Bu kitaba sığmayan daha neler var!

2023 Eğitim Vizyonu

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!





BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN: 978-975-11-5724-9

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

TEMEL İTFAİYECİLİK 9

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

İTFAİYECİLİK VE YANGIN GÜVENLİĞİ ALANI

TEMEL İTFAİYECİLİK 9

DERS KİTABI



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

İTFAİYECİLİK VE YANGIN GÜVENLİĞİ ALANI

TEMEL İTFAİYECİLİK 9

Ders Kitabı

Yazarlar

BAHAR ALTINTAŞ
HALİL AÇIK
OĞUZHAN KURT

DEVLET KİTAPLARI

MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....: 7587
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ.....: 1627

Her hakkı saklıdır ve Milli Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın, metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayınlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı
Ali BALCI

Görsel Tasarım Uzmanı
Ebru ŞANLI İÇİL

ISBN: 978-975-11-5724-9

Milli Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce öğretim materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

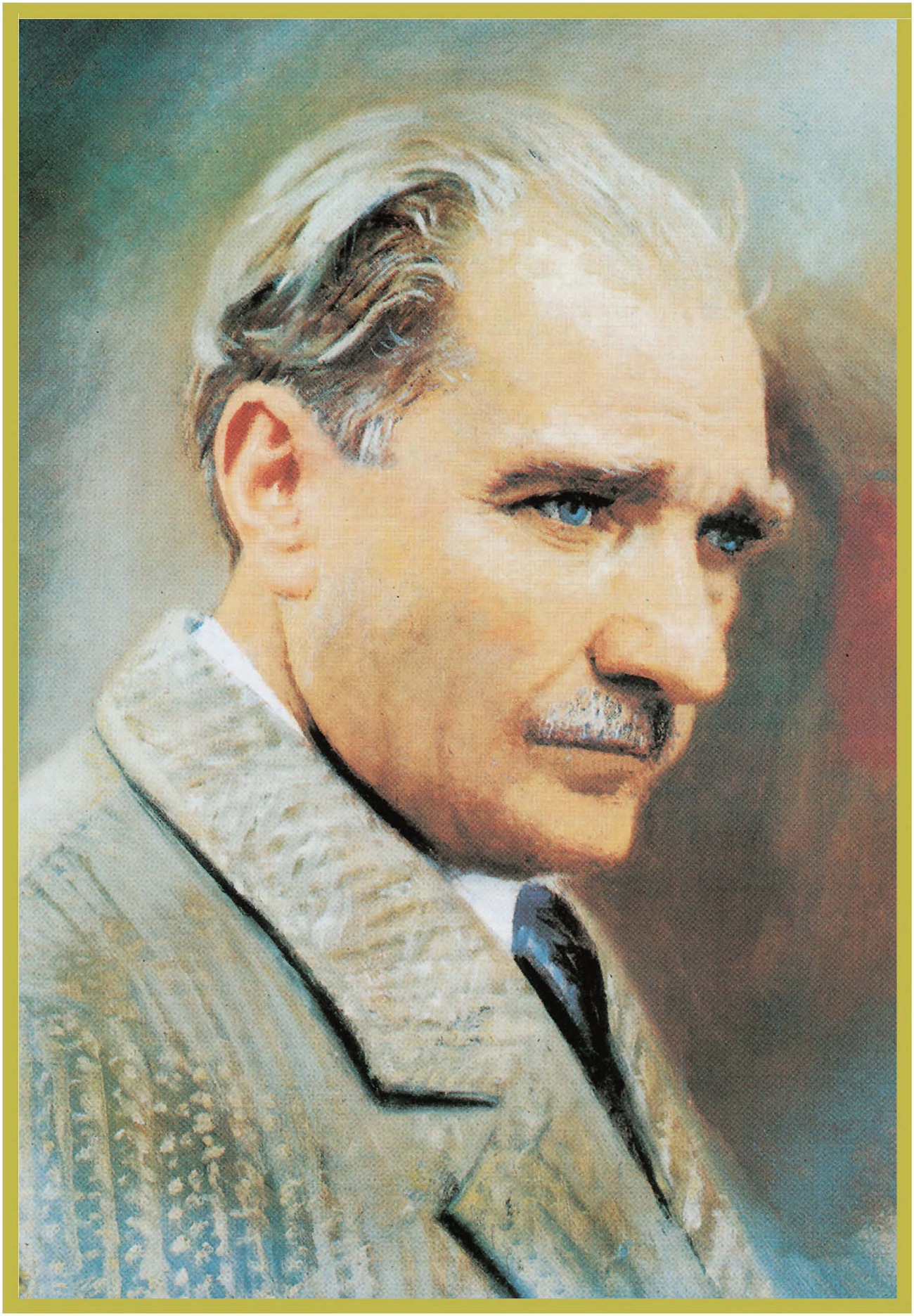
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

Kitabın Tanıtımı **12**
1. ELEKTRİK TEMEL İŞLEMLERİ **14**
1.1. STATİK ELEKTRİĞİN İSTENMEYEN ETKİLERİNE KARŞI TEDBİRLER 16
1.1.1. Elektrik Nedir 16
1.1.2. Elektrik Enerjisi Kaynakları Nelerdir 16
1.1.3. Statik Elektrik 19
1.1.4. Şimşek ve Yıldırımın Oluşumu 20
1.1.5. Statik Elektriğin Faydaları ve Zararları 21
1.1.6. Statik Elektriğin Sakıncalarına Karşı Alınabilecek Tedbirler 23
1.2. ELEKTRİK AKIMININ ETKİLERİNE KARŞI OLUŞABİLECEK ZARARLARI ÖNLEMEYE YÖNELİK TEDBİRLER 24
1.2.1. Elektrik Akımı, Çeşitleri ve Etkileri 24
1.2.2. Endüstrideki Kullanım Alanları 27
1.2.3. Elektrik Akımının Öngörülemeyen Zararlı Etkilerine Karşı Alınacak Tedbirler 28
ÖLÇME DEĞERLENDİRME 29

2. YANGIN TEMEL İŞLEMLERİ **32**
2.1. YANMA NEDİR 34
2.1.1. Yanmanın Koşulları 34
2.1.2. Yanmanın Bileşenleri 34
2.1.3. Oksijen 36
2.1.4. Isı 37
2.1.5. Yanmanın Çeşitleri 38
2.1.6. Yangın ve Yangın Sınıfları 39
2.1.7. Yanmanın Ürünleri ve Yangının Çıkış Sebepleri 42
2.1.8. Yangının Çıkış Sebepleri 45
2.2. KATILARIN ÖZELLİKLERİ 46
2.2.1. Kristal Katılar ile Amorf Katılar Arasındaki Fark 50
2.2.2. Katıların Erime Noktası 50
2.2.3. Katıların Yoğunluğu 52
2.2.4. Sıvılar 55
2.2.5. Sıvı Maddelerin Özellikleri 56
2.2.6. Sıvıların Yoğunluğu 57
2.2.7. Sıvıların Vizkozitesi 58
2.2.8. Gazların Genel Özellikleri 59
2.2.9. Açık Hava Basıncının Ölçülmesi 60
2.2.10. Manometre 62
2.2.11. Katı Yanıcıların Sınıflanması 64
2.2.12. Sıvı Yanıcıların Sınıflandırılması 65
2.2.13. Gaz Yanıcıların Sınıflandırılması 66
2.3. SÖNDÜRME VE SÖNDÜRME MADDELERİ 68
2.3.1. Su 68
2.3.2. Köpük 69
2.3.3. Köpük Konsantre Çeşitleri 71
2.3.4. Karbondioksit (CO_2) 72
2.3.5. Kuru Kimyevi Tozlar (ABC, BC ve D tozları) 74
2.3.6. Halon ve Halon Alternatifi Söndürücüler 78
2.3.7. Söndürücü Maddelerin Söndürme Prensipleri 79

2.3.8. Sınıfına Göre Yangına Müdahale Yöntemleri Sıralanır 79
2.3.9. Su ile Müdahalede Dikkat Edilmesi Gerekenler 82
2.3.10. Köpük ile Müdahalede Dikkat Edilecek Unsurlar 82
2.3.11. Karbondioksit Gazı ile Müdahalede Dikkat Edilecek Unsurlar 83
2.3.12. Kuru Kimyevi Toz ile Müdahalede Dikkat Edilecek Unsurlar 83
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-1 85
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-2 88
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-3 91

3.ISI TRANSFERİ 94
3.1. METALLERİN ISI İLE GENLEŞMESİ 96
3.1.1. Sıcaklık ve Isı Kavramları 96
3.1.2. Genleşme 97
3.1.3. Çeşitli Metallerin Farklı Genleşme Durumları 97
3.2. REAKSİYON ISISININ ÖLÇÜM VE DENEY YÖNTEMLERİ 97
3.2.1. Reaksiyon Isısı ve İlgili Kanunlar 97
3.2.2. Reaksiyon Isısının Ölçülmesi ve Ölçme Aletleri 99
3.2.3. Reaksiyon Isısının Yangın ile İlişkisi ve Riskler 99
3.3. KONDÜKSİYON İLE ISININ İLETİMİ 100
3.3.1. Isının İletimi ve İlgili Kanunlar 100
3.3.2. Isı İletimi ile Oluşabilecek Riskler 101
3.3.3. Isı İletiminde Oluşabilecek Risklere Karşı Alınacak Önlemler 102
3.4. KONVEKSİYON VE RADYASYON YÖNTEMLERİ İLE ISI TRANSFERİ 102
3.4.1. Konveksiyon (Taşıma) Yoluyla Isı Transferi 102
3.4.2. Işıma (Radyasyon) Yoluyla Isı Transferi 103
3.4.3. Isı Transferi ile Oluşabilecek Riskler ve Alınacak Önlemler 103
ÖLÇME DEĞERLENDİRME 104

4. KBRN ETKİLERİNİN TESPİTİ 106
4.1. KİMYASAL ETKİLER 108
4.1.1. KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer) 108
4.1.2. KBRN ile İlgili Kurum ve Kuruluşlar 110
4.1.3. İkaz ve Alarm İşaretleri 111
4.1.4. KBRN Tehlikelerinde Kişisel Korunma Malzemeleri 113
4.1.5. KBRN Korunma Düzeyleri 115
4.1.6. Kimyasal Savaş Ajanları 116
4.1.7. Kimyasal Savaş Ajanlarının Sınıflandırılması 119
4.1.8. Kimyasal Savaş Ajanlarından Korunma 125
4.2. TEHLİKELİ KİMYASALLARIN ETKİLERİ 129
4.2.1. Tehlikeli Kimyasal Maddeler 129
4.2.3. Tehlikeli Kimyasal Maddelerin Fiziksel Özellikleri 133
4.2.4. Tehlikeli Kimyasal Maddelerin Sınıflandırılması 134
4.2.5. Tehlikeli Maddeler Kılavuzu 143
4.3. BİYOLOJİK ETKİLER 146
4.3.1. Biyolojik Silahların Tarihsel Gelişimi 146
4.3.2. Biyolojik Savaş Ajanları 147
4.3.3. Biyolojik Savaş Ajanların Sınıflandırılması 148
4.3.4. Biyolojik Savaş Ajanlarından Korunma 153

4.4. NÜKLEER ETKİLER 154
4.4.1. Maddelerin Radyoaktif Özellikleri 154
4.4.2. Radyoaktif Bozunma Türleri 155
4.4.3. Radyasyon Kaynakları 158
4.4.4. Nükleer Enerji Oluşumu 159
4.4.5. Radyoaktivite Birimleri 160
4.4.7.Radyasyonun Etkilerinden Korunma 162
4.4.8. Nükleer Saldırılar 164
4.4.8.1. Nükleer Saldırıların Etkileri 164
4.4.8.2. Nükleer Saldırılara Karşı Alınabilecek Önlemler 164
4.4.9. Radyasyona Maruz Kalındığında Acil Müdahale 165
4.4.10. Geçmişte Meydana Gelen Nükleer Patlama Örnekleri 166
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-1 168
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-2 171
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-3 173
ÖLÇME DEĞERLENDİRME-4 175

DEĞERLER EĞİTİMİ 177
KAYNAKÇA 179
CEVAP ANAHTARI 189

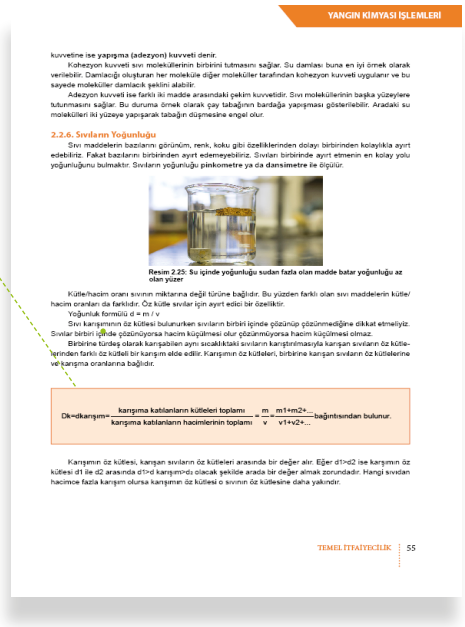
KİTAP TANITIMI

Ünite numarasını gösterir

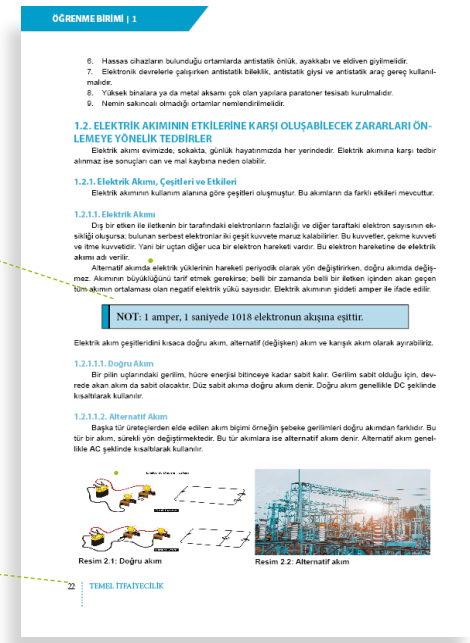
Ünite adını gösterir



Ölçme ve Değerlendirme faaliyetlerinde ihtiyaç duyulabilecek faydalı bilgi ve formüller



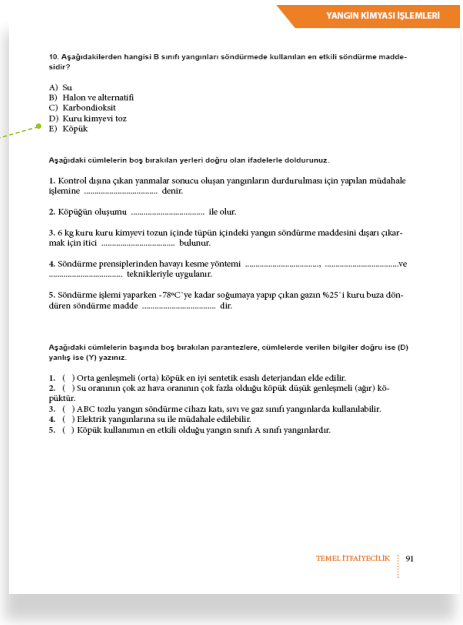
Dikkat çekilmek istenen önemli bilgiler



Sayfa no

KİTAP TANITIMI

Ünitede anlatılan konularla ilgili edindiğiniz bilgileri değerlendirmek amacıyla hazırlanmış farklı tipte sorular



YANGIN KİMYASI İŞLEMLERİ

10. Aşağıdakilerden hangisi B sınıfı yangınları söndürmede kullanılan en etkili söndürme maddesidir?

A) Su
B) Halon ve alternatifi
C) Karbondioksit
D) Kuru kimyevi toz
E) Köpük

Aşağıdaki cümlelerin boş bırakılan yerleri doğru olan ifadelerle doldurunuz.

1. Kontrol dışına çıkan yanmalar sonucu oluşan yangınların durdurulması için yapılan müdahale işlemine ..... denir.

2. Köpüğün oluşumu ..... ile olur.

3. 6 kg kuru kuru kimyevi tozun içinde tüpün içindeki yangın söndürme maddesini dışarı çıkarmak için itici ..... bulunur.

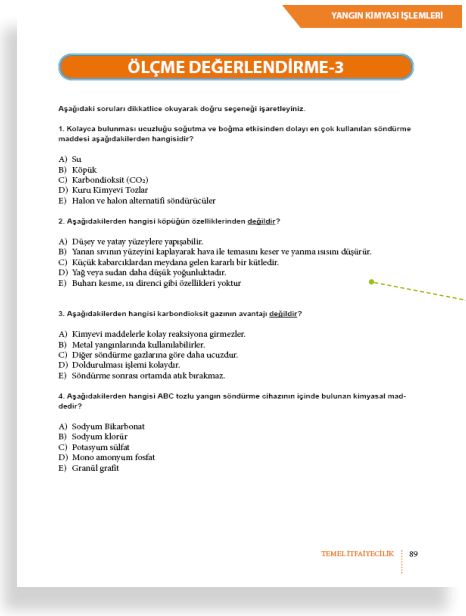
4. Söndürme prensiplerinden havayı kesme yöntemi ....., ...ve ..... teknikleriyle uygulanır.

5. Söndürme işlemi yaparken -78°C'ye kadar soğumaya yapıp çıkan gazın %25'i kuru buza dönüren söndürme madde ..... dir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D) yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Orta genleşmeli (orta) köpük en iyi sentetik esaslı deterjandan elde edilir.
2. ( ) Su oranının çok az hava oranının çok fazla olduğu köpük düşük genleşmeli (ağır) köpüktür.
3. ( ) ABC tozlu yangın söndürme cihazı katı, sıvı ve gaz sınıfı yangınlarda kullanılabilir.
4. ( ) Elektrik yangınlarına su ile müdahale edilebilir.
5. ( ) Köpük kullanımın en etkili olduğu yangın sınıfı A sınıfı yangınlarıdır.

TEMEL İTFAİYECİLİK 91



YANGIN KİMYASI İŞLEMLERİ

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-3

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Kolayca bulunması ucuzluğu soğutma ve boğma etkisinden dolayı en çok kullanılan söndürme maddesi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Su
B) Köpük
C) Karbondioksit (CO_2)
D) Kuru Kimyevi Tozlar
E) Halon ve halon alternatifi söndürücüler

2. Aşağıdakilerden hangisi köpüğün özelliklerinden değildir?

A) Düşey ve yatay yüzeylere yapışabilir.
B) Yanan sıvının yüzeyini kaplayarak hava ile temasını keser ve yanma ısısını düşürür.
C) Küçük kabarcıklardan meydana gelen kararlı bir kütledir.
D) Yağ veya sudan daha düşük yoğunluktadır.
E) Buharı kesme, ısı direnci gibi özellikleri yoktur

3. Aşağıdakilerden hangisi karbondioksit gazının avantajı değildir?

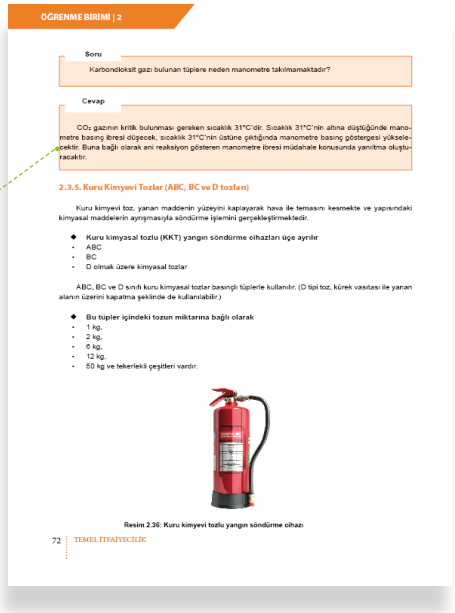
A) Kimyevi maddelerle kolay reaksiyona girmezler.
B) Metal yangınlarında kullanılabilirler.
C) Diğer söndürme gazlarına göre daha ucuzdur.
D) Doldurulması işlemi kolaydır.
E) Söndürme sonrası ortamda atık bırakmaz.

4. Aşağıdakilerden hangisi ABC tozlu yangın söndürme cihazının içinde bulunan kimyasal maddedir?

A) Sodyum Bikarbonat
B) Sodyum Klorür
C) Potasyum sülfat
D) Mono amonyum fosfat
E) Granül grafit

TEMEL İTFAİYECİLİK 89

Ünitede anlatılan konularla ilgili edindiğiniz bilgileri değerlendirmek amacıyla çoktan seçmeli sorular



ÖĞRENME BİRİMİ | 2

Soru

Karbondioksit gazı bulunan tüplere neden manometre takılmamaktadır?

Cevap

CO_2 gazının kritik bulunması gereken sıcaklık 31°C'dir. Sıcaklık 31°C'nin altına düştüğünde manometre basınç ibresi düşecek, sıcaklık 31°C'nin üstüne çıktığında manometre basınç göstergesi yükselecektir. Buna bağlı olarak ani reaksiyon gösteren manometre ibresi müdahale konusunda yanıltma oluşturacaktır.

2.3.5. Kuru Kimyevi Tozlar (ABC, BC ve D tozları)

Kuru kimyevi toz, yanan maddenin yüzeyini kaplayarak hava ile temasını kesmekte ve yapısındaki kimyasal maddelerin ayrışmasıyla söndürme işlemini gerçekleştirmektedir.

- Kuru kimyasal tozlu (KKT) yangın söndürme cihazları üçe ayrılır
  - ABC
  - BC
  - D olmak üzere kimyasal tozlar

ABC, BC ve D sınıfı kuru kimyasal tozlar basınçlı tüplerle kullanılır. (D tipi toz, kürek vasıtası ile yanan alanın üzerini kapatma şeklinde de kullanılabilir.)

- Bu tüpler içindeki tozun miktarına bağlı olarak
  - 1 kg,
  - 2 kg,
  - 6 kg,
  - 12 kg,
  - 50 kg ve tekerlekli çeşitleri vardır.

Resim 2.36: Kuru kimyevi tozlu yangın söndürme cihazı

72 TEMEL İTFAİYECİLİK

Ünitede anlatılan konularlı pekiştirmek amacıyla verilen örnek sorular ve cevapları

ÖĞRENME BİRİMİ

1

KONULAR

•Statik Elektriğin İstenmeyen Etkilerine Karşı Tedbirler
•Elektrik Akımının Etkilerine Karşı Oluşabilecek Zararları Önlemeye Yönelik Tedbirler

KAVRAMLAR

•Statik Elektrik
•Enerji
•Akım



ELEKTRİK TEMEL İŞLEMLERİ

1. ELEKTRİK TEMEL İŞLEMLERİ

Mesleği icra ederken çalışanlara zarar verebilecek birçok dış etken vardır. Bunlardan bir tanesi de elektriktir. Elektrik nedir? Çeşitleri nelerdir? Zararlarından nasıl korunulur?

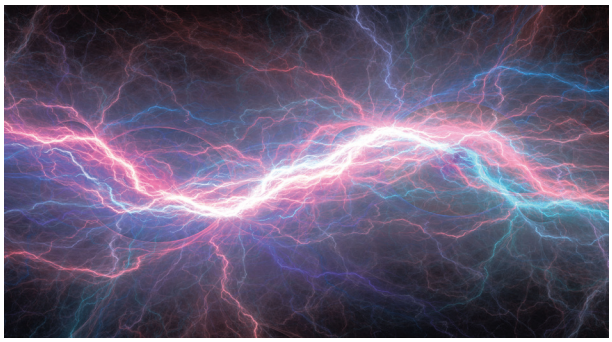
1.1. STATİK ELEKTRİĞİN İSTENMEYEN ETKİLERİNE KARŞI TEDBİRLER

Elektrik günlük hayatın her yerindedir. Sürekli iç içe olunan elektriğin istenmeyen etkileri de vardır. Bu etkiler nelerdir? Hangi önlemler alınmalıdır?

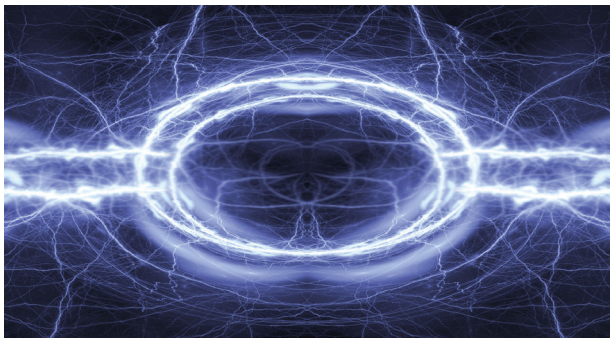
1.1.1. Elektrik Nedir

Elektrik, doğada elektrik yüklerinin birbirleri ve çevreleri ile etkileşime geçmeleri ile ortaya çıkan fiziksel bir olaydır. Dünya tarihinde elektriğin etkilerini ilk gözlemleyen kişinin, **Miletli Thales** (Thales of Miletos) olduğu söylenir. Milattan önce 624-546 yılları arasında, bugünkü Aydın civarlarında yaşadığı bilinen **Thales**, doğa ile ilgili araştırma ve gözlemler yaparken kehribarın yünle ovulduğunda tüy, saman gibi hafif nesneleri kendine doğru çektiğini ve uzun süre ovulduğunda ise küçük kıvılcımlar oluşturduğunu gözlemlemiştir.

Eski Yunanca'da **"kehribar"** anlamına gelen **elektron** sözcüğü, Latince'ye **electro** veya **electrica** olarak geçmiştir. 1600 yılında İngiliz fizikçi ve filozof William Gilbert (Vilyım Gilbırt), "De Magnete" adlı eserinde electricus kelimesini "kehribar gibi cisimleri kendine çeken" anlamında kullanmıştır. 1634 yılında ise İngiliz Sir **Thomas Browne** tarafından ilk kez electric (**elektrik**) sözcüğü kullanılmıştır.



Görsel 1.1: Elektrik



Görsel 1.2: Mavi elektrik

Elektrik ve manyetizma arasındaki ilk ciddi ayrımı yapan William Gilbert'tan sonra elektrik ve yükler ile ilgili araştırmalar oldukça hız kazanmıştır. İlk gözlemleri milattan öncesine kadar uzansa da 19. Yüzyıldan itibaren bir bilim ve mühendislik dalı hâline gelen elektrik, **sanayi devrimini** hızlandırmış ve 20. yüzyıl teknolojisinin temelini oluşturmuştur. Günümüzde elektrik, uygarlığın vazgeçilmez bir parçasıdır.

Aslında elektrik doğrudan hayatın içindedir. İnsan vücudunda hücrenin metabolik etkileşimleri elektrokimyasal yollarla gerçekleşir. Sinir hücrelerinde uyartımların iletimi elektriksel sinyallerle sağlanır. Ancak bu etkiler fiziksel olarak algılanmaz. Farkına varılabilecek veya algılanabilecek en açık olaylar; **statik elektrik** olayı, şimşek çakması ve yıldırım deşarjıdır. Bu olaylar, elektriğin duyu organları ile fark edibildiği olaylardır.

1.1.2. Elektrik Enerjisi Kaynakları Nelerdir

Elektrik, yenilenemeyen ve yenilenebilir kaynaklar olmak üzere birçok farklı kaynaktan üretilir.

- **Yenilenemeyen kaynaklar**
  - Nükleer enerji
  - Kömür
  - Doğal gaz

◆ **Yenilenebilir kaynaklar**

- Güneş enerjisi
- Rüzgâr enerjisi
- Su Enerjisi (hidroelektrik)
- Jeotermal enerji
- Biyokütle enerjisi

1.1.2.1. Yenilenemeyen Kaynaklar

Yenilenemeyen kaynaklar kullanılarak suyun buhara dönüştürülmesi sağlanır. Depolanarak basınçlandırılan buhar, kontrollü olarak salındığında buhar türbinini çevirir ve türbin hareketleri elektriğin oluşmasını sağlar. Türbinin döndürme hareketi jeneratöre uygulanarak elektrik üretilir.

1.1.2.1.1. Nükleer Enerji

Bazı enerji santralleri nükleer reaktör adı verilen ısı üreten makinelere sahiptir. Bu reaktörlerin içinde uranyum adı verilen radyoaktif metal atomları vardır. Bu atomlar birbirinden ayrıldığı zaman, ısı açığa çıkar. Bu ısı suyun buharlaşmasını sağlar. Oluşan buhar ise türbinlerin dönmesini sağlayarak elektrik oluşturur.



Görsel 1.3: Nükleer santral

1.1.2.1.2. Kömür

Kömür, yakıt enerji santralleri bulunan büyük kazanlarda yakılır. Yanan kömür kazandaki suyu ısıtıp buhara dönüşmesine sebep olur. Yanma sonucunda oluşan buhar ise elektrik oluşumu sağlayacak türbinin dönmesini sağlar.



Görsel 1.4: Kömür

1.1.2.1.3. Doğal Gaz

Genelde ısınmak için kullanılan doğalgaz, yakılarak oluşan ısıyla elektrik üretilmesi için gerekli olan buhar oluşturulur. Bu buhar ile türbinin dönmesi sağlanır. Böylece elektrik üretilir.



Görsel 1.5: Doğalgaz

1.1.2.2. Yenilenebilir Kaynaklar

Yenilenebili kaynaklar çevre üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi olmadan tekrar tekrar kullanılabilir. Yenilenebilir kaynaklar doğa dostu kaynaklardır.

1.1.2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi ışık ya da ısı enerjisi şeklinde direkt olarak kullanılırken elektrik enerjisi üretmek için de kullanılabilir. Güneş ışınlarını direkt olarak elektrik enerjisine çevirmek için özel paneller kullanılır. Diğer bir yandan ise güneş ısısı sayesinde türbin panellerini döndürecek buhar elde edilerek elektrik üretilir.



Görsel 1.6: Güneş enerjisi

1.1.2.2.2. Rüzgâr Enerjisi

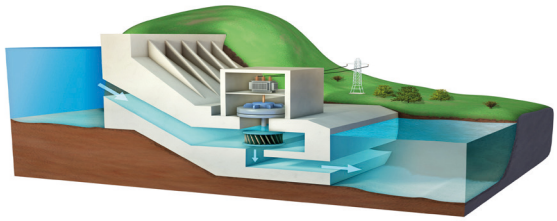
Rüzgâr, türbinleri (modern yel değirmenleri) döndürerek elektrik üretmek için kullanılır. Rüzgâr türbinlerinin bir dezavantajı vardır. Rüzgâr her zaman olmayacağı için istenilen zamanda enerji üretilmesi mümkün olmayabilir.



Görsel 1.7: Rüzgâr enerjisi

1.1.2.2.3. Su Enerjisi (Hidroelektrik)

Bu yenilenebilir kaynak su enerjisi ile elektrik üretmek için su, bir nehir ya da baraj aracılığıyla türbinlere gönderilir. Bu hareketli su türbin kanatlarının dönmesini sağlar ve elektrik üretilir.



Görsel 1.8: Hidroelektrik

1.1.2.2.4. Jeotermal Enerji

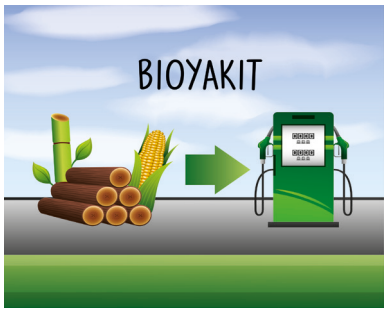
İsmi kulağa karışık gelse de, aslında Jeotermal enerji basit bir enerji üretim tekniğidir. Dünya yüzeyinin altından gelen ısıyı elektrik üretmek için kullanmaktır denebilir. Bu yenilenebilir yeraltı kaynağını kullanmak için yer altında aşırı derece ısınmış su buharı ile türbinleri döndürerek elektrik oluşturur.



Görsel 1.9: Jeotermal enerji

1.1.2.2.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, ısı üretmek için organik malzeme kullanan yenilenebilir enerji kaynağıdır. Bunu yapmak için bitkisel ve hayvansal atıklar, kömür ve doğalgaz gibi fosil yakıtların yerine kullanılır. Organik atık yakıldığında elektrik üreten türbinlerin dönmesi için buhar elde edilir.



Görsel 1.10: Biyokütle

1.1.3. Statik Elektrik

Yüklerin birbirleriyle etkileşimi sonucunda ortaya çıkan kuvvete elektrostatik kuvvet veya statik elektrik denmektedir.

Statik Elektrik, tabiatta birbirinden farklı veya aynı, iletken veya yalıtkan iki maddenin temas etmesi ve sonra ayrılması veya sürtünme işlemi sonucunda, bu iki cisim arasında pozitif ve negatif elektronların serbest bırakılması ve işaretlerinin değişmesi ile kendiliğinden oluşur. Statik yükün voltajı çok fazla olmasına karşın, akımı çok zayıftır.



Görsel 1.11: Statik elektrik

1.1.4. Şimşek ve Yıldırımın Oluşumu

Şimşek, bir bulutun tabanı ile yer arasında, iki bulut arasında veya bir bulut içinde elektrik boşalırken oluşan kırık çizgi biçimindeki geçici ışıktır. Yıldırım, gök gürültüsü ve şimşekten oluşan, gökyüzü ile yeryüzü arasındaki elektrik boşalmasıdır.



Görsel 1.12: Şimşek

Şimşek, bir bulut kümesi aşırı miktarda + veya - elektrik yükü ile yüklendiğinde meydana gelen gözle görülür elektrik boşalmasıdır. Elektrik yükünün hava direncini kıracak kadar çok olması gerekir. Şimşek ve yıldırım sadece **kümülonimbüs** bulutlarında görülür. Diğer bulutlarda sadece enerji akımı sayesinde görülebilir. Kar fırtınalarında, kum fırtınalarında ve hatta volkanlardan çıkan gaz ve toz bulutlarında da şimşeklere rastlanır. Bir gök gürültülü fırtına esnasında şimşekler; bulutlar arasında, bulutla hava arasında ve bulutla yer arasında gerçekleşebilir. Dünya genelinde saniyede 50 ile 100 şimşek çakmaktadır.



Görsel 1.13: Yıldırım

Yıldırım, bulut ile yer arasında oluşan en tehlikeli şimşek türüdür. Çoğu çakma yeryüzüne negatif yük dağıtır ancak bir kısmı yeryüzüne pozitif yük taşır. Bu pozitif çakmalar sıklıkla bir gök gürültülü fırtınanın dağılma aşamasında oluşur. Pozitif çakmalar aynı zamanda kış ayları boyunca düşen toplam yıldırımların yüksek bir yüzdesini oluşturur.

Bulut ve yer arasındaki elektrik potansiyeli farkı 10 ila 100 milyon volttur ve yıldırımın dönüş darbesinin akımı yaklaşık 30.000 ampere, sıcaklığı 30.000°C`ye ulaşır. Yıldırımın oluşması çok hızlı bir şekilde gerçekleşir. Öncül darbe buluttan yere yaklaşık 30 milisaniyede ulaşır ve yerden bulutun merkezine yaklaşık 100 milisaniyede döner.

1.1.5. Statik Elektriğin Faydaları ve Zararları

Statik elektrik, günlük hayatta çeşitli ürünlerde kullanılarak yarar sağlayan elektrik çeşididir. Sağladığı yararın yanında bazı olumsuz yönleri de vardır.

1.1.5.1. Statik Elektriğin Faydaları ve Kullanım Alanları

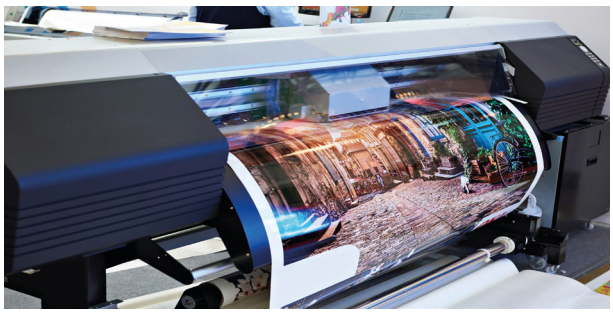
Statik elektriğin değişik endüstri kollarında birçok kullanım alanı vardır. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- **Baskı teknolojisi**
- **Zımpara kâğıdı üretimi**
- **Boyama işleri**
- **Baca filtreleri**
- **Görüntüleme işleri**

1.1.5.1.1. Baskı Teknolojisi

Değişik tipteki yazıcılarda, fotokopi makinelerinde, matbaa baskı makinelerinde statik elektrikten faydalanılır. Örneğin, baskı teknolojisinde kullanılan yazıcılardan biri olan lazer yazıcıların çalışma prensibi kısaca şöyledir.

Yazıcı yazma komutunu aldığında metin ve grafiklerin bit bilgilerini hafızasında depolar. Hafızadaki sayısal bilgi haritasına göre bilgilere karşılık gelen yükler lazer ışığı ile ışığa duyarlı dönen bir tambur üzerine düşürülür. Lazer ışını silindiri tarayarak basılacak alanları pozitif yükle yükler. Negatif yüklü toner tozları silindirdeki pozitif yüklü alanlara yapışır. Sonra da toner tozları ısıtılmış bir silindir sayesinde kâğıda yapıştırılır. Tamburun diğer baskılar için yükleri nötrlenir ve baskı tamamlanmış olur.



Görsel 1.14: Baskı teknolojisi

1.1.5.1.2. Zımpara Kâğıdı Üretimi

Zımpara kâğıdı üretiminde de statik elektrikten faydalanılır. Negatif yüklü ve yürüyen bandın üzerinde bir yönde yüzeyi tutkalla kaplanmış bir kâğıt ilerler. Püskürtme ağzından fırlatılan pozitif yüklü zımpara tanecikleri kâğıt yüzeyindeki negatif yüklü parçacıklarla birleşirler. Birleşme anında yükler nötr hâle geldiği için artık kâğıt ve zımpara tozlarının ayrılması çok zordur.



Görsel 1.15: Zımpara kâğıdı

1.1.5.1.3. Boyama İşleri

Boyama tabancası içerisinden geçen boya tanecikleri pozitif yükle yüklenir. Boyanacak yüzey ise negatif yükle yüklenir. Boya tanecikleri tabancadan püskürtüldüğünde zıt yüklü boyama yüzeyine düzgün bir şekilde dağılarak yapışırlar. Böylece pürüzsüz bir boyama gerçekleştirilir. Statik elektrik ile boyama teknolojisi özellikle otomotiv endüstrisinde yaygın biçimde kullanılır.



Görsel 1.16: Boyama işleri

1.1.5.1.4. Baca Filtreleri

Bacalardan dışarıya atılan toz, duman türü zararlı atıklar eksi yükle yüklenirler ve bacanın çıkışında pozitif yüklü filtreler tarafından tutularak bu zararlı atıkların çevreyi kirletmesi önlenmiş olunur.



Görsel 1.17: Baca filtresi

1.1.5.1.5. Görüntüleme İşleri

Kısaca tüp olarak tanımlanan CRT [Cathode Ray Tube (Katot Rey Tub)] ya da başka bir ifade ile katot ışınlı tüplerle görüntüleme işleminde de statik elektrikten faydalanılır.

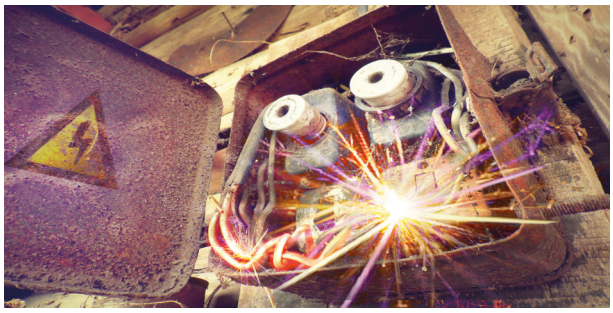
Tüpün yüzeyi görüntünün oluşumu için elektron tabancası ile yatay ve dikey olarak taranır. Bu tarama esnasında tabancadan çıkan elektronların bir sonraki satır veya bir sonraki sütuna gönderilmesi için yatay ve dikey saptırma bobinleri kullanılır. İşte bu bobinler statik elektrik yükleri ile yüklenirler ve saptırma bu şekilde gerçekleştirilir.



Görsel 1.18: Televizyon

1.1.5.2. Statik Elektriğin Zararları

Statik elektriğin yararları olduğu gibi zararları da mevcuttur. Bu zararlı etkilerden korunmak için bazı önlemler almak gereklidir.



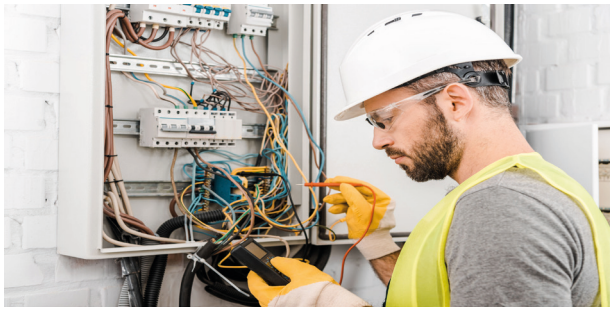
Görsel 1.19: Statik elektrik zararı

◆ **Statik elektriğin zararları**

- Statik elektrik insanlarda birtakım deri hastalıklarına neden olabilir.
- Nadir de olsa insan hayatını tehlikeye sokacak kadar büyük değerlere ulaşabilir.
- Düşük voltajlarla çalışan elektronik devre elemanlarına zarar vererek devreleri işlemez hâle getirebilir.
- Elektronik tabanlı sistemlerde devre elemanlarını etkilemese de devre akımlarını etkileyerek sistemin istenmeyen sonuçlar döndürmesine, sistemin normal çalışmasının aksamasına neden olabilir.
- Yanıcı ya da patlayıcı özelliğe sahip sıvı ve gazlarla temasında felaketlere neden olabilir.
- Üretim alanlarında kâğıt, kumaş vb. mamuller statik elektrik sonucu birbirlerini iterek dağılabilir ya da birbirlerini çekerek yapışabilir bu da otomasyonda sorunlara neden olabilir.
- Baskı makinelerinde statik elektrik nedeniyle kâğıtların birbirine yapışması sonucu baskı sorunları yaşanabilir.

1.1.6. Statik Elektriğin Sakıncalarına Karşı Alınabilecek Tedbirler

Statik elektriğin birçok faydasının yanında birtakım olumsuz etkileri ve zararları da vardır. Statik elektrik bazı durumlarda insan sağlığının bozulmasına, bazı hassas cihazların düzgün çalışmamasına, zarar görmelerine hatta bozulmalarına sebep olabilmektedir. Bazen patlamalara ve yangınlara da sebebiyet verebilmektedir.



Görsel 1.20: Tedbirler

◆ **Statik elektriğin zararlı etkilerinden korunmak için alınan bazı önlemler**

1. Evlerdeki metal eşyalar topraklanmalıdır.
2. Yanıcı ya da patlayıcı madde bulunan ortamların döşemeleri antistatik malzemelerle kaplanmalıdır.
3. Yanıcı ve patlayıcı malzeme bulunan ortamlarda antistatik elbise, önlük, ayakkabılar giyilmelidir.
4. Kullanılan cihaz ve makineler topraklanmalıdır.
5. Yanıcı ve patlayıcı madde taşıyan araçlarda yerle teması olan zincirler ya da esnek metaller bulundurulmalıdır.

6. Hassas cihazların bulunduğu ortamlarda antistatik önlük, ayakkabı ve eldiven giyilmelidir.
7. Elektronik devrelerle çalışırken antistatik bileklik, antistatik giysi ve antistatik araç gereç kullanılmalıdır.
8. Yüksek binalara ya da metal aksamı çok olan yapılara paratoner tesisatı kurulmalıdır.
9. Nemin sakıncalı olmadığı ortamlar nemlendirilmelidir.

1.2. ELEKTRİK AKIMININ ETKİLERİNE KARŞI OLUŞABİLECEK ZARARLARI ÖNLEMEYE YÖNELİK TEDBİRLER

Elektrik akımı evde, sokakta, günlük hayatın her yerindedir. Elektrik akımına karşı tedbir alınmaz ise sonuçları can ve mal kaybına neden olabilir.

1.2.1. Elektrik Akımı, Çeşitleri ve Etkileri

Elektrik akımının kullanım alanına göre çeşitleri oluşmuştur. Bu akımların da farklı etkileri mevcuttur.

1.2.1.1. Elektrik Akımı

Dış bir etken ile iletkenin bir tarafındaki elektronların fazlalığı ve diğer taraftaki elektron sayısının eksikliği oluşursa bulunan serbest elektronlar iki çeşit kuvvete maruz kalabilirler. Bu kuvvetler, çekme kuvveti ve itme kuvvetidir. Yani bir uçtan diğer uca bir elektron hareketi vardır. Bu elektron hareketine de **elektrik akımı** adı verilir.

Alternatif akımda elektrik yüklerinin hareketi periyodik olarak yön değiştirirken doğru akımda değişmez. **Alternatif akım,** belli bir zamanda belli bir iletken içinden akan geçen tüm akımın ortalaması olan negatif elektrik yükü sayısıdır. Elektrik akımının şiddeti **amper** ile ifade edilir.

> **NOT**: Bir iletkenin belli bir kesitinden 1 saniyede 1 Coulomb ($6{,}242 * 10^{18}$ elektron) elektrik yükü geçerse, akım şiddeti 1 A olur.

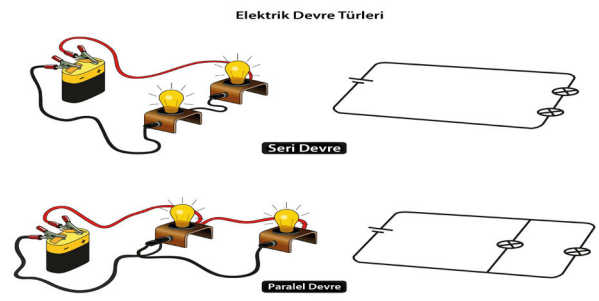
Elektrik akımı; doğru akım, alternatif (değişken) akım ve karışık akım olarak üçe ayrılır.

1.2.1.1.1. Doğru Akım

Bir pilin uçlarındaki gerilim, hücre enerjisi bitinceye kadar sabit kalır. Gerilim sabit olduğu için devrede akan akım da sabit olacaktır. Düz sabit akıma **doğru akım** denir. Doğru akım genellikle **DC** şeklinde kısaltılarak kullanılır.

1.2.1.1.2. Alternatif Akım

Başka tür üreteçlerden elde edilen akım biçimi örneğin şebeke gerilimleri doğru akımdan farklıdır. Bu tür bir akım, sürekli yön değiştirmektedir. Bu tür akımlara **alternatif akım** denir. Alternatif akım genellikle **AC** şeklinde kısaltılarak kullanılır.



Görsel 2.1: Doğru akım



Görsel 2.2: Alternatif akım

1.2.1.2. Elektrik Akımı Etkileri

Gündelik hayatta her anda elektrik akımının etkileri ile karşı karşıya kalınmaktadır. Evlerde günlük kullanılan lambalar, ısıtıcılar, televizyon, telefon vb. aletler elektrik akımının etki türlerinin sonucundan faydalanılarak üretilmiş aletlerdir.

1.2.1.2.1. Isı Etkisi

Soğuk kış günlerinde elleri üşüyen insanlar ellerini birbirine sürterek ısıtır. Buradaki önemli soru ise bunun nasıl gerçekleştiğidir. Bu sorunun cevabı ellerin birbirine sürtünmesi sonucu atomların kinetik enerjisini arttırması ve başka enerjiye (ısı enerjisine) dönüşmesidir. Soğuk kış günlerinde elleri üşüyen insanlar ellerini birbirine sürterek ısıtır. Buradaki önemli soru ise bunun nasıl gerçekleştiğidir. Bu sorunun cevabı ellerin her sürtündüğünde atomların kinetik enerjisini arttırması, ısı enerjisine dönüşmesi sonucuyla ısınılmaktadır. Bu örnekte sürterek oluşan kinetik enerji başka bir enerji türü olan ısı enerjisine dönüşmektedir. Elektrik akımının ısı etkisi sayesinde gündelik hayatı kolaylaştıran birçok cihaz üretilmektedir. Örnek vermek gerekirse ellektrikli ocaklar, fırınlar, ısıtıcılar vb. sayılabilir.



Görsel 2.3: Isıtıcı

Elektrik akımının ısı etkisinin günlük hayatta pozitif yanları olmakla beraber birtakım negatif yönleri de vardır. Aydınlatma için kullanılan flamanlı lambaların ışık verimlerinin oldukça düşük olması ve enerjinin çoğunu ısıya dönüştürmeleri istenmeyen durum olarak gösterilebilir.

Bilgisayarların güç kaynaklarında fan bulunmaktadır. Fanın bulunma sebebi akım geçen devre elemanlarının zamanla ısınmasını engelleyerek onların yanmasına ve bozulmasına engel olmaktır.

1.2.1.2.2. Işık Etkisi

Elektrik akımı bazı metallerden veya gazlardan geçerken bu maddelerden ışık yayıldığı görülür. Elektrik akımının geçtiği maddeler ısınmaktadır. Bu ısınma çok yüksek değerlere ulaştığında ışık kaynağı ortaya çıkmaktadır. Akkor telli (flamanlı) lambalar bu mantıkla çalışırlar. Tungsten (tangsten) bir flamanın elektrik akımı uygulandığında çok yüksek değerlerde ısınması sonucu ışık ortaya çıkar.



Görsel 2.4: Işık

Elektrik akımının çeşitli gazlardan geçmesi sonucu oluşan ışık kaynakları olarak floresan lambalar, tasarruflu ampuller, neon lambalar örnek olarak gösterilebilir.

Elektrik enerjisi, LED [Lighting Emitting Diodes (Liyting imidin dayods)] lambalarda da kimyasal etkiyle ışık kaynağı olarak kullanılır.

Elektrik enerjisinin ışık etkisinden faydalanma alanı oldukça geniştir. Aydınlatmadan, eğlence sektörüne, teşhis ve tedavi amaçlı tıp uygulamalarından, haberleşme teknolojisine, baskı teknolojilerinden, güvenlik uygulamalarına, otomatik kontrol uygulamalarından, bilimsel amaçlı test ve ölçüm uygulamalarına kadar birçok alanda kullanılmaktadır.

Örneğin; evler ve iş yerlerindeki aydınlatma amaçlı lambalar, sokak lambaları, televizyon ve benzeri cihazların kumandaları, hemen bütün cihazlarda bulunan ve çalışıp çalışmadığını gösteren ledler daha somut örnekler olarak sıralanabilir.

1.2.1.2.3. Manyetik Etkisi

Demir, nikel, kobalt gibi metalleri çekme özelliği gösteren metallere **mıknatıs** denir.

Mıknatıslar doğal mıknatıs ve yapay mıknatıs olmak üzere iki çeşittir. Doğal mıknatıs, demirin (Fe) oksijenle (O2) oluşturduğu Fe3O4 bileşiğidir. Yapay mıknatıslar ise demir, nikel, kobalt gibi malzemelerin alaşımlarının mıknatıslandırılması ile elde edilir.



Görsel 2.5: Manyetik etki

Mıknatısın etkisinin görüldüğü alana **manyetik alan** denir. Manyetik alan, kuvvet çizgileri şeklinde de ifade edilir. Dünya kendisini çevreleyen bir manyetik alana sahiptir. Pusula bu manyetik alanın etkisiyle çalışmaktadır.

Üzerinden akım geçirilen iletkenlerde de manyetik alan oluşmaktadır. Elektrik akımının manyetik etkisinin kullanım alanı oldukça geniştir. Gerilim dönüştürücü ve daha başka amaçlı trafolar, elektrik motorları, haberleşme sinyallerinin üretimi, iletimi ve alınması, endüktif sensörler, mikro dalga uygulamaları, elektrik akımının manyetik etkisini kullanır.

1.2.1.2.4. Kimyasal Etkisi

Elektrik akımı bazı sıvı bileşiklerden geçirilince (asitli, bazlı, tuzlu su) sıvı iyonlarına ayrılır ve bu iyonlar elektron taşıyıcısı durumuna geçerek sıvıdan elektrik akımının geçmesini sağlar.

1.2.1.2.5. Elektroliz

Elektrolizin, özellikle metalürji ve galvano teknikte olmak üzere birçok kullanım alanı vardır. Elektroliz düzeneği, bazı metallerde değişiklikler meydana getirmek ve bazı gazların üretimi için kullanılır. Metallerin saflaştırılması, sertleştirilmesi, kaplanması vb. işlemlerin bir kısmı elektrolizle de yapılmaktadır.

1.2.1.2.6. Fizyolojik (Bedensel) Etkisi

Elektrik akımının faydalı fizyolojik etkilerinden bazıları kalp pili, işitme cihazları ve birtakım bedensel ve psikolojik hastalıkların tedavisi şeklinde sıralanabilir.

Elektrik akımının fizyolojik bakımdan faydalarının yanında zararları da mevcuttur. En önemli sakıncası elektrik çarpması olarak bilinendiğimiz insan vücudu üzerindeki etkileridir.

Elektrik çarpması; maruz kalınan gerilimin, insan vücudunun direncine ya da akımın geçtiği yolun

direncine bağlı olarak vücuttan geçirdiği akıma, geçen akımın süresine ve bulunulan ortama (ıslak, kuru, nemli, iletken, yalıtkan...) bağlı olarak tehlikeli sonuçlara yol açabilmektedir. Değişik değerdeki elektrik akımlarının insan vücudunu nasıl etkilediği aşağıda maddeler hâlinde sıralanmıştır.



Görsel 2.6: Elektrik

mA Büyüklüğü	İnsan Vücuduna Etkisi
1-8 mA	Bedende şok etkisi yapar. Hafif sarsıntı ve heyecanlanma şeklinde algılanır.
15-20 mA	Bedenden geçtiği bölgedeki kaslarda kasılma olur. Bu durumda el kasları istem dışı kasıldığından, tutulan iletkenin bırakılmaması söz konusu olabilir. Bu değerdeki akımın bedenden geçiş süresi uzarsa ölüm tehlikesi söz konusu olabilir.
50-100 mA	Bedende aşırı kasılmalara, solunum güçlüğüne, süre uzadığında ise ölüme neden olur.
100-500 mA	Geçiş süresine bağlı olmakla birlikte kesin ölüme neden olur.

1.2.2. Endüstrideki Kullanım Alanları

Elektrik akımından endüstride de faydalanır. Bazı faydaları aşağıda verilmiştir.

- Metalürjilerde, metallerin hazırlanmasında ya da arıtılmasında,
- Galvanoplastide, bir elektrolitik metal birikimiyle döküm kalıbına biçim vermede, aşınmaya karşı korumada ve bir metal çökeltisiyle metallerin kaplanmasında (nikel kaplama, çinko kaplama, kadmiyum kaplama, krom kaplama, gümüş ya da altın kaplamada),
- Suyun elektroliziyle arı hidrojen ve başka gazlar elde edilmesinde,
- Metal üstünde koruyucu oksitli anot tabakalarının elde edilmesinde,
- Elektrolizle parlatmada, metallerin katot ya da anot olarak yağlardan arındırılmasında,
- Sürekli akım yardımıyla, organik dokuların ayrıştırılmasına dayanan tedavi elektrolizi, cerrahide sinir uçlarının (nöronların), sertleşen urların, burun deliklerindeki poliplerin yok edilmesinde, üretra (idrar yolları) ya da yemek borusu daralmalarının tedavisinde kullanılır.

1.2.2.1. Piller

Piller, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren kaynaklardır. Pillerden doğru akım (DA/DC) elde edilir.



Görsel 2.7: Piller

Piller, günümüzün (düşük güçlü mobil cihazlar için) vazgeçilemez enerji kaynaklarından biri durumuna gelmiştir. Artık şarjlı (yeniden doldurulabilen) ve şarjsız (yeniden doldurulamayan) piller çok değişik tiplerde üretilmekte ve bunlardan en az biri günlük hayatta kullanılmaktadır.

1.2.3. Elektrik Akımının Öngörülemeyen Zararlı Etkilerine Karşı Alınacak Tedbirler



Görsel 2.8: Önlemler

Elektrik akımının öngörülemeyen zararlı etkilerine karşı alınabilecek tedbirler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Tesisat arızası giderirken şalter ve sigortaları kapatarak onarım bitene kadar kapalı kalacaklarından emin olmak. Gerekirse panonun başına bir nöbetçi bırakmak,
2. Tesisatlarda mutlaka faz koruma rölesi, faz sırası rölesi, kaçak akım rölesi ve sigorta kullanmak,
3. Nemli yerlerin tesisatlarında nemli yer malzemeleri kullanmak,
4. Sıcaklığın fazla olduğu yerlerde ya da yangın tehlikesinin olduğu yerlerde ısıya dayanıklı kablo ve ısıya dayanıklı elemanlar kullanmak,
5. Nemli yerlerde yalıtkan ayakkabı ve eldiven giymek,
6. Elektrikli cihaz onarımı yaparken cihazın fişini prizden çekip yalıtkan eldiven ve yalıtkan ayakkabı giydikten sonra işe başlamak,
7. Elektrik işlerinde kullanılan pense, yan keski, kargaburnu, tornavida, kontrol kalemi ve çeşitli ölçü aletleri gibi araç gereçlerin yalıtımlarının iyi olmasına dikkat etmek,
8. Kullanılan malzemelerin yalıtımlarının standartlara uygun olarak yapılmış olduklarından emin olmaktır.

ÖLÇME DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

Doğada …….. yüklerinin birbirleri ve çevreleri ile etkileşime geçmeleri ile ortaya çıkan fiziksel bir olaydır.

1. Yukarıdaki boşluğa aşağıdaki kelimelerden uygun olan seçeneği işaretleyiniz.

A) Elektrik
B) Işık
C) Şimşek
D) Yıldırım
E) Bulut

2. Aşağıdaki enerji türlerinden hangileri yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır?

A) Doğal gaz, Su enerjisi
B) Güneş enerjisi, Doğal gaz
C) Nükleer enerji, Rüzgâr enerjisi
D) Jeotermal enerji, Kömür
E) Nükleer enerji, Kömür

3. Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, su enerjisi (hidroelektrik), jeotermal enerji, biyokütle enerjisi enerji türlerinin, hangi çeşit kaynaklar olduğu aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) Harcanabilir kaynaklar
B) Yenilenebilir kaynaklar
C) Yenilenemez kaynaklar
D) Sonsuz kaynaklar
E) Sürekli kaynaklar

Yüklerin birbirleriyle etkileşimi sonucunda ortaya çıkan kuvvete elektrostatik kuvvet denir.

4. Yukarıda tanımı yapılan kuvvetin diğer adı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) Elektron kuvveti
B) Elektrik akımı
C) Statik elektrik
D) Elektro kuvvet
E) Doğru akım

Bir bulutun tabanı ile yer arasında, iki bulut arasında veya bir bulut içinde elektrik boşalırken oluşan kırık çizgi biçimindeki geçici ışık.

5. Yukarıdaki tanım aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) Yıldırım
B) Gök gürültüsü
C) Şimşek
D) Gök ışığı
E) Bulut yanması

Baskı teknolojisi, araba teknolojisi, zımpara kâğıdı üretimi, gemi yapımı, boyama işleri, teleskoplar, baca filtreleri, görüntüleme işleri

6. Yukarıda verilenlerden kaç tanesi statik elektrik kullanım alanlarıdır?

A) 3
B) 6
C) 4
D) 5
E) 7

Dış bir etken ile iletkenin bir tarafındaki elektronların fazlalığı ve diğer taraftaki elektron sayısının eksikliği oluşursa; bulunan serbest elektronlar iki çeşit kuvvete maruz kalabilirler. Bu kuvvetler, çekme kuvveti ve itme kuvvetidir. Yani bir uçtan diğer uca bir elektron hareketi vardır.

7. Yukarıda yapılan tanım aşağıdaki seçeneklerden hangisidir?

A) Elektrik akımı
B) Elektron akımı
C) Elektrik yürümesi
D) Kuvvet akımı
E) Elektron hareketi

8. Elektrik akımı çeşitleri hangi seçenekte doğru verilmiştir?

A) CD-CA
B) AC-DC
C) BC-AC
D) AS-DC
E) EC-DE

9. Elektrik akımı etkileri hangi seçenekte doğru verilmiştir?

A) Isı etkisi-Çarpma etkisi
B) Elektron etkisi- Çarpma etkisi
C) Manyetik etkisi-Statik etkisi
D) Elektron etkisi-Kimyasal etkisi
E) Isı etkisi-Işık etkisi

	mA Büyüklüğü	İnsan Vücuduna Etkisi
1	1-8 mA	Bedenden geçtiği bölgedeki kaslarda kasılma olur. Bu durumda el kasları istem dışı kasıldığından, tutulan iletkenin bırakılmaması söz konusu olabilir.
2	15-20 mA	Geçiş süresine bağlı olmakla birlikte kesin ölüme neden olur.
3	50-100 mA	Bedende aşırı kasılmalara, solunum güçlüğüne, süre uzadığında ise ölüme neden olur.
4	100-500 mA	Bedende şok etkisi yapar. Hafif sarsıntı ve heyecanlanma şeklinde algılanır.

10. Yukarıda verilen bilgilerden hangisi ya da hangileri doğrudur.

A) Yalnız 1
B) Yalnız 4
C) 3-2
D) Yalnız 3
E) 1-4

ÖĞRENME BİRİMİ

2

KONULAR

- Yanma Nedir
- Katıların Özellikleri
- Söndürme ve Söndürme Maddeleri

KAVRAMLAR

- Yanma
- Yangın
- Madde
- Yoğunluk
- Viskozite
- Söndürme



YANGIN KİMYASI İŞLEMLERİ

2. YANGIN TEMEL İŞLEMLERİ

Yangın kimyası ile ilgili temel kavramları açıklar.

2.1. YANMA NEDİR

Yanıcı maddelerin oksijen ve ısı ile birleşerek meydana getirdiği ekzotermik (ortama ısıveren) kimyasal zincirleme reaksiyonuna yanma denir.

2.1.1. Yanmanın Koşulları

Yanmanın olabilmesi için yanma tetrahedronu diye ifade edilen yeterli ısı, yanıcı madde ve oksijen gerekir.



Görsel 2.1: Yangın tetrahedronu

- Yangın üçgenin bir kenarı olmazsa yanma gerçekleşmez.
- Isı var, yanıcı madde var, oksijen yok, yanma olmaz.
- Isı var, yanıcı madde yok, oksijen var, yanma olmaz.
- Isı yok, yanıcı madde var, oksijen var, yanma olmaz.
- Yanmanın oluşabilmesi için gerekli üç etken bir arada ve yeterli oranda olmalıdır.
- Yanma yanan maddenin özelliğine göre alevli, korlu, alev + korlu olabilir. Yanma sonucu olarak ortamda duman, ısı ve ışık açığa çıkar.

2.1.2. Yanmanın Bileşenleri

Tabiatta bulunan her madde tutuşma sıcaklığına ulaştığında yanar. Yanma derecesine kadar ısıtıldığında oksijenle birleşme sonucunda yanan ve yandığında çevresine ısı yayan maddelere **yanıcı madde** denir. Yanıcı maddeler doğada organik bileşikli olarak bulunur. Bu maddelerin yapı bileşimlerinde karbon, hidrojen, kükürt ve fosfor vardır.

Yanıcı maddeler doğada katı, sıvı, gaz olmak üzere üç hâlde bulunur.

YANICI MADDELER

KATI YANICI MADDELER	SIVI YANICI MADDELER	GAZ YANICI MADDELER
Odun, kağıt, kauçuk, kömür, plastik, cam tekstil ürünleri	Petrol ürünleri, bitkisel yağlar, organik yağlar, boyalar	Metan, etan, propan, bütan, hidrojen

2.1.2.1. Katı Yanıcı Maddeler

Isı etkisiyle gaz veya buhar çıkartan, alevli, dumanlı ve korlu yanan maddelere **katı yanıcı madde** denir. Katı yanıcı maddelerin özellikleri şöyle sıralanabilir.

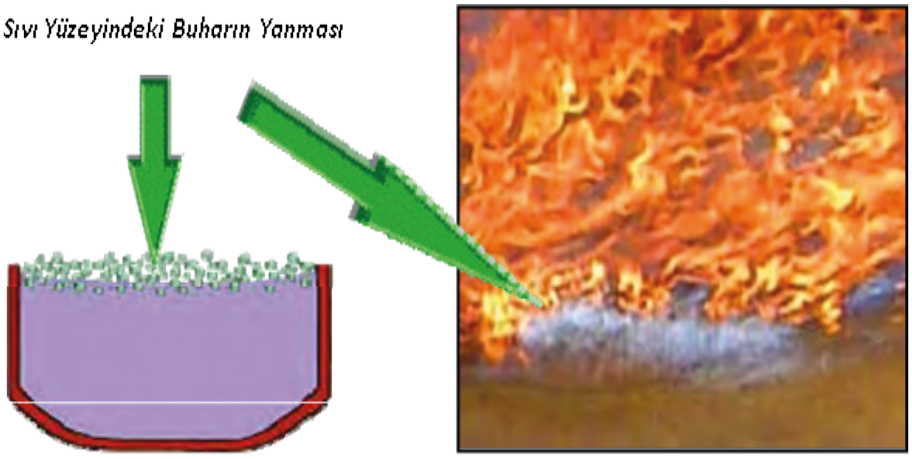
- Tutuşma sıcaklıkları farklı olup kaza ile yanmaları sıvı ve gaz yanıcı maddelere göre daha zordur.
- Odun, kömür gibi katı yanıcılar yanma sonucu kor oluşturur.
- Parafin, mum ve katı yağlar önce erir ve sonra yanıcı buhar ve gaz çıkartarak yanar.
- Naftalin gibi maddeler direkt buhar hâline geçerek yanar.



Görsel 2.2: Katı yanıcı madde

2.1.2.2. Sıvı Yanıcı Maddeler

Sıvı yanıcı maddeler buharlaşmadıkça yanmazlar. Sıvı maddeler ısı ile önce gaz hâline dönüşür daha sonra yanarlar. Yanma genellikle yüzeydedir korlaşma olmaz. Yanan kısım, sıvının yüzeyindeki gazlardır. Sıvı yanıcı maddelerin çoğunun buharı havadan ağırdır. Değişik sıvılar değişik yoğunluklarda buhar oluş-tururlar. Eğer buhar yoğunluğu 1 kg/m³'ten büyükse, buhar havadan ağır demektir ve yere doğru yayılır. Eğer buhar yoğunluğu 1 kg/m³`ten düşükse, yanıcı buhar yukarı doğru yayılma eğilimi gösterir. Özellikle, hidrokarbon buharı (metan istisna olmak kaydıyla) havadan ağırdır.



Görsel 2.3: Sıvı yanıcı maddelerin buharlaşarak yanması

Sıvı yanıcıların tehlike boyutunun belirlenmesini sağlayan parlama noktalarıdır. Sıvı yanıcı maddelerin parlamaya hazır bir buhar tabakası oluşturabilecekleri en düşük ısı derecesi sıvı maddelerin parlama noktasıdır. Parlama noktası bir sıvının yanıcı olup olmadığını belirler. Parlama noktası ne kadar düşük olursa tehlike o kadar büyüktür.

Sıvı yanıcı maddelerin yanma aralığı vardır. **Yanma aralığı**, buharın yanıcı olması için hava ve yanıcı buharın karışımdaki oranlarını tanımlar.

◆ **Üst Yanma Sınırı (Upper Flammable Limit, UFL):** Hava-buhar karışımının yanmak için çok zengin olmasıdır. UFL, buhar tabakasının parlayabilmesi için hava ile oranı bakımından olması gereken en yüksek miktardır.

◆ **Alt Yanma Sınırı (Lower Flammable Limit, LFL):** Hava-buhar karışımının yanmak için çok zayıf olmasıdır. LFL, buhar tabakasının parlayabilmesi için hava ile oranı bakımından olması gereken en düşük miktardır.

◆ **Sıvı yanıcı maddenin su ile karışım durumları**

Maddenin suyla karışma özelliği yangınlarla mücadele konusunda çok önemlidir.

Sıvı yanıcı maddeler suyla karışabilme özelliklerine göre ikiye ayrılır.

• **Su ile karışmayan yanıcı sıvı maddeler**

Su ile karışmayan yanıcı sıvılar yoğunluklarına göre ikiye ayrılır.

1. Yoğunluğu sudan hafif sıvı yakıtlar

Bu maddeler sudan hafif oldukları için suyun üstüne çıkar ve yanmaları suyun üzerinde devam eder. Bu nedenle yandıklarında su ile söndürülmeleri mümkün değildir.

Yoğunluğu sudan hafif sıvı yakıtlara; sıvı yağlar, benzin, motorin örnek olarak verilebilir.

2. Yoğunluğu sudan ağır sıvı yakıtlar

Bu maddeler suyun alt kısmında birikir. Bu nedenle yandıklarında su ile söndürülebilir. Yoğunluğu sudan ağır sıvı yakıtlara; katran asfalt, gres yağı örnek olarak verilebilir.

• **Su ile karışan yanıcı sıvı maddeler**

Bu maddelerin yangınlarına suyun seyreltme özelliğinden yararlanılarak su ile müdahale edilebilir.

Su ile karışan yanıcı maddelere; alkol, aseton etil asetat örnek olarak verilebilir.

2.1.2.3. Gaz Yanıcı Maddeler

Gaz yanıcı maddeler küçük bir kıvılcımla uygun tutuşma sıcaklığı bularak hızlı yanma reaksiyonu gösterir. Kapalı kaplarda bu durum patlama ve sonrasında alevli yanma şeklinde devam eder. Katı ve sıvı yanıcı maddelerden daha hızlı ve kolay yanma özelliğine sahiptir.

Gaz hâlindeki yanıcı maddeler genellikle çeşitli gazların bir karışımı olup bu nedenle yanma özellikleri yanında zehirlenme özellikleri bulunmaktadır. Gazlar, uzaktaki bir kaynaktan tutuşabilir ve alevi sızıntının olduğu yere taşıyabilir ya da kapalı bir yerde patlayıcı bir karışım oluşturabilir. Gazlar, belirli sınırlar dâhilinde yanma ve patlama tehlikesi gösterebilir.

2.1.3. Oksijen

Yangının üçüncü elemanı havadır veya daha doğru bir ifadeyle oksijendir. Havada (yaklaşık) %78,084 azot (N_2), %20,916 oksijen (O_2), %0,930 argon (Ar) ve %0,034 karbondioksit (CO_2) bulunmaktadır.

Normal şartlarda kendisi yanıcı olmayan ancak yanıcı maddelerle belirli oranda birleştiğinde yakıcılık



Görsel 2.4: Oksijen

etkisi ile yanmayı başlatan renksiz ve kokusuz gazdır.

Atmosferde yaklaşık %21 oranında bulunan oksijen yanmanın başlaması ve yanıcı maddelerin yanması için yeterlidir. Oksijen oranı çok özel şartların dışında atmosferdeki oranı çok fazla değişmez. Eğer özel şartlarda oksijen oranı %5 artarsa cisimlerin yanıcılık özellikleri çok fazla artar. Örneğin, yürürken sürtünme ısısından elbiseler tutuşabilir.

Yanmanın devam edebilmesi için ortamdaki oksijen oranının, gaz yangınlarında %12, katı ve sıvı yangınlarında ise %14-16 oranından az olmaması gerekir. Belirtilen oranlardan az oksijen olduğunda yanma zayıf olur ve azalan oksijen oranına bağlı olarak yanma durur.



Görsel 2.5: Basınçlı oksijen tüpü

2.1.4. Isı

Maddeleri oluşturan atom veya moleküllerin kinetik hareketlerin seviyesinde görünen enerji türüne ısı denir. Bütün maddeler belli bir ısıya sahiptir, burada ısının seviyesinin önemi yoktur. Isı yükseldikçe maddenin moleküllerinin hareket hızları da o ölçüde artar. Bu da maddenin moleküllerinin oksijen ile birleşimine imkân verir.

Yanmanın meydana gelebilmesi için gerekli olan en önemli etken ısıdır. Günlük hayatta yanıcı madde ve oksijen teması sürekli vardır. Bu temasın sürekli olmasına rağmen yanmayı başlatacak etken ısı teması olmadığı için yanma olmaz.

Yanmanın başlayabilmesi için verilen ısının yanıcı maddeleri tutuşma sıcaklığına ulaştırması gerekir.

Tablo 2.1: Endüstride Kullanılan Bazı Maddelerin Tutuşma Sıcaklığı	
Maddenin Adı	**Tutuşma Sıcaklığı**
Pamuk	400°C
Pamuklu kumaş (ham bez)	225°C
Pamuklu kumaş (aprelenmiş)	275°C
Yün	600°C
Polyester	450–485°C
Amonyak	651°C

2.1.5. Yanmanın Çeşitleri

- Yavaş yanma
- Kendi Kendine yanma
- Hızlı yanma
- Parlama – patlama şeklinde yanma
- Detonasyon

2.1.5.1. Yavaş Yanma

Yavaş yanma; yanıcı maddenin yapısı itibariyle, yanıcı buhar veya gaz oluşturmadığı, ortamda yeterli oksijen olmadığı ve ısının yetersiz kaldığı durumlarda meydana gelir. Demir ve oksijen atomunun kimyasal tepkimeye girmesiyle demirin paslanması, canlıların hücre solunumu olayı yavaş yanmaya örnek olaylardır. Alev, ışık ve belirli bir ısı göstermez.

2.1.5.2. Kendi Kendine Yanma



Görsel 2.6: Demirin paslanması

Kendi kendine yanma yavaş yanmanın zamanla hızlı yanma hâline dönüşmesidir.Özellikle bitkisel kökenli yağ ve yağlı yüzeyler, normal hava sıcaklığında, oksijen ile birleşmek sureti ile kolayca oksitlenmeye başlar ve oksijen ile yağın birleşmesi sonucu ısı oluşur, bir süre sonra oluşan ısı, alevlenme derecesine ulaşır ve madde kendiliğinden alev alır.

Bezir yağına bulaşmış bir bez parçasının, bir süre sonra kendi kendine alev alarak yanmaya başlaması kendi kendine yanmaya örnek olarak gösterilebilir.

2.1.5.3. Hızlı Yanma

Hızlı yanma yanmanın bütün belirtilerinin oluştuğu bir olaydır. Yanmanın belirtileri alev, ısı, ışık ve korlaşmadır. Bazı maddeler (parafin ve mum vb.) katı hâlden önce sıvı hâle daha sonra da buhar veya gaz hâ-

line geçerek yanarlar. Bazı maddeler ise (naftalin vb.) doğrudan yanabilen buhar çıkarırlar. Bazı maddeler de (odun, kömür vb.) doğrudan doğruya yanabilen gazlar çıkarırlar. Meydana gelen buhar veya gazlar oksijenle birleşirken alev çıkartırlar. Çıkan bu alevlerin dış kısımları parlak ve ısısı yüksektir. Orta kısımlarda ise yanma tam değildir. Zira oksijenle teması sınırlı olduğundan, ısı derecesi de azdır. İç çekirdek kısmında ise yanma yoktur. Bu bölgede meydana gelen gaz ve buhar yanmak için dış kısımlara çıkar.



Görsel 2.7: Hızlı yanma

2.1.5.4. Parlama-Patlama Şeklinde Yanma

Parlayıcı madde, normal şartlar altında buharlaşabilen veya gaz hâlinde bulunan ve tutuşma noktası düşük olan maddelerdir. Parlayıcı maddelerin yanma limitleri içinde oksijen ile ani olarak karşılaşıp kolayca ateş alıp hızlı yanmanın oluşmasına **parlama** denir.

Örnek

Benzin buharının ısı kaynağı ile birleşmesi sonucu alev alması.

Düşük sıcaklıkta buharlaşan sıvılar ile gazların serbest kaldıklarında bulundukları hacmin tamamını kaplamaları neticesinde alt ve üst patlama limitleri arasında, bir ısı kaynağı ile karşılaşmaları hâlinde meydana gelen yanma şekline **patlama** denir. Ortamdaki nem, sıcaklık, basınç ve konsantrasyon, patlamaya tesir eden etkenlerdir. Bir patlamanın olabilmesi için; patlama limitlerinde yanıcı toz, buhar ve gaz, hava ile karışarak "patlayıcı karışım" oluşturmalı, havada yeterli oksijen bulunmalı ve karışımı tutuşturacak bir ateşleme enerjisi olmalıdır.

Örnek

Asetilen gazı yüksek tutuşma devresinden dolayı tanınan en patlayıcı gazdır.

2.1.5.5. Detonasyon

Kimyasal veya nükleer zincir reaksiyonu tesiri ile patlayıcı maddelerin ani yanması.Patlayıcı maddelerin kimyasal reaksiyon sonucu ani yanmasında, sıcaklığı 4500ºC, ani basıncı 200.000 bar civarında, sirayet hızı ses hızının üzerinde ve tahrip gücü (kırıcılığı) yüksek, yanma şekline detonasyon denir. Dinamit ve TNT patlamaları detonasyona örnek verilebilir.



Görsel 2.8: Dinamit patlaması

2.1.6. Yangın ve Yangın Sınıfları

Tehlike doğuran, önü alınamayan veya söndürülemeyen ve neticesinde madden ve manen zararlar oluşturan ateşe diğer bir tabirle kontrol dışına çıkmış yanma olayına **yangın** denir.

Yangınları çeşitli gruplar altında toplamak için yapılan çalışmalar neticesinde yanan maddenin cinsine bağlı olarak yangınlar sınıflandırılmıştır. Yangına müdahalede yangın söndürme cihazları üzerinde etkili olduğu yangın sınıfının ambalajları üzerinde simgeleri gösterilmektedir. Yangın sınıfları dört ana başlık altında incelenmektedir.

- **A Sınıfı yangınlar**
- **B Sınıfı yangınlar**
- **C Sınıfı yangınlar**
- **D Sınıfı yangınlar**



Görsel 2.9: Yangın sınıfları

2.1.6.1. A Sınıfı Yangınlar

A sınıfı yangınlar organik yapıdaki yanabilir katı maddelerin oluşturduğu yangın sınıfıdır. Ot, odun, plastik, tekstil ürünleri, saman, pamuk gibi yanıcı katı maddeler örnek verilebilir.

A sınıfı yangınların özellikleri

- En sık karşılaşılan yangın sınıfıdır.
- Yanma kâğıt, odun, kömür, tekstil ürünleri gibi katı maddelerde olur.
- Tutuşma sıcaklığının gerçekleştiği korlu ve alevli yangın türüdür.
- Yanan maddenin özelliğine bağlı olarak yanan madde ortama zehirleyici ve boğucu gazlar çıkarır.

- Katı maddelerin yanma davranışında ısı ile muhatap olup yanıcı gazını çıkarabilecekleri ve bunu havanın oksijeni ile buluşturabilecekleri yüzey alanları en önemli etkendir.
- A sınıfı yangınlarına müdahale diğer yangın sınıflarına göre daha kolaydır.
- Bu yangınların söndürülmesinde kural, yangının merkezini bularak söndürmektir. Bu sınıfa giren yangınları söndürmek için soğutma özelliği olan su ve boğma teknikleri kullanılarak yangın söndürülür. Kullanılan su, yanan maddeleri soğutarak söndürür.

2.1.6.2. B Sınıfı Yangınlar

Sıvı hâlde yanabilen yanıcı maddelerin oluşturduğu yangın sınıfıdır. Akaryakıt yangınları (benzin, uçak yakıtı, motorin, fue oil vb.) alkol, tiner, vernik, aseton gibi yanıcı sıvı maddeler örnek verilebilir.

B sınıfı yangınların özellikleri

- Yangın yanan sıvının yüzeyindedir.
- B sınıfı yangınlar akışkan maddeler içermesinden dolayı genellikle çok hızlı yayılır ve söndürüldükten sonra da tekrar alev alabilir.
- Sıvı yangınlarında kor oluşumu gerçekleşmez.
- B sınıfı yangınlarda, yanma yüzeyde olduğundan oksijenin yanıcı madde ile ilişkisini engellemek en etkili söndürme yöntemidir.
- Söndürmek için soğutma (sis uygulaması) veya boğma (karbondioksit, köpük, kuru kimyevi toz) uygulaması yapılır.
- Bu tip yangılar için su kesinlikle kullanılmaz. Su, yanıcı maddelerin çevreye akmasına ve dolayısıyla yangının genişlemesine sebep olur.

AB standartlarında yer alan F sınıfı yangınlar, “yağ tavası yangınları” ya da “pişirme yangınları” olarak da adlandırılır. F sınıfı yangınlar da ülkemizdeki standartlarda (TSE) yer almaz.

> **Not:** Pişirme işleminde kullanılan yağlar bu sınıfa ait değildir. Pişirme işleminde kul- lanılan yağların yanması hayvansal ve bitkisel yağların yandığı yangın sınıfıdır. Yağ yangınları diye de anılmaktadır. Özellikle evlerin mutfaklarında, restoranlarda pişirme kapları, tencere ve tavalarda kullanılan yağların sıcaklıklarının çok fazla yükselmesiyle oluşur.

2.1.6.3. C Sınıfı Yangınlar

Asetilen, metan, bütan, propan, LPG (likit petrol gazı), hidrojen gibi yanabilen gazları içeren yangın sınıfıdır.

C sınıfı yangınların özellikleri

- Gaz madde yangınlarının temel özellikleri patlamadır.
- C sınıfı gaz maddeler yanmaya hazır olup en az tutuşma sıcaklığı ile muhatap olduklarında derhâl (1 mikro saniyede) yanarlar. Katı ve sıvılardaki gibi bir gazlaşma sürecine ihtiyaçları yoktur. Bu ani yanma olayı ani hacim genleşmesine yani patlamaya sebebiyet verir.
- C grubundaki gazların patlaması ve parlaması sırasında oluşan yüksek basınç, ısı ve alev yangının kısa sürede hızla büyümesine yol açmaktadır.
- Gaz kaçakları ve sızıntılarında kesinlikle ateşle kontrol yapılmaz. Kaçağın meydana geldiği yerde vanalar kapatılıp ortam derhâl havalandırılır.
- Söndürme maddesi olarak kuru kimyevi toz (KKT) ve karbondioksit (CO_2) kullanılabilir. Ortamdaki gaz hava ile seyreltilerek (azaltılarak) etkisiz hâle getirilebilir.

2.1.6.4. D Sınıfı Yangınlar

Alüminyum, lityum, magnezyum, titanyum, zirkonyum, çinko, baryum, uranyum, plütonyum sodyum, potasyum ve kalsiyum gibi yanabilen hafif metallerin oluşturduğu yangın sınıfıdır.

D sınıfı yangınların özellikleri

- Yanabilen hafif metallerin kendi kendine oksitlenerek ısınıp yanması veya metalleri işleme sırasında oluşan çapakların yağla karışması ve daha sonra üst üste toplanarak basınç altında kalmaları sonucunda yağın ve kırıntıların ısınmasıyla meydana gelir.
- Zehirli gaz çıkarıp patlamalara ve yangınlara sebep olabilir.
- Ortalama 2000-2500°C derecede yanan metaller korlu yangın oluşturup alev çıkarmadan yanar.
- Bu sınıfa giren yangınlarda özel kuru kimyevi toz ve kum kullanılarak boğma ve yanıcı maddeyi yok etme teknikleri uygulanır.

2.1.7. Yanmanın Ürünleri ve Yangının Çıkış Sebepleri

Yanma sonucu havaya zehirli gazlar karışarak insan hayatına ve çevreye zararlar vermektedir.

Çıkan gazların özellikleri bilinmesi gazın özelliğine göre müdahalede bulunulması hayati derecede önem gerektirmektedir.

> **Not:** E sınıfı yangınlar, yani elektrik arkı yangınları ülkemizdeki standartlarda (TSE) yer almaz. Bu sınıfa elektrik tesisatları, şalt malzemeleri, transformatör yangınları ve iletkenler de dâhil edilir.

Yanmanın ürünleri

MAK (müsaade edilen azami konsantrasyon): Kapalı ortamların havasında bulunmasına müsaade edilen ve sekiz saatlik çalışma zarfında, mevcut kimyasalların insanların sağlığını olumsuz etkilemeyeceği kabul edilen derişimi ifade eder. Bu oran ppm (ml/m³ veya mg/m³) olarak verilir.

Yanan katı malzeme cinsine göre açığa çıkan gazlar

Ahşap, kâğıt ve pamuk yangınlarında açığa çıkan gazlar

- Karbonmonoksit (CO): Tehlike sınırı 50 ppm veya 55 mg/m³. Son derece zehirlidir.
- Formaldehit (CH_2O): Tehlike sınırı 2 ppm veya 3mg/m³.
- Formik asit (HCOOH): Tehlike sınırı 5 ppm veya 20 mg/m³. Son derece zehirlidir.
- Metilalkol (CH_3OH): Tehlike sınırı 20 ppm veya 260 mg/m³.
- Asetik asit (CH_3COOH): Tehlike sınırı 10 ppm veya 25 mg/m³.

Plastik yangınlarında açığa çıkan gazlar

- Karbonmonoksit (CO):Tehlike sınırı 50 ppm veya 55 mg/m³. Son derece zehirlidir.
- Hidroklorik asit (HCl): Tehlike sınırı 5 ppm veya 7 mg/m³.
- Hidrojen siyanür (HCN): Tehlike sınırı 10 ppm veya 7 mg/m³. Son derece zehirlidir.
- Azot oksitler (N_2O, NO_2): Tehlike sınırı 5 ppm veya 9 mg/m³. Son derece zehirlidir.

Kauçuk yangınlarında açığa çıkan gazlar

- Karbonmonoksit (CO):Tehlike sınırı 50 ppm veya 55 mg/m3. Son derece zehirlidir.
- Kükürtdioksit (SO_2): Tehlike sınırı 5 ppm veya 13 mg/m³. Son derece zehirlidir.
- Kükürtlü Hidrojen (H_2S):Tehlike sınırı 10 ppm veya 15 mg/m³.Son derece zehirlidir.

İpek yangınlarında açığa çıkan gazlar

- Amonyak (NH_3): Tehlike sınırı 25 ppm veya 18 mg/m³.
- Hidrojen siyanür (HCN): Tehlike sınırı 10 ppm veya 18 mg/m³. Karbonmonoksit gazından 10 kat daha zehirlidir.

Yün yangınlarında açığa çıkan gazlar

- Karbonmonoksit (CO): Tehlike sınırı 50 ppm veya 55 mg/m³. Son derece zehirlidir.
- Kükürtlü hidrojen (H_2S): Tehlike sınırı 10 ppm veya 15 mg/m³. Son derece zehirlidir.
- Kükürtdioksit (SO_2): Tehlike sınırı 5 ppm veya 13 mg/m³. Son derece zehirlidir.
- Hidrojen siyanür (HCN): Tehlike sınırı 10 ppm veya 18 mg/m³. Karbonmonoksit gazından 10 kat daha zehirlidir.

Yanma ürünü zehirli gazların oluşturduğu solunum zorluğu tehlikesi

Yangın yerinde meydana gelen ölüm vakalarının büyük çoğunluğu zehirli gazlardan kaynaklanmaktadır. Zehirlenme çoğunlukla soluma, nadiren de deriden soğurma yoluyla meydana gelmektedir.

Zehirli gazlar tesirlerine göre üçe ayrılır

1. **Boğucu etki yapan gazlar (birinci grup gazlar)**
2. **Tahriş ve tahrip edici gazlar (ikinci grup gazlar)**
3. **Sinir sistemine tesir eden gazlar (üçüncü grup gazlar)**

Boğucu etki yapan gazlar birinci grup gazlar

Kendisi zehirli olmadığı hâlde bulundukları yerlerde oksijeni ittikleri için boğulmaya neden olurlar. Oksijenin %16'nın altında olduğu hava, solunum için yeterli değildir. Böylesi ortamlarda oksijenin dışındaki bütün gazlar bu açıdan boğucu kabul edilir.

Bu gruba giren gazlar; su buharı, azot, asal gazlar (helyum, neon, argon, kripton, xenon), hidrojen, metan, etan, propan ve benzerleridir.

Boğucu etki yapan gazların bulunduğu ortamlara ancak temiz hava solunum cihazları (hava tüpü) ile girilmelidir. Hafif solunum cihazlarının (filtreli maske) oksijen olmayan yerde hiç bir faydası olmayacağı unutulmamalıdır. Boğucu etki yapan gazların bulunduğu ortamlarda filtreli gaz maskesi kullanılırsa tehlike oluşturur, çünkü oksijen olmayan yerde filtre bir görev yapamaz.

Boğucu gazlara maruz kalındığında

- Boğucu gazların tesiri altındaki kapalı ortamlar derhâl havalandırılmalı,
- Bu gazların etkisi altında kalan kazazedeler bir an önce bu odalardan çıkarılmalı,
- Kazazedeye oksijen verilmeli,
- Rahat nefes almaları için elbiselerinin kol ve yaka kısımlarını gevşetmeli,
- Vücut sıcaklığı korunmalı,
- Yaşam belirtileri görülmeyen kazazedeleri tekrar hayata döndürebilmek için ağızdan ağza veya burun yolu ile yapılan suni teneffüs uygulanmalı,
- Kazazedeler tıbbi müdahale yapılabilmesi için bir an önce hastaneye ulaştırılmalıdır.
- Yangın yerinde bulunması gereken ambulansın önemi bu noktada ortaya çıkmaktadır.
- Olay yerinde bulunan ambulans kazazedeler için çok değerli olan zamandan tasarruf anlamına gelmektedir.

◆ **Tahriş ve tahrip edici gazlar (ikinci grup gazlar)**

Tahriş ve tahrip edici gazlar; nefes yollarına etki eder, göz ve deride tahrişlere yol açar. Bu gazların tesirleri çoğu zaman geç fark edilir. Kokuları keskindir. İlk belirtileri, öksürme, göz yaşarması, burun akıntısı ve bunalma hissi ile ortaya çıkar.

Tahriş ve tahrip edici gazlar; hidroklorik asit (HCl), nitrik asit (HNO_3), formik asit (HCOOH), asetik asit (CH_3COOH), propiyonik asit (CH_3CH_2COOH), klor (Cl_2), amonyak (NH_3), aminler ($R\text{-}NH_2$), hidrazin ($H_2N\text{-}NH_2$), azotdioksit (NO_2), azot monoksit (N_2O), kükürtdioksit (SO_2), kızgın hava ve benzerleridir.

İkinci grup gazların bulunduğu ortamlara temiz hava solunum cihazları ile girilmelidir.

◆ **Tahriş ve tahrip edici gazların tesiri altında kalan kazazedeler**

- Kaza yerinden derhâl uzaklaştırılmalı,
- Yatırılmalı,
- Rahat nefes almaları sağlanmalı,
- Oksijen verilmeli,
- Kazazedenin üşüdüğünde oksijen ihtiyacı arttığı için vücut sıcaklığı korunmalı,
- Tıbbi müdahale yapılabilmesi için kazazedeler bir an önce hastaneye ulaştırılmalıdır.

◆ **Sinir sistemine tesir eden gazlar (üçüncü grup gazlar)**

Sinir sistemine tesir eden gazlar, canlılarda kan, sinir sistemi ve hücrelere zarar verici etkiler yapar. Şüpheli durumlarda her zaman ağır teneffüs cihazları kullanılmalıdır. Kazaya maruz kalan kişi, gazın bulunduğu odadan derhâl çıkartılmalı ve yere yatırılmalıdır. Elbiseleri gevşetilmeli, temiz hava verilmelidir. Tıbbi müdahale yapılabilmesi için kazazedeler bir an önce hastaneye ulaştırılmalıdır.

Karbonmonoksit (CO): Havadan daha ağır, renksiz, kokusuz ve zehirli bir gazdır. Yanma sırasında yetersiz oksijen durumunda ortaya çıkar ve her yangın olayında görülen gazdır. Karbonmonoksitin solunmasının akabinde, aşırı uyku isteği meydana gelir. Akciğerlerden hücrelere oksijen taşıyan hemoglobinle birleşerek karboksihemoglobin kompleksini oluşturarak oksijen eksikliğine yol açar. Bu durum da insanların boğularak ölmesine neden olur.

Karbondioksit (CO_2): Karbondioksit hafif ekşimsi kokan ve havadan daha ağır olan bir gazdır. Hava içinde yüzde 8 oranında bulunursa boğucu etki gösterir ve yeterli oksijen olsa bile zarar verir. Karbondioksit, karbonun tamamen yanmasından oluşur ve havada yüzde 0,03 oranında bulunur. Soğutucularda, söndürücülerde ve haşerelerle mücadelede kullanılır.

Hidrojen siyanür (HCN): Karbonlu ve birçok azotlu maddenin yüksek sıcaklıklarda yanmasıyla bu asit oluşur. Hidrojen siyanür, boğucu bir gazdır. Yangınlarda solunması durumunda; mide bulantısı, baş dönmesi ortaya çıkar, soluk almada zorluk ve boğulma belirtileri başlar, yüzde morarma en sonunda komayla ölüm görülür.

Kükürt karbonat (CS_2): Suni ipek ve suni yün sanayinde olduğu gibi karışım mad- desi olarak ve haşerelerle mücadelede kullanılır. Renksiz veya sarımtırak renginde, çürümüş turp gibi kokan bir sıvıdır. Buharı havadan daha ağırdır. Kükürt karbonat bir sinir zehridir ve baş ağrısı, şuur bozukluğu, baygınlık, solunum felci ve ölüm gibi sonuçlara sebep olabilir.

Hidrojen sülfür (H_2S): Merkezi sinir sistemini tahrip ederek ölüme neden olur. Üçüncü grup zehirli gazların bulunduğu ortamlarda, düşük dozajlarda özel filtreli maskeler kullanılabilir ancak her ihtimale karşı temiz hava solunum cihazları kullanılmalıdır.



Görsel 2.10: Zehirli gazların havaya karışması

2.1.8. Yangının Çıkış Sebepleri

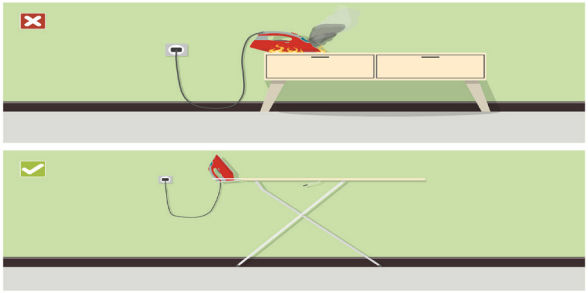
Yangınlar günlük yaşantıda can ve mal kaybına neden olan afetlerdir. Yangınların çıkış sebepleri aşağıda verilmiştir.

- **Yangınlardan korunma önlemlerinin alınmaması (tedbirsizlik)**
- **Bilgisizlik**
- **İhmal ve dikkatsizlik**
- **Kazalar**
- **Sıçrama**
- **Sabotaj**
- **Tabiat olayları**

Yangınlardan Korunma Önlemlerinin Alınmaması (Tedbirsizlik): Yangınlarla ilgili yönetmeliklerde belirtilen kurallara riayet edilmemesi, elektrik sistemiyle ilgili tesisat ve sigorta sistemlerinin yeterli düzeyde yapılmaması, binalarda çatı kirişleri ile baca ilişkilerinin gereği gibi düzenlenmemesi, bacaların yeterli özenle sıvanmaması, likit petrol gazı kullanırken tüp kullanımı ile ilgili gerekli önlemlerin alınmaması, soba ve kalorifer sistemlerinde gerekli tertibatın alınmayışı ve gerekli periyodik temizlik ve bakımlarının yapılmaması gibi sebepler yangın çıkmasına neden olmaktadır.

Bilgisizlik: Yangına neden olabilecek malzemelerin ve özelliklerinin bilinmemesi, yangına sebebiyet verecek ortamların bilinçsizce oluşturulması (tavan arası ve çatıya kolay ve çabuk tutuşabilecek eşyalar koymak) gibi sebepler yangın çıkmasına neden olmaktadır.

İhmal ve Dikkatsizlik: Yangın çıkartabilecek maddeler üzerinde gereken önemin verilmeyişi, ağaçlık yerlerde söndürülmeden atılan kibrit, sigara izmariti gibi maddeler, likit petrol gazı tüplerinin ateş çıkaran malzemelerle kontrol edilmesi, prizde ütü ve ocak fişi unutulması, yanan ocak üstünde tencere tava unutulması, kuralına uygun olmadan etrafa kıvılcım çıkartan (kaynak vb.) işlerin yapılması gibi sebepler yangın çıkmasına neden olmaktadır.



Görsel 2.11: İhmal ve dikkatsizlik

Kazalar: Ev, iş veya trafik kazalarına bağlı olarak yangınlar çıkabilmektedir. Makine ve araçların çıkardığı kıvılcımlar nedeniyle yangın oluşabilir.

Patlayıcı maddelerin askeri tatbikat amacıyla kullanımına bağlı kaza sonucu etrafında yangına sebebiyet verebilmektedir.



Görsel 2.12: Trafik kazasına bağlı yangın

Sıçrama: Belirli bir bölgede başlayan yangının diğer bölgelere dağılması sonucu yangının dağılmasına **sıçrama (sirayet)** denir.

Sabotaj: Çeşitli amaçlar için bilerek ve isteyerek yangın çıkartılmasıdır. Mesela tarla, ev yeri açmak amacıyla ormanların yakılması, bina, işyeri ve tesislerin kundaklanması gibi kasti olaylardan yangın çıkartılması sabotaj örnekleridir.

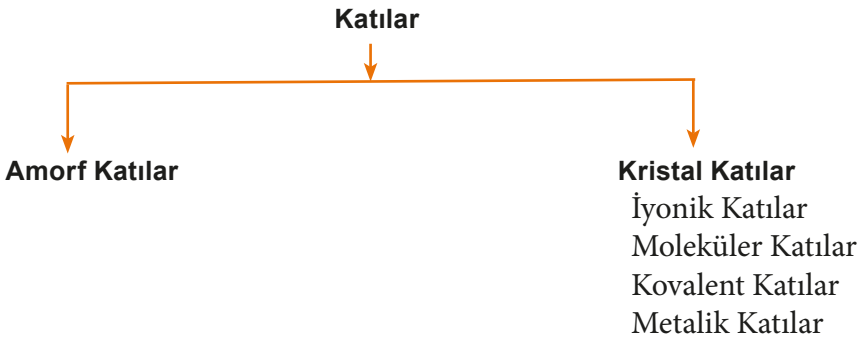
Tabiat Olayları: Doğal olarak kendiliğinden ortaya çıkan yangınlardır. Tabiat olaylarına; deprem, yıldırım düşmesi, güneş ışınlarından meydana gelen yangınlar örnek olarak gösterilebilir.



Görsel 2.13: Yıldırım düşmesi

2.2. KATILARIN ÖZELLİKLERİ

Katı hâl maddenin en düzenli hâlidir. Belli bir hacimleri ve şekilleri vardır. Sıkıştırılamaz. Katı maddeyi oluşturan atom ve moleküller birbirine çok yakındır ve tanecikleri arasındaki boşluk yok denecek kadar azdır. Tanecikleri titreşim hareketi yapar. Atom ve moleküller arasında bir düzenlilik vardır.



◆ **Amorf katılar**

Bu tür katılar sıkıştırılamaz ve sert olmalarına rağmen belirli geometrik şekilleri olmayıp tanecikler gelişigüzel bir yapı gösterir. O yüzden bu katılara şekilsiz anlamına gelen **amorf katılar** denir. Bu nedenle dışarıdan biçimlendirilmedikçe amorf katıların belirli bir şekli yoktur. Cam, lastik, plastik, tereyağı ve ruj bu tür katılara örnektir.

Amorf katıların belirli bir erime ve kaynama noktaları yoktur. Amorf katılar belli bir sıcaklık aralığında gitgide yumuşarlar ve akıcılık kazanırlar. Yumuşamanın başladığı sıcaklığa **camsı geçiş sıcaklığı** denir. Genellikle sıvı hâlinin ani olarak soğutulmasıyla elde edilirler.

Amorf katılar yumuşak olduğu sıcaklık aralığında şekil verilip soğuma işlemine tabi tutulurlar. Bu sebeple amorf katıların bazılarına istenilen şekiller verilebilir.

Yumuşama ile akıcı hâle gelme arasında kalan sıcaklıklarda çalışılarak laboratuvarlarda ve evlerde kullanılan cam eşyalar kalıplanarak yapılır. Plastik ve lastik malzemeler de kalıplanarak üretilir.

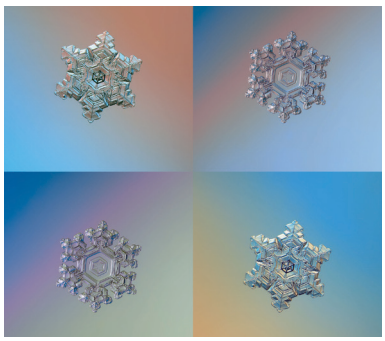


Görsel 2.14: Amorf katı camın yapılışı

◆ **Kristal katılar**

Bu tür katılar sıkıştırılamaz. Sert ve kırılgan belirli geometrik şekillere sahiptir. Kristal katıları oluşturan atom iyon ve moleküller uzayda bütün örgü boyunca düzenli olacak şekilde istiflenmiştir.

Tuz, şeker, elmas, naftalin, altın, sodyum klorür, demir, bakır gibi katılar kristal katılara örnektir. Kristal katılar kararlıdır. Bu kararlılık tanecikler arası etkileşimlere bağlıdır. Kristal katılar tanecikler arası etkileşimlerine göre dört başlıkta incelenir.



Görsel 2.15: Kar taneleri kristal yapısı

◆ İyonik katılar

İyonlardan oluşan kristallerdir. İyonlar iyonik bağlarla bir arada bulunurlar. İyonların bir kısmı pozitif, bir kısmı negatif olduğundan bu zıt yüklü iyonlar birbirini elektrostatik çekim kuvveti ile çeker. Kristali oluşturan iyonların büyüklükleri (çapları) genellikle farklıdır. Bu farklılık iyonlar arası boşlukların oluşmasına neden olur. Bunun sonucunda iyonlar bu boşlukları doldurarak kristal yapıyı oluşturur. Elektronlarını kolaylıkla verebilen atomlarla (metal gibi) bu elektronları kolaylıkla alabilen atomlar (ametal gibi) arasında elektron transferi olur ve iyonik kimyasal bağlar oluşur.

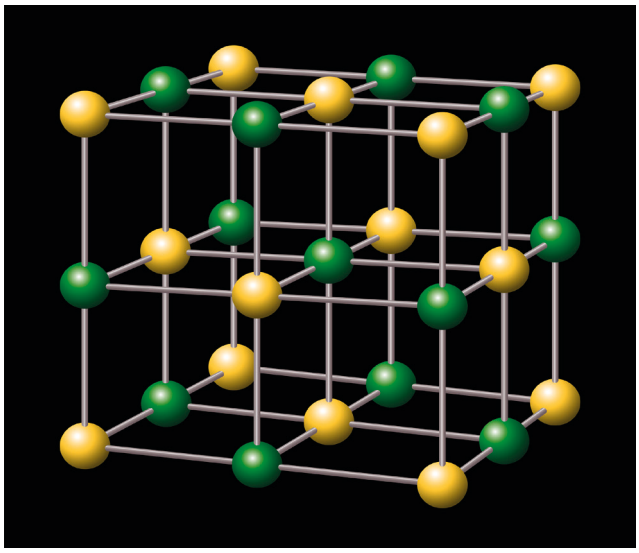
Bu tip katılara **iyonik katı** denir. Sofra tuzu (NaCl), $CaCO_3$, MgO iyonik katılara örnektir.

Özellikleri

- Erime noktaları çok yüksektir.
- İyonik katılar tel ve levha hâline getirilemez, sert ve kırılgandır.
- Katı hâldeki iyonlar serbestçe hareket edemediği için iyonik kristaller elektrik akımını iletemez.
- Sıvı veya sulu çözeltileri elektrik akımını iletir.

◆ Moleküler katılar

Örgü yapısını atom ve moleküllerin oluşturduğu kristallerdir. Molekülleri bir arada tutan kuvvetler **Van Der Walls** kuvvetleri ve hidrojen bağdır. Moleküler kristallerde moleküller arasındaki çekim kuvveti iyonik ve kovalent bağlara oranla oldukça zayıftır. Bu nedenle moleküler kristallerin erime ve kaynama noktaları düşüktür. I_2 (iyot), P_4 (fosfor), S_8 (kükürt), CO_2 (kuru buz), $C_{10}H_8$ (naftalin) gibi katılar moleküler kristallere örnektir.



Görsel 2.16: NaCl (Sofra Tuzu) iyonik katı yapısı

◆ Kovalent katılar

Katıların yapısındaki atomlar birbirine elektron ortaklaşması (kovalent bağ) ile tutunur. Örgü noktalarındaki atomlar, elektronlarını ortaklaşa kullanarak bir arada tutar ve kristal katıları oluşturur. Elmas, grafit, bor ve kuvars (SiO_2) kovalent kristallere örnektir. Elmasın her karbon atomu, dört komşu karbon atomuna kovalent bağlarla bağlanmıştır. Bütün bağlar üç boyutlu bir yapı oluşturacak şekilde sıkı, sağlam ve stabildir. Hareket eden elektron bulunmadığından elektriği iletmez. Grafit her karbon atomu aynı düzlemde bulunan başka üç karbonla altıgen düzlemsel halkalar oluşturacak şekilde bağlanır. Katmanlı bir yapıya sahip olup katmanlar arasında zayıf Van Der Waals kuvvetleri bulunur. Bu nedenle yapısı elmasa oranla oldukça yumuşaktır parlak siyah renkte kaygan ve elektriği ileten bir katıdır.

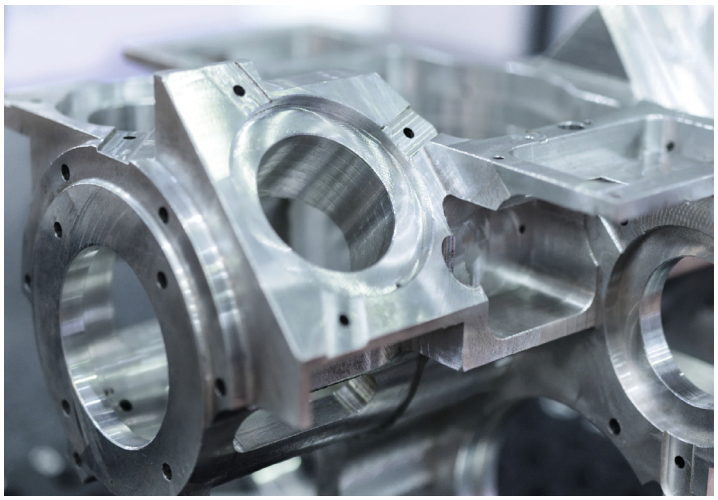


Görsel 2.17: Kristal

◆ Metalik katılar

Metal atomlarının belirli bir düzene göre istiflenerek oluşturdukları katılara **metalik kristaller** denir.

- Katı maddeler; kolay tel ve levha hâline gelebilir.
- Katı maddeler; ısı ve elektriği iyi iletir.
- Katı maddeler; yüzeyi parlaktır ve işlenebilir katı yapıdadır.



Görsel 2.18: İşlenmiş aluminyum parçaları

Tablo 2.2: Kristal Katı Türleri				
Kristal Türü	**Moleküler Arası Kuvvetler**	**Örgü Birimleri**	**Genel Özellikler**	**Örnekler**
İyonik katılar	Elektrostatik çekim	İyonlar	Sert kırılgan Erime noktası yüksek Katı hâlde yalıtkan Sıvı hâlde iletken	NaCl, KBr, CaO, KNO_2, $CaSO_4$
Moleküler katılar	Van Der Waals hidrojen bağları	Moleküler	Yumuşak Erime noktası düşük Isı ve elektriği iletmez	I_2, P_4 ,S_8, CO_2,H_2O, $C_{10}H_8$
Kovalent katılar	Kovalent bağ	Kovalent bağlı atomlar	Çok sert Erime noktası yüksek Isı ve elektriği iletmez. (Grafit iletken)	C(elmas),C(grafit), SiO_2, SiC
Metalik katılar	Metalik bağlar	Metal katyonları	Sertliği değişken Erime noktası değişken Isı ve elektriği iyi iletir	Na, Al, Cu, Fe (Tüm metalik elementler)

2.2.1. Kristal Katılar ile Amorf Katılar Arasındaki Farklar

◆ **Geometri / Yapı**

- Amorf katılar düzenli bir yapıya sahip değildir. Atom veya iyonların herhangi bir düzeninden veya düzeninden veya herhangi bir geometrik şekilden yoksundur.
- Kristalin katılar, atomların veya iyonların düzenli düzenlenmesi nedeniyle kesin ve düzenli geometriye sahiptir.

◆ **Erime ve kaynama noktası**

- Amorf katılar erime ve kaynama noktasına sahip değildir.
- Kristal katıların sıvı hâline dönüştüğü bir erime noktasına sahiptir.

◆ **Parçacıklar arası kuvvetler**

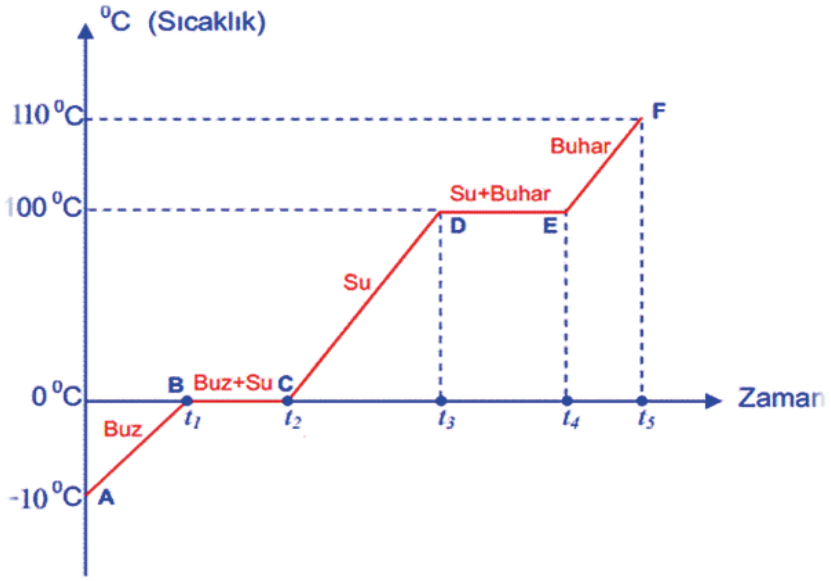
- Amorf katılar kovalent olarak bağlanmış ağlara sahiptir.
- Kristal katı maddeler Van der Waal'ın bağlarına, kovalent bağlara, iyonik bağlara ve metalik bağlara sahiptir.

2.2.2. Katıların Erime Noktası

Katı hâlde bulunan saf bir maddeye ısı verildiğinde önce sıcaklığı artar. Bu artış belli bir sıcaklığa eriştiğinde sıcaklık artışı durur ve madde erir. Erime belirli bir basınçta ve yalnızca belirli bir sıcaklıkta gerçekleşir. Bu sıcaklığa **erime sıcaklığı** ya da **erime noktası** denir. Erime sürecinde maddenin sıcaklığı

değişmez. Maddeye verilen enerji, tanecikleri arasındaki çekim kuvveti yenmek için kullanılır. Bu nedenle taneciklerin ortalama kinetik enerjileri sabit kalır. Sıvı hâle dönüşen maddenin tanecikleri artık belirli bir konuma sahip olmaz ve titreşim hareketinin yanı sıra öteleme hareketi de yapar.

Erime noktası her madde için farklı bir değerde olduğu için maddelerin ayırt edici bir özelliğidir. Erime noktası madde miktarının fazla olmasına ve ısı miktarının yüksek oluşuna bağlı değildir ama bunlar erime süresini etkiler.



Grafik 2.1: Katı buzun sıcaklığı

◆ **Katı buzun sıcaklık zaman grafiğine göre yorumlanışı**

- Maddeye sürekli ısı verilir. Bu esnada madde şu süreçlerden geçer.
- Madde önce katı hâldeyken ısı verilmesine bağlı sıcaklığı artar.
- Sonra ısı verilmeye devam edildiği hâlde sıcaklığı değişmez, madde erir. Madde hâl değiştirirken sıcaklığı değişmez, verilen ısı maddenin molekülleri arasındaki bağları koparır ve hâl değiştirmesine harcanır.
- Erime süreci bittikten sonra ısı verilmeye devam edildiği için madde sıvı hâldeyken sıcaklığı artar.
- Maddeye ısı verildiği hâlde sıcaklığı değişmez, kaynar. Madde hâl değiştirirken sıcaklığı değişmez, verilen ısı maddenin molekülleri arasındaki bağları koparır ve hâl değiştirmesine harcanır.
- Gaz hâline dönüşen maddeye ısı verilmeye devam edildiği için sıcaklığı artmaya devam eder.
- Hâl değişimi zaman eksenine paralel olduğu yerlerde gerçekleşiyor (Grafik 2.1).

2.2.2.1. Katıların Erime Noktasına Etki Eden Faktörler

Saf maddelerin erime ve donma sıcaklığı normal şartlarda sabittir. Erime noktasını değiştiren faktörler aşağıda verilmiştir.

◆ **Basınç**

Basınç, birim yüzeye etkiyen dik kuvvet olduğundan maddenin moleküllerini bir arada tutarak dağılmasını önleme yönünde etki eder. Erime durumunda hacmi büyüyen bir maddenin basınç hacminde artış da zorlaşabilir. Bu nedenle daha zor erimektedir. Yani erime noktası yükselme gösterir. Erirken hacmi küçülen maddeler için basıncın azalması erime sıcaklığını yükseltir. Buz, bizmut gibi sıvı maddeler erirken hacmi azalır. Bu nedenle de basıncının artması erimeyi de kolaylaştırır. Bu durum da erime noktasının yükselmesine neden olur.

Basıncın azalması ise erime noktasını düşürür. Yüksek dağlardaki karların geç erimesinin nedenlerinden biri de açık hava basıncının yüksek yerlere çıkıldıkça azalması ve karın erime noktasının yükselmesidir. Basıncın artması, hacmin küçülmesine yardımcı olduğu için erime sıcaklığı azalır. Bu durum kış mevsiminde üzerinden araba geçen yollarda karların basıncın artmasına bağlı olarak çabuk erimesinde gözlemlenir.

- **Maddenin cinsi**

Moleküller arasındaki çekim kuvvetinin fazla olduğu katılara erime noktası verilecek olan enerji miktarı artacağı için erime noktasına artış moleküller arasındaki çekim kuvvetinin azaldığı katılarda verilecek olan enerji miktarı azalacağı için erime noktasında düşme meyana gelir. Kovalent katılar ve iyonik katılarda erime noktası çok yüksektir. Moleküler katılarda ise erime noktası düşüktür.

- **Safsızlığın erime noktasına etkisi**

Saf bir madde içine başka bir madde karıştırılması maddenin saflığı gidermiş olur. Saf olmayan bu karışımın erime noktası saf maddeden farklı olur.

Su-tuz karışımının erime sıcaklığı saf suyun erime sıcaklığından daha düşüktür. Kış aylarında yollara tuz serpilmesi buzun erime sıcaklığını düşür ve (-) değerli sıcaklıklara buzun daha kolay erimesini sağlar.

2.2.3. Katıların Yoğunluğu

Bir maddenin kütlesinin hacmine oranı o maddenin yoğunluğunu verir. Bir maddenin "birim hacminin (1 cm^3) kütlesine" **maddenin yoğunluğu** denir. Öz kütle "d" harfi ile gösterilir. Yoğunluk maddeler için ayırt edici özelliktir. Ayırt edici özellik olduğundan dolayı her maddenin yoğunluğu farklıdır. Suyun yoğunluğu 1gr/cm^3 iken zeytinyağı 0.92 g/cm^3`tür.

Uluslararası birim sisteminde (SI) öz kütle birimi kg/m3`tür. Öz kütle d= M/V

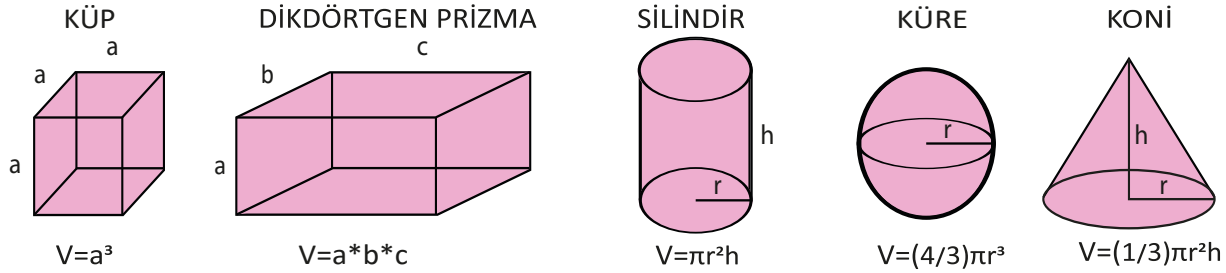
Tablo 2.3: Bazı Maddelerin Öz Kütleleri

Madde	Öz Kütle g/cm^3
Su	1 g/cm^3
Platin	21,5 g/cm^3
Altın	19,32 g/cm^3
Kurşun	11,37 g/cm^3
Bakır	8,92 g/cm^3
Demir	7,86 g/cm^3
Cıva	13.6 g/cm^3
Zeytinyağı	0,92 g/cm^3
Etil alkol	0,81 g/cm^3

Bir maddenin yoğunluğunu bulmak için hacim ve kütle kavramlarının bilinmesi gerekmektedir.

Hacim: Maddenin uzayda kapladığı yere **hacim** denir. Hacim (V) sembolü ile gösterilir. Uluslararası birim sisteminde (SI) hacmin birimi m^3`tür. Hacmin çok büyük veya çok küçük olma durumunda katları veya alt katları kullanılır. Sıvılarda hacim ölçüsü olarak litre (l) kullanılabilir. Daha küçük hacimsel ölçümler için mililitre veya cm^3 kullanılır. Buna bağlı olarak öz kütle g/l veya g/cm^3 katılarda ise kg/m^3 olarak bulunur.

Maddelerin hacimleri hesaplanırken farklı yöntemler kullanılabilir. Akışkanların hacmini hesaplarken konulduğu kabın hacmini bilmek yeterli olurken katılarda ise hacim cismin şekline göre belli yöntemlerle hesaplanır.



Şekil 2.1: Hacim formülleri

Kütle: Değişmeyen madde miktarına **kütle** denir. Eşit kollu terazi ile ölçülür, (**m**) sembolü ile gösterilir. Kütlenin SI birimi **kg**`dır. Fakat kütlenin çok büyük ya da çok küçük olması hâlinde katları veya alt katları kullanılabilir. Kullanılan diğer birimler gram, ton veya pounddur.

Sıcaklığın sabit kalmasına bağlı katı maddelerin kütle ve hacimleri doğru orantılı olarak değişir. Buna bağlı olarak öz kütle sabit kalacaktır.

Tablo 2.4: Uluslararası Öz Kütle, Kütle, Hacim Birimi

Büyüklüğün İsmi	Sembolü	SI (Uluslararası) Birimi
Öz kütle	d	kg/m^3
Kütle	m	kg
Hacim	V	m^3

Katıların öz kütlesini bulmak için örnek soru çözümleri

Soru 1

Dikdörtgen prizma şeklindeki demirin boyutları (2 m * 3 m * 4 m) şeklindedir. Kütlesi ise 189600 kg olduğuna göre öz kütlesi nedir?

Çözüm

V = 2 * 3 * 4 = 24 m^3
m = 189600 kg
d= m/V

$$d = \frac{189600kg}{24m^3} = 7900kg/m^3 = 7,9gr/cm^3$$

Soru 2

Yoğunluğu 8,9 g/cm³ olan bir bakır küpün boyutları 2 cm`dir. Bu bakır küpün kütlesi kaç gramdır?

Çözüm

V=a*a*a=a³=2³=8
d=8,9g/cm³
d=m/V
m=V*d
m=8*8,9=71,2g'dır.

◆ **Yoğunluk kavramının günlük hayatımızdaki etkileri**

Cisimlerin sıvı içindeki yüzme batma durumlarının kütle ve hacme bağlı olup olmadığını anlamak için şu örnekleri verilebilir.

- Kütleleri eşit olan bir top ile küçük bir demir bilye suya atıldığında top yüzerken demir bilye batar.
- Hacimleri eşit olan bir küçük plastik top ile aynı hacimdeki taş suya atıldığında top yüzerken taş batar.

O hâlde cisimlerin yüzme ya da batma durumları sadece kütleye veya sadece hacme bağlı değildir. Cisimlerin yüzme batma durumları yoğunluğa bağlıdır.

◆ **Buz neden suda batmaz?**

Su donduğunda hacmi artan sıvıdır. Hacmi arttığı için de buzun yoğunluğu sudan daha azdır. Yoğunluğu sudan daha düşük olan buz suyun içinde bu yüzden batmayacaktır.

Not: Su +4 derecede en küçük hacmine sahiptir. +4 derecenin üstündeki ve altındaki sıcaklılarda suyun hacmi hep artar. Suyun hacmi arttığı için yoğunluğu azalır.



Görsel 2.19: Suya batmayan buz

◆ **Malzeme seçiminde yoğunluğun rolü**

Araç gereç yapımında malzemelerin yoğunluğu dikkate alınmaktadır. Uçaklarda demir ve magnezyum yerine alüminyum kullanmak daha uygundur. Çünkü alüminyumun yoğunluğu demir ve magnezyumdan daha azdır. Alüminyumun yoğunluğu havanın yoğunluğuna daha yakın olduğu için uçağın havada dengede kalması sağlanır.

Gemilerin yapımında tahta yerine metal malzemeler kullanılmasının sebebi dayanıklı olmalarını sağlamaktır.

Gemilerin batmamasının temel sebebi aslında yoğunluk ile alakalıdır. Yoğunluğu sudan fazla olan bütün cisimler batarken yoğunluğu sudan az olan bütün cisimler yüzer. Gemiler taban kısmının oyuk yapıları sayesinde suyun yoğunluğundan daha hafif kalmayı sağlayıp suyun üstünde kalırlar. Gemi yapımında kullanılan malzemelerin yoğunluğunun sudan fazla olmasına rağmen geminin toplam yoğunluğu sudan azdır ve gemiler geniş hacimli havayla doludur. Sudan daha az yoğunluğa sahip hava, geminin toplam yoğunluğunu düşürüp suyun üstünde kalmasını sağlar, böylece gemiler suda yüzebilir. Benzer şekilde uçakların da hacim- leri büyütülerek yoğunlukları düşürülür. Böylece uçmaları kolaylaşır.



Görsel 2.20: Suya batmayan gemiler

2.2.4. Sıvılar

Günlük hayatta kullanılan su, süt, sıvı yağlar, benzin, meyve suları, sirke gibi maddeler sıvı olan maddelerdir. Sıvılar katı ve gaz arasındaki maddenin hâlidir. Sıvılar, katılarla ve gazlarla benzer ve farklı özellikleri vardır.



Görsel 2.21: Sıvılar



Görsel 2.22: Sıvılar

2.2.5. Sıvı Maddelerin Özellikleri

Maddenin sıvı hâli katı hâline göre düzensizdir. Maddenin sıvı hâlinin kendine ait belirli bir şekli yoktur. Konuldukları kabın şeklini alır. Akışkan hâlde bulunur. Fakat her sıvının akışkanlığı aynı değildir. Yoğunluklarına göre değişkenlik gösterir. Tanecikleri bir biri ile temas hâlindedir. Tanecikleri arasındaki boşluk katılardan daha fazla olmasına rağmen tanecikleri sıkıştırılamaz. Tanecikleri birbiri üzerinden kayarak hareket edebilir. Yani tanecikleri yer değiştirir bu da sıvıların akışkan olmasını sağlar. Titreşim ve öteleme hareketi yaparlar. Sıcaklık etkisi ile genleşebilir.



Görsel 2.23: Sıvıların kondukları kabın şeklini alması

Sıvı maddeler bir hâlden başka bir hâle geçebilir. Normal şartlar altında sıvı olan bir çok madde vardır. Su, bunun en çok bilinen örneğidir. Madenlerin içinde de cıva, normal şartlar altında sıvı hâlde bulunarak bir ayrıcalık gösterir.

Sıvılar, dokundukları her yüzeye basınç yaparlar. Bu basınç hem içinde bulundukları kabın yan ve dip yüzeylerine, hem de sıvının içinde bulunan herhangi bir cismin bütün yüzeylerine uygulanır. Derine indikçe bu basınç artar. Denizaltıların uğradığı basınç bunun örneğidir. Hesaplanan derinlikten daha aşağılara inen bir denizaltı, su basıncı nedeniyle parçalanabilir.

Sıvılar ısıtılarak gaz hâline geçirilebilir. Tekrar soğutulunca da sıvılaşır. Damıtma (bir sıvıyı içindeki yabancı maddelerden temizleme) işleminde bu olaydan yararlanılır. Yalnız, soğutmayı sürdürerek her sıvının katılaşması sağlanamaz. Birkaç sıvı için bu yapılabilir. Bu sıvılardan biri de sudur. Su; 0°C altında katılaşır (buz olur), 0°C ile 100°C arasında sıvı hâldedir, 100°C`nin üstüne çıkartılırsa gaz hâline geçer (buharlaşır).

Sıvı molekülleri ile başka madde molekülleri arasında da bir çekim kuvveti oluşur. Aynı moleküller arası çekim kuvvetine birbirini **tutma (kohezyon) kuvveti** denir. Farklı tür moleküller arasındaki çekme



Görsel 2.24: Suyun birbirine tutunması kohezyon suyun yaprağa tutunması adezyon

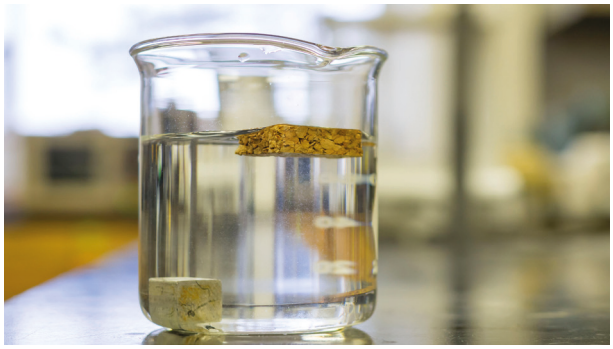
kuvvetine ise **yapışma (adezyon) kuvveti** denir.

Kohezyon kuvveti sıvı moleküllerinin birbirini tutmasını sağlar. Su damlası buna en iyi örnek olarak verilebilir. Damlacığı oluşturan her moleküle diğer moleküller tarafından kohezyon kuvveti uygulanır ve bu sayede moleküller damlacık şeklini alabilir.

Adezyon kuvveti ise farklı iki madde arasındaki çekim kuvvetidir. Sıvı moleküllerinin başka yüzeylere tutunmasını sağlar. Bu duruma örnek olarak çay tabağının bardağa yapışması gösterilebilir. Aradaki su molekülleri iki yüzeye yapışarak tabağın düşmesine engel olur.

2.2.6. Sıvıların Yoğunluğu

Sıvı maddelerin bazılarını görünüm, renk, koku gibi özelliklerinden dolayı birbirinden kolaylıkla ayırt edebiliriz. Fakat bazılarını birbirinden ayırt edemeyebiliriz. Sıvıları birbirinde ayırt etmenin en kolay yolu yoğunluğunu bulmaktır. Sıvıların yoğunluğu **pinkometre** ya da **dansimetre** ile ölçülür.



Görsel 2.25: Su içinde yoğunluğu sudan fazla olan madde batar yoğunluğu az olan yüzer.

Kütle/hacim oranı sıvının miktarına değil türüne bağlıdır. Bu yüzden farklı olan sıvı maddelerin kütle/hacim oranları da farklıdır. Öz kütle sıvılar için ayırt edici bir özelliktir.

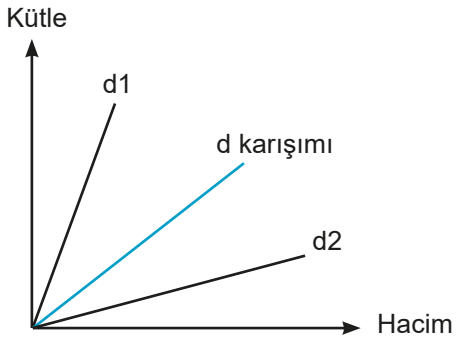
Yoğunluk formülü d = m / v

Sıvı karışımının öz kütlesi bulunurken sıvıların birbiri içinde çözünüp çözünmediğine dikkat etmeliyiz. Sıvılar birbiri içinde çözünüyorsa hacim küçülmesi olur çözünmüyorsa hacim küçülmesi olmaz.

Birbirine türdeş olarak karışabilen aynı sıcaklıktaki sıvıların karıştırılmasıyla karışan sıvıların öz kütlelerinden farklı öz kütleli bir karışım elde edilir. Karışımın öz kütleleri, birbirine karışan sıvıların öz kütlelerine ve karışma oranlarına bağlıdır.

$$D_k = d_{karışım} = \frac{\text{karışıma katılanların kütleleri toplamı}}{\text{karışıma katılanların hacimlerinin toplamı}} = \frac{m}{v} = \frac{m1+m2+...}{v1+v2+...}$$ bağıntısından bulunur.

Karışımın öz kütlesi, karışan sıvıların öz kütleleri arasında bir değer alır. Eğer $d_1 > d_2$ ise karşımın öz kütlesi d_1 ile d_2 arasında $d_1 > d_{karışım} > d_2$ olacak şekilde arada bir değer almak zorundadır. Hangi sıvıdan hacimce fazla karışım olursa karışımın öz kütlesi o sıvının öz kütlesine daha yakındır.



Grafik 2.2: Öz kütle belirlemede kütle hacim grafiği

2.2.7. Sıvıların Vizkozitesi

Zeytinyağı, sıvı deterjanlar, motor yağları, bal, meyve suları, su gibi sıvıları birbirleri ile kıyaslandığında akışkanlıkları birbirlerine göre farklılık göstermektedir.

Sıvıların akmaya karsı gösterdiği dirence **vizkozite** denir ve η ile simgelenir.

Viskozluğun tersi olan niceliğe **akıcılık** denir ve φ ile simgelenir. Akıcılık ve viskozluk ters orantılıdır.

Aralarında $\varphi = 1/\eta$ eşitliği bağıntısı vardır.

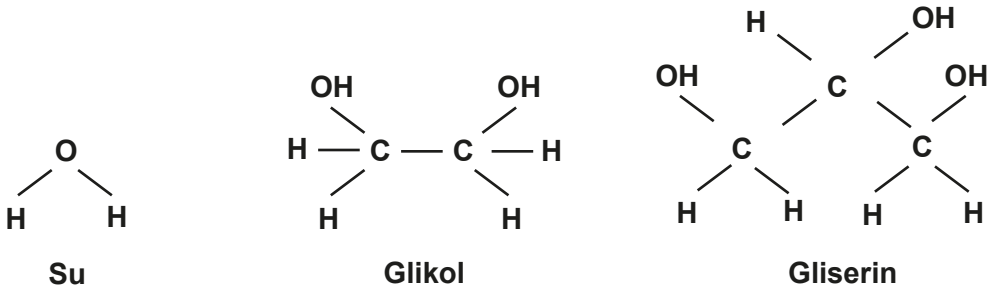


Görsel 2.26: Yüksek vizkoziteli bal

Bir sıvının viskozitesi ne kadar yüksekse sıvının akışkanlığı o kadar düşüktür. Aynı koşulların sağlandığı bir ortamda iki farklı sıvının vizkozitesi küçük olan sıvı, vizkozitesi büyük olan sıvılara göre daha hızlı akar.

Örneğin balın viskozitesi sudan daha yüksektir. Bal sudan daha viskozdur denir.

Moleküller arası kuvvetleri büyük olan sıvılar, moleküller arası kuvvetleri zayıf olan sıvılara göre genellikle daha yüksek viskoziteye sahiptir.



Su, glikol ve gliserin maddelerinden gliserinde hidrojen bağları daha çok olduğundan bağlar daha sağlamdır. Bundan dolayı gliserin daha viskozdur. Suda ise hidrojen bağları en az olduğundan bağlar daha zayıftır. Bundan dolayı su daha az viskoz yani daha çok akışkandır.

SI birim sisteminde viskozitenin birimi pascal*saniyedir (Pa*sn.).

Tablo 2.5: Bazı Sıvıların Vizkozite Değerleri	
Sıvı	**Viskozite (Pa.s)**
Etil alkol	$1,07x10^{-3}$
Aseton	$0,306x10^{-3}$
Cıva	$1,526x10^{-3}$
Gliserol	$934x10^{-3}$
Benzen	$0,604x10^{-3}$
Zeytinyağı	$81x10^{-3}$
Cam	1040

2.2.7.1. Viskoziteye Etki Eden Faktörler

- **Sıvının cinsi (moleküller arası etkileşim):** Moleküller arası çekim kuvvetleri arttıkça viskozite artar. Zeytinyağı moleküller arası çekim kuvveti sudan fazladır. Bu yüzden zeytinyağının viskozitesi daha yüksek ve akışkanlığı sudan azdır. Organik maddelerde molekül kütlesi arttıkça, karbon zinciri uzadıkça moleküller arası etkileşimin gücü artar; dolayısıyla viskozite artar.
- **Sıcaklık:** Sıcaklık artışı moleküller arası etkileşimleri zayıflatır ve akışkanlığı artırır, viskoziteyi azaltır. Yüksek sıcaklıklar aktivasyon enerjisi daha kolay temin edileceğinden sıcaklık yükseldikçe sıvı daha kolay akar. Zeytinyağının buzdolabındaki hâlinin vizkozitesi oda koşullarındaki hâlinin vizkozitesinden fazladır.
- **Basınç:** Artan basınçla bir sıvının viskozitesi artar. Çünkü basıncın artırılması sıvı içerisindeki boşluk sayısını azaltır ve bunun sonucu moleküllerin hareketi zorlaşır. Sıvıların viskozitelerinde genellikle sıcaklığın kuvvetli bir etkisi olmasına rağmen basınçtan sıcaklığa oranla pek fazla etkilenmez.

2.2.8. Gazların Genel Özellikleri

Gazların genel özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Maddenin en düzensiz hâlidir.
- Birbirleriyle her oranda karışarak homojen karışımlar oluşturur.
- Bulundukları kabın şeklini ve hacmini alırlar. Gaz tanecikleri arasında büyük boşluklar vardır. Bu boşluklardan dolayı gazlar bir kuvvetin etkisiyle sıvılaşana kadar sıkıştırılabilir.

- Kolaylıkla sıkıştırılabilen akışkan maddelerdir. Gazlar sıkıştırıldığında tanecikler arasındaki mesafe azalır ve tanecikler birbirine yaklaşır.
- Tanecikleri arasında çekim kuvvetleri katı ve sıvılarınkine oranla çok azdır.
- Bulundukları kabı tümüyle doldururlar, çünkü sınırsız yayılma özellikleri vardır.
- Maddenin en yüksek enerjili hâlidir.
- Titreşim, yer değiştirme ve öteleme hareketi yapar.
- Tanecikler arası uzaklığın en fazla olduğu hâldir.
- Gazların öz kütleleri katı ve sıvılara göre daha düşüktür.
- Gaz tanecikleri birbirlerinden bağımsız devamlı hareket hâlindedir. Esnek olan doğrusal çarpışmalar yapar. Çarpışma sonunda birbirlerine yapışmaz, hareket doğrultuları değişir, enerji kayıpları olmaz.
- Isıtıldıklarında bütün gazlar sıcaklık değişimi karşısında aynı oranda genleşir. Bu nedenle genleşme katsayısı gazlar için ayırt edici değildir.

Hacim (V): Gazlar içinde bulundukları kabı doldurduklarından dolayı, gazların hacimleri içinde bulundukları kabın hacmine eşittir. Gaz hacmi m3, dm3 ve cm3 birimleri ile verilir.

Basınç (P): Kapalı bir kapta bulunan bir gazın tanecikleri birbirlerine ve içinde bulundukları kabın çeperlerine çarparak kabın iç çeperlerine bir kuvvet uygular. Bir gazın taneciklerinin oluşturduğu toplam kuvveti ölçmek oldukça zordur. Bu toplam kuvvet yerine ortalama gaz basıncından bahsetmek daha kolaydır. Basınç birim yüzeye uygulanan kuvvettir. Gaz basıncı birim zamanda birim yüzeye çarpan taneciklerin uyguladıkları kuvvetlerin toplamıdır. P ile simgelenir. Basınç P (Pascal), Kuvvet F (Newton), Yüzey (alan) S (metrekare) ile gösterilir.
Buna göre basınç; P = F / S eşitliği ile ifade edilir.

2.2.9. Açık Hava Basıncının Ölçülmesi

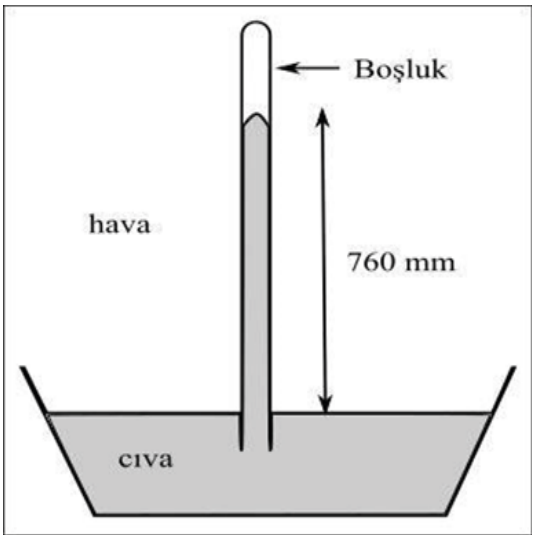
Dünya, kalınlığı yaklaşık 10 000 km kadar olan atmosfer denilen bir hava katmanı ile çevrelenmiştir. Dünyayı saran bu hava tabakasının dünyaya uyguladığı yani atmosferdeki gazların yaptığı basınca **açık hava basıncı** denir. Atmosfer basıncını ölçen aletlere **barometre** denir. Barometreler açık hava ortamında bulunan gaz veya gaz karışımlarının basıncını ölçmek için kullanılan araçlardır.

Açık hava basıncı ilk kez 1643 yılında İtalyan Fizikçi Torricelli (Toriçelli) tarafından ölçülmüştür. Basit



Görsel 2.27: Madeni bir barometre

bir barometre, bir ucu kapalı ve cıva ile doldurulmuş uzun bir cam tüpten ibarettir. Eğer bu tüp, içine hava girmeyecek şekilde bir cıva kabına ters olarak daldırılırsa, tüpteki bir miktar cıva, tüpün yukarısında bir boşluk bırakarak kaba akar. Tüpte kalan cıvanın ağırlığı, kaptaki cıvanın yüzeyine etki eden atmosfer basıncı tarafından dengelenir. Standart atmosfer basıncı (1 atm), deniz seviyesinde ve 0°C`de, 760 mm (veya 76 cm) yükseklikte bir cıva sütununun basıncına eşittir.



Görsel 2.28: Açık hava basıncının ölçülmesi

◆ **Barometredeki h yüksekliği**

- Kullanılan cam borunun hacmine ve şekline bağlı değildir.
- Mutlak sıcaklık ile doğru orantılıdır.
- Barometrenin bulunduğu yerin deniz seviyesinden yüksekliğine yani açık hava basıncına bağlıdır.
- Sıvının yoğunluğu ile ters orantılıdır.
- Bir sıvı sütununun yaptığı basınç; P = h. d. g ile hesaplanır. h: Yükseklik (h: Yükseklik d: Sıvı öz kütlesi g: Yer çekimi ivmesi)

Farklı sıvılar kullanıldığında $h_1.d_1 = h_2. d_2$ eşitliği vardır.
Cam borudaki sıvı yüksekliği sıvının öz kütlesine bağlı olarak değişir. Cıva yerine su kullanı- lırsa:
$P_{SU}=P_{CIVA}$
$h_{SU} * d_{SU} = h_{CIVA} * d_{CIVA}$
$h_{SU}*1g/cm^3=76\ cm*13,6\ g/cm^3$ h su=1033,6 cm

- Barometre borusunun kesitine bağlı değildir.
- Sıvı eklenmesi ile değişmez.
- Gaz miktarına bağlıdır.
- Barometre borusunun kesitine bağlı değildir.
- Sıvı eklenmesi ile değişmez.
- Gaz miktarına bağlıdır.

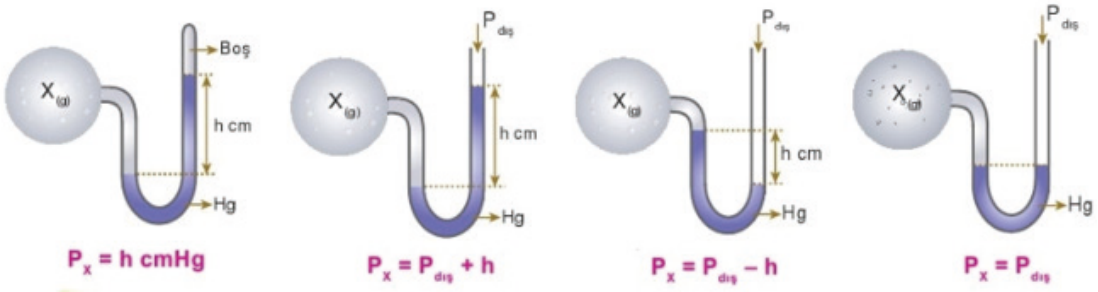
2.2.10. Manometre

Kapalı kaplardaki gazların basıncını ölçmeye yarayan araçlardır. İki tip manometre vardır. Bunlar açık uçlu manometreler ve kapalı uçlu manometrelerdir.

2.2.10.1. Açık Uçlu Manometre

Bir ucu açık manometrelerdir. Kapalı kapta bulunan bir gazın basıncını ölçmek için kullanılır. Açık hava basıncından etkilendiği için işlem yapılırken açık hava basıncının değeri dikkate alınarak hesaplama yapılır ve bu nedenle açık uçlu manometre adını alır.

Açık uçlu manometrelerde U borusunun bir kolu havaya açıktır, diğer kolu ise içinde bir miktar gaz bulunduran ve basıncı ölçülecek kaba bağlıdır. Bu tür manometreler, gaz basıncı ile cıva sütunu ve cıva sütununun üzerine etki yapan açık hava basıncının dengelenmesi esasına dayanmaktadır. Cıva yerine başka sıvı maddeler de kullanılabilir. Ancak başka sıvı kullanılırsa hesaplamalar, kullanılan sıvının yoğunluğu dikkate alınarak yapılır.



Şekil 2.2: Kapalı ve açık uçlu manometrelerde $P_{x(gaz)}$ miktarının ölçüm formülleri

◆ **Cıva seviyesi açık uçlu kolda yükselmiş ise**

Açık hava basıncının P dış (hava) ve cm-Hg birimi cinsinden olduğu bir ortamda, açık uçlu manometrede cıva düzeyleri arasındaki fark şekildeki gibi h kadar ise

$P_{(x)gaz} = P_{hava\ (dış)} + P_{fark\ (h)}$ formülü kullanılmalıdır. Burada;

P gaz: Kapalı kap içinde bulunan gazın basıncını,
P hava (dış): Açık hava basıncını,
P fark (h): Cıva seviyesindeki farkı gösterir.

Örnek: Dış basıncın 76 cm Hg olduğu bir yerde cıva seviyeleri arasındaki fark 36 cm ve cıva açık uçlu kolda yükselmiş ise kapta bulunan gazın basıncını bulunuz.

Çözüm: $P_{gaz} > P_{hava\ (dış)}$
$P_{gaz} = P_{hava\ (dış)} + P_{fark\ (h)}$ P_{gaz} =76 + 36 = 112 cm Hg olur.

Örnek: Açık uçlu manometrede 120 cm Hg basıncında bulunan bir gaz atmosfer basıncının bilinmediği bir yerde cıva seviyesinin açık kolda 48 cm yükselmesine sebep olmuştur. Bu ölçümün yapıldığı yerdeki dış basıncı bulunuz.

Çözüm: $P_{gaz} > P_{hava\ (dış)}$ $P_{gaz} = P_{hava\ (dış)} + P_{fark}$

$120 = P_{hava\ (dış)} + 48$

$P_{hava\ (dış)}$ = 72 cm Hg olur.

Örnek: Açık uçlu manometrede bulunan bir gazın basıncı 100 cm Hg ve dış basıncın 75 cm Hg olduğu bir yerde manometrenin kolları arasındaki cıva seviyesi farkını ve cıvanın hangi kolda yükseldiğini bulunuz.

Çözüm: $P_{gaz} > P_{hava\ (dış)}$ olduğundan cıva seviyesi açık kolda yükselmiştir. $P_{gaz} = P_{hava\ (dış)} + P_{fark\ (h)}$

$100 = 75 + P_{fark\ (h)}$

$P_{fark\ (h)} = 25$ cm Hg olur.

Açık uçlu manometrede cıvanın birim yüzeye uyguladığı kuvvet, atmosferin uyguladığı kuvvete eşit olup normal şartlarda (00C) deniz seviyesinde 760 mm Hg basıncıdır. Bu basınca **1 atmosfer** denir.

◆ **Cıva seviyesi gaz tarafındaki kolda yükselmiş ise**

Açık hava basıncının **P dış (hava)** ve **cm-Hg** birimi cinsinden olduğu bir ortamda açık uçlu manometrede cıva düzeyleri arasındaki fark şekildeki gibi h kadar ise

$\mathbf{P_{x\ (gaz)} = P_{hava\ (dış)} - P_{FARK\ (H)}}$ formülü kullanılmalıdır. Burada;

P gaz: Kapalı kap içinde bulunan gazın basıncını,
P hava (dış): Açık hava basıncını,
P fark (h): Cıva seviyesindeki farkı gösterir.

Örnek: Dış basıncın 76 cm Hg olduğu bir yerde cıva seviyeleri arasındaki fark 40 cm ve yüksek-lik gaz tarafında olduğuna göre kapta bulunan gazın basıncını bulunuz.

Çözüm: $P_{gaz} < P_{hava\ (dış)}$

$P_{gaz} = P_{hava\ (dış)} - P_{fark\ (h)}$ $P_{gaz} = 76 - 40 = 36$ cm Hg olur.

Örnek: Dış basıncın 76 cm Hg olduğu bir yerde cıva seviyeleri arasındaki fark 30 cm ve yüksek-lik gaz tarafında olduğuna göre kapta bulunan gazın basıncını bulunuz.

Çözüm: $P_{gaz} < P_{hava\ (dış)}$

$P_{gaz} = P_{hava\ (dış)} - P_{fark\ (h)}$ $P_{gaz} = 76 - 30 = 46$ cm Hg olur.

◆ **Açık uçlu manometrede cıva seviyeleri eşit ise**

Gazın basıncı dış basınca eşittir. Buna göre; P gaz =P hava (dış) formülü kullanılmalıdır. Burada,

P gaz: Kapalı kap içinde bulunan gazın basıncını, P hava (dış) : Açık hava basıncını gösterir.
Fakat dış basınç değişir ise cıva seviyeleri de değişir.

Örnek: Dış basıncın 76 cm Hg olduğu bir yerde cıva seviyeleri arasındaki fark 0 cm olduğuna göre kapta bulunan gazın basıncını bulunuz.

Çözüm: $P_{gaz} = P_{hava\ (dış)}$

$P_{gaz} = 76 = 76$ cm Hg olur.

2.2.10.2. Kapalı Uçlu Manometre Kullanımı

Kapalı uçlu manometrelerde, bir ucu kapalı U borusu diğer ucu içinde bir miktar gaz bulunduran ve basıncı ölçülmek istenen kap bağlıdır. Kapalı uçlu kolun üstünde boşluk vardır.

Kapalı uçlu bir manometrede kullanılan U borusunun kolları arasındaki sıvının yükseklik farkı kapta bulunan gazın basıncını verir. Kapalı uçlu manometreler açık hava basıncından etkilenmez. Bu nedenle işlem yapılırken açık hava basıncının değeri dikkate alınmaz. Buna göre kapalı uçlu manometre kullanımında

$P_{gaz} = P_{fark}$ formülü kullanılır. Burada;
P_{gaz}: Kapalı kap içinde bulunan gazın basıncını, P_{fark}: Cıva seviyesindeki farkı gösterir.

P gaz= P fark=h cm Hg olarak hesaplanır.

Şekildeki cam kapta bulunan gazın basıncı kapalı uçlu manometrede h yüksekliğindeki cıvanın basıncına eşittir. Bunun anlamı, gazın basıncı h yüksekliğindeki cıvanın basıncına eşittir.

Örnek: Cıva yüksekliği 40 cm olan kapalı bir sistemde kapta bulunan gazın basıncı ne olur?

Çözüm: $P_{gaz} = P_{fark\ (h)}$
$P_{gaz} = 40$ cm Hg

2.2.11. Katı Yanıcıların Sınıflanması

Yanıcı katılar odun kömür kâğıt tekstil ürünleri vb. den hariç aşağıda listelenen dört sınıf malzemelerden herhangi biri olabilir.

Hassasiyeti Giderilmiş Patlayıcılar: Etkilerinin azaltılması ve patlama risklerinin minimize edilmesi amacıyla ıslatılmış, seyreltilmiş veya çözülmüş katı patlayıcı materyallerdir.

Kendiliğinden Yanabilen Katılar: Oksijene ihtiyaç duyulmadan oksijensiz ortamlarda bile kendiliğinden şiddetli bir şekilde ısı verecek şekilde bozulmaya uğrayan termal olarak kararsız malzemelerdir. Kendiliğinden ısı vererek parçalanma reaksiyonuna girerler. Yeterli sıcaklıklarda kendiliğinden ayrışarak yanma oluşturur. Maddelerle, sürtünmeleri veya çarpmalarıyla temas oluşup alevlenmeyi başlatılabilirler. Sonuç olarak bazı kendiliğinden yanabilen katı malzemeler nakliye sırasında sıcaklık kontrolü altında taşınmalıdır.

Kolayca Tutuşabilir Katılar: Çok kolay tutuşup yanan maddelerdir. Kırmızı fosfor bu tür katılara örnek olarak verilebilir.

Suyla Temas Ettiğinde Tehlike Arz Eden Katılar: Bu maddeler su ile hatta havadaki nem ile temas ettiğinde açığa çıkardıkları yanıcı gazlar ve ısı nedeniyle tutuşan maddelerdir. Bu tür maddelerin tehlikeli sınıfına girebilmesi için ölçüt, 1 kg katı madde için saatte 1 litreden fazla gaz çıkarmalarıdır. Sodyum, potasyum ve kalsiyum metalleri, kalsiyum karbür ve alkil lityumlar örnek olarak verilebilir. Bu metaller kaynaklı çıkan yangınların söndürülmesinde kesinlikle su kullanılmaz, onun yerine bu tür maddelerin yüzeyini kapatarak hava ve sıvı ile teması kesecek tozlar kullanılır.

2.2.11.1. Katı Yanıcı Maddelerin Yanma Özellikleri

Katı yanıcı maddelerin yanma özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Kütleleri olup ısının etkisi ile gaz veya buhar çıkartan maddelerdir.
- Katı yanıcı maddelerden odun, kömür ve hafif metallerin yanması sonucu alevli kor oluşur.
- Katı yanıcılar korlaşmışsa yüksek ısı deposu hâline gelmiştir. Söndürme işleminde öncelik yüksek ısının soğutulması olmalıdır.
- Parafin, mum ve katı yağlar yanma sırasında önce erir ve daha sonra buharlaşarak yanar. Bu tür madde yangınlarında sıvı maddelere uygulanan söndürme yöntemleri uygulanır.
- Naftalin gibi bazı katı maddeler direkt olarak buhar hâline geçer. Bu maddelerin yanma reaksiyonu gazlar gibi şiddetli olur. Bu tür maddelerle yapılan çalışmalarda dikkatli davranılmalıdır.
- Katı yanıcı maddeler içindeki ısı iletkenliği yüksek olan malzemeler (örneğin metal borular) ısıyı uzak mesafelere aktararak etrafındaki yanıcı maddelerin yanmalarına sebebiyet verebilir.

2.2.12. Sıvı Yanıcıların Sınıflandırılması

Patlama, genellikle ısının yükselmesi ve gazların salınması ile oluşan hızlı ve yüksek sesli bir şekilde hacim artışı ve enerjinin açığa çıktığı olaydır. Parlayıcı sıvı buharı pat- lamaya neden olabilir. Bu olay, parlayıcı sıvı buharları ile havanın yeterli oranlarda karışımlar meydana getirmesine bağlıdır.

Etil alkolün % 3.5-19 oranlarında, asetilenin % 2.5-81 oranlarında ve bütilenin de % 1.7- 90 oranlarında hava ile meydana getirdiği karışımlar da patlayıcı ortamı meydana getirir.

◆ **Parlayıcı ve yanıcı sıvılar**

Tablo 2.3 Parlayıcı ve Yanıcı Sıvıların Sınıflandırılması

Sınıf	Parlama Noktası	Kaynama Noktası	Örnekler
I-A	23°C'nin altında	38°C'nin altında	asetaldehit, butin, kloropropilen, dimetil sülfit, etil klorür, dietil eter
I-B	23°C'nin altında	38°C'nin üstünde	aseton, benzen, karbon disülfid, etil alkol, etil asetat, benzin, heksan, izopropanol,
I-C	24-38°C	-	amil alkol, bütil alkol, izobütil alkol, metil izobütil keton, stiren, terebentin,
Yanıcı Sıvılar			
II	39-60°C	-	1, 2 ve 3 numara yakıt yağları,

			kerosen ve heksil alkol
III-A	61-93°C	-	anilin, benzaldehit, bütil selosolve, nitro-benzen ve çam yağı
III-B	93°C veya üstü	-	hayvansal yağlar, etilen gliko, gliserin; benzil alkol; hidrolik yağları ve bitkisel yağlar

Parlayıcı sıvılar yanıcı sıvılara göre kolay tutuşup söndürülmesi yanıcı sıvılara oranla daha zordur. Parlayıcı ve yanıcı sıvılar tutuşturulduktan sonra yüksek bir ısı oluşur ve yangın hızla yayılır.

Parlayıcı ve yanıcı sıvıların buharları oda sıcaklığında bulunabilir ve hava ile patlayıcı karışımlar oluşturabilir. Bazı sıvılar dengesiz veya çok reaktiftir. Parlayıcı ve yanıcı sıvılar bu özellikleriyle yangın veya patlama tehlikesi oluşturur.

Parlayıcı sıvılardan üretilen buharlar çoğunlukla havadan ağır olduğundan gerçek buhar kaynağından uzaklaşıp potansiyel olarak tehlike oluşturan koşulları oluşturabilir.

Bina vb. yerlerdeki havadan ağır parlayıcı buhar, havalandırma yoluyla uzaklaştırılmazsa, bir ateşleme kaynağına akabilir ve buhar kaynağına geri dönebilir. Sıvının uçuculuğu, parlama noktasının üstünde ya da dışardan ısıtıldığı zaman artar. Genel olarak sıcaklıktaki artış, buharının parlama aralığını artırarak parlayıcı veya yanıcı sıvının oluşturduğu tehlikeyi arttırır.

2.2.12.1. Sıvı Yanıcı Maddelerin Yanma Özellikleri

Yanıcı sıvıların aşırı ısıtılması, ısı kontrolünün devre dışı kalması gibi nedenler tutuşmalara neden olur. Sıvı yanıcı maddelerin yanma özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Sıvı maddeler ısı ile önce buhar olur daha sonra yanar.
- Yanan kısım sıvının yüzeyindeki buharıdır.
- Düşük sıcaklıklarda buharlaşan sıvılar daha tehlikeli yanma reaksiyonu gösterir.
- Petrolden elde edilen ve kolaylıkla yanabilen sıvı maddeler (Benzin ve benzeri mazot, tiner, alkol, solvent, gaz yağı vb.) kolaylıkla buhar hâline geldiklerinden hava ile karışarak yanıcı hâle gelir. Örneğin; benzinin alevlenme ısısı 40-41 derece olduğundan kapalı yerlerde patlama, açık yerlerde parlama şeklinde yanma meydana gelir. Benzinin hava ile karışımı %1,5 veya %7,6 oranında ise yanma olayı oluşabilir.

2.2.13. Gaz Yanıcıların Sınıflandırılması

Gazların alt patlama limiti ve üst patlama limiti vardır. Alt ve üst patlama limitleri dışındaki karışımlar gazlar için zayıf ve zengin karışım olarak ifade edilip bu değerlerde gazlarda yanma meydana gelmez.

◆ **LEL (lower explosion limit) (alt patlama sınırı)**

Yanıcı bir maddenin, parlamanın oluşması için hava içinde olması gereken minimum oranını, hacimsel olarak patlama oluşturabilecek en az miktarı ifade eder. Örneğin; %5 LEL değeri demek, o maddenin yanması için 100 birim hacimdeki havada en az 5 birim hacminde yanıcı madde buharı bulunması demektir.

◆ **UEL (upper explosion limit) (üst patlama sınırı)**

Yanıcı bir maddenin hava içinde yanmasını sürdürebileceği hacimsel olarak patlama özelliğini sürdürebileceği en üst sınırı tanımlamaktadır. Ortamdaki parlayıcı gaz oranı bu değeri aştığında yanma daha fazla devam etmeyecektir.

Tablo 2.7: Bazı Yanıcı Gazların Alt ve Üst Patlama Limitleri

Madde İsmi	Alt Patlama Limiti (LEL)% Hacim	Üst Patlama Limiti (UEL) % Hacim
Hidrojen	4	75
Metan	5	15
Propan	2,1	10,1
Etanol	3,3	19
Karbonmonoksit	12.5	74
Kükürt karbonat	1	60
Asetilen	1.5	82

2.2.13.1 Gaz Yanıcı Maddelerin Yanma Özellikleri

Gaz yanıcı maddelerin yanma özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Oksijen yanıcı olmayan bir gaz olmasına rağmen yanmayı destekler.
- Yanıcı gazlar patlamaya neden olabilir. Bu durum gazlar ile havanın yeterli oranda karışımlar meydana getirmesine bağlıdır.
- Katı ve sıvı yanıcı maddelere göre daha hızlı ve kolay yanma özelliği gösterir.
- Bu maddeler gaz hâlinde oldukları için hızlı yanma reaksiyonu gösterir.
- Gazların kapalı hacimlerdeki kaçakları, kıvılcım ile karşılaştığında patlama şeklinde yanarlar.
- Bir yangın olayında sıcak gazlar binada bulunan tüm boşluklardan (örneğin açık bir merdiven boşluğundan) yukarı yükselirken yüksek ısıyı taşır, ulaştığı yerde bulunan yanıcı maddelerin sıcaklığını tutuşma noktasına yükseltir ve yanmalarına neden olur. Bu olay gazların ısıyı transfer etmesiyle oluşur.
- Gazların alt patlama limiti ve üst patlama limiti vardır. Örneğin; LPG alt patlama limiti (LEL) 2.1, üst patlama limiti (UEL) ise 9,6 iken doğal gaz alt patlama limiti 5 ve üst patlama limiti ise 15'tir.

Likit Petrol Gazının Özelliği: Sıvı petrol gazı olarak da bilinen bu gaz petrolün yan ürünlerindendir. Ham petrolün damıtılması sırasında elde edilen ürünlerin yanı sıra hidrokarbon sınıfı (etan, metan, propan, bütan, etilen metilen vb. gazlar) gaz maddelerde ortaya çıkmaktadır. Ancak fiziksel özelliklerinden dolayı basınç altında sıvı hâle gelebilen ve üzerinden basınç kaldırıldığı zaman tekrar gaz hâline dönen propan ve bütan gazı, sanayi ve evlerde yakacak olarak geniş bir kullanım alanı bulmuştur.

Doğal Gazın Özelliği: Doğal gaz petrolün oluşumuna benzer şekilde yeryüzünün alt katmanlarındaki organik maddelerin zamanla bakterileşmesi sonucu oluşmuştur.

- Doğal gaz esas olarak metan, metana göre daha az oranda etan, propan, bütan gibi yanıcı gazlar ile nitrojen, karbondioksit, hidrojen sülfür ve helyum gibi yanıcı olmayan gazlardan oluşan renksiz, kokusuz, havadan (1 kg/m³) hafif bir gazdır. Doğal gazın havaya göre yoğunluğu 0.6-0.8 kg/m³ arasındadır (havanın yoğunluğu 1 kg/m³). Doğal gaz temiz bir yakıttır.
- Doğal gaz tam yandığında mavi bir alevle yanar.
- Hava ile belirli oranda karıştığında patlayıcı özelliği vardır. Doğal gazın patlama limitleri %5-%15 arasındadır. Bu gazlar gerek LPG ve gerekse doğal gaz olsun, kullanım sırasında veya imalat hataları nedeniyle birçok yangına sebebiyet vermektedir.

Tabl 2.8: Yanıcı Maddelerin Yanma Şekilleri					
Yanıcı Maddeler	**1.Aşama**	**2. Aşama**	**3.Aşama**	**4.Aşama**	**5. Aşama**
Katı yanıcı madde-ler	Buharlaşma	Duman	Alev + Kor	Yanma	
Sıvı yanıcı madde-ler	Buharlaşma	Parlama-patlama	Duman	Alev	Yanma
Gaz yanıcı madde-ler	Parlama-patlama	Alev	Yanma		

2.3. SÖNDÜRME VE SÖNDÜRME MADDELERİ

Kontrol dışına çıkan yanmalar sonucu oluşan yangınların durdurulması için yapılan müdahale işlemine söndürme denir. Yanmayı meydana getiren unsurlardan en az birinin ortadan kaldırılmasıyla gerçekleşir.

Herhangi bir yangını kontrol altına alma ve yangının durdurulması için kullanılan her türlü gerece **söndürme maddeleri** denir.

Yangınlarda başarılı olmanın en temel şartı, uygun söndürme maddesi seçimidir. Söndürme maddelerinin kullanılması, yanıcı maddenin türüne göre değişkenlik arz etmektedir.Müdahale edilen her yangında yanıcı madde cinsi farklılık arz etmekte ve bu farklılıklara bağlı söndürme maddeleri de değişmektedir. Kısa sürede de olsa kullanılacak söndürme maddesi müdahale yerine varılmadan ön bilgilerle ve müdahale yerine gelinince ise ön bilgilerden ayrı olay yerindeki tehlikelere bağlı bir araştırma yapma ihtiyacını gerekli kılmaktadır. Yapılan araştırma neticesinde en uygun söndürme maddesi seçilerek hatalı söndürme maddesi seçimine bağlı oluşabilecek zaman kayıplarının ve yangının daha fazla yayılmasına sebep olabi- lecek unsurların önüne geçilmiş olur. Bunlara bağlı olarak doğru söndürme maddesi kullanımı kurumun maddi zarar görmesini de engellenmiş olur. Yangınlara müdahalede söndürme maddeleri aşağıda sıralanmıştır.

- Su
- Köpük
- Karbondioksit (CO_2)
- Kuru kimyevi tozlar (ABC, BC ve D tozları)
- Halon ve halon alternatifi söndürücüler

2.3.1. Su

Suyun kolayca büyük miktarlarda temin edilebilmesi, ucuzluğu, soğutma ve boğma etkisi ve çıkan yangınların çoğunluğunun su ile müdahale edilen A sınıfı yangınlar olmasına bağlı olarak en yaygın söndürme maddesi olarak kullanılmaktadır.

Pülverize (küçük damlacıklar) olarak işlenen su daha etkili bir söndürme yöntemidir. Suyun özel hortum başları veya sprinkler vasıtasıyla sprey hâlinde, dağıtılarak püskürtülmesi hâlinde daha kolay buharlaşacak ve soğutma etkisini artıracaktır.

Küçük damlacıklar hâlinde yanıcı maddenin üzerine işletilen suyun daha etkili olması için bazı katkı maddeleri ile güçlendirilmesi gerekir. Söndürmedeki etkisinin artırılması için suya %20 oranında katılan diamonyumfosfat maddesi suyun söndürücülüğünü 3 kat artırdığı su kullanım oranının azaldığını göstermiştir. Kalınlaştırıcı selüloz türevi maddeler suya katıldığındaysa suyun yüzeylere yapışkanlığının artmasına bağlı daha çok buhar oluşturup ısı alması ve orman yangınlarında suyun toprağa sızmasını engellediği tespit edilmiştir.

◆ **Suyun avantajları**

- Yeryüzünün %71`i su ile kaplı olduğu için her yerde rahatlıkla bulunur ve söndürme maddeleri içinde en ucuzudur.
- Isı alma kabiliyeti çok yüksektir.
- Zehirleyici etkisi olmayan kimyasal olarak nötr bir maddedir.
- A sınıfı katı yangınlarında (ot, odun kömür vb.) etkilidir.
- Düşük viskozitesinden dolayı akıcıdır, uzak mesafelere kolaylıkla taşınabilir ve pompalar vasıtasıyla uzak mesafelere müdahale edilebilir.

2.3.2. Köpük

Belli oranlarda suyla karışan yapıcı maddenin meydana getirdiği köpük, yanan sıvının yüzeyini kaplayarak hava ile temasını keser ve yanma ısısını düşürüp söndürme işlemini gerçekleştirir. A sınıfı yangınlarında da kullanılır.



Görsel 2.29: Su ile müdahake

▞ **Köpüğün oluşumu**

- Su (basınçlı su) + Köpük konsantresi (deterjan) + Hava →Köpük

◆ **Köpüğün özellikleri**

- Yağ veya sudan daha düşük yoğunluktadır.
- Düşey ve yatay yüzeylere yapışabilir.
- Yanan sıvının yüzeyini kaplayarak hava ile temasını keser ve yanma ısısını düşürür.
- Küçük kabarcıklardan meydana gelen kararlı bir kütledir.

◆ **Köpük yapma yöntemleri**

- Düşük genleşmeli (ağır) köpük
- Orta genleşmeli (orta) köpük
- Yüksek genleşmeli (hafif) köpük

Köpürme maddesi ve suyun hava ile birleşmesi sonucu hacminin büyümesine **köpürme katsayısı** denir.

2.3.2.1. Düşük Genleşmeli (Ağır) Köpük

Düşük genleşmeli (ağır) köpüğün özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Köpürme katsayısı 15 olup köpürme yüksekliği ortalama 10 cm'dir.
- Su oranı fazla olduğundan atma mesafeleri S2-S4 lansı ile 20-25 metreye monitör ile daha uzak mesafelere köpük atılabilir.
- Boğma ve soğutma etkileri yüksektir.
- Köpüklü yangın söndürme cihazları 10 ve 50 l kapasiteye sahip olup küçük çaplı sıvı yangınlarında ağır köpük oluştururlar. Büyük çaplı sıvı yangınlarında köpük lansı ve melanjörden (köpük oranlayıcı) oluşan sistemler kullanılmalıdır.
- Tank ve tanker yangınlarında etkilidir.

Ağır köpük yapmak için sentetik veya proteinli köpükler tercih edilmelidir. Ancak en iyi ağır köpük proteinli tip köpükten elde edilir.



Görsel 2.30: Düşük genleşmeli köpük uygulaması

2.3.2.2. Orta Genleşmeli (Orta) Köpük

Orta genleşmeli (orta) köpüğün özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Köpürme katsayısı ortalama 75 olup köpürme yüksekliği ortalama 30 cm'dir.
- Su oranı ağır köpüğe göre az, hava oranı ise fazladır.
- M2-M4 orta köpük lansı ile 7–10 metreye atılabilir.
- En iyi, sentetik esaslı deterjandan elde edilir.



Görsel 2.31: Orta genleşmeli köpük uygulaması

2.3.2.3. Yüksek Genleşmeli (Hafif) Köpük

Yüksek genleşmeli (hafif) köpüğün özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Köpürme katsayısı 1000`dir.
- Su oranı çok az hava oranı çok fazladır.
- Turbeks ve köpük jeneratörü ile köpük işlenir.
- Bodrum katlar ile depolarda çıkan yangınlarda kullanılır.
- Sentetik köpükten elde edilir.
- Soğutma etkisi olmayıp sadece boğma etkisi gösterir.



Görsel 2.32: Yüksek genleşmeli köpük uygulaması

Hafif köpük uygulamasında milyonlarca baloncuk yangın üzerine çökerek hava ile temasını keser. Bu baloncuklar içinde oksijen olması ve oksijeni çevreleyen zarın köpük olması zarın ısıya dayanıklı olmasını sağlar. Çünkü baloncukların zarı patlar ise yangına oksijen katılmış olur. Köpük yaparken uygun konsantrenin yüzdelik diliminde oluşturulmalıdır.

2.3.3. Köpük Konsantre Çeşitleri

Köpük konsantre çeşitleri aşağıda sıralanmıştır.

Proteinli Köpük: Proteinli köpük, kimyasal yollarla özel olarak formüle edilmiş hayvansal ve bitkisel artıkların hidrolize edilerek %3-5 oranlarında su ile karışmasından elde edilir. Proteinli köpük ağır köpük yapımında kullanılır.

Regular Protein Esaslı Köpük: Saf hidrolize proteindir. Köpük stabilizatörü, donma noktası düşürücü ve koruyucu maddeden meydana gelmiştir. Regular protein esaslı köpük hidrokarbon yangınları için iyi bir söndürücüdür.

Floroproteinli Köpük: Regular protein esaslı köpük sıvısına ilaveten flora karbon bileşiklerini içerir yangını daha çabuk kontrol altına alması, daha akışkan olması, örtme yeteneğinin yüksekliği, geri alev almayı önlemesiyle tank içi söndürmelerde kullanılır.

FFFP (Film Yapıcı Fluoroprotein Bazlı Köpük Konsantresi): Sulu film oluşturucu floroproteinli köpük konsantresidir. FFFP polar sıvılarda kullanılabilir.

Sentetik Köpük: Sentetik deterjan terkibinde olup yüksek genleşme ve çabuk köpük yapma özelliği vardır. Sentetik köpük orta ve hafif köpük yapımında kullanılır. B sınıfı yangınlarına ilaveten A sınıfı yangınların meydana geldiği depo, hangar gibi geniş hacimli mekânların köpükle doldurulması şeklinde de tatbik edilebilir.

AFFF Köpük (Akıcı Film Tabakası Oluşturan Köpük): Yüksek konstrasyonda fluoro karbon ihtiva eden sentetik deterjandır. Düşük ve orta genleşmeli köpük üretimine elverişli olup ihtiva ettikleri fluoro

karbon sayesinde yakıt yüzeyi ve köpüğün tabanı arasında sulu film tabakası oluşturup köpüğün hızla yayılmasını sağlayıp söndürme işlemini gerçekleştirir.

ARF Köpük (Alkole Dayanıklı Köpük): Alkol tip köpük protein esaslı olup regular proteinli köpük sıvısına metal sabunları ilave edilerek elde edilen köpüktür. Bu köpük maddesi bilhassa (alkol, eter, keton gibi) polar solventler tipinde parlayabilen sıvıların yangınlarında iyi bir söndürücüdür. Koruyucu tabaka sayesinde köpük kabarcıkları içerisindeki suyun polar solvent ile karışıp köpüğü bozması önlenerek söndürme gerçekleşir.

Tablo 2.9: Köpük Konsantre Çeşitlerinin Yangına Müdahale Özelliklerinin Mukayese Edilmesi

Özellikler	Protein	Floro Protein	ARFF	FFFP	ARF	Sentetik
Yapışma	İyi düzeyde	İyi düzeyde	Zayıf düzeyde	Orta düzeyde	Orta düzeyde	Zayıf düzeyde
Buharı kesme	İyi düzeyde	Orta düzeyde	Zayıf düzeyde	Zayıf düzeyde	İyi düzeyde	Zayıf düzeyde
Suyu tutma	İyi düzeyde	Orta düzeyde	Zayıf düzeyde	Zayıf düzeyde	Orta düzeyde	Zayıf düzeyde
Akışkanlık	Zayıf düzeyde	Orta düzeyde	İyi düzeyde	İyi düzeyde	İyi düzeyde	İyi düzeyde
Isı direnci	İyi düzeyde	İyi düzeyde	İyi düzeyde	Zayıf düzeyde	İyi düzeyde	Zayıf düzeyde

2.3.4. Karbondioksit (CO_2)

Karbondioksit (CO_2), yüksek basınç altında (50-60 kg/cm²) sıvılaştırılarak tüplere doldurulan, püskürtülmesiyle normal basınçta gaz hâline geçerek ortamdaki oksijen miktarını azaltan, yani boğucu etkisi ile yangını söndüren aynı zamanda kısmen engelleme ve soğutma etkisi olan kimyasal söndürücü maddesidir.

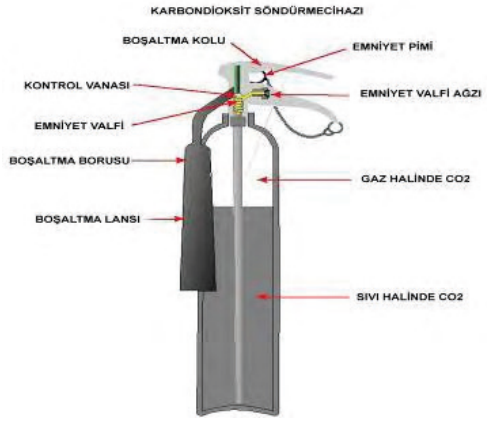
◆ **Karbondioksitin (CO_2) özellikleri**

- Havada %0,03 oranında bulunup renksiz ve kokusuzdur.



Görsel 2.33: Karbondioksit gazlı yangın söndürme cihazı

- Yoğunluğu 1,52 kg/m³ olup havadan ağır gazdır.
- 1 litre sıvı CO_2 500 litre gaz hâline dönüşür.
- 20ºC`de ve 57 bar basınçta tüplere sıvı olarak doldurulabilir. Bu şartlarda tamamen sıvı hâlde olan $CO_2$, sıcaklık 65ºC`ye ulaşmış ise dayanıklılık basıncı olan 250 bar olan tüpü yırtabilir buna önlem olarak 190 barda otomatik açılan emniyet valfi bulunur. Test basıncı 250 bar olan çelik, çekme ve dikişsiz tüplerde muhafaza edilir.



Görsel 2.34: CO_2 gazlı yangın söndürme cihazının bölümleri

◆ **Karbondioksit gazının avantajları**

- Yüksek konsantrasyondaki CO_2 ile kapalı alanlarda ani söndürme yapılabilir.
- Karbondioksit bir gaz olduğundan nüfuz edicidir ve yangın alanının her noktasına yayılabilir.
- Elektrik akımı açısından yalıtkan özelliğe sahiptir. Ancak seyyar cihazlara belirli bir mesafeden müdahalede edilmelidir.
- Kimyevi maddelerle kolay reaksiyona girmez.
- Diğer söndürme gazlarına göre daha ucuzdur.
- Doldurma işlemi kolaydır.
- Temiz bir söndürücü maddedir. Tahriş ve pas etkisi azdır ve yangından korunacak eşyalara zarar vermez.
- Söndürmeden sonra ortamda hiçbir atık ve kalıntı bırakmaz.



Görsel 2.35: Karbondioksit tüpü ile yangına müdahale

Soru

Karbondioksit gazı bulunan tüplere neden manometre takılmamaktadır?

Cevap

CO_2 gazının kritik bulunması gereken sıcaklık 31°C`dir. Sıcaklık 31°C`nin altına düştüğünde manometre basınç ibresi düşecek, sıcaklık 31°C`nin üstüne çıktığında manometre basınç göstergesi yükselecektir. Buna bağlı olarak ani reaksiyon gösteren manometre ibresi müdahale konusunda yanıltma oluşturacaktır.

2.3.5. Kuru Kimyevi Tozlar (ABC, BC ve D tozları)

Kuru kimyevi toz, yanan maddenin yüzeyini kaplayarak hava ile temasını kesmekte ve yapısındaki kimyasal maddelerin ayrışmasıyla söndürme işlemini gerçekleştirmektedir.

◆ **Kuru kimyasal tozlu (KKT) yangın söndürme cihazları üçe ayrılır**

- ABC
- BC
- D olmak üzere kimyasal tozlar

ABC, BC ve D sınıfı kuru kimyasal tozlar basınçlı tüplerle kullanılır. (D tipi toz, kürek vasıtası ile yanan alanın üzerini kapatma şeklinde de kullanılabilir.)

◆ **Bu tüpler içindeki tozun miktarına bağlı olarak**

- 1 kg,
- 2 kg,
- 6 kg,
- 12 kg,
- 50 kg ve tekerlekli çeşitleri vardır.



Görsel 2.36: Kuru kimyevi tozlu yangın söndürme cihazı

◆ **6 kg kapasiteli Portatif (taşınabilir) KKT tipi yangın söndürme cihazı hakkındaki teknik bilgiler**

- Tüp darası ile birlikte yaklaşık 12 kg gelmektedir.
- Basınç göstergesinin bulunduğu manometre vardır. Çalışma basıncı 18 bardır.
- Atma mesafesi 4 metredir.
- Boşalma süresi 12 saniyedir.
- İtici gaz olarak genellikle işlenmiş azot gazı kullanılır.
- Emniyet valfi bulunur. Emniyet valfi, basınç herhangi bir nedenle olması gereken değerin üzerine çıktığında güvenlik açısından basıncı normal seviyede tutmak için tahliye işlemini yapar.
- Tüpün içerisinde sifon olmalıdır. Sifon azot gazıyla beraber kimyevi tozun dışarı çıkarılmasını sağlar.



Görsel 2.37: Kuru kimyevi tozun manometresinin bulunması gereken basınç aralığı

2.3.5.1. ABC Tozu (Çok Maksatlı)

ABC tozunun özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- A (katı), B (sıvı) ve C (gaz) sınıfı yangınlarda kullanılır.
- Yüzeysel kor yangınları ve alevli yangınları kolayca söndürür.
- Kimyasal yapıları mono amonyum fosfat ($NH_4H_2PO_4$) (MAP) veya amonyum sülfat ($(NH_4)S_2O_4$ esaslıdır.
- ABC tozunu B sınıfı sıvı yangınlarda kullanırken alev tamamen sönene kadar A sınıfı katı yangınlarda kullanırken kontrollü ve kesik kesik kullanmamız gerekmektedir.
- Alçak gerilimdeki elektrik kaynaklı yangınlarda uygun mesafede müdahalede kullanılabilir.
- ABC tozu TS EN 615 standardına uygun olmalıdır.

2.3.5.2. BC Tozu



Görsel 2.38: BC tozlu yangın söndürme cihazı

BC tozunun özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- B (sıvı) ve C (gaz) sınıfı yangınlarda kullanılır.
- Sodyum Bikarbonat ($NaHCO_3$) ve Potasyum Bikarbonat ($KHCO_3$), Potasyum sülfat (K_2SO_4) ve Potasyum klorür (K_2SO_4) içeriklidir.

- Sıvı ve gaz yangınlarının en iyi söndürücüsüdür.
- Toz perdesi oluşumu radyasyon etkisi ile ısı iletimini önler.
- Kısmen karbondioksit çıkışı nedeni ile boğma etkisi de gösterebilir.
- BC tozu yaklaşma mesafesi en az 5 metre olmak şartıyla alçak ve yüksek gerilim hatlarında kullanılabilir

2.3.5.3. D Tozu

D tozunun özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Özel imal edilmiş tozlardır.
- Yüksek ısıya dayanıklıdırlar.
- Yüzeysel etki ile boğma işlemini gerçekleştirir.
- Magnezyum, titanyum, sodyum, potasyum, uranyum ve plütonyum gibi hafif metal yangınlarında kullanılır.
- Melamin, üre maddesi, fosfat camı, grafit petro koku, sodyum borat, baryum klorür, kuru kum hafif metal yangınların söndürülmesinde kullanılmaktadır.
- Yanan maddenin cinsine göre muhtelif D tozları vardır.
- NA-X tozu: Sodyum karbonat esaslı olup sodyum yangınlarında kullanılır.
- G1 tozu: Granül grafit ve Organik fosfat karışımından oluşmuştur.
- Lıght tozu: Grafit esaslı olup bu toz lityum yangınlarında kullanılır.
- Met-L-X: Yangın söndürme cihazlarında kullanılır.
- NaCl: Katkısı ile toz akışkanlığı artırılmıştır.



Görsel 2.39: D tozlu yangın söndürme cihazı

◆ **Kimyasal tozların avantajları**

- Çok maksatlı (ABC) olarak kullanılırlar.
- Büyük sıvı yangınlarında dahi kuru kimyevi toz ani söndürme etkisi oluşturmaktadır.
- Köpük ile beraber de kullanılırlar.
- -50ºC / 60ºC arasında etkilidir.
- Zehirleme etkileri yoktur.
- Bikarbonat esaslı tozlar, asitleri nötr hâle getirir.

◆ **Portatif (Taşınabilir) Kuru kimyevi tozlu yangın söndürme cihazlarının kullanılmasında dikkat edilmesi gereken noktalar**

1. Adım: Yangın yerine giderken tüpün dolu olup olmadığı kontrol edilir. Manometre ibresi yeşil bölge üzerinde olmalıdır. Cihazın daha önce kullanılıp kullanılmadığı kontrol edilir. Mührün sökülmemiş olması gerekir



Görsel 2.40: Manometre ibresi yeşil bölge üzerinde olmalıdır.



Görsel 2.41: Yangın söndürme cihazı mührü üzerinde olmalıdır.

2. Adım: Yangın söndürme cihazının pimi çekilir. Yangın söndürücülerin baş kısmında, normal zamanlarda bastırılarak sıkılmasını engellemek için bir güvenlik pimi bulunur. Bu pim çekilerek çıkartılır ve sıkmaya hazır hâle getirilir.



Görsel 2.42: Yangın söndürme cihazının üstünden pimin çıkartılması

3. Adım: Rüzgâr faktörü göz önüne alınarak rüzgârın karşısına değil rüzgârı arkaya alınarak müdahale edilir. Müdahale rüzgâra karşı olursa alevlere gitmesi gereken söndürücü madde üstümüze gelir.

4. Adım: Yanan bölgeye asgari uzaklık 3 metre olmalıdır. Böylece yangınla mesafe korunmuş olunur. Yangın söndürme cihazından çıkan söndürme maddesi birkaç metre sonra yelpaze şeklinde yayılır.

5. Adım: Ateş kaynağına yönelme, yangın söndürücü ile ateşin kaynağına başlangıç kaynağına doğru durulur.

6. Adım: Yangın söndürme cihazını ateş kaynağına sıkma, kontrollü bir şekilde yangın söndürme cihazı ateşin kaynağına doğru gelecek şekilde sıkılır. Alevlerin tam dip noktasına tutulur.

7. Adım: Süpürme, yangın söndürücüyü kullanırken nozul (lans) hafifçe sağa sola sanki yer süpürüyormuş gibi kullanılarak söndürücünün daha etkili olması sağlanabilir. Bu sayede söndürücünün içerisindeki maddenin etki ettiği alan daha geniş olacak, müdahale daha etkili olacaktır.

8. Adım: Yangın söndürme cihazı kullanımının yaklaşık 12 saniyede biteceği unutulmamalıdır. Başlangıç aşamasındaki bir yangının 12 saniyede söndürülmesi tamamlanmalıdır.

9. Adım: Yanan yere müdahale edilen tüp yere dik şekilde konmayıp yana yatırılmalıdır. Çevreden yardıma gelenler panikle dik konumdaki tüpü dolu sanıp müdahale etmeye çalışabilirler.



Görsel 2.43: Yangın söndürme cihazıyla yanan yere müdahale edilmesi

Not: Yangın söndürme cihazı ile müdahale önden arkaya aşağıdan yukarıya doğru olmalı ancak damlama yapan ve akan yangınlarda müdahale üst noktadan alt noktaya doğru yapılmalıdır.

2.3.6. Halon ve Halon Alternatifi Söndürücüler

Halon ve halon alternatifi söndürücülerin özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Yangın söndürme cihazı veya otomatik sistem söndürme gazı olarak kullanılır.
- Metan, etan, propan gibi hidrokarbonların iyot (I) klor (Cl), flor (F), brom (Br) gibi halojenlerle oluşturduğu bileşiklerdir.
- İyot içeren halonlar en etkili söndürücüler olup en pahalısıdır. Flor ihtiva eden halon söndürücülerin söndürme etkileri çok fazla ve diğerlerine göre avantajlıdır.

◆ **Halonların avantajları**

- Sis oluşturmayıp görüş etkisini etkilemez.
- Statik elektrik yükü meydana getirmez.
- Uygun mesafede müdahalesinde elektrik iletkenliği yoktur.
- Soğuğa karşı dayanıklıdır.
- Gaz hâline geçtiklerinden atık bırakmaz.
- Çok hafif olup fazla yer kaplamaz.

◆ **Halonların dezavantajları**

- Ozon tabakasına zarar vermektedir.
- Hassas metal parçalarda paslanmaya yol açabilir.
- Halonların zehirleyici etkileri çok yüksektir.
- İçerlerinde oksijen barındıran (selülöz, nitrat vb.) maddelerde etkili değildir.

Not: Halonlar 3 Aralık 1999`da Pekin`de kabul edilen ve Türkiye'nin de imzaladığı ve 31 Aralık 1999 Tarih ve 23802 Sayılı Resmî Gazetede yayımladığı **Montreal Protokolü** gereği yasaklanmıştır.

Tablo 2.10: Halon Söndürücülerin Çeşitleri ve Yasaklanma Nedenleri

Halon No.	Kimyasal Adı	Formül	Yasaklanma Nedeni
104	Karbon tetra klorür	CCl_4	Zehirli
1001	Metil bromür	$CH_3 Br$	Zehirli
10001	Metil iyodür	$CH_3 I$	Zehirli
1011	Brom klor metan	$CH_2 Br Cl$	Zehirli
1211	Dibromdiflor metan	$CF_2 Br_2$	Ozon tabakasına zarar vermesi
1301	Bromtriflor metan	$CF_3 Br$	Ozon tabakasına zarar vermesi
1202	Dibromdiflor metan	$CBr_2 F_2$	Zehirli
2402	Dibrom tetrafloretan	$C_2 Br_2 F_4$	Ozon tabakasına zarar vermesi

2.3.6.1. Halon Alternatifi Bazı Söndürücüler

Halon alternatif bazlı söndürücüler aşağıda sıralanmıştır.

FM 200 (HFC 22 ea): Halon 1301`e alternatif olan bu gazın bileşimi Heptafloropropandır (CF_3 CHF-

CF_3). Çevreye atık bırakmayan paslanmaya neden olmayan temiz ve renksiz bir gazdır. Elektrik ve elektronik kapsamlı yerlerde rahatlıkla kullanılabilir.

İnergen: İçeriği yaklaşık olarak %52 azot, %40 argon ve %8 karbondioksitten ibarettir. Azot, argon ve karbondioksit, yangın sırasında reaksiyona girmeyen nadir maddelerdendir. Söndürme özelliği, normal ortamda %21 oranında bulunan oksijeni %12.5 oranına indirip yangını oksijen yetersizliğinden söndürmektir.

Argon: Halon 1301 sistemleri değişiminde kullanılır. Ortamdaki oksijeni azaltarak söndürme yapar. Boşalım sonrası artık bırakmaz, temizlik gerektirmez. İnsanlı mekânlarda güvenle kullanılabilir.

FE-13(CHF-23): Renksiz, eter kokusuna benzeyen atık bırakmayan söndürücüdür.

Naf Pıv: Halon 1211`e alternatif olan bu gaz, tüplerde sıvı hâlde bulunur. Atık bırakmayan, paslanmaya neden olmayan temiz ve renksiz bir gazdır.

2.3.7. Söndürücü Maddelerin Söndürme Prensipleri

Söndürücü maddelerin söndürme prensipleri aşağıda sıralanmıştır.

◆ **Soğutma**

- Su ile soğutma,
- Kuvvetli üfleme olarak iki şekilde gerçekleşir.

◆ **Havayı kesme**

- Örtme,
- Boğma,
- Oksijeni azaltma teknikleriyle üç şekilde uygulanır.

◆ **Yanıcı maddeyi kaldırma**

◆ **Kimyasal reaksiyonu engelleme**

2.3.7.1. Soğutma

Soğutarak söndürme işleminde; ısıyı azaltma, ısının yayılmasını önleme veya ortadan kaldırmaya yönelik çalışma yapılır. Soğutma yöntemi, A sınıfı (korlu) yangınların söndürülmesinde etkilidir.

Su ile soğutma

Soğutarak söndürme prensipleri içerisinde su ile soğutma en başta gelir. Su, yangının müdahale edildiğinde, yanıcı ortamdan ısı çekerek yanma sıcaklığının düşmesine neden olmaktadır. Su, yangının söndürülmesinde ısı ile temas ettiği takdirde buhar hâline geçer ve buharlaşma esnasında çevresindeki ısıyı emer. Bu da yanan cisimden emilen ısı olup yanma ısısını düşürür. Böylelikle yanıcı maddenin ısısı düştüğünden veya yanıcı maddenin ısısının tutuşturma sıcaklığını oluşturamayacak seviyeye indiğinde yanma olayı da ortadan kalkar. Özellikle A sınıfı yangınlarda kullanılan su ile soğutarak söndürmede, işleme başlamadan evvel bölgede elektrik olmamasına dikkat edilmelidir.

Kuvvetli üfleme

Kuvvetli üfleme ile yangının sönmesine, yangın ısısındaki azalmaya neden olup başlangıç aşamasındaki A sınıfı yangınların sönmesinde etkili olacaktır. Kâğıt parçasının, mumun söndürülmesi bu tip söndürülmeye örnektir.

Belirli aşamaya ulaşmış yangınlarda yeterli söndürmeyi sağlayacak kuvvetli üfleme (hava akımı sağlanması) pratikte imkânsız olduğundan söndürmede yeterli olamaz. Bu durumda yapılan üfleme ve hava akımı yangının daha da büyümesine sebep olabilir. Dolayısıyla bu yöntem kullanılırken son derece dikkatli olunmalıdır.

2.3.7.2. Havayı Kesme

Yangın yerindeki havada bulunan oksijen miktarının yanma oluşmayacağı seviyeye indirilmesi işlemidir.

Örtme

Örtme, yanan maddenin üzerine oksijenle teması yok etmek için kapatılan bir örtü ile yayılan maddeleri kontrol altına almak için yapılan söndürme işlemidir.

A sınıfı katı yanıcı madde yangınlarında ve başlangıç hâlindeki yangınlarda örtü olarak halı, battaniye, kilim ve kum gibi maddeler kullanılır. B sınıfı sıvı yakıt (akaryakıt) yangınlarında ise örtü olarak köpük, karbondioksit ve azot gibi maddeler kullanılır. C sınıfı vanası açık bırakılıp yanan tüplerin üzerlerinin örtülmesinde halı, battaniye gibi eşyalar kullanılır.

Boğma

Boğma, yanmanın oksijenle ilgisini önlemek veya kesmek için kullanılan metottur. Bu tür söndürmeler özellikle kapalı bir mekânda oluşan yangında yanma için gerekli olan oksijenin ortama girmesini önlemek amacıyla kapı, pencere, baca ve havalandırma delikleri gibi açıklıkların kapatılması veya otomatik söndürme sisteminin devreye girmesi şeklinde uygulanır. Boğma alev belirtili B ve C sınıfı yangınların söndürülmesinde etkilidir.

Oksijeni azaltma

Oksijenin azaltılması yanma için gerekli oksijen miktarının ortamdan çekilmesidir. Havada %21 oranında bulunan oksijenin yangın bölgesinde katı ve sıvı yangınlarında %16 'nın gaz yangınlarında %12'nin altına bulundurulması işlemidir. Örtme ve boğma metotlarında da oksijen azaltma uygulanılır. Oksijenin azaltılması için oksijeni azaltıcı maddeler kullanılır. Bu maddeler kimyevi tozlar, karbondioksit gazı gibi maddelerdir. Bunlar hem örtme (oksijeni kesme) hem de oksijeni azaltma suretiyle yangınları söndürücü niteliktedir.

2.3.7.3. Yanıcı Maddeyi Kaldırma

Yanıcı madde yanma esnasında ortamdan kaldırılır ya da uzaklaştırılırsa yangın söndürülmüş olur. Bunu, yanıcı maddeyi ortadan kaldırmak, yanıcı maddeyi ısıdan ayırmak, ara boşluğu meydana getirmek gibi yöntemlerle yapmak mümkündür.

Yanıcı maddenin yangından uzaklaştırılması çoğu kez zor ya da imkânsız olmaktadır. Ancak bazı durumlarda yangınla yanıcı maddenin ilişiği (akaryakıt musluğunun kapatılması gibi) kesilebilir.

Yangınla yanıcı maddenin ilişiğini kesme yöntemleri

- **Yanıcı maddeyi ortadan kaldırma**: Bu yöntemle yapılan söndürmelerde bizzat yanan maddelerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu yöntem genellikle gaz hâlindeki yanıcı madde yangınlarında etkilidir. Örneğin yanan bir LPG tüpünün vanasının kapatılması gibi.
- **Yanıcı maddeyi ısıdan ayırma:** Yanan maddenin dağıtılmasıyla yangından oluşan toplam ısı bölünecek, yanan cismin bir birim hacmine düşen ısı azalacak, zamanla ısının azalmasına bağlı olarak yangın sönecektir. Bu tip söndürmeler yangını anında söndüremez. Sönme, zamana bağlı olarak meydana gelir. Genellikle A sınıfı yangınlarda uygulanır. Bu tip söndürmelerde dağıtılan yanan maddelerin çevresinde başka bir yanıcı madde bulunmamasına dikkat edilmelidir. Yanıcı maddeyi dağıtmak ilk başta hava ile teması çoğaltacağı için yanan yanıcı maddenin yanında başka yanıcı maddelerin olduğu ve sıvı yangınların da yanıcı maddeyi dağıtmakla yangının daha da artacağı için bu durumlarda uygulanmaz.
- **Ara boşluğu meydana getirmek:** Bu yöntem, yangının genişlemesini önlemek ve zamana bağlı

olarak söndürülmesini sağlamak için uygulanır. Yanan maddenin rüzgâr etkisi ile yanmayan yanıcı diğer maddelere geçmesini önlemiş olur. Örneğin; orman yangınlarında yanan kısım ile yanabilecek kısım arasında bulunan ağaçların kesilmesi, otların temizlenmesi gibi.

2.3.7.4. Kimyasal Reaksiyonu Engelleme

Bu yöntemde, yangın üzerine birtakım kimyasal madde püskürtülerek veya dökülerek oksijen ile yanıcı madde arasındaki reaksiyonun bozulması sağlanır. Bu kimyasal maddeler, karbondioksit, nitrojen veya halon alternatifi gazlardır. Bu gibi kimyasal tozlar ve halojenli hidrokarbonlar, yanıcı madde ile ısı üretmeyen reaksiyonlar meydana getirerek alev üreten kimyasal reaksiyonu keser ve bu sayede alevlenmeyi durdurulur ve dolayısıyla yangın söner. Kuru kimyevi tozlar, ateşin üzerine tatbik edildikleri zaman sodyum bikarbonat, karbondioksit ve su şekline dönüşerek ayrışır ve ateşi söndürür.

Tablo 2.11: Söndürme Prensiplerinin Uygulanışı Hakkında Bilgilendirme

Yanma İçin Gereken Ön Koşul	Yanmayı Yavaşlatmanın Yolu	Söndürme Prensibi
Başlangıç aşamasındaki katı yanıcı madde	Yanıcı maddenin ısısını azaltma	Kuvvetli üfleme
Yanıcı madde	Yanıcı maddeyi soğutma	Su ile soğutma
Yanıcı madde	Yanıcı maddeyi ısıdan ayırma, ara boşluğu oluşturma	Yanıcı maddeyi ortadan kaldırma
Oksijen	Oksijen oranını yanma oluşturmayacak seviyede tutma	Örtme, boğma, oksijenin azaltılması
Ateşlenme ısı derecesi	Reaksiyon ısısının düşürülmesi	Su ile soğutma
Yanma ısı derecesi	Reaksiyonu durduracak söndürme maddeleri kullanımı	Kimyasal reaksiyonu engelleme

2.3.8. Sınıfına Göre Yangına Müdahale Yöntemleri Sıralanır

Tablo 2.12: Sınıfına Göre Yangına Müdahale Malzemeleri

Yangın Sınıfları	Yangın Söndürme Maddeleri						
	Su	Köpük	ABC Tozu	BC Tozu	D Tozu	CO_2	Halon ve Alternatifi
A Sınıfı	XX	X	X	-	-	-	X
B Sınıfı	-	XX	X	X	-	X	X
C Sınıfı	-	-	X	X	-	XX	X
D Sınıfı	-	-	-	-	XX	-	-
Yağ yangınları	-	-	X	X	-	X	X
Elektrik yangınları	-	-	X	X	-	X	XX

XX: En etkili söndürme maddesidir.
X: Söndürme maddesi olarak kullanılabilir.
-: Söndürme maddesi olarak kullanılmaz.

Not: B Sınıfı yangınına müdahalede su ile karışan ve sudan ağır yanıcı maddelerde su ile müdahale edile bilinir.

Tablo 2.13: Sınıfına Göre Yangına Müdahale Yöntemi	
Yangın Sınıfları	**Yangın Söndürme Yöntemi**
A Sınıfı	Soğutma, örtme
B Sınıfı	Soğutma, örtme, boğma, engelleme
C Sınıfı	Boğma, yanıcı maddeyi ortadan kaldırma, engelleme
D Sınıfı	Örtme, boğma, engelleme
Yağ yangınları	Örtme, boğma
Elektrik yangınları	Elektriği kesmek, engelleme

2.3.9. Su ile Müdahalede Dikkat Edilmesi Gerekenler

Suyun dezavantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Hava sıcaklığının 0°C`nin altına düştüğü zamanlarda donma gerçekleşip buz oluşacağı için akarsu ve göl gibi doğal kaynaklardan su tedarik edilmesi zordur.
- Su donduğunda hacim olarak %9 oranında artar. Hacim artmasına bağlı olarak hortum içinde su varsa hortum patlayabilir.
- Su dolumu yapılan yerlerdeki suların, içerisinde bulunabilecek fosfatlar veya asit karbonitten dolayı yeterince korunmamış hortumların (boru) paslanmasına neden olabilir.
- Su, söndürme esnasında çevresinde yanmayan maddelere de zarar verebilir.
- Yangınlarda kullanılan fazla su sebebiyle çökme ve kabarmalar oluşabilir.
- İçindeki mineraller sebebiyle su elektriği iletmektedir. Su ile söndürmede, işleme başlamadan evvel bölgede elektrik olmamasına dikkat edilmelidir.
- Elektronik ve elektrikli aksamlar su ile temaslarında bozulabilir ve kullanılmaz hâle gelebilir.
- Kapalı ortamda korlaşmış karbona su ile müdahale edilmez. Aksi hâlde, ortaya çıkan karbonmonoksit ile hidrojen gazı zehirlenmeye neden olur.
- Suda erimeyen yanıcı sıvıların; örneğin yağların, solventlerin veya tuz banyolarının su ile söndürülmesi tehlikeli olabilir. Sıcaklığı yüksek değerlere ulaşan sıvıların üzerine düşen su tanecikleri, aniden buharlaşır ve hacimleri iki bin kat artar. Oluşan köpükler nedeni ile sıvı taşar, alevlenen yüzey artar hatta alevli sıvıdan patlayan parçacıklar etrafa zarar verir.
- Suyun potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum ile temasındaki kimyasal tepkimeler, yüksek sıcaklıklarda hidrojen oluşumuna dolayısıyla patlamalara neden olur. 1500°C`nin üzerindeki sıcaklıklarda su parçalanır ve ortaya hidrojen ile oksijen çıkar. Bu durum patlayıcı gazların oluşumunu kolaylaştırır. (Örneğin, suyun sıvı hâldeki metaller ile teması)
- Alevlenmiş gazların söndürülmesinde suyun hiçbir etkisi yoktur.
- Metal yangınlarına kesinlikle su ile müdahale edilmez.
- Sıvı yangınlarında su, yanıcı maddelerin çevreye akmasına ve dolayısıyla yangının genişlemesine sebep olur.

2.3.10. Köpük ile Müdahalede Dikkat Edilecek Unsurlar

Köpüğün dezavantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Yanıcı maddelerin cinsi hidrokarbon veya polar olmasına göre uygun köpük seçilmelidir.
- Köpüğün cinsine en uygun olan köpük yapıcılar kullanılmalıdır.
- Köpük uygulaması yeterli basınç ve uygun miktarda su bulunmalıdır.
- Depolama, yükleme boşaltma, pompa istasyonları gibi yerler için yapılan risk analizine bağlı farklı sistem ve köpük araçları seçilmelidir.
- Yangına verilecek köpük miktarı, riskin büyüklüğüne ve yanıcı madde cinsine uygun gerekli köpük

ve su miktarı hazırlanmalıdır.

- Köpük elektriği ilettiğinden elektrik yangınlarında, gıda maddesi yangınlarında, kuru kimyevi toz kullanılan yangınlarda aynı anda kullanılmaz.
- LPG yangınları, sıcak asfalt ve ağır yağ yangınlarında köpük kullanılmaz.

2.3.11. Karbondioksit Gazı ile Müdahalede Dikkat Edilecek Unsurlar

Karbondioksit gazının dezavantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Yüksek yoğunluktaki CO_2 boğucudur.
- Kritik sıcaklığı nedeniyle sıcak ortamlarda tüp basıncı artar. 31ºC CO_2 için kritik sıcaklıktır. Belirli bir sürede ortam ısısı 31,8°C'nin üzerinde olan yerlerde bulundurulması hâlinde, tüp içindeki sıvı gaz hâline dönüşür, dolayısıyla tüp kullanılamaz. Bunun için karbondioksitli yangın söndürme cihazları ısısı 31°C`nin altında olan yerlerde muhafaza edilmelidir. Bu nedenle CO_2 tüpleri kesinlikle hamam sauna kalorifer dairesi vb. yerlerde bulundurulmalıdır.
- CO_2 tüpleri boşaltılırken -78ºC`ye kadar soğuma yapar ve çıkan gazın %25`i kuru buza dönüşür. Bu esnada çıkan CO_2 ile temas soğuk yanıklarına neden olur.
- Kuru buz partikülleri statik elektrik taşır. Yanıcı ve parlayıcı ortamlarda kullanılmamalıdır.
- Açık alan yangınlarında pek etkili değildir.
- Akaryakıt dolu madeni kaplardaki yangınların söndürülmesi kullanılmasına rağmen kaplar kızgın olduğundan karbondioksit dağıldıktan sonra alevlenme tekrar devam edebilir. Çünkü karbondioksit yangını boğmuş fakat soğutamamıştır.
- Sodyum, potasyum, magnezyum, titanyum gibi metal yangınlarını karbondioksit söndürmez. Çünkü bu metaller karbondioksiti ayrıştırırlar ve bu durumda söndürme değil, yangını büyütme sonucu ortaya çıkar.



Görsel 2.44: CO_2 cihazının boşaltma borusunun doğru tutulması

İnsan üzerinde ortamdaki havada bulunma miktarına bağlı olarak %3 oranında darlık ve sıkıntıya %5 oranında nefes darlığına %8 oranında bayılmalara %25 oranında bulunmaları ölümlere sebebiyet verir.

2.3.12. Kuru Kimyevi Toz ile Müdahalede Dikkat Edilecek Unsurlar

Kuru kimyasal tozların dezavantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Teneffüs edilen yerlerde bol miktarda bulunduğunda solunumu güçleştirir ve etrafı kapladığı için görüş zorluğu oluşturur.

- Kapalı yerlerde kirlenmeye neden olurlar.
- Kuru kimyevi toz bulutu ortamdaki yanıcı tozları havalandırabilir.
- Kuru kimyevi toz elektrik tesisatlarında sınırlı kullanılır.
- Kuru kimyevi toz tüpün içinde sınırlı miktarda bulundukları için yangın söndürülmeden tükenebilir.
- Kuru kimyevi tozlar, düşük ve normal sıcaklıklarda kararlı bir maddedir. Ancak yüksek sıcaklıklarda bazı ilaveler eriyip yapışkanlığa neden olacağından, muhafaza sıcaklığının 50°C'yi aşmaması tavsiye edilmektedir.
- Kuru kimyevi yangın söndürme tozlarından ABC tozu ile BC tozu hiçbir zaman birbiriyle karıştırılmamalıdır. Karıştırmak tehlikelidir.
- Katı madde yangınlarında söndürme sonrasında geri ateşlenmeye sebep olabileceğinden dikkat edilmelidir. Su ile mutlaka soğutma yapılmasını gerektirir.
- Kirletici özelliği nedeniyle elektronik cihaz, hassas makina ve motor yangınlarında tercih edilmez.
- Kuru kimyevi tozlar standartlara uygun bir şekilde üretilmelidir. Standartta uygun üretilmeyen kimyevi tozlar içine katılan ilave katkılarla yangını söndürmedeki etkisinde azalma ve yok olma görülmektedir.

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-1

A) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi gaz yanıcı maddedir?

A) Odun B) Plastik C) Boyalar D) Metan E) Naftalin

2. Aşağıdakilerden hangisi yoğunluğu sudan ağır sıvı yakıtlardan biridir?

A) Asfalt B) Benzin C) Alkol D) Aseton E) Motorin

3. Katı ve sıvı yangınlarda yanmanın gerçekleşmesi için havadaki oksijen miktarı en az ne kadar olmalıdır?

A) %8 B) %10-12 C) %12 D) %14-16 E) %20

4. Yanmanın bütün belirtilerinin görüldüğü yanma çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yavaş yanma
B) Kendi kendine yanma
C) Hızlı yanma
D) Canlıların hücre solunumu yapması
E) Demirin paslanması

5. Aşağıdakilerden hangisi sıvı hâlde yanabilen yanıcı maddelerin oluşturduğu yangın sınıfıdır?

A) B Sınıfı yangınlar
B) A Sınıfı yangınlar
C) D Sınıfı yangınlar
D) C Sınıfı yangınlar
E) Yağ yangınları

6. Aşağıdakilerden hangisi zehirli gazların tesirlerinden <u>değildir</u>?

A) Boğucu etki yapan gazlar
B) Tahriş edici gazlar
C) Sindirim sistemine tesir eden gazlar
D) Tahrip edici gazlar
E) Sinir sistemine tesir eden gazlar

7. Çeşitli amaçlar için bilerek ve isteyerek yangın çıkartılmasına ne denir?

A) Kazalar
B) Sabotaj
C) Sıçrama
D) Tabiat olayları
E) Bilgisizlik

8. Aşağıdakilerden hangisi zehirli gazlara maruz kalan kişilere uygulanması gereken müdahalelerden <u>değildir</u>?

A) Kazaya maruz kalan kişi, gazın bulunduğu odadan derhâl çıkartılmalı
B) Elbiseleri gevşetilmeli, temiz hava verilmeli
C) Tıbbi müdahale yapılabilmesi için kazazedeler bir an önce hastaneye ulaştırılmalı
D) Kazazedeye yiyecek içecek verilmeli
E) Kazazedenin vücut sıcaklığı korunmalı

9. Kontrol dışına çıkmış yanma olayına ne ad verilir?

A) Zehirlenme B) Yanma C) %Detonasyon D) Yangın E) Patlama

10. Aşağıdakilerden hangisi asetilen, metan, bütan, propan, LPG (likit petrol gazı), hidrojen gibi yanabilen gazları içeren yangın sınıfıdır?

A) A Sınıfı Yangınlar
B) B Sınıfı Yangınlar
C) C Sınıfı Yangınlar
D) D Sınıfı Yangınlar
E) Elektrik Yangınları

B) Aşağıdaki cümlelerin boş bırakılan yerleri doğru olan ifadelerle doldurunuz.

1. Yanmanın olabilmesi için …….. , ... ve olması gerekmektedir.

2. Sıvıların buhar tabakasının parlayabilmesi için hava ile oranı bakımından olması gereken en düşük miktara ..... denir.

3. ..... gazı yüksek tutuşma devresinden dolayı tanınan en patlayıcı gazdır.

4. En sık karşılaşılan yangın sınıf ..... yangınlardır.

5. Kapalı ortamların havasında bulunmasına müsaade edilen ve sekiz saatlik çalışma zarfında, mevcut kimyasalların insanların sağlığını olumsuz etkilemeyeceği kabul edilen derişime …….. denir.

C) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D) yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Havadaki oksijen oranı yaklaşık %21`dir.
2. ( ) Demirin paslanması kendi kendine yanma çeşitlerindendir.
3. ( ) Dinamit ve TNT patlamaları detonasyona örnektir.
4. ( ) Alüminyum, lityum, magnezyum, titanyum, potasyum ve kalsiyum gibi yanabilen hafif metallerin oluşturduğu yangın sınıfı d sınıfı yangınlardır.
5. ( ) Hidrojen sülfür tahriş ve tahrip edici zehirli gazlardandır.

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-2

A) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi kristal katıların çeşitlerinden değildir?

A) Amorf katılar
B) İyonik katılar
C) Moleküler katılar
D) Kovalent katılar
E) Metalik katılar

2. Aşağıdakilerden hangisi bir maddenin yoğunluğunu bulabilmek için o madde ile ilgili bilinmesi gereken özelliklerdendir?

A) Kütle, basınç
B) Kütle, hacim
C) Hacim, sıcaklık
D) Hacim, erime noktası
E) Sıcaklık, erime noktası

3. Aşağıdakilerden hangisi maddenin sıvı hâlinin özelliklerindendir?

A) Tanecikler arası uzaklığın en fazla olduğu hâldir.
B) Kolaylıkla sıkıştırılabilen maddelerdir.
C) Maddenin en düzenli hâlidir.
D) Konuldukları kabın şeklini alırlar.
E) Maddenin en yüksek enerjili hâlidir.

4. Aşağıdakilerden hangisi maddenin gaz hâlinin özelliklerindendir?

A) Tanecikleri arasında titreşim hareketi yapar.
B) Sıkıştırılamazlar.
C) Tanecikler arası uzaklığın en fazla olduğu hâldir.
D) Maddenin en düzenli hâlidir.
E) Yoğunlukları katı ve sıvı maddelre göre daha yüksektir.

5. Kapalı kaplardaki gazların basıncını ölçmeye yarayan araca ne denir?

A) Barometre B) Manometre C) Dansimetre D) Pinkometre E) Detonasyon

6. Aşağıdakilerden hangisi katı yanıcı maddelerin yanma özelliklerinden değildir?

A) Kütleleri olup ısının etkisi ile gaz veya buhar çıkartan maddelerdir.
B) Katı yanıcılar korlaşmışsa yüksek ısı deposu hâline gelmiştir
C) Katı yanıcı maddelerden odun, kömür ve hafif metallerin yanması sonucu alevli kor oluşur.
D) Katı yanıcı maddelerden parafin, mum ve katı yağlar yanma sırasında önce erir ve daha sonra buharlaşarak yanar.
E) Katı yanıcı maddeler sıvı ve gaz yanıcı maddelere kıyasla daha hızlı ve kolay yanma özelliği gösterir.

6. Yanıcı bir maddenin, parlamanın oluşması için hava içinde olması gereken minimum orana, hacimsel olarak patlama oluşturabilecek en az miktarına ne denir?

A) Orta patlama limiti
B) Üst patlama limiti
C) Maximum patlama limiti
D) Alt patlama limiti
E) Hacimsel patlama limiti

7. Aşağıdakilerden hangisi gaz maddelerin yanma özelliğidir?

A) Hızlı yanma reaksiyonu gösterirler.
B) Buhar oluşturarak yanarlar.
C) Alevli korlu yanarlar.
D) Patlamaları için alt ve üst patlama limitleri bulunmaz.
E) Yanıcı gazlar patlama yapmazlar.

8. Aşağıdakilerden hangisi sıvı yanıcıların yanma özelliği değildir?

A) Yanan kısım sıvının yüzeyindeki buharıdır.
B) Isı ile önce buhar olup daha sonra yanarlar.
C) Düşük sıcaklıklarda buharlaşan sıvılar daha tehlikeli yanma reaksiyonu gösterir.
D) Yanıcı sıvıların aşırı ısıtılması, ısı kontrolünün devre dışı kalması gibi nedenler tutuşmalara sebep olur.
E) Yanıcı sıvılar parlama yapmaları için belirli bir sıcaklığa ihtiyaç duymazlar.

9. Dış basıncın 76 cm Hg olduğu bir yerde cıva seviyeleri arasındaki fark 50 cm ve yükseklik gaz tarafında olduğuna göre kapta bulunan gazın basıncı kaç olur?

A) 126 cm Hg
B) 146 cm Hg
C) 26 cm Hg
D) 46 cm Hg
E) 63 cm Hg

B) Aşağıdaki cümlelerin boş bırakılan yerleri doğru olan ifadelerle doldurunuz.

1. Amorf katılar belli bir sıcaklık aralığında gitgide yumuşarlar ve akıcılık kazanırlar. Yumuşamanın başladığı sıcaklığa ..... denir.

2. Uluslararası birim sisteminde (SI) öz kütle ....., kütle ....., hacim birimini ifade eder.

3. Sıvı molekülleri ile başka madde molekülleri arasında da bir çekim kuvveti oluşur. Aynı moleküller arası çekim kuvvetine ..... kuvveti denir. Farklı tür moleküller arasındaki çekme kuvvetine ise ..... kuvveti denir.

4. Isının yükselmesi ve gazların salınması ile oluşan hızlı ve yüksek sesli bir şekilde hacim artışı ve enerjinin açığa çıktığı olaya ..... denir.

5. Dünyayı saran hava tabakasının dünyaya uyguladığı yani atmosferdeki gazların yaptığı basınca ..... denir.

C) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D) yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Kristal katılar, atomların veya iyonların düzenli düzenlenmesi nedeniyle kesin ve dü- zenli geometriye sahiptir.
2. ( ) Katı buza ısı verilmesine bağlı hâl değiştirirken sıcaklık artar.
3. ( ) Saf bir madde içine başka bir madde karıştırılırsa maddenin saflığı değişmez.
4. ( ) Sıvıların akmaya karsı gösterdiği dirence vizkozite denir.
5. ( ) Katı yanıcılar yandıklarında alev ve kor oluşabilir.

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-3

A) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Kolayca bulunması ucuzluğu soğutma ve boğma etkisinden dolayı en çok kullanılan söndürme maddesi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Su
B) Köpük
C) Karbondioksit (CO_2)
D) Kuru Kimyevi Tozlar
E) Halon ve halon alternatifi söndürücüler

2. Aşağıdakilerden hangisi köpüğün özelliklerinden değildir?

A) Düşey ve yatay yüzeylere yapışabilir.
B) Yanan sıvının yüzeyini kaplayarak hava ile temasını keser ve yanma ısısını düşürür.
C) Küçük kabarcıklardan meydana gelen kararlı bir kütledir.
D) Yağ veya sudan daha düşük yoğunluktadır.
E) Buharı kesme, ısı direnci gibi özellikleri yoktur

3. Aşağıdakilerden hangisi karbondioksit gazının avantajı değildir?

A) Kimyevi maddelerle kolay reaksiyona girmezler.
B) Metal yangınlarında kullanılabilirler.
C) Diğer söndürme gazlarına göre daha ucuzdur.
D) Doldurulması işlemi kolaydır.
E) Söndürme sonrası ortamda atık bırakmaz.

4. Aşağıdakilerden hangisi ABC tozlu yangın söndürme cihazının içinde bulunan kimyasal maddedir?

A) Sodyum Bikarbonat
B) Sodyum klorür
C) Potasyum sülfat
D) Mono amonyum fosfat
E) Granül grafit

5. Aşağıdakilerden hangisi halon gazlarının kullanılmama nedenlerindendir?

A) Ozon tabakasına zarar vermektedir.
B) Sis oluşturmayıp görüş etkisini etkilemezler.
C) Gaz hâline geçtiklerinden atık bırakmazlar.
D) Çok hafif olup fazla yer kaplamazlar.
E) Statik elektrik yükü meydana getirmez

6. B ve C sınıfı yangınlarında etkili olan söndürme prensibi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Soğutma
B) Kuvvetli Üfleme
C) Boğma
D) Ara boşluğu meydana getirmek
E) Yanıcı maddeyi ısıdan ayırma

7. D tozu hangi tür yangınlarda kullanılır?

A) Hafif metal yangınlarında
B) Katı madde yangınlarında
C) Sıvı madde yangınlarında
D) Gaz madde yangınlarında
E) Yağ yangınlarında

8. Aşağıdakilerden hangisi kuru kimyevi tozun dezavantajlarındandır?

A) Köpük ile beraber de kullanılırlar.
B) Zehirleme etkileri yoktur.
C) -50°C / 60C° arasında etkilidirler.
D) Kapalı yerlerde kirlenmeye neden olurlar.
E) Çok maksatlı ABC sınıfı yangınlarında kullanılırlar.

9. Aşağıdakilerden hangisi kuru kimyevi tozlu yangın söndürme cihazı kullanılırken dikkat edilecek unsurlardan <u>değildir</u>?

A) Rüzgâr arkaya alınmalıdır.
B) Yangın söndürme cihazı aleve doğru tutulmalıdır.
C) Yanan bölgeye asgari uzaklık 3 metre olmalıdır.
D) Süpürme işlemi uygulanmalıdır.
E) Kullanılmadan önce tüpün dolu olup olmadığı kontrol edilmelidir.

10. Aşağıdakilerden hangisi B sınıfı yangınları söndürmede kullanılan en etkili söndürme maddesidir?

A) Su
B) Halon ve alternatifi
C) Karbondioksit
D) Kuru kimyevi toz
E) Köpük

B) Aşağıdaki cümlelerin boş bırakılan yerleri doğru olan ifadelerle doldurunuz.

1. Kontrol dışına çıkan yanmalar sonucu oluşan yangınların durdurulması için yapılan müdahale işlemine ..... denir.

2. Köpüğün oluşumu ..... ile olur.

3. 6 kg kuru kuru kimyevi tozun içinde tüpün içindeki yangın söndürme maddesini dışarı çıkarmak için itici ..... bulunur.

4. Söndürme prensiplerinden havayı kesme yöntemi ....., ...ve ..... teknikleriyle uygulanır.

5. Söndürme işlemi yaparken -78°C`ye kadar soğumaya yapıp çıkan gazın %25`i kuru buza döndüren söndürme madde ..... dir.

C) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D) yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Orta genleşmeli (orta) köpük en iyi sentetik esaslı deterjandan elde edilir.
2. ( ) Su oranının çok az hava oranının çok fazla olduğu köpük düşük genleşmeli (ağır) köpüktür.
3. ( ) ABC tozlu yangın söndürme cihazı katı, sıvı ve gaz sınıfı yangınlarda kullanılabilir.
4. ( ) Elektrik yangınlarına su ile müdahale edilebilir.
5. ( ) Köpük kullanımın en etkili olduğu yangın sınıfı A sınıfı yangınlardır.

ÖĞRENME BİRİMİ

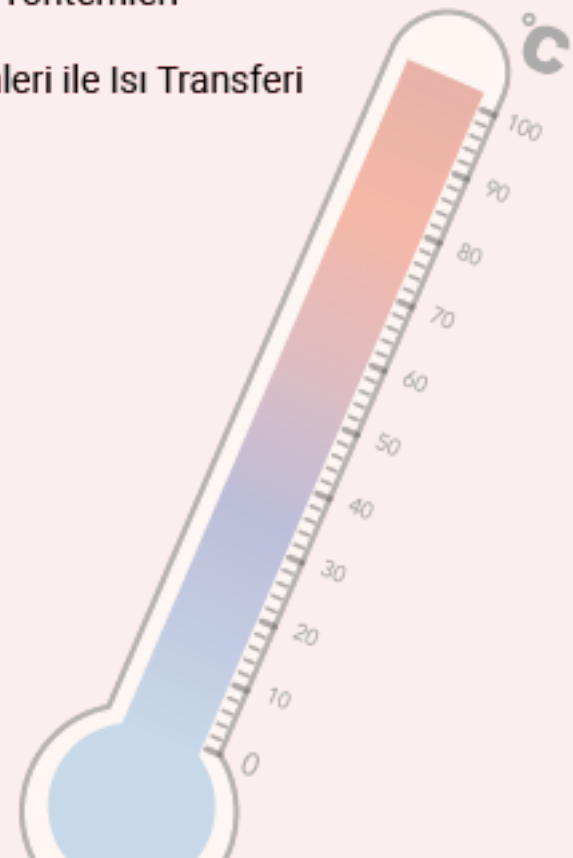
3

KONULAR

- Metallerin Isı ile Genleşmesi
- Reaksiyon Isısının Ölçüm ve Deney Yöntemleri
- Kondüksiyon ile Isı İletimi
- Konveksiyon ve Radyasyon Yöntemleri ile Isı Transferi

KAVRAMLAR

- Genleşme
- Reaksiyon
- Kondüksiyon
- Konveksiyon
- Işınım





ISI TRANSFERİ

3.ISI TRANSFERİ

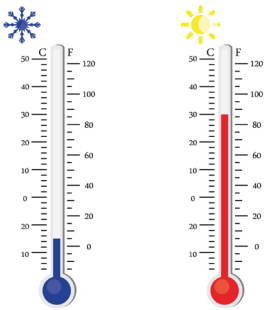
Isı, yangınların ilk çıktıkları anda ve meydana geldikten sonraki büyüme sürecinde önemli rol oynamaktadır. Isının çeşitli transfer yolları vardır.

3.1. METALLERİN ISI İLE GENLEŞMESİ

Metaller ısıyı en hızlı şekilde ileten maddelerdir. Metaller ısıyı iletirken çeşitli değişimler geçirirler.

3.1.1. Sıcaklık ve Isı Kavramları

Sıcaklık, bir sistemin ne kadar sıcak ya da soğuk olduğunu gösteren bir ölçüdür. Isının aksine, sıcaklık bir sistemin durumunu anlatan bir özelliğidir. Bir sistemin ısısından bahsedilemez, ama sıcaklığından bahsedilebilir. Sıcaklık bir sistemin taneciklerinin (atomlarının ya da moleküllerinin) ortalama kinetik enerjisiyle ilişkilidir. Sıcaklık arttıkça sistemin taneciklerinin ortalama kinetik enerjisi de artar, tanecikler daha hızlı hareket eder. Sıcaklık azaldığında taneciklerin ortalama hızı da azalır, daha yavaş hareket ederler. Sıcaklık skaler bir niceliktir ve temel bir büyüklüktür, **T** simgesiyle gösterilir. Birimi **Kelvin** (K) dir. Ama santigrat (Celcius) derece °C, Fahrenheit (Fahrenayt) °F ya da Reamur (Reomür) °R birimleriyle de ölçüldüğü olur.



Görsel 3.1: Sıcaklık

Isıl temas hâlindeki iki sistem arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanan enerji alış verişi sürecine ısı denir. Isı bir enerji aktarım yoludur, tıpkı iş gibi. İş'te enerji aktarımı makroskopik boyutlarda uygulanan kuvvetlerle gerçekleşirken ısıda enerji aktarımı mikroskopik boyutlarda atomların ve moleküllerin çarpışması sonucu gerçekleşir. Isıyla bir cismin ya da sistemin iç enerjisi değiştirilebilir, sistemin sıcaklığı artabilir ya da sistem hâl değiştirebilir.

Isı iki sistemin taneciklerinin çarpışması sonucu enerjilerini birbirlerine aktarmasıdır. Sıcaklığı yüksek olan sistemin taneciklerinin enerjileri, sıcaklığı düşük olan sisteminkinden fazladır. Bu nedenle ısının yönü sıcaklığı yüksek olan sistemden sıcaklığı düşük olan sisteme doğrudur. Eğer iki sistemin sıcaklığı eşit ise taneciklerin enerjileri de eşit olur, bu nedenle ısı aktarımı olmaz. Bu eşitlik durumuna **ısıl denge** denir.

Isı türetilmiş bir büyüklüktür ve skalerdir, Q simgesiyle gösterilir. Birimi enerji birimiyle aynıdır, **joule** (J) dür (Jul).



Görsel 3.2: Bina yangını

3.1.2. Genleşme

Genleşme, genişleme anlamından gelir. Sıcaklığı artırılan bir cismin uzunluk ya da hacminin değişmesi olayıdır.



Görsel 3.3: Genleşme

Katıları, sıvıları ya da gazları oluşturan tanecikler, ortalama konumları çevresinde sürekli çalkalanma hâlindedirler. Bu cisimlerden birine ısı biçiminde enerji verilirse bu enerji kinetik enerjiye dönüşür. Dolayısıyla, kinetik enerjisi artan tanecikler daha şiddetle çalkalanır ve daha geniş alana yayılmaya çalış. Yani sıcaklığı yükselen cisim (katı, sıvı, gaz) aynı zamanda genleşir. Sıcak bir cisim ışınını başka bir maddeye gönderirse o maddenin kapladığı alan (hacmi) genişler ve yayılır.

3.1.3. Çeşitli Metallerin Farklı Genleşme Durumları

Maddelerin genleşmesi sırasında büyük kuvvetlerin ortaya çıkması; tren raylarında, köprü gibi yapılarda hasarlara neden olmaktadır. Bu yüzden tren raylarının eklenti yerlerinde boşluklar bırakılır, köprüler demir makaralar üzerine oturtulur. Her metalin genleşme katsayısı farklıdır.

Tablo 3.1: Bazı Metallerin Boyca Uzama Katsayıları

Malzeme	Boyca uzama katsayısı α (10−6/K 20 °C'de)
Cıva	61
Kurşun	29
Alüminyum	22
Pirinç	19
Paslanmaz çelik	17.3
Bakır	17
Altın	14
Demir	12
Platin	9

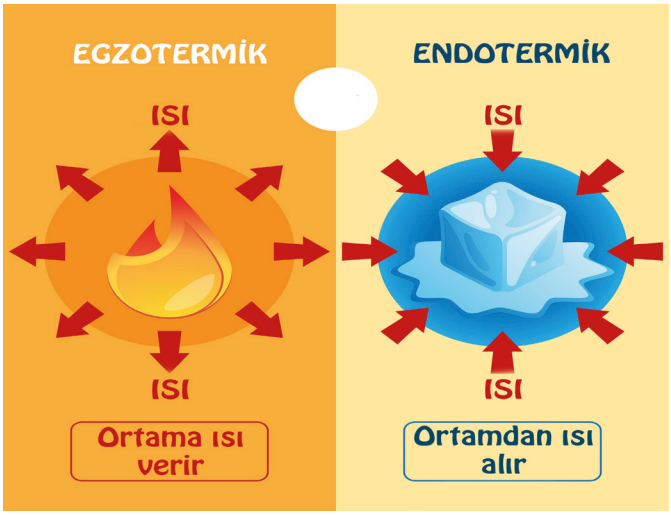
3.2. REAKSİYON ISISININ ÖLÇÜM VE DENEY YÖNTEMLERİ

Maddeler reaksiyona girdiklerinde dışarıya belli bir ısı yayarlar. Bu ısının çeşitli ölçüm ve deney yöntemleri vardır.

3.2.1. Reaksiyon Isısı ve İlgili Kanunlar

Kimyasal tepkimelerde alınan ya da verilen enerjiler, tepkime denklemlerinde ısı enerjisi biçiminde gösterilir. Isı enerjisinin değerinin de gösterildiği kimyasal denklemlere **termokimyasal denklem** denir.

Tepkimelerde gösterilen ısı değerleri, o tepkimelerin 25 santigrat sıcaklıkta ve sabit atmosfer basıncında (1 atm.) oluşması sırasındaki ısı enerjisidir. Kimyasal reaksiyonlarda, açığa çıkan ya da alınan bu enerjiler, tepkimeye giren maddeler ile tepkimeden çıkan maddelerin potansiyel enerjileri arasındaki farkın karşılığıdır. İşte bu farka **reaksiyon ısısı** adı verilir.



Görsel 3.4: Reaksiyon

- **Reaksiyonlar ısı yönüyle ikiye ayrılır**

a) Ekzotermik reaksiyonlar (ısıveren)
b) Endotermik reaksiyonlar (ısıalan)

3.2.1.1. Entalpi

Herhangi bir maddenin kimyasal yapısına bağlı olarak depo edilmiş olan bu enerjiye **ısı kapsamı** denir. Sabit basınçta "**H**" ile gösterilir. İç enerji değişimine **entalpi** adı verilir. Her maddenin kendi içinde bulunduğu bir iç enerji vardır. İç enerji değişimi "ΔH" ile gösterilir. Bir maddenin katı, sıvı, gaz hâllerinde entalpi değişimleri farklıdır. Entalpi;

- Madde miktarına,
- Maddenin fiziksel hâline,
- Basınca bağlıdır.



Görsel 3.5: Yanma

3.2.1.2. Hess Yasası

Bir reaksiyonun ΔH° değerinin doğrudan ölçülemediği durumlarda deneysel olarak daha önce ölçülmüş ara basamak reaksiyonlarının entalpi değerlerinden faydalanılır. Tepkime ısılarının toplanabilirliğine dayanan bu yönteme **Hess Yasası** denir.

◆ **Hess Yasası'na göre**

- Bir tepkime ters çevrildiğinde (reaktifler ürün, ürünler ise reaktif şeklinde yazıldığında) tepkimeye ait entalpi değeri işaret değiştirir.
- Bir tepkime bir katsayı ile çarpıldığında tepkimeye ait entalpi değeri de aynı katsayı ile çarpılır.
- Bir tepkime, birden fazla tepkimenin toplamı şeklinde yazılabiliyorsa, toplu tepkimenin entalpi değeri, toplanan tepkimelerin entalpi değerlerinin cebirsel toplamıdır.



Görsel 3.6: Kalorimetre

3.2.2. Reaksiyon Isısının Ölçülmesi ve Ölçme Aletleri

Bütün yanma tepkimeleri sonucunda ısı açığa çıkar. Tepkime ısıları, tepkimelerin çevre ile ısı alış verişinden yararlanarak hesaplanabilir. Tepkime ısılarını hesaplamak için yapılan özel kaplara **kalorimetre** (ısı ölçer) adı verilir. Bir kalorimetrenin ısı sığası, kalorimetre sisteminin sıcaklığını 1 santigrad artırmak için verilmesi gereken ısı miktarıdır.

3.2.3. Reaksiyon Isısının Yangın ile İlişkisi ve Riskler

Kontrol dışına çıkmış tüm yanmalara **yangın** denir. Yangın ekzotermik bir reaksiyondur. Yangının kendi kendini besleme reaksiyonu, buharın yanması sonucunda oluşan ısının daha fazla buhar oluşmasına ve yanmasına neden olmasıyla başlar. Oluşan bu ilave buhar daha fazla buharın oluşmasına ve yanmasına neden olur. Bu süreç ortamda yeterli oksijen/yakıt kalmayıncaya kadar veya yangın söndürülene kadar devam eder.



Görsel 3.7: Yangın

Yanma süreci belli sınırlar içinde hapsedilerek oluşturulduğunda hızlı basınç yükselmesi meydana gelir ve bu olay **patlama** olarak adlandırılır.

Yangının genişleme hızı kullanılan malzemelerin tutuşma sıcaklığı düştükçe artar. Çok kullanılan ve yaygın olarak bulunan ahşap, benzin, fueloil, gaz yağı, sıvılaştırılmış bütan gaz gibi bazı maddelerin, ahşap esaslı malzemelerle petrol türevlerinden elde edilen malzemelerin tutuşma sıcaklıkları düşük ve yanma hızları büyük olduğundan yangın riskleri de büyüktür.

Yanıcı gazlar zaten buhar konumunda olduklarından sıvılara göre daha şiddetli yanarlar. Geri besleme ısı yayılmasının tamamı buharın ateşlenmesi için harcanarak buharın tamamının ateşlenmesine neden olur. Gazlar; için için yanmazlar ve artık bırakmazlar. Yanmanın boyutları ve şiddeti mevcut yakıt miktarına bağlıdır.

Sodyum, potasyum, kalsiyum metalleri, bu metallerin peroksitleri ve karpit gibi maddeler su ile temas ettiklerinde hidrojen gazı oluştururlar. Yanma patlama şeklinde olur. Bu nedenle yangında bu maddelere kesinlikle su sıkılmamalıdır.



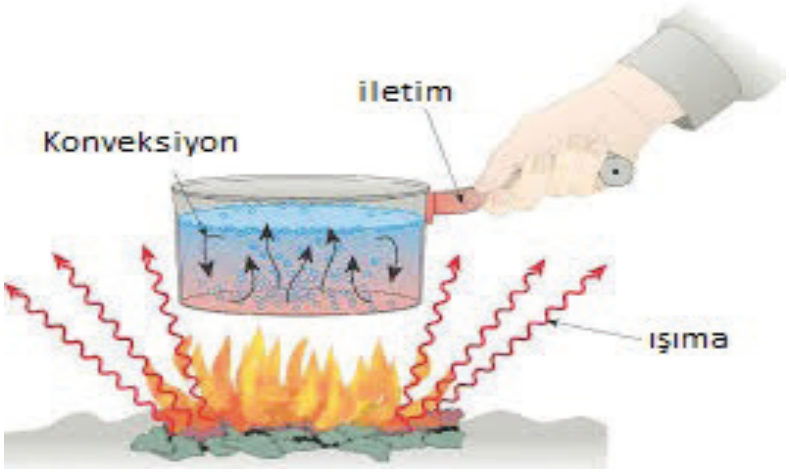
Görsel 3.8: Yangın söndürme

3.3. KONDÜKSİYON İLE ISININ İLETİMİ

Isının iletim yollarından biri de kondiksüyondur.

3.3.1. Isının İletimi ve İlgili Kanunlar

Maddeyi oluşturan taneciklerin birbirine çarpması ile ısı enerjisinin aktarılmasına **ısının iletim yoluyla yayılması** denir. Isı enerjisinin iletim yoluyla yayılması bütün maddeler taneciklerden oluştuğu için katı, sıvı ve gazlarda görülür. Fakat ısının iletim yoluyla yayılması katı maddelerde, sıvı ve gaz hâlindeki madde-



Görsel 3.9: Kondüksiyon

lerden daha kolay gerçekleşir. Katılar ısı enerjisini sadece iletim yoluyla yayarlar.

Isı iletkenliği ya da ısıl iletkenlik bir maddenin ısıyı ne kadar iyi iletebildiğini gösteren bir özelliktir. Isı iletim katsayısı da denir, **k** simgesiyle gösterilir. Birimi **W/mK**`dir. Isı iletim hızı maddenin türüne, kesit alanına, ısının iletildiği uçlar arasındaki sıcaklık farkına ve maddenin kalınlığına bağlıdır.

3.3.1.1. Kanunlar

Termodinamik kanunları termodinamiğin temelini oluşturan dört kanun. Termodinamik proseslerdeki ısı ve iş transferlerinin yapısını tanımlar.

3.3.1.1.1. Sıfırıncı Kanun

1931 yılında Ralph H. Fowler tarafından tanımlanan bu kanun; temel bir fizik ilkesi olarak karşımıza çıktığı ve doğal olarak termodinamiğin 1. ve 2. kanunlarından önce gelme zorunluluğu doğduğu için "**sıfırıncı kanun**" adını almıştır.

Termodinamiğin bu en basit kanununa göre eğer iki sistem, birbiriyle etkileşim içerisindeyken aralarında ısı veya madde alışverişi olmuyorsa bu sistemler, termodinamik dengededir.

3.3.1.1.2. Birinci Kanun

Tipik bir termodinamik sistem: ısı sıcak kaynatıcıdan soğuk yoğunlaştırıcıya doğru hareket eder ve bu sayede bir iş ortaya çıkar. Bir sistemin iç enerjisindeki değişim, sisteme verilen ısı ile sisteme çevre tarafından uygulanan iş toplamıdır.

Bu yasa "**enerjinin korunumu**" olarak da bilinir. Enerji, yoktan var edilemez; var olan enerji de yok edilemez; sadece bir şekilden diğerine dönüşür.

3.3.1.1.3. İkinci Kanun

Birçok alanda uygulanabilen ikinci yasa şöyle tanımlanabilir:

Bir ısı kaynağından ısı çekip buna eşit miktarda iş yapan ve başka hiçbir sonucu olmayan bir döngü elde etmek imkânsızdır ya da soğuk bir cisimden sıcak bir cisme ısı akışı dışında bir etkisi olmayan bir işlem elde etmek imkânsızdır.



Görsel 3.10: Katı yanma

3.3.1.1.4. Üçüncü Kanun

Bu yasa neden bir maddeyi mutlak sıfıra kadar soğutmanın imkânsız olduğunu belirtir.

Sıcaklık mutlak sıfıra yaklaştıkça bütün hareketler sıfıra yaklaşır.

3.3.2. Isı İletimi ile Oluşabilecek Riskler

Isı iletimi katı maddelerde hızlı bir şekilde gerçekleşir bu da sık sık yangınların çıkmasına sebep olur.

- Ocağa koulan tencereye temas eden bir perdenin tutuşması,

- Sobaya temas eden bir kıyafetin tutuşması,
- Yangına müdahale sırasında dikkatsiz davranarak eldivensiz olarak tutulan bir kapı kulpunun elimizi yakması,
- Yanan binadaki metal maddelerin ısınması, ısının iletim yolu ile oluşabilecek risklere örneklerdir.



Görsel 3.11: Riskler

3.3.3. Isı İletiminde Oluşabilecek Risklere Karşı Alınacak Önlemler

Isı iletimi dikkatsiz davranıldığı taktirde yangına neden olabilmektedir. Isı iletimi risklerinin bazıları aşağıda verilmiştir.

- Sıcak maddelerin etrafında tutuşturabileceği bir madde bırakmamaya dikkat edilmelidir.
- Isının iletimi yolu ile yangın çıkmasını önlemek kolaydır.
- İtfaiyeciler koruyucu ekipmanlarını eksiksiz giymelidir.
- Yangına müdahale sırasında binalarda ısınmış yüzeylere temas etmemeye özen göstermelidir.



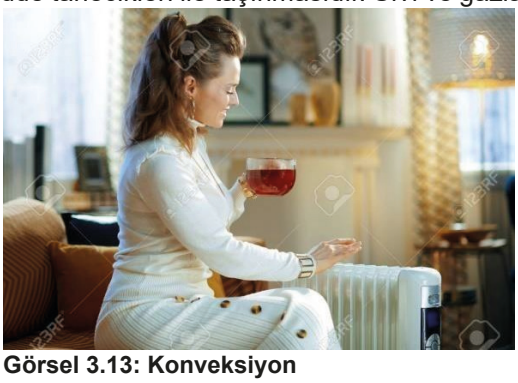
Görsel 3.12: Önlemler

3.4. KONVEKSİYON VE RADYASYON YÖNTEMLERİ İLE ISI TRANSFERİ

Isının kondiksiyon dışında transfer yöntemleri konveksiyon ve radyasyondur.

3.4.1. Konveksiyon (Taşıma) Yoluyla Isı Transferi

Sıvı ve gazlarda ısının madde tanecikleri ile taşınmasıdır. Sıvı ve gazlar akışkan oldukları için sıcaklık

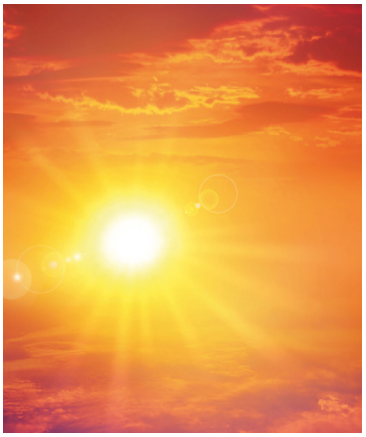


Görsel 3.13: Konveksiyon

farkından dolayı kendi içinde hareket ederler. Sıvı ısıtıldığı zaman, ısınan sıvının hacmi büyür ve öz kütlesi küçülür. Isınıp öz kütlesi küçülen sıvı yukarı çıkar, Soğuk ve daha yoğun olan sıvı aşağı iner. Böylece bir sirkülasyon oluşur ve ısı madde içerisinde taşınır. Evlerde bu durum koltuk veya çekyatların yanına oturulduğu zaman alt taraftan soğuk hava gelmesi olarak gözlemlenebilir.

3.4.2. Işıma (Radyasyon) Yoluyla Isı Transferi

Isının maddesel ortama ihtiyaç duymadan boşlukta radyasyon şeklinde yayılmasına **ışıma** denir. Güneş ışınlarının uzay boşluğunu geçip dünyayı ısıtması veya evlerde kullanılan infrared ısıtıcıların odayı ısıtması örnek olarak verilebilir. Işıma yoluyla yayılmada hissedilen sıcaklık için ısıveren kaynağın büyüklüğü ve kaynağa olan uzaklığı büyük önem taşır.



Görsel 3.14: Işıma

3.4.3. Isı Transferi ile Oluşabilecek Riskler ve Alınacak Önlemler

Taşıma yolu ile yayılmada kapalı kaplardaki sıvılar ve gazlar tehlike arz etmektedir. Isınan kaptaki sıvının ya da gazın hacmi artarak sıkışmaya sebep olur ve patlamalara yol açar. Patlamaları önlemek için ısınan kapalı kaplara soğutma işlemi yapılır.

Isınmak amacıyla içine fazla yanıcı madde atılmış sobalar çevrelerindeki maddeleri taşıma yolu ile tutuşturabilirler. Tutuşmaları önlemek için sobaları yüksek derecelerde yakılmamalı, çevresinde tutuşacak maddeler uzak tutmalıdır.



Görsel 3.15: Yangın

Işıma yolu ile evlerde kullanılan infrared ısıtıcılar uzun süre çalıştıklarında perdelerin veya halıların tutuşmasına sebep olabilmektedir. İnfrared ısıtıcıların önlerine asla tutuşabilir maddeler konulmamalıdır. Yangınlar çevrelerine temasları olmasa bile taşıma ve ışıma yolu ile ısı yayar ve müdahaleyi zorlaştırır. Bu durumlarda su perdesi oluşturularak yangının ısısının itfaiyeciye zarar vermesi önlenir.

Yangınlarda, diğer binalara uzak olsalar bile ışıma yolu ile yangın sıçrayabilir. Sıçmayı önlemek amacı ile yakın binalara soğutma işlemi yapılır.

ÖLÇME DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. ..... bir sistemin taneciklerinin (atomlarının ya da moleküllerinin) ortalama kinetik enerjisiyle ilişkilidir.

Yukarıdaki boşluğa aşağıdaki seçeneklerden uygun olanı işaretleyiniz.

A) Isı
B) Sıcaklık
C) Soğukluk
D) Yanma
E) Yangın

2. İki sistemin taneciklerinin çarpışması sonucu enerjilerinin birbirlerine aktarılmasıdır.

Yukarıda verilen tanım aşağıdakilerden hangisine aittir?

A) Isı
B) Sıcaklık
C) C) Yanma
D) Soğuma
E) Geçiş

3. Sıcaklığı artırılan bir cismin uzunluk ya da hacminin değişmesi olayına ne ad verilir?

A) Büyüme
B) Genişleme
C) Genleşme
D) Yoğunlaşma
E) Erime

4. Madde miktarına, rüzgâra, maddenin fiziksel hâline, yüksekliğe, basınca, temasa bağlıdır. Entalpi ile ilgili söylenenlerden kaç tanesi doğrudur.

A) 6 B) 5 C) 4 D) 3 E) 2

5. Maddeyi oluşturan taneciklerin birbirine çarpması ile ısı enerjisinin aktarılmasına ısının …….. yoluyla yayılması denir.

Yukarıdaki boşluğa aşağıdaki seçeneklerden uygun olanı işaretleyiniz.

A) İletim
B) Işınım
C) Radyasyon
D) Taşıma
E) Konveksiyon

6. Sadece sıvı ve gazlarda gerçekleşen ısı transferinin adı nedir?

A) İletim
B) Kondüksiyon
C) Radyasyon
D) Işınım
E) Konveksiyon

7. Isının maddesel ortama ihtiyaç duymadan boşlukta yayılmasını sağlayan ısı transferi hangisidir?

A) İletim
B) Radyasyon
C) Konveksiyon
D) Taşıma
E) Kondüksiyon

8. Termodinamiğin bu en basit kanununa göre eğer iki sistem, birbiriyle etkileşim içerisindeyken aralarında ısı veya madde alışverişi olmuyorsa bu sistemler, termodinamik dengededir.
Bu tanım hangi termodinamik yasasına aittir?

A) Sıfırıncı kanun
B) Birinci kanun
C) İkinci kanun
D) Üçüncü kanun
E) Dördüncü kanun

9. Reaksiyon ısısı hangi alet ile ölçülür?

A) Termometre
B) Kalorimetre
C) Reaksiyon metre
D) Ölçer
E) Kalori kabı

10. Hess Yasası ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

I. Bir tepkime ters çevrildiğinde (reaktifler ürün, ürünler ise reaktif şeklinde yazıldığında) tepkimeye ait entalpi değeri işaret değiştirmez.
II. Bir tepkime bir katsayı ile çarpıldığında tepkimeye ait entalpi değeri de aynı katsayı ile çarpılır.
III. Bir tepkime, birden fazla tepkimenin toplamı şeklinde yazılabiliyorsa, toplu tepkimenin entalpi değeri, toplanan tepkimelerin entalpi değerlerinin cebirsel toplamıdır.

A) Yalnız I
B) I-III
C) II-III
D) I-II-III
E) Yalnız II

ÖĞRENME BİRİMİ

4

KONULAR

- Kimyasal Etkiler
- Tehlikeli Kimyasalların Etkileri
- Biyolojik Etkiler
- Nükleer Etkiler

KAVRAMLAR

- Kimyasal Etki
- Tehlike
- Korunma
- Biyolojik Etki
- Radyasyon
-



KBRN
(Kimyasal, Biyolojik, Radyoaktif, Nükleer)
ETKİLERİNİN TESPİTİ

4. KBRN ETKİLERİNİN TESPİTİ

Bu bölümde kimyasal savaş ajanları, kimyasal savaş ajanı olarak kullanılan tehlikeli madde çeşitleri tanımlanarak örnekler verilecektir. Kimyasal maddelerden etkilenme çeşitleri, kimyasal savaş ajanlarına karşı korunma yöntemleri hakkında bilgi sahibi olacaksınız. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak tehlikeli kimyasallardan etkilenme şekillerine göre korunma yöntemlerini tespit edebileceksiniz.

4.1. KİMYASAL ETKİLER

Kimyasallardan etkilenme şekillerine göre korunma yöntemlerini tespit etmek için kimyasal savaş ajanları, tehlikeli madde çeşitleri ve tehlikeli kimyasallardan etkilenme şekilleri hakkında bilgi edinilmesi gerekir.

Mesleğin başarılı ve etkin bir şekilde yerine getirebilmesi; kimyasal, biyolojik, radyoaktif ve nükleer maddelerin etkilerinin tespiti, gerekli önlemler ve korunma yöntemlerini bilmek ve uygulamak ile mümkün olabilecektir.

4.1.1. KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer)

KBRN, Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer kelimelerinin kısaltması olarak kullanılmaktadır. Bu terim kimyasal, biyolojik, radyoaktif ve nükleer maddelerin kasten veya kaza sebebiyle yayılması sonucu oluşan, insan ve çevre için zararlı, tehlikeli durumları tanımlamaktadır.



Görsel 4.1: KBRN amblemleri

Günümüzde savaş, sanayi ve endüstri alanlarında yaşanan gelişmeler KBRN risklerini ve tehlikelerini artırmaktadır. Bu risk ve tehlikeler, geniş halk kitlelerinin yaşamını olumsuz yönde etkilemektedirr. Çok sayıda insanın yaşamını yitirmesine ve canlıların hayatının sona ermesine/değişmesimine neden olmaktadır. KBRN maddeleri ile ilgili bilgi, kullanım ve denetim yetersizliği tehlikeyi en yüksek düzeye taşımaktadır.

◆ **KBRN'nin neden olabileceği riskler**

- Şiddet amacıyla yapılan savaş, terörizm saldırıları, sabotaj ve kundaklama olayları,
- Afetlerde KBRN maddeleri bulunan tesislerde meydana gelen hasar ve sızıntı,
- Tehlikeli ve salgın hastalıkların etkeni olan bakteri, virüs ve toksinlerin biyolojik savaş ajanı olarak kullanılması, salgın hastalıklara sebep olması,
- Nükleer santral kazaları ve nükleer reaktörlerin patlaması,
- Radyasyon yayan cihazlar ve endüstriyel alanda kullanılan radyoaktif maddelerin meydana getirdiği radyolojik olaylar,
- Endüstriyel alanda kullanılan kimyasalların taşınması (tanker, tren, gemi vb.) esnasında meydana gelen ulaşım kazaları,
- Kimyasal üreten tüm fabrikalar, kimyasal depolar ve kullanım esnasında meydana gelen yangınlar (silah fabrikaları, petrol ve doğalgaz boru hatları vb.),
- Bilimsel veya endüstriyel araştırma laboratuvarlarındaki teknolojik kazalardır.

Ülkemizin stratejik ve jeopolitik konumu, düzensiz kentleşme ve sanayileşmenin getirdiği riskler, diğer ülkelere göre bu konuda ülkemizi daha fazla risk altında bırakmaktadır. Risklere ve tehlikelere karşı hazırlıklı olmak büyük önem taşımaktadır.



Görsel 4.2: KBRN sebebiyle ortaya çıkan yangın

◆ **KBRN olaylarının özellikleri**

- Panik ve kargaşa hâlinde hareket edilir.
- Sağlık ve güvenlik hizmetlerine aşırı yük oluşturur.
- Müdahale, zor ve zaman alıcıdır.
- İlk müdahale eden kişi, tehlikeli maddenin belirsizliği sebebiyle risk altındadır.
- Üst düzey kişisel koruyucu malzeme gerektirir.
- Dekontaminasyon (arındırma) gerektirir.
- Hazırlıklı olmak zordur.

◆ **Dünyada ve ülkemizde görülen örnek KBRN olayları**

- 1914 yılı 1.Dünya Savaşı'nda klor, fosgen, siyanür ve hardal gibi kimyasal savaş ajanlarının kullanımı yaklaşık 90.000 kişinin ölümüne neden olmuştur.
- 1945 yılında Hiroşima ve Nagazasaki şehirlerine atılan atom bombaları 250.000'den fazla kişinin ölümüne ve milyonlarca insanın etkilenmesine sebep olmuştur.
- 1979 yılında Sovyetler Birliği'nin biyolojik silah üretme çalışmaları yürüttüğü bir askeri üsten şarbon sporları kazara havaya karışarak etrafa yayılmış ve 68 kişinin ölümüne sebep olmuştur.
- 26 Nisan 1986 tarihinde Ukrayna'nın Çernobil kentindeki nükleer santralde meydana gelen kazada, sayıları bini bulan acil durum çalışanları ve Çernobil nükleer santral personeli çok yüksek radyasyon dozuna maruz kalmıştır. Çalışanların bazıları için maruz kalınan doz öldürücü olmuştur. Çöken radyoaktif iyodinden kaynaklanan çocukluk tiroit kanseri, kazanın en önemli sağlık sorunlarından biridir. Bu kazadan en çok ülkemizin Trakya ve Doğu Karadeniz bölgesi etkilenmiştir (Çernobil kazası, yaşanan en büyük nükleer kazadır.).
- 11 Mart 2011 tarihinde Japonya'da yaşanan deprem ve tsunami felaketi sonrası Fukuşima nükleer santralinde oluşan yangın ve sızıntının neden olduğu etki hâlen ölçülememektedir. Fukuşima nükleer santralindeki kaza, Çernobil nükleer santral kazasını takip eden en büyük ikinci nükleer kazadır.
- 2001 yılında ABD'de değişik kurumlara gönderilen şarbonlu postalar toplamda 22 kişinin enfekte olmasına ve 5 kişinin de ölümüne sebep olmuştur.
- Ülkemizde 1979 yılında İstanbul Boğaz'ında tanker ile kuru yük gemisinin çarpışması sonucu yaşanan kazada 100 bin ton ham petrol taşıyan tanker infilak etmiş, 43 denizci ölmüştür. Tankerden saçılan petrol, Boğaz'da günlerce yanmıştır.
- 17 Ağustos 1999 Marmara depreminde AKSA (Akrilik Kimya Sanayi Anonim Şirketi)'da meydana gelen 6400 ton Akrilonitril sızıntısı olmuştur.

• 3 Şubat 2011 tarihinde Ankara OSTİM (Ortadoğu Sanayi ve Ticaret Merkezi) ve İvedik Sanayi Bölgesindeki LPG (Sıvılaştırılmış petrol gazı-Liquified Petroleum Gas) tüplerinden kaynaklanan iki ayrı patlamada 20 işçi yaşamını yitirmiş, 50 işçi de yaralanmıştır.



Görsel 4.3: Hiroşimayaatom bombasının patlamasından sonra meydana gelen mantarşeklindek bulut



Görsel 4.4: Çernobil nükleer kazasının etkisi

4.1.2. KBRN ile İlgili Kurum ve Kuruluşlar

KBRN ile ilgili kurum ve kuruluşlar, uluslararası ve ulusal olmak üzere sınıflandırılmaktadır.

◆ **KBRN ile ilgili uluslararası kurum ve kuruluşlar**

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (UAEA): Birleşmiş Milletler (BM) içinde hükümetler arası bağımsız bir örgüt olarak 29 Temmuz 1957 yılında kurulmuştur. Nükleer bilim ve teknolojinin barışçıl amaçlarla kullanılması ve planlanmasında üye ülkelere destek sağlamaktadır. Türkiye, 1957 yılında tüzüğünü onaylamak suretiyle UAEA'ya üye olan ilk grup ülkeler arasında yer almaktadır.

Görsel 4.5: UAEA amblemi

Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi (CERN): Nükleer Araştırmalar için Avrupa Konseyi anlamına gelen Fransızca "**Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire**"sözcüklerinin kısaltmasıdır. Dünyanın en büyük parçacık fiziği araştırma laboratuvarıdır. Proton veya atom çekirdekleri birbirleriyle çok yüksek hızda çarpıştırılarak deneyler yapılmaktadır.Nobel ödüllerine de layık görülen çok önemli bilimsel buluşların yapıldığı bir merkezdir.

Görsel 4.6: Cern amblemi

Nükleer Tedarikçiler Grubu (**NSG**): Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı bünyesinde, nükleer teknolojide kullanılan maddelerin ve çift kullanımlı malzemelerin ihracatını denetim ilkelerine bağlamak amacıyla faaliyetlerini sürdürmektedir. Türkiye, NTG üyeliğine 2006 yılında kabul edilmiştir.

Görsel 4.7: NSG amblemi

Zangger Komitesi: Nükleer madde, malzeme ve teknolojileri konu alan ihracatın kontrol altına alınması maksadıyla, 1971 yılında kurulan komite, radyoaktif ve nükleer maddelerin ithal/ihraç listelerini hazırlamaktadır. Türkiye komiteye1999 yılında katılmıştır.

Görsel 4.8:Zangger amblemi

Uluslararası düzeyde KİS (Kitle İmha Silahları) veya KBRN kapsamına giren malzemelerin üretilmesi, depolanması, el değiştirmesi ve kullanılması ile ilgili düzenlemeler, sözleşmeler ile yapılmıştır. Kimyasal Silahlar Sözleşmesi'ni Türkiye, 89. ülke olarak 12 Mayıs 1997'de imzalamıştır.

◆ **KBRN ile ilgili ulusal kurum ve kuruluşlar**

Ülkemizdeki KBRN ile ilgili bazı önemli kurum ve kuruluşlara aşağıda yer verilmiştir.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD): AFAD KBRN uzmanları, kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer (KBRN) tehditlerle ilgili olaylarda görev almaktadır. İlk müdahale, ölçüm, numune alımı ve dekontaminasyon (arındırma) yapar. KBRN ajanlarına dair şüphe oluştuğunda gerekli müdahaleleri yerine getirmek amacındadır.

Görsel 4.9: AFAD amblemi

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK): TAEK, ülkemizin nükleer enerji, iyonlaştırıcı radyasyon ve hızlandırıcı teknolojilerinden barışçıl amaçlarla yararlanmasını sağlamak amacıyla hizmet veren bir kurumdur. Radyasyon Erken Uyarı Sistemi Ağı (RESA) adı altında faaliyet gösteren istasyonlar mevcuttur. Bu istasyonlar 24 saat kesintisiz çalışır. Türkiye'nin her yerinden ücretsiz olarak ulaşılabilen ALO TAEK 172 acil durum bildirim hattı mevcuttur.

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

Görsel 4.10: TAEK amblemi

Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK): Kara Kuvvetleri birliklerinin, kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer savunma harekâtını sağlamak ve harekâtın aksamadan yürütülmesi için gerekli olan KBRN keşif, kıymetlendirme ve temizleme desteğini vermektedir. Bu kapsamda KBRN savunma unsurları, modern KBRN teçhizatı ile donanımlı özel ve modüler kuruluşa sahiptir.

Görsel 4.11: TSK amblemi

Ulusal Zehir Danışma Merkezi (UZEM): UZEM, her türlü zehirlenme durumunda ve KBRN olaylarında haber verilmesi gereken yerdir. Ülkemizde tedavi maksatlı kullanılan ilaçlar, böcek ilaçları, tarım ilaçları, mantarlar ve çeşitli bitkilerle olan zehirlenmelerden, zehirli hayvan ısırmalarına ve sokmalarına kadar geniş bir yelpazedeki zehirlenmelerde 24 saat hizmet vermektedir. Türkiye'nin her yerinden ücretsiz UZEM 114 numaralı telefondan ulaşılabilir.

Görsel 4.12: UZEM amblemi

KBRN tehlikelerinde acil yardım, çok sayıda disiplin, kurum ve kuruluşun birlikte çalışmasını zorunlu hâle getirir. Ülkemizde KBRN ile ilgili her kurum ve kuruluş; kendi mevzuatını hazırlamıştır. Örneğin; Afet ve Acil Durum Yönetimi Kanunu, İl Özel İdareleri Kanunu, Belediye Kanunu, Nükleer ve Radyolojik Tehlike Durumu Ulusal Uygulama Yönetmeliği, Radyasyon Güvenliği Tüzüğü Özel Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunma Önlemler Yönetmeliği, Radyoaktif Madde Kullanımından Oluşan Atıklara İlişkin Yönetmelik vb. kanun ve yönetmelikler mevzuatta yer almaktadır.

4.1.3. İkaz ve Alarm İşaretleri

Günümüz sirenlerinde hem anons yapılabilmekte hem de anlamları önceden bilinen ikaz ve alarm işaretleri kullanılabilmektedir. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından ülkemiz genelinde il ve ilçelerde toplam 580 adet siren sistemi kurulmuştur.

Ülkemizde kullanılmakta olan ikaz ve alarm işaretleri dörde ayrılır:

- Sarı ikaz
- Kırmızı alarm
- Siyah alarm (KBRN alarmı)
- Beyaz ikaz (Tehlike geçti ikazı)

◆ **Sarı ikaz**

Hava saldırısı ihtimali olduğunu işaret eden sarı ikaz 3 dakika süreli düz siren sesi ile duyurulur. Bu ikaz duyulunca;

Kapalı alanda bulunanlar: Bina içindeki gaz, elektrik, su ana anahtarları kapatılmalı, yanan ocak, soba vb. söndürmelidir. Açık kapı ve pencereler kapatılıp perdeler çekilmelidir. Sığınak veya sığınma yeri hazır bulundurulmalıdır.
Dışarıda açıkta bulunanlar: Yakındaysa evine veya iş yerine gitmelidirler. Evine veya iş yerine yakın olmayanlar; gerektiğinde saklanmak için yakındaki genel sığınaklara gitmelidirler.
Araçta bulunanlar: Yakındaysa evine veya iş yerine gitmelidirler. Evine veya iş yerine yakın olmayanlar, şehir dışına çıkmalıdırlar veya aracı terk ederek açıktaki gibi davranmalıdırlar.

◆ **Kırmızı alarm**

Hava saldırısı tehlikesi olduğunu işaret eden kırmızı alarm  3 dakika süren yükselip alçalan dalgalı siren sesi ile duyurulur. Bu alarm duyulunca;

Kapalı alanda bulunanlar: Sarı alarm sırasında eksik kalanları tamamlamalı ve gerekli olan malzemeleri de yanınıza alarak derhâl sığınak yerine gitmelidirler. Tehlike geçti ikazı verilinceye kadar sakin bir şekilde sığınakta beklemelidirler.
Dışarıda açıkta bulunanlar: Hemen en yakın genel sığınaklara, sığınma yerleri gibi sığınılmaya elverişli yerlere girmeli ve tehlike geçti ikazına kadar beklemelidirler.
Araçta bulunanlar: En elverişli yerde aracı terk etmeli ve açıktaki gibi hareket etmelidirler.

◆ **Siyah alarm**

Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer saldırı tehlikesini ifade eder.

Siyah alarm  3 dakika süreli kesikli siren sesi ile duyurulur. Bu alarm duyulunca;

Kapalı alanda bulunanlar: Anonslar ve/veya basın yayın araçları ile tehlikenin türü öğrenilip ona göre hareket edilmelidir. Radyoaktif tehlike varsa derhâl sığınağa gidiniz. Kimyasal tehlike varsa, hemen üst katlardaki sığınma yerine girilir.
Dışarıda açıkta bulunanlar: En yakın kapalı yere gitmelidir. Ancak kapalı yere girilmeden önce, gaz bulaşmış olabileceği ihtimaline karşı, elbiseler yıkanmalı veya değiştirilmeli ve mümkünse bir naylon torbaya konulmalıdır. Vücudun açıkta kalan yerleri bol su ile yıkanmalıdır. Su yoksa temiz bir bezle bulaşan yerler sürtmeden emdirilerek temizlenmelidir.
Araçta bulunanlar: En elverişli yerde durularak "açıkta bulunanlar" gibi hareket edilir. Dışarıda emin bir yer yoksa aracın kapı ve pencereleri ile havalandırması kapatılmalı, vücudun açıkta kalan yerleri örtülerek araçta kalınmalıdır.

◆ **Beyaz ikaz**

Tehlike geçti ikazının işareti, radyo, televizyon, hoparlör, megafon gibi araçlarla duyurulur. Bu haber duyulunca sığınılan yerden çıkarak normal yaşanılan yerlerinize dönülmeli, yardıma ihtiyacı olanlar varsa yardım edilmelidir.

ALARM VE İKAZ İŞARETLERİNİ ÖĞRENELİM



Sarı ikaz 3 dakika
Saldırı ihtimali var

Kırmızı ikaz 3 dakika
Saldırı tehlikesi var

Siyah ikaz 3 dakika
KBRN tehlikesi var

Şekil 4.1: İkaz ve alarm işaretleri

4.1.4. KBRN Tehlikelerinde Kişisel Korunma Malzemeleri

Bir KBRN tehdidi meydana geldiğinde, kişisel olarak bundan korunmayı sağlayan teçhizatlar:

- Gaz maskesi,
- Koruyucu eldiven,
- Koruyucu bot ve kılıfı,
- Koruyucu elbise olarak sıralanabilir.

◆ **Gaz maskesi**

KBRN ajanlarına karşı yüz, göz ve solunum yollarını korumaktadır. Maske, solunan havayı dışarıdan alırken üzerindeki filtreden geçirerek temizler. İnsan hayatı için tehlike arz eden gaz ve toz kaçaklarının olduğu yerlerde çalışmak zorunda olanlara filtre ettiği temiz havayı vererek sağlıklı bir ortamda çalışma olanağı sağlar.

Kullanılacak olan maske aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır

- Yüz ve kafa şekline göre kolay ayarlanır.
- Maskesiz 30 metreden duyulan ses, maske ile 10 metreden duyulabilir.
- Maske camları buğulanma yapmaz.
- Yüz parçasında hava yönlendirici bulunur, giren çıkan hava akımlarını ayırır.
- Yoğun gaz ortamında maksimum 80 dakika koruma sağlamaktadır.
- Oksijensiz ortamlarda kullanıma elverişli değildir.
- Karbonmonoksit ve amonyak buharına karşı, yangın söndürme ve havadaki oksijen oranı % 16'dan aşağı düştüğü durumlarda kullanılmaz.
- Maskelerin, gaz ortamında su ve sıvı gıda alımına imkân sağlayan modelleri vardır.
- Maske, 9 saniyede yüze takılmalı, 6 saniyede yüze uygun hâle getirilmelidir.



Görsel 4.13: Gaz maskesi

◆ **Gaz maskesinin bölümleri**

Maske Başlığı: İstenmeyen havanın girmesini önleyecek şekilde yüze tam oturan ve başa geçirilen kısımdır. Kalıplaşmış butil kauçuktan yüze rahatça oturabilecek şekilde yapılmıştır. Baş(hava) yastığı, baş bağları, göz camları, giriş valfii ve filtre tutucusu, ses aktarıcısı ve çıkış valfi bölümlerinden oluşmaktadır.

Maske Filtresi: Solunum yaparken havadaki zararlı gazı süzmeye yarayan süzgeçtir. Filtre,hava girişi, aerosol filtre ve karbon filtre olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.

Maske Taşıma Çantası: Su geçirmez kumaştan yapılmış olup içinde iki, dışında bir olmak üzere üç cep vardır. Çanta içerisinmde maske başlığı, filtre gibi teçhizatlar bulunmaktadır.



Görsel 4.14: Gaz maskesinin bölümleri

◆ **Koruyucu eldiven**

KBRN koruyucu özellikte yapılan eldivenler, dışarıdan içeriye geçişi engelleyen butil kauçuk veya doğal kauçuktan imal edilmektedir. Kullanılacak olan koruyucu eldivenin üzerinde deformasyon olup olmaması kontrol edilmeli ve dışarıdan eldivenin içine geçiş olmadığına emin olunmalıdır. Bunun için eldivenin içine su doldurulup deneme yapılarak test edilebilir.

◆ **Koruyucu bot ve kılıfı**

Koruyucu bot, butil kauçuktan yapılmıştır. Kimyasal ajanlara, organizmalara ve radyolojik toz parçalarına karşı ayakları koruyan özelliktedir. Kılıflar, bot üstüne giyilerek kullanılmaktadır. Bot ve kılıfta, yırtılma ve delinme olmamalıdır. Kirlenmiş bot ve kılıfları, %5 çamaşır suyu ile temizlenebilir.

◆ **Koruyucu elbise**

KBRN koruyucu elbiseler, KBRN ajanlarına karşı vücudun büyük bir kısmı için koruma sağlamaktadır. Tulum şeklinde yapılan koruyucu elbiseler tüm vücut için koruma sağlar. Koruyucu elbisede iç kumaş ve dış kumaş farklılık göstermektedir. KBRN koruyucu elbiseler yoğun KBRN ajanları ortamında yaklaşık 6 saat boyunca koruma sağlamaktadır. Her kullanımdan sonra arındırılarak kuru ortamda saklanması gerekir.



Görsel 4.15: KBRN koruyucu elbise

4.1.5. KBRN Korunma Düzeyleri

Kullanılan kişisel koruyucu malzeme ve kullanım şekli, ortam bulunan tehlike düzeyine ve mevcut KBRN ajanına göre farklılık göstermektedir. Bazı koruyucu malzemeler belirli ajanlara karşı koruma sağlarken diğer ajanlara karşı koruma sağlayamamaktadır.

Tehdit ortamında bulunan sivil halk veya görevli personelin bu durumlarda doğru koruyucu malzemeyi seçmesi gerekir. Doğru koruyucu ekipmanın seçilmesi için göz önünde bulundurulması gereken özellikler; ajanın türü, etki mekanizması, vücuda giriş şekli ve mevcut bulunan koruyucu malzemenin özelliği olarak sıralanabilir. Bu doğrultuda tehlike ortamı özelliklerine göre kullanılacak olan koruyucu elbisenin düzeyi belirlenmelidir. 3 tip korunma düzeyi vardır. Bunlar; **A tipi**, **B tipi**, ve **C tipi** ve **D tipi** olarak sınıflandırılmıştır.



Ortam sıcak olduğunda, KBRN koruyucu elbisenin içindeki aşırı sıcak, durgun hava ve aşırı nem sonucunda termal stres olarak adlandırılan rahatsızlık ortaya çıkmaktadır. Bu rahatsızlık sonucunda kişide nefes daralması, baş ağrısı, baş dönmesi, yorgunluk, mide bulantısı gibi belirtiler görülmektedir.

- **A tipi korunma**

Ortamda bulunan KBRN ajanının tespit edilemediği durumlarda uygulanır. En yüksek seviyede, deri cilt, göz ve solunum koruması gerektirmektedir. Tamamen kapalı giysi ve kapalı devre solunumu sağlamak için oksijen tüpü kullanılmaktadır. Bu tip kıyafeti görevli olan uzman kişiler giymektedir. Dışarıdan tamamen izole bir ortam yaratması ve oksijen tüpü taşımayı gerektirmesinden dolayı kısa süreli kullanım sağlar. Uzun süreli kullanılması durumunda vücutta aşırı sıvı kaybına sebep olarak vücut ısısında tehlikeli derecede değişime yol açmaktadır.



Görsel 4.16: A tipi koruyucu elbise

- **B tipi korunma**

En yüksek solunum korumasına ihtiyaç duyulan durumlarda tercih edilmektedir. Genellikle dekontaminasyon (temizleme) bölgelerinde görevli personel tarafından kullanılmaktadır. Kullanılan ajanın türünün belli olduğu ancak miktarının bilinmediği durumlarda uygulanır.



Görsel 4.17: B tipi koruyucu elbise

B tipi korunma, KBRN koruyucu kıyafet, bot, eldiven ve solunum cihazı kullanmayı gerektirmektedir. A tipi koruyucu kıyafete göre hareket kısıtlılığı daha azdır. A tipine göre en önemli farklılık oksijen tüpünün kıyafetin dışında olmasıdır. Ancak A tipi koruyucu kıyafette de olduğu gibi, dışarı ile ısı ve hava alışverişi olmadığı için uzun süre giyilememesi dezavantajıdır.

- **C tipi korunma**

Ortamda bulunan KBRN ajanının türünün ve miktarının bilindiği durumlarda uygulanır. KBRN koruyucu kıyafet, bot, eldiven ve solunum içinde maske kullanmayı gerektirmektedir. B tipi korunma ile kıyaslandığında aralarındaki tek fark, solunum sisteminde oksijen tüpü yerine maske kullanılmasıdır. Ortamda çok yüksek miktarda KBRN ajanı ve oksijen seviyesinin çok düşük olduğu durumlarda kullanılması uygun değildir.



Görsel 4.18: C tipi koruyucu elbise

- **D tipi korunma**

Tehlikeli maddenin cilde bulaştığında zarar verme olasılığının bulunmadığı durumlarda kullanılmaktadır. Solunum sistemi koruması yoktur. Çok az seviyede vücut koruması sağlayabilir. Tehlikeli maddenin deriye zarar verme durumu tespit edilirse olay yerine D tipi koruyucu elbise ile girilmemelidir.

Bireysel korunma yöntemlerinin dışında, KBRN olayı veya tehdidinin yaşandığı bölgedeki insanların topluca korunmasına olanak sağlayan yapılar bulunmaktadır. Toplu korunma, KBRN korumalı sığınaklar ile veya taşınabilir toplu koruma sistemleri ile yapılmaktadır.

Toplu korunma alanlarına girişlerden önce, KBRN kirlenmesine uğrayanların kıyafetlerini çıkartmaları ve temizlenmeleri sağlanmalıdır. Korunma sağlayacak alanın dışarıdan izolasyonu çok iyi şekilde ayarlanmalıdır.

4.1.6. Kimyasal Savaş Ajanları

Kimyasal savaş ajanları**;** insanlar, hayvanlar ve bitkiler üzerine doğrudan toksik etkileri nedeniyle kullanılmaktadır. Katı, sıvı, gaz, buhar ve aerosol hâlinde kullanılabilen zehirli kimyasal maddelerdir.

- **Kimyasal savaş ajanlarının tarihsel gelişimi**

Sürekli gelişen teknolojiyle birlikte kimyasal savaş ajanlarının yapısal özellikleri üzerinde farklı çalışmalar yapılarak etkileri arttırılmıştır. Bu maddelerin kullanımı yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. Savaşlar, karışıklıklar, isyanlar ve zehirlemeler bu tür maddelerin kullanım alanları arasında sayılabilir.

Kimyasal savaş ajanlarının bilinen en eski formlarından biri, bitki ve hayvanlardan üretilen doğal toksinlerdir. Bu toksinler, yaygın olarak okların ucunu kaplamak için kullanılmışlar ve “ok zehri” olarak anılmışlardır. Kimyasal savaş ajanları ve kargaşa kontrol ajanlarının çok eski kullanımlarından biri milattan önce 5. yüzyıla dayanmaktadır. Peloponez Savaşı sırasında Spartalılar kömür, sülfür ve ziftin yanması sonucu açığa çıkan dumanı, Atinalıların sığınaklarında saklanan insanları etkisiz hâle getirmek amacıyla kullanmışlardır.



Kimyasal maddelerin ticari olarak kullanımı ve geliştirilmesi, başlarda barışçıl ve masum gibi görülmüştür. Ancak savaş alanında kimyasal savaşın dehşet verici sonuçlarına sebep olmuştur.

1. Dünya Savaşı - İlk büyük ölçekli kullanımlar: Kimyasal savaş ajanlarının büyük ölçekteki ilk kullanımı Nisan 1915'de, Alman ordusunun Belçika'nın Ypres kentine 168 ton klor gazı ile saldırması ve 5000 askerin ölümüne sebep olmasıyla gerçekleşmiştir. 1. Dünya savaşı boyunca zehirli gazları (klor, fosgen, siyanür ve hardal), tahriş edicileri ve yakıcı maddeleri de içeren kimyasal savaş ajanlarının çok büyük miktarlarda kullanımı (yaklaşık 125 000 ton), 90 000 kişinin ölümüne ve 1,3 milyon kişinin de ölümcül olmayan şekillerde etkilenmesine yol açmıştır. 1. Dünya Savaşı'ndaki ölümlerin birçoğu klor ve fosgen gazına maruziyetten kaynaklanmıştır.



Kimyasal ajanlara karşı korunma ihtiyacı, ilk olarak 1. Dünya Savaşı sırasında klor gazı kullanımıyla ortaya çıkmıştır.

Savaş ajanı olarak kullanılan maddelere insanların kolay erişebilmesi ve yaşanmış terörist saldırıların taklit edilmesi, gelecekte bu tür olayların meydana gelme oranında büyük bir artış olabileceğini akla getirmektedir. Bu düşünce, ülkeler genelinde yaşanabilecek acil durumlara hazırlıklı olma çalışmalarının yapılmasını gerektirmektedir.



Kimyasal savaş ajanlarının etkileri ve süreleri farklılıklar göstermektedir. Bu farklılığın nedenleri; savaş ajanının kimyasal yapısı, temas şekli, temas süresi, emilim hızı, çevresel koşullar, koruyucu donanım varlığı/yokluğu veya koruyuculuk düzeyi olarak sıralanabilir.

◆ **Kimyasal savaş ajanlarının kullanım amaçları**

- Öldürmek,
- Yaralamak,
- İnsanları etkisiz hâle getirmek,
- Bitkisel ve hayvansal besin kaynaklarını, besin stoklarını kirletmek ve yok etmek,
- Ekonomik önemi olan hedefleri işlemez hâle getirmek,
- Kaosa ve paniğe neden olmaktır.

◆ **Kimyasal ajanların yayılma yolları**

Bir kimyasal saldırının etkileri büyük ölçüde kullanılan kimyasal maddenin toksikolojik özelliğine ve yoğunluğuna bağlıdır. Rüzgâr hızı, sıcaklık, nem, uçuculuk gibi birçok faktör kimyasal maddelerin yoğunluğuna etki eder.

Saldırının gerçekleştirildiği yer de büyük önem taşımaktadır. Kapalı alanlarda daha az miktarda kimyasal madde ile daha büyük sonuçlar elde edilebilir. Açık alanda ise kimyasal madde yoğunluğu dış faktörlere bağlı olarak kısa zamanda azalacağından ölümcül sonuçların etkisini artırmak için daha fazla madde kullanılması gerekir

Toksikoloji, kimyasal maddelerin canlı organizmalardaki sistemler üzerinde istenmeyen, zararlı, olumsuz sonuçlar oluşturan etkileşmelerini inceleyen bir bilim dalıdır.

◆ **Kimyasal savaş ajanı kullanıldığının anlaşılma yolları**

- Binaların havalandırma sistemleri
- Aerosol veya sprey cihazları
- Pasif yayma (Kimyasal madde içeren bir bidonun ağzını açık bırakmak vb.)
- Kimyasal madde içeren patlayıcı cihazlar
- Kimyasal madde bulunduran veya taşıyan araçların sabote edilmesi
- Toksinlerin besin ve su kaynaklarına bulaştırılması



Görsel 4.19: Kimyasal maddelerin yayılım yolu örnekleri

◆ **Kimyasal savaş ajanı kullanıldığının anlaşılma yolları**

Sivil savunma kuruluşlarının siren ve diğer araçlarla yaptıkları ikaz ve alarm işaretleri ile;

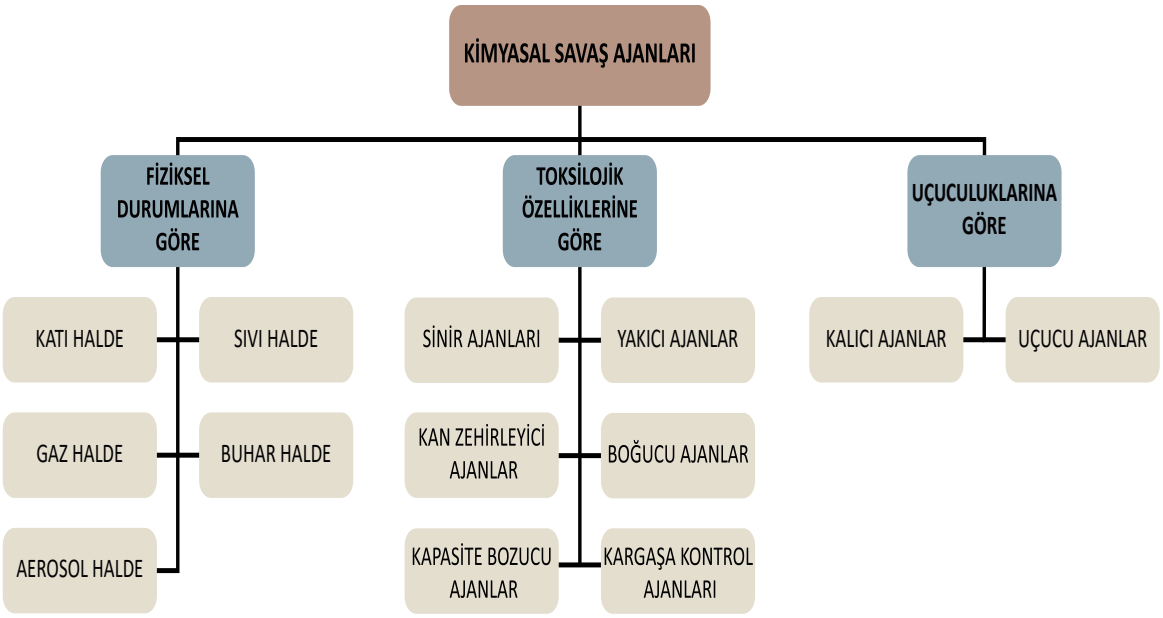
- Bulantı, nefes alma zorluğu, kusma, kasılma, göz yaşarması, ciltte kızarıklık, kanama vb. belirtiler gösteren çok sayıda kişi görüldüğünde,
- Yüzeylerde şüpheli yağ ve su damlacıkları görüldüğünde,
- Havada yoğun ve fark edilir bir sis ve duman görüldüğünde,
- Etrafta sebebi bilinmeyen hayvan ölüleri ya da ölmekte olan hayvanlar görüldüğünde,
- Alışkın olunmayan kokular duyulduğunda (acı badem, sarımsak, çürük meyve, çürük yumurta çimen vb.)
- İnsanların yoğun olarak toplandığı metro, alışveriş merkezi, stadyum gibi yerlerde olağan dışı kıyafet ve gaz maskesi giyinmiş insanlar görüldüğünde kimyasal silah kullanıldığından şüphe edilmelidir.



Görsel 4.20: KBRN ajanları kullanımı süphesi

4.1.7. Kimyasal Savaş Ajanlarının Sınıflandırılması

Kimyasal savaş ajanları fiziksel özellikilerine, toksikolojik özelliklerine ve uçuculuklarına göre olmak üzere üç grup olarak sınıflandırılmaktadır.



Şekil 4.2: Kimyasal savaş ajanlarının sınıflandırılması

4.1.7.1. Uçuculuklarına Göre Kimyasal Savaş Aajanları

Kimyasal savaş ajanları, kullanıldıkları bölgede belirli bir süre etkilerini devam ettirmektedir. Bu süreye bağlı olarak ajanlar, kalıcı ve uçucu olarak ikiye ayrılmaktadır.

Kalıcı Kimyasal Ajanlar: Genel olarak sıvı hâlde bulunurlar. 30 dakikadan daha uzun süre kalıcılığı olan ajanlardır. Sıvı hâldeki kimyasallar temas ettikleri bölgenin üzerine veya içine işleyerek etkilerini daha uzun süre gösterebilmektedir. Temastan sonra, sıvının zaman içerisinde buharlaşma tehlikesi vardır. Buhar tehlikesi, kullanılan kimyasalın yapısı ve çevresel koşullar göz önüne alındığında uzun süre devam edebilmektedir.

Uçucu Kimyasal Savaş Ajanları: Ggenel itibariyle aeresol veya gaz hâlindedir. Kullanıldığı andan itibaren 10-30 dakikadan daha fazla kalıcılığı olmayan ajanlardır. Zararlı etkilerini kısa süreliğine gösterirler. Yüzeye inemedikleri için yüzey kirliliğine ortaya çıkmamaktadır.



Uygun bir çözücüde çözdürülmüş etken madde ile itici bir gazdan oluşmakla birlikte, aletle püskürtüldüğü zaman küçük tanecikler hâlinde yayılan karışıma "**aerosol**" denir.

4.1.7.2. Toksikolojik Özelliklerine Göre Kimyasal Savaş Ajanları

Kimyasal savaş ajanları, toksikolojik özelliklerine göre 6 grupta sınıflandırılmaktadır.

- Sinir ajanları
- Yakıcı ajanlar
- Kan zehirleyici ajanlar
- Boğucu ajanlar
- Kapasite bozucu ajanlar

- Kargaşa kontrol ajanları

◆ **Sinir ajanları**

Sinir ajanları, kimyasal ajanlar içerisinde en etkin olan sınıftır. Saf hâlde kokusuz ve renksizdir. Sinir sistemini olumsuz etkiledikleri için bu şekilde adlandırılmaktadırlar. Sinir ajanları organofosfatlı bileşikler sınıfına girmektedir. Kalıcı ve dağıtımı kolay olan bu maddeler oldukça toksiktir. Hem solunum hem de deri yolu ile maruz kalındığında çok hızlı etki etmektedirler. Ham maddeleri oldukça ucuz ve kolay bulunabilmektedir.

Etki mekanizması: Sinir ajanları gaz, aerosol ya da sıvı hâlde olabilir. Vücuda solunum ve deri yolu ile etki eder. Sinir ajanıyla kirlenmiş sıvıların veya yiyeceklerin tüketilmesi de zehirlenmeye neden olmaktadır.

Sinir ajanlarının vücuda alınma yolu önemli bir etmendir. Sinir ajanına solunum yolu ile maruz kalındığında genellikle diğer yollara göre daha çabuk zehirlenmeye neden olmaktadır. Bunun nedeni akciğerlerde birçok damarın yer alması ve solunan sinir ajanının hızlı bir şekilde kan dolaşımına karışarak hedef organlara ulaşabilmesidir. Eğer kişi çok yüksek yoğunlukta (örneğin. 200 mg sarin / $m^{3)}$) sarin ajanına maruz kaldıysa birkaç dakika içinde ölüm gerçekleşebilir.

Sinir ajanının vücuda deri yolu ile alınması daha uzun zamanda zehirlenmeye neden olmaktadır. Ajanın damarlara ulaşması zaman alır. Bu nedenle ilk belirtiler ajana maruz kaldıktan 20-30 dakika sonra gözlemlenir.

◆ **Sinir ajanlarının vücuttaki etkileri**

- Ağız ve burun akıntısı
- Göğüs tıkanıklığı
- Solunum güçlüğü
- Görme bulanıklığı
- Gözbebeklerinde küçülme
- Kaslarda seğirme
- Bulantı ve kusma
- Aşırı terleme
- İdrar tutamama
- Baş ağrısı
- Denge bozukluğu
- Sıçrama ve çırpınma
- Koma ve ölüm

Sinir ajanının yarattığı etki, maruziyet şekline göre farklılık gösterir. Sadece yüzeysel bir temasta ortaya çıkan belirtiler ile vücuda emilimi sonucu ortaya çıkan belirtiler birbirinden farklıdır.



Görsel 4.21: Bulantı



Görsel 4.22 Solunum güçlüğü

Tablo 4.1: Maruziyet Şekline Özgü Gözlenen Fiziksel Belirtiler		
	Etki Bölgesi	**Belirtiler**
Sadece Yüzeysel Temas Olduğunda	Göz	Göz bebeklerinde küçülme, gözlerde kanlanma
	Burun	Burunda akıntı
	Ter bezleri	Aşırı terleme
	Solunum	Göğüste sıkışma, hırıltılı solunum, öksürük
	Vücut üzerindeki genel etkiler	Baş ağrısı, bulantı, kusma
Vücut tarafından emilim olduğunda	**Etki Bölgesi**	**Belirtiler**
	Göz	Göz bebeklerin belirgin küçülme, göz bebeklerinin boyutlarında eşitsizlik, görmede bulanıklık
	Solunum	Uzun süren hışıltılı solunum, göğüste sıkışma, göğüste ağrı, bronşlardaki salgının artması, zor nefes alıp verme, öksürük, akciğerlerde ödem, yeterli oksijen alamamaktan kaynaklı vücutta oluşan morluklar
	Mide bağırsak sistemi	Mide bulantısı, kusma, mide krampları, mide ekşimesi, ishal, idrar zorluğu, istemsiz dışkılama, altına kaçırma
	Kaslar	Kaslarda zayıflık ve güçsüzlük, kramplar, istemsiz kas hareketleri
	Vücut üzerindeki genel etkiler	Baş dönmesi, gerginlik, kaygı, huzursuzluk, duygusal değişkenlik, aşırı terleme, tükürük artışı, kalp atım hızında azalma baş ağrısı, uyuşukluk, odaklanma zorluğu, konuşma bozukluğu, kan basıncında düşüş, koma

- **Sinir ajanı çeşitleri**

Uçucu sinir ajanları (tabun GA, sarin GB, soman GD): Gaz hâlindedir. Solunum yoluyla vücuda girer. Sarin, renksiz bir sıvı olup buharı da renksizdir. Öldürücü bir gazdır. Renksiz ve kokusuz olduğundan teşhisi zordur. Soman ise özellikleri diğer sinir gazları gibi olup meyve kokulu; yabancı maddeler ile karıştırıldığında ise defne kokuludur.

Kalıcı sinir ajanları (VX, VR–55, goman): Son zamanlarda geliştirilmiştir. Uçucu ajanlardan daha öldürücüdür. Gaz hâlindeyken solunum yoluyla, sıvı hâlde ise deriden 1–2 dakika içinde emilerek vücuda alınır. Gözlere bulaşma durumunda, özellikle sıvı buharlaşmalarda ölüm, kısa sürede meydana gelir. Aşırı miktardaki sıvı ajan, normal kumaştan kolaylıkla geçer. Boya, plastik ve tahta gibi materyallere kolaylıkla işler. Sonrasında serbestleşip buhar hâlinde ortama ve kişiye etki etmeye devam eder.



V ajanları için kauçuk malzemeden yapılan maskeler ve diğer koruyucu ekipmanlar koruma sağlayamamaktadır.

Tablo 4.2: Belirtilerin Ortaya Çıkma ve Etki Süresi				
Ajanın Fiziksel Hâli	Emilim Şekli	Belirtilerin Ortaya Çıkma Süresi	Etki Süresi	
			Düşük Maruziyet	Yüksek Maruziyet
Buhar	Solunum ile	1-3 dakika	Birkaç saat	1-2 gün
Buhar	Göz ile	1-3 dakika	24 saat	2-3 gün
Buhar	Cilt ile	Bir dakikadan kısa	Birkaç saat	2-3 gün
Sıvı	Solunum ile	Birkaç dakika	24 saat	1-5 gün
Sıvı	Göz ile	Anında	24 saat	2-3 gün
Sıvı	Cilt ile	Birkaç dakika	24 saat	2-5 gün

Sinir ajanlarının etkisini belirleyen bir unsur ise belirtilerin ortaya çıkma ve etki süresidir. Ajanın etki süresinin uzun olması koruyucu önlemlerin uzun süre devam ettirilmesini gerektirir. Kimyasal ajanın zehirleyici özelliği ne kadar fazlaysa, belirtilerin ortaya çıkma süresi de o ölçüde kısadır.

◆ **Yakıcı ajanlar**

Yakıcı ajanlar genel olarak cildi, solunum sistemini, sindirim sistemini ve gözleri etkilemektedir. Deri ile temas ettiklerinde, deri üzerinde kabarcıklar oluştururlar. Bu sebeple kabarcık gazları olarak da tanımlanmaktadır.

Genellikle sıvı ve buhar hâlinde bulunurlar. Gözleri, solunum yollarını ve cildi etkilerler. Hava şartlarına da bağlı olarak kullanıldıkları arazide günlerce kalabilirler. Yakıcı gazlar kokusuz olabilmekle birlikte, hardal, sarımsak veya acıbadem kokusuna da sahip olabilmektedir.

Yakıcı ajanlar ilk olarak 1917'de Almanya tarafından test edilmiş, daha sonra çeşitli yerlerde kullanılmıştır.



Görsel 4.23: Yakıcı ajana maruziyet sonucu oluşan kabarcıklar

Etki Mekanizması: Sinir ajanları; solunum yollarında, deride yanıklara ve kabarcıklara neden olur. Etkiler maruziyet sonrası gecikmeli olarak gözlemlenir. Maruz kalınan yoğunluğa bağlı olarak etkiler birkaç saat veya birkaç gün içinde kendini gösterebilir.

◆ **Yakıcı ajanların vücuttaki etkileri**

- Gözlerde sulanma, kızarıklık ve yanma
- Ciltte kızarıklıklar ve kabarcıklar
- Gözlerde ışığa karşı duyarlılık
- Göz kapaklarında şişlik
- Öksürük ve boğulma hâli
- Gözlerde ve solunum yollarında iltihaplanma
- Bulantı ve kusma



Görsel 4.24: Gözlerde kızarıklık

◆ **Yakıcı ajanların en yaygın olanlar**

- **Sülfür hardal (H, HD):** 20°C'de sıvı hâlinde, renksiz veya soluk sarı, sarımsak kokusuna sahiptir.
- **Nitrojen hardal (HN):** 20°C'de koyu sıvı hâlde, balık veya küf kokusu bulunur.
- **Levizit (L):** 20°C'de koyu yağlı sıvı hâlde, ıtır çiçeğine benzer kokuya sahiptir.
- **Fosgen oksim (CX):** 20°C'de katı veya sıvı hâlinde, renksiz, keskin nüfus edici bir kokuya sahiptir.

Tablo 4.3: Yakıcı Ajanların Karşılaştırılması

Yakıcı Ajan	Belirtilerin Ortaya Çıkma Süresi	Kabarcık Türü
Hardal gazı	Saatler sonra	İçi sıvı dolu
Levizit	Hemen	İçi sıvı dolu
Fosgen oksim	Hemen	Katı kabarcık

◆ **Kan zehirleyici ajanlar**

Kan zehirleyici ajanlar genel olarak gaz veya buhar hâlinde bulunurlar. Vücuda solunum yolu ile girerler. Oldukça uçucu olan kan zehirleyici ajanların etkileri çok kısa zaman içinde ortaya çıkar. Yüksek dozda kan zehirleyici ajana maruz kalındığında 5-8 dakika içinde ölümle sonuçlanabilir.

Etki mekanizması: Kan zehirleyici ajanlar vücutta bulunan sitokrom oksidaz enzimini bloke ederek etki gösterirler. Kanın oksijeni kullanma ve taşıma kabiliyetini engeller. Bu durum en çok beyin, kalp, karaciğer gibi yüksek miktarda oksijene ihtiyaç duyan organları etkiler. Felç, solunum yetmezliği ve kalp durmasına sebep olmaktadır.

◆ **Kan zehirleyici ajanların vücuttaki etkileri**

- Sersemlik hissi
- Halsizlik
- Baş dönmesi
- Bulantı ve kusma
- Solunum güçlüğü ve boğulma hissi
- Burun, boğaz ve solunum yollarında şiddetli acı
- Taşikardi
- Bilinç kaybı, bayılma
- Koma ve ölüm



Görsel 4.25: Bilinç kaybı, bayılma

◆ **Kan zehirleyici ajanların en yaygın olanlar**

- **Arsin (SA):** Arsenikli hidrojen de denir. 20°C'de gaz hâlindedir. Renksiz, hafif sarımsak kokusunda zehirleyici bir gazdır.
- **Hidrojen siyanür (AC): Siyanitrik asit** de denir. 20°C'de gaz veya sıvı hâlinde, renksiz, şeftali çekirdeği kokusundadır.
- **Siyanojen klorür (CK): Siyan klorür de** denir. 20°C'de gaz hâlinde, renksiz, kokusu hidrojen siyanür gazına benzemektedir.
- **Potasyum siyanür (KCN)**
- **Sodyum siyanür (NaCN)**
- **Karbon monoksit**

◆ **Boğucu ajanlar**

Boğucu gazlar, solunum yoluyla vücuda girerek solunum yolları ve akciğerleri zarar vererek etki gösterir. Boğucu ajanlar uçucudurlar. Genellikle renksiz olan bu maddelerin yeni biçilmiş çayır, çürümüş saman ve mısır püskülü gibi kokuları olmaktadır.

Etki mekanizması: Boğucu ajanlar vücuda çoğunlukla solunum yolu ile girer. Gözlemlenen etkiler ajanın türüne göre hızı veya gecikmeli olarak gözlemlenebilir.
Boğucu ajanların vücuttaki etkileri: Boğucu ajan varlığının ilk belirtisi nefes almada zorluk ve boğulma hissidir.

- Göğüs darlığı
- Öksürük ve göz yaşarması
- Yorgunluk
- Dudaklarda morarma
- Burun ve boğazlarda tahriş ve akıntı
- Bulantı ve kusma
- Akciğer ödemi,solunum yetmezliği ve ölüm



Görsel 4.26 Nefes almada zorluk

◆ **Boğucu ajanların en yaygın olanlar**

- **Klor (Cl):** Normal olarak kısa etki süreli bir kimyasal maddedir. I. Dünya Savaşı'nda geniş bir şekilde kullanılmıştır. Kimyasal madde ölümlerinin % 80`inin bu gaz ile olduğu bilinmektedir.
- **Fosgen (PG**)
- **Difosgen (DP)**
- **Klorpikrin (PS)**

◆ **Kapasite bozucu ajanlar**

Bu ajanlar yüksek dozlarda kullanıldığında ölümcül etkiler gösterir. Ancak genellikle geçici ve ölümcül olmayan zarar verici etkileri nedeniyle kullanılmaktadır. Kapasite bozucu ajanlar geçici zihinsel ve psikolojik etkiler oluşturarak maruz kalan kişinin davranış bozuklukları sergilemesine ve etkisiz hâle gelmesine neden olurlar.

◆ **Kapasite bozucu ajanların vücuttaki etkileri**

- Bilinç kaybı
- Şaşkınlık
- Hayal görme
- Davranış bozukluğu
- Bedensel işlevlerde bozukluk
- Gözbebeklerinde büyüme
- Ağız kuruluğu
- Ciltte kuruma



Görsel 4.27: Ağız kuruluğu

◆ **Kapasite bozucu ajanların en yaygın olanlar**

- 3-Qüinüklidinil bBenzilat (BZ)
- Fentaniller ve diğer opiatlar
- Liserjik Asid asid Dietilamid dietilamid (LSD)

◆ **Kargaşa kontrol ajanları**

Kargaşa kontrol ajanları gözler, solunum sistemi ve ciltte etkiler meydana getirir. Maruz kalan kişinin geçici bir süre için normal fonksiyonlarını yerine getirememesine neden olan kimyasal maddelerdir. Bu

ajanların etkileri çok kısa zamanda ortaya çıkar.

Kargaşa kontrol ajanları genellikle güvenlik güçleri tarafından toplulukların kontrol altına alınması veya bireyler tarafından kişisel korunma amaçlı kullanılmaktadır. Katı veya sıvı hâlde bulunan bu maddeler havada küçük damlacıklar hâlinde dağılabilirler. Bu durumda maruziyet deri, solunum veya göz yolu ile olabilir.

◆ **Kargaşa kontrol ajanlarının vücuttaki etkileri**

- Gözlerde yanma, kızarıklık ve puslu görme
- Burunda akıntı, yanma ve şişme
- Nefes darlığı
- Öksürük
- Ciltte yanık ve kızarıklık
- Bulantı ve kusma
- Uzun dönemde körlük
- Boğaz ve ciğerdeki yanıklar ve solunum bozukluğu nedeniyle ani ölüm



Görsel 4.28: Ciltte yanık

◆ **Kargaşa kontrol ajanlarının en yaygın olanları**

- **Klorobenzalmalononitril (CS):** 20°C'de renksiz ve sıvı hâldedir. Biber kokusunda, göz ve ciltte çok tahriş edici olmayan anında etkileme hızı olan bir gazdır.
- **Klorasetofenon (CN):** 20°C'de katı hâldedir. Elma çiçeği kokusunda, göz ve cilde tahriş edici etkilere sahip, anında etkileme hızı olan ve solunum sistemlerini tahriş eden bir gazdır.

◆ **Kimyasal savaş ajanının belirlenmesi**

Kimyasal savaş ajanı kullanımından şüphe duyulması durumlarında ilk yapılması gereken ortamda kimyasal ajan kullanılıp kullanılmadığının tespiti ve kullanılmış ise ajanın teşhisidir. Kullanılan kimyasal ajanın tespiti, ilk müdahalede bulunacak personelin koruyucu tedbir alması ve ajana maruz kalmış kişinin tedavisi açısından çok önemlidir. Bu nedenle öncelikle tıbbi müdahalede bulunacak personelin ve itfaiye personeli gibi diğer görevlilerin kimyasal ajanı tespit etmede kullanılan cihazlara sahip olması son derece önemlidir.

Kimyasal ajanların tespitinde iki yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar olay yerinde tespit ve uzaktan tespittir. Olay yerinde kimyasal ajan tespiti yapan sistemlere nokta tespit sistemleri de denilmektedir. Nokta tespitinde kullanılan cihazlar, belirli bir noktada kimyasal ajanın varlığını tespit ve teşhis etmek maksadıyla kullanılmaktadırlar. Aynı zamanda kirlenmiş alanların noktasal olarak tespitiyle bu bölgelerin haritalanmasında bu detektörlerden yararlanılır. Kimyasal ajan veya zehirli kimyasal madde bulunulan noktaya ulaştığında ilk olarak dedektör sistemiyle karşılaşır. Dedektör ortamda bu kimyasalların varlığını tespit ettikten sonra uyarı amaçlı ses, ışık veya her ikisini birden yayar.

Uzaktan algılama dedektörleri, bir kimyasal ajan bulutunun önceden tespiti ve gerekli birimlerin uyarılması amacıyla kullanılmaktadırlar. Bu tip algılayıcılar sayesinde, çok daha önceden tehdit bilinmekte ve gerekli tedbirlerin alınması için yeterli zamana sahip olunmaktadır.

4.1.8. Kimyasal Savaş Ajanlarından Korunma

Kimyasal savaş ajanının kullanıldığı yerde bulunanların, fiziksel ve tıbbi koruyucu önlemleri almış olmaları gerekmektedir. Koruyucu tedbirler, bireysel olarak koruma sağlayan kişisel korunma tedbirleri ve topluluk hâlinde korunmayı sağlayan toplu koruyucu tedbirler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Kişisel korunma tedbirlerinin en önemlileri, koruyucu maske ve koruyucu elbise kullanımıdır. Koruyucu maske kimyasal ajanlara karşı, yüzü, gözü ve solunum yollarını korumaktadır. Ayrıca üzerinde bulunan filtre sayesinde havayı temizleyerek güvenli nefes alışverişini sağlamaktadır.

Kişisel koruyucu elbise, kimyasal ajanın cilde temasının önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Kimyasal ajan olarak kullanılan kimyasalların geçmesi önlenmek amacıyla koruyucu elbiselerin dış kısmı bütil kauçuktan, iç kısmı ise aktif kömür içeren bir filtre sisteminden yapılmıştır. Koruyucu elbise giyildikten sonra, vücudun diğer açıkta kalan bölümlerinin korunması maksadıyla eldiven ve bot giyilmeli, maske takılmalıdır.



Gaz maskelerinin sağladığı koruyuculuk, ortamdaki kimyasal ajan varlığının zamanında tespit edilmesine bağlıdır. Buna ek olarak maskede kullanılan filtre malzemesi ve maskenin doğru kullanımı da etkin bir koruma sağlanması için önemlidir.

Toplu korunma, sığınaklar ile yapılmaktadır. Yapılan sığınakların, kimyasal ajan varlığında güvenli şekilde toplanılabilecek alanlar olmaları gerekmektedir. Toplanılacak sığınak, uygun, güvenli bir havalandırma sistemine ve kimyasal ajanları tutucu filtre sistemine sahip olmalıdır. Bu şekilde hazırlanan sığınaklarda kişi başına 1,5-3 metreküp hava bulunması gerekmektedir.

◆ **Kişisel korunma aşamaları aşağıda sıralanmıştır**

- Mümkünse gaz maskesi takılır, yoksa ağız ve burun, ıslak pamuk vb. malzeme ile kapatılır.
- Kişinin üzerine gaz bulaşmışsa elbiseler çıkartılıp poşet içerisine koyulur. Poşetin ağzı kapatılıp temiz elbise giyilir.
- Elbise dışında kalan çıplak deriye koruyucu merhem sürülür ya da pudra dökülür.
- Önceden hazırlanmış olan sığınağa girilir. Sığınağa, kesinlikle kontamine(bulaşma olan) elbise ile girilmez, değiştirilir.
- Kapatılmış pencere ve kapı aralıkları, ek önlem olarak sulandırılmış çamaşır suyuna batırılmış bez ya da battaniye ile örtülür.
- İmkân varsa sığınakta veya evde kimyasal ajanın, acil biyolojik tedavisinde kullanılması amacıyla "atropin otoenjektörleri, pridostigmin tablet, amil nitrit " gibi preparatlar bulundurulmalıdır.
- Gözlerde yanma varsa bu gaz sızıntısının belirtisidir. Gözler, bol suyla yıkanmalıdır.
- Radyo, televizyon dinlenir ve açıklamaların gereği yapılarak tehlike geçinceye kadar beklenir.
- Daha önce korumaya alınmayan yiyecekler yenmemelidir.
- Açık su kaynaklarındaki sular içilmemelidir.
- Alkol ve sigara içilmemelidir.

Tablo 4.4: Kimyasal Savaş Ajanı Çeşidine Göre Korunma Düzeyleri

Kimyasal Savaş Ajanı	Minimum Korunma Düzeyi
Bilinmeyen	A düzeyi
Sinir ajanları	A düzeyi
Yakıcı ajanlar	A düzeyi
Boğucu ajanlar	B düzeyi (kapalı alanda A düzeyi gerekli olabilir.)
Kan zehirleyici ajanlar	B düzeyi (kapalı alanda A düzeyi gerekli olabilir.)

Zehirli endüstriyel kimyasal maddeler (ZEKM)

Endüstriyel kazalarda, zehirli endüstriyel kimyasal maddeler açığa çıkar. Herhangi bir yoldan yüksek dozda bir ya da birçok kez ardı ardına veya küçük dozlar halinde uzun süre organizmaya girebilir. Geçici veya kalıcı organizma bozuklukları oluşturan ya da ölüme yol açan, sanayide de kullanım alanı bulunan maddelere, zehirli endüstriyel kimyasal maddeler **(ZEKM)** denir. Bu nedenle çalışma alanında iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine özen gösterilmesi gerekir. Koruyucu ekipmanlar ile gerekli işlemler yapılmalıdır.

Kimyasal savaş ajanları ile ZEKM arasında çok sayıda benzerlik bulunur. Aslında ikisinin de teme-

linde aynı zehirleyici maddeler vardır. Örneğin: klorin, 1. Dünya Savaşı`nda kullanılmıştır. 1984 yılında Hindistan Bhopal'da tanktan sızan Metilizosiyanat, siyanür içeriklidir. Sinir gazları, tarımda kullanılan zirai mücadele ilaçlarının geliştirilmiş şeklidir.



Görsel 4.29: Zehirli endüstriyel maddelerin atığı

◆ **ZEKM'in fizyolojik etkileri**

- İnsan vücuduna solunum, sindirim, cilt ya da göz yoluyla girerek etkisini göstermektedir.
- Kulak çınlaması,
- Damarlarda fonksiyonel bozukluklar,
- Nörolojik bozukluklar,
- Dolaşım yetmezliği,
- Hipoksemi,
- Bayılma,
- Paralizi (felç),
- Hematolojik bozukluklara neden olur.

◆ **KBRN maruziyetinde olay yeri**

Olay yerinde acil tıbbi müdahale (hastane öncesi), acil yardım ve kurtarma ekiplerinin hazırlanması, olay yerinin izolasyonu ve güvenliğin sağlanması ile başlar. Yapılan deteksiyon (herhangi bir şeyin varlığını ortaya çıkarma) işleminden sonra olay yeri, sıcak, ılık ve soğuk olmak üzere üç alana ayrılır.

- **Sıcak alan**

Sıcak alan (sıcak bölge), olayın meydana geldiği kirli bölgedir. Kirli bölgeye sadece itfaiye ve özel eğitimli personel girebilir. Acil tıbbi tedavi uygulayacak sağlık personeli güvenli bölgede bekler. Sıcak alanda yapılan çalışmalar, sivil savunma ve askeri ekiplerce planlanarak uygulanır.

- **Ilık alan**

Ilık alan/ılık bölge, sıcak ile soğuk alanlar arasında kalan, aslında temiz olup sıcak alandan gelenlerin kirlettiği bölgedir. Sıcak alandan en az 300 metre ileride, emniyet tedbirleri sağlanmış olmalıdır. Araçlar için ulaşımı kolay, rüzgâr yönüne uygun ve düz bir arazi olmalıdır. Bölgede su kaynağı bulunmalı ve diğer imkânlara yakın olmalıdır. Arındırma sistemleri ılık alana kurulur.

- **Soğuk alan**

Soğuk alan/soğuk bölge, olaydan hiç etkilenmemiş temiz bölgedir. Kişisel koruyucu kıyafet giymiş sağlık personelinin bulunduğu bölgedir.

◆ **KBRN maruziyetinde Triaj (Ayıklama)**

Triaj işlemi, arındırma öncesi ve sonrası her tıbbi aşamada pek çok kez tekrarlanan dinamik bir süreçtir. Triaj; hasta olay yerinde ilk görüldüğünde, ılık alanda, soğuk alanda, nakil öncesinde, hastaneye kabul aşamasında vb. her aşamada yapılması gerekir.

◆ **KBRN maruziyetinde triaj kategorileri**

1.Grup: Tedavi ile yaşam şansı yüksektir. İleri düzeyde eğitimli sağlık personeline ve birimine ihtiyaç yoktur.

2.Grup: Beklemesi ve tedavisinin daha sonra yapılmasının sakıncası bulunmamaktadır.

3.Grup: Hafif derecede kimyasala maruz kalan ve düşük yoğunluklu bir tedaviye ihtiyaç gösterenler bu grupta değerlendirilir.

4.Grup: Yaşama şansı zayıf olup ve tedavi için ileri düzeyde sağlık desteğine ihtiyaç gösterenleri kapsamaktadır.

◆ **Dekontaminasyon (Arındırma)**

KBRN olayında kontaminasyon (kirlenme), KBRN maddelerin personel, arazi, malzeme, teçhizat ve gıda maddelerine bulaşmasına **kontaminasyon (kirlenme)** denir. Kirlenmenin temizlenmesi işlemine ise **dekontaminasyon (arındırma)** denir. Dekontaminasyon, özel eğitimli kişilerce, özel ekipmanlar ve solüsyonlar kullanılarak kimyasal maddenin bulaştığı yerden tamamen uzaklaştırılması işlemidir.

Dekontaminasyon (arındırma), özel eğitimli kişilerce, özel ekipmanlar ve solüsyonlar kullanılarak kimyasal maddenin bulaştığı yerden tamamen uzaklaştırılması işlemidir. Arındırma, genel olarak kimyasal kirlenmenin ortadan kaldırılma işlemidir.

◆ **Arındırma gerekliliği**

- Kirlenme, hareket hâlindeki personel ve araç vasıtasıyla yayılır. Arındırma, yayılmayı engellemek için yapılır.
- KBRN yüksek bulaşma olasılığı olan maddelerdir.
- Çok zehirlidir ve ölüme sebebiyet verebilir.
- Kişide genetik yapıya göre dayanıklılık değişim gösterebilir.

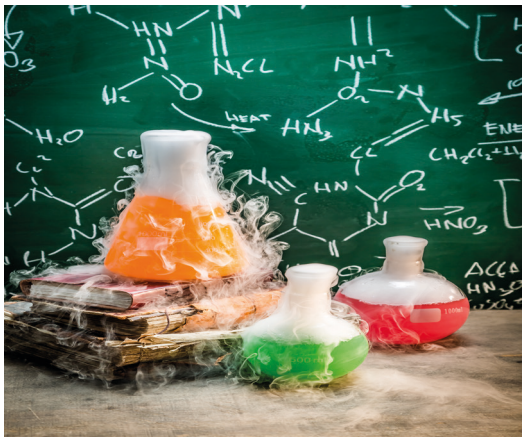
◆ **Arındırma yöntemleri**

- **Su ile arındırma:** KBRN kirlenmelerinin tazyikli su ile yıkanarak temizlenmesidir. Fiziksel arındırma sağlar. Suyun sıcak olması tercih edilir. Kimyasal maddenin cinsi bilinmiyorsa su ile arındırma yapılmamalıdır. Çünkü kimyasal madde su ile temas ettiğinde, buhar ve yanma tehlikesi oluşturabilir.
- **Buharlaştırma:** Yüksek ısıda üretilen buharın kirlenen yere uygulanmasıdır. Kimyasal ve biyolojik ajanlar için uygulanır.
- **Yakma:** KBRN ajanlarının bulaştığı nesneleri ateşle imha etmektir.
- **Emme, kazıma:** Kirlenmiş bölgenin üstünün toprak, kumaş parçaları vb. maddelerle kapatılması sonucu kimyasal maddenin emici maddeye geçmesi; emici maddenin toplanarak kirlenmenin azaltılması işlemidir.
- **Kapatma:** KBRN ajanının bulunduğu yerin üzerinin en az 10 cm toprakla kapatılma işlemidir. Kapatma, tüm KBRN kirlenmelerinde uygulanır.
- **Havalandırma, zamana bırakma:** Bölgenin terk edilmesi ve doğa koşullarına bırakılması (güneş, yağmur vb.) işlemidir.

4.2. TEHLİKELİ KİMYASALLARIN ETKİLERİ

Kimyasallar hayatta önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte birçok tehlikeye de sebep olabilirler. Doğru kullanıldığında kimyasallar güvenlidir, ancak potansiyel tehlikelerinin farkında olunmazsa insanlar risk altına girerler. Katı, sıvı ve gaz şeklinde bulunan kimyasalların doğru bir şekilde kullanımı, imhası ve yönetimi toplumlara sağlık ve refah sunmaktadır.

Kimyasal tehlike, iş yerinde kimyasal maddelere maruz kalmanın neden olduğu bir tür mesleki tehlike türüdür. İş yerlerinde kimyasal maddelere maruz kalmak kısa veya uzun süreli zararlı sağlık sorunlarına yol açabilir.



Görsel 4.30: Kimyasal madde

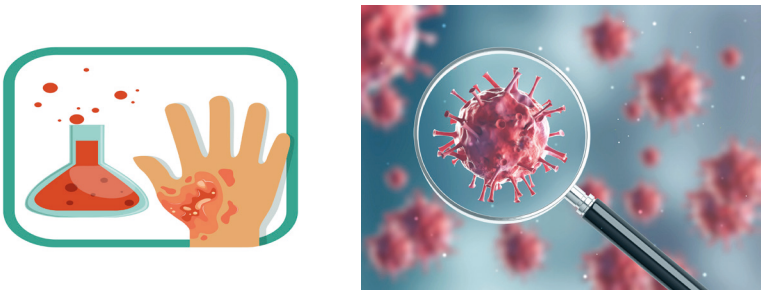
4.2.1. Tehlikeli Kimyasal Maddeler

Kimyasal ve fiziksel yapısı itibariyle elde edilmesi, işlenmesi, saklanması, paketlenmesi, kullanılması, atılması ve taşınması çevreye, insanlara ve doğal hayata zararlı olabilecek tüm maddelere **tehlikeli kimyasal maddde** denir.

◆ **Tehlikeli maddelerin genel özellikleri ve olası etkileri**

Tehlikeli olarak sınıflandırılan birçok endüstriyel, tarımsal kimyasal bulunmaktadır. Bu maddeler acil veya uzun süreli sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu maddelere maruz kalınması durumunda;

- Zehirlenme,
- Tahriş,
- Kimyasal yanıklar,
- Hassasiyet,
- Kanser,
- Doğum kusurları,
- Cilt, akciğer, karaciğer, böbrek ve sinir sistemi gibi bazı hastalıklar meydana gelebilir.



Görsel 4.31: Tehlikeli maddelerin etkileri

Tehlikeli maddeler; aşındırıcı, yanıcı, patlayıcı, kendiliğinden yanabilen, zehirleyici, oksitleyici veya su ile reaktif olabilen maddelerdir. Bu maddeler ölümcül etki gösterebilir. Mala ve çevreye zarar verebilir.

◆ **Tehlikeli maddelerin en sık bulunabileceği yerler**

- Kimyasal madde üretim tesisleri
- Depolar
- Yakıt istasyonları
- Silah depoları
- Hastaneler
- Laboratuvarlar
- Kamyon terminalleri
- Uçuş sahaları
- Bakım tesisleri
- Kimyasal madde taşımacılığı yapılan limanlar



Görsel 4.32: Tehlikeli madde deposu

Yukarıda sayılan bölgelerde gaz, buhar, sis, duman, tütsü veya toz gibi değişik maddeler havayı kirletebilir. Bazen bu maddeler insan sağlığına zararlı olmazken yoğunlukları yüksek olunca zararlı hâle gelebilir.

Vücut hücrelerini etkileyebilen, zararlı şekilde zehir etkisi gösterebilen maddeler; maddenin yapısı, maruziyetin şiddeti, maruziyetin süresi, yaş ve cinsiyet gibi etkenlere bağlı olarak vücuda genellikle üç yoldan biri veya birkaçıyla girerler. Maddenin yapısı, maruziyetin şiddeti, maruziyetin süresi, yaş ve cinsiyet gibi etkenlere bağlı olarak vücut hücrelerini etkileyebilen zararlı şekilde zehir etkisi gösterebilen maddeler vücuda genellikle üç yoldan biri veya birkaçından girerler.

◆ **Zehir etkisi gösterebilen maddelerin vücuda giriş yolları**

- Solunum yoluyla: Nefes alarak (en hızlı yol)
- Emilim: Cilt veya gözler yoluyla
- Sindirim: Yutma

Dördüncü bir yol olarak ise enjeksiyon (cilde nüfuz) yolu ile etkilenme olabilir. Bu yollarla vücuda giren tehlikeli maddeler dolaşım sistemine girerek bütün vücuda yayılır. Buyol yol, sadece etkiye maruz kalan organ değil doğrudan bu etkiye hiç maruz kalmayan organları bile etkileyebillir. Tehlikeli kimyasal maddelerin su, toprak veya havaya karışması sonucu insanlar, hayvanlar, bitkiler ve çevre için tehdit oluşturmaya başlarlar. Bu nedenle tehlikeli kimyasal maddelerle çalışan kişilerin sağlığı, bu maddelerin çevreye olan olumsuz etkilerinin azaltılması, bir bölgeden diğerine taşınması açısından bu maddelerin özelliklerinin bilinmesi ve sınıflandırılması çok önemlidir.

◆ **Tehlikeli kimyasalları tanıma yöntemleri**

- Birleşmiş Milletler Numaralandırma Sistemi
- Uluslararası Kemler Kodu
- Birleşik Krallık Kodları
- Referans materyaelleri
- Kap boyutu şekli

4.2.1.1. Tehlikeli Kimyasal Madde Kazaları Örnekleri

Kimya tarihi pek çok olay ve kazalarla doludur. Örneğin, flor ve radyoaktif maddelerin keşfinde tehlikeleri bilinmeyen maddelerin bilim adamları ve çalışanlar üzerinde olumsuz etkileri bilim tarihinde sıkça bahsedilir. Kimyasal maddelerin yol açtığı pek çok kaza meydana gelmiş olup bu kazalarda pek çok insan hayatını kaybetmiş, yaralanmış ve kalıcı sağlık sorunları ortaya çıkarmıştır.

◆ **Bhopal felaketi**

Hindistan'ın Bhopal kentinde 3 Aralık 1984 yılında böcek ilacı üreten fabrikanın yanlışlıkla 40 ton metil izosiyanat gazını dışarı atması 18.000 kişinin ölümüne, 150.000'den fazla insanın zehirlenmesine neden olmuştur. Bu kaza sonrasında, Bhopal eyaleti doğal afet bölgesi ilan edildi. Greenpeace'in bölgede kazadan 20 yıl sonra, 2004 yılında yaptığı ölçümlerde, toprakta normalin 6 milyon katı toksik madde bulunduğu ortaya konmuştur.



Görsel 4.33: Bhopal felaketi

◆ **Eti Bakır Samsun işletmesi kazası**

Eti Bakır Samsun İşletmesi'nde yaklaşık 300 ton ağırlığındaki amonyak tankı kapağının monte edilirken işçilerin üzerine düşmesi sonucu kaza meydana gelmiştir. İlk belirlemelere göre 5 işçi hayatını kaybetti. Kazada yaralanan 11 işçi de hastaneye kaldırıldı. Daha sonra ölü sayısı 7 ye yükseldi.

◆ **Minamata felaketi**

Japonya'nın Minamata kentinde 1953 yılında bir kimyasal madde fabrikası cıva atıklarını denize dökmüştür. Kimyasal madde ile etkilenen denizdeki balıkları yiyen insanlar cıva ile kirlenmiş balıklardan zehirlenmişlerdir. Beyin hücrelerini yok edip bedeni felce uğratan, refleksleri yok eden "**Minamata**" hastalığına tutulmuşlardır. Kesin olmayan istatistiklerde 68 i ölümle sonuçlanan 370 zehirlenme olayından söz edilmiştir. Hastalığa adını veren bu yerdeki çocuklar daha anne karnındayken yakalanarak hastalığın kurbanı olmuşlardır.



Görsel 4.34: Denize kimyasal madde dökülmesi

4.2.1.2. Kimyasal Rrisk Eetmenleri

Kimyasal maddenin zarar verme potansiyelinin çalışma ve maruziyet koşullarında ortaya çıkması olasılığına **kimyasal risk** denir. Kimyasal maddeler fiziksel özellikleri ve kimyasal yapılarına göre farklı riskler taşırlar. Bazı kimyasal maddeler temas yoluyla, bazıları solunum yolu ile, bazıları oral yollardan tehlike oluştururlar. Bazı önemli kimyasal madde riskleri aşağıda belirtilmiştir.

◆ **Bazı önemli kimyasal madde riskleri**

Karaciğer: Karaciğer kandaki istenmeyen maddeleri parçalayan ve arıtma görevi gören bir organdır. Karaciğer bozukluklarının belirtileri ancak çok ciddi hastalıklarda ortaya çıkar. Aflatoxin gibi doğal kaynaklı kimyasallar ile karbontetraklorür, (CCl_4), kloroform ($CHCl_3$) gibi çözücüler karaciğer için çok

büyük tehlike oluşturan kimyasallardır.

Böbrek: Bir çözücü olan karbontetraklorür (CCl4) böbreklerin fonksiyonunu bozan ve tahriş eden en zararlı kimyasallardan biridir. Ayrıca böbreğe zarar veren maddelerin başında Cıiva (Hg), kadmiyum (Cd), Krom (Cr), Demir (Fe), Altın (Au) gibi ağır metaller gelmektedir.

Merkezi Sinir Sistemi: Merkezi sinir sistemi organik çözücülerin tehlikeli etkilerine duyarlıdır. Bu çözücülerin pek çoğu birçok etkisinin yanında narkotik etkiye sebep olur. Örneğin; toluen, triklor etilen bağımlılık yapabilir, hekzan merkezi sinir sistemi felçlerine neden olabilir.

Akciğer: Akciğerlerde alerjik reaksiyonlar bakteri ve mantarların solunum yolu teması sonucunda oluşabilir. Çiftçi akciğeri denilen hastalık, kuru saman veya şeker kamışına temastan dolayı gelişmektedir. Pek çok kimyasal maddenin solunabilir parçacıkları, solunduğu zaman akciğerlerde birikir ve hastalıklara sebep olur.

LD50 (Lethal Dose, Öldürücü Doz): Deney hayvanlarına belirli koşullarda ve doğrudan uygulanan zehirleyici maddenin, bu hayvan topluluğunun %50'sini öldüren doz olarak tanımlanır. "**ortalama öldürücü doz**" da denir. Birimi mg/kg'dır.

4.2.1.3. Kimyasal Maddelerin Etki Yolları

Kimyasal maddelerin etki ettikleri yollar değişiklik göstermektedir. Havadaki toz, buhar, sis, duman ve gaz gibi yollarla etkilerini göstermektedirler.

Havadaki Toz: Havada askıda kalan katı parçacıklardır. Bu tozlar; katı maddelerin kırma, öğütme vb. işlemlerinde ortaya çıkar. Bu parçacıkların büyüklükleri çıplak gözle görülen sınırdan görülmeyene kadar olabilir. Görülmeyen tozlar havada daha uzun süre kalırlar. Akciğerlerin derinliklerine ilerleyebilme yeteneklerinden dolayı tehlikeli ve zararlıdırlar.

Buhar: Oda sıcaklığı ve basıncında sıvıların gaz hâlidir. Sıvılar, buharlaşabilir özelliklerine bağlı olarak buhar yayarlar. Düşük kaynama dereceli maddeler yüksek kaynama dereceli maddelere göre daha uçucudur.

Sis: Sıvı parçacıkların hava içinde yayılmasıdır. Sis normal olarak sıvıların çok küçük parçacıklar hâlinde püskürtülmesi, sıçratılması veya köpürtülmesi işlemlerinde açığa çıkar.

Duman: Katı maddelerin buhar fazından yoğunlaşması ile oluşan katı parçacıklardır. Dumanlar genellikle erimiş metallerde metal buharlarının erimiş metalin üzerindeki alanda yoğunlaşması sonucu oluşan katı parçacıklardır. Parçacıkların büyüklükleri çıplak gözle görülebilir.

Gaz: Oda sıcaklığı ve atmosfer basıncında oksijen, azot veya karbondioksit gibi gaz fazında olan maddelerdir. Şüphesiz gazlar içerisinde en çok ölümlere neden olan gaz karbonmonoksittir (CO). Bunun yanında azot oksitler, kükürt dioksit gibi gazlar da oldukça zararlı gazlardır.

Teratojenler: Anne karnındaki çocukta kalıtsal olmayan bozukluklara neden olan kimyasallardır. Hamilelikte bazı kimyasalların kullanılması ya da etki etmesiyle ortaya çıkan bir etkidir. Pek çok ilaç bu sınıfa girer. Bu ilaç kutularına "gebelikte kullanımı sakıncalıdır" yazılır.



Görsel 4.35: Tehlikeli maddelerin etki yolu özellikleri

4.2.1.4. Kimyasal Maddelerin Etkileşimleri

Aynı anda organizmaya giren iki kimyasal madde, birbirinin fizyolojik etkisini üç şekilde gösterebilir. Bunlar;

I. Bağımsız etki,
II. Sinerjik etki,
III. Antagonizma olarak sıralanabilir.

Bağımsız Etki: Her iki madde, birbirinden tamamen ayrı bağımsız fizyolojik etkide bulunabilir.

Sinerjik Etki: Aynı organda, aynı yönde ve aynı şekilde etki ediyorlarsa "sinerjik etki" ortaya çıkar. Sinerjik etki; additif veya potansiyalizasyon şeklinde görülür.

Additif etki: Organizmaya giren ve aynı yönde etki gösteren iki kimyasalın toplam etkisinin, birbirlerinden ayrı iken gösterdikleri zehirleyici etkinin toplamına eşit olması **additif** etkidir (1+1=2). Örneğin, Organafosforlu insektisitler, dialipos, naled ve paration gibi maddelere maruziyet sonucu görülen toplam etki, her bir kimyasala tek tek maruz kalındığında görülen etkinin toplamıdır.

Potansiyalizasyon: Bir kimyasal, diğerinin etkisini arttırabilir. Böylece birinci madde potansiyel olarak etki eder ve toplam etki de her iki kimyasalın kendi etkilerinin toplamından fazladır (1+1=4). Örneğin, asbeste maruziyetle birlikte sigara içenlerde görülen akciğer kanseri asbeste maruziyet sonrası sigara içmeyenlere göre 40 defa fazladır.

Antagonizma: Bir kimyasalın etkisinin başka bir kimyasal tarafından ortadan kaldırılmasıdır. Yani maddelerden biri diğerinin etkisini ortadan kaldırabilir (-1+1=0). Kimyasalların bu etkisinden zehirlenmelerde kullanılan antidotunu (panzehirini) bulmak için yararlanılır.

4.2.3. Tehlikeli Kimyasal Maddelerin Fiziksel Özellikleri

Kimyasal maddeler fiziki özellik bakımından saklanması ve korunması için saklanacak kapların uygun malzemeden yapılması önemlidir. Organik çözücü maddelerin yayılmaya uğramasından dolayı bu çözücüler plastik kaplarda saklanmamalıdır.

Tehlikeli kimyasal maddeler, taşıma ve depolama esnasında çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde ambalajlanmalıdır. İçinde bulunan maddenin özelliklerini gösteren etiketler kap üzerinde bulunmalı ve bu ikazlara uygun olarak depolanmalı ve kullanılmalıdır. Tehlikeli kimyasalların etiketlerinde kimyasalın adı, tehlike sınıfı, zarar vereceği hedef organ, tarih yazılmalıdır.

Tehlikeli maddelerin konulduğu depolar, depolanan maddenin oluşturabileceği zararlar göz önüne alınarak gerekli ısı, izolasyon, havalandırma, alarm, yangın söndürme gibi sistemler ile donatılmalı ve amaca uygun inşa edilmelidir.

◆ **Tehlikeli kimyasal maddeler kullanılırken uyulması gereken kurallar**

- Asit, suya azar azar ilave edilmelidir. Kesinlikle asidin üzerine su ilave edilmemelidir.
- Karbon tetra klorür ve benzen, zehirli ve tehlikelidir. Bu sıvılara ve buharlarına uzun süre maruz kalınmamalıdır.
- Eterlerin içindeki peroksitler, eterli çözeltilerin damıtılması sırasında patlamaya neden olabilir. Bunu önlemek için eterler kahverengi şişelerde saklanmalı ve içine katı potasyum hidroksit ilave edilmelidir.
- Sodyum hiçbir zaman suyun içine atılmamalıdır, aksi takdirde patlamalara neden olabilir.
- Sülfürik asit, nitrik asit, hidroklorik asit gibi asitler ile hidrojen sülfür, hidrojen siyanür, klor, amonyak gibi zehirli gazlar içeren maddeler çeker ocakta çalışılmalıdır. Gerekirse koruyucu malzeme kullanılmalıdır.
- Benzin, eter ve karbon sülfür gibi çok uçucu maddeler ile açık alevde çalışılmamalıdır. Eter buharları en az 5 metre, uzaktaki alevden parlayabilir.
- Cıva herhangi bir şekilde bir yere dökülürse vakum ya da köpük tipi sentetik süngerlerle toplanmalıdır. Eğer toplanmayacak kadar az miktarda ise üzerine toz kükürt atılmalıdır. Bu yolla sülfür hâline

dönüştürülerek zararsız hâle getirilmesi gerekir.

- Kimyasal maddelerin birbirleriyle etkileşime girerek yangına veya şiddetli patlamalara yol açabileceği ve toksik ürünler oluşturabileceği unutulmamalıdır. Bu grup bileşikler geçimsiz kimyasal maddeler olarak adlandırılabilir. Bunlar her zaman ayrı ambalaj ve yerlerde muhafaza edilmelidir. Bu maddelerden bazıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.5: Birbiri ile Teması Tehlikeli Olan Kimyasal Maddeler	
Asetilen	Klor, brom, flor, bakır, gümüş, cıva
Aseton	Konsantre nitrik sülfürik asit karışımları
Aktif kömür	Kalsiyum hipoklorür, oksitleyici maddeler
Yanıcı sıvılar	Amonyum nitrat, krom VI oksit, hidrojen peroksit, nitrik asit, sodyum peroksit, halojenler
Karbon tetraklorür	Sodyum
Klor dioksit	Amonyak, metan, hidrojen sülfat
Hidrojen peroksit	Bakır, krom, demir, metaller ve metal tuzları alkoller, aseton, organik bileşikler, anilin, nitro metan, katı ve sıvı yanıcılar
Sodyum peroksit	Metanol, etanol, asetik asit anhidriti, buzlu asetik asit, benzaldehit, karbon sülfür, gliserin, etilen glikol, etil asetat, metil asetat, furfurol
Fosfor	Kükürt, klorat gibi oksijenli bileşikler
Sülfürik asit	Potasyum klorat, potasyum perklorat, potasyum permanganat
Hidrojen sülfür	Dumanlı nitrik asit, oksitleyici gazlar
Gümüş	Asetilen, oksalik asit, tartarik asit, amonyum bileşikleri

4.2.4. Tehlikeli Kimyasal Maddelerin Sınıflandırılması

Tehlikeli maddeler risk durumlarına göre uluslararası sınıflandırmada dokuz sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflandırmada yer alan her madde veya madde grubu, Birleşmiş Milletlerin vermiş olduğu dört haneli "UN No." ile tanımlanır. Örneğin 1090 aseton, 1170 etil alkol gibi. Bu sınıflandırmalar aşağıda verilmiştir.

- Patlayıcı maddeler
- Gazlar
- Yanıcı sıvılar
- Yanıcı katılar
- Oksitleyiciler (yakıcılar) ve organik peroksitler
- Zehirleyici ve bulaşıcı maddeler
- Radyoaktif maddeler
- Aşındırıcı maddeler
- Diğer tehlikeli maddeler



Görsel 4.36: Nükleer patlama

4.2.4.1. Sınıf 1 Patlayıcı Maddeler

Belirli oranlardaki yanıcı gaz, toz veya buharın hava ve ateşleme kaynağı ile temas etmesi sonucunda, çok yüksek sıcaklık ve basınç oluşturacak şekilde verdiği hızlı tepkimeler patlama olarak nitelendirilir.

◆ **Bir patlamanın olması için**

- Ateşleme kaynağı (tutuşturucu): alev, kıvılcım, kızgın cisim, sürtünme, dövme,
- Patlayıcı gaz, buhar veya toz,
- Minimum oksijen konsantrasyonu,

- Yanma üçgeninin tamamlanması gerekir.
  Bunlardan en az birinin yok edilmesiyle patlamalar engellenebilir.



Görsel 4.37: Sınıf 1 patlayıcı maddeler kodu

◆ **Ateşleme kaynağı (Tutuşturucu)**

Patlamayı harekete geçirmek için kullanılan araç, ateşleme kaynağı (alev, kıvılcım, kızgın cisim, sürtünme) olarak tanımlanır. Patlamanın tetiklenmesi için belli bir enerjiye ihtiyaç duyulur. Bu enerji bazen küçük bir sürtünme, ses dalgası olabileceği gibi bazen bir alev, kıvılcım, kızgın bir cisim hatta büyük patlamayı tetikleyici küçük bir patlayıcı da olabilir.

◆ **Patlayıcı madde**

Isı veya darbe etkisiyle kimyasal değişikliğe uğrayan, ani hacim ve ısı artışı sağlayan, bu sayede basınç oluşturan katı, sıvı veya gaz halindeki kimyasal maddelere **patlayıcı maddeler** denir. Patlayıcı maddeler, kararsız haldeki kimyasal madde veya madde karışımlarıdır. Darbe veya kıvılcım gibi bir etkiye maruz kalması sonucu yüksek ısı, ses, darbe etkisi ve gazlar ortaya çıkarırlar.

Patlama olayı aslında hızlı bir yanma tepkimesidir. Yanmanın hızı aynı zamanda patlayıcı maddenin gücü ile doğru orantılıdır. Patlamalarda alev hızı çok yüksektir. Deneylerde, patlamada 1800 m/sn hızla hareket eden alevlerin oluştuğu gözlenmiştir. Patlama sıcaklığı ise 700 -1200 derece aralığında seyredebilmektedir.



Modern patlayıcı teknolojisi 1833 yılında Fransız kimyageri Henri Braconnot'un nitrik asidi nişasta ile birleştirerek alev alıcı olan esteri elde etmesiyle başlamıştır.

◆ **Patlayıcı maddeler altı grupta sınıflandırılmaktadır**

Sınıf 1.1: Kütle Hâlinde ve Birden Patlayıcılar: Kitlesel bir patlamaya neden olabilecek patlayıcıları içerir. Bir patlama anında neredeyse tüm yükleri etkiler. TNT (Trinitrotoluen), dinamit ve barut gibi tanındık patlayıcılar girmektedir. Bunun yanı sıra askeri amaçlı kullanılan birçok patlayıcıda bu sınıfa dâhil edilebilir.



Kütle hâlinde patlama tehlikeli maddenin bir bütün olarak patlamasıdır. Dinamit veya TNT incelendiğinde patlama sonrası patlayıcı madde kütlesel olarak yok olmaktadır.

Sınıf 1.2: Parça Fırlatan Patlayıcılar: Parça fırlatama riski olan ama kütlesel bir patlamaya sebep olmayan patlayıcılardır. Bir dinamitin etrafına çivi, taş gibi şarapnel özellik gösterecek cisimler yerleştirile-

rek parça tesirli hâle getirilebilir. El bombası parça tesiri tehlikesi olan patlayıcılara örnektir.

Sınıf 1.3: Alevli Patlayanlar: Yangın çıkarma tehlikesi vardır. Patlama şiddeti hafif, parça fırlatma tehlikesi düşüktür. Fakat kütle hâlinde patlamaya sebep olmayacak patlayıcıları içerir. Örnek olarak roket motorları verilebilir.

Sınıf 1.4: Düşük Zarar Veren Patlayıcılar: Hafif patlama riski olan, etkileri bulunduğu kabı aşmayacak dışarıda bir patlamaya veya yangına sebebiyet vermeyecek patlayıcıları içerir. Havai fişekler örnek olarak gösterilebilir.

Sınıf 1.5: Patlaması Zor Fakat Kütle Hâlinde Patlayabilenler: Kitle halinde patlayabilecek ama çok zor patlayan hassasiyeti çok düşük patlayıcıları içerir. Örnek olarak TNT verilebilir.

Sınıf 1.6: Hassasiyeti Aşırı Düşük Patlayıcılar: Hem çok zor patlayabilecek, hassasiyeti çok düşük olan ve aynı zamanda kitle hâlinde patlama tehlikesi olmayan patlayıcıları içerir.



Trinitrotoluen (TNT), formülü $C_7H_5N_3O_6$ olan kimyasal bileşiktir. Sarı renkli bir katı olan TNT, kuvvetli bir patlayıcıdır.

◆ **Çok yaygın karşılaşılan patlayıcılar ve özellikleri**

Genel olarak nitro bileşikleri, asitler ve peroksit işlevsel grubu içeren bileşikler potansiyel patlayıcı sınıfına girmektedir. En yaygın olarak kullanılan patlayıcı maddeler, özellikleri ve yapıları aşağıda verilmiştir.

- **Dinamit**: Tritrogliserin kendi başına çok kuvvetli bir patlayıcıdır ve saf hâli şoka duyarlıdır. Ani hareketler patlamasına sebep olabilir.
- **TNT (Trinitrotoluen)** formülüne sahiptir. En çok bilinen askeri amaçlı patlayıcı maddedir. Genellikle el bombaları yapımında kullanılır.
- **Aseton peroksitler**: Aseton peroksit (trisikloasetonperoksit, TATP, TCAP), AP gibi birçok isimle anılan patlayıcı maddedir. Darbelere, sürtünmeye ve ısıya karşı dirençsizdir. Bu patlayıcı türevleri elektrik, sürtünme, darbe, ısı, ateş ve kuvvetli asitle temas etmesi hâlinde ateşlenen bir patlayıcı türüdür.
- **Barut:** %70-80 oranında güherçile, (KNO3 veya NaNO3), %3-14 oranında kükürt ve %10-15 oranında odun kömüründen oluşan yanıcı bir karışımdır. Zayıf bir patlayıcı madde olan barut, ateşli silâhlarda fişeklerin ve kayaları parçalamak için kullanılan suni patlayıcı maddelerin yapısında bulunur. Yani barutun kendisi patlayıcı olarak değil, şiddetli patlamaları başlatmak için kullanılır.
- **Grizu patlaması:** Kömür madenlerinde oluşan metan (CH4) gazının, havayla karışmasıyla ortaya çıkan patlamadır. Metan patlaması yeterli miktarda oksijenin ve patlayıcı gazın bir araya gelerek tutuşturucu kaynakla teması sonrası gerçekleşmektedir.

Nitratlar, nitro bileşikleri, nitritler, peroksitler laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılan patlama potansiyeli yüksek olan işlevsel gruplardır.

◆ **Patlayıcı maddelerin depolanması**

- Patlayıcı maddelerin depolanmasında aşağıdaki hususların dikkate alınması gerekir.
- Laboratuvar ya da depoda bulunan tüm patlama potansiyeli olan maddeler tespit edilip not edilmelidir.
- Depolama sırasında zamanla peroksit oluşturabilecek sıvıların bulunmasına izin verilmemeli ya da bunlar güvenilir ortamlarda muhafaza edilmelidir.
- Patlayıcı, parlayıcı, yanıcı kimyasalları tüm ateşleme kaynaklarından uzak tutulmalıdır.
- Patlayıcı kimyasallar için özel depolar yapılır ve bunların kullanıldığı ortamlarda gerekli tedbirler alınmalıdır.

- Patlayıcı maddeleri kullanan görevlilere, güvenli depolama yöntemleri, bunların kullanımı ve kimyasalların tehlikeleri gibi konularda gerekli eğitim ve bilgilendirme verilmelidir.
- Birbiri ile temas etmemesi gereken kimyasalların ayrı raf veya bölmelerde muhafaza edilmesi gerekmektedir.

◆ **Dikkat edilmesi gerekenler**

- Isı, şok ya da kirlenmeye maruz kalma, patlamaya sebep olabilir.
- Ateşle irrite edici / zehirli gazlar oluşabilir.
- Sevkiyat belgelerini temin edilmeye çalışılmalıdır.

◆ **Yangın oluşması hâlinde yapılması gerekenler**

- Yangının yük alanına ulaşması engellenmelidir.
- Yangın yük alanına ulaşırsa, geri çekilmeli ve yanmaya bırakılmalıdır.
- Halkı ve müdahilleri 1600 metre veya daha fazla mesafe alanı boşaltılmalıdır.

4.2.4.2. Sınıf 2 Gazlar

Madde yaygın olarak katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç temel hâlde bulunur. Bunların içinde maddenin en hareketli hali gaz hâlidir. Bu özellik gazların hızlı bir şekilde yayılmasına sebep olur.

Gaz zehirleyici özellikte ise ya da patlayıcı özellikte ise etkisini en hızlı, en etkin ve en geniş alanda göstermesini sağlar. Örneğin gaz hâlindeki bir maddenin, alev, kıvılcım, kızgın veya kor hâlindeki tutuşturucu kaynak ile buluşması, cilt ile teması, solunum yoluyla iç organlara ulaşması, katı ve sıvı maddelere göre çok daha yüksektir. Bunun yanı sıra gaz tanecikler sıvı ve katılara göre çok daha hareketli oldukları için kapalı ortamlarda bulundukları kaplara birim zamanda yaptıkları çarpma diğer bir ifadeyle kabın yüzeyine uyguladıkları basınç çok daha fazladır. Kısaca kimyasalların yanıcı, patlayıcı, parlayıcı, toksin özellikleri vb. zararlı yönleri gaz hâlinde iken daha etkin ve daha büyük risk grubunu oluşturur.



Görsel 4.38:Sınıf 2 gazlar kodu

Bütün gazlar basınç altında depolanarak taşınmaktadır. Bu sebepten dolayı fiziksel patlama riskleri bulunur.

◆ **Gazlar üç grup olarak sınıflandırılırmaktadır.**

- **Sınıf 2.1: Alevlenir gazlar:** Kimyasal yapıları itibariyle kolay veya zor tutuşup yanabilen gazlardır. Yanma sonucu yapılarındaki elementlere göre çeşitli ürünler oluştururlar. Bu ürünler birçoğu insan sağlığını etkileyen gazlardır. Doğalgaz örnek olarak verilebilir.
- **Sınıf 2.2: Alevlenmeyen ve zehirleyici olmayan gazlar:** Geneli soy gazlar olarak adlandırdığımız periyodik cetvelin 8A grubunda yer alan elementlerdir. Karbondioksit gibi yanmayan ve zehirli olmayan gazlar bu bölümde incelenir. Soy gazlar alevlenmez yanıcı değillerdir ve zehirlide olmadıkları

için endüstriyel alanda ve daha birçok sektörde güvenle kullanılır.

- **Sınıf 2.3: Zehirli gazlar:** İnsan sağlığına zararlı olduğu bilinen ve taşıma sırasında sağlık tehlikesi yaratan maddelerdir. Fosgen, Hidrojen Klorür örnek olarak verilebilir.

Tablo 4.6: Tehlikeli Gazlara Örnekler	
Karbon monoksit	Metan
Karbon dioksit	Hidrojen sülfür
Nitrik oksit	Kükürt dioksit
Azon dioksit	Hidrojen

◆ **Dikkat edilmesi gerekenler**

- Buz ısırmasına sebep olabilir.
- Gazlar genellikle havadan ağırdır (metan ve hidrojen havadan hafiftir), gazlar kanalizasyon, bina bodrum katları veya çukur alanlarda, hafif olan gazlar ise binaların üst katlarında toplanabilir.
- Tank ve tüpler ısı veya ateş sonucu patlayabilir.
- Hepsi boğucudur.

◆ **Yapılması gerekenler**

- Depolama tankı, demiryolu vagonu veya tanker kamyon gibi büyük çaplı dökülme ve sızıntı olaylarında ayırma mesafesi sınırları içinde kalan bölgelerde boşaltma uygulayarak bölgeye girişi yasaklanmalıdır.
- Kapalı devre temiz hava teneffüs cihazı ve kişisel koruyucu ekipmanlar eksiksiz kuşanılmalıdır.
- Girmeden önce kapalı alanlar havalandırılmalıdır.
- Güvenli biçimde yapılabiliyorsa, sızıntıyı durdurulmalı, sadece vanayı kapatmak yeterli olabilir.
- Ateşleme kaynakları kapatılmalıdır.
- Gaz dağılana kadar çemberi devam ettirilmelidir.

4.2.4.3. Sınıf 3 Yanıcı Sıvılar



Görsel 4.39: Sınıf 3 yanıcı sıvılar kodu

Tutuşma noktası 60.5 - 93ºC arasında olan maddelere **yanıcı sıvılar** denir. Katran, fuel oil, motor yağları yanıcı sıvılardır. Tutuşma noktası 60.5ºC`den aşağı olan maddeler ise alev alabilen sıvılardır. Örneğin; benzin, benzol, toluol, etil asetat, butanon, gazyağı, motorin, butanol alev alabilen sıvılardır. Sınıf 3 yangınlarda KKT, ve köpük söndürme maddeleridir.

Tablo 4.7: Yanıcı Sıvılara Örnekler	
Benzin	Tiner
Dizel Akaryakıt	Boya
Aseton	Tutkal

◆

Dikkat edilmesi gerekenler

- Bazıları kanserojen özellik göstermektedir.
- Buharlar bir ateşleme kaynağına gidebilir ve parlayabilir.
- Depolandığı tank ısı veya ateş sonucu patlayabilir.
- Buhar patlamaları kapalı yerlerde, açık yerlerde olabilir.
- Akıntıları kirlenmeye sebep olur.
- Buharlarını önlemek için köpük uygulaması yapılır.

◆ **Yapılması gerekenler**

- Depolama tankı, demiryolu vagonu veya tanker kamyon gibi büyük çaplı dökülme ve sızıntı olaylarında ayırma mesafesi sınırları içinde kalan bölgelerde boşaltma uygulayarak bölgeye girişi yasaklanmalıdır.
- Kapalı devre temiz hava teneffüs cihazı ve kişisel koruyucu ekipmanlar eksiksiz kuşanılmalıdır.
- Girmeden önce kapalı alanlar havalandırılmalıdır.
- Güvenli biçimde yapılabiliyorsa, sızıntıyı durdurulmalı, sadece vanayı kapatmak yeterli olabilir.
- Ateşleme kaynakları kapatılmalıdır.
- Güvenli bir biçimde sızıntı durdurulmalıdır.

4.2.4.4. Sınıf 4 Yanıcı Katılar

Maddenin, atomları arasındaki boşluğun en az olduğu hâlidir. “Katı” olarak adlandırılan bu hâldeki maddelerin kütlesi, hacmi ve şekli belirlidir. Bir dış etkiye maruz kalmadıkça değişmez. Sıvıların aksine katılar akışkan özellik göstermez. Fiziksel yollarla, diğer üç hâl olan sıvı, gaz ve plazmaya dönüştürülebilirler. Altın demir gibi madenler katı maddelere örnektir. Ayrıca katı maddeler atomlarının en yavaş hareket edebildiği hâldir.



Görsel 4.40: Sınıf 4 yanıcı katılar kodu

Alev alabilen ve kolay tutuşan katı maddelerdir. Kırmızı fosfor, magnezyum, naftalin, kükürt tozu ve kömür tozu örnek verilebilir.

◆ **Yanıcı katılar üç grupta sınıflandırılmaktadır.**

Sınıf 4.1: Alevlenir Katı Maddeler: Alevlenir katılar kimyasal yapıları itibariyle uygun basınç ve sıcaklıkta alev oluştururlar. Bu maddelere örnek olarak naftalin, kükürt, metaldehit, zirkonyum ve magnezyum verilebilir.

Sınıf 4.2: Kendiliğinden Tutuşabilen Maddeler: Taşınması, depolanması veya saklanması sırasında meydana gelen ısınma, sürtünme, elektriklenme gibi olaylar sonucu kendiliğinden yanabilen maddelerdir. Bu maddelerin kimyasal yapısı itibariyle tutuşma sıcaklıkları düşüktür. Bu maddeler açık havada kaldığında kendi kendine tutuşurlar ve kuvvetli şekilde yanarlar. Beyaz fosfor, alüminyum tozları örnek gösterilebilir.

Sınıf 4.3: Islak Hâlde Tehlikeli Maddeler: Su ile hatta havanın nemi ile reaksiyona girerek yanıcı ve patlayıcı olurlar. Hidrojen ve asetilen gazları açığa çıkarırlar. Sodyum, Potasyum, Kalsiyum metalleri örnek verilebilir.

Sodyumun su ile tepkimesi: Sodyum metali su ile temas ettiğinden suyun yapısındaki hidrojeni açığa çıkarır ve ekzotermik tepkime olduğu içinde dışarıya verdiği ısı hidrojen gazını yakarak şiddetli patlama meydana getirir.

◆ **Dikkat edilmesi gerekenler**

- Isı, kıvılcım, alev, su veya hava ile ateşlenebilir.
- Alev çıkartarak hızla yanabilir.
- Suyla şiddetli reaksiyona girebilir.
- Zehirli gazlar oluşabilir.
- Akıntı kirlenmeye sebep olabilir.

◆ **Yapılması gerekenler**

- Kapalı devre temiz hava solunum cihazı ve kişisel koruyucu teçhizatı eksiksiz kuşanılmalıdır.
- Tehlike alanına giriş yasaklamalıdır.
- Rüzgârın aksi yönünde ve alçak alanlardan uzak durulmalıdır.
- Kabın içine su girmemelidir.
- Su veya köpük kullanılmamalıdır.
- Kapalı alanlarda veya söndürülemiyorsa, alandan çekilmeli ve yanmaya bırakılmalıdır.

4.2.4.5. Sınıf 5 Oksitleyiciler ve organik Organik peroksitler Peroksitler

Sınıf 5.1. Oksitleyiciler: Bu maddeler kendileri yanıcı olmadıkları hâlde bünyelerinde yanma için gerekli olan oksijeni bulundurduklarından yanabilen maddelerle temas edince reaksiyon başlatırlar. Patlayıcı özelliğe sahiptir. Sodyum nitrat, amonyum nitrat içeren gübreler (suni gübre) örnek verilebilir.

Sınıf 5.2: Organik Peroksitler: Kendiliğinden parlayarak parçalanma, çok hızlı yanma, şok veya sürtünme etkisine duyarlılıkları bulunur. Başka maddelerle hızlı bir şekilde birleşme ve göze zarar verme özellikleri gösterirler. Benzol peroksit, asetil peroksit çözeltisi örnek gösterilebilir. Oksitleyiciler ve organik peroksitler yangın yerinden hemen uzaklaştırılmalıdırlar.

◆ **Dikkat edilmesi gerekenler**

- Sıvı oksijen, hidrokarbonlarla (benzin, madeni yağlar, katılaşmamış akışkan asfalt) temas durumunda patlayabilir.
- Yangın ortamında yangınla temas ettiği zaman yanma ve patlamalar artar.
- Solunduğu, yutulduğu ya da deriden emildiği takdirde zehirleyebilir.
- Göz ve deriyle temas yanmaya sebep olabilir.
- Bu maddelerin akıntıları su kirlenmesine sebep olabilir.
- Bu maddeler diğer yanıcı maddeleri ateşleyebilir.
- Zehirli duman üretebilir.

◆ **Yapılması gerekenler**

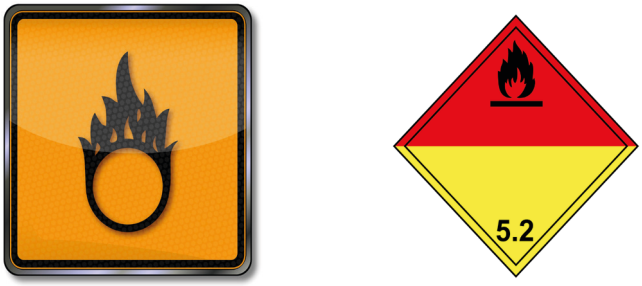
- Tehlike alanına girişi yasaklanmalıdır.
- Yanıcı maddeler, saçılan malzemelerden uzak tutulmalıdır.
- Ürüne dokunulmamalı ve arasında yürünmemelidir.
- Daha sonra bertaraf etmek üzere, saçılan sıvının toplanması için hendek açılmalıdır.
- Kabın içine su girmemelidir.

4.2.4.6. Sınıf 6 Zehirleyici ve bulaşıcı Bulaşıcı maddeler Maddeler

Sınıf 6.1: Toksik (Zehirli) Maddeler: Bu maddeler; yutulduğunda, solunduğunda veya deriyle temasta ölüme veya ciddi yaralanmaya yol açan ve insan sağlığına zarar verebilen maddelerdir. Arsenik,

cıva bileşikleri, metil alkol ve nikotin örnek verilebilir. Sigara içerisinde de bilinen birçok zehirli madde bulunmaktadır.

Zehirler, düşük dozda kullanıldığında tedavi edici madde olsalar da yüksek dozda kullanıldıkları zaman öldürücü etki yaparlar. Paraselsus (1493 – 1541) "Tüm maddeler zehirdir, ilacı zehirden ayıran dozudur." diyerek zehire doz kavramını meydana getirmiştir.



Görsel 4.41:Sınıf 5 oksitleyiciler ve peroksitler kodu

Sınıf 6.2: Bulaşıcı Maddeler: Hastalığı yapan organizmalar, virüsler, bakteriler, riketsialar, mantarlar olabilir. Bütün bulaşıcı hastalıklar bir veya birkaç yolla insana geçebilme özelliğindedir. İnsandan insana, hayvandan insana olduğu gibi, topraktan insana da bulaşma meydana gelebilir.

◆ **Başlıca bulaşma şekilleri şunlardır**



Görsel 4.42: Sınıf 6 zehirleyici ve bulaşıcı maddeler kodu

- Öksürürken, konuşurken ağızdan çıkan damlacıkların başkası tarafından teneffüs edilmesiyle,
- Doğrudan deri temasıyla,
- Hastanın kullandığı çamaşır, yatak eşyası ve yiyecek eşyaları gibi malzemeler vasıtasıyla,
- Hayvanların insandan insana veya hayvanlardan insana hastalık taşımasıyla bulaşabilir. Bunun en canlı örneği anofel cinsi sivrisineklerin taşıdığı sıtmadır.

◆ **Dikkat edilmesi gerekenler**

- Zehirler sıvı, gaz veya katı olabilir.
- Kapları kâğıt torbalardan büyük tanklara kadar çok çeşitli olabilir.
- Etiyolojik veya bulaşıcı maddeler insanlarda hastalığa sebep olabilir.
- Etiyolojik kaplar bir karton kap içinde, küçük metal vida kapaklı tüplerdir ve son derece tehlikelidir.

Etiyolojik: Bir hastalığa sebep olan bakteri, virüs ve benzerlerine **etiyolojik madde etiyolojik** denir.

4.2.4.7. Sınıf 7 Radyoaktif Maddeler

Radyoaktif maddeler, iyonize ışık yayarak atom ve moleküğllerdeki elektronları yerinden koparark canlıları etkilerler. İnsan vücudu ve birçok nesnenin içinden geçebilir. Alfa, beta ve gama ışınları örnek verilebilir.



Görsel 4.43: Sınıf 7 radyoaktif madde kodu

Radyoaktif etiketlendirme: Radyoaktif maddeleri etiketlendirmek çok önemlidir. İnsan sağlığına ve doğaya ciddi zararlar verebilecek bu maddeler dikkatli muhafaza edilmediklerinde tehlikeli olurlar.

◆ **Etiketlendirme çeşitleri**

- Radyoaktif Beyaz I: Bu etiketi gördüğümüz maddelerde neredeyse hiç radyasyon yoktur.
- Radyoaktif Sarı II: Düşük radyasyon seviyeleri bulunan maddeler bu kod ile etiketlenir.
- Radyoaktif Sarı III: Yüksek radyasyon seviyeleri bulunan maddeler için kullanılır ve bu maddelere dikkat edilmesi gerekir.

Radyasyon, DNA üzerinde tamiri zor etkiler meydana getirerek çift sarmallı DNA'nın kendini kopyalaması işlemini engeller. Böylece hücre bölünemez veya bölünmeye çalıştığı zaman ölüme doğru yönlendirilir. Bu konudaki bir başka senaryo ise hücrede meydana gelen DNA kırığının, bir hata olarak bir sonraki nesle aktarılmasıdır. Bu aktarılma sonucunda mutant, yani bozulmuş ve hasarlı hücreler bir şekilde diğer hücrelerin kontrolünden kurtularak yeni bir kansere yol açar. Çernobil felaketi örnek gösterilebilir.

◆ **Yapılması gerekenler**

- Tehlike alanını boşaltılmalı ve girişi yasaklanmalıdır.
- Kapalı devre temiz hava solunum cihazı ve uygun seviyede kişisel koruyucu teçhizat kuşanılmalıdır. 50 metre çember önerilir, yangını uzaktan söndürmeye çalışılmalıdır.
- Güvenli biçimde yapılabiliyorsa, kurtarma ve ilkyardım uygulanmalıdır.
- Mağdurlar radyasyon alanından uzaklaştırılmalıdır.

4.1.4.8. Sınıf 8 Aşındırıcı (Korozif) Maddeler

Korozif, kelime anlamıyla metal veya metal alaşımlarının oksitlenme veya diğer kimyasal etkilerle aşınma durumu olarak tanımlanabilir. Demirin paslanması, alüminyumun oksitlenmesi korozyona örnek olarak verilebilir. Aşınma, çürüme, paslanma ve bozulma gibi sözcüklerle karşılanabilir. Metal ve alaşımların kararlı hâlleri olan bileşik hâline dönme eğilimleri yüksektir. Korozyon, metalik malzemelerin içinde bulundukları ortamla reaksiyona girmeleri sonucu, dışarıdan enerji vermeye gerek olmadan doğal olarak meydana gelen olaydır.

Belirli bir süre temas hâlinde insan derisi üzerinde aşındırıcı, kalınlık azaltıcı etkisi olan maddelerdir. Çelik ve alüminyum üzerinde aşındırıcı etkisi olan maddeler de bu sınıfa girerler. **Korozif** etki gösteren maddeler; sülfürik asit, nitrik asit, hipoklorik asit gibi mineral asitler ve soda, potas, amonyak (amonyak zehirlenmesi), hipoklorid (çamaşır suyu) gibi maddelerdir.



Görsel 4.44: Sınıf 8 aşındırıcı madde kodu

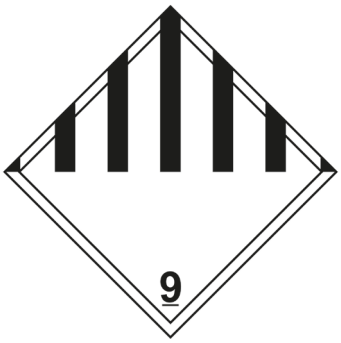
◆ **Dikkat edilmesi gerekenler**

- Çoğu korozif madde suda çözünür.
- Buhar bulutlarını indirmek için su perdesi kullanılmalıdır.
- Göz ve deriyle temas yanmaya sebep olur.
- Dumanların solunması zararlı olabilir.
- Akıntı su kirlenmesine sebep olabilir.
- Bu maddelerden bazıları diğer yanıcı maddeleri ateşleyebilir (tahta, kâğıt, yağ).

4.2.4.9. Sınıf 9 Diğer Ttehlikeli maddelerMaddeler

Sınıf 9 diğer tehlikeli maddeler, buraya kadar sınıflandırılan tehlikeli maddelerin dışında kalan maddelerdir. İrritanlar olarak sınıflanacak bir grup bu maddelerin en önemlileridir. Etrafta bulunan maddeye dokunulmamalı ve aralarında yürünmemelidir.

İrritanlar: Göz yaşartıcı gaz, kuru buz, karbon tetraklorür vb. irritanlara örnek verilebilir.



Görsel 4.45: Sınıf 9 diğer tehlikeli maddeler kodu

4.2.5. Tehlikeli Maddeler Kılavuzu

Tehlikeli maddelerin UN (United Nation – Birleşmiş Milletler) numaraları bulunmaktadır. Birleşmiş Milletlere göre sıralanmıştır. Bu liste sayesinde hızlı bir şekilde, maddenin tabi olduğu ilgili rehber numarası bulunur. 4 haneli UN numarasının yanında maddenin rehberi ve ismi yer alır. Örneğin; **Flor** maddesinin UN numarası:1045, rehber numarası:124`tür.

Tehlikeli maddelerin sebep olduğu olaylarda etkin ve hızlı bir müdahale sağlamak için acil müdahale kodları geliştirilmiştir. Bu kodlara uygun şekilde hareket edilmesi gerekir.

Yangına müdahale için aşağıdaki tabloda verilen kodlar kullanılmaktadır.

Tablo 4.8: Yangına Müdahale Kodları	
1	Pülverize su işleme
2	Sis su işleme (ince sprey)
3	Alkole dayanıklı köpük veya sisleme
4	Normal köpük
5	Alkole dayanıklı veya normal köpük
6	Kuru madde

Kişisel korunma ekipmanları ve reaksiyon olasılığı için aşağıdaki tabloda verilen kodlar kullanılmaktadır.

Tablo 4.9 : Kişisel Korunma Ekipmanları ve Reaksiyon Olasılığı Kodları		
C	Kapalı devre temiz hava solunum cihazı	Şiddetli reaksiyon yok.
D	Sıvı geçirmez, kimyasallara karşı koruyucu giysi	
E	Sıvı geçirmez, kimyasallara karşı koruyucu giysi, ısı kontrollü	
F	Gaz geçirmez, kimyasallara karşı koruyucu giysi	
G	Gaz geçirmez, kimyasallara karşı koruyucu giysi, ısı kontrollü	
K	Kapalı devre temiz hava solunum cihazı	Şiddetli reaksiyon olabilir.
L	Sıvı geçirmez, kimyasallara karşı koruyucu giysi	
M	Sıvı geçirmez, kimyasallara karşı koruyucu giysi, ısı kontrollü	
N	Gaz geçirmez, kimyasallara karşı koruyucu giysi	
Q	Gaz geçirmez, kimyasallara karşı koruyucu giysi, ısı kontrollü	

Halk sağlığı ve seyreltme için aşağıdaki tabloda verilen kodlar kullanılmaktadır.

Tablo 4.10 : Halk Sağlığı ve Seyreltme Kodları		
6	Halk için tehlike yok.	Seyreltme yapılmalıdır.
7	Halk için tehlike var.	
8	Halk için tehlike yok.	Kontrol altında tutulmalıdır.
9	Halk için tehlike var.	

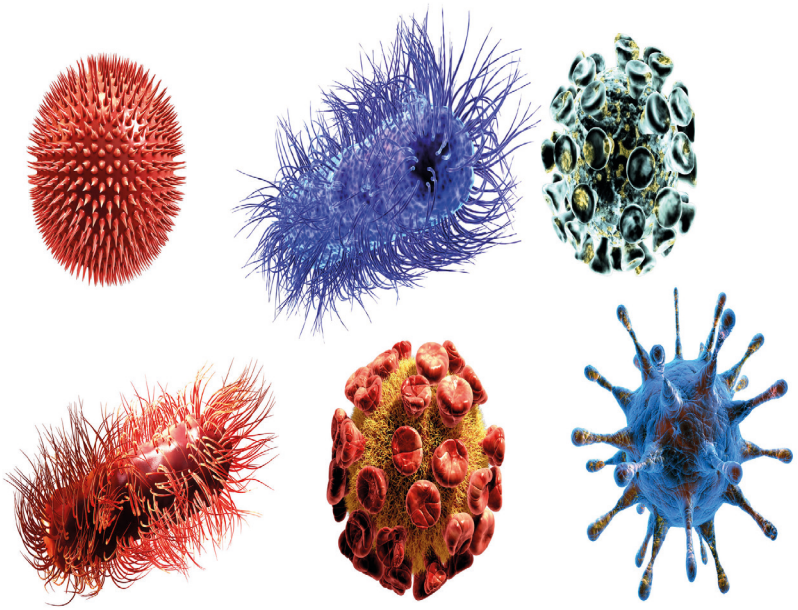
Tehlikeli madde acil müdahale kodları örnekleri aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.11: Tehlikeli Madde Kodlaması Örnekleri	
2 D 6	**2** Sisleme **D** Sıvı/koruyucu giysi- şiddetli reaksiyon yok. **6** Halk güvenliği için tehlike yok, seyreltme (döküntüler bol suyla yıkanabilir.)
4 K 9	**4** Söndürme için normal köpük **K** Kapalı devre temiz hava solunum cihazı takılmalı şiddetli reaksiyon olasılığı var. **9** Halk sağlığı tehlikesi var, kontrol altında tutun - su kaynaklarına veya su yollarına girmesine engel olun.
3 C 8	**3** Alkole dayanıklı köpük veya sisleme **C** Kapalı devre temiz hava solunum cihazı takılmalı, şiddetli reaksiyon tehlikesi yok. **8** Halk sağlığı tehlikesi var, kontrol altında tutun - su kaynaklarına veya su yollarına girmesine engel olun.

4.3. BİYOLOJİK ETKİLER

Hastalık meydana getirme özelliğine sahip patojenler; ideolojik, siyasi denge veya maddi kazanç sağlamak amacıyla kullanılırlar. İnsan, evcil hayvan ve faydalanılan bitkilerde ölüm veya zarar meydana getirmek, malzemeyi hasara uğratmak amacıyla mikroorganizmaların veya bunların toksinlerinin (zehirlerinin) kasten kullanılmasına biyolojik etki denir.

Bakteriler, riketsialar, virüsler, funguslar, protozoalar gibi mikroorganizmalar biyolojik etki maddesi (ajanı) olarak kullanılır. Biyolojik silahların özellikleri gereği kullanımını önleyecek veya kullanıldıklarında bunları etkisiz hâle getirebilecek hiçbir önlemin pratik olmadığı belirtilmektedir. Bu tür silahların üretilmesinin, depolanmasının ve kullanılmasının oldukça ucuzdur. Ancak bunlardan korunma ise oldukça pahalı ve zordur. Bu nedenle etkili bir savunma için iyi eğitilmiş personele, çok etkili haber alma birimlerine, kaliteli ve etkili koruyucu malzeme, tespit ve teşhis araç ve gereçlerine, çok çabuk ve etkili bir şekilde organize olan sağlık, sivil savunma ve itfaiye teşkilatlarına ihtiyaç duyulmaktadır.



Görsel 4.46: Biyolojik ajan özellikleri

4.3.1. Biyolojik Silahların Tarihsel Gelişimi

Canlı mikroorganizma ya da zehirlerinin, hastalık ya da ölüm amacıyla askeri yapılanmaları hedef alarak kullanılması **biyolojik savaş**; panik ve kargaşga yaratmak için sivil halkı hedef alması ise **biyoterörizm** olarak tanımlanır.

Biyolojik silah kullanımının tarihçesine ilişkin birçok kaynakta 1346 yılında Kefe kuşatmasında Tatarların salgın oluşturmak için vebadan ölmüş insan cesetlerini mancınıkla şehrin içine attıkları geçmektedir. Günümüzde Ukrayna sınırları içinde kalan ve Feodosya olarak bilinen Kefe şehrinde o zamanlar bir veba salgını ortaya çıkmıştır. Bu salgın bazı tarihçiler tarafından Tatarların saldırılarıyla ilişkilendirilmektedir.

Biyolojik silah kullanımına ilişkin tarihsel kayıtlarda geçen bir diğer örnek de 1756-1763 yılları arasında İngiltere ve Fransa arasında yapılan Yedi Yıl Savaşlarında çiçek virüsünün kullanımıdır. İngilizler çiçek virüsü bulaştırılmış battaniyeleri Kızılderililere dağıtarak bir salgın oluşturmuş ve bu şekilde Kızılderili kabilelerinin İngiliz yerleşimcilere karşı mücadele etmelerini engellemişlerdir.

2. Dünya Savaşı sırasında Almanlar, ABD'den Fransa'ya gönderilen atlara ruam hastalığını bulaştırmıştır. Japonların kurduğu askeri araştırma laboratuvarında biyolojik silahlarla ilgili çalışmalar yapılmıştır.

2. Dünya Savaşı'ndan sonra yapılan incelemelerde bu laboratuvarda vahim araştırmalar yapıldığı ortaya çıkmıştır.

1972 yılında Amerika Birleşik Devletleri, Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği, İngiltere arasında imzalanan "Biyolojik Silahlar Konvansiyonu" uyarınca biyolojik silahların üretimi ve kullanımı yasaklanmıştır. Mevcut stokların imhasına karar verilmiştir. Bu anlaşmaya 140 ülke imza atmış; ancak birçok ülkede biyolojik silah araştırmaları devam etmiştir. 11 Eylül saldırısı sonrası Amerika'da mektupla gönderilen 15 çeşit bakteri şarbon hastalığına neden olmuştur. Güncel teknolojik gelişmelerle birlikte genlerle oynama sonucu niteliği değiştirilen patojenler ve yayılma alanı genişletilmiş zehirler, gelecek için tehdit oluşturmaktadır.

4.3.2. Biyolojik Savaş Ajanları

Biyolojik savaş ya da biyoterörizm amacıyla kullanılan mikroorganizmalara ve ürettikleri toksinlere, **biyolojik savaş ajanı** ya da **biyolojik silah** denir. Tüm mikroorganizmalar biyolojik ajan olarak kullanılabilir; ancak özellikle spor üreten bakteriler ile virüsler daha fazla kullanılmaktadır.



Görsel 4.47: Biyolojik tehlike işareti

- **Biyolojik savaş ajanların vücuda giriş yolları**

Biyolojik savaş ajanlarının hastalık oluşturabilmek için insan vücuduna girmesi gerekmektedir. İnsan vücuduna; solunum, sindirim, deri, üreme organları ve göz konjonktivaları yolu olmak üzere beş ana yolla girer. Hastalığın doğal yayılımı ile vücuda giriş yolu ilişkilidir.



İnsan vücuduna girişinde en önemli ve en tehlikeli giriş yolları sırasıyla; solunum yolu, sindirim yolu ve deri yoludur. Diğer yollar (üreme ve göz konjonktivaları) daha az kullanılan ve daha az etkili olan yollardır.

Solunum Yolu: Solunum (inhalasyon) faaliyeti, nefes almak için süreklidir.Uzun süre durdurulamaz. Bu sebeple, biyolojik savaş ajanlarına hava yolu ile maruz kalınması durumunda ajanlar sürekli olarak vücuda girer ve sistemik dolaşımda artarak ilerler.

Sindirim Yolu: Biyolojik savaş ajanları ile kirletilmiş gıda ve suların tüketilmesi sonucu, ağız yoluyla sindirim sistemine alınırlar. Ayrıca havada bulunan ajanların yanlışlıkla yutulması olasılığı da vardır.

Deri Yolu: Sağlam ve sağlıklı deri birçok mikroorganizma için kuvvetli bir bariyerdir. Ancak deride meydana gelecek çok ufak yaralar, çizikler hatta sıyrıklar biyolojik savaş ajanları için giriş kapısı vazifesi görür.

Üreme Organları Yolu: Mantar, bel soğukluğu, frengi gibi cinsel yolla bulaşan hastalıklar; cinsel temas dışında havuzlar, saunalar, tuvaletler gibi ortak kullanım alanlarından bulaşarak da hastalığa sebep olabilir.

Göz Konjonktivaları Yolu: Göz konjonktivaları müköz membranlar arasında yer alır. Mikroorganizmaların vücuda giriş yolu olarak değerlendirilir.

◆ **Biyolojik savaş ajanların yayılma yolları**

Biyolojik ajanların yayılmaları; havaya püskürtülmeleri, insanlara hastalığı taşıyan hayvanların enfekte edilmesi ya da su ve gıdaların biyolojik ajanlarla kirletilmesi ile olabilmektedir. Aerosoller, su ve gıdaların kirlenmesi (kontaminasyonu), insandan insana bulaşma ve hayvanlar ile bulaşarak yayılım göstermektedirler.

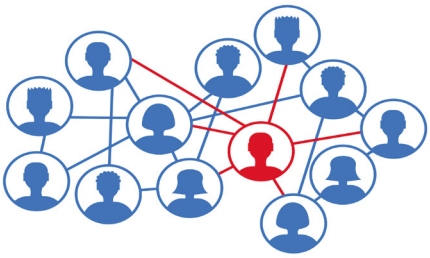
Aerosollar: Aerosol çok küçük katı taneciklerin veya sıvı damlacıkların havada ya da bir gaz içerisinde dağılmasıdır. Duman (gaz içinde katı), sis ya da spreyler (gaz içinde sıvı) aerosola birer örnektir. Biyolojik ajanların çevreye yayılmaları kilometrelerce sürüklenebilen aerosollar ile sağlanabilmektedir. Bu aerosolları solumak insanlarda ya da hayvanlarda hastalığa sebep olabilmektedir.

Su ve Gıdaların Kontaminasyonu (Kirlenme): Bazı hastalık yapıcı organizmalar (patojenler) ve toksinler su ve gıda kaynaklarına bulaştırılabilmektedir. Birçok patojen yemeklerin pişirilmesi ve suların kaynatılması ile öldürülebilmekte, toksinler ise etkisiz hâle getirilebilmektedir.

İnsandan İnsana Bulaşma: Enfekte olmuş insanlar hastalığı diğer sağlıklı insanlara bulaştırabilmektedir. Hastalığın belirli bir kuluçka süresi (biyolojik ajanla ilk temastan hastalığın ilk belirtilerinin görülmeye başlamasına kadar geçen süre) olduğundan belirtilerin ortaya çıkması için günler bazen haftalar gerekmektedir. Bu yüzden enfekte olmuş insanların hastalığı yaymaları ile etkilenen insan sayısını arttırmaları söz konusu olabilmektedir. Çiçek hastalığı virüsü gibi bazı biyolojik ajanlar insandan insana bulaşabilirken şarbon insandan insana bulaşmaz.

Hayvanlar: Bazı hastalıkların yayılmaları pire, fare, sinek, sivrisinek ve besi hayvanları gibi hayvanlarla sağlanabilmektedir.





Görsel 4.48: Biyolojik ajanların bulaşma yolu örnekleri

4.3.3. Biyolojik Savaş Ajanların Sınıflandırılması

Bir saldırıda kullanılabilecek biyolojik ajanlar; bakteriler, virüsler ve toksinler olmak üzere üç temel gruba ayrılmaktadır.

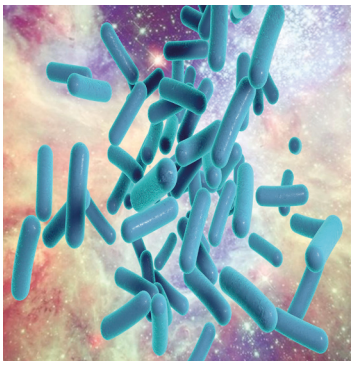
4.3.3.1. Bakteriler

Bakteriler tek hücreli mikroorganizmalardır. Yeryüzünde ortaya çıkmış ilk yaşam formları arasındadır. Günümüzde toprak, hava, deniz, okyanus, asitli sıcak su kaynakları, radyoaktif atıklar, yer kabuğunun derinlikleri gibi birçok farklı ortamda bulunmaktadır. Besin döngüsünde çok önemli rollere sahip olan bakteriler gibi bazı bakteriler yararlı; bazısı zararsız; bazıları da kolera, şarbon, veba gibi hastalıklara sebep olan hastalık yapıcı zararlı bakterilerdir.

◆ **Biyolojik saldırılarda kullanılma potansiyeline sahip bakteriler ve neden oldukları hastalıklar**

- Bacillus anthracis (şarbon)
- Yersinia pestis (veba)
- Vibrio cholerae (kolera)
- Francisella tularensis (tularemi)

- Coxiella burnetti (Q ateşi)
- Brucella spp. (bruselloz)
- Burkholderia mallei (ruam)
- Rickettsia prowazekii (tifüs)
- Chlamydia psittaci (psittakoz)
- Salmonella spp. (bağırsak enfeksiyonu)
- Shigella dysenteriae (dizanteri)



Görsel 4.49: Bakteriler

Bakterilerin oluşturduğu enfeksiyonların tedaavisinde antibiyotikler kullanılmaktadır.

4.3.3.2. Toksinler

Bakteri, bitki, mantar ya da hayvan gibi canlı varlıkların ürettiği zehirli maddelerdir. Bu maddeler; temas hâlinde veya vücut dokuları tarafından emildiğinde hastalık yapma özelliğine sahiptirler. Diğer kimyasal zehirlerden farklı olarak bu maddeler canlılar tarafından üretilmektedir. Diğer biyolojik ajanlardan farklı olarak da cansızdırlar, dolayısıyla kendilerini çoğaltamazlar. Toksinler bu sebeplerle hem kimyasal hem de biyolojik ajan olarak değerlendirilmektedir.

◆ **Biyolojik saldırılarda kullanılma potansiyeline sahip toksinler**

- Clostridium botulinum toksini
- Risin
- Clostridium perfringens toksini
- Stafilokokal enterotoksinler
- Saksitoksin
- Trichothecene mycotoxin
- Aflatoksin



Görsel 4.50: Aflatoksin

Toksin, mikroorganizmaların salgıladığı zehirli maddelerdir. Toksin suda erir, bu yüzden bulunduğu ortamda hızla yayılır.

◆ **Toksinler iki çeşittir**

Ekzotoksin: Mikroorganizma tarafından salgılanıp dışarı salınır. Difteri, botilinum ve tetanos toksini, sinir sistemini tutarak felce sebep olur. Clostridium botulinum toksini, yeryüzünde bilinen en kuvvetli toksindir. Zehirlilik özelliği kimyasal sinir ajanlarına benzer ancak onlardan yaklaşık 1000 kat daha zehirlidir.

Endotoksin: Bakterinin hücre çeperinde bulunur, dışarıya salgılanmamaktadır. Ancak hücrenin parçalanması sonucu meydana çıkar. Endotoksin, organizmaya girdikten 1–1,5 saat içinde yüksek ateşe sebep olur.

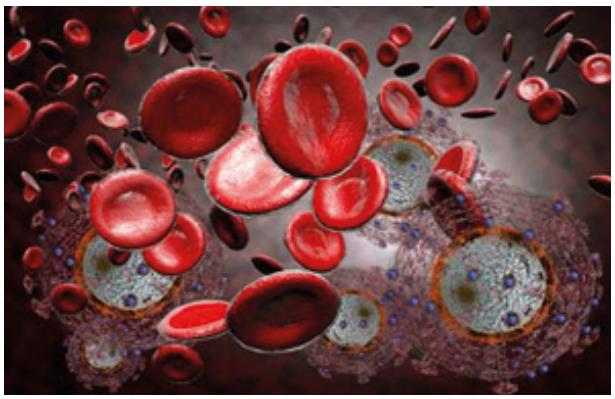
4.3.3.3. Virüsler

Canlı hücreler dışında çoğalamayan sadece protein ve genetik malzemeden oluşan çok küçük parçacıklardır. Bitkileri, hayvanları, mantarları ya da bakterileri enfekte ederek çoğalırlar. Virüsler AIDS (Kazanılmış Bağışıklık Yetersizliği Sendromu), grip, suçiçeği, kuduz gibi insanda birçok hastalığa sebep olurlar. Antibiyotiklerden etkilenmedikleri için virüslerin neden olduğu hastalıkların tedavisi zordur. Bu hastalıklardan korunmanın ve bağışıklık kazanmanın en iyi yolu, bağışıklık kazanmak için aşılanmadır.

◆ **Biyolojik saldırılarda kullanılma potansiyeline sahip virüslerin yol açtığı hastalıklar**

- Çiçek hastalığı
- Ebola
- Venezuella doğu ve batı at ensefalomiyeliti

- Lassa
- Kırım-Kongo kanamalı ateşi
- Sarıhumma



Görsel 4.51: AIDS'a sebep olan virüs

◆ **Biyolojik ajan kategorileri**

ABD (Amerika Birleşik Devletleri) Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (Centers for Disease Control and Prevention) biyolojik saldırılarda kullanılabilecek biyolojik ajanları yayılma kolaylıklarına ve sebep oldukları hastalığın şiddetine göre üç kategoride sınıflandırmıştır. (Kategori A, B, C). A Kategorisinde yer alan ajanlar en yüksek risk taşıyan ajanlar, C kategorisinde yer alan ajanlar ise gelecekte biyolojik silah olarak kullanılabilecek yeni tehditler olarak değerlendirilmektedir.

- **Kategori A**

Bu kategoride yer alan ajanlar halk sağlığı ve ulusal güvenlik için en yüksek riski taşıyan organizmalar ya da toksinlerdir. Çünkü;

- Kolayca yayılabilir veya insandan insana kolayca bulaşabilirler.
- Yüksek oranda ölüme sebep olurlar ve halk sağlığı için büyük bir etki yaratma potansiyeline sahiptirler.
- Halk arasında paniğe ve sosyal çöküntüye sebep olabilirler.
- Halk sağlığı güvenliği için özel eylem planlarını gerektirirler.

Tablo 4.12: Kategori A'da Yer Alan Ajanlar ve Sebep Oldukları Hastalıklar

Biyolojik Ajan	Hastalık
Variola major	Çiçek
Bacillus anthracis	Şarbon
Yersinia pestis	Veba
Clostiridium botulinum toksini	Botulizm
Francisella tularensis	Tularemi

- **Kategori B**

Bu kategoride yer alan ajanlar ikinci en yüksek risk taşıyan ajanlardır. Çünkü;

- Yayılmaları kısmen kolaydır.
- Hastalık yapma oranları orta derecelidir ve ölüm oranları daha düşüktür.
- Sağlık sistemleri bu kategorideki ajanların oluşturduğu hastalıklar için tanı yöntemlerine ve izleme sistemlerine ihtiyaç duyar.

Tablo 4.13: Kategori B'de Yer Alan Ajanlar ve Sebep Oldukları Hastalıklar	
Biyolojik Ajan	**Hastalık**
Coxiella burnetti	Q ateşi
Brucella	Bruselloz
Alfaviruslar(Venezuella doğu ve batı at ensefalomiyeliti)	Ensefalit
Rickettsia prowazekii	Tifüs
Toksinler (Risin, Clostridium perfringens toksini)	Toksik sendromlar

- **Kategori C**

Bu kategorideki ajanlar aşağıda sıralanan özellikleri ile gelecekte biyolojik saldırılarda kullanılabilecek ajanlardır. Kategori C`de yer alan ajanların özellikleri:

- Kolayca bulunabilmektedirler.
- Kolayca üretilebilmekte ve yayılabilmektedirler.
- Yüksek oranda hastalığa, ölüme sebebiyet verme ve sağlık için büyük bir etki yaratma potansiyeline sahiptirler.

◆ **Bu kategorideki ajanlar**

- Nipah virüsü
- Hantavirüs
- Kene kaynaklı kanamalı ateş virüsleri
- Kene kaynaklı ensefalit virüsleri
- Çok ilaca dirençli Mycobacterium tuberculosis

◆ **Biyolojik silahların özellikleri**

- Canlılara zarar veren en tehlikeli silahlardandır. Çok küçük miktarları bile öldürücü olabilir.
- Genellikle etkileri ani olarak ortaya çıkmaz. Belirtilerin ortaya çıkışı günler alabilir.
- Beş duyuyla varlıkları anlaşılmaz ancak özel cihazlarla tespit edilirler. Belirtileri belli bir kuluçka döneminden sonra ortaya çıkacağı için fark edilmeleri geç olabilir.
- Laboratuvar ortamında ya da yapay koşullarda kolay ve ucuz yöntemlerle üretilebilirler.
- Hastalık yapma kabiliyetlerini arttırmak, mevcut ilaçlara dirençli hâle getirmek ya da çevrede yayılma yeteneklerini arttırmak üzere laboratuvarlarda değişikliğe uğratılabilirler.
- Vücuda solunum, sindirim sistemi ve deri yoluyla girerek hastalık yaparlar.
- Yaşayan organizmalar olduklarından uygun ortamlarda hızla çoğalma ve kalıcı hâle gelme özelliğine sahiptirler.
- Koruyucu önlemlerden etkilenmeyecek şekilde ortama uyum sağlayabilirler.
- Bulaşıcı olanları da mevcuttur. İnsandan insana ya da hayvandan insana bulaşanları çok geniş kitleleri etkileyebilir.

◆ **Biyolojik savaş ajanı kullanıldığı nasıl anlaşılır**

- Taşıtlardan, uçaklardan püskürtme yoluyla ya da duman şeklinde bir şeyler atıldığı ya da bir püskürtme cihazının faaliyet gösterdiği görüldüğünde,
- Hava koşullarından bağımsız bir sis veya alçak bir toz bulutu görüldüğünde,
- Etraftaki hayvanlarda doğal olmayan davranışlar, sebebi bilinmeyen hastalık ya da ölüm görüldüğünde,
- Sebepsiz yere bitkiler hasta ve solgun görüldüğünde,
- Sebebi bilinmeyen bir hastalıktan pek çok kişinin hasta olması durumunda **biyolojik bir saldırı-**

dan şüphe edilmelidir.

Bir patlamanın aksine, biyolojik bir saldırı anında kendini belli etmeyebilir. Biyolojik bir saldırı yukarıda belirtildiği gibi belli göstergelere sahip olsa da daha çok sağlık otoritelerinin olağan dışı bir hastalığın ortaya çıkmış olduğunu ya da birçok insanın acil tıbbi yardım almak için hastanelere başvurduğunu bildirmesiyle anlaşılır olacaktır.

Tablo 4.14: Biyolojik Ajanlar ve Kimyasal Ajanların Karşılaştırılması

Biyolojik Savaş Ajanları	Kimyasal Savaş Ajanları
Doğaldır.	İnsan yapımıdır.
Üretimi kolaydır.	Üretimi zordur.
Buharlaşmaz.	Buharlaşır.
Beş duyu ile hissedilmez.	Beş duyu ile hissedilir.
Bağışıklığı vardır.	Bağışıklığı yoktur.
Partiküllü yapıya sahiptir.	Katı, sıvı ve gaz formunda olabilirler.
Canlı mikroorganizmalardan ve cansız biyolojik zehirlerden oluşur.	Cansızdır.
Gece ve uygun meteorolojik şartlarda rüzgâr altı tehlike mesafesi 500 km den daha fazla olabilir.	Uygun meteorolojik şartlarda rüzgâr altı tehlike mesafesi 10-50 km kadardır.

◆ **Biyolojik savaş ajanlarından temizlenme**

Biyolojik ajanlara karşı savunma tedbirlerinden sorumlu makam, Sağlık Bakanlığı'dır. Ancak, ilgili kuruluşlar da kendi hizmetleri ile ilgili savunma tedbirlerini almakla görevlidir. Örnek: Bitki ve hayvanlarda ortaya çıkacak hastalıklarda alınacak tedbir Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı vb. kuruluşlarca yapılır. Biyolojik ajana maruz kalmada C düzeyi korunma sağlanır, C tipi elbise giyilir. Biyolojik saldırıdan sonra temizlenmek için en basit ve en etkili yöntem, su ve sabunla yıkanmak ve yıkamaktır.

◆ **Genel tedbirler**

- Biyolojik ajanlara maruz kalanlar, sıcak sabunlu su ile yıkanarak temizlenir, varsa mikrop öldürücü sabun kullanılması uygundur.
- Kirlenen elbise ve çamaşır ile diğer eşyalar ilk fırsatta sabunlu veya deterjanlı su ile yıkanır. Vücuttaki açık yaralar kapatılır.
- Kullanılacak malzeme ve araçlarr, temizlenir.
- Yiyecek ve içecekler, sağlık personeli tarafından yenmelerine ve içilmelerine müsaade edilmedikçe kullanılmaz. Ancak temizleme işlemleri yapıldıktan sonra yenilebilir ve içilebilir.
- Güneş ışığının birçok mikroorganizmaları öldürücü etkisi olduğundan genel olarak açıktaki gölgesiz yerleri temizleyebilir. Bununla beraber düşük ısıdaki gölge bölgeler saatlerce tehlikeli olarak kalabilir.
- Geniş bölgelerin temizlenmesi mümkün değildir. Ancak, kirletildiğinden şüphe edilen bölgeler, kimyasal temizleyici ve temizleme maddeleri kullanılarak temizlenir.

◆ **Bireysel tedbirler**

- Varsa maske takılmalıdır.
- Kirlenmiş sahadan en kısa sürede uzaklaşılmalıdır.
- Hiçbir şeye dokunulmamalıdır.
- Elbise giyilerek eldivenlerini giyilmeli ve vücutta kalan açık yerler kapatılmalıdır.(kesik ve yaralar, yara bandı ile kapatılmalıdır.).

- Yakında sığınak varsa sığınağa gidilmelidir.
- Yanındaki içecek ve yiyecekten başkasını yenmemelidir
- Kullanılacak malzeme ve araçlar temizlenerek kullanılmalıdır.
- Panik olunmamalıdır.

4.3.4. Biyolojik Savaş Ajanlarından Korunma

Biyolojik ajanların kullanımını önleyecek veya kullanıldıklarında etkisiz hâle getirebilecek kesin bir önlem yoktur. Bu tür silahların üretilmesi, depolanması ve kullanılması oldukça ucuz olmasına rağmen bunlardan korunma ve tedavi ise oldukça pahalı ve zordur. Bakteriyel etkende spesifik (özellikli) antibiyotik ile tedavisi yapılır; ancak virüs ve toksinlerin tam bir tedavisi yoktur.

◆ **Biyolojik savaş ajanlarından korunma yolları**

Eğitim: Sağlık, Sivil Savunma ve diğer ilgili kuruluşlar, personel ve halkı biyolojik ajanlar, tedavi ve korunma hakkında bilgilendirmelidir. Biyolojik ajanlara karşı koruyuculuk sağlayan malzemeler (maske, koruyucu elbise vb.) temin edilmeli ve kullanılması öğretilmelidir.

Temizlik: Hijyen kural ve esaslarına uyulmalı, şahsi ve çevresel temizliğe dikkat edilmelidir. Vücuttaki açık yaralar kapatılmalıdır. İçecek ve yiyecekler, usulüne uygun temizlenmelidir.

Şüphenin bildirilmesi: Hastalıklar, ilgili yerlere derhâl bildirilmelidir.

Erken teşhis: Hastalık hâlinde hemen doktora gidilmelidir.

Bağışıklama: Planlanan aşılar zamanında yapılmalıdır. Aşı, serum, ilaç, hastane, doktor ve sağlık personeli yeterliği sağlanmalıdır.

Epidemi esnasında karantina ve izolasyon: Yetkililerin emir ve talimatlarına uyulmalıdır. Toplu korunmada sığınaklar kullanılır. Sığınakta bulunan havalandırmanın filtreli olması, giriş ve çıkışların iyi izole edilmesi gerekir.

4.4. NÜKLEER ETKİLER

İnsanoğlu varoluşundan bu yana sürekli olarak radyasyonla iç içe yaşamak zorunda kalmıştır. Dünyanın oluşumuyla birlikte tabiatta yerini alan çok uzun ömürlü radyoaktif elementler doğal bir radyasyon düzeyi oluşturmaktadır. Geçen yüzyılda bu doğal düzey, nükleer bomba denemeleri ve bazı teknolojik ürünlerin kullanımı ile artış göstermiştir.

Günümüzde nükleer ve radyolojik gelişmeler özelikle tıp alanında insanların ve diğer canlıların tedavisinde kullanılan ve büyük başarı sağlayan bir teknolojidir. Radyolojik ve nükleer kaynaklar aynı zamanda enerji üretiminde de kullanılan ucuz ve uzun yıllar kullanılabilen kaynaklardır. Savaş dışında bu kaynakların kullanılmasından ortaya çıkacak olası bir kaza veya afet sonrası risklere karşı hazırlıklı olmak dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardandır.

4.4.1. Maddelerin Radyoaktif Özellikleri

Kendiliğinden ışıma yapabilen maddeler radyoaktif maddelerdir. Radyoaktiflik çekirdek yapısıyla ilişkilidir. Radyoaktif bir atom hangi bileşiğin yapısına girerse o bileşiği radyoaktif yapar.



Görsel 4.52: Radyoaktif madde sembolü

Tabiatta mevcut bütün maddeler saf bileşikler ya da elementler hâlinde bulunur. Bileşikler, iki ya da daha fazla elementin belirli oranlarda birleşerek oluşturdukları farklı özellikteki yeni maddeye denilmektedir. Bileşikler kendisini oluşturan atomların özelliklerini taşımamaktadır. Su ve karbondioksit herkes tarafından bilinen basit kimyasal bileşiklerdir.



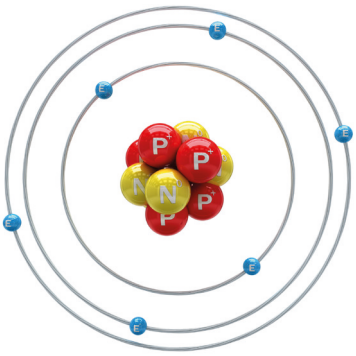
Aynı cins atomlardan oluşan, fiziksel ya da kimyasal çözümleme yoluyla ayrıştırılamayan ya da bireşimle elde edilemeyen saf maddelere "**element**" denir.

Bir elementin özelliklerini taşıyan en küçük alt bölüm atomdur. Atomlar; hidrojen, karbon, oksijen, demir ve kurşun gibi elementlerin temel yapı taşlarıdır.

Her bir atom, merkezinde pozitif yüklü küçük bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında belli sayıda elektron bulundurur. Atom çekirdeği elektronların negatif yüküne eşit pozitif yüklü protonlar ve yüksüz nötronlar-

dan oluşmaktadır. Atomun çekirdeğinde bulunan temel tanecikler proton ve nötron olup bunlara **nükleon** adı verilir.

Nükleon = proton veya nötron



Görsel 4.53: Atomunn yapısı

Çekirdekteki proton sayısı atom numarası olarak adlandırılır. Elementin kendine özgü karakteristiğini ifade eder. Örneğin karbonun atom numarası 6, kurşununki ise 82'dir. Protonlar ve nötronlar yaklaşık olarak eşit kütleye sahip ve elektronlardan çok daha ağır olmaları nedeniyle, atomun kütlesinin büyük çoğunluğu çekirdekte yoğunlaşır ve proton ile nötronların toplam sayısı kütle numarası olarak adlandırılır.

Radyoaktiflik özelliği, elementlerin katı, sıvı gaz ya da bileşik hâlinde olması etkilememektedir. Atomun kütlesi çekirdekdekiçekirdekteki proton ve nötronların kütleleri toplamına eşit olması gerekirken daha küçüktür. Bu aradaki kütle farkı E=m. şeklinde enerjiye dönüşür. Bu enerjiye **bağlanma enerjisi** denir.



E- Cismin enerjisi (joule)
m- Cismin kütlesi (kilogram)
c^2- Işık hızının karesinin sayısal değeri (kilogram ile çarpıldığında metre/saniye değeri kullanılmalıdır.)

Bir atomda nükleon başına düşen bağlanma enerjisi ne kadar büyükse atom o kadar kararlı yapıda olur. Bu enerji çekirdekteki nükleonları bir arada tutan enerjidir. Atom çekirdeğinde kararlılık ya da kararsızlık, proton ve nötron sayıları arasındaki ilişki aşağıdaki maddelerde belirtildiği gibi genellenebilir.

- Atom numarası 1-20 arasındaki atomların çekirdeklerinde proton sayısı = nötron sayısıdır.
- Atom numarası 20-83 arasındaki çekirdeklerde nötron sayısı proton sayısından fazladır.
- Atom numarası 83'ten büyük olan elementlerin çekirdekleri kararsız olup radyoaktiftir.
- Atom numarası ve nötron sayısı çift olan atomların, atom numarası ve nötron sayısı tek olan atomlara göre daha çok sayıda kararlı izotopu vardır.
- En kararlı çekirdekler hem nötron hem de proton sayıları çift olanlardır. 0-8-20-28-50- 82 proton veya nötron sayısına sahip çekirdekler özellikle kararlıdır.

4.4.2. Radyoaktif Bozunma Türleri

Radyasyon ortamda taşınan enerji olarak tanımlanır. Bu enerji, parçacıklar ve elektromanyetik dalgalar aracılığıyla taşınır. Bir atoma enerji aktarılarak atomdan elektron koparılmasına **iyonlaşma** denir. Eğer taşınan enerji, atomlarda iyonlaşmaya sebep oluyor ise '**iyonlaştırıcı radyasyon**' adını alır. Alfa parçacığı, beta parçacığı ve nötron parçacık radyasyonuna, gama ışını ve x-ışınları ise elektromanyetik radyasyona örnektir. Bunların hHepsi iyonlaştırıcı radyasyondur.

Eğer radyasyon atomlarda iyonlaşmaya sebep olmuyorsa **iyonlaştırıcı olmayan radyasyon** olarak adlandırılır. Bu radyasyon ile taşınan enerji, atomdan elektron koparmak için yeterli olmadığı için iyonlaşmaya sebep olmaz. İyonlaştırıcı olmayan tüm radyasyon çeşitleri elektromanyetik radyasyondur. İletişimde kullanılan radyo dalgaları, mikrodalgalar ve görünür ışık iyonlaştırıcı olmayan radyasyona örnektir.

Radyoaktivite, fazla enerjiye sahip atom çekirdeklerinin fazla enerjilerini radyasyon yayımlayarak bırakması olayına **radyoaktivite** denir. Bu olaya aynı zamanda **radyoaktif bozunma** da denir. Radyoaktif bir çekirdeğin bozunma olayı olasılıklara bağlı bir süreçtir ve belirli bir zaman süresinde bozunma olasılığı hesaplanabilir. Ancak kesin olarak ne zaman bozunma olacağı belirlenemez. Radyoaktif atomların birim zamanda yaydıkları radyasyon aktivite olarak adlandırılır.

Radyoaktivite 1896 yılının Şubat ayında Henri BECQUEREL (Henri Bekerel) tarafından potasyum uranil sülfatın yaydığı ışınların bazı maddelerden geçip fotoğraf plağını karartmasıyla keşfedilmiştir.

Radyoaktif elementlerin bileşiklerinde de radyoaktif özelliği aynı şekilde görülür. Bu yüzden radyoaktif kimyasal veya fiziksel etkilere ve değişmelere bağlı bir özellik değildir. Sadece çekirdek yapısına bağlı ve çekirdekte olan bir değişmedir. Radyoaktif elementler, radyoaktif ışımalar ile kendiliğinden başka kararlı elementlere dönüşür. Atom çekirdeklerinin kararlığı nötron ve proton sayısıyla ilgilidir.

Radyasyonun bilinen tiplerinden pek çoğu radyoaktif maddelerden yayınlanır, ancak radyasyonun bazı tipleri farklı şekillerde üretilir. En önemli örnek ise metal bir hedefin bir elektron demeti ile ışınlanmasıyla üretilen X-ışınlarıdır. Metaldeki elektronlar, elektron demetindeki enerjiyi soğurur. Daha sonra enerji X-ışını şeklinde açığa çıkar. Dolayısıyla, radyasyon metal atomlarından ortaya çıkar ancak radyoaktiviteden farklı olarak çekirdekten kaynaklanmaz.

Kararsız çekirdek yapısına sahip olan elementler, kararlı bir çekirdek yapısına ulaşmak için alfa, beta, pozitron bozunması ve elektron yakalaması şeklinde bozunmaya uğrayarak ışıma yapar. Bu elementlere ışıma yapan anlamında **radyoaktif element** denir.

Atom çekirdeklerinde nükleon (temel tanecik) başına düşen bağlanma enerjisi o çekirdeğin kararlılığının ölçüsüdür. Atom çekirdeklerinde tanecik sayısı arttıkça bağlanma enerjisi azalır. Çekirdek kararsızlığı arttıkça radyoaktif olma özelliği artar.

Atomlardaki çekirdek olayları kimyasal olaylardan farklıdır. Radyoaktiflik, dış etkenlere bağlı değildir. Bir atomun radyoaktifliği sıcaklık, basınç, kimyasal tepkimeye girme gibi olaylarla değişmez. Bir atom radyoaktif ise o atomun oluşturduğu bileşikler de radyoaktiftir. Kimyasal olaylar radyoaktifliği değiştirmez. Radyoaktif olaylarda açığa çıkan ya da gereken enerji kimyasal olaylara göre çok fazladır.

4.4.2.1. Alfa Işını (α)

2 proton ve 2 nötrondan oluşan bir helyum atomu çekirdeğidir. Kütlesi diğer radyasyon çeşitlerine göre daha fazladır ve protonlardan dolayı 2 elektrik yüküne sahiptir. Alfa bozunması, atom numarası büyük olan atom çekirdeklerinde görülür. Alfa bozunması yapan radyoaktif çekirdeğin proton ve nötron sayısı iki azalır. Alfa radyasyonunun etkileştiği ortam içinde etki etme gücü çok zayıftır. Bir kağıt parçası ya da insan cildi alfa radyasyonunu durdurmak için yeterlidir. Bununla beraber alfa radyasyonu solunum ya da sindirim yoluyla vücuda alındığında akciğer veya mide dokularının yüksek radyasyona maruz kalmasına neden olabilir.



Görsel 4.54: Alfa radyasyonunu durdurma örneği

4.4.2.2. Beta Işını (β)

Genelde eksi (ya da nadiren artı) yüke sahip elektrondur. Kararsız bir atom çekirdeğinden yayınlanan elektrondur. Beta bozunmasına uğrayan bir elementin çekirdeğindeki bir tane nötron, bir proton ve bir elektrona dönüşür. Beta parçacıkları alfa parçacıklarından çok küçük olduğundan doku veya malzemeler içine daha fazla etki eder. Beta radyasyonu plastik, cam veya metal tabakalar tarafından tamamen soğurulabilir. Normal olarak cildin üst tabakasından öteye geçemezler. Ancak yüksek enerjili beta ışınları ile aşırı derecede ışınlanma cilt yanıklarına neden olabilir. Solunum ya da sindirim yoluyla vücuda alındığı takdirde de tehlike yaratabilir.

4.4.2.3. Gama Radyasyonu (γ)

Radyoaktif çekirdek tarafından yayımlanan elektromanyetik radyasyondur. Alfa ya da beta bozunması yapan radyoaktif çekirdeğin enerji seviyesi bozunmadan sonra hâla yüksek ise çekirdek kararlı olabilmek için gama radyasyonu yayımlayarak enerjisini azaltır. Gama bozunması yapan çekirdeğin proton ve nötron sayısında bir değişme olmaz. Gama radyasyonu madde içinden geçerken öncelikle elektronlarla etkileşmeler nedeniyle, atomlarda iyonlaşmaya neden olur. Çok girici olan bu radyasyona karşı, sadece kurşun ya da çelik gibi, yoğunluğu oldukça yüksek ve kalın malzemeler iyi bir zırhlama sağlayabilir. Bu nedenle, gama radyasyonu sindirim veya solunum yoluyla alınmadan iç organlara da ciddi radyasyon dozu verebilir. Gama radyasyonunu azaltmak için kurşun plaka (levha) kullanılabilir.

4.4.2.4. Nötron Radyasyonu (n)

Çekirdekteki nükleer tepkimeler sonucunda ortaya çıkmaktadır. Nötronlar kozmik ışınların bir bileşeni olmasının yanı sıra genellikle yapay olarak üretilir. Nötron radyasyonu ancak bir atom çekirdeği ile etkileştiğinde(çarpıştığında) enerjisini kaybeder. Bu sebeple nüfuz etme gücü çok yüksektir. Nötron radyasyonunu azaltmak için su gibi nötron ile etkileşme özelliği yüksek malzemeler kullanılmalıdır.

4.4.2.5. X-Işınları

Elektromanyetik radyasyondur ve bir atomun elektron enerji seviyelerinde bir düzensizlik olduğunda yayımlanırlar. Bu düzensizliğe örnek olarak çekirdeğe yakın enerji seviyelerinden elektron kopartılması ya da çekirdeğin yakınındaki enerji seviyesinden bir elektron yakalaması verilebilir. Bu olaylar nedeniyle elektron bulutunun enerji düzeylerinde oluşan boşluklar diğer enerji düzeylerindeki elektronlar tarafından doldurulur. Bu işlem sonrasında X-ışınları ortaya çıkar. X-ışınları da aynı şekilde girici olduğundan yoğunluğu yüksek olan malzemelerle zırhlamanın olmadığı durumlarda iç organlara ciddi radyasyon dozu verebilir.

4.4.2.6. Kozmik Radyasyon

Uzayın derinliklerinden gelir. Protonlar, alfa parçacıkları, elektronlar ve diğer yüksek enerjili parçacıklar dâhil olmak üzere, pek çok farklı radyasyon tiplerinin karışımıdır. Tüm bu enerjik parçacıklar atmosfer ile yoğun olarak etkileşir; sonuçta kozmik radyasyon yeryüzünde öncelikle nötronlara ve elektronlara dönüşür. Yeryüzündeki dozun büyük kısmı elektronlardan kaynaklanır.

4.4.2.7. Pozitron Işıması

Nötron sayısı proton sayısından az olan radyoaktif atomlar, proton sayılarını azaltmak için çekirdeklerindeki bir protonu nötrona çevirir. Pozitron ışıması yapan bir atomun kütle numarası değişmez ve atom numarası 1 azalır. Pozitron taneciği beta taneciğinin yük bakımından tersidir.

Tablo 4.15: Radyasyon Tiplerinin Etkileri			
Alfa Parçacıkları	**Beta Parçacıkları**	**X ve Gama Işınları**	**Nötronlar**
Havada ancak birkaç cm yol alabilirler. Derinin ölü tabakasını geçip de vücuda giremezler. İnce bir malzeme ile dahi durdurulabilirler. Bir dış radyasyon tehlikesi yaratmazlar. Çoğunlukla zırhlama gerektirmezler.	Çoğu deriyi aşamaz. Yeterince şiddetli bir kaynak, cilt ya da göze zarar verebilir. Yüksek enerjili kaynaklar için zırhlama gerekir. Düşük yoğunluklu materyallerle korunma sağlanabilir.	Oldukça girici oldukla-rından dış radyasyon maruziyeti açısından önemlidirler. Yüksek yoğunluklu materyaller ile zırhlama gerektirirler.	Oldukça girici oldukla-rından dış radyasyon maruziyeti açısından önemlidirler Hidrojen içeren materyal ile zırhlama gerektirirler.

4.4.3. Radyasyon Kaynakları

Varoluşlarından beri, tüm canlılar radyasyona maruz kalmıştır ve kalmaya devam etmektedir. Radyasyon ve radyoaktif maddeler çevremizde her an vardır. Hayatın bir parçası olmasına rağmen radyasyon yalnızca yüz yıldan biraz uzun bir süre önce keşfedilmiştir. Bazı uygulamalar için faydalı olduğu gözlenerek kullanılmaya başlanmıştır. Radyoaktif maddelerden çok sayıda uygulama alanında faydalanılır. Temel olarak iyonlaştırıcı radyasyon kaynakları iki ana kategoriye ayrılmaktadır.

4.4.3.1. Doğal Kaynaklar

Doğal radyasyon kaynakları, insan katkısı olmaksızın doğada var olan radyasyon kaynaklarıdır. Halkın maruz kaldığı radyasyonun yaklaşık % 85'lik kısmı doğal kaynaklıdır. Bütün canlıların etkisinde olduğu bu radyasyona çevre, fon ya da arka plan radyasyonu denilmektedir.

- **Doğal radyasyon kaynakları üç ana başlık altında sınıflandırılır.**

Kozmik Radyasyon: Dünya sürekli olarak güneşten, diğer yıldızlardan ve derin uzaydan kaynaklanan radyasyona maruz kalmaktadır. Bu radyasyon, parçacıklar ve elektromanyetik ışınlar içerir.

Yersel Radyasyon (Yerküre Radyasyonu): Yeryüzünde doğal olarak bulunan radyoaktif elementlerin bozunması ışınlanmaya neden olur. Kaya ve mineraller, toprak ve yerküre radyoaktif çekirdek içerirler.

İçsel Radyasyon: Tüm insanlar, vücutlarında doğal olarak bulunan Potasyum-40 ve Karbon-14 gibi izotoplardan nedeniyle radyasyona maruz kalmaktadır. Doz miktarları kişiden kişiye değişmekle birlikte iç radyasyondan kaynaklanan doz miktarları kozmik ve yerküre kaynaklı doz miktarlarından çok daha azdır.




Görsel 4.55: Doğal radyasyon kaynakları

4.4.3.2. Yapay / İnsan Yapımı Kaynaklar

Canlılar doğal radyasyona maruz kaldıkları gibi yapay kaynaklı radyasyona da maruz kalmaktadır.

◆ **Yapay kaynaklar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.**

- Medikal (tıbbi) kaynaklar (Radyografi, nükleer tıp)
- Kullanıcı ürünleri
- Endüstride kullanılan kaynaklar (Otomotiv sektörü, kablolar)
- Tarımda kullanılan kaynaklar (Gübreleme)
- Hayvancılıkta kullanılan kaynaklar (Besin ürünleri)
- Günlük kullanım ürünleri (Televizyonlar, gaz ve kömür gibi yakıtlar)
- Araştırmada kullanılan kaynaklar (Fizik, kimya, madencilik)



Görsel 4.56: Yapay radyasyon kaynakları

4.4.4. Nükleer Enerji Oluşumu

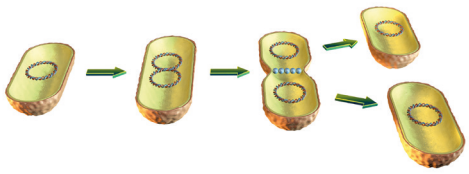
Nükleer enerji, atomun çekirdeğinden elde edilen bir enerji türüdür. Kütlenin enerjiye dönüşümünü ifade eden Albert Einstein'a (Albert Aynştayn) ait olan **$E=mc^2$** formülü ile ilişkilidir. Nükleer enerjiyi zorlanmış olarak ortaya çıkarmak ve diğer enerji tiplerine dönüştürmek için nükleer reaktörler kullanılır.

Nükleon (tanecik) başına düşen bağlanma enerjisinin en çok **Fe** (demir) elementlerinde olduğu görülür. Kütle numarası küçük olan atomların kaynaşarak (**füzyon**) daha büyük kütle numarasındaki atomlara dönüşmesinde ya da kütle numarası 56``dan büyük olan atomların parçalanarak (**fisyon**) küçük atomlara dönüşmesinde açığa çok yüksek enerji çıkar. Bu enerjiye **nükleer enerji** veya **atom enerjisi** denir.

◆ **Atom enerjisi üç şekilde ortaya çıkabilmektedir.**

Fisyon (Bölünme) Tepkimeleri: Fisyon, kütle numarası çok büyük bir atom çekirdeğinin parçalanarak kütle numarası küçük iki çekirdeğe dönüşmesi olayıdır. Fisyon reaksiyonlarında radyoaktif elementler kullanılır. Tepkimeler için bir ilk enerjiye (aktiflenme enerjisi) ihtiyaç vardır. Reaksiyon sonucunda kararsız çekirdekler ve nötron oluşur. Oluşan nötronların her biri yeni bir uranyum atomu ile tepkimeye girer. Bu esnada açığa çıkan nötronlar ortamdan uzaklaştırılmazsa tepkime zincirleme olarak devam eder.

Fisyon reaksiyonları kontrollü olarak gerçekleştirilmelidir. Eğer reaksiyonlar kontrol altına alınmazsa açığa çıkan enerji büyük bir patlama oluşturur. Buna **nükleer bomba** ya da **atom bombası** denir. Bu olayda büyük miktarda enerji açığa çıkar. Bölünme tepkimeleri atom bombalarının yapımında ve nükleer santrallerde enerji üretiminde kullanılır.



Görsel 4.57: Fisyon tepkimesi

Füzyon (Kaynaşma) Tepkimeleri: İki hafif elementin nükleer reaksiyonlar sonucu birleşerek daha ağır bir element oluşturmasıdır. Çekirdek tepkimesi olarak da bilinen bu tepkimenin sonucunda çok büyük miktarda enerji açığa çıkar. Bu işlemle oluşturulabilecek en ağır element demirdir. Nükleer füzyonun enerji potansiyelinden ilk olarak II. Dünya Savaşı'nı takip eden yıllarda, hidrojen bombası olarak da bilinen termonükleer silahların üretimi yapılmıştır.

Yarılanma: Çekirdeğin parçalanarak daha kararlı hâle geçmesidir. Doğal (yavaş) fisyon (çekirdek parçalanması) olarak da tanımlanabilir.

4.4.5. Radyoaktivite Birimleri

Radyasyon, dalga, parçacık olarak adlandırılan enerji paketleri ile yayılan enerjidir. Radyasyon, daima doğada var olan bir olgudurve birlikte yaşadığımız bir olgudur. Radyo ve televizyon iletişimini olanaklı kılan radyo dalgaları, tıpta, endüstride kullanılan x-ışınları, güneş ışınları, günlük hayatta alışkın olunan ımızda alışkın olduğumuz radyasyon çeşitleridir.

İyonlaştırıcı radyasyonla yapılan çalışmalarda güvenilir sonuç elde etmek ve radyasyonun zararlı biyolojik etkilerini ifade edebilmek için radyasyon miktarının (dozunun) ya da etkilerinin bilinmesi yani ölçülmesi gereklidir. Radyasyon miktarının ölçülmesinde kullanılan iki farklı birim seti vardır. İyonlaştırıcı radyasyonun insanlar üzerindeki etkisi Rem veya Sievert birimiyle ölçülmektedir. Ancak son yıllarda Rem yerine Sievert (Sv) kullanılması standart hâle gelmiştir.

Tablo 4.16: Birimlerin Tanımında Kullanılan Örnekler ve Değerleri

Örnek	Değer
p (pico)	10^{-12}
n (nano)	10^{-9}
μ (micro)	10^{-6}
m (mili)	10^{-3}
k (kilo)	10^{3}
M (mega)	10^{6}
G (giga)	10^{9}
T (tera)	10^{12}
P (peta)	10^{15}
E (exa)	10^{18}
Z (zeta)	10^{21}
Y (Yotta)	10^{24}

- **Aktivite birimi**

Bir radyoaktif maddenin birim zamandaki bozunma sayısına **aktivite** denir.

Aktivite birimi: Becquerel (Bq)

Eski Birim: Curie (Ci)

1 Ci=3,7x10^{10} Bq

1 Bq=2,7x10^{-11} Ci

- **Işınlanma düzeyi**

Işınlanma düzeyi, radyasyonun belirli bir ortamda (hava) atomları iyonlaştırma (iyonizasyon meydana getirme) özelliğine dayanan bir ölçüdür ve elektromanyetik radyasyon için tanımlanmıştır.

Işınlanma birimi: Coulomb/kg (C/kg)

Eski birim: Röntgen (R)

1 C/kg = 3876 R
1 R = 2,58x10-4

Soğrulan doz

Radyasyon enerjisinin ortamda iyonizasyon nedeniyle enerji olarak depolandığı miktara **soğrulan doz** denir. Birimi, Gray (Gy) = 1 Joule/kg'dır. Eski birim rad = 0,011 Gy yüksek bir doz değeridir. Radyoterapide tedavi dozları 50-60 Gy civarındadır. Klasik radyolojik tetkiklerde alınan doz 0,001Gy›den küçüktür. Yıllık doğal radyasyondan kaynaklanan doz düzeyi (toprak, kozmik, gıdalar, radon) yaklaşık 0,0024 Gy›dir.

Eş değer doz

Vücutta toplanan enerjinin ifadesidir. Düşük doz düzeylerinde radyasyonun tipine ve enerjisine göre biyolojik hasarlarını da içeren bir kavramdır. Birimi: Sievert (Sv) = 1 Joule/kg Radyasyon korunmasında kullanılan bir birimdir. Eski birim rem = 0,01 Sv. 1 Sv (Sievert) yüksek bir doz değeridir. X ışınları, gamma ışınları ve beta ışınları için 1 Gy (Gray) = 1 Sv (Sievert)`dir.

Etkin doz

Doku veya organların aldığı dozun tüm vucut için yüklediği riski ifade etmek için kullanılan bir kavramdır. Birimi **Sievert**`tir. Dünya genelinde doğal radyasyon kaynakları nedeniyle alınan yıllık etkin doz 2,4 mSv›dir. Yapılan çalışmalar, tıp alanında çalışan radyasyon görevlilerinin aldıkları dozun yıllık ortalaması 1 - 5 mSv civarında olduğunu ortaya koymaktadır.

Kalite faktörü

Farklı radyasyon türlerinin biyolojik etkilerinin farklı olması nedeniyle, radyasyonun doku üzerindeki biyolojik etkisini hesaplamak için her radyasyon türü ve enerjisi için bir kalite faktörü (Q) tanımlanmıştır. Çeşitli radyasyon türleri için kalite faktörleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.17: Radyasyon Türleri için Kalite Faktörü Tablosu

Radyasyon Türü	Kalite Faktörü (Q)
χ ışınları	1
γ ışınları	1
β ışınları	1
α ışınları	20
Elektronlar	1
Protonlar	2
Nötronlar	5-20

Doku ve organ ağırlık faktörleri

Aynı miktarda radyasyona maruz bırakılan doku ve organlardaki etkiler farklıdır. Bu yüzden doku ve organ ağırlık faktörleri (W_T) belirlenmiştir. Doku ve organ ağırlık faktörleri alttaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.18: Doku ve Organ Ağırlık Faktörleri Tablosu

Doku veya Organ	W_T
Testisler	0,20
Kolon	0,12
Kemik İliği	0,12

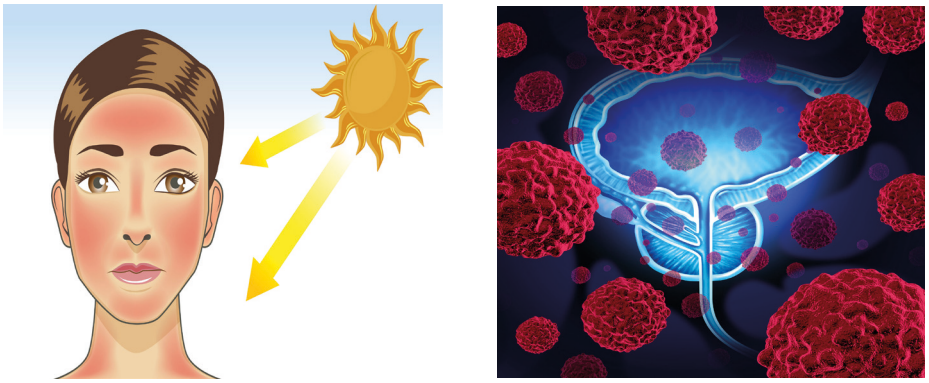
Akciğer	0,12
Mide	0,12
Mesane	0,05
Meme	0,05
Tiroid	0,05
Karaciğer	0,05
Deri	0,01

4.4.6. Radyoaktif Kirlenme ve Etkileri

Radyoaktif kirlenme veya radyolojik kirlenme, katı, sıvı veya gazların (insan vücudu dâhil) içinde veya arzu edilmeyen, varlığının bulunması amaçlanmayan yerlerde radyoaktif maddelerin bulunması sonucu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca radyoaktif maddenin bir miktarının yüzeylerdeki (ya da yüzeydeki bir birimde) etkinliğini ifade etmek amacıyla da kullanılır. Radyoaktif kirlenme, nükleer enerji santralleri, nükleer silâh üreten fabrikalar, radyoaktif madde artıkları radyoaktif kirlenme yaratan başlıca kaynaklardır. Radyoaktif maddeler yaymış oldukları elektronla hava, su, toprak ve bitkilere zarar verir. Radyoaktif maddeye sahip (radyasyonlu) hayvansal ürünler (et, balık, süt, peynir, vb.) ve bitkiler bu maddeyi besin zinciri ile insanlara ve diğer canlılara taşır. Bunun sonucunda bağışıklık mekanizmasını felce uğratmak, organları zedelemek gibi tedavisi olanak dışı olan hastalıklar meydana getirirler.

Nükleer enerji santralleri, nükleer silah üreten fabrikalar radyoaktif madde atıkları radyoaktif kirlenme yaratan başlıca kaynaklardır. Bunun yanı sıra radyasyon yayan araçlar da radyoaktif kirlenmenin nedenlerindendir.

Radyasyonun insan sağlığı üzerinde yaratabileceği etkiler yıllardır bilinmektedir. Bu etkilerin bazıları, bulantı, istifra, radyasyon yanıkları, kanser ve gelecek nesillerdeki genetik bozukluklardır. Hatta çok büyük miktarlarda radyasyon dozuna maruz kalınması hâlinde ani ölümlere ile rastlamak mümkündür. Erken etkiler çok büyük dozlardaki radyasyon, birkaç saat veya birkaç hafta içerisinde sağlık üzerinde zararlı etkiler yaratabilir. Bu tip etkiler, radyasyona maruz kalınmasından çok kısa bir süre sonra görüldüğü için erken etkiler olarak adlandırılır. Erken etkiler, öldürücü olabilen radyasyon yanıkları ve radyasyon hastalıklarıdır. Düşük dozların etkileri yıllar sonra ortaya çıkabilir. Bu etkiler, ışınlamaya maruz kalan kişinin kansere yakalanması veya çocuklarında genetik bozukluklar şeklinde kendini göstermektedir.



Görsel 4.58: Radyasyonun insan sağlığıvüzerindeki etkileri

Kısa sürede tüm vücuda alınan aşırı seviyedeki radyasyon dozları iç organlara ve dokulara yüksek oranda zarar verir ve hayati sistemler fonksiyonunu kaybeder. Birkaç gün veya hafta içinde ölüm gerçekleşir.

4.4.7. Radyasyonun Etkilerinden Korunma

Radyasyon tehditleri, içsel ve dışsal radyasyon tehditleri olmak üzere ikiye ayrılır.

◆ **İçsel radyasyondan korunma**

Solunum, sindirim ya da derideki yara ve çizikler yoluyla vücuda giren radyoaktif maddeler vücudun içinde de ışımaya devam ederler. Bu ışınlanma sonucu sadece bir organ zarar görmeyebilir, bütün vücut doku ve hücreleri zarar görür. İçsel radyasyondan korunmada önemli olan önlemler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

İyi Hijyen: İçsel radyasyondan korunmada hijyenin büyük bir önemi vardır, ellere veya ağız içine bulaşan radyoaktif çekirdekler temizlenmelidir. Yeme-içme ve ağız hijyeni dahil olmak üzere hijyen ve ev temizliği alışkanlıkları radyoaktif maddelerin zararlı etkilerinden korunmaya yardımcı olur.

Havalandırma: Solunum yoluyla maruz kalınacak içsel radyasyonlardan korunmada havalandırmanın büyük bir önemi vardır. Örneğin, doğal radyasyon kaynaklarından olan Radon yer kabuğunda bulunur. Radon yer kabuğundan geçerek bina yapı malzemeleri içerisinde yaşam alanlarına girer ve burada konsantrasyonu artar. Radonun bozunumu sonucunda oluşan kurşun ve polonyum gibi radyoaktif maddeler, havadaki partiküller ve tozlara tutunarak solunum yoluyla vücudumuza girerler. Radon konsantrasyonunu azaltmak için havalandırma yapmak gereklidir.

Açık Yaraların Kapatılması: Radyoaktif maddeler ya da parçacık türünde radyasyon, cilt üzerinde bulunan açık yaralara bulaşarak doğrudan kana geçebilir. Bu şekilde radyoaktif maddelerin ya da radyasyonun vücuda direkt alımını önlemek için açık yaraların kapatılması büyük önem arz eder.

◆ **Dışsal radyasyondan korunma**

Çevrede bulunan radyoaktif maddelerin yaydığı radyasyonun vücudumuza dışarıdan ulaşmasına **dışsal radyasyon** denir. Dışsal radyasyondan korunmada, zaman, mesafe ve zırhlama olmak üzere üç temel kavram vardır:

Zaman: Radyasyon bulunan ortamda ne kadar az zaman geçirilirse o kadar az doza maruz kalınır.
Alınan doz = (Doz hızı) x (Zaman)
Örneğin, ölçüm cihazı ortamda 50 mSv/saat'lik bir radyasyon kaynağının varlığını gösteriyorsa, bu ortamda;
1 saat kalındığında alınan doz=(50mSv/saat)x(1saat) = 50mSv
2 saat kalındığında alınan doz=(50mSv/saat)x(2saat) = 100 mSv olur.

Mesafe: Radyasyon kaynağından ne kadar uzak durulursa maruz kalınan doz o kadar az olur. Bu durum "Ters-Kare Kanunu" (Inverse Square Law) ile açıklanır. Mesafe ile radyasyonun azalma miktarı uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. Kaynaktan olabildiğince uzak durulmalıdır. Radyasyon kaynağı ile kişi arasına konulacak olan engel, radyasyonun şiddetini azaltacaktır. Kullanılan malzemenin yoğunluğu arttıkça koruyuculuğu da artar. En yaygın zırhlama malzemesi beton ve kurşundur. Radyasyon kaynağının yanında geçirilen süre arttıkça alınan radyasyon miktarı da artar. Radyasyon kaynağının yanından olabildiğince kısa sürede uzaklaşılmalıdır.

Zırhlama: Radyasyonun şiddetini zayıflatmak için önüne konan veya onu çevreleyen malzemeye **zırh** denir. Radyasyon kaynağı ile kişi arasına engel konmasına ise **zırhlama** denir. Zırhlama, alınan dozu en aza indirmeye yardımcı olur. Radyasyon tipine göre zırhlama gereksinimleri farklılık gösterir. Alfa kaynağını zırhlamada bir kâğıt parçası yeterli olurken beta kaynakları için alüminyum, gama ve x-ışınları için kurşun tabaka ve nötronlar için beton kullanılır.

◆ **Elektromanyetik radyasyondan korunmak için pratik öneriler**

- Elektrikli aletler mümkün olduğunca uzakta çalıştırılmalıdır.
- Elektromanyetik etki mesafe ile hızla azalacaktır.
- Elektrikli saat / radyo / alarm baş ucundabaşucunda bulundurulmamalıdır (pilli kullanım tercih edilmelidir.).
- Cep telefonu kullanılmadığı surece kapalı tutulmalıdır. Gerekmedikçe cep telefonları kullanılmamalıdır.

- Elektromanyetik etkiler bazı insanlarda boğazda kuruluk hissi, gözde problemler (ağrı ve görme bozukluğu), baş ağrısı, alerji, uykusuzluk, seslere karşı hassasiyet, işitme zorluğu ve yorgunluktur. Bu semptomların hızlı oluşumu ise daha çok elektrikle çalışan bilgisayar ve bilgisayar monitorlerimonitörleri, TV, floresan ve halojen lambalar, evdeki elektrik hatlarının yarattığı alanlar, evdeki elektrikli aletler ve cep telefonlarıdır.

4.4.8. Nükleer Saldırılar

Nükleer savaş, düşmana zarar vermek amacıyla nükleer silahların kullanıldığı bir savaş çeşididir. Nükleer savaş, kısa zaman içinde çok daha geniş bir alana çok daha fazla zararın verildiği bir savaş türüdür. Nükleer savaşın fiziksel etkileri on yıllar ya da yüz yıllar boyunca sürebilir. Tarih boyunca nükleer silahların savaş alanında kullanılması sadece iki defa gerçekleşmiştir.

II. Dünya Savaşı'nın son zamanlarında Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) Japonya'nın Hiroşima ve Nagazaki şehirlerinde kullandığı nükleer silahlar, nükleer silahların savaş alanında kullanıldığı tek örneklerdir.

Bir nükleer silahın fiziksel etkileri, birden fazla parametreye göre değişir. Bu parametreler bombanın cinsi, gücü, patladığı yükseklik, hava koşulları ve hedefin cinsi olarak sıralanabilir. Bu sebeple nükleer bir silahın etkileri sadece sadeceleştirilmiş bir şekilde anlatılabilir. Nükleer silahın fiziksel etkileri, morötesi ışık patlaması, elektromanyetik atma, sıcaklık, basınç ve iyonlaştırıcı radyasyon olarak sıralanabilir.

4.4.8.1. Nükleer Saldırıların Etkileri

Atom ve hidrojen silahları, patladıktan sonra aynı etki özelliklerini gösterir. Nükleer silahların etkileri; ani ve kalıntı etkiler olmak üzere ikiye ayrılır.

Ani etkiler: Patlamadan sonra ilk 1 dakika içerisinde meydana gelen etkilerdir. Işık, ısı, basınç ortaya çıkarmaktadır.

Kalıntı etkiler (radyoaktif serpinti): Patlamadan 30–60 dakika sonra başlar. İnfilaktan hemen sonra mantar biçimindeki bulutla yükselen radyoaktif maddelerin, birkaç dakika sonra yer çekiminin etkisi ile yere dökülmesi olayına **radyoaktif serpinti** denir. Bu esnada serpinti, patlamanın olduğu yere olur. Su, yiyecek, hayvan ve bitkilerde de büyük zarar görür.



Görsel 4.59: Patlama

4.4.8.2. Nükleer Saldırılara Karşı Alınabilecek Önlemler

Nükleer bir saldırı olduğunda, yemek aramak için dışarı çıkmak güvenli olmayacaktır. Sığınaklarda en az 48 saat, mümkünse daha fazla beklenmelidir. Gıda ve tıbbi gereçlerin el altında olması insanların rahat olmalarını sağlayacak ve hayatta kalmak için diğer durumlara odaklanmalarını sağlayacaktır. Yıllarca bozulmayan dayanıklı gıdaların saklanması, nükleer saldırıdan sonra uzun süre idare edilebilmesini sağlayacaktır. Pirinç, bulgur, fasulye, şeker, bal, yulaf, makarna, süt tozu, kurutulmuş meyve ve sebze gibi gıdalar uzun süre dayanabilecek gıdalardır. Ayrıca temiz su ihtiyacı için gıdada kullanılabilir plastik depolar kullanılabilir. Depolanan su, kişi başı günlük 4 litre olarak hesaplanabilir.

Bilgi edinme amaçlı ya da varlığınızı bildirmek amacıyla eşyalar da hazırlanmalıdır. Radyo en temel

iletişim aracıdır. Uzun süre yetecek kadar pil bulundurulmalıdır. Bir düdük bulundurmak, yardım amaçlı sinyal vermek için çok yararlıdır. Ayrıca cep telefonu hizmetinin kullanılabilirliği şüpheli olsa da bir telefon bulundurmak yararlıdır. Ayrıca acil durum seti hazırlanabilir. Bu set içinde, el feneri ve pilleri, gaz maskeleri, plastik levha ve yapışkan bant, gaz ve su sıkıntılarını gidermek amacıyla pense ve ingilizİngiliz anahtarı bulunmalıdır.

Tıbbi gereçler, herhangi bir yaralanma anında çok önemlidir. Bu sebeple, basit bir acil yardım seti bulundurulmalıdır. Acil yardım setinin içinde gazlı bez, steril bandajlar, antibiyotik merhem, lateks eldiven, makas, cımbız, termometre ve battaniye olmalıdır. Ayrıca, eğer sürekli gözetim altında tutulan ve ilaç tedavisi uygulanan bir hastalık var ise uzun dönem yetecek ilaç desteği bulundurulmalıdır.

◆ **Dışarıda patlama ışığı görüldüğünde yapılması gerekenler**

- Hemen çukur bir yere, duvar dibine veya kuytu bir yere yatılmalıdır.
- Kollar başınızın üstünde kavuşturulmalıdır (gözler kapalı olacak veya ışığı görmeyecek).
- Dizler karına doğru çekip kapanılmalıdır.
- Vücudun açıkta kalan yerleri kapatılmalıdır.
- Bu durum ışık, yakıcı hava hareketi ve yıkılmalar sona erene kadar korunmalıdır (1 dakika).
- Bombanın patladığını kuvvetli ışıktan hemen anlanabilir, kalkıp telaş etmeden en yakın sığınağa gidilmelidir.
- Ağız ve burun tozlara karşı bir bezle, elbise parçasıyla vb. korunmalıdır.
- Sığınağa girmeden önce giysinizdeki tozu mutlaka temizlenmelidir.
- El, yüz, saçlar ve diğer çıplak kalmış yerler mutlaka yıkanmalıdır.
- Sığınakta kullanabilecek gerekli malzemeleri alınıp ve sığınağa girilmelidir.

◆ **Evde veya iş yerinde yapılması gerekenler**

- Cam kırıklarından ve düşen eşyalardan korunmak için sırtınızı pencereye dönük masa, ranza, koltuk altlarına arkalarına yatıp örtünmelidir.
- Tehlike geçince doğruca sığınağa gitmek üzere yukarıda belirtilen hazırlıkları yapılmalıdır.

◆ **Araçta iken yapılması gerekenler**

- Araç ve motoru durdurulmalıdır.
- Açık yerlerinizi kapatılmalıdır.
- Eller başın üzerine yerleştirilerek baş korunmalıdır.
- Sırt camlara dönük olarak dizlerin üzerine kapanılmalıdır.
- Tehlike geçince sığınağa giriş hazırlıklarına başlanmalıdır.

4.4.9. Radyasyona Maruz Kalındığında Acil Müdahale

Ani nükleer radyasyon maruziyetinde çok sayıda kişi kontamine olur. Bu kişilerin çoğu yaralı değil, sadece kontaminedir (kirli). Kontamine kişilerin, hastaneye aynı anda müracaat edip sistemi kilitlemelerine izin verilmemelidir. Yapılması gereken; radyasyona maruz kalan kişilerin hızla bölgeden uzaklaştırılması, arındırma, oluşan paniğin tıbbi yönetimi ve kamuoyunun bilgilendirilmesidir. Radyasyona maruziyette arındırma, yanık tedavisi ve iyot kullanımı önemlidir. Şüpheli durumda ALO TAEK 172 aranmalıdır. En yakın sığınağa gidilmelidir. Sığınağa girmeden önce 30–60 dakika zaman mevcuttur. Sığınağa girmeden önce giysideki tozlar, çırpılır ya da süpürülür. Sağlık personeli tarafından dağıtılan iyot tableti kullanılmalıdır.

Mesafe: Radyoaktif kaynakla arasındaki uzaklık 4 metre olan bir canlı, tehlikenin üçte birinden, 7,5 metre ise yarısından, 30 metre ise dörtte üçünden korunmuş olur. Örnek: Dozu 240 R olduğu var sayılan radyoaktif kaynak mevcuttur. Korunma imkânı olmayan bir insan bu alana 4 metre uzaklıkta ise vücudunda bir saatte 160 R, 7,5 metre uzaklıkta ise 120 R, 30 metre uzaklıkta ise 60 R doz alır. Bundan dolayı binadaki üst kat yerine bodrum, kenarda bulunan oda yerine ortadaki bir odada bulunmaya dikkat edilmelidir.

4.4.10. Geçmişte Meydana Gelen Nükleer Patlama Örnekleri

- **Çernobil nükleer santral kazası**

Çernobil Nükleer Santrali, Ukrayna, Kiev şehrine 130 km uzaklıkta bulunan ve RMBK-1000 tipi 4 nükleer reaktöre sahip bir santraldir. 26 Nisan 1986 tarihinde gerçekleşen kaza, nükleer enerjinin sivil amaçlı kullanımı tarihinin çevreye, kayıt edilmiş en fazla miktarda radyoaktif madde salındığı nükleer kazadır. Kazadan sonraki 10 gün boyunca havaya büyük miktarda radyoaktif madde salınmıştır. Özellikle iki önemli izotop, İyot-131 ve Sezyum-137, halkın önemli miktarlarda doz almasına sebep olmuştur. Çevreye salınan çoğu madde enkaz üzerinde toplanmıştır ancak daha hafif maddeler rüzgâr ile taşınarak Ukrayna, Beyaz Rusya, Rusya ile İskandinavya ve Avrupa'nın bir bölümüne taşınmıştır.

Kazanın Çernobil civarında ve diğer bölgelerdeki nüfus üzerinde olası sağlık etkilerini araştırmak için kapsamlı çalışmalar yapılmaktadır. Şu ana kadar radyasyon nedeniyle oluştuğu gösterilen tek belirgin etki, Beyaz Rusya ve Ukrayna bölgesindeki çocuklarda, özellikle iyot bulaşmış sütün içilmesiyle iyot-131'in vücuda alınmasından kaynaklanan tiroit kanser vakalarının artmasıdır.



Görsel 4.60: Çernobil nükleer kazası etkisi

- **Fukushima Daiichi nükleer santral kazası**

Fukushima Nükleer Santrali, Japonya'nın Fukushima şehrine yakın sahil kenarına kurulmuştur. 11 Mart 2011 tarihinde Sendai şehrinden 130 km uzaklıkta meydana gelen 9.0 büyüklüğündeki deprem ve onu takip eden tsunami sonucu, nükleer santral tarihinin en büyük ikinci kazası meydana gelmiştir. 31 Aralık 2011 tarihinde, 11 Mart tarihinde saha içinde çalışan 19,594 kişi üzerinde radyasyona maruz kalma incelemeleri yapılmıştır. Rapora göre 167 çalışan 100 mSv üzeri doz almıştır. Bu kazada radyasyondan dolayı can kaybı bulunmamaktadır. 6 çalışan 250 mSv üzeri doz almıştır ancak bu değerler akut radyasyon hastalığına yol açmamıştır.

- **Kyshtym kazası**

Kyshtym kazası, nükleer atıkların depolandığı ve işlendiği tesiste meydana gelmiştir. Plütonyumun ayrıştırılması sonrası oluşan yüksek seviye nitrat içeren atıklar, yer altında paslanmaz çelik içindeki tanklarda tutulmaktadır. Maddelerin hava ile teması ve izleme ekipmanlarından gelen bir kıvılcım sonucu toplamda 5-10 ton TNT patlamasına eşdeğer enerji salınmasına yol açan kimyasal bir patlama olmuştur. Bu patlama sonucu, toplam aktivitesi 20 megacurie olan 70-80 ton atık çevreye yayılmıştır. Toplamda 1,000 kilometrekare alanda maruz kalınan radyasyon seviyesi 0.7 rad/gün olarak belirlenmiştir. 7-10 gün arası 600 kişi tahliye edilmiş, 18 ay sonra ise tahliye edilen kişi sayısı 10,180 kişiye ulaşmıştır.



Görsel 4.61: Nükleer atık deposu

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-1

A) Aşağıda yer alan çoktan seçmeli soruları cevaplandırınız.

1. KBRN olayları ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) KBRN; kimyasal, biyolojik, radyoaktif ve nükleer kelimelerinin kısaltmasıdır.
B) Nükleer santral kazaları ve nükleer reaktörlerin patlaması riskleri bulunur.
C) Panik ve kargaşa hâlinde hareket edilir.
D) Üst düzey kişisel koruyucu malzeme gerektirmez.
E) Çok sayıda insanın yaşamını yitirmesine ve canlıların hayatının sona ermesine/değişimine neden olmaktadır.

I. AFAD
II. Ulusal Zehir Danışma Merkezi
III. Atom Enerjisi Kurumu
IV. Nükleer Tedarikçiler Kurumu

2. Yukarıdakilerden hangisi veya hangileri ulusak düzeyde hizmet veren KBRN kurum ve kuruluşlarındandır?

A) I ve II B) II ve III C) I, II, III D) II ve III E) Hepsi

3. İkaz ve alarm işaretleri ile ilgili hangisi doğrudur?

A) Kırmızı ikaz hava saldırısı ihtimalini işaret eden 3 dakika süreli düz siren sesidir.
B) Siyah alarm KBRN tehlikesini işaret eden 3 dakika süreli kesik siren sesidir.
C) Beyaz alarm hava saldırısı ihtimalini işaret eden siren sesidir.
D) Kırmızı, siyah ve beyaz olmak üzere üç çeşit ikaz ve alarm işareti bulunmaktadır.
E) Günümüz sirenlerinde sadece ikaz ve alarm işaretleri kullanılabilmektedir.

4. Aşağıdakilerden hangisi KBRN tehlikelerinde kişisel korunma malzemelerinden değildir?

A) Koruyucu gözlük
B) Koruyucu eldiven
C) Koruyucu bot ve kılıfı
D) Koruyucu elbise
E) Gaz maskesi

Ortamda bulunan KBRN ajanının tespit edilemediği durumlarda uygulanır. En yüksek seviyede, deri cilt, göz ve solunum koruması gerektirmektedir.

5. Yukarıda tanımı verilen korunma tipi aşağıdakilerden hangisidir?

A) A tipi korunma
B) B tipi korunma
C) C tipi korunma
D) D tipi korunma
E) E tipi korunma

6. Kimyasal savaş ajanlarıyla ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Kimyasal savaş ajanları; insanlar, hayvanlar ve bitkiler üzerine doğrudan toksik etkileri nedeniyle kullanılmaktadır.
B) Katı, sıvı hâlinde sınırlı olarak kullanılabilen zehirli kimyasal maddelerdir.
C) Kimyasal savaş ajanlarının bilinen en eski formlarından biri, bitki ve hayvanlardan üretilen doğal toksinlerdir.
D) Kimyasal savaş ajanlarının amaçları öldürmek, yaralamak, paniğe sebep olmaktır.
E) Rüzgâr hızı, sıcaklık, nem, uçuculuk gibi birçok faktör kimyasal maddelerin yoğunluğuna etki eder.

7. Aşağıdakilerden hangisi toksikolojik özelliklerine göre kimyasal savaş ajanlarından değildir?

A) Sinir ajanları
B) Yakıcı ajanlar
C) Kan zehirleyici ajanlar
D) Boğucu ajanlar
E) Kalıcı ajanlar

I. Tabun GA
II. Sarin GB
III. Goman
IV. Soman GD

8. Yukarıdakilerden hangisi veya hangileri sinir ajanı çeşitlerindendir?

A) Yalnız I B) I ve II C) II, III ve IV D) II ve VI E) Hepsi

9. Kimyasal savaş ajanlarından korunma ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Sığınaklarda kişi başına 3,5-5 metreküp hava bulunması gerekmektedir.
B) Koruyucu tedbirler, bireysel olarak koruma sağlayan kişisel korunma tedbirleri ve topluluk hâlinde korunmayı sağlayan toplu koruyucu tedbirler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.
C) Kişisel korunma tedbirlerinin en önemlileri, koruyucu maske ve koruyucu elbise kullanımıdır.
D) Kişisel koruyucu elbise, kimyasal ajanın cilde temasının önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır.
E) Toplu korunma, sığınaklar ile yapılmaktadır.

10. Kan zehirleyici ajanlarına karşı korunma tipi aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) A düzeyi
B) B düzeyi
C) B düzeyi (kapalı alanda A gerektirebilir.)
D) C düzeyi (kapalı alanda B gerektirebilir.)
E) D düzeyi

B) Aşağıda verilen öncüllerin doğru olanlarını (D) yanlış olanlarını (Y) ile işaretleyiniz.

( ) KBRN, Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer kelimelerinin kısaltması olarak kullanılmaktadır.
( ) Hava saldırısı ihtimali olduğunu işaret eden sarı ikaz 3 dakika süreli düz siren sesi ile duyurulur.
( ) Beyaz ikaz, KBRN tehlikesini işaret etmektedir.
( ) Maske, 9 saniyede yüze takılmalı, 6 saniyede yüze uygun hâle getirilmelidir.
( ) C tipi korunma, en yüksek solunum korumasına ihtiyaç duyulan durumlarda tercih edilmektedir.
( ) Kimyasal savaş ajanlarının büyük ölçekteki ilk kullanımı 1. Dünya Savaşı'nda olmuştur.
( ) Kalıcı kimyasal ajanlar, 30 dakikadan daha uzun süre kalıcılığı olan ajanlardır.
( ) Boğucu ajanlar, kimyasal ajanlar içerisinde en etkin olan sınıftır.
( ) Yakıcı ajanlar genel olarak cildi, solunum sistemini, sindirim sistemini ve gözleri etkilemektedir.
( ) Kimyasal savaş ajanı kullanımından şüphe duyulması durumlarında ilk yapılması gereken ortama bir kişinin girmesi ve etkilenme durumuna göre hareket edilmesidir.

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-2

A) Aşağıda yer alan çoktan seçmeli soruları cevaplandırınız.

1. Aşağıdakilerden hangisi tehlikeli kimyasal maddelerin özelliklerinden değildir?

A) Acil veya uzun süreli sağlık sorunlarına neden olabilir.
B) Birçok endüstriyel, tarımsal kimyasal bulunmaktadır.
C) Tehlikeli maddeler; aşındırıcı, yanıcı, patlayıcı, kendiliğinden yanabilen maddelerdir.
D) Ölümcül etki göstermezler.
E) Mal ve çevreye zarar verebilir.

2. Tehlikeli maddelerin vücuda en hızlı giriş yolu aşağıdakilerden hangisidir?

A) Solunum
B) Deri
C) Göz
D) Sindirim
E) Emilim

Anne karnındaki çocukta kalıtsal olmayan bozukluklara neden olan kimyasallardır.

3. Yukarıda tanımı verilen kimyasal madde etki yolu aşağıdakilerden hangisidir?

A) Duman
B) Sis
C) Teratojenler
D) Buhar
E) Gaz

4. Sinerjik etki ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

A) Her iki madde, birbirinden tamamen ayrı bağımsız fizyolojik etkide bulunur.
B) Bir kimyasalın etkisinin başka bir kimyasal tarafından ortadan kaldırılmasıdır.
C) Kimyasalların bu etkisinden zehirlenmelerde kullanılan antidotunu (panzehirini) bulmak için yararlanılır.
D) Üç çeşit sinerjik etki bulunmaktadır.
E) Aynı organda, aynı yönde ve aynı şekilde etki ediyorlarsa "sinerjik etki" ortaya çıkar.

5. Aşağıdakilerden hangisi tehlikeli madde sınıflandırılmasında yer almaz?

A) Parlayıcı maddeler
B) Gazlar
C) Yanıcı sıvılar
D) Yanıcı katılar
E) Organik peroksitler

B) Aşağıda verilen öncüllerin doğru olanlarını (D) yanlış olanlarını (Y) ile işaretleyiniz.

( ) Kimyasal maddenin zarar verme potansiyelinin çalışma ve maruziyet koşullarında ortaya çıkması olasılığına kimyasal risk denir.
( ) Bağımsız etki, bir kimyasalın etkisinin başka bir kimyasal tarafından ortadan kaldırılmasıdır.
( ) Asit, suya hızlı bir şekilde ilave edilmelidir.
( ) Tehlikeli maddeler risk durumlarına göre uluslararası sınıflandırmada 9 sınıfa ayrılmaktadır
( ) Tutuşturucu, patlamayı harekete geçirmek için kullanılan araç, ateşleme kaynağı olarak tanımlanır.
( ) Sodyumun su ile tepkimesi kendiliğinden tutuşabilen tehlikeli maddelere bir örnektir.
( ) Oksitleyiciler, yanıcı olmadıkları hâlde bünyelerinde yanma için gerekli olan oksijeni bulundurduklarından yanabilen maddelerle temas edince reaksiyon başlatırlar.
( ) Radyoaktif Beyaz I etiketi, düşük radyasyon seviyeleri bulunan maddeleri ifade eder.
( ) Yangına müdahale için 3 kodu kuru madde ile müdahaleyi ifade eder.

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-3

A) Aşağıda yer alan çoktan seçmeli soruları cevaplandırınız.

1. Aşağıdakilerden hangisi biyolojik savaş ajanlarının vücuda giriş yollarından en tehlikelisidir?

A) Solunum
B) Sindirim
C) Deri
D) Üreme organları
E) Göz ve konjuktivit

Canlı hücreler dışında çoğalamayan, sadece protein ve genetik malzemeden oluşan çok küçük parçacıklardır.

2. Yukarıda tanımı verilen biyolojik savaş ajanı hangisidir?

A) Bakteriler
B) Toksinler
C) Virüsler
D) Mantarlar
E) Riketsialar

3. Aşağıdakilerden hangisi bakterilerin sebep oldukları hastalıklardan biri değildir?

A) Şarbon
B) Veba
C) Kolera
D) Dizanteri
E) Ebola

4. Kategori A biyolojik ajanlarla ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Kolayca yayılabilir veya insandan insana kolayca bulaşabilirler.
B) Yüksek oranda ölüme sebep olurlar.
C) Halk sağlığı için büyük bir etki yaratma potansiyeline sahiptirler.
D) Halk arasında paniğe sebep olmazlar.
E) Halk sağlığı güvenliği için özel eylem planlarını gerektirirler.

5. Aşağıdakilerden hangisi Kategori C biyolojik ajanlar sınıfında yer almaktadır?

A) Brucella
B) Hantavirüs
C) Bachillus anthracis
D) Yersinia pestis
E) Clostiridium botulinum toksini

B) Aşağıda verilen öncüllerin doğru olanlarını (D) yanlış olanlarını (Y) ile işaretleyiniz.

( ) Canlı mikroorganizma ya da zehirlerinin, hastalık ya da ölüm amacıyla askeri yapılanmaları hedef alarak kullanılması, biyolojik savaş; panik ve kargaşa yaratmak için sivil halkı hedef alması ise biyoterörizm olarak tanımlanır.
( ) Biyolojik savaş ajanlarının İnsan vücuduna girişinde en önemli ve en tehlikeli giriş yolları sırasıyla; solunum yolu, sindirim yolu ve deri yoludur.
( ) Biyolojik ajanlar bakteriler, virüsler, mantarlar ve toksinler olmak üzere dört temel gruba ayrılmaktadır.
( ) Clostridium botulinum toksini, yeryüzünde bilinen en kuvvetli toksindir.
( ) B kategorisindeki ajanlar biyolojik saldırılarda kullanılabilecek ajanlardır.
( ) Biyolojik ajana maruz kalmada B düzeyi korunma sağlanmalıdır.
( ) Biyolojik savaş ajanlarından korunmak için eğitimler verilmelidir.

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-4

A) Aşağıda yer alan çoktan seçmeli soruları cevaplandırınız.

1. Maddelerin radyoaktif özellikleriyle ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Kendiliğinden ışıma yapabilen maddeler radyoaktif maddelerdir.
B) Elementler, kimyasal tepkimelerle daha basit maddelere dönüştürülemeyen saf maddelerdir .
C) Radyoaktiflik özelliği, elementlerin katı, sıvı gaz ya da bileşik hâlinde olması etkilemektedir.
D) Bir atomda nükleon başına düşen bağlanma enerjisi ne kadar büyükse atom o kadar kararlı yapıda olur.
E) En kararlı çekirdekler hem nötron hem de proton sayıları çift olanlardır.

2. Aşağıdakilerden hangisi radyoaktif bozunma türlerinden değildir?

A) İyonlaştırıcı ışın
B) Alfa ışını
C) Beta ışını
D) Gama ışını
E) Kozmik radyasyon

3. Çekirdekteki nükleer tepkimeler sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Yukarıda tanımı verilen bozunma türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) Alfa ışını
B) Beta ışını
C) Gama ışını
D) Nötron radyasyonu
E) X ışınları

4. Bir radyoaktif maddenin birim zamandaki bozunma sayısına ne denir?

A) Soğrulan doz
B) Aktivite birimi
C) Işınlanma düzeyi
D) Etkin doz
E) Eş değer doz

5. Aşağıdakilerden hangisi radyasyonun etkilerinden korunma yöntemlerinden değildir?

A) Hijyen
B) Havalandırma
C) Yaraların açık bırakılması
D) Zaman
E) Zırhlama

B) Aşağıda verilen öncüllerin doğru olanlarını (D) yanlış olanlarını (Y) ile işaretleyiniz.

( ) Her bir atom, merkezinde pozitif yüklü küçük bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında belli sayıda elektron bulundurur.
( ) Atom numarası 83'ten büyük olan elementlerin çekirdekleri kararlı olup radyoaktiftir.
( ) Taşınan enerji, atomlarda iyonlaşmaya sebep oluyor ise iyonlaştırıcı radyasyon adını alır.
( ) Kozmik radyasyon uzayın derinliklerinden gelir.
( ) Fisyon tepkimeleri, iki hafif elementin nükleer reaksiyonlar sonucu birleşerek daha ağır bir element oluşturmasıdır.
( ) Eş değer doz, doku veya organların aldığı dozun tüm vucut için yüklediği riski ifade etmek için kullanılan bir kavramdır.
( ) Nükleer silahların etkileri; ani ve kalıntı etkiler olmak üzere ikiye ayrılır.

DEĞERLER EĞİTİMİ

ORMAN YANGINLARI

Ormanlar, dünya kara yüzeyinin yaklaşık olarak 1/3'ünü kaplamaktadır. Sağlıklı bir orman ekosistemi, biyolojik çeşitliliğin ana kaynağıdır. Bu zengin biyolojik çeşitlilik; tarım, turizm, kent ve köy yaşamına, inşaat, tıp ve eczacılığa kısacası ekolojik, ekonomik ve sosyal hayata doğrudan ve dolaylı yollarla katkı sağlamaktadır. Bu sebeplerden dolayı ormanlar, korunması gereken çevresel değerler açısından önemli bir yer tutmaktadır.

Orman yangını, gerek doğal gerekse de diğer etkiler sebebiyle ortaya çıkan hem orman içerisinde ortak bir yaşam süren canlı ve cansız varlıklara hem de çevresine ciddi zararlar veren kontrolsüz yanan ateş anlamına gelmektedir. Her ne sebep olursa olsun meydana gelen bir orman yangınında zararın boyutu; alanın toprak özellikleri, yangın mevsimi, yangını takip eden hava durumu, yangının tekerrürü, süresi ve şiddetine bağlı olarak değişmektedir. Tüm bu etmenlere bağlı olarak gelişen bir orman yangınında sadece doğal güzelliğin yok olmasının düşünülmesi yangının çıkmasına neden olmak kadar büyük bir suçtur. Çünkü yangın sonucunda sadece çok değerli varlıklarımız olan ormanlar zarar görmez aynı zamanda yaban hayatı, su kaynakları, toprak, iklim, insanların faydalandıkları alanlar ile ormanlık alanların yakını ve çevresindeki yerleşim yerleri de zarar görür. Meydana gelen bu zararların telafisi; yangın öncesinde koruyucu ve önleyici tedbirler ile başlayıp yangın esnasında yangının söndürülmesi ve sonrasındaki zararın maliyeti ile devam eden uzun bir süreç olup ülke ekonomilerinde büyük bir yer tutmaktadır.

Günümüzde orman kaynakları ve doğal varlıklara verilen değerlerin artması nedeniyle orman yangınlarını tamamem ortadan kaldırmak mümkün değildir. Meydana gelen orman yangınlarının olumsuz etkilerini daha az zarar verici duruma getirmek için yangınla mücadele çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ülkemizdeki orman varlığının neredeyse tamamının devlete ait olması nedeniyle öncelikli olarak tüm kamu kurum ve kuruluşlarının, yerel yönetimlerin, özel kurumların, sivil toplum kuruluşlarının bir bütün olarak yangınla mücadele konusunda üzerlerine düşen görevleri yerine getirmeleri gerekmektedir.

Bu kapsamda, toplum öncelikli olarak ormanların faydaları hakkında bilinçlendirilmeli ve basın-yayın organları aracılığıyla orman ve orman yangınları konusunda programlar arttırılmalıdır. Özellikle yangına hassas bölgelerde yaşayan halka orman yangınlarına sebep olan yanlış davranışlar ve ihmaller konusunda eğitici ve bilgilendirici faaliyetlerde bulunulması yangın konusunun önemini ve hassasiyetini kavramaları açısından gereklidir. Ormanlık alanlarda meydana gelen yangını vakit geçirmeden anında öğrenmek ve gerekli yerlere bilgi vermek zararı büyük oranda önlemektedir. Bunun için orman alanlarında yeterli sayıda yangın kulesi ve gözetleme yerleri yapılmalı, burada görev yapan kişilere kesintisiz haberleşme olanağı sağlanmalı ve yangına müdahale edecek itfaiye ekipleri yetiştirilmelidir.

Orman yangınlarının ülkemize verdiği zararlar ile ilgili bir makale yazınız.
Orman yangınları konusunda insanların bilinç düzeyini ölçen bir araştırma yapınız.

ÇEVRE KİRLİLİĞİ

Çevre hakkı en temel insan haklarından biridir. Bu nedenle çevrenin korunmasına yönelik yapılacak her faaliyet, insanlık için yapılmış olacaktır. Sağlıklı bir toplum oluşturulmasının ancak çevre sorunlarının çözülmesiyle mümkün olabilir. Çevre; dünya üzerinde yaşamını sürdüren canlılarının hayatları boyunca ilişkilerini sürdürdüğü dış ortamdır.

Çevrenin canlı ve cansız öğelerini olumsuz yönde etkileyen, üzerinde yapısal zararlar meydana getiren ve niteliklerini bozan yabancı maddelerin hava, su ve toprağa yoğun bir şekilde arışması olayına "çevre kirliliği" adı verilmektedir. Çevrenin insan eliyle bozulmasıdır.

Çevre kirliliği çeşitleri genel olarak; hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, gürültü kirliliği vegörüntü kirliliği olarak sınıflandırılır. Çevre kirlilikleri doğaya zarar vererek doğrudan veya dolaylıolarak doğada yaşamını sürdüren tüm canlıların zarar görmesine neden olmaktadır. Günümüzde görüntü kirliliği ve ışık kirliliği de çevre kirlilikleri olarak karşımıza çıkmakta, bu çevresel kirlilikler yine insanlar tarafından oluşturularak insanların ve diğer canlıların zarar görmesine neden olmaktadır. Çevrenin kirlenmesi, ekosistemin dengelerini bozarak iklimsel değişikliklere sebep olmaktadır. Tehlikeli kimyasal maddelerinde çevreye atılması kirliliğe büyük oranda katkı sağlar. Özellikle canlılarda etkileri daha çok görülmektedir.

Çevre kirliliği ve KBRN ilişkisi hakkında bir makale yazınız.
Çevre kirliliği ile ilgili röportaj yapınız.

KAYNAKÇA

ÖĞRENME BİRİMİ - 1

https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/elektrik-nedir-1-bolum/4222#ad-image-0 (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:16:26)
https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/enerji-kaynaklari-cocuklar-icin-elektrik/8806#ad-image-0 (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:16:30)
https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/statik-elektrik-nedir-ve-nasil-olusur/11899#ad-image-0 (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:16:36)
https://tr.wikipedia.org/wiki/%C5%9Eim%C5%9Fek_ve_y%C4%B1ld%C4%B1r%C4%B1m (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:16:42)
http://elektrikelektronikegitimi.blogspot.com/2018/04/statik-durgun-elektrik-ve.html (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:16:51)
http://elektrikelektronikegitimi.blogspot.com/2018/04/statik-elektrigin-zarar-verebilecegi.html (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:17:02)
https://bilgihanem.com/elektrik-akimi-nedir/ (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:17:08)
https://teknolojiprojeleri.com/elektronik/elektrik-akimi-birimleri-ve-cesitleri-nedir (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:17:13)
https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/elektrik-akiminin-etkileri/15389#ad-image-0 (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:17:17)
http://elektrikelektronikegitimi.blogspot.com/2018/04/elektrik-akmnn-isk-etkisi-nedir.html (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:17:23)
http://elektrikelektronikegitimi.blogspot.com/2018/04/elektrik-akmnn-manyetik-etkisi-manyetik.html (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:17:26)
http://elektrikelektronikegitimi.blogspot.com/2018/04/elektrik-akmn-kimyasal-etkisi.html (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:17:31)
http://elektrikelektronikegitimi.blogspot.com/2018/04/elektrik-akmnn-fizyolojik-bedensel.html (Erişim tarihi 01/07/2020 saat:17:41)

ÖĞRENME BİRİMİ-2

Anadolu Üniversitesi, Temel Yangın Güvenliği.
İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı.
Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı
Atatürk Üniversitesi, Kimyasal Maddeler ve Tehlikeleri.
Kılıç, Abdurrahman, Yangın Yerinde Zehirli Gazlardan Doğan Tehlikeler.
Ateş, Mehmet, H., Araç ve Malzeme Bilgisi.
https://www.canlidershane.net/gazlar-gazlarin-genel-ozellikleri-gazlarda-basinc- hacim-mol- sayisi-ve-si-caklik-i%CC%87liskisi-acik-hava-basincinin-olculmesi- gaz-basincinin-olculmesi- 36772?id=36772(Oluş-turma tarihi 27.04.2020 Saat 16:02)
https://bikifi.com/biki/madde-ve-ozellikleri-adezyon-ve-kohezyon(Oluşturma tarihi 30.04.2020 Saat12:37)
https://sivi.nedir.org/(Oluşturma tarihi 28.04.2020 Saat 15:04)
http://bilgioloji.com/pages/fen/fizik/sicaklik/erime-ve-donma-noktasi-nelerden-etkilenir/(Oluşturma tarihi 02.05.2020 Saat 19.32)
http://fenbilimleri.org/soru-bankasi/item/173-y%C3%BCzme-ve-batma-olaylari.html https://webders.net/863/sivilarin-ozellikleri.html(Oluşturma Tarihi 04.05.2020 Saat 17:21)

ÖĞRENME BİRİMİ-3

https://fizikdersi.gen.tr/sicaklik-nedir-nasil-olculur/ (Erişim tarihi 30/06/2020 saat:15:17)
https://fizikdersi.gen.tr/isi-nedir-nasil-olculur/ (Erişim tarihi 30/06/2020 saat:15:23)
https://tr.wikipedia.org/wiki/Genle%C5%9Fme (Erişim tarihi 30/06/2020 saat:15:34)

https://www.onlinefizik.com/isinan-maddelerde-genlesme/ (Erişim tarihi 30/06/2020 saat:15:42)
https://tr.wikipedia.org/wiki/Genle%C5%9Fme#Kat%C4%B1larda_genle%C5%9Fme (Erişim tarihi 30/06/2020 saat:15:51)
http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Is%C4%B1%20Transferi.pdf (Erişim tarihi 30/06/2020 saat:16:03)
https://www.canlidershane.net/print?id=36809&url=https%3A%2F%2Fwww.canlidershane.net%2Ftepkime-entalpisini-ifade-eden-bazi-terimler-tepkime-isilarinin-toplanabilirligi-hess-yasasi-tepkime-entalpilerinin-bag-enerjilerinden-bulunmasi-kalorimetrik-yontemle-entalpi-hesabi-entalpi-diyagramlarindan-h-degerinin-bulunmasi- 36809%3Fid%3D36809%26xmetin%3DAtom%2520Kutlesi%26iframe%3Dtrue%26width%3D100%25%26height%3D100%25 (Erişim tarihi 30/06/2020 saat:16:08)
https://www.fizik.net.tr/site/isi-iletim-yollari/ (Erişim tarihi 30/06/2020 saat:16:11)
https://fizikdersi.gen.tr/isi-iletim-hizi-nedir-tanim-ornekler/ (Erişim tarihi 30/06/2020 saat:16:18)
https://tr.wikipedia.org/wiki/Termodinamik_kanunlar%C4%B1 (Erişim tarihi 30/06/2020 saat:16:23)
https://www.fizikbilimi.gen.tr/isinin-yayilma-yollari/ (Erişim tarihi 30/06/2020 saat:16:33)
https://www.yanginokulu.com/yanginin-kimyasi/ (Hakan Savaş ÖZYILMAZ) (Erişim tarihi 30/06/2020 saat:16:42)

ÖĞRENME BİRİMİ-4

Milli Eğitim Bakanlığı, İtfaiyecilik ve Yangın Güvenliği alanı, Kimyasal, Biyolojik, Radyoaktif ve Nükleer (Kbrn) Etkiler Modülü, Ankara, 2013.
T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, KBRN Terimler Sözlüğü. Haziran, 2014.
T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ülkemizdeki Kbrn Olaylarından Örnek vakalar ve Müdahale Yöntemleri.
T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı Ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğü, Kimyasalların Güvenli Depolanması. Ankara, 2011.
Çabuk, B., Tün M., KBRN Savunma ve Güvenlik, Anadolu Üniversitesi. Eskişehir, Ağustos, 2018.
Arda, C., Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı, KBRN Olaylarının Önemi Sunumu.
Erkekoğlu, P., Koçer, B., Kimyasal Savaş Ajanları: Tarihçeleri, Toksisiteleri, Saptanmaları ve Hazırlıklı Olma, Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy Review Article Volume 38 / Number 1 / January 2018 / sayfa: 24-38.
Söyleriz, Y., Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Çevre Sağlığı Daire Başkanlığı, Tehlikeli Kimyasal Maddelerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri Sunumu, Ankara.
Milli Eğitim Bakanlığı, Acil Sağlık Hizmetleri alanı, Kimyasal Biyolojik Radyasyon ve Nükleer (Kbrn) Tehlikelerde Acil Yardım Modülü, Ankara, 2011.
Öz, H.,R., Karaca, F., Eldemir, F., Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer (KBRN) Kongresi Bildiri Kitabı, Fatih Üniversitesi, İstanbul, 2009.
Tavman, A. Kimyasallar vVe Tehlikeleri, İş Sağlığı ve Güvenliği, Önlisans Programı (Uzaktan Öğretim) Ders Notu. İstanbul Üniversitesi, Ocak, 2016.
Daştan, A., Alanyalıoğlu, M, Arık, M., Kimyasal Maddeler ve Tehlikeleri, Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi yayını, Erzurum, 2020.
Poyarkov ,V., T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Nükleer Tehlikeler Hakkında Temel Bilgiler: Çernobil ve Fukuşima'dan Alınan Dersler, Ankara,2018.
Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığı, Tehlikeli Maddeleri Tanıma Rehberi, Ankara, Temmuz, 2012.
Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığı, Tehlikeli Maddeler ve Tehlikeli Maddelerin Sınıflandırılması, Ankara, Temmuz, 2012.

DEĞERLER EĞİTİMİ

S. Ayanoğlu, M. Dölarslan**, E.** Gül**, (2017) Sadece Bir Yangın mı? Ekolojik ve Sosyo-Ekonomik Açıdan Orman Yangınları**
Prof. Dr. ÖZTÜRK İ.,(2014) Katı Atık Yönetimi ve AB Uyumlu Uygulamaları.

GÖRSELİN KAYIT ADI	KİTAPTAKİ ADI	GÖRSEL KİMLİĞİ	SİTE
Elektrik	Görsel 1.1:elektrik	86547309	123rf
mavi elektrik	Görsel 1.1 mavi elekrik	86547299	123rf
nükleer santral	Görsel 1.2 nükleer santral	49799299	123rf
kömür	Görsel 1.3 kömür	46965509	123rf
doğal gaz	Görsel 1.4 doğal gaz	30278950	123rf
güneş enerjisi	Görsel 1.5 güneş enerjisi	66715827	123rf
rüzgâr enerjisi	Görsel 1.6 rüzgâr enerjisi	11236468	123rf
hidroelektrik	Görsel 1.7 hidroelektrik	111831289	123rf
jeotermal	Görsel 1.8 jeotermal	96944761	123rf
biyokütle	Görsel 1.9 biyokütle	96905014	123rf
statik	Görsel 1.10 statik elektrik	128380799	123rf
şimşek	Görsel 1.11 şimşek	40609402	123rf
yıldırım	Görsel 1.12 yıldırım	45487468	123rf
Statik elektrik zararı	Görsel 1.13 statik elektrik zararı	89616155	123rf
Baskı teknolojisi	Görsel 1.14 baskı teknolojisi	93389972	123rf
Zımpara kağıdı	Görsel 1.15 zımpara kağıdı	90869786	123rf
boyama	Görsel 1.16 boyama işleri	83469235	123rf
Baca	Görsel 1.17 baca filtresi	95899506	123rf
Televizyon	Görsel 1.18 televizyon	38068661	123rf
Tedbirler	Görsel 1.19 tedbirler	110899209	123rf
Doğru akım	Görsel 1.20 doğru akım	87963315	123rf
Alternatif akım	Görsel 1.21 alternatif akım	129386895	123rf
Isıtıcı	Görsel 1.22 ısıtıcı	39881478	123rf
Işık	Görsel 1.23 ışık	95478982	123rf
Manyetik etki	Görsel 1.24 manyetik etki	90394273	123rf
Pil	Görsel 1.25 pil	90828864	123rf
Elektrik çarpması	Görsel 1.26 elektrik	97622911	123rf
Önlemler	Görsel 1.27 önlemler	31055787	123rf

Görsel Kayıt Adı	Kitaptaki Adı	Görsel Kimliği
Yangın tetrahedronu	Görsel 2.1: Yangın tetrahedronu	https://lh3.googleusercontent.com/wuHWPDUdJELt1KZV-VOQudWI-k8YZ7wl_voojzb-NqAStnyLVFNEQXuzv8v2k-KXRy7W3gVolo=s113
Katı yanıcı madde	Görsel 2.2: Katı yanıcım	135707198
Sıvı yanıcı maddelerin buharlaşarak yanması	Görsel 2.3: Sıvı yanıcı maddelerin buharlaşarak yanması	İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı Kütüphanesi
Gaz yanıcı madde	Görsel 2.4: Gaz yanıcı madde	12204147

Basınçlı gazlı oksijen tüpü	Görsel 2.5: Basınçlı gazlı oksijen Tüpü	113048982
Demirin paslanması	Görsel2.6: Demirin paslanması	84979633
Hızlı yanma	Görsel 2.7: Hızlı yanma	93209517
Dinamit patlaması	Görsel 2.8: Dinamit patlaması	34631547
Yangın sınıfları	Görsel: 2.9: Yangın sınıfları	İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı Kütüphanesi
Zehirli gazların havaya karışması	Görsel 2.10: Zehirli gazların ha- vaya karışması	70012984
İhmal ve dikkatsizlik	Görsel 2.11: İhmal ve dikkatsizlik	83322859
Trafik kazasına bağlı yangın	Görsel 2.12: Trafik kazasına bağlı yangın	61740381
Yıldırım düşmesi	Görsel 2.13: Yıldırım düşmesi	106514895
Amorf katı camın yapılışı	Görsel 2.14: Amorf katı camın yapılışı	82264420
Kar taneleri kristal yapısı	Görsel 2.15: Kar taneleri kristal yapısı	96942219
NaCl (sofra tuzu) iyonik katı yapısı	Görsel 2.16: NaCl (sofra tuzu) iyonik katı yapısı	29087324
Elmas	Görsel 2.17: Elmas	43335631
İşlenmiş alüminyum parçaları	Görsel 2.18: İşlenmiş alüminyum parçaları	63509835
Suya batmayan buz	Görsel 2.19: Suya batmayan buz	51349021
Suya batmayan gemiler	Görsel 2.20: Suya batmayan gemiler	83227413
Sıvılar	Görsel 2.21: Sıvılar	119000490
Sıvılar	Görsel 2.22: Sıvılar	30682288
Sıvılar içine kondukları kabın şeklini alırlar.	Görsel 2.23: Sıvılar içine kondukları kabın şeklini alması	91720400
Suyun birbirlerine tutunması kohezyon suyun yaprağa tutunması adezyon	Görsel 2.24: Suyun birbirlerine tutunması kohezyon suyun yaprağa tutunması adezyon	104225771
Su içinde yoğunluğu sudan fazla olan madde batar yoğunluğu az olan yüzer	Görsel 2.25: Su içinde yoğunluğu sudan fazla olan madde batar yoğunluğu az olan yüzer	136375452

Yüksek vizkoziteli bal	Görsel 2.26: Yüksek vizkoziteli bal	42655945
Madeni bir barometre	Görsel 2.27: Madeni bir barometre	95107057
Açık hava basıncının ölçülmesi	Görsel 2.28: Açık hava basıncının ölçülmesi	Googleden

Su ile müdahale	Görsel 2.29: Su ile müdahale	87615278
Düşük genleşmeli köpük uygulaması	Görsel 2.30: Düşük genleşmeli köpük uygulaması	92006306
Orta genleşmeli köpük uygulaması	Görsel 2.31: Orta genleşmeli köpük uygulaması	33768517
Yüksek genleşmeli köpük uygulaması	Görsel 2.32: Yüksek genleşmeli köpük uygulaması	Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı Kütüphanesi
Karbondioksit gazlı yangın söndürme cihazı	Görsel 2.33: Karbondioksit gazlı yangın söndürme cihazı	34543537
CO_2 gazlı yangın söndürme cihazının bölümleri	Görsel 2.34: CO_2 gazlı yangın söndürme cihazının bölümleri	İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı Kütüphanesi
Karbondioksit tüpü ile yangına müdahale	Görsel 2.35: Karbondioksit tüpü ile yangına müdahale	34715761
Kuru kimyevi tozlu yangın söndürme cihazı	Görsel2.36: Kuru kimyevi tozlu yangın söndürme cihazı	93515893
Kuru kimyevi tozun manometresinin bulunması gereken basınç aralığı	Görsel 2.37: Kuru kimyevi tozun manometresinin bulunması gereken basınç aralığı	103847599
BC tozlu yangın söndürme cihazı	Görsel 2.38: BC tozlu yangın söndürme cihazı	İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı Kütüphanesi
D tozlu yangın söndürme cihazı	Görsel 2.39: D tozlu yangın söndürme cihazı	İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı Kütüphanesi
: Manometre ibresi yeşil bölgede üzerinde	Görsel2.40: Manometre ibresi yeşil bölgede üzerinde	Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı Kütüphanesi
Yangın söndürme cihazı mührü üstünde olmalıdır	Görsel2.41:Yangın söndürme cihazı mührü üstünde olmalıdır	Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı Kütüphanesi
Yangın söndürme cihazının üstünden pimin çıkartılması	Görsel2.42: Yangın söndürme cihazının üstünden pimin çıkartılması	Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı Kütüphanesi

Yangın söndürme cihazıyla yanan yere müdahale edilmesi	Görsel2.43: Yangın söndürme cihazıyla yanan yere müdahale edilmesi	İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı Kütüphanesi
CO_2 cihazının boşaltma borusunun doğru tutulması	Görsel 2.44: CO_2 cihazının boşaltma borusunun doğru tutulması	Ankara Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı Kütüphanesi

Grafik Kayıt Adı	**Grafik Kitaptaki Adı**	**Grafik Kimliği**
Katı buzun sıcaklık zaman grafiği	Grafik 2.1: Katı buzun sıcaklık zaman grafiği	Komisyon tarafından oluşturuldu.
Hacim formülleri	Şekil 2.1: Hacim formülleri	Google dan
Öz kütle belirlemede kütle hacim grafiği	Grafik 2.2: Öz kütle belirlemede kütle hacim grafiği	
Kapalı ve açık uçlu manometrelerde $P_{x(gaz)}$ miktarının ölçülme formülleri	Şekil 2.2: Kapalı ve açık uçlu manometrelerde $P_{x(gaz)}$ miktarının ölçülme formülleri	https://lh3.googleusercontent.com/-CTIL_Hmzhod-Mw_VUzq_vSjTAG6m

Tablonun Kayıt Adı	Tablonun Kitaptaki Adı
Endüstride Kullanılan Bazı Maddelerin Tutuşma Sıcaklığı	Tablo 2.1: Endüstride kullanılan bazı maddelerin tutuşma sıcaklığı
Kristal katı türleri	Tablo 2.2: Kristal katı türleri
Bazı maddelerin öz kütleleri	Tablo 2.3: Bazı maddelerin öz kütleleri
Uluslararası öz kütle, kütle, hacim birimi	Tablo 2.4: Uluslararası öz kütle, kütle, hacim birimi
Bazı sıvıların vizkozite değerler	Tablo 2.5: Bazı sıvıların vizkozite değerleri
Parlayıcı ve yanıcı sıvıların sınıflandırılması	Tablo 2.6: Parlayıcı ve yanıcı sıvıların sınıflandırılması
Bazı yanıcı gazların alt ve üst patlama limitleri	Tablo 2.7: Bazı yanıcı gazların alt ve üst patlama limitle- ri
Yanıcı maddelerin yanma şekilleri	Tablo 2.8: Yanıcı maddelerin yanma şekilleri
Köpük konsantre çeşitlerinin yangına müdahale özelliklerinin mukayese edilmesi	Tablo 2.9: Köpük konsantre çeşitlerinin yangına müdahale özelliklerinin mukayese edilmesi
Halon söndürücülerin çeşitleri ve yasaklanma nedenleri	Tablo 2.10: Halon söndürücülerin çeşitleri ve yasaklan- ma nedenleri
Söndürme prensiplerinin uygulanışı hakkında bilgilendirme	Tablo 2.11: Söndürme prensiplerinin uygulanışı hakkın- da bilgilendirme
Sınıfına göre yangına müdahale malzemeleri	Tablo 2.12: Sınıfına göre yangına müdahale malzemeleri
Sınıfına göre yangına müdahale yöntemi	Tablo 2.13: Sınıfına göre yangına müdahale yöntemi

GÖRSELİN KAYIT ADI	KİTAPTAKİ ADI	GÖRSEL KİMLİĞİ	SİTE
Sıcaklık	Görsel 3.1 Sıcaklık	51005169	123RF
Bina yangını	Resin 3.2 bina yangını	63256289	123RF
Genleşme	Görsel 3.3 genleşme	100714394	123RF
Reaksiyon	Görsel 3.4 reaksiyon	145201551	123RF
Yanma	Görsel 3.5 yanma	146025119	123RF
Kalorimetre	Görsel 3.6 kalorimetre	146699789	123RF
Yangın	Görsel 3.7 yangın	103995710	123RF
Yangın söndürme	Görsel 3.8 yangın söndürme	40617725	123RF
Kondüksiyon	Görsel 3.9 kondüksiyon	101601676	https://lh3.google-usercontent.com/lIDKrqYiIhnn-B0RFVwHkTHX-VIz_sFEbsqu-Mb
Katı yanma	Görsel 3.10 katı yanma	47295652	123RF
Yangın riski	Görsel 3.11 riskler	93691457	https://lh3.goo-gleusercontent.com/VirFi7NQL-908blMdCWO-qeVP8C62PU-jVbS8BLzvH3i7fP-w1P7f63amBQlL-CPUYmbO5cHL-Hg=s97
Mutfak yangını	Görsel 3.12 önlemler	116478867	123RF
konveksiyon	Görsel 3.13 konveksiyon	140169046	123RF
Işıma	Görsel 3.14 Işıma	38341481	123RF
Koridor yangını	Görsel 3.15 Yangın	35637195	123RF

WEB KAYNAKLARI

AFAD. Erişim adresi: https://www.afad.gov.tr/kbrn Erişim Tarihi: 20.04.2020.
Abdurrahman İnce Kişisel Web sitesi. Erişim adresi: http://www.abdurrahmanince.net/?islem=-tehlikeli_maddele Erişim tarihi: 24.04.2020.
Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu. Erişim adresi: https://www.taek.gov.tr/tr/uaea.html Erişim tarihi: 20.04.2020.
Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi (ICRP). Erişim adresi: https://www.icrp.org/ Erişim tarihi 17.04.2020.
Avrupa Atom enerjisi topluluğu hakkında bilgi. Erişim adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/Avrupa_Atom_Enerjisi_Toplulu%C4%9Fu Erişim tarihi: 17.04.2020.
Ulusal Zehir Danışma Merkezi. Erişim adresi: https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/idarivemaliisler-birimler/idarimaliisler-uzem.html Erişim tarihi: 20.04.2020.
Nükleer Tedarikçiler Grubu hakkında bilgi. Erişim adresi: https://tr.qwe.wiki/wiki/Nuclear_

Suppliers_Group Erişim tarihi: 24.04.2020.
AFAD İkaz ve Alarm İşaretleri. Erişim adresi: https://www.afad.gov.tr/ikaz-alarm-isaretleri Erişim tarihi: 21.04.2020.

GÖRSEL KAYNAKÇA

Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu amblemi. Erişim adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/Uluslararas%C4%B1_Atom_Enerjisi_Kurumu
CERN amblemi. Erişim adresi: https://home.cern/
NSG amblemi. Erişim adresi: https://tr.qwe.wiki/wiki/Nuclear_Suppliers_Group
Zangger Komitesi amblemi. Erişim adresi: http://zanggercommittee.org/
AFAD amblemi. Erişim adresi: https://www.afad.gov.tr/
TAEK amblemi. Erişim adresi: https://www.taek.gov.tr/tr/
TSK amblemi. Erişim adresi: http://www.kkk.tsk.tr/KKKHakkinda/KKKAmblem.aspx
UZEM amblemi. Erişim adresi: https://acilafet.saglik.gov.tr/ulusal-zehir-danisma-merkezi/
Ünite kapak fotoğrafı. **Shutterstock sitesi. Görsel kimliği:1675430647**

Kitaptaki adı	**Görsel kimliği**
Görsel 4.1 KBRN amblemleri	97758260
Görsel 4.2 KBRN sebeiyle ortaya çıkan yangın	103995710
Görsel 4.3: Hiroşima atom bombasının patlamasından sonra meydana gelen mantar şeklindeki bulut	109772373
Görsel 4.4: Çernobil nükleer kazasının etkisi	43203245
Görsel 4.13: Gaz maskesi	120136607
Görsel 4.14: Gaz maskesinin bölümleri	54369226
Görsel 4.15: KBRN koruyucu elbise	100484162
Görsel 4.16: A tipi koruyucu elbise	73165056
Görsel 4.17: B tipi koruyucu elbise	101486669
Görsel 4.18: C tipi koruyucu elbise	19563641
Görsel 4.19 Kimyasal maddelerin yayılım yolu örnekleri	35818855 105916485 101206630
Görsel 4.20: KBRN ajanları kullanımı şüphesi	143662942
Görsel 4.21: Bulantı	44034913
Görsel 4.22 Solunum güçlüğü	38679394
Görsel 4.23: Yakıcı ajana maruziyet sonucu oluşan kabarcıklar	101429279

Görsel 4.24: Gözlerde kızarıklık	112712093
Görsel 4.25: Bilinç kaybı, bayılma	82152716
Görsel 4.26: Nefes almada zorluk	118420257
Görsel 4.27: Ağız kuruluğu	111760211
Görsel 4.28 : Ciltte yanık	99305141
Görsel 4. .29: Zehirli endüstriyel maddelerin atığı	122614830
Görsel 4.30: Kimyasal madde	55644554
Görsel 4.31: Tehlikeli maddelerin etkileri	91127281 90445589
Görsel 4.32: Tehlikeli madde deposu	58879366
Görsel 4.33: Bhopal felaketinden sonra böcek üretimi yapan fabrika	135725661
Görsel 4.34: Denize kimyasal madde dökülmesi	116778730
Görsel 4.35: Tehlikeli maddelerin etki yolu örnekleri	90837542 41157493 95590032
Görsel 4.36: Nükleer patlama	101214420
Görsel 4.37: Sınıf 1 Patlayıcı maddeler kodu	33753966
Görsel 4.38: Sınıf 2 Gazlar kodu	124273778
Görsel 4.39: Sınıf 3 Yanıcı sıvılar kodu	51782885
Görsel 4.40: Sınıf 4 yanıcı katılar kodu	60316235
Görsel 4.41: Sınıf 5 oksitleyiciler ve organik peroksitler kodu	15121733 124273773
Görsel 4.42: Sınıf 6 zehirleyici ve bulaşıcı maddeler kodu	124273771
Görsel 4.43: Sınıf 7 radyoaktif madde kodu	122255183
Görsel 4.44: Sınıf 8 aşındırıcı maddeler kodu	124273769
Görsel 4.45: Sınıf 9 diğer tehlikeli maddeler kodu	124273766
Görsel 4.46: Biyolojik ajan örnekleri	41649484
Görsel 4.47: Biyolojik tehlike işareti	101313778
Görsel 4.48: Biyolojik ajanların bulaşma yolu örnekleri	121821494 92810581
Görsel 4.49: Bakteriler	47669719

Görsel 4.50: Aflatoksin	103579107
Görsel 4.51: AIDS'e sebep olan virüs	45465250
Görsel 4.52: Radyoaktif madde sembolü	97548558
Görsel 4.53: Atomun yapısı	50574086
Görsel 4.54: Alfa radyasyonunu durdurma örneği	19023431
Görsel 4.55: Doğal radyasyon kaynakları	38341482 97920613
Görsel 4.56: Yapay radyasyon kaynakları	84488450 101586086 50212658
Görsel 4.57: Fisyon tepkimesi	85583817
Görsel 4.58: Radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkileri	90390181 42215283
Görsel 4.59: Patlama	36301776
Görsel 4.60: Çernobil nükleer kazası etkisi	114468037
Görsel 4.61: Nükleer atık deposu	125126877
Metin içerisinde bilinmeyen notlar için soru işareti	45045370
Metin içerisinde önemli notlar için ünlem işareti	61463260

Kitap Kapak Görseli : http://itfaiye.ibb.gov.tr/img/20197174646195514032244 6.jpg

CEVAP ANAHTARI

ÖĞRENME BİRİMİ - 1

ÖLÇME DEĞERLENDİRME

1.A 2.E 3.B 4.C 5.C 6.D 7.A 8.B 9.E 10.D

ÖĞRENME BİRİMİ - 2

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-1

1.D 2.A 3.D 4.C 5.B 6.E 7.B 8.E 9.D 10.C

BOŞLUK DOLDURMA CEVAPLARI

1. Yanıcı madde, oksijen, su
2. Alt yanma sınırı
3. Asetilen
4. A sınıfı
5. Müsaade edilen azami konsantrasyon

DOĞRU YANLIŞ CEVAP ANAHTARI

1.D 2.Y 3.D 4.D 5.Y

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-2

1.A 2.B 3.D 4.C 5.B 6.E 7.D 8.A 9.E 10.D

BOŞLUK DOLDURMA CEVAPLARI

1. Camsı geçiş sıcaklığı
2. kg/m³, kg, m³
3. Kohezyon, adezyon
4. patlama
5. açık hava basıncı

DOĞRU YANLIŞ CEVAP ANAHTARI

1.D 2.Y 3.Y 4.D 5.D

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-3

1.A 2.E 3.B 4.D 5.A 6.C 7.A 8.D 9.B 10.E

BOŞLUK DOLDURMA CEVAPLARI

1. Söndürme
2. Su (basınçlı su), köpük konsantresi (deterjan), hava
3. İşlenmiş azot gazı
4. Örtme, boğma, oksijen azaltma
5. Karbondioksit gazı

DOĞRU YANLIŞ CEVAP ANAHTARI

1.D 2.Y 3.D 4.Y 5.Y

ÖĞRENME BİRİMİ - 3

ÖLÇME DEĞERLENDİRME

1.A 2.B 3.C 4.D 5.A 6.E 7.B 8.A 9.B 10.C

ÖĞRENME BİRİMİ - 4

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-1

1.D 2.C 3.B 4.A 5.A 6.B 7.E 8.E 9.A 10.C

DOĞRU YANLIŞ CEVAP ANAHTARI

1.D 2.D 3.Y 4.D 5.Y 6.D 7.D 8.Y 9.D 10.Y

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-2

1.D 2.A 3.E 4.E 5.A

DOĞRU YANLIŞ CEVAP ANAHTARI

1.D 2.Y 3.Y 4.D 5.D 6.Y 7.D 8.Y 9.Y

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-3

1.A 2.C 3.E 4.D 5.C

DOĞRU YANLIŞ CEVAP ANAHTARI

1.Y 2.D 3.Y 4.D 5.Y 6.Y 7.D

ÖLÇME DEĞERLENDİRME-4

1.A 2.A 3.D 4.B 5.C

DOĞRU YANLIŞ CEVAP ANAHTARI

1.D 2.Y 3.D 4.D 5.Y 6.Y 7.D