



**T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

ÇALIŞANLARIN YAPAY OPTİK RADYASYONDAN KORUNMALARINA İLİŞKİN DÜZENLEMELER

Mehmet Çağrı ERDEM

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

ANKARA-2016

**T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**ÇALIŞANLARIN YAPAY OPTİK RADYASYONDAN
KORUNMALARINA İLİŞKİN DÜZENLEMELER**

Mehmet Çağrı ERDEM

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi)

**Tez Danışmanı
Ömer SERT**

ANKARA-2016

T.C.
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

O N A Y

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı Mehmet Çağrı ERDEM,
Ömer SERT danışmanlığında başlığı “Çalışanların Yapay Optik Radyasyondan
Korunmalarına İlişkin Düzenlemeler” olarak teslim edilen bu tezin savunma sınavı
04/10/2016 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından “**İş Sağlığı ve Güvenliği
Uzmanlık Tezi**” olarak kabul edilmiştir.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
Müsteşar Yardımcısı
Dr. Serhat AYRIM
JÜRİ BAŞKANI

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür V.
Tarkan ALPAY
ÜYE

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd. V.
Doç. Dr. Pınar BIÇAKÇIOĞLU
ÜYE

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yrd.
İsmail GERİM
ÜYE

Öğretim Üyesi
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Efe ÖZBEK
ÜYE

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi olması için
gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum..

Tarkan ALPAY
İSGGM Genel Müdür V.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasını hazırlarken kıymetli bilgi, deneyim ve desteklerini esirgemeyen başta Müsteşar Yardımcımız Dr. Serhat AYRIM'a, Genel Müdürümüz Sayın Tarkan ALPAY'a, eski Genel Müdürümüz Sayın Kasım ÖZER'e, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdür Yardımcılarımız Sayın Doç. Dr. Pınar BIÇAKÇIOĞLU'na, Sayın İsmail GERİM'e, Sayın Sedat YENİDÜNYA'ya, ve eski Genel Müdür Yardımcımız Sayın Dr. H. N. Rana GÜVEN'e, değerli katkıları sebebiyle Yrd. Doç. Dr. M. Efe ÖZBEK'e, tez danışmanım İSG Uzmanı Ömer SERT'e, İSG Uzmanı Sakine OVACILLI'ya ve İç Denetçi Murat ANDAÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Sınırsız manevi destekleri sebebiyle annem, babam ve eşleriyle birlikte ablam ve kardeşime teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Bilhassa bana her türlü desteği veren eşim Zeynep ve kızım Dilay'a sabır ve anlayışları için ne kadar teşekkür etsem azdır.

ÖZET

Mehmet Çağrı ERDEM

Çalışanların Yapay Optik Radyasyondan Korunmalarına İlişkin Düzenlemeler

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi

Ankara, 2016

Geçtiğimiz 75 yılda insan tarafından üretilen optik radyasyon kaynağı sayısında çok ciddi bir artış olmuştur. Bu tür radyasyon sanayide, bilimde, askeri alanda, tüketici ürünlerinde ve tıbbi uygulamalarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamaların yaygınlaşmasıyla beraber optik radyasyonun sağlık üzerine meydana getirebileceği olumsuz etkiler üzerine araştırma çalışmaları da artmıştır. Bu araştırmalar göstermiştir ki optik radyasyona aşırı maruziyetin insan derisi ve gözü üzerinde olumsuz sağlık etkileri oluşturduğu gibi aynı zamanda da güvenli maruziyetle aşırı maruziyet arasında da bir eşik bulunmaktadır. Dolayısıyla optik radyasyonu, çalışanları zararlı maruziyete uğratmadan çalışma ortamında faydalı şekilde uygulamak mümkündür. Bunun için çalışma ortamındaki radyasyon kaynaklarını bilmek ve değerlendirmek aynı zamanda da çalışanlar için uygun kontrol yöntemlerini uygulamak gerekmektedir. Bu çalışmada optik radyasyon ve optik radyasyon kaynakları hakkında bilgi verilmiş, bu kaynakların insan sağlığı üzerindeki etkilerinden bahsedilmiştir. Yapay optik radyasyon kaynağı kullanılan bazı işletmeler ziyaret edilerek hali hazırda ne tür korunma önlemlerinin uygulandığı incelenmiştir. Lazer kesim, kaynak, kızılötesi ile boya kurutma, yapay optik radyasyon maruziyeti olduğu gözlenen işlemlerdendir. Alınan önlemlerin yeterliliğinin işletmeden işletmeye farklılık gösterdiği ve özellikle küçük işletmelerde standartlara uygun olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, bazı Avrupa ülkelerinde ve Amerika Birleşik Devletleri'nde bu konu ile ilgili yasal ve teknik düzenlemeler incelenmiş, ülkemizde bu konu ile ilgili bir yasal düzenleme yapılması durumunda bunun etkilerini inceleyen bir düzenleyici etki analizi yapılmıştır. Konuyla ilgili teknik önlemlerin benzerlik gösterdiği ve ilgili AB Direktifinin tüm AB üyesi ülkeler tarafından uyumlaştırıldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Optik radyasyon, mor ötesi ışık, kızıl ötesi ışık, görünür ışık, lazer

ABSTRACT

Mehmet Çağrı ERDEM

Regulations Regarding Protection of Workers From Artificial Optical Radiation

Ministry of Labour and Social Security, Directorate General of Occupational Health and Safety

Thesis for Occupational Health and Safety Expertise

Ankara, 2016

In the last 75 years, there has been a substantial increase in the number of man-made sources and applications of optical radiation source. These include a large number of uses of artificial optical radiation in industrial, scientific, military, consumer, and medical applications. In the meantime, research focused on the possible health effects associated with optical radiation. The body of information generated in those studies demonstrates not only that overexposure to optical radiation may produce a number of serious health effects on human skin and eyes but also that there are thresholds between safe exposures and overexposures. Hence, it is possible to use optical radiation for beneficial applications in the occupational environment without subjecting workers to harmful exposures. In order to achieve this goal, it is necessary to recognize and evaluate sources of artificial optical radiation in the workplace and provide appropriate controls for the worker. In this study, comprehensive information about optical radiation and optical radiation sources has been provided. Adverse health effects of optical radiation on human eye and skin have also been mentioned. Some workplaces using artificial optical radiation were visited and their applications of health and safety measures for artificial optical radiation have been observed. Laser cutting, welding, dye curing are some of the processes observed with high level of optical radiation exposure. It is observed that protective measures taken are different in workplaces and it is not sufficient according to related standards especially in small firms. Besides, legal regulations of some European countries and United States of America have been studied regarding the health and safety measures for artificial optical radiation. In case there will be new regulation on preventive measures to control artificial optical radiation, a regulatory impact analysis has performed in order to analyse the effects of the regulation. It is observed that technical measures are similar and all European countries have been harmonised EU Directive 2006/25/EC.

Keywords: Optical radiation, ultraviolet light, infrared light, visible light, laser

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
RESİMLEMELER LİSTESİ.....	vi
SİMGE VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. RADYASYON NEDİR?	3
2.2. RADYASYON ÇEŞİTLERİ	5
2.3. YAPAY OPTİK RADYASYON.....	6
2.3.1. Mor Ötesi Radyasyon.....	14
2.3.2. Kızıl Ötesi Radyasyon.....	16
2.3.3. Görünür Işık	18
2.3.4. Lazerler.....	20
2.4. YAPAY OPTİK RADYASYONUN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ	21
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	23
4. BULGULAR	27
4.1. ULUSLARARASI UYGULAMALAR.....	27
4.1.1. Amerika Birleşik Devletleri	27
4.1.2. Avrupa Birliği Ülkeleri	33
4.2. 2006/25/EC SAYILI AVRUPA KONSEYİ DİREKTİFİ	35
4.3. İŞYERLERİNDE YAPILAN GÖZLEMLER.....	36
4.3.1. Kırıkkale 1-M kodlu işyeri.....	36
4.3.2. Ankara 1-O kodlu işyeri.....	41
4.3.3. İstanbul 1-G kodlu işyeri.....	43
4.3.4. Ankara 1-B kodlu işyeri	45
4.3.5. Ankara 1-A kodlu işyeri.....	48
4.4. DÜZENLEYİCİ ETKİ ANALİZİ	50
5. TARTIŞMA	71
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	77
KAYNAKLAR.....	79

ÖZGEÇMİŞ.....	85
EKLER	87

RESİMLEMELER LİSTESİ

TABLolar

Tablo	Sayfa
Tablo 2.1. NIR bölgesinin özellikleri	7
Tablo 2.2. NIR spektral bölgelerinin temel karakteristikleri.....	7
Tablo 2.3. Optik radyasyonun dalga boyu bölgeleri	8
Tablo 2.4. Yaygın olarak kullanılan lazer kaynakları	10
Tablo 2.5. Yaygın olarak kullanılan eş fazlı olmayan optik radyasyon kaynakları	11
Tablo 2.6. Mor ötesi radyasyon çeşitleri	15
Tablo 2.7. Kızıl ötesi radyasyon çeşitleri	17
Tablo 2.8. Bazı yapay kaynaklar, kullanıldığı yerler ve etkilenen kesimler	18
Tablo 2.9. Bazı lazer uygulamaları.....	20
Tablo 2.10. Optik radyasyon çeşitleri ve olumsuz etkileri	22
Tablo 4.1. İncelenen Amerika Birleşik Devletleri düzenlemelerinin listesi.....	27
Tablo 4.2. Optik radyasyon kaynaklarının en çok kullanıldığı sektörler	53
Tablo 4.3. İş kazası sayıları	54
Tablo 4.4. Ölümlü iş kazaları sayıları.....	55
Tablo 4.5. Yaraların türleri ve sayıları	56
Tablo 4.6. Ölümle neticelenen iş kazalarında kullanılan materyaller	57
Tablo 4.7. Sosyal Güvenlik Kurumu istatistiklerine göre yapay optik radyasyondan kaynaklanmış olabilecek göz ve deri hastalıkları türleri	58
Tablo 4.8. Kişi başı günlük katma değer hesabı.....	61
Tablo 4.9. Toplam gün kaybı.....	61
Tablo 4.10. Sürekli iş göremezlik ve ölüm geliri ödemeleri sayısı	63
Tablo 4.11. 2014 yılı sürekli iş göremezlik ve ölüm geliri ödemeleri	63
Tablo 4.12. Sürekli iş göremezlik ve ölüm katma değer kaybı	63
Tablo 4.13. Tedavi hizmetleri.....	64
Tablo 4.14. İş kazaları toplam maliyeti	64
Tablo 4.15. Düzenleyici etki analizi özet tablosu.....	68
EK-1 Tablo 1. Radyometrik miktarlar ve birimler	94

EK-1 Tablo 2. Küçük bir kaynaktan sürekli lazer demetlerine göz maruziyeti için örnek hesaplama	97
EK-1 Tablo 3. Maruziyet süresi tablosu	99
EK-1 Tablo 4. Risk değerlendirmesi sırasında dikkate alınması gereken özel hususlar	104
EK-1 Tablo 5. Makinaların güvenlik sınıflandırması.....	114
EK-1 Tablo 6. Makina sınıflandırması için yayınım limitleri	114
EK-1 Tablo 7. Tehlikeli seviyede optik radyasyon yayan işler ve uygun korunma önlemleri	116

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Atomun yapısı	3
Şekil 2.2. Uranyum çekirdeğinin parçalanarak gama ışınının oluşması.....	4
Şekil 2.3. Elektromanyetik Spektrum.....	5
Şekil 2.4. Elektromanyetik dalga.....	6
Şekil 3.1. Tez çalışmasının akışı	25
EK-1 Şekil 1. Ağırlık fonksiyonu $S(\lambda)$	99
EK-1 Şekil 2. Ağırlık fonksiyonu $B(\lambda)$	100
EK-1 Şekil 3. Ağırlık faktörü $R(\lambda)$	101

RESİMLER

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Lazer markalama cihazı genel görünümü	37
Resim 4.2. Acil durum düğmesi ve anahtar kontrol elemanı	38
Resim 4.3. Lazer cihazı üstündeki güvenlik işaretleri.....	38
Resim 4.4. Lazer cihazı çalışır halde	39
Resim 4.5. Kaynak çalışması ve çalışma alanı	40
Resim 4.6. Otomatik kaynak makinesi	40
Resim 4.7. Koruyucu eldiven ve perde koruma	41
Resim 4.8. Kızıl ötesi kurutma yapan cihazın çalışırken görünümü	42
Resim 4.9. Kızıl ötesi cihazın kullanıldığı alan.....	43
Resim 4.10. Kaynak işlemleri.....	44
Resim 4.11. Kişisel koruyucu donanımlar	44
Resim 4.12. Mor Ötesi Baskı makinası genel görünümü	45
Resim 4.13. Cihazın üzerindeki uyarıcı etiketler	46
Resim 4.14. Markalama ve kesme işlemleri.....	47
Resim 4.15. Uyarıcı etiketler.....	47
Resim 4.16. Sınıf 4 lazer cihazı	48
Resim 4.17. Diş beyazlatma işleminde kullanılan optik radyasyon kaynağı cihaz	49
Resim 4.18. Diş dolgu işleminde kullanılan optik radyasyon kaynağı cihaz	50

SİMGE VE KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Amerikan Devlet Endüstriyel Hijyenistler Konferansı)
AIHA	American Industrial Hygiene Association (Amerikan Endüstriyel Hijyen Birliği)
cd	kandela
CEN	European Committee for Standardization (Avrupa Standardizasyon Komitesi)
CIE	International Commission On Illumination (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)
E	Irradiance (Işınlanma veya güç yoğunluğu - $W.m^{-2}$)
E_e	Illuminance (Aydınlatma şiddeti - $lm.m^{-2}$)
eV	Elektron Volt
f	Frekans
fm	Femtometre (1 fm = 10 ⁻¹⁵ m)
H	Işınlama miktarı – $J.m^{-2}$
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu)
IEC	International Electrotechnical Commission (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu)
ILO	International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
IR	Infrared (Kızıl ötesi)
IRPA	International Radiation Protection Association (Uluslararası Radyasyondan Korunma Derneği)
J	Joule
KKD	Kişisel koruyucu donanım
L	Radiance (Işınlama - $W.sr^{-1}.m^{-2}$)
L_v	Luminance (Aydınlık – $cd. m^{-2}$)
lm	lümen
NIR	Non-ionizing Radiation (İyonlaştırıcı olmayan radyasyon)
NOHD	Nominal Optical Hazard Distance (Nominal Göz Tehlike Mesafesi)

nm	Nanometre (1 nm = 10 ⁻⁹ m)
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (ABD İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi)
RF	Radyo frekansı
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
sr	Steradyan
UV	Ultraviolet (Mor ötesi)
UVR	Mor ötesi radyasyon
W	Watt
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
λ	Dalga boyu

1. GİRİŞ

Yapay optik radyasyon insan tarafından yapılan her türlü kaynaktan yayılan radyasyona verilen isimdir. Endüstride, tıp alanında, araştırma faaliyetlerinde pek çok yerde yaygın olarak kullanıldığından çalışma hayatında hemen hemen her yerde karşımıza çıkmaktadır. Bunların çoğu yaralanma veya sağlık sorunları meydana getirmek açısından çok az risk taşımakta veya hiç risk taşımamaktadır. Hatta bazıları işyerindeki faaliyetlerin güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır; örneğin işyerlerinde yeterince aydınlatma olmaması bir takım riskleri beraberinde getirmektedir. Ancak radyasyon uygun bir şekilde kontrol edilmezse, çalışanların sağlığına potansiyel bir tehlike oluşturacaktır [1-3].

Bütün çalışanların yapay optik radyasyona maruz kaldıkları söylenebilir. Çalışanların maruziyet sınır değerlerini aşan seviyelerde maruz kalmaları riskini taşıyan kaynakların yani çalışan için tehlikeli olan kaynakların uygun şekilde değerlendirilmeleri gerekmektedir. Makul şekilde öngörülebilir şartlar altında risk içermeyen ve güvenli ışık kaynakları diye adlandırılan kaynakların detaylı bir şekilde değerlendirilmesine ihtiyaç bulunmamaktadır [4].

Bu itibarla işyerindeki her bir kaynağın tek tek incelenmesi ve kontrol edilmesi gerekmemektedir. Daha önce de belirtildiği gibi çalışma ortamında kullanılan optik radyasyon kaynaklarının pek çoğu sağlık açısından bir risk taşımamaktadır. Tehlike içermeyen kaynakların da kontrol edilmesi zorunluluğu işyeri ve işveren için gereksiz bir yük oluşturacaktır. Kontrol edilmesi gerekenler çok büyük miktarda ışık yayan veya mor ötesi, kızıl ötesi veya lazer ışını yayan kaynaklardır [4].

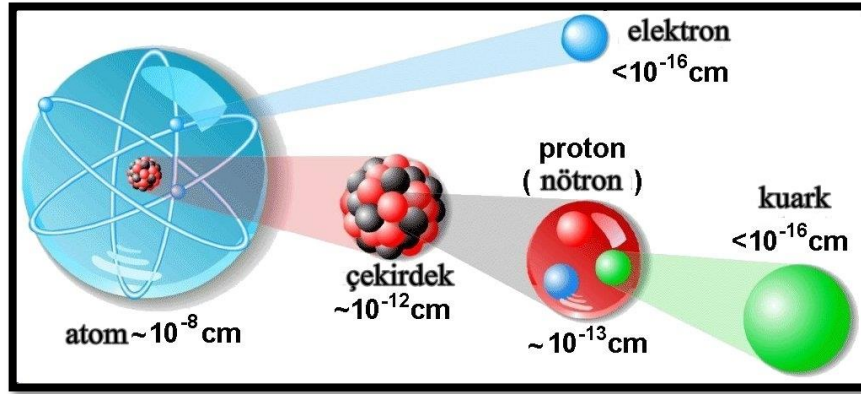
Bu çalışmanın amacı yapay optik radyasyon ve onun sağlık üzerine etkileri hakkında temel bir bilgi ve farkındalık oluşturup, ülkemiz işverenlerinin ve çalışanlarının yapay optik radyasyondan korunmalarını sağlamalarına yardımcı olacak bir düzenlemenin gerekliliğini tartışmaktır. Bu çalışma bir uygulama rehberine dönüştürülmesi planlanarak yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. RADYASYON NEDİR?

Radyasyon, elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçimindeki enerjinin yayılımı veya aktarımıdır [5].

Bilindiği gibi maddenin temel yapısını atomlar meydana getirir. Atom, bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında farklı yörüngelerde bulunan elektronlardan oluşur. Tek bir protondan oluşan hidrojen çekirdeği hariç bütün çekirdekler, nötron ve proton olarak adlandırılan iki çeşit parçadan oluşurlar [6]. Atomun yapısı Şekil 2.1.'de gösterilmektedir [7].



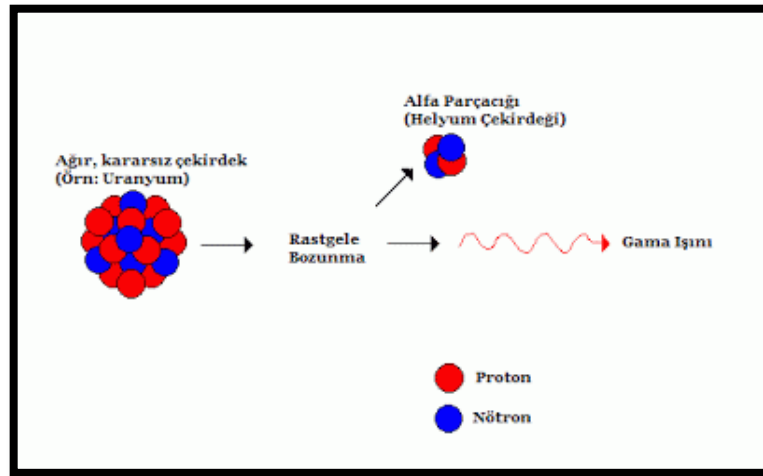
Şekil 2.1. Atomun yapısı [7]

Aynı cins yüklerin kısa mesafelerde birbirleri üzerine çok büyük itici elektrostatik kuvvetler uygulamalarına rağmen çekirdeklerde nötron ve protonlar çok sıkı bir şekilde bir aradadırlar. Bu kuvvetler yüzünden çekirdeğin dağılması beklenir ancak çekirdek dağılmaz, karardır. Bunun nedeni çekirdek kuvveti olarak adlandırılan çok kısa menzilde etkili olan (yaklaşık 2 femtometer (fm) = 2x10⁻¹⁵ metre (m)) çekici kuvvettir. Bu kuvvet nötronlar arasında ve nötronlarla protonlar arasında etkilidir. Çekirdekteki tüm parçacıklara etki eder. Çekirdekler eşit sayıda nötron ve proton içeriyorlarsa daha karardırlar. Proton sayısının 20'nin üstünde olduğu çekirdeklerde nötron sayısı proton sayısından fazla ise bu çekirdekler daha karardır. Bunun nedeni; proton sayısı çoğaldıkça aralarındaki itme kuvveti de artar ve çekirdeğin dağılmasına neden olur. Nötronlar çekici kuvvete neden oldukları için çekirdeğin kararl olmasında için daha çok sayıda nötrona ihtiyaç vardır. Bu dengeleme sınırsız değildir. Büyük

proton değerleri için protonlar arasındaki itici kuvvet daha çok sayıda nötron ile dengelenemez. 83'ten fazla proton içeren çekirdekler kararlı değildir [6].

Kararlı bir çekirdekte, çoğu durumda nötron sayısı proton sayısından biraz daha yüksek ve nötron/proton oranı yaklaşık olarak 1,50 civarındadır. Nötron/proton oranı hafif izotoplarda 1 iken, ağır çekirdeklere doğru gidildikçe bu oran artmaktadır. Bu oran arttıkça çekirdeklerin artık kararlı olmadığı bir yere ulaşılr. En ağır kararlı çekirdek bir bizmut izotopudur (Bi-207-83 proton, 124 nötron). Daha ağır çekirdekler sahip oldukları fazla enerjiden dolayı kararsızdırlar. Çekirdek dengede değilse yani kararsız ise, fazla bir enerjiye sahip olacak ve parçacıkları bir arada kalamayacaktır. Kısa bir süre içinde veya daha uzun bir süre sonra bu fazla enerjisini boşaltacaktır. Böyle çekirdeklere radyoaktif çekirdek veya radyoizotop adı verilir. Bunlar fazla enerjilerinden kurtulmaya ve kararlı duruma geçmeye çalışırlar. Bu olaya radyoaktivite veya radyoaktif parçalanma denir [8].

ekirdeğinde dengeli sayıda proton ve nötron bulundurmayan atomlara radyoaktif atomlar denir [9]. Radyoaktif atomların çekirdeğindeki bu dengesizlik atom çekirdeğinde ilave enerji olarak ortaya çıkar, bu enerji fazlalığı alfa, beta ve gama gibi ışınlar olarak salınır. Bu salınım çekirdekteki proton sayısı nötron sayısı ile dengeleninceye kadar devam eder. rnek olarak Uranyum ekirdeğinin parçalanarak gama ışınının oluşması Şekil 2.2.'de gösterilmektedir [10]. evresine bu şekilde alfa, beta ve gama gibi ışınlar saçarak parçalanan maddelere "radyoaktif madde", çevreye yayılan alfa, beta ve gama gibi ışınlara ise 'radyasyon' adı verilmektedir [5].

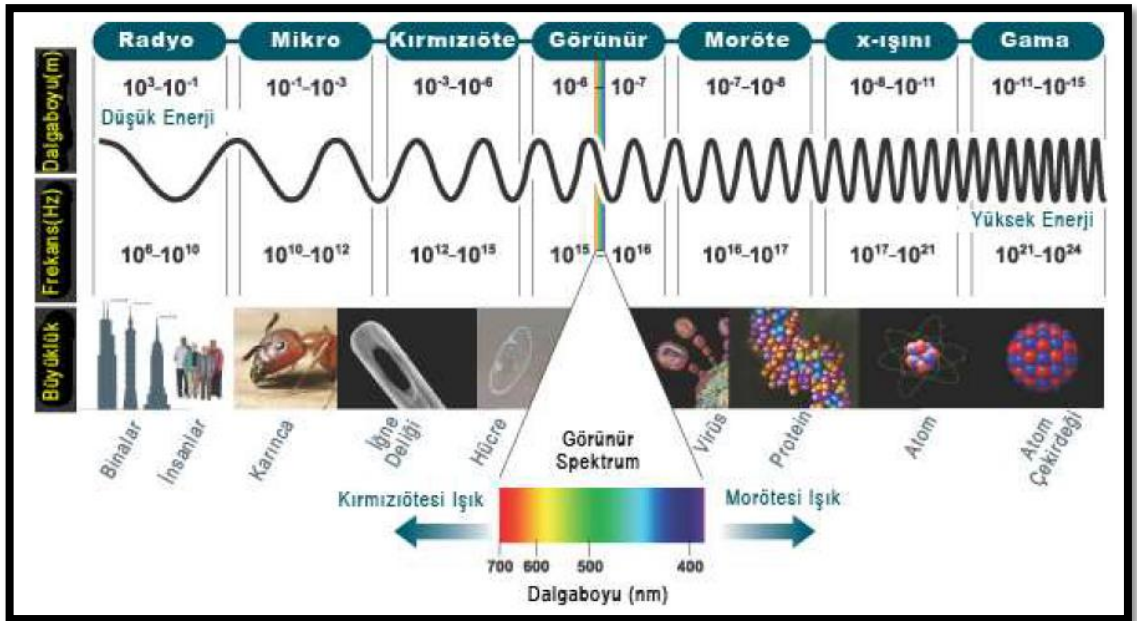


Şekil 2.2. Uranyum ekirdeğinin parçalanarak gama ışınının oluşması [10]

2.2. RADYASYON ÇEŞİTLERİ

Parçacık veya elektromanyetik dalga formundaki radyasyon, etkileştiği atomların elektronlarını koparacak kadar yeterli enerjiye sahipse atomlar yüklü hale gelir ve iyonlaşmış olur. Bu da iyonlaştırıcı radyasyon olarak adlandırılır. Etkileşim sonucunda oluşan iyonlar, hücrelere hasar veren kimyasal değişimlere neden olabilecek kapasitedirler. Parçacık veya elektromanyetik formdaki radyasyon, atomları iyonlaştırmada yeterli enerjiye sahip değilse iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak adlandırılır. İyonlaştırıcı radyasyon alfa parçacıkları, beta parçacıkları, nötron veya gama ışınları ve elektromanyetik radyasyon formunda olabilir [1, 11].

Gama (γ) ışınları, X ışınları, mor ötesi (UV), kızıl ötesi (IR), mikro dalga ışınlarının ve görülebilir ışığın da bulunduğu radyasyonlar; dalga boyları ve frekanslarına göre bir elektromanyetik spektrum oluştururlar. Elektromanyetik spektrum Şekil 2.3.'te yer almaktadır [12]. Gama, X ve UV ışınları elektromanyetik spektrumun yüksek frekanslı ve yüksek enerjili iyonize radyasyon yayan kısmında; görünür ışık (UV'nin görünür ışığa denk gelen kısımları da dahil), IR, mikrodalgalar ve radyo dalgaları ise elektromanyetik spektrumun iyonize olmayan düşük frekanslı ve düşük enerjili kısmında yer alır [13].



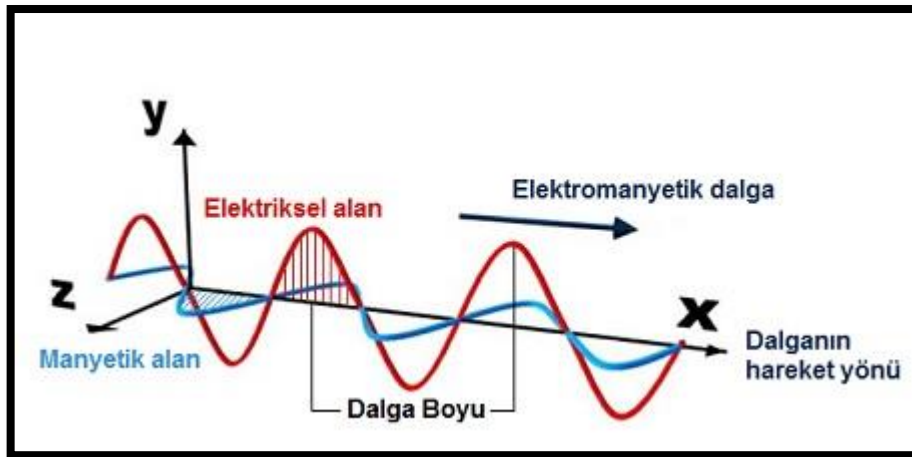
Şekil 2.3. Elektromanyetik Spektrum [12]

2.3. YAPAY OPTİK RADYASYON

Elektromanyetik radyasyon; zamana göre değişen elektrik ve manyetik alanlar tarafından boşlukta ve maddede transfer edilen veya yayılan enerjidir. Elektromanyetik enerjide alanlar vektörlerden meydana gelir. Vektör alan, uzaydaki farklı noktalarda farklı büyüklüklere ve farklı büyüklük değerlerine sahip olan fiziksel niceliklerdir [13].

Elektrik alan elektrik yüklerinden meydana gelir yani elektrik yüklü bir cisim saran uzay bölgesinde elektrik alanı bulunur. Manyetik alan ise hareketli yükten yani akımdan meydana gelmektedir. Elektrik ve manyetik alanlar, elektrik yüklerine sırayla güç uygularlar bu da madde ile etkileşimin temelini teşkil eder. Elektrik alan yükün hareketinden bağımsız olarak yükün üstünde oluşur, oysa manyetik alanla yük arasında etkileşim oluşmadan önce yük manyetik alana göre hareketli veya manyetik alan yüke göre hareketli olmalıdır [13].

Şekil 2.4.'te [14] de görüldüğü üzere elektrik alan vektörü (kırmızı çizgi) kâğıt düzleminde yukarı aşağı doğru, manyetik alan vektörü ise (mavi çizgi) kâğıt düzleminde içe ve dışa doğru hareket etmektedir. Radyasyonun hareket yönü ise yayılma vektörü (k) ile gösterilmektedir [15].



Şekil 2.4. Elektromanyetik dalga [14]

Elektromanyetik spektrum yukarıda Şekil 2.3'te görüldüğü gibi bölgelere ayrılır. Spektrum üstündeki herhangi bir bölge dalga boyu, frekans veya foton enerjisi ile karakterize edilebilir. Kuantum mekaniğine göre elektromanyetik dalgaların toplam enerjisini meydana getiren

enerji parçacıklarına foton, bu parçacıkların taşıdığı enerjiye de foton enerjisi denir. Foton enerjisinin birimi Joule (J) veya elektron volt (eV)'tur [6].

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

İyonlaştırıcı radyasyon bölgesiyle iyonlaştırıcı olmayan radyasyon (NIR) bölgesi arasındaki sınır 12,4 eV'luk enerjidir. Enerjisi 12,4 eV'tan küçük olan fotonların maddeyi iyonize etmeye yetecek enerjisi olmadığından bunlara iyonlaştırıcı olmayan radyasyon denir. NIR bölgesi; mor ötesi, görünür ışık, kızıl ötesi, radyo frekansı (RF) ve oldukça düşük frekans (ELF) spektral bölgelerinden oluşur [6].

Tablo 2.1. NIR bölgesinin özellikleri [15]

Dalga boyu	100 nm-300.000 km
Frekans	$3 \cdot 10^{39} \text{ Hz} - 1 \text{ Hz}$
Foton enerjisi	$1,987 \cdot 10^{-18} \text{ J} (12,4 \text{ eV}) - 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}$

nm: Nanometre

km: Kilometre

Hz: Hertz

Tablo 2.2. NIR spektral bölgelerinin temel karakteristikleri [15]

Bölge	Dalgaboyu	Frekans
Mor ötesi	100-400 nm	-
Görünür	400-700 nm	-
Kızıl ötesi	700 nm-1 mm	-
Radyo frekans		300 GHz-3 kHz
Çok düşük frekans		3 kHz-3 Hz

nm: Nanometre

mm: Milimetre

Ghz: Gigahertz

KHz: Kilohertz

Hz: Hertz

Optik radyasyon; görülebilir ışık düzeyinde veya yakın dalga aralıklarında yayılan radyasyon biçimidir. Elektromanyetik radyasyonun 100 nm-1 mm dalga boyu aralığına tekabül eder. UV

ışınlar (100 nm-400 nm), görünür ışık (400 nm - 700 nm), IR ışınlar (700 nm - 1 mm) bu kategoridedir ve optik radyasyon olarak anılır [16, 17]. Bu bölgeler arasındaki sınırların fiziksel bir temeli yoktur sadece biyolojik etkilerine göre ayrılmışlardır [15].

Yapay optik radyasyon ise insan tarafından yapılan her türlü kaynaktan yayılan 100 nm-1 mm dalga boyu aralığına tekabül eden elektromanyetik radyasyona verilen isimdir. Ofis aydınlatmaları, bilgisayar ekranları, şaloma, kaynak arkı yapay optik radyasyon kaynağı için örneklerdir [18].

Genel olarak optik radyasyon iyonize olmayan radyasyon olarak kabul edilir ancak mor ötesi spektrumun görünür bölgeyi aşan kısımları bazı iyonize özelliklere sahiptir. Optik radyasyona maruziyetten kaynaklanan tehlikeler dalga boyuna bağlıdır bu sebeple spektrumu UV, görünür ve IR radyasyon şeklinde üç bölgeye ayırmak uygundur. UV ve IR bölgeleri de 3 alt bölgeye ayrılabilir [19]. Optik radyasyonun dalga boyu bölgeleri Tablo 2.3.'te verilmektedir [19].

Tablo 2.3. Optik radyasyonun dalga boyu bölgeleri [19]

Bölge	CIE'nin Tanımı λ (nm)	ICNIRP/IEC/ACGIH Tanımı λ (nm)
UV-C	100-280	180-280
UV-B	280-315	280-315
UV-A	315-380	315-400
Görünür	380-760	400-700
IR-A	760-1400	700-1400
IR-B	1400-3000	1400-3000
IR-C	3000-1000000	3000-1000000

nm: Nanometre

Optik radyasyona maruz kalınmayan ortam neredeyse yok gibidir. Kapalı ortamlarda çalışanlar aydınlatmadan veya bilgisayar ekranlarından kaynaklanan optik yayınıma maruz kalmaktadır. Açık havada çalışanlar ise doğal aydınlatmanın olmadığı yerlerde yapay aydınlatma kullanarak optik radyasyona maruz kalmaktadırlar. Yapay optik radyasyon, yapılan işin önemli bir parçası olarak bilerek üretilebildiği gibi üretilmek istenmediği halde

sürecin bir sonucu olarak da ortaya çıkabilmektedir. Örneğin mürekkebi kurutmak için UV radyasyon sürecin önemli bir parçası olarak yer alırken, kaynak işlemi esnasında ortaya çıkan UV radyasyon istek dışında ortaya çıkmaktadır [18].

Optik radyasyon kaynakları basit şekliyle lambalar, akkor kaynaklar (sıcak gövde kaynaklar) ve lazerler olarak sınıflandırılabilir. Optik radyasyon tıpta ve sanayide pek çok alanda kullanılmaktadır. Özellikle UV bölgesi diş tedavisinden, dermatolojiye, mürekkep ve plastiğin ışık yoluyla kürlenmesinden (photo-curing) kozmetik amaçlı bronzlaşmaya kadar pek çok alanda oldukça yaygın şekilde kullanılmaktadır [18-20]. Tablo 2.4.'te yaygın olarak kullanılan lazer kaynakları, Tablo 2.5.'te de yaygın olarak kullanılan eş fazlı olmayan optik radyasyon kaynakları gösterilmektedir [17].

Optik radyasyonun madde ile etkileşimi temel olarak geçirme, yayılma, soğurma, yansıtma ve kırılma şeklindedir. Optik radyasyon yüzeye geldiği zaman yansıyabilir veya maddenin içine geçebilir. Yansıma yüzeyin düzgünlüğüne göre aynadan olduğu gibi veya yayılma şeklinde olabilir. Yayılmanın yön değiştirmesi olan kırılma, farklı kırılma indislerine sahip iki iletim ortamının ara yüzeyinde oluşur. Nesne saydam, mat, yarı saydam veya parlak olabilir. Mat nesneler radyant enerjiyi geçirmezler, saydam yüzeyler ise geçirirler. Yarı saydam olanlar radyant enerjinin önemli bir miktarını soğurur ve bir kısmını geçirirler. Nesnenin kendisi bir ışık kaynağı ise ona da parlak yüzey denir [15].

Tablo 2.4. Yaygın olarak kullanılan lazer kaynakları [17]

Tür	Lazer	Başlıca dalga boyları	Kullanılan yerler
GAZ	Helyum Neon (HeNe)	632,8 nm	Hizalama, etüt etme, holografi, mesafe tayini, saldırı tespit, iletişim, eğlence
	Helyum Kadmiyum (HeCd)	325, 442 nm	Hizalama, etüt etme
	Argon İyon (Ar)	458-515 nm + 350 nm	Enstrümantasyon, holografi, retinal fotokoagülasyon, eğlence
	Karbondioksit	10.6 µm	Malzeme işleme, optik radar, optik mesafe tayini, enstrümantasyon, cerrahi teknikler
	Nitrojen (N)	337.1 nm	
	Eksimer lazer (Xenon chloride (XeCl) Krypton fluoride (KrF) Xenon fluoride (XeF) Argon fluoride (ArF)	308 nm 248 nm 350 nm 193 nm	Spektroskopi
KATI HAL	Yakut	694.3 nm	Malzeme işleme, holografi, fotokoagülasyon, mesafe tayini
	Neodymium: YAG (Nd:YAG)	1064 nm ve 1 319 nm 532 nm ve 266 nm	Malzeme işleme, enstrümantasyon, optik radar, optik mesafe tayini, cerrahi teknikler
	Neodymium: Glass (Nd:Glass)	1 064 nm	
YARI İLETKEN	Değişik malzemeler – örneğin GaN GaAlAs InGaAsP	400–450 nm 600–900 nm 1 100–1 600 nm	Enstrümantasyon, saldırı tespit, iletişim, oyuncak
SIVI (BOYA)	Boya – 100'den fazla boya lazeri, lazer ortamı olarak davranır	350 nm ile 1 µm arasında değişen	Enstrümantasyon

nm: Nanometre

µm: Mikrometre

Tablo 2.5. Yaygın olarak kullanılan eş fazlı olmayan optik radyasyon kaynakları [17]

Kaynak	Dalga boyu bandı	Potansiyel etkileri	Potansiyel olarak maruz kalan gruplar
Ark lambası (Xe, Xe-Hg, Hg)	UV, görünür, kızıl ötesi	Fotokeratit, eritma, cilt kanseri, retinal hasar	Basım evleri, kamera operatörleri, optik laboratuvar çalışanları, eğlence sektöründe çalışanlar
Germisidal (düşük basınçlı Hg)	Mor ötesi	Fotokeratit, eritma, cilt kanseri	Hastane çalışanları, steril laboratuvar çalışanları
Düşük basınçlı Hg-HID lambaları (kapağı kırık olanlar)	UV-A	Retinal hasar, fotokeratit, eritma	Sokak lambalarını tamir eden çalışanlar, spor salonuna gidenler, genel nüfus
Karbon arkı	UV	Fotokeratit, eritma	Bazı laboratuvar çalışanları, arama lambası kullanıcıları
He-Ne lazerleri (0,5-5,0 mW)	Görünür	Retinal hasar	İnşaat işçileri, ayarlama lazeri kullanıcıları, genel nüfus
Argon lazer (1-20 W)	Görünür	Retinal hasar, bölgesel cilt yanıkları	Lazer gösterisi operatörleri ve izleyicileri, laboratuvar çalışanları, sağlık çalışanları
Metal halojen UV-A lamba	UV, görünür	Katarakt, fotosensitif deri reaksiyonları, retinal hasar	Baskı matbaaları onarım çalışanları, entegre devre üretimi yapan çalışanlar
UV lambalar	UV	Fotokeratit, eritma, hızlı cilt yaşlanması, cilt kanseri	Solaryum kulacıları, evde kullananlar
Kaynak arkları	UV	Fotokeratit, eritma, UV katarakt, retinal hasar	Kaynak çalışanları
Yakut veya Neodymium lazer mesafe ölçerler	Görünür, kızıl ötesi	Retinal hasar	Bilimsel araştırmacılar, askeri personel
Endüstriyel kızıl ötesi kaynaklar	Kızıl ötesi	Radyant ısıdan kaynaklanan stres, katarakt	Çelikhane çalışanları, döküm çalışanları, kızıl ötesi kurutma ekipmanları ile çalışanlar

mW: Miliwatt

W: Watt

Pek çok optik radyasyon kaynağı güvenli olarak kabul edilir. Örneğin [18-20]:

- Ofislerde kullanılan ve difüzörü bulunan ampül ve lambaya sahip tavan aydınlatmaları
- Masa üstü lambalar ve istenmeyen UV ışığa karşı cam filtresi olan tungsten-halojen lambalar
- Fotokopi makinaları
- Bilgisayar ve PDA'lar gibi ekranlı ekipmanlar
- LED uzaktan kumandalar
- Fotoğraf makinalarının flaşları
- Gazlı tepe ısıtıcıları
- Araçların gösterge, fren, geri ve sis lambaları
- TS EN 60825-1'de tanımlanmış her türlü Sınıf 1 lazer ürünleri, örneğin lazer yazıcılar, barkod tarayıcılar
- Sokak lambaları

Bazı ışık kaynakları da vardır ki göze ve deriye çok yakın bulundurmamak gibi uygun olmayan biçimde kullanılırlarsa zararlı olabilirler ancak doğru kullanımda hiçbir zararları yoktur [18]:

- Ofislerde kullanılan ve difüzörü bulunmayan ampül ve lambaya sahip tavan aydınlatmaları
- Yüksek basınçlı civalı projektörler
- Masa üstü projektörler
- Araç farları
- UV sinek tuzakları
- Görsel sanatlarda ve eğlence amaçlı kullanılan spot ışıkları, efekt lambaları ve flaş lambaları
- Fotoğraf stüdyolarında birden fazla flaş lambasının kullanımı
- TS EN 62971'de tanımlanmış Risk Grubu 2 lamba ve lamba sistemleri
- TS EN 60825-1'de tanımlanmış Sınıf 1, 1M, 2, 2M ve 3R lazerler, örneğin CD/DVD kaydediciler, inşaat mühendisliğinde kullanılan ayarlama cihazları, lazer işaretçiler

Sadece bu kaynakların kullanımı çalışanlar için bir risk teşkil etmemekte ve başka işlem gerektirmemektedir. Ancak bu karar alınırken tüm çalışanların güvende olduğundan emin olmak için aşağıdaki hususların dikkate alınmasında yarar bulunmaktadır [19]:

- Sağlık durumu daha önceden ışığa maruziyet sebebiyle kötü etkilenmiş çalışanlar gibi özel risk grubunda olan çalışanlar,
- Işık ile temas ettiğinde olumsuz etkilere sebep olabilecek kimyasal madde veya reçeteli veya reçetesiz ilaç kullanan çalışanlar,
- Birden fazla kaynağa aynı anda maruz kalan çalışanlar,
- Parlak ışığa maruziyet dolayısıyla meydana gelebilecek ikincil riskler, örneğin geçici körlüğün yol açabileceği tehlikeler)

Bazı ışık kaynakları deride ve gözde hasarlar meydana gelmesine sebep olabilirler. Çalışanların göz ve derilerinde hasar oluşturma riski öngörülebilir ve kontrol tedbirlerinin uygulanmasını gerektiren kaynaklara örnekler aşağıdadır [20]:

- Metal işleri - kaynak ve plazma ile kesim işleri
- Tıp ve araştırma – UV flüoresan ve sterilizasyon sistemleri
- Sıcak işlemler – ocakların IR ürettiği cam ve metal işleri
- Basım işleri – mürekkebin UV kurutması
- Araç tamir işleri – boyanın UV kurutması ve kaynak
- Tıbbi ve kozmetik tedaviler – lazer cerrahi, mavi ışık ve UV tedaviler, IPL (Intense Pulsed Light)
- TS EN 60825-1’de tanımlanan Sınıf 3B ve 4 lazerlerin ve UV ile uyarılmış flüoresanın araştırma, eğitim ve sanayide kullanımı
- TS EN 62971’de tanımlanmış Risk Grubu 3 lamba ve lamba sistemleri, örneğin profesyonel projeksiyon sistemleri ve arama faaliyetlerinde kullanılan lambalar
- UV sterilizasyon içeren arıtma işlemleri
- UV içeren tahribatsız muayeneler

2.3.1. Mor Ötesi Radyasyon

Mor ötesi radyasyon (UVR) görünür ışıktan daha kısa dalga boyuna ve daha yüksek enerjili fotona (radyasyon parçacığına) sahip olan optik radyasyon formudur. Pek çok ışık kaynağı belli derecede UVR yayar. Temel UVR kaynağı güneş olmakla beraber endüstride, bilimde ve tıpta kullanılan pek çok mor ötesi radyasyon kaynağı mevcuttur. Çalışanlar, pek çok çeşit çalışma ortamında UVR ile karşılaşır. UVR görünmez ancak düşük ortam ışığı bulunan yerler gibi bazı durumlarda çok yoğun mor ötesi kaynağı (siyah ışık) görünebilir [21].

UVR, dalga boyuna göre kendi içerisinde UVA, UVB ve UVC olmak üzere üç sınıfa ayrılır. Güneşten gelen UVC'nin çoğu atmosfer tarafından tutulur ve yeryüzüne ulaşamaz. Bu sebeple UVC'nin tek kaynağı yapay kaynaklardır. UVB; her ne kadar çoğu atmosfer tarafından tutulsa da göze ve deriye en çok zarar veren UVR'dir; güneş yanıklarına ve diğer biyolojik etkilere sebep olur. UVA, yeryüzüne en yoğun olarak ulaşan UVR'dir ayrıca pek çok ışık kaynağında da bulunur. Doku içine en çok nüfuz edebilen UVA olsa da düşük enerjili fotonlara sahip olduğu için diğerleri kadar zarar verici değildir [21]. UVA'ya siyah ışık bölgesi, UVB'ye eritem bölgesi ve UVC'ye de germisidal bölge de denir. UVB ve UVC bölgesine aktinik bölge de denir çünkü kimyasal reaksiyona sebep olabilirler. UVR'ın deri ve gözde meydana getirdiği olumsuz etkilere ileriki bölümlerde değinilecektir. UVR çeşitleri Tablo 2.6.'da gösterilmektedir [4, 19].

Potansiyel UVR maruziyetinin en önemli kaynağı, ark kaynağı makinesinden çıkan radyant enerjidir. Ark kaynağı makinasından çıkan UVR seviyesi çok yüksektir ve göz ve deride meydana gelebilecek akut hasarlar birkaç metrelik yakın görüş mesafesinde üç ile on dakikalık maruziyetlerde meydana gelebilir. Gözlerin ve cildin korunması gerekmektedir [4].

Bir diğer önemli kaynak ise sanayide kullanılan UVR lambalarıdır. Sanayide ve ticarete kullanılan pek çok süreç örneğin mürekkep, boya ve plastiğin fotokimyasal yolla kürlenmesi, yüksek oranda UV yayan lambaların kullanımını içerir. Perdeleme sayesinde zarar verecek seviyede maruziyet ihtimali düşük olsa da, bazı durumlarda kaza eseri maruziyet söz konusu olabilmektedir [4].

UVR lambalar sağlık alanında da teşhis ve terapi için kullanılmaktadır. Teşhis amacıyla daha çok UVA kullanılmaktadır. Hastaların maruziyeti tedavinin çeşidine bağlı olmakla beraber dermatolojide kullanılan UV lambaların çok dikkatli bir şekilde kullanılması gerekmektedir [19].

UVR'ın, 250-265 nm dalga boyları (UVC bölgesi) maksimum DNA soğurma spektrumuna denk gelmekle birlikte, sterilizasyon ve dezenfektasyon için çok etkilidir. Düşük basınçlı civalı lambalar en sık kullanılandır. Bu lambalara “germisidal lambalar”, “bakterisidal lambalar” veya “UVC lambalar” denilmektedir. Bu lambalar daha çok hastanelerde tüberküloz enfeksiyonlarına karşı kullanılır. Ayrıca havadaki ve yüzeydeki mikro organizmaları temizlemek için de kullanılırlar. Lambaların doğru yerleştirilmesi ve gözlerin korunması önemlidir [4].

Tablo 2.6. Mor ötesi radyasyon çeşitleri [4, 19]

UVR	Dalga boyu (Nanometre)	Kullanım amacı	Beklenmedik şekilde meydana geldiği süreç
UVC	180-280	Sterilizasyon Floresan (laboratuvar) Fotolitografi	Mürekkep kurutma Bazı alan ve ofis aydınlatmaları Bazı projeksiyon lambaları Ark kaynağı
UVB	280-315	Solaryum Fototerapi Floresan (laboratuvar) Fotolitografi	Antiseptik lambalar Mürekkep kurutma Bazı alan ve ofis aydınlatmaları Bazı projeksiyon lambaları Ark kaynağı
UVA	315-400	Floresan (laboratuvar, tahribatsız muayene, eğlence efektleri, suç tespiti, sahtecilik tespiti) Fototerapi Solaryum Mürekkep kurutma Böcek tuzakları Fotolitografi	Antiseptik lambalar Alan ve ofis aydınlatmaları Projeksiyon lambaları Ark kaynağı

Kozmetik sektöründe özellikle bronzlaşmak için kullanılan solaryumlar en çok UVA bölgesinde olmakla beraber ender olarak UVB bölgesinde de bulunurlar. Solaryumun düzenli olarak kullanımı kişinin UV maruziyetine ciddi derecede etki etmektedir. Solaryum merkezlerinde çalışanlar da düşük seviyede de olsa maruziyet yaşamaktadır. Özellikle müşterilerin göz koruyucuları kullanması gerekmektedir [4].

Genel aydınlatmada evlerimizde, işyerlerimizde kullandığımız flüoresan lambalar uzun süredir hayatımızda yer almaktadır. Bu lambalar çok düşük miktarda UVR yaymakta olup insan üzerine etkisi çok azdır. Tungsten-halojen lambaların kullanımı aydınlatma ve görüntülemeye gittikçe artmaktadır. Filtre konmamış halojen lambalar, kısa mesafelerde akut hasarlar meydana getirecek seviyelerde UVR yaymaktadır. Bu lambaların üstüne cam filtreler geçirmek bu zararları engelleyecektir [4].

2.3.2. Kızıl Ötesi Radyasyon

Kızıl ötesi radyasyon (IR) spektroskopide görünür ışık ile mikro dalga arasındaki banda denk gelen optik radyasyondur. IR, insanın yaşadığı çevrenin doğal bir parçasıdır bu sebeple günlük hayatımızın her alanında küçük miktarlarda IR almaktayız. Bununla beraber çalışma ortamındaki bazı teknik süreçler nedeniyle çok yoğun maruziyetler meydana gelebilir [21].

Pek çok endüstriyel süreç çeşitli materyallerin termal kürlenmesini içerir. Isı kaynağı veya ısıtılan materyalin kendisi genellikle yüksek seviyede kızıl ötesi radyasyon yayar ve çok sayıda çalışan bu radyasyona maruz kalma riski taşır [21].

Kızıl ötesi radyasyon 700 nm ile 1 mm arasında dalga boyuna sahiptir. Kızıl ötesi radyasyon; IR'ın dokudaki dalga boyuna bağlı absorbe etme karakteristiğine ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan farklı biyolojik etkilere göre gruplara ayrılır; 700 nm- 1,4 µm arası IRA; 1,4-3 µm arası IRB ve 3 µm-1 mm arası IRC olarak adlandırılır [21].

IR maruziyeti çok sayıdaki farklı doğal ve yapay kaynaklardan oluşur. Bu kaynaklardan spektral yayılım lazer gibi tek bir dalga boyu ile sınırlı olabileceği gibi geniş dalga boyu bantlarına da yayılabilir [21].

Sanayide ve tıpta kullanılan pek çok lazer çok yüksek seviyelerde IR yayarlar. Diğer radyasyon kaynaklarıyla karşılaştırıldığında lazer radyasyonu genelde maruziyeti takip eden risklere sebep olan, kısa darbe süresi veya oldukça yüksek ışıyım gibi olağandışı özelliklere sahiptir [21].

Pek çok endüstriyel süreç görünür ve kızıl ötesi radyasyon yayan kaynakların kullanımını gerektirir böylece fırıncılar, cam yapımcıları, dökümhane çalışanları gibi çalışanlar maruziyet riskine sahiptirler. Lambalara ilaveten alevler, gazlı şalomalar, asetilenli şalomalar, eritilmiş metal havuzları, akkor metal çubuklar dikkate alınmalıdır. Tablo 2.7.'de IR çeşitleri [4, 19] ve Tablo 2.8.'de de bazı yapay IR kaynakları ve bunların kullanıldığı yerler ile etkilenen kesimler yer almaktadır [21].

Tablo 2.7. Kızıl ötesi radyasyon çeşitleri [4, 19]

IR	Dalga boyu	Kullanım amacı	Beklenmedik şekilde meydana geldiği süreç
IRA	700-1400 nm	Gözetleme aydınlatmaları Isıtma Kürleme Tüy ve kılcal damar giderme işlemleri Muhabere	Bazı alan ve ofis aydınlatmaları Kaynak
IRB	1400-3000 nm	Isıtma Kürleme Muhabere	Bazı alan ve ofis aydınlatmaları Kaynak
IRC	3000 nm-1 mm	Isıtma Kürleme	Bazı alan ve ofis aydınlatmaları Kaynak

nm: Nanometre

mm: Milimetre

Tablo 2.8. Bazı yapay kaynaklar, kullanıldığı yerler ve etkilenen kesimler [21]

Kaynak	Kullanılan Yer ve Etkilenen Kesimler	Maruziyet seviyesi
Tungsten lambalar	Genel aydınlatma, boya ve mürekkep kurutma Genel nüfus ve çalışanlar	10^5 - 10^6 Wm ⁻² sr ⁻¹
Tungsten halojen lambalar	Kurutma, fırınlama, küçültme, yumuşatma gibi genel işlemler	50-200 Wm ⁻² (50 cm mesafeden)
Işık yayan diyetler (Örn. Galyum Arsenit (GaAs) diyetler	Oyuncaklar, tüketici elektroniği, veri aktarma teknolojisi	10^5 Wm ⁻² sr ⁻¹
Xenon ark lambaları	Projektörler, solar simülatörler, ışıdaklar Matbaalardaki kamera operatörleri, optik laboratuvar çalışanları, eğlence sektöründeki çalışanlar	10^3 Wm ⁻² sr ⁻¹
Demir eritme	Çelik yüzeyler Çelikhane çalışanları	10^5 Wm ⁻² sr ⁻¹
Kızıl ötesi lamba dizileri	Endüstriyel ısıtma ve kurutma	$10^3 - 8 \cdot 10^3$ Wm ⁻²
Hastanelerdeki kızıl ötesi lambalar	Küvözler	100-300 Wm ⁻²

W: Watt

m: Metre

sr: Steradyan

2.3.3. Görünür Işık

Işık ifadesi elektromanyetik spektrumun 400-700 nm dalga boyları arasında yer alan ve retinada görsel tepkiye yol açan kısmı için kullanılır. Işık; aydınlatan lambaların, görsel ekranların ve çok farklı çeşitteki aydınlatıcıların çıktısının temel bileşenidir. Aydınlatma, görüş için oldukça önemlidir ancak çalışma ortamındaki kötü ergonomik tasarım sonucu kamaşma, kırpışma gibi istenmeyen ve gözde rahatsızlık meydana getiren durumlara da sebep

olabilir. Kaynak işleri gibi bazı sanayi faaliyetlerinde oluşan yoğun ışık yayılımı, potansiyel olarak tehlikeli yan etkilere de sahiptir.

İnsanın en yaygın olarak maruz kaldığı yapay optik radyasyon kaynakları şunlardır [15, 21]:

1. Kaynak ve kesme işleri: Kaynak işleriyle uğraşanlar yoğun şekilde UV radyasyonun yanı sıra ark nedeniyle yoğun görünür ve IR radyasyona da maruz kalmaktadırlar. Bu kaynaklar gözün retinasında akut yaralanmalara sebep olabilirler bu sebeple bu kaynakların bulunduğu ortamlarda gözlerin korunması gerekmektedir.

2. Metal ve döküm işleri: Görünür ve kızıl ötesi maruziyetin en çok görüldüğü kaynaklar çelik ve alüminyum sanayinde ve dökümhanelerdeki erimiş veya sıcak metal yüzeylerdir. Çalışanların maruziyeti 0,5 ile 1,2 kWm⁻² aralığındadır.

3. Ark lambaları: Fotokimyasal kürleme lambalarının kullanılması gibi pek çok sanayi ve ticari işlem yoğun kısa dalga görünen ışık ve UV ve IR radyasyon yaymaktadır. Perdeleme sayesinde zararlı maruziyet oluşma ihtimali düşük olsa da kaza eseri zararlı maruziyetler de meydana gelebilmektedir.

4. Genel aydınlatma: Flüoresan lambalar düşük miktarda kızıl ötesi yayarlar ve genellikle parlaklıkları göze tehlike arz edecek seviyede değildir. Tungsten ve tungsten-halojen lambalar radyant enerjilerinin çoğunu kızıl ötesi olarak yayarlar. Eğer kişi doğrudan filamana bakarsa tungsten-halojen lambalardan yayılan mavi ışık retinal hasara sebep olabilir. Gözün parlak ışıktan kaçınma tepkisi kısa mesafelerde bile akut yaralanmaları önlemektedir. Bu lambalara takılacak cam sıcaklık filtresi tehlikeyi en az seviyeye indirmek için yeterlidir.

5. Optik projektörler ve diğer ekipmanlar: Yoğun ışık kaynakları ışıldaklarda, film projektörlerinde ve diğer ışık demeti yönlendiren ekipmanlarda bulunur. Bu kaynaklardan çıkan ışık demetine çok kısa mesafeden doğrudan bakmak retinal hasarlara sebep olabilir.

2.3.4. Lazerler

Lazer, optik spektrumun mor ötesi bölgesinden kızıl ötesi bölgesine kadar tüm bölgelerinde eş fazlı elektromanyetik radyant enerji üreten cihazdır. Lazer ifadesi İngilizce “light amplification by stimulated emission of radiation” (uyarılmış salınım yöntemiyle ışığın yükseltilmesi) ifadesinin baş harflerini ifade eder. Lazerler günümüzde sanayiden tıba, ofis ortamından inşaat sahalarına hatta evlere kadar pek çok yerde kullanılmaktadır. Evlerimizde kullandığımız CD/DVD çalarlar ve fiber optik iletişim kablolarında olduğu gibi pek çok lazer cihazında radyant enerji çıkışı kapalı ortamda olduğunda kullanıcı için bir sağlık riski barındırmazlar. Ancak bazı tıbbi, endüstriyel veya araştırma uygulamalarında lazerin yaydığı radyant enerji erişilebilir ve göz ve deri için tehlike arz edebilir.

Lazer yüksek seviyede hizalanmış optik radyasyon demeti ürettiği için (UV, görünür ve IR), lazerler büyük mesafelerde tehlike arz ederler. Özellikle bu özelliği sebebiyle çalışanlar ve iş sağlığı ve güvenliği profesyonelleri için özel önem gerektirmektedir. Eğer uygun kontrol yöntemleri uygulanırsa oldukça güvenli olarak kullanılabilirler. Lazerlerin güvenli kullanımı ile ilgili uluslararası standartlar mevcuttur.

Lazerler belirli dalga boylarında çalışır ve her ne kadar monokrom (tek bir dalga boyu veya tek bir renkte yayım) olsa da farklı dalga boylarında yayım yaptığı da görülür. Örneğin argon lazerler UV ve görünür spektrum aralığında farklı dalga boylarında yayım yapar fakat 514,5 nm’lik tek bir yeşil çizgi veya 488 nm’lik tek bir mavi çizgi oluşturmak için tasarlanmışlardır. Bu sebeple potansiyel tehlikelerini değerlendirirken, çıkış dalga boylarını belirlemek önemlidir. Tablo 2.9.’da bazı lazer uygulamaları yer almaktadır [4].

Tablo 2.9. Bazı lazer uygulamaları [4]

Uygulama Alanları	Örnek Uygulamalar
Malzeme işleme	Kesme, kaynak, lazer baskı, delme, fotolitografi, hızlı üretim teknolojileri
Optik ölçüm	Mesafe ölçümü, topoğrafya analizi, lazer hız ölçümü, lazer titreşim ölçümü, malzeme analizi, fiber optik hidrofonlar, yüksek hızlı görüntüleme, parçacık büyüklüğü tespiti
Tıp	Oftalmoloji, refraktif cerrahi, fotodinamik terapi, dermatoloji, lazer neşter, damar cerrahisi, ağız ve diş sağlığı, tıbbi teşhis ve görüntüleme

Tablo 2.9. Bazı lazer uygulamaları (devam)

İletişim	Fiber, serbest uzay, uydu
Optik bilgi depolama	Kompakt disk/DVD, lazer yazıcı
Spektroskopi	Malzeme analizi
Holografi	Gösteri, bilgi depolama
Gösteri	Lazer gösterileri, lazer pointer

Dünyadaki mevcut lazer güvenlik standartları lazer ürünlerini çeşitli sınıflara ayırmaktadır. Genel anlamda temel dört sınıf lazer ürünü bulunmaktadır. Sınıf 1 lazerler tehlikeli seviyede lazer radyasyonu yaymazlar ve bu sebeple sağlık ve güvenlik için bir tehlike arz etmezler. Sınıf 2’den Sınıf 4’e kadar olan lazerler ise göz ve deri için gittikçe artan tehlike teşkil ederler. Bu sınıflandırmaları bilmek, her sınıf için alınması gereken farklı önlemler olması sebebiyle önem arz etmektedir. Lazer sınıfı arttıkça daha sıkı önlemler alınması gerekmektedir. Lazer sınıflandırmaları Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (International Electrotechnical Commission (IEC))’nin IEC 60825-1 numaralı standardında tanımlanmıştır [22].

2.4. YAPAY OPTİK RADYASYONUN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Optik radyasyon vücudun dış katmanları tarafından emildiği için biyolojik etkileri çoğunlukla deri ve gözle sınırlıdır ancak sistematik etkiler de görülebilir. Farklı dalga boyları, derinin ve gözün hangi bölümünün radyasyonu emdiğine ve etkileşimin tipine bağlı olarak değişik etkilere neden olur: fotokimyasal etkiler mor ötesi bölgesinde baskındırlar, termal etkiler kızıl ötesi bölgede baskındır. Lazer radyasyon, enerjinin doku tarafından çok hızlı emilmesiyle karakterize edilen ilave etkiler üretebilir ve lenslerin ışınları odaklayabildiği durumlarda göz için özellikle tehlike oluşturur [17].

Biyolojik etkiler genel olarak akut (hızla oluşan) ve kronik (sürekli ve tekrarlayan maruziyetlerde uzun zaman içinde oluşan) olarak ayrılır. Akut etkiler genellikle maruziyetin eşik değerleri aştığı durumlarda görülür, eşik değerler kişiden kişiye değişir. Maruziyet limitlerinin çoğu, akut etkilerin eşik değerleri üzerine yapılan çalışmalara göre belirlenir ve bu eşiklerin istatistiksel değerlendirilmesinden derlenir. Bu nedenle maruziyet limitini aşmak her zaman için sağlık üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaz. Maruziyet limitlerinin üzerindeki maruziyet seviyelerinin artmasıyla, sağlık üzerindeki olumsuz etkilerin riski artar. Ancak, normalin dışında ışığa duyarlı kişilerde olumsuz etkiler maruziyet limitleri altındaki her

seviyede görülebilir [17]. Kronik etkilerin; aşılmadığı takdirde oluşmayacağı bir eşik değeri genellikle yoktur. Bu nedenle kronik etkilerin oluşma riski sifıra indirgenemez. Maruziyet azaldıkça risk azalabilir ve maruziyet limitlerine uyulması; yapay optik radyasyona maruziyetten kaynaklanan riskin, doğal olarak meydana gelen optik radyasyona maruziyetten kaynaklanan genel olarak kabul gören risk seviyesine inmesini sağlar [4].

Gözün optik radyasyona maruz kalması kornea ve lenslerde hasara sebep olabilir, ağrı yapabilir ve göze kum kaçmasının yaptığı etkilere benzer etkiler meydana getirebilir. Deri üzerindeki etkileri ise deride kızarıklık, yanma, kabarma, erken yaşlanma ve değişik deri kanserlerine yol açabilir. Güçlü lazerlerin yanlış kullanılması gözde körlük dahil olmak üzere çok ciddi hasarlara deride ise ciddi yanıklara sebep olur. Eğer optik radyasyonun yapay kaynakları iyi şekilde kontrol edilirse bu semptomlar ender olarak görülürler [17, 19, 20].

Tablo 2.10.'da optik radyasyon çeşitleri ve olumsuz etkileri yer almaktadır [4].

Tablo 2.10. Optik radyasyon çeşitleri ve olumsuz etkileri [4]

Dalga boyu (nm)		Göz	Cilt
100-280	UVC	Işıktan kaynaklanan keratit Işıktan kaynaklanan konjonktivit	Kızarıklık Cilt kanseri
280-315	UVB	Işıktan kaynaklanan keratit Işıktan kaynaklanan konjonktivit Katarakt	Kızarıklık Elastoz (ışıkta kaynaklanan yaşlanma) Cilt kanseri
315-400	UVA	Işıktan kaynaklanan keratit Işıktan kaynaklanan konjonktivit Katarakt Işıktan kaynaklanan retina hasarı	Kızarıklık Elastoz (ışıkta kaynaklanan yaşlanma) Hızlı pigment koyulaşması Cilt kanseri
400-700	Görünür	Işıktan kaynaklanan retina hasarı (Mavi ışık hasarı) Retina yanması	Yanma
700-1400	IRA	Katarakt Retina Yanması	Yanma
1400-3000	IRB	Katarakt	Yanma
3000-10⁶	IRC	Kornea yanması	Yanma

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmasının konusu belirlenirken; çalışanların yapay optik radyasyon maruziyetinden korunmasına yönelik hazırlanması gereken mevzuatla ilgili ihtiyaçlar göz önünde bulundurulmuştur. Bu bağlamda, Avrupa Birliği (AB)'ne üye ülkelerde ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde çalışanların yapay optik radyasyonun olumsuz etkilerinden korunmalarına yönelik düzenlemelerinin araştırılması ve karşılaştırılmasına yönelik bir çalışma yapılması kararlaştırılmıştır.

AB'ye üye ülkelerin yapay optik radyasyon ile ilgili yasal düzenlemelerine AB Kanunlarının yer aldığı EUR-Lex'in web sayfasından, 2006/25/EC sayılı direktif ile ilgili ülkelerin düzenlemelerinin tamamının yer aldığı sayfadan [23] ulaşılmıştır. AB ülkelerinin yapay optik radyasyona yönelik düzenlemeleri ve ülkelerin kendi resmi gazetelerinde yayımlanma tarihleri Ek-1'de yer almaktadır. Bu çalışmada söz konusu yasal düzenlemelerden İngilizce olarak mevcut olan İngiltere, İrlanda, Malta ve Estonya'ya ait olan düzenlemeler incelenmiştir.

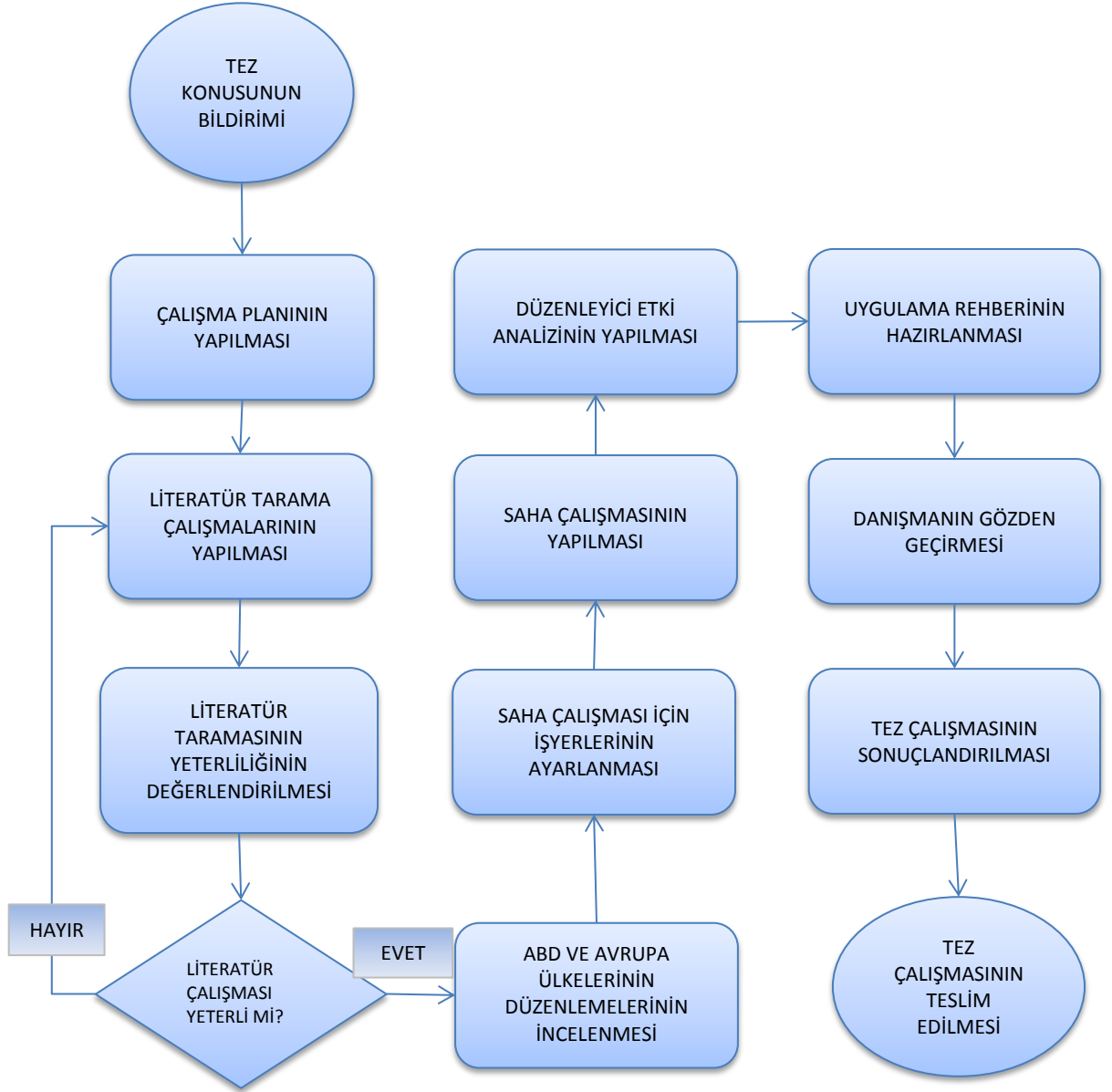
İnternette ve üniversitelerin kütüphanelerinde yapılan araştırmalar neticesinde Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde doğrudan yapay optik radyasyona yönelik bir düzenleme bulunamamıştır. Bunun üzerine elektronik posta yoluyla ABD Çalışma Bakanlığı ile iletişime geçilmiş, onların aracılığıyla ABD İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA) ile iletişime geçilmiştir. OSHA'dan bu konuya yönelik özel bir düzenleme olmadığı bilgisi alınmıştır. Bu çalışma için ABD'nin iş sağlığı ve güvenliğine yönelik düzenlemeleri incelenerek o düzenlemelerde yer alan yapay optik radyasyon ile ilgili kısımlar değerlendirilmiştir.

Ayrıca ülkemizde faaliyet gösteren işyerleri içinden yapay optik radyasyonun insan sağlığı açısından tehlike yarattığı spektrum bantlarına maruz kalınan bazı işyerlerine ziyarete gidilmiştir. Bu işyerlerinde çalışanların yapay optik radyasyon maruziyetine karşı ne tür tedbirler aldıkları incelenmiş ve diğer ülkelerin mevzuatları göz önünde bulundurularak ülkemiz için uygulanabilir bir düzenleme yapılması ihtiyacı tartışılmıştır.

Buna ilaveten ülkemizde 2006/25/EC sayılı Direktife paralel bir şekilde yapay optik radyasyonun zararlı etkilerinden korunmaya yönelik olarak bir yasal düzenleme yapılmasının

etkilerini incelemeye yönelik bir ön değerlendirme çalışması yapılmıştır. Bunun için 17 şubat 2006 tarih ve 26083 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Mevzuat Hazırlama Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik kapsamında 2/4/2007 tarihli ve 3896 sayılı Başbakanlık Genelgesi'nde yer alan Düzenleyici Etki Analizi Rehberi dikkate alınarak bir düzenleyici etki analizi yapılmıştır.

Müteakiben, ölkemizde bu konu ile ilgili yapılacak yasal düzenlemenin 2006/25/EC sayılı Direktif maddeleriyle paralel olması gerekeceğinden hareketle Direktifte yer alan hususların daha detaylı bir şekilde açıklanması için çalışma yapılmış ve uygulamada da kolaylık sağlayacak bir nevi rehber vazifesi görecek şekilde tez çalışmasının neticelendirilmesi planlanmıştır. Bu akış şekil 3.1.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Tez çalışmasının akışı

4. BULGULAR

4.1. ULUSLARARASI UYGULAMALAR

4.1.1. Amerika Birleşik Devletleri

İnternette ve üniversitelerin kütüphanelerinde yapılan araştırmalar neticesinde ABD’de doğrudan yapay optik radyasyona yönelik bir düzenleme bulunamamıştır. Bunun üzerine elektronik posta yoluyla ABD Çalışma Bakanlığı ile iletişime geçilerek onların aracılığıyla OSHA ile temas kurulmuştur. Kendilerinden bu konuya yönelik özel bir düzenleme olmadığı bilgisi alınmıştır. Bunun üzerine ABD’nin iş sağlığı ve güvenliğine yönelik düzenlemeleri incelenerek o düzenlemelerde yer alan yapay optik radyasyon ile ilgili kısımlar değerlendirilmiştir.

Tablo 4.1. İncelenen Amerika Birleşik Devletleri düzenlemelerinin listesi

Düzenlemenin Numarası	Düzenlemenin Adı
1910	Occupational Safety and Health Standards
1915	Occup. Safety and Health Standards for Shipyard Employment
1917	Marine Terminals
1924	Safety Standards Applicable to Workshops and Rehab. Facilities
1925	Federal Service Contracts
1926	Safety and Health Regulations for Construction
1928	Occup. Safety and Health Standards for Agriculture
1990	Identification, Classification, and Regulation of Carcinogens
41 CFR Part 50-204	Safety and Health Standards for Federal Supply Contracts

ABD’nin 1970 tarihli İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (Occupational Safety and Health Act of 1970)’na göre OSHA’nın görevi standartlar oluşturup bunlara uyulmasını sağlamak, eğitim, sosyal yardım ve danışmanlık sağlayarak sağlıklı ve güvenli işyerleri oluşturulmasını sağlamaktır [24, 25].

OSHA'nın düzenlemeleri içinde iş sağlığı ve güvenliğine yönelik genel düzenlemeler 1910 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Standartları'nda yer almaktadır. Bunun dışında iş sağlığı ve güvenliğine yönelik sektörler bazında ayrıca standartlar bulunmakta ve bunların içinde de o sektöre mahsus iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili hususlar yer almaktadır [26].

İş Sağlığı ve Güvenliği Standartlarında iyonize olmayan radyasyon ile ilgili bölüm 1910.37 sayılı “İyonize Olmayan Radyasyon” başlıklı maddede yer almaktadır. Ancak madde, spektrumun radyo frekans bölgesindeki elektromanyetik radyasyonu kapsamaktadır, optik radyasyon bölgesini içermemektedir.

İlgili standartta “Kişisel Koruyucu Donanım” başlıklı alt bölüm I'da 1910.133 sayılı “Yüz ve Göz Koruma” başlıklı maddede işverenin, çalışanların ışık radyasyonundan korunmaları için uygun göz ve yüz koruyucuları kullanmalarını sağlamaları gerektiğini belirtmekte olup hangi tür kaynak ve kesim işleminde hangi tür filtrenin kullanılması gerektiğini söylemektedir. “El Koruma” başlıklı 1910.138'inci maddede ise; çalışanların ellerinin deri için tehlike oluşturacak durumlara maruziyetini engellemek için işverenler tarafından uygun el koruyucularının seçilmesi ve çalışanların bu koruyucuları kullanmalarını sağlamaları gerektiği belirtilirken bu tehlikeli durumlar içinde termal yanıklar da sayılmaktadır.

Standartın “Kaynak, Kesme ve Lehim” başlıklı alt bölüm Q'sunda 1910.252 sayılı “Genel Gereksinimler” başlıklı maddede söz konusu işlerde alınması gereken genel önlemler yer almaktadır. Çalışanların korunmasına yönelik 1910.252(b) alt maddesinde ve bentlerinde çalışanların gözlerini, yüzlerini, boyun ve ellerini radyant enerjiden korumaları için alınması gereken önlemler belirtilmektedir.

ABD'de 1915 sayılı “Tersane Çalışmalarında İş Sağlığı ve Güvenliği” konulu düzenlemenin “Kaynak, Kesme ve Isıtma” başlıklı alt bölüm D'sinde 1915.51 sayılı ve “Kaynak, kesme ve ısıtmada havalandırma ve koruma” başlıklı maddenin 1915.51(e) fıkrasının birinci bendinde inert gazlı metal ark kaynağının, siperli ark kaynağına göre yoğunluğu 5-30 kat daha fazla UV radyasyon üretmesi sebebiyle ve UV sebebiyle klorlu solventlerin ortaya çıkması sebebiyle söz konusu bendin alt bentlerinde belirtilen önlemler alınmadan çalışanların işlemlere başlamaması gerektiğini belirtir. Önlemler içinde UV ile ilgili olarak yardımcıların ve alanda çalışma yapan diğer çalışanların 1915.56(e)'de belirtildiği şekilde perdeleme

yaparak korunamadığı durumlarda filtre lenslerle korunması gerektiği belirtilmektedir. İki veya daha fazla kaynakçının birbirlerinin arkına maruz kaldığı durumlarda 1915.153'e uygun tipte filtre lensli koruyucuların kaynak başlığı veya el siperi altına giyilmesi böylece başlığın veya siperin çıkarılması halinde kaynakçıların parlama ve radyant enerjiden korunması gerektiği belirtilmektedir. Buna ilaveten kaynakçıların ve radyasyona maruz kalan diğer çalışanların uygun bir şekilde korunması böylece derinin UV ışınlardan kaynaklanacak yanık ve diğer tehlikelerden korumak için tamamen kapatılması gerektiği belirtilmektedir.

“Ark ile kaynak ve kesme” başlıklı 1915.56 sayılı maddenin 1915.56(e) fıkrasında mümkün olduğu sürece bütün ark ile kaynak ve kesme işlemlerinin yanmaz veya ateşe karşı dayanıklı ekranlarla perdelenmesi gerektiği böylece çalışanların ve etrafta çalışan diğer kişilerin arkından çıkacak ışınlardan korunacağı belirtilmektedir.

Düzenlemenin “Kişisel Koruyucu Donanım” başlıklı altbölüm I'nın, “Göz ve yüz koruma” başlıklı 1915.153'üncü maddesinin 1915.153(a) fıkrasının birinci bendinde çalışanların yüzleri ve gözleri için tehlike oluşturacak durumlara maruziyetini engellemek için işverenler tarafından uygun yüz ve göz koruyucularının seçilmesi ve çalışanların bu koruyucuları kullanmalarını sağlamaları gerektiği belirtilirken bu tehlikeli durumlar içinde ışık radyasyonu da yer almaktadır. Dördüncü bendinde koruyucuların özellikleri belirtilmektedir. 1915.157 sayılı “El ve vücut koruma” başlıklı maddenin 1915.157(a) fıkrasında çalışanların el ve vücutları için tehlike oluşturacak durumlara maruziyetini engellemek için işverenler tarafından uygun yüz ve göz koruyucularının seçilmesi ve çalışanların bu koruyucuları kullanmalarını sağlamaları gerektiği belirtilirken bu tehlikeli durumlar içinde termal yanıklar da yer almaktadır.

“Limanlar” konulu 1917 sayılı düzenlemenin 1917.152 sayılı “Kaynak, kesme ve sıcak işlemler” konulu maddesinin 1917.152(e)(8)(i) alt bendinde ark ile kesme ve kaynak işlemlerinin perde, siper veya ekran ile diğer işlemlerden ayrılması ve bu şekilde civarda çalışan diğer çalışanların arkın ışınlarından korunması gerektiği belirtilmektedir. 1917.152(f)(4)(ii) alt bendinde ekranlama ile korunamayan çalışanların, 1917.152(h)'deki gereksinimleri karşılayan uygun filtreli lenslerle korunması gerektiği belirtilmektedir. Kaynakçıların, kendilerinin veya diğer kaynakçıların arklarına maruz kalması halinde yine 1917.152(h)'deki gereksinimleri karşılayan filtreli lensleri giyerek saçak ve radyant enerjiden

korunmaları gerektiği belirtilmektedir. 1917.152(f)(4)(iii) alt bendinde ise radyasyona maruz kalan çalışanların, UV yanık ve hasarlarında korunmaları için derilerini tamamen kapatmaları gerektiği belirtilmektedir.

Radyant enerjiden korunmayla ilgili hükümler 1917.152(h) fıkrasında yer almaktadır. 1917.152(h)(1) bendinde radyant enerjinin gözde meydana getireceği tehlikelere karşı filtreli lensleri olan gözlük, başlık el siperi ve yüz siperi kullanmaları gerektiği söylenmekte olup diğer bentlerde de filtreli lenslerin özellikleri belirtilmektedir.

“İnşaatlar İçin Sağlık ve Güvenlik Düzenlemeleri” konulu 1926 sayılı düzenlemede 1926.54 numaralı madde “İyonize olmayan radyasyon” başlığını taşımaktadır. Bu madde de sadece lazer kullanımına yönelik hususlar yer almaktadır, eş fazlı olmayan kaynaklara yönelik bir husus belirtilmemiştir, sadece son fıkrasında mikrodalgaya yönelik bir hüküm vardır. Maddenin 1926.54(a) fıkrasında sadece kalifiye ve eğitimli personelin lazer ekipmanını kurabileceği, ayarlayabileceği ve kullanabileceği belirtilmektedir. 1926.54(b) fıkrası lazer ekipmanını kullanacak kişinin kalifiye olduğunu gösterir belgenin her zaman kullanıcının yanında olması gerektiğini belirtmektedir. 1926.54(c) fıkrasında doğrudan veya yansıyan lazer ışınına maruziyetlerinin 0,005 watt’tan (5 mW) daha büyük olduğu ortamlarda bulunan çalışanlara bu düzenlemenin Altbölüm E’sinde belirtilen özelliklerde göz koruyucuları temin edilmesi gerektiği belirtilmektedir. 1926.54(d) fıkrasında lazer kullanılan alanlarda lazer ile ilgili uyarı işaretlerinin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. 1926.54(e) fıkrasında, lazer kullanımının gerekmediği durumlarda lazerin kapatılması gerektiği ya da ışınların bir kapakla kapatılması gerektiği belirtilmektedir. Öğle yemeği, vardiya değişimi ya da gece gibi lazerin yanında çalışan bulunmadığı durumlarda lazerin kapatılması gerektiği belirtilmiştir. 1926.54(f) fıkrasında ise lazerin ayarlanması için sadece mekanik veya elektronik araçların kullanılması gerektiği belirtilmektedir.

Düzenlemenin 1926.54(g) fıkrasında lazer ışınlarının çalışanlara doğrultulmaması gerektiği belirtilmektedir. 1926.54(h) fıkrasında yağmur veya kar yağdığında veya havada toz veya sis olduğu durumlarda mümkün olduğunca lazer işlemlerinin yasaklanması gerektiği; her halükarda bu tür hava koşullarında çalışanların kaynak ve hedefin menziline dışarda tutulması gerektiği belirtilmektedir. 1926.54(i) fıkrasında lazer ekipmanında, ekipmanın sahip olduğu maksimum çıkış gücünün belirtilmesi gerektiği yer almaktadır.

Düzenlemenin 1926.54(j) fıkrasında, fıkranın bentlerinde belirtilen maruziyet limitlerinin üstündeki değerlere çalışanların maruz kalmaması gerektiği belirtilmektedir. Bu değerler:

1926.54(j)(1) Doğrudan bakış: $1 \mu\text{Wcm}^{-2}$

1926.54(j)(2) Arızı gözlem: 1mWcm^{-2}

1926.54(j)(3) Dağınık yansıyan ışın: $2,5 \text{Wcm}^{-2}$

Düzenlemenin 1926.54(k) fıkrasında mümkünse lazer ünitesinin çalışanlarının baş seviyesinden yukarıya yerleştirilmesinin daha uygun olacağı belirtilmiştir. 1926.54(l) fıkrasında ise çalışanların 10mWcm^{-2} üstündeki mikrodalga güç yoğunluğuna maruz kalmamaları gerektiği belirtilmiştir.

Düzenlemenin “Kişisel Koruyucu ve Hayat Kurtarıcı Donanım” başlıklı alt bölüm E’sinin “El ve yüz koruma” başlıklı 1926.102 maddesinin “Genel” başlık 1926.102(a) fıkrasının 1926.102(a)(1) bendinde; makinelerin veya yapılan işlemlerin fiziksel, kimyasal veya radyasyon ajanları sebebiyle çalışanlara el veya yüzlerinin yaralanması potansiyeli bulunduğu durumlarda çalışanlara el ve yüz koruyucu donanımların sağlanması gerektiği belirtilmiştir. 1926.102(a)(5) bendinde kişisel koruyucu donanımların sahip olması gereken özellikler belirtilmektedir. 1926.102(b) fıkrasında radyant enerjiden korunmayla ilgili hususlar yer almaktadır. 1926.102(b)(1) bendinde yer alan tabloda hangi tür işlemlerde hangi filtreli lenslerin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. 1926.102(b)(2) bendi lazerden korunmayla ilgilidir. 1926.102(b)(2)(i) alt bendinde lazer ışınlarına maruziyeti gerektiren işlerde çalışanlara, lazerin özel dalga boylarına ve ortaya çıkan enerjiye uygun optik yoğunluğa şekilde lazer güvenlik gözlükleri temin edilmesi gerektiği belirtilmektedir. 1926.102(b)(2)(ii) alt bendinde de bütün koruyucu gözlüklerde; kullanılacak lazerin dalga boyu, o dalga boylarının optik yoğunluğu ve görünür ışık geçirgenliği bilgilerini içeren etiket bulunması gerektiği belirtilmektedir.

Düzenlemenin “Kaynak ve Kesme” başlıklı alt bölüm J’sinin “Kalkanlama” başlıklı 1926.351(e) fıkrasında, ark ile kaynak ve kesme işlemlerinde çalışanların ve bölgede çalışan diğer kişilerin arkın yaydığı ışıktan korunmasını önleyecek şekilde mümkün olduğunca tutuşmayan ve aleve dayanıklı ekranlarla kalkanlanması gerektiği belirtilmektedir.

1926.353(d) fıkrasında inert gazlı metal ark kaynağı işlerinde çalışanların siperli ark kaynağına göre yoğunlu 5-30 kat daha fazla UV radyasyon üretmesi sebebiyle ve UV sebebiyle klorlu solventlerin ortaya çıkması sebebiyle söz konusu bendin alt bentlerinde belirtilen önlemler alınmadan çalışanların işlemlere başlamaması gerektiğini belirtir. 1926.353(d)(1)(ii) alt bendinde, alanda çalışma yapan çalışanların perdeleme yaparak korunamadığı durumlarda Alt Bölüm E’de belirtilen özelliklerde filtre lenslerle korunması gerektiği belirtilmektedir. İki veya daha fazla kaynakçının birbirlerinin arkına maruz kaldığı durumlarda Alt Bölüm E’de belirtilen özelliklerde filtre lensli koruyucuların kaynak başlığı altına giyilmesi gerektiği belirtilmektedir. Kaynak başlığının veya siperin çıkarıldığı durumlarda kaynakçıyı ışıktan veya radyant enerjiden korunması için el koruyucularının kullanılması gerektiği belirtilmektedir. 1926.353(d)(1)(iii) alt bendinde kaynakçıların ve radyasyona maruz kalan diğer çalışanların uygun bir şekilde korunması böylece derinin UV ışınlardan kaynaklanacak yanık ve diğer tehlikelerden korumak için tamamen kapatılması gerektiği belirtilmektedir.

İş sağlığı ve güvenliğine yönelik düzenlemelerden çalışmanın konusunu ilgilendirebileceği değerlendirilerek incelenenler içinde, yukarıda belirtilenler dışındaki diğer düzenlemelerde optik radyasyon ile ilgili bir husus bulunamamıştır.

Yukarıdaki düzenlemeler dışında 41 CFR Part 50-204 sayılı Federal Tedarik Sözleşmelerinde Sağlık ve Güvenlik Şartları incelenmiştir. Düzenlemenin “Radyasyon Standartları” başlıklı altmadde C’si alfa, beta, gamma, X ışını, nötronlar, yüksek hızlı elektronlar, yüksek hızlı protonlar ve diğer atomik parçacıkları kapsamakta olup ses ve radyo dalgalarını, görünür ışık, IR ve UV’yi kapsamamaktadır.

Amerikan Sağlık ve İnsani Hizmetler Bakanlığı’na bağlı Gıda ve İlaç Kurumu (FDA)’nın internet sayfasında bazı yapay optik radyasyon kaynaklarına yönelik bilgilendirmeler mevcut olup, bu kaynakların üretilmesinin kontrolü de yine FDA’nın düzenlemelerine bağlı olarak yapılmaktadır [27].

Yukarıda da belirtildiği üzere ABD’de yapay optik radyasyona has özel bir düzenleme yer almamaktadır. 1970 tarihli OSH Kanunu’nda işverenlerin sağlıklı ve güvenli işyerleri sağlamakla yükümlü olduklarına yönelik genel bir hüküm mevcuttur. Bu hüküm çerçevesinde

işverenlerin işyerlerindeki yapay optik radyasyondan kaynaklanacak tehlikelere karşı önlem almaları gerekmektedir. Yapay optik radyasyonun neden olabileceği tehlikeler, alınması gereken önlemler ve maruziyet sınır değerleri Amerikan Devlet Endüstriyel Hijyenistler Konferansı (ACGIH) ve Amerikan Endüstriyel Hijyen Birliği (AIHA) tarafından detaylı bir şekilde belirlenmektedir.

4.1.2. Avrupa Birliği Ülkeleri

AB'ne üye ülkelerin yapay optik radyasyon ile ilgili yasal düzenlemelerine AB Kanunlarının yer aldığı EUR-Lex'in web sayfasından, 2006/25/EC sayılı direktif ile ilgili ülkelerin düzenlemelerinin tamamının yer aldığı sayfadan [23] ulaşılmıştır. AB ülkelerinin yapay optik radyasyona yönelik düzenlemeleri ve ülkelerin kendi resmi gazetelerinde yayımlanma tarihleri Ek-1'de yer almaktadır. Bu çalışmada söz konusu yasal düzenlemelerden İngilizce olarak mevcut olanlar incelenmiştir.

4.1.2.1. İngiltere

İngiltere'de yapay optik radyasyon ile ilgili düzenleme, 1974 tarihli Sağlık ve Güvenlik Kanunu'nun (Health and Safety at Work etc Act 1974) ikincil mevzuatı olarak 2010 tarihinde yayımlanan "2010 No. 1140" sayılı "Health and Safety - The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations (Sağlık ve Güvenlik – İşyerinde Yapay Optik Radyasyonun Kontrolü Yönetmeliği)" yönetmeliktir. Yönetmelik 30.03.2010 tarihinde hazırlanmış, 06.04.2010 tarihinde Parlemantoya sunulmuş ve 27.04.2010 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

Yönetmeliğin eki olarak 2006/25/EC sayılı Direktifin eklerinin kullanılacağı ve bu eklerin zaman içinde değişebileceği belirtilmiştir. Yönetmelik yedi maddeden oluşmaktadır. Bu maddelerde 2006/25/EC sayılı direktifin ilgili maddeleri, İngiltere'nin mevzuatına uyarlanmıştır.

Yönetmeliğin ikinci maddesinde kraliyet donanması haricindeki gemilere uygulanmayacağı belirtilmektedir. Gemiler için yapay optik radyasyon hakkındaki düzenleme "2010 No. 2987" sayılı "Merchant Shipping - The Merchant Shipping and Fishing Vessels (Health and Safety at Work) (Artificial Optical Radiation) Regulations 2010 (Ticari Gemicilik – Ticari Gemicilik

ve Balıkçı Gemileri (İşyerinde Sağlık ve Güvenlik) (Yapay Optik Radyasyon) Yönetmeliği 2010)) yönetmeliktir. 14.12.2010 tarihinde hazırlanmış, 17.12.2010 tarihinde Parlamento'ya sunulmuş ve 10.01.2011 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

4.1.2.2. İrlanda

İrlanda'da yapay optik radyasyon ile ilgili düzenleme 2010 yılında ikincil mevzuat olarak düzenlenmiştir. S.I. No. 176 sayılı, 2010 tarihli ve "Safety, Health and Welfare at Work (General Application) (Amendment) Regulations 2010 (İşyerinde Sağlık, Güvenlik ve Refah (Genel Uygulamalar) Yönetmeliği 2010))" isimli düzenleme; 2006/25/EC sayılı direktifi etkin hale getirmek amacıyla, 2005 tarihli "Safety, Health and Welfare at Work Act 2005 (No. 10 of 2005) (İşyerinde Sağlık, Güvenlik ve Refah Kanunu)" uyarınca hazırlanmıştır. Bu Yönetmelik "Temel Düzenleme" olarak tanımlanan S.I. No. 299 sayılı, 2007 tarihli ve "Safety, Health and Welfare at Work (General Application) Regulations 2007 (İşyerinde Sağlık, Güvenlik ve Refah (Genel Uygulamalar) Yönetmeliği)" isimli yönetmeliğe "9. Bölüm" olarak eklenmiştir.

S.I. No. 176 sayılı Yönetmelik ile aynı zamanda 2006/25/EC sayılı Direktifin ekleri S.I. No. 299 sayılı Yönetmeliğe "Ek 11" olarak eklenmiştir. S.I. No. 176 sayılı Yönetmelik 7 maddeden (176-182) oluşmaktadır. Bu maddelerde 2006/25/EC sayılı direktifin ilgili maddeleri, İrlanda'nın kendi mevzuatına uyarlanmıştır.

4.1.2.3. Malta

Malta'da yapay optik radyasyon ile ilgili düzenleme 2010 yılında ikincil mevzuat olarak düzenlenmiştir. S.L.424.32 sayılı, 30.04.2010 tarihli ve "Work Place (Minimum Health and Safety Requirements for the Protection of Workers from Risks Resulting from Exposure to Artificial Optical Radiation) Regulations (İşyeri (Çalışanların Yapay Optik Radyasyon Maruziyetinden Kaynaklanan Risklerden Korunmasına Yönelik Minimum Sağlık ve Güvenlik Gereksinimleri) Yönetmeliği)" isimli yönetmelik 10 maddeden oluşmaktadır. Bu maddelerde 2006/25/EC sayılı direktifin ilgili maddeleri, Malta'nın kendi mevzuatına uyarlanmış ve Yönetmeliğin maruziyet sınır değerleri ile ilgili ekleri yine 2006/25/EC sayılı direktifin ekleridir.

4.1.2.4. Estonya

Estonya’da yapay optik radyasyon ile ilgili düzenleme 2010 yılında, “Occupational Health and Safety Act (İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu)”na dayanarak ikincil mevzuat olarak düzenlenmiştir. 47 sayılı, 08.04.2010 tarihli ve “Occupational Health and Safety Requirements in Working Environment Affected by Artificial Optical Radiation, Maximum Levels of Artificial Optical Radiation and Procedure for Measuring Radiation (Yapay Optik Radyasyondan Etkilenen Çalışma Ortamlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Gereksinimleri, Yapay Optik Radyasyonun Azami Değeri ve Radyasyon Ölçüm Süreçleri)” başlıklı yönetmelik dört bölüm ve dokuz maddeden oluşmaktadır. Yönetmeliğin maruziyet sınır değerleri ile ilgili ekleri yine 2006/25/EC sayılı direktifin ekleridir.

4.2. 2006/25/EC SAYILI AVRUPA KONSEYİ DİREKTİFİ

05.04.2006 tarihli ve 2006/25/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi [28]; çalışanların fiziksel etmenlerden yapay optik radyasyon maruziyetinden kaynaklanan riskler ile ilgili asgari sağlık ve güvenlik gereksinimlerini belirlemektedir. Direktif, 89/391/EEC sayılı direktife bağlı olarak hazırlanan 19’uncu bağımsız direktiftir.

2006/25/EC sayılı Direktif yapay optik ışıınımdan kaynaklanan risklere maruz kalan çalışanlar için asgari sağlık ve güvenlik gerekliliklerini belirler. Direktif; maruziyetin belirlenmesi, risk değerlendirmesi, risklerden kaçınma veya risklerin azaltılması, çalışanların eğitimi ve bilgilendirmesi ile sağlık gözetimi hususlarını düzenlemektedir [29].

Direktif basit bir ampulden Sınıf 4 lazere kadar optik radyasyonun tüm yapay kaynaklarını kapsamaktadır. Volkanik patlamalar, güneş ve solar radyasyon yansımaları kapsam dışında tutulmuştur. Direktifin pek çok gereksinimi, 89/391/EEC çerçeve direktifinin gereksinimleri ile aynıdır. Bundan dolayı direktif, işverenlere diğer direktifler tarafından verilen yükümlülüklerden daha fazla bir yük getirmemektedir. Direktif çok genel kapsamlıdır.

Direktif, 27.04.2006 tarihli ve L 114 sayılı Avrupa Birliği Resmi Gazetesi'nde yayımlanarak yürürlüğe girmiş ve Direktifin "Aktarım" başlıklı 14. maddesiyle üye ülkelere 27.04.2010 tarihine kadar kendi yasal mevzuatlarına uyarlama yükümlülüğü getirilmiştir.

Toplam dört bölüm ve on altı maddeden oluşan Direktifin ekleri dışındaki metninin Türkçe tercümesi Ek-2'de yer almaktadır.

4.3. İŞYERLERİNDE YAPILAN GÖZLEMLER

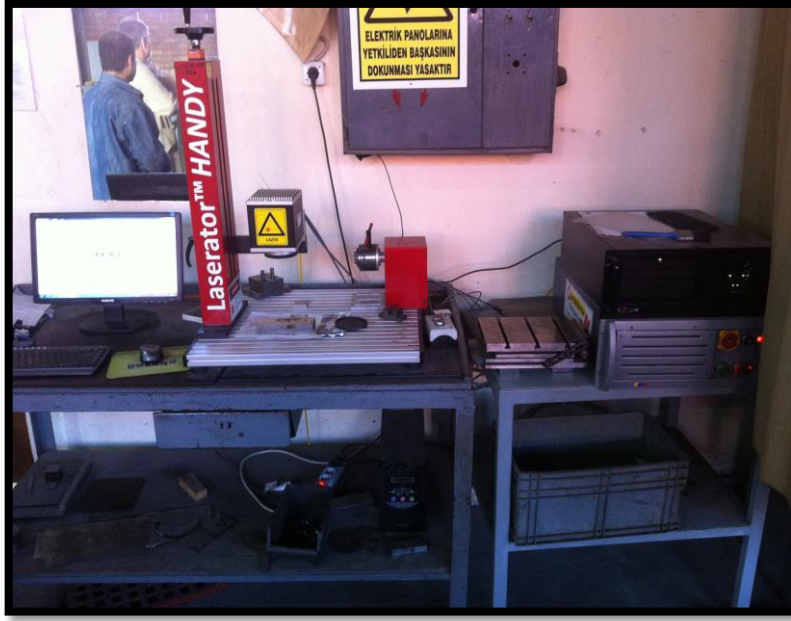
Ülkemizde faaliyet gösteren işyerleri içinden, yapay optik radyasyonun insan sağlığı açısından tehlike yarattığı spektrum bantlarına en çok maruz kalınan sektörlerde yer alan işyerleri ziyaret edilmiştir. Metal sektöründe faaliyet gösteren Kırıkkale ilinde bulunan bir işyeri, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren ve Ankara ilinde bulunan bir işyeri, gemi inşa sektöründe faaliyet gösteren ve İstanbul'da bulunan bir işyeri, matbaacılık sektöründe faaliyet gösteren ve Ankara ilinde yer alan bir işyeri ile ağız ve diş sağlığı sektöründe faaliyet gösteren ve Ankara'da bulunan bir işyerine ziyarete gidilmiştir. Bu işyerlerine ziyarete gitmeden önce işyerlerinin yetkilileri ile görüşülmüş, tez çalışmasının kapsamından kısaca bahsedilerek ziyaretin amacının çalışanların yapay optik radyasyon maruziyetine karşı ne tür tedbirler alındığının incelenmesi ile ilgili bir araştırma olduğu belirtilmiştir.

Ziyaret edilmiş olan işyerlerinde görülmüş olan eksikliklere istinaden, işyerlerinde yapay optik radyasyondan korunmaya yönelik olarak alınması gereken önlemler bu çalışmanın Ek-1'inde detaylı bir şekilde yer almaktadır.

4.3.1. Kırıkkale 1-M kodlu işyeri

Kırıkkale ilinde metal sektöründe faaliyet gösteren ve yaklaşık 600 personelin görev yaptığı büyük ölçekli bir işletme ziyaret edilmiştir. İşletmede kullanılan ekipmanlardan optik radyasyon yayan lazer cihazı ve kaynak işlemi ile ilgili sağlık ve güvenlik tedbirleri gözlemlenmiştir.

Lazer cihazı; işletmenin esas ürünü olan metal ekipman üzerine markalama işlemi yapmak için kullanılmaktadır.

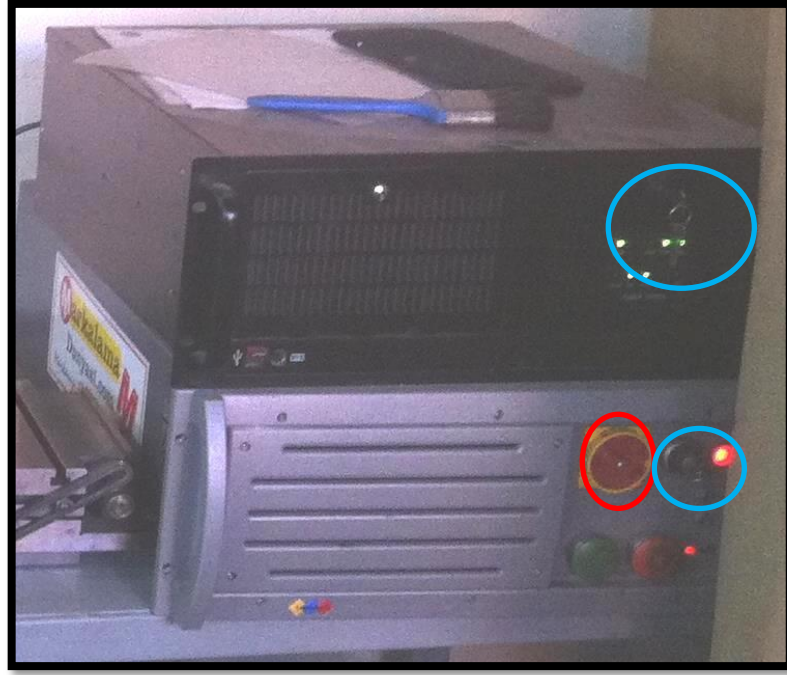


Resim 4.1. Lazer markalama cihazı genel görünümü

Lazer cihazının bulunduğu alan genel çalışma alanı içinde ayrı bir odada bulunmaktadır ancak odaya girişte lazerle çalışıldığına dair bir uyarı işareti görülememiştir.

Lazer cihazını kullanmaktan sorumlu iki personel bulunmaktadır. Bu personelle yapılan görüşmede ekipmanın ilk kurulumu esnasında üretici firma tarafından ekipman başında 1 haftalık bir eğitim verildiği belirtilmiştir. Başka bir personel görevlendirmesi yapıldığı zaman bu eğitimin yenilenmediği, usta-çırak ilişkisi içinde yeni personelin eğitildiği belirtilmiştir. Halbuki lazerle çalışacak personelin gerek ekipmanın kullanımı konusunda gerekse lazer ekipmanından kaynaklanan sağlık ve güvenlik tehlikeleri ve korunma yöntemleri ile ilgili eğitim alması gerektiği değerlendirilmektedir.

Lazer çalışma alanında, lazer cihazına üretim sırasında eklenen bazı güvenlik unsurlarının dışında, lazer güvenliğine ilişkin herhangi bir mühendislik tedbirinin alınmadığı görülmüştür. Lazerin devrede olduğunu ve lazerle yapılan işlemin başladığını gösteren herhangi bir uyarı lambası görülememiştir, bir uyarı işaretinin bulunmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.



Resim 4.2. Acil durum düğmesi ve anahtar kontrol elemanı

İdari kontrol tedbirleri anlamında; lazer cihazının yanında cihazın kullanımına yönelik bir kullanma talimatı yer almaktadır. Cihazın üzerinde bir tanesi cihazın yan yüzünde diğeri ön yüzünde olmak üzere iki adet güvenlik işareti yer almaktadır; bunun dışında ayrıca bir sağlık ve güvenlik işareti görülememiştir. Cihazın bulunduğu yerin girişinde bu alanda lazerle çalışma yapıldığına dair bir uyarıcı işaretin konulması gerektiği, lazer demetine koruyucu gözlük olmadan bakılmaması gerektiği gibi uyarıcı işaretlerin kullanılması gerektiği değerlendirilmektedir.



Resim 4.3. Lazer cihazı üstündeki güvenlik işaretleri

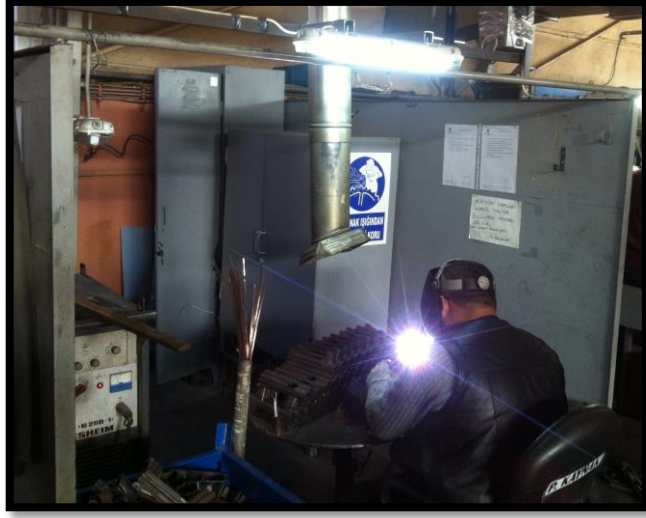
Kişisel koruyucu donanım olarak sadece cihazı üreten firma tarafından verilmiş olan koruyucu gözlük kullanılmaktadır. Çalışanlarla yapılan görüşmede gözlüğün özellikleri hakkında çalışanların bir bilgisinin olmadığı sadece firma tarafından verildiği bilgisi alınmıştır.



Resim 4.4. Lazer cihazı çalışır halde

Kaynak işlemleri fabrikada başka bir bölümde yapılmaktadır. Hem el kaynağı hem de otomatik kaynak makinası kullanılmaktadır. Kaynakçıların çalıştıkları bölümler birbirinden paravan ile ayrılmıştır böylece birbirlerinin kaynak ışığından etkilenmeleri önlenmiştir.

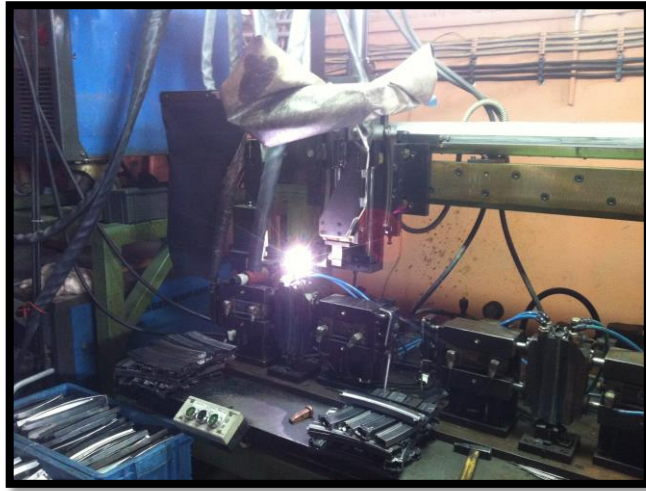
El ile yapılan kaynak mig ark kaynağıdır. Her bölümde bir kaynak işçisi çalışmaktadır. Her bölümün ayrı bir havalandırma ve aydınlatma sistemi bulunmaktadır. Her çalışan için el, göz ve yüz koruyucu donanım bulunmaktadır.



Resim 4.5. Kaynak alışması ve çalışma alanı

El ile kaynak işinin yapıldığı alanın girişinde bir tane sağlık ve güvenlik işareti yerleştirilmiştir. Ayrıca her bir el kaynağı bölümünde ayrı ayrı sağlık ve güvenlik işareti ve talimatlar mevcuttur.

Otomatik kaynak işleri tig ark kaynağı ile yapılmaktadır. Burada uzun kaynaklar düşük amper altında yapılmaktadır.



Resim 4.6. Otomatik kaynak makinesi

Bu kaynak makinasında çalışan operatör için bir yüz ve göz koruyucu donanım bulunmamaktadır çünkü makinada perde koruma sistemi mevcuttur. Çalışanın ellerinin işlem sonrası oluşan ısıdan etkilenmemesi için el koruyucu donanım mevcuttur.



Resim 4.7. Koruyucu eldiven ve perde koruma

Yapılan gözlem sonucunda kaynak işlemleri ile ilgili düzenlemelerin yeterli olduğu değerlendirilmekle birlikte lazer işleri ile ilgili olarak gerek mühendislik tedbirlerinin gerekse idari kontrol tedbirlerinin yeterli olmadığı mütalaa edilmiştir. Bu konu ile ilgili yasal bir düzenlemenin gerekli olduğu değerlendirilmektedir.

4.3.2. Ankara 1-O kodlu işyeri

Ankara ilinde otomotiv sektöründe faaliyet gösteren Fransa menşeli bir firmanın yetkili bayisi ziyaret edilmiştir. İşyerinde satış ve servis bölümlerinde toplam 118 personel çalışmakta olup, servis bölümünde 41 çalışan bulunmaktadır.

Kızıl ötesi ışın yayan cihaz, servis bölümünde boya kurutma işleminde kullanılmaktadır.



Resim 4.8. Kızıl ötesi kurutma yapan cihazın çalışırken görünümü

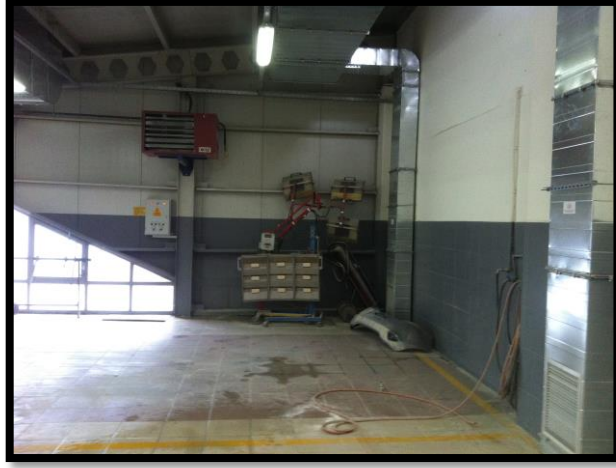
İşyerinde boya işlemi gören araçların genellikle kapalı bir doğal gaz fırınında kurutulduğu belirtilmiştir. Kızıl ötesi cihazın sadece aciliyet durumları gibi özel durumlarda kullanıldığı ifade edilmiştir.

İşyerinin geneline bakıldığı zaman iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bir farkındalığın olduğu gözlenmiştir. İş yerinin genelinde, yapılan işlere yönelik olarak gerekli sağlık ve güvenlik işaretlerinin yeterli miktarda kullanıldığı gözlenmiştir. Çalışanlarda gerekli kişisel koruyucu donanımın bulunduğu ve gereken yerlerde kullanımının sağlandığı gözlenmiştir.

İşyerinde iş sağlığı ve güvenliğine yönelik pratik talimatnamelerin hazırlandığı ve işyerinde belirli yerlerde duvarlara asıldığı görülmüştür. Bunun yanında bazı ekipmanların kullanımına yönelik talimatnamelerde uygun yerlere asılmıştır.

Yine iş yerinde kullanılan kimyasal maddelere yönelik malzeme güvenlik bilgi formlarının duvara asılabilir hale getirildiği ve belli yerlerde duvara asıldığı görülmüştür.

İşyerinde bulunan kızıl ötesi cihazın kullanımı için özel bir alan tahsis edilmiştir. Bu alanda başka bir faaliyet gerçekleştirilmemektedir.



Resim 4.9. Kızıl ötesi cihazın kullanıldığı alan

Cihazın kullanıldığı alanda bu cihaza yönelik herhangi bir sağlık ve güvenlik işareti görülememiştir. Cihazın kullanımına yönelik bir talimatname de yer almamaktadır. Personelle yapılan görüşmede ekipman kullanılırken her hangi bir kişisel koruyucu donanımın kullanılmadığı ifade edilmiştir. Cihaz üzerinde yapılan incelemede cihazın özelliklerini belirten bir etiket olmadığı görülmüştür.

Kızıl ötesi cihaz ile ilgili olarak herhangi bir mühendislik tedbirinin alınmadığı görülmüştür. Cihaz personelin doğrudan temasına açıktır, mekanik olarak personel tarafından hareket ettirilmekte ve konum ayarlaması yapılmaktadır. Bunun yerine uzaktan kumanda ile hareket ettirme ve konum ayarlama yöntemleri değerlendirilebilir. İdari kontrol tedbirleri anlamında da yukarıda da bahsedildiği gibi işyerinde yapılan diğer işler ile ilgili yeterli önlemler bulunsa da kızıl ötesi cihaza yönelik herhangi bir önlem görülememiştir. Cihaza çıplak gözle bakılmaması gerektiği, cihazın yüksek ısı yaydığı bu sebeple dokunulmaması gerektiği gibi uyarıcı işaretlerin konulması gerektiği ve cihaz ile çalışan personele kişisel koruyucu donanım (KKD) temin edilmesi gerektiği değerlendirilmektedir. Yapılan gözlem sonucunda bu konu ile ilgili yasal bir düzenlemenin gerekli olduğu değerlendirilmektedir.

4.3.3. İstanbul 1-G kodlu işyeri

İstanbul'da Tuzla tersaneler bölgesinde faaliyet gösteren, sac gemi imalat, bakım ve onarımı yapan ve yaklaşık 200 personelin taşeronlarla birlikte yaklaşık 500 personelin çalıştığı büyük

ölçekli bir tersane ziyaret edilmiştir. İşyerinde optik radyasyona maruz kalınan ve en sık kullanılan işlemlerden olan kaynak işlemi gözlemlenmiştir.

İşyerinde tig ark kaynağı, mig ark kaynağı ve elektrod ark kaynağı gibi değişik kaynak türleri kullanılmaktadır.



Resim 4.10. Kaynak işlemleri

Her çalışan için el, göz ve yüz koruyucu donanım bulunmaktadır.



Resim 4.11. Kişisel koruyucu donanımlar

Tersanede iş sağlığı ve güvenliği alanında belli seviyede bir farkındalık olduğu gözlenmiştir. İş yerinin genelinde, yapılan işlere yönelik olarak gerekli sağlık ve güvenlik işaretlerinin yeterli miktarda kullanıldığı gözlenmiştir. Çalışanlarda gerekli kişisel koruyucu donanımın bulunduğu ve gereken yerlerde kullanımının sağlandığı gözlenmiştir.

Tersanede pek çok yerde kaynak işlemi yapılması sebebiyle kaynak ile ilgili uyarıcı işaretler de farklı yerlerde bulunmaktadır.

Kaynak işleminde kullanılan ekipmanlarla ilgili olarak bir değerlendirme yapıldığında bazı önlemlerin alınmış olduğu fakat bazı konularda da eksikliklerin bulunduğu gözlenmiştir. Gerek idari gerek mühendislik kontrol önlemleri anlamında bazı düzenlemeler olsa da genel olarak değerlendirildiğinde kaynak işlemlerine yönelik sağlık ve güvenlik önlemlerinin belirli kriterler içinde yapılmadığı değerlendirilmiştir. Bu konu ile ilgili yasal bir düzenlemenin gerekli olduğu değerlendirilmektedir.

4.3.4. Ankara 1-B kodlu işyeri

Ankara ilinde faaliyet gösteren yaklaşık 20 çalışanı olan bir matbaa ziyaret edilmiştir. İşletmede kullanılan ekipmanlardan optik radyasyon yayan UV yazıcı ve lazer cihazı kullanımı ile ilgili sağlık ve güvenlik tedbirleri gözlemlenmiştir.

UV cihaz bir baskı makinasıdır. Basılacak olan yazı, şekil vb. mürekkebin püskürtülmesi ile kağıda işlenmekte ve püskürtülen mürekkep UV ışın ile kurutulmaktadır. Cihaz çalışırken genel görüntüsü aşağıdadır. UV ışın kırmızı şekil içinde görünmektedir.



Resim 4.12. Mor Ötesi Baskı makinası genel görünümü

UV ışın, cihaz üzerinde bir kapağın altındadır, böylece zararlı etkileri engellenmiştir. Cihazın üzerinde de kullanıcı için uyarıcı işaretleri yer almaktadır.



Resim 4.13. Cihazın üzerindeki uyarıcı etiketler

Ancak kullanan çalışan ile yapılan görüşmede cihazdan yayılan UV radyasyonun gücü ile ilgili veya cihazdan yayılan UV radyasyonun verebileceği zararlar ile ilgili bir bilgisi olmadığı tespit edilmiştir. Cihazın teknik dokümanlarının bulunup bulunmadığı kullanıcıya sorulmuş ancak dokümanların var olmadığı bilgisi alınmıştır. Cihazın kullanım kılavuzu internette bulunmuş ve UV radyasyondan korunma ile ilgili talimatların kılavuzda yer aldığı görülmüştür. Ancak çalışanların konu hakkında bilgilendirilmediği gözlenmiştir.

Lazer ekipman ise markalama ve kesme işlemlerinde kullanılmaktadır. Cihazın bir sınıf 4 lazer cihazı olduğu üstünde yer alan etikette belirtilmiştir. Ekipman çalışırken çekilmiş görüntüleri aşağıdaki şekillerde yer almaktadır. O anda işlem yapan kısımlar kırmızı ile işaretlenmiştir. Birinci şekilde cihaz markalama işlemi yaparken ikinci şekilde ise kesme işlemi yapmaktadır.



Resim 4.14. Markalama ve kesme işlemleri

Cihazı kullanan çalışan ile yapılan görüşmede cihazdan yayılan radyasyonun gücü ile ilgili veya cihazdan yayılan radyasyonun verebileceği zararlar ile ilgili bir bilgisi olmadığı tespit edilmiştir. Cihazın teknik dokümanlarının bulunup bulunmadığı kullanıcıya sorulmuş ancak dokümanların var olmadığı bilgisi alınmıştır.

Resim 4.14.'te görüldüğü üzere cihazın üstünde koruyucu bir cam kapak yer almaktadır ancak bu cam kapak kullanıcı tarafından kapatılmamaktadır. Halbuki cihazın üzerinde yer alan ve Resim 4.15.'de yer alan diğer bir etikette kapak açık olduğu zaman lazer radyasyonu tehlikesi olduğu ve kapak açıkken cihazı kullanmak için koruyucu gözlük kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Cihaz bir anahtarla açılmakta ve üstünde acil durdurma butonu bulunmaktadır ancak cihaz üzerinde lazer işlemi yapıldığını belirten bir uyarı işareti gözlenememiştir. Cihazın üzerinde göz ve el koruyucu kullanılması gerektiği belirtilmektedir ancak el ve göz koruyucunun varlığı tespit edilememiştir (Resim 4.15.).



Resim 4.15. Uyarıcı etiketler

Genel olarak değerlendirildiğinde mühendislik kontrol önlemleri anlamında bazı düzenlemeler olsa da sağlık ve güvenlik önlemlerinin belirli kriterler içinde yapılmadığı değerlendirilmiştir. Bu konu ile ilgili yasal bir düzenlemenin gerekli olduğu değerlendirilmektedir.

4.3.5. Ankara 1-A kodlu işyeri

Ankara ilinde ağız ve diş sağlığı üzerine faaliyet gösteren ve 2 çalışanı bulunan bir işyeri ziyaret edilmiştir. İşyerinde kullanılan optik radyasyon yayan ekipmanın kullanımı ile ilgili sağlık ve güvenlik tedbirleri gözlemlenmiştir.

İşyerinde kullanılan lazer cihaz, yumuşak doku tedavisinde kullanılmakta olup sınıf 4 lazer cihazıdır.



Resim 4.16. Sınıf 4 lazer cihazı

Cihazın üzerinde gerekli uyarıcı bilgilendirmeler yapılmış olup, cihazın kullanma kılavuzunda da gerekli talimatların yer aldığı görülmüştür.

Operatör diş hekimi ile yapılan görüşmede cihaz kullanılırken hem operatörün hem de hastanın koruyucu gözlük kullandığı bilgisi alınmıştır. Her iki gözlük de ürün ile birlikte verilmiştir.

Cihazın kullanma kılavuzu incelendiğinde deri için de tehlike arz ettiği belirtilmiş olmasına rağmen, kullanım esnasında deri maruziyetine yönelik herhangi bir önlem alınmadığı gözlemlenmiştir.

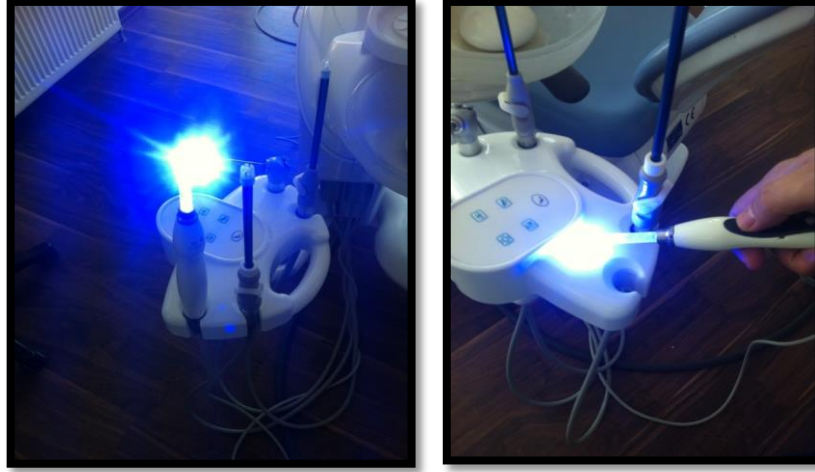
İşyerinde kullanılan diğer optik radyasyon kaynağı cihaz ise diş beyazlatma işlemi esnasında kullanılmaktadır.



Resim 4.17. Diş beyazlatma işleminde kullanılan optik radyasyon kaynağı cihaz

Operatör diş hekimi ile yapılan görüşmede cihazın hastanın ağzının içine denk gelecek şekilde yerleştirildiği ve ondan sonra işleme alındığı bilgisi alınmıştır. Cihaz hastanın ağzında 15 dakika ile 45 dakika arasında kalmaktadır. Cihazın hastanın ağzının içinde olması sebebiyle herhangi bir koruyucu ekipman kullanımına ihtiyaç olmadığından kullanılmadığı bilgisi alınmıştır. Ancak yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi cihaz çalışırken çok yoğun ışık yaymaktadır. Nitekim kullanım kılavuzu incelendiğinde de operatör için değil ancak hasta için göz koruyucu gözlük kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Cilt korumayla ilgili herhangi bir husus gözlemlenememiştir.

İşyerinde kullanılan bir diğer optik radyasyon kaynağı ise diş dolgu malzemesini dondurmak için kullanılmaktadır.



Resim 4.18. Diş dolgu işleminde kullanılan optik radyasyon kaynağı cihaz

Operatör diş hekimi ile yapılan görüşmede cihazın kullanımı ile ilgili olarak alınan bilgiye göre dolgu malzemesi hastanın dişine uygulandıktan sonra optik radyasyon kaynağı olan cihaz hastanın ağzında dolgunun olduğu bölgeye uygulanmaktadır. Operatör cihazı kullanırken göz koruyucu gözlük kullanmaktadır, hastaya gözlük verilmemektedir. Ancak deri koruma ile ilgili herhangi bir önlem gözlenememiştir.

4.4. DÜZENLEYİCİ ETKİ ANALİZİ

2006/25/EC sayılı Direktif incelendiğinde bu direktif doğrultusunda hazırlanacak bir yasal düzenlemedeki pek çok hususun 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile aynı olacağı bundan dolayı işverenlere 6331 sayılı Kanun ve Kanun'a bağlı olarak hazırlanan yönetmelikler tarafından verilen yükümlülüklerden daha fazla bir yük getirmeyeceği değerlendirilmektedir.

Düzenleyici etki analizi ile ilgili hususlar 17 Şubat 2006 tarih ve 26083 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Mevzuat Hazırlama Usul ve Esasları Hakkında Yönetmeliğin 24. Maddesinde yer almaktadır [30]. Bu çalışma kapsamında hazırlanmasının gerekliliği değerlendirilen yasal düzenleme yukarıda belirtilen birinci fıkrası kapsamı dışında olmasına rağmen 2/4/2007 tarihli ve 3896 sayılı Başbakanlık Genelgesi'nde yer alan Düzenleyici Etki Analizi Rehberi [31] dikkate alınarak bir ön değerlendirme hazırlanmıştır:

Kısa Özet:

Son yarım yüzyılda insan tarafından üretilen iyonlaştırıcı olmayan radyasyon kaynağı sayısında çok ciddi bir artış olmuştur. Bu tür radyasyon sanayide, bilimde, askeri alanda, tüketici ürünlerinde ve tıbbi uygulamalarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamaların yaygınlaşmasıyla beraber NIR'in sağlık üzerine meydana getirebileceği olumsuz etkiler üzerine araştırma çalışmaları da artmıştır. Bu araştırmalar göstermiştir ki NIR'a aşırı maruziyet insan üzerinde olumsuz sağlık etkileri oluşturduğu gibi aynı zamanda da güvenli maruziyetle aşırı maruziyet arasında da bir eşik bulunmaktadır. Dolayısıyla NIR'ı çalışanları zararlı maruziyete uğratmadan çalışma ortamında faydalı şekilde uygulamak mümkündür. Bunun için çalışma ortamındaki radyasyon kaynaklarını bilmek, değerlendirmek ve çalışanlar için uygun kontrol yöntemlerini uygulamak gerekmektedir [15].

Göz ve deriye zarar verecek yoğunluktaki ışığa sebep olan kaynak sayısı azdır ancak bunların doğru şekilde kontrol altına alınması gerekmektedir. Sahada yapılan incelemelerde de görüldüğü üzere yapay optik radyasyonun zararlı etkilerinden korunmaya yönelik ya hiçbir tedbir alınmamakta ya da bu işyerlerinin kendi uygulamalarıyla sınırlı olmaktadır. Ancak yapay optik radyasyonun zararlı etkilerine maruz kalan tüm çalışanların bu zararlı etkilerden korunmaları gerektiği aşikardır.

Bu kapsamda iki çözüm önerisi bulunmaktadır. Bu çözüm önerileri;

- A) Hiçbir düzenleme yapılmaması ve mevcut durumun korunması
- B) Çalışanların yapay optik radyasyonun zararlı etkilerinden korunmasına yönelik bir düzenleme yaparak uygulamaya konulması.

30.06.2012 tarihli ve 28339 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiş olan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 30. maddesinin 1. fıkrasının (a) bendinde, Bakanlığımızca, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, sürdürülmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi amacıyla çalışma ortam ve şartları, özel risk taşıyan iş ekipmanı, işler ve işyerleri ile ilgili bir yönetmelik çıkarılacağı da hüküm altına alınmıştır [32].

Tez çalışması sırasında yapılan incelemelerde de görüldüğü üzere Avrupa ülkeleri, AB'nin 2006/25/EC sayılı direktifini kendi mevzuatlarına işlemişlerdir. Söz konusu Direktif, 89/391/EEC sayılı çerçeve direktife bağlı olarak hazırlanmıştır. Ayrıca, AB Komisyonu'nun 19. fasıl başlığında yürütmekte olduğu “Sosyal Politika ve İstihdam” konusunda mevzuat uyumu gerekmektedir. AB üyelik sürecinde ulusal taahhütlerimiz doğrultusunda yürüttüğümüz AB müktesebatının uyumlaştırılması çalışmaları doğrultusunda 2006/25/EC sayılı direktif ile de uyumlu biçimde ve 6331 sayılı Kanun'un 30. Maddesine [32] uygun olarak bir düzenleme yapılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir.

Birinci Bölüm: İzlenen Prosedür ve İlgili Taraflara Danışma

Bu bölüm, düzenlemenin Genel Müdürlüğümüz tarafından hayatına geçirilmesine karar verilmesini müteakip uygulanabilir.

İkinci Bölüm: Problemin Tanımı

Yapay optik radyasyon insan tarafından yapılan her türlü kaynaktan yayılan radyasyona verilen isimdir. Endüstride, tıp alanında, araştırma faaliyetlerinde pek çok yerde yaygın olarak kullanıldığından çalışma hayatında hemen hemen her yerde karşımıza çıkmaktadır. Bunların çoğu yaralanma veya sağlık sorunları meydana getirmek açısından çok az risk taşımakta veya hiç risk taşımamaktadır. Ancak mor ötesi, kızıl ötesi, görünür ışık ve lazer olarak karşımıza çıkabilecek az sayıdaki optik radyasyon kaynağı insan sağlığı için risk taşımaktadır. Örneğin kaynak işlemleri sırasında ortaya çıkan mor ötesi radyasyon gözde korneaya zarar verebilirken, lazer uygulamaları gözde ve deride kalıcı hasarlara sebep olabilir.

Bu tür kaynakların sebep olabileceği hasarlar karşısında ülkemizde çalışma hayatında yeterli farkındalığın olmadığı işyerlerinde yapılan gözlemlerde tespit edilmiştir. Alınan önlemler yetersiz olduğu gibi sadece kişisel korumaya önem verilmiş olup toplu korumanın ihmal edildiği müşahade edilmiştir.

Yapay optik radyasyona maruziyet sonucu zarar görme riski en çok olan organlar göz ve deridir. Yapay optik radyasyonun sağlık üzerine etkileri bu çalışmanın ikinci bölümünde ele alınmıştır.

Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği istatistikleri ile ilgili verilere ulaşabildiğimiz tek kaynak Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistikleridir. Eldeki mevcut veriler doğrultusunda yapay optik radyasyona maruziyet sebebiyle meydana gelen kazaların değerlendirmesini yapmak mümkün olmamaktadır. 2014 yılı SGK iş kazası ve meslek hastalığı istatistikleri göre; Türkiye’ de faaliyet gösteren 1.679.990 işyeri ve bu işyerlerinde istihdam edilen 13.967.837 (5510 sayılı Kanun’un 4-1/a kapsamındakiler) kişi bulunmaktadır [33]. Bu işyeri ve çalışan sayılarının faaliyet gruplarına göre dağılımı dikkate alındığında insan sağlığına zarar verme riski olan yapay optik radyasyon kaynaklarının en çok kullanıldığı sektörler Tablo 4.1.’de yer almaktadır.

Tablo 4.2. Optik radyasyon kaynaklarının en çok kullanıldığı sektörler [33]

Faaliyet Grupları	İşyeri Sayısı	Sigortalı Sayısı
18-Kayıtlı medyanın basılması ve çoğaltılması	8882	64082
24-Ana metal sanayii	7.830	151.253
25-Makine ve teçhizat hariç. fabrikasyon metal ürünleri imalatı	35.113	395.114
26-Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı	1.664	34.380
27-Elektrikli teçhizat imalatı	5.263	121.957
28-Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı	9.308	133.302
29-Motorlu kara taşıtı. treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı	3.471	154.214
30-Diğer ulaşım araçlarının imalatı	1.107	45.954
32-Diğer imalatlar	6.227	52.923
33-Makine ve ekipmanların kurulumu ve onarımı	21.176	172.287
41-Bina inşaatı	119.686	1.188.281
42-Bina dışı yapıların inşaatı	14.055	338.606
71-Mimarlık ve mühendislik faaliyetleri, teknik muayene ve analiz	20.475	135.421
72-Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri	779	11.830

Tablo 4.2. Optik radyasyon kaynaklarının en çok kullanıldığı sektörler (devam)

86-İnsan sağlığı hizmetleri	20.933	260.498
90-Yaratıcı sanatlar. gösteri sanatları ve eğlence faaliyetleri	1.376	12.796
TOPLAM	277.345	3.272.898

Sosyal Güvenlik Kurumu'nun 2014 istatistikleri incelendiği zaman 2014 yılında 221.366 iş kazası ve 494 meslek hastalığı meydana gelmiş, 1626 kişi iş kazası sonucu hayatını kaybetmiştir (2014 istatistiklerine göre 2014 yılında meslek hastalığı sonucu hayatını kaybeden bulunmamaktadır). Ancak bu vakaların kaç tanesinin doğrudan yapay optik radyasyondan kaynaklandığı tespit edilememektedir. Tablo 4.1.'de yer alan sektörler göz önüne alındığı zaman iş kazası ve meslek hastalıkları ile ilgili olarak Tablo 4.2. ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.3. İş kazası sayıları

Ekonomik Faaliyet Sınıflaması	İş Kazası Geçiren Sigortalı Sayısı		
	Erkek	Kadın	Toplam
18-Kayıtlı medyanın basılması ve çoğaltılması	760	44	804
24-Ana metal sanayii	12.167	190	12.357
25-Makine ve teçhizat hariç. fabrikasyon metal ürünleri imalatı	17.550	979	18.529
26-Bilgisayarların. elektronik ve optik ürünlerin imalatı	888	410	1.298
27-Elektrikli teçhizat imalatı	4.557	672	5.229
28-Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı	5.232	183	5.415
29-Motorlu kara taşıtı. treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı	5.966	409	6.375
30-Diğer ulaşım araçlarının imalatı	1.425	21	1.446
32-Diğer imalatlar	565	140	705
33-Makine ve ekipmanların kurulumu ve onarımı	3.524	68	3.592

Tablo 4.3. İş kazası sayıları (devam)

41-Bina inşaatı	13.473	35	13.508
42-Bina dışı yapıların inşaatı	7.653	22	7.675
71-Mimarlık ve mühendislik faaliyetleri, teknik muayene ve analiz	708	47	755
72-Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri	33	16	49
86-İnsan sağlığı hizmetleri	724	1.282	2.006
90-Yaratıcı sanatlar, gösteri sanatları ve eğlence faaliyetleri	22	4	26
TOPLAM	75.247	4.522	79.769

Bu sektörlerdeki ölümlü iş kazaları ise Tablo 4.3.'te yer almaktadır. 2014 SGK istatistiklerine göre 2014 yılı için ölümlü meslek hastalığı bulunmamaktadır.

Tablo 4.4. Ölümlü iş kazaları sayıları

Ekonomik Faaliyet Sınıflaması	İş Kazası Sonucu Ölen Sigortalı Sayısı		
	Erkek	Kadın	Toplam
18-Kayıtlı medyanın basılması ve çoğaltılması	3	0	3
24-Ana metal sanayii	13	1	14
25-Makine ve teçhizat hariç, fabrikasyon metal ürünleri imalatı	30	1	31
26-Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı	1	0	1
27-Elektrikli teçhizat imalatı	3	0	3
28-Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı	22	0	22
29-Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı	5	0	5
30-Diğer ulaşım araçlarının imalatı	4	0	4
32-Diğer imalatlar	2	0	2
33-Makine ve ekipmanların kurulumu ve onarımı	22	1	23

Tablo 4.4. Ölümlü iş kazaları sayıları (devam)

41-Bina inşaatı	260	0	260
42-Bina dışı yapıların inşaatı	143	0	143
71-Mimarlık ve mühendislik faaliyetleri, teknik muayene ve analiz	10	0	10
72-Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri	0	0	0
86-İnsan sağlığı hizmetleri	0	1	1
90-Yaratıcı sanatlar. gösteri sanatları ve eğlence faaliyetleri	0	0	0
TOPLAM	518	4	522

Bu tablolar doğrultusunda iş kazalarının %36'sı, meslek hastalıklarının %21,6'sı ve ölümlerin %32,1'i insan sağlığına zarar verme riski olan yapay optik radyasyon kaynaklarının en çok kullanıldığı sektörlerde gerçekleşmiştir.

Yapay optik radyasyonun insan sağlığı üzerine en önemli etkilerinin deride yanıklar ve gözde kimyasal etkiler ve termal yanıklar olduğu bu çalışmanın ikinci bölümünde belirtilmişti. Bu doğrultuda 2014 istatistiklerine bakıldığında yapay optik radyasyon kaynaklarının sebep olmuş olabileceği yaraların türleri ve sayıları Tablo 4.4.'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Yaraların türleri ve sayıları

Kod no	Yaranın Türü	İş Kazası Geçiren Sigortalı Sayısı			İş Kazası Sonucu Ölen Sigortalı Sayısı		
		Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam
61	Yanıklar ve kaynar su ile kavrulmalar (termal)	2.121	584	2.705	8	1	9
69	Diğer tür yanıklar, kaynar su ile kavrulma ve donmalar	1.865	411	2.276	6	4	10

Tablo 4.5. Yaraların türleri ve sayıları (devam)

102	Radyasyon etkileri (termal olmayan)	3	0	3	0	0	0
103	İndirgenmiş ısı etkileri	9	3	12	0	0	0
109	Diğer tür aşırı ısı, ışık ve radyasyon etkileri	88	9	97	0	0	0
TOPLAM		4.086	1.007	5.093	14	5	19

Yine 2014 istatistiklerine bakıldığında iş kazası geçirenler ile iş kazası sonucu ölenlerin kullandığı materyallerden yapay optik radyasyon ile ilgili olabileceği değerlendirilenler Tablo 4.5.'te belirtilmiştir.

Tablo 4.6. Ölümle neticelenen iş kazalarında kullanılan materyaller

Kod no	Kullanılan Materyal	İş Kazası Geçiren Sigortalı Sayısı			İş Kazası Sonucu Ölen Sigortalı Sayısı		
		Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam
05.01	Motorlar, jeneratörler (termal, elektrik, radyasyon)	97	5	102	0	0	0
10.04	Malzemeleri işlemek için makineler – sıcak işlemler (fırın, kurutucu, ocaklar)	413	33	446	2	0	2
10.15	Montaj makineleri (kaynatma, yapıştırma, çakma, vidalama, perçinleme, eğirme, telleme, dikme, zımbalama)	834	132	966	3	1	4
20.01	Fiziki olgu – gürültü, doğal radyasyon, ışık, ışık huzmesi, basınç yükseltme, basınç düşürme, basınç	218	24	242	2	1	3
TOPLAM		1.562	194	1.756	7	2	9

Yapay optik radyasyonun gözde ve deride meydana getirebileceği rahatsızlıklar ile ilgili olarak ise 2014 meslek hastalıkları istatistiklerine baktığımız zaman optik radyasyondan kaynaklanmış olabileceği değerlendirilenler Tablo 4.6’da belirtilmiştir.

Tablo 4.7. Sosyal Güvenlik Kurumu istatistiklerine göre yapay optik radyasyondan kaynaklanmış olabilecek göz ve deri hastalıkları türleri

Tanı alt grubu
H10.8 -Konjonktivitler, diğer
H16.1 -Diğer yüzeysel keratitler, konjonktivitsiz (potokeratit)
H26.8 -Kataraktlar diğer, tanımlanmış
L23.8 -Allerjik kontakt dermatit, diğer ajanlara bağlı
L23.9 -Allerjik kontakt dermatit,tanımlanmamış nedenler
L24.8 -İrritan kontakt dermatit, diğer ajanlara bağlı
L24.9 -İrritan kontakt dermatit,tanımlanmamış neden
L25.8 -Kontakt dermatit, tanımlanmamış diğer ajanlara bağlı
L25.9 -Kontakt dermatit, tanımlanmamış, tanımlanmamış neden

Yukarıdaki tablolarda yer alan verilere bakıldığında zaman doğrudan yapay optik radyasyona maruziyet sonucu oluşan iş kazası ve meslek hastalığı sayısını belirlemek mümkün olmamaktadır.

Hâlihazırda ülkemizde yapay optik radyasyonun zararlı etkilerinden korunmaya yönelik yasal bir düzenleme bulunmamaktadır. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 24/07/2010 tarihli ve 27651 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmış olan “İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Tedbirlere İlişkin Yönetmelik”; mikrodalgalar, statik alanlar, oldukça düşük frekans alanları, düşük frekans alanları ve radyo frekans alanları içeren 0 Hz-300 GHz frekans bandındaki elektromanyetik

alanları ve kişilerin bu alanlara maruziyetine dair hususları kapsamakta olup, bu çalışmasının konusunu oluşturan optik radyasyonu kapsamamaktadır [34]. Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliğine yönelik temel esaslar 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda yer almaktadır. 6331 sayılı Kanun yayımlanmadan önce, ülkemizde iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin hükümler 4857 sayılı İş Kanunu kapsamı ile sınırlı olup çalışanların tümünü ve tüm ekonomik faaliyet kollarını kapsamamaktaydı. 4857 sayılı Kanun kapsamında çıkarılan alt düzenlemelerin kapsamının bu Kanun ile sınırlı olması sebebiyle iş sağlığı ve güvenliğine yönelik alt düzenlemelerin kapsamlarının da 6331 sayılı Kanun uyarınca yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra, 6331 sayılı Kanunun 30. maddesinin 1. fıkrasının (a) bendinde, Bakanlığımızca, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, sürdürülmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi amacıyla çalışma ortam ve şartları, özel risk taşıyan iş ekipmanı, işler ve işyerleri ile ilgili bir yönetmelik çıkarılacağı da hüküm altına alınmıştır.

Üçüncü Bölüm: Hedefler

Düzenlemenin temel amacı, çalışanların yapay optik radyasyondan kaynaklanabilecek sağlık ve güvenlik risklerine karşı korunmalarını sağlayacak asgari gereksinimleri ortaya koymak olacaktır. Bu bağlamda düzenleme işverenlere; işyerlerinde risk değerlendirmelerini yaparken optik radyasyon maruziyetini de dikkate almaları, bu riskleri ortadan kaldıracak ya da azaltacak önlemler almaları, çalışanlara uygun eğitimlerin sağlanması ve çalışanların sağlık gözetimini yapılarak olumsuz etkilenen çalışanlar için gerekli tedavilerin sağlanması yükümlülüğünü getirecektir.

Avrupa Birliği Komisyonu'nun 19. fasıl başlığında yürütmekte olduğu “Sosyal Politika ve İstihdam” konusunda mevzuat uyumu gerekmektedir. Avrupa Birliği üyelik sürecinde ulusal taahhütlerimiz doğrultusunda yürüttüğümüz Avrupa Birliği müktesebatının uyumlaştırılması çalışmaları doğrultusunda ülkemizin Avrupa Birliği'ne Katılım İçin Ulusal Eylem Planı'nda 2006/25/EC sayılı Direktifin 2018 yılında ülkemiz mevzuatına kazandırılacağı yer almaktadır.

Dördüncü Bölüm: Alternatif çözüm yolları

İki alternatif çözüm yolu bulunmaktadır:

1. Alternatif - Hiçbir şey yapmadan mevcut durumda devam etmek

2. Alternatif – Yapay optik radyasyon ile çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemlerine yönelik yasal bir düzenlemenin ülkemiz mevzuatına kazandırılması.

1. Alternatif'in tercih edilmesi durumunda insan sağlığına zarar verme riski bulunan yapay optik radyasyon kaynaklarının sebep olduğu ve hâlihazırda tam olarak tespit edilemeyen iş kazaları ve meslek hastalıkları sayılarının büyük oranda değişmeyeceği değerlendirilmektedir. Ayrıca ülkemizin Avrupa Birliği'ne Katılım İçin Ulusal Eylem Planı'nda yer alan ve 2018 yılına kadar 2006/25/EC sayılı Direktifin ülkemiz mevzuatına kazandırılacağı hedefi gerçekleştirilemeyecektir. Bu sebeple 1. Alternatif devre dışı bırakılmıştır.

Beşinci Bölüm: Etkilerin Analizi

1. Ekonomik Etkiler

İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları Maliyet Hesaplamaları

İş kazaları ve meslek hastalıkları bilinen veya tahmin edilenden daha fazla maddi ve manevi zararlara sebep olmaktadır. Bu hasar ve kayıplar temel olarak;

- Görünen Maliyetler
- Görünmeyen (Dolaylı) Maliyetler

olarak ele alınıp hesaplanır.

Görünen Maliyetler

Kişi Başı Günlük Katma Değer

Kişi başına yıllık katma değer; TÜİK tarafından her yıl yayınlanan yıllık sanayi ve hizmet istatistiklerinde yer alan faktör maliyetiyle katma değer, toplam istihdama bölünmesiyle

bulunmaktadır. Bu değer yılda çalışılan gün sayısına bölündüğünde günlük kişi başına denk gelen katma değer hesaplanmaktadır.

Tablo 4.8. Kişi başı günlük katma değer hesabı

Faktör Maliyetiyle Katma Değer (TL)*	519.188.858.666
Sanayi ve Hizmet Sektörü Toplam İstihdam (Kişi)*	13.559.084
Kişi Başı Yıllık Katma Değer (TL/ Kişi)	38.291
Yılda Toplam Çalışılan Gün Sayısı	300
Kişi Başı Günlük Katma Değer (TL/Kişi Gün)	127,63

* TÜİK, 2014

Geçici iş Göremezlik

2014 yılında iş kazası ve meslek hastalığı sonucu geçici iş göremezlik ve hastanede geçen günler nedeniyle iş günü kayıpları meydana gelmiştir. Bu iş günü kayıpları hesaplanan kişi başı günlük katma değer ile çarpıldığında, toplam katma değer kaybı bulunmaktadır:

Tablo 4.9. Toplam gün kaybı

	Geçici İş Göremezlik	Hastanede Geçen Günler
İş Kazasından Kaynaklanan Gün Kaybı	784.996	28.674
Meslek Hastalığından Kaynaklanan Gün Kaybı	689	335
Toplam Gün Kaybı	785.685	29.009

Üretim Kayıplarının Etkisi

İş kazaları nedeniyle meydana gelen üretim kayıplarının ekonomiye olumsuz katkısı oldukça fazladır. Yapılan hesaplamalarda iş kazası meydana geldiğinde üretimin ortalama 15 işçilik bölümünde 4 saat süreyle üretimin durduğu, işçilerin yılda 300 gün, günde ise 8 saat çalıştıkları varsayılmıştır [35].

Yukarıdaki varsayımlardan hareketle katma değer kayıpları aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanır:

Üretim Durması Kaynaklı Katma Değer Kaybı: $[(\text{İş Kazası Sayısı} \times 4 \text{ Saat} \times 15 \text{ İşçi})/8 \text{ saat}] \times$
Kişi Başına Günlük Katma Değer

Üretim Durması Kaynaklı Katma Değer Kaybı: $[(79.769 \times 4 \times 15) / 8] \times 127,63 = 76.356.881$
TL

Sürekli İş Göremezlik ve Ölüm Aylığı

İş kazası veya meslek hastalığı sonucu oluşan hastalık ve özürlüler nedeniyle SGK tarafından yetkilendirilen sağlık hizmeti sunucularının sağlık kurulları tarafından verilen raporlara istinaden SGK Sağlık Kurulunca meslekte kazanma gücü en az yüzde 10 oranında azalmış bulunduğu tespit edilen sigortalıya bu durumundan doğan bir gelir bağlanmaktadır. İş kazası veya meslek hastalığı sonucu ölenlerin hak sahiplerine ölüm aylığı bağlandığı gibi sürekli iş göremezlik geliri almakta iken ölen sigortalının hak sahiplerine de ölüm aylığı bağlanmaktadır. Konumuz olan sektörler göz önüne alındığında ortaya çıkan tablolar aşağıdadır:

Tablo 4.10. Sürekli iş göremezlik ve ölüm geliri ödemeleri sayısı

	Kişi Sayısı
2014 yılı içinde geçirdiği iş kazası veya meslek hastalığı sonucu gelir bağlanan sigortalılar	50
Geçmiş yıllarda iş kazası veya meslek hastalığı geçiren sigortalılardan 2014 yılı içinde gelir bağlananlar	583
İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sonucu Ölüm Geliri Alanlar*	1084
Toplam	1717

* İş kazası ve meslek hastalığı sonucu ölüm geliri alanların %32,1'i alınmıştır.

Tablo 4.11. 2014 yılı sürekli iş göremezlik ve ölüm geliri ödemeleri

İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sonucu Gelir Bağlanan Kişi Sayısı	1717
SGK sürekli iş göremezlik gelirlerinin ortalaması (Brüt asgari ücretin %70'i) (TL)*	749,7
Aylık Ödenen Toplam Miktar (TL)	1.287.235
Yıllık Ödenen Toplam Miktar (TL)	15.446.820

* 2014 yılı için belirlenen ilk dönem asgari ücret baz alınmıştır.

Sürekli iş göremezlik ve ölüm, sadece gelir olarak değil katma değer olarak da büyük bir maliyet kaybı getirmektedir. Bu hesaplama aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 4.12. Sürekli iş göremezlik ve ölüm katma değer kaybı

Sürekli İş Göremezlik ve Ölüm Sayısı (Kişi)*	572
Sürekli İş Göremezlik ve Ölüm Kayıp Gün Katsayısı	7500
Kişi Başı Günlük Katma Değer (TL)	127,63
Toplam Katma Değer Kaybı (TL)	547.532.700

* SGK 2014 İstatistik Yıllığı

SGK tarafından iş kazası ağırlık hızı hesaplanırken iş kazası sonucunda meydana gelen ölüm ve sürekli iş göremezlik durumlarında kayıp iş gününün her bir ölüm veya sürekli iş göremezlik hali için 7500 gün olduğu kabul edilmektedir [33]. Buna göre iş kazası sonucu gerçekleşen ölüm ve sürekli iş göremez sayısı 7500 ile çarpıldığında kayıp iş günleri bulunur.

İş kazaları nedeniyle yapılan tedaviler iş kazalarının ülkemize maliyetinin hesaplanmasında görünür maliyetlerin en önemlilerinden biridir. Görünür maliyetlerden tedavi giderleri için 314 iş kazası analizi ile yapılan bir araştırmada [36] kaza başına tedavi harcaması 14,82 ABD doları yani 42,9 TL olarak bulunmuştur. Bu hesaplamalara göre bulunan 2014 yılı iş kazaları tedavi masrafları aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 4.13. Tedavi hizmetleri

İş Kazası Sayısı	79.769
Kaza başına tedavi hizmetleri(TL)	42,9
Toplam Tedavi Maliyeti	3.422.090

Tablo 4.14. İş kazaları toplam maliyeti

Maliyet Kalemi	Maliyet(TL)
Sürekli İş Göremezlik ve Ölüm Katma Değer Kaybı	547.532.700
Üretim Durması Kaynaklı Katma Değer Kaybı	76.356.881
Sürekli İş Göremezlik ve Ölüm Geliri Ödemeleri	15.446.820
Tedavi hizmetleri	3.422.090
Geçici İş Göremezlik Katma Değer Kaybı	103.979.395
Toplam	746.737.886
Öngörülemeyen Giderler(10%)	74.673.789
Toplam	821.411.675

Yapılan tüm hesaplamalar ışığında zarar verme riski olan yapay optik radyasyon kaynaklarının kullanıldığı işyerlerinde iş kazası ve meslek hastalıklarının 2014 yılı için ülkemize görünür maliyeti 821.411.675 TL olarak hesaplanmıştır.

Görünmeyen (Dolaylı) Maliyetler

Kaza sırasında civardaki işçilerin işi bırakması, doktor, araç getirilmesi ve/veya kazalının taşınması, kaza mahallinin tekrar çalışır konuma getirilmesi vb. nedenlerle oluşan maliyetlerdir. Yapılan akademik çalışmalara göre eskiden görünmez maliyetlerin görünür maliyetlerin en az 4 katı olduğu belirtilirken tarihsel gelişim içerisinde yasal düzenlemelerde meydana gelen değişikliklerden, teknik konularda ki gelişmelerden, çalışan haklarında yapılan iyileştirmelerden ve sosyal güvenlik sisteminde kaydedilen ilerlemelerden dolayı, görünmez maliyetlerden görünür maliyetlere doğru bir kayma olduğu görülmektedir. Dolayısıyla görünmez maliyetler ile görünen maliyetler arasındaki oran 1:1 [37] olarak ele alınmıştır.

Görünmeyen Maliyetler = Görünür Maliyetler

Görünmeyen Maliyetler = 821.411.675 TL

Toplam İş Kazaları Maliyeti (TİKM);

TİKM = (Görünür Maliyetler) + (Görünmeyen Maliyetler)

Toplam Maliyet= 821.411.675 + 821.411.675 = 1.642.823.350 TL

Bu hesaplamalar zarar verme riski olan yapay optik radyasyon kaynaklarının kullanıldığı işyerlerinde meydana gelen tüm iş kazaları ve meslek hastalıkları istatistikleri kullanılarak hesaplanmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi mevcut verilerden doğrudan yapay optik radyasyonun sebep olduğu kaza ve hastalık rakamları tespit edilememektedir.

İngiltere'nin Sağlık ve Güvenlik İdaresi tarafından gerçekleştirilmiş olan yapay optik radyasyon düzenlemesine yönelik düzenleyici etki analizinde çalışanların %12'sinin optik radyasyona maruz kaldığı, bunların da %10'unun yüksek seviyelere maruz kaldığına yönelik bir tahmin bulunmaktadır [38]. Yukarıda ilgili faaliyet kollarındaki tüm çalışanlar için yapılmış olan hesaplamalar bu tahmine göre yeniden yapıldığında çıkan toplam görünür maliyet **26.455.342 TL** ve toplam maliyet **52.910.684 TL** olmaktadır.

Düzenlemenin Getireceği Ekonomik Maliyetler

1. Alternatif'in seçilmesi durumunda mevcut durumda değişiklik olmayacağından maliyetler açısından da bir değişiklik olmayacaktır.

2. Alternatif'in seçilmesi durumundaysa işverenler için oluşabilecek maliyet kalemleri aşağıdadır:

- Risk değerlendirmesinin yenilenmesi
- Çalışanların eğitiminin yenilenmesi
- Risk değerlendirmesine göre ilave tedbirlerin alınması

Risk Değerlendirmesinin Yenilenmesi: 29.12.2012 tarihli 28512 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'nin "Risk değerlendirmesinin yenilenmesi" başlıklı 12. maddesinin ikinci fıkrasının (d) bendinde risk değerlendirmesinin yenilenmesini gerektiren durumlar içinde "Çalışma ortamına ait sınır değerlere ilişkin bir mevzuat değişikliği olması" bulunmaktadır. Buna istinaden yapay optik radyasyon ile ilgili yönetmeliğinin yayınlanması durumunda işyerlerinde risk değerlendirmesinin yenilenmesi gerekecektir. İnsan sağlığı için risk oluşturacak yapay optik radyasyon kaynağı içermeyen işyerlerinde risk değerlendirmesi için fazla zaman harcanmayacağı, sadece bu kaynakların çok kullanıldığı değerlendirilen 3.272.898 çalışanın bulunduğu 277.345 işyerinde daha detaylı ele alınması gerektiği değerlendirilmektedir. İngiltere'nin Sağlık ve Güvenlik İdaresi tarafından gerçekleştirilmiş olan yapay optik radyasyon düzenlemesine yönelik düzenleyici etki analizinde bu sürelerin düşük riskli işyerleri için 45 dakika, yüksek riskli işyerleri için ise en fazla 4 saat süreceği tahmin edilmiştir [38].

Çalışanların Eğitiminin Yenilenmesi: 15.05.2013 sayılı ve 28648 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmeliğin 10. maddesinin dördüncü fıkrasında:

"(4) İlgili mevzuatın değişmesi veya çalışma şartlarına bağlı olarak yeni risklerin ortaya çıkması halinde yıllık eğitim programına bağlı kalmaksızın çalışanların uygun eğitim almaları sağlanır."

hükmü yer almaktadır. Bu kapsamda yapay optik radyasyon ile ilgili yönetmeliğinin yayınlanması durumunda işyerlerinde çalışanlar için uygun eğitimlerin düzenlenmesi gerekecektir. İngiltere'nin Sağlık ve Güvenlik İdaresi tarafından gerçekleştirilmiş olan yapay optik radyasyon düzenlemesine yönelik düzenleyici etki analizinde düşük riskteki işyerleri için eğitimlerin düzenlenmesinin gerekmediği, yüksek riskli sektörler için ise eğitim süresinin en fazla yarım gün olacağı tahmin edilmiştir [38].

Risk Değerlendirmesine Göre İlave Tedbirlerin Alınması: Risk değerlendirmesi sonucu yeterli önlemlerin alınmadığının ortaya çıktığı işyerlerinde işveren uygun önlemleri almakla mükellef olacaktır. Alınacak önlemler bu çalışmanın Ek-1'inde detaylı bir şekilde belirtildiği gibi değişik yöntemlerde belirlenebilir. İşyerinin faaliyet alanına, optik radyasyon kaynağının türüne, kaynağın kullanıldığı yere vb. bağlı etmenler dikkate alınarak belirlenecek yöntemler çeşitlidir bunun için standart bir maliyet belirlenemez.

2. Sosyal Etkiler

1. Alternatif'in seçilmesi halinde mevcut durum devam edeceğinden herhangi bir ilave maliyet bulunmamaktadır.
2. Alternatif durumunda ise risk altındaki tüm çalışanlar için gerekli sağlık ve güvenlik önlemleri dikkate alınmış olacaktır. Ayrıca Avrupa Birliği mevzuatı uyumlaştırma sürecinde bir taahhüdümüz daha gerçekleştirilmiş olacaktır.

3. Çevresel Etkiler

Tez çalışması kapsamında hazırlanmış taslak yönetmeliğin mevzuatımıza kazandırılmasının çevresel bir etkisi olmayacağı değerlendirilmektedir.

Altıncı Bölüm: Seçeneklerin Karşılaştırılması

Bu bölümde geliştirilmiş olan iki seçeneğin yapılan etki analizleri sonrasında tercih edilebilirliklerindeki öncelik sırası değerlendirilecektir.

Bölüm 5'te yapılan etki analizlerinin özet tablosu aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.15. Düzenleyici etki analizi özet tablosu

	1. Alternatif	2. Alternatif
1- EKONOMİK ETKİLER		
İş sağlığı ve güvenliği hizmetleri için yapılan harcamalara muhtemel etkisi	- -	-
Toplumda yeterli farkındalığın olmadığı bir konunun mevzuata kazandırılmasının muhtemel etkisi	-	+
Kurumsal imaj üzerine muhtemel etkisi	0	+ +
Teknolojiye uyum ve işyerinin güvenli olması için yapılan tasarım maliyetlerine muhtemel etkisi	0	-
Çalışma ortamının çalışanlar için güvenli olmasına muhtemel etkisi	0	+
İş gücünün daha verimli kullanılması üzerine muhtemel etkisi	0	+ +
Üretim/hizmet üzerine muhtemel etkisi	-	+
İç ve dış pazarda rekabet edebilirlik üzerine muhtemel etkisi	-	+
İç ve dış pazarda tercih sebebi olma üzerine muhtemel etkisi	-	+
KOBİlere(10-49) İSG hizmetlerinden gelecek ek maliyetlerin muhtemel etkisi	0	-
İş kazası meydana geldikten sonraki maliyetlere muhtemel etkisi	0	+
İş kazası ve meslek hastalıklarında azalma üzerine muhtemel etkisi	0	+
Toplumda çalışanların genel sağlık durumu üzerine muhtemel etkisi	0	+
Genel sağlık harcamalarına muhtemel etkisi	0	+
2- SOSYAL ETKİLER		
Toplumda yeterli farkındalığın olmadığı bir konunun mevzuata kazandırılmasının muhtemel etkisi	0	+
İş sağlığı ve güvenliği kültürü ve farkındalığın yaygınlaştırılması üzerine muhtemel etkisi	0	+

Tablo 4.15. Düzenleyici etki analizi özet tablosu (devam)

İş sağlığı ve güvenliği açısından çalışma ortamlarının uygunluğuna muhtemel etkisi	0	+
Bilimsel ve teknolojik gelişmelere uyum üzerine muhtemel etkisi	0	+
Verimlilik ile çalışma barışına muhtemel etkisi	0	+
Ulusal taahhütlerimiz üzerine etkisi	-	+
3- SOSYAL GÜVENLİK SİSTEMİNE ETKİLERİ		
İş kazası ve meslek hastalığı sayılarında azalmaya yönelik muhtemel etkisi	0	+
Sosyal Güvenlik Kurumuna getireceği maliyet üzerine muhtemel etkisi	0	+
4- ÇEVRESEL ETKİLER		
Çevreye zarar verecek tehlikeli durumlar üzerine muhtemel etkisi	0	0
Çevreye karşı alınan önlemlere muhtemel etkisi	0	0

0: Nötr etki (hiçbir etkisi yok)

-: Olumsuz etki

+: Olumlu etki

++: Çok olumlu etki

Yapılan değerlendirmelere göre;

- 1. Alternatif; ekonomik etkiler bakımından 1 adet çok olumsuz, 4 adet olumsuz, 9 adet nötr etkiye sahip bulunmaktadır. Sosyal etkiler bakımından 5 adet nötr ve 1 adet olumsuz, sosyal güvenlik sistemine etkileri bakımından 2 adet nötr, çevresel etkileri bakımından 2 adet nötr etkiye sahiptir.
- 2. Alternatif; ekonomik etkiler bakımından 3 adet olumsuz, 9 adet olumlu, 2 adet çok olumlu, sosyal etkiler bakımından 6 adet olumlu, sosyal güvenlik sistemine etkileri bakımından 2 adet olumlu, çevresel etkileri bakımından 2 adet olumlu etkiye sahiptir.
- 1. Alternatif değerlendirilen alternatifler arasından her alanda da tercih edilebilirliği en düşük seçenek olarak ortaya çıkmaktadır.
- Ekonomik, sosyal, sosyal güvenlik sistemi ve çevresel etkileri bakımından 2. Alternatif, 1. Alternatiften daha olumlu etkiye sahiptir.

- Yukarıdaki değerlendirmeler ışığında, geliştirilen seçenekler arasında 2. Alternatif öne çıkmaktadır.

Yedinci Bölüm: Uygulama, İzleme ve Değerlendirme

Yapılacak düzenlemenin esas hedefi işle bağlantılı olan veya işin yürütümü sırasında ortaya çıkan yapay optik radyasyona maruziyetten kaynaklanan kaza, yaralanma ve meslek hastalıklarının, çalışma ortamında bulunan risklerin önlenmesi ve/veya önlenemeyen riskleri asgari seviyeye indirerek sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamının sağlanmasıdır.

Ülkemiz Avrupa Birliğine tam üyelik için 3 Ekim 2005 tarihinde müzakerelere başlamıştır. Bu nedenle, iş sağlığı ve güvenliği mevzuatımızda AB iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına uyumlu hale getirilmektedir. Avrupa Birliği'ne Katılım İçin Ulusal Eylem Planı'nda 2006/25/EC sayılı Direktifin 2018 yılında ülkemiz mevzuatına kazandırılacağı yer almaktadır; bu konuda yasal düzenlemenin yapılması bu hedefi karşılamaktadır.

5. TARTIŞMA

Yapay olarak insan tarafından üretilen iyonlaştırıcı olmayan radyasyon kaynağının, sanayide, bilimde, askeri alanda, tüketici ürünlerinde ve tıbbi uygulamalarda kullanımı yaygınlaşmıştır [15]. Bu çalışmada, ülkemizde otomotiv, gemi inşa, metal, ağız-diş sağlığı ile basım-yayın ve matbaa olmak üzere çeşitli sektörlerde kullanıldığı gözlenmiştir. Literatürle uyumlu şekilde ülkemizde de kullanımının yaygınlaştığı düşünülmektedir.

Ülkemizde faaliyet gösteren işyerlerinden değişik iş kollarında yapay optik radyasyon kaynağı ile çalışılan işyerlerinde yapılan ziyaretlerde; ülkemizde gerek işverenlerde gerekse çalışanlarda yapay optik radyasyona yönelik yeterli seviyede farkındalığın olmadığı gözlenmiştir. Yapay optik radyasyon kaynaklarının sebep olduğu tehlikelerden korunmaya yönelik alınan önlemlerin yetersiz olduğu, sistematik olmadığı ve belirli bir standardının bulunmadığı değerlendirilmiştir. İşyeri ziyaretlerinde de görüldüğü üzere işyerlerinde halihazırda alınan önlemler mevcuttur, ancak biraz daha iyileştirilmesi gerekmektedir.

İşyeri ziyaretleri genel olarak değerlendirildiğinde, alınan önlemler literatürde tanımlanan mühendislik kontrol önlemleri [4, 40, 41, 52, 53] ile karşılaştırıldığında bu anlamda bazı düzenlemeler olsa da sağlık ve güvenlik önlemlerinin belirli kriterler içinde yapılmadığı değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın Ek-2'sinde işyerlerinde alınması gereken önlemler detaylı bir şekilde belirtilmiştir. Lazerle çalışmalarda kontrollü alanların genelde oluşturulmadığı, kontrol tedbirlerine fazla riayet edilmediği görülmüştür. Boya kurutma işleminde uzaktan kumanda olmadığı, kişisel koruyucu donanım kullanılmadığı, perdeleme yapılmadığı tespit edilmiştir. Yine kaynak işlemlerinde genellikle tedbirlerin kişisel korunmaya yönelik olduğu görülmüş, toplu korunma ile ilgili yeterli önlemlerin alınmadığı tespit edilmiştir. Bütün işyerlerinde tespit edilen en büyük eksiklik ise çalışanların eğitime tabi tutulmamış olmasıdır. Saha çalışması yapılan bütün işyerlerinde çalışanların sadece ekipmanın kullanımına yönelik eğitim aldıkları ancak kullandıkları ekipmandan kaynaklanabilecek sağlık ve güvenlik risklerine ve korunma yöntemlerine dair eğitim almadıkları tespit edilmiştir.

Yapay optik radyasyona yönelik ABD'de özel bir düzenleme yer almamaktadır. Yapay optik radyasyon ile ilgili hususlar 1970 tarihli İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre OSHA tarafından sektörler bazında oluşturulmuş standartlarda yer almaktadır. 1970 tarihli OSH

Kanunu’nda işverenlerin sağlıklı ve güvenli işyerleri sağlamakla yükümlü olduklarına yönelik genel bir hüküm mevcuttur. Bu hüküm çerçevesinde işverenlerin işyerlerindeki yapay optik radyasyondan kaynaklanacak tehlikelere karşı önlem almaları gerekmektedir. Yapay optik radyasyonun neden olabileceği tehlikeler, alınması gereken önlemler ve maruziyet sınır değerleri ACGIH ve AIHA tarafından detaylı bir şekilde belirlenmektedir.

Avrupa Birliği’ne üye olan ülkelerin, yapay optik radyasyona yönelik olarak 2006/25/EC sayılı Avrupa Birliği direktifini kendi mevzuatlarına uyarladıkları görülmüştür. Direktif, 27.04.2006 tarihli ve L 114 sayılı Avrupa Birliği Resmi Gazetesi’nde yayımlanarak yürürlüğe girmiş ve Direktifin “Aktarım” başlıklı 14. maddesiyle üye ülkelere 27.04.2010 tarihine kadar kendi yasal mevzuatlarına uyarlama yükümlülüğü getirilmiştir.

Her ne kadar ABD’de ve AB ülkelerinde yapay optik radyasyonun zararlı etkilerinden korunmaya yönelik düzenlemeler şekil açısından farklılık arz etse de, tehlikenin önlenmesi için alınması gereken önlemlerin birbirleri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Yukarıda da belirtildiği üzere Avrupa ülkeleri, Avrupa Birliği’nin 2006/25/EC sayılı direktifini kendi mevzuatlarına işlemişlerdir. Söz konusu Direktif, Avrupa Birliğinin 1989 yılında kabul ettiği 89/391/EEC sayılı çerçeve direktife bağlı olarak hazırlanmıştır. Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili düzenlemeler 30.06.2012 tarihli ve 28339 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiş olan 6331 sayılı “İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu”nda yer almaktadır. Kanun, 89/391/EEC sayılı çerçeve Direktifi ile; gerek kapsam ve istisnalar gerekse sürekli iyileştirme ve önleyici yaklaşımın benimsenmesi anlamında uyumludur.

Bu çerçevede, 2006/25/EC sayılı Direktifin içerik açısından ülkemiz mevzuatlarına aykırı bir durumunun bulunmaması, Direktifteki hükümlerin ülkemiz için de kullanılabileceğini düşündürmektedir. Kanunun 30. maddesinin 1. fıkrasının (a) bendinde, Bakanlığımızca, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması, sürdürülmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi amacıyla çalışma ortam ve şartları, özel risk taşıyan iş ekipmanı, işler ve işyerleri ile ilgili bir yönetmelik çıkarılacağı hüküm altına alınmıştır. Bu kapsamda ikincil düzenlemeler yapılmaktadır. Mevcut durumda ülkemizde yapay optik radyasyon ile ilgili bir düzenleme bulunmamaktadır. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 24/07/2010 tarihli ve 27651 sayılı

Resmi Gazete’de yayımlanmış olan “İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Tedbirlere İlişkin Yönetmelik”; mikrodalgalar, statik alanlar, oldukça düşük frekans alanları, düşük frekans alanları ve radyo frekans alanları içeren 0 Hz-300 GHz frekans bandındaki elektromanyetik alanları ve kişilerin bu alanlara maruziyetine dair hususları kapsamakta olup, bu çalışmasının konusunu oluşturan optik radyasyonu kapsamamaktadır [34].

Ayrıca, Avrupa Birliği Komisyonu’nun 19. fasıl başlığında yürütmekte olduğu “Sosyal Politika ve İstihdam” konusunda mevzuat uyumu gerekmektedir. Avrupa Birliği üyelik sürecinde ulusal taahhütlerimiz doğrultusunda yürüttüğümüz Avrupa Birliği müktesebatının uyumlaştırılması çalışmaları doğrultusunda ve işyeri koşulları gözönüne alındığında ülkemizde bu konu ile ilgili yasal bir düzenleme yapılması gerektiği, 2006/25/EC sayılı direktif ile de uyumlu biçimde ve 6331 sayılı Kanun’un 30. Maddesine [32] uygun olarak bir Yönetmelik hazırlanabileceği değerlendirilmiştir.

Çalışmada, söz konusu düzenlemenin ülkemiz mevzuatına kazandırılmasının etkilerinin incelendiği düzenleyici etki analizinde de görüldüğü gibi SGK 2014 istatistiklerine göre ülkemizde yer alan işyerlerinin %16,5’i yapay optik radyasyonun zararlı etkilerinin en sık görüleceği değerlendirilen işyerleri arasında olup çalışanların da %23,4’ü zararlı seviyede optik radyasyona maruz kalma riski taşımaktadırlar.

Bu çalışma sonuçlarına göre, iş kazalarının %36’sı, meslek hastalıklarının %21,6’sı ve ölümlerin %32,1’i insan sağlığına zarar verme riski olan yapay optik radyasyon kaynaklarının en çok kullanıldığı sektörlerde gerçekleşmiştir. Ancak unutulmamalıdır ki daha önce de belirtildiği gibi mevcut veriler doğrudan yapay optik radyasyonun etkilerini belirlememiz için yeterli değildir. Bu iş kazaları ülkemiz için görünür maliyeti 2014 yılı için 821.411.675 TL olarak hesaplanmış olup görünmeyen maliyetlerin de görünür maliyetlere eşit olduğu düşünüldüğünde iş kazalarının ülkemiz için toplam maliyeti 1.642.823.350 TL olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar zarar verme riski olan yapay optik radyasyon kaynaklarının kullanıldığı ilgili faaliyet kollarındaki tüm çalışanlar için yapılmıştır.

İngiltere’nin Sağlık ve Güvenlik İdaresi tarafından gerçekleştirilmiş olan yapay optik radyasyon düzenlemesine yönelik düzenleyici etki analizinde çalışanların %12’sinin optik

radasyona maruz kaldığı, bunların da %10'unun yüksek seviyelere maruz kaldığına yönelik bir tahmin bulunmaktadır [38]. Bu tahmine göre hesaplamalar yeniden yapıldığında ortaya çıkan toplam görünür maliyet 26.455.342 TL ve toplam maliyet 52.910.684 TL olmaktadır.

Bu hesaplamalara göre yapay optik radyasyonla çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemlerine yönelik bir yasal düzenlemenin ülkemiz mevzuatına kazandırılmasıyla, ülke ekonomimize etkisi en az 50 milyon TL olan bir maliyetin önleneyeği değerlendirilmektedir. maruz kalan çalışan oranları benzer kabul edilerek yapılan toplam maliyet hesabında, İngiltere ile kıyasladığımızda, İngiltere için toplam maliyetin ülkemizden çok daha yüksek olduğu tespit edilmekte ve bunun çalışan sayısının fazlalığından olduğu düşünülmektedir.

İşveren için oluşacak maliyetler ise risk değerlendirmesinin yenilenmesi, çalışanların eğitiminin yenilenmesi ve risk değerlendirmesine göre ilave tedbirlerin alınması yönünde olacaktır. Yasal düzenlemenin yapılması durumunda işyerlerinde risk değerlendirmesinin yenilenmesi gerekecektir. İnsan sağlığı için risk oluşturacak yapay optik radyasyon kaynağı içermeyen işyerlerinde risk değerlendirmesi için fazla zaman harcanmayacağı, sadece bu kaynakların çok kullanıldığı değerlendirilen 3.272.898 çalışanın bulunduğu 277.345 işyerinde daha detaylı ele alınması gerektiği değerlendirilmektedir. İngiltere'nin Sağlık ve Güvenlik İdaresi tarafından gerçekleştirilmiş olan yapay optik radyasyon düzenlemesine yönelik düzenleyici etki analizinde bu sürelerin düşük riskli işyerleri için 45 dakika, yüksek riskli işyerleri için ise en fazla 4 saat süreceği tahmin edilmiştir [38]. İleride yapılacak çalışmalarda, çalışanlara uygulanacak anket çalışması ile ülkemiz için gerekli süreler belirlenebilir.

Yapay optik radyasyon ile ilgili yasal düzenlemenin yapılması durumunda işyerlerinde çalışanlar için uygun eğitimlerin düzenlenmesi gerekecektir. İngiltere'nin Sağlık ve Güvenlik İdaresi tarafından gerçekleştirilmiş olan yapay optik radyasyon düzenlemesine yönelik düzenleyici etki analizinde düşük riskteki işyerleri için eğitimlerin düzenlenmesinin gerekmediği, yüksek riskli sektörler için ise eğitim süresinin en fazla yarım gün olacağı tahmin edilmiştir [38].

Risk değerlendirmesi sonucu yeterli önlemlerin alınmadığının ortaya çıktığı işyerlerinde işveren uygun önlemleri almakla mükellef olacaktır. Alınacak önlemler tez çalışmasının Ek-1'inde detaylı bir şekilde belirtildiği gibi değişik yöntemlerde belirlenebilir. İşyerinin faaliyet

alanına, optik radyasyon kaynağının türüne, kaynağın kullanıldığı yere vb. bağlı etmenler dikkate alınarak belirlenecek yöntemler çeşitlidir bunun için standart bir maliyet belirlenmemektedir.

Buradan da görüldüğü üzere 2006/25/EC doğrultusunda hazırlanacak olan yasal düzenlemedeki pek çok madde, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile aynıdır. Bundan dolayı işverenlere 6331 sayılı Kanun ve Kanun'a bağlı olarak hazırlanan yönetmelikler tarafından verilen yükümlülüklerden daha fazla bir yük getirmediği değerlendirilmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Sahada yapılan incelemelerde görüldüğü üzere yapay optik radyasyonun zararlı etkilerinden korunmaya yönelik ya hiçbir tedbir alınmamakta ya da bu işyerlerinin kendi uygulamalarıyla sınırlı olmaktadır. Göz ve deriye zarar verecek yoğunluktaki ışığa sebep olan yapay optik radyasyon kaynağı sayısı azdır ancak bunların doğru şekilde kontrol altına alınması gerekmektedir.
- Yapılan düzenleyici etki analizinde, bu düzenlemenin yapılmasının ekonomik, sosyal, sosyal güvenlik sistemi ve çevresel etkileri bakımından etkileri, bu düzenlemenin yapılmamasından daha olumlu olduğu tespit edilmiştir.
- Hâlihazırda ülkemizde yapay optik radyasyonun zararlı etkilerinden korunmaya yönelik yasal bir düzenleme bulunmamaktadır. Ülkemizde gerek 6331 sayılı Kanun gereği gerekse ülkemiz Avrupa Birliği'ne uyum taahhütleri çerçevesinde yapay optik radyasyonun zararlı etkilerinden çalışanların korunmasına yönelik olarak bir yasal düzenleme yapılması gerekmektedir.
- Çalışma sonucunda ülkemizde yapay optik radyasyona yönelik bir düzenleme yapılması durumunda işverenlerin ve İSG profesyonellerinin kullanabileceği bir uygulama rehberi (Ek-2) hazırlanmıştır. Ülkemizde bu konu ile ilgili bir yasal düzenleme yapılması halinde düzenlemenin yürürlüğe girmesini müteakip işverenlerin düzenlemeye intibak etmelerini kolaylaştıracak pratik bir rehber de (Ek-4) hazırlanmıştır.

Yapay optik radyasyonun çalışanların sağlık ve güvenliğine etkilerine yönelik yapılması gerektiği değerlendirilen mevzuat çalışmalarına ilaveten;

- 1) Optik radyasyona yönelik ülkemizde yürürlükte olan yabancı dillerdeki standartlar esas alınarak, Türkçe standartlar hazırlanmalıdır.
- 2) İşyerlerinde yapay optik radyasyon ölçümlerinin TS EN 14255-1, TS EN 14255-2 gibi standartlara uygun şekilde yapılmasına yönelik yasal altyapının oluşturulması konusunda gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

- 3) İş Güvenliği Uzmanlığı Temel Eğitim Programı'na fiziksel risk etmenleri başlığı altına yapay optik radyasyonun çalışanların sağlık ve güvenliğine etkileri konusunun da eklenmesi gerektiği değerlendirilmektedir.
- 4) Yapay optik radyasyon konusunda sosyal taraflarda farkındalık oluşturulması ve bilinç düzeyinin yükseltilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.
- 5) Tez çalışması gerçekleştirilirken, yapay optik radyasyonun iş sağlığı ve güvenliğine etkilerine yönelik ülkemizde yapılmış araştırmaların ve çalışmaların yok denecek kadar az olduğu görülmüştür. Ülkemizde bu konu üzerine yapılacak araştırmaların teşvik edilmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Health and Safety Executive, Radiation, <http://www.hse.gov.uk/radiation/index.htm> (Erişim Tarihi: 27.12.2015).
- [2] Occupational Health and Safety Administration, Radiation, <https://www.osha.gov/SLTC/radiation/index.html> (Erişim Tarihi: 27.12.2015).
- [3] Health and Safety Executive, Radiation: Non-ionizing Radiation, <http://www.hse.gov.uk/radiation/nonionising/index.htm> (Erişim Tarihi: 27.12.2015).
- [4] Non-binding guide to good practice for implementing Directive 2006/25/EC ‘Artificial Optical Radiation’, Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2011.
- [5] Kuş K. Radyasyon Nedir?, Bilkent Üniversitesi Sağlık Merkezi, <http://bilheal.bilkent.edu.tr/aykonu/ay2011/radyasyonturk.htm> (Erişim tarihi: 12/11/2015).
- [6] Serway R A, Beichner R J. Fen ve Mühendislik için Fizik-3 (Modern Fizik) (Çeviri Editörü: Çolakoğlu K.) (Beşinci Baskı), Palme Yayıncılık, Ankara, 2005.
- [7] Gürdilek R. Süperağır Element Koşusu Son Düzlükte!, Kurious Herkes İçin Bilim, <https://kurious.ku.edu.tr/tr/derin-bakis/superagir-elementler> (Erişim tarihi: 18/11/2015).
- [8] Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Radyasyon ve Biz, <http://www.taek.gov.tr/ogrenci/r01.htm> (Erişim tarihi: 18/11/2015).
- [9] Bor D. Radyasyon Nedir?, Nükleer Teknoloji Bilgi Platformu, http://www.nukte.org/prof_dr_dogan_bor-radyasyon_nedir (Erişim tarihi: 12/11/2015).
- [10] Fizik Makaleleri, Radyoaktivite Nedir?, <http://www.fizikmakaleleri.com/2013/08/radyoaktivite.html> (Erişim tarihi: 18/11/2015).
- [11] Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Günümüzde Nükleer Enerji Bölüm 06. Radyasyondan Korunma, <http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/166-gunumuzde-nukleer-enerji-rapor/440-bolum-06-radyasyondan-korunma.html> (Erişim tarihi: 12/11/2015).
- [12] Kalkan H. Elektromanyetik Spektrum, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlem Evi, http://gozlemevi.omu.edu.tr/depo/elektromanyetik_spektrum.pdf (Erişim tarihi: 02/11/2015).

- [13] Serway R A, Beichner R J. Fizik 2 Elektrik ve Manyetizma - Işık ve Optik (Çeviri Editörü: Çolakoğlu K.) (Beşinci Baskı), Palme Yayıncılık, Ankara, 2007.
- [14] Buzoğlu H. Elektromanyetik Spektrum, Işık, Radyofrekans, Ultrason, Lazer, <http://www.hakanbuzoglu.com/elektromanyetik-spektrum-isik-radyofrekans-lazer/> (Erişim tarihi: 25.02.2016).
- [15] Hitchcock R T, Moss C E, Murray W E, Patterson R M, Rockwell R J. Nonionizing Radiation, The Occupational Environment: Its Evaluation, Control, and Management (Editör: DiNardi Salvatore R. (İkinci Baskı)), AIHA Pres American Industrial Hygiene Association, Virginia, 2003.
- [16] Repacholi M H. Introduction to Non-Ionizing Radiations, ICNIRP Third International Non-Ionizing Radiation Workshop, 3-12, Austria, 1996.
- [17] Environmental Health Criteria Series No. 23, Lasers and Optical Radiation, WHO, Geneva, 1982, <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc23.htm> (Erişim tarihi: 12.11.2015).
- [18] Guidance for Employers on the Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations 2010, Health and Safety Authority, Ireland.
- [19] JSP 392 Management of Radiation Protection in Defence. Leafjet 37 Artificial Optical Radiation Safety.
- [20] Guidance for Employers on the Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations 2010, Health and Safety Authority (AOR) 2010, England.
- [21] Sliney D, Mild K H, Matthes R. Radiation, Nonionizing, Encyclopaedia of Occupational Health and Safety Volume II (Editör: Jeanne Mager Stellman (Dördüncü Baskı)), ILO, Geneva, 1998.
- [22] International Electrotechnical Commission, IEC 60825-1, Safety of Laser Products - Part 1: Equipment Classification and Requirements, 2007.
- [23] EUR-Lex Access to European Union Law, <http://eur-lex.europa.eu/search.html?type=advanced&qid=1452087154702&DN=72006L0025>. (Erişim tarihi: 16.10.2015).
- [24] United States Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration, OSHA Enforcement, <https://www.osha.gov/dep/index.html> (Erişim tarihi: 05.01.2016).
- [25] United States Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration, Occupational Safety and Health Act of 1970,

https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=OSHACT&p_id=2743 (Erişim tarihi: 05.01.2016).

- [26] United States Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration, OSHA Law&Regulations, <https://www.osha.gov/law-regs.html> (Erişim tarihi: 05.01.2016).
- [27] U.S. Department of Health and Human Services, U.S. Food and Drug Administration, Protecting and Promoting Your Health, <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/default.htm> (Erişim tarihi: 05.01.2016).
- [28] Directive 2006/25/EC of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (artificial optical radiation) (19th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC).
- [29] Simon M. Laser Safety: Practical Measures and Latest Legislative Requirements, The Journal of Perioperative Practice; 299-303, North Yorkshire, 2011.
- [30] 17 şubat 2006 tarihli ve 26083 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Mevzuat Hazırlama Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik.
- [31] 2 Nisan 2007 tarihli ve 3896 sayılı Başbakanlık Genelgesi.
- [32] 20.06.2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliğı Kanunu.
- [33] 2014 yılı SGK İş Kazası ve Meslek Hastalığı İstatistikleri.
- [34] 24/07/2010 tarihli ve 27651 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmış olan "İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Olumsuz Etkilerinden Çevre ve Halkın Sağlığının Korunmasına Yönelik Tedbirlere İlişkin Yönetmelik".
- [35] Ofluoğlu G, Doğru T. Türkiye İnşaat İşkolundaki İş Kazalarının Ekonomik Boyutları, KAMU-İŞ İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 4 (11); 183-218, 2011.
- [36] Tan O. İş Kazalarının Oluştuktan Sonraki Maliyetlerinin Analizi, Meslek Hastalıkları İş Kazaları Araştırma ve Önleme Vakfı Yay., İstanbul,2001.
- [37] Ünal G, Yaman K, Gök A. Türkiye’de Tarımsal İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Maliyeti Üzerine Bir Araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 4 (14); 428-435, 2008.
- [38] Regulatory Impact Analysis (RIA), Safety, Health and Welfare at Work (General Application) (Amendment) Regulations 2009, Control of Artificial Optical Radiation at Work.

- [39] Nicodemus F. Self-Study Manual On Optical Radiation Measurements: Part-I- Concepts, National Bureau of Standards (USA), Tech note 910-2 Chapter 4, 1978.
- [40] TS EN 12198-1+A1 Makinalarda güvenlik - Makina tarafından yayılan ışımadan oluşan riskin değerlendirilmesi ve azaltılması - Bölüm 1: Genel prensipler.
- [41] TSE EN 62471: 2008, Lamba ve lamba sistemlerinin fotobiyolojik güvenliği.
- [42] Sliney D, Wolbarsht M. Safety with Lasers and Other Optical Sources, Plenum Press, New York, 1980.
- [43] American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Documentation of the Threshold Limit Values for Physical Agents, Cincinnati, 1980.
- [44] Yön R. Afşin-Elbistan Santralleri Bölgesinde EMA Haritası Çıkarılması ve Çevrede Yaşayanlarda Sağlık Durumunun Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
- [45] ICNIRP guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 180 nm and 1,000 μ m, Health Physics, 105(3); 271-295, 2013.
- [46] ICNIRP guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation), Health Physics, 87(2); 171-186, 2004.
- [47] ICNIRP guidelines on limits of exposure to incoherent visible and infrared radiation, Health Physics, 105(1); 74-96, 2013.
- [48] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), Aim, Status & History, <http://www.icnirp.org/en/about-icnirp/aim-status-history/index.html> (Erişim tarihi: 18.11.2015).
- [49] TS EN 14255-1: 2005 Measurement and assessment of personal exposures to incoherent optical radiation — Part 1: Ultraviolet radiation emitted by artificial sources in the workplace.
- [50] TS EN 14255-2: 2005 Measurement and assessment of personal exposures to incoherent optical radiation — Part 2: Visible and infrared radiation emitted by artificial sources in the workplace.
- [51] Andersen F A, Landry R J. Optical Radiation Measurements and Instrumentation, The Journal of Investigative Dermatology, 77; 8-12, 1981.
- [52] International Electrotechnical Commission, IEC 60825-14, Safety of Laser Products - Part 14: A User's Guide, 2004.
- [53] Laser Institute of America, Laser Safety Guide, Orlando, 2007.

- [54] 11.09.2013 tarihli ve 28762 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

SOYADI, Adı : ERDEM, Mehmet Çağrı
Doğum tarihi ve yeri : 1978, Mersin
Telefon : (312) 296 6800
E-Posta : cagri.erdem@csgb.gov.tr



Eğitim

Derece	Okul	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Houston Üniversitesi/ İşletme	2004
Lisans	Ankara Üniversitesi / Fizik	2000
Lise	Ankara Atatürk Lisesi	1994

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
20012- (Halen)	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı	İş Sağlığı ve Güvenliği Uzm. Yrd.

Yabancı Dil

İngilizce (YDS-2015: 92,5)

Yayınlar

-

Mesleki İlgi Alanları

Radyasyon, risk değerlendirmesi, mevzuat

Hobiler

Sinema, kitap, yüzme

EKLER

Ek Listesi

Ek-1 Avrupa Birliği Ülkelerinin Yapay Optik Radyasyon İle İlgili Yasal Düzenlemeleri ve Tarihleri.....	89
Ek-2 2006/25/EC Sayılı Direktifin Uygulama Rehberine Yönelik Çalışma.....	93
Ek-3 2006/25/EC Sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifinin Türkçe Tercümesi.	121
Ek-4 İşverenlere Yönelik İntibak Rehberi.....	135
Ek-5 Optik Radyasyon İle İlgili Bazı Standartlar.....	141

EK-1

**AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİNİN YAPAY OPTİK RADYASYON İLE İLGİLİ
YASAL DÜZENLEMELERİ VE TARİHLERİ**

Ülke	Düzenlemenin Adı	Ülkenin Resmi Gazetesinde Yayınlanma Tarihi
Belçika	FEDERALE OVERHEIDSDIENST WERKGELEGENHEID, ARBEID EN SOCIAAL OVERLEG - 22 APRIL 2010. - Koninklijk besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van kunstmatige optische straling op het werk.	06.05.2010
Bulgaristan	Наредба № 5 от 11 юни 2010 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на из-куствени оптични лъчения	29.06.2010
Çek Cumhuriyeti	Nařízení vlády č. 106/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením	19.04.2010
Danimarka	Bekendtgørelse om beskyttelse mod udsættelse for kunstig optisk stråling i forbindelse med arbejdet	29.05.2010
Almanya	Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 2006/25/EG zum Schutz der Arbeitnehmer vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung und zur Änderung von Arbeitsschutzverordnungen vom 19. Juli 2010	26.07.2010
Estonya	Tööttervishoiu ja tööohutuse nõuded tehislikust optilisest kiirgusest mõjutatud töökeskkonnas, tehisliku optilise kiirguse piinormid ja kiirguse mõõtmise kord1	22.04.2010
İngiltere	The Control of Artifical Optical Radiation at Work Regulations 2010	06.04.2010

Ülke	Düzenlemenin Adı	Ülkenin Resmi Gazetesinde Yayınlanma Tarihi
İrlanda	S.I. No. 176 of 2010 SAFETY, HEALTH AND WELFARE AT WORK (GENERAL APPLICATION) (AMENDMENT) REGULATIONS 2010	04.05.2010
Yunanistan	Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (τεχνητή οπτική ακτινοβολία), σε συμμόρφωση με την οδηγία 2006/25/EK.	01.09.2010
İspanya	Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales	24.04.2010
Fransa	Décret no 2010-750 du 2 juillet 2010 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements optiques artificiels	04.07.2010
Hırvatistan	Pravilnik o temeljnim zahtjevima za uređaje koji proizvode optičko zračenje te uvjetima i mjerama zaštite od optičkog zračenja	İlk defa 2003 yılında yayımlamıştır, 2004 yılında aday üyeliğe geçmesiyle birlikte 2007 yılında güncelleyerek uyumlaştırma yapmıştır. 01.07.2013 yılında da AB üyesi olmuştur.
İtalya	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.	30.04.2008
Kıbrıs Rum Kesimi	Οι Περί Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (Τεχνητή Οπτική Ακτινοβολία) Κανονισμοί του 2010.	11.06.2010

Ülke	Düzenlemenin Adı	Ülkenin Resmi Gazetesinde Yayınlanma Tarihi
Letonya	Ministru kabineta 2009.gada 30.jūnija noteikumi Nr.731 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret mākslīgā optiskā starojuma radīto risku darba vidē"	07.07.2009
Litvanya	Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. gruodžio 14 d. įsakymas Nr.A1-366/V-1025 „Dėl darbuotojų apsaugos nuo dirbtinės optinės spinduliuotės keliamos rizikos nuostatų patvirtinimo“	22.12.2007
Lüksemburg	Règlement grand-ducal du 26 juillet 2010 1. relatif aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des salariés aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels et rayonnement solaire) 2. portant modification du règlement grand-ducal modifié du 17 juin 1997 concernant la périodicité des examens médicaux en matière de médecine du travail.	12.08.2010
Macaristan	Az egészségügyi miniszter 22/2010. (V. 7.) EüM rendelete a munkavállalókat érő mesterséges optikai sugárzás expozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről	05.08.2010
Malta	L.N. 250 of 2010 OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AUTHORITY ACT (CAP. 424) Work Place (Minimum Health and Safety Requirements for the Protection of Workers from Risks resulting from Exposure to Artificial Optical Radiation) Regulations, 2010	30.04.2010
Hollanda	Besluit van 1 februari 2010 tot wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit, houdende regels met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van kunstmatige optische straling	09.03.2010
Slovenya	Uredba o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem	30.04.2010

Ülke	Düzenlemenin Adı	Ülkenin Resmi Gazetesinde Yayınlanma Tarihi
Avusturya	Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, mit der die Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor der Einwirkung durch optische Strahlung (Verordnung optische Strahlung – VOPST) erlassen wird und mit der die Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz und die Verordnung über Beschäftigungsverbote und –beschränkungen für Jugendliche geändert werden	08.07.2010
Polonya	Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 27 maja 2010 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z ekspozycją na promieniowanie optyczne	09.06.2010
Portekiz	Assembleia da República-Estabelece as prescrições mínimas para protecção dos trabalhadores contra os riscos para a saúde e a segurança devidos à exposição, durante o trabalho, a radiações ópticas de fontes artificiais, transpondo a Directiva n.º 2006/25/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril.	30.08.2010
Romanya	Hotărârea Guvernului privind cerințele minime de securitate și sănătate în muncă referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de radiațiile optice artificiale	25.06.2010
Slovakya	Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 410/2007 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou umelému optickému žiareniu	01.09.2007
Finlandiya	Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemiseksi optiselle säteilylle altistumisesta aiheutuvilta vaaroilta / Statsrådets förordning om skydd av arbetstagare mot risker som uppstår vid exponering för optisk strålning	05.03.2010
İsveç	Arbetsmiljöverkets föreskrifter om artificiell optisk strålning (AFS 2009:7)	10.11.2009

EK-2

2006/25/EC SAYILI DİREKTİFİN UYGULAMA REHBERİNE YÖNELİK ÇALIŞMA

Bu bölümde çalışanların yapay optik radyasyondan kaynaklanan risklere maruz kalmasına yönelik olarak minimum sağlık ve güvenlik gereksinimleri ile ilgili olarak 2006/25/EC sayılı Direktifte yer alan hususlardan “Maruziyet sınır değerleri”, “Maruziyetin belirlenmesi”, “Risk değerlendirmesi”, “Maruziyetin önlenmesi veya azaltılması” ve eş zamanlı olmayan radyasyon ve lazer radyasyon maruziyet sınır değerlerine ilişkin Direktifin ekleri hakkında daha detaylı bilgi verilecektir.

Maruziyet sınır değerleri

Doğal kaynaklar dışındaki diğer kaynaklardan yayılan eş zamanlı olmayan optik radyasyon için ve lazer radyasyonu için maruziyet sınır değerleri Direktifin eklerinde yer almaktadır. Bu sınır değerleri; değişik dalga boyları, maruziyet süresi ve hedef dokuya bağlı olarak meydana gelebilecek tehlikeleri göz önüne alarak optik radyasyonun biyolojik etkinliğini dikkate almaktadır.

Sınır değerlerini anlamlandırabilmek için EK-1 Tablo 1.’de de verilen [15, 39] radyometrik miktarlardan ve birimlerden kısaca bahsetmenin faydalı olacağı değerlendirilmiştir.

Optik radyasyon için radyometrik ve fotometrik olmak üzere iki miktar ve birim sistemi kullanılır. Radyometrik miktarlar optik radyasyon yayınımlı veya maruziyetini tanımlamak için kullanılan fiziksel sistemdir. Fotometrik sistem ise radyometrik sistemin bir alt kümesidir, insan gözünün optik radyasyona tepkisine dayanır ve sadece görünür radyasyon için kullanılır. Radyometrik sistem esas olarak optik radyasyonun tehlikelerini değerlendirmek için kullanılır. Fotometrik sistem ise görünür radyasyonun maruziyet limitlerini ve aydınlatma gereksinimlerini nitelendirmek için kullanılır [15].

EK-1 Tablo 1. Radyometrik miktarlar ve birimler

Miktar	Sembol	Tanımlayan Eşitlik	Birim
Radyant Enerji	Q		Joule (J)
Radyant Güç	Φ		Watt (W)
Işınlanma [40] (Irradiance)	E	$E = \frac{d\Phi}{dA}$	$W \cdot m^{-2}$
Aydınlatma şiddeti [41] (Illuminance)	E_e		$lm \cdot m^{-2}$ (1 $lm \cdot m^{-2}$ = 1 lux)
Işınlama miktarı [41] (Radiant exposure)	H	$H = \frac{dQ}{dA}$	$J \cdot m^{-2}$
Işınlama [40] (Radiance)	L		$W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$
Aydınlık [41] (Luminance)	L_v		$cd \cdot m^{-2}$

Her iki sistem için de benzer miktarlar şu şekildedir: ışınlama-aydınlatma şiddeti, ışınlama-aydınlık, ışıma şiddeti-ışık şiddeti, ışınlama miktarı-ışığa maruz kalma. Örneğin ışınlama tüm optik dalga boyları için radyometrik parlıltı, aydınlık ise sadece görünür dalga boylarında göz tarafından algılanan parlıltıdır. Her iki sistem arasında dönüşüm mümkündür ancak spektral veri ve dalga boyuna bağlı dönüşüm faktörü (ışıksal verim=luminous efficacy) kullanımı gerekmektedir çünkü göz her dalga boyuna eşit şekilde tepki göstermez. Spektral veri genellikle spektral ışınlama miktarında verilir ($E \cdot \lambda$) ve $W \cdot m^{-2} \cdot nm^{-1}$ veya $W \cdot m^{-3}$ birimdir. Spektral ışınlama dar spektral banttaki ışınlamadır. Işınlama, kaynağın radyometrik parlaklığıdır; birim alan ve birim katı aç başına düşen radyant güçtür. Burada katı aç genellikle koni olarak tanımlanır (akının yönüne dik kaynak yüzeyinden yansıtılan alan) [42]. Işınlanma fotobiyolojideki doz oranıdır ve belli bir yüzeyden geçen radyant gücün o yüzeyin alanına oranıdır. Işınlama miktarı, radyant enerjinin fotobiyolojik dozudur. Dolayısıyla optik radyasyondaki miktar metrekare başına Joule'dir ($J \cdot m^{-2}$) halbuki miktar oranı metrekare başına Watt'tır ($W \cdot m^{-2}$) (1 W=1 J/s) [15].

Aydınlatma için (illumination) temel kavramlar aydınlık (luminance) ve aydınlatma şiddetidir (illuminance). Aydınlık nesnenin parlaklığı veya yüzeyin birim alanı başına ışığın şiddetidir

ve birimi metrekare başına kandeladır (cd.m^{-2}). Aydınlatma şiddeti (illuminance) ise yüzeyin birim alanından geçen ışık akısıdır ve birimi lm.m^{-2} 'dir.

Günümüzde değişik kurumlar tarafından belirlenen maruziyet sınır değerleri, temel olarak hayvanlar üzerindeki akut etkilere dayalı empirik çalışmalar ve sınırlı sayıdaki epidemiyolojik çalışmaların çıkarsamalarından (ekstrapolasyon) elde edilmektedir [17]. Maruziyet sınır değerlerini belirleyen kuruluşlardan bir tanesi ACGIH'dır. ACGIH, biyoefekt araştırmalarını esas alarak mor ötesi, görünür ve kızıl ötesi dalga boyu aralıklarındaki geniş bant kaynaklar için mesleki maruziyet eşik değerleri belirlemiştir [43]. Avrupa Birliği üye ülkeleri de dâhil olmak üzere birçok ülkede ise Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICNIRP) tarafından belirlenmiş olan sınır değerleri kullanılmaktadır [44]. Farklı kuruluşların belirlediği bu değerler arasında önemsiz sayılacak küçük farklılıklar bulunmakla birlikte [17], 2006/25/EC sayılı Direktifte de ICNIRP'ın rehberleri kullanıldığı için bu çalışmada da ICNIRP'ın mor ötesi radyasyona, lazerlere ve görünür ve kızıl ötesi radyasyona yönelik rehberleri esas alınacaktır [45-47].

Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu: Radyasyondan korunma konusunda tüm dünyadan profesyonelleri temsil eden uluslararası örgüt olan Uluslararası Radyasyondan Korunma Derneği (IRPA)'nın 1973 yılında düzenlediği 3. Uluslararası Kongre'de ilk defa iyonize olmayan radyasyondan korunma ile ilgili bir bölüm düzenlenmiştir. Bunu 1974 yılında iyonize olmayan radyasyon ile ilgili bir Çalışma Grubu kurulması ve 1975 yılında iyonize olmayan radyasyon alanını inceleyecek bir Etüt Grubu kurulması izlemiştir. 1977 yılında 4'üncü IRPA Uluslararası Kongresi'nde Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyon Komitesi (INIRC) oluşturulmuştur. Bu komite ICNIRP'ın selefidir. 1992 yılında Montreal'de gerçekleştirilen 7'nci IRPA Uluslararası Kongresi'nde ICNIRP bağımsız bir komisyon olarak kurulmuştur.

ICNIRP, Almanya'nın Münih kentine kayıtlı bilimsel amaçlı kar amacı gütmeyen kuruluştur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından resmi olarak tanınmaktadır. ICNIRP, Avrupa Komisyonu'na da danışmanlık yapmaktadır.

ICNIRP'ın hedefi insanları ve çevreyi iyonize olmayan radyasyonun (NIR) olumsuz etkilerinden korumaktır. Bu doğrultuda ICNIRP, iyonize olmayan radyasyonun sınırlanması

konusunda bilimsel tavsiyeler geliştirmekte ve yaymaktadır. Fizik, biyoloji, epidemiyoloji ve kimya gibi alanlarda farklı ülkelerden uzmanlar ICNIRP'ta ve ICNIRP ile birlikte NIR maruziyetinin risklerini değerlendirmek ve maruziyet ile ilgili rehberlik yapmak üzere çalışmaktadır. ICNIRP uzmanları tavsiyelerini; tüm NIR frekans aralığında radyasyonun biyolojik etkileri ve işlem mekanizması ile ilgili bilimsel yayınlara dayandırmaktadırlar. ICNIRP'ın korunma tavsiyeleri rehberler, dergiler ve raporlar şeklinde yayımlanır ve online olarak ücretsiz bir şekilde sunulur. ICNIRP ayrıca NIR'dan korunma konusunda mevcut bilimsel gelişmeler hakkında bilgilendirmek ve NIR'dan korunma konusundaki ilişkileri artırma fırsatı sağlamak amacıyla çalıştaylar düzenlemektedir [48].

Lazer için maruziyet sınır değerleri

Bu çalışmanın ikinci bölümde bahsedilen lazer sınıflandırmaları, kullanıcılara lazer demetinin tehlikesinin büyüklüğü konusunda rehberlik sağlar. Sınıf 1 lazer ürünleri normal kullanımlarda güvenlidir ve bundan dolayı daha fazla değerlendirmeye ihtiyaç bulunmamaktadır. Ancak idame ettirilen veya hizmete sokulan Sınıf 1 lazer ürünü gömülü olarak daha üst sınıfta bir lazer içeriyorsa, ilave değerlendirme gerekmektedir. Aksi bir bilgi verilmediği sürece işverenler, Sınıf 3B ve Sınıf 4 lazerlerin gözde yaralanmaya yol açabileceği riskinin bulunduğunu varsaymalıdır. Sınıf 4 lazerler ilaveten cilt yaralanmaları riskini de taşımaktadır.

Lazer radyasyonu için maruziyet sınır değerleri Direktifin Ek-2'sinde yer almaktadır. Bu sınır değerleri, ışınlama ($W.m^{-2}$) veya ışınlama miktarı ($J.m^{-2}$) biriminde verilmektedir.

Lazer demetinden kaynaklanan ışınlama veya ışınlama miktarı hesaplanırken, Direktifin Ek-2'sinde yer alan 2.2, 2.3 ve 2.4 tablolarında belirtildiği gibi limitleme aralığı, verilen bir aralık aracılığıyla ortalama değer olarak alınmalıdır.

Doğru maruziyet sınır değerini tablosunu bulmak için hangi tabloların kullanılması gerektiği aşağıda belirtilmektedir:

- Göz maruziyeti – kısa süre (<10 s) – Tablo 2.2
- Göz maruziyeti –10 s ve fazlası – Tablo 2.3
- Cilt maruziyeti – Tablo 2.4

Maruziyetin süresine karar verirken önemli olan maruziyetin kazara mı yoksa bilerek mi olduğudur. Kazara maruziyet için; eğer maruz kalan organ göz ise; 400nm – 700nm lazer demetleri için 0,25 sn ve diğer tüm dalga boyları için 10 sn'nin maruziyet süresi olarak kullanılmasının uygun tehlike kriterlerini belirlemek için yeterli olacağı belirtilmektedir çünkü gözün kendi kendine kaçınma hareketi bu sürelerin üstündeki maruziyetin etkisinin değerlendirilmesi ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır [45].

Maruziyetin ortalamasını almak için kullanılan aralıklardan geçen ve sınır değeri aşmayan maksimum gücün hesaplanması mümkündür. Bir örnek olarak küçük bir kaynaktan sürekli lazer demetlerine göz maruziyeti için hesaplama sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır [4]:

EK-1 Tablo 2. Küçük bir kaynaktan sürekli lazer demetlerine göz maruziyeti için örnek hesaplama [4]

Dalga boyu aralığı (nm)	Sınırlama aralığı (mm)	Maruzi yet süresi (s)	Maruziyet Sınır Değeri ($W.m^{-2}$)	Aralıktan geçen maksimum güç (W)
180 to 302.5	1	10	3	0,0000024
≥ 302.5 to 315	1	10	3,16 - 1000	0,0000025 - 0,00079
305	1	10	10	0,0000079
308	1	10	39,8	0,000031
310	1	10	100	0,000079
312	1	10	251	0,00020
≥ 315 to 400	1	10	1000	0,00079
≥ 400 to 450	7	0.25	25,4	0,00098
≥ 450 to 500	7	0.25	25,4	0,00098
≥ 500 to 700	7	0.25	25,4	0,00098
≥ 700 to 1050	7	10	10 - 50	0,00039 - 0,0019

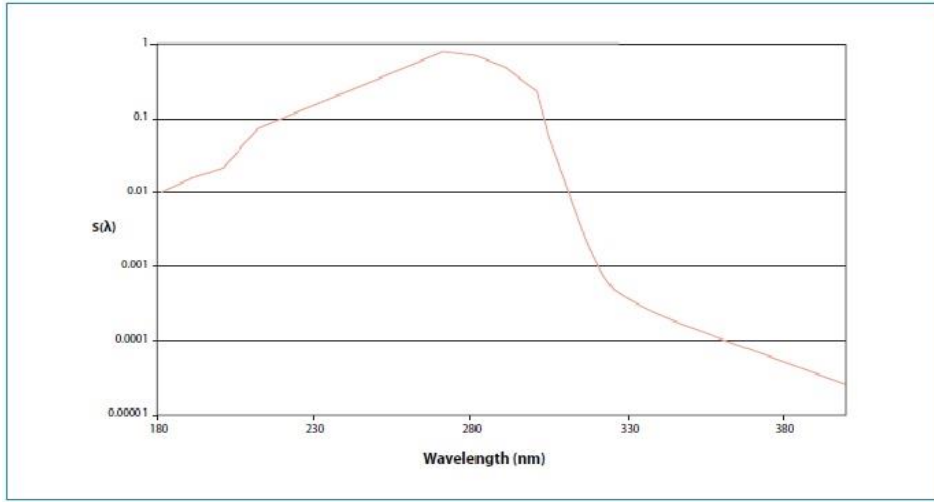
EK-1 Tablo 2. Küçük bir kaynaktan sürekli lazer demetlerine göz maruziyeti için örnek hesaplama (devam)

750	7	10	12,5	0,00049
800	7	10	15,8	0,00061
850	7	10	19,9	0,00077
900	7	10	25,1	0,00097
950	7	10	31,6	0,0012
1000	7	10	39,8	0,0015
≥ 1050 to 1400	7	10	50 - 400	0,0019 - 0.015
≥ 1050 to 1150	7	10	50	0,0019
1170	7	10	114	0,0044
1190	7	10	262	0,010
≥ 1200 to 1400	7	10	400	0,015
≥ 1400 to 1500	3.5	10	1000	0,0096
≥ 1500 to 1800	3.5	10	1000	0,0096
≥ 1800 to 2600	3.5	10	1000	0,0096
≥ 2600 to 10^5	3.5	10	1000	0,0096
$\geq 10^5$ to 10^6	11	10	1000	0,095

Eş zamanlı olmayan (geniş bant) optik radyasyon için maruziyet sınır değerleri

Eş zamanlı olmayan optik radyasyon için maruziyet sınır değerlerinin kullanımı lazer radyasyondan genel olarak daha karmaşıktır. Bunun sebebi çalışanın maruziyet potansiyelinin tek bir dalga boyundan ziyade birden çok dalga boyu aralığında olmasıdır. Ancak, daha detaylı bir değerlendirme gerekip gerekmediğini tespit etmek için basitleştirme yaklaşımları uygulamak mümkündür.

Üç tane boyutsuz değiştirme faktörü Direktifin Ek-1’inde Tablo 1.2 ve 1.3’te verilmektedir. EK-1 Şekil 1.’de yer alan ağırlık fonksiyonu $S(\lambda)$ [4], 180-400 nm arasına uygulanır ve göz ve deri üzerine olumsuz sağlık etkisinin dalga boyu bağlantısını hesaba katmak için spektral ışınlanma veya spektral ışınlama miktarı verisini modifiye etmek için kullanılır. Ağırlık fonksiyonu uygulandığında sonraki veri genellikle efektif ışınlanma veya efektif ışınlama miktarı terimleriyle adlandırılır.



EK-1 Şekil 1. Ağırlık fonksiyonu $S(\lambda)$ [4]

$S(\lambda)$ için tepe değeri 270 nm’de 1’dir. Basit bir yaklaşım 180 nm ile 400 nm arasındaki bütün yayınımların 270 nm olduğunu varsaymaktır ($S(\lambda)$ fonksiyonu 270 nm’de maksimum değer olan 1 olacağı için diğerleri ihmal edilebilir). Maruziyet sınır değeri ışınlama miktarı ($J.m^{-2}$) olarak ifade edildiğinden; kaynağın ışınlanması biliniyorsa, çalışanın $30 J.m^{-2}$ olarak belirlenen sınır değeri aşmadığı sürece maruz kalabileceği maksimum süreyi bulmak için aşağıdaki tablo kullanılabilir [4].

EK-1 Tablo 3. Maruziyet süresi tablosu [4]

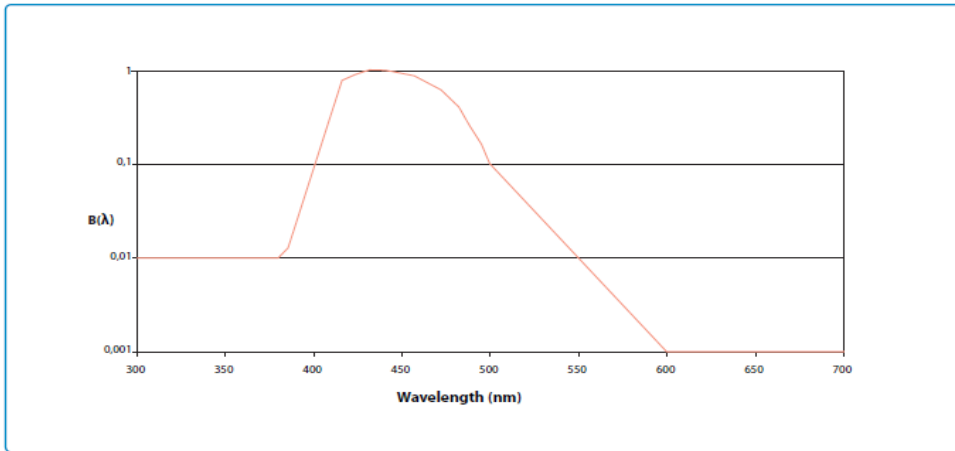
Günde 8 saatlik çalışma için maruziyet süresi	ışınlanma (Efektif) – $W.m^{-2}$
8 saat	0,001
4 saat	0,002
2 saat	0,004
1 saat	0,008
30 dakika	0,017
15 dakika	0,033

EK-1 Tablo 3. Maruziyet süresi tablosu (devam)

10 dakika	0,05
5 dakika	0,1
1 dakika	0,5
30 saniye	1,0
10 saniye	3,0
1 saniye	30
0.5 saniye	60
0.1 saniye	300

Bütün yayınının 270 nm olduğu varsayılarak maruz kalınan süre aşılmadığı sürece ilave bir değerlendirme yapmaya gerek bulunmamaktadır. Eğer bu değer aşılyorsa aşılyorsa daha detaylı bir spektral değerlendirme yapılması gerekir.

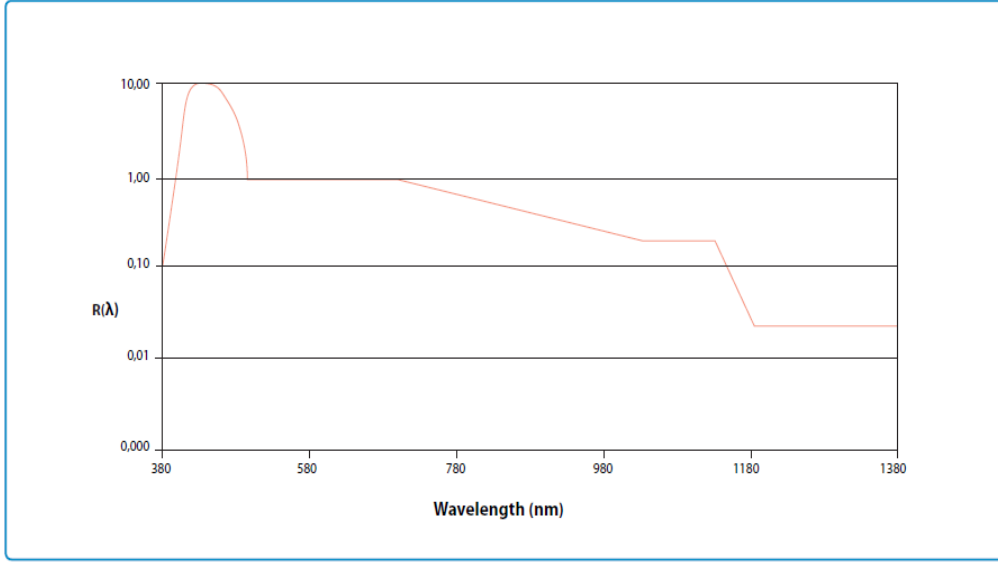
EK-1 Şekil 2.'de yer alan ağırlık fonksiyonu $B(\lambda)$ faktörü [4] 300 nm – 700 nm arasında, göz için fotokimyasal hasar riskinin dalga boyu bağlantısını hesaba katmak için uygulanır. Dalga boyu bağlantısı aşağıda gösterilmektedir.



EK-1 Şekil 2. Ağırlık fonksiyonu $B(\lambda)$ [4]

Tepe değeri 435-440 nm arasında 1'dir. Eğer 300 nm ile 700 nm arasındaki bütün yayınımların 440 nm civarında olduğu kabul edildiğinde sınır değeri aşılmıyorsa ($B(\lambda)$ fonksiyonu maksimum değeri olan 1 olduğundan fonksiyonun tamamı ihmal edilebilir) detaylı bir değerlendirme yapıldığında da aşılmayacaktır.

EK-1 Şekil 3.'te yer alan ağırlık faktörü $R(\lambda)$ [4], 380 nm ve 1400 nm arası için tanımlanmıştır ve aşağıda gösterilmektedir.



EK-1 Şekil 3. Ağırlık faktörü $R(\lambda)$ [4]

Tepe değeri 435-440 nm arasında 10'dur. Eğer 380 nm ile 1400 nm arasındaki bütün yayınımların 440 nm civarında olduğu kabul edildiğinde sınır değer aşılmıyorsa ($R(\lambda)$ fonksiyonunun maksimum değeri 10 olduğundan, bütün ağırlıklandırılmamış değerlerin basitçe 10 ile çarpımına eşittir) detaylı bir değerlendirme yapıldığında da aşılmayacaktır.

Direktifin Ek-1'indeki Tablo 1.1 farklı dalga boyları için maruziyet sınır değerlerini vermektedir. Bazı dalga boyu bölgelerinde birden fazla maruziyet limiti bulunmaktadır. Bu durumlarda hiçbir ilgili maruziyet limiti aşılmamalıdır.

Maruziyetin belirlenmesi

Direktifin esası, çalışanların eklerde yer alan maruziyet limitlerini aşacak ölçülerde yapay optik radyasyona maruz kalmamalarını işverenlerin sağlamalarıdır. İşverenler bunu; radyasyon kaynağıyla beraber sağlayacağı bilgiyle, kendisinin yapacağı veya yaptıracığı teorik değerlendirmeler veya ölçümlerle yapılacak genel özellikte değerlendirmeler ile sağlayabilirler. Direktifte herhangi bir metodoloji belirlenmemiştir. Dolayısıyla bu hedefe nasıl ulaşacağı işverene kalmıştır. Ancak, işverenlere mevcut yayımlanmış standartlar, bunun uygun olmadığı durumlarda da mevcut ulusal veya uluslararası bilimsel temelli rehberler tavsiye edilir.

Bütün çalışanlar yapay optik radyasyona maruz kalmaktadır. Mor ötesi, kızıl ötesi ve görünür ışık kaynakları için örnekler bu tez çalışmasının ikinci bölümünde yer almaktadır. Çalışanların maruziyet sınır değerlerini aşan seviyelerde maruz kalmaları riskini taşıyan kaynakların yani çalışan için tehlikeli olan kaynakların uygun şekilde değerlendirilmeleri gerekmektedir. Makul şekilde öngörülebilir şartlar altında risk içermeyen ve güvenli ışık kaynakları diye adlandırılan kaynakların detaylı bir şekilde değerlendirilmesine ihtiyaç bulunmamaktadır.

Yapay optik radyasyona maruz kalınan kaynak önemsiz ise, başka işlem yapmaya gerek yoktur. Bazı işverenler, kaynakları gözden geçirip bu sonuca vardıklarını kayıt altına almayı tercih edebilirler. Eğer kaynaklar önemsiz değilse veya riskler bilinmiyorsa, gerekli olduğu durumlarda işveren riski değerlendirecek süreci takip etmeli uygun kontrol önlemlerini uygulamalıdır.

Optik radyasyonun ışıınının çok küçük veya çok büyük olduğu durumlarda detaylı bir değerlendirme yapmanın gereği yoktur. Bütün kaynakların yayınım karakteristiklerinin önemsiz olduğu veya maruziyet süresinin çok kısa olduğu, çalışanın maruziyet sınırlarını aşmasının imkansız olduğu durumlarda detaylı bir değerlendirme yapmaya gerek bulunmamaktadır. Benzer şekilde yayınının çok büyük olduğunun bilindiği ve/veya maruziyet süresinin çok olduğu böylece sınır değerlerin aşılabacağı ve önlem alınması gerektiğinin bilindiği kaynaklar için de detaylı bir değerlendirme yapmak gereksizdir. Eğer sınır değerlerin aşılp aşılmadığı önceden bilinmiyorsa bu durumda detaylı bir değerlendirme yapmak gerekmektedir [49, 50].

Özellikle eş zamanlı olmayan (geniş bant) optik radyasyon ölçümü çok iyi eğitim almış uzmanlar tarafından gelişmiş, karmaşık ve pahalı ekipmanlar kullanılarak yapılmalıdır. Ölçümün kendisi ayrıca karmaşıktır çünkü belirlenecek optik radyasyon miktarı yapılacak uygulamaya göre değişir. Örneğin gözün retinası için tehlike potansiyeli belirlenmek istenen optik radyasyon miktarı, gözün korneası veya deri için tehlike potansiyelini değerlendirmek için gerekenden farklıdır [51]. Bu sebeple Direktifin 4. maddesinde işverenin maruziyetin seviyesini belirlemek için ölçüm ve/veya hesaplama yapabileceği belirtilmiş [28], Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanmış olan Direktifin uygulama rehberinde ise ölçüm yapmak yerine hesaplama yapmanın daha uygun olacağını belirtmektedir [4]. Optik radyasyon

maruziyetinin, etki eden kaynaklara ve etkilenen bölgelere göre hesaplanmasına yönelik pek çok bilimsel çalışma ve standart mevcuttur. Örneğin ILO'nun yayımlamış olduğu İş Sağlığı ve Güvenliği Ansiklopedisi'nde UV, IR ve görünür radyasyonun her biri için ölçüm yapma teknikleri anlatıldığı gibi TS EN 14255-1'de UV radyasyon için, TS EN 14255-2'de de IR ve görünür radyasyon için ölçme ve değerlendirmenin nasıl yapılacağı detaylı olarak yer almaktadır. Bu sebeple hesaplama ve ölçüm yöntemleri bu tezin kapsamı dışında tutulmuştur.

Optik radyasyon yayan ürünler, yayınının özellikleri, ölçüm yöntemleri ve korunma tedbirlerini içeren pek çok uluslararası standart mevcuttur. Bu standartlara örnekler bu çalışmanın Ek-5'inde yer almaktadır.

Risk değerlendirme

Daha önce de belirtildiği gibi 2006/25/EC sayılı Direktif, 89/391/EEC sayılı Direktifin bir alt düzenlemesidir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda 89/391/EEC sayılı Direktif ile uyumludur. Bu sebeple 2006/25/EC sayılı Direktifteki gereksinimler 6331 sayılı Kanun'un gereksinimleri ile uyumludur.

6331 sayılı Kanun'un "Risk değerlendirme, kontrol, ölçüm ve araştırma" başlıklı 10. maddesi risk değerlendirme ile ilgili genel hususları belirlemektedir. Risk değerlendirme ile ilgili daha detaylı düzenlemeler ise 29/12/2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği"nde belirtilmektedir. Taslak Yönetmelik'te belirtilen risk değerlendirme de "İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği"ne uygun şekilde yapılacaktır.

İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği'nde belirtildiği üzere ilk önce yapay optik radyasyon maruziyetine sebep olabilecek tüm kaynakların ve kimlerin maruz kalabileceğinin belirlenmesi gerekmektedir. Hangi kaynakların önemsiz olduğuna karar verilmesi ve hangi maruziyet durumlarının daha fazla değerlendirme gerektirdiğinin belirlenmesi gerekmektedir. Birden fazla kaynağa maruziyette dikkate alınarak maruziyetin, sınır değerleri ile karşılaştırılması gerekmektedir. Maruziyet sınır değerlerinin aşılması durumu söz konusu ise alınması gereken önlemler belirlenmeli ve gerekli işlemler yapılmalıdır. Kişisel korunma yöntemlerinden ziyade toplu korunma yöntemlerine öncelik

verilmelidir. Risk değerlendirmesinin etkili olup olmadığı veya önleyici işlemlerin uygun olup olmadığını tespit etmek önemlidir. Bunun için süreç izlenmeli ve gerekirse risk değerlendirmesi yenilenmelidir. Yapay optik radyasyon kaynağı değiştiğinde veya çalışma yöntemleri değiştiğinde risk değerlendirmesini gözden geçirmek de önemlidir. Ayrıca çalışan personelin sağlık durumundaki değişiklikler de dikkate alınarak risk değerlendirmesinin yenilenip yenilenmeyeceği belirlenmelidir; örneğin çalışanda sağlık sorunları sebebiyle ışığa karşı duyarlılık oluştuysa bu durumda da risk değerlendirmesinin yenilenmesi gerekebilir.

Maruziyet riski belirlenirken maruziyet senaryolarının iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Örneğin, iyi koşutlanmış lazer demetleri iş yerinde mevcut olabilir ve lazer demetine maruziyet riski düşük olabilir ancak eğer maruziyet gerçekleşirse oluşacak sonuçlar büyük olabilir. Çok sayıda eş fazlı olmayan yapay kaynakların sebep olacağı optik radyasyona maruziyet riski yüksek olabilir ama sonuçları düşüktür. Her ne kadar mor ötesi radyasyon için maruziyet sınır değerleri, çalışanın günlük çalışma süresi boyunca alacağı en fazla ışıınımı belirlemek için kullanılabilse de; her iş günü için bu tür tekrarlayan maruziyetler ideal değildir; bu durumlarında risk değerlendirmesinde dikkate alınması gerekmektedir. Mor ötesi radyasyon maruziyetini maruziyet limit değerlerinde tutmak yerine makul şekilde uygulanabilir seviyede düşüklükte tutmak dikkate alınmalıdır.

Pek çok işyeri için maruziyet riskini ölçme gereksinimini doğrulamak; yüksek, orta veya düşük ihtimal diye sınıflandırmanın ötesinde pek mümkün değildir.

Ancak, değerlendirme yaparken Direktifin 4'üncü maddesinde yer alan ve aşağıdaki tabloda belirtilen hususlara ayrıca dikkat edilmesi gerekmektedir.

EK-1 Tablo 4. Risk değerlendirmesi sırasında dikkate alınması gereken özel hususlar

Dikkat edilecek husus	Açıklama
(a) Optik radyasyona maruziyet seviyesi, dalga boyu aralığı ve maruziyetin süresi	Dikkate alınacak temel bilgidir. Eğer maruziyet seviyesi, günlük çalışma süresine uygulanan maruziyet limitinin oldukça altındaysa veya (g)'de belirtilen çoklu kaynağa maruziyet söz konusu olmadıkça daha fazla değerlendirmeye ihtiyaç olmadığı değerlendirilmektedir.
(b) Maruziyet sınır değerleri	(a)'da yer alan bilgidен, uygulanabilir maruziyet limit değerlerini belirlemek mümkündür.

EK-1 Tablo 4. Risk değerlendirmesi sırasında dikkate alınması gereken özel hususlar (devam)

(c) Özel politika gerektiren çalışanların sağlık ve güvenliği ile ilgili her türlü etki	örneğin özellikle ışığa karşı hassasiyeti olduğu bilinen çalışanlar olabilir. İşveren bu durumda çalışma faaliyetine yönelik modifikasyon yapmasının gerekip gerekmediğini değerlendirebilir.
() Optik radyasyon ve ışığa duyarlı hale getiren kimyasal maddeler arasında işyerinde meydana gelecek etkileşimlerin, çalışanların sağlık ve güvenliğine muhtemel etkileri	İşverenlerin, işyerinde kullanılan kimyasal maddelerin fotosensitizasyon ihtimalini dikkate almaları önerilir. Bununla birlikte, (c)'de olduğu gibi, işveren, çalışanlar tarafından dile getirilen ve işyeri dışında kullanılan kimyasal maddelerin sebep olduğu fotosensitivite konusunu da dikkate alması gerekir.
(d) Geçici körlük, patlama veya yangın gibi dolaylı etkiler	Bazı işlerde gözlerin parlak ışığa maruz kalması söz konusu olabilir. Normal korunma tepkileri, maruziyet limit değerlerinin altındaki maruziyet seviyelerinde korunma sağlayabilir. Ancak, işveren dikkat dağınıklığı, göz kamaşması, parıldama ve ardıl görüntüye sebep olabilecek ve maruz kalındığında çalışanların ve diğerlerinin güvenliğini tehlikeye atabilecek yapay optik radyasyon kaynaklarını dikkate almalıdır. Bazı yapay optik radyasyon kaynaklarından çıkan optik radyasyon, patlama ve yangına sebep olabilecek kapasitede olabilir. Bu özellikle sınıf 4 lazerler için söz konusudur fakat özellikle yanıcı ve patlayıcı ajanlar mevcutsa diğer kaynaklar için de dikkate alınmalıdır.
(e) Yapay optik radyasyon maruziyet seviyesini azaltmak için tasarlanmış yedek ekipmanın mevcudiyeti	Bu madde özellikle çalışanların yapay optik radyasyona maruziyetlerinin, maruziyet sınır değerlerinin üstünde olma ihtimali söz konusu olduğu durumlar içindir.
(f) Sağlık gözetiminden elde edilen bilgiler	Yapılan sağlık muayeneleri neticelerinin risk değerlendirmesi için kullanılması gerekmektedir. Buna ilaveten işçi ve işveren örgütlerinin yapmış oldukları sağlık etkilerine yönelik çalışmalardan veya Dünya Sağlık rgt ve İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Uluslararası Komisyonu gibi uluslararası örgütler tarafından yapılan yayınlardan da bilgiler sağlanabilir.
(g) Yapay optik radyasyon maruziyetine sebep olan birden fazla kaynağa	(a) ve (b)'de elde edilen bilgiler doğrultusunda; her bir yapay optik radyasyon kaynağının sebep olduğu maruziyet dikkate alınmalıdır.

EK-1 Tablo 4. Risk değerlendirmesi sırasında dikkate alınması gereken özel hususlar (devam)

(ę) İlgili IEC standardına uygun şekilde tanımlanmış lazer sınıflandırmasına ve sınıf 3B ve sınıf 4 lazerle benzer zarara sebep olabilecek yapay kaynaklarla ilgili benzer sınıflandırmalara	Sınıf 3B ve sınıf 4 lazer ürünleri maruziyet limit değerlerini aşacak lazer radyasyonu yayarlar. Ancak, bazı durumlarda düşük tehlike sınıfındaki lazerlerde değerlendirme gerektirebilir. EN 62471 lazer olmayan yapay optik radyasyon kaynaklarını farklı bir sınıflandırma şemasına koymaktadır. Risk Grubu 3'te yer alan cihazlar değerlendirilmelidir ancak aynı zamanda düşük risk gruplarının maruziyet senaryoları da göz önüne alınmalıdır.
(h) Optik radyasyon kaynağı ve ilgili iş ekipmanı üreticisinin sağladığı bilgiler	İşverenler; yapay optik radyasyon kaynaklarını ve ürünlerini üreten ve tedarik edenlerden, risk değerlendirmesi yaparken kullanabileceği uygun bilgileri istemelidir. Bu bilgilerin mevcudiyetinin tedarik politikasına temel teşkil etmesinin gerektiği değerlendirilmektedir.

(h)'de de belirtildiği üzere; yapay optik radyasyon kaynaklarını ve ürünlerini üreten ürünlerin üreticilerinin sağlayacağı veriler işverenlere risk değerlendirmesi yaparken faydalı olacaktır. İşverenlerin, yapay optik radyasyon kaynağı tedarikçilerinden uygun bilgileri temin etmesi önerilmektedir. Özellikle lazer ve lazer olmayan kaynakların emniyet sınıflandırması ve tehlike mesafeleri, risk değerlendirmesi yapmak için çok faydalıdır.

Bazı uygulamalarda, aşıldığı zaman optik radyasyondan kaynaklanacak tehlikenin artacağı mesafeyi bilmek faydalı olabilir. Maruziyet seviyesinin uygulanabilir maruziyet sınır değeri seviyesine düştüğü mesafeye tehlike mesafesi denir, bu mesafenin ötesinde zarar riski yoktur. İmalatçı tarafından bu bilginin temin edilmesinin risk değerlendirmesi yapmak ve güvenli çalışma ortamı sağlamak için faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Lazer demetinin sapması sebebiyle bazı mesafelerde göz için ışıınım, maruziyet sınır değerine eşittir. Bu mesafe Nominal Göz Tehlike Mesafesi (Nominal Optical Hazard Distance - NOHD) olarak adlandırılır. Daha uzak mesafelerde sınır değer aşılmaz, lazer demeti bu mesafenin ötesinde güvenli kabul edilir. Üreticiler NOHD bilgisini ürün şartnamesinde genellikle verirler. Eğer bu bilgi mevcut değilse, üretici verilerindeki aşağıdaki parametreler kullanılarak NOHD hesaplanabilir [4]:

Radyant güç (W)

Başlangıçtaki demet çapı (m)

Sapma (radyan)

Maruziyet Sınır Değeri (Exposure Limit Value - ELV) (W.m⁻²)

Eğer mesafe büyükse veya demet dairesel değilse durum karmaşık olsa da aşağıdaki denklem NOHD için iyi bir ölçü verir:

$$NOHD = \frac{\sqrt{\frac{4 \times \text{radyant güç}}{\pi \times ELV}} - \text{başlangıç çapı}}{\text{sapma}}$$

Geniş bant kaynaklar için de durum benzerdir. Maruziyet seviyesinin uygulanabilir Maruziyet Limit Değeri seviyesine düştüğü mesafeye Tehlike Mesafesi (Hazard Distance - HD) denir; bu mesafenin ötesinde zarar riski yoktur. Optik radyasyona erişimin ve personel faaliyetlerinin optik radyasyondan korunmak amacıyla kontrol edildiği ve gözetim altına alındığı alanın sınırlarını tanımlarken HD hesaba katılmalıdır. Tehlike mesafeleri göz veya deri maruziyeti için tanımlanabilir. Optik radyasyon tehlikelerinin bilgisi Tehlike Değeri (Hazard Value - HV) olarak da verilebilir. HV; belli bir mesafedeki maruziyet seviyesinin o mesafedeki maruziyet sınır değerine oranıdır. HV'nin uygulamada önemi çok büyüktür. Eğer HV birden büyükse, uygun kontrol tedbirlerinin alınması gerektiğini söyler; bu durumda ya maruziyet süresi ya da kaynağa erişim (gücün zayıflatılması, mesafe) sınırlandırılmalıdır. Eğer HV birden küçükse dikkate alınan maruziyet süresi için o yerde sınır değeri aşılmaz. İmalatçılar genellikle ürün şartnamesinde HD ve HV bilgilerini verirler. Bu bilgiler kullanıcıya risk değerlendirmesi yapımında ve uygun kontrol tedbirlerinin seçiminde yardımcı olur [4].

Daha önce yukarıda “2.3 YAPAY OPTİK RADYASYON” başlıklı bölümde bazı kaynakların güvenli olarak kabul edildiği veya göze ve deriye çok yakın bulundurmak gibi uygun olmayan şekilde kullanılırlarsa zararlı olabileceği ancak doğru kullanımda hiçbir zararları bulunmadığı belirtilmişti. Sadece bu kaynakların kullanımı çalışanlar için bir risk teşkil etmemekte ve başka işlem gerektirmemektedir. Ancak bu karar alınırken tüm çalışanların güvende olduğundan emin olmak için aşağıdaki hususların dikkate alınmasında yarar bulunmaktadır [19, 20]:

- Sağlık durumu daha önceden ışığa maruziyet sebebiyle kötü etkilenmiş çalışanlar gibi özel risk grubunda olan çalışanlar,
- Işık ile temas ettiğinde olumsuz etkilere sebep olabilecek kimyasal madde veya reçeteli veya reçetesiz ilaç kullanan çalışanlar,
- Birden fazla kaynağa aynı anda maruz kalan çalışanlar,
- Parlak ışığa maruziyet dolayısıyla meydana gelebilecek ikincil riskler, örneğin geçici körlüğün yol açabileceği tehlikeler)

Optik radyasyonun gebe çalışanlar için ilave bir risk teşkil etmediği belirtilmektedir [21].

Maruziyetin önlenmesi veya azaltılması

6331 sayılı Kanunun 2006/25/EC sayılı Direktif ile uyumlu olması sebebiyle maruziyetin önlenmesi veya azaltılmasında 6331 sayılı Kanunun 5'inci maddesinde yer alan risklerden korunma ilkelerine uyulur. Söz konusu Kanun maddesinde risklerden korunma ilkeleri, İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'nin 10'uncu maddesinde de risk kontrol adımları belirtilmiştir. Bu maddelerde yer alan hükümler doğrultusunda maruziyetin önlenmesi veya azaltılması için aşağıdaki hiyerarşi takip edilmelidir:

1. Tehlikenin ortadan kaldırılması: Kullanılacak optik radyasyon kaynağının kullanımının elzem olup olmadığı değerlendirilmeli ve mümkünse radyasyon üretmeyen başka ekipman kullanılmalıdır.
2. Daha az tehlikeli süreç veya ekipman kullanımı: Optik radyasyon kaynağının kullanılması kaçınılmazsa işin yapılmasını sağlayacak daha düşük güçte radyasyon üreten ekipman kullanılmalıdır.
3. Mühendislik önlemleri: Eğer yukarıdaki 1 ve 2'de yer alan daha üst seviye kontroller mümkün değilse maruziyetin azaltılması için mühendislik çözümleri tercih edilmelidir. Buna örnek olarak:
 - Erişimin engellenmesi: Bu işlem güvenlik kilidi olan sabit veya hareketli koruyucular ile yapılabilir. Sabit koruyucular genellikle düzenli olarak erişim gerektirmeyen ekipmanların parçalarına uygulanır ve kalıcı olarak takılıdır.

Eğer erişim gerekliyse hareketli veya açılabilir koruyucular kullanılabilir. Koruyucular;

- Uygun ve dayanıklı olmalıdır.
 - Herhangi bir ilave risk oluşturmamalı ve engele sebebiyet vermemelidir.
 - Eğer sabit bir koruyucu ise kolaylıkla aşılmalıdır.
- Faaliyeti sınırlama yoluyla korunma: Fiziksel koruyuculardan geçerek sık erişim gerekliyse, özellikle operatörün yükleme, boşaltma veya ayarlama yapmasını gerektiriyorsa bu durumda fiziksel koruyucu kullanımı çok kısıtlayıcı olarak değerlendirilebilir. Bu durumlarda operatörün varlığını ya da yokluğunu algılayacak ve uygun durdurma komutunu oluşturacak sensörlerin kullanımı daha uygundur. Bu tür yaklaşım reaksiyonu ile koruyan düzenekler erişimi sınırlamazlar ama hissederler. Makinanın güvenli duruma erişmesi için geçen süre, sensörün yeri veya mesafesinin belirlenmesini sağlar.
 - Acil durdurma butonları: Çalışanın tehlikeli ortama erişimi olduğu zaman, herhangi birinin tehlike bölgesinde problem yaşaması durumları için acil durdurma butonlarının bulunması önemlidir. Acil durdurma butonları çok hızlı bir şekilde devreye girmeli ve tehlike bölgesindeki bütün işlemleri durdurmalıdır. Pek çok insan kırmızı büyük acil durdurma butonlarına aşinadır. Butonlar bütün tesiste uygun miktarda ve uygun yerlerde her zaman ulaşılabilmesinden emin olacak şekilde yerleştirilmelidir. Bir diğer alternatif ise acil durdurma butonlarına bağlı elle kavrama kablolarıdır; bunlar tehlikeli alanlarda korunmayı sağlamak için genellikle daha kullanışlı araçlardır. Butonlu anahtarlar, emniyet çubukları gibi diğer elektrik anahtarları, ekipmanın hareketli parçaları yakınlarına yerleştirilebilir.
 - Güvenlik kilitleri: Güvenlik kilitlerinin pek çok çeşidi vardır ve her biri kendine has özelliklere sahiptir. Yapılan işe uygun olanı seçmek önem arz etmektedir.
 - Görme ve filtreleme pencereleri: Pek çok endüstriyel işlemler kısmen veya tamamen kapalıdır. İşlemi uzaktan izlemek; uygun görme pencereleri, optikler veya televizyon kameraları ile mümkündür. Tehlikeli seviyedeki optik radyasyon geçişini uygun filtre malzemeleri kullanımı ile engelleyerek güvenlik sağlanabilir. Bu durum koruyucu gözlüğe bel bağlamayı ortadan

kaldırır ve operatör güvenliğini ve çalışma koşullarını iyileştirir. Büyük kontrol odalarından sadece etkileşim bölgesini gösteren küçük pencerelere kadar değişik örnekler bulunmaktadır.

4. İdari kontroller: İdari kontroller daha üst kontrol tedbirleri ile beraber kullanılabilir. İnsanların sahip olduğu bilgiye göre hareket etmesi sebebiyle sadece insanların hareketleri ölçüsünde etkilidir. Ancak bazı durumlarda temel kontrol tedbiridir. Uygun idari kontroller riske bağlıdır ve güvenlik yönetiminin bir parçası olarak; özel personel görevlendirme, erişimi sınırlama, sağlık ve güvenlik işaretlerinin kullanımı ve hazırlanan prosedürleri içerir.

5. Kişisel koruyucu donanım: Eğer kişisel maruziyeti azaltmak uygun ve uygulanabilir değilse veya tam olarak uygulanamıyorsa bu durumda kişisel koruyucu donanım kullanma yoluna gidilir.

Optik radyasyonun zararlı etkilerinden korunmanın en etkili yolu kaynağın kendisinin ve kaynaktan çıkabilecek radyasyonun geçiş yollarının tamamen kapatılmasıdır. Bu tür önlemlerle pek çok durumda maruziyet limit değerlerine uyum sağlanabilir. Bunun uygulanmadığı durumlarda kişisel koruyuculara başvurulur. Örneğin koruyucu gözlüklerle gözler, koruyucu kıyafetlerle vücut olumsuz etkilerden korunabilir. Eğer çalışma şartları bunları da mümkün kılmazsa idari kontroller ve kuvvetli kaynağa erişim sınırlandırılması gerekebilir. Bazı durumlarda kaynağın gücünün azaltılması ya da çalışma sürelerinin azaltılması gibi önlemler çalışanları korumak için mümkün olabilir [21].

Gözde oluşabilecek termal hasarlar, çok kısa maruziyet süreleriyle sınırlıdır ve göz için koruyucu ekipmanlar bu akut yaralanmaları önleyebilecek şekilde tasarlanmıştır. Ancak fotokimyasal hasarlar (örneğin mavi ışık hasarı), bütün çalışma gününe yayılan düşük dozlardan kaynaklanabilir. Farklı dalga boylarının fotobiyolojik etki oluşturmadaki göreceli etkinliğini tanımlayan eylem spektrumunu dikkate almak gerekir. Örneğin fotokimyasal retinal hasar için eylem spektrumu yaklaşık 440 nm’de pik yapar [21]. Fotokimyasal etkilerin çoğu çok dar dalga boyu aralığı ile sınırlıyken termal etki spektrumundaki her dalga boyunda görülür. Bu sebeple fotokimyasal etkiler için göz koruyucuları etkin olabilmek için nispeten dar bir spektral bandı engelleyecek özellikte olmalıdır. Normal durumlarda geniş band kaynaklar için göz koruyucuları birden fazla spektral bandı filtrelemelidir [21].

Kapsamlı bir tehlike değerlendirmesi yapmak için kaynağın spektral ışınlama ve ışınlanmasını ölçmenin kompleks işlemler gerektirmesi ve bazen özel aletlerin ve hesaplamaların kullanılması gerektiğinden bu tür bir değerlendirme genellikle profesyoneller tarafından yapılmaktadır. Bunun yerine, tehlikeli ortamlarda göz koruyucu ekipmanların kullanılması, güvenlik düzenlemeleri ile zorunlu hale getirilmiştir. Pratik ve uygulaması kolay güvenlik standartları için genel öneriler geliştirmek amacıyla çok çeşitli ark, lazer ve termal kaynaklar üzerine yapılmış araştırmalar bulunmaktadır [21].

Lazerler söz konusu olduğunda Sınıf 1 lazer ürünlerinin güvenli olduğu ve herhangi bir korunma tedbiri gerekmediği söylenebilir. Sınıf 2 lazerler için de gözle lazer demetine bakılmaması dışında başka bir kontrol önlemi yoktur. Sınıf 3 ve 4 lazerler için ise ışık demetinin kapatılması, deflektörler veya optik kapaklar tehlikeli maruziyet riskini pek çok durumda önler. Eğer kapatma uygulanabilir bir yöntem değilse girişin kontrol altında tutulduğu kontrollü bölgeler oluşturmak ve lazer demetinin nominal tehlike alanı için koruyucu donanım kullanmak gerekir. Lazer kullanmaya yetkisi olmayan kişilerin yanlış kullanımının ve muhtemel tehlikeli durumların önlenmesi amacıyla, ticari olarak üretilmiş bütün lazer ürünlerin üzerinde anahtarlı kontroller bulunmalıdır. Eğer insanların lazere erişebilme durumları söz konusuysa, lazer kullanılmadığı durumlarda bu anahtarlar emniyet altına alınmalıdır. Lazer Güvenlik Görevlisi gibi yetkin kişiler, Sınıf 3B ve Sınıf 4 lazerlerin kullanıldığı yerde görevlendirilmelidir. Lazer ilk devreye alınırken ve ayarlama yapılırken özel önlemler alınmalıdır çünkü bu durumlarda ciddi göz yaralanmaları riski oldukça yüksektir bu sebeple lazer ile çalışacaklar lazerin kurulumu ve ayarlanması öncesinde güvenli uygulamalar ile ilgili eğitime tabi tutulmalıdır. Laboratuarlarda ve sanayide lazerden kaynaklanan kazalar incelenirken ortaya çıkan sonuçlardan bir tanesi uygun eğitimin eksikliği olarak tespit edilmiştir [21]. Lazer güvenliği ile ilgili uygun ve yeterli eğitim, lazer ile ilgili işlemlerin yapılacağı yerde çalışacak tüm çalışanlara sağlanmalıdır, eğitim lazerin tipine ve çalışanın yapacağı işe özel olarak verilmelidir [21, 52, 53].

Görünür ışık ve IR radyasyona mesleki maruziyet ender olarak tehlikeli ve genellikle faydalıdır. Ancak bazı kaynaklar dikkate değer seviyede görünür radyasyon yayarlar ve bu durumlarda doğal kaçınma tepkisi devreye girer; böylece gözlerin kaza eseri aşırı maruziyete uğrama ihtimal çok düşüktür. Diğer taraftan kızıl ötesi radyasyona yakın bölgelerde yayın yapan kaynaklara kaza eseri maruz kalma ihtimali daha yüksektir. Çalışanların bu tür

maruziyetlere uğramalarını engellemenin yolu kullanılan sisteme yönelik uygun mühendislik tasarımları yapmak, uygun gözlük veya yüz koruyucuları kullanmak, sadece ilgili çalışanların erişimini sağlamak ve çalışanları radyasyon kaynaklarına maruziyetin sebep olabileceği olumsuz etkiler hakkında bilgilendirmektir. Ark lambalarının bakımını yapan çalışanların tehlikeli maruziyetleri önlemek için uygun şekilde eğitim almış olmaları gerekmektedir. Çalışanların eritme veya fotokeratitise yakalanmaları kabul edilemez bir durumdur ve bu durum meydana gelirse çalışma şartları ve alınan önlemler gözden geçirilerek bunun bir daha tekrarlanmaması sağlanmalıdır.

Eş fazlı olmayan (geniş band) kaynakların güvenlik sınıflandırması TSE EN 62471:2008’de tanımlanmıştır. İmalattan sonraki herhangi bir zamandaki operasyon esnasında ürünün tam kapasitedeki maksimum erişilebilir yayınına dayanmaktadır. Sınıflandırma; optik radyasyon miktarını, dalga boyu dağılımını ve insanın optik radyasyona erişimini hesaba katmaktadır. Geniş band kaynaklar dört risk grubuna ayrılır, risk grubu arttıkça zarar verme potansiyeli de artar [41].

Sınıflandırma olumsuz sağlık etkilerinin potansiyel risklerini göstermektedir. Kullanma koşullarına, maruziyet süresine veya ortamına bağlı olarak bu riskler olumsuz sağlık etkilerine sebep olabilir veya olmayabilir. Sınıflandırmanın yardımıyla kullanıcı riskleri minimize etmek için uygun kontrol tedbirlerini seçebilir.

Artan risklere göre, aşağıdaki risk grupları kullanılır [41]:

- İstisnai Grup: Öngörülen koşullarda fotobiyolojik tehlike içermez. Sınırlandırılmamış, sürekli kullanımlarda bile makul olarak öngörülebilien doğrudan optik radyasyon riski bulunmamaktadır. Bunlara örnek olarak iç aydınlatma veya ofis aydınlatması, bilgisayar ekranları, ekipmanların göstergeleri, gösterge lambaları gösterilebilir. Bu kaynaklar aşağıda belirtilen fotobiyolojik tehlikelerin hiç birine sebep olmaz:
 - 8 saatlik maruziyette mor ötesi ışınların kimyasal değişikliğe sebep olması
 - 1000 sn içinde yakın UV tehlikesi oluşması
 - 10000 sn içinde retinal mavi ışık tehlikesi
 - 10 sn içinde retinal termal tehlike
 - 1000 sn içinde göz için kızıl ötesi radyasyon tehlikesi

- 1000 sn içinde güçlü bir görsel uyarım olmadan kızıl ötesi radyasyon tehlikesi
- Risk Grubu 1 (düşük risk): Maruziyete karşı normal davranışsal sınırlamalar sebebiyle risk sınırlanmıştır. Bu ürünler; göze doğrudan ve çok uzun süreli maruziyetin olmasının beklendiği durumlar haricinde pek çok uygulama güvenlidir. Örnek olarak el feneri verilebilir. Bu kaynaklar; maruziyete karşı normal davranışsal kısıtlamalar dolayısıyla aşağıdaki tehlikelere sebep olmazlar:
 - 10000 sn içinde mor ötesi ışınların kimyasal değişikliğe sebep olması
 - 300 sn içinde yakın UV tehlikesi oluşması
 - 100 sn içinde retinal mavi ışık tehlikesi
 - 100 sn içinde retinal termal tehlikesi
 - 100 sn içinde içinde göz için kızıl ötesi ışıma tehlikesini
- Risk Grubu 2 (orta risk): Çok parlak ışık kaynaklarından kaçınma davranışları sebebiyle risk sınırlanmıştır. Ancak, bu tür refleks davranışları genel geçer olarak oluşmaz. Çok parlak ışık kaynağına karşı kaçınma davranışı sayesinde, termal konfor şartlarının uygun olmaması veya uzun süreli maruziyetin pek mümkün olmadığı durumlarda aşağıdaki tehlikelere sebep olmayacak kaynaklardır:
 - 1000 sn içinde mor ötesi ışınların kimyasal değişikliğe sebep olması
 - 100 sn içinde yakın UV tehlikesi oluşması
 - 0,25 sn içinde (kaçınma davranışı) retinal mavi ışık tehlikesi
 - 0,25 sn içinde (kaçınma davranışı) retinal termal tehlike
 - 10 sn içinde göz için kızıl ötesi radyasyon tehlikesi
 - 10 sn içinde güçlü bir görsel uyarım olmadan kızıl ötesi radyasyon tehlikesi
- Risk Grubu 3 (yüksek risk): Anlık veya kısa süreli maruziyetlerde bile risk oluşturabilir. Güvenlik kontrol tedbirleri almak önemlidir.

İstenmeyen aşırı optik radyasyonun (örneğin UV) filtrelenmesi, optik radyasyona erişimi engelleyecek şekilde kaynağın perdelenmesi veya demeti genişletecek optiklerin kullanımı risk grubunu düşürebilir ve optik radyasyondan kaynaklanacak riski azaltabilir.

Optik radyasyon üreten makinalar da TSE EN 12198-1 A1'e göre sınıflandırılabilir. Bu standart; sadece aydınlatma için kullanılan kaynaklardan ayrı olarak, tüm istemli ve beklenmedik yayınımlara uygulanır. Makinalar, erişilebilir yayınıma bağlı olarak üç kategoriye ayrılır. Artan risklere göre bu kategoriler EK-1 Tablo 5.'te yer almaktadır [40].

EK-1 Tablo 5. Makinaların güvenlik sınıflandırması [40]

Kategori	Sınırlamalar ve koruyucu önlemler	Bilgi ve eğitim
0	Sınırlama yok.	Bilgiye gerek yok.
1	Sınırlama: Erişimde sınırlama ve koruyucu önlemlere gerek olabilir.	Tehlikeler riskler ve ikincil etkiler hakkında bilgi.
2	Özel sınırlama ve koruyucu önlemler gereklidir.	Tehlikeler riskler ve ikincil etkiler hakkında bilgi; eğitim gerekli olabilir.

Bir makinanın bu kategorilerden birine konulması, EK-1 Tablo 6.'da verilen ve 10 cm mesafeden ölçülen efektif radyometrik miktara dayanılarak yapılır [40].

EK-1 Tablo 6. Makina sınıflandırması için yayınım limitleri [40]

$E_{\text{eff}} (180 - 400 \text{ nm})$	$E_{\text{eff}} (180 - 400 \text{ nm})$	$L_{\text{eff}} (180 - 400 \text{ nm})$	$E_{\text{eff}} (700 \text{ nm} - 1 \text{ mm})$	Kategori
	$(\alpha < 11 \text{ mrad için})$	$(\alpha \geq 11 \text{ mrad için})$		
$\leq 0,1 \text{ mW m}^{-2}$	$\leq 1 \text{ mW m}^{-2}$	$\leq 10 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$\leq 33 \text{ W m}^{-2}$	0
$0,1 \text{ mW m}^{-2} < E_{\text{eff}} \leq 1 \text{ mW m}^{-2}$	$1 \text{ mW m}^{-2} < E_{\text{eff}} \leq 10 \text{ mW m}^{-2}$	$\leq 100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$33 \text{ W m}^{-2} < E_{\text{eff}} \leq 100 \text{ W m}^{-2}$	1
$> 1 \text{ mW m}^{-2}$	$> 10 \text{ mW m}^{-2}$	$> 100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$> 100 \text{ W m}^{-2}$	2

Burada;

E_{eff} : Etkin ışınlama, mW.m^{-2} cinsinden

L_{eff} : Etkin ışınlama $\text{W.m}^{-2}.\text{sr}^{-1}.\text{nm}^{-1}$ cinsinden

E: Işınlama, W.m^{-2} cinsinden

Çalışanların yapay optik radyasyonun gözde ve deride meydana getirebileceği olumsuz etkilerden korunması için alınması gereken önlemlere örnek olarak aşağıdaki yöntemler gösterilebilir [17, 20, 49, 50]:

- Maruziyetten kaçınma
 - Optik radyasyon kaynağı içermeyen alternatif tekniklerin kullanımı
- Teknik önlemler
 - En az yayılım yapan alternatif tekniklerin kullanımı
 - Yayınımdan kaçınmak veya etkisini azaltmak için koruyucu malzeme kullanımı
 - Radyasyon yayımını azaltmak için uygun filtrelerin kullanımı
 - Radyasyonun çalışanlara veya vücudun bölümlerine gelmemesi veya en az seviyede geleceği biçimde radyasyon kaynağının konumlandırılması
- Kurumsal önlemler
 - Maruziyet süresinin azaltılması
 - Çalışan ile kaynak arasındaki mesafeyi arttırmak
 - Tehlikeli alanlar için kontrollü bölgeler oluşturularak bu alanlara girişin sınırlandırılması
 - Uygun uyarı işaretlerinin yerleştirilmesi
 - Çalışanları radyasyonun tehlikeleri ve uygun kişisel koruyucuların kullanılması konusunda bilgilendirilmesi
- Kişisel koruyucu önlemler ve ekipmanlar
 - Gözü korumak için uygun koruyucu cam ve filtreler (örneğin EN 166, EN 169, EN 171, EN 175, EN 379, EN 1836, EN 1589)
 - Deriyi korumak için uygun kıyafet ve eldivenler

Tehlikeli seviyede optik radyasyon yayan işler ve uygun korunma önlemlerine bazı örnekler Ek-1 Tablo 7’de yer almaktadır [4, 18-20]:

EK-1 Tablo 7. Tehlikeli seviyede optik radyasyon yayan işler ve uygun korunma önlemleri [4, 18-20]

Tehlikeli optik radyasyon yayan işler	Tehlikeli faaliyetler	Görülebilecek zararlar	Korunma önlemleri
Metal işleri	Kaynak Plazma ile kesim	Gözde oluşabilecek hasarlar: keratit ve konjuktivit, katarakt, retinal hasar (mavi ışık hasarı), retinal yanma, korneal yanma Deride oluşabilecek hasarlar: UV yanması	Yüz koruyucular, eldivenler gibi uygun KKD'nin temini. Ekranlama/perdeleme/kontrollü bölge oluşturarak başkalarının zarar görmesini önleme Eğitim ve bilgilendirme Uygun sağlık ve güvenlik işaretlerinin kullanılması Kontrol tedbirlerinin kullanımının sağlanması ve izlenmesi Aşırı maruziyet durumlarında tıbbi kontrollerin yaptırılması sağlık gözetimin düzgün yapılıp yapılmadığının değerlendirilmesi
İlaç yapımına dair çalışmalar ve araştırma faaliyetleri	UV ile sterilizasyon ve endüklenmiş flüoresans	Gözde oluşabilecek hasarlar: keratit ve konjuktivit, katarakt, retinal hasar (mavi ışık hasarı), retinal yanma, korneal yanma Deride oluşabilecek hasarlar: UV yanması	Yüz koruyucuların temini ve vücudun diğer bölümlerinin maruziyetinin önlenmesi (laboratuvar önlükleri, eldivenler vb. temini) Ekranlama/perdeleme/kontrollü bölge oluşturarak başkalarının zarar görmesini önleme Eğitim ve bilgilendirme Uygun sağlık ve güvenlik işaretlerinin kullanılması Kontrol tedbirlerinin kullanımının sağlanması ve izlenmesi Aşırı maruziyet durumlarında tıbbi kontrollerin yaptırılması sağlık gözetimin düzgün yapılıp yapılmadığının değerlendirilmesi

EK-1 Tablo 7. Tehlikeli seviyede optik radyasyon yayan işler ve uygun korunma önlemleri (devam)

Sıcak işler	Ocağa, yakıcılara ve sıcak metale/cama yakınlık	Gözlerin ve derinin hasar görmesi. Özellikle kataraktın başlangıcı Termal rahatsızlık	Mühendislik önlemleri: uzaktan kumanda, ekranlama, devre kesiciler, sıcak malzemeyi tutmak için tutucular Uygun KKD'nin temini. Uzun süreli aynı işin yapılmasının önlenmesi Ekranlama/perdeleme/kontrollü bölge oluşturarak başkalarının zarar görmesini önleme Eğitim ve bilgilendirme Uygun sağlık ve güvenlik işaretlerinin kullanılması Kontrol tedbirlerinin kullanımının sağlanması ve izlenmesi Aşırı maruziyet durumlarında tıbbi kontrollerin yaptırılması sağlık gözetimin düzgün yapılıp yapılmadığının değerlendirilmesi
Basım ve boya işleri	Mürekkep ve boyanın UV ile kurutulması	Gözde oluşabilecek hasarlar: keratit ve konjunktivit, katarakt, retinal hasar (mavi ışık hasarı), retinal yanma, korneal yanma Deride oluşabilecek hasarlar: UV yanması	Mühendislik önlemleri: uzaktan kumanda, ekranlama, devre kesiciler, otomasyon Yüz koruyucular, eldivenler gibi uygun KKD'nin temini ve vücudun diğer bölümlerinin maruziyetinin önlenmesi Ekranlama/perdeleme/kontrollü bölge oluşturarak başkalarının zarar görmesini önleme Eğitim ve bilgilendirme Kontrol tedbirlerinin kullanımının sağlanması ve izlenmesi Aşırı maruziyet durumlarında tıbbi kontrollerin yaptırılması sağlık gözetimin düzgün yapılıp yapılmadığının değerlendirilmesi

EK-1 Tablo 7. Tehlikeli seviyede optik radyasyon yayan işler ve uygun korunma önlemleri (devam)

Tıbbi ve kozmetik tedaviler	Lazer cerrahi (Sınıf 3B ve 4 lazerler) UV ve mavi ışık terapisi IPL	Körlük de dahil olmak üzere lazer ve IPL sebebiyle gözde kalıcı hasarlar meydana gelme ihtimali Deride lazer ve IPL sebebiyle oluşacak yanıklar Göz ve deride diğer hasarlar	Lazer çalışmaları için uzman kişilerin çalıştırılması Yüz koruyucular, eldivenler gibi uygun KKD'nin temini. Özel tedavi odaları oluşturulması ve buralara kontrollü girişin sağlanması Ekranlama/perdeleme/kontrollü bölge oluşturarak başkalarının zarar görmesini önleme Hastaya tedavi uygulanırken çalışanların uzakta durmasının sağlanması Yangından korunma tedbirleri alınırken lazer kaynaklarının da dikkate alınması Eğitim ve bilgilendirme Uygun sağlık ve güvenlik işaretlerinin kullanılması Kontrol tedbirlerinin kullanımının sağlanması ve izlenmesi Aşırı maruziyet durumlarında tıbbi kontrollerin yaptırılması sağlık gözetimin düzgün yapılıp yapılmadığının değerlendirilmesi
-----------------------------	--	---	---

EK-1 Tablo 7. Tehlikeli seviyede optik radyasyon yayan işler ve uygun korunma önlemleri (devam)

Sanayi, araştırma ve eğitim faaliyetleri	Sınıf 3B ve 4 lazer kullanımı	Körlük de dahil olmak üzere lazerler sebebiyle gözde kalıcı hasarlar meydana gelme ihtimali Deride yanıklar Yangın tehlikesi	Uzman kişilerin çalıştırılması Mühendislik önlemleri: etrafını çevirme, kontrollü alanlar oluşturma, devre kesiciler, uzaktan kumandalar, ekranlama, malzemeleri tutmak için tutucular Kontrollü erişimi olan laboratuvarların tesisi Yüz koruyucular, eldivenler gibi uygun KKD'nin temini. Yangından korunma tedbirleri alınırken lazer kaynaklarının da dikkate alınması Eğitim ve bilgilendirme Uygun sağlık ve güvenlik işaretlerinin kullanılması Kontrol tedbirlerinin kullanımının sağlanması ve izlenmesi Aşırı maruziyet durumlarında tıbbi kontrollerin yaptırılması sağlık gözetimin düzgün yapılıp yapılmadığının değerlendirilmesi
--	-------------------------------	---	---

Dikkate alınmış olan kaynak tiplerinin her biri için, piyasada çok sayıda farklı ekipman tasarımı örnekleri olması sebebiyle bütün mevcut optik radyasyon kaynakları ve uygulamaları için kapsamlı bir liste hazırlamak mümkün değildir. Örneğin reflektördeki kavisin farklılığı, cam kapağın inceliğindeki farklılık veya floresan lambanın farklı üreticileri kaynak tarafından üretilen optik radyasyon üzerinde önemli etkiler meydana getirir. Bu sebeple her örnek çalışılan kaynağın tipine ve modeline özgüdür.

EK-3

2006/25/EC SAYILI AVRUPA PARLAMENTOSU VE KONSEYİ DİREKTİFİNİN TÜRKÇE TERCÜMESİ

2006/25/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi

Fiziksel etkenlerden (yapay optik radyasyondan) kaynaklanan risklere maruz kalan çalışanlar ile ilgili olarak asgari sağlık ve güvenlik gereklerine dair 05 Nisan 2006 tarih ve 2006/25/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Yönergesi (89/391/EEC sayılı Direktifin 16(1) maddesi kapsamında çıkarılan 19. direktif)

AVRUPA PARLAMENTOSU VE AVRUPA BİRLİĞİ KONSEYİ,

Avrupa Topluluğu'nu kuran Antlaşma ve özellikle Madde 137(2) göz önünde bulundurarak, İş Sağlığı ve Güvenliği Danışma Komitesi görüşleri sonucu Komisyon'dan gelen teklifi dikkate alarak,

Avrupa Ekonomik ve Sosyal Komitesi'nin görüşlerini göz önünde bulundurarak, Bölgeler Komitesi ile yapılan istişareler neticesinde,

Antlaşmanın 251. Maddesinde belirtilen yönetime uygun olarak 31 Ocak 2006 tarihinde Uzlaştırma Komitesi kanalıyla onaylanan ortak metnin ışığı altında aşağı belirtilenler göz önüne alındığında;

(1) Antlaşma kapsamında Konsey, direktifler aracılığıyla çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunmasında daha iyi bir düzey sağlanması içeriğinde özellikle çalışma ortamındaki iyileştirmeleri teşvik etmek için asgari koşulları kabul eder. Söz konusu direktifler küçük ve orta ölçekli işletmelerin geliştirilmesini ve yaratılmasını engelleyici tarzda idari, mali ve yasal kısıtlamalar konulmasından imtina eder.

(2) İşçilerin Temel Sosyal Haklarına ait Birlik Tüzüğü'nün yürütülmesi eylem programı kapsamında Komisyon ile iletişim sayesinde fiziksel etkenler nedeni çalışanların maruz olduğu risklere karşı ilgili asgari sağlık ve güvenlik koşullarının tanıtımını sağlar. Eylül 1990 tarihinde Avrupa Parlamentosu tarafından iş yerlerinde gürültü, titreşim ve diğer fiziksel etkenlerin neden olduğu riskler hakkında özel bir direktif düzenlenmesi kapsamında Komisyon'un mevzu bahis eylem programı doğrultusunda göreve çağırılması konusunda bir karar kabul edilmiştir.

(3) İlk aşama olarak Avrupa Parlamentosu ve Konseyi, fiziksel etkenlerden (titreşim) kaynaklanan risklere maruz kalan çalışanlar hakkında asgari sağlık ve güvenlik koşullarına dair 2002/44/EC sayılı Direktifi (89/391/EEC sayılı Direktif Madde 16(1) kapsamında hazırlanan 16. direktif) 25 Haziran 2002 tarihinde onaylamıştır. Daha sonra Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından 06 Şubat 2003 tarihinde fiziksel etkenlerden (gürültü) ileri gelen risklere maruz kalan çalışanlara dair asgari sağlık ve güvenlik koşulları hakkındaki 2003/10/EC sayılı Direktif (89/391/EEC sayılı Direktif Madde 16(1) kapsamında hazırlanan 17. Direktif) kabul edilmiştir. Müteakiben 29 Nisan 2004 tarihinde Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından fiziksel etkenlerden (elektromanyetik alanlar) kaynaklanan risklere maruz kalan çalışanlar hakkında asgari sağlık ve güvenlik koşullarına dair 2004/40/EC sayılı Direktif (89/391/EEC sayılı Direktif Madde 16(1) kapsamında hazırlanan 18. Direktif) onaylanmıştır.

(4) Şimdi de çalışanların optik radyasyon ile ilgili risklerden korunmasına yönelik, özellikle göz ve deride meydana getirdiği zarar olmak üzere çalışanların sağlık ve güvenliğine etkilerine yönelik olarak önlemlerin alınmasının gerektiği değerlendirilmektedir. Söz konusu önlemler, sadece kişisel düzeyde her bir çalışanın sağlık ve güvenliğinin sağlanmasını kapsamamakta, aynı zamanda rekabet eşitsizliğinden kaçınmak için tüm çalışanlarının korunmasında asgari temeli de oluşturmaktadır.

(5) Bu Direktifin hedeflerinden biri de optik radyasyona maruziyet sonucu oluşan sağlığa olumsuz etkilerin zamanında saptanmasıdır.

(6) Bu Direktifte asgari koşullar belirtilmektedir; böylece çalışanların korunması bağlamında özellikle daha düşük maruziyet sınır değerlerinin belirlenmesi konusunda daha sıkı şartların kabul edilmesi ya da sürdürülmesi seçenekleri üye ülkelere bırakılmıştır. Mevzu bahis Direktifin uygulanması, hiçbir üye ülkede yürürlükte olan durumla çelişki oluşturmamalıdır.

(7) Optik radyasyonun zararlı etkilerinden korunmaya yönelik sistem; üye ülkelerin minimum gereksinimleri eşit biçimde uygulamalarını sağlayacak şekilde ulaşılabilecek hedefleri, gözlemlenecek kuralları ve uygulanacak temel değerleri belirten ve aşırı ayrıntıdan uzak bir tanımlamayla sınırlandırılmalıdır.

(8) Çalışma istasyonlarının tasarımına uygulanacak önleyici tedbirler ve iş ekipmanlarının, süreçlerin ve metotların seçilmesiyle yani önceliğin riskin kaynağında azaltılmasına verilmesiyle optik radyasyona maruziyetin seviyesi daha etkin olarak azaltılabilir. İş ekipmanları ve metotları ile ilgili düzenlemeler, çalışanların korunmasına katkıda bulunur. İş yerlerinde çalışanların güvenlik ve sağlığı konusundaki iyileştirmeleri teşvik etmek için

önlemlerin tanıtıma dair 12 Haziran 1989 tarihli 89/391/EEC sayılı Konsey Direktifinin Madde 6(2)'sinde belirtilen önleyici genel prensiplere uygun olarak toplu korunma önlemleri kişisel korunma önlemlerinden önceliklidir.

(9) İşverenler, çalışanların güvenlik ve sağlığının korunmasının geliştirilmesi açısından optik radyasyona maruziyet ile ilgili riskler hakkındaki bilimsel bilgi ve teknik ilerlemelerin ışığı altında gerekli düzenlemeleri yapmalıdır.

(10) Bu Direktif 89/391/EEC sayılı Direktife dayanarak hazırlanan bir Direktif olduğundan, o Direktif, bu Direktifte yer alan daha sıkı ve/veya özel düzenlemeler saklı kalmak kaydıyla optik radyasyona maruz kalan çalışanlara uygulanır.

(11) Bu Direktif yurtiçi marketin sosyal boyutunun yaratılması bağlamında pratik adıma bir zemin oluşturur.

(12) Hem daha iyi yönetmelik prensibini öne çıkaran hem de korunmanın daha yüksek bir düzeyini sağlayan kapsamlı bir yaklaşım; optik radyasyon kaynaklarının imalatçıları tarafından yapılmış ürünler ve bu gibi ürünlerin doğasından kaynaklanan risklerden kullanıcıların sağlık ve güvenliğinin korunması için tasarlanmış standartlara uygun yardımcı donanımlarla sağlanabildiğinden; bu bağlamda yürürlükte olan Birlik Direktiflerinde belirtildiği gibi söz konusu donanımların uygun ve düzenli şekilde bakımlarının yapılması kaydıyla temel güvenlik koşullarına uyumuna tespiti hakkındaki ölçümler ve hesaplamaların önceden imalatçılar tarafından yapılması nedeniyle işverenlerce yinelenmesine gerek bulunmamaktadır.

(13) Bu Direktifin uygulanmasına dair önlemler, Komisyonca verilen yetkinin uygulanması hakkındaki yöntemlerin belirtildiği 28 Haziran 1999 tarih ve 1999/468/EC sayılı Konsey Kararı uyarınca uygulanır.

(14) Maruziyet sınır değerlerine uymak, optik radyasyona maruz kalma sonucu oluşabilecek sağlık etkilerine dair yüksek düzeyli bir korunma sağlar.

(15) İşverenlere yardımcı olması amacıyla özellikle de söz konusu Direktifin teknik gerekçelerinin küçük ve orta ölçekli işletmelerin yöneticileri tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlamak için Komisyonca bir rehber hazırlanmalıdır. Mevzu bahis Direktifin uygulanmasına dair gerekli önlemlerin üye ülkeler tarafınca kabulünü kolaylaştırmak için bu rehberin en hızlı şekilde hazırlanması konusunda Komisyon çaba göstermelidir.

(16) Daha iyi yasa hazırlanması hakkındaki Kurumlararası Antlaşmanın 34. paragrafı uyarınca üye ülkeler, kendileri için ve aynı zamanda Birlik menfaatleri doğrultusunda, söz konusu Direktif ve uyum önlemleri arasındaki korelasyonu gösteren tablo oluşturmaları ve

bunun kamuoyuna duyurulması konusunda teşvik edilir.

BU YÖNERGEYİ KABUL ETMİŞTİR:

BÖLÜM I GENEL HÜKÜMLER

Madde 1

Amaç ve kapsam

1. 89/391/EEC sayılı Direktifin 16(1) maddesine dayanarak çıkarılan bu Direktifte; işleri esnasında yapay optik radyasyona maruziyetten kaynaklanan veya kaynaklanabilecek sağlık ve güvenlik risklerinden çalışanların korunması için asgari koşullar belirtilmektedir.
2. Bu Direktif; göz ve derinin yapay optik radyasyona maruziyetinin olumsuz etkilerinden kaynaklanan, çalışanların sağlık ve güvenlik risklerini kapsamaktadır
3. 89/391/EEC sayılı Direktif; bu Direktif içeriğindeki daha sıkı ve/veya daha özel koşullara bağlı kalmak kaydıyla Paragraf 1'i kapsayan bütün alanlara tamamı ile uygulanacaktır.

Madde 2

Tanımlar

Bu Direktif kapsamında aşağıdaki tanımlar uygulanacaktır.

(a) Optik radyasyon: 100nm-1mm dalga boyu aralığında elektromanyetik radyasyon. Optik radyasyonun spektrumu ultraviyole (mor ötesi) radyasyon, görünür radyasyon ve infrared radyasyonu (kızılötesi) olarak sınıflandırılmaktadır.

(i) Ultraviyole (mor ötesi) radyasyon: 100nm-400nm dalga boyu aralığındaki optik radyasyondur. Ultraviyole radyasyon bölgesi UVA (315-400nm), UVB (280-315nm) ve UVC (100-280nm) olarak tanımlanmaktadır.

(ii) Görünür radyasyon: 380nm-780nm dalga boyu aralığındaki optik radyasyondur.

(iii) İnfrared radyasyon (kızılötesi). 780nm-1mm dalga boyu aralığındaki optik radyasyondur. İnfrared radyasyon bölgesi IRA (780-1400nm), IRB (1400-3000nm) ve IRC (3000nm-1mm) olarak tariflenmektedir.

(b) Laser (light amplification by stimulated emission of radiation): Radyasyon salınımı ile

uyarılmış ışığı güçlendiren her ekipmandır. Lazerler, kontrollü uyarılmış salınım yöntemi ile birincil biçimde optik radyasyon dalga boyu aralığında elektromanyetik radyasyonu kuvvetlendiren ya da oluşturan cihazlardır.

(c) Lazer radyasyonu: Bir lazerden çıkan optik radyasyondur.

(d) Eş zamanlı olmayan radyasyon: Lazer radyasyonundan farklı olan bir optik radyasyondur.

(e) Maruziyet sınır değerleri: Sağlık etkileri ve biyolojik etkenlere doğrudan dayandırılmış olan optik radyasyona maruz kalma sınırlarıdır. Bu sınır değerleri içerisinde optik radyasyonlu yapay kaynaklarla çalışanların tüm bilinen olumsuz etkilerden korunması sağlanacaktır.

(f) Işınım (E) veya güç yoğunluğu: Metre kare başına Watt ile ifade edilen, birim alana düşen radyant güç ($W.m^{-2}$).

(g) Işınlama miktarı (H) (radiant exposure): Metrekare başına Joule olarak ifade edilen, ışınımın zaman üzerinden toplamı (Jm^{-2}).

(h) Parlaklık (L): Birim alan ve birim katı açı başına radyant akı (Radiant flux) veya güç çıkışı ($Wm^{-2}sr^{-1}$).

(i) Seviye: Çalışanın maruz kaldığı ışınım, ışınlama miktarı ve parlaklığın birleşimi.

Madde 3

Maruziyet Sınır Değerleri

1. Optik radyasyonu doğal kaynaklar dışında yayınlayan eşzamanlı olmayan radyasyon için maruziyet sınır değerleri Ek I'de tablolar halinde verilmektedir.
2. Lazer radyasyonu için ışınlama sınır değerleri Ek II'de tablolar halinde verilmektedir.

BÖLÜM II

İŞVERENLERİN YÜKÜMLÜLÜKLERİ

Madde 4

Maruziyetin saptanması ve risklerin değerlendirilmesi

1. 89/39/EEC sayılı Direktifin 6(3) ve 9(1) maddelerinde belirtilen yükümlülüklerin yerine getirilmesinde; çalışanların optik radyasyonun yapay kaynaklarına maruz kalması

durumunda işverenler, maruz kalması muhtemel çalışanların optik radyasyona maruz kalma düzeylerini değerlendirecek, hesap edecek ve/veya gerekirse ölçecektir; söz konusu ölçümler tespit edilebilen ve yürürlükte olan uygulanabilir sınırlar içinde maruziyeti kısıtlamak için gerekli olmaktadır. Değerlendirme, ölçme ve hesaplamalarda uygulanan metodoloji, lazer radyasyonu ile ilgili Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (International Electrotechnical Commision-IEC)'nun standartları aynı zamanda eş zamanlı olmayan radyasyon hakkında CIE ve Avrupa Standardizasyon Komitesi (European Committee for Standardisation-CEN) önerileri doğrultusunda olacaktır. Söz konusu standartları ve önerileri kapsamayan maruziyet durumlarında uygun Avrupa Birliği (European-Union-EU) standartları ve tavsiyeleri yayımlanıncaya kadar değerlendirme, ölçme ve/veya hesaplamalar mevcut bilimsel temellere dayalı ulusal ya da uluslararası kurallar kullanmak suretiyle yapılacaktır. Her iki maruziyet durumunda değerlendirme, ilgili Birlik Direktifleri kapsamı içinde olan donanımın imalatçıları tarafından sağlanan verileri dikkate alabilir.

2. Paragraf 1'de ifade edilen değerlendirme, ölçme ve/veya hesaplamalar, gerekli yetkili kurumlar ya da kişiler aynı zamanda çalışanların katılımı ve danışılması ile ilgili 89/391/EEC sayılı Direktifin 7. ve 11. maddelerinin hükümleri dikkate alınarak uygun aralıklarda söz konusu yetkili otoriteler, kişiler tarafından planlanacak veya yapılacaktır. Paragraf 1'de belirtilen maruziyet düzeylerinin ölçümü ve/veya hesaplanmasından sağlanan veriler dahil olmak üzere değerlendirmelerden elde edilen veriler daha sonraki değerlendirmelerde kullanılmak üzere uygun biçimde korunacaktır.

3. 89/391/EEC sayılı Direktifin 6(3) maddesi gereğince işverenler, risk değerlendirmesi sırasında aşağıda belirtilenlere özel itina göstereceklerdir.

- (a) Optik radyasyonun yapay kaynaklarına maruz kalmalarda maruziyet düzeyi, dalga boyu menzili ve ışınlama süresi,
- (b) Söz konusu Direktifin 3. maddesinde ifade edilen maruziyet sınır değerlerine,
- (c) Özellikle hassas risk grupları kapsamında çalışanların sağlık ve güvenlikleri hakkında herhangi etkilere,
- (d) Optik radyasyon ve ışığa duyarlı kimyasal maddeler arasında işyeri etkileşimlerinden kaynaklanan çalışanların sağlık ve güvenliklerine dair olası etkilere,
- (e) Geçici körlük, patlama veya yangın gibi dolaylı etkilere,
- (f) Yapay optik radyasyonlarla maruziyet düzeylerinin azaltılması için tasarlanmış yedek donanımların mevcudiyetine,
- (g) Yayımlanan bilgiler dahil olmak üzere sağlık denetimlerinden sağlanan uygun bilgilerin

duyurulmasına,

(h) Birden fazla yapay optik radyasyon kaynağına maruziyete,

(i) İlgili IEC standardına uygun şekilde tanımlanmış lazer sınıflandırmasına ve sınıf 3B ve sınıf 4 lazerle benzer zarara sebep olabilecek yapay kaynaklarla ilgili benzer sınıflandırmalara,

(j) İlgili Birlik Direktiflerine uygun şekilde, optik radyasyon kaynaklarının ve ilgili iş ekipmanlarının imalatçıları tarafından temin edilen bilgilere.

4. İşveren, 89/391/EEC sayılı Direktifin 9(1)(a) maddesi uyarınca risk değerlendirilmesinde yetkili olacak ve bu Direktifin 5 ve 6. maddeleri gereğince alınacak önlemleri saptayacaktır. Risk değerlendirmesi, ulusal yasa ve düzenlemeye göre uygun bir yerde kayıt altında tutulacaktır. Söz konusu kayıta optik radyasyonla ilgili risklerin türü ve büyüklüğüne dair daha fazla ayrıntılı risk değerlendirmesine meydan vermeden işveren tarafından haklı bir gerekçe dahil edilebilir. Risk değerlendirmesi, özellikle önemli değişiklikler' nedeniyle eskimesi veya sağlık denetim sonuçlarının gereklilik gösterdiği durumlarda düzenli bir temele dayalı biçimde güncellenecektir.

Madde 5

Riskleri engelleme veya azaltma amaçlı hükümler

1. Kökeninde riski kontrol altında tutan önlemlerin mevcudiyetini ve teknik ilerlemeyi göz önünde bulundurmak suretiyle yapay optik radyasyona maruziyetten kaynaklanan riskler yok edilecek veya asgari bir düzeye indirgenecektir.

Yapay optik radyasyona maruziyetten doğan risklerin azaltılması, 89/391/EEC sayılı Direktifte belirtilen önlemin temel ilkelerine dayandırılacaktır.

2. Optik radyasyonun yapay kaynaklarına maruz kalan çalışanlarla ilgili Madde 4(1)'e uygun şekilde yapılan risk değerlendirmesinde maruziyet sınır değerlerinin aşılma olasılığı ortaya çıktığı takdirde işveren, sınır değerlerini geçen maruziyeti önlemek için tasarlanmış teknik ve/veya kurumsal önlemlerden ibaret bir eylem planını aşağıda belirtilenleri dikkate alarak hazırlayacak ve yürütecektir.

(a) Optik radyasyondan doğan riski azaltmak için diğer çalışma metotlarını,

(b) Yapılacak işi dikkate almak suretiyle daha az optik radyasyon yayınlayan donanımın seçimini,

(c) Optik radyasyon yayılımının azaltılması için teknik önlemlere gerektiğinde dahil edilmek

üzere otomatik kilitleme sistemi, zırhlama veya benzer sağlık koruma mekanizmaları kullanımını,

(d) İş ekipmanları, çalışma alanları ve çalışma istasyonları için uygun bakım programlarını,

(e) Çalışma alanları ve çalışma istasyonlarının düzenini ve tasarımını,

(f) Maruziyet süresinin ve düzeyinin sınırlandırılmasını,

(g) Uygun kişisel koruyucu donanımın mevcudiyetini,

(h) İlgili Birlik Direktiflerinde belirtilen donanımları imal edenlerin talimatlarını.

3. Madde 4 gereğince yerine getirilen risk değerlendirmesinin temelinde maruziyet sınır değerlerini aşan yapay kaynaklardan oluşan optik radyasyona maruz kalabilen kişilerin çalıştığı iş yerleri, çalışma alanında güvenlik ve/veya sağlık işaretleri hükümleri hakkındaki asgari koşullara dair 24 Haziran 1992 tarih ve 92/58/EEC sayılı Konsey Direktifi (89/391/EEC sayılı Direktifin 16(1) maddesi kapsamında çıkarılan 9. Direktif uyarınca) gereğince uygun uyarı işaretleri ile gösterilecektir. Söz konusu alanlar belirtilmeli ve teknik olarak mümkün olan ve maruziyet sınır değerlerini aşma riskinin olduğu bölgelerin girişi kısıtlanmalıdır.

4. Çalışanların maruziyetleri yukarıda belirtilen maruziyet sınır değerlerini aşmayacaktır. Yapay optik radyasyon kaynaklarına dair bu Direktife uygun şekilde alınmış önlemlere rağmen maruziyet sınır değerlerinin aşıldığı istenmeyen bir durumla karşılaşıldığı takdirde, maruziyeti sınır değerleri altına indirmek için işveren derhal tedbir alacaktır, işveren maruziyet sınır değerlerinin aşılmasının nedenlerini araştırarak ve söz konusu değerlerin tekrar aşılmasını önlemek için koruma ve önleme tedbirlerini buna uygun biçimde değiştirecektir.

5. 89/391/EEC sayılı Direktifin 15. maddesi uyarınca işveren, özellikle hassas risk grupları kapsamında çalışanların koşullarını söz konusu maddede belirtilen önlemler doğrultusunda değiştirecektir.

Madde 6

Çalışanların bilgilendirilmesi ve eğitimi

89/391/EEC sayılı Direktifin 10. ve 12. madde hükümleri saklı kalmak şartıyla, iş yerinde yapay optik radyasyondan kaynaklanan risklere maruz kalan çalışanlar ve/veya temsilcilerinin kişilerin bu Direktifin 4. maddesinde belirtilen risk değerlendirmesi ile ilgili gerekli bilgi ve eğitimi alması özellikle aşağıda belirtilenlerin kapsamında işveren tarafından

sağlanacaktır.

- (a) Bu Direktifin uygulanması için alınan önlemler;
- (b) Maruziyet sınır değerleri ve ilgili potansiyel riskler;
- (c) Potansiyel riskler ve önemlerine açıklık getiren bu Direktifin 4. maddesi uyarınca yerine getirilen yapay optik radyasyondan kaynaklanan maruziyet düzeylerinin değerlendirilmesi, ölçümü ve/veya hesaplamalarının sonuçları;
- (d) Maruziyetin olumsuz sağlık etkilerinin nasıl ortaya çıkarıldığı ve söz konusu etkilerin nasıl rapor edildiği;
- (e) Çalışanların sağlık denetimine tabi olma durumları;
- (f) Maruziyetten doğan riskleri en az düzeye indirmek için güvenli çalışma uygulamaları;
- (g) Uygun kişisel koruyucu donanımın düzenli kullanımı.

Madde 7

Çalışanların katılımı ve istişare

Bu Direktifin kapsadığı konular ile ilgili olarak çalışanların ve/veya temsilcilerinin katılımı ve istişare, 89/391/EEC sayılı Direktifin 11. Maddesine uygun olarak yerine getirilecektir.

BÖLÜM III

MUHTELİF HÜKÜMLER

Madde 8

Sağlık gözetimi

1. Olumsuz sağlık etkilerinin zamanında ortaya çıkarılması ile önlenmesi hedefleri doğrultusunda optik radyasyona maruziyetten kaynaklanan hem uzun vadeli sağlık risklerinin ve hem de kronik hastalıkların önlenmesi bağlamında üye ülkeler çalışanların uygun sağlık gözetimine tabi tutulmalarını sağlayacak gerekli düzenlemeleri 89/391/EEC sayılı Direktifin 14. Maddesine uygun olarak yapacaklardır.
2. Üye ülkeler ulusal yasa ve düzenlemeleri uyarınca sağlık gözetiminden sorumlu doktor, mesleki sağlık personeli veya tıbbi bir otorite vasıtasıyla sağlık kontrolü yapılmasını temin edeceklerdir.
3. Üye ülkeler paragraf 1 uyarınca sağlık gözetimi uygulanan her çalışan için kişisel sağlık

kayıtlarının tutulması aynı zamanda güncelleştirilmesinin temin edilmesi bağlamındaki düzenlemeleri yapacaktır. Sağlık kayıtları yapılan sağlık gözetimi sonuçlarının bir özetini içerecektir. Söz konusu kayıtlar gizliliği de dikkate alarak daha sonraki bir tarihte gerçekleştirilecek istişare için uygun formatta tutulacaktır. Yine gizlilik göz önünde bulundurulmak sureti ile kayıtların kopyaları yetkili otoritenin talebine açık tutulacaktır. Hem üye ülkeler tarafından belirlenen hem de sağlık denetimi ile ilgili 4. maddede ifade edilen risk değerlendirilmesi sonuçlarının elde edilmesi bağlamında sağlık kontrolleri için doktor, mesleki sağlık personeli ve tıbbi otorite temini hususunda uygun önlemler işverence alınacaktır. Çalışanlar talep ettiği takdirde kendi kişisel sağlık kayıtlarına ulaşabileceklerdir.

4. Sınır değerlerinin yukarısında bir maruziyet olduğu takdirde ulusal yasa ve düzenlemeler gereğince söz konusu çalışanlar üzerinde tıbbi muayeneler yapılacaktır. İş yerinde yapay optik radyasyona maruziyetin neticesi sağlık kontrolü esnasında bir çalışanda doktor veya mesleki sağlık personeli tarafından teşhis edilebilir hastalık ya da olumsuz sağlık etkisi görüldüğünde de ayrıca tıbbi muayene yerine getirilecektir. Sınır değerler aşıldığı zaman veya olumsuz sağlık etkileri (hastalıklar dahil olmak üzere) teşhis edildiğinde her iki durumda da aşağıda belirtilenler uygulanacaktır.

(a) Çalışan, kişisel olarak karşılaştığı durumun sonucu ile ilgili doktor veya uygun nitelikli kişi tarafından bilgilendirilecektir. Özellikle, söz konusu çalışan maruziyet sonucu geçireceği sağlık gözetimine dair bilgi ve tavsiyeler alacaktır.

(b) Tıbbi gizlilik dikkate alınmak suretiyle sağlık gözetiminin önemli bulguları ile ilgili işveren bilgilendirilecektir.

(c) İşveren aşağıda ifade edilenleri yerine getirecektir.

- İşveren, 4. madde gereğince yapılmış risk değerlendirmesini gözden geçirecektir.

- İşveren, 5. madde uyarınca riskleri azaltmak veya yok etmek için sağlanmış önlemleri gözden geçirecektir.

- İşveren, 5. madde ve aşağıdaki paragrafta belirtilen şekilde riski azaltmak ve yok etmek için gerekli önlemlerin yürütülmesinde mesleki sağlık personeli veya diğer uygun nitelikli kişi ya da yetkili otoritenin tavsiyelerini dikkate alacaktır.

- İşveren, benzer şekilde maruz kalan diğer çalışanların sağlık gözetimine tabi tutulmalarını temin edecek ve sürekli sağlık gözetimi uygulayacaktır. Bu gibi hallerde yetkili doktor veya mesleki sağlık personeli ya da yetkili otorite, tıbbi muayene geçiren maruz kalmış kişiler hakkında işverene önerilerde bulunabilir.

Madde 9

Cezalar

Üye ülkeler bu Direktif gereğince kabul edilmiş ulusal yasaların ihlali halinde uygulanabilir miktardaki cezaları düzenleyecektir. Söz konusu cezalar etkin, orantılı ve caydırıcı olmalıdır.

Madde 10

Teknik değişiklikler

1. Eklerde yer alan maruziyet sınır değerlerindeki herhangi bir değişiklik, Antlaşmanın 137(2) maddesinde belirtilen yöntem gereğince Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından uyarlanacaktır.
2. Eklerdeki değişiklikler aşağıda belirtilen teknik niteliklere bağlı kalmak kaydıyla yapılacaktır.
 - (a) Tasarım, inşaa, imalat veya iş ekipmanı ve/veya çalışma ortamı yapımı hakkında teknik uyum ve standardizasyon alanındaki direktiflerin kabulü kapsamında;
 - (b) Teknik ilerleme, Avrupa standartları veya uluslararası teknik özelliklere uyarlanmış ilgili değişiklikler ve optik radyasyona mesleki maruziyet hakkındaki yeni bilimsel bulgular,

Bu Direktifin önemsiz unsurlarına yönelik tasarlanmış önlemler Madde 11(2)'de ifade edilen yöntem gereğince uyarlanacaktır. Aciliyet durumlarında Komisyon Madde 11(3)'te yer alan acil durum süreçlerine müracaat edebilir.

Madde 11

Komite

1. Komisyon 89/391/EEC sayılı Direktifin 17. maddesinde belirtilen Komite tarafından desteklenecektir.
2. Bu paragrafa yapılmış referansta 1999/468/EC sayılı kararın 5a(1) - (4) ve 7. maddeleri, madde 8'in hükümlerine göre uygulanacaktır.
3. Bu paragrafa yapılmış referansta 1999/468/EC sayılı kararın 5a(1), (2), (4), (6) ve 7. Maddeleri, madde 8'in hükümlerine göre uygulanacaktır.

BÖLÜM IV

SON HÜKÜMLER

Madde 13

Pratik kılavuz

Bu Direktifin uygulamasını kolaylaştırmak için Komisyon, 4. ve 5. maddeler ile Ek I ve Ek II'de ifade edilen hükümler için pratik rehber düzenleyecektir.

Madde 14

Aktarım

1. Üye ülkeler bu Direktifi uyum sağlamak için gerekli yasa, yönetmelik ve idari mevzuatları 27 Nisan 2010 tarihine kadar yürürlüğe koyacaklardır. Söz konusu durumdan Komisyonu hemen haberdar edeceklerdir.

Üye ülkeler mevzu bahis önlemleri kabul ettikleri takdirde ya bu Direktife atıfta bulunacaklar yada kendi resmi yayın organlarında kaynak göstermek suretiyle duyuracaklardır. Bu gibi kaynak gösterme yöntemleri üye ülkeler tarafından saptanacaktır.

2. Üye ülkeler kabul edilmiş veya bu yönergenin kapsamında önceden benimsenmiş ulusal yasa hükümlerini içeren metni Komisyona bildireceklerdir.

Madde 14a

1. Çalışanların sağlık ve güvenliği alanında koruma ve önleme genel ilkelerine halel getirmeksizin; Avrupa Birliği İşleyişine ilişkin Antlaşma Madde 349 kapsamında çevre dışı bölge olan Mayotte'de (bundan sonra Mayotte olarak adlandırılacaktır) Fransa 31 Aralık 2017 yılına kadar bu Direktifte yer alan hükümlere uyma konusunda eksiklikler gösterebilir çünkü Mayotte bu Direktifte yer alan bazı uygulamalar için gerekli olan teknik imkânlar Mayotte'de bulunmamaktadır.

Direktifin 5(1) maddesinde yer alan yükümlölükler veya 89/391/EEC sayılı Direktifte belirtilmiş olup bu Direktife yansıtılmış olan düzenlemeler için yukarıdaki birinci alt paragraftaki hükümler uygulanmaz.

2. Bu Direktifte yer alan, 1 Ocak 2014 tarihi itibarı ile mevcut olan önlemlerin veya yeni önlemlerin adaptasyonunun eksik uygulanmasına yol açan durumlar ulusal mevzuat ve uygulamalar doğrultusunda sosyal taraflarla değerlendirilmelidir. Eksik uygulama gerektiren bu durumlar, Mayotte’de hakim olan özel durumları da dikkate alarak çalışanlar için risklerin minimuma indirilmesi ve söz konusu çalışanların güçlendirilmiş sağlık gözetiminden istifade etmelerinin sağlanması şartıyla uygulanır.

3. Ulusal eksik uygulamayı gerektiren önlemler her yıl sosyal taraflar ile istişare edilerek gözden geçirilmelidir ve eksik uygulamayı gerektiren durumun ortadan kalkması halinde derhal eksiklik ortadan kaldırılmalıdır.

Madde 15

Yürürlüğe girme

Bu Direktif Avrupa Birliği Resmi Gazetesinde yayınlanmasını müteakip yürürlüğe girecektir.

Madde 16

Muhataplar

Bu Direktifin muhatapları Üye Ülkelerdir.

EK-4

İŞVERENLERE YÖNELİK İNTİBAK REHBERİ

Yapay optik radyasyon ile çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemlerihakkında yasal bir düzenleme yapılması halinde işverenlerin yapmaları gereken temel işlemler ile ilgili yol gösterici olarak bu ek hazırlanmıştır. Daha detaylı bilgiler ise tez çalışmasının Ek-1’inde yer almaktadır.

Pek çok işyerinde yapay optik radyasyon kaynağı bulunmaktadır. Bu kaynakların çok büyük bir kısmı güvenli kabul edilmektedir ve sadece bu kaynakların bulunduğu işyerlerinde özel önlemler alınması gerekmediği değerlendirilmektedir.

Ancak yapay optik radyasyon kaynaklarının çok az bir kısmı insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere yol açabilir. Bu kaynakların kullanıldığı işyerlerinden, hali hazırda yeterli önlemleri almayan işyerleri bu yönetmelikten en çok etkilenecek kesimdir. Bu düzenlemenin yapılması, risk altında olan tüm çalışanların yapay optik radyasyonun zararlı etkilerinden korunmasını teminat altına alacaktır.

Bu düzenleme ile gelecek en önemli yükümlülük çalışanların göz ve derilerinin yapay optik radyasyonun zararlı etkilerinden korunmasının sağlanmasıdır. Daha önce de belirtildiği gibi zararlı kaynakları bulundurmeyen işyerlerinin ilave önlem almasına gerek bulunmamaktadır. Zararlı kaynaklara sahip işyerlerinin işverenleri tüm çalışanların zararlı etkilerden korunmalarını sağlamakla yükümlüdürler.

Bu tez çalışmasının dördüncü bölümünde de belirtildiği gibi sahada yapılan gözlemler göstermiştir ki insan sağlığına zarar verme riski bulunduran kaynakların kullanıldığı işyerlerinde yapay optik radyasyonun zararlı etkilerinden korunmaya yönelik önlemler işyerlerinin kendi yaptıkları düzenlemeler ile sınırlıdır. Bazı işyerleri yetersiz önlem almakta ya da hiç önlem almamakta iken, bazı işyerlerinde ise alınan önlemler daha iyi durumdadır.

İşverenlerin yapması gereken en önemli faaliyet 29/12/2012 tarihli ve 28512 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği uyarınca yaptıkları risk değerlendirmesini yapay optik radyasyon ile ilgili riskleri

de içerecek şekilde yenilemeleri olacaktır. Risk değerlendirmesini yaparken aşağıdaki hususları dikkate almaları gerekmektedir:

- a) Optik radyasyona maruziyet seviyesi, dalga boyu aralığı ve maruziyetin süresi,
- b) Yönetmeliğin 5. maddesinde belirtilen maruziyet sınır değerleri,
- c) Özel politika gerektiren çalışanların sağlık ve güvenliği ile ilgili her türlü etki,
- ç) Optik radyasyon ve ışığa duyarlı hale getiren kimyasal maddeler arasında işyerinde meydana gelecek etkileşimlerin, çalışanların sağlık ve güvenliğine muhtemel etkileri,
- d) Geçici körlük, patlama veya yangın gibi dolaylı etkiler,
- e) Yapay optik radyasyon maruziyet seviyesini azaltmak için tasarlanmış yedek ekipmanın mevcudiyeti,
- f) Sağlık gözetiminden elde edilen bilgiler,
- g) Yapay optik radyasyon maruziyetine sebep olan birden fazla kaynak,
- ğ) İlgili IEC standardına uygun şekilde tanımlanmış lazer sınıflandırmasına ve sınıf 3B ve sınıf 4 lazerle benzer zarara sebep olabilecek yapay kaynaklarla ilgili benzer sınıflandırmalar,
- h) Optik radyasyon kaynağı ve ilgili iş ekipmanı üreticisinin sağladığı bilgiler.

İşverenlerin risk değerlendirmesi yaparken işyerinde kullanılan ekipmanların zararlı kaynaklar olup olmadığını belirlemeleri gerekir.

Bütün işyerlerinde karşılaşılabilecek olan ve zararlı olmadığı kabul edildiğinden herhangi bir kontrol tedbiri alınmasını gerektirmeyen kaynaklara örnekler aşağıda yer almaktadır:

- Ofislerde kullanılan ve difüzörü bulunan ampül ve lambaya sahip tavan aydınlatmaları
- Masa üstü lambalar ve istenmeyen UV ışığa karşı cam filtresi olan tungsten-halojen lambalar
- Fotokopi makinaları
- Bilgisayar ve PDA'lar gibi ekranlı ekipmanlar
- LED uzaktan kumandalar
- Fotoğraf makinalarının flaşları
- Gazlı tepe ısıtıcıları
- Araçların gösterge, fren, geri ve sis lambaları

Yukarıda örnekleri verilen kaynaklar gibi insan sağlığına olumsuz bir etkisi olmadığı değerlendirilen kaynaklar risk değerlendirmesinde dikkate alınmayabilir.

Zararlı olduğu kabul edilen ve kontrol tedbirleri alınması gereken kaynaklar ve verebilecekleri zararlara örnekler aşağıda yer almaktadır:

- Metal işleri - kaynak ve plazma ile kesim işleri – genelde göze zarar verir
- Tıp ve araştırma faaliyetleri– UV flüoresan ve sterilizasyon sistemleri – genelde deri yanıkları oluşur
- Sıcak işlemler – ocaklar – gözde ve deride hasar oluşur
- Basım işleri – mürekkebin UV kirlenmesi - genelde deri yanıkları oluşur
- Araç tamir işleri – boyanın UV kirlenmesi - genelde deri yanıkları oluşur
- Tıbbi ve kozmetik tedaviler – lazer cerrahi, mavi ışık ve UV terapiler - gözde ve deride hasar oluşur
- Araştırma ve eğitim faaliyetleri- Sınıf 3B ve 4 lazerler - gözde ve deride kalıcı hasar potansiyeli vardır

Yukarıda belirtilen kaynakların insan sağlığı için tehlike teşkil ettiği konusunda aykırı bir görüş belirtilmemiştir. Dolayısıyla işverenlerin bu kaynaklar için bir değerlendirme, ölçüm ya da hesaplama yaptırmasına gerek olmadığı ve bu kaynaklar için önlemler alması gerektiği değerlendirilmektedir.

Her halükarda değerlendirme, ölçüm ve/veya hesaplama yaptırmak isteyen işverenlerin bu işlemleri; lazer radyasyonu için IEC standartlarına, eş zamanlı olmayan radyasyon için IEC, CIE ve CEN tavsiye ve standartlarına uygun olarak yaptırmaları gerekir.

İşverenler işyerinde bulunan lazer ekipmanlar için TS EN 60825-1’de, makineler için TSE EN 12198-1 A1’de ve lamba ve lamba sistemleri için TSE EN 62471’de tanımlanmış olan güvenlik sınıflandırmalarına bakarak kullanılan kaynaklar için bir tespitte bulunabilirler.

Risk değerlendirmesinde temel teşkil edecek en önemli kaynağın ekipman üreticisi tarafından temin edilecek veri olduğunu önemle vurgulamak gerekir.

Yapılan risk değerlendirmesine istinaden çalışanların yapay optik radyasyonun gözde ve deride meydana getirebileceği olumsuz etkilerden korunması için işveren tarafından alınması gereken önlemlere örnek olarak aşağıdaki yöntemler gösterilebilir:

- Maruziyetten kaçınma
 - Aynı iş ve işlemlerde kullanılabilecek daha güvenli alternatif ekipman seçmek
- Mühendislik kontrol nlemleri
 - En az yayınım yapan alternatif tekniklerin kullanımı
 - Yayınımdan kaçınmak veya etkisini azaltmak için koruyucu malzeme kullanmak
 - Radyasyon yayımını azaltmak için uygun filtreler kullanmak
 - Radyasyonun alışanlara veya vücudun bölümlerine gelmemesi veya en az seviyede geleceği biçimde radyasyon kaynağının konumlandırılması
- Kurumsal nlemler
 - Yetkisiz kişilerin tehlikeli bölgelere girişini engellemek
 - Maruziyet süresini azaltmak
 - alışanlarla kaynak arasına sınırlama koymak (uzaktan kumanda, çalışma süresini düzenleme vb.)
 - Tehlikeli alanlar için kontrollü bölgeler oluşturularak bu alanlara girişin sınırlandırılması (zel çalışma alanları yapmak, bariyerler veya perde koymak vb.),
 - Uygun uyarı işaretleri yerleştirmek
 - Çalışanları radyasyonun tehlikeleri ve uygun kişisel koruyucuların kullanılması konusunda bilgilendirilmesi
- Kişisel koruyucu önlemler ve ekipmanlar
 - Gz korumak için uygun koruyucu cam ve filtreler (rneğin EN 166, EN 169, EN 171, EN 175, EN 379, EN 1836, EN 1589)
 - Deriyi korumak için uygun kıyafet ve eldivenler

Tehlikeli seviyede optik radyasyon yayan işler ve uygun korunma önlemleri için daha geniş örnekler tez çalışmasının Ek-1’inde yer almaktadır.

Tehlikeli olarak değerlendirilen yapay optik radyasyon kaynağı içeren işyerlerinde kullanılması gereken temel sağlık ve güvenlik işaretleri aşağıda yer almaktadır [54]:

Yasaklayıcı işaretler: Yetkisiz ve eğitimsiz kişilerin yapay optik radyasyon kaynağının bulunduğu alana girişini engellemek için kullanılır



Yetkisiz kimse giremez

Uyarı işaretleri: Çalışanlara yapay optik radyasyon kaynağının bulunduğu bilgisini verir



İyonlaştırıcı olmayan radyasyon



Lazer ışını

Emredici işaretler: Çalışanlara yapay optik radyasyondan korunmak için ne yapmaları gerektiğini belirtir



Gözlük kullan



Eldiven giy



Koruyucu elbise giy



Yüz siperi kullan

Ayrıca işverenlerin 6331 sayılı Kanun'un 16 ve 17'nci maddelerine uygun şekilde, işyerinde yapay optik radyasyonun risklerine maruz kalan çalışanları ve/veya temsilcilerini bilgilendirmesi ve 15.05.2013 tarihli ve 28648 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik kapsamında eğitilmelerini sağlaması gerekecektir. Bu eğitim ve bilgilendirmeler işyerinde kullanılan yapay optik radyasyon kaynaklarını, bu kaynakların yol açabileceği sağlık risklerini ve korunmak için alınması gereken önlemleri içermelidir.

İşveren yapılacak tüm faaliyetlerde çalışanları veya çalışan temsilcilerini sürece dahil etmelidir. Böylece çalışanların da benimsemesi sağlanmalıdır.

6331 sayılı Kanun'un 15. maddesi kapsamında işveren, çalışanların sağlık gözetimine tabi olmalarını hali hazırda sağlamaktadır. Bu düzenlemenin yürürlüğe girmesiyle beraber işveren sağlık gözetiminde ilaveten aşağıdaki durumlarda çalışanların tıbbi muayeneye tabi tutulmalarını sağlar:

- Maruziyet sınır değerlerini aşan maruziyetin olduğu her durumda,
- Sağlık gözetimi sonucunda işyeri hekimi tarafından yapay optik radyasyona bağlı olduğu değerlendirilen tanımlanabilir bir hastalık veya olumsuz bir etki tespit edildiği durumlarda.

Maruziyet sınır değerleri aşıldığında veya hastalık da dahil olmak üzere olumsuz sağlık etkisi saptanması halinde de:

- Çalışan, işyeri hekimi tarafından kendisi ile ilgili sonuçlar hakkında bilgilendirilir. Çalışanların özellikle, maruziyetin sona ermesinin ardından yapılacak sağlık gözetimi ile ilgili bilgi ve önerileri alması sağlanır.
- İşveren, tıbbi gizlilik dikkate alınarak, sağlık gözetiminde saptanan dikkate değer bulgular hakkında bilgilendirilir.
- İşveren;
 - İşyerinde yapılan risk değerlendirmesini gözden geçirir,
 - Riskleri önlemek veya azaltmak için alınan önlemleri gözden geçirir,
 - Riskleri önlemek veya azaltmaya yönelik tedbirlerin uygulanması konusunda işyeri hekimi veya yetkili mercilerin önerilerini dikkate alır,
 - Benzer biçimde maruz kalan çalışanların sağlık durumunun gözden geçirilmesi için düzenli bir sağlık gözetiminin uygulanmasını sağlar. Böyle durumlarda işyeri hekimi, maruz kalan çalışanlar için tıbbi muayene isteyebilir.

EK-5

OPTİK RADYASYON İLE İLGİLİ BAZI STANDARTLAR

TSE Standartları

- TS 5560 EN 166 Kişisel göz koruması – Özellikler
- TS EN 167 Kişisel göz koruması-Optik deney metotları
- TS EN 169 Kişisel göz koruması - Kaynakçılık ve ilgili teknikler için filtreler - Geçirgenlik özellikleri ve tavsiye edilen kullanım
- TS EN 170 Kişisel göz koruması - Ultraviyole filtreler -Geçirgenlik özellikleri ve tavsiye edilen kullanım
- TS 8435 EN 171 Kişisel göz koruması - Kızıl ötesi filtreler - Geçirgenlik özellikleri ve tavsiye edilen kullanım
- TS 6860 EN 175 Personel koruyucuları-Kaynak ve benzeri işlemler sırasında gözü ve yüzü koruma teçhizatı
- TS EN 207 Kişisel göz koruması - Lâzer ışınlamına karşı filtreler ve göz koruyucular (lâzer göz koruyucuları)
- TS EN 208 Kişisel göz koruması- Lazer ve lazer sistemleriyle çalışmaya uygun göz koruyucuları (lazere uygun göz koruyucuları)
- TS EN 379+A1 Kişisel göz koruması - Otomatik kaynak filtreleri
- TS EN ISO 4007 Kişisel koruyucu donanım - Göz ve yüz koruma - Sözlük
- TS EN ISO 11145 Optik ve fotonik - Lazerler ve lazerle ilgili donanımlar – Terimler ve semboller (ISO 11145:2006)
- TS EN ISO 11146-1 Lazerler ve lazerle ilgili donanım - Lazer ışını genişlikleri, ıraksama açıları ve ışın yayılım oranları ile ilgili deney metotları - bölüm 1: Stigmatik ve basit astigmatik ışınlar
- TS EN ISO 11146-2 Lazerler ve lazerle ilgili donanım - Lazer ışın genişlikleri, ıraksama açıları ve ışın yayılım oranları ile ilgili deney metotları - bölüm 1: Genel astigmatik ışınlar
- TS EN ISO 11151-1 Lazerler ve lazerlerle ilgili donanım - Standard optik bileşenler - bölüm 1: Uv, görünür ve yakın kızıl ötesi spektral bölgeler için bileşenler
- TS EN ISO 11151-2 Lazerler ve lazerlerle ilgili donanım - Standard optik bileşenler - Bölüm 2: Kızıl ötesi spektral bölgeler için bileşenler

- TS EN ISO 11252 Lazerler ve lazerle ilgili donanım - Lazer elemanı - Dokümantasyonla ilgili asgari kurallar
- TS EN ISO 11551 Optik ve optikle ilgili cihazlar - Lazer ve lazerle ilgili donanım - Optik lazer bileşenlerinin absorpsiyon faktörü için deney metodu
- TS EN ISO 11553-1 Makinalarda güvenlik - Lazerle işleme makinaları - Bölüm 1: Genel güvenlik kuralları
- TS EN ISO 11553-2 Makinalarda güvenlik - Lazerli işleme makinaları - Bölüm 2: Elle tutulan lazerli işleme makinalarının güvenlik kuralları
- TS EN ISO 11553-3 Makinalarda güvenlik - Lazerli işleme makinaları - Bölüm 3: Lazerli işleme makinalarında ve elle tutulan lazerli işlem makinalarında ilgili ekipmanda (ayar derecesi 2) gürültü azaltma ve gürültü ölçme metotları
- TS EN ISO 11554 Optik ve fotonik - Lâzerler ve lâzerle ilgili donanım - Lâzer demeti gücü, enerjisi ve geçici özelliklerine ait deney metotları
- TS EN ISO 11670 Lazerler ve lazerlerle ilgili donanım - Lazer ışın demeti parametreleri için deney metotları - Işın demetinin konum kararlılığı
- TS EN ISO 11810-1 Optik ve optikle ilgili cihazlar - Lâzer ve lâzerle ilgili donanım - Cerrahî örtüler ve/veya hastayı koruyan perdeleyici malzemelerin lâzer dayanımı için deney metodu
- TS EN ISO 11810-2 Lazerler ve lazerle ilgili donanım - Cerrahi örtüler ve/veya hasta-Koruma örtülerinin lasere direnci için deney yöntemi ve sınıflandırması
- TS EN ISO 11990-1 Lazerler ve lazerle ilgili ekipmanlar - trakeal tüpler lazer direnç tayini - Bölüm 1 : Trakeal tüp mili
- TS EN ISO 11990-2 Lazerler ve lazerle ilgili ekipmanlar - trakeal tüpler lazer direnç tayini - Bölüm 2 : Trakeal tüp manşetleri
- TS EN ISO 12005 Lâzerler ve lâzerle ilgili donanım - Lâzer ışın demeti parametreleri için deney metotları – Kutuplanma
- TS EN ISO 12100 Makinalarda güvenlik - Tasarım için genel prensipler - Riskin değerlendirilmesi ve azaltılması
- TS EN 12198-1+A1 Makinalarda güvenlik - Makina tarafından yayılan ışımadan oluşan riskin değerlendirilmesi ve azaltılması - Bölüm 1: Genel prensipler
- TS EN 12198-2+A1 Makinalarda güvenlik - Makinaların yaydığı ışıma nedeniyle oluşan risklerin değerlendirilmesi ve azaltılması - Bölüm 2: Işıma yayılımını ölçme işlemi

- TS EN 12198-3+A1 Makinalarda güvenlik - Makinaların yaydığı ışıma nedeniyle oluşan risklerin değerlendirilmesi ve azaltılması - Bölüm 3: Zayıflatma veya ekranlama suretiyle ışımanın azaltılması
- TS EN 12254 Lâzerle çalışılan yerler için koruyucu ekranlar - Güvenlik kuralları ve deneyler
- TS EN 13032-1:2004+A1 Işık ve aydınlatma - Lambaların ve armatürlerin fotometrik verilerinin ölçülmesi ve sunulması - Bölüm 1: Ölçme ve dosya biçimi
- TS EN 13032-2 Işık ve aydınlatma - Lambaların ve armatürlerin fotometrik verilerinin ölçülmesi ve sunulması - Bölüm 2: İç ve dış mekan iş yerleri için verilerin sunulması
- TS EN 13032-3 Işık ve aydınlatma - Lambaların ve armatürlerin fotometrik verilerinin ölçülmesi ve sunulması - Bölüm 3: İş yerlerinin acil durum aydınlatması için verilerin sunulması
- TS EN ISO 13694 Optik ve optikle ilgili aletler - Lazer ve lazerle ilgili donanım - Lazer ışını güç (enerji) yoğunluğu dağılımı için deney metotları
- TS EN ISO 13695 (İngilizce Metin) Optik ve fotonik - Lâzer ve lâzerle ilgili donanım - Lâzerlerin spektrum özellikleri için deney metotları
- TS EN ISO 13697 Optik ve fotonik - Lazer ve lazerle ilgili donanım - Optik lazer elemanlarının düzgün yansıtma değeri ve düzenli iletme değeri için deney metotları
- TS EN ISO 14119 Makinalarda güvenlik-Koruyucular ile beraber olan ara kilitleme tertibatları-Tasarım ve seçim için prensipler
- TS EN 14255-1 Koherent olmayan optik ışıma kişisel olarak maruz kalmanın ölçülmesi ve değerlendirilmesi - Bölüm 1: İş yerlerinde suni kaynaklardan yayılan ultraviyole ışıması
- TS EN 14255-2 Koherent olmayan optik ışıma kişisel olarak maruz kalmanın ölçülmesi ve değerlendirilmesi - Bölüm 2: İşyerlerinde yapay kaynaklardan yayımlanan görülebilir ve kızılötesi (IR) radyasyon
- TS EN 14255-4 Koherent olmayan optik ışıma kişisel olarak maruz kalmanın ölçülmesi ve değerlendirilmesi - Bölüm 4: Mor ötesi (UV), görülebilir ve kızıl ötesi (IR) radyasyona maruz kalmanın ölçülmesinde kullanılan terimler ve birimler
- TS EN ISO 14408 Lazer cerrahisi için tasarımılanan trakea tüpleri - İşaretleme ve beraberindeki bilgi için özellikler

- TS EN ISO 15367-1 Lazer ve lazerle ilgili donanımlar - Lazer demeti dalga cephesinin biçiminin belirlenmesi ilişkin deney yöntemleri - Bölüm 1: Terimler, tarifler ve temel özellikler
- TS EN ISO 15367-2 Lâzer ve lâzerle ilgili donanım - Bir lâzer ışın demeti dalga yönü (sınırı) şeklinin bulunması için deney metotları - Bölüm 2: Hartmann-Shack algılayıcıları
- TS EN ISO 17526 Optik ve optikle ilgili aletler - Lazer ve lazerle ilgili donanım - Lazerlerin ömrü
- TS EN ISO 21254-1 Lazerler ve lazerlerle ilgili donanım-Lazerin sebep olduğu hasar eşiğinin tayin yöntemleri-Bölüm 1: Tarifler ve genel prensipler
- TS EN ISO 21254-2 Lazerler ve lazerlerle ilgili donanım-Lazerin sebep olduğu hasar eşiğinin tayin yöntemleri-Bölüm 2: Eşiğin tayini
- TS EN ISO 21254-3:2011 Lazerler ve lazerlerle ilgili donanım-Lazerin sebep olduğu hasar eşiğinin tayin yöntemleri-Bölüm 3: Lazer gücü (enerjisi) ile işlenebilirlik güvenliği
- TS EN ISO 22827-1 Yag lazer demet kaynak makinaları için kabul deneyleri- Optik fiber sevkiyatlı makinalar-Bölüm 1: Lazer montajı
- TS EN ISO 22827-2 Yag lazer demet kaynak makinaları için kabul deneyleri- Optik fiber sevkiyatlı makinalar-Bölüm 2: Hareket mekanizması
- TS EN ISO 25980 Kaynak ve benzeri işlemler -Sağlık ve güvenlik-Şeffaf kaynak perdeleri, ark kaynak işlemleri için şeritler ve ekranlar
- TS 9919 EN 60432-1/A1 Lâmbalar - Akkor filâmanlı - Güvenlik kuralları - Bölüm 1: Ev ve benzeri yerlerde genel aydınlatmada kullanılan tungsten filâmanlı lâmbalar
- TS EN 60432-2 Lâmbalar - Akkor filâmanlı - Güvenlik kuralları - Bölüm 2: Ev ve benzeri yerlerde genel aydınlatmada kullanılan tungsten halojenür lâmbalar
- TS EN 60601-2-22 lektrikli tıbbî cihazlar - Bölüm 2-22: Teşhis ve tedavi edici lâzer cihazların güvenliği için belirli özellikler
- TS EN 60825-1 Lazer ürünlerinin güvenliği - Bölüm 1: Donanım sınıflandırması ve kurallar (IEC 60825-1:2014)
- TS EN 60825-2 Güvenlik kuralları - Lâzer mamulleri için Bölüm 2: Fiber optik haberleşme sistemlerinin (fohs) güvenliği
- TS EN 60825-4 Lazer mamullerinin güvenliği - Bölüm 4: Lazer koruyucuları
- TS EN 60825-12 Lâzer ürünlerinin güvenliği - Bölüm 12: Bilginin iletilmesi için kullanılan serbest uzay optik haberleşme sistemlerinin güvenliği
- TSE IEC/TR 60825-8 Laser mamullerinin güvenliği -Bölüm 8: Tipta kullanılan lazer cihazlarının güvenli kullanımı için kılavuz

- TS IEC/TR 60825-14 Güvenlik kuralları-Lazer mamulleri için Bölüm 14: Kullanıcı kılavuzu
- TS EN 61040 Güç ve enerji ölçme dedektörleri, aletleri ve cihazları-Lazer radyasyonu için
- TS EN 62471 Lambaların ve lamba sistemlerinin fotobiyolojik güvenliği
- TS IEC TR 62471-2 Lamba ve lamba sistemlerinin fotobiyolojik güvenliği-Lazer olmayan optik ışımaya güvenliğine dair imalat özelliklerinin kılavuzu

ISO, IEC ve CIE Dokümanları

- ISO/TR 11146-3: 2004 Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios — Intrinsic and geometrical laser beam classification, propagation and details of test methods
- ISO TR 11991: 1995 Guidance on airway management during laser surgery of upper airway
- ISO/TR 22588: 2005 Optics and photonics — Laser and laser-related equipment — Measurement and evaluation of absorption-induced effects in laser optical components
- IEC/TR 60825-3: 2008 Safety of Laser Products — Part 3: Guidance for laser displays and shows
- IEC TR 60825-5: 2003 Safety of Laser Products — Part 5: Manufacturer's checklist for IEC 60825-1
- IEC/TR 60825-13: 2006 Safety of Laser Products — Part 13: Measurements for Classification of Laser Products
- CIE S 004-2001: Colours of Light Signals
- ISO 16508/CIE S006.1/E-1999: Joint ISO/CIE Standard: Road Traffic Lights — Photometric Properties of 200 mm Roundel Signals
- ISO 17166/CIE S007/E-1999: Joint ISO/CIE Standard: Erythema Reference Action Spectrum and Standard Erythema Dose
- ISO 8995-1: 2002(E)/CIE S 008/E: 2001: Joint ISO/CIE Standard: Lighting of Work Places — Part 1: Indoor [incl. Technical Corrigendum ISO 8995:2002/Cor. 1:2005(E)]
- CIE S 009/D: 2002: Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen
- ISO 23539: 2005(E)/CIE S 010/E: 2004: Joint ISO/CIE Standard: Photometry — The CIE System of Physical Photometry

- ISO 23603: 2005(E)/CIE S 012/E: 2004: Joint ISO/CIE Standard: Standard Method of Assessing the Spectral Quality of Daylight Simulators for Visual Appraisal and Measurement of Colour
- CIE S 015: 2005: Lighting of Outdoor Work Places
- ISO 8995-3: 2006(E)/CIE S 016/E: 2005: Joint ISO/CIE Standard: Lighting of work places — Part 3: Lighting Requirements for Safety and Security of Outdoor Work Places
- ISO 28077: 2006(E)/CIE S 019/E: 2006: Joint ISO/CIE Standard: Photocarcinogenesis Action Spectrum (Non-Melanoma Skin Cancers)
- ISO 30061: 2007(E)/CIE S 020/E: 2007: Emergency Lighting