



Ölümcül Kimyasallara Uzaktan Tespit

İngiltere adına casusluk yapan eski bir Rus istihbarat subayı Sergei Skripal ve kızı Yulia, 2018'in Mart ayında İngiltere'nin Salisbury kentinde düzenlenen sinir gazı saldırısından etkilenen isimlerden sadece ikisiydi. 40 kişi rahatsızlanmış, üç polis hastaneye kaldırılmış, bunlardan biri iki haftadan uzun süre tedavi görmek durumunda kalmıştı. Koruyucu elbiseler giymiş kimyasal savaş uzmanları, olup bitenlere dair bir ipucu bulmak ve halkın hâlâ tehdit altında olup olmadığını anlamak amacıyla Skripallar'ın son dönemde buldukları her yeri dikkatle incelemişti.

Son dönemde artan bu türden saldırılar, kimyasal silahların yarattığı tehdidi gözler önüne seriyor. Üstelik bu saldırılar sadece hedefteki kişiyi değil, çevredeki masum insanları, arama-kurtarma ve temizlik ekiplerini de etkiliyor¹.

ABD'li istihbarat uzmanları, uzun süredir bu soruşturmaları hızlandıracak, güvenli hale getirecek, hatta bu türden saldırıları tamamen önleyecek bir teknoloji arayışında. IEEE Spectrum'da yayınlanan bir makaleye² göre, İstihbarat İleri Araştırma Projeleri Merkezi'nde yürütülen ve 2021 yılında tamamlanması öngörülen SILMARILS (Kızılötesi Işık Sinyallerinin Emilimini ve Yansımasını Ölçmeye Yönelik Uzaktan Aydınlatma) projesi, bu soruna bir çözüm getirecek gibi görünüyor.

SILMARILS adı Yüzüklerin Efendisi serisindeki sihirlerden geliyor. Gerçekleştirilen çalışmalar ise bu sihri adeta gerçek hayata taşıyor³.

Intelligence Advanced Research Projects Activity (İstihbarat Gelişmiş Araştırma Proje Çalışmaları - IARPA) bünyesinde gerçekleştirilen ve 2021 yılında tamamlanması planlanan proje çerçevesinde geliştirilen portatif tarayıcı, araba kapısı gibi yüzeylerdeki -PETN patlayıcısı gibi tehlikeli maddelerden kafein gibi sıradan maddelere dek uzanan- 500 farklı kimyasal maddenin izlerini 5-30 metre arasında mesafeden tespit edebilecek.

Program Direktörü Kristy DeWitt, bu tür kimyasal izlerin hâlihazırda Raman spektroskopisi gibi yöntemlerle tespit edilebildiğini söylüyor. Lazer tarafından gönderilen ışın demeti molekül üzerine çarptığında bir saçılım gerçekleştiriyor. Bu ışın saçılımının sahip olduğu enerji miktarının, molekül üzerinde gönderilen lazer ışınındaki enerji miktarı ile eşit olmadığı durumlardaki saçılmalara *Raman Saçılması* deniyor. İki ışığın arasında var olan enerji farkı molekülün titreşim enerji düzeyleri arasındaki

1 <https://www.disruptordaily.com/tech-that-identifies-hazardous-chemicals-from-a-safe-distance-is-coming/>

2 <https://spectrum.ieee.org/semiconductors/optoelectronics/us-spy-agencies-see-tech-to-identify-deadly-chemicals-from-30-meters-away>

3 <https://www.nextgov.com/cio-briefing/2016/04/iarpa-wants-hand-held-laser-gun-can-detect-chemicals-100-feet-away/127732>

enerji farkları kadardır. Gerçekleştirilen çalışmalara göre Raman saçılmasının spektroskopik incelemesi sonucu moleküllerin titreşim enerji düzeyleri hakkında veri elde edilebiliyor ve bu veri kullanılarak kimyasal madde izleri taraması mümkün olabiliyor.

Raman spektroskopisi metodundan farklı olarak bu yeni teknoloji, tek bir dalga boyundaki ışıktan oluşan ve ışın taranan malzemeye (moleküle) dağıldığında farklı dalga boylarında foton parçacıkları oluşturan bir lazere sahip. Yayılan bu fotonların dalga boyları ve miktarları olası zararlı maddelerin tespit edilmesini sağlıyor.

Sistem, uzun batarya ömrüyle, gözlere zarar vermeyen kızılötesi ışınıyla, yüksek tarama hızıyla ve yüzeydeki kalıntı miktarı, farklı maddeler, ısı, nem ve ışık farkları gibi birçok değişkeni hesaba katmasıyla, teknolojinin son olanaklarını istihbarat örgütlerinin hizmetine sunuyor⁴.

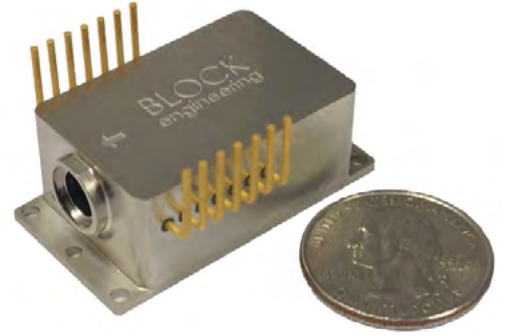
Geliştirilmekte olan teknolojinin en büyük dezavantajı ise foton parçacıklarının çok küçük enerji miktarlarına sahip olması. Bu nedenle de güçlü -gözlerinizi yakacak türden- bir lazere ihtiyaç duyuluyor. Bu durum, örneğin havaalanı gibi bir yerde, her şeyi gizlice taramak niyetindeyseniz, pek işinize yarayacak bir özellik değil.

SILMARILS projesi çerçevesinde geliştirilmeye çalışılan sistem, kızılötesi spektrumun geniş bir alanına yayılan ve yansıyan az sayıdaki fotondaki spektroskopik izleri tespit eden lazerler kullanıyor. Sistem her ne kadar güçlü bir lazer ihtiyacıyla birtakım kullanım zorluklarına sahip olsa da kızılötesi dalga boyuna sahip ışınlar ile çalışması, daha zayıf bir ışık kaynağı kullanabileceğiniz anlamına gelir ki bu durum -DeWitt'in tabiriyle-, marketlerdeki tarayıcılardan daha zararlı olmayan bir lazer demek. Bu sayede patlayıcıların, kimyasal silahların ve uyuşturucuların güvenli bir şekilde tespiti mümkün olacak. İlk aşamadaki hedefler şu şekilde olacak⁵:

- Patlayıcılar: Azot bazlı TNR ve RDX gibi bileşenler, aseton peroksid gibi yeni formüller ve gübre bombası gibi ev yapımı patlayıcılar.
- Kimyasal silahlar ve zehirli kimyasallar: Sarin ya da tabun gibi kimyasal silahlar, yeni nesil, bilerek ya da bilmeden hidrojen siyanür ve amonyak gibi gazlar yayan kimyasal maddeler.
- Uyuşturucular: Kokain, eroin, metamfetamin gibi yasa dışı uyuşturucular ya da vicodin ve hidrokodon gibi yasal ancak kötü amaçla kullanımı mümkün uyuşturucular.

Program çerçevesinde üç ayrı ekip hedeflenen tarayıcıyı geliştirmek için yarışıyor. Ekiplerin üçü de hem aydınlatmayı hem de spektroskopiyi içeren eksiksiz sistemler geliştiriyor. Ancak her ekibin ayrı bir uzmanlık alanı bulunuyor.

Savunma sanayii şirketi Leidos, fiber üreticileri IRflex ve CorActive ile Michigan Üniversitesi uzmanı Mohammed Islam tarafından kurulan yeni bir girişim olan Omni Sciences'tan oluşan grup darbeleri bir süper döngülü lazer kullanıyor.



Block Mems'in Portatif Tarayıcısı: Block MEMS tarafından üretilen bu kuantum dalga lazeri, SILMARILS çerçevesinde uzaktan kimyasal madde tespitine yönelik geliştirilen bir dizi yaklaşımdan biri².

4 <https://www.nextgov.com/cio-briefing/2016/04/iarpa-wants-hand-held-laser-gun-can-detect-chemicals-100-feet-away/127732/>

5 <https://www.popsi.com/iarpa-wants-magical-chemical-detecting-tool>

Bu tür cihazlar genelde kimyasallarla, bunların içerisine, sıra dışı çizgisel olmayan bir etki yaratmak amacıyla yerleştirilen ve mikro ya da nano yapılarla kaplı optik fiberlerden oluşuyor. Bir başka ifadeyle, fibere pompalanan ışık, dalga boylarının kesintisiz spektrumunun oluşumunu başlatıyor. Michigan Üniversitesi ve Leidos uzmanları, farklı maddelerle kaplanan bir dizi fiber kullanarak, dalga boyları 2 mikrometreden 11 mikrometreye kadar uzanan süper döngülü bir lazer üretmeyi başardı. Günümüzde ortalama bir lazerin dalga boyunun 100-3.000 nanometre olduğu düşünülürken 2.000-11.000 nanometre boyunda kesintisiz spektrumların oluşturulması bu alanda kaydedilen ilerlemeyi ortaya koyuyor.

Michigan Üniversitesi araştırmacısı Mohammed Islam sistemi şu şekilde anlatıyor: “Birçok kimyasal 2-11 mikron aralığında parmak izine sahiptir. Bu nedenle, bu dalga boyu aralığı ‘spektral parmak izi bölgesi’ olarak adlandırılır. Bizim cihazımız, kimyasal parmak izlerini ortaya çıkararak katı, sıvı ve gaz hedeflerin tespit edilmesini sağlayacak⁶”

Grup, cihaz için piyasada bulunan fiber optik ve telekomünikasyon malzemelerini kullanıyor. Özel bir parça üretiminin gerekmemesi, lazerin çok daha dayanıklı ve ucuz olmasını sağlıyor.

Geniş bantlı kızıl ötesi lazerler genellikle çok kısa ışık sinyalleri üreten, gücün bir dizi yükseltici aracılığıyla artırıldığı lazerler kullanılarak üretiliyor. Bu sistemler, yüksek maliyetlerinin ötesinde, büyük boyutları nedeniyle kullanışlı değil. Dahası, kullanılan aynalar ve lensler, ısı değişimleri karşısında cihazın hassasiyetini azaltıyor.

Ekip, bu sorunları aşmak amacıyla barkod tarayıcılarda kullanılanlara benzer, standart bir lazer diyet kullanıyor. Ardından, dalganın gücü yükselticilerle artırılıyor. Bu güçlendirilmiş dalga 2 metrelik fiber optik bir kabloyla aktarılıyor.

Islam gerisini şöyle anlatıyor: “Sihir bu noktada devreye giriyor. Bu güçlü dalgaları, bir dizi küçük dalgaya bölüyoruz. Böylece 20 cent değerindeki bir fiberle pahalı lazerlerdekine benzer bir çıktı elde edebiliyoruz.”

Bunun ardından, “süper süreklilik üretimi” adı verilen bir işlem yoluyla dalga boyları yumuşak cam fiberlere gönderiliyor. Lazerlerin çoğunluğu sadece tek bir rengi ya da dalga boyunu yayar. Süper süreklilik lazerleri ise farklı dalga boylarında ışın yayıyor. Lazerin tutulduğu yüzeyden yansıyan dalga boyları, yüzeydeki kimyasalların tespitini sağlıyor.

Sistemin 2017 yılının Ağustos ayındaki testlerinde, iki gün içerisinde 70 bilinmeyen örnek tespit edildi. Çalışmaların ikinci aşamasında, sistemin bir ayakkabı kutusu boyutlarına getirilmesi planlanıyor⁷.

Merkezi Massachusetts’in Marlborough kentinde bulunan Block MEMS, Leidos’unki kadar deneysel olmasa da, özel bir lazer kullanıyor. Şirket, imzalanan 9,8 milyon dolarlık sözleşme çerçevesinde, hâlihazırda geliştirdiği kuantum dalga lazerlerinin kullanıldığı bir dizi kimyasal tespit aracı üretiyor.

Bu lazerler titiz bir şekilde belirlenen nanometre altı kalınlıklara sahip yarı iletkenlerden oluşuyor. Elektronlar bu tabakaları birer enerji merdiveni olarak algılıyor ve her basamakta bir foton yayıyor. Şirketin CEO’su Petros Kotidis, Block MEMS’in, bu teknolojiyi, yarı iletkenin dışına yerleştirilen optik bileşenler aracılığıyla farklı kızılötesi dalga boylarını hızlı bir şekilde tarayan bir lazerle daha da geliştirdiğini söylüyor. Sistem, kullandığı ayarlanabilir, yüksek güçlü, kademeli kuantum lazerler

6 <https://www.azosensors.com/news.aspx?newsID=12272>

7 <https://www.laboratoryequipment.com/news/2017/12/shoebox-sized-chemical-detector>


ve tespit algoritmaları sayesinde, farklı yüzeylerdeki yüzlerce farklı kimyasalı 30 metre mesafeden tespit edebilecek⁸.

Honolulu Merkezli Spectrum Photonics bu hedef doğrultusunda kompakt, düşük enerji kullanan hiperspektral görüntüleme sistemleri konusundaki uzmanlığından yararlanıyor. Bu kamera temelli spektrometre sistemleri her biri uzamsal bilgileri ve dalga boyu bilgisini içeren bir dizi görüntüyü hızlı bir şekilde elde ediyor. Spectrum Photonics yönetim kurulu başkanı Ed Knobbe, şirketin SILMARILS için, dalga boyları 1,2 mikrometre (kısa dalga kızıl ötesi) ile 13,5 mikrometre arasında değişen ışıkları tespit edebilen bir görüntüleme spektrometre sistemi geliştirdiğini söylüyor. Knobbe, “Temel spektral bilgilerin çoğu uzun dalga kızıl ötesidir” diyor. Ancak orta dalga ve kısa dalga kızıl ötesi bantlarında da bol miktarda tamamlayıcı bilgi mevcut.

Çalışmalar büyük ölçüde dönen sinyalleri yorumlamaya odaklanmış durumda -DeWitt’in ifadesiyle- ışınları değil, sistemlerin beyinlerini yorumlamaya. “En zorlayıcı problemlerden biri, bir yüzeydeki iz ile havada dolaşan bir kimyasaldan elde edilen kodların aynı olmaması. Bir yüzeyde küçük miktarlarda kimyasallar olduğunda, alt katman ve parçacık boyutuna bağlı olarak spektrumda önemli değişimler gözleniyor.”

Bu ekiplerden herhangi birinin kalan problemleri çözebilmesi durumunda, bu teknoloji istihbarat örgütlerinin ihtiyaçlarının ötesinde uygulama alanları bulacak. Havaalanlarında yolcuların ve kamyon benzeri nakliye araçlarının kimyasal madde, bomba, uyuşturucu gibi maddeler bulundurup bulundurmadığı kısa sürede ve güvenli bir şekilde tespit edilebilecek⁹.

Yeni teknolojinin bir diğer uygulama alanı ise tıp olacak. Örneğin, doku örneklerindeki kimyasalların laboratuvarında test edilmesi şu anda ciddi bir zaman ve çaba gerektiriyor. Lazerlerle ise anında doku örneği almaya ve laboratuvara gitmeye gerek kalmadan anında tespit mümkün olabilecek¹⁰.

Block MEMS CEO’su Kotidis, “Uzaktan tespit hakkındaki fikirlerimiz tamamen değişecek” diyor. Leodis’in baş araştırmacısı Augie Ifarraguerri’ye göre ise, bir hayal gerçekleşecek: “Bu nihai sensörü- Star Trek tricorderini- yapabileceğimizi hissediyorduk. Kariyerime başladığım 1990’larda böyle bir şey mümkün görünmüyordu. Ancak giderek yaklaşıyoruz ve yaklaşık 30 yıldır hayal ettiğimiz şeye nihayet kavuşuyoruz.” 

8 <https://www.airforce-technology.com/news/newsusaf-selects-block-mems-for-trace-chemicals-detection-4945336/>

9 <https://www.disruptordaily.com/tech-that-identifies-hazardous-chemicals-from-a-safe-distance-is-coming/>

10 <https://www.laboratoryequipment.com/news/2017/12/shoobox-sized-chemical-detector>