

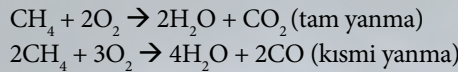
Sessiz Katil

# Karbonmonoksit

Dünyaca ünlü yazar Emile Zola, televizyon yıldızı Shain Gandee, 70'li yılların tenis yıldızı Vitas Gerulaitis, gazelhan Kazancı Bedih ve tarihe iz bırakmış pek çok kişinin katili aynı. Genç yaşlı, kadın erkek, zengin fakir ayrımı yapmadan her yıl binlerce insanı öldürüyor. Bu yüzden de bazıları tarafından "eşitlikçi" olarak sıfatlandırılıyor. Görünmediği, kokusu ve tadı olmadığı için de hayli sinsî. Her kış, haber bültenlerinde neden olduğu ölümlerle bizi sarsan, "acaba benim de başıma gelir mi" diye şüpheye sevk eden, ama bir süre sonra bir dahaki habere kadar unuttuğumuz bir suçlu: Karbonmonoksit.

## Niçin Zehirli?

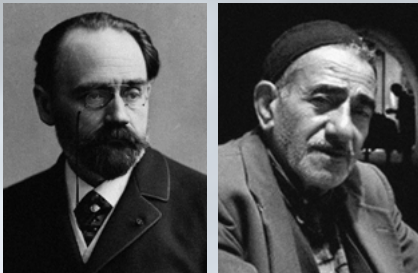
**K**arbonmonoksit karbon içeren yakıtların -odun, kömür, doğalgaz, kalorifer yakıtı, akaryakıt- yanma ürünlerinden biri. Örneğin büyük bir kısmı metandan (CH<sub>4</sub>) oluşan doğal gaz yandığında su buharı (H<sub>2</sub>O) ve göreceli olarak zararsız karbondioksit (CO<sub>2</sub>) açığa çıkar. Ancak yanma havanın, dolayısıyla oksijenin yetersiz olduğu ortamda -baca tıkanmasında olduğu gibi- gerçekleşirse zehirli bir molekül olan karbonmonoksit oluşur.



Karbonmonoksitin zehirli olmasının nedeni kanımızda bulunan hemoglobin molekülünün ona olan yüksek bağlanma isteği. Bir nevi açgözlülük. Kırmızı kan hücrelerinde bulunan bir protein olan hemoglobin, soluduğumuz havadaki oksijeni dokularımıza taşır. Ancak hemoglobine bağlanabilen tek molekül oksijen (O<sub>2</sub>) değil. Hemoglobin karbonmonoksite de bağlanabiliyor. CO ve O<sub>2</sub> taşınması arasındaki "can alıcı" fark ise karbonmonoksitin hemoglobine oksijenden 250 kat daha güçlü bağlanması. Bu yüzden hemoglobin moleküllerine bağlanan karbonmonoksit molekülleri oksijenin dokulara taşınmasına engel oluyor. Böylece bir süre sonra oksijensizlik yani zehirlenme baş gösteriyor. Karbonmonoksitin bir insanı etkilemesi için ortamda maalesef çok büyük miktarlarda bulunması da gerekmiyor. Soluduğunuz hava temizse hacimce %21 oksijen içerir. Eğer bu hava %0,1 oranında karbonmonoksit içeriyorsa bir saat içinde kanımızdaki hemoglobin moleküllerinin %50'sine oksijen yerine karbonmonoksit bağlanır. Bu ise ölüm demektir.

Okul yıllarında natüralizm akımının öncüsü olarak tanıdığımız Emile Zola da karbonmonoksit zehirlenmesi yüzünden hayatını kaybetmiş.

Sıra gecesi geleneğinin ustalarından Bedih Yoluk (Kazancı Bedih) ve eşi katalitik sobadan CO'dan dolayı 2004 yılında zehirlenerek hayatını kaybetti.



## 114

## Sağlık Bakanlığı'na bağlı Ulusal Zehir Danışma Merkezi'nin (UZEM) numarası. UZEM 24 saat hiç kesintisiz hizmet veriyor.

### Ondan Nasıl Kurtulacağız?

Karbonmonoksit akciğerlerimizde hemoglobinle birleşerek karboksihemoglobin (COHb) oluşturur. Atmosferik basınçta karboksihemoglobinin yarı ömrü yani hemoglobin moleküllerinin yarısının bağlandığı CO moleküllerinden kurtulma süresi 4-6 saat arasında değişir. Eğer kişi az miktarda zehirlenmişse temiz hava bulunan bir ortama geçerek bir süre sonra kendine gelebilir. Ancak ciddi miktarda karbonmonoksit zehirlenmelerinde daha hızlı çözüm sunan yöntemlere ihtiyaç duyulur. Bu yöntemlerden biri zehirlenen kişiye oksijen maskesi vasıtasıyla oksijen solutmaktır. Böylece zehirlenen kişi kabaca %20'si oksijen olan hava yerine tamamen oksijen solumaya başlar. Bu durumda karboksihemoglobinin yarı ömrü 1,5 saatin altına düşer. Ancak akut karbonmonoksit zehirlenmesinde yani hemoglobinin büyük bir oranının karbonmonoksit bağlandığı durumda zehirlenen kişinin %100 oksijen soluması bile yeterli olmayabilir. Bu durumda hastaya hiperbarik oda (basınç odası) denilen cihazla müdahale edilir. Hiperbarik oda kapalı ortamda 3 atmosfere kadar basınç oluşturan bir cihazdır. Çoğunlukla 2,5 atmosferi geçmeyecek şekilde kullanılır ve nadiren 3 atmosfere kadar çıkarılır. Çünkü daha yüksek basınç felce neden olabilir. Hiperbarik odada bulunan sıkıştırılmış oksijen, karboksihemoglobinin yarı ömrünü 30 dakikanın altına düşürür. Aslında ileri derece karbonmonoksit zehirlenmesine uğramış bir kişi için 30 dakika da çok uzun olabilir. Ancak kritik nokta 3 atmosfer basınçta kanda çözülmüş oksijen oranının %1,5'ten %5'e yükselmesidir. Bu da hemoglobin molekülleri karbonmonoksitten kurtulana kadar zehirlenen kişinin beyninin hayatta kalmasını sağlar. Uygun müdahaleye derhal başlanırsa hastalar genellikle kısa süre içinde iyileşir.

### Onun Acelesi Yok

Karbonmonoksit zehirlenmelerinin çoğu ölümlenmez ve pek çok durumda insanlar zehirlendiklerinin farkına varmaz. Soluduğunuz ortamda bulunan karbonmonoksitin kanınızda çok yavaş bir hızla artıp zehirli seviyeye gelmesi bazen birkaç hafta bile sürebilir. Bu durumun farkın-

da olmayan kişi hissettiği yorgunluk, asabiyet, baş ağrısı ve bulantı gibi rahatsızlıkların nedenini başka şeylerde arayabilir. Michael Dolan ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada üniversite hastanesine grip veya benzeri şikâyetlerle başvuran hastaların kan tahlilleri sonucu %23'ünün kanındaki karboksihemoglobin seviyesi %10 veya üzerinde ölçülmüş. Bu oran aslında karbonmonoksitten zehirlendikleri anlamına geliyor. Belirtmekte fayda var, CO zehirlenmesi belirtilerinin grip belirtilerinden en önemli farkı yüksek ateş görülmemesidir.

**Zehirlenme belirtileri**  
Baş ağrısı  
Baş dönmesi  
Bulantı  
Kulakta çınlama,  
Halsizlik  
Oksijen yetersizliğinden dolayı deride kızarma  
Sersemlik  
Göğüs ağrısı,  
hızlı ve düzensiz nabız

Karbonmonoksit zehirlenmesi yaşayan pek çok kişi grip olduğunu veya gıda zehirlenmesi yaşadığını zanneder.



### Bu Kışı da Sağ Salim Atlattık...

Karbonmonoksit zehirlenmeleriyle ilgili yanlış kanılardan biri zehirlenmelerin yangınlar haricinde sadece kışın soba veya doğal gaz kullanımı esnasında yaşandığı. Oysa doğal gaz birçok şehrimizde yılın her günü yemek pişirmek ve sıcak su ihtiyacını karşılamak için kullanılıyor. Banyolardaki şofbenler, garaj ve depo gibi kapalı ortamlarda çalışan jeneratörler, çalışır durumda bırakılan otomobiller ciddi zehirlenmelere neden olabiliyor. Bundan dolayı CO zehirlenmelerini mevsimsel bir durum gibi algılamak doğru bir yaklaşım değil.

Karbonmonoksit zehirlenmelerine neden olan şeyler dendiğinde akla genelde kombi, şofben, soba, yakıtla çalışan motorlu aletler geldiğinden bu sorunun teknolojinin ortaya çıkmasıyla yaşanmaya başladığı düşünülebilir. Oysa zehirlenmenin nedeninin tam yanmanın gerçekleşmemesi olduğu göz önüne alınırsa, insanoğlu ateşin keşfinden beri bu tehditte karşı karşıyadır. Kültürümüzün önemli parçası olan türkülerimizin atalarımızın yaşantılarının ürünü olduğunu biliyoruz. Kimi türkünün hikâyesini biliyoruz, kiminin bilmiyoruz, kiminin hikâyesinden ise emin değiliz. Karbonmonoksit üzerine bu kadar söz ettikten sonra son dörtlüğü

*Anam ağlar Alim diye  
Göz yaşları döndü sele  
Böyle yatış bilmem niye  
Uyan Alim sabah oldu*



olan Uyan Alim Sabah Oldu türküsündeki Ali'nin canına acaba o sessiz katil mi kıydı diye düşünmeden edemiyor insan.

## Karbonmonoksit Dedektörü

Lakabı "sessiz katil" olan karbonmonoksit renksiz, kokusuz ve az bir miktarı ile çok çabuk zehirleme özelliğine sahip olduğundan bulunduğumuz ortamda bir sıkıntı olduğunu duyularımızla anlamamız neredeyse imkânsız. Neyse ki teknoloji bu sorunun üstesinden gelebilecek çözümler sunuyor. Karbonmonoksit dedektörü ismi verilen cihazlar bulunduğları ortamda belirli bir miktarın üzerinde karbonmonoksit tespit ettiklerinde alarm çalmaya başlıyor. Karbonmonoksit dedektörleri üretilirken farklı tip sensörler kullanılabilir.

Biyometrik sensörlerin çalışma ilkesi karbonmonoksitin hemoglobine olan etkisine benzer. Biyometrik sensörde bulunan bir jel CO ile etkileşince renk değiştiriyor ve böylece üzerine düşen ışığı yansıtma miktarı değişiyor. Bu değişikliği algılayan başka bir sensör ise alarm çalması için dedektörün işlemcisine haber veriyor.

Metaloksit yarı iletken üretilen sensörlerde CO sensördeki devre ile temas edince elektrik direnci azalıyor. Değişimi tespit eden dedektördeki işlemci cihazın alarmını çaldırıyor. Çalışması esnasında elektrik tüketimi yüksek olan bu cihazlar pille çalıştırılmak yerine prize takılarak kullanılıyor.

Elektrokimyasal sensörlerde ise çözeltiye batırılmış platin elektrotlar bulunur. Ortamdaki karbonmonoksit miktarı arttığı zaman çözelti elektrotu daha fazla iletiyor ve dedektörün içindeki devrede meydana gelen akım alarmın çalmasını sağlıyor. Diğer dedektörlerden daha doğru ve daha hassas ölçüm yapabilen ve dolayısıyla daha pahalı olan bu dedektörler CO miktarının anında tespit edilmesi gereken ortamlarda, örneğin hastanelerde kullanılıyor.



Karbonmonoksit dedektörleri, beş duyumuzla algılayamadığımız karbonmonoksidi, çok kısa sürede tespit edip alarm çaldırarak bizim ve sevdiğimizimizin hayatını kurtarabiliyor.

CO dedektörleri ortamdaki CO miktarını ppm (milyonda bir) cinsinden ölçer. Örneğin 50 ppm karbonmonoksit değeri, soluduğunuz havadaki her bir milyon molekülün elli tanesinin karbonmonoksit molekülü olduğu anlamına gelir. CO dedektörlerinin ayarlandıkları belirli konsantrasyon değerleri vardır ve ortamdaki CO miktarı bu seviyeye ulaştıkça alarm çalar. Ayrıca ortamdaki CO konsantrasyonu ne kadar yüksekse dedektörlerin devreye girme hızları da o kadar yüksektir. Örneğin CO konsantrasyonu 70 ppm ise devreye girme süresi yaklaşık olarak 1 saat iken, 400 ppm ise 4 dakikadır. Tabii bu değerler farklı markalarda ve modellerde farklıdır. Yapılan araştırmalarda 50 ppm CO bulunan ortamda 30 dakika kalanların COHb düzeyi %3, 1000 ppm CO bulunan ortamda birkaç saat kalanların COHb düzeyi %50 bulunmuş.

Her yıl dünyanın her yerinde birçok insanın hayatını kaybetmesine neden olan karbonmonoksite karşı halkın duyarlı olması yeterli görülüyor. Bu yüzden dünyanın bazı şehirlerinde kapalı ortamlarda karbonmonoksit dedektörü bulundurmamak zorunlu. Örneğin geçtiğimiz kasım ayında Kanada'nın Ontario eyaletinde karbonmonoksit dedektörü kullanmak yasal olarak zorunlu hale geldi.

### Ne kadar CO ne kadar etkili?

|            |  |
|------------|--|
| 200 ppm    | 2-3 saat sonra hafif baş ağrısı, halsizlik, baş dönmesi, bulantı                                     |
| 400 ppm    | 1-2 saat içinde başın ön bölgesinde ağrı<br>3 saatten sonra hayati tehlike                           |
| 800 ppm    | 45 dakika içinde baş dönmesi, bulantı, titreme<br>2 saat içinde bilinç kaybı<br>2-3 saat içinde ölüm |
| 1600 ppm   | 20 dakika içinde baş ağrısı, baş dönmesi ve bulantı<br>1 saat içinde ölüm                            |
| 12.800 ppm | 1-3 dakika içinde ölüm   |

Amerikan Çevre Koruma Ajansı'nın (EPA) standartlarına göre CO konsantrasyonunun 9 ppm olduğu ortamlarda 8 saatten fazla bulunulmamalıdır. Soluduğunuz ortamda CO miktarı 100 ppm ise bir süre sonra kandaki COHb düzeyi %16 olur. İnsanlarda COHb düzeyi normalde %0,5-1,5, sigara içenlerde ise %4-9 civarındadır.

Kandaki karboksihemoglobin miktarı bulunabilecek maksimum miktarın %10-30'u kadarsa baş ağrısı, baş dönmesi, yorgunluk hisleri baş gösterir. Eğer bu oran %30-50 arası ise bulantı, şiddetli baş ağrısı, nabız ve solunum sayısında artış görülür. %50 ve sonrasında ise bilinç kaybı, havale, koma ve ölüm görülür.





Vurgun, kronik yaralar gibi durumlarda da kullanılan hiperbarik basınç odası ileri derecede karbonmonoksit zehirlenmesi geçiren kişilere müdahalede kullanılıyor.

## Hiperbarik Oda

Kayıtlar ilk hiperbarik odanın 1662'de İngiliz din adamı Henshaw tarafından yapıldığını söylüyor. Oksijenin 1775 yılında Joseph Priestley tarafından keşfedildiği dikkate alınırsa bunun çok da bilimsel bir temeli olduğunu söylemek mümkün değil, ancak Henshaw solunum rahatsızlıkları yaşayan hastalara artırılmış hava basıncının iyi geleceğine inanıyordu. Sonraki yüzyıllar boyunca farklı mucitler ve bilim insanları tarafından geliştirilen ve farklı rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmaya başlanan hiperbarik oda ile ilgili olarak 1962 yılında Smith ve Sharp bu cihazın karbonmonoksit zehirlenmesi durumunda büyük faydaları olduğunu belirtti. Bunun üzerine hiperbarik oksijen terapisi (HBOT) uluslararası bir ilgi gördü ve dünyanın pek çok yerinde hiperbarik odalar kullanılmaya başlandı. Hiperbarik oksijen tedavisi karbonmonoksit zehirlenmeleri dışında vurgun yaşamış dalgıçlara müdahalede, iyileşmeyen yaraları tedavide, ani işitme ve görme kayıplarında, kanser tedavisinde ve daha pek çok rahatsızlıkta kullanılıyor. Hiperbarik oksijen tedavisinin nasıl gerçekleştiğini anlamada lise yıllarında kimya ve fizik derslerinde gördüğümüz Boyle, Dalton ve Henry yasaları bize yardımcı olabilir.

**Boyle Yasası:** Sabit bir sıcaklıkta, kapalı bir ortamda bulunan belli bir miktardaki gazın basıncı hacmi ile ters orantılıdır. Hiperbarik odada oksijen sıkıştırılarak basıncı yaklaşık 3 atmosfer basınca kadar yükseltilir.

**Dalton Yasası:** Kapalı bir ortamda bulunan bir gaz karışımındaki her bir gazın kısmi basıncı kapladığı hacimle doğru orantılıdır. Yani %20 oksijen içeren hava yerine aynı şartlarda %100 oksijen sağlandığında oksijenin kısmi basıncı önceki duruma göre beş kat artar.

**Henry Yasası:** Bir sıvıda çözünen gaz miktarı o gazın kısmi basıncı ile doğru orantılıdır. Yani kısmi basıncı artırılmış oksijen kanda önceki duruma göre daha fazla çözünür.

### Evde Güvenli Bir Ortam Oluşturma

#### Evinizi tehlikeli miktarda karbonmonoksitten uzak tutmak için:

- Karbonmonoksit dedektörü alın ve potansiyel karbonmonoksit kaynaklarının yakınına (kombi, şöfben, ısıtıcı, soba vb.) yerleştirin.
- Karbonmonoksit dedektörlerini düzenli olarak kontrol edin.
- Bacalardaki kurumu düzenli olarak temizletin.
- Gaz sobası kullanmak çok risklidir, kullanmamaya çalışın.
- Kapalı ortamda (garaj, otopark) aracınızı çalışır durumda bırakmayın.
- Tamamen açık hava ortamı yoksa mangal yakmayın.
- Şömine, ocak gibi yerleri düzenli olarak kontrol edin.

#### Kaynaklar

- <http://www.epa.gov/airquality/carbonmonoxide/>
- <http://www.uphs.upenn.edu/pennorl/education/documents/ERRHBO2Final.ppt>
- [http://www.uclahealth.org/workfiles/documents/clinicalupdates/clinicalupdate-Hyperbaric\\_Nov12.pdf](http://www.uclahealth.org/workfiles/documents/clinicalupdates/clinicalupdate-Hyperbaric_Nov12.pdf)
- <http://www.epa.gov/iaq/co.html>
- <http://www.patient.co.uk/doctor/Carbon-Monoxide-Poisoning.htm>
- <http://home.howstuffworks.com/home-improvement/household-safety/tips/carbon-monoxide-detector.htm>

- <http://www.explainthatstuff.com/carbonmonoxidedetectors.html>
- [http://cat.cu.edu.tr/Egitim/KARBON%20MONOKS%20ZEH%20B0RLENMES%20k%20TAP\\_Levent.pdf](http://cat.cu.edu.tr/Egitim/KARBON%20MONOKS%20ZEH%20B0RLENMES%20k%20TAP_Levent.pdf)
- Goldfarb, B., "CO control on the street, in the house, where you live", *Chematters*, Cilt 15, Sayı 3, s. 10-12, 1997.
- Dolan ve ark., "Carboxyhemoglobin Levels in Patients with Flu-Like Symptoms.", *Annals of Emergency Medicine*, Cilt 16, Sayı 7, s. 782-786, 1987.