İSG AKADEMİ · ÜCRETSİZ DERS NOTU

# İSG Ders Notları 2026

## Modül 8 · Fiziksel Etmenler ve İş Hijyeni

19 ders · özet anlatım, sınav ayrıntıları ve hızlı tekrar

### Bu notların videolu ve interaktif hâli

QR'ı telefonunla okut: her dersin slaytlı anlatımı, sonunda 4 soruluk test ve modül testi seni bekliyor. Notu oku, videoyu izle, soruyla pekiştir.

**1 · Oku**
Bu PDF: her dersin özeti, sınavda sorulan ayrıntılar ve hızlı tekrar tablosu.

**2 · İzle**
YouTube'daki ücretsiz İSG ders videoları: zor yönetmelikler çizimlerle 12 bilgiye iniyor.

**3 · Çöz**
İSG Akademi uygulamasında konu testleri, çıkmış sorular ve kişisel analiz.

A, B ve C sınıfı iş güvenliği uzmanlığı sınavına hazırlananlar için. Notlar isgakademim.com.tr'deki derslerden derlenmiştir; her dersin dayandığı mevzuat ders sonunda “Kaynaklar” bölümünde yer alır. Mevzuat değişebilir; en güncel hâli sitededir. Ücretsizdir, satılamaz.

# İçindekiler


08.01 Fiziksel Risk Etmenleri: Hangi Cihazla, Hangi Birimle Ölçülür?

08.02 Fiziksel Büyüklüklerin Birimleri: Lüks, Lümen, Desibel, Gray, Sievert

08.03 Anemometre, Odyometre, Higrometre Ne Ölçer? İSG Ölçüm Aletleri

08.04 Lüksmetre, Eksplozimetre ve Konimetre Neyi Ölçer? İSG Ölçüm Cihazları

08.05 İş Hijyeni Nedir? Ölçümler Hangi Durumlarda Tekrarlanır?

08.06 İş Hijyeni Laboratuvarı Kaç Metrekare Olmalı? TWA ve STEL Nedir?

08.07 Gürültü Maruziyet Eylem ve Sınır Değerleri Nedir? 80, 85, 87 dB(A)

08.08 85 dB(A) Aşılırsa İşveren Ne Yapar? Gürültü Azaltma ve Kulak Koruyucu

08.09 Ses Gücü, Ses Basıncı ve Ses Yoğunluğu Arasındaki Fark Nedir?

08.10 Gürültü Kontrolü: Kaynakta, Ortamda ve Alıcıda Hangi Önlemler Alınır?

08.11 Titreşim Eylem ve Sınır Değerleri: 2,5–5 ve 0,5–1,15 m/s²

08.12 İşyerinde Aydınlatma Kaç Lüks Olmalı? Termal Konforun 6 Faktörü

08.13 PMV ve PPD Nedir? Termal Konfor İndeksleri Arasındaki İlişki

08.14 İyonlaştırıcı ve İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon Nedir? Radyoaktif Bozunma

08.15 IARC Grup 1, 2A, 2B, 3 Nedir? Elektromanyetik Spektrum Sıralaması

08.16 Radyasyon Doz Sınırları Kaç mSv? Radon Sınırı 400 ve 1000 Bq/m³

08.17 Alfa, Beta, Gama ve Nötron Neyle Durdurulur? Radyasyon Giriciliği

08.18 Kerma, Eşdeğer Doz ve Etkin Doz Nedir? Radyasyon Doz Büyüklükleri

08.19 Elektromanyetik Alan ve Optik Radyasyon Yönetmeliği Var mı?

DERS 08.01 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# Fiziksel Risk Etmenleri: Hangi Cihazla, Hangi Birimle Ölçülür?

▶ İnteraktif ders + 4 soru

## Hangi etmenler fiziksel sayılır?

İlk soru: hangi etmenlere fiziksel diyoruz? İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hakkında Yönetmelik bunu tanımlar maddesinde örneklerle veriyor. Gürültü, titreşim, aydınlatma ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon gibi etmenler fiziksel; toz, gaz ve buhar kimyasal; virüs, bakteri ve mantar biyolojik. Buradaki tuzak toz: tozu fiziksel bir etmen sanmayın, yönetmelik onu kimyasal etmen örneği olarak sayıyor.

## Hangi etmen, hangi cihaz, hangi birim?

Gürültüyü sonometreyle, yani ses seviye ölçerle ya da kişisel dozimetreyle ölçüyoruz; yönetmelikte günlük gürültü maruziyet düzeyinin birimi dB(A). Titreşimi titreşim ölçerle ölçüyoruz; cihazın ivmeölçeri titreşen yüzeye takılıyor ve sonuç metre bölü saniye kare, yani $m/s^2$ olarak çıkıyor. Aydınlatmayı lüksmetre ölçer, birimi lüks. Termal konforun parçalarından biri olan hava akımını ise anemometre ölçer, birimi metre bölü saniye. Şuna dikkat edin: m/s hızın, $m/s^2$ ivmenin birimi; ikisini birbirine karıştırmayın.

## İyonlaştırıcı olmayan radyasyonun birimi Sv değildir

Radyasyonda karıştırılan bir nokta var: her radyasyonun birimini sievert sanmak. Sievert, iyonlaştırıcı radyasyonda doz eşdeğerinin birimidir. Elektromanyetik alanda ise şu başlıca dört büyüklüğün birimini bilin: elektrik alan şiddeti volt bölü metre, manyetik alan şiddeti amper bölü metre, manyetik akı yoğunluğu tesla, güç yoğunluğu watt bölü metrekare. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının elektromanyetik alan rehberinde bunların yanında başka büyüklükler de var; örneğin özgül soğurma oranı, yani SAR, watt bölü kilogramla verilir.

## Titreşim ivmeyle ölçülür; oktav bandı cihaz değildir

Titreşime biraz daha yakından bakalım. Titreşimde ölçülen büyüklük ivme; yönetmelikteki bütün titreşim sınır ve eylem değerleri $m/s^2$ cinsinden. Titreşim yönü olan, vektörel bir büyüklük olduğu için ölçüm x, y ve z olmak üzere üç eksende yapılıyor. Bazı notlarda oktav bandı bir ölçüm cihazıymış gibi yazılır; bu yanlış. Oktav bandı, frekans analizinde incelenen bir aralıktır ve üst sınırı alt sınırının iki katıdır. 1/1 ya da 1/3 oktav bant analizi, ölçüm cihazının yaptığı bir frekans analizidir; cihazın adı değildir.

## Yükümlülük süresi: fiziksel etmenlerde kaç ay, kaç yıl?

Bazı notlarda “YS” diye kısaltılan yükümlülük süresine bakalım. Önceki derslerde gördüğümüz gibi bu, sigortalının hastalığa yol açan işinden fiilen ayrıldığı tarih ile hastalığın ortaya çıktığı tarih arasında geçebilecek en uzun süre. Fiziksel etkenlerle olan meslek hastalıkları, listenin E grubunda. Gürültüye bağlı işitme kaybında 6 ay, titreşim sonucu kemik-eklem zararlarında 2 yıl, enfraruj yani kızılötesi ışınla gelişen kataraktta 3 yıl. Hava basıncındaki ani değişmelerde ise akut tabloda 3 gün, geç zararlarda 10 yıl.

### ⚠ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Dayanak (tanım):** İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hakkında Yönetmelik (RG 27/1/2023-32086; tek değişiklik RG 4/2/2024-32450, yalnız doğal afet/olağanüstü hal ek maddesi) m.4/1-ğ: iş hijyeni; gürültü, titreşim, aydınlatma, iyonlaştırıcı olmayan radyasyon gibi **fiziksel**; toz, gaz, buhar gibi **kimyasal**; virüs, bakteri, mantar gibi **biyolojik** etmenlerden çalışanların korunmasına yönelik faaliyetlerdir. Liste “gibi” ile verilir; sınırlayıcı değildir.
- **İşverenin ölçüm yükümlülüğü (aynı Yön. m.5/1):** İşveren, risk değerlendirmesindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlike kaynaklarının varlığını, niteliğini ve niceliğini ortam ve kişisel maruziyet ölçüm, test ve analiziyle tespit eder.

- **Akreditasyon zorunlu fiziksel parametreler (aynı Yön. Ek-1 ve m.8/1-a):** Ek-1'deki bir parametreyi ölçecek laboratuvar o metot için TÜRKAK'tan akredite olmalıdır. Ek-1'deki fiziksel parametreler: kişisel gürültü maruziyet ölçümü (sıra 5), el-kol titreşim maruziyet ölçümü (6), tüm vücut titreşim maruziyet ölçümü (7), aydınlatma ölçümü (15), termal konfor ölçümü (16), elektromanyetik alan maruziyet ölçümü (17), radyasyon ölçümü (18).
- **Gürültü (Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yön., RG 28/7/2013-28721) m.4/1-a:** en yüksek ses basıncı (P tepe), C-frekans ağırlıklı anlık gürültü basıncının tepe değeridir. **m.4/1-b:** günlük gürültü maruziyet düzeyi (LEX, 8saat) dB(A) re. 20 µPa ile ifade edilir. **m.5/1:** eylem ve sınır değerleri LEX, 8saat için dB(A), P tepe için Pa ve dB(C) ile verilir. m.6/2: ölçüm yöntemi ve cihazları çalışanın kişisel maruziyetini göstermelidir. İSGÜM 2026 birim fiyat esaslarına göre kişisel gürültü maruziyet ölçümleri TS EN ISO 9612 metoduna göre yürütülür.
- **Gürültü cihazları (ÇSGB İSGGM, Döküm Sektöründe Gürültüyle Mücadele Rehberi, 2024, bölüm 1):** gürültü ölçme cihazlarının genel adı sonometredir; cihazlar anlık gürültü seviyelerini ölçebilen cihazlar, ses seviye ölçerler ve kişisel dozimetreler olarak sınıflandırılır.
- **Titreşim (Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yön., RG 22/8/2013-28743):** m.5'teki tüm sınır ve eylem değerleri m/s² cinsindendir (değerler titreşim dersinde). Ek-1: el-kol titreşimi TS EN ISO 5349-1 ve -2'ye göre, frekans ağırlıklı ivme değerleri ve A(8) ile; Ek-2: bütün vücut titreşimi TS EN 1032+A1 ve TS ISO 2631-1'e göre A(8) ile değerlendirilir; deniz taşımacılığında 1 Hz'in üzerindeki titreşimler değerlendirmeye alınır. m.6/4: gözlem ve üretici bilgisine dayalı değerlendirme, özel aygıt ve uygun yöntemle yapılacak ölçümün yerine geçmez.
- **Titreşim ölçümü (ÇSGB İSGGM El-Kol / Bütün Vücut Titreşimi Uygulama Rehberleri, Revizyon 2024):** titreşimin büyüklüğü yer değiştirme, hız veya ivme ile nitelendirilir, birimi m/s²; ivmeölçer titreşen yüzeye monte edilir; titreşim vektörel olduğundan ölçüm üç ortogonal eksende (x, y, z) yapılır. El-kol ölçümünde TS EN ISO 5349-1'e göre 8–16 Hz arasındaki frekanslara ağırlık verilir; el-kol titreşim ölçerleri frekans ağırlıklı filtre ile donatılmıştır.
- **Oktav bandı (Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Kılavuzu, 2011, §2.2.2 ve §3.4.2):** ses analizlerinde incelenecek frekans aralıklarına oktav bandı denir; bandın üst sınır frekansı alt sınırın iki katıdır. Çevresel gürültü ölçümlerinde 1/1 oktav bantta ses 8, 1/3 oktav bantta 24 merkez frekansa ayrılarak incelenir; 1/3 daha ayrıntılı analiz sağlar. “1/1 ve 1/3 oktav bant analizi yapabilmek” ölçüm ekipmanında aranan bir özelliktir.

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Toz fiziksel mi, kimyasal etmen mi?** | Kimyasal; yönetmelik tozu gaz ve buharla birlikte sayar. |
| **Gürültü hangi cihazla ölçülür, birimi nedir?** | Sonometre veya kişisel dozimetre; birimi dB(A). |
| **Titreşimde ölçülen büyüklük ve birimi nedir?** | İvme; birimi m/s². Ölçüm üç eksende (x, y, z). |
| **Oktav bandı bir ölçüm cihazı mıdır?** | Hayır; frekans analizinde incelenen bir aralıktır. |
| **m/s ve m/s² hangi etmenlerin birimidir?** | m/s: hava akımı (anemometre). m/s²: titreşim (ivme). |
| **Sievert (Sv) nerede kullanılır?** | İyonlaştırıcı radyasyonda doz eşdeğeri birimi. |
| **E, H, B ve S büyüklüklerinin birimleri nedir?** | E: V/m · H: A/m · B: tesla (T) · S: W/m² |
| **Titreşimde ve gürültüde yükümlülük süresi?** | Titreşim 2 yıl (E-5); gürültü 6 ay (E-3). |

**Kaynaklar**

- İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hakkında Yön. m.4/1-ğ
- Derlenmiş metin sonundaki RG tablosu; değişiklik yönetmeliği m.1–3
- Aynı Yön. Ek-1
- Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yön. m.4/1-a, b ve m.5/1
- Resmî Gazete 28 Temmuz 2013, sayı 28721 metin başlığı
- ÇSGB İSGGM, Döküm Sektöründe Gürültüyle Mücadele Rehberi

Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/fiziksel-risk-etmenleri-olcum-cihazi-birim**

DERS 08.02 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# Fiziksel Büyüklüklerin Birimleri: Lüks, Lümen, Desibel, Gray, Sievert

▶ İnteraktif ders + 4 soru

## Önce ayırt edin: SI birimi mi, SI dışı mı?

Önce bir ayrımı netleştirelim. Türkiye'de yasal ölçü birimleri, Uluslararası Birimler Sistemine Dair Yönetmelik'te listeleniyor ve bu liste SI'ya, yani Uluslararası Birimler Sistemine dayanıyor. Bu sistemde yedi temel birim var; bizim konumuzla ilgili olanı ışık şiddetinin birimi kandela. Pascal, watt, lümen, lüks, becquerel, gray ve sievert ise temel birimlerden türetilmiş, özel adı olan SI birimleri. Desibel, curie, röntgen ve apostilb ise SI birimi değil; ama kaynaklarda ve soru şıklarında karşınıza çıkabilir. Kuralımız şu: SI dışı birim yanlış değildir; ama soru “SI birimi” diyorsa SI olanı seçin.

## Seste dört büyüklük, dört birim: dB, W/m², W, Pa

Seste dört büyüklük var ve her birinin birimi farklı. Desibel, ölçülen değeri bir referans değere göre logaritmik olarak veren bir düzey birimidir ve SI birimi değildir; Gürültü Yönetmeliği de günlük maruziyeti dB(A) ile veriyor. Ses gücü watt, ses basıncı pascal; yönetmelik en yüksek ses basıncını da pascal ile yazıyor. Kuralımız şu: soru “SI birimi” ya da “alana düşen güç” demiyorsa, ses şiddeti için desibeli seçin. Sesin frekansı ise hertz ile ölçülür; desibelle karıştırmayın.

## Işıkta dört büyüklük, dört birim: cd, lm, lx, cd/m²

Işıkta da dört büyüklük birbirine çok karışır. Işık şiddeti, belirli bir doğrultudaki ışığı anlatır; birimi kandela ve bu, Uluslararası Birimler Sisteminin yedi temel biriminden biri. Türkçede kandelaya “mum” da denir. Işık akısı, kaynağın her doğrultuda verdiği toplam ışıktır; birimi lümen. Bu akı bir yüzeye düştüğünde, metrekareye düşen lümen aydınlık düzeyini verir; birimi lüks. Parlaklık, yani luminans ise metrekare başına kandela ile verilir. Apostilb de bir parlaklık birimidir ama SI dışıdır.

## Radyasyonda SI birimi ve eski birim çiftleri

Radyasyonda dört büyüklüğü eski birimleriyle birlikte öğrenin; şıklarda eski birimler de karşınıza çıkabilir. Aktivite, birim zamandaki bozunma sayısıdır; SI birimi becquerel, yani saniyede bir bozunma; eski birimi curie. Etkin doz da sievertle ifade edilir; Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği doz sınırlarını milisievert ile yazar.

## Titreşim m/s², hava hızı m/s, basınç pascal

Mekanik büyüklüklerde tablo kısa. Titreşim maruziyeti ivme olarak verilir: metre bölü saniye kare. Titreşim Yönetmeliği eylem ve sınır değerlerini de bu birimle yazar. Hava akım hızı metre bölü saniye. Basıncın SI birimi pascal, yani metrekareye düşen bir newton; kuvvetin birimi de newton. Bar ve atm de basınç birimidir; bir bar yüz bin pascaldır. Ama SI birimi pascaldır.

## Karıştırmayın: dört tuzak

Şimdi dört tuzak. Bir: lümen kaynaktan çıkan ışık akısı, lüks ise metrekareye düşen akı; aydınlık düzeyi sorulursa cevap lüks. İki: gray ve sievertin ikisi de joule bölü kilogram; ama gray soğurulan doz, sievert eşdeğer doz. Üç: Türkçe kaynaklarda ses şiddeti desibelle verilir; soru SI birimini ya da birim alana düşen gücü soruyorsa cevap metrekare başına watt. Kartta W/cm² görürseniz, o da W/m²'nin on bin katı olan önekli bir birimdir. Dört: parlaklığın SI birimi metrekare başına kandela; apostilb SI dışıdır ama yanlış bir birim değildir.

### ⚠️ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Önekli birimler:** Ek 1.3 notuna göre önek, türetilmiş birimin payına veya paydasına eklenebilir; santi (c) = $10^{-2}$. Bu yüzden W/cm² uydurma bir birim değil, W/m²'nin önekli bir katıdır (1 W/cm² = $10^4$ W/m²); öneksiz (tutarlı) SI birimi W/m²'dir (BIPM SI Broşürü §2.3.4; NIST SP 811 §5.4). Ses basıncı için kullanılan N/cm² de $10^4$ Pa'dır; ses basıncının SI birimi Pa'dır.
- **Eski radyasyon birimleri** (NIST SP 811 Tablo 9; MEB MEGEP "Radyasyon Ölçümü" modülü): 1 Ci = $3{,}7\times10^{10}$ Bq · 1 R = $2{,}58\times10^{-4}$ C/kg · 1 rad = 0,01 Gy · 1 rem = 0,01 Sv. Işınlama (C/kg) yalnız X ve gama ışınları için tanımlıdır (BIPM SI Broşürü Tablo 6). Bazı kaynaklardaki eş adlar: "ışınlanma dozu" (C/kg), "soğrulmuş doz" (Gy), "doz değeri" (Sv).
- **Diğer basınç birimleri** (NIST SP 811 Tablo 10–11 ve Ek B): 1 atm = 101 325 Pa; dyne bir CGS birimidir, 1 dyn/cm² = 0,1 Pa; 1 N/cm² = $10^4$ Pa.
- **Mevzuatta birim kullanımı:** Gürültü Yön. m.4/1-b günlük maruziyet düzeyini "dB(A) re. 20 µPa" ile, m.5 en yüksek ses basıncını (P tepe) Pa ile verir · Titreşim Yön. m.5 eylem ve sınır değerlerini m/s² ile verir; Ek-1 ve Ek-2 değerlendirmeyi frekans ağırlıklı ivme, A(8) üzerinden tanımlar · Radyasyon Güvenliği Yön. doz sınırlarını mSv (m.10), I-131 aktivitesini MBq (m.31), radon konsantrasyonunu Bq/m³ (m.37) ile yazar.
- **Aydınlık düzeyi tanımı:** Elektrik İç Tesisleri Proje Hazırlama Yön. m.5/27: "Bir yüzeye düşen ışık akısının o yüzeyin alanına bölümü" (birimi lüks). Soru 2 kökü bu tanıma göre "birim yüzeye düşen ışık akısı" olarak yazıldı.
- **Apostilb ve "mum":** IALA Sözlüğü (CIE'den uyarlanmış) luminansın SI birimini cd/m² verir ve 1 cd/m² = π apostilb yazar. TDK Güncel Türkçe Sözlük'te "mum" (fizik) = ışık şiddeti birimi, kandela.
- **Sık karıştırılan:** "Ses yoğunluğu W/cm²" ve "ses basıncı Newton/cm²" diye verilir; SI birimleri W/m² ve Pa'dır (W/cm² ve N/cm² önekli katlar olarak geçerlidir). "Ses şiddeti dB" eşlemesi doğrudur. "Aydınlatma şiddeti: lüks" yerine mevzuattaki terim "aydınlık düzeyi"dir; parlaklığın SI birimi cd/m²'dir, apostilb SI dışı ama geçerli bir birimdir.

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Lümen ile lüks arasındaki fark nedir?** | Lümen ışık akısının birimi; lüks aydınlık düzeyinin birimi (lm/m²). |
| **Işık şiddetinin birimi nedir?** | Kandela (cd) — SI temel birimi; Türkçede "mum" da denir. |
| **Parlaklığın (luminans) SI birimi nedir?** | cd/m². Apostilb de parlaklık birimidir ama SI dışıdır. |
| **Ses şiddeti dB ile mi, W/m² ile mi verilir?** | Türkçe kaynaklarda dB. Alana düşen gücün (ses yoğunluğu) SI birimi W/m². |
| **Aktivitenin SI birimi ve eski birimi nedir?** | Becquerel (Bq); eski birimi curie (Ci). |
| **Işınlamanın (ışınlanma dozu) SI birimi nedir?** | Coulomb/kilogram (C/kg); eski birimi röntgen (R). X ve gama ışınları için. |
| **Gray ile sievert arasındaki fark nedir?** | İkisi de J/kg: gray soğurulan doz, sievert eşdeğer doz birimidir. |
| **Titreşim hangi birimle ifade edilir?** | m/s² — titreşim maruziyeti ivme olarak verilir. |

**Kaynaklar**


- Uluslararası Birimler Sistemine Dair Yön. m.1–2; RG 16.12.2021/31691 eki

- Uluslararası Birimler Sistemine Dair Yön. Ek Bölüm I, 1.1
- BIPM SI Broşürü 9. baskı Tablo 8 ve dipnot
- TDK Güncel Türkçe Sözlük
- OpenStax University Physics Vol. 1, §17.4 Sound Intensity
- Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yön. m.4/1-b, m.5/1

Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/fiziksel-buyukluklerin-birimleri**

DERS 08.03 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# Anemometre, Odyometre, Higrometre Ne Ölçer? İSG Ölçüm Aletleri

▶ İnteraktif ders + 4 soru

### Hava akım hızını ölçen dört cihaz

İlk grup hava akım hızı; dört cihaz var. Anemometre, Türkçesiyle yelölçer, rüzgârın ya da bir gazın akış hızını ölçer. Velometre de hava hızını doğrudan okur; havalandırma kontrollerinde davlumbaz ağzında ve kanalda kullanılır. Pitot tüpü aslında basınç okur; kanaldaki hava hızı bu basınçtan hesaplanır. Dördüncüsüne dikkat: katatermometre. Adında termometre geçiyor ama havanın soğutma etkisini ölçer ve hava hızı buradan bulunur. Bu yüzden onu hava akımı grubuna koyuyoruz.

### Sesi ölçen üç cihaz

İkinci grup ses. Gürültü ölçen cihazların genel adı sonometre. Desibelmetre, adı üstünde, ses seviyesini desibel cinsinden ölçer. Gürültü dozimetresi ise küçük bir cihaz; çalışanın üzerinde taşınır ve gün boyu aldığı gürültü dozunu ölçer. Burada 'gürültü' kaydına dikkat edin; dozimetre adı başka ölçümlerde de geçer, bu derste sözünü ettiğimiz gürültü dozimetresi. Kabaca şöyle düşünün: bir bölümdeki gürültüye anlık bakmak için ses seviyesi ölçer, bir çalışanın vardiya boyunca aldığı gürültüyü görmek için dozimetre. Gürültü Yönetmeliği de altıncı maddesinde, ölçümün çalışanın kişisel maruziyetini göstermesini istiyor.

### Odyometre gürültüyü değil, kişinin işitmesini ölçer

Şimdi bu dersin en önemli düzeltmesi. Odyometre bazen ses ölçen cihazlarla aynı listede verilir; ama ortam sesini ölçmez. Odyometre, insan kulağının işitme duyarlılığını test ederek ölçen aygıttır; yani ölçtüğü şey ortam değil, çalışanın kulağı. Gürültüye maruz kalan çalışanlara yapılan işitme testleri, Gürültü Yönetmeliği'nin on üçüncü maddesindeki sağlık gözetiminin parçası. Şunu aklınızda tutun: 'odyometre ortam gürültüsünü ölçer' eşleştirmesi yanlıştır. Soru 'hangisi doğrudur' diyorsa bu şıkı elersiniz; 'hangisi yanlıştır' diyorsa aradığınız şık tam da budur.

### Nem, sıcaklık ve radyant ısı

Üçüncü grup nem ve ısı. Higrometre, yani nemölçer, havanın nemini doğrudan gösterir. Psikrometre de nemi ölçer ama dolaylı yoldan: biri kuru, biri ıslak iki termometresi vardır ve nem aradaki farktan bulunur. Fark ne kadar büyükse hava o kadar kurudur. Termometre sıcaklığı ölçer. Glob termometre ise dışı mat siyaha boyanmış, içi boş bir bakır küre taşır; güneşten, makinelerden, sıcak yüzeylerden gelen radyant, yani ışınım ısısını ölçer.

### Basınç, yükseklik ve elektrik akımı

Son grup. Barometre atmosferin, yani açık havanın basıncını ölçer; cıvalı ve aneroid olmak üzere iki türü var. Manometre ise bir kabın ya da borunun içindeki gazın, sıvının basıncını ölçer. Altimetre bulunduğunuz yerin yüksekliğini gösterir. Ampermetre de elektrik akımının şiddetini ölçer; Türkçesi akımölçer.

### Kafa karıştıran dört cihaz

Şimdi tuzakları toplayalım. Katatermometrenin adında termometre var ama hava hızı ölçümünde kullanılır. Psikrometre iki termometreden oluşur ama nemi ölçer. Ampermetredeki akım havanın değil, elektriğin akımıdır; hava akımı anemometrenin işi. Pitot tüpü de basınç okur ama hava hızı için kullanılır. Kararsız kalırsanız Türkçe karşılıklara dönün: higrometre nemölçer, anemometre yelölçer, ampermetre akımölçer.

### ⚠️ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Dayanak:** Bu dersin konusu bir mevzuat tanımı değildir. Cihaz tanımları TDK Güncel Türkçe Sözlük, MGM Meteoroloji Sözlüğü ve "Nem Ölçen Aletler" sayfası, MEB MEGEP "Gürültü Ölçümü" modülü (2015), ÇSGB İSGGM "Döküm Sektöründe Gürültüyle Mücadele Rehberi" ve OSHA Technical Manual (Bölüm III, Ch. 3–5) esas alınarak yazılmıştır. Mevzuat bağlantısı: Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik (RG 28.07.2013/28721) m.6 ve m.13.
- **Sık karıştırılan:** Odyometre "ses ölçer" grubunda sanılır. Doğrusu: odyometre ortam sesini değil, kişinin işitmesini ölçer. TDK: "İşitme organı ve duyma sisteminin niteliklerini değerlendiren, insan kulağının işitme duyarlılığını test ederek ölçen aygıt".
- **İşitme testi ne zaman? (m.13/1):** En yüksek maruziyet eylem değerini (LEX,8saat 85 dB(A) veya P tepe 140 Pa; m.5/1-b) aşan gürültüye maruz kalanlara işitme testi işverence **yaptırılır**; risk değerlendirmesi ve ölçüm sonuçları sağlık riski gösteriyorsa en düşük maruziyet eylem değerini (80 dB(A) veya 112 Pa; m.5/1-a) aşanlara da **yaptırılabilir**. Eylem ve sınır değerleri ayrı derste işlenir.
- **Ortam ölçümü kişisel maruziyet değildir:** İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hakkında Yönetmelik (RG 27.01.2023/32086) m.16/8: kişisel maruziyeti ölçtüğü kabul edilmeyen sabit nokta ölçümü ortam ölçümü sayılır; sonuçları kişisel maruziyet sınır değerleriyle kıyaslanmaz.
- **Gürültü cihazlarının sınıfları:** ÇSGB İSGGM rehberine göre gürültü ölçüm cihazları "anlık gürültü seviyelerini ölçebilen cihazlar, ses seviye ölçerler ve kişisel dozimetreler" olarak sınıflandırılır. MEGEP'e göre eşdeğer gürültü düzeyi entegratör sonometreyle ya da dozimetreyle ölçülür.
- **Psikrometre ve higrograf:** Psikrometrede kuru ve ıslak termometre değerleri arasındaki fark büyüdükçe hava daha kurudur; nemi bir diyagram üzerine kaydeden alete higrograf denir (MGM).
- **Katatermometrenin çalışması:** Hill tarafından geliştirilmiştir. Bir tipinde termometre 40 °C'ye ısıtılıp soğumaya bırakılır ve 38 °C'den 35 °C'ye düşme süresi ölçülür (MGM Meteoroloji Sözlüğü).
- **Pitot tüpü ve manometre:** Kanaldaki hava hızı doğrudan (velometre, anemometre) ya da dolaylı olarak, manometre ve pitot tüpüyle ölçülen hız basıncından bulunur (OSHA TM Bölüm III Ch. 3).

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Odyometre neyi ölçer?** | Ortam gürültüsünü değil; kişinin işitme duyarlılığını (işitme testi). |
| **Çalışanın üzerinde taşınıp gün boyu gürültü dozunu ölçen cihaz?** | Gürültü dozimetresi: çalışanın aldığı gürültü dozunu ölçer. |
| **Hava akım hızı hangi dört cihazla ölçülür?** | Anemometre, velometre, pitot tüpü ve katatermometre. |
| **Katatermometre neyi ölçer?** | Havanın soğutma etkisini; hava hızı buradan bulunur. |
| **Nemi ölçen iki cihaz hangileri?** | Higrometre (doğrudan) ve psikrometre (kuru + ıslak termometre). |
| **Glob termometre neyi ölçer?** | Radyant (ışınım) ısıyı; mat siyah, içi boş bakır küre taşır. |
| **Barometre ile manometre arasındaki fark ne?** | Barometre atmosfer basıncını, manometre kap ya da borudaki gaz-sıvı basıncını ölçer. |

| | |
|---|---|
| **Ampermetre hangi akımı ölçer?** | Elektrik akımının şiddetini; hava akımını anemometre ölçer. |

**Kaynaklar**


- TDK Güncel Türkçe Sözlük: 'anemometre' → '► yelölçer'; 'yelölçer' maddesi aynen: 'Rüzgârın
- OSHA Technical Manual, Section III Chapter 3 'Ventilation Investigation'
- MGM Meteoroloji Sözlüğü, 'KATATERMOMETRE
- Hakemli ikincil kaynak: O. J. Cockerell, 'On the Errors Involved in the Determination of C
- MEB MEGEP 'Gürültü Ölçümü' modülü
- ÇSGB İSGGM, 'Döküm Sektöründe Gürültüyle Mücadele Rehberi', PDF s. 7, aynen: 'Gürültü düze


Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/anemometre-odyometre-higrometre-ne-olcer**

DERS 08.04 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# Lüksmetre, Eksplozimetre ve Konimetre Neyi Ölçer? İSG Ölçüm Cihazları

▶ İnteraktif ders + 4 soru

### Lüksmetre aydınlık düzeyini ölçer, ışık şiddetini değil

İlk cihazımız lüksmetre ve burada iki kavramı birbirinden ayıracağız. Lüksmetre, bir yüzeyin birim alanına düşen ışık akısını, yani aydınlık düzeyini ölçer; birimi lüks. Işık şiddeti başka bir büyüklük: ışık kaynağının belirli bir yönde yaydığı ışık; birimi kandela. Lüksmetreyi "ışık şiddeti ölçer" diye ezberlemeyin; şıklarda kandela görürseniz bu bir tuzaktır.

### Voltmetre, ohmmetre ve eksplozimetre

Voltmetre gerilimi, yani iki nokta arasındaki potansiyel farkını volt olarak ölçer; ohmmetre de elektrik direncini ohm olarak. Eksplozimetre ise havadaki yanıcı gaz ve buhar derişimini ölçer ve sonucu alt patlama sınırının yüzdesi olarak, yüzde LEL şeklinde verir. LEL, alt patlama sınırı demek: derişim bunun altındaysa bir tutuşturucu olsa bile alev yayılmaz.

### Radyasyon: gaz dolu dedektörler ve diğerleri

Radyasyonu gözle göremez, kulakla duyamayız; varlığını ancak cihazla anlarız. Buradaki kilit ayrım şu: iyon odası, orantılı sayaç ve Geiger-Müller gaz dolu dedektörlerdir; radyasyonun gazda oluşturduğu iyonlaşmayı elektrik sinyaline çevirirler. Sintilasyon dedektörü ise radyasyonun oluşturduğu ışık parıltılarını sayar. Dikkat: bu ayrım iyonlaşmaya dayalı gazlı dedektörler için yapılır; sintilasyon dedektörlerinin gazlı bir türü de vardır ama o da sintilasyon grubunda sayılır. Dozimetre kişinin aldığı toplam dozu ölçüp kaydeder, spektrometre de radyasyonun enerjisini ölçer. Bir ayrıntı daha: Geiger-Müller ucuz ve dayanıklıdır ama radyasyonun türünü ayırt edemez.

### Toz ölçümü: tartarak ya da sayarak

Tozu iki yolla ölçeriz: tartarak ya da sayarak. Tozla Mücadele Yönetmeliği de toz ölçümünü böyle tanımlar: gravimetrik esasa göre ya da lifsi tozlarda lif sayısına göre. Filtreli örnekleyicide filtre, örneklemeden önce ve sonra tartılır; sonuç metreküpte miligram çıkar. Konimetre tanecikleri sayar; sonuç santimetreküpte tanecik. Tindalometre ışık saçılmasıyla anlık okuma yapar. Isısal çökeltici ve elektrostatik presipitatör de toz örneklemede kullanılan araçlardır.

### Asbest lifleri faz-kontrast mikroskobuyla sayılır

Asbestte sayılan şey lif. Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, lif sayımının faz-kontrast mikroskobuyla, Dünya Sağlık Örgütünün 1997'de önerdiği yöntemle ya da eşdeğer sonuç veren bir yöntemle yapılacağını söyler. Hangi lifi sayıyoruz? Boyu beş mikrondan büyük, eni üç mikrondan küçük ve boyu eninin üç katından büyük olanları. Kısaca: beş, üç, üç.

### Karıştırılan adlar: dozimetre, gravimetre, titreşim ölçer

Dört tuzak var. Birincisi dozimetre: maruz kalınan dozu ölçer; gürültü sorusunda çalışanın kişisel gürültü dozunu, radyasyon sorusunda radyasyon dozunu. İkincisi gravimetre: sözlükte yer çekimini ölçen alettir; ama toz ölçüm listesinde görürseniz kastedilen tartıma dayalı gravimetrik ölçümdür, onu toz aracı sayın. Şıkta bir cihaz adı gördüğünüzde önce soru köküne bakın: hangi etmen soruluyor?

### ⚠️ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Düzeltme — aydınlık düzeyi:** Bazı hazırlık notlarında lüksmetrenin “ışık şiddeti” ölçtüğü yazar; doğrusu **aydınlık düzeyidir**. Aydınlık düzeyi (E), bir yüzeyin birim alanına düşen ışık akısıdır; birimi lüks (lx = lm/m²). Işık şiddeti, kaynağın belirli bir yönde yaydığı ışıktır; birimi kandela (cd), SI'nın yedi temel biriminden biridir. Işık akısının birimi lümendir (lm). (BIPM SI Broşürü Tablo 2 ve Tablo 4; ÇSGB İSGGM İSG uzmanlık tezi, 2016, s.4.)
- **Mevzuatta lüks (Binaların Yangından Korunması Hk. Yön. m.72/4):** Kaçış yolunun merkez hattındaki herhangi bir noktada acil durum aydınlatma seviyesi en az **1 lux** olmalı; acil durum çalışma süresi sonunda hiçbir noktada **0,5 lux**'ün altına düşmemeli; en yüksek ve en düşük aydınlatma seviyeleri oranı **1/40**'tan fazla olamaz.
- **Elektrik ölçümünde bağlantı (MEB MEGEP, Basit Elektrik Devreleri, s.26–28):** Voltmetre devreye **paralel**, ampermetre **seri** bağlanır. Ohmmetreyle ölçümde devre **enerjisiz** olmalı ve elemanın bir ucu devreden ayrılmalıdır; ohmmetre değeri doğrudan ohm olarak gösterir. Direnç, Ohm kanunuyla ampermetre ve voltmetre yardımıyla dolaylı da ölçülebilir.
- **Eksplozimetre ayrıntıları:** Yanıcı gaz ölçerler derişimi **kalibrasyon gazının** LEL'inin yüzdesi olarak verir; en doğru okuma için cihaz ölçülecek gazla kalibre edilir (OSHA Teknik El Kitabı, Bölüm II, Kısım 3). Üst patlama sınırı (UEL): havadaki yanıcı buhar derişimi bunun üstündeyse tutuşturucu kaynakla temasta alev yayılmaz (29 CFR 1915.11).
- **Radyasyon dedektörleri (TAEK ÇNAEM sunumu, 2013):** Sunum dedektörleri “gazlı dedektörler” (iyon odası, orantılı sayaç, Geiger-Müller) ve ayrı bir başlık olarak “sintilasyon dedektörleri” diye gruplar; sintilasyon dedektörlerini de organik, inorganik ve gaz sintilasyon olarak üçe ayırır. Bu yüzden derste “gaz dolu grup” ifadesi iyonlaşmaya dayalı gazlı dedektörler için kullanıldı. İyon odası yüksek şiddetli radyasyon alanlarında kullanılır. Orantılı sayaç iyon odasına göre daha hassastır, radyasyon tipini ayırt edebilir ve daha çok kontaminasyon ölçümünde kullanılır. Geiger-Müller daha çok puls modunda çalışır, radyasyonun tipini ayırt edemez; diğer dedektörlere göre daha ucuz ve dayanıklıdır. Yarı iletken dedektörler yüksek çözünürlüklü gama spektrometresi olarak kullanılır.
- **Cihaz sınıflaması (AFAD):** Çalışma prensibine göre dedektörler ve dozimetreler; kullanım alanına göre kontaminasyon monitörleri, doz hızı ölçerler, alan monitörleri, spektrometreler ve kişisel dozimetreler.
- **Kişisel dozimetre (TENMAK):** Her radyasyon çalışanının kendi kişisel dozimetresi olur; aynı dozimetre birden fazla kişi tarafından ya da farklı kurum/kuruluşlarda kullanılamaz.
- **Asbest ölçümü (Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hk. Yön., RG 25.01.2013/28539):** Ölçüm ve numune alma, akredite olmuş ve Genel Müdürlükçe yetkilendirilmiş laboratuvarlarca yapılır (m.10/1); numune alma süresi, sekiz saatlik çalışma süresindeki (bir vardiya) maruziyeti belirleyecek şekilde düzenlenir (m.10/1-d); havadaki asbest konsantrasyonu 8 saatlik ZAOD-TWA olarak **0,1 lif/cm³**'ü geçemez (m.11).

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Lüksmetre hangi büyüklüğü ölçer, birimi nedir?** | Aydınlık düzeyini, lüks (lx) cinsinden. Kandela (cd) değil. |
| **Voltmetre ve ohmmetre neyi ölçer?** | Voltmetre gerilimi (V), ohmmetre elektrik direncini (Ω) ölçer. |
| **Eksplozimetre neyi ölçer, sonucu nasıl verir?** | Havadaki yanıcı gaz ve buhar derişimini; % LEL olarak. |
| **Gaz dolu iyonizasyon dedektörü grubunda olmayan hangisidir?** | Sintilasyon dedektörü; ışık parıltılarını sayar. |

| | |
|---|---|
| **Titreşimi hangi cihaz ölçer, sonuç hangi birimle verilir?** | Titreşim ölçer (vibrasyon detektörü); ivme olarak, $m/s^2$. Oktav bandı cihaz değil. |
| **Konimetre ile gravimetrik ölçümün farkı nedir?** | Konimetre sayar (tanecik/$cm^3$); gravimetrik ölçüm tartar ($mg/m^3$). |
| **Asbest lifi hangi mikroskopla, kimin yöntemiyle sayılır?** | Faz-kontrast mikroskobuyla; DSÖ 1997 yöntemiyle ya da eşdeğeriyle. |
| **Asbest ölçümünde hangi lifler sayılır?** | Boy 5 mikrondan büyük, en 3 mikrondan küçük, boy/en 3'ten büyük. |

**Kaynaklar**


- TDK Güncel Türkçe Sözlük, “aydınlıkölçer”
- ÇSGB İSGGM uzmanlık tezi s.4
- ÇSGB İSGGM uzmanlık tezi s.4
- MEB MEGEP
- Dictionary.com
- OSHA Teknik El Kitabı


Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/luksmetre-eksplozimetre-konimetre-neyi-olcer**

DERS 08.05 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# İş Hijyeni Nedir? Ölçümler Hangi Durumlarda Tekrarlanır?

▶ İnteraktif ders + 4 soru

## İş hijyeni: üç grup etmenden korunma

Önce dayanağımız: İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hakkında Yönetmelik, 27 Ocak 2023 tarihli Resmî Gazete'de yayımlandı. Dördüncü maddedeki iş hijyeni tanımı şöyle: çalışma şartlarından kaynaklanan ve çalışan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek etmenlerden çalışanların korunmasına yönelik faaliyetler. Anahtar kelime: faaliyetler. Etmenler üç grupta: fiziksel tarafta gürültü, titreşim, aydınlatma ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon; kimyasal tarafta toz, gaz, buhar; biyolojik tarafta virüs, bakteri, mantar. Dikkat edin: iyonlaştırıcı olmayan radyasyon ayrı bir grup olarak değil, fiziksel etmenlerin içinde sayılıyor.

## Üç kısa tanım: m.4/1

Aynı maddeden üç kısa tanım daha. Akreditasyon: laboratuvarların, muayene ve belgelendirme kuruluşlarının ulusal ve uluslararası kabul görmüş teknik kriterlere göre değerlendirilmesi, yeterliliğinin onaylanması ve düzenli aralıklarla denetlenmesi. Yani üç adım: değerlendir, onayla, düzenli denetle. Parametre: iş hijyeni alanında ölçüm, test ve analizi yapılan etmenler. Referans maruziyet süresi: belli bir maddenin sınır değeri için belirtilmiş süre.

## Karşılaştırma testi mi, yeterlilik deneyi mi?

Şimdi birbirine çok benzeyen iki kavram. Karşılaştırma testi: İSGÜM'ün, yani İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığının belirlediği koşullara göre, laboratuvarların aynı veya benzer ögeler üzerinde yaptığı ölçüm ve analizlerin organize edilmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi. Yeterlilik deneyi ise, yine İSGÜM'ün belirlediği şartlara uygun olarak, birden fazla laboratuvarın performansını değerlendirmek amacıyla, katılımcılardan bağımsız ve tarafsız bir tüzel kişilik veya kuruluşun düzenlediği karşılaştırma programı. Bu ikiliden hangisi diye sorulursa: performans ya da bağımsız ve tarafsız kuruluş görüyorsanız yeterlilik deneyi; aynı veya benzer ögeler görüyorsanız karşılaştırma testi.

## İşveren ölçümü dört durumda tekrarlar

Gelelim dersin ikinci yarısına. Yönetmeliğin 5 inci maddesinin ikinci fıkrası diyor ki: işveren iş hijyeni ölçüm, test ve analizlerini şu dört durumda tekrarlar. a bendi: alınan kontrol tedbirlerinin etkinliğini değerlendirmek için; önlem aldınız, işe yarayıp yaramadığını yeniden ölçerek görürsünüz. b bendi: işyeri ortamında ya da işin gereği olarak çalışanın kişisel maruziyetinde değişiklik meydana geldiğinde. c bendi: iş müfettişleri teftişte istediğinde. ç bendi: işyerinde görevli işyeri hekimi veya iş güvenliği uzmanı gerekli gördüğünde. Listeye iyi bakın: çalışan temsilcisinin talebi bu dört durum arasında yok. Temsilci aynı maddede başka bir bağlamda geçiyor: beşinci fıkraya göre işveren, laboratuvar personelinin çalışan temsilcisi ve çalışanlarla görüşmesini sağlar. Yani temsilci görüşülen kişidir, ama ölçümü tekrarlatma sebebi değildir.

## Ölçüm laboratuvardan, değerlendirme işverenden

Son olarak rolleri karıştırmayın. Ölçümü, yeterlik ya da ön yeterlik belgesi olan laboratuvar yapar; belgesi olmayan laboratuvarların sonuçları geçersizdir. Laboratuvar raporuna ölçüm belirsizliğiyle birlikte sonuçları ve varsa sınır değerleri yazar, ama sonucun mevzuata uygun olup olmadığını değerlendirmez. Bu değerlendirmeyi işveren yapar: önce mevzuattaki sınır değerlere, mevzuatta yoksa ulusal veya uluslararası kuruluşlarca yayımlanmış sınır değerlere bakar.

### ⚠️ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Dayanak:** İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hakkında Yönetmelik (RG 27.01.2023/32086). Konsolide metnin değişiklik tablosunda yalnız RG 04.02.2024/32450 yer alır; bu değişiklik Ek m.1'i ekledi: genel hayata etkili afet bölgesi veya olağanüstü hal ilan edilen yerlerde yetkilendirilen kuruluşların bazı yükümlülükleri Bakan onayıyla değiştirilebilir veya ertelenebilir. 01.09.2026 itibarıyla metin yürürlüktedir.
- **Ad zinciri (eski kaynaklarda görürseniz):** 2023 yönetmeliği m.39 ile RG 24.01.2017/29958'deki *İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik* yürürlükten kalktı; o yönetmelik de m.36 ile RG 20.08.2013/28741'deki *İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizi Yapan Laboratuvarlar Hakkında Yönetmelik*i kaldırmıştı. Güncel metin 2023 yönetmeliğidir.
- **Amaç (m.1):** işverenlerin kişisel maruziyete ve çalışma ortamına yönelik fiziksel, kimyasal ve biyolojik etmenlerle ilgili ölçüm, test ve analiz yükümlülükleri ile bu işleri yapacak laboratuvarların yetkilendirilmesi, belgelendirilmesi ve denetlenmesi.
- **Kapsam dışı (m.2/2):** (a) Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu ile Nükleer Düzenleme Kurumunun kendi mevzuatı çerçevesindeki ölçümler; (b) çalışanın sağlık durumunu belirlemek için yapılan işlemler ve çalışanlardan alınan biyolojik numunelerdeki ölçüm, test ve analizler; (c) 6102 sayılı Türk Ticaret Kanununa göre faaliyet gösteren işyerlerinin kendi işyeri ve çalışanlarına yönelik iç kontrol amaçlı laboratuvarları. İSGÜM laboratuvarlarına belgelendirme ve yetkilendirme hükümleri uygulanmaz (m.2/3).
- **İşverenin temel yükümlülüğü (m.5/1):** risk değerlendirmesinde yer alan fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlike kaynaklarının **varlığını, niteliğini ve niceliğini** ortam ve kişisel maruziyet ölçüm, test ve analiziyle tespit eder.
- **Tekrar koşulları ve çalışan temsilcisi (m.5/2, m.5/5-a):** m.5/2'deki dört tekrar koşulu arasında çalışan temsilcisinin talebi yoktur. Çalışan temsilcisi yönetmelikte yalnız m.5/5-a'da geçer: işveren, laboratuvar personelinin çalışan temsilcisi ve çalışanlarla görüşmesini sağlar.
- **Ölçüm sırasında işveren (m.5/4–5):** ön inceleme ve ölçümler süresince laboratuvar personeline eşlik etmesi için iş güvenliği uzmanı ve/veya işyeri hekimini, bunların yokluğunda işin yürütülmesini bilen çalışanları görevlendirir; normal çalışma şartlarını ve üretim kapasitesini değiştirmez; güvenlik bilgi formları dahil bilgi ve belgeleri verir; laboratuvar personelinin çalışan temsilcisi ve çalışanlarla görüşmesini sağlar. Sonucu etkileyecek şekilde işi durdurmak, yavaşlatmak veya hızlandırmak gibi manipülasyonlar yasaktır (m.16/9).
- **Kayıt saklama (m.5/6):** ilgili mevzuattaki sürelere uyulur; süre belirlenmemiş kayıtlar en az **10 yıl** saklanır.

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **İş hijyeni tanımı hangi üç etmen grubunu sayar?** | Fiziksel, kimyasal ve biyolojik etmenler (m.4/1-ğ). |
| **İyonlaştırıcı olmayan radyasyon hangi gruptadır?** | Fiziksel: gürültü, titreşim ve aydınlatmayla birlikte sayılır (m.4/1-ğ). |
| **Akreditasyon tanımındaki üç adım nedir?** | Teknik kriterlere göre değerlendirme, yeterliliğin onayı, düzenli denetim (m.4/1-a). |
| **Parametre nedir?** | İş hijyeni alanında ölçüm, test ve analizi yapılan etmenler (m.4/1-ö). |
| **Referans maruziyet süresi nedir?** | Belli bir maddenin sınır değeri için belirtilmiş süre (m.4/1-p). |
| **“Performans” ifadesi hangi kavramın tanımında geçer?** | Yeterlilik deneyi (m.4/1-t): bağımsız ve tarafsız kuruluşça düzenlenir. |

| | |
|---|---|
| **İşveren ölçümü hangi dört durumda tekrarlar? (m.5/2)** | Tedbir etkinliği, ortam veya kişisel maruziyet değişikliği, müfettiş, hekim/uzman görüşü. |
| **Sonuçların mevzuata uygunluğunu kim değerlendirir?** | İşveren (m.6). Laboratuvar uygunluk değerlendirmesi yapmaz (m.19/4). |

**Kaynaklar**


- Resmî Gazete 27 Ocak 2023, Sayı 32086, Yönetmelik bölümü
- İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hk. Yön. Ek m.1 ve konsolide metnin sonundaki değişik
- İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hk. Yön.


Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/is-hijyeni-olcum-tekrar-kosullari**

DERS 08.06 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# İş Hijyeni Laboratuvarı Kaç Metrekare Olmalı? TWA ve STEL Nedir?

▶ İnteraktif ders + 4 soru

### İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Yön. (2023): 15–5–6 m²

İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Yönetmeliğinin 9. maddesi laboratuvarın asgari alanlarını sayıyor. Ofis alanı en az 15 metrekare. Analiz yapan laboratuvarda numunelerin teslim alındığı numune kabul bölümü en az 5; tartım yapılan laboratuvarda tartım odası da en az 5 metrekare. Kimyasal madde varsa bunların depolanması için en az 6 metrekarelik ayrı bir oda gerekiyor. Kısaca: ofis 15, depo 6, tablodaki diğer ikisi 5.

### Enstrümantal cihazda 5 m² her cihaz için

Tabloya koymadığım bir 5 daha var: enstrümantal analiz cihazları. Burada 5 metrekare her bir cihaz için. Laboratuvarda 3 cihaz varsa 3 çarpı 5, en az 15 metrekare. Sınavda cihaz sayısını verip alanı sorarlarsa çarpmayı unutmayın.

### Yeterlik belgesi 4 yıl, ön yeterlik 1 yıl

Şartları sağlayan laboratuvara Genel Müdürlük belge veriyor. Yeterlik belgesi 4 yıl, ön yeterlik belgesi 1 yıl geçerli. Ön yeterlik; şartları sağlayan ama henüz hiçbir parametreden akredite olmamış, TÜRKAK'a başvurmuş laboratuvara verilen belge ve bir laboratuvara yalnızca bir kez veriliyor. Ölçüm ve numune alma personelinin sertifikası da 4 yıl. Dikkat: belge askıda kalırsa süre uzamıyor; askı, geçerlilik tarihini değiştirmez.

### Ne zaman askı, ne zaman iptal?

Laboratuvarlarda askı eşiği 300 ihtar puanı: toplam 300'e ulaşınca belge 6 ay askıya alınır. Puan nedeniyle verilen askı bitince ihtar puanları silinir. Akreditasyon sertifikası askıya alınırsa yeterlik belgesi de aynı süre askıda kalır. Laboratuvarın yapısı Genel Müdürlüğe bildirilmeden yönetmeliğe aykırı biçimde değiştirilirse, düzeltilene kadar askı var. Askıdaki laboratuvar ölçüm yapamaz, rapor düzenleyemez. Ve geçerlilik süresi içinde, sebebi ne olursa olsun ikinci kez askı hâli oluşursa belge iptal edilir.

### Referans süre: TWA 8 saat, STEL 15 dakika

Referans maruziyet süresi, bir maddenin sınır değeri için belirlenen süre demek. Yönetmeliğin 16. maddesi kimyasal maruziyet için iki süre veriyor: uzun süreli referans süre bir vardiya için 8 saat, kısa süreli olan esas olarak 15 dakika. Kimyasal Maddeler Yönetmeliğinin sınır değer tablosunda bunların karşılığı TWA ve STEL. Aynı tabloda üçüncü bir sınır değer türü daha var: CEILING, yani tavan değer. Bu, çalışma süresinin hiçbir anında aşılmaması gereken değer.

### ESD, LEL, UEL, LD50, LC50 ne demek?

Son olarak sık sorulan kısaltmalar. ESD, eşik sınır değer; İngilizcesi TLV. Kavram, ACGIH kısaltmasıyla bilinen Amerikan Hükümeti Endüstri Hijyenistleri Birliği'ne ait. Dikkat: 8 saatlik iş günü ve 40 saatlik iş haftası tanımı, ESD'nin TWA biçimine, yani TLV–TWA'ya ait; bu yüzden tabloda öyle yazdım. LEL havada alt, UEL üst patlama limiti; ikisi de hacimce yüzde olarak verilir. LD50 deney hayvanlarının yarısını öldüren doz, LC50 ise yarısını öldüren konsantrasyon. Bu ikisine kimyasal etmenler modülünde ayrıntılı döneceğiz.

#### ⚠ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Dayanak:** İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hakkında Yönetmelik (RG 27.01.2023/32086; tek değişiklik RG 04.02.2024/32450). m.39 ile RG 24.01.2017/29958'deki "İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik" yürürlükten kaldırıldı; eski kaynaklarda bu ad geçebilir.

- **Diğer yapı ve nitelik şartları (m.9/6–8, m.10):** Bina girişinde Bakanlık adı ve logosunu da taşıyan tabela; kilitlenebilir, gerekirse havalandırmalı kimyasal dolabı; gaz tüpleri boş-dolu ayrı, dik, kelepçeli veya zincirle bağlı; ecza dolabı; kimyasalla çalışılan bölümde göz duşu (gerekirse acil vücut duşu); uçucu kimyasal kullanılan alanda havalandırma.
- **Personel (m.11):** En az üç kişi: laboratuvar yöneticisi, kalite yöneticisi, ölçüm ve numune alma veya analiz personeli; personel tam zamanlı çalışır. Asgari personel ayrılırsa 30 gün içinde yeni görevlendirme yapılır.
- **Personel eğitimi (m.13/2, m.40/1-a):** Ölçüm ve numune alma personeli için İSGÜM eğitimi (%80 devam zorunlu) ve 70 ve üzeri puanla geçilen sınav şartı 01.01.2026'da yürürlüğe girdi.
- **Ön yeterlik belgesi (m.4/1-o, m.25/4, m.28/4):** Hükümleri yerine getiren, henüz hiçbir parametreden akredite olmamış ve TÜRKAK'a başvurmuş laboratuvara verilir; ön yeterlik belgesiyle belge yenileme ve kapsam genişletme yapılamaz.
- **Yenileme (m.25/1, m.31/9):** Yeterlik belgesinin süresi bitmeden en az 180 gün önce yenileme başvurusu yapılır; yapılmazsa belge, süre bitiminden yenileme tamamlanana kadar askıda kalır.
- **Parametre askısı (m.32/1):** Yeterlilik deneyinde veya karşılaştırma testinde başarısız olan laboratuvar 6 ay içinde yeniden katılabilir; olumlu sonuç alamazsa ilgili parametre askıya alınır.
- **İptal sonrası (m.34/2–3):** Belgesi iptal edilen laboratuvarın kurucu veya ortaklarının yer aldığı yeni başvuru 2 yıl işleme alınmaz; belgesiz ölçüm yapan kuruluş, kurucu/ortak ve personelinin başvuruları 10 yıl işleme alınmaz.

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Ofis alanı ve kimyasal madde deposu en az kaç m²?** | Ofis 15 m²; kimyasal madde deposu en az 6 m²'lik ayrı oda. |
| **5 enstrümantal analiz cihazı için en az kaç m² gerekir?** | 25 m²: her bir cihaz için en az 5 m² alan bulunur. |
| **Yeterlik ve ön yeterlik belgesi kaç yıl geçerli?** | Yeterlik 4 yıl, ön yeterlik 1 yıl; ön yeterlik bir kez verilir. |
| **İhtar puanı toplamı 300'e ulaşınca ne olur?** | Belge 6 ay askıya alınır; puanlar askı bitince silinir. |
| **Akreditasyon sertifikası askıya alınırsa yeterlik belgesine ne olur?** | Aynı süre boyunca o da askıya alınır. |
| **TWA ve STEL'in referans süreleri nedir?** | TWA bir vardiya için 8 saat; STEL esas olarak 15 dakika. |
| **ESD (TLV–TWA) hangi çalışma düzenine göre tanımlanır?** | 8 saatlik iş günü ve 40 saatlik iş haftası. |
| **LEL ve UEL ne anlama gelir?** | LEL alt, UEL üst patlama limiti; havada hacimce % olarak. |

**Kaynaklar**


- İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hk. Yön.
- Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hk. Yön.
- İBB Sağlık Daire Bşk. İSG Müdürlüğü, İSG Terimleri Sözlüğü
- ACGIH, TLV Chemical Substances Introduction
- NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, Introduction
- CCOHS OSH Answers, 'What is a LD50 and LC50?'

Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/is-hijyeni-laboratuvari-metrekare-twa-stel**

DERS 08.07 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# Gürültü Maruziyet Eylem ve Sınır Değerleri Nedir? 80, 85, 87 dB(A)

▶ İnteraktif ders + 4 soru

## Gürültüde üç eşik: 80, 85, 87 dB(A)

Konumuz, 28 Temmuz 2013 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. Beşinci madde üç değer veriyor: en düşük maruziyet eylem değeri 80 dB(A), en yüksek maruziyet eylem değeri 85 dB(A), maruziyet sınır değeri 87 dB(A). Her birinin bir de tepe basıncı karşılığı var: 112 paskal yani 135 dB(C), 140 paskal yani 137 dB(C), 200 paskal yani 140 dB(C). Yönetmelik iki ölçütü 'veya' ile bağlıyor: günlük düzey ya da tepe basıncı. Şıklarda 135, 137, 140 görürseniz bunların dB(C) cinsinden tepe basıncı değerleri olduğunu hatırlayın.

## Günlük düzey, tepe basıncı, haftalık düzey

Peki bu değerler neyin ölçüsü? LEX,8saat, yani günlük gürültü maruziyet düzeyi: A-ağırlıklı bütün gürültü maruziyetinin, sekiz saatlik bir iş günü için zaman ağırlıklı ortalaması. P tepe ise C-frekans ağırlıklı anlık gürültü basıncının tepe değeri; ani, darbeli seslerin ölçüsü. Bir de haftalık düzey var: sekiz saatlik beş iş gününden oluşan bir haftanın ortalaması. Ama her işte kullanılamaz: günlük maruziyetin günden güne belirgin şekilde farklı olduğunun kesin olarak tespit edildiği işlerde, günlük düzey yerine haftalık düzey kullanılabilir. 'Kesin olarak tespit' şartını atlamayın. Yeterli ölçümle bulunan haftalık düzey de 87 dB(A)'yı aşamaz.

## 80'de hazır, 85'te kullanımda, 87 hiç aşılamaz

Dokuzuncu maddeye gelelim. Önce şart: gürültü riskleri sekizinci maddedeki tedbirlerle önlenemiyorsa kişisel korunmaya geçilir; kulak koruyucu son çare. Maruziyet 80'i aşarsa işveren kulak koruyucuyu çalışanların kullanımına hazır bulundurur. 85'e ulaşırsa ya da aşarsa kulak koruyucunun kullanılmasını sağlar ve denetler. 87 ise sınır: onuncu maddeye göre hiçbir durumda aşılamaz. Aşıldığı tespit edilirse işveren maruziyeti sınırın altına indirmek için derhal tedbir alır, aşılmanın nedenlerini belirler ve önlemleri yeniden düzenler. Fiillere dikkat: 80'de 'aştığında', 85'te 'ulaştığında ya da aştığında'. Baştaki soru: 83, 80'i aşmış ama 85'e ulaşmamış; koruyucu kullanıma hazır tutulur.

## Koruyucunun etkisi yalnız sınır değerde sayılır

Şimdi kolay karıştırılan bir ayrıntıya gelelim. Beşinci maddeye göre eylem değerlerinde kulak koruyucularının etkisi dikkate alınmaz; sınır değerde ise çalışanın kullandığı kulak koruyucunun koruyucu etkisi de dikkate alınır. Örnekle bakalım: ortam 92 dB(A), koruyucu takılıyken kulağa ulaşan 80 dB(A). Eylem değerlerine 92 ile bakıyoruz: 85 aşılmış, koruyucunun kullanımı sağlanıp denetlenecek. Sınır değere 80 ile bakıyoruz: 87 aşılmamış. Kısacası koruyucu yalnız sınır değerin hesabına girer.

## Eşikler başka neyi tetikler: eğitim ve işitme testi

Eşikler başka yükümlülükleri de tetikliyor. On birinci maddeye göre 80'e eşit veya üzerinde gürültüye maruz kalan çalışanlar ya da temsilcileri bilgilendirilir ve eğitilir. On üçüncü maddeye göre 85'i aşan gürültüye maruz kalan çalışanlar için işitme testleri işverence yaptırılır. 80'i aşanlar için ise, risk değerlendirmesi ve ölçüm sonuçları bir sağlık riski gösteriyorsa işitme testi yaptırılabilir. Yine fiillere dikkat: eğitimde 'eşit veya üstü', testte 'aşan'; 85'te 'yaptırılır', 80'de 'yaptırılabilir'.

## Kulağın sınırları: 0 dB'den ağrıya, 20 Hz'den 20 kHz'e

Son olarak kulağın kendi sınırları. Bin hertzde, iyi işiten bir insanın duyabildiği en zayıf sesin basıncı 20 mikropaskal, yani 0,00002 paskal. Bu basıncın ses basınç düzeyi 0 dB; işitme eşiği sıfır desibel. Üst uçta kaynaklar farklı sayı veriyor. ÇSGB'nin gürültü uygulama rehberine göre insanın duyabildiği en yüksek sesin basıncı yaklaşık 20 paskal ve bu ses kulakta ağrı olarak algılanıyor; Avrupa Komisyonu'nun iyi uygulama rehberindeki ölçekte 20 paskal

yaklaşık 120 desibele karşılık geliyor. Türk Tabipleri Birliği'nin gürültü kitabı ise 120 desibel dolayını hissetme eşiği, yaklaşık 140 desibeli, yani ortalama 200 paskalı ağrı eşiği olarak tanımlıyor. İkisini de kaynağıyla tanıyın. Önemli bir uyarı: yönetmelikte 200 paskal, yani 140 dB(C), sınır değerin tepe basıncıdır; bu bir maruziyet sınırıdır, algı eşiği değildir. Sınavda ikisini karıştırmayın. Frekansta insan kulağı 20 hertz ile 20 kilohertz arasını duyar; 20 hertzin altı infrasonik, 20 bin hertzin üstü ultrasonik ses.

### ⚠️ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Dayanak ve yürürlük:** Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, RG 28.07.2013/28721; yayımı tarihinde yürürlüğe girdi (m.15). 6331 s.K. m.30 ve 3146 s.K.'ya dayanır, 2003/10/EC Direktifine paralel hazırlandı (m.3); hükümlerini Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanı yürütür (m.16). RG 23.12.2003/25325'teki eski Gürültü Yönetmeliğini kaldırdı (m.14). mevzuat.gov.tr metninde değişiklik işlenmemiş; 01.09.2026 itibarıyla metin aynı.
- **Haftalık düzey (m.5/4):** yalnız günlük maruziyetin günden güne belirgin şekilde farklılık gösterdiğinin **kesin olarak tespit edildiği** işlerde, sınır ve eylem değerlerinin uygulanmasında günlük düzey yerine kullanılabilir; bu işlerde yeterli ölçümle tespit edilen haftalık düzey 87 dB(A)'yı aşamaz (m.5/4-a) ve riskleri en aza indirecek uygun tedbirler alınır (m.5/4-b).
- **Ölçüm (m.6):** işveren gürültüyü risk değerlendirmesinde ele alır, sonuca göre gereken durumlarda ölçüm yaptırır; yöntem çalışanın kişisel maruziyetini göstermeli (m.6/2-c); değerlendirme ve ölçüm sonuçları iş müfettişlerine gösterilmek üzere saklanır (m.6/3).
- **Sınır aşılırsa (m.10):** maruziyet derhal sınırın altına indirilir; aşılmanın nedenleri belirlenir, koruma ve önleme tedbirleri tekrarı önleyecek şekilde yeniden düzenlenir.
- **Eğitim konuları (m.11):** gürültü riskleri; alınan tedbirler ve uygulanma şartları; eylem ve sınır değerleri; risk değerlendirmesi ve ölçüm sonuçları ile önemi; kulak koruyucularının doğru kullanımı; işitme kaybı belirtisinin nasıl ve neden tespit ve bildirileceği; sağlık gözetiminin şartları ve amacı; güvenli çalışma uygulamaları.
- **Görüş alma (m.12):** risk değerlendirmesi, alınacak önlemler ve kulak koruyucularının seçiminde çalışanların veya temsilcilerinin görüşü alınır, katılımları sağlanır.
- **Sağlık gözetimi (m.13):** işitme kaybında erken tanı amacıyla; 6331 m.15'e göre gereken durumlarda, risk değerlendirmesinin gerekli gördüğü hallerde ve işyeri hekimince belirlenecek düzenli aralıklarla (m.13/1-a). İşitme kaybının işe bağlı gürültüden olduğu tespit edilirse çalışanı **işyeri hekimi** bilgilendirir (m.13/2-a); **işveren** risk değerlendirmesini ve önlemleri gözden geçirir, çalışanı gürültüye maruz kalmayacağı başka bir işte görevlendirmek gibi tedbirleri uygular, benzer maruziyetteki çalışanları sağlık gözetimine alır (m.13/2-b).
- **Başka mevzuatta 85 dB(A):** Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hk. Yön. (RG 16.07.2013/28709) m.4/1-p-1: gürültü düzeyi en yüksek maruziyet etkin değerini (8h=85 dB(A)) aşan işlerde günde en çok 7,5 saat çalışılır.

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **En düşük maruziyet eylem değeri ve tepe basıncı?** | 80 dB(A) veya P tepe 112 Pa [135 dB(C)]. |
| **En yüksek maruziyet eylem değeri ve tepe basıncı?** | 85 dB(A) veya P tepe 140 Pa [137 dB(C)]. |
| **Maruziyet sınır değeri ve tepe basıncı?** | 87 dB(A) veya P tepe 200 Pa [140 dB(C)]; hiçbir durumda aşılamaz. |
| **Kulak koruyucu: 80 aşılınca ne, 85'e ulaşılınca ne?** | 80 aşılınca kullanıma hazır tutulur; 85'e ulaşılınca kullanımı sağlanır, denetlenir. |

| | |
|---|---|
| **Kulak koruyucunun etkisi hangi değerde hesaba katılır?** | Yalnız sınır değerde (m.5/2); eylem değerlerinde dikkate alınmaz (m.5/3). |
| **Haftalık düzey ne zaman kullanılır, hangi değeri aşamaz?** | Günden güne belirgin fark kesin tespit edilmişse; 87 dB(A)'yı aşamaz. |
| **İşitme testi hangi değeri aşana işverence yaptırılır?** | 85 dB(A)'yı aşana. 80'i aşana, sağlık riski gösteriliyorsa yaptırılabilir. |
| **İşitme eşiği (1000 Hz) ve duyulabilir frekans aralığı?** | 20 μPa = 0,00002 Pa → 0 dB. Frekans: 20 Hz – 20 kHz. |

**Kaynaklar**


- RG 28.07.2013/28721
- Gürültü Yön. m.5/1-a
- ÇSGB İSGGM, Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına İlişkin Uygulama Rehb
- AB iyi uygulama rehberi
- TTB, Çalışma Yaşamında Gürültü ve İşitmenin Korunması (2004)
- Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami 7,5 Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hk



Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/gurultu-eylem-ve-sinir-degerleri-80-85-87**

DERS 08.08 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# 85 dB(A) Aşılırsa İşveren Ne Yapar? Gürültü Azaltma ve Kulak Koruyucu

▶ İnteraktif ders + 4 soru

### m.8/2: önleme ve azaltmada yedi husus

Sekizinci madde önce ilkeyi koyuyor: işveren, gürültüden kaynaklanan riskleri kaynağında yok edecek ya da en aza indirecek. Bunu yaparken 6331 sayılı Kanunun beşinci maddesindeki risklerden korunma ilkelerine uyuyor ve özellikle yedi hususu göz önünde bulunduruyor: maruziyeti daha az olan çalışma yöntemini seçmek, işe göre en düşük gürültüyü yayan uygun ekipmanı seçmek, işyerini uygun tasarlayıp düzenlemek, çalışanlara ekipmanı doğru ve güvenli kullanmaları için bilgi ve eğitim vermek, gürültüyü teknik yollarla azaltmak, uygun bakım programları uygulamak ve gürültüyü iş organizasyonuyla azaltmak. Dikkat edin: bu listede kulak koruyucu yok. Kulak koruyucu dokuzuncu maddede; riskler bu tedbirlerle önlenemiyorsa devreye giriyor. Toplu korunmanın kişisel korunmadan önce geldiğini önceki derslerde de görmüştük.

### Teknik yol: gürültü nereden yayılıyor?

Listenin d bendiyle başlayalım: teknik yollar. Buradaki ilk soru şu: gürültü çalışana hangi yoldan ulaşıyor? Hava yoluyla yayılıyorsa yönetmelik perdeleme, kapatma ve gürültü emici örtüler gibi yöntemleri sayıyor. Yapı elemanları yoluyla iletiliyorsa yalıtım ve sönümleme gibi yöntemleri. İki sayımın sonunda da “ve benzeri” ifadesi var; yani sayılanlar örnek. Sınavda bu eşleştirmeye dikkat edin: perdeleme ve kapatma havaya, yalıtım ve sönümleme yapı elemanlarına ait.

### İş organizasyonu: süreyi ve molayı düzenle

Şimdi f bendi: iş organizasyonu. Burada makineye değil, çalışma düzenine dokunuyorsunuz. Yönetmelik iki yol sayıyor: birincisi maruziyet süresinin ve düzeyinin sınırlandırılması, ikincisi çalışma sürelerinin yeterli dinlenme aralarıyla düzenlenmesi. Şıklarda süre ya da dinlenme arası görüyorsanız cevap iş organizasyonu; perdeleme ya da yalıtım görüyorsanız teknik yol.

### En yüksek eylem değeri aşılırsa işveren ne yapar?

Şimdi dersin kalbine geldik. Kulak koruyucu tarafını tek cümleyle hatırlayalım: sekizinci maddedeki tedbirler riski önleyemiyorsa, maruziyet bu değere ulaştığında ya da aştığında işveren kulak koruyucunun kullanılmasını sağlar ve denetler. Sekizinci maddenin üçüncü fıkrası ise iki bent daha getiriyor; bu değerin aşıldığı tespit edilirse devreye giriyorlar. a bendi: işveren, gürültüye maruziyeti azaltmak için teknik veya iş organizasyonuna yönelik önlemleri içeren bir eylem planı oluşturur ve uygulamaya koyar. Yalnız hazırlamak yetmiyor; planı uygulamaya koymak da yükümlülüğün parçası. b bendi: gürültüye maruz kalınan çalışma yerlerini uygun şekilde işaretler; işaretlenen alanların sınırlarını belirleyerek, teknik olarak mümkünse bu alanlara girişlerin kontrollü yapılmasını sağlar. “Teknik olarak mümkünse” kaydı giriş kontrolüne bağlanmış; eylem planında ve işaretlemede böyle bir kayıt yok.

### İşverenin verdiği kulak koruyucu beş şartı taşır

Diyelim ki tedbirler yetmedi ve kulak koruyucu devreye girdi. Dokuzuncu maddenin ikinci fıkrası, işverenin sağladığı kulak koruyucu için beş bent sayıyor. a: Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik ile Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği hükümlerine uygun olur. b: işitmeyle ilgili riski ortadan kaldıracak ya da en aza indirecek şekilde seçilir. c: çalışanlarca doğru kullanılır ve korunur. ç: çalışana tam olarak uyar. d: hijyenik şartlar gerektiriyorsa çalışana özel olarak sağlanır.

### 80'de hazır tut, 85'te kullandır, planla, işaretle

Son olarak üç eşiği yan yana koyalım; sınavda birbirine karıştırılmasın. Önce koşulu hatırlayın: kulak koruyucu yükümlülükleri, riskler sekizinci maddedeki tedbirlerle önlenemiyorsa işliyor. Bu durumda 80 dB(A), yani en düşük maruziyet eylem değeri aşılınca işveren kulak koruyucuyu çalışanların kullanımına hazır bulunduruyor. 85 dB(A), en yüksek maruziyet eylem değerinde ise koruyucu artık rafta beklemiyor: maruziyet bu değere ulaştığında ya da aştığında işveren kullanılmasını sağlıyor ve denetliyor. Eylem planı ve işaretleme de 85'te geliyor; onların tetiği ise değerin aşıldığının tespiti. Yani kulak koruyucu için “ulaştığında ya da aştığında”, eylem planı ve işaretleme için “aşıldığının tespiti” ifadesi kullanılmış. 87 dB(A) maruziyet sınır değeri: çalışanın maruziyeti hiçbir durumda bunu aşamaz. Aşıldığı tespit edilirse işveren maruziyeti sınırın altına indirmek için derhal tedbir alıyor ve aşılmanın nedenlerini belirliyor. Soruda eylem planı ya da işaretleme gördüğünüzde aklınıza 85 gelsin.

#### ⚠️ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Dayanak:** Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik (RG 28.07.2013/28721; yayımı tarihinde yürürlüğe girdi, m.15) — m.8 “Maruziyetin önlenmesi ve azaltılması”, m.9 “Kişisel korunma”. 6331 m.30 ile 3146 s. Kanuna dayanır, 2003/10/EC Direktifine paralel hazırlanmıştır (m.3). Kısa adıyla “Gürültü Yönetmeliği” denir; aynı adı taşıyan RG 23.12.2003/25325 tarihli eski Gürültü Yönetmeliği m.14 ile yürürlükten kaldırılmıştır.
- **En yüksek eylem değerinin iki ölçütü (m.5/1-b):** LEX,8saat = 85 dB(A) veya P tepe = 140 Pa [137 dB(C)]. Eylem değerlerinde kulak koruyucunun etkisi dikkate alınmaz (m.5/3); sınır değer (87 dB(A) veya 200 Pa [140 dB(C)], m.5/1-c) uygulanırken çalışanın kullandığı koruyucunun etkisi dikkate alınır (m.5/2).
- **m.8/4:** Dinlenme için ayrılan yerlerdeki gürültü düzeyi, bu yerlerin kullanım şartları ve amacına uygun olur. **m.8/5:** Tedbirler, 6331 m.10 uyarınca özel politika gerektiren gruplar ile kadın çalışanların durumlarına uygun olur.
- **Sınır değer aşılırsa (m.10):** Maruziyet hiçbir durumda sınır değeri aşamaz. Tüm kontrol tedbirlerine rağmen aşıldığı tespit edilirse işveren a) maruziyeti sınırın altına indirmek için gerekli tedbirleri derhal alır, b) aşılmanın nedenlerini belirler ve tekrarını önlemek için koruma ve önleme tedbirlerini gözden geçirip yeniden düzenler.
- **Kulak koruyucu seçimine katılım (m.12/1-c):** İşveren, kulak koruyucularının seçilmesinde çalışanların veya temsilcilerinin görüşlerini alır ve katılımlarını sağlar.
- **Eğitim (m.11/1):** En düşük eylem değerine eşit veya bu değerin üzerinde gürültüye maruz kalan çalışanlar veya temsilcileri; riskler, alınan tedbirler, eylem ve sınır değerleri, ölçüm sonuçları, kulak koruyucularının doğru kullanılması (d), işitme kaybı belirtisinin tespiti ve bildirimi, sağlık gözetimi ve güvenli çalışma uygulamaları konusunda bilgilendirilir ve eğitilir.
- **İşitme testi (m.13/1):** En yüksek eylem değerini aşan gürültüye maruz kalanlar için işverence yaptırılır (b); risk değerlendirmesi ve ölçüm sonuçları sağlık riski gösteriyorsa en düşük eylem değerini aşanlar için de yaptırılabilir (c). İşe bağlı işitme kaybı tespit edilirse işveren risk değerlendirmesini ve önlemleri gözden geçirir, gerekirse çalışanı gürültüye maruz kalmayacağı başka bir işte görevlendirir (m.13/2-b).

#### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Hava yoluyla yayılan gürültü hangi yöntemlerle azaltılır?** | Perdeleme, kapatma, gürültü emici örtüler vb. |
| **Yapı elemanları yoluyla iletilen gürültü nasıl azaltılır?** | Yalıtım, sönümleme ve benzeri yöntemlerle. |
| **İş organizasyonuyla azaltmanın iki yolu nedir?** | Süre ve düzeyi sınırlamak; dinlenme aralarıyla çalışmak. |
| **Kulak koruyucu m.8/2'deki listede yer alır mı?** | Hayır; m.8 tedbirleri yetmezse devreye girer (m.9/1). |

| | |
|---|---|
| **85 dB(A) aşılınca eylem planı ve işaretleme için işveren ne yapar?** | Eylem planı oluşturup uygular; çalışma yerlerini işaretler. |
| **80 dB(A) aşılınca kulak koruyucu için ne yapılır?** | m.8 tedbirleri riski önleyemiyorsa çalışanların kullanımına hazır bulundurulur. |
| **85 dB(A)'e ulaşınca kulak koruyucu için işveren ne yapar?** | m.8 tedbirleri yetmiyorsa kullanılmasını sağlar ve denetler (m.9/1-b). |
| **Kulak koruyucu hangi amaçla seçilir?** | İşitme riskini ortadan kaldırmak ya da en aza indirmek. |

**Kaynaklar**

- RG 28.07.2013/28721 fihristi
- mevzuat.gov.tr güncel PDF
- KKD'lerin İşyerlerinde Kullanılması Hk. Yön. m.5/1

Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/gurultu-eylem-plani-kulak-koruyucu**

DERS 08.09 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# Ses Gücü, Ses Basıncı ve Ses Yoğunluğu Arasındaki Fark Nedir?

▶ İnteraktif ders + 4 soru

### Ses hızı ortama bağlıdır, frekansa değil

Ses, hava parçacıklarının titreşiminin dalga olarak yayılmasıdır. Bakanlığın gürültü uygulama rehberine göre havada ses saniyede 340 metre yol alır. Katılarda daha hızlıdır: betonda 3800, çelikte 5100 metre. Türk Tabipleri Birliği'nin gürültü kitabı da hızın sesin frekansından bağımsız olduğunu, ortamın esnekliği ve yoğunluğuyla değiştiğini söyler. Rehberdeki örnek güzel: şimşeği gördükten 3 saniye sonra gök gürültüsünü duyduysanız, 3 çarpı 340, yaklaşık 1020 metre uzaktadır.

### Ses basıncı: atmosfer basıncındaki küçük dalgalanma

Ses ilerlerken havada sıkışma ve seyrelme bölgeleri oluşturur. Buralarda basınç, atmosfer basıncından biraz yüksek ya da biraz düşüktür. İşte bu küçük sapmaya ses basıncı ya da akustik basınç diyoruz; simgesi küçük p, birimi pascal. Kulağımız bu değişime tepki verir. Ölçeği görün: fısıltı yaklaşık 0,0003 paskal, atmosfer basıncı ise yaklaşık 101 bin 300 paskal. Yani ses, atmosfer basıncının üzerindeki çok küçük bir dalgalanma.

### Ses gücü kaynağa aittir, uzaklıkla değişmez

Şimdi en çok karıştırılan ikiliye gelelim. Ses gücü, kaynağın birim zamanda yaydığı toplam akustik enerjidir; birimi watt. Kaynağın kendi özelliğidir, ortam koşulları ve uzaklık değişse de aynı kalır. Ses yoğunluğu ise birim alandan geçen ses gücüdür, birimi watt bölü metrekare. Ses basınç düzeyi de ölçtüğünüz basıncın desibel cinsinden düzeyidir. Bu ikisi, nerede ölçtüğünüze ve kaynaktan ne kadar uzak olduğunuza göre değişir.

### Desibel logaritmiktir: 80 + 80 = 83 dB

Desibel logaritmik bir ölçüdür. Bir bel on desibeldir; desibel, belin onda biri. Türkçe kaynaklarda sesin şiddeti de desibelle verilir; Türk Tabipleri Birliği'nin kitabı açıkça, sesin şiddet birimi desibeldir, der. Logaritmik olduğu için desibeller düz toplanmaz. Ses enerjisi iki katına çıkınca düzey 3 desibel artar; ses basıncı iki katına çıkınca ise 6 desibel. Bu yüzden 80 desibellik iki özdeş makine birlikte 160 değil, 83 desibel eder. İki düzey arasındaki fark 10 desibeli aşıyorsa, rehbere göre büyük olan toplam düzey olarak alınır.

### Kaynaktan uzaklaştıkça ne olur?

Kaynaktan uzaklaştıkça ne oluyor? Burada iki koşula dikkat: kaynak noktasal, yani ses tek bir noktadan her yöne yayılıyor; alan serbest, yani ses engelsiz yayılıyor. Rehberdeki şeklin adı da bu: tek bir kaynaktan serbest alandaki ses yayılımı. Bu koşullarda uzaklık iki katına çıkınca ses basınç düzeyi 6 desibel azalır. Yoğunluk da uzaklığın karesiyle ters orantılıdır: uzaklık iki katına çıkınca dörtte birine iner. Bunlar aynı ters kare ilişkisinin iki yüzü. Ses gücü ise hiç değişmez; o kaynağın kendisine aittir.

### Karıştırılan üç ifade

Üç tuzak. Birincisi: bazı notlarda ses gücü, kaynağa 1 metre uzaklıktaki ses basınç düzeyi diye geçer. Bu yanlış; ses gücü, kaynağın birim zamanda yaydığı toplam akustik enerjidir. İkincisi: ses basıncının birimi paskal; watt, ses gücünün birimidir. Üçüncüsü: kaynağın ses gücü 10 katına çıkarsa düzey 10 desibel artar, ama kulağa yalnızca yaklaşık iki kat gür gelir. Ters yönde çıkarım yapmayın: kaynağa yaklaştığınız için ölçtüğünüz düzey artıyorsa, kaynağın ses gücü değişmemiştir; artan, bulunduğunuz noktadaki basınç düzeyidir. Rehber 10 desibellik artışı kulağın tehlikede olmasının 10 kat artışı diye yorumlar.

### ⚠️ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Ses gücü düzeyi (Lw):** ses gücünün referans güce oranının 10 tabanlı logaritmasının 10 katı; referans güç $P_0 = 10^{-12}$ W (ÇSGB Gürültü Uygulama Rehberi 2018 §1.3.5 s.13; TTB 2004 s.25). 1 W ses gücü = 120 dB ses gücü düzeyi; güç iki katına çıkınca Lw 3 dB artar (TTB 2004 s.25).
- **Ses basınç düzeyi (Lp):** basıncın rms değerinin karesinin, referans basıncın karesine oranının logaritmasının 10 katı; referans basınç 20 μPa (ÇSGB Rehberi §1.3.4 s.12; TTB 2004 s.25: duyma eşiği $2(10^{-5})$ Pa). Lp ölçüm konumuna, ortam koşullarına (açık/kapalı alan) ve uzaklığa göre değişir (TTB 2004 s.25; ÇSGB Rehberi §1.5.3 s.18).
- **Ses yoğunluk düzeyi:** referans yoğunluk $I_0 = 10^{-12}$ W/m² (1 kHz'de normal işitenin algıladığı eşik yoğunluk); yoğunluk $I = P/A$, küresel yayılımda $A = 4\pi r^2$ (OpenStax University Physics I §17.4).
- **Hız–frekans–dalga boyu:** $c = f \cdot \lambda$; 20 Hz'lik sesin dalga boyu ≈ 17 m, 20 000 Hz'lik sesinki ≈ 17 mm; pes seslerin dalga boyu uzun, tiz seslerinki kısadır (TTB 2004 s.18).
- **Yayılma ortamı:** havada yayılan ses hava doğuşlu, katı yapıya aktarılan ses yapı doğuşlu, sıvıda yayılan ses sıvı doğuşlu sestir (ÇSGB Rehberi §1.2.3).
- **Emisyon / imisyon:** emisyon yalnız verilen kaynaktan yayılan ses miktarıdır, ses gücü düzeyi veya ses basınç düzeyiyle ölçülebilir; imisyon ölçüm noktasına ulaşan, başka kaynakları ve oda yansımalarını da içeren sestir, genellikle ses basınç düzeyiyle ölçülür (ÇSGB Rehberi §1.5.1).
- **Algı:** 3 dB değişim algılanma sınırında (güç 2 kat), 5 dB açıkça fark edilir (güç 3 kat), 10 dB yarı yarıya ya da iki misli gür (güç 10 kat) (TTB 2004 Çizelge 2.2, s.21); iyi işiten kişi 1–3 dB'lik değişimi algılayabilir (ÇSGB Rehberi §1.3.4).
- **Terim notu:** "Ses şiddeti" Türkçe kaynaklarda hem desibel cinsinden düzey (TTB 2004 s.7: "Sesin şiddet birimi desibeldir"; TDK: desibel, ses şiddetini gösteren birimin onda biri) hem de birim alandan geçen güç (TTB 2004 s.18: "ses yeğinliği ya da ses şiddeti") için kullanılır; soruda verilen birime bakın. Desibel adı Alexander Graham Bell'den gelir (TTB 2004 s.7).

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Havada ses hızı yaklaşık kaç m/s'dir?** | 340 m/s. Betonda 3800, çelikte 5100 m/s. |
| **Ses hızı neye bağlıdır?** | Ortamın esnekliğine ve yoğunluğuna; sesin frekansına bağlı değildir. |
| **Ses basıncı nedir, birimi ne?** | Atmosfer basıncındaki küçük değişim; birimi pascal (Pa). |
| **Ses gücünün tanımı nedir?** | Kaynağın birim zamanda yaydığı toplam akustik enerji; birimi watt (W). |
| **Kaynaktan uzaklaşınca hangisi değişmez?** | Ses gücü. Ses yoğunluğu ve ses basınç düzeyi uzaklıkla azalır. |
| **1 bel kaç desibeldir?** | 10 dB; desibel belin onda biridir. Türkçe kaynaklarda ses şiddeti dB ile verilir. |
| **İki özdeş 80 dB makine birlikte kaç dB eder?** | 83 dB: enerji iki katına çıkınca düzey 3 dB artar. |
| **Noktasal kaynakta uzaklık iki katına çıkarsa ses basınç düzeyi?** | Serbest alanda 6 dB azalır; yoğunluk dörtte birine iner, ses gücü aynı kalır. |

**Kaynaklar**


- ÇSGB İSGGM, Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına İlişkin Uygulama Rehb
- Türk Tabipleri Birliği, Çalışma Yaşamında Gürültü ve İşitmenin Korunması
- TTB
- BIPM SI Broşürü 9. baskı Tablo 8 dipnot


Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/ses-gucu-basinci-yogunlugu-farki**

DERS 08.10 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# Gürültü Kontrolü: Kaynakta, Ortamda ve Alıcıda Hangi Önlemler Alınır?

▶ İnteraktif ders + 4 soru

## Gürültü üç noktada kontrol edilir: kaynak, ortam, alıcı

Gürültüyü bir yolculuk gibi düşünün. Bir yerde doğar: bu, kaynaktır, yani makine ya da işlem. Sonra bir yoldan geçer: bu, ortamdır. En sonunda bir kulağa ulaşır: bu da alıcı, yani çalışan. Her önlemi sorarken kendinize tek bir şey sorun: bu önlem makineye mi, yola mı, yoksa çalışana mı dokunuyor?

## Kaynakta kontrol: gürültüyü doğduğu yerde azaltın

Kaynakta kontrol, gürültüyü daha doğmadan azaltmaktır. Daha az gürültülü bir makineye geçmek, yani ikame; üretim ya da işlem yöntemini değiştirmek; fan hızını ya da darbe kuvvetini düşürmek. Bunların hepsinde değişen şey makinenin ya da işin kendisi. İkame aslında 6331 sayılı Kanunun beşinci maddesinin e bendindeki ‘tehlikeli olanı, tehlikesiz veya daha az tehlikeli olanla değiştirmek’ ilkesinin gürültüdeki karşılığı.

## Ortamda kontrol: sesin yolunu kesin

Ortamda ise makineye de çalışana da dokunmuyoruz; aradaki yolu kesiyoruz. Duvarı, zemini, tavanı ses sönümleyici malzemeyle kaplamak ya da makineyle çalışan arasına ses emici bir bariyer koymak. Bariyeri, kaynakla kulak arasına gerilmiş bir perde gibi düşünün.

## Alıcıda kontrol: çalışanı koruyun

Alıcıda kontrol çalışana yöneliktir. Rotasyonla ya da vardiyayla gürültülü alanda kalma süresini kısaltmak, ara dinlenmeleri artırmak ve kulak koruyucu vermek. Dikkat edin: burada gürültü hiç azalmıyor, sadece çalışanın maruz kaldığı pay azalıyor. Bu yüzden alıcıdaki önlemler sıranın sonunda; kulak koruyucu da en sonda.

## Sıranın iki ucu mevzuatta: önce kaynak, KKD en son

Peki sıra neden kaynak, ortam, alıcı? Mevzuat bu sıranın iki ucunu kesin koyuyor: önce kaynak, kulak koruyucu en son. Bir uçta 6331'in beşinci maddesi, c bendi: risklerle kaynağında mücadele etmek. Gürültü Yönetmeliği sekizinci madde, birinci fıkra da riskleri kaynağında yok etmeyi ya da en aza indirmeyi istiyor. Öbür uçta 6331'in aynı maddesinin g bendi toplu korunmaya, kişisel korunmaya göre öncelik veriyor; Gürültü Yönetmeliğinin dokuzuncu maddesi de kulak koruyucuyu ancak sekizinci maddedeki tedbirler yetmezse devreye sokuyor. Ortadaki sıra, yani ortam önleminin rotasyon gibi idari önlemlerden önce gelmesi, yönetmelikte yazmıyor. Bunu Kanada İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi, CCOHS söylüyor: kaynağa ve yola yönelik mühendislik önlemleri tercih edilir, çalışandaki idari önlemler bunlara ek olarak kullanılır.

## Üç nokta Gürültü Yönetmeliğinde nerede?

Daha önce, gürültü azaltma dersinde yönetmeliğin sekizinci maddesindeki önlemleri görmüştük; şimdi onları üç noktaya yerleştirelim. En düşük gürültüyü yayan ekipmanı seçmek, yani ikinci fıkranın b bendi, kaynakta. Aynı fıkranın d bendindeki perdeleme ve gürültü emici örtüler ortamda. f bendindeki süreyi sınırlamak ve dinlenme araları ile dokuzuncu maddedeki kulak koruyucu alıcıda. Dikkat: rotasyon ve dinlenme araları kişisel korunma değil; yönetmelikte bunlar sekizinci maddedeki iş organizasyonu tedbirleri. Şunu da bilin: yönetmelik ‘kaynak–ortam–alıcı’ kelimelerini kullanmıyor; bu üçlü, önlemleri sınıflandırmanın bir yolu.

### ⚠️ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Dayanak:** Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik m.8/1 (kaynağında yok etme/en aza indirme), m.8/2 (önleme ve azaltmada göz önünde bulundurulacak hususlar), m.9/1 (kişisel korunma: m.8 tedbirleri yetmezse).
- **Risk değerlendirmesi:** m.7/1-f gürültü emisyonunu azaltan alternatif bir iş ekipmanının bulunup bulunmadığına; m.7/1-e imalatçıdan sağlanan gürültü emisyonu bilgilerine özel önem verilir.
- **Bakım:** m.8/2-e işyeri, işyeri sistemleri ve iş ekipmanları için uygun bakım programlarının uygulanması.
- **Dinlenme yerleri:** m.8/4 çalışanların dinlenmesi için ayrılan yerlerdeki gürültü düzeyi, bu yerlerin kullanım şartları ve amacına uygun olur.
- **Katılım:** m.12/1-b,c önlemlerin belirlenmesi ve kulak koruyucularının seçiminde çalışanların veya temsilcilerinin görüşü alınır.
- **KKD genel kuralı:** KKD Kullanımı Yön. m.5/1 KKD, riskler toplu korunmayı sağlayacak teknik önlemlerle veya iş organizasyonu ve çalışma yöntemleriyle önlenemediğinde kullanılır; işveren toplu korunmaya öncelik verir.
- **6331 m.5/1-e:** tehlikeli olanı tehlikesiz veya daha az tehlikeli olanla değiştirmek.
- **Sıranın ortası (ikincil kaynak):** CCOHS'a göre kaynağa ve yola yönelik mühendislik önlemleri tercih edilir; çalışandaki idari önlemler bunlara ek olarak kullanılır; KKD son çaredir. Gürültü Yön. m.8/2 ise teknik yolu (d) ve iş organizasyonunu (f) sıra koymadan yan yana sayar; m.8/3-a eylem planını 'teknik veya iş organizasyonuna yönelik' önlemlerle kurar.

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Daha az gürültülü bir makineye geçmek hangi noktada kontroldür?** | Kaynakta. Gürültülü ekipman daha sessiz olanla değiştirilir (ikame). |
| **Fan hızını ya da darbe kuvvetini düşürmek hangi noktadadır?** | Kaynakta. Gürültüyü üreten enerjinin kendisi azaltılır. |
| **Duvar, zemin ve tavanı ses sönümleyici malzemeyle kaplamak?** | Ortamda. Ses, kaynaktan çalışana giderken yolda azaltılır. |
| **Makine ile çalışan arasına ses emici bariyer koymak?** | Ortamda. Bariyer, kaynak ile alıcının arasına girer. |
| **Rotasyon ve ara dinlenmeleri artırmak hangi noktadadır?** | Alıcıda. Çalışanın gürültüde geçirdiği süre kısalır. |
| **Rotasyon ve dinlenme arası yönetmelikte kişisel korunma mı sayılır?** | Hayır. Gürültü Yön. m.8/2-f'deki iş organizasyonu tedbiridir; m.9 KKD'yi düzenler. |
| **“Risklerle kaynağında mücadele etmek” ilkesi nerede yazılı?** | 6331 sayılı Kanun m.5/1-c. |

**Kaynaklar**


- OSHA – Occupational Noise Exposure
- CCOHS, Noise – Control Measures
- 6331 sayılı İSG Kanunu m.5/1-c, e, g
- Gürültü Yön. m.8/1
- KKD'lerin İşyerlerinde Kullanılması Hk. Yön. m.5/1

Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/gurultu-kontrolu-kaynak-ortam-alici**

DERS 08.11 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# Titreşim Eylem ve Sınır Değerleri: 2,5–5 ve 0,5–1,15 m/s²

▶ İnteraktif ders + 4 soru

## Eylem değeri uyarır, sınır değeri yasaklar

Önce iki kavramı oturtalım. Maruziyet eylem değeri, aşıldığında risklerin kontrol altına alınmasını gerektiren değer; yani bir uyarı çizgisi. Maruziyet sınır değeri ise çalışanın bu değerin üzerinde bir titreşime kesinlikle maruz kalmaması gereken değer; yani kırmızı çizgi. Sınavda tanım verilip hangisi olduğu sorulabilir: 'kontrol altına alınmasını gerektiren' görürseniz eylem, 'kesinlikle maruz kalmaması' görürseniz sınır.

## Dört sayı: 2,5 – 5 ve 0,5 – 1,15 m/s²

Şimdi sayılar. Hepsi sekiz saatlik çalışma süresi için günlük değer ve birimi metre bölü saniye kare, yani ivme. El-kol titreşiminde eylem değeri 2,5, sınır değeri 5. Bütün vücutta eylem 0,5, sınır 1,15. El-kolda sınır, eylemin tam iki katı; bütün vücutta ise sayılar çok daha küçük. En küçük sayı 0,5 ve o bütün vücudun eylem değeri.

## El-kol mu, bütün vücut mu?

Hangi sayının hangi türe ait olduğunu, türün kendisini tanıyarak hatırlayın. El-kol titreşimi yönetmelikteki tanımıyla özellikle damar, kemik, eklem, sinir ve kas bozukluklarına yol açar; zincir testere, taşlama, vurmalı çekiç gibi elde tutulan aletlerden gelir. Bütün vücut titreşimi ise özellikle bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol açar; traktör, damperli kamyon, forklift gibi araçlarda oturan ya da ayakta duran çalışana zeminden geçer. El-kol titreşiminin damarlara etkisi beyaz parmak ya da ölü el diye bilinir; Bakanlık rehberi bunu Raynaud fenomeninin bir şekli olarak anlatır.

## Eylem değeri aşıldı: plan ve gözetim

Eylem değeri aşıldıysa işveren ne yapar? Madde 8'e göre teknik ve organizasyona yönelik önlemleri içeren bir eylem planı oluşturur ve uygular. Planın içinde neler var: titreşimi azaltan başka çalışma yöntemleri, mümkün olan en düşük titreşimli ergonomik ekipman, bakım programları, yeterli dinlenme araları, soğuğa ve neme karşı giysi. Ayrıca madde 12'ye göre eylem değerini aşan maruziyetin olduğu her durumda çalışan sağlık gözetimine alınır.

## Sınır değer hiçbir koşulda aşılmaz

Sınır değer için yönetmeliğin ifadesi çok net: çalışanın maruziyeti hiçbir koşulda sınır değeri aşmayacak. Buna rağmen tüm önlemler alınmışken aşım tespit edilirse işveren iki şey yapar: maruziyeti sınırın altına indirecek tedbiri derhal alır, sonra aşımın nedenini belirleyip tekrarını önleyecek tedbirleri alır.

## Sınırın aşılabildiği iki özel durum

Madde 13 iki özel durumda bu kuralı gevşetiyor. Birincisi deniz ve hava taşımacılığı: bütün vücut titreşiminde tüm teknik ve idari önlemlere rağmen sınıra uyulamıyorsa madde 9 uygulanmaz. İkincisi, maruziyeti genelde eylem değerinin altında olan ama zaman zaman sınırı aşan çalışan: burada 40 saatlik ortalama sınır değerden düşük olmalı ve toplam riskin daha az olduğu kanıtlanmalı. İki durumda da iş müfettişleri riskin en aza indirildiğini ve sağlık gözetimini tespit ederse dört yıl için izin verilebilir.

### ⚠ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Dayanak:** Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik (RG 22/8/2013-28743); 6331 m.30'a dayanır, 2002/44/EC Direktifine paralel hazırlanmıştır (m.3). 23/12/2003-25325 RG'deki eski Titreşim Yönetmeliğini yürürlükten kaldırmıştır (m.14).

- **Değerler (m.5/1):** hepsi sekiz saatlik çalışma süresi için günlük değer; el-kol sınır 5, eylem 2,5 m/s²; bütün vücut sınır 1,15, eylem 0,5 m/s².
- **Eylem planının tam listesi (m.8/3, a–ğ):** başka çalışma yöntemi; en düşük titreşimli ergonomik ekipman; titreşimi azaltan oturma yerleri ve el tutma yerleri; bakım programları; işyeri tasarımı; bilgi ve eğitim; maruziyet süresi ve düzeyinin sınırlandırılması; yeterli dinlenme araları; soğuk ve nemden koruyan giysi. El-kol titreşimine karşı KKD eylem planına dahil edilebilir (Ek-1/5).
- **Deniz taşımacılığında** bütün vücut titreşiminde **1 Hz'in üzerindeki** titreşimler değerlendirmeye alınır (Ek-2/1). Dinlenme tesislerindeki bütün vücut titreşimi "zorunlu haller" dışında uygun düzeye indirilir (Ek-2/5).
- **Sağlık gözetimi (m.12):** eylem değerini aşan her maruziyette; hastalık saptanırsa işveren risk değerlendirmesini ve önlemleri gözden geçirir, çalışanın titreşime maruz kalmayacağı başka bir işte görevlendirilmesi dahil tedbir alır (m.12/3-c). Bilgilendirme ve eğitim konuları m.10'da.
- **Meslek hastalığı:** E-5 "Titreşim sonucu kemik-eklem zararları ve anjönörotik bozukluklar", yükümlülük süresi **2 yıl** (Çalışma Gücü ve Meslekte Kazanma Gücü Kaybı Oranı Tespit İşlemleri Yön. Ek-2).
- **Frekans (ÇSGB rehberleri, Revizyon 2024, A.2.1):** el-kol için önemli frekanslar yaklaşık 8–1000 Hz, bütün vücut için 0,5–80 Hz; bütün vücutta x ve y eksenindeki ivme 1,4 ile, z ekseni 1,0 ile çarpılır. Dikkat: 1–1000 Hz ve 1–80 Hz aralıkları rehberle örtüşmez.
- **Tarihçe (El-Kol Rehberi B.1):** Giovanni Loriga 1911'de Roma'da pnömatik çekiç kullanan taş kırıcılarında parmak beyazlaması ataklarını rapor etti; benzer tablo ilk olarak 1862'de Maurice Raynaud tarafından tanımlanmıştı (Raynaud durumu titreşimle ilişkilendirmedi).

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **El-kol titreşiminde eylem ve sınır değeri?** | Eylem 2,5 m/s², sınır 5 m/s² (8 saatlik günlük maruziyet). |
| **Bütün vücut titreşiminde eylem ve sınır değeri?** | Eylem 0,5 m/s², sınır 1,15 m/s² (8 saatlik günlük maruziyet). |
| **Aşılınca risklerin kontrol altına alınmasını gerektiren değer?** | Maruziyet eylem değeri (m.4/1-c). |
| **Üzerindeki titreşime çalışanın hiç maruz kalmaması gereken değer?** | Maruziyet sınır değeri (m.4/1-ç). |
| **Bel bölgesi ve omurga hangi titreşim tanımında geçer?** | Bütün vücut titreşimi (m.4/1-a). |
| **Eylem değeri aşılınca hangi iki yükümlülük doğar?** | Eylem planı (m.8/3) ve sağlık gözetimi (m.12/1-a). |
| **Sınır değer aşılırsa işveren ne yapar?** | Derhal sınırın altına indirir, nedenini belirleyip tekrarını önler (m.9). |
| **Genelde eylem altında, arada sınırı aşan maruziyette hangi ortalama?** | 40 saatlik ortalama sınırın altında olmalı; izin müfettiş tespitiyle (m.13/1-b, c). |

**Kaynaklar**


- Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yön. m.4/1-c, ç
- Aynı Yön. m.5/1-a, b
- ÇSGB İSGGM, El-Kol Titreşimi Uygulama Rehberi
- ÇSGB İSGGM, Bütün Vücut Titreşimi Uygulama Rehberi
- Çalışma Gücü ve Meslekte Kazanma Gücü Kaybı Oranı Tespit İşlemleri Yön. Ek-2 Meslek Hastal
- Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hk. Yön. Ek-1 açıklamaları

Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/titresim-eylem-sinir-degerleri**

DERS 08.12 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# İşyerinde Aydınlatma Kaç Lüks Olmalı? Termal Konforun 6 Faktörü

▶ İnteraktif ders + 4 soru

## Yönetmelik lüks yazmaz, standarda gönderir

İşyeri Bina ve Eklentileri Yönetmeliğinin Ek-1'inde tek bir lüks değeri yok. Yönetmelik diyor ki: esas olan gün ışığı; yetmezse ya da gece çalışılıyorsa suni ışık; aydınlatmada da TS EN 12464-1 standardı esas alınır. Işık kesildiğinde tehlike doğacak yerlerde ayrı enerji kaynağına bağlı acil aydınlatma olacak. Ve bir kelime farkına dikkat: aydınlatmada standart 'esas alınır', termal konforda ise TS EN 27243'ten 'yararlanılabilir'.

## Depodan ofise: 100'den 500 lükse

Lüksün birimini önceki derslerde görmüştük; şimdi değerlere bakalım. Koridor ve sürekli çalışılmayan depo 100 lüks; depoda sürekli çalışılıyorsa değer yükselir. Arşiv 200. Dosyalama ve fotokopi 300. Masa başında yazma, okuma, veri işleme yani klasik ofis işi 500 lüks. Bu son satırı özellikle aklınızda tutun.

## Ayrıntı ve renk: 750 ve 1000 lüks

İş inceldikçe ışık artıyor: teknik çizimde 750, renk muayenesinde 1000 lüks. Bu dersteki değerleri sesli tekrar edin: yüz, iki yüz, üç yüz, beş yüz, yedi yüz elli, bin. Standart bunların arasında ve üstünde başka basamaklar da tanımlar; bin tavan değildir.

## Isı alışverişinin üç ana yolu

Termal konfora geçiyoruz. Vücudumuz ısıyı çevresiyle üç ana yolla değiş tokuş eder, yani hem verir hem alır: ışınım, yani temas olmadan sıcak veya soğuk yüzeylerle; taşınım, yani çevremizdeki havayla; ve buharlaşma, yani terin buharlaşması. İletim ve solunumun payı küçük. Nem yüksekse ter daha az buharlaşır, serinleme zorlaşır.

## Termal konfor: dört çevresel, iki kişisel faktör

Konforu altı faktör belirler. Dördü çevresel: hava sıcaklığı, ışınım yani yüzey sıcaklığı, hava hareketi ve bağıl nem. İkisi kişisel: aktivite, yani ne kadar efor harcadığınız ve metabolik ısınız; bir de giysinin yalıtımı. Yönetmelik de ortam sıcaklığının çalışma şekline ve harcanan güce uygun olmasını istiyor.

## Yaş ve kondisyon psikolojik faktör değildir

Bazı kaynaklardaki şemalarda aktivite, yaş ve sağlık 'psikolojik faktörler' başlığıyla geçer. Bu yanlış bir etiket: yaş, vücut yapısı, kondisyon kişisel, fizyolojik özelliklerdir. Bir de şunu unutmayın: termometreye bakıp 'konforlu' diyemezsiniz; hava sıcaklığı tek başına yetmez.

### ⚠ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Dayanak:** İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik (RG 17.07.2013/28710) m.5/1-e (işveren yeterli aydınlatma, havalandırma ve termal konfor şartlarını sağlar); Ek-1 m.22 (gün ışığı esas; yetersizse veya gece suni ışık; TS EN 12464-1 esas alınır), m.23 (aydınlatma sistemleri kaza riski oluşturmayacak türde ve uygun yerleştirilir), m.24 (acil aydınlatma).
- **Ek-1 m.19:** termal konfor çalışanların fiziksel ve psikolojik durumlarını olumsuz etkilememeli; ortam sıcaklığı çalışma şekline ve harcanan güce uygun olmalı; dinlenme, bekleme, soyunma yerleri, duş, tuvalet, yemekhane, kantin ve ilk yardım odaları kullanım amacına göre yeterli sıcaklıkta tutulur; ısıtma-soğutma araçları kaza riski oluşturmayacak şekilde yerleştirilir; ölçüm ve değerlendirmede TS EN 27243'ten yararlanılabilir.

- **Standart değerleri:** TS EN 12464-1'deki lüks değerleri, bakım süresince korunması gereken ortalama aydınlık düzeyidir (Ēm); uzun süre çalışılan yerlerde renksel geriverim Ra en az 80 istenir. Standardın aydınlık basamakları 20-30-50-75-100-150-200-300-500-750-1000-1500-2000-3000-5000 lükstür; dersteki altı değer bu dizinin bir kısmıdır (ETAP EN 12464-1 dosyası).
- **Depo ayrımı:** 100 lüks, sürekli çalışılmayan (ara sıra girilen) depo içindir; sık erişilen ya da aktif elleçleme yapılan depolama alanı için ikincil kaynaklar 200 lüks veriyor (Silamp; Eco Lighting).
- **Yakın çevre:** iş alanını çevreleyen alan iş alanından düşük olabilir ama belirli değerin altına inmemeli; ör. iş alanı 500 lüks ise yakın çevre 300, 300 ise 200 lüks (ÇSGB İSG uzmanlık tezi, basılı s.20, Tablo 2.3, TS EN 12464-1'e atıfla).
- **Tarihî not:** 23.07.2014'te yürürlükten kalkan (BK kararı 16.06.2014; Tüzük 2014/6506, RG 23.07.2014/29069, m.2) İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü m.18, iş türüne göre en az 20–1000 lüks arasında bağlayıcı değerler koyuyordu (ör. ayrıntı gerektiren işler 300, büro gibi ince işler 500, hassas işler 1000). Bugün geçerli dayanak TS EN 12464-1'dir.

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Koridor ve sürekli çalışılmayan depo için aydınlık düzeyi?** | 100 lüks (TS EN 12464-1) |
| **Arşiv için önerilen aydınlık düzeyi?** | 200 lüks |
| **Yazma, okuma ve veri işleme yapılan ofis kaç lüks?** | 500 lüks |
| **Renk muayenesi için önerilen aydınlık düzeyi?** | 1000 lüks |
| **Yönetmeliğe göre aydınlatmada esas alınan standart?** | TS EN 12464-1 (İşyeri Bina Yön. Ek-1 madde 22) |
| **Vücudun ısı alışverişindeki üç ana yol?** | Işınım, taşınım, buharlaşma (ter) |
| **Termal konforun iki kişisel faktörü?** | Aktivite (metabolik ısı) ve giysi yalıtımı |
| **Nem yükselince hangi serinleme yolu zayıflar?** | Buharlaşma: ter daha az buharlaşır |

**Kaynaklar**


- İşyeri Bina ve Eklentileri Yön. Ek-1 m.22
- Resmî Gazete 17.07.2013 sayı 28710
- Eco Lighting – EN 12464-1 aydınlık düzeyi rehberi
- TS EN 12464-1
- TS EN 12464-1
- TS EN 12464-1


Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/aydinlatma-kac-luks-termal-konfor-faktorleri**

DERS 08.13 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# PMV ve PPD Nedir? Termal Konfor İndeksleri Arasındaki İlişki

▶ İnteraktif ders + 4 soru

## PMV: kalabalığın ortalama ısıl oyu

PMV, İngilizce Predicted Mean Vote, yani beklenen ortalama oy. Aynı ortamdaki kalabalık bir gruba 'nasıl hissediyorsunuz?' diye sorsaydık, vereceği oyların ortalamasını tahmin eder. Ölçek yedi basamaklı: artı üç sıcak, artı iki ılık, artı bir hafif ılık, sıfır nötr; eksi tarafta hafif serin, serin ve soğuk. Hesap, vücudun ısı dengesine dayanıyor.

## Altı değişken, iki kişisel birim

Kişisel ikisinin kendine özgü birimi var: aktivite için met, bir met metrekareye 58,2 watt; giysi yalıtımı için clo, bir clo 0,155 metrekare derece bölü watt.

## PPD: kendini rahatsız hissedenlerin yüzdesi

PPD, Predicted Percentage of Dissatisfied, beklenen memnuniyetsiz yüzdesi. Ortamı fazla sıcak ya da fazla soğuk bulacak kişilerin oranı. Burada kritik ayrıntı şu: artı üç, artı iki, eksi iki, eksi üç diyenler memnuniyetsiz sayılıyor; hafif ılık ya da hafif serin diyenler memnun. Ve sıralamayı unutmayın: önce PMV, PPD ondan hesaplanıyor.

## PMV sıfırdan uzaklaştıkça PPD hızla artar

Tabloya bakın. PMV sıfırken memnuniyetsizler yüzde beş. Artı eksi yarımda yüzde on, artı eksi birde yüzde yirmi beş, artı eksi ikide yüzde yetmiş beş. PMV sıfırdan uzaklaştıkça PPD hızla tırmanıyor.

## PMV = 0 iken bile PPD %5

Şıklarda karşınıza çıkabilecek bir tuzak: 'PMV sıfırsa PPD sıfırdır.' Yanlış. PPD en düşük yüzde beştir, sıfıra inmez. İkinci tuzak: eğri simetrik; artı bir de eksi bir de aynı yüzde yirmi beşi verir. Üçüncüsü: yönü ters kurmak. PPD, PMV'den hesaplanır, tersi değil.

## Sıcak ve soğuk ortam: yönetmelik ne diyor?

Peki mevzuat ne diyor? İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik'e göre işveren yeterli termal konfor şartlarını sağlar. Ek-1 madde 19: ortam sıcaklığı çalışma şekline ve çalışanın harcadığı güce uygun olacak; ölçme ve değerlendirmede TS EN 27243'ten yararlanılabilir. Dikkat: PMV ve PPD ISO 7730'da tanımlı, ama yönetmeliğin adını andığı standart TS EN 27243. Madde 20 de sıcak ve soğuk ortamı düzenler: işin niteliği gereği sürekli çok sıcak ya da çok soğuk ortamda çalışmak zorunluysa, çalışanları fazla sıcak veya soğuktan koruyucu tedbirler alınır.

### ⚠ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **PMV/PPD dayanağı:** ISO 7730:2025 (Ergonomics of the thermal environment; 4. baskı, 2025-09) m.4 (PMV, 7 basamaklı ölçek, Tablo 1), m.5 (PPD, Formül (5): $PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0{,}03353 \cdot PMV^4 - 0{,}2179 \cdot PMV^2)$, Tablo 2).
- **Kullanım aralığı (m.4.1):** PMV yalnızca –2 ile +2 arasında kullanılmalı; M 46–232 W/m² (0,8–4 met), Icl 0–2 clo, hava sıcaklığı 10–30 °C, ortalama ışınım sıcaklığı 10–40 °C, hava hızı 0–1 m/s, su buharı kısmi basıncı 0–2 700 Pa.
- **Nem (m.4.1, Ek F):** Konfora yakın ılıman sıcaklıklarda nemin ısıl duyuma etkisi küçüktür.
- **Tablo 2 dağılımı:** PMV 0'da oyların %95'i –1/0/+1 aralığında; 1 300 denek üzerindeki deneylere dayanır.
- **Herkes memnun olmaz (m.7):** Bireysel farklılıklar nedeniyle herkesi tatmin eden bir ısıl ortam belirlemek mümkün değildir; her zaman bir oranda memnuniyetsiz olur.

- **Yerel konforsuzluk (m.6):** hava akımı (cereyan), baş–ayak arası dikey sıcaklık farkı, sıcak/soğuk döşeme ve ışınım asimetrisi; PMV/PPD tüm vücudu, bunlar tek bir bölgeyi değerlendirir.
- **Aşırı ortamlar:** ISO 7730 girişine göre ISO 7243, ISO 7933 ve ISO 11079 aşırı (sıcak/soğuk) ortam koşullarını ele alır.
- **Mevzuat:** İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yön. m.5/1-e; Ek-1 m.18 (pasif havalandırmada hava akımı ani ve yüksek sıcaklık farkı oluşturmaz), m.19 (dinlenme, soyunma, duş, yemekhane, ilk yardım odası kullanım amacına göre yeterli sıcaklıkta; ısıtma/soğutma araçları kaza riski oluşturmayacak şekilde yerleştirilir; termal konforun ölçülmesi ve değerlendirilmesinde TS EN 27243'ten **yararlanılabilir**), m.20 (sürekli çok sıcak/soğuk ortam zorunluysa koruyucu tedbir), m.22 (aydınlatmada TS EN 12464-1 standartları **esas alınır**), m.25 (işyeri termal konfor şartları dikkate alınarak bölümlere ayrılır).

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **PMV neyi tahmin eder?** | Büyük bir grubun 7 basamaklı ısıl duyum ölçeğindeki ortalama oyunu. |
| **PMV ölçeğinin uçları ve ortası nedir?** | +3 sıcak, 0 nötr, –3 soğuk. |
| **PPD neyi gösterir?** | Ortamı fazla sıcak ya da fazla soğuk bulacak kişilerin tahmini yüzdesi. |
| **PMV = 0 iken PPD kaçtır?** | %5 — PPD'nin en düşük değeri; sıfır olmaz. |
| **PMV +1 ya da –1 ise PPD kaçtır?** | %25 (±0,5'te %10, ±2'de %75). |
| **1 met ve 1 clo neye eşittir?** | 1 met = 58,2 W/m²; 1 clo = 0,155 m²·°C/W. |
| **Sürekli çok sıcak ya da soğuk ortam zorunluysa ne yapılır?** | Çalışanları fazla sıcak veya soğuktan koruyucu tedbirler alınır (Ek-1 m.20). |

**Kaynaklar**

- ISO 7730:2025 m.4.1
- ISO 7730:2025 Giriş: 'This balance is influenced by physical activity and clothing, as wel
- İşyeri Bina ve Eklentileri Yön. m.5/1-e

Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/pmv-ppd-termal-konfor-iliskisi**

DERS 08.14 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# İyonlaştırıcı ve İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon Nedir? Radyoaktif Bozunma

▶ İnteraktif ders + 4 soru

### Radyasyon iki yolla yayılır: dalga ya da parçacık

Radyasyonu en basit hâliyle ortamda taşınan enerji olarak düşünün. Bu enerji iki yolla taşınır. Birincisi elektromanyetik dalga: burada enerjiyi foton denen, kütlesi olmayan enerji paketçikleri taşır. İkincisi parçacık: alfa, beta, nötron gibi parçacıklar enerjiyi taşır. Aklınızda şu soru kalsın: bu enerjiyi kim taşıyor, foton mu, parçacık mı?

### İyonlaştırıcı radyasyon atomdan elektron koparır

Şimdi ikinci soru. Radyasyon atoma enerji aktarır; bu enerji atomdan bir elektron koparmaya yetiyorsa buna iyonlaşma diyoruz, radyasyona da iyonlaştırıcı radyasyon. Enerji elektron koparmaya yetmiyorsa radyasyon iyonlaştırıcı değildir; sınav kitaplarında bunu noniyonize diye de görürsünüz.

### İki soru, tek tablo: nasıl yayılıyor, iyonlaştırıyor mu?

İki soruyu birleştirince tablo çıkıyor. Parçacık olup iyonlaştıranlar: alfa, beta, nötron. Dalga olup iyonlaştıranlar: gama ve X-ışını. İyonlaştırmayanlar ise ultraviyole, görünür ışık, kızılötesi, mikrodalga ve radyo dalgası. Dikkat edin, iyonlaştırıcı olmayan tarafta parçacık yok; o tarafın tamamı elektromanyetik dalga. Şıklarda iyonlaştırıcı olmayan bir parçacık görürseniz o şık yanlıştır.

### Ultraviyole iyonlaştırıcı değildir: listeye ekleyin

Ultraviyoleye ayrıca değinelim, çünkü bazı özet notlarda iyonlaştırıcı olmayanlar sayılırken atlanıyor. Çalışma Bakanlığının elektromanyetik alan rehberindeki tanım net: ultraviyole radyasyon, ışık, kızılötesi ve radyo frekans radyasyonu biyolojik dokuda iyonlaşma oluşturmayan radyasyondur. Yani sınavda UV'yi iyonlaştırıcı olmayan tarafa koyun.

### Radyoaktif bozunma: çekirdek fazla enerjisini atar

Peki radyoaktif madde ne yayar? Fazla enerjisi olan bir atom çekirdeği bu enerjiyi radyasyon yayarak bırakır; buna radyoaktivite ya da radyoaktif bozunma diyoruz. Alfa, iki proton ve iki nötrondan oluşur; alfa yayan çekirdeğin proton ve nötron sayısı ikişer azalır. Beta, elektrondur; nadiren artı yüklü pozitron olur. Gama yayan çekirdeğin ise yalnız enerjisi düşer, proton ve nötron sayısı değişmez. Nötron da yükü olmayan bir parçacıktır.

### Gama ve X-ışını aynı türde; çıktığı yer farklı

Son olarak sık karıştırılan bir ikili: gama ve X-ışını. İkisi de foton, ikisi de iyonlaştırıcı. Temel fark çıktıkları yerde: gama atom çekirdeğinden çıkar, X-ışını ise çekirdeğin dışındaki süreçlerden; örneğin çekirdeğin çevresindeki elektron katmanlarında bir boşluk doldurulurken. Gama çekirdek, X çekirdek dışı; bunu böyle aklınızda tutun. Enerji ve giricilik farklarını ilerideki bir derste ayrıca göreceğiz.

#### ⚠ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Radyoaktivite ve aktivite (AFAD KBRN, Radyasyon Nedir?; MEB MEGEP Radyasyon Ölçümü):** radyoaktif bozunma olasılıklara bağlı bir süreçtir; belirli sürede bozunma olasılığı hesaplanabilir ama ne zaman bozunacağı kesin belirlenemez. **Aktivite**, birim zamandaki bozunma sayısıdır (1 Bq = saniyede 1 bozunma). Başlangıçtaki aktivitenin (atom sayısının) yarıya inmesi için geçen süreye **yarı ömür** denir.
- **Beta (AFAD):** eksi yüklü elektrona negatron da denir; artı yüklü olana pozitron denir (yükleri −1 ve +1).

- **Gama (AFAD):** alfa ya da beta bozunmasından sonra enerji seviyesi hâlâ yüksek olan çekirdek, kararlı olmak için gama yayar. Gama, ortamda Compton saçılması, çift oluşumu ve fotoelektrik olay ile enerjisini bırakır.
- **X-ışını (EPA; AFAD):** X-ışını çekirdek dışındaki süreçlerden çıkar (EPA). AFAD'ın anlattığı karakteristik X-ışını, atomun elektron enerji seviyelerindeki bir düzensizlikte (çekirdeğe yakın seviyeden elektron koparılması ya da elektron yakalanması) boşluk başka elektronlarca doldurulurken ortaya çıkar.
- **Mevzuat bağlantısı:** İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hk. Yön. m.4/1-ğ, iş hijyeni tanımında **iyonlaştırıcı olmayan radyasyonu** gürültü, titreşim ve aydınlatma ile birlikte fiziksel etmen örneği olarak sayar. Radyasyon Güvenliği Yön. (RG 24/3/2000-23999) m.1: amaç **iyonlaştırıcı radyasyon** ışınlamalarına karşı kişilerin ve çevrenin radyasyon güvenliğini sağlamaktır; m.2: nükleer tesisler, nükleer yakıtlar ve nükleer maddelere ilişkin faaliyetler kapsam dışıdır; tanımlar maddesi (m.4) RG 17/12/2020-31337 ile mülgadır.
- **Sık yapılan hata:** İyonlaştırıcı olmayan radyasyonlar sayılırken (kızılötesi, görünür, mikrodalga, radyo) **UV unutulur**; ÇSGB EMA Rehberi tanımına göre UV de bu gruptadır.
- Nüfuz etme (giricilik) ve zırhlama, elektromanyetik spektrum sırası, doz birimleri ve sınırları ayrı derslerde işlenir.

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Radyasyon hangi iki biçimde yayılır?** | Elektromanyetik dalga (foton) ve parçacık olarak. |
| **İyonlaşma nedir?** | Atoma enerji aktarılarak atomdan elektron koparılması. |
| **Parçacık biçimindeki iyonlaştırıcı radyasyonlar hangileri?** | Alfa, beta ve nötron. |
| **Dalga biçimindeki iyonlaştırıcı radyasyonlar hangileri?** | Gama ışınları ve X-ışınları. |
| **Ultraviyole (UV) iyonlaştırıcı mıdır?** | Hayır. Işık, kızılötesi, mikrodalga ve radyo dalgası gibi iyonlaştırıcı değildir. |
| **Gama bozunmasında çekirdekte ne değişmez?** | Proton ve nötron sayısı; yalnız çekirdeğin enerjisi düşer. |
| **Gama ile X-ışınının farkı nedir?** | İkisi de foton; gama çekirdekten, X-ışını çekirdek dışından çıkar. |


**Kaynaklar**

- AFAD KBRN, 'Radyasyon Nedir?' sayfası, 1. paragraf
- AFAD KBRN, 'Radyasyon Nedir?', 3. paragraf; ABD EPA 'Radiation Basics': iyonlaştırıcı olma
- ÇSGB İSGGM, Elektromanyetik Alan Üreten Kaynaklar ile Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önle
- Radyasyondan Korunma Derneği
- MEB MEGEP 'Radyasyon Ölçümü' 1.1
- İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hk. Yön. m.4/1-ğ



Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/iyonlastirici-ve-iyonlastirici-olmayan-radyasyon**

DERS 08.15 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# IARC Grup 1, 2A, 2B, 3 Nedir? Elektromanyetik Spektrum Sıralaması

▶ İnteraktif ders + 4 soru

## Radyodan gamaya yedi bölge

Spektrumu en uzun dalgadan en kısaya sıralıyoruz: radyo, mikrodalga, kızılötesi, görünür ışık, morötesi, X ışını ve gama. Sırayı karıştırmamak için görünür ışığı ortaya koyun. Kırmızının ötesinde kalan bölge kızılötesi, morun ötesinde kalan bölge morötesi. Yani kızılötesi görünürün radyo tarafında, morötesi gama tarafında.

## Gamaya doğru dalga boyu kısalır, enerji artar

Radyodan gamaya doğru giderken üç şey olur: dalga boyu kısalır, frekans artar, foton enerjisi artar. Dikkat edilecek tuzak: dalga boyu ile frekansı aynı yöne götürmek. Unutmayın, ikisi ters yönde hareket eder.

## Enerji frekansla doğru orantılı

Enerjiyi frekansa bağlayan formül E eşittir h çarpı f. Buradaki h Planck sabiti, f frekans. Enerji frekansla doğru orantılı; frekans iki katına çıkarsa foton enerjisi de iki katına çıkar. Dalga boyu ise frekansla ters orantılı. Bu yüzden en yüksek enerji, en kısa dalga boyuna sahip gama ışınlarında.

## IARC bugün dört grup kullanıyor

Bugün dört grup var. Grup 1: insanda kanserojen. Grup 2A: muhtemelen kanserojen, İngilizcede probably. Grup 2B: olası kanserojen, İngilizcede possibly. Grup 3: kanserojenliği sınıflandırılamaz. 2A ile 2B'yi karıştırmayın; A daha güçlü kanıt demek.

## Grup 4 yok, Grup 3 güvenli demek değil

Eski notlarda Grup 4 görürseniz dikkat. 2006 tarihli Önsöz'de Grup 4 vardı ve “muhtemelen kanserojen değil” anlamına geliyordu. Ocak 2019'da güncellenen Önsöz'de ise bu grup yok; sınıflandırma bir, iki A, iki B ve üç olarak kaldı. İkinci tuzak: Grup 3 “kanserojen değil” demek değil. IARC açıkça yazıyor: Grup 3 kanserojen olmadığının ya da güvenliğin tespiti değildir; çoğu zaman araştırmada ciddi boşluk olduğunu gösterir.

## Spektrum IARC gruplarıyla buluşuyor

Spektrumla IARC'yi birleştirelim. X ve gama ışınları Grup 1; güneş ışınımı ve morötesi de Grup 1. Radyofrekans elektromanyetik alanlar 2011'de Grup 2B'ye alındı. Aşırı düşük frekanslı manyetik alanlar da 2001'de Grup 2B olarak değerlendirildi; bu değerlendirme Cilt 80'de 2002'de yayımlandı.

### ⚠ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **IARC tanımları (Preamble, Ocak 2019, Bölüm B.6(d)):** Grup 1 insanda yeterli kanıt olduğunda (ya da maruz kalan insanda kanserojenlerin temel özelliklerine dair güçlü kanıt + hayvanda yeterli kanıt); Grup 2A genellikle şu üç değerlendirmeden en az ikisi (en az biri insan/insan hücresi kaynaklı): insanda sınırlı kanıt, hayvanda yeterli kanıt, güçlü mekanistik kanıt; Grup 2B bunlardan yalnız biri; Grup 3 diğer gruplara girmeyenler.
- **Grup 3 notu:** Kanıtlar kanserojen etki olmadığını gösteriyorsa Çalışma Grubu değerlendirmeye “iyi çalışılmış ve kanserojen etkinliğe dair kanıt yok” cümlesi ekleyebilir; bu yine ayrı bir grup değildir.
- **Eski Grup 4:** 2006 Önsözü'nde “The agent is probably not carcinogenic to humans”.
- **Radyasyon, IARC Cilt 100D (2012):** X ve gama, güneş ve UV'nin yanında nötron ışınımı ile vücuda alınan alfa ve beta yayıcı radyonüklitler de Grup 1.

- **Radyofrekans EMA:** IARC basın bülteni No. 208 (31.05.2011; değerlendirme 2011), Cilt 102 (yayın 2013); gerekçe kablosuz telefon kullanımıyla ilişkili glioma riski artışı.
- **ELF:** Cilt 80 (yayın 2002; değerlendirme 2001), statik ve aşırı düşük frekanslı elektrik ve manyetik alanlar; ELF manyetik alanlar Grup 2B.
- **Türk mevzuatı bağlantısı:** Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hk. Yön. m.18/1: kanserojen/mutajen madde olarak yönetmelikte atıf yapılan sınıflandırma dikkate alınır; "Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü tarafından yayımlanmış olan listeler de dikkate alınabilir." m.2/3: yalnızca radyasyona maruziyet olan işlerde bu yönetmelik uygulanmaz; radyasyonla birlikte başka kanserojen maruziyeti varsa özel mevzuatla birlikte uygulanır.

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Spektrumda en uzun dalga boyu hangi bölgede?** | Radyo dalgalarında |
| **Foton enerjisi en yüksek bölge hangisi?** | Gama ışınları |
| **Görünür ışığın iki komşusu kimler?** | Kırmızı tarafta kızılötesi, mor tarafta morötesi |
| **E = h · f formülünde h nedir?** | Planck sabiti; enerji frekansla doğru orantılı |
| **IARC Grup 2A ile 2B farkı?** | 2A muhtemelen kanserojen, 2B olası kanserojen |
| **Grup 3 "kanserojen değil" mi demek?** | Hayır, sınıflandırılamaz demek; güvenli olduğu anlamına gelmez |
| **Bugün IARC'de Grup 4 var mı?** | Hayır. Ocak 2019 Önsözü'nde yalnız 1, 2A, 2B ve 3 var |
| **Radyofrekans elektromanyetik alanlar hangi grupta?** | Grup 2B (2011) |

**Kaynaklar**


- NASA Science, Tour of the Electromagnetic Spectrum
- NASA Science, Anatomy of an Electromagnetic Wave
- Wikipedia 'Electromagnetic spectrum', History bölümü
- Wikipedia 'Electromagnetic spectrum'
- IARC Monographs, 'Agents Classified by the IARC Monographs' sayfası
- IARC Preamble 2019, B.6


Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/iarc-kanserojen-gruplari-elektromanyetik-spektrum**

DERS 08.16 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# Radyasyon Doz Sınırları Kaç mSv? Radon Sınırı 400 ve 1000 Bq/m³

▶ İnteraktif ders + 4 soru

### Tüm vücut için tek sayı: etkin doz sınırı

Sievert birimini önceki derslerde görmüştük. Etkin doz, vücuttaki doku ve organların eşdeğer dozlarının doku ağırlık faktörleriyle çarpılıp toplanmasıyla bulunur; yani tüm vücut için tek sayıdır, ayrıntısını ilerideki bir derste göreceğiz. Radyasyon görevlisi, görevi gereği halk için belirlenen doz sınırlarının üzerinde ışınlanma olasılığı olan kişidir. Görevlide ardışık beş yılın ortalaması 20 milisievert, herhangi bir yılda ise en çok 50. Toplum üyesinde yılda 1 milisievert; özel durumlarda, beş yılın ortalaması 1'i geçmemek şartıyla bir yılda 5'e kadar çıkabilir. Bu, toplum için özel durum; görevlilerin Kurum izniyle özel ışınlanması ayrı bir hüküm, birazdan göreceğiz. 16–18 yaş arası stajyer ve öğrencide ise herhangi bir yılda 6 milisievert.

### Göz merceği, cilt, el ve ayak: yıllık eşdeğer doz

Bazı organların ayrı, yıllık eşdeğer doz sınırı var. Görevlide göz merceği 150, cilt ile el ve ayak 500 milisievert. Toplumda göz merceği 15, cilt 50. Stajyerde göz merceği 50, el, ayak ve deri 150. Dikkat edin, yönetmelik toplum için el ve ayağa ayrı bir sayı vermiyor; o yüzden tabloda çizgi var.

### Tıbbi ve doğal doz sınıra sayılmaz

Yıllık toplam doz, dış ışınlama ile iç ışınlamadan alınan dozların toplamıdır. Ama tıbbi ışınlamalar, yani sizin çektirdiğiniz röntgen, ve doğal radyasyon bu sınıra katılmaz. Bunun bir sonucu da şu: görevi gereği radyasyon kaynağıyla çalışmayan, ama işi yüzünden doğal radyasyona maruz kalan uçuş personeli ve maden ocağı çalışanları radyasyon görevlisi sayılmaz. Yine de uçuş personeli ile uranyum ve toryum içeren cevherlerin çıkarıldığı, işlendiği işlerde çalışanlar için etkin kontrol tedbirleri alınması esastır.

### Görevliye Kurum izniyle özel ışınlanma: 50 – 20 – 100

Kurum dediğimiz, Nükleer Düzenleme Kurumu. Başka yöntemin olmadığı özel durumlarda, Kurum'un izniyle radyasyon görevlisinin yıllık sınırın üstünde ışınlanması planlanabilir. Burada üç sayı var: bir yılda 50, birbirini takip eden on yılda ortalama yıllık 20, toplamda 100 milisievert. Yıllık etkin dozun beş katından fazlasını almış görevliler ve çocuk doğurma çağındaki görevliler bu işlere verilemez.

### Radon: evde 400, işyerinde 1000 Bq/m³

Radon için izin verilen yıllık ortalama konsantrasyon evlerde 400, işyerlerinde 1000 becquerel bölü metreküp. Yer altı maden ocaklarında radon ölçümü yaptırılır; 1000'i aşarsa havalandırma sistemi kurulup etkin çalıştırılır.

### AB değerleri farklı: sınavda Türk yönetmeliği esas

İnternette farklı sayılar göreceksiniz. Avrupa Birliğinin 2013 tarihli direktifinde görevlinin göz merceği sınırı yılda 20 milisievert; radon içinse bir sınır değil, en çok 300 olması istenen bir referans düzeyi var. Ama bizim sınavımız Türk mevzuatını, yani Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğini sorar; kısaltması RGY. Soru bu yönetmeliğe göre diyorsa: göz merceği 150, radon evde 400, işyerinde 1000.

⚠ **Sınavda sorulabilecek ayrıntılar**

- **Dayanak:** Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği (RG 24.03.2000/23999; son değişiklik RG 28.10.2023/32353). Yönetmeliği Nükleer Düzenleme Kurumu Başkanı yürütür (m.79); metindeki "Kurum" Nükleer Düzenleme

Kurumudur (Radyasyon Tesislerine ve Radyasyon Uygulamalarına İlişkin Yetkilendirmeler Yön., RG 28.10.2023/32353, m.4/1-e).

- **Radyasyon görevlisi:** RGY'nin tanımlar maddesi (m.4) 17.12.2020'de yürürlükten kalktı. Güncel tanım 2023 Yetkilendirmeler Yön. m.4/1-j'de "radyasyonla çalışan" adıyla: görevi gereği halk için belirlenen doz sınırlarının üzerinde ışınlanma olasılığı olan gerçek kişi. NDK de radyasyonla çalışanı "radyasyon görevlisi" diye anar.
- **Etkin doz:** RGY'nin ilk metnindeki tanıma göre (m.4/b, RG 24.03.2000/23999; 2020'de mülga) ışınlanan bütün doku ve organlar için hesaplanan eşdeğer dozun doku ağırlık faktörleriyle çarpılmasıyla elde edilen dozların toplamı; birimi sievert.
- **Doz sınırlamasının üç ilkesi (m.7):** gereklilik, optimizasyon, doz sınırlaması. Tıbbi ışınlamalar hariç eşdeğer ve etkin doz m.10'daki yıllık sınırları aşamaz.
- **Cilt dozu (m.10/a):** en yüksek doza maruz kalan 1 $cm^2$'lik alanın eşdeğer dozu ortalama cilt eşdeğer dozu kabul edilir.
- **Toplum için el/ayak:** m.10/b yalnız etkin doz, cilt (50 mSv) ve göz merceği (15 mSv) sınırı verir; el ve ayak için ayrı değer yoktur.
- **Eski metin (dikkat):** 2000 tarihli ilk metinde toplum için herhangi bir yılda 5 mSv (5 yıl ortalaması 1 mSv) ve el, ayak veya deri 50 mSv vardı; 29.09.2004 değişikliğiyle (RG 25598) m.10/b bugünkü hâline geldi (yılda 1 mSv; özel durumda 5 yıl ortalaması 1 mSv olmak üzere yılda 5 mSv; el/ayak için ayrı değer yok). Eski kaynaklarda bu ifadeye rastlanabilir.
- **İki ayrı "özel durum":** m.10/b'deki toplum için özel durum (5 yıl ortalaması 1 mSv olmak üzere yılda 5 mSv) ile m.11'deki görevlinin Kurum izniyle özel durum ışınlanması (50 – 20 – 100) farklı hükümlerdir.

### Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Radyasyon görevlisinin etkin doz sınırı nedir?** | Ardışık 5 yılın ortalaması 20 mSv; herhangi bir yılda en çok 50 mSv |
| **Toplum üyesinin yıllık etkin doz sınırı kaç mSv?** | 1 mSv; özel durumda 5 yıl ortalaması 1 olmak üzere yılda 5 mSv'e kadar |
| **16–18 yaş stajyer ve öğrencinin yıllık etkin doz sınırı?** | 6 mSv; el, ayak, deri 150 mSv; göz merceği 50 mSv |
| **Görevlide göz merceği ve cilt için yıllık sınır?** | Göz merceği 150 mSv; el, ayak veya cilt 500 mSv |
| **Toplum üyesinde göz merceği ve cilt için yıllık sınır?** | Göz merceği 15 mSv; cilt 50 mSv |
| **Görevlinin Kurum izniyle özel durum ışınlanmasında üç sınır?** | Bir yılda 50 mSv; 10 yılda ortalama yıllık 20 mSv; toplamda 100 mSv |
| **Radon için yıllık ortalama sınırlar?** | Evlerde 400 $Bq/m^3$, işyerlerinde 1000 $Bq/m^3$ |
| **Hangi dozlar yıllık doz sınırına dahil edilmez?** | Tıbbi ışınlamalar ve doğal radyasyon nedeniyle alınan dozlar |

**Kaynaklar**


- Radyasyon Güvenliği Yön. m.10/a
- 2013/59/Euratom Direktifi m.9/3
- 2013/59/Euratom Direktifi m.54/1, m.74/1
- RGY güncel metni m.10/a, m.37
- Radyasyon Güvenliği Yön. ilk metni m.4/b
- Radyasyon Tesislerine ve Radyasyon Uygulamalarına İlişkin Yetkilendirmeler Yön.

Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/radyasyon-doz-sinirlari-radon**

DERS 08.17 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# Alfa, Beta, Gama ve Nötron Neyle Durdurulur? Radyasyon Giriciliği

▶ İnteraktif ders + 4 soru

### Kâğıttan betona: her radyasyonun engeli farklı

Giricilik, radyasyonun maddenin içine ne kadar ilerleyebildiği demek. Tabloya bakın. Alfa en zayıf halka: bir kâğıt yaprağı, hatta deriniz onu durdurur. Beta biraz daha ileri gider; bir kat giysi ya da ince bir alüminyum levha yeter. Gama ve X ışınları çok daha giricidir; kurşun ya da kalın beton gibi yoğun malzeme gerekir. Gamada bu, santimlerce kurşun demektir. X ışınları ise genellikle daha düşük enerjilidir, bu yüzden gamadan daha az giricidir. Nötron için su ya da kalın beton kullanılır. Eşleştirme sorusu gelirse cevap bu dört satırda: kâğıt, alüminyum, kurşun, su ve beton.

### Az girmesi zararsız olduğu anlamına gelmez

Şimdi kritik bir ayrıntı: az girmek, zararsız olmak demek değil. Alfa dışarıdan derinin dış katını bile geçemez; ama solunur, yutulur ya da bir yaradan girerse enerjisini birkaç hücrede bırakır ve ağır hasar yapar. Bu yüzden vücudun içinde en zararlısı alfadır. Beta deriyi geçip yanık yapabilir, ama o da en çok içe alındığında tehlikelidir. Gama ise vücudu boydan boya geçebilir; bütün vücut için tehlikedir.

### Radyasyon şeması: iki dal, üç kutu

Daha önceki derslerde iyonlaştırıcı radyasyonun atomdan elektron koparabilen radyasyon olduğunu görmüştük. Şemayı iki dala ayırın. İyonlaştırıcı dalda iki kutu var: parçacık tipi, yani alfa, beta, hızlı elektronlar ve dolaylı iyonlaştırıcı olarak nötron; bir de dalga tipi, yani X ve gama ışınları. İyonlaştırıcı olmayan dalda tek kutu var ve hepsi dalga: radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi, görünür ışık ve morötesi. Parçacık kutusu yalnızca iyonlaştırıcı dalda.

### Dört türün kimliği: kütle ve yük

Girici olup olmamaları kimliklerinden geliyor. Alfa iki proton ve iki nötrondan oluşur; yani bir helyum çekirdeğidir, pozitif yüklü ve ağırdır, bu yüzden enerjisini kısa mesafede tüketir. Beta, çekirdekten fırlayan hızlı bir elektrondur ve negatif yüklüdür. Nötronun kütlesi var ama yükü yok. Gama ve X ise ne kütlesi ne yükü olan fotonlardır.

### Nötron neden dolaylı iyonlaştırıcıdır?

Şemadaki 'dolaylı' kelimesinin anlamı şu: yüklü parçacıklar, yani alfa, beta ve hızlı elektron, atomun elektronlarıyla doğrudan etkileşip iyonlaştırır. Yüksüz nötron ise önce ortamda yüklü bir parçacık serbest bırakır; iyonlaştırmayı o ikincil parçacık yapar. İki adımlı, dolaylı bir etki. Bir not: fizik kaynaklarında X ve gama fotonları da yüksüz oldukları için dolaylı iyonlaştırıcı sayılır. Ama soru 'parçacık tipi' ya da 'dolaylı iyonlaştırıcı parçacık' diyorsa cevap nötrondur. Nötronun bir özelliği daha var: çarptığı maddeyi radyoaktif hâle getirebilir.

### Korunmanın üç ilkesi: zaman, mesafe, zırhlama

Son olarak, girici radyasyondan nasıl korunuruz? Üç ilke var: zaman, mesafe, zırhlama. Zaman: radyasyon düzeyi yüksek alanda geçen süreyi kısaltın; süre kısaldıkça doz azalır. Mesafe: kaynaktan uzaklaşın. Gama ve X ışınlarında şiddet, uzaklığın karesiyle ters orantılıdır; buna ters kare kanunu denir. Yani kaynağa uzaklığınızı 2 katına çıkarırsanız doz hızı 4'te 1'ine iner. Zırhlama: kaynakla çalışan arasına uygun bir engel koyun. Engelin cinsi radyasyon türüne göre seçilir: kurşun, beton ya da özel plastik.

### ⚠️ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **X ile gama (EPA, OSHA):** ikisi de aynı temel özellikte fotondur; gama çekirdeğin içinden, X ışını çekirdek dışındaki süreçlerden çıkar. X genellikle daha düşük enerjili ve gamadan daha az giricidir; doğal yolla ya da elektrikle çalışan makinelerle üretilebilir.
- **Beta zırhında kurşun kullanılmamalı (OSHA):** beta bazı plastikler, alüminyum ya da bir tahta blokla durdurulur; kurşun gibi yüksek atom numaralı zırh X ışını açığa çıkarabileceği için beta zırhında kullanılmamalıdır.
- **Nötron zırhında hidrojen (OSHA):** hidrojen içeren malzemeler (beton ya da su) nötron zırhında en iyisidir.
- **Morötesi notu (ANS, OSHA):** sınav şeması morötesini iyonlaştırıcı olmayan dalda gösterir (OSHA da UV'yi iyonlaştırıcı olmayanlar arasında sayar); ANS ise yüksek düzeyli morötesini iyonlaştırıcı kaynak örnekleri arasında anar. Şıkta tartışmasız örnek arıyorsanız radyo, mikrodalga ya da görünür ışığı düşünün.
- **Beta'nın iki türü (OSHA):** $\beta^-$ çekirdekten çıkan negatif yüklü elektron; $\beta^+$ (pozitron) pozitif yüklü, hızlı hareket eden elektron. Pozitron yayan F-18, PET taramasında kullanılır.
- **Alfa kaynakları (EPA, OSHA):** uranyum, radyum, polonyum gibi ağır elementlerin bozunması; radon-222 de alfa yayan bir bozunma ürünüdür.
- **Beta kaynakları (EPA, OSHA):** trityum (H-3), karbon-14, stronsiyum-90, fosfor-32.
- **Gama kaynakları (OSHA):** I-131, Cs-137, Co-60, Ir-192, Tc-99m; gama çoğu kez alfa ya da beta ile birlikte salınır.

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Alfa parçacığını ne durdurur?** | Bir kâğıt yaprağı ya da deri; havada da kısa mesafede enerjisini tüketir. |
| **Beta parçacığını ne durdurur?** | İnce bir alüminyum levha ya da bir kat giysi. |
| **Gama ve X ışınlarına karşı hangi zırh kullanılır?** | Kurşun ya da beton gibi yoğun malzeme; gamada santimlerce kurşun gerekebilir. |
| **Nötronlar neyle zırhlanır?** | Su ya da kalın beton. |
| **Alfa parçacığı neyden oluşur, yükü nedir?** | 2 proton + 2 nötron, yani helyum çekirdeği; pozitif yüklü. |
| **Doğrudan ve dolaylı iyonlaştırıcı ayrımı neye göre yapılır?** | Yüke göre: yüklü parçacıklar doğrudan; yüksüz nötron ve fotonlar dolaylı. |
| **Gama kaynağına uzaklık 2 katına çıkarsa doz hızı ne olur?** | 4'te 1'ine iner: ters kare kanunu. |
| **Şemada iyonlaştırıcı olmayan dalgalar hangileri?** | Radyo, mikrodalga, kızılötesi, görünür ışık, morötesi. |


**Kaynaklar**

- ANS 'Radiation': 'They can be stopped by a piece of paper, your skin, or even just a few i
- EPA Radiation Basics, 'Alpha particles': 'Alpha particles lack the energy to penetrate eve
- OSHA Ionizing Radiation Background, 'Gamma rays
- OSHA Ionizing Radiation Control and Prevention, 'Time, Distance, and Shielding': 'Minimize
- OSHA Non-Ionizing Radiation sayfası
- IAEA, Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students

Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/alfa-beta-gama-notron-neyle-durdurulur**

DERS 08.18 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# Kerma, Eşdeğer Doz ve Etkin Doz Nedir? Radyasyon Doz Büyüklükleri

▶ İnteraktif ders + 4 soru

### Kaynak ne kadar aktif, madde ne kadar enerji alıyor?

Zincirin başında kaynak var. Aktivite, kaynakta birim zamanda kaç çekirdek dönüşümü, yani bozunma olduğunu anlatır; birimi becquerel. Aktivite kaynağın özelliğidir, vücudun aldığı dozu söylemez. Sonra radyasyon maddeyle karşılaşır. Kerma, yüksüz radyasyonun maddede serbest bıraktığı yüklü parçacıkların ilk kinetik enerjilerinin kütleye oranıdır. Soğurulmuş doz ise radyasyonun maddeye gerçekten aktardığı ortalama enerjinin kütleye oranı. İkisinin de birimi gray, yani joule bölü kilogram.

### Eşdeğer doz: radyasyon türü hesaba katılır

Aynı soğurulmuş doz, radyasyonun türüne göre farklı biyolojik etki yapar. Bunu hesaba katmak için soğurulmuş dozu radyasyon ağırlık faktörüyle, kısaca w R ile çarpıyoruz; sonuç eşdeğer doz ve birimi sievert. Foton, yani X ve gama ışını için bu çarpan 1, elektron yani beta için 1, alfa parçacığı için 20. Yani aynı soğurulmuş dozda alfanın eşdeğer dozu 20 kat büyük çıkar.

### Etkin doz: organın duyarlılığı da hesaba katılır

Bir adım daha: organlar radyasyona aynı ölçüde duyarlı değil. Etkin dozda her doku ya da organın eşdeğer dozu, doku ağırlık faktörüyle, w T ile çarpılıyor ve ışınlanan tüm doku ve organlar için toplanıyor. Birim yine sievert. Kısa kural: ağırlık faktörü girmeden birim gray, ağırlık faktörü girince sievert.

### Radon neden Bq/m³ ile ölçülür?

Bu derste birimine bakıyoruz. Becquerel bölü metreküp, bir metreküp havadaki aktivite demek. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansının sözlüğü, hacim başına aktiviteye aktivite konsantrasyonu diyor. Yani radon sınırı bir doz değil; birimi ne gray ne sievert, becquerel temelli. Metreküp havada saniyede kaç çekirdek dönüşümü olduğunu söylüyor. Sınavda radon sınırının birimi sorulursa cevap becquerel bölü metreküp.

### Hangi radyasyon işareti nerede kullanılır?

Şimdi işaretler. Önce bir kavram: denetimli alan, radyasyon görevlilerinin giriş ve çıkışının özel denetime bağlı olduğu ve ardışık beş yılın ortalama yıllık doz sınırının onda üçünden fazlasını alabilecekleri alandır; Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinin 15. maddesi. Bu alanların girişinde ve içinde temel radyasyon simgeleri bulunur. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı, geleneksel uluslararası radyasyon simgesini üç yapraklı yonca, İngilizcesiyle trefoil diye anıyor. Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliğindeki uyarı işaretleri arasında “radyoaktif madde” var: üçgen, sarı zemin, siyah piktogram, siyah çerçeve. “İyonlaştırıcı olmayan radyasyon” için ise ayrı bir uyarı işareti var; ikisini karıştırmayın. Taşımada radyoaktif madde, tehlikeli maddeler içinde sınıf 7'dir; bu numara levhada ve taşıma belgesinde yer alır.

### 2007'de eklenen işaret: tehlike, uzak dur

Son olarak 2007'de gelen ek işaret. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı ve ISO, 15 Şubat 2007'de ISO 21482 numaralı yeni bir iyonlaştırıcı radyasyon uyarı işareti duyurdu. Üzerinde ışınım saçan simge, kafatası ve çapraz kemikler ve koşarak uzaklaşan bir insan var; mesajı açık: tehlike, uzak dur. Ölüm ya da ciddi yaralanmaya yol açabilen kategori 1, 2 ve 3 kaynaklar için. Kaynağı barındıran cihazın üzerine konur; normal kullanımda görünmez, biri cihazı sökmeye kalkınca görünür. Bina kapılarına ve taşıma paketlerine konmaz. Üç yapraklı yoncanın yerini almaz, onu tamamlar.

## 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **Aktivite kaynağın mı, alınan dozun mu ölçüsüdür?** | Kaynağın: birim zamandaki çekirdek dönüşümü (Bq); alınan dozu göstermez. |
| **Kerma neyi anlatır?** | Yüksüz radyasyonun saldığı yüklü parçacıkların ilk kinetik enerjileri ÷ kütle; Gy. |
| **Soğurulmuş dozu eşdeğer doza çeviren çarpan?** | Radyasyon ağırlık faktörü (wR): foton ve elektron 1, alfa 20. |
| **Eşdeğer dozdan etkin doza nasıl geçilir?** | Doku ağırlık faktörüyle (wT) çarpılır, tüm organlar toplanır; birim Sv. |
| **Radon sınırındaki Bq/m³ neyi anlatır?** | Bir metreküp havadaki aktiviteyi (aktivite konsantrasyonu); doz değildir. |
| **İşyerindeki radyoaktif madde uyarı işaretinin görünümü?** | Üçgen; sarı zemin, siyah piktogram, siyah çerçeve. |
| **Taşımada radyoaktif madde hangi tehlikeli madde sınıfında?** | Sınıf 7. |
| **ISO 21482 ek uyarı işareti nereye konur?** | Kaynağı barındıran cihaza; normal kullanımda görünmez, cihaz sökülünce görünür. |

**Kaynaklar**


- IAEA Safety Glossary 2018 Edition
- MEB MEGEP
- Radyasyon Güvenliği Yön. m.7/c, m.8
- Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yön.
- IAEA SSR-6 (2018), m.529 ve Tablo 8
- IAEA haber metni


Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/kerma-esdeger-doz-etkin-doz-nedir**

DERS 08.19 · FIZIKSEL ETMENLER VE İŞ HIJYENI

# Elektromanyetik Alan ve Optik Radyasyon Yönetmeliği Var mı?

▶ İnteraktif ders + 4 soru

## Dört fiziksel etmen, yalnız ikisinin yönetmeliği var

Dört fiziksel etmeni AB direktifleriyle yan yana koyalım. Gürültüde 2003/10 sayılı direktife paralel yönetmeliğimiz var. Titreşimde 2002/44'e paralel yönetmeliğimiz var. Ama elektromanyetik alanlar için 2013/35/AB, yapay optik radyasyon için 2006/25/AT direktifinin karşılığı olan ayrı bir ÇSGB yönetmeliği yok. 1 Eylül 2026 itibarıyla da durum bu.

## Yönetmelik yok, iki ÇSGB rehberi yol gösteriyor

Bu boşlukta ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğünün iki rehberi yol gösteriyor: 2019'da yapay optik radyasyon rehberi, 2020'de elektromanyetik alan rehberi. İkisi de Avrupa Komisyonunun bağlayıcı olmayan uygulama rehberleri esas alınarak hazırlandı ve iki rehber de açıkça söylüyor: mevzuat hükümleri yerine geçmez. Bağlayıcı bir iz arıyorsanız Gebe veya Emziren Kadınların Çalıştırılma Şartları Yönetmeliğinin Ek-I'ine bakın: iyonize olmayan radyasyon kaynaklarından etkilenmeyi önleyecek tedbirler alınır.

## 300 GHz'e kadar alanlar: doğrudan ve dolaylı etki

Elektromanyetik alan rehberi, direktifteki tanımı kullanıyor: 300 gigahertze kadar statik ve zamanla değişen alanlar. Etkiler ikiye ayrılıyor. Doğrudan etkiler alanın vücutla etkileşiminden doğar: dokuların ısınması termal, sinir, kas ve duyu organlarının uyarılması termal olmayan etkidir. Dolaylı etkiyi ise alandaki bir nesne yaratır: kalp piliyle etkileşim ya da ferromanyetik bir cismin mıknatısa doğru fırlaması gibi. Uzun dönem etkiler ise kesin kanıt olmadığı için direktifin kapsamı dışında.

## Sağlık etkili sınır değer asla aşılmaz

İki kavramı karıştırmayın. Maruziyet sınır değeri, yani MSD, çoğu durumda vücut içindeki bir büyüklüktür; bu yüzden doğrudan ölçülemez. Sağlık etkili MSD hiçbir koşulda aşılmaz; duyu etkili MSD ise çalışan yeterince bilgilendirilip tedbir alınırsa geçici süre aşılabilir. Eylem değeri ise ölçülebilen dış alan büyüklüğüdür: eylem değeri aşılmıyorsa sınır değer de aşılmamış sayılır.

## Optik radyasyon: 100 nm – 1 mm

Optik radyasyon, 100 nanometre ile 1 milimetre arasındaki dalga boylarıdır: ultraviyole, görünür ışık ve kızılötesi. Ultraviyole 100 ile 400 nanometre arasında. Yapay dediğimiz, insan yapımı bir kaynaktan çıkan radyasyon: kaynak arkı, şaloma, ofis aydınlatması. Lazer ise eş fazlı, yani koherent ışın üreten cihazdır.

## Yedi lazer sınıfı: 3B ve 4 için özel önlem

Lazerler yedi sınıfa ayrılır: 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B ve 4. Sınıf büyüdükçe zarar potansiyeli artar. Sınıf 1, lazer yazıcı gibi, normal kullanımda güvenli. Sınıf 2'de, barkod tarayıcı gibi, göz kırpma refleksi koruma sağlıyor. 1M, 2M ve 3R için de olası maruziyetleri belirlemek üzere risk değerlendirmesi yapılmalı. 3B ve 4 ise risk değerlendirmesi yapılmadan kullanılmamalı.

### ⚠ Sınavda sorulabilecek ayrıntılar

- **Durum:** mevzuat.gov.tr tam metin ve başlık aramasına (27.09.2026) ve 01.07–01.09.2026 Resmî Gazete fihristlerine göre EMA veya optik radyasyonu düzenleyen, 6331'e dayanan bir ÇSGB yönetmeliği yok. ÇSGB EMA rehberi (2020) 2013/35/AB'nin "ülkemiz mevzuatına henüz aktarılmamış" olduğunu açıkça yazıyor.

- **EMA rehberi, risk altındaki çalışanlar (Tablo 1.1):** vücuda yerleşik aktif tıbbi cihazı olanlar (kalp pili, koklear implant), metal içeren pasif implantı olanlar (yapay eklem, pim, stent), vücuda bağlı tıbbi cihazı olanlar (harici infüzyon pompası) ve gebe çalışanlar.
- **EMA Direktifi kapsam dışı:** uzun dönem etkiler ve aktif bir iletkenle temas. Statik manyetik alan, Direktif amaçları bakımından 0–1 Hz frekanslı alan olarak tanımlanır. MSD ve eylem değerleri ICNIRP ilkelerine dayanır.
- **Optik rehber, koherent olmayan kaynaklar (TS EN 62471):** Muaf Grup, Risk Grubu 1 (düşük), Risk Grubu 2 (orta), Risk Grubu 3 (yüksek).
- **Optik rehber 4.1.1:** Sınıf 1M, 2M ve 3R için de olası maruziyetleri belirlemek üzere risk değerlendirmesi yapılmalı; Sınıf 1 için ileri değerlendirme gerekmez.
- **Optik rehber, lazer:** Sınıf 3B ve 4'ün kullanıldığı yerlerde "lazer güvenlik sorumlusu" gibi yetkili kişi görevlendirilmeli; 3B, 4 ve Risk Grubu 3 kaynaklarla çalışanlara eğitim her zaman gerekli, Sınıf 2 lazer işaretçisi için gerekli değil.
- **Diğer bağlayıcı izler:** Ekranlı Araçlarla Çalışmalar Yön. Ek-1, 2. Çalışma ortamı (e): görünür ışık dışındaki tüm radyasyonların sağlığa zarar vermeyecek düzeyde olması için önlem alınır. İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Yön. m.4 (ğ): iyonlaştırıcı olmayan radyasyon fiziksel etmen olarak sayılır.
- **Gebe Yön. Ek-I özel önlemler (a):** iyonize radyasyonda gebe veya emziren çalışan çalıştırılmaz; iyonize olmayan radyasyonda yalnız etkilenmeyi önleyecek tedbir istenir.

### 🔁 Hızlı tekrar: kendini yokla

| | |
|---|---|
| **EMA ve optik radyasyon için ayrı ÇSGB yönetmeliği var mı?** | Hayır. Ayrı yönetmelik yok; ÇSGB rehberleri yol gösterir, bağlayıcı değildir. |
| **ÇSGB rehberleri bağlayıcı mı?** | Hayır. Mevzuat hükümleri yerine geçmez, yol gösterir. |
| **EMA Direktifi hangi frekansları kapsar?** | 300 GHz'e kadar statik ve zamanla değişen alanları. |
| **Kalp piliyle etkileşim hangi tür etkidir?** | Dolaylı etki: alandaki bir nesne ya da cihaz yüzünden oluşur. |
| **Hangi maruziyet sınır değeri hiçbir koşulda aşılmaz?** | Sağlık etkili MSD. Duyu etkili MSD koşullu olarak geçici aşılabilir. |
| **Ultraviyolenin dalga boyu aralığı nedir?** | 100–400 nm. Optik radyasyonun tamamı 100 nm – 1 mm. |
| **Kaç lazer güvenlik sınıfı vardır?** | Yedi: 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B, 4. |
| **Gebe çalışan ve iyonize olmayan radyasyon?** | Etkilenmesini önleyecek tedbirler alınır (Gebe Yön. Ek-I). |

**Kaynaklar**


- Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yön. m.3
- Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yön. m.3/1-b
- ÇSGB İSGGM, Elektromanyetik Alan Üreten Kaynaklar ile Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önle
- mevzuat.gov.tr tam metin kelime araması, 27.09.2026 [POST https://www.mevzuat.gov.tr/Anasa
- İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmas
- ÇSGB İSGGM, Yapay Optik Radyasyon Kaynaklarıyla Yapılan Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Ön

Okudun, şimdi dene: bu dersin slaytlı anlatımı ve 4 soruluk testi → **isgakademim.com.tr/dersler/elektromanyetik-alan-optik-radyasyon-yonetmeligi**

# Notları bitirdin. Şimdi soru zamanı.

Okumak bilgiyi tanıtır, soru çözmek kalıcı yapar. İSG Akademi uygulamasında konu konu testler, yıl yıl çıkmış sorular ve zayıf konunu gösteren analiz ücretsiz.

Bu notların videolu anlatımları YouTube'da: her bilgi önce soruyla gelir, sonra çizimle oturur.

📲 **Uygulamayı indir**

▶ **Ücretsiz ders videoları**

📘 **Tüm ders notları**