

Lazer Uygulamaları ve Güvenliği

Dr. İsa Kiyat

25 Kasım 2022

VII. İř Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu

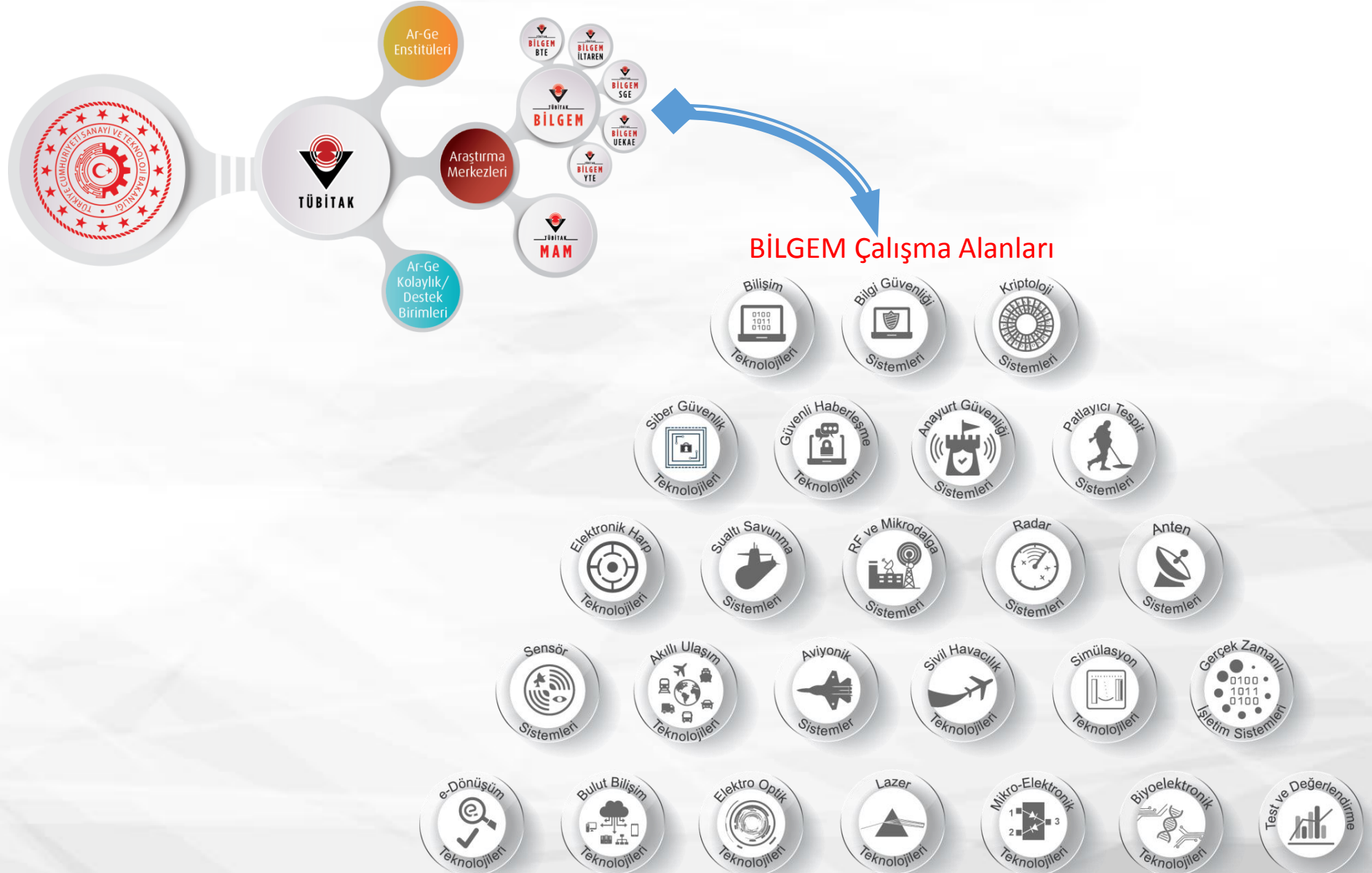


TÜBİTAK BİLİşİM VE BİLGİ GÜVENLİğİ
İLERİ TEKNOLOJİLER ARAşTIRMA MERKEZİ

www.bilgem.tubitak.gov.tr
2022

TÜBİTAK Bünyesinde BİLGEM Çalışma Alanları

TÜBİTAK BİLİŞİM VE BİLGİ GÜVENLİĞİ
İLERİ TEKNOLOJİLER ARAŞTIRMA MERKEZİ



UEKAE Elektro-Optik ve Lazer Sistemleri

Çalışma Alanları



UEKAE Elektro-Optik ve Lazer Sistemleri

Geliştirilen Ürün ve sistemler



UEKAE Elektro-Optik ve Lazer Sistemleri

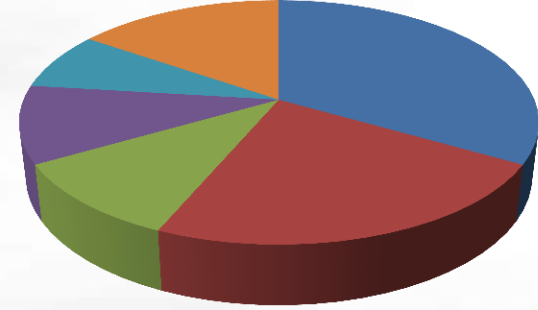
Yetiřmiř İnsan Kaynağı

TÜBİTAK BİLİşİM VE BİLGİ GÜVENLİĞİ
İLERİ TEKNOLOJİLER ARAşTIRMA MERKEZİ



- ✓ 3 Doçent
- ✓ 12 Doktora
- ✓ 7 Yüksek Lisans
- ✓ 25 Lisans
- ✓ 5 Teknisyen

Uzmanlık Alanına Göre



Fizik	Elektronik	Yazılım
Kontrol	Mekanik	Test



UEKAE Elektro-Optik ve Lazer Sistemleri Altyapılar ve Laboratuvarlar

TÜBİTAK BİLİŞİM VE BİLGİ GÜVENLİĞİ
İLERİ TEKNOLOJİLER ARAŞTIRMA MERKEZİ



1. YGL Araştırma ve Geliştirme Laboratuvarı
2. YGL Optik Bileşenler Laboratuvarı
3. YGL Etkileşim Araştırma Laboratuvarı
4. YGL Uygulamaları Laboratuvarı
5. Entegrasyon Laboratuvarı ve Test Tüneli
6. LiDAR Teknolojiler Laboratuvarı
7. Fiber Optik Sensörler Ar-Ge Laboratuvarı
8. Optik Haberleşme Ar-Ge Laboratuvarı
9. KÖ İzleme ve Görüntü İşleme Laboratuvarı
10. YGL Kırıkkale Saha Test Alanı





- Lazerler ve kullanım alanları
 - Neden Lazer Güvenliği?
 - Lazer Kazaları
 - Güvenli Lazer Kullanımı

Lazer Nedir?

LASER CAT



Bir oyuncaktan çok daha fazlası!

TÜBİTAK BİLİŞİM VE BİLGİ GÜVENLİĞİ
İLERİ TEKNOLOJİLER ARAŞTIRMA MERKEZİ

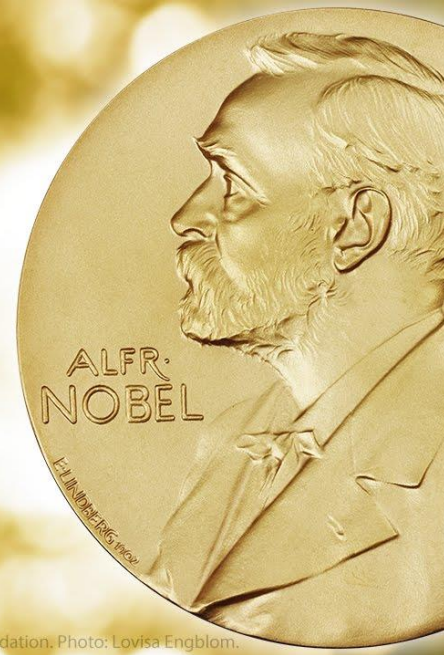


		Arthur Ashkin	United States	"for groundbreaking inventions in the field of laser physics", in particular "for the optical tweezers and their application to biological systems"
2018		Gérard Mourou	France	
		Donna Strickland	Canada	"for groundbreaking inventions in the field of laser physics", in particular "for their method of generating high-intensity, ultra-short optical pulses"

The Nobel Prize Award Ceremony

*Thursday 10 December, 4.30 p.m. CET
Stockholm Concert Hall*

Nobelprize.org
The Official Web Site of the Nobel Prize



© © The Nobel Foundation. Photo: Lovisa Engblom.

Lazerler hayatımızın içinde!

TÜBİTAK BİLİŞİM VE BİLGİ GÜVENLİĞİ
İLERİ TEKNOLOJİLER ARAŞTIRMA MERKEZİ



Telekom. Optik haberleşme.

Sanayii üretimi(kesme, kaynak, eklemeli imalat vb.)

Medikal(Göz, diş, ameliyat vb.)

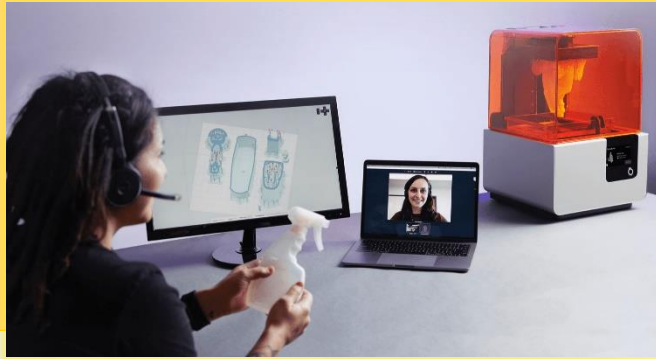
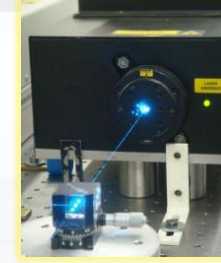
Barkod tarayıcılar

Ofisler, evler (yazıcılar, pointer, DVD vb)

Askeri (haberleşme, LiDAR, işaretleyici, silah)

Araştırma

Eğitim



İlk Lazeri kim icat etti?

Basit bir cevabı yok!

- Charles H. Townes
- Arthur L. Schawlow ...1958, fikrin patentini aldı ve yayınladı (ABD)
- Aleksandr Prokhorov... 1958, fikri yayınladı (SSCB)
- Theoder H. Maiman... 1960, ilk çalışır lazeri yaptı (ABD)

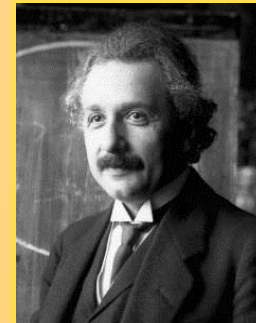


C. H. Townes A. Prokhorov

G. Gould

Bu arada...

- Gordon Gould... **1957**, fikri defterine karalamıştı (ABD)
- Albert Einstein ... **1917**, fikrin teorik temellerini attı.



A. Einstein

Lazer ne demek?

İngilizce **LASER** kelimesi aslında bir akronim.

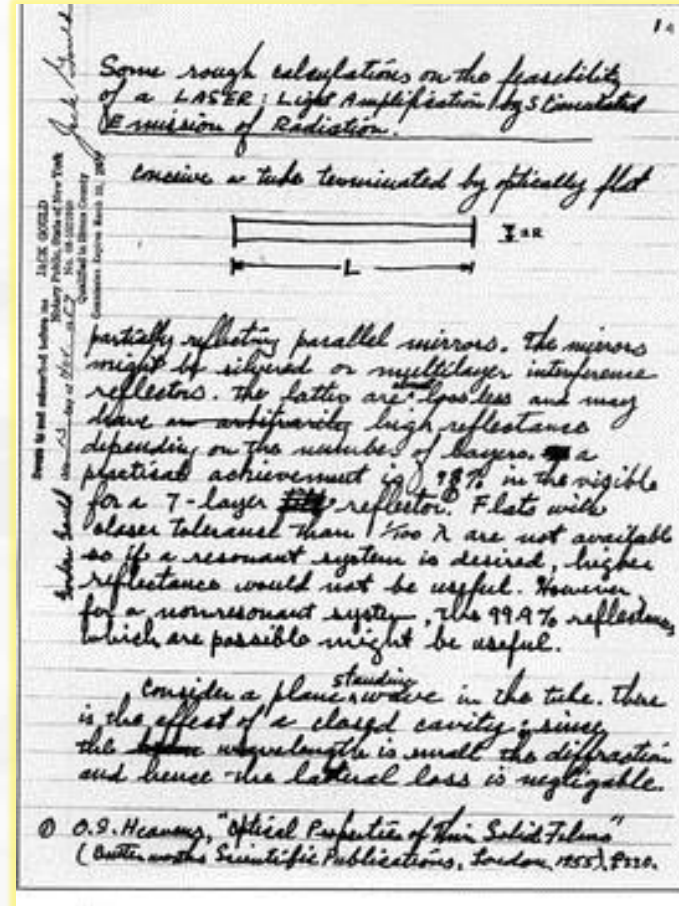
L...Light

A... Amplification by

S...Stimulated

E... Emission of

R...Radiation

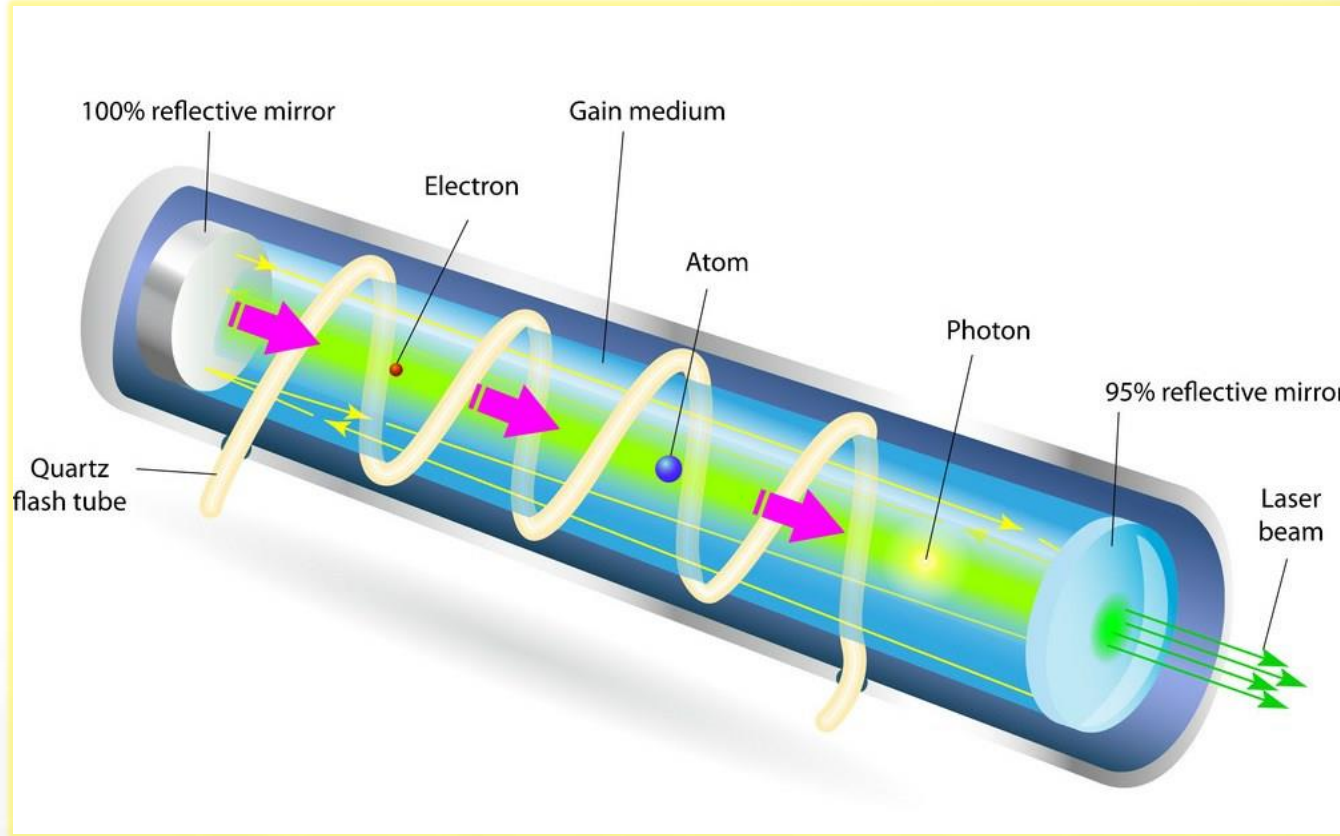


1957, by Gordon Gould

Uyarılmış ışımının yayımı ile Işık güçlendirilmesi

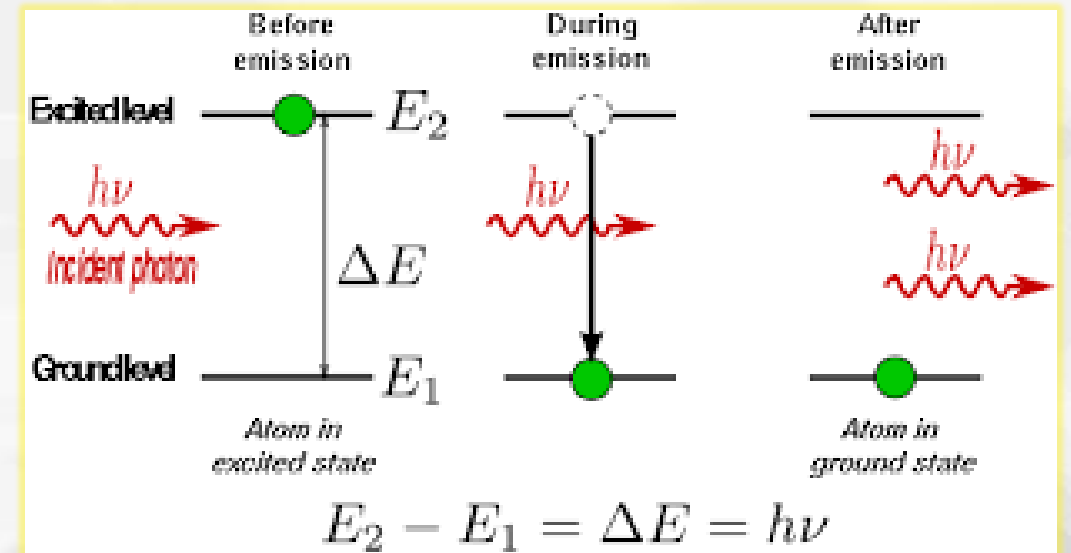
Lazerler nasıl çalışır?

Gaz kazanç ortamı örneği



Lazer ışını oluşması için;

- Kazanç ortamı
- Pompalama
- Geri besleme



Lazer çeşitleri nelerdir?

Kazanç Ortamına göre;

Gaz lazerler

Kimyasal lazerler

Katı Hal lazerler

Fiber lazerler

Yarı iletken lazerler



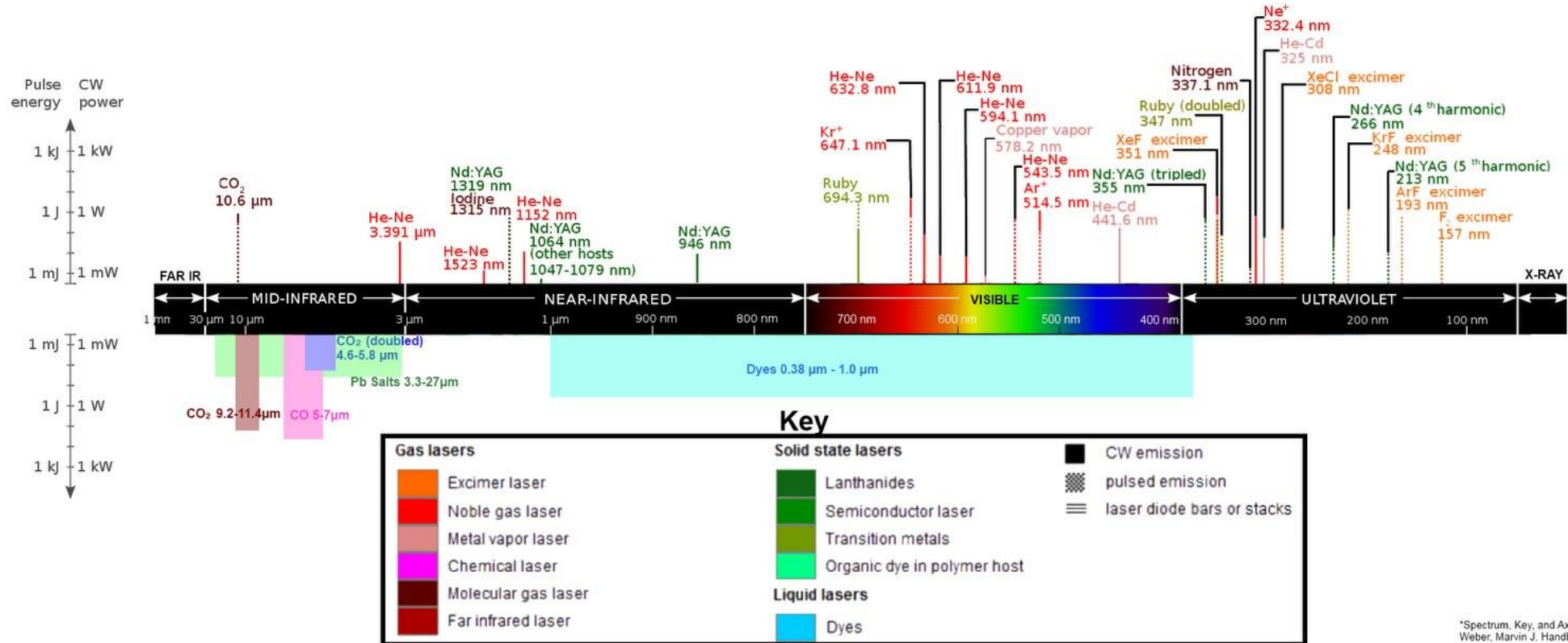
Fiber lasers



Lazer çeşitleri nelerdir?

Dalga boyu, kazanç ortamına göre

Industrial & Scientific Lasers



*Spectrum, Key, and Axis from
Weber, Marvin J. Handbook of
laser wavelengths, CRC Press, 1999

Lazer kullanım alanları: Medikal



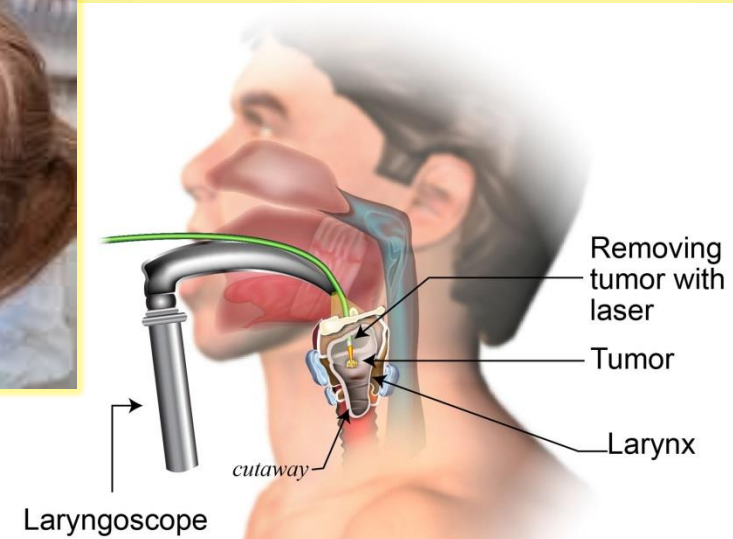
Cilt tedavileri



Lazer Göz Ameliyatları



Diş Tedavileri



Endoskopik lazer ameliyatları

Lazer kullanım alanları: Sanayii



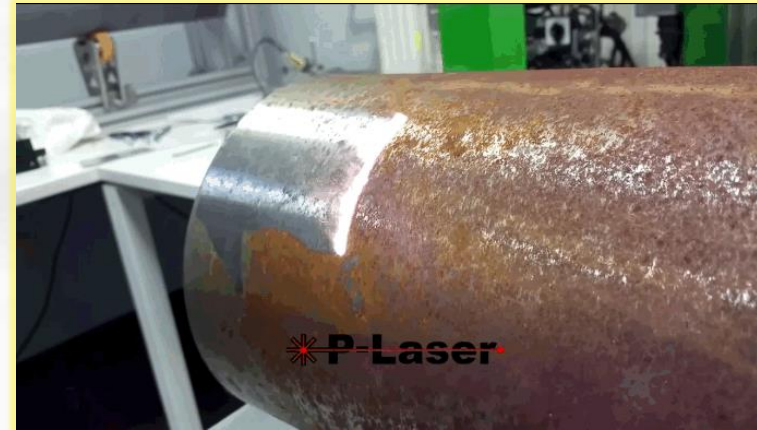
Laze Kesme



Lazer boya çıkarma



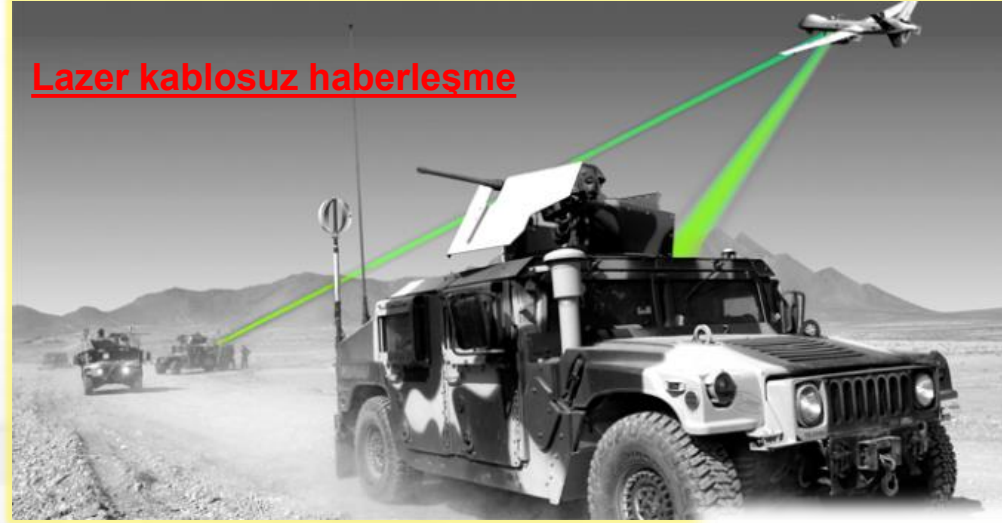
Lazer Kaynak



Lazer pas temizleme



Lazer kullanım alanları: Askeri



TÜBİTAK BİLGEM'de Lazer Güvenlik ?

TÜBİTAK BİLİŞİM VE BİLGİ GÜVENLİĞİ
İLERİ TEKNOLOJİLER ARAŞTIRMA MERKEZİ



Laser Institute of America
11501 Integrity Drive, Suite 128
Orlando, FL 32826
Phone: 407.380.1553
Fax: 407.380.5588
www.laserinstitute.org

August 19, 2014

Dr. İsa Kiyat
TUBİTAK BİLGEM
P.O. BOX: 74 Gebze
Kocaeli, Turkey 41470
Gender: Male
Date of Birth (Month/ Day/ Year): April 10, 1974
Nationality: TURKISH
Passport number: U05342425

Dear Dr. Kiyat,

On behalf of the organizing committee of the **Laser Safety Officer with Hazard Analysis course in San Diego, CA on October 20-24, 2014**, we cordially invite you to attend the **Laser Safety Officer with Hazard Analysis course**.

Laser Safety Officer with Hazard Analysis is presented by Laser Institute of America (LIA). Laser Institute of America, founded in 1968, is the professional society for Laser Applications and Safety comprised of laser researchers, manufacturers, integrators, and end users working together to increase the use and safe application of laser technologies.

Please note that this invitation does not include any financial assistance on the part of Laser Institute of America and that all related expenses (including LSO or hotel registration fees) are your responsibility.

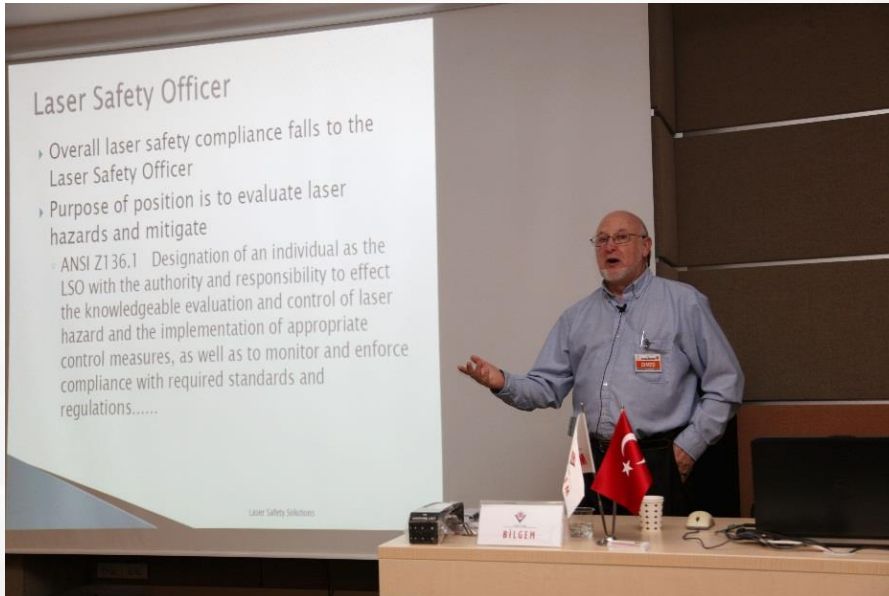
We look forward to seeing you in San Diego. Please contact me should you have any further questions.

Best Regards,

Hyder Cash
Hyder Cash
LIA Education Coordinator



2014



Tehlike nerde?

Laserler;

Eş uyumlu (Coherent)

Tek renkli (Monochromatic)

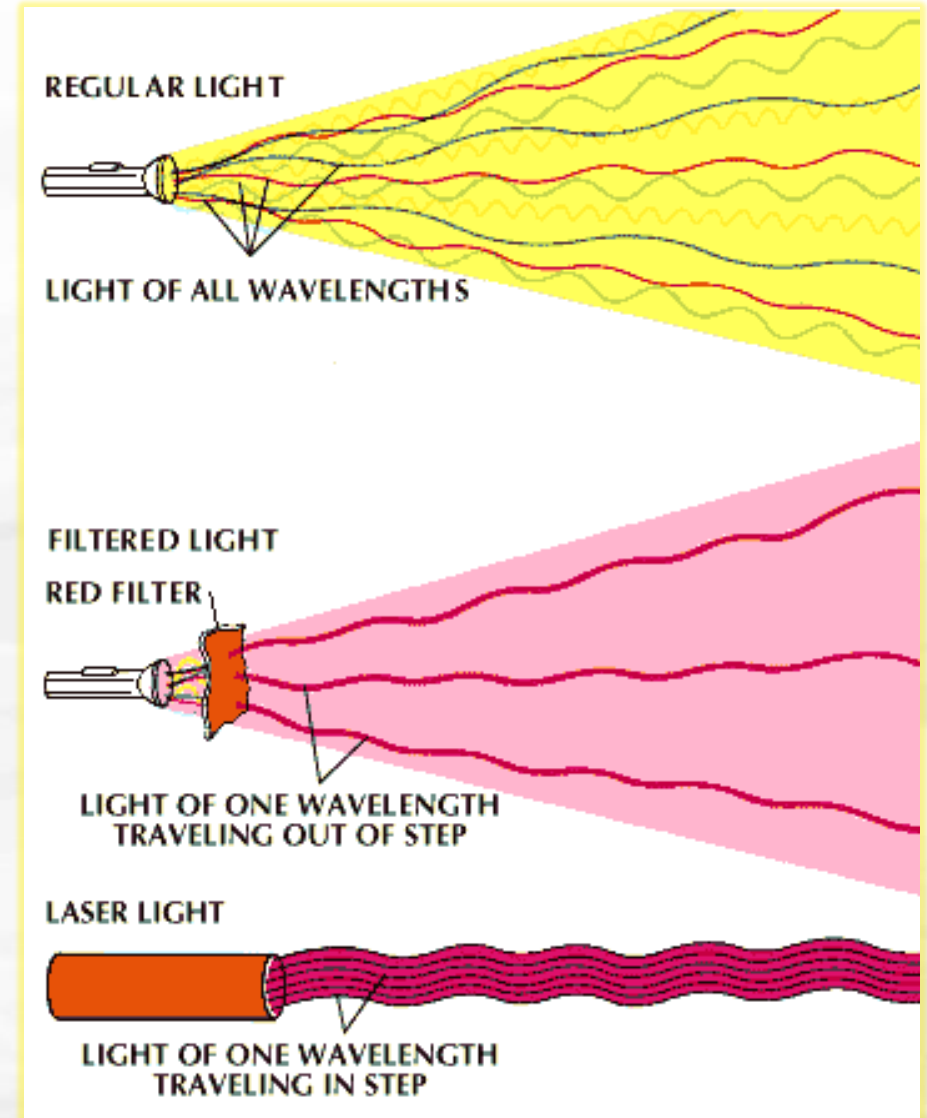
Hizalanmış (Collimated)

Ayrıca;

Görünür ve
Görünmeyen laser ışığı
(UV, NIR, FIR)

Değişik Güçler/dalgaboyları

Sürekli veya darbeli



Tehlike nerde?

DOĞRUDAN GÜNEŞE BAKILMASI



$$E=0.1 \text{ W/mm}^2$$

$\times 160$

DOĞRUDAN 1 mW He - Ne
LAZERİNE BAKILMASI

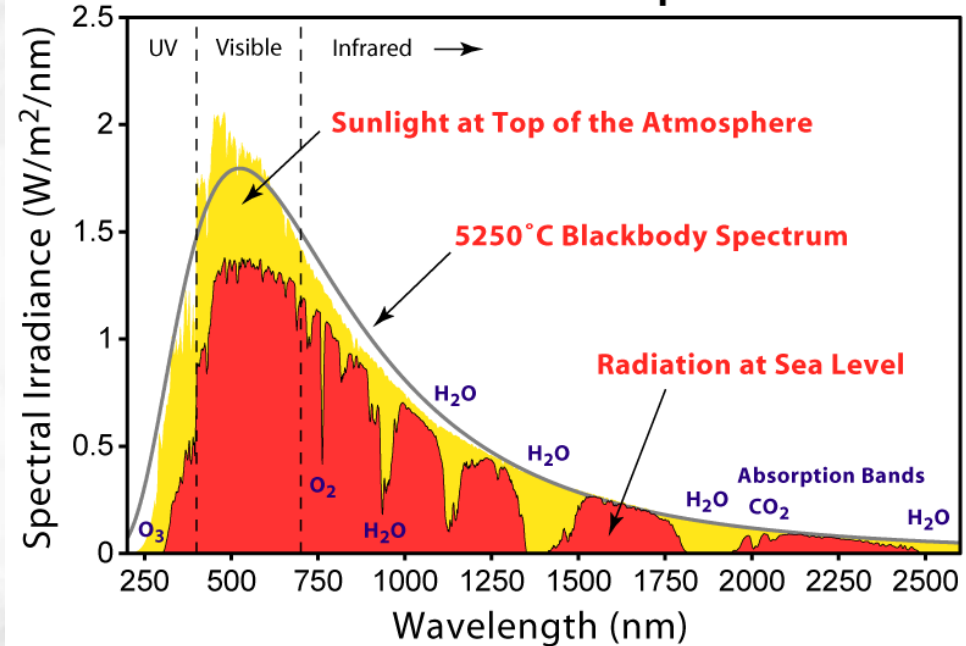


çapı=2 mm

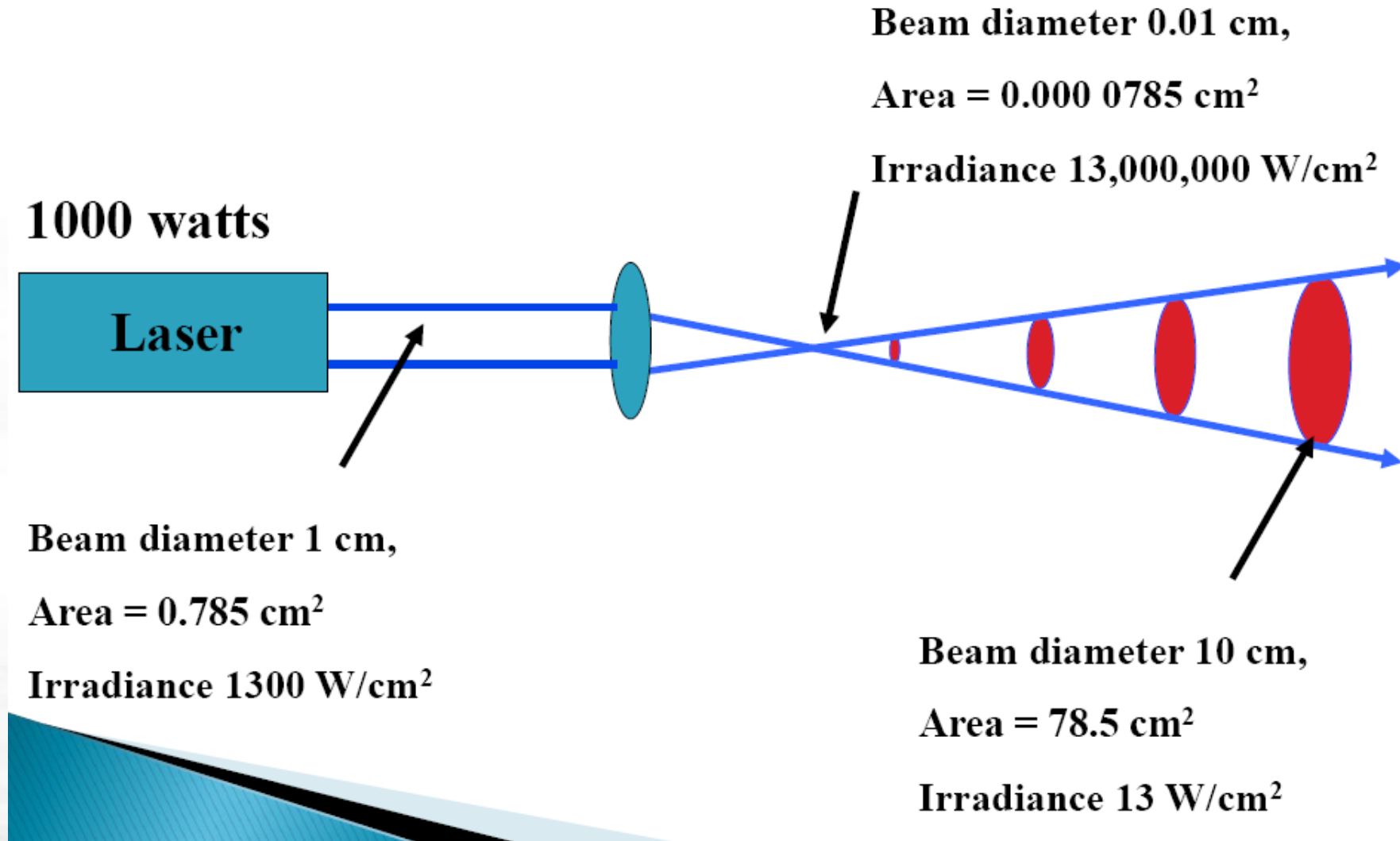
$$E=16 \text{ W/mm}^2$$



Solar Radiation Spectrum

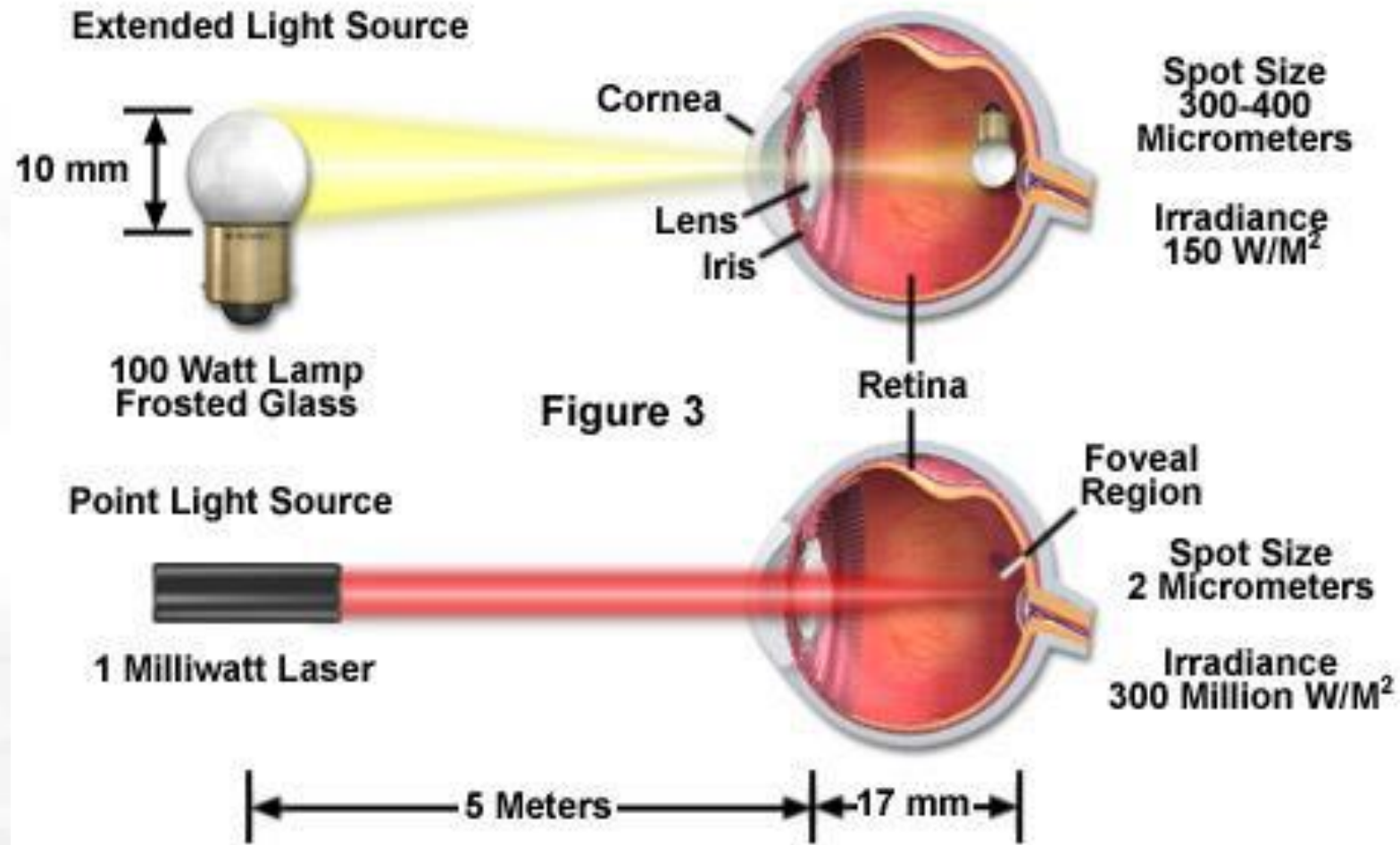


Tehlike nerede?



Tehlike nerede?

Extended and Point Source Power Density at the Retina



Tehlike nerede?

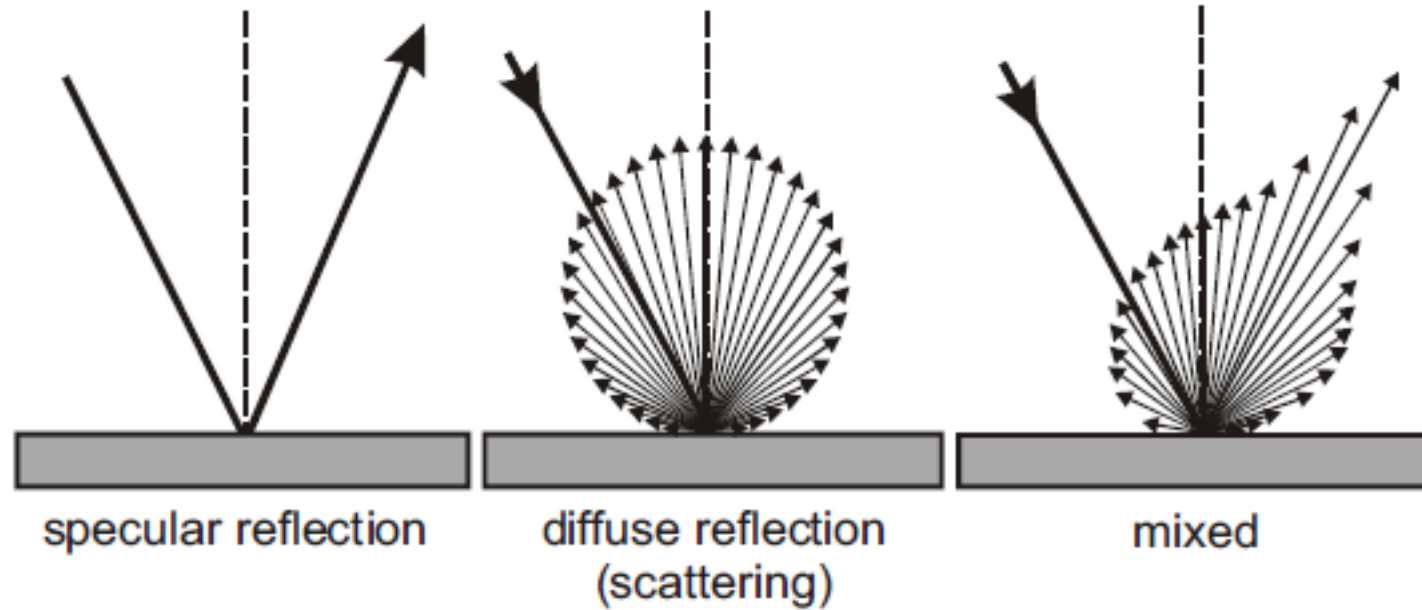


Figure 2.22. Specular and diffuse scattering, as well as mixed scattering (i.e. diffuse with some degree of specular reflection).

Lazer (Tehlike) Sınıflandırması

Class 1: Zarar vermez, herhangi bir güvenlik prosedürü gerektirmez.

Class 1M: Hüzmeleri bir optik kullanılarak odaklanırsa tehlikeli olabilir.

Class 2: Görünür dalgaboylarında, düşük güçlü(<1 mW).

Göz kırpma refleksi yeterli korumayı sağlar.

Uzun süreli bakmak zarar verebilir.

Class 2M: Bir optik kullanılarak odaklanırsa tehlikeli olabilir

Class 3R: (bütün dalgaboyları) anlık olarak bakıldığında zarar vermezler.

Işın toplayıcı optik(teleskop, mercek, dürbün vb.) ile zarar verebilirler.

Class 3B: Direkt veya yansıyan ışın ciddi göz yaralanmalarına sebep olabilirler.

(Örnek: görünür dalgaboyu CW ve 5 ile 500 mW)

Yangın başlatma riski taşımazlar.

Class 4: Direkt veya yansıdıktan sonra bakılması göz için zararlıdır.

Ciddi yaralanmalara sebep olur.

Yayılmış (diffuse) ışın bile zararlı olabilir.

Bu lazerlerin yangın başlatabilir. Cilde zarar verebilir.

Lazer (Tehlike) Sınıflandırması

	Uzun süreli bakmak		Kısa süreli (kazara) bakmak		Diffusive Yansıma	Cilde etkisi
	Optikle	Göz ile	Optikle	Göz ile		
Class 1	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli
Class 1M	!	Güvenli	!	Güvenli	Güvenli	Güvenli
Class 2	!	!	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli
Class 2M	!	!	!	Güvenli	Güvenli	Güvenli
Class 3R	!	!	Düşük Risk	Düşük Risk	Güvenli	Güvenli
Class 3B	!	!	!	!	Düşük Risk	Düşük Risk
Class 4	!	!	!	!	!	!

! : Yüksek Risk



TÜRK STANDARDI
TURKISH STANDARD

TS EN 60825-1

1.Baskı

ICS 31.260; 13.110

LAZER ÜRÜNLERİNİN GÜVENLİĞİ - BÖLÜM 1: DONANIM
SINIFLANDIRMA VE KURALLAR (IEC 60825-1:2014)
Safety of laser products - Part 1: Equipment classification and
requirements (IEC 60825-1:2014)



Table 1.1. International laser safety standards published by the International Electrotechnical Commission (IEC).

Reference	Title
IEC 60825-1	Equipment classification, requirements and user's guide
IEC 60825-2	Safety of optical fibre communication systems
IEC 60825-3	TR Guidance for laser displays and shows
IEC 60825-4	Laser guards
IEC 60825-5	TR Manufacturer's checklist for IEC 60825-1
IEC 60825-6	TS Safety of products with optical sources, exclusively used for visible information transmission to the human eye
IEC 60825-7	TS Safety of products emitting 'infrared' optical radiation, exclusively used for wireless 'free air' transmission and surveillance (NOHD < 2.5 m)
IEC 60825-8	TR Guidelines for the safe use of medical laser equipment
IEC 60825-9	TR Compilation of maximum permissible exposure to incoherent optical radiation
IEC 60825-10	Laser safety application guidelines and explanatory notes

TR signifies a Technical Report and TS a Technical Specification, otherwise the document is a full standard. Users of these documents should ensure that the most recently published version or amendment is used.



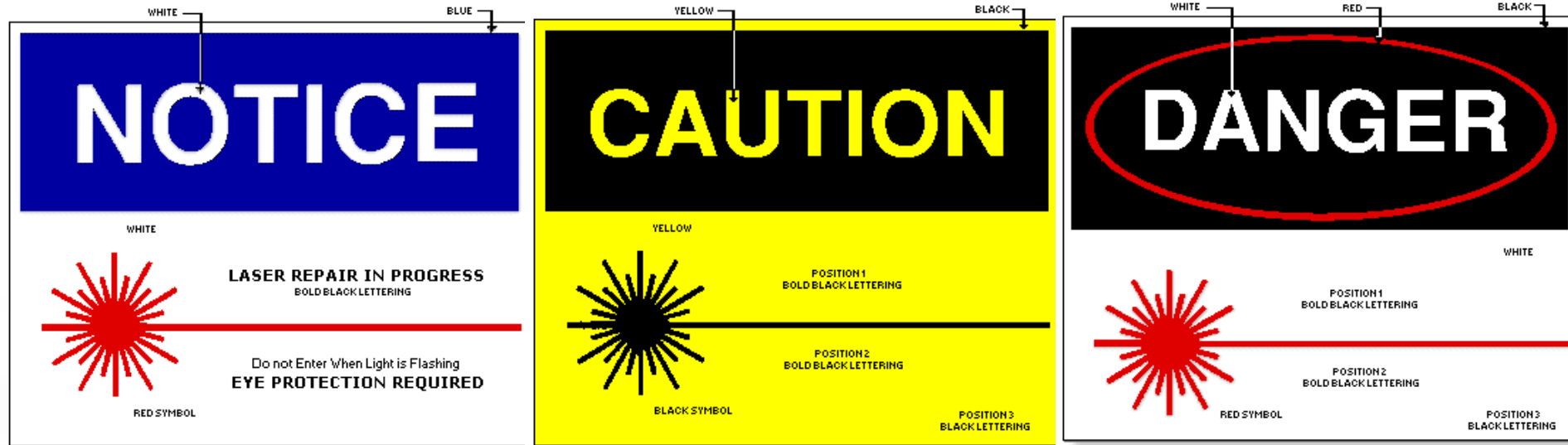
**Laser Institute
of America**
Laser Applications and Safety



Table 1.2. US laser safety standards published by the Laser Institute of America (LIA) on behalf of the American National Standards Institute (ANSI).

Reference	Title
ANSI Z136.1	American National Standard for the Safe Use of Lasers
ANSI Z136.2	American National Standard for the Safe Use of Optical Fiber Communication Systems Utilizing Laser Diode and LED Sources
ANSI Z136.3	American National Standard for the Safe Use of Lasers in Health Care Facilities
ANSI Z136.5	American National Standard for the Safe Use of Lasers in Educational Institutions
ANSI Z136.6	American National Standard for the Safe Use of Lasers Outdoors

Users of these standards should ensure that the most recently published version is used. The Laser Institute of America also publish a number of practical guides on various aspects of laser safety.



MPE ve NOHD nedir?

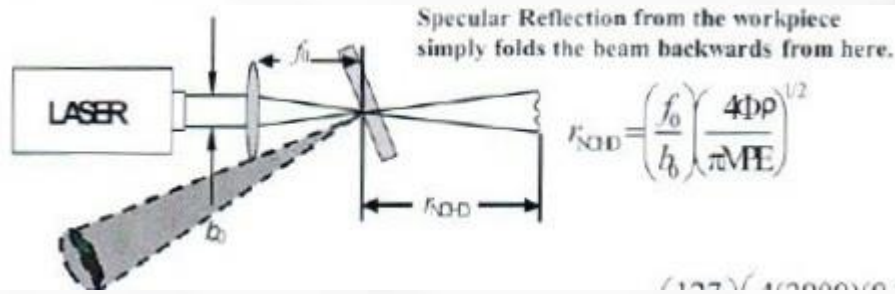
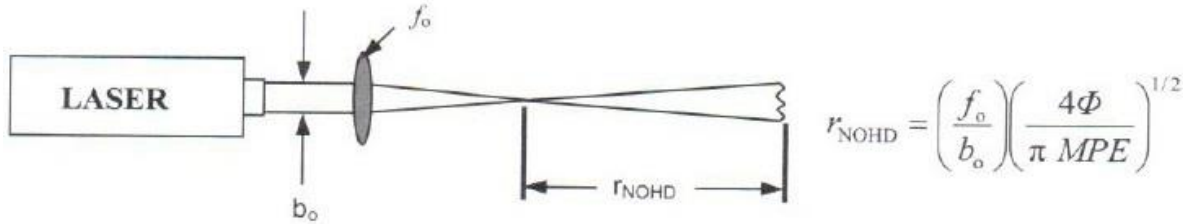


Table 5c. Maximum Permissible Exposure (MPE) for a Point Source Ocular Exposure to a Laser Beam for Wavelengths from 700 nm to 1400 nm

Wavelength λ (nm)	Exposure Duration t (s)	MPE		Notes
		Retina (J·cm ⁻²)	Cornea (W·cm ⁻²) except as noted	
700 to 1050	10^{-13} to 10^{-11}	1.0×10^{-7}	-	NOTE 1 NOTE 2 NOTE 3
	10^{-11} to 5×10^{-6}	$2.0 C_A 10^{-7}$	-	
	5×10^{-6} to 10	$1.8 C_A t^{0.75} \times 10^{-3}$	-	
	10 to $30,000$	-	$C_A \times 10^{-3}$	
1050 to 1200	10^{-13} to 10^{-11}	$1.0 C_C \times 10^{-7}$	-	NOTE 1 NOTE 2
	10^{-11} to 13×10^{-6}	$2.0 C_C \times 10^{-8}$	-	
	13×10^{-6} to 10	$9.0 C_C t^{0.75} \times 10^{-3}$	-	
	10 to $30,000$	-	$5.0 C_C \times 10^{-3}$	
1200 to 1400	10^{-13} to 10^{-11}	$1.0 C_C \times 10^{-7}$	-	NOTE 1 NOTE 2 NOTE 4
	10^{-11} to 13×10^{-6}	$2.0 C_C \times 10^{-8}$	-	
	13×10^{-6} to 10^{-3}	$9.0 C_C t^{0.75} \times 10^{-3}$	-	
	10^{-3} to 4		-	
	4 to 10		-	
	10 to $30,000$	-	$5.0 C_C \times 10^{-3}$	NOTE 5

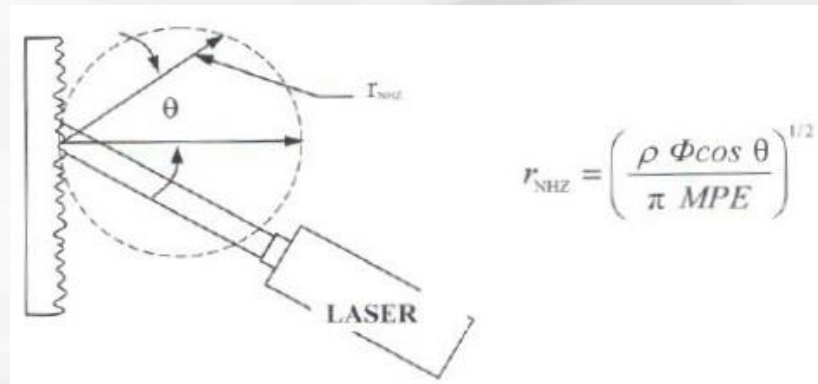
NOTE 1—See Table 8a and Table 8b for limiting aperture and Table 9 for measurement aperture.

NOTE 2—See Table 6a for wavelength dependent correction factors C_A and C_C and parameter K_1 .

NOTE 3—The MPE for 10^{-13} s to 10^{-11} s does not include the factor C_A for this wavelength range.

NOTE 4—The lower MPE considering retinal and corneal effects must be chosen. The MPEs must be in the same units.

NOTE 5—For durations greater than 10 s, these limits must not exceed the applicable skin MPE.



- **Göz** ve **deri** bölgeleri ciddi risk altındadır.
- Göz en çok **görünür** ve **yakın kızılötesinden** etkilenir.
- Ciltte hafif kızarıklıklar veya **ciddi yanıklar** olabilir.
- **Direkt** veya **yansıyan** lazer hüzmeleri çok ciddi **göz hasarlarına** sebep olabilir.
- Her dalga boyu için göz ve deri **MPE**(Maximum Permissible Exposure)
- Işık seviyesini MPE **altında** tutmak için **hertürlü tedbir** alınmalı (idari, teknik vb.)
- **Göz ve deri koruması** idari ve teknik tedbirler yetersiz ve pratik değilse kullanılmalı.

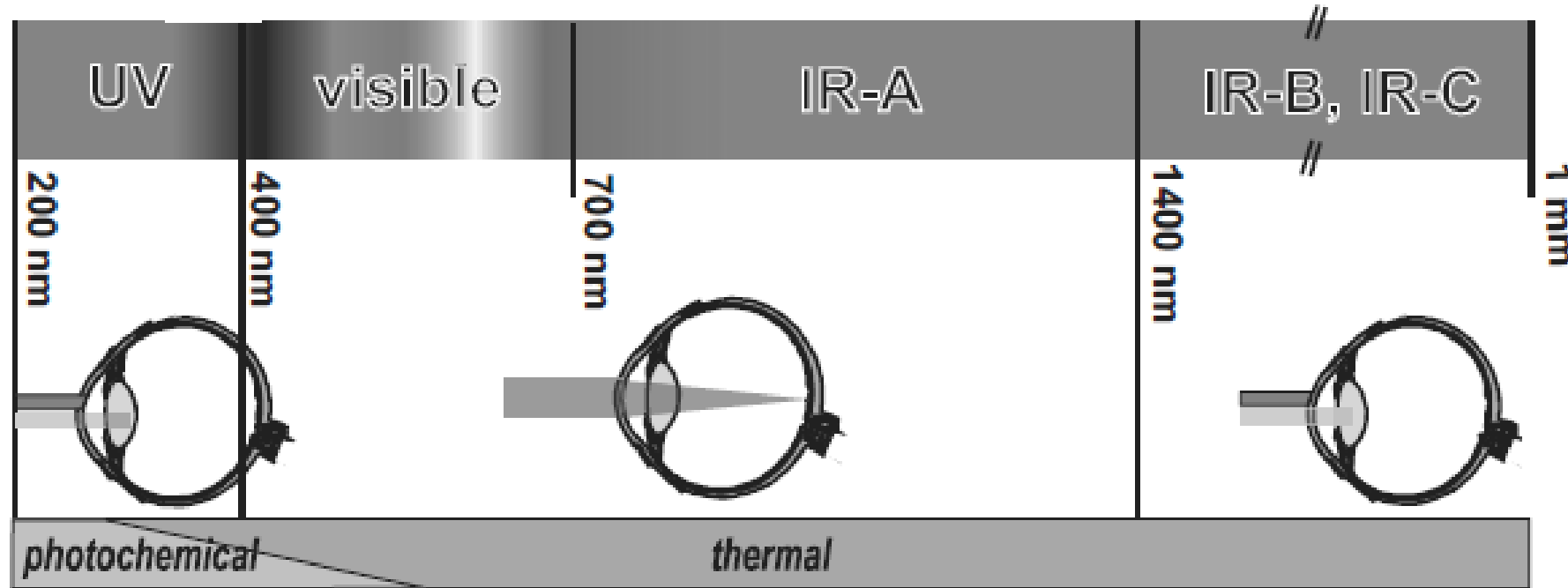


Figure 3.14. The part of the electromagnetic radiation spectrum of interest in laser safety. Ultraviolet, mid- and far-infrared radiation is absorbed by the cornea and lens of the eye, while radiation in the wavelength range 400–1400 nm is focused onto the retina, which results in very high irradiance levels on the retina even for small beam powers.

Göze etkisi

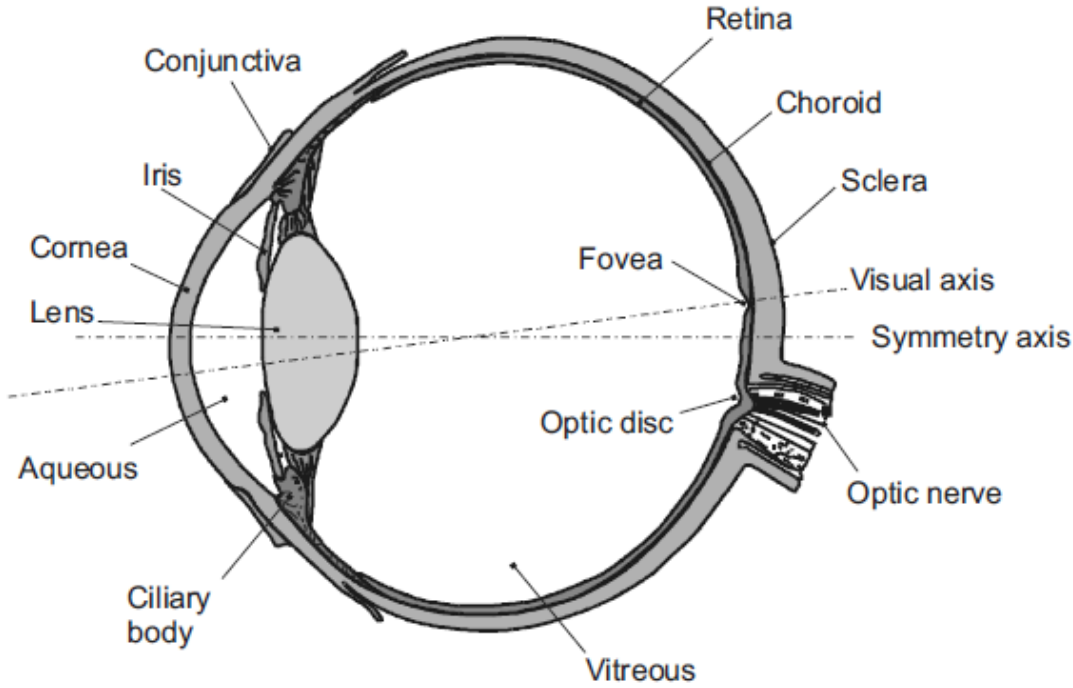


Figure 3.2. Schematic horizontal cross section of a human eye. Central sharp vision is only possible in the central part of the retina, the fovea, an area with densely packed cones. It is also interesting to note that the main refractive power of the eye is provided by the cornea, while the lens is mainly needed to adapt between distant and close objects.

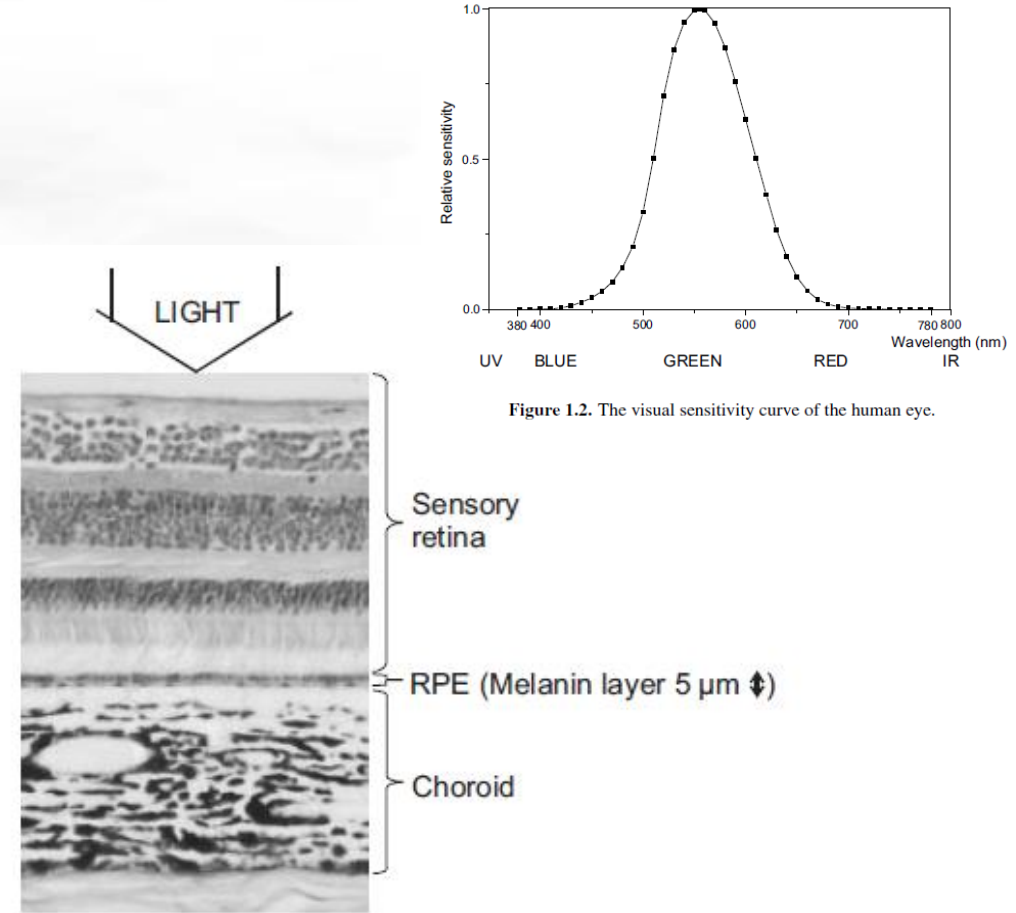


Figure 1.2. The visual sensitivity curve of the human eye.

Figure 3.3. Cross section through the retina (light would be incident from the top). Note that the melanin layer in the retinal pigment epithelium (RPE) which in the visible wavelength range absorbs practically all of the incident optical radiation is only about 5 μm thick. The choroid is the layer below the RPE which contains the choroidal blood vessels.



Retina Hasarı

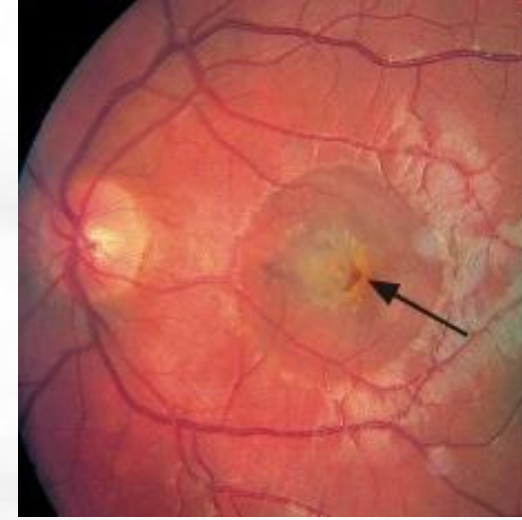
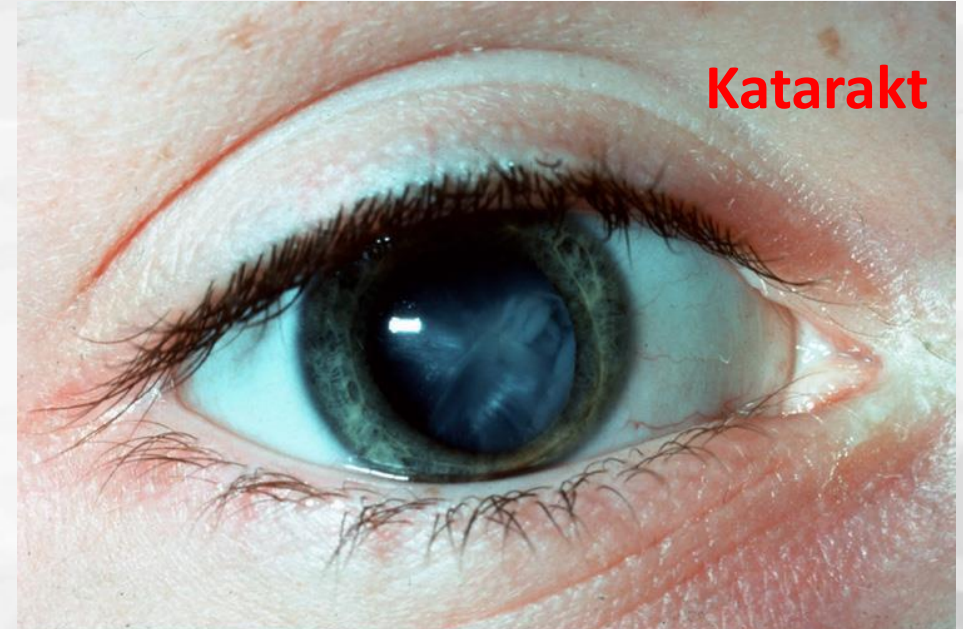
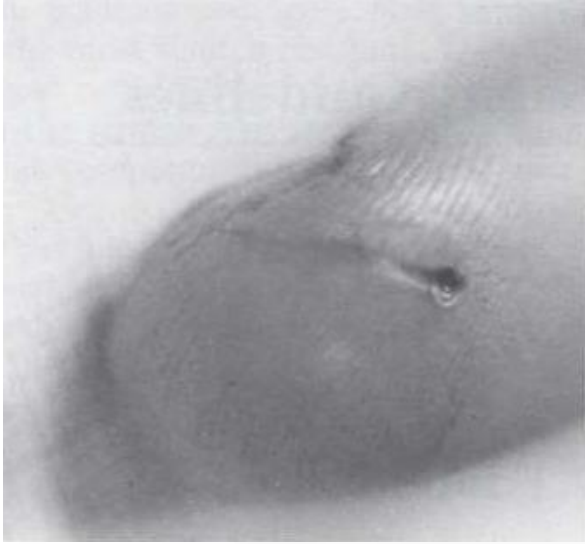


Figure 3.17. A range of injuries induced with a Nd:YAG laser. The white spots in the centre are thermal burns, i.e. coagulation of retinal layers. With larger energies, holes in the retina are produced which result either in bleeding into the vitreous, or the bleeding is contained in the layers of the retina, which results in functional loss in the affected area. (Photograph kindly made available by Joseph Zuclich, Northrop Grumman, TX.)



Katarakt

Cilde etkisi



Göze ve cilde etkisi

<i>Photobiological spectral domain</i>	<i>Eye effects</i>	<i>Skin effects</i>
Ultraviolet C (0.200-0.280 μm)	Photokeratitis	Erythema (sunburn) Skin cancer
Ultraviolet B (0.280-315 μm)	Photokeratitis	Accelerated skin aging Increased pigmentation
Ultraviolet A (0.315-0.400 μm)	Photochemical UV cataract	Pigment darkening Skin burn
Visible (0.400-0.780 μm)	Photochemical and thermal retinal injury	Photosensitive reactions Skin burn
Infrared A (0.780-1.400 μm)	Cataract, retinal burns	Skin burn
Infrared B (1.400-3.00 μm)	Corneal burn Aqueous flare IR cataract	Skin burn
Infrared C (3.00-1000 μm)	Corneal burn only	Skin burn

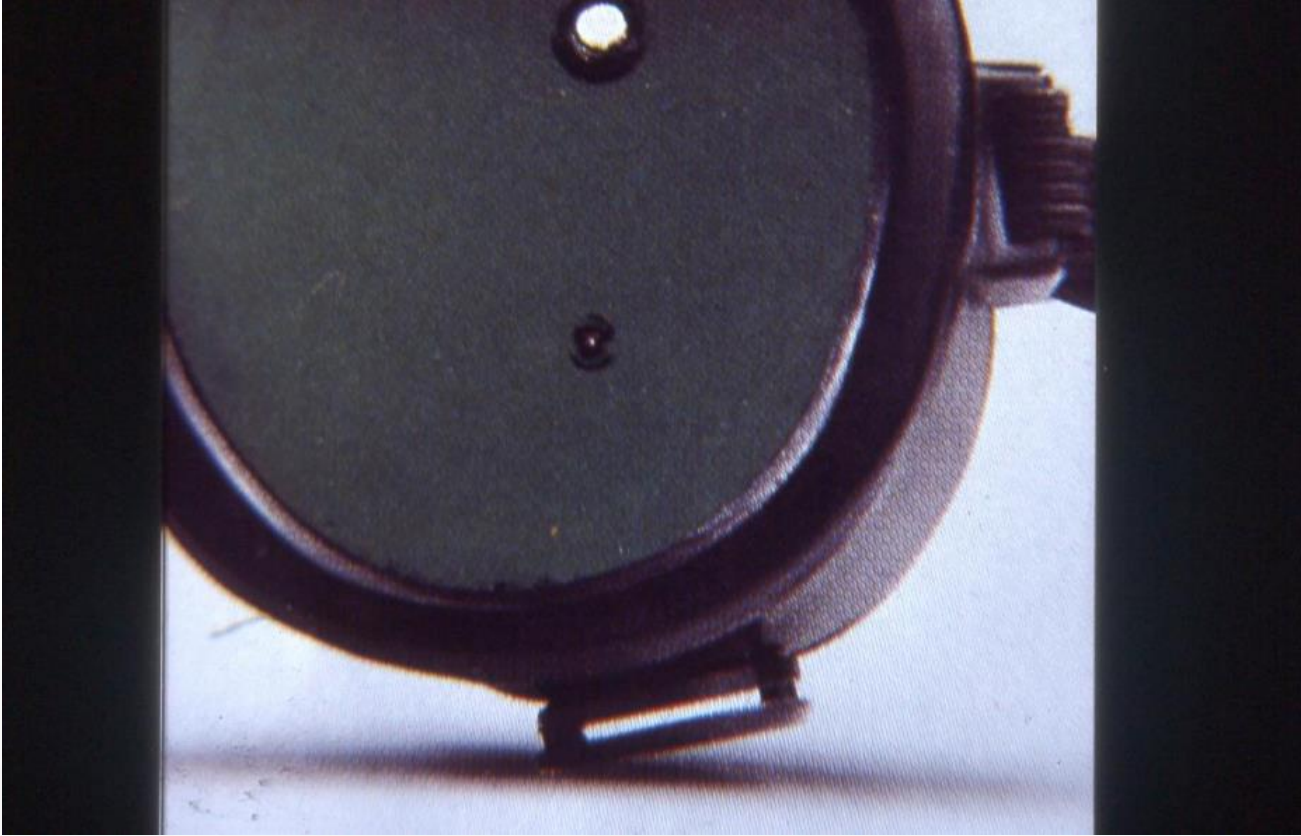
- Koruyucu **gözlükler** Lazer Güvenliğinde **son çare** olmalı.
- Gözlükler idari ve teknik tedbirlerin **yerine geçmez**.
- Gözlükler **kazara gelen ışıktan** korumak içindir
- Gözlükler belli bir **dalgaboyu ve güç/darbe enerjisi** içindir.
- **Her kullanıcı** için bir gözlük bulundurulmalı.
- Class 4 lazerler için **yüz koruması**da gerekebilir.



Lazer kazaları



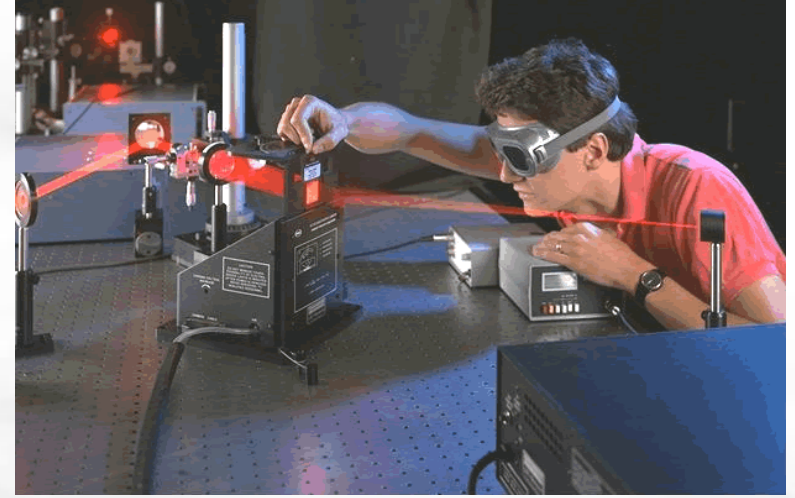
Lazer kazaları



Patients with macular degeneration gradually lose their central vision because of the growth of abnormal, leaky blood vessels in the eye.

Lazer kazaları: sebepler

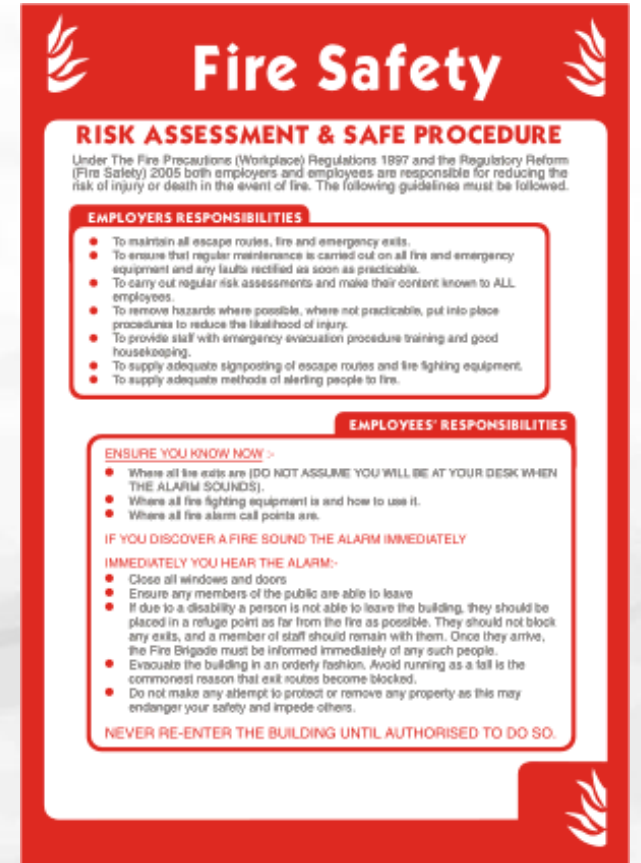
- Ön planlama eksikliği.
- Güvenlik prosedürlerine uymama.
- Hizalanmamış optikler.
- Ekstra **dikkat et!**
(periskop, yansımalar, hüzme bölücüler vb.)
- Hizalama sırasında **gözlük** kullanılmaması.
- Yanlış **gözlük** takılması.



Lazer kazaları: sebepler

devam ediyor...

- Interlokların **baypas** edilmesi
- Hüzmenin önüne **yansıtıcı malzeme** konulması
- Eğitim almadan **yeni cihaz** kullanmak
- Hüzme harici tehlikeleri dikkate almamak
- Yüksek gerilim kaynaklarının yanlış kullanımı



Lazer kazaları: yaşanmış olaylar!

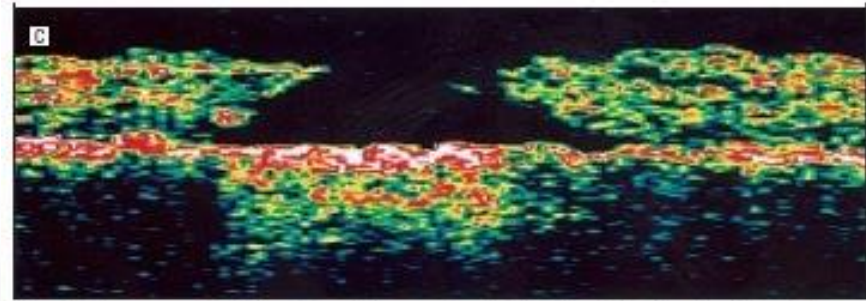
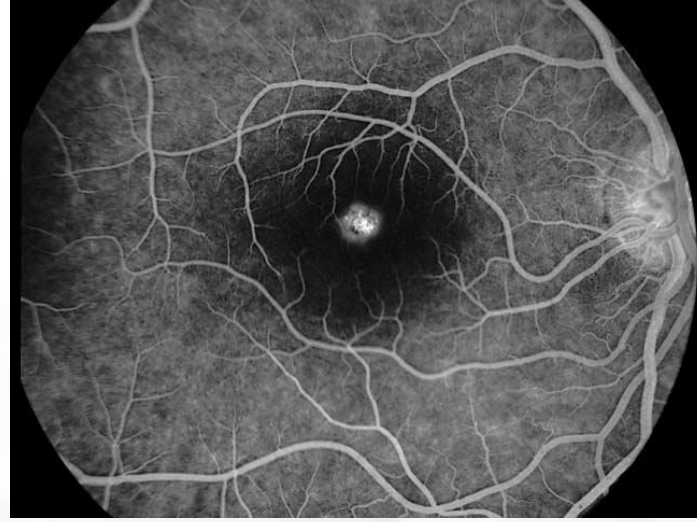


Figure 2. A severe accidental laser injury. A 20-year-old male technician deliberately viewed the output of a laser rangefinder despite reading warning labels and undergoing laser safety training. He reported immediate vision loss in his right eye, with some improvement after 5 minutes. He sought medical assistance 18 hours after the injury, at which time visual acuity was 20/150 OD, where there was a macular and vitreous hemorrhage. The vitreous hemorrhage cleared, and his visual acuity returned to 20/70 during the next month. After the accident, visual acuity was 20/40 OD at 1 year and 20/30 OD at 2 years. A, Ten weeks after the injury, there is a full-thickness macular hole with surrounding retinal pigment epithelium depigmentation in the right eye. B, Fluorescein angiography documents a prominent foveal window defect due to retinal pigment epithelium atrophy. C, Optical coherence tomography documents a macular hole with increased reflectivity at its base. This increased reflectivity is a characteristic of laser-induced macular holes.⁴⁵ It is caused by choriocapillaris scarring, so the prognosis for visual improvement after macular surgery may be worse for laser-induced than idiopathic macular holes.⁴⁵

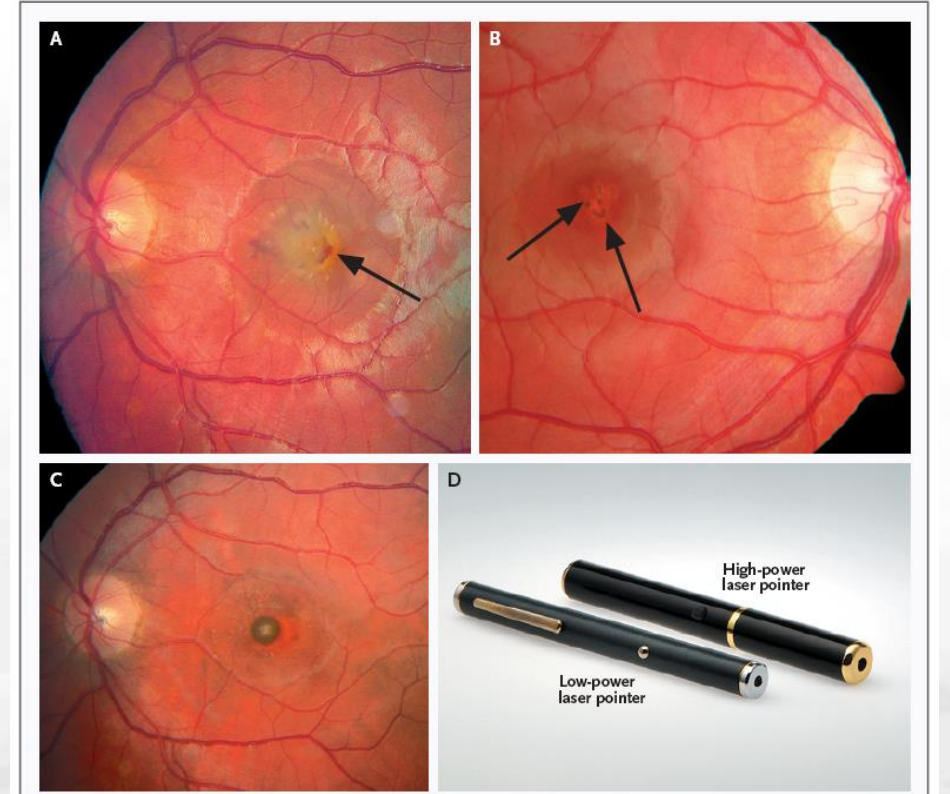


Figure 1. Retinal Injury in a Teenage Boy and Laser Pointers.

A photograph of the fundus of the left eye (Panel A) shows central subretinal hemorrhage (arrow) and retinal edema, suggesting a break in Bruch's membrane caused by a disruptive laser burn. A photograph of the fundus of the right eye (Panel B) shows several hyperpigmented areas in the foveolar region (arrows). These findings are consistent with scars in the pigment epithelium as a result of a thermal laser injury. A photograph of the fundus of the left eye after 4 months (Panel C) shows a remaining hyperpigmented scar just beside the center of the fovea. In Panel D, the hazardous laser pointer is quite similar to a harmless low-power device.

Lazer kazaları: bazı uyarılar

- Lazer pointerlar genelde **Class 2** sınıfındadır.
- Yüksek güçlü bir lazer **filtreler** veya **BE** ile alt sınıflara düşürülebilir.
- Mümkün olan en **düşük lazer gücü** ile çalışılmalıdır.
- Hizalama için **düşük güçlü**($<1\text{mW}$) görünür lazer kullanılmalı.
- Kazaların % 60 **hizalama sırasında** olmaktadır.
- Hüzme seviyesi **göz seviyesinin altında**(ayakta/oturarak) olmalı.



Aşağıdakilerin sağlandığından emin olmalı:

- İlgili personelin **eğitilmesi**
- Lazerlerin doğru **sınıflandırılması**
- Lazelerin **kayıt** altında tutulması
- **Güvenlik ekipmanlarının** sağlanması
- Yeni lazer ortamlarının **kontrol** edilmesi
- Düzenli **teftişlerin** yapılması
- Güvenli kullanım **kurallarının** belirlenmesi



- Lazerler doğru **sınıflandırılmalı** ve **etiketlenmeli**.
- Class 3R, 3B ve Class 4 **lazer envanteri** tutulmalı.
- Bu lazerlerin kullanıcıları **kayda alınmalı**.
- Her kullanıcı **temel lazer güvenlik eğitimi** almalı.
- Her lazeri kullanmak için **ayrıca eğitim** alınmalı.
- Lazer bölgeleri belirlenip **uyarı levhaları** yerleştirilmeli.
- Her lazer lab/deney/atölye için **Lazer Çalışma Planı** hazırlanmalı.



Güvenli Lazer Kullanımı (Class 4 için)

- Gözbebeğini küçültmek için **ortam iyice aydınlatılmalı**.
- Pencere, **yansıtmayan/alev almayan perdeyle** kapatılmalı.
- Duvarlar ve tavan **açık ama mat bir renge** boyanmalı.
- Yansıtıcı yüzeyli(cam vb.) mobilyalar **kullanılmamalı**.
- Havalandırmaya dikkat edilmeli (özellikle kimyasal varsa)
- **Yangın söndürme** ekipmanları hazır olmalı.
- Elektrik kontrol sistemi **dikkatle tasarlanmalı**.



Bu sorulara cevap ver riskleri azalt!

- Daha **düşük güçlü** bir lazer kullanılabilir mi?
- Lazerin **tüm gücü** kullanılmasa olur mu?
- **Açıkta hüzme** geçirmekten kaçınılabilir mi?
- Lazer **bariyerle kapatılmış alanda** kullanılabilir mi?
- Çalışma **tamamıyla kapatılmış bölmede** yapılabilir mi?
- Hüzme yolu daha kısa, **yansımalar daha az** olabilir mi?



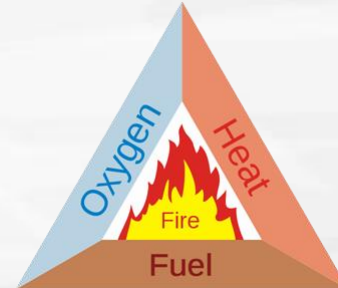
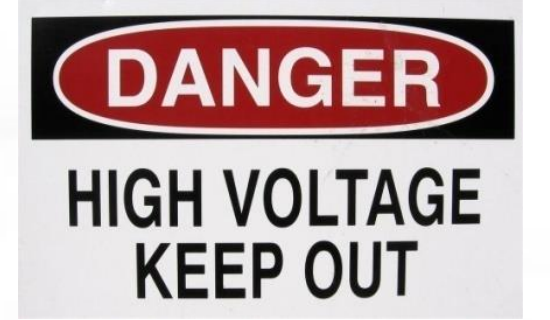
Bu sorulara cevap ver riskleri azalt! (devamı...)

- Hüzme doğru **sonlandırıldı mı?**
- Lazer kaynağı masaya/yere **sağlam tutturuldu mu?**
- Ortamdaki her şey **gerekli mi?**
- Kol saati, yüzük vb eşyaları **çıkardın mı?**
- Hüzme giriş kapısından **uzağamı yöneliyor?**
- Her ortam ve çalışma için **Risk Analizi** yapıldı mı?



Hüzme harici Tehlikeler

- **Elektiriksel:** Yüksek voltaj ve akım risk teşkil eder.
- İkincil radyasyonlar.
- **Duman:** Lazerlerin yaktığı zarar verdiği malzemedenden
- **Tehlikeli malzemeler:** Bazı lazerlerde bulunur.
- **Kryojenik sıvılar:** Deride yanma, ortam oksijen azalması.
- **Yangın ve patlama:** malzemeler veya basınçlı gazlar.
- **Mekanik tehlikeler**
- **Görültü**



- Lazerler çalışma ortamlarında sıkça kullanılmaya başlandı.
- Dikkat edilmediğinde lazerler **ciddi tehlike** arz etmektedir.
- Lazer bulunan ortamdaki **herkes eğitim almalı**.
- **Teknik ve idari tedbirler** alınmalı.
- **Uygun koruyucu gözlük** takılmalı.
- Bir çalışanın **LGS eğitimi** alması sağlanmalı veya **danışmanlık** alınmalı.





TEŞEKKÜRLER

www.bilgem.tubitak.gov.tr
2022