

Hava ile İnsanları Besleyen ve Öldüren Adam Fritz Haber

Amonyak, bir azot ve üç hidrojen atomundan oluşan renksiz bir gazdır. Keskin ve iğrenç kokusu, bakımsız umumi tuvaletlerden hatırladığımız bir kokudur. İsminin verilişi de bu hatıralarımızla ilintilidir. Antik Mısır'daki Amon tapınağını ısıtmada kullanılan deve tezeklerinden çıkan gazlar zaman içinde duvarlarda amonyum klorür halinde birikmiş. Sofra tuzuna benzeyen bu maddeye Romalılar "Amon'un Tuzu" adını vermiş. Cabir bin Hayyan bu toza "nişadır" demiş ve bu madde uzun süre simyacıların ilgisini çekmiş. Eski zamanlarda idrardan elde edilip tekstil boyacılığında kullanılmış. Amonyak gazı ilk kez 1774 yılında sentezlense de kokusuna aşina olduğumuz bu gazın gündelik hayatımıza fazla etkisi olmamış, Fritz Haber olaya el atıncaya kadar.

Fritz Haber (1868-1934)



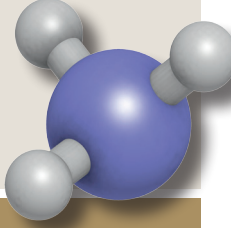
Haber, 1868 yılında Breslau'da Yahudi bir boya ve kimyasal ürünler tüccarının oğlu olarak dünyaya geldi. Annesi doğum sırasında ölmüştü. Babasıyla ilişkisi pek iyi değildi. Babası annesinin ölümünden küçük Fritz'i sorumlu görüyordu. Elbette ki Fritz daha o yaşta katil değildi; ileride karısı da dâhil olmak üzere bir çok insanın ölümünden sorumlu olacak olsa da.

Kendi mesleğini sürdürmesi için ısrar eden babasına karşı koyan Haber kimya okudu. Bu gerçekten iyi bir seçimdi. O zamanlar Almanya, hem bilimsel hem de endüstriyel olarak kimyada en iyi yerdedi. 30 yaşında Karlsruhe Üniversitesi'nde profesör oldu. Haber, bilimsel çalışmalarında amonyak sentezine yoğunlaştı. Birçok kimyacı için bu umutsuz bir uğraştı. Peki, Haber'i imkânsız gibi görünen, kendisinden önce birçok bilim insanının hüsrân ile sonuçlanan çalışmalarına rağmen, bu projeye yönelten sebepler nelerdi, önce onu anlamaya çalışalım.

Canlılarda en çok bulunan elementler karbon, azot ve oksijendir. Bitkiler ve hayvanlar büyürken en çok bu elementlere ihtiyaç duyar. Bu yapıtaşlarının eksikliği canlıların büyümesini sınırlar. Mesela bitkiler bu ihtiyaçlarını topraktan ve havadan alır, birçok durumda bitkilerin büyümesini sınırlayan azot eksikliğidir. Havanın %78'inin azot olduğu düşünülürse bu ilk anda şaşırtıcı bir durumdur. Atmosferde bol miktarda azot olmasına rağmen, bitkiler bu azotu kullanamaz. Çünkü havadaki azot N₂ molekülü halindedir; bu moleküldeki iki azot atomu birbirine çok kuvvetli bir kimyasal bağla bağlanmıştır. Bunun için havadaki azotu parçalamak çok zordur ve bitkilerin hiçbir işine yaramaz. Bu adeta denizde susuz kalmak gibi bir şeydir. Bu sebeple bitkiler azot ihtiyaçlarını, içinden azot atomunu koparması daha kolay olan topraktaki moleküllerden karşılar. Azot içerikli bu moleküller, çürümeye sebep olan bakteriler tarafından üretilir.

Amonyak Molekülü:

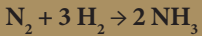
Amonyak (NH₃) bir azot ve üç hidrojen atomundan oluşan moleküldür. Renksiz, nahoş kokulu bir gazdır. Piyasada amonyak diye satılan sıvılar, amonyağın sulu çözeltisidir. Gübre, ilaç, boya, patlayıcı ve parfüm yapımında kullanılır. Yıllık küresel üretimi 200 milyon ton civarındadır ve %80'inden fazlası gübre üretiminde kullanılır.



F. Haber enstitüsüne veda ederken (1933)

Haber-Bosch Süreci:

Haber-Bosch süreci azot ve hidrojen gazından endüstriyel ölçekte amonyak elde edilmesini sağlar. Kimyasal tepkime şu şekildedir:



Bu tepkime ekzotermik olmasına rağmen normal şartlarda tepkime hızı çok yavaştır, çünkü azot molekülünü parçalamak çok zordur. Bu yüzden katalizör, yüksek sıcaklık ve yüksek basınç gerekir. 1909 yılında F. Haber, kendinden önceki bilim insanlarından farklı olarak çok tehlikeli hatta imkânsız görünen yüksek basınç (200 atmosfer) şartlarını denemeye karar verip bunu gerçekleştirebilecek deneysel düzeneği kurunca, tepkime hızını ve verimini artırmayı başardı. O zaman BASF firması (ki bugün de dünyanın en büyük kimya şirketidir) bu buluşun ekonomik değerini görüp fikir haklarını satın aldı. Kimya mühendisi Carl Bosch, kısa zamanda laboratuvarındaki deney düzeneğinin endüstriyel üretime aktarılması ile ilgili birçok teknik zorluğu çözdü. 1913 yılında ilk fabrika üretime başladı. Bu buluştan dolayı F. Haber 1918 yılında, C. Bosch ise 1931 yılında Nobel Ödülü'ne layık görüldü.

Aynı problem kimya endüstrisi için de geçerlidir. Kullandığımız kimyasal ürünlerin hemen hemen hepsinde azot vardır ve kimya endüstrisinin bu ihtiyacı karşılamak için havadaki azotu ucuz bir şekilde parçalamaya ihtiyacı vardır.

1908 yılında Fritz Haber, bir patent başvurusunda bulundu. Bilim insanları ve mucitler buluşlarını patentleyerek kullanım haklarını koruma altına alır. Büyük zahmetler ve masraflar ile alınan patentlerin birçoğunun hiçbir getirisi olmaz. Ama az bir kısmının getirisi o kadar çoktur ki, patent başvurusu parlak bir fikri ya da buluşu olan herkesin yapması gereken bir şeydir. Bu patent, tarihin en büyük buluşlarından birini simgeler ve bugün Haber-Bosch süreci diye anılan, havadaki azotu amonyağa dönüştürmeyi başaran bir buluşu tarif eder. Patent hakları, BASF şirketi tarafından hemen satın alındı ve kimya mühendisi Carl Bosch tarafından büyük ölçekte üretilmesi kısa zamanda başarılı. Bu sayede amonyak üretimi çok kolaylaştı ve ucuzladı.

Amonyak hem bitkiler için hem de birçok kimyasal madde üretimi için kolay dönüştürülebilir bir azot kaynağıdır. Bitkiler metabolizmaları için gereken azotu topraktan sağlar. Bu yüzden tarımsal arazilerde azalan azotun yenilenmesi gerekir ki buna gübreleme denir. Bugün bu kimyasal süreç sayesinde yılda 500 milyon ton

gübre üretiliyor. Bu kimyasal süreç, insanlığın gezegenimizdeki en büyük etkilerinden ve yol açtığı ciddi çevresel sorunlardan birini oluşturuyor.

Dünyanın kimyasal dengesi ve görünümü gübre üretiminin yol açtığı tarımsal devrim ile birlikte değişti. Tarım alanındaki gelişmeler üretimi artırınca nüfus da arttı. 20. yüzyılın başlarında Dünya nüfusu 1,6 milyar idi, bugün ise 7 milyardan fazla insan yaşıyor. Ayrıca bugün insanlar yüz yıl öncesine göre daha iyi besleniyor. Bu gelişmenin esas sebebi, tarım alanlarının artmasından çok, tarımdaki verimliliğin artması. Bu artışta da en önemli faktörlerden biri gübre kullanımı. Uzmanlar bugünkü tarım üretiminin en az üçte birinin ancak gübreleme sayesinde mümkün olduğunu söylüyor. Yani bugün 2,5 milyar insan hayatta kalabilmesini Haber-Bosch sürecine borçlu. Vücudumuzdaki proteinlerdeki azotun yarısı bu süreçten geliyor, diğer yarısı bakteriler ve yosunlar tarafından üretiliyor.

Haber-Bosch süreci sadece nüfus patlamasına yol açarak geçen yüzyılın tarihini şekillendirmede. Ucuz amonyak askerlerin de yüzünü güldürdü. İnsanların doymasını sağladığı gibi ölmesine de yol açtı.

Patlayıcıların yapımında da azota ihtiyaç vardır. Eskiden dinamit üretiminde nitrat kullanılırdı. Nitrat pis kokan neredeyse her türlü atıktan elde edilirdi.

Clara Immerwahr: Fritz Haber'in eşi Clara Immerwahr, tıpkı eşi gibi Yahudi asıllı ve sonradan Hristiyan olmuş bir kimyacı idi. 1900 yılında Breslau Üniversitesi'nden, üniversitenin ilk doktora yapan kadını olarak, fiziksel kimya alanında doktorasını aldı. F. Haber ile evlendikten sonra o zamanların şartları gereği ev kadını olarak yaşadı. Kocasının kimyasal silahlar konusundaki çalışmalarına şiddetle karşı çıktı. Kocasına "Eğer mutlu bir insan olsaydın, böyle bir şey yapmazdın!" dedi. Haber'e "askeri başarılarından" dolayı yüzbaşılık rütbesi-



nin verilmesi şerefine düzenlenen balo bardağı taşınan son damlaydı. O gece kocasının görev tabancasıyla intihar etti. Çok başarılı bir bilim kadını olmasına rağmen cinsiyet ayrımcılığı sebebiyle kariyer yapamayan, bilimin sadece barışçıl amaçlar için kullanılmasını savunan, ama çaresizlik sonucu hayatına son veren bu bilim kahramanının anısına, 1991 yılından beri IPPNW Almanya (Uluslararası Nükleer Savaşın Önlenmesi İçin Çalışan Sosyal Sorumluluk Sahibi Doktorlar Derneği) tarafından Clara Immerwahr Ödülü veriliyor.

19. yüzyılda ise nitrat madenleri en önemli kaynaktı. O zamanlar, en büyük nitrat madeni, Güney Amerika'daki Atacama Çölü'ndeydi. Bu iştah kabartan maden yüzünden Şili, Bolivya ve Peru beş yıl boyunca savaştı ve kazanan Şili oldu. Daha doğrusu, gerçek kazanan Şili'yi destekleyen İngiltere idi. I. Dünya Savaşı öncesinde İngiltere, nitrat üretimi ve ticaretinde tekel durumundaydı. 1914 yılında I. Dünya Savaşı patlak verdiğinde, Almanya'nın elinde sadece birkaç ay yetecek kadar nitrat ve barut vardı. 1913 yılında BASF şirketi amonyak üretimine başlamasaydı, savaş bir kaç ayda biterdi, ya da Almanya savaşa girmeyi asla göze alamazdı.

Bu buluşu sayesinde artık büyük bir saygınlığı olan Fritz Haber, savaş yıllarında Kaiser-Wilhelm-Enstitüsü'nün (bugünkü adı Fritz-Haber Enstitüsü) başına geçer. Havadan azotu kazanarak insanlığı doyurup besleyen Haber, bu sefer hava ile insanları öldürecek yöntemler aramaya başlar. Alman ordusu için askeri araştırmalara yoğunlaşmış ve kimyasal silahlar geliştirmeye başlamıştır. 22 Nisan 1915'te Belçika'nın Ypern şehrinin yakınlarında Almanlar, Fransızlara karşı ilk kez kimyasal silah kullandı. Fritz Haber de olay yerinde idi. Toplam 168 ton klor gazı içeren şişeler cephe boyunca dizildi. Günlerce beklenen uygun rüzgâr esmeye başladığında şişeler açıldı. O gün, kendilerine doğru gelen yeşil beyaz dumanın ne olduğunu anlamadan siperlerinde bekleyen binlerce Fransız as-

Zyklon B hidrojen siyanür (HCN) içeren bir zehirdir. HCN, 19. yüzyıldan beri pestisit ve dezenfeksiyon maddesi olarak kullanılıyordu. Altın ve gümüş gibi madenlerin kazanımında kullanılan sodyum siyanür, asidik ortamlarda hidrojen siyanür gazına (HCN) dönüşerek çevredeki canlılar için çok tehlikeli olabilir. Zyklon B gazı, F. Haber'in de dolaylı katkılarıyla, asistanı tarafından 1922 yılında geliştirildi. Temel özelliği ise HCN sıvısının, porlu bir yapıya sahip diatomit tozunda emilince depolanması, taşınması ve kullanılmasının kolaylaşmasıdır. Nazi Almanya'sında 1,2 milyon kişinin öldürülmesinde kullanıldı.



F. Haber'in amonyak sentezini başardığı ilk deney düzeneği (Alman Müzesi, Münih)

ker tek kurşun atılmadan, ciğerleri parçalanıp yeşil balgam öksürerek ve çok acı çekerek öldü. O gün Haber, belki vicdan azabı çekti mi bilmiyoruz, ama tanıdığımız F. Haber büyük bir ihtimalle bir vatansever olarak ülkesine hizmet etmiş olmanın verdiği gururu, bir bilim insanının çalışmalarının meyvelerini görmesinin verdiği sevinçli yaşıyordu.

Kocasını askeri araştırmalara başladığından beri, şiddetle bu işlere karşı çıkan ve bir türlü onu bu işlerden vazgeçiremeyen karısı Clara Immerwahr, bu olaydan bir hafta sonra intihar etti. Haber bu olayın ertesi günü 13 yaşındaki oğlunu geride bırakıp kimyasal silahların kullanımını yerinde görmek için Doğu Cephesi'ne gitti.

Bu aile trajedisi bile onu "vatana hizmetten" vazgeçirmeyecek, çalışmalarına devam edecek ve tarihe kimyasal silahların babası olarak geçecekti. Savaşta 90.000 asker kimyasal silah ile öldürüldü, bir milyondan fazla asker yaralandı. Almanya savaşı kaybettikten sonra, Versailles Antlaşması gereğince savaş suçluları yakalanıp mahkemeye çıkarıldı. Fritz Haber her ihtimale karşı İsviçre'ye kaçtı, hatta savunmasını da hazırladı. Yakalanırsa ilk defa bir bilim insanı savaş suçlusu olarak yargılanacaktı. Savunmasında, çalışmalarıyla savaşı kısaltıp daha az sayıda insanın ölmesine yardımcı olmaya çalıştığı ve kimyasal silahların daha insancıl olduğu gibi garip iddialar vardı. Buna benzer savunmaların, tarihte ve günümüzde, askeri araştırmalar

Denizden Altın Elde Edilebilir mi?

Denizler ve okyanuslar altın içerir. Atlantik ve Kuzeydoğu Pasifik'te ölçülen altın yoğunluğu katrilyon başına 10-30 parça (50-150 femtomol/lit yani yaklaşık bir kilometreküp suda 10-30 gr) civarındadır. Hatta Akdeniz'de bu oran çölden gelen tozlar sebebiyle daha yüksektir. Bu da okyanuslarda toplam 15-50 bin ton altın var demektir. Fritz Haber, I. Dünya Savaşı sonrasında Almanya'nın savaş tazminatlarını ödemek için deniz suyundan altın çıkarma üzerine araştırma yaptı. Eski ölçümlere göre altın oranı milyarda 2-64 parça arasındaydı.

Haber, bu değerlere göre denizden altın arttırmanın ticari potansiyeli olduğunu düşündü. Yaptığı geniş kapsamlı ve hassas ölçümler sonucunda bu değer çok daha az olduğu ortaya çıktı. Bu da deniz suyundan altın çıkarmanın hiçbir ticari değeri olmadığı anlamına geldiği için proje durdu. Haber bunu düşünen ve üzerinde çalışan ne ilk ne de son kişidir. Başka bilim insanları da bu konuda çalışmıştır. Alınmış sayısız patent vardır. Birçok dolandırıcılığa da konu olmuştur. Kısacası denizden altın çıkarmak kimyasal olarak mümkündür, ama çok pahalı olduğu için ticari değeri yoktur.



Doç. Dr. Yasin Ekinci lisans eğitimini 1997'de ODTÜ Fizik Bölümü'nde, yüksek lisansını ise 1999'da İngiltere'deki De Montfort Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi'nde tamamladı. 2003'te Almanya'daki Max Planck Enstitüsü'nde doktorasını yaptı. 2006-2012 yılları arasında ETH Zürih Üniversitesi'nde öğretim görevlisi olarak çalıştı. 2009'dan beri Paul Scherrer Enstitüsü'nde araştırma grubu yöneticisi olarak çalışıyor. 2009'da İsviçre Optik ve Mikroskop Derneği tarafından yılın genç bilim adamı ödülüne layık görülen Dr. Ekinci, nanoteknoloji ve nanoptik alanlarında çalışmalarını sürdürüyor ve dünyanın önde gelen bilgisayar çipi üreten firmalarıyla ortak AR-GE projeleri yapıyor.

yapan her mühendis ya da bilim insanı tarafından dile getirilmesi, düşünülmesi gereken bir noktadır. Haber'in hakkında tutuklama kararı çıkıp çıkmadığına dair iddialar çelişkili, ama hiç bir zaman tutuklanmadı. Savaş yıllarında verilmeyen Nobel Ödülleri 1919'da verildi. Fritz Haber amonyak sentezi buluşu nedeniyle 1918 Nobel Kimya Ödülü'nü aldı.

Şirketin yöneticisi Bosch ile beraber Haber de firmanın danışma kurulundaydı. Hitler rejiminin ilk icraatlarından biri diğer devlet kurumlarında olduğu gibi, Kaiser-Wilhelm-Enstitüsü'ndeki bütün Yahudileri işten çıkarmak oldu. Haber işten çıkarılmayı beklemeden istifa edip İngiltere'ye gitti, hemen ardından da İsviçre'ye geçti. Nereye gideceği konusunda kararsız, yorgun ve çökmüş olan Haber, kısa bir süre sonra öldü.

Eğer yaşasaydı, kaderin başka bir cilvesi hayal kırıklığını daha da artırabilirdi. Bizzat onun başlattığı, öğrencileri ve asistanları tarafından devam ettirilen araştırmalar sonucunda Zyklon B gazı geliştirildi ve Yahudi toplama kamplarında kullanıldı. Bu kamplarda topluca zehirlenen milyonlarca kişi arasında Haber'in akrabaları da vardı.

Haber arkasında tartışmalı bir isim miras bıraktı. Birçok bilim insanına göre 20. yüzyılın en büyük buluşunu yaptı. Nobel Ödüllü fizikçi Van Laue'nin dediği gibi "havadan insanlara ekmek veren" o idi. Ama aynı icat ile "havadan barut" da. Haber "kimyasal silahların babası" olarak tarihe geçti. Bilim iki tarafı keskin bir kılıç gibi; hem insanlara hizmet için hem de insanları yok etmek için kullanılabilir. Bilim tarihi bunun birçok örneğiyle doludur. Fritz Haber hem iyi hem kötü örneği, aynı anda ve en üst seviyede şahsında barındıran bir bilim insanıdır.

Kaynaklar

- Smil, V., *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*, MIT Press, 2004.
- Ertl, G., "Brot aus Luft Zum Mechanismus des Haber-Bosch-Verfahrens", *Akademie-Journal*, Cilt 1, s. 14, 2003.
- Erisman, J. W., Sutton, M. A., Galloway, J., Klimont, Z., Winiwarter, W., "How a century of ammonia synthesis changed the world", *Nature Geoscience*, Cilt 1, s. 636, 2008.
- Vaclav Smil, "Detonator of the population explosion", *Nature*, Cilt. 400, s. 415, 1999.
- Charles, D., *MASTER MIND - The rise and fall of Fritz Haber, the Nobel laureate who launched the age of chemical warfare*, HarperCollins, 2005.

- Dunikowska, M., Turko, L., "Fritz Haber - ein verfehmter Gelehrter", *Angewandte Chemie*, Cilt 123, s. 10226-10240, 2011.
- Wöhrl, D., Thiemann W., "Der Chemiker Fritz Haber. Anerkannte Wissenschaft und Etablierung eines Massenvernichtungsmittels", *Wissenschaft und Frieden*, Cilt 29, s. 45-49, 2011.
- Wöhrl, D., "Fritz Haber und Clara Immerwahr", *Chemie in unserer Zeit*, Cilt 44, s. 30-39, 2010.
- Stern, F., "Fritz Haber: Größe und Tragik seines Lebens und seines Landes", *Angewandte Chemie*, Cilt 124, s. 50-58, 2012.



F. Haber I. Dünya Savaşı'nda kimyasal silahların kullanımını yönetmek için cephede

Haber, tekrar Berlin'e dönüp araştırmalarına devam etti. Savaş sonrası, tarımsal ilaç geliştirmek için çalıştı. Versailles Antlaşması'na göre Almanya'nın silah geliştirmesi yasak olduğu için, belki de tarımsal ilaçlar sadece bir gizleme yöntemi idi. Ayrıca Almanya'nın belini büken savaş borçlarını ödemek için de "denizden altın elde etme projesine" başladı. Denizlerdeki çözelti halindeki milyonlarca ton altını arıttığında Almanya zengin olacaktı.

Her ne kadar bilime ve ülkesine hizmet için gece gündüz çalışmaya devam etse de hizmet ettiği vatan ona nankör davranacaktı. Hitler 1933 yılında iktidara geldi. Nazi Partisi'nin seçim kampanyasını destekleyenlerden biri de I. G. Farben firması idi (daha önceki ve günümüzdeki BASF firması).