İş sağlığı ve güvenliği eğitimi

Fiziksel risk etmenleri

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

Fiziksel risk etmenleri

Gürültü

İşitme kaybı, iletişim güçlüğü, yorgunluk ve verim kaybı

Titreşim

El-kol ve bütün vücut titreşimi; damar, sinir ve kas-iskelet bozuklukları

Aydınlatma

Yetersiz veya uygunsuz aydınlatma; göz yorgunluğu ve kaza riski

Termal konfor

Sıcaklık, radyant ısı, nem ve hava akım hızı

Basınç

Yüksek ve düşük basınçlı ortamlar; dekompresyon hastalığı

Radyasyon

İyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon

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 (yürütme: Nükleer Düzenleme Kurumu)	24.03.2000 / 23999
7381 sayılı Nükleer Düzenleme Kanunu	2022

1974 tarihli İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü 2014'te yürürlükten kaldırılmıştır (RG 23.07.2014, sayı 29069).

Bölüm 1

Gürültü

Ses, desibel, maruziyet değerleri, gürültüyle mücadele ve sağlık gözetimi

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

Gürültünün tanımı ve etkileri

- Gürültü genel olarak istenmeyen, çoğunlukla yapay olarak oluşan, rahatsız edici seslerdir.
- Gürültü insanda işitme kaybı yapar, iletişimi bozar, rahatsızlık verir, yorgunluk oluşturur ve verimliliği düşürür.
- Bu etkiler psikolojik, fizyolojik ve sosyal etkiler olarak da gruplandırılabilir.

“Gürültü terimi, işitme kaybına yol açabilen, sağlığa zararlı olabilen veya başka biçimlerde tehlikeli olabilen bütün sesleri kapsar.”

ILO, 148 sayılı Çalışma Ortamı (Hava Kirliliği, Gürültü ve Titreşim) Sözleşmesi, md. 3

Kulağın yapısı

Dış kulak

Kulak kepçesi ve dış kulak yolu sesi toplar ve kulak zarına iletir.

Orta kulak

Kulak zarı ile çekiç, örs ve üzengi kemikçikleri titreşimi iç kulağa aktarır; östaki borusu basıncı dengeler.

İç kulak

Salyangozdaki (koklea) tüy hücreleri titreşimi sinir sinyaline dönüştürür; yarım daire kanalları dengeden sorumludur.

Gürültüye bağlı işitme kaybı, iç kulaktaki tüy hücrelerinin kalıcı hasarıyla ortaya çıkar.

Gürültünün insan üzerindeki etkileri

Fiziksel

Geçici veya kalıcı işitme bozuklukları

Fizyolojik

Kan basıncında artış, dolaşım bozuklukları, solunumda hızlanma, kalp atım hızında değişiklik, ani refleksler

Psikolojik

Davranış bozuklukları, aşırı sinirlilik, stres

Performans

İş veriminde düşme, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerde yavaşlama

Gürültüye bağlı işitme kaybı, 2025

47

gürültüye bağlı iç kulak hasarı tanısı

%5,1

tüm meslek hastalığı tanıları içindeki payı (916 tanı)

42 / 5

erkek / kadın

Fiziksel etkilerin oluşmasında sesin şiddeti, frekans dağılımı, maruziyet süresi, kişisel duyarlılık, yaş ve cinsiyet belirleyicidir.

SGK 2025 İstatistik Yıllığı, Tablo 3.1.10 (H83.3 İç kulakta gürültünün etkileri), 4/1-a kapsamı.

Ses ve frekans

- Genç bir kişi 20–20.000 Hz arasındaki titreşimleri ses olarak duyar; bu sınır yarasa ve yunus gibi canlılarda çok daha yüksektir.
- İnsan sesinin frekansı yaklaşık 175–7.500 Hz, şiddeti 25–65 dB arasındadır.
- Frekans arttıkça ses incelir (tiz), azaldıkça kalınlaşır (pes).

< 20 Hz	Subsonik (infra) sesler
20 Hz–20 kHz	İşitilebilen sesler
> 20 kHz	Ultrasonik sesler

Bel ve desibel

- Ses şiddeti düzeyinin temel birimi beldir; pratikte onda biri olan desibel (dB) kullanılır.
- Desibel logaritmik bir ifadedir. Ses basınç düzeyi şöyle hesaplanır:

$$L_p = 20 \cdot \log_{10}(p / p_0)\ dB \quad p_0 = 20\ \mu Pa\ (sağlıklı\ kulağın\ işitme\ eşiği)$$

- 20 µPa 0 dB'e, 200 Pa 140 dB'e karşılık gelir; 0 dB işitme eşiği, yaklaşık 120–140 dB ağrı eşiğidir.
- 1 dB'lik artış ses enerjisinde yaklaşık 1,26 katlık artış demektir; 10 dB'lik artış şiddetin 10 katına çıkması demektir: 90 dB'lik ses 60 dB'lik sesten 1.000 kat daha şiddetlidir.

Sesin öznel şiddeti

1 dB	Duyum eşiği
10 dB	Sükûnet hissi
20 dB	Fısıltı
30 dB	Sakin apartman
40 dB	Tenha sokak
50 dB	Sakin konuşma
60 dB	Rölantide motor
70 dB	Yüksek sesle konuşma
80 dB	Cadde gürültüsü
90 dB	Pnömatik çekiç
100 dB	Tren geçişi
110 dB	Klakson
120 dB	Yakındaki uçak motoru
130 dB	Jet uçağı; kulak ağrı eşiği

Değerler yaklaşıktır.

Önerilen gürültü düzeyleri

Ortam	Gürültü düzeyi
Hastane, küçük büro, dershane, kütüphane	20–30 dB
Toplantı salonu, restoran	30–40 dB
Fikrî çalışmalar	40–50 dB
Büro çalışmaları	60–70 dB
Diğer çalışmalar	85 dB

Yol gösterici konfor değerleridir; yasal maruziyet değerleri Gürültü Yönetmeliği'nde belirlenmiştir.

İki gürültü kaynağının toplamı

İki kaynağın düzeyleri arasındaki farka göre, büyük olan düzeye şu değer eklenir:

Fark (dB)	Eklenecek (dB)	Fark (dB)	Eklenecek (dB)
0	3,0	7	0,8
1	2,5	8	0,6
2	2,1	9	0,5
3	1,8	10	0,4
4	1,5	11	0,3
5	1,2	12	0,3
6	1,0		

Değerler $10 \cdot \log_{10}(1 + 10^{-\text{fark}/10})$ bağıntısıyla hesaplanmış ve bir ondalığa yuvarlanmıştır.

Maruziyet düzeyleri ve değerler

- Günlük gürültü maruziyet düzeyi ($L_{EX,8saat}$): sekiz saatlik iş günü için, anlık darbeli gürültü dâhil bütün maruziyet düzeylerinin zaman ağırlıklı ortalaması.
- Haftalık gürültü maruziyet düzeyi: sekiz saatlik beş iş gününden oluşan bir hafta için günlük düzeylerin zaman ağırlıklı ortalaması.

Değer	$L_{EX,8saat}$	P_{tepe}
En düşük maruziyet eylem değeri	80 dB(A)	112 Pa · 135 dB(C)
En yüksek maruziyet eylem değeri	85 dB(A)	140 Pa · 137 dB(C)
Maruziyet sınır değeri	87 dB(A)	200 Pa · 140 dB(C)

Gürültü Yönetmeliği, md. 4 ve 5.

Değerlerin uygulanması

- Maruziyet sınır değeri uygulanırken çalışanın kullandığı kulak koruyucunun koruyucu etkisi dikkate alınır; eylem değerlerinde dikkate alınmaz.
- Günlük maruziyetin günden güne belirgin biçimde değiştiği kesin olarak tespit edilen işlerde, günlük düzey yerine haftalık düzey kullanılabilir.
- Bu işlerde yeterli ölçümle tespit edilen haftalık maruziyet düzeyi 87 dB(A)'yı aşamaz ve riskleri en aza indirecek tedbirler alınır.

Gürültü Yönetmeliği, md. 5.

Risklerin değerlendirilmesi

İşveren risk değerlendirmesinde özellikle şu hususlara önem verir:

- Darbeli gürültü dâhil maruziyetin düzeyi, türü ve süresi
- Maruziyet sınır ve eylem değerleri
- Özel politika gerektiren gruplar ve kadın çalışanlar başta olmak üzere tüm çalışanların sağlık ve güvenliğine etkiler
- Ototoksik maddeler ile gürültü ve titreşim ile gürültü arasındaki etkileşimler
- Uyarı sinyalleri ve diğer seslerin gürültüyle etkileşiminin dolaylı etkileri
- İmalatçının iş ekipmanının gürültü emisyonuna ilişkin bilgileri
- Daha az gürültü çıkaran alternatif ekipman bulunup bulunmadığı
- Maruziyetin normal çalışma saatleri dışında sürüp sürmediği
- Sağlık gözetiminden elde edilen güncel bilgiler
- Yeterli korumayı sağlayan kulak koruyucularının bulunup bulunmadığı

Gürültü Yönetmeliği, md. 7.

Maruziyetin önlenmesi ve azaltılması (1)

İşveren, riskleri kaynağında yok eder veya en aza indirir; 6331 sayılı Kanun'un 5. maddesindeki korunma ilkelerine uyar ve özellikle şunları gözetir:

- Gürültüye maruziyetin daha az olduğu çalışma yöntemlerinin seçilmesi
- Yapılan işe göre en düşük düzeyde gürültü yayan iş ekipmanının seçilmesi
- İşyerinin ve çalışma yerlerinin uygun biçimde tasarlanması ve düzenlenmesi
- Çalışanlara iş ekipmanını doğru ve güvenli kullanmaları için bilgi ve eğitim verilmesi
- Hava yoluyla yayılan gürültünün perdeleme, kapatma ve gürültü emici örtülerle; yapı elemanlarıyla iletilenin yalıtım ve sönümlemeyle azaltılması
- Uygun bakım programları; maruziyet süresi ve düzeyinin sınırlandırılması ve yeterli dinlenme aralarıyla iş organizasyonu

Gürültü Yönetmeliği, md. 8/1–2.

Maruziyetin önlenmesi ve azaltılması (2)

- En yüksek maruziyet eylem değerinin aşıldığı tespit edilirse işveren, teknik veya iş organizasyonuna yönelik önlemleri içeren bir eylem planı hazırlar ve uygular.
- Gürültüye maruz kalınan çalışma yerlerini uygun biçimde işaretler, sınırlarını belirler ve teknik olarak mümkünse girişleri kontrol altına alır.
- Çalışanların dinlenmesi için ayrılan yerlerdeki gürültü düzeyinin bu yerlerin amacına uygun olmasını sağlar.
- Tedbirlerin, 6331 sayılı Kanun'un 10. maddesindeki özel politika gerektiren gruplar ile kadın çalışanların durumlarına uygun olmasını sağlar.

Gürültü Yönetmeliği, md. 8/3–5.

Kontrol hiyerarşisi

1. **Kaynağında yok etme**: tehlikenin ortadan kaldırılması
2. **İkame**: daha az tehlikeli olanla değiştirme
3. **Tecrit, ayırma**: kaynağın çalışandan ayrılması
4. **Mühendislik önlemleri**: teknik kontrol
5. **İdari önlemler**: çalışma düzeni ve süre
6. **Kişisel korunma**: kulak koruyucu

Üstteki önlemler daha etkilidir; kişisel korunma son çaredir.

İşletmede gürültüyle mücadele

Teknik önlemler

Aktif: makinelerde titreşim tekniği bakımından uygun malzeme, az gürültülü prosesler, düzenli bakım.

Pasif: kaynağın ses yutucu bölmelerle çevrilmesi, ses geçirmeyen ve yansıtmayan duvar ve taban, gürültülü bölümlerin kenar alanlara yerleştirilmesi.

Tıbbi önlemler

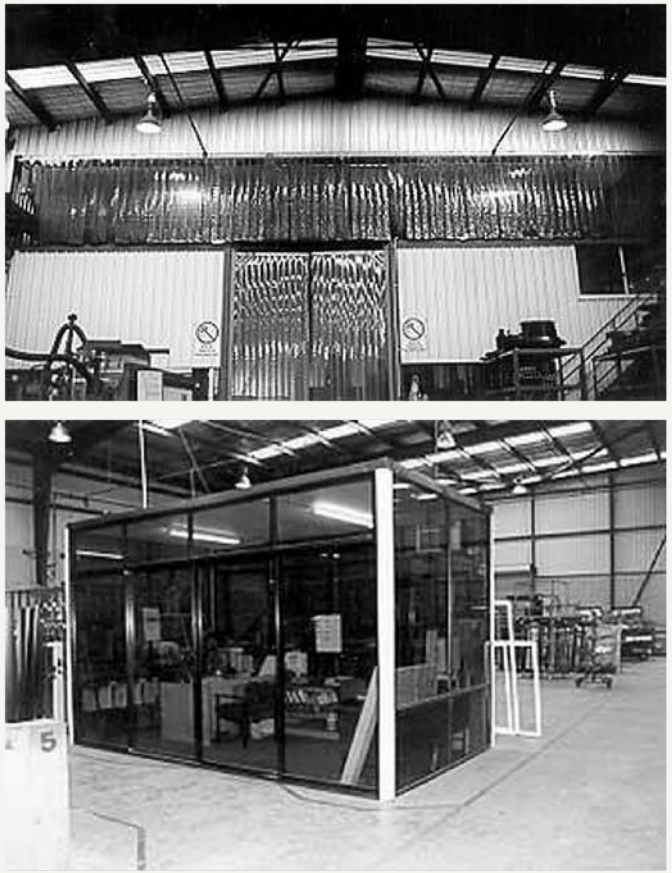
Odyometrik muayeneler ve uygun kulak koruyucu donanımların seçilmesi.

Yasal önlemler

Gürültülü işler, Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik kapsamında günde en çok 7,5 saat çalışılabilecek işler arasındadır.

Teknik önlemlerden örnekler

- Gürültü kaynağının akustik muhafaza veya kabin içine alınması
- Ses yutucu perdeler ve gürültü bariyerleriyle yayılmanın engellenmesi
- Kumanda yerlerinin ses yalıtımlı kabinlere alınması
- Makinelerin titreşim yalıtıcıları üzerine oturtulması

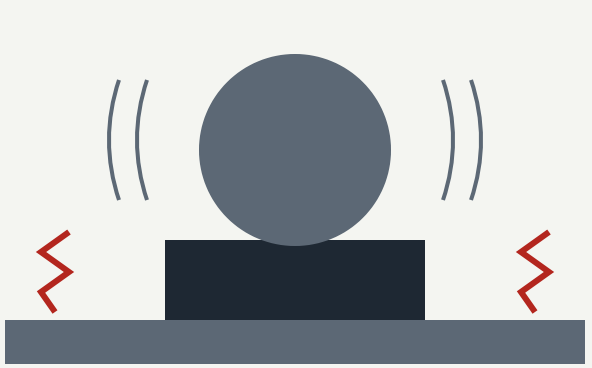


Ses yutucu perdelerle bölünmüş üretim alanı ve ses yalıtımlı kumanda kabini

Titreşim yalıtımıyla gürültü azaltma

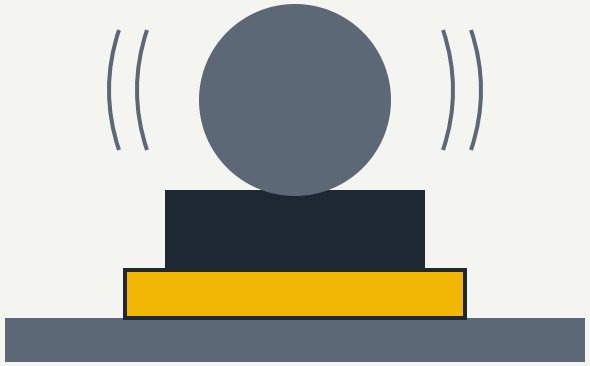
- Titreşen makine, oturduğu zemine titreşimi iletir; zemin ve yapı elemanları da gürültü yayar.
- Makine ile zemin arasına konan titreşim emici ara katman (yay, kauçuk, esnek takoz) iletimi ve gürültüyü azaltır.
- Bağlantılarda esnek boru ve kablo kullanılması titreşimin yapıya geçişini sınırlar.

Yalıtım yok



Makine titreşir; zemin titreşimi iletir ve gürültü yayar.

Yalıtım var



Titreşim emici ara katman iletimi ve gürültüyü azaltır.

Kişisel korunma

- Riskler başka yollarla önlenemiyorsa çalışanlara kişiye tam uyan kulak koruyucular verilir.
- Maruziyet en düşük eylem değerini (80 dB(A)) aştığında işveren kulak koruyucuları çalışanların kullanımına hazır bulundurur.
- Maruziyet en yüksek eylem değerine (85 dB(A)) ulaştığında veya aştığında kulak koruyucular kullanılır.
- Kulak koruyucular işitmeyle ilgili riski ortadan kaldıracak veya en aza indirecek şekilde seçilir; işveren kullanımlarının etkinliğini kontrol eder.

Gürültü Yönetmeliği, md. 9.

Kulak koruyucularının gürültüyü azaltma değerleri

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

Literatürde verilen yaklaşık değerlerdir. Bugün kulak koruyucular TS EN 352 standardına göre belgelenir; seçimde ürün üzerindeki SNR değeri esas alınır. Pamuk kişisel koruyucu donanım değildir.

Tıbbi önlemler ve odyometri

- Odyometri; kalibre edilmiş saf ses, konuşma ve maskeleme sesleri üreten odyometreyle yapılır, her kulak için ayrı uygulanır. Sonuç grafiğine odyogram denir; öznel bir yöntemdir.
- Giriş muayenesinde konuşma frekanslarında (500–2.000 Hz) 20 dB, orta frekanslarda (2.000–4.000 Hz) 30–40 dB veya daha fazla işitme kaybı saptanan kişilerin gürültülü işlere alınmaması önerilir.
- Gürültüye bağlı işitme kaybının erken tanısında 4.000 Hz bandındaki V biçimli düşüş önemlidir.



Ses yalıtımlı kabinde odyometrik test

İşitmeyi etkileyen diğer etkenler ve sağlık gözetimi

Diğer etkenler

- Yaşa bağlı fizyolojik işitme kaybına presbiakuzi denir; 50 yaşında 2.000 Hz'de 10 dB'e, 4.000 Hz'de 20 dB'e kadar kayıp görülebilir.
- İleri derecede sigara kullanımı ile karbonmonoksit, karbon disülfür, kurşun ve cıva zehirlenmeleri işitme kapasitesini düşürebilir.

Sağlık gözetimi

- Risk değerlendirmesinde sağlık riski saptanırsa çalışanlar uygun sağlık gözetimine tabi tutulur.
- En yüksek eylem değerini aşan gürültüye maruz kalan çalışan işitme testi isteme hakkına sahiptir.
- Sağlık riski varsa en düşük eylem değerini aşan gürültüye maruz kalanlara da işitme testi yapılır.

Gürültü ölçümü

- Ortam ölçümleri ses seviyesi ölçerlerle, kişisel maruziyet ölçümleri çalışanın üzerine takılan gürültü dozimetreleriyle yapılır.
- dB(A): insan kulağının duyarlılık eğrisine en yakın ağırlıklandırmadır; düşük frekansları belirgin biçimde bastırır. Günlük maruziyet dB(A) ile ölçülür.
- dB(C): frekans aralığında neredeyse düz bir ağırlıklandırmadır; yüksek düzeyli seslerde ve tepe ses basıncının ölçümünde kullanılır.
- dB(B) ve dB(D) (uçak gürültüsü) ağırlıklandırmaları günümüzde pek kullanılmaz.



Gürültü ölçüm cihazları

Bölüm 2

Titreşim

El-kol ve bütün vücut titreşimi, maruziyet değerleri, etkiler ve önlemler

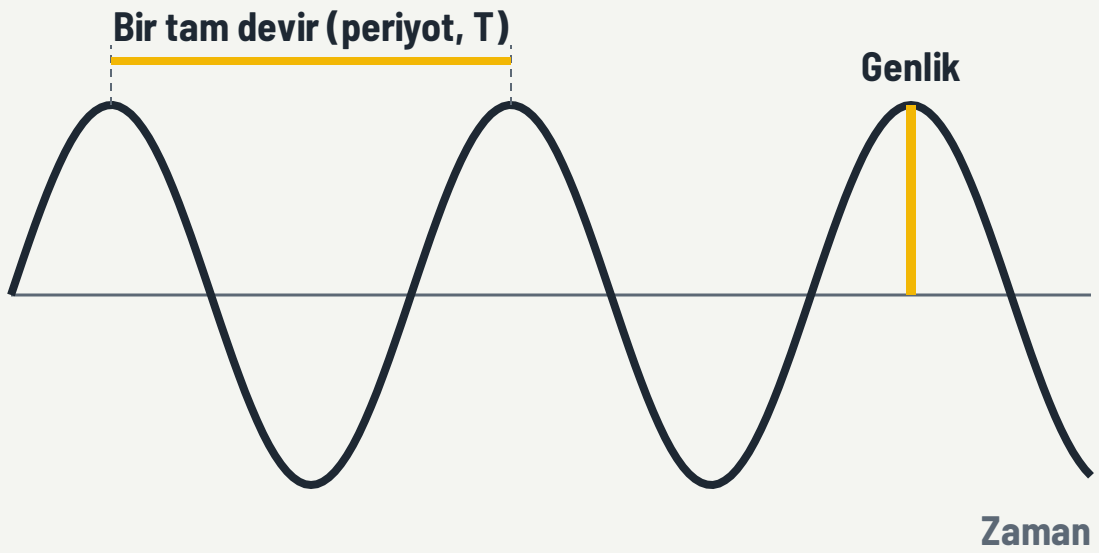
YENİ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ULUDAĞ UZMAN AKADEMİ
iş sağlığı ve güvenliği eğitim kurumu
ofis akademi
ASYA AKADEMİ

Titreşimin tanımı

- Titreşim, bir denge noktası etrafındaki mekanik salınımdır.
- Bir sarkacın hareketi gibi periyodik olabileceği gibi çakıllı yolda tekerleğin hareketi gibi rastgele de olabilir.
- Titreşim istenmeyen bir harekettir: enerjiyi boşa harcar, istenmeyen ses ve gürültü oluşturur.
- Elektrik motorlarında ve mekanik araçlarda dönen parçaların balanssızlığı, düzensiz sürtünme veya dişli hareketi titreşime yol açar; iyi tasarım bunu en aza indirir.

Frekans ve büyüklük

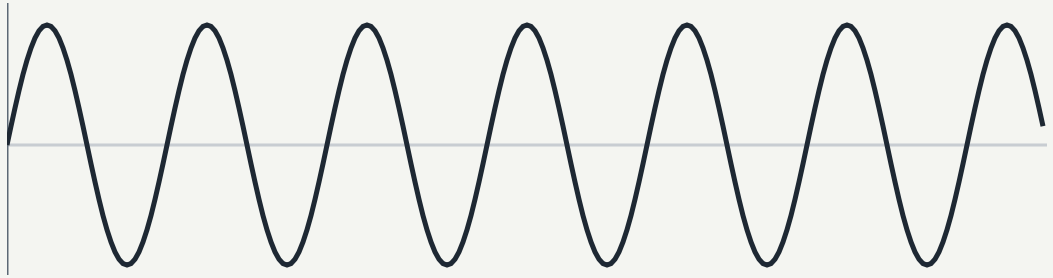
- Titreşim, insan sağlığı açısından frekansı ve büyüklüğüyle tanımlanır.
- Frekans, birim zamandaki titreşim sayısıdır; birimi hertzdir (Hz).
- İş sağlığında titreşimin büyüklüğü ivme olarak ölçülür; birimi m/s^{2}'dir.
- Titreşim tek frekanslı ve sinüzoidal ya da karmaşık ve rastgele olabilir; insanlar 1–1.000 Hz arasındaki titreşimleri algılar.



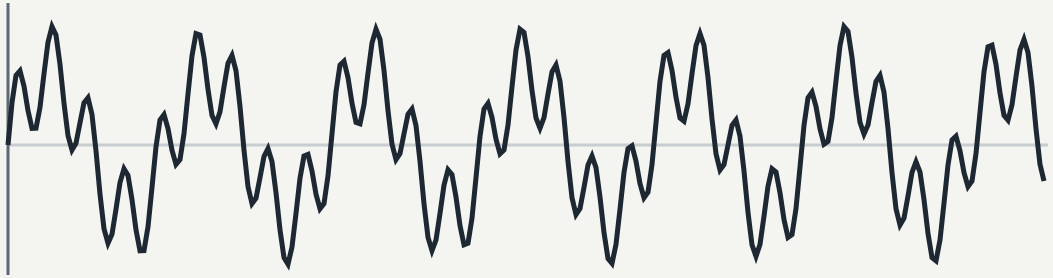
Frekans f = 1 / T (Hz)

Titreşim türleri

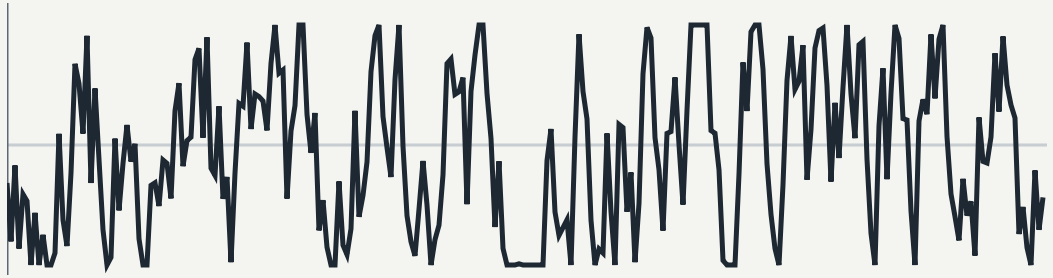
Harmonik titreşim



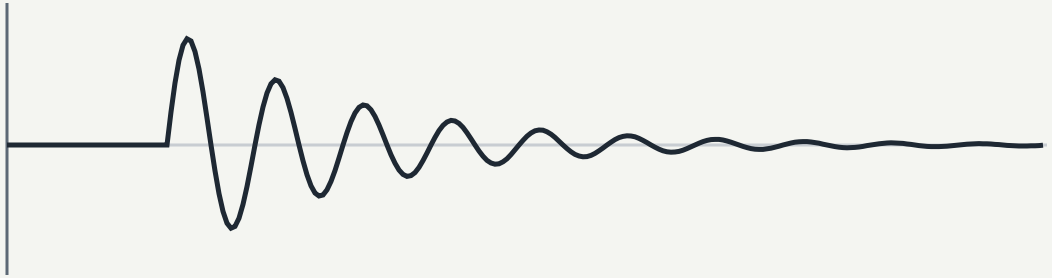
Periyodik titreşim



Rastgele titreşim



Geçici, kısa süreli titreşim



Uygulamada çoğunlukla bu türlerin birleşimi söz konusudur.

El-kol titreşimi

- El-kol sistemine aktarıldığında özellikle damar, kemik, eklem, sinir ve kas bozukluklarına yol açan mekanik titreşimdir.
- Pnömatik çekiç ve matkap gibi titreşimli el aletlerini, orman testerelerini, parlatma ve rende makinelerini kullananlar risk altındadır.
- Zamanla parmaklarda dolaşım bozukluğu; beyazlaşma, soğuma ve ağrıyla seyreden beyaz parmak hastalığı gelişir. Belirtiler soğukta artar.
- Alet saplarının titreşimi sönümleyen yapıda olması ve ellerin sıcak tutulması korunmaya yardımcı olur.



Motorlu testere kullanımı

Bütün vücut titreşimi

- Vücudun tümüne aktarıldığında özellikle bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol açan mekanik titreşimdir.
- Traktör ve kamyon kullanımı, dokuma tezgâhları, yol yapım, bakım ve onarım makineleri ile çelik konstrüksiyonlu yapılarda titreşime yol açan makineler başlıca kaynaklardır.



İş makinesi operatörlüğü

Titreşim maruziyet değerleri

Titreşim türü	Günlük maruziyet eylem değeri	Günlük maruziyet sınır değeri
El-kol titreşimi	2,5 m/s^2	5 m/s^2
Bütün vücut titreşimi	0,5 m/s^2	1,15 m/s^2

Titreşim Yönetmeliği, md. 5. Değerler 8 saatlik çalışma süresine göredir.

Özel koşullar

- Deniz ve hava taşımacılığında, bütün vücut titreşimi bakımından tüm teknik ve idari önlemlere rağmen sınır değere uyulamayan koşullarda sınır değere ilişkin hüküm uygulanmaz.
- Maruziyetin genellikle eylem değerinin altında olduğu ama zaman zaman belirgin biçimde artıp sınır değeri aştığı durumlarda da aynı hüküm uygulanmaz; bu durumda 40 saatlik ortalama maruziyet sınır değerin altında olmalı ve toplam riskin daha az olduğu kanıtlanmalıdır.
- Risklerin en aza indirildiği ve çalışanların uygun sağlık gözetimine tabi tutulduğu iş müfettişlerince tespit edilirse dört yıl için izin verilebilir; durum en kısa sürede iyileştirilir.

Titreşim Yönetmeliği, özel koşullara ilişkin hükümler.

Risklerin değerlendirilmesi

- Aralıklı titreşim ve tekrarlanan şoklar dâhil maruziyetin türü, düzeyi ve süresi
- Maruziyet sınır değerleri ve eylem değerleri
- Riske duyarlı çalışanların sağlık ve güvenliğine etkiler
- Titreşim ile işyeri veya başka bir iş ekipmanı arasındaki etkileşimden doğan dolaylı etkiler
- Titreşim maruziyetini azaltacak şekilde tasarlanmış alternatif ekipman bulunup bulunmadığı
- Düşük sıcaklık gibi özel çalışma koşulları

Titreşim Yönetmeliği, risk değerlendirmesi hükümleri.

Titreşimin insan üzerindeki etkileri (1)

- Düşük frekanslı titreşimde sarsıntı, yüksek frekanslarda karıncalanma hatta yanma hissi duyulur.
- Titreşimin en önemli özelliği frekansıdır; tıbbi ve biyolojik etkisi büyük ölçüde şiddetine ve maruziyet süresine bağlıdır.
- İnsan vücuduna belirgin etkisi olan titreşimin frekansı 1–100 Hz arasındadır.
- Etkiler fiziksel ve biyomekanik, psikolojik veya duyusal, fizyolojik ve patolojik olarak gruplanır; birbirleriyle sıkı ilişkilidir.
- El aletlerinde el-kol ve vücudun titreşim geçirme oranı 5 Hz'de en yüksek, ikinci olarak 20–30 Hz arasında yüksektir.



Titreşim enerjisi avuç içinden omuza doğru ilerlerken güç kaybeder; kayıp omuz ekleminde en fazladır.

Titreşimin insan üzerindeki etkileri (2)

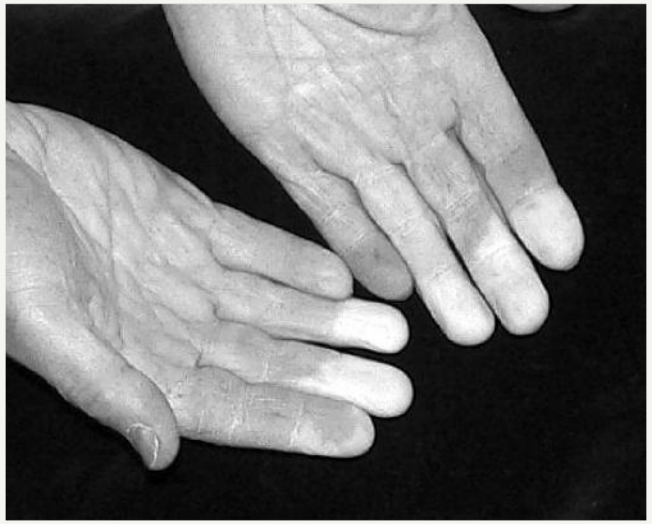
Vücudun mekanik titreşime tepkisi karmaşıktır ve tam olarak bilinmemektedir. Bilinen etkiler:

- Bazı doku yapılarında deformasyon
- Solunum hızında artış
- Oksijen tüketimine bağlı enerji harcamasında artış
- Performansta gerileme
- Öznel algılamada bozulma
- Kalp atım sayısına bağlı kan basıncı artışı; 5 Hz titreşime maruz kalanların yarısından fazlasında görülür
- Merkezi sinir sistemi hücrelerinin işlevinde aksama

Bu değişikliklerin çoğu maruziyetin başında belirgindir, sonra normale dönebilir.

Klinik olarak belirlenen etkiler

f < 2 Hz	At, otomobil, uçak, gemi yolculuklarında merkezi sinir sistemi şikâyetleri; bulantı, kusma, soğuk ter. Yolculuk bitince belirtiler bir süre sonra kaybolur.
2–30 Hz	Titreşimli el aleti kullananlarda elde dolaşım bozukluğu ve uyuşukluk; süren maruziyette omuz ağrısı, yorgunluk, soğuğa duyarlılık, uyku bozukluğu ve baş ağrısı.
Beyaz parmak	8–10 °C'ye kısa süre maruziyetle parmaklarda ve avuç içinde beyazlaşma; ön kol ve omuz kaslarında ağrı.
Bütün vücut	Bütün vücudu titreşime maruz kalanlarda disk kayması ve bel ağrıları.



Titreşime bağlı beyaz parmak

Maruziyeti etkileyen etkenler

- Titreşimin frekansı, şiddeti ve yönü
- Maruziyet süresi
- Titreşimin uygulandığı bölge ve bölgenin büyüklüğü
- Kişinin yaşı, cinsiyeti, duyarlılığı ve genel sağlık durumu
- Titreşimin etkisi en çok düşük frekanslarda görülür.
- Frekans arttıkça ivmenin şiddeti ve oluşan etki azalır.
- Titreşim, ivmeölçerli titreşim ölçerlerle ölçülür.

Maruziyetin önlenmesi veya azaltılması

Riskler öncelikle kaynağında yok edilir veya en aza indirilir. İşveren özellikle şunları dikkate alır:

- Titreşim maruziyetini azaltan başka çalışma yöntemleri
- En az titreşim oluşturan ergonomik tasarım ve iş ekipmanı
- Bütün vücut titreşimini azaltan oturma yerleri, el-kol titreşimini azaltan tutma yerleri
- Uygun bakım programları
- İşyerlerinin ve çalışma yerlerinin tasarımı ve düzeni
- Çalışanlara bilgi, eğitim ve talimat verilmesi
- Maruziyet süresi ve şiddetinin sınırlanması
- Yeterli dinlenme sürelerini içeren çalışma programı
- Çalışanı soğuktan ve nemden koruyacak giysi

Çalışanlar hiçbir durumda sınır değeri aşan titreşime maruz bırakılmaz; aşılmışsa işveren maruziyeti derhâl sınır değerin altına indirir.

Sağlık gözetimi ve maruziyet değerlendirmesi

Sağlık gözetimi

- Günlük maruziyet eylem değerlerini aşan titreşime maruz kalan çalışanlara uygun sağlık gözetimi yapılır.
- Titreşime bağlı bir hastalık veya olumsuz sağlık etkisi saptanırsa işveren, çalışanın riske maruz kalmayacağı başka bir işe verilmesi dâhil tüm önlemleri derhâl alır.

Maruziyet değerlendirmesi

- El-kol: çift elle kullanılan aletlerde ölçüm her el için ayrı yapılır; maruziyet iki eldeki en yüksek değere göre belirlenir.
- Bütün vücut: deniz taşımacılığında 1 Hz'in üzerindeki titreşimler değerlendirilir.

Bölüm 3

Aydınlatma

Işık, fotometrik büyüklükler ve aydınlatma düzeyleri

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

Işık

- Işık, atomik etkileşim sonucu oluşan ve ışıyan bir enerji türüdür; kaynağından her yöne dalgalar hâlinde yayılır.
- Bir dalganın iki temel özelliği dalga boyu ve frekansıdır: dalga boyu iki komşu dalga tepesi arasındaki uzaklık, frekans birim zamanda bir noktadan geçen dalga sayısıdır.
- Dalga boyu ile frekansın çarpımı ışığın yayılma hızını verir.



Yapay aydınlatmalı depo

Fotometrik büyüklükler

Büyüklük	Tanım	Birim
Işık şiddeti (I)	Kaynağın belirli bir yöndeki ışık yayma gücü	kandela (cd); eski adıyla mum
Aydınlık düzeyi (E)	Birim yüzeye düşen ışık; şiddetle doğru, uzaklığın karesiyle ters orantılı: $E = I \cdot \cos\alpha / d^2$	lüks (lx = lm/m^2)
Işık akısı (Φ)	Aydınlanmanın tüm yüzey üzerindeki etkisi: $\Phi = E \cdot S$	lümen (lm)

α: ışınlar ile yüzeyin normali arasındaki açı; d: kaynağa uzaklık; S: yüzey alanı.

Aydınlatma yükümlülükleri

- İşyerleri mümkün olduğunca yeterli gün ışığı almalı ve yeterli yapay aydınlatmayla donatılmalıdır.
- Doğal ve yapay aydınlatma çalışanlara yeterli ve dengeli biçimde dağılacak şekilde düzenlenir.
- Aydınlatma tesisatı, kullanılan aydınlatma türü nedeniyle kaza riski oluşturmayacak şekilde yerleştirilir.
- Aydınlatmanın arızalanması durumunda çalışanlar için risk oluşabilecek yerlerde yeterli acil durum aydınlatması bulunur.

İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik, Ek-1. Sayısal aydınlık düzeyleri için TS EN 12464-1 standardı esas alınır.

Asgari aydınlık düzeyleri

Çalışma alanı	En az
Avlular, açık alanlar, dış yollar, geçitler	20 lüks
Kaba malzemenin taşındığı, aktarıldığı ve depolandığı yerler, geçit, koridor ve merdivenler	50 lüks
Kaba montaj, kazan ve makine daireleri, asansör kabinleri, ambarlar, soyunma yerleri, yemekhane, tuvaletler	100 lüks
Normal montaj, kaba işler yapılan tezgâhlar, konserve ve kutulama	200 lüks
Ayrıntıların yakından seçilmesi gereken işler	300 lüks
Koyu renkli dokuma, büro ve sürekli dikkat gerektiren ince işler	500 lüks
Hassas işlerin sürekli yapıldığı yerler	1.000 lüks

Mülga İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nde öngörülen değerlerdir; yol gösterici olarak kullanılabilir.

Bölüm 4

Termal konfor

Sıcaklık, radyant ısı, nem ve hava akım hızı

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

Termal konfor ve sıcaklık

- Termal konfor, çalışanların büyük çoğunluğunun sıcaklık, nem, hava akımı ve radyant ısı gibi iklim koşulları bakımından bedensel ve zihinsel faaliyetlerini belirli bir rahatlık içinde sürdürebilmesidir.
- Sıcaklık, bir sistemin ortalama moleküler kinetik enerjisinin ölçüsüdür.
- Sıcaklık ölçekleri: Celsius (°C), Fahrenheit (°F), Kelvin (K), Réaumur (°R).

Sıcaklığın sağlık etkileri

Yüksek sıcaklık

Isı düzenlenmesi bozulup vücut sıcaklığı 40–41 °C'ye ulaştığında sıcak çarpması gelişir. Aşırı terlemeye bağlı kas krampları, tansiyon düşüklüğü ve baş dönmesiyle seyreden ısı yorgunluğu görülebilir. Kaşıntılı kırmızı deri döküntüleri, moral ve konsantrasyon bozukluğu ve kaygı da ortaya çıkabilir.

Düşük sıcaklık

Endüstride daha az rastlanır; soğuk hava depolarında ve kışın açık alanda yapılan işlerde ortaya çıkar. Uyuşukluk, uyku hâli, organlarda hissizlik ve donmaya yol açabilir.

İşyerlerinde sıcaklık

- Kapalı çalışma alanlarındaki sıcaklık, kullanılan çalışma yöntemleri ve çalışanların bedensel iş yükü dikkate alınarak insan vücuduna uygun olmalıdır.
- Yazın serinletici, kışın ısıtıcı tedbirler alınır; ısıtma havayı zararlı gazlarla bozmayacak şekilde yapılır.
- Mülga İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü işyeri sıcaklığının 15 °C'den az, 30 °C'den fazla olmamasını öngörüyordu; güncel yönetmelik sayısal sınır vermez.
- Parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zararlı maddelerin bulunduğu yerlerde bu maddeleri veya buharlarını tutuşturabilecek sıcaklığa çıkan ya da kıvılcım veya çıplak alev çıkaran ısıtma sistemi kullanılmaz.

İşyeri Bina ve Eklentileri Yönetmeliği, Ek-1.

Radyant ısı

- İşin gereği bulunan sıcak yüzeylerden ısı radyasyonu yayılabilir.
- Radyant ısı, soğurulabileceği bir yüzeye çarpmadıkça ısı oluşturmayan elektromanyetik bir enerjidir; bu nedenle hava akımları onu etkilemez.
- Korunmanın tek yolu çalışan ile kaynak arasına ısı geçirmeyen bir perde koymaktır.
- Perde ısıyı yansıtmıyorsa ısıyı soğurarak kendisi bir ısı kaynağına dönüşebilir.

Nem

- Havadaki su buharına nem denir.
- Mutlak nem: birim hacimdeki havada bulunan su buharı miktarıdır (g/m^3).
- Bağıl nem: havanın o sıcaklık ve basınçta taşıyabileceği en fazla nemin yüzde kaçını taşıdığını gösterir.
- Bağıl nem değerlendirilirken sıcaklık ve hava akım hızı da göz önünde bulundurulur; genel olarak %30–80 arasında olmalıdır.
- Yüksek bağıl nem (%80–100) sıcak ortamda bunalma hissi yaratır, konsantrasyonu ve çalışma gücünü düşürür; soğuk ortamda üşüme ve ürperme hissi verir.

Hava akım hızı

- Uygun hava akım hızı termal konforu sağlar ve sağlığa zararlı gaz ve tozları ortamdan uzaklaştırır.
- Vücut ile çevredeki hava arasında hava akımının etkisiyle ısı aktarımı olur: hava vücuttan serinse vücut ısı kaybeder, sıcaksa ısı kazanır; ısı stresi oluşabilir.
- Uygun ortam sıcaklığı seçilirken hava akımları da dikkate alınır.
- Hava akım hızı saniyede 0,3–0,5 metreyi aşmamalıdır; daha hızlı akımlar rahatsız edici esinti olarak hissedilir.

Bölüm 5

Basınç

Yüksek ve düşük basınçlı ortamlar, azot narkozu ve dekompresyon hastalığı

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

Basınç ve sağlık etkileri

- Birim yüzeye uygulanan kuvvete basınç denir. Birimi pascaldır (Pa = N/m^2); bar (100.000 Pa) ve atmosfer de kullanılır.
- Deniz düzeyinde normal hava basıncı 1 atm = 760 mmHg = 101.325 Pa ≈ 1,013 bar'dır.
- Atmosfer basıncından yüksek veya düşük basınç altında çalışanlarda kalp, dolaşım ve solunum rahatsızlıkları görülebilir.
- Balon veya uçakla hızla yükselindiğinde dokularda erimiş gazların serbest kalmasıyla karıncalanma, kol ve bacaklarda ağrı, bulanık görme ve kulak ağrısı ortaya çıkar.

Yüksek basınç ve azot narkozu

- Denizaltı personeli, dalgıçlar ve gemi personelinde derine inildikçe vücut üzerindeki basınç artar.
- Basınç 4 atmosferi aştığında solunumla daha fazla azot alınır ve azot narkozu gelişebilir: karar verme, düşünme ve istemli hareketler bozulur; yüzeye çıkılmazsa bilinç kaybı olabilir.
- Solunum aygıtına verilen basınçlı havada azot yerine helyum kullanılması azot narkozunu önler.

Basınçlı ortamlarda çalışma

- Su altında basınçlı hava içinde çalışmayı gerektiren işler günde en çok 7,5 saat çalışılabilecek işler arasındadır; 20 metreden veya 2 kg/cm^2'den fazla derinlik ve basınçta çalışma süresi daha da kısalır (iniş, çıkış ve geçiş dâhil).
- Mülga İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü dalgıç odalarında kişi başına saatte en az 40 m^3 hava sağlanmasını ve bu havadaki karbondioksitin %0,1'i geçmemesini öngörüyordu.
- Aynı Tüzük'e göre bir dalgıç 22 metreden derine günde en çok iki kez dalabiliyor, iki dalış arasında en az 5 saat bulunuyordu.

Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik, md. 4 ve 5.

Dekompresyon hastalığı

- Çevredeki basıncın doğal veya yapay olarak kısa sürede düşmesiyle ortaya çıkan rahatsızlıklardır.
- Su altı çalışmalarında basınçlı hava sandıkları (keson) kullanılır; çalışma sonunda sandıktaki basınç yavaş yavaş düşürülür.
- Temel mekanizma, yüksek basınçta vücut sıvılarında fazla miktarda erimiş olan gazların, özellikle azotun, basınç düşünce serbest kalmasıdır; oksijen hemoglobine bağlanır, inert azot kabarcık oluşturur.
- Dekompresyon yavaş ve kademeli yapılırsa azot dolaşımla akciğerlere taşınıp solunumla atılır; aksi hâlde kabarcıklar dokuları yırtar, kılcal damarları tıkar ve emboli oluşturur.

Bölüm 6

Radyasyon

İyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon, doz sınırları ve korunma

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; dalga, parçacık veya foton olarak adlandırılan enerji paketleriyle yayılan enerjidir ve doğada her zaman bulunur.
- Atom çekirdeğindeki nötron-proton dengesi kararlılık için uygun değilse çekirdek kararsızdır; bozunurken alfa, beta ve gama ışınları yayar.
- Radyoaktivite 1896'da Henri Becquerel tarafından keşfedilmiştir; X ışınları bir yıl önce, 1895'te Wilhelm Röntgen tarafından bulunmuştur.
- Görünür ışığı gözle, kızılötesi radyasyonu ısı olarak algılarız; diğer radyasyon türleri ancak ölçüm aygıtlarıyla belirlenebilir.

Radyasyon türleri

İyonlaştırıcı radyasyon

Atomlarda iyon çifti oluşturur; biyolojik yapıda enerjisini hücreye aktararak etkileşime yol açar.

Örnekler: alfa, beta, gama ve X ışınları; hızlandırılmış proton, serbest nötron ve diğer nükleer parçacıklar.

İyonlaştırıcı olmayan radyasyon

İyonlaşma oluşturmaz; atom veya hücrede uyarılmaya yol açar ve enerji ısı olarak açığa çıkar.

Örnekler: görünür ışık, kızılötesi ve morötesi ışınlar; cep telefonu, mikrodalga fırın ve iletişim antenleri, MR cihazları, radarlar, radyo-televizyon ve uydu antenleri, cıva buharlı lambalar, elektrik güç sistemleri, yüksek gerilim hatları, trafolar ve baz istasyonları.

İyonlaştırıcı radyasyonda doz sınırları

20 mSv

Radyasyon görevlisi: ardışık beş yılın yıllık ortalaması

50 mSv

Radyasyon görevlisi: herhangi bir yılda

1 mSv

Toplum üyesi kişiler: yıllık

Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği; etkin doz sınırları. Toplum üyeleri için özel durumlarda, ardışık beş yılın ortalaması 1 mSv olmak üzere yılda 5 mSv'e kadar izin verilir.

Radyasyonun değerlendirilmesi ve denetimi

- Dış ışınlama kişisel dozimetrelerle ölçülür; iç kontaminasyon tüm vücut veya kısmi vücut sayımı (spektrometri) ile belirlenir.
- Radyasyona maruz kalınan işlerde çalışanların yetkili kuruluşlarca sürekli izlenmesi ve hastalık hâlinde izleme sonuçlarından yararlanılması gerekir.
- İyonlaştırıcı radyasyonla ilgili düzenleme, lisanslama ve denetim görevleri, Türkiye Atom Enerjisi Kurumunun yerine Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK) tarafından yürütülmektedir; alanın kanuni çerçevesi 7381 sayılı Nükleer Düzenleme Kanunu ile belirlenmiştir.

Radyasyondan korunma

İyonlaştırıcı radyasyon

- Her iş için gerekli en az miktarda radyoaktif madde kullanılır.
- Kaynak ile çalışanlar arasında uygun uzaklık bırakılır.
- Kaynak yakınında kalma süresi mümkün olduğunca kısaltılır.
- Kaynak ile çalışanlar arasına uygun koruyucu zırh konur.
- Çalışanların aldığı doz kişisel dozimetrelerle izlenir; izin verilen dozu aşan çalışan bir süre bu işten uzaklaştırılır.

Kızılötesi (infrared) ışınlar

- Kaynaklar ışını geçirmeyen ekranlarla tecrit edilir veya otomatik kapaklarla donatılır.
- Çalışanlara ışını geçirmeyen gözlükler ve diğer uygun kişisel koruyucular verilir.
- İşe girişte genel sağlık muayenesi yapılır, özellikle görme durumu belirlenir; göz hastalığı olanlar bu işlere alınmaz.

Bu ilkeler mülga İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nde de yer alıyordu.

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
- İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik, RG 17.07.2013, sayı 28710
- Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik, RG 16.07.2013, sayı 28709
- İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğünün Yürürlükten Kaldırılmasına Dair Tüzük, RG 23.07.2014, sayı 29069
- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği; 7381 sayılı Nükleer Düzenleme Kanunu
- ILO, 148 sayılı Çalışma Ortamı (Hava Kirliliği, Gürültü ve Titreşim) Sözleşmesi, 1977
- Sosyal Güvenlik Kurumu, 2025 İstatistik Yıllığı, Tablo 3.1.10, sgk.gov.tr
- TS EN 352 (kulak koruyucular) ve TS EN 12464-1 (iç mekân aydınlatması) standartları

İş sağlığı ve güvenliği eğitimi

Teşekkürler

Fiziksel risk etmenleri

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