İş sağlığı ve güvenliği eğitimi

Fiziksel risk etkenleri

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu

ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu

ofis akademi

ASYA AKADEMİ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EĞİTİM KURUMU

Amaç, öğrenme hedefleri ve konular

Amaç: işyerinde sağlığı ve güvenliği olumsuz etkileyen fiziksel risk etkenleri ve bunlara karşı alınması gereken İSG tedbirleri hakkında bilgi vermek.

Bu dersin sonunda katılımcılar

- Çalışanların sağlığını olumsuz etkileyen fiziksel riskleri tanımlar.
- Ortam ve kişiye yönelik ölçüm yöntemlerini sıralar.
- Ulusal ve uluslararası standartlardaki sınır değerleri belirtir.
- Fiziksel risklerin kontrolünü ve işyeri hekiminin görevlerini açıklar.

Konular

1	Gürültü
2	Titreşim
3	Termal konfor: sıcaklık, nem, hava akımı, radyant ısı
4	Aydınlatma
5	İyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon
6	Alçak ve yüksek basınç

İlgili mevzuat

Mevzuat	Resmî Gazete
Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik	28.07.2013 / 28721
Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik	22.08.2013 / 28743
İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik	17.07.2013 / 28710
Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik	16.07.2013 / 28709
Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği (uygulayıcı: Nükleer Düzenleme Kurumu)	24.03.2000 / 23999
Çalışma Gücü ve Meslekte Kazanma Gücü Kaybı Oranı Tespit İşlemleri Yönetmeliği, Ek-2 meslek hastalıkları listesi	5510 sayılı Kanun kapsamında

Sunumda geçen İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü 2014'te, Sosyal Sigorta Sağlık İşlemleri Tüzüğü 2008'de yürürlükten kalkmıştır; 2004 ve 2006 tarihli yönetmeliklerin yerini 2013 yönetmelikleri almıştır.

Bölüm 1

Gürültü

Sesin fiziksel özellikleri, ölçüm, etkiler, sınır değerler ve korunma

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ofis akademi
ASYA AKADEMİ

Ses nedir?

Ses; katı, sıvı veya gaz bir ortamda oluşan titreşimin ortam moleküllerini sıkışma ve genleşme şeklinde dalgalandırması ve bu dalgaların kulağa ulaşmasıyla algılanan bir enerjidir. Ses boşlukta yayılmaz.

Boyuna dalgalar

Ortam parçacıkları dalganın ilerleme doğrultusuna paralel hareket eder. Ses dalgaları boyunadır.

Enine dalgalar

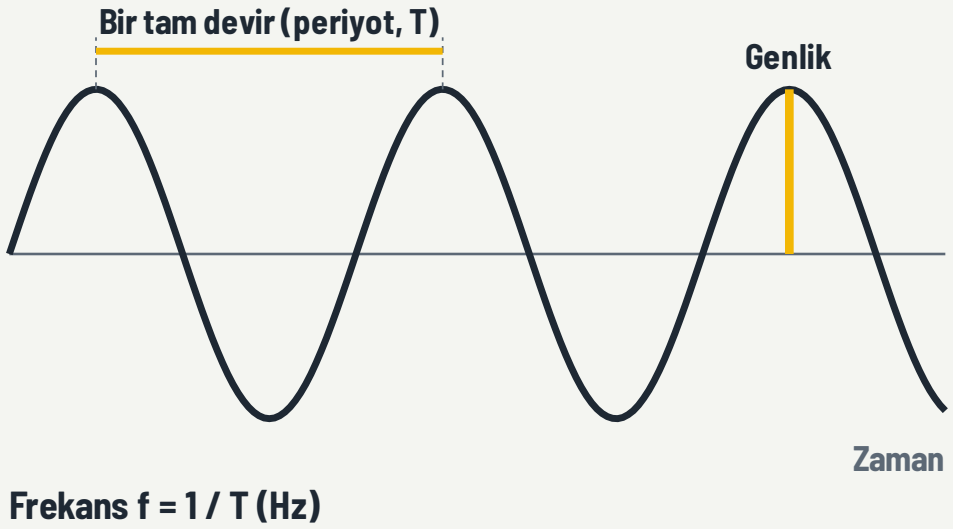
Titreşim, ilerleme doğrultusuna diktir. Elektromanyetik dalgalar enine dalgalardır.

Karma dalgalar

Su dalgaları enine ve boyuna dalgaların birleşimidir; yüzeydeki hareket dairesel harekete benzer.

Sesin temel büyüklükleri

- **Dalga boyu (λ):** art arda iki tepe noktası arasındaki uzaklık
- **Periyot (T):** bir dalga boyu için geçen süre
- **Frekans (f):** saniyedeki dalga sayısı, hertz (Hz). Dalga boyu arttıkça frekans azalır: $c = \lambda \times f$
- **Genlik:** dalganın büyüklüğü; sesin şiddetini belirler
- İnsan kulağı 20–20.000 Hz arasındaki sesleri duyar; konuşma ağırlıkla 250–4.000 Hz arasındadır.



Frekansa göre sesler ve sesin hızı

Ultrason (ses üstü)

20.000 Hz'in üstündeki sesler. İnsanlar duyamaz, bazı hayvanlar duyabilir; tıp ve sanayide kullanılır.

İnfrason (ses altı)

20 Hz'in altındaki sesler. İnsanlar duyamaz; yüksek düzeylerde rahatsızlık, yorgunluk ve denge bozukluğu yapabilir.

Sesin hızı

- Ortamın yoğunluğuna, esnekliğine ve sıcaklığına bağlıdır: katılarda en hızlı, gazlarda en yavaştır.
- 20 °C havada yaklaşık 343 m/s
- 20 °C suda yaklaşık 1.480 m/s

Ses basıncı, gücü ve şiddeti

Büyüklük	Birim	Açıklama
Ses basıncı (p)	Pa (N/m^2)	Ses dalgasının oluşturduğu, atmosfer basıncı etrafındaki basınç değişimi. İşitme eşiği 20 µPa'dır.
Ses gücü (W)	W	Kaynağın birim zamanda yaydığı toplam akustik enerji; uzaklığa bağlı değildir.
Ses şiddeti (I)	W/m^2	Birim alandan birim zamanda geçen ses enerjisi; kaynaktan uzaklaştıkça azalır.
Ses basınç düzeyi (L_p)	dB	Kulağın logaritmik tepkisine uygun ölçek: $L_p = 20 \log(p / 20\ \mu Pa)$

Desibel ve logaritmik ölçek

$$L_I = 10\ log\ (I / I_0);\ I_0 = 10^{-12}\ W/m^2\ (0\ dB)$$

$$L_p = 20\ log\ (p / p_0);\ p_0 = 20\ \mu Pa$$

- Kulak çok geniş bir basınç aralığına tepki verdiğinden logaritmik ölçek kullanılır; 1 bel = 10 desibel.
- Ses şiddeti (enerjisi) iki katına çıkarsa düzey 3 dB artar; on katına çıkarsa 10 dB artar.
- Ses basıncı on katına çıkarsa düzey 20 dB artar.

Gürültünün tanımı

ILO

İşitme kaybına yol açan, sağlığa zararlı olan veya başka tehlikeleri ortaya çıkaran bütün sesler

Sözlük

Gelişigüzel, istenmeyen, rahatsız edici sesler

Endüstride

Çalışanlar üzerinde fizyolojik ve psikolojik etkiler bırakan ve iş verimini olumsuz etkileyen sesler

Ses düzeyleri ve örnek kaynaklar

dB	Ses basıncı	Ses şiddeti (W/m^2)	Örnek
0	20 µPa	10^{-12}	İşitme eşiği
20	0,0002 Pa	10^{-10}	Yaprak hışırtısı, sessiz orman
40	0,002 Pa	10^{-8}	Sessiz oda
60	0,02 Pa	10^{-6}	Normal konuşma
80	0,2 Pa	10^{-4}	Yoğun trafik, elektrik süpürgesi
90	0,63 Pa	10^{-3}	Kamyon, dokuma atölyesi
100	2 Pa	10^{-2}	Havalı çekiç
110	6,3 Pa	10^{-1}	Ağaç işleri, rafineri
120	20 Pa	1	Pnömatik çekiç, pres
140	200 Pa	10^{2}	Tüfek atışı: ağrı eşiği
160	2.000 Pa	10^{4}	Top atışı: kulak zarı yırtılabilir

Ses basıncı 10 kat artınca düzey 20 dB, ses şiddeti 10 kat artınca 10 dB artar. Orijinal tablodaki basınç değerlerinin bir kısmı dB değerleriyle tutarsızdı ve düzeltildi.

Gürültü kontrol listesi

- Gürültülü makinelerin çevresi kapatılmış veya tümüyle tecrit edilmiş mi?
- Gürültü artışını önlemek için makinelere düzenli bakım yapılıyor mu?
- Tavan, duvar ve makine kapaklarında ses yutucu malzeme kullanılmış mı?
- Gürültülü ekipman daha sessiz modellerle değiştiriliyor mu? Yeterli bariyer var mı?
- Kutulara biriktirilen eşyaların düşüş mesafesi azaltılmış mı?
- Sessiz makinelerde çalışanlar diğer makinelerin gürültüsünden korunuyor mu?
- Gürültülü alanlarda rotasyon yapılıyor mu? 85 dB(A) ve üzerindeki yerlerde kulak koruyucu kullanılıyor mu?

Gürültü ölçüm cihazları

Dozimetre

Kişinin gün boyunca maruz kaldığı gürültüyü süre ve şiddet bakımından birleştirerek izin verilen dozun yüzdesi olarak verir. Kişisel maruziyet ölçümünde çalışanın üzerine takılır.

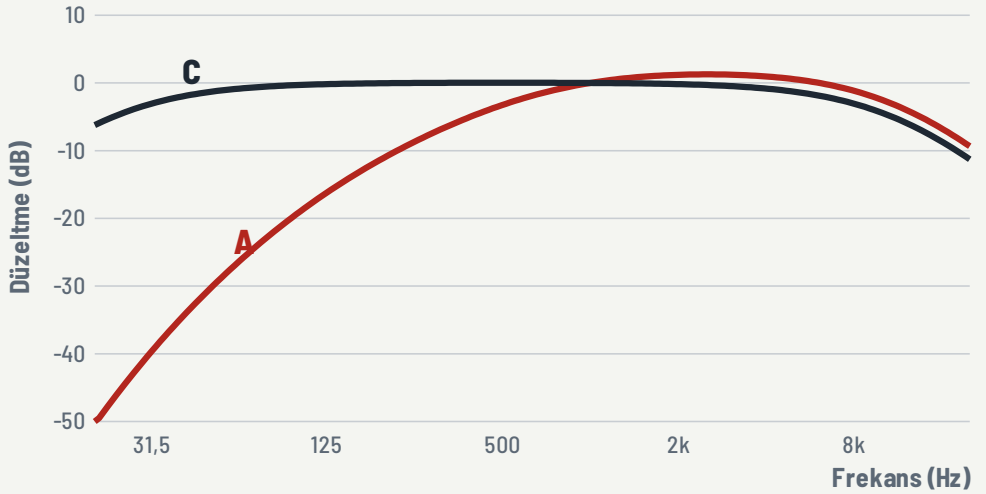
Ses düzeyi ölçer

Anlık ve eşdeğer ses basınç düzeyini ölçer; A, C ve Z (doğrusal) ağırlıklandırma seçenekleri vardır. Frekans analizi için oktav bandı filtreli modeller kullanılır.

Ses düzeyi ölçerler IEC 61672-1 standardına uygun ve kalibre edilmiş olmalıdır.

Frekans ağırlıklandırma

- **A ağırlıklandırma, dB(A):** insan kulağının duyarlılığını taklit eder, düşük frekansları zayıflatır; maruziyet değerlendirmesinde kullanılır.
- **C ağırlıklandırma, dB(C):** neredeyse düzdür; tepe ses basıncı (darbeli gürültü) ölçümünde kullanılır.
- **Z (doğrusal):** ağırlıklandırma yoktur; frekans analizinde kullanılır.
- Kulak en çok 2–5 kHz aralığına duyarlıdır; gürültüye bağlı işitme kaybı tipik olarak 4 kHz civarında başlar.
- Orijinal sunumdaki "A skalası yalnızca 1.000–5.000 Hz'i ölçer" ve "B skalası telefon şirketlerince kullanılır" bilgileri doğru değildir; B ağırlıklandırma bugün kullanılmamaktadır.



Gürültülerin toplanması

Desibeller aritmetik olarak toplanmaz. Eşit iki kaynak birlikte 3 dB fazla gürültü oluşturur: 80 dB + 80 dB = 83 dB.

Farklı iki kaynakta, iki düzey arasındaki farka karşılık gelen değer yüksek olana eklenir. Örnek: 90 dB ve 80 dB, fark 10, toplam 90,4 dB.

Düzey farkı (dB)	Eklenecek (dB)
0	3,0
1	2,5
2	2,1
3	1,8
4	1,5
5	1,2
6	1,0
8	0,6
10	0,4
12	0,3
16 ve üzeri	≈ 0,1

Değerler $10 \log (1 + 10^{-\text{fark}/10})$ formülüyle hesaplanmıştır.

Gürültünün insan üzerindeki etkileri

Fizyolojik

İşitme kaybı, kan basıncının artması, kalp atımında değişim, dolaşım bozuklukları, solunumun hızlanması, terleme, bulantı, baş ağrısı, göz bebeklerinde büyüme

Psikolojik

Davranış ve uyku bozuklukları, sinirlilik, bağırarak konuşma, hoşnutsuzluk, tedirginlik, baş ağrısı, stres

Performans

İş veriminin ve kalitesinin düşmesi, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin yavaşlaması, dinlenmenin bozulması; uyarı seslerinin duyulmaması nedeniyle kazalar

Bir araştırmada, bir atölyede gürültünün 25 dB azaltılmasıyla hatalı parça oranının %52 düştüğü bildirilmiştir.

İşitme kaybını etkileyen faktörler

Gürültüye ait faktörler

- **Şiddet:** yüksek şiddetli sesler daha zararlıdır.
- **Frekans:** yüksek frekanslı (tiz) sesler, düşük frekanslılardan daha zararlıdır.
- **Maruziyet süresi:** süre arttıkça işitme kaybı artar.

Kişiye ait faktörler

- **Yaş:** 40 yaşından sonra fizyolojik işitme kaybı (presbiakuzi) artar; odyometrik değerlendirmede 40 yaşından sonraki her yıl için 0,5 dB fizyolojik kayıp hesaplanır.
- **Kişisel duyarlılık ve cinsiyet:** etkisi belirsizdir; odyometrik değerlendirmede dikkate alınmaz.

İç kulak hasarını belirleyen, sesin kaynağı veya müzikal niteliği değil iç kulağa ulaşan enerjidir: aynı şiddette bir melodi ile matkap sesi eşit hasar yapar.

Maruziyet sınır ve eylem değerleri

Değer	Günlük maruziyet $L_{EX,8h}$	Tepe basınç	Yükümlülük
Maruziyet sınır değeri	87 dB(A)	200 Pa (140 dB(C))	Kulak koruyucunun etkisi dikkate alınarak hiçbir koşulda aşılmaz.
En yüksek maruziyet eylem değeri	85 dB(A)	140 Pa (137 dB(C))	Kulak koruyucu kullanımı zorunlu; alan işaretlenir, gürültüyü azaltma programı uygulanır, işitme testi yapılır.
En düşük maruziyet eylem değeri	80 dB(A)	112 Pa (135 dB(C))	Kulak koruyucu hazır bulundurulur; bilgilendirme ve eğitim verilir.

Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik (2013). Eylem değerlerinde kulak koruyucunun etkisi dikkate alınmaz. Günden güne belirgin farklılık varsa haftalık maruziyet kullanılabilir.

Gürültüden korunma: kaynak, ortam, kişi

1. Kaynakta

Makineyi daha sessiz olanla değiştirmek, işlemi değiştirmek, makinenin işleyişini düzenlemek, kaynağı ayrı bölmeye almak veya yerini değiştirmek, düzenli bakım

2. Ortamda

Ses yutucu malzeme ile yansımayı engellemek, kaynak ile kişi arasına bariyer koymak, mesafeyi artırmak

3. Kişide

Sese karşı yalıtılmış kabin, maruziyet süresinin kısaltılması ve rotasyon, iş programının değiştirilmesi, kulak koruyucu kullanımı

Önlem hiyerarşisi kaynak, ortam ve kişi sırasını izler; kulak koruyucu son çaredir.

Eşit enerji ilkesi ve izin verilen süreler

- Eşit enerji ilkesine göre, sesin şiddeti ile maruziyet süresinin çarpımı sabittir: şiddet azalırsa daha uzun süre maruz kalınabilir.
- AB ve Türkiye mevzuatı 3 dB kuralını kullanır: düzey her 3 dB arttığında eşdeğer süre yarıya iner.
- ABD'de OSHA farklı olarak 90 dB(A) ve 5 dB kuralını kullanır; Avrupa'daki sınırlarla doğrudan karşılaştırılmamalıdır.
- Gürültülü işler, günde en çok 7,5 saat çalışılabilecek işler arasındadır (2013 tarihli yönetmelik).

Düzey dB(A)	85 dB(A)'ya eşdeğer süre
85	8 saat
88	4 saat
91	2 saat
94	1 saat
97	30 dakika
100	15 dakika

Orijinal tablodaki 5 dB'lik adımlar ne Türkiye-AB ne de OSHA uygulamasıyla örtüşüyordu; 3 dB kuralıyla düzeltilmiştir.

Sağlık gözetimi

- Gürültülü işlere girişte odyometrik test yapılmalı ve işitme durumu kayda alınmalıdır.
- En yüksek maruziyet eylem değerini (85 dB(A)) aşan gürültüye maruz kalan çalışanlar işyeri hekimince işitme testi dâhil sağlık gözetimine alınır; en düşük eylem değerini aşanlara önleyici odyometrik test imkânı sağlanır.
- Test aralıklarını işyeri hekimi risk değerlendirmesine göre belirler; işitme kaybı saptananlarda maruziyet yeniden değerlendirilir ve gerekli önlemler alınır.
- Sağlık gözetimi sonuçları gizlilik içinde kişisel sağlık dosyasında saklanır.

Gürültü Yönetmeliği, sağlık gözetimi hükümleri.

Kulak koruyucular

Koruyucu	Literatürdeki zayıflatma
Kulak tıkacı	20–45 dB
Kulaklık (manşon)	12–48 dB
Parafinli pamuk	20–35 dB
Cam pamuğu	7–32 dB
Pamuk	5–16 dB

Pamuk kişisel koruyucu donanım değildir. Kulak koruyucular TS EN 352'ye uygun ve CE işaretli olmalı; seçimde ürünün SNR değeri esas alınır.

Genel ilkeler

- Rahat, temiz ve sağlam olmalı; kulak kanalını tam kapatmalı
- Gürültülü ortama girmeden takılmalı, çıkmadan çıkarılmamalı
- Çok yüksek gürültüde tıkaç ve manşon birlikte kullanılarak kemik iletimine karşı da koruma sağlanmalı
- Alışma için ilk günlerde kısa sürelerle başlanarak birkaç günde tam güne çıkılabilir.

Kulak koruyucu sürekli kullanılmalıdır

30 dB

koruyucunun zayıflatma değeri

%95

süre takılırsa

≈13 dB

gerçekte sağlanan koruma

Eşit enerji ilkesi nedeniyle koruyucunun takılmadığı kısa süreler bile maruziyetin büyük bölümünü oluşturur. Kulak koruyucu gürültülü ortamda geçen sürenin tamamında kullanılmalıdır.

Orijinal sunumda bu değer 15 dB olarak verilmişti; hesap $-10 \log (0{,}95 \times 10^{-3} + 0{,}05) \approx 12{,}9$ dB'dir.

İşitme kaybının tanısı

Fizik muayene

- Dış kulak yolu veya kulak kepçesinde enfeksiyon var mı?
- Kulak zarı (timpanik membran) görülebiliyor mu, normal mi?
- Malleus belirgin mi?
- Dış kulak yolunda buşon var mı?

Odyometri

- Kalibre edilmiş saf ses üreten cihazlarla, farklı frekans ve şiddetteki seslerin duyulup duyulmadığı test edilir.
- Öznel (subjektif) bir yöntemdir; elde edilen grafiğe odyogram denir.
- Gürültüye bağlı işitme kaybında odyogramda tipik olarak 4 kHz çevresinde çentik görülür.

Gürültü ve meslek hastalığı

47

2025'te gürültüye bağlı iç kulak hasarı (H83.3) tanısı konan sigortalı; tüm meslek hastalıklarının %5,1'i

- Gürültüye bağlı işitme kaybı, meslek hastalıkları listesinin fizik etkenler (E) grubunda yer alır.
- Orijinal sunumda listedeki koşullar: gürültülü işte en az iki yıl, sürekli 85 dB üstündeki işlerde en az 30 gün çalışma; yükümlülük süresi 6 ay.

SGK 2025 İstatistik Yıllığı, Tablo 3.1.10, 4/1-a kapsamı (47 tanının 42'si erkek). Liste bugün Çalışma Gücü ve Meslekte Kazanma Gücü Kaybı Oranı Tespit İşlemleri Yönetmeliği'nin Ek-2'sindedir.

Bölüm 2

Titreşim

El-kol ve bütün vücut titreşimi, etkiler, ölçüm ve korunma

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ofis akademi
ASYA AKADEMİ

Titreşim nedir?

- Mekanik bir sistemdeki salınım hareketidir: potansiyel enerjinin kinetik enerjiye, kinetik enerjinin potansiyel enerjiye dönüşmesi olayıdır.
- Titreşimin özelliğini frekansı, şiddeti (ivmesi, m/s^2) ve yönü belirler.
- İşyerinde titreşim, araç ve makinelerin çalışırken oluşturduğu salınımlardan doğar; iyi dengelenmemiş ekipman genellikle titreşim üretir.

El-kol ve bütün vücut titreşimi

El-kol titreşimi

El-kol sistemine aktarıldığında damar, kemik, eklem, sinir ve kas bozukluklarına yol açan mekanik titreşim

- Kaynaklar: pnömatik çekiçler, taş kırma makineleri, taşlama ve parlatma makineleri, motorlu testereler
- Yaklaşık 8–1.000 Hz aralığı önemlidir.

Bütün vücut titreşimi

Vücudun tümüne aktarıldığında özellikle bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol açan mekanik titreşim

- Kaynaklar: traktör, kamyon ve iş makineleri, yol yapım makineleri, dokuma tezgâhları, titreşimli yapılar
- Yaklaşık 0,5–80 Hz aralığı önemlidir.

Titreşim maruziyet değerleri

8 saatlik günlük maruziyet	El-kol titreşimi	Bütün vücut titreşimi
Maruziyet sınır değeri	5 m/s^2	1,15 m/s^2
Maruziyet eylem değeri	2,5 m/s^2	0,5 m/s^2

Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik (2013). Eylem değeri aşılırsa maruziyeti azaltmak için teknik ve organizasyonel önlem programı uygulanır; sınır değer aşılamaz.

Titreşimin vücuda etkileri (1)

- Etkiler biyomekanik, fizyolojik, psikolojik ve patolojik olabilir; büyük ölçüde titreşimin şiddetine ve maruziyet süresine bağlıdır.
- Başlangıçta görülen belirtiler: solunum hızında ve oksijen tüketiminde artış, kalp atımında artış, performansta düşme, algılamada bozulma
- Titreşim duyu organlarında, kas, bağ ve eklemlerde, iç kulak denge organında, deride ve kılcal damarlarda zararlı ve kalıcı etkiler yapabilir.
- Düşük frekanslarda sarsıntı, yüksek frekanslarda karıncalanma ve yanma hissedilir.

Titreşimin vücuda etkileri (2)

Çok düşük frekans (2 Hz altı)

At, otomobil, uçak ve gemi yolculuklarında taşıt tutması: bulantı, kusma, soğuk terleme. Yolculuk bitince belirtiler geçer.

Bütün vücut titreşimi

Omurganın rezonans frekansı olan yaklaşık 4–8 Hz'de etki en büyüktür: bel ve sırt ağrıları, disk hastalıkları.

El-kol titreşimi

Damar: soğukla tetiklenen parmaklarda beyazlaşma (beyaz parmak, Raynaud fenomeni). Sinir: uyuşma, karıncalanma. Kemik-eklem: dirsek ve el bileği hasarları; kas ağrıları.

Orijinal sunumdaki frekans-belirti eşleştirmesi (ör. beyaz parmağın 2–30 Hz'e bağlanması) güncel bilgiye göre yeniden düzenlenmiştir.

Titreşimin etkisini belirleyen faktörler

- Titreşimin frekansı
- Titreşimin şiddeti
- Titreşimin yönü
- Maruziyet süresi
- Titreşimin uygulandığı bölge ve büyüklüğü
- Kişinin yaşı ve cinsiyeti
- Kişisel duyarlılık
- Genel sağlık durumu
- Soğuk ve nem gibi ortam koşulları

Titreşimin ölçülmesi ve tanı

Ölçüm

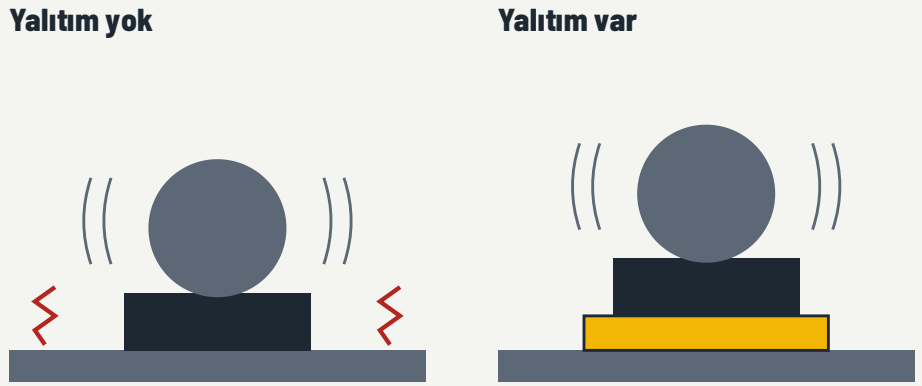
- Titreşim, vücudun titreşimle temas ettiği noktadan ölçülür: el-kolda tutma yerinden, bütün vücutta oturma veya durma yüzeyinden.
- Üç eksenli ivmeölçerlerle frekans ağırlıklı ivme (m/s^2) ölçülür; gerekirse oktav bandı analizi yapılır.
- Her kaynak için ölçüm kaydı tutulur; sonuçlar yetkililere ve istenirse çalışanlara ve temsilcilerine açıktır.

Tanı yöntemleri

- Kemik ve eklemler için radyolojik inceleme
- Damar bozuklukları için soğuk provokasyon testi: parmak deri sıcaklığının toparlanma süresi ve parmak sistolik basıncı ölçümü
- Parmak pletismografisi; duyu ve kavrama gücü testleri

Titreşimden korunma

- Titreşimi azaltan çalışma yöntemleri ve ergonomik tasarımlı, düşük titreşimli iş ekipmanı seçimi
- Titreşimi azaltan oturma yerleri ve el tutma yerleri, yalıtım elemanları
- Ekipman ve işyeri için uygun bakım programları
- Maruziyet süresi ve şiddetinin sınırlandırılması, dinlenme aralarını içeren çalışma programı
- Çalışanın soğuktan ve nemden korunması
- Bilgi, eğitim ve talimat verilmesi



Titreşimde mevzuat

- Titreşim Yönetmeliği; risk değerlendirmesi, maruziyetin önlenmesi ve azaltılması, sağlık gözetimi, çalışanların bilgilendirilmesi, eğitimi ve katılımını düzenler.
- Eylem değerini aşan titreşime maruz kalan çalışanlar sağlık gözetimine alınır; işe girişte kemik, eklem ve damar sistemleri değerlendirilir.
- Titreşime bağlı kemik-eklem hastalıkları ve anjionörotik bozukluklar meslek hastalıkları listesinin fizik etkenler grubunda yer alır; orijinal sunuma göre yükümlülük süresi 2 yıldır.
- SGK 2025 istatistiklerinde titreşime bağlı meslek hastalığı tanısı yer almamaktadır.

Bölüm 3

Termal konfor

Hava sıcaklığı, nem, hava akımı ve radyant ısı

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ofis akademi
ASYA AKADEMİ

Termal konfor

Bir işyerinde çalışanların büyük çoğunluğunun, sıcaklık, nem ve hava akımı gibi iklim koşulları açısından bedensel ve zihinsel faaliyetlerini rahatlık içinde sürdürebildiği durumdur.

Hava sıcaklığı	Nem	Hava akım hızı	Radyant ısı
Kuru termometre	Higrometre, psikrometre	Anemometre	Globe termometre

Sıcaklık ve vücut ısı dengesi

- Isı bir enerji miktarıdır; sıcaklık ise enerjinin seviyesini gösterir. Birimleri santigrat, Fahrenhayt ve Kelvin'dir (0 K = –273,15 °C).
- Normal vücut sıcaklığı yaklaşık 36,5–37,5 °C'dir.
- Hipotermi: 35 °C'nin altı. Ateş: 38 °C'nin üstü. Isı çarpması: 40 °C'nin üstü.

$$S = M \pm R \pm C \pm K - E$$

- **M:** metabolik ısı; daima kazançtır.
- **R:** ışınım (radyant ısı)
- **C:** taşınım (konveksiyon)
- **K:** iletim (temas)
- **E:** buharlaşma (terleme); daima kayıptır.
- S sıfırsa vücut ısı dengesi korunur; pozitifse vücut ısınır, negatifse soğur.

Yüksek ve düşük sıcaklığın etkileri

Yüksek sıcaklık

- **Isı çarpması:** ısı düzenlemesi bozulur, vücut sıcaklığı 40 °C'yi aşar; beyin hasarı ve ölüme yol açabilir.
- **Isı krampları:** aşırı terlemeye bağlı ani kas kasılmaları
- **Isı bitkinliği:** sıvı kaybına bağlı tansiyon düşüklüğü ve baş dönmesi
- Kaşıntılı kırmızı döküntüler (isilik); moral ve konsantrasyon bozukluğu, endişe

Düşük sıcaklık

- Soğuk hava depoları ve kışın açıkta yapılan işlerde görülür.
- Uyuşukluk, uyku hâli, organlarda hissizlik, donma ve hipotermi
- Titreşimle birlikte soğuk, beyaz parmak belirtilerini tetikler.

Sıcaklık ve performans

Ortam sıcaklığı	Performans düşüşü
29 °C	%5
30 °C	%10
31 °C	%17
32 °C	%30

Faaliyet	Önerilen hava sıcaklığı
Oturarak hafif el-kol işleri	20 °C
Ayakta ağır el-kol işleri	17 °C
Çok ağır işler	15 °C

Literatür değerleridir.

Nem, hava akımı ve radyant ısı

Nem

Mutlak nem: birim hacim havadaki su buharı miktarı (g/m^3). **Bağıl nem:** aynı sıcaklıktaki doymuş havaya göre yüzde. İşyerinde bağıl nem genellikle %30–70 arasında tutulmalıdır. Sıcakta yüksek nem bunaltır, soğukta üşüme ve ürperme hissi verir.

Hava akım hızı

Termal konfor ve zararlı gaz ile tozların uzaklaştırılması için gereklidir; genellikle 0,3–0,5 m/s'yi aşmamalıdır. Hava vücuttan serinse vücut soğur, sıcaksa ısınır.

Radyant ısı

Bir yüzeye çarpıp soğurulmadıkça ısı oluşturmayan elektromanyetik enerjidir; hava akımı etkilemez. Korunmanın yolu kaynak ile çalışan arasına ısıyı yansıtan siper koymaktır; yansıtmayan siper ısıyı soğurup kendisi ısı kaynağına dönüşebilir.

Termal konfor bölgesi ve efektif sıcaklık

- **Termal konfor bölgesi:** insanların iş ve faaliyetlerini en rahat sürdürdüğü koşulların alt ve üst sınırları arasındaki bölge
- **Bunalım bölgesi:** vücuttan ısı atılmasının güçleştiği, hava akımı olmayan ortamda bunalma hissedilen sıcaklık ve nem bileşimleri
- **Efektif (hissedilen) sıcaklık:** kişi üzerinde aynı sıcaklık etkisini yapan hava sıcaklığı, nem ve hava akım hızı bileşimleri

Çevresel faktörler

Hava sıcaklığı, nem, hava akımı, radyant ısı

Kişisel faktörler

İşin ağırlığı, giyim, yaş ve cinsiyet, beslenme, fiziki yapı, ruh ve sağlık durumu

Bölüm 4

Aydınlatma

İyi aydınlatmanın şartları, aydınlatma türleri ve aydınlık düzeyleri

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ofis akademi
ASYA AKADEMİ

İyi aydınlatmanın şartları

Aydınlatmada amaç yalnızca belli bir aydınlık düzeyi değil, iyi görme koşulları sağlamaktır.

- Yeterli şiddette
- Tekdüze ve iyi yayılmış
- Gölge vermeyen
- Göz kamaştırmayan

Etkili faktörler

- Işık şiddeti, rengi ve renksel geriverimi
- Işığın dağılımı ve yönü, gölge etkisi
- Kamaşmanın sınırlandırılması
- Yüzeylerin yansıtma özelliği: kirli ve koyu yüzeyler ışığın %10–12'sini, temiz ve açık renkli yüzeyler büyük bölümünü yansıtır; mat ve parlak yüzey farkı

İyi aydınlatma görme keskinliğini, hızı, kaliteyi ve performansı artırır; iş kazalarını azaltır.

Doğal ve yapay aydınlatma

Doğal aydınlatma

- Aydınlatmanın gün ışığıyla yapılması esastır; işyerleri mümkün olduğunca yeterli doğal ışık almalıdır.
- Mülga tüzükte pencere alanının taban alanının en az 1/10'u olması öngörülüyordu.

Yapay aydınlatma türleri

- **Direkt:** ışık çalışma bölgesine doğrudan gelir.
- **Endirekt:** ışık başka bir yüzeye çarparak gelir.
- **Lokal:** yalnızca çalışma bölgesini aydınlatır.

Yapay aydınlatmada güvenlik

- Tesisat teknik kurallara uygun olmalı; ışık kaynakları havayı kirletmemeli, keskin, kamaştırıcı veya titrek ışık vermemeli.
- Patlayıcı ortamlarda patlamaya dayanıklı (Ex) armatürler kullanılmalı.
- Parlayıcı ve zararlı maddelerle çalışılan yerlerde etanj, nemli yerlerde su geçirmez contalı armatürler kullanılmalı.
- Aydınlık düzeyi lüks (lx) birimiyle, lüksmetreyle ölçülür.

Aydınlık düzeyleri

Yapılan iş	En az (lx)
Avlular, açık alanlar, dış yollar	20
Kaba malzeme taşıma ve depolama, geçit ve merdivenler	50
Kaba montaj, kazan ve makine daireleri, ambarlar, soyunma yerleri, yemekhane	100
Normal montaj, kaba tezgâh işleri	200
Ayrıntıların yakından seçilmesi gereken işler	300
Koyu renkli dokuma, büro ve sürekli dikkat gerektiren ince işler	500
Hassas işlerin sürekli yapıldığı yerler	1.000

- Tablodaki değerler 2014'te yürürlükten kalkan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'ndendir ve yol gösterici niteliktedir.
- Güncel yönetmelik sayısal değer vermez; yeterli doğal ve yapay aydınlatma ile acil durum aydınlatmasını şart koşar.
- İç mekân çalışma alanları için önerilen aydınlık düzeyleri TS EN 12464-1 standardında verilir; örneğin büro işlerinde 500 lx.

Bölüm 5

Radyasyon

İyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon, etkiler, ölçüm, korunma ve lazer

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ofis akademi
ASYA AKADEMİ

Radyasyon nedir?

- Radyasyon (ışınım); atomlardan, Güneş'ten ve diğer yıldızlardan yayılan, dalga veya parçacık biçiminde ilerleyen enerjidir.
- Kaynaklar: doğal (radon, kozmik ışınlar, topraktaki radyoaktif maddeler), mesleki (nükleer tesisler, endüstriyel radyografi) ve tıbbi (radyoloji, nükleer tıp)
- Elektromanyetik dalgalarda $c = \lambda \times f$; ışığın boşluktaki hızı yaklaşık 300.000 km/s'dir. Dalga boyu kısaldıkça enerji artar.
- Türkiye'de iyonlaştırıcı radyasyon kullanımının düzenlenmesi, lisanslanması ve denetimi, Türkiye Atom Enerjisi Kurumunun yerine Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK) tarafından yürütülmektedir.

İyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon

İyonlaştırıcı radyasyon

Atomlardan elektron koparabilir.

Parçacık: alfa, beta, proton, nötron

Elektromanyetik: gama ve X ışınları

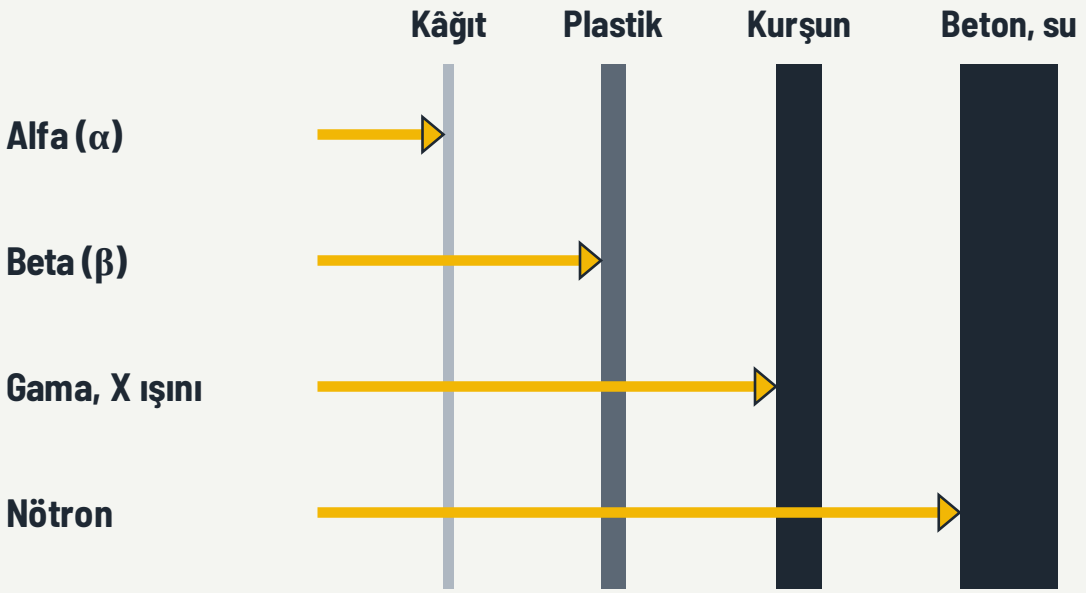
İyonlaştırıcı olmayan radyasyon

Atomlardan elektron koparamaz.

Morötesi (UV), görünür ışık, kızılötesi (IR), mikrodalga ve radyo dalgaları; lazerler

Radyasyonun girginliği

- Alfa parçacıkları bir kâğıt yaprağıyla, beta parçacıkları birkaç milimetre alüminyum veya plastikle durdurulur.
- Gama ve X ışınlarını azaltmak için kurşun veya kalın beton gerekir.
- Nötronlar su, beton gibi hidrojence zengin malzemelerle yavaşlatılır.



Parçacık ve dalga türleri

Tür	Özellik	Durduran
Alfa	Helyum çekirdeği; ağır, pozitif yüklü. Havada birkaç cm ilerler. Dışarıdan önemli tehlike oluşturmaz; solunur veya yutulursa çok zararlıdır.	Kâğıt, cildin dış tabakası
Beta	Hızlı elektronlar. Ciltte yanık yapar, dokuda birkaç mm ilerler; solunması ve yutulması tehlikelidir.	Birkaç mm alüminyum veya plastik
Proton	Pozitif yüklü çekirdek parçacığı; enerjisine bağlı derinliğe kadar ilerler.	Kalın plastik, su
Nötron	Yüksüz parçacık; derine girer ve hücre çekirdekleriyle etkileşir.	Su, beton, hidrojence zengin malzeme
Gama ve X	Elektromanyetik dalga; dokulara derinlemesine girer.	Kurşun, kalın beton

Elektromanyetik spektrum

Işın	Dalga boyu	Kaynak ve etkiler
Gama	0,01 nm'den kısa	Radyoaktif bozunma, nükleer tepkimeler; dokuları tahrip eder. Kanser tedavisi ve sterilizasyonda kullanılır.
X	Yaklaşık 0,01–10 nm	Röntgen cihazları; radyografi, floroskopi, mamografi, anjiyografi
Morötesi (UV)	100–400 nm	Güneş, kaynak arkı; ciltte yanık, pigmentasyon, deri kanseri; gözde konjonktivit, kornea hasarı
Görünür ışık	Yaklaşık 380–780 nm	Güneş ve yapay ışık kaynakları
Kızılötesi (IR)	780 nm – 1 mm	Güneş ısısı, fırınlar, kaynak; ciltte yanık, gözde katarakt
Mikrodalga ve radyo	1 mm'den 1 km'nin üstüne	Mikrodalga fırın yaklaşık 12 cm; radar birkaç cm; TV (VHF/UHF) metre düzeyi; uzun dalga radyo 1 km'nin üstü

Kaynak arkının enerjisinin yaklaşık %15'i ışınım olarak yayılır: %60 kızılötesi, %30 görünür, %10 morötesi.

Radyasyonun algılanması ve ölçümü

Radyasyon gözle görülmez, sesi duyulmaz, kokusu ve tadı alınmaz, dokunarak algılanmaz.

- Dış ışınlanma kişisel dozimetrelerle ölçülür: film, termolüminesans (TLD) ve kalem dozimetreler, elektronik dozimetreler.
- İç kontaminasyon tüm vücut veya bölgesel sayım (spektrometri) ile belirlenir.
- Işınla çalışılan işlerde çalışanların dozları yetkili kuruluşlarca sürekli izlenmeli; sonuçlar sağlık gözetiminde kullanılmalıdır.
- Çalışma alanları radyasyon düzeyine göre denetimli ve gözetimli alan olarak sınıflandırılır, işaretlenir ve girişler kontrol edilir.

Radyasyondan korunma: doz sınırlama sistemi

1. Gerekçelendirme

Net fayda sağlamayan radyasyon uygulamasına izin verilmez. Örneğin klinik bulgu yokken yalnızca yasal veya sigorta amacıyla radyolojik inceleme yapılmamalıdır.

2. Optimizasyon (ALARA)

Işınlanan kişi sayısı ve bireysel dozlar, ekonomik ve sosyal faktörler gözetilerek makul ölçüde ulaşılabilecek en düşük düzeyde tutulur.

3. Doz sınırları

Kişilerin dozları yıllık sınırları aşmamalıdır.

Dış ışınlamadan korunmanın üç temel aracı: zaman (süreyi kısaltmak), mesafe (kaynaktan uzaklaşmak) ve zırh (uygun koruyucu malzeme).

Doz sınırları

20 mSv

radyasyon görevlisi: ardışık beş yılın yıllık ortalaması

50 mSv

radyasyon görevlisi: herhangi bir yılda

1 mSv

toplum üyeleri: yıllık

- 18 yaşından küçükler radyasyon görevlisi olarak çalıştırılamaz; 16–18 yaş arasındakiler yalnızca eğitim amacıyla ve gözetim altında çalışabilir.
- Gebe çalışanın çalışma koşulları, gebeliğin geri kalanında ceninin alacağı dozun toplum için izin verilen sınırı (1 mSv) aşmayacağı şekilde düzenlenir.

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği.

Lazer sınıfları ve güvenlik önlemleri

Sınıf	Özellik
1	Normal kullanımda güvenli
1M	Çıplak gözle güvenli; büyüteç veya dürbünle bakılırsa zararlı
2	Görünür, en çok 1 mW; göz kırpma refleksiyle (0,25 s) korunur
2M	Görünür; optik araçla bakılırsa zararlı
3R	En çok 5 mW; doğrudan bakışta düşük risk
3B	Doğrudan bakış zararlı; mat yüzey yansıması genellikle zararsız; kilitleme ve göz koruması gerekir
4	3B'nin üstü; dağınık yansıma bile tehlikeli, cilt yanığı ve yangın riski

Önlemler: önce mühendislik

- Uygun işaretleme: sınıf 2 ve üstü
- Lazer koruyucu gözlük: sınıf 3'ten itibaren
- Cilt koruması: sınıf 4'te yanmaz kıyafet, sık dokulu opak eldiven
- Bariyerler, kilitleme sistemleri ve lokal emiş havalandırması
- Bilinmesi gerekenler: ışın gücü, kaynağa uzaklık, ışın çapı ve dağılımı, atım sıklığı, dalga boyu, ışın yolu ve maruziyet süresi

IEC 60825-1 lazer sınıflandırması. Lazer, ek malzeme gerektirmeden dar bölgede ve vakumda kaynak, farklı metallerin birleştirilmesi ve hassas elektronik parçalarda kullanılır.

Bölüm 6

Basınç

Alçak ve yüksek basıncın etkileri, işçi seçimi ve mevzuat

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ofis akademi
ASYA AKADEMİ

Basınç

- Birim alana uygulanan kuvvettir; SI birimi pascaldır (Pa = N/m^2). 1 bar = 100 kPa = 10 N/cm^2.
- Deniz seviyesinde atmosfer basıncı 1 atm = 76 cmHg ≈ 1,013 bar'dır.
- Balon ve uçakla yükseldikçe basınç azalır; dalgıçlıkta ve kesonlarda derinlere inildikçe basınç artar: suda her 10 m'de yaklaşık 1 bar.
- Basınç değişimlerinde dokularda çözünmüş gazların davranışı değişir: hızlı basınç düşüşünde gazlar kabarcık oluşturur, yüksek basınçta solunan azot narkotik etki yapar.

Alçak basınç ve dekompresyon

Alçak basınç (yükseklik)

- Oksijenin kısmi basıncının düşmesi sonucu hipoksi (kanda oksijen azalması)
- Kulak ağrıları, bulanık görme
- Çarpıntı (taşikardi)

Ani basınç düşmesi (dekompresyon hastalığı, vurgun)

- Dokularda çözünmüş azotun kabarcık oluşturması
- Kaşıntı, cilt altı amfizemi
- Kas ve eklem ağrıları
- Kulak çınlaması, işitme kaybı, baş dönmesi
- Ağır olgularda nefes darlığı, bilinç bozukluğu ve felçler

Yüksek basınç

Yüksek basınç altında

- Yaklaşık 4 atmosferin üstünde solunan azot narkoz yapar: karar verme, düşünme ve istemli hareketlerde kötüleşme, şuur bulanıklığı.
- Oksijenin kısmi basıncı aşırı artarsa oksijen zehirlenmesi ve nöbetler görülebilir.
- Normal basınca dönülünce narkoz belirtileri kaybolur; solunan karışımda azot yerine helyum kullanılarak narkoz önlenebilir.

Ani basınç artışı

- Baş ağrısı
- Kulak, sinüs ve diş ağrıları (özellikle çürük dişlerde)
- Denge bozukluğu
- Karın ağrıları
- Bilinç kaybı

Basınçlı işlerde çalışan seçimi ve sağlık gözetimi

İşçi seçimi

- Genç ve deneyimli olmalı
- Obez ve alkol bağımlısı olmamalı
- Kronik solunum sistemi hastalığı ve akut kulak-burun-boğaz yakınması olmamalı

Sağlık gözetimi

- Tam sistemik muayene; EKG, solunum fonksiyon testleri, akciğer ve sinüs grafileri
- Büyük eklemlerin işe girişte ve periyodik muayenede radyolojik incelemesi
- İncelemelerin işten ayrıldıktan sonra da bir süre tekrarlanması
- Basınç altında kazaya uğrayan veya hastalananların yeniden basınçlı işe döndürülmemesi
- Çalışanların çok iyi eğitilmesi

Basınçlı işlerde mevzuat

- Su altında basınçlı hava içinde yapılan işlerde 20 m derinliğe veya 2 kg/cm^2 basınca kadar günde en çok 7,5 saat çalışılır (iniş, çıkış ve geçiş dâhil).
- Daha derin işlerde süre kısalır; dalgıçlar için ayrı ve daha kısa süreler öngörülmüştür.
- Basınç değişikliğine bağlı hastalıklar meslek hastalıkları listesinin fizik etkenler grubundadır; orijinal sunuma göre yükümlülük süresi akut olaylarda 3 gün, diğerlerinde 10 yıldır.

Derinlik (basınç)	Günde en çok
20–25 m (2–2,5 kg/cm^2)	7 saat
25–30 m (2,5–3 kg/cm^2)	6 saat
30–35 m (3–3,5 kg/cm^2)	5 saat
35–40 m (3,5–4 kg/cm^2)	4 saat

Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik (RG 16.07.2013, sayı 28709), md. 4 ve 5.

Kaynaklar

- Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, RG 28.07.2013, sayı 28721
- Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, RG 22.08.2013, sayı 28743
- Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik, RG 16.07.2013, sayı 28709
- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği; 7381 sayılı Nükleer Düzenleme Kanunu
- Sosyal Güvenlik Kurumu, 2025 İstatistik Yıllığı, Tablo 3.1.10
- TS EN 352 (kulak koruyucular), TS EN 12464-1 (iç mekân aydınlatması)
- IEC 60825-1 (lazer güvenliği); ISO 5349 ve ISO 2631 (titreşim ölçümü); ISO 14835 (soğuk provokasyon testi)
- IEC 61672-1 (ses düzeyi ölçerler, A ve C ağırlıklandırma)

İş sağlığı ve güvenliği eğitimi

Teşekkürler

Fiziksel risk etkenleri

YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu

ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu

ofis akademi

ASYA AKADEMİ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ EĞİTİM KURUMU