

Lazer Riskleri ve Güvenliği

Birçoğumuz küçük yaşlardan itibaren bilim-kurgu filmlerinden ve çizgi romanlardan tanımışızdır lazerleri. En zorlu anlarda James Bond kol saatindeki lazer ile parmaklıkları kesip kaçmayı başarabiliyor, *Yıldız Savaşları*'nda imparatorluğun askeri merkezi konumundaki Ölüm Yıldızı yok edici süperlazeri ile barış ve huzur içinde yaşayan Alderaan'ı bir anda parçalıyordu. Gerçi ara sıra yanlış algılamalar da olmuyor değildi, örneğin Jedi şövalyeleri düşmanlarına meydan okurken lazer kılıcı değil, ilgililerinin de bildiği gibi farklı teknolojiye sahip ışın kılıcı (*light saber*) kullanırlardı. Son yıllarda ise sağlık, estetik ve teknoloji gibi farklı alanlardaki uygulamalar ile hayatımızda önemli bir yer almaya başlayan lazerler, çeşitli ışık oyunlarına aracılık etmesiyle eğlence sektöründe de boy göstermeye başladı. Oldukça düşük fiyatlara alınabilen el lazerleri ise (lazerli anahtarlıklar gibi) günümüzde büyük küçük birçok kişide mevcut. Önceleri bilinçsizce başkalarının gözüne lazer ışığı tutma gibi safiyane ama tehlikeli olabilen şakalar(!), günümüzde futbol ve basketbol maçlarında rakip oyuncunun dikkatini bozmak için kullanılmaya başlanmasıyla biraz çığırından çıkmış gibi gözüküyor.

Peki, uygulama alanları ve enerji yoğunlukları açısından çeşitlilik gösteren lazerlerin riskleri ve bunlardan korunma yöntemleri neler? Bir noktayı belirtmekte fayda var, profesyonel olarak işinin gereği lazerler ile çalışan kişilerin uyacağı kurallar ve korunma yöntemleri çok yönlüdür ve belli düzenlemelere tabidir. Biz burada sadece temel bazı bilgiler vermeyi amaçladık.

Lazerlerin riskleri temel olarak ışınla ilgili olan ve olmayan riskler olarak ikiye ayrılabilir.

Fotobiyojik Spektrum Alanı	Göz	Cilt
Morötesi C (200 nm - 280 nm)	Işığa bağlı kornea enfeksiyonu (photokeratitis)	Kızarıklık (eritem) Cilt kanseri Hızlanmış deri yaşlanması
Morötesi B (280 nm - 315 nm)	Işığa bağlı kornea enfeksiyonu	Pigmentasyon artışı
Morötesi A (315 nm - 400 nm)	Fotokimyasal katarakt	Pigment kararması Cilt yanığı
Görünür Işık (400 nm - 780 nm)	Fotokimyasal ve ısı retina hasarı	Pigment kararması Işık hassasiyeti reaksiyonları Cilt yanığı
Kızılaltı A (780 nm - 1400 nm)	Katarakt ve retina yanığı	Cilt yanığı
Kızılaltı B (1,4mm - 3,0 mm)	Kornea yanığı Aköz flare, Katarakt	Cilt yanığı
Kızılaltı C (3,0 mm - 1000 mm)	Kornea yanığı	Cilt yanığı

Yan tarafta ABD Federal Havacılık İdaresi (FAA) tarafından lazer ışınının pilotlar üzerinde etkisini gösteren simülasyon çalışmasından bazı kareler var.

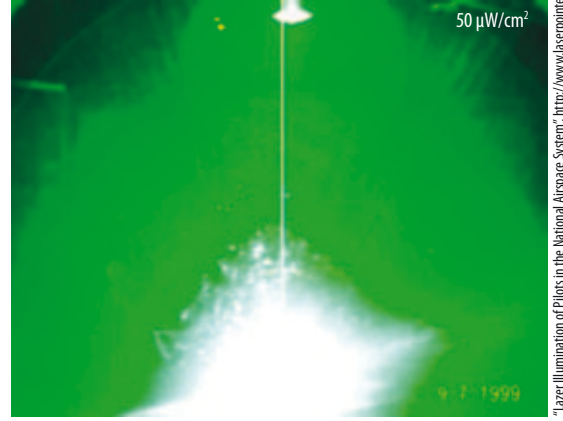
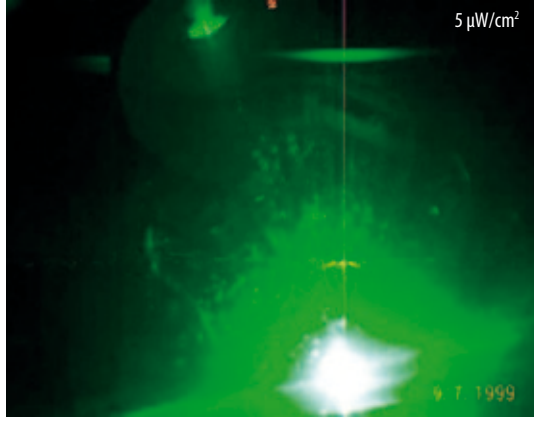
Gerçek uçuş simülatoründen çekilen bu görüntülerde, 5 mW gücündeki yeşil renkli el lazerinin değişik yüksekliklerde kokpit üzerindeki etkileri gösteriliyor.

0 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$: Herhangi bir lazer aydınlatması mevcut değilken simülator kokpitinin görüntüsü

0,5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$: 5 mW yeşil renkli el lazerinin yaklaşık 900 metre yükseklikteki etkisi

5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$: 5 mW yeşil renkli el lazerinin yaklaşık 300 metre yükseklikteki etkisi

50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$: 5 mW yeşil renkli el lazerinin yaklaşık 100 metre yükseklikteki etkisi



"Lazer Illumination of Pilots in the National Airspace System", <http://www.laserpointersafety.com/LPSFiles/files.html>

Işınla İlgili Riskler

Lazer ışınları gerekli önlemler alınmadığı zaman orta seviye cilt yanıklarından tutun, geri döndürülemez göz ve cilt hasarlarına varıncaya kadar ciddi sonuçlara yol açabiliyor. Lazerin ışın etkisi sonucu biyolojik hasar ısı, akustik ve fotokimyasal süreçlere bağlı olarak ortaya çıkıyor. Maruz kalınan süre, ışının dalgaboyu, ışının enerjisi ve dokunun tipine göre hasarın boyutu değişiyor.

Isıl etki, absorbe edilen lazer enerjisi sonucu dokudaki sıcaklık artışına bağlı olarak ortaya çıkıyor. Akustik etki ise özellikle dokudaki sıvının lokal olarak buharlaşması sonucu oluşan mekanik şok dalgasına bağlı geliyor ve sonunda doku tahribatına kadar gidebiliyor. Fotokimyasal etkiler fotonların doku hücreleri ile etkileşimi sonucu hücre kimyasındaki değişimlere bağlı olarak ortaya çıkıyor.

Gözlerimiz vücudumuzdaki ışığa en hassas bölge. Gelen lazer ışığı çok yoğun olmasa bile, gözün ışığı odaklama özelliği sonucu lazer ışığı 100.000 kat daha yoğun olarak retinaya ulaşabilir ve geri dönüşü olmayan hasarlara sebep olabilir. Bu nedenle ne kadar düşük yoğunluklu olursa olsun, gözlerin lazer ışını ile doğrudan temasından kaçınılması ve lazerle yapılan çalışmalarda koruyucu gözlük kullanılması

gerekiyor. Özellikle ışık spektrumunun görünür ışık ve yakın kızılaltı bölgesindeki dalgaboyuna sahip lazerler, retina hasarlarına yol açma açısından en yüksek risk grubunu oluşturuyor.

Cilt üzerindeki etkileri ise, lazerin dalgaboyuna bağlı olarak alt deriye (dermis) veya üst deriye (epidermis) işlemesi neticesinde ısı ve fotokimyasal yolla oluşan yanıklar şeklinde ortaya çıkıyor. Dalgaboyuna bağlı olarak zararın büyüklüğü değişiklik gösteriyor. Morötesi lazerler fotokimyasal hasara bağlı olarak pigment değişimine ve güneş yanığına benzer etkiler gösteriyorken, kızılaltı lazerler ısı etki nedeniyle daha ciddi cilt yanıklarına sebebiyet verebiliyor.

Işınla İlgili Olmayan Riskler

Biraz önce bahsettiklerimizden farklı olarak lazer ışını nedeniyle dolaylı riskler de söz konusu olabiliyor.

Yangın: Yüksek yoğunluklu lazer ışınlarının uygulanan maddeleri yakabilmesi sonucu yangın tehlikesi söz konusudur. Bu nedenle alev geciktirici malzemeler kullanılması ve lazerin çalışma alanı dışına çıkmasını önleyici opak lazer engelleri ile (örneğin perdelerle) çalışılması güvenlik açısından önem arz ediyor.

Zehirli Gazlar: Özellikle lazerle malzeme işlenmesinde, lazer ışını ile hedef maddenin etkileşimi sonucu zehirli gazlar, malzeme tozları ve eriyik damlacıkları ortaya çıkabiliyor ve çalışanlar açısından tehlikeli bir durum oluşturabiliyor. Örneğin metaller kesilirken arsenik, nikel ve krom içeren duman açığa çıkabiliyorken, plastik polimerler tehlikeli organik maddeler oluşturabiliyor. Benzer bir risk de ışın parlaklık limitleri aşıldığında, mercekle kaynaklı oluşan kalsiyum ve çinko tellürün oksijenin mevcut olduğu ortamlarda yanması sonucu ortaya çıkabiliyor. Bu nedenle maruz kalınan zararlı madde miktarını insan sağlığı açısından kabul edilebilir limit değerlerin altında tutmak için birtakım önlemler alınması gerekiyor. Bunların arasında en etkin yöntemlerden biri, fiziksel olarak lazerin uygulandığı yerin dış ortamdan izole edilmesi. Diğer önlemler ise bu tür risklerin olduğu ortamlarda oluşacak zararlı dumanı ortamdan uzaklaştıracak, etkin çalışan havalandırma sistemi kurulması ve mümkünse operasyon sırasında standartlara uygun solunum cihazları (örneğin gaz maskesi) kullanılmasıdır.

Sıkıştırılmış Gazlar: Lazer uygulamalarında klor, flor, hidrojen klorid ve hidrojen florid gibi birçok zararlı gaz kullanılmaktadır. Bu nedenle kullanılan sıkıştırılmış gazların uygun muhafazalar içinde saklanması, tavsiye edilen metal borular ve parçalar ile güvenli ve kalıcı bir şekilde lazerle bağlantısının yapılması ve yönetmeliklerde yer aldığı şekilde saklanması gerekiyor.

Lazer Boyaları: Boyalı lazerlerde (*dye lasers*) aktif lazer ortamı sağlamak amacıyla bazı çözücüler ile birlikte özel boyalar kullanılmaktadır. Karmaşık floresan organik bileşikler olan bu boyalar, yüksek derecede toksik ve kanserojen olabiliyor. Bu sebeple, boya solüsyonları duman başlıkları altında hazırlanmalı, özel laboratuvar önlüğü, eldiven ve gözlük kullanılmalıdır.

İkincil Radyasyon: Uygulama esnasında birincil lazer ışınından bağımsız, güç kaynakları, deşarj lambaları ve plazma tüplerinden kaynaklanan ikincil radyasyon oluşabiliyor. X-ışını, morötesi, görünür ışık, kızılaltı, mikrodalga ve radyo frekanslı formlarını alabilen bu radyasyonun olası etkilerini de güvenlik açısından dikkate almak gerekiyor.

Elektrik Kaynaklı Tehlikeler: Lazer güç kaynaklarında (örneğin deşarj lambalarında) yüksek gerilim kullanılıyor. Lazer sisteminde elektrik kaçığı olması, hasarlı kabloların kullanılmasına devam edilmesi, kurulum ve bakım esnasında dikkatsizlik neticesinde ölümcül kazalar meydana gelebiliyor. Bu nedenle yüksek gerilim kaynağı olan bölgelere

geçiş engelleyecek fiziksel bariyer konulması, çalışmalar sırasında metal yüzük ve kol saati takılmaması, metal kalem gibi eşyaların kullanılmaması ve soğutma sistemlerinin oluşturduğu neme bağlı oluşabilecek elektrik akımı risklerine karşı dikkatli olunması gerekiyor.

Bugün 50. yılını kutladığımız lazer dünyası çok çeşitli ve renkli. Teknolojisi ve kullanım alanı sürekli genişleyen lazerlerin cinsine ve bunlara maruz kalma süresine bağlı olarak olası riskler ve bunlardan korunma yolları değişiklik gösteriyor. Gündelik yaşamda birçok kişi için bu risklerle karşılaşma olasılığı düşük olsa da işleri gereği sürekli lazerle çalışmak zorunda olanlar için ölümcül riskler söz konusu olabilmektedir. Hatta çoğunlukla elektrik kazaları gibi dolaylı riskler sonucu oluşan tehlikeler, lazer ışınlarının doğrudan etkilerinden daha sık görülebiliyor.



Ama tehlikenin bizi de ilgilendiren ve çok ciddi sonuçlar doğurabilecek bir yönü de var. Erişimi ve satın alınması kolay olan el lazerlerinin (lazer pointer) bilinçsizce kullanılması, özellikle pilotlar üzerinde geçici görüş kaybına yol açma ve görüş alanını azaltması sebebiyle büyük tehlike oluşturuyor. Riskin gerçekleşmesi durumunda çok ciddi sonuçlar doğabileceği için ABD gibi bazı gelişmiş ülkeler bir dizi önlem almaya ve bu tür kullanımlar için hapis cezalarına varan yaptırımlar uygulamaya başladılar.