

I. Dünya Savaşı'nın  
ardında bıraktıkları arasında  
ilk akla gelenler  
milyonlarca ölü, kilometrelerce  
uzanan siperler, yıkılan  
devletler veya değişen dengeler  
olsa da bu büyük savaş tıp  
ve kimya alanlarında pek çok  
gelişmenin de öncüsü oldu.

# Siperin Üstüne Çöken Gaz Bulutu

**D**enizaltıların ve uçakların rol aldığı savaş denizden ve havadan devam ederken, karada da dönemin en yeni teknolojileri ve bilimsel bulguları kullanılmaya başlandı. Öyle ki karada süren savaş sadece siperlerde değil araştırma merkezlerinde ve üniversitelerde de devam etti. Mühendislik ve temel bilimler ile ilgili çalışmalar daha etkili savunma ve saldırı sistemleri üzerinde yoğunlaşırken, tıp alanındaki araştırmalarla kayıpları azaltmak için yeni tıbbi müdahale yöntemleri geliştirildi.

Patlayıcıların yanı sıra kimyasal gazların da hayli etkili kullanıldığı bu savaş "kimyacıların savaşı" haline geldi. Tarihçilere göre savaşın her iki tarafında da savaşta kullanılan kimyasal silahların üretim ve geliştirilmesi için üniversitede yetişmiş 5500'den fazla araştırmacı ve teknik uzman ile endüstriden binlerce kişi çalıştı. Kimyasal silahlar sadece savaş alanında değil, üretim aşamasında da ciddi sağlık problemlerine ve ölümlere yol açtı. Savaş süresince en fazla gazı Almanlar (68.000 ton), Fransızlar (36.000 ton) ve İn-



gilizler (25.000 ton) üretti. Bu gazların kullanımını 90.000'den fazla askerin ölmesine, yaklaşık 1,2 milyon askerin ise yaralanmasına neden oldu. Kimyasal gazların kullanıldığı ilk saldırı Ağustos 1914'te Fransızlar tarafından Almanlara karşı yapıldı. Göz yaşartıcı etkisi olan etil bromoasetat ( $C_4H_7BrO_2$ ) karşı saflara el bombaları içinde gönderildi. Düşmanı öldürmekten çok,

etkisiz hale getirmeyi hedefleyen bu saldırı bazı kaynaklarda I. Dünya Savaşı'ndaki ilk kimyasal saldırı olarak geçerse de çok daha ciddi etkileri bulunan kimyasal gazların kullanımının kapısını aralayan saldırıydı. Yıllarca sürececek ve yüz binlerce kişiyi etkileyecek kimyasal savaşın başlamasına zemin hazırlayan bu müdahalenin ayrı bir önemi var.

## Tıp Alanındaki Gelişmelerden Bazıları

**I** Dünya Savaşı'nda yüksek hızlı mermilerin, makineli silahların ve patlayıcıların neden olduğu ağır yaralanmalar ve ölüm oranları yüksekti. Tahrir gücü yüksek bu silahlar nedeniyle ampütasyon (kol ve bacak gibi organların cerrahi operasyonla kesilerek alınması) sayısı arttı. Çok sayıda kanamalı yaralanma da vardı. Savaş süresince yapılan cerrahi operasyonlarda önlenemez ölümlerin yarısından fazlası kanamadan kaynaklandığı için bu konuda pek çok araştırma yapıldı. Bu araştırmalar sırasında "çok" kavramı anlaşıldı ve etkin müdahale yöntemleri geliştirildi. Anestezi uygulamalarında hayli önemli olan konularda da (hava yolu yöntemi, anestezi derinliği gibi) ilerlemeler kaydedildi. Farklı ilaçların birlikte uygulanabildiği ilk anestezi cihazı geliştirildi. Damar yolundan sıvıların verilmesi ve anestezi tekniklerinin yanı sıra kan transfüzyonunda da gelişmeler sağlandı. Daha önceleri hastaya diğer bir bi-

reyden alınan kan doğrudan veriliyordu. Ancak bunu savaş şartlarında yapmak çok da kolay değildi. Araştırmalarda sodyum sitrat gibi bazı maddelerin kanın pıhtılaşmasını önleme özelliği olduğu keşfedildi ve kanın bir kaç gün saklanabildiği koşullar oluşturuldu. Böylece o günün şartlarında kan depolama üniteleri kurulurken günümüz kan bankacılığının da temelleri atılmış oldu.

Savaşta meydana gelen yaralanmalar içinde kemik kırıkları da çok fazlaydı. Özellikle uyluk kemiği kırıklarına sık rastlanıyordu. Yine o yıllarda geliştirilen uzuv destekleri, uyluk kemiği kırıklarının neden olduğu ölüm oranını %80'lerden %20'lere düşürdü.

Fakat kemik kırıkları ile ilgili yapılanlar bununla bitmemişti. Marie Curie X-ışını cihazının hem kırık kemiklerin hem de vücutta saplanan şarapnel ve mermi parçalarının tespitinde kullanılabileceğini biliyordu. Böylece tedavi hızlanacak ve yaralılar daha az



acı çekecekti. Fakat savaş sürerken her yaralının bu röntgen cihazına taşınması hem pahalı olduğu hem de çok zaman aldığı için pek mümkün olmuyordu. Bu nedenle, büyük araçlar yardımıyla röntgen cihazlarının savaş alanına götürülmesi sağlandı. Böylece taşınabilir röntgen cihazının ilk örnekleri tarih sayfalarında yerini aldı.

Savaş süresince yaralılara yapılan ilk yardım müdahalelerinde de gelişmeler oldu. Kanamayı kontrol altına almak için gerekli olan cerrahi ünitelerin ön hatlardaki siperlere yerleştirilmesi acil müdahaleyi kolaylaştırırken gerektiğinde yaralıların daha hızlı tahliye edilebilmesi için motorlu taşıtlar kullanıldı.



Savaş süresince bazı kimyasal maddelerin üretilmesinin zor olması, ham maddelerinin kolay bulunamaması gibi nedenlerle sıklıkla göz yaşartıcı etkisi olan gazlar kullanıldı. Kloro aseton ( $C_3H_5ClO$ ) ve ksilil bromür ( $C_8H_7Br$ ) bunlar arasında sayılabilir. İlk anda paniğe sebep olan ancak ölümcül etkileri olmayan bu gazlar gözlerin yanı sıra ağız, boğazı ve akciğerleri tahriş ederek nefes alma zorluğuna ve bazı durumlarda geçici körlüğe neden olur. Bu rahatsızlıklar kısa zaman içinde tedavi edilebilir.

Fransızların saldırısıyla birlikte kimyasal gazlar üzerinde yapılan araştırmalar hız kazandı. Böylece kimi beklenildiği kadar etkili olmayan, kimi çok etkili pek çok kimyasal gaz savaş meydanlarında görülmeye başlandı. Bu gazlardan biri Ekim 1914'te Almanlar tarafından Neuve-Chapelle yakınlarında İngiliz ve Hintli askerlere karşı kullanıldı. Prof. Walther Nernst 105 mm'lik patlayıcıların içine TNT (trinitrotoluen) ile birlikte dianisidin klorosülfonat yerleştirilmesini önerdi. Böylece hem patlayıcı hem kimyasal gaz içeren 3000 şarapnel kullanıldı. Bu saldırıda kul-

lanılan gazın gözleri ve solunum sistemini tahriş etme özelliği olsa da beklendiği kadar etkili olmadı ve karşı tarafa ciddi bir zarar vermedi. Bir diğer saldırıda ise yine Almanlar (Ocak 1915) Ruslara karşı göz yaşartıcı etkisi olan ksilil bromür kullandı. Bu sefer daha önceki saldırıda kullanılan patlayıcıların teknik açıdan eksik yönlerinin giderildiği, "T" şeklindeki patlayıcılardan 18.000 tane kullanıldı. Havanın çok soğuk olması nedeniyle hazırlanan kimyasal maddelerin büyük bir kısmı gaz haline geçemedi ve bu saldırı da başarısız oldu.

Fritz Haber zehirli gaz konsantrasyonu (C) ile gazın solunma süresi (t) arasındaki oranı basit olarak formülledi:  $C \times t = k$   
Buna göre, az miktarda gaza uzun süre maruz kalmakla, çok miktarda gaza kısa süre maruz kalmak aynı etkiye sahiptir.

Zehirli gazların ve patlayıcıların aktif olarak rol aldığı I. Dünya Savaşı "kimyaçıların savaşı", atom bombası ve radarların kullanıldığı II. Dünya Savaşı ise "fizikçilerin savaşı" olarak bilinir.

Bu iki saldırının etkili olmamasının ardından kimyasal silahlarla ilgili pek çok çalışma yapan hatta "kimyasal silahların babası" olarak anılan Fritz Haber, hem kimyasal silah olarak kullanılacak yeni ve daha tehlikeli gazlar hem de bu gazların daha etkili uygulanabileceği yöntemler aramaya başladı. O dönemler Almanya'nın boya sanayisi çok gelişkindi. Haber, boya fabrikalarından kolayca ve bol miktarda elde edilebilecek ölümcül ve hızla etki eden klor gazını ( $Cl_2$ ) seçti. Kitlese ölümü hedefleyen modern kimyasal silahlar Nisan 1915'te Ypres'te (Belçika) geniş bir grup üzerine kullanıldı. Almanlar tarafından Fransızlara uygulanan 160 ton klor gazı, 6000 basınçlı kabın açılmasıyla havaya salındı. Rüzgârın etkisiyle düşman hattına ulaşan gaz hazırlıksız yakalanan yaklaşık 5000 askerin ölümüne yol açtı ve kimyasal silahlar I. Dünya Savaşı'ndaki ilk büyük çaplı etkisini gösterdi.

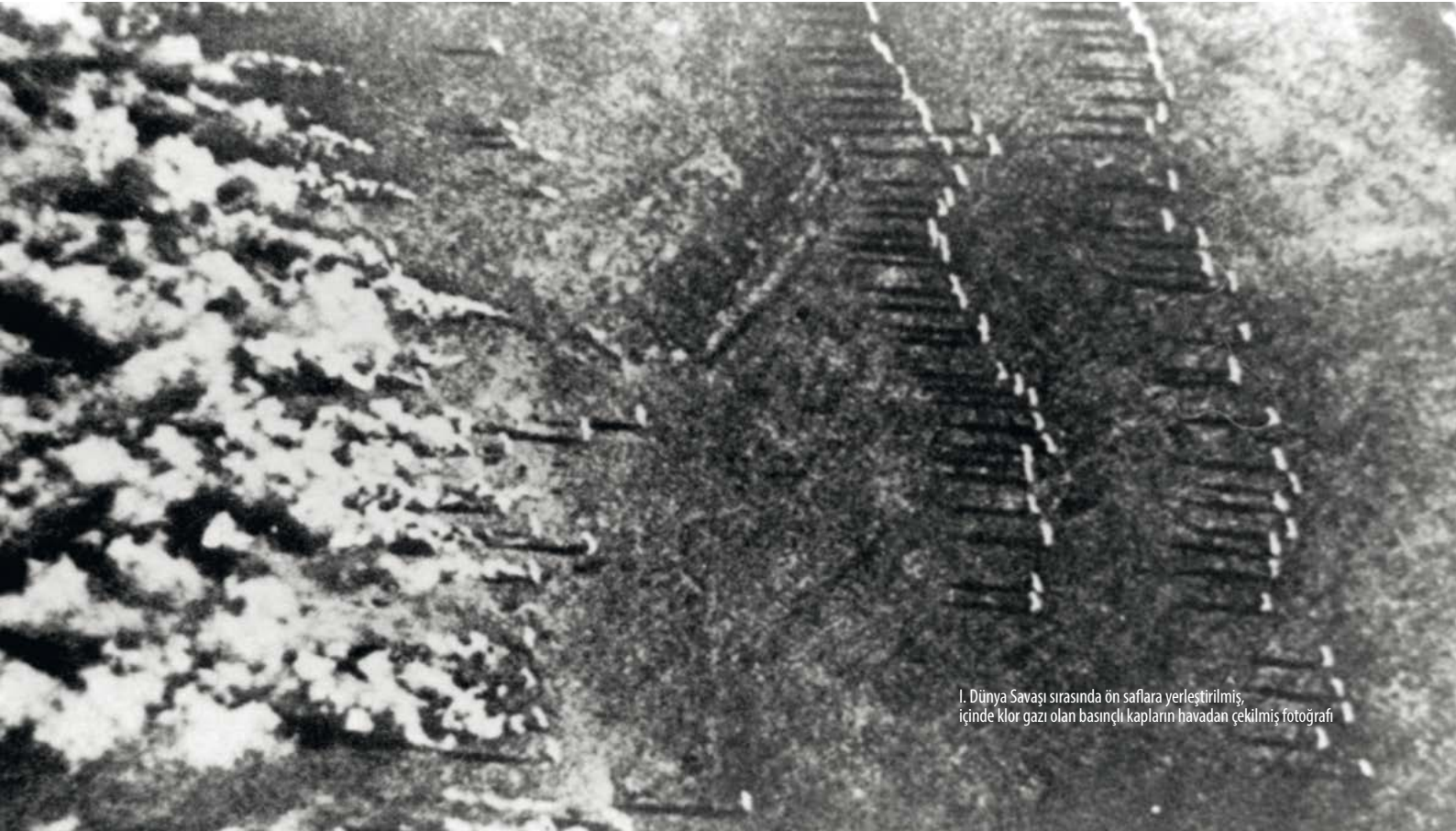


İki klor atomundan oluşan ve havadan daha ağır olan klor gazı akciğerlerde genellikle ölümlü sonuçlanan hasara neden olur. Çok belirgin sarı rengi ve keskin kokusu nedeniyle klor gazı saldırısı hemen anlaşılabilir. Bu da önlem almayı kolaylaştırabilir. Havada çabuk dağıldığı için etkisi uzun sürmeyen ve suda çözünebilen klor gazı sonraki saldırılarda etkisini yitirmeye başladı. Çünkü hem gaz saldırılarına karşı gaz maskesi üretildi hem de gaz maskesi olmayan askerler ıslak çaputlarla ağız ve burunlarını kapayarak bu gazın etkisinden kurtulabildi. Kimyasal gazların potansiyelini gören İngilizler ve Fransızlar klor gazına karşı gaz maskesi üretmenin yanı sıra yeni kimyasal saldırılarla ilgili de planlar yaptı. İngilizler Eylül 1915'te Almanlara karşı ilk kimyasal saldırılarını düzenledi. Loos'ta gerçekleşen ve 150 ton klor gazı kullanılan bu saldırı, rüzgârın ters yöne esmesi nedeniyle başarıya ulaşmadı. İngilizler de Almanlar gibi silindirlerin gaz salımında kullanılmasının yetersiz olduğunu düşünmeye başladı. İki tarafın da klor gazına karşı gaz maskeleri üretmesiyle birlikte yeni kimyasal gaz arayışına girildi.

Bu çalışmalar sonucunda renksiz ve klor gazından çok daha zehirli olan fosgen ( $\text{CCl}_2\text{O}$ ) kullanılmaya başlandı. Bazı kaynaklara göre Fransızlar da bu gazla ilgili çalışmalar sürdürse de fosgen Aralık 1915'te Almanlar tarafından kullanıldı. Farklı ve etkili bir gaz kullanılacağı istihbaratını alan İngilizler, bu saldırıya karşı gaz maskeleri ürettiği için saldırı düşünlüğü kadar etkili olmadı.

Klor gazından çok daha zehirli olan fosgen gazının küflü samana benzeyen, fakat çok kuvvetli olmayan bir kokusu vardır.

Öyle ki kokusunun duyulabilmesi için havada 0,4 ppm'den (milyonda bir parçacık) fazla olması gerekir. Fosgen gazının kokusunun duyulabilmesi için havada bulunması gereken miktar, bu gazın zararlı etkilerini gösterdiği değerin birkaç katına denk geliyor. Bu nedenle bu gazın kokusunu duyduktan sonra ortamdan uzaklaşılsa bile zehirlenmekten kurtulmak için geç kalınmış olabilir. Ciddi sonuçlarını 24-72 saat içinde gösteren bu gaza maruz kalındığında görülen ilk etkiler arasında öksürük, gözlerin tahriş olması ve solunum zorluğu sayılabilir.



İ. Dünya Savaşı sırasında ön saflara yerleştirilmiş, içinde klor gazı olan basınçlı kapların havadan çekilmiş fotoğrafı



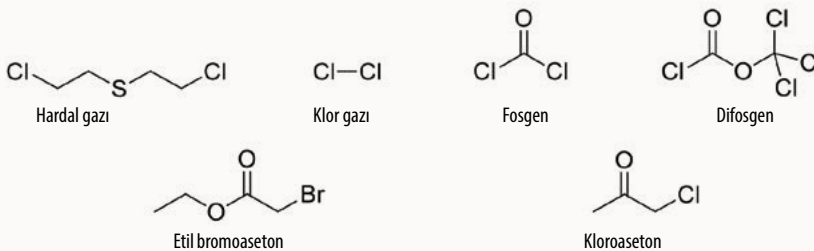
Fosgen, akciğerlerde bulunan ve oksijen-karbondioksit değişiminin yapıldığı bölge olan kan-hava bariyerine zarar verir bu yüzden boğulmaya neden olur. Bazı tahminlere göre Batı cephesindeki kimyasal silahlardan kaynaklanan ölümlerin yaklaşık % 80'inden fazlası bu gazdan kaynaklandı. Yine de bu konuda tam bir sayı vermek çok doğru olmaz, çünkü çok hafif olduğu için kontrol edilemeyen bu gaz kendinden daha ağır olan gazlarla, örneğin klorla karıştırılarak kullanıldı ve bu karışımlar da çok sayıda ölüme ve yaralanmaya sebep oldu.

Savaş meydanlarına çıkan başka bir gaz difosgen ( $C_2Cl_4O_2$ ) oldu. En az fosgen kadar zehirli olan bu gazın, gaz maskelerinin filtrelerine zarar vermek ve havada fosgenden daha uzun süre etkili olmak gibi özellikleri vardı.

Artık hepsi birbirinden daha tehlikeli yeni gazlar üretiliyordu. I. Dünya Savaşı'nda etkin olarak kullanılan gazlardan biri de hardal gazı ( $C_4H_8Cl_2S$ ) oldu. Kükürt içeren bu gaz saf halinde renksiz olsa da savaşta kullanılan gaz saf olmadığı için rengi sarı-kahverengi gibiydi. Adını saf olmadığı halindeki hardal ve sarımsak

karışımını andıran kokusundan alan hardal gazı her ne kadar gaz olarak adlandırılrsa da aslında oda sıcaklığında sıvı halindedir. Bu maddeye maruz kalmak korneaya zarar verir ve görme kaybıyla sonuçlanır. Bunun yanı sıra tepkimeye girme isteği hayli yüksek olan bu madde DNA zincirlerini bozar, kansere, genetik değişikliklere ve hücre ölümlerine yol açabilir. Ayrıca yağda çözünebildiği için derinin içine nüfuz eder ve vücuda ciddi zarar verir. Tahriş edici ve yakıcı olduğu için deriyle temas ettiğinde kimyasal yanıklara ve su toplanmasına neden olur. Bu nedenle hardal gazından korunmak için sadece gaz maskesi yeterli olmaz. Suda iyi çözünmediği için yıkayarak kurtulmanın da pek mümkün olmadığı bu madde bu gaza maruz kalmış kişilerin giysilerinden bile ulaşabilir. Bu nedenle savaş esnasında hardal gazına maruz kalan askerlerin bakımı ve ambulansla taşınması gibi konular risk oluşturdu. Savaşta kimyasal silahlardan ölenlerin yaklaşık %2-3 kadarı bu madde nedeniyle öldü. Yol açtığı ölümlerin oranı diğer kimyasal silahlara göre nispeten düşük olan bu gaza maruz kalan askerler ölümler de büyük zarar görüyor ve bir daha savaş meydanına dönemiyordu.

I. Dünya Savaşı'nda kullanılan kimyasal maddeler bunlarla sınırlı değildi. Hidrojen siyanür ( $CHN$ ), kloropikrin ( $CCl_3NO_2$ ), benzil bromür ( $C_7H_7Br$ ) gibi pek çok kimyasal madde savaş süresince etkin olarak kullanıldı. Bu gazlardan zarar görenler arasında sadece kimyasal gaz saldırısına maruz kalan askerler değil, rüzgârın yön değiştirmesi ile kendi yaptıkları saldırıdan kendileri etkilenen askerler, bu gazların üretiminde çalışanlar ve daha pek çok kişi sayılabilir.



I. Dünya Savaşı'nda kullanılan bazı gazların kimyasal yapıları

I. Dünya Savaşı'nda Kullanılan Kimyasal Gazların Yol Açtığı Kayıplar		
Ülke	Toplam Kayıp	Ölü sayısı
Rusya	419.340	56.000
Almanya	200.000	9000
Fransa	190.000	8000
İngiltere	188.706	8109
Avusturya Macaristan	100.000	3000
ABD	72.807	1462
İtalya	60.000	4627
Diğerleri	10.000	1000



Gaz maskeleri ve benzer önlemler ölü sayısının artmasını engelse de kimyasal gazların kullanımını askerlerin psikolojik durumunu olumsuz yönde etkiledi. Savaşta toplam ölü sayısının sadece %1'inden sorumlu olsa da bütün bu kimyasal maddeler nedeniyle savaşın iki tarafı da büyük kayıplar verdi. İnsanlara ağır acılar yaşatan ve çok yüksek kayba neden olan bu gazlar savaşın sonucunu etkilemedi. Bunun farkına varan ülkeler, kimyasal savaşın karşılıklı olarak reddedilmesinin

herkesin çıkarına olacağı sonucuna vardı. Bu nedenle 1925 yılında Uluslararası Cenevre Protokolü imzalandı ve II. Dünya Savaşı'nda bu antlaşmaya büyük ölçüde uyuldu. Ancak kimyasal silahlar zaman içinde dünyanın birçok farklı yerinde kullanıldı. Bu nedenle Cenevre Protokolü'nün kapsamının genişletildi ve 1997'de Kimyasal Silahlar Sözleşmesi (CWC) 87 ülkenin imzası ile yürürlüğe girdi. Halen yürürlükte olan bu sözleşmenin Ekim 2013 itibarıyla 190 üyesi var.

Kimyasal gaza maruz kalmış İngiliz askerleri

**Y**ale Üniversitesi'nde çalışan Louis Goodman ve Alfred Gilman, hardal gazından zehirlenerek yaşamlarını yitiren askerlerin otopsiplerinde kemik iliği hücrelerinde azalma ve lenf bezlerinde belirgin bir küçülme gözlemledi. Bu gözleme dayanarak lenfoma ve lösemi tedavisinde hardal gazının kullanılabileceğini düşündüler ve 1942 yılında "nitrogen mustard" isimli bir madde ile çalışmaya başladılar. Böylece I. Dünya Savaşı'nda kullanılan ve kükürt içeren hardal gazının azot içeren türevi kanser ilacı olarak kullanılmaya başlandı.



#### Kaynaklar

- <http://spartacus-educational.com/FWWgas.htm>
- Uşaklı, A. B., Savaşın Dönüşümünde Teknolojik Gelişmelerin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi, 2007.
- Ekinci, Y., "Hava ile İnsanları Besleyen ve Öldüren Adam Fritz Haber", *Bilim ve Teknik*, Sayı 557, s. 30, 2014.
- Semerci, İ. Ö., "Kimyasal Silahlar", *Bilim ve Teknik*, Sayı 550, s. 20, 2013.
- <http://www.compoundchem.com/2014/05/17/chemical-warfare-ww1/>
- <http://www.bbc.co.uk/news/education-15679088>
- Marrs, T. C., Maynard, R. L., Sidell, F. R., *Chemical Warfare Agent*, Wiley, İngiltere, 2007.
- Uzar, A. I., Şarlak, A. Y., "Modern Tıbbin Gelişiminde Savaşların Rolü", *Bilim ve Teknik*, Sayı 529, s. 60, 2011.
- <http://www.aip.org/history/curie/war1.htm>
- <http://www.opcw.org/>