration & Associated Factors Among Metehara Sugar Industry Workers; East-Shoa, Ethiopia, *World Journal of Medical Sciences* 15 (4): 151-159, ISSN 1817-3055, DOI: 10.5829/idosi.wjms.2018.151.159
- Debela, M.B., Taferi, G.R & Assefa, M. (2019). Occupational Exposure to Hand-arm Vibration and Associated Factors Among Metehara Sugar Industry Workers: East-shoa, Ethiopia, Research Article, *Journal of Environmental Hazards*, Volume 2. Issue 1. 1000112, Page 2 of 8
- Ed: Spittle, P.G.; Edwards, D.J and Holt, G.D. (2007). A Guide to Hand-arm Vibration, 2nd Edition, Published by: Off-highway Plant and Equipment Research Centre (OPERC), Department of Building and Civil Engineering, Loughborough University, Leicestershire, LE11 3TU, UK, ISBN: 978 0 947974 54 1
- Falkiner, S. (2003). Diagnosis and Treatment of Hand-Arm Vibration Syndrome and Its Relationship to Carpal Tunnel syndrome, Clinical Practice: *Clinical Update*, Reprinted from Australian Family Physician Vol. 32, No. 8, August 2003

- Freitag, C., Sun, Y., Bochmann, F., Eckert, W., Ernst, B., Kaulbars, U., Nigmann, U., Samel, C., Van den Berg, C & Raffler, N. (2023). Hand-Arm Vibration Exposure Assessment for a Case-Control Study Among German Workers, *Proceedings* 2023, 86, 41. <https://doi.org/10.3390/proceedings2023086041>
- Gerhardsson, L., Ahlstrand, C., Ersson, P & Gustafsson, E. (2020). Vibration-Induced Injuries in Workers Exposed to Transient and High Frequency Vibrations, *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* (2020) 15:18, Page 2 of 9, <https://doi.org/10.1186/s12995-020-00269-w>
- Ghosh, N., Singh, G., Padmavathi, G.L.N., Sawatkar, A.R., Patel, M.D & Srivastava, A. (2021). Occupational Exposure to Vibration-Hazards, Evaluation and Control, *Journal of Industrial Safety Engineering*, Volume 8, Issue 2, ISSN: 2395-6674, DOI (Journal): 10.37591/JoISE
- Halmai, B., Holsgrove, T.P., Vine, S.J., Harris, D.J & Williams. G.K.R. (2024). The After-Effects of Occupational Whole-Body Vibration on Human Cognitive, Visual, and Motor Function: A Systematic Review, Review Article, *Contents Lists Available at ScienceDirect*, *Applied Ergonomics* 118 (2024) 104264, <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2024.104264>
- Johanning, E. (2011). Diagnosis of Whole-Body Vibration Related Health Problems in Occupational Medicine, *Journal of Low Frequency Noise, Vibration Active Control*, Vol. 30 No. 2, Pages 207-220
- Johanning, E., Stillo, M & Landsbergis, P. (2020). Powered-Hand Tools and Vibration-Related Disorders in US-Railway Maintenance of Way Workers, Original Article, *Industrial Health* 2020, 58, 539-553

- Krajnak, K. (2018). Health Effects Associated with Occupational Exposure to Hand-Arm or Whole Body Vibration, *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2018; 21(5): 320-334. doi:10.1080/10937404.2018.1557576.
- Kumar, V., Palei, S.K., Karmakar, N.C & Chaudhary, D.K. (2022). Whole-Body Vibration Exposure vis-à-vis Musculoskeletal Health Risk of Dumper Operators Compared to a Control Group in Coal Mines, Original article, *Contents lists available at ScienceDirect, Safety and Health at Work* 13 (2022) 73-77, <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.10.007>
- Küçük, H.O., Eyüboğlu, M., Küçük, U ve Balta, Ş. (2015). Occupational Exposure to Hand-Arm Vibration, Contents lists Available at ScienceDirect, *International Journal of Cardiology* 203 (2016) 959, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.11.122>
- Lewkowski, K., Ytterstad, E., McCausland, K., Pugliese, M.J., Heyworth, J.S., Li, I.W., Pettersson, H., Williams, W & Fritschi, L. (2021). Exposure to Hand-Arm Vibration in the Australian Workforce, Original Article, Published by Oxford University Press on Behalf of the British Occupational Hygiene Society, *Annals of Work Exposures and Health*, 2021, Vol. 65, No. 6, 659-667, doi: 10.1093/annweh/wxaa121
- McGurty, L. (2025). *Health and Safety, Vibration, Minimum Standard*, Government of Jersey (GoJ)
- Munkhtur, N., Amgalan, E., Jargalsaikhan, M., Natsagdorj, E., Damiran, N., Janlav, M & Erdenebayar, E. (2025). Macular Degeneration in Mongolians Prevalence of Occupational Diseases Caused by Vibration, 1975 to 2022: National Baseline Survey, Original Article, *Cent*

Asian J Med Sci. 2025 Dec;11(4):213-222
<https://doi.org/10.24079/CAJMS.2025.04.006>

- Neugebauer, G., Jancurova, L., Martin, J., Jandak, Z & Manek, T. (2010). Hazards Arising From Whole-Body and Hand-Arm Vibrations, Guide for Risk Assessment in Small and Medium Enterprises, Identification and Evaluation of Hazards; Taking Measures, İssa (International Social Security Association), ISBN 978-3-941441-52-1
- Oh, J., Chen, N & Boyd, C. (2023). Laboratory Evaluation of Occupational Exposure to Hand-Arm Vibration (HAV) During Grounds Maintenance Equipment Operations, *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 2023, Vol 30, No 2, 384-389
- Özkan, M.O., Özmen, A., Altıparmak, Z., Aslantaş, A., Savaş, D ve Öztürk, N. (2024). Çalışanların El-Kol Titreşimine Maruziyet Risklerinden Korunmalarına İlişkin Uygulama Rehberi, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
- Palmer, K.T and Bovenzi M. (2015). Rheumatic Effects of Vibration at Work, *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2015 June; 29(3): 424-439. doi:10.1016/j.berh.2015.05.001.
- Pettersson, H., Sjöström, M., Wikström, M & Selander, J. (2023). Hand-Arm Vibration Exposure Trends among the Workforce in Sweden, *Proceedings 2023*, 86, 2. <https://doi.org/10.3390/proceedings2023086002>
- Pinosova, M., Andrejiova, M & Libtai, P. (2013). Risk Assessment of Exposure to Vibration in the Working Environmen, International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies, 20-22 November 2013, Budapest, Hungary, Óbuda University

- Preto, J., Lages, C & Santos, L.C. (2010). Vibrations at the Workplace-Practical Cases of Evaluation, *Internoise 2010*, June 13-16, Lisbon, Portugal
- Skrödera, H., Petterssonb, H., Norléna, F., Gustavssona, P., Rylanderc, L., Albina, M & Selander. J. (2021). Occupational Exposure to Whole Body Vibrations and Birth Outcomes A Nationwide Cohort Study of Swedish Women, *Contents Lists Available at ScienceDirect, Science of the Total Environment* 751 (2021) 141476, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141476>
- Sun, Y., Bochmann, F., Eckert, W., Ernst, B., Freitag, C., Kaulbars, U., Nigmann, U., Samel, C., Van den Berg, C & Raffler, N. (2025). Quantitative Assessment of Work-related Hand-arm Vibration Exposure Among Workers in the Construction, Underground Coal Mining, Wood Working, and Metal Working Industry: The German Hand-arm Vibration Study, Original article, *Contents Lists Available at ScienceDirect, Safety and Health at Work* 16 (2025) 97-104, <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2025.01.001>
- Titreşim Ölçümleri, <https://www.canosgb.com/titresim-olcumu>(E.T: 12.05.2026)
- Weier, M.H. (2020). The Association Between Occupational Exposure to Hand-Arm Vibration and Hearing Loss: A Systematic Literature Review, Review Article, *Contents lists available at ScienceDirect, Safety and Health at Work* 11 (2020) 249-261, <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.04.003>
- Whole-Body Vibration, https://www.iloencyclopaedia.org/part-vi-16255/vibration/item/788-whole-body-vibration#VIB_fig3 (E.T: 12.05.2026)

Yang, J and Wu, M. (2025). Current Research Status on the Occupational Hazards of Hand-Transmitted Vibration: A Case Study in China, *Journal of Vibroengineering*. March 2025, Volume 27, Issue 2, DOI <https://doi.org/10.21595/jve.2025.24511>

Zajac J and Kowalski, P. (2022). *Whole-Body Vibration Hazard at Workstations Associated with the Processing of Mineral Raw Materials*, Chapter 13, Pages 137-145, DOI:10.54215/Noise_Control_2022_A_Digital_Monograph_Zajac_J_Kowalski_P_Whole-body

CHEMICAL EXPOSURE AND PROTECTION APPROACHES IN WORKPLACES

Ruhan ALTUN ANAYURT¹

Duran ANAYURT²

1. INTRODUCTION

The chemical industry plays a critical role in the industrialization process as one of the fundamental building blocks of modern production systems. Many sectors, from energy to automotive, textiles to agriculture, pharmaceuticals to the defense industry, are dependent on chemical substances in their production processes. This situation undeniably makes the place of hazardous chemicals in industry strategic. However, equally, the toxic, flammable, explosive, and corrosive properties of these substances pose serious risks in terms of occupational health and safety (Demir, 2010).

Globally, millions of chemical substances with different properties are known to exist, and estimates suggest this number ranges between 5 and 7 million. Hundreds of millions of tons of chemical substances are produced annually within the scope of industrial activities, and the annual production amount is reported to be approximately 400 million tons (Yavuz & Erdoğan, 2001).

Within the scope of the "Regulation on Health and Safety Measures in Working with Chemical Substances," a

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, ORCID: 0000-0002-7327-6871.

² Öğr. Gör., Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Programı, ORCID: 0009-0009-3037-5923.

chemical substance is a broad concept encompassing all elements, compounds, and mixtures, regardless of whether they are naturally occurring, produced, used in the production process, or arise as by-products or waste, and regardless of their form of presentation to the market. According to this regulation, explosive, oxidizing, highly flammable, toxic, or very toxic substances, as well as harmful, corrosive, irritating, allergenic, carcinogenic, mutagenic, and environmentally hazardous substances, are considered hazardous substances that may pose risks to the health and safety of workers when used in the workplace due to their chemical, physicochemical, and toxicological properties (Çakar, 2024).

The negative effects of chemical substances on human health are not dependent on a single factor but are determined by multidimensional variables. These effects are generally examined under four main headings. Firstly, the physical and chemical properties of the chemical (volatility, solubility, reactivity, toxicity level, etc.) directly affect the nature of exposure and the potential degree of harm. Secondly, the route of exposure (inhalation, skin contact, ingestion, etc.), its intensity, and duration are critical factors in determining the impact on health. The third factor is the physiological and biological characteristics of the exposed individual. Personal differences such as age, gender, genetic predisposition, existing diseases, and immune system status can alter the body's response to the chemical. Finally, the physical and environmental conditions of the work environment (ventilation, temperature, humidity, work organization, and protective measures) can increase or decrease the level of exposure. Therefore, in assessing chemical risks, not only the substance itself but also the exposure conditions, individual sensitivity, and environmental factors should be considered together

(Republic of Türkiye Ministry of Labour and Social Security, 2016).

2. INFORMATION ON LEGISLATION RELATED TO CHEMICAL SUBSTANCES

When a matter posing a life-threatening danger to employees is identified in the workplace buildings and annexes, working methods and procedures, or work equipment; work is stopped in a part or the whole of the workplace until this danger is eliminated, taking into account the nature of the life-threatening danger and the area and employees that may be affected by the risk arising from this danger. In addition, in workplaces where mining, metal and construction works, which are classified as very hazardous, and where work with hazardous chemicals is carried out or where major industrial accidents may occur, work is stopped if a risk assessment has not been carried out (Occupational Health and Safety Law, 2012).

The aim is to determine the minimum requirements to protect the health of employees from existing or potential risks arising from the effects of chemical substances present, used or processed in any way in the workplace and to provide a safe working environment (Ministry of Labor and Social Security, 2013). The purpose is to protect workers from health and safety risks that may arise from exposure to carcinogenic or mutagenic substances by preventing exposure to these substances and establishing minimum requirements, including limit values (Ministry of Labour and Social Security, 2013).

The employer is obliged to conduct a risk assessment in workplaces where there is a risk of exposure to asbestos dust, taking into account the type and physical properties of asbestos and the degree of exposure of the workers (Ministry of Labour and Social Security, 2013).

The purpose is to regulate the administrative and technical procedures and principles regarding the classification, labeling and packaging of substances, mixtures and certain articles placed on the market in order to provide a high level of protection against the negative effects they may have on human health and the environment and to ensure their free circulation (Ministry of Environment and Urbanization, 2013).

The purpose is to regulate the administrative and technical procedures and principles regarding the registration, evaluation, authorization and restriction of chemicals in order to ensure a high level of protection of human health and the environment, to encourage alternative methods for evaluating the harms of substances, and to increase competition and innovation (Ministry of Environment and Urbanization, 2017).

The purpose of this regulation is to determine the procedures and principles regarding the necessary measures to ensure a high level of effective and continuous protection in establishments handling hazardous materials, in order to prevent major industrial accidents and minimize the harm to people and the environment from potential accidents (Ministry of Family, Labor and Social Services, Ministry of Environment and Urbanization, & Ministry of Interior, 2019).

The purpose of this regulation is to determine the procedures and principles regarding the responsibilities and obligations of those involved in the transportation of hazardous materials on public roads, including receivers, unloaders, packers, loaders, fillers, senders, tank container/portable tank operators, carriers, hazardous materials safety consultants, hazardous materials safety consultancy organizations, and drivers of vehicles carrying hazardous materials, in order to ensure that these activities are carried out safely, securely, and in an orderly manner without harming human health, other

living beings, and the environment (Ministry of Transport and Infrastructure, 2022).

Hazardous chemicals and articles containing these chemicals that are found to have been released onto the market in violation of the regulation's provisions are collected and destroyed by the institutions, organizations, and businesses that released them onto the market for sale and use. The costs required for transportation and disposal shall be borne by the relevant parties. If this obligation is not fulfilled, these costs shall be collected from the relevant institutions, organizations, and businesses in accordance with the provisions of Law No. 6183 on the Collection Procedure of Public Receivables (Environmental Law, 1983).

3. RISKS RELATED TO CHEMICALS

3.1. Health Risks

The most common health risks arising from exposure to chemical substances in work environments include respiratory system disorders, skin irritations, and eye damage. Inhalation of volatile chemicals, in particular, can directly affect the lung tissue of workers, paving the way for the development of diseases such as asthma, chronic bronchitis, and emphysema. The respiratory system is highly sensitive to chemical exposure because substances in gaseous and vapor form can be easily inhaled. Chemicals that come into contact with the skin can cause reactions such as redness, irritation, burns, and contact dermatitis. These effects occur as a result of the substance coming into direct contact with the skin or being absorbed through the skin. Similarly, chemical substances that come into contact with the eyes can lead to serious consequences such as conjunctivitis, corneal damage, and in advanced cases, vision loss.

The effects of some chemical substances are not limited to short-term symptoms but can also cause more serious health problems in the long term. For example, substances like benzene, asbestos, and vinyl chloride exhibit carcinogenic properties and can increase the risk of malignant diseases. Exposure to heavy metals such as lead, mercury, and cadmium negatively affects the reproductive system and is associated with infertility and birth defects. Furthermore, various studies reveal a potential link between chemical exposure and neurodegenerative diseases such as Parkinson's and Alzheimer's (Demirci, Ateş, & Fandaklı, 2023).

3.1.1. Acute effects (short-term exposure):

- Eye and skin irritation
- Burns
- Respiratory tract irritation
- Poisoning
- Dizziness, loss of consciousness

3.1.2. Chronic effects (long-term exposure):

- Cancer (carcinogenic substances)
- Genetic damage (mutagenic effects)
- Reproductive system disorders
- Liver and kidney damage
- Occupational diseases

3.2. Physical Risks

Chemical substances pose significant risks to occupational health and safety not only due to their toxic effects but also because of their physical and chemical properties. Properties such as flammability, explosiveness, oxidizing

properties, and high reactivity can lead to serious safety problems under inappropriate storage, transport, or use conditions. These substances can react with triggering factors such as uncontrolled heat increase, sparks, friction, or pressure changes, causing fires and explosions. A significant portion of major accidents in industrial facilities result from insufficient assessment of the physical hazard properties of chemical substances. Therefore, the classification, proper labeling, and risk assessment of chemicals are of great importance (Ministry of Environment and Urbanization, 2013; Demirci et al., 2023).

- Flammable and combustible substances
- Explosive substances
- Reactive substances (reaction with water or air)
- Oxidizing substances
- These types of risks can lead to fires, explosions, and major industrial accidents.

3.3. Environmental Risks

The uncontrolled or accidental release of chemical substances into the environment seriously threatens not only human health but also the integrity of natural ecosystems. As a result of industrial activities, storage errors, inadequacies in waste management, and transportation accidents, chemicals can spread into water, soil, and air. In particular, substances exhibiting persistent properties remain in nature for a long time without degrading and lead to cumulative effects on the ecosystem. Some chemicals have bioaccumulation potential, and these substances concentrate in living organisms through the food chain, causing an increase in toxic effects. In the long term, this situation can lead to a decrease in biodiversity, habitat loss, and disruption of ecological balance. Therefore, the evaluation, recording, and restriction of the environmental impacts of

chemicals are among the fundamental aims of environmental legislation (Ministry of Environment and Urbanization, 2017; Grand National Assembly of Türkiye, 1983).

- Uncontrolled release of chemicals:
- Water and soil pollution
- Ecosystem damage
- Bioaccumulation
- Long-term environmental persistence

4. EXAMPLES OF CHEMICAL ACCIDENTS AND LEAKAGES FROM TÜRKİYE

– Tuzla Organized Leather Industry Example

In 2025, a chemical leak occurred at a factory in the Tuzla Organized Leather Industry Zone in Tuzla district of Istanbul. During the incident, nitric acid leaked from a hole in an acid tank, spreading yellow-brown gas and smoke into the environment. This situation quickly led to panic and evacuation processes in nearby workplaces (NTV, 2025).

- Acrylic Acid Leak at a Factory in Tuzla (2025)

In 2025, an acrylic acid leak occurred at a factory in the Tuzla Leather Organized Industry Zone in Istanbul. As a result of the incident, some employees were slightly affected and evacuated as a safety precaution. The Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD), fire department and police teams were immediately dispatched to the scene, and detailed investigations were initiated into the source and cause of the leak. Chemicals such as acrylic acid can cause skin and respiratory tract irritation when inhaled; therefore, effective risk

management and safety measures are critical in industrial production areas (NTV, 2025).

- Chemical Poisoning in an Industrial Zone in Esenyurt

In Istanbul's Esenyurt district, a chemical reaction in an electronic circuit board manufacturing factory resulted in gas accumulation and poisoning of 11 employees. The employees were quickly taken to the hospital, while fire crews ensured the factory was safely ventilated. One of the main causes of the incident was incorrect procedures and inadequate implementation of safety protocols. This clearly demonstrates the importance of chemical reactions and appropriate safety measures in industrial processes (Cumhuriyet, 2021).

- Chemical Accident in Torbalı, İzmir (2016)

In Torbalı, İzmir, a pipe burst in a leather factory, resulting in a chemical spill onto the workers. Following the incident, 9 workers were taken to the hospital for initial treatment and treated for suspected poisoning from inhalation or contact. This case shows that faulty equipment or pipe failures can lead to the spread of chemicals and seriously affect workers (NTV, 2016).

- Chemical truck accident in Küçükçekmece

In Istanbul's Küçükçekmece district, a truck carrying chemicals collided with another vehicle. The truck was transporting acetone and polycapton, substances used in shoe production. The impact caused barrels to spill onto the road, temporarily closing traffic; the driver was also injured. This incident demonstrates that traffic accidents during the transportation of chemicals can pose serious risks to both workers and the environment (NTV, 2019).

- Tanker Leak on Bolu D-100 Highway

A tanker carrying sodium aluminate leaked on the Bolu D-100 highway. Following the incident, fire and AFAD (Disaster and Emergency Management) teams responded quickly, and teams wearing special protective clothing prevented the chemical substance from spreading into the environment. Such accidents demonstrate that incidents occurring during the transportation of chemical substances can pose serious risks not only within the workplace but also in external environments (NTV, 2020).

5. CLASSIFICATION OF OCCUPATIONAL DISEASES

An occupational disease is a type of illness that arises due to the nature of the work performed by an employee or working conditions, and can lead to temporary or permanent health problems, disabilities, or psychological disorders. In other words, health disorders that develop due to chemical, physical, or biological agents in the workplace are considered within the scope of occupational diseases (Republic of Türkiye Ministry of National Education, 2011).

5.1. Occupational diseases can be divided into different categories according to the factors causing the disease

1. Physical Factors: Physical factors such as temperature, noise, radiation, vibration, and pressure encountered in the workplace fall into this group. In addition, some disorders of the musculoskeletal system that occur due to repetitive work can also be considered within the scope of physical factors.

2. Chemical Factors: Heavy metals such as lead, mercury, chromium, cadmium, and nickel; solvents such as

benzene, toluene, trichloroethylene, and hexane; toxic gases, pesticides, acids, and alkalis are included in this group. These factors can cause poisoning (intoxication) in some cases, malignant diseases such as cancer in others, and addiction and behavioral changes in still others.

3. Biological Factors: Healthcare workers and those working in sectors such as animal husbandry, leather processing, and mining may be exposed to various microorganisms. As a result of these exposures, occupational diseases such as tuberculosis, brucellosis, and parasitic diseases may develop.

4. Dusts: Workers in mining, foundries, and the asbestos industry are exposed to inorganic dusts. In some sectors, such as cotton processing, organic dusts can lead to respiratory illnesses. Occupational diseases are divided into different groups according to the type of exposure and the systems they affect. Occupational disease groups are examined in five main categories. These groups are organized according to the cause of the disease.

5.2. Occupational Disease Groups are as follows:

Group A Occupational Diseases: Diseases caused by chemical substances

Group B Occupational Diseases: Occupational skin diseases

Group C Occupational Diseases: Pneumoconiosis and respiratory system diseases

Group D Occupational Diseases: Infectious occupational diseases

Group E Occupational Diseases: Diseases caused by physical factors

Distribution of patients diagnosed with occupational diseases according to occupational disease groups:

Of the 176 patients who applied to Istanbul Occupational Diseases Hospital in 2009 and were treated for occupational diseases, 63 patients (35.8%) were treated for Group A occupational diseases, which are chemical-related occupational diseases. 31 patients (17.6%) were treated for Group C occupational diseases, which are pneumoconiosis and other occupational respiratory system diseases. 82 patients (46.6%) were in the Group E occupational diseases, which are occupational diseases caused by physical factors (Kaba & Ünal, 2009).

Prior to 2008, the authority to diagnose occupational diseases was limited to only three occupational disease hospitals. However, with the amendment to the Regulation on the Determination of Loss of Working Capacity and Earning Capacity in the Occupation, published in the Official Gazette dated October 11, 2008, and numbered 27021, this authority was expanded. Accordingly, occupational disease hospitals, training and research hospitals, and state university hospitals affiliated with the Ministry of Health can now issue the health board reports that will be used as the basis for determining the loss of earning capacity in the occupation due to occupational diseases. Some hospitals also provide occupational disease clinics. Today, the medical diagnosis of occupational diseases is mostly made by authorized occupational disease hospitals (Republic of Türkiye Presidency of Strategy and Budget, 2023). Prior to 2008, the authority to diagnose occupational diseases was limited to only three occupational disease hospitals. However, with the amendment to the Regulation on the Determination of Loss of Working Capacity and Earning Capacity in the Occupation, published in the Official Gazette dated October 11, 2008, and numbered 27021, this authority was expanded.

Accordingly, occupational disease hospitals, training and research hospitals, and state university hospitals affiliated with the Ministry of Health can now issue the health board reports that will be used as the basis for determining the loss of earning capacity in the occupation due to occupational diseases. Some hospitals also provide occupational disease clinics. Today, the medical diagnosis of occupational diseases is mostly made by authorized occupational disease hospitals (Republic of Türkiye Presidency of Strategy and Budget, 2023).

The number of occupational diseases in Türkiye is expected to be between 40,000 and 140,000, but according to SGK (Social Security Institution) data, this number is known to be between 700 and 1,200. SGK data does not provide an exact figure for the number of occupational diseases that have occurred or been detected in our country. This data is based on diagnoses and medical board reports issued by SGK Health Boards following referrals to authorized healthcare providers after employees claim to have contracted an occupational disease. The data determines the number of employees whose loss of earning capacity due to occupational disease exceeds a certain level (Republic of Türkiye Presidency of Strategy and Budget, 2023).

6. METHODS OF PROTECTION AGAINST CHEMICAL SUBSTANCES

One of the most critical stages in the management of hazardous chemicals is the storage process. Storage areas should be designed taking into account the physical and chemical properties of chemical substances; they should be equipped with technical and administrative measures that minimize risks such as fire, explosion, toxic gas release, and environmental contamination. In this context, appropriate ventilation systems,

leak-proof floor applications, secondary containment arrangements, fire detection and extinguishing systems, and access control mechanisms should be provided.

The quantities of chemicals kept in storage areas should comply with the results of the risk assessment and the upper limits specified in the legislation; unnecessary stock accumulation should be prevented. Especially in the storage of high-tonnage and high-hazard class substances, quantity control is important, taking into account exposure and accident scenarios.

In addition, chemicals should be classified according to the principles of a "chemical storage matrix," taking into account the potential risk of reactions between them, and stored in separate compartments. The storage of incompatible chemicals such as oxidizers, flammable substances, acids, bases, and substances that react with water should be prevented. This systematic approach constitutes a fundamental safety strategy in preventing possible chain reactions and secondary accidents (Özbeytür, 2015).

The intensive use of hazardous substances in production and process activities in the chemical industry necessitates the application of more systematic and detailed analysis methods beyond standard risk assessment approaches. In this context, the HAZOP (Hazard and Operability Study) method, developed to improve process safety, stands out as a widely preferred special risk assessment technique for identifying potential deviations and the hazards they may cause (Er & Hoşten, 2024).

Most chemical substances have the potential to exhibit toxic effects depending on the amount and duration of exposure. Especially in situations where appropriate control measures are not taken in the work environment, prolonged exposure to chemical particles can pave the way for the development of

acute or chronic health problems. Therefore, the effective and correct use of personal protective equipment (PPE) is of great importance in occupational health and safety practices. The appropriate selection and regular use of PPE reduces chemical exposure, lowering the incidence of work accidents and occupational diseases, and contributing to the creation of a safer and more controlled working environment for employees (Yağımlı & Kaçar, 2018).

To ensure the effective participation of employees in occupational health and safety practices, they need to be included in systematic and comprehensive training programs on safety instructions and protective measures. These training contents should be structured taking into account the specific hazard sources and risk profile of the company's field of activity; instead of general information, they should be designed to cover site-specific risk scenarios. Furthermore, periodic refresher training is important to ensure the continuity of the safety culture. This practice helps maintain employees' awareness of safety procedures and ensures they are informed in a timely manner about changes or updates to the protocols (Demirci et al., 2023).

Health assessments conducted during the onboarding phase, periodic check-ups, and regular health screenings contribute to the early detection of potential effects that may develop due to chemical exposure. Such monitoring practices help in planning preventive interventions by enabling both the determination of the initial health status and the identification of early clinical findings that may emerge over time (Yavuz & Erdoğan, 2001).

The use of appropriately designed ventilation systems and gas absorption systems in work environments is considered among the main engineering control measures in reducing

exposure to chemical agents. These technical applications significantly limit the risk of workers being affected through inhalation by reducing the concentration of harmful substances in the ambient air (Koçali, 2025).

7. CONCLUSION

Chemical exposure in workplaces is a significant risk factor that directly affects employee health and can lead to serious health consequences in the short or long term. Variables such as the physical and toxicological properties of chemical substances used in industrial production processes, exposure time, dose, and individual sensitivity determine the severity of potential health effects. Therefore, chemical risk management should be considered not only within the scope of regulatory compliance but also as a fundamental component of a sustainable occupational health and safety culture.

In controlling chemical exposure, systematically conducting risk assessment processes, regularly performing exposure measurements, and holistically applying the control hierarchy (elimination, substitution, engineering controls, administrative measures, and use of personal protective equipment) are critically important. Engineering controls and closed-system applications, in particular, are among the most effective methods for reducing exposure at the source.

Furthermore, health surveillance practices, pre-employment and periodic examinations, and biological monitoring studies play a significant role in identifying early effects related to chemicals. All these practices are considered fundamental strategic tools in preventing occupational accidents and diseases.

8. RECOMMENDATIONS

- **Updating Risk Assessment:** Chemical inventories should be reviewed regularly, and detailed risk analysis should be conducted before using new substances.
- **Widespread Implementation of Substitution Policies:** Where possible, hazardous chemicals should be replaced with less harmful alternatives.
- **Prioritizing Engineering Controls:** Local extraction systems, closed process applications, and effective ventilation systems should be widely implemented.
- **Training and Awareness Campaigns:** Employees should receive regular training on the safe use of chemicals, routes of exposure, and emergency procedures.
- **Health Surveillance and Biological Monitoring:** Regular health screenings should be conducted for employees in at-risk groups, and exposure indicators should be monitored.
- **Emergency Management:** Emergency action plans should be developed for situations such as chemical spills, leaks, and fires, and their effectiveness should be tested through drills.
- **Strengthening Safety Culture:** A corporate safety culture should be developed through management support, employee participation, and a continuous improvement approach.

In conclusion, effective management of chemical exposure in workplaces requires the integrated implementation of technical measures, administrative practices, and employee participation. Adopting a protective approach will not only

ensure compliance with legal obligations but also improve the quality of life for employees and the sustainability of businesses.

Disclaimer

None

REFERENCES

- Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, & İçişleri Bakanlığı. (2019). *Büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve etkilerinin azaltılması hakkında yönetmelik [Regulation on the prevention and mitigation of the effects of major industrial accidents.]*. Resmî Gazete (Sayı: 30702).
- Bakanlığı, Ç. V. S. G., & Genel, İ. S. V. G. Üniversitelerin Kimya Laboratuvarlarında Çalışanların İş Risklerinin Tespiti Ve Kimyasal Maruziyetinin Çözüm Önerileri [Identification of Occupational Health and Safety Risks and Proposed Solutions to Chemical Exposure for Workers in University Chemistry Laboratories].
- Çakar, M. (2024). Kimyasal Maddelerin Tehlikeleri ve İş Güvenliği Üzerindeki Etkileri [The Hazards of Chemical Substances and Their Effects on Occupational Safety]. *Kuzey Ege Teknik Bilimler ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 46-56.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2013). *Asbestle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik [Regulations on health and safety measures in work involving asbestos.]*. Resmî Gazete (Sayı: 28539).
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2013). *Kanserojen veya mutajen maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik [Regulation on health and safety measures in work involving carcinogenic or mutagenic substances.]*. Resmî Gazete (Sayı: 28730).
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2013). *Kimyasal maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik [Regulation on health and safety*

measures in working with chemical substances.] Resmî Gazete (Sayı: 28733).

Çevre kanunu [*Environmental law*] (Kanun No. 2872). Resmî Gazete (Sayı: 18132).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2013). *Maddelerin ve karışımların sınıflandırılması, etiketlenmesi ve ambalajlanması hakkında yönetmelik [Regulation on the classification, labelling and packaging of substances and mixtures.]*. Resmî Gazete (Sayı: 28848, Mükerrer).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2013). *Maddelerin ve karışımların sınıflandırılması, etiketlenmesi ve ambalajlanması hakkında yönetmelik [Regulation on the classification, labelling and packaging of substances and mixtures.]*. Resmî Gazete (Sayı: 28848, Mükerrer).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2017). *Kimyasalların kaydı, değerlendirilmesi, izni ve kısıtlanması hakkında yönetmelik [Regulation on the registration, evaluation, authorization and restriction of chemicals.]*. Resmî Gazete (Sayı: 30105, Mükerrer).

Cumhuriyet. (2023, Nisan 5). *Sanayi sitesinde kimyasal sızıntı: Çok sayıda işçi zehirlendi [Chemical leak at industrial site: Numerous workers poisoned.]*. <https://www.cumhuriyet.com.tr/turkiye/sanayi-sitesinde-kimyasal-sizinti-cok-sayida-isci-zehirlendi-2068442>

Demir, S. (2010). Occupational health and safety management of hazardous chemical substances.

Demirci, G., Ateş, F. M., & Fandaklı, S. (2023). Çalışma ortamında kimyasallardan kaynaklı tehlikeler ve insan sağlığına etkileri [Hazards of chemicals in the workplace and their effects on human health.]. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 242–253.

- Demirci, G., Ateş, F. M., & Fandaklı, S. (2023). Çalışma ortamında kimyasallardan kaynaklı tehlikeler ve insan sağlığına etkileri [Hazards of chemicals in the workplace and their effects on human health]. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 242–253.
- Er, H., & Hoşten, G. (2024). Kimya Sektöründe Hazop Ve Eta Risk Değerlendirmesi Yöntemleri İle Çalışanların Sağlık Riskinin Kontrolü [Controlling Health Risks of Workers in the Chemical Industry Using HAZOP and ETAC Risk Assessment Methods]. *Aydın Sağlık Dergisi*, 10(3), 245-267.
- İş sağlığı ve güvenliği kanunu [Occupational health and safety law] (Kanun No. 6331). Resmî Gazete (Sayı: 28339).
- Kaba, C., & Ünal, E. (2009). İstanbul Meslek Hastalıkları Hastanesinde 2009 yılında meslek hastalıkları nedeniyle tedavi edilen hastaların hastalık grupları ve tedavi maliyetlerine göre incelenmesi [An analysis of patients treated for occupational diseases at Istanbul Occupational Diseases Hospital in 2009, categorized by disease groups and treatment costs]. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*. İstanbul, Türkiye.
- Koçali, K. (Ed.). (2025). *İş sağlığı ve güvenliğinin sosyal politika incelemeleri [Social policy reviews of occupational health and safety]*. Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub791>
- NTV. (2016, Nisan 20). *İzmir’de kimyasal madde kazası: 9 işçi hastaneye kaldırıldı [Chemical accident in Izmir: 9 workers hospitalized.]*. <https://www.ntv.com.tr/turkiye/izmirde-kimyasal-madde-kazasi%2CxeaSQX3wYU-cqLVFIqcjXQ>

- NTV. (2018, Ağustos 28). *Küçükçekmece’de kimyasal madde yüklü kamyonet kaza yaptı, variller yola saçıldı [A van carrying chemicals crashed in Küçükçekmece, scattering barrels onto the road]*. https://www.ntv.com.tr/video/turkiye/istanbul-kucukcekmede-kimyasal-alarmi,GHZcbpPqsUy30232zuNO_A#
- NTV. (2023, Aralık 12). *Bolu D-100’de tanker sızıntısı: Kimyasal madde yayılmadan önlendi [Tanker leak on Bolu D 100: Chemical spread prevented]*. https://www.ntv.com.tr/turkiye/tankerden-kimyasal-madde-sizdi-ekipler-alarماغecti%2C5i6nX9NvwkO2p_eyvad7AA
- NTV. (2025, Ağustos 5). *Tuzla’da bir fabrikada akrilik asit sızıntısı [Acrylic acid leak at a factory in Tuzla.]*. <https://www.ntv.com.tr/turkiye/kimyasal-sizinti-korkuttu%2CmSRruwlAkkKjbOmcGkFqvQ>
- NTV. (2025, Eylül 10). *Kimyasal sızıntı korkuttu [Chemical leak caused alarm.]*. <https://www.ntv.com.tr/turkiye/kocaelide-kimyasal-sizinti-panigi-ekipler-hareketegecti,vwANiMCyWEaDEas1C7009A>
- Özbeytür, G. (2015). *Tehlikeli kimyasallarla çalışmalarda risk analizleri: HAZOP uygulama örneği [Risk analysis in working with hazardous chemicals: HAZOP application example.]* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Sağlığı, İ., Değişen, G., & Son, G. Y. İ. N. (2016). Yılı 2000-2015. *TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara*.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). *On ikinci kalkınma planı (2024–2028): İş sağlığı ve*

güvenliği çalışma grubu raporu [Twelfth Development Plan (2024–2028): Occupational Health and Safety Working Group Report]. Ankara, Türkiye: T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2022). *Tehlikeli maddelerin karayoluyla taşınması hakkında yönetmelik [Regulation on the road transport of dangerous goods]. Resmî Gazete (Sayı: 31870).*

Yağımlı, M., & Kaçar, Ü. (2018). Tehlikeli madde çalışmalarında kişisel koruyucu donanım kullanımlarının incelenmesi [Examining the use of personal protective equipment in hazardous materials work]. *Gümüüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(23).

Yavuz, C. I., & Erdoğan, S. (2001). İşyerinde kimyasallar [Chemicals in the workplace]. *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 2(8), 33-39.

Yavuz, C. I., & Erdoğan, S. (2001). İşyerinde kimyasallar [Chemicals in the workplace]. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*.

İŐ VE MESLEK HASTALIKLARI ALANINDA
AKADEMİK TARTIŞMALAR

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com