

Enerji Tasarruflu Lambalar ve Diğer Yapay Işık Kaynaklarının İnsan Sağlığı Üzerine Olası Zararlı Etkilerinin Optik ve RF Spektrumunda Değerlendirilmesi

Ferhat Sametoğlu*, Oğuz Çelikel, Hakan Karacadağ, Mustafa Çetintas, Fatih Üstüner

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü

P.K. 51, 41470, Gebze Kocaeli

ferhat.sametoglu@ume.tubitak.gov.tr

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü

Barış Mah. Dr.Zeki Acar Cad. No:1

41470 Gebze / KOCAELİ

ferhat.sametoglu@ume.tubitak.gov.tr, oguz.celikel@ume.tubitak.gov.tr, hakan.karacadag@ume.tubitak.gov.tr,
mustafa.cetintas@ume.tubitak.gov.tr, fatih.ustuner@ume.tubitak.gov.tr

Özet: Aydınlatma amaçlı kullanılan enerji tasarruflu lambaların ortama yaydıkları ışınımın insanlar üzerinde diğer yapay ışık kaynaklarına oranla daha fazla zararlı etkiler oluşturup oluşturmayacağı konusu zaman zaman gündeme gelen ve tartışma yapılan bir husustur. Bilindiği gibi enerji tasarruflu lambalar anahtarlamalı güç elektroniği içermekte olup muhtemel elektromanyetik girişim kaynaklarıdır. Dolayısıyla bu lambaların elektromanyetik spektrumun optik ve RF olmak üzere iki ayrı bölgesinde ışınımı söz konusudur. Bu tip lambaların insanlar üzerinde zararlı etkiler oluşturabilecek seviyede ışınımına sahip olup olmadıklarını belirlemek amacıyla enerji tasarruflu lambalar, akkor-filamanlı lamba ve beyaz ışık yayan diyot (IYD) tipi ışık kaynaklarının optik ve RF spektrumundaki ışınımını ölçmeye yönelik bir seri ölçüm gerçekleştirilmiştir. Yapay ışık kaynaklarının ortama yaydığı düşük frekans elektromanyetik dalga elektrik ve manyetik alan ölçümleri 50 Hz - 300 kHz frekans aralığında yönlü antenler kullanılarak yarı yansız oda içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlere ilave olarak belirtilen yapay ışık kaynaklarının 200 nm - 400 nm dalga boyu aralığını kapsayan morötesi (UV) tayf bölgesinde yayımladığı elektromanyetik ışınımın Actinic-UV ve 315 nm - 400 nm dalga boyu aralığındaki toplam ışınım düzeyi değerlerinin IEC 62471 standardında belirtilen ve insan gözü ile cilt sağlığını tehlikeye sokması bakımından oluşturulan risk gruplarına göre analizleri de spektrometrik ölçüm düzeneğinde gerçekleştirilerek bu çalışmada sunulmuştur. Bildiride ölçüm sonuçları, karşılaştırmalı olarak sunulacak ve insan sağlığı sınır değerleri açısından sorgulanacaktır.

1. Giriş

Çeşitli teknolojilere göre üretilen lambalar günümüzde pek çok kullanım alanına sahiptir. Kullanılan lambaların veya lambalardan oluşan aydınlatma sistemlerinin yayımladığı optik radyasyonun risk değerlendirilmesi ve kontrolü tek-dalga boylu lazer sistemlerine kıyasla çok daha karmaşıktır. Lambaların veya lambalardan oluşan aydınlatma sistemlerinin insan sağlığı üzerindeki etkisi (foto-biyolojik güvenliği) genelde radyometrik parametre olan tayfsal ışınım düzeyi parametresinin irdelenmesi ile sağlanmaktadır [1].

Ark lambası, akkor lamba, flüoresan lamba ile lamba ve lamba sistemleri gibi bağlı şekilde geniş tayfsal bant aralığına sahip bir optik ışık kaynağını değerlendirmek için ilk olarak insan gözüne en yakın nokta veya noktalarda, belirtilen ışık kaynağından yayımlanan optik radyasyonun tayfsal dağılımının belirlenmesi gerekmektedir [2]. İnsan gözüne en yakın erişilebilir noktalardaki söz konusu aydınlatma sisteminin tayfsal emisyon dağılımı, ışık yolu üzerindeki herhangi bir optik eleman (örneğin projeksiyon optiği) tarafından oluşturulan optik filtrelemeden dolayı tek başına lambanın yaydığı gerçek tayftan farklılık oluşturabilir. Buna ek olarak ışık kaynağının ebadı veya iz düşüm ebadı, retinal hasar tayfsal bölgesi dahilinde karakterize edilmelidir. Son olarak ta, mesafeye bağlı şekilde tayfsal ışınım düzeyi ile etkin ışıma seviyelerinin belirlenmesi gereklidir.

Gerekli ölçümlerin performansı karmaşık ölçme cihazları olmaksızın kolay bir işlem değildir. Bu nedenle lamba ve lamba sistemlerinin foto-biyolojik güvenlik değerlendirmesinde risk gruplarının oluşturulması için IEC 62471 standardı belirtilen tipteki lamba ve lamba sistemlerinin detaylı ve referans ölçüm teknikleri ortaya koymuştur.

Evlerde, iş yerlerinde ve birçok alanda kullanılan aydınlatma lambaları şebeke hattıyla beslenmektedir ve ELF bandında çalışmaktadır. Şebeke geriliminin frekansı 50 Hz'tir ve bu frekansın harmonikleri de mevcuttur. Aydınlatma lambaları, bulunduğu ortama özellikle 300 kHz'in (ELF-extremely low frequency) altında elektrik alan ve manyetik alan yaymaktadır. Çok yüksek seviyeli ELF alanlar ise dokularda akım indükleyebilirler. Bunun sonucunda istemsiz sinir ve kas uyarılması gerçekleşebilir. Ancak çevremizde bulunan alanlar çok düşük oldukları için bu akut etkilere yol açmazlar [3].

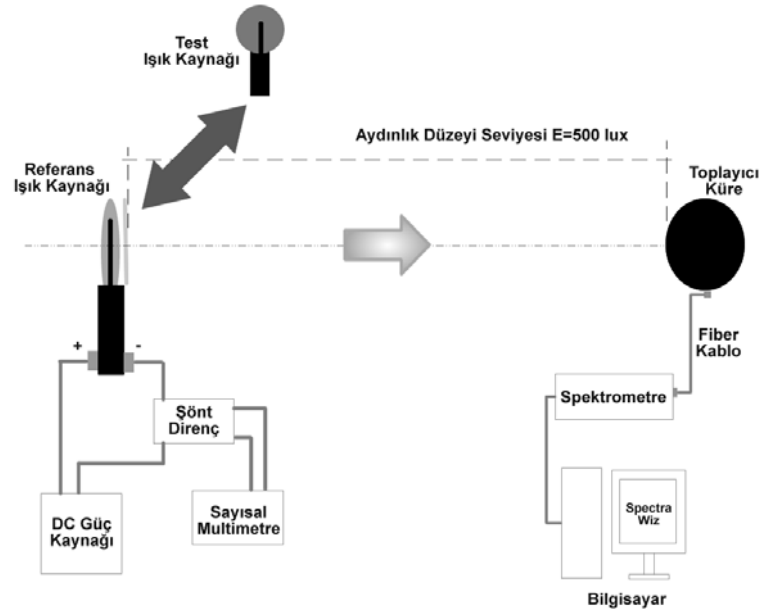
Güç-frekans alanları maruziyetine ilişkin kanser riskinde, epidemiyolojik çalışmalarda birçok inceleme bulunmaktadır. Benzer incelemeler, ELF maruziyetiyle ilişkilendirilen birçok inceleme bulunmaktadır. Bazı benzer

incelemelerde ise, ELF maruziyetiyle ilişkilendirilen olumsuz reproduksiyon (üreme ile ilgili, doğum) gibi sonuçlarda yayınlanmıştır.

Bu çalışmada, piyasada mevcut ve kullanımda bulunan dört farklı tipteki ışık kaynağının fotobiyolojik güvenlik değerlendirmesi IEC 62471 standardında belirtilen referans ölçüm teknikleri kullanılarak Actinic UV etkisi için 200 nm - 400 nm dalga boyu aralığında ve UV-A etkisi ölçümleri de 315 nm - 400 nm dalga boyu aralığında gerçekleştirilmiştir. Belirtilen fotobiyolojik güvenlik değerlendirmelerine ait ölçümler standart olarak belirtilen 500 lüks aydınlatma seviyesinin sağladığı mesafede yapılmıştır. Ayrıca, elektromanyetik kirlilik ölçüm çalışmasında, piyasada mevcut ve kullanımda bulunan 2 farklı tipteki ışık kaynağının elektrik ve manyetik alanlara maruziyet ilişkisinin değerlendirilmesi ve limitlerle karşılaştırılması, ICNIRP Guidelines [4] ve Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'nun yönetmelikleri [5] referans alınarak 50 Hz - 300 kHz frekans aralığında (ELF frekans bandından LF frekans bandına kadar) gerçekleştirilmiştir.

2. Tayfsal Işınım Düzeyi Ölçüm Sistemi İle İlgili Işık Kaynaklarının Actinic UV ve UV-A Etkilerinin Değerlendirilmesi

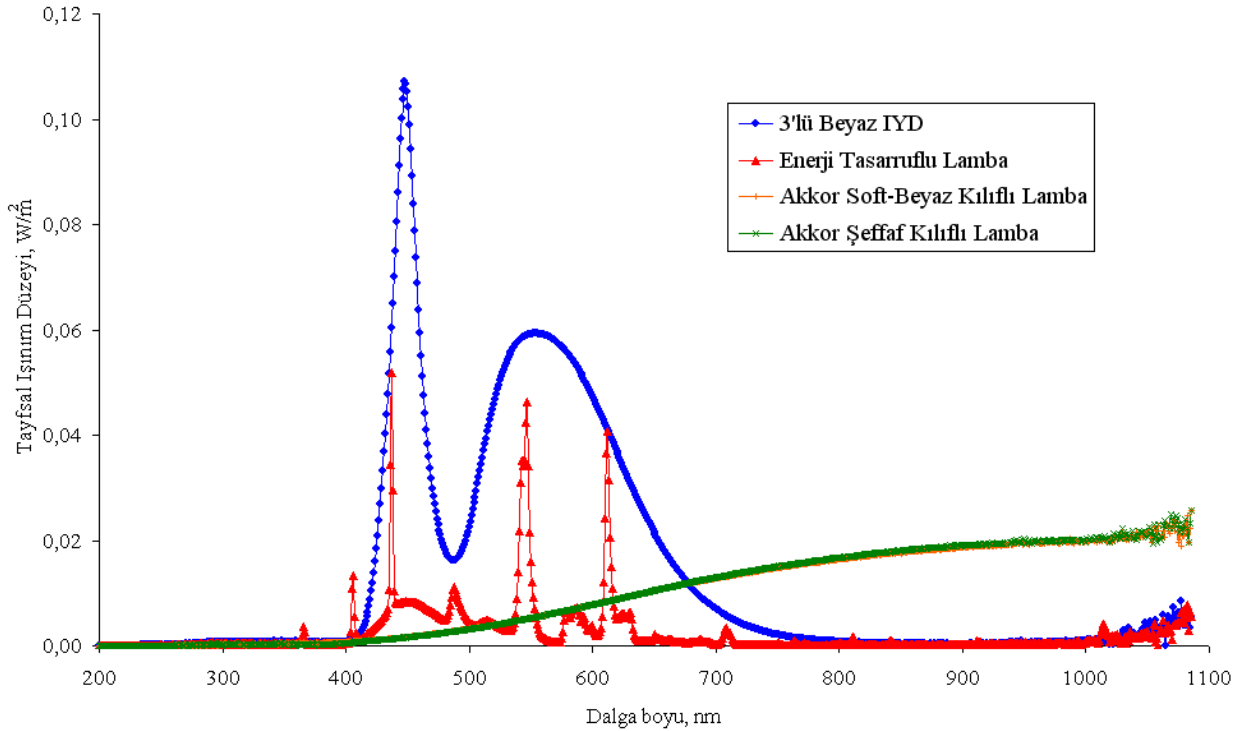
Belirtilen ışık kaynaklarının Actinic UV ve UV-A etkilerinin insan cildi ve göz sağlığı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesinde ilgili ışık kaynaklarının 500 lux aydınlık düzeyini verdiği mesafelerde tayfsal ışınım düzeyi ölçümlerinin yapılması gereklidir [1]. Çalışmanın bu kısmında ilk olarak Actinic UV'nin insan cildi ve göz sağlığı üzerindeki etkileri açıklanacak ve ardından TÜBİTAK UME'de mevcut bulunan tayfsal ışınım düzeyi ölçüm sistemi hakkında bilgi verilerek yapılan ölçümlere ait sonuçlar bu kısımda verilecektir. Elektromanyetik tayfın 10 nm - 400 nm dalga boyu aralığı morötesi (UV) bölge olarak tanımlanır ve bu bölgenin içinde kalan 200 nm - 315nm/320nm tayf aralığı ise Actinic UV bölgesi olarak belirtilir [6]. Actinic UV bölgesi insan sağlığı açısından en yüksek hasar riskini oluşturan tayfsal bölgeyi temsil eder. Radyasyonun girme derinliği dalga boyunun bir fonksiyonudur ve UV gibi görünür bölgeye göre kıyasla kısa dalga boylarında göz ve cilt yüzeyi için bu girme derinliği küçük olduğundan UV radyasyona maruz kalma cilt kanseri ve katarakt gibi biyolojik hasar risklerini arttıracaktır. Belirtilen Actinic UV ve UV-A değerlendirmelerinin IEC 62471 standardına göre yapılabilmesi için TÜBİTAK UME'de Şekil 1'de gösterilen tayfsal ışınım düzeyi ölçüm sistemi oluşturulmuştur.



Şekil 1. Tayfsal ışınım düzeyi ölçüm sistemi

Ölçümlerde, referans tayfsal ışınım düzeyi kaynağı olarak FEL tipi 1000 W halojen ışık kaynağı kullanılmıştır. Referans ışık kaynağı akım kontrollü DC güç kaynağı (Heinzinger Electronic GmbH, PTN55, 250-10) yardımıyla çalıştırılmış ve akım ve gerilim parametreleri kalibreli sayısal multimetre (Keithley, 2010) yardımıyla ölçülmüştür. Ölçümlerin tayfsal olarak gerçekleştirilebilmesi için ışık kaynağının optik ekseninden 500 lux uzaklıkta toplama küresine sahip fiber optik bağlantılı spektrometre (StellarNet Inc., EPP-2000-UV-VIS) cihazı kullanılmıştır. Cihazın sahip olduğu yazılım kullanılarak 125 ms entegrasyon zamanı ve ortalama veri alma sayısı ayarlanarak 250 nm - 1100 nm dalga boyu aralığında referans tayfsal ışınım kaynağına karşı spektrometrenin tayfsal sayım duyarlılığı (sayım/W(m²nm)) türünden elde edilerek toplama küreli tümleşik spektrometrenin izlenebilir kalibrasyonu yapılmıştır. Kalibreli spektrometrenin tayfsal ışınım düzeyi duyarlılığının elde edilmesinin ardından tayfsal ışınım

düzeyi belirlenecek olan ışık kaynakları sırasıyla referans ışık kaynağını yerine takılarak 500 lux aydınlık düzeyini sağlayan mesafede ışınım düzeyi değerleri elde edilmiştir. Her bir lamba için elde edilen tayfsal ışınım düzeyi değerleri Şekil 2’deki grafikte özetlenmiştir.



Şekil 2. Ölçülen dört farklı tipteki ışık kaynağına ait tayfsal ışınım düzeyi $E_{\lambda}(\lambda, t)$ ölçüm sonuçları.

Kalibreli spektrometrenin 125 ms’lik toplam entegrasyon süresi (Δt) boyunca, 200 nm - 400 nm dalga boyu aralığındaki tayfsal ışınım düzeyi değerleri ve IEC62471 standardında belirtilen Actinic UV Hasar Ağırlık Fonksiyonu [1] kullanılarak Denklem (1)’de verilen etkin entegre tayfsal ışınım düzeyi değerleri (E_s) hesaplanmıştır.

$$E_s \cdot t = \sum_{200}^{400} \sum_t E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S_{UV}(\lambda) \cdot \Delta t \cdot \Delta \lambda \leq 30 \quad \text{J/m}^2 \quad (1)$$

burada $E_{\lambda}(\lambda, t)$, Grafik 1’de gösterilen her bir ışık kaynağının 200 nm - 400 nm dalga boyu aralığındaki tayfsal ışınım düzeyi değerleri ($\text{W}/(\text{m}^2\text{nm})$), $S_{UV}(\lambda)$, Actinic UV Hasar Ağırlık Fonksiyonu, $\Delta \lambda$, bant genişliği (nm) ve t , maruziyet süresidir (saniye). Geniş tayfsal banda sahip bir ışık kaynağı tarafından üretilen UV radyasyona maruz kalan göz ve cildin hasara uğramasının önüne geçilebilmesi için Denklem (1)’de verilen etkin entegre tayfsal ışınım düzeyi E_s parametresi bilhassa önemlidir ve belirtilen E_s değerine sahip geniş bantlı radyasyon kaynağı maruziyet zamanı $t_{\text{maks}}=30/E_s$ (s) süresini aşmamalıdır. Ölçülen ışık kaynakları için elde edilen Actinic UV değerleri ve değerlerin IEC 62571 standardında belirtilen risk gruplarına göre değerlendirilmesi Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Dört farklı tipte ışık kaynağı için hesaplanan Actinic UV değerleri ile IEC 62471 standardında belirtilen risk grubu değerlerinin karşılaştırılması.

Işık kaynağı	Ölçülen tayfsal ışınım düzeyi (W/m^2)	Actinic-UV etkisi IEC 62471’e göre değerlendirme		
		Muafiyet sınırı	Düşük risk	Orta risk
		(W/m^2)	(W/m^2)	(W/m^2)
Tasarruflu flüoresan lamba, 11W	0,008±0,001	0,001	0,003	0,03
3’lü IYD ışık kaynağı, 3x1 W	0,015±0,002			
Akkor soft beyaz kılıflı lamba, 60W	0,006±0,001			
Akkor şeffaf kılıflı lamba, 40W	0,005±0,001			

Aynı standardın 4.3.2 maddesinde belirtilen ve insan göz hasar maruziyet limiti değerlendirmesi yine aynı dört ışık kaynağı için gerçekleştirilmiştir. Bu değerlendirme için Şekil 1’de verilen tayfsal ışınım düzeyi ölçüm sonuçları 315 nm - 400 nm dalga boyu aralığında entegre edilerek Denklem (2)’e göre yapılmıştır.

$$E_{UVA} \cdot t = \sum_{315}^{400} \sum_t E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot \Delta t \cdot \Delta \lambda \leq 10000 \quad J/m^2 \quad (2)$$

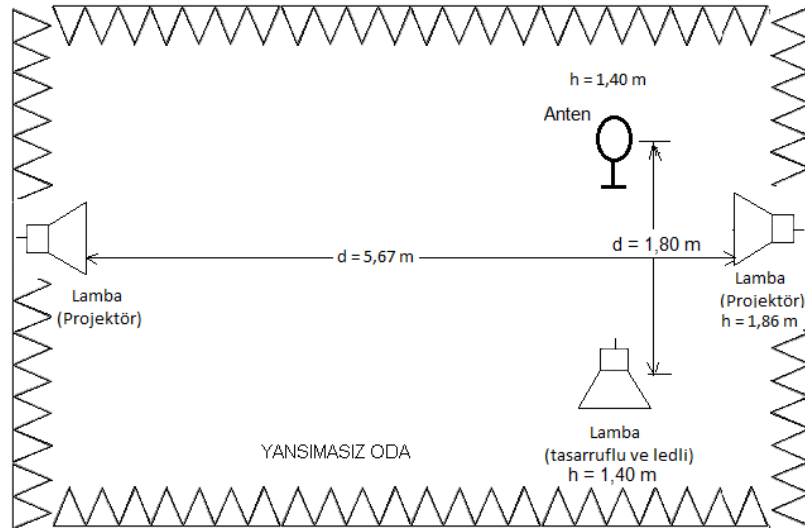
burada $E_{\lambda}(\lambda, t)$, Grafik 1’de gösterilen her bir ışık kaynağının 315 nm - 400 nm dalga boyu aralığındaki tayfsal ışınım düzeyi değerleri ($W/(m^2nm)$), $\Delta \lambda$, bant genişliği (nm) ve t , maruziyet süresidir (saniye). 1000 s’den daha kısa süre için koruma yapılmamış insan gözü üzerine gelen UV radyasyonun müsaade edilebilir maruziyet süresi $t_{maks} \leq 10000/E_{UVA}$ (s) olmalıdır. Ölçülen ışık kaynaklarının UV-A bölgesindeki toplam ışınım düzeyi değerleri ve değerlerin IEC 62571 standardında belirtilen risk gruplarına göre değerlendirilmesi Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. Dört farklı tipte ışık kaynağı için belirlenen toplam UV-A etkisi ile IEC 62471 standardında belirtilen risk grubu değerlerinin karşılaştırılması.

Işık kaynağı	Ölçülen tayfsal ışınım düzeyi (W/m^2)	UV A etkisi IEC 62471’e göre değerlendirme		
		Muafiyet sınırı	Düşük risk	Orta risk
		(W/m^2)	(W/m^2)	(W/m^2)
Tasarruflu flüoresan lamba, 11W	0,042±0,003	10	33	100
3’lü IYD ışık kaynağı, 3x1W	0,060±0,005			
Akkor soft beyaz kılıflı lamba, 60W	0,025±0,002			
Akkor şeffaf kılıflı lamba, 40W	0,040±0,003			

3. Işık kaynaklarının ortama yaydığı düşük frekans elektromanyetik dalga elektrik ve manyetik alan ölçümleri

11 W tasarruflu flüoresan lamba ve 3x1 W’lık IYD ışık kaynağının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi için elektrik alan ve manyetik alan ölçümleri gerçekleştirilmiştir. İyonlaştırıcı olmayan radyasyonun yayılımı sonucu oluşan elektromanyetik alanların, insan sağlığı ve çevre üzerindeki muhtemel olumsuz etkilerinin belirlenmesi için ölçümler, TÜBİTAK UME’de mevcut bulunan ve Şekil 3’te gösterilen ölçüm düzeneği kurularak yapılmıştır.



Şekil 3. Elektromanyetik alan ölçüm sistemi

Ölçümler, yarı yansız oda içerisinde, oda kapısı kapalı ve hiçbir cihaz çalışmıyor iken gerçekleştirilmiştir. Yerden 1,40 m yükseklikte ahşap lamba tutacağına tutturulan her bir ışık kaynağı, lamba beslemesine ait 50 Hz frekansının haricindeki frekansları filtrelemek amacıyla LISN hat empedans stabilizasyon şebekesi (Schaffner MN2050D) üzerinden beslenmiştir. Ölçümlerde, ışık kaynağının karşısına (aynı doğrultuda) aktif monopol anten (Ets-Lindgren 3301C) konulmuştur ve aralarındaki mesafe 1,80 m olarak alınmıştır. Aktif monopol anten tabanının

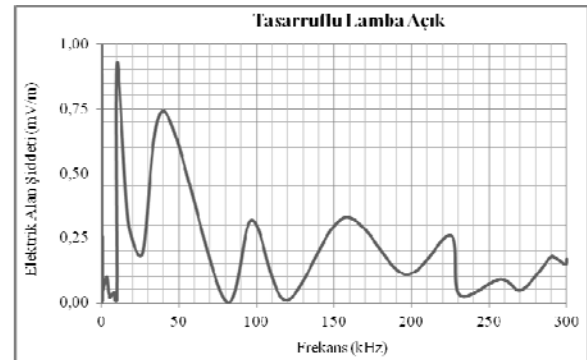
yerden yüksekliği 0,85 m olarak alınmış ve aktif monopole ait çubuğun (eleman) uzunluğu 1,05 m'ye ayarlanmıştır. İlk önce ortamın arka plan gürültüsü bulunmuştur. Bu işlem için oda içerisindeki bütün aydınlatma lambaları ve cihazlar kapatılmıştır. Aktif monopol antenin çıkışında bulunan BNC kablo, yarı yansız odaya ait panel vasıtasıyla oda dışında bulunan kalibreli spektrum analizöre bağlanarak ölçümler alınmıştır. Ölçüm frekanslarına ait kablo kayıpları da dikkate alınması gerektiğinden oda dışarısında bulunan sinyal kaynağı (Agilent 33120A) vasıtasıyla ve referans kablo ölçüm metodu kullanılarak kablo kayıpları ölçüm frekansları için ölçülmüştür. Aktif monopole ait anten faktörü değerleri kalibrasyon sertifikasından alınmıştır ve Denklem (3)'e göre elektrik alan şiddet değerleri (E) hesaplanmıştır [7].

$$E = V + AF + KK \quad \text{V/m} \quad (3)$$

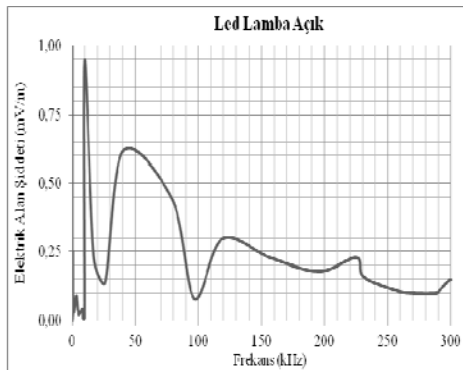
burada V, spektrum analizörde okunan genlik değeri (dBμV), AF, aktif monopol antene ait anten faktörü değerini (dB/m) ve KK'da aktif monopol anten ile spektrum analizör arasındaki BNC kabloya ait kablo kaybı faktör değerlerini (dB) göstermektedir. Çıkan sonuç logaritmik bir ifade olduğundan lineer hale dönüştürülmüştür. Ortamın arka plan gürültüsüne ait ölçüm sonuçları Şekil 4'te verilmiştir. Bu ölçümün ardından sırasıyla tasarruflu flüoresan lamba ve 3x1W IYD ışık kaynağı açılarak ölçümler alınmıştır. Anten faktörü ve kablo kayıpları da dikkate alınarak ışık kaynaklarına ait elektrik alan şiddet değerleri hesaplanmış ve Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmektedir. Elde edilen elektrik alan şiddeti sonuçlarıyla yönetmelikte verilen limit değerlerin kıyaslamasının yapılabilmesi için Şekil 7 incelenmelidir [5].



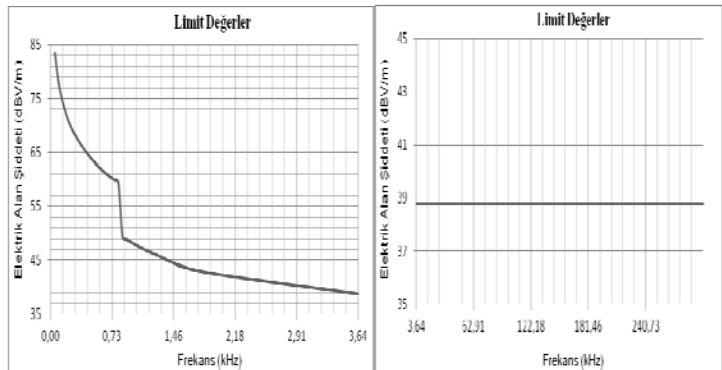
Şekil 4. 50 Hz - 300 kHz frekans aralığında ortamın arka plan elektrik alan şiddeti



Şekil 5. 50 Hz - 300 kHz frekans aralığında tasarruflu flüoresan lambaya ait elektrik alan şiddeti



Şekil 6. 50 Hz - 300 kHz frekans aralığında 3x1W IYD ışık kaynağına ait elektrik alan şiddeti



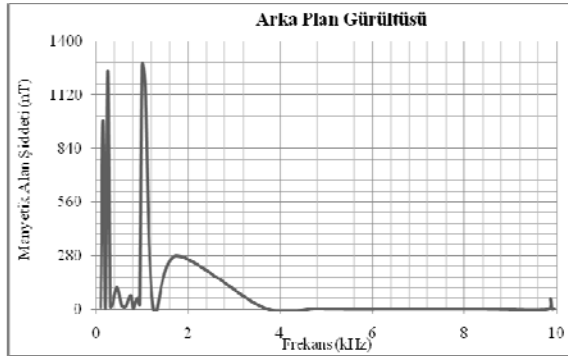
Şekil 7. Yönetmelikte belirtilen 50 Hz - 300 kHz frekans aralığında elektrik alan şiddeti limit değerleri [5]

Bu ölçümlerin ardından her bir ışık kaynağının karşısına (aynı doğrultuda) sırasıyla halka sensörü (Solar Electronics Co. 7334-1) ve pasif halka anteni (Ets-Lindgren 6512) konulmuştur ve aralarındaki mesafe 1,80 m olarak alınmıştır. Halka sensörünün ve pasif halka antenin merkez noktalarının yerden yükseklikleri 1,40 m olarak alınmıştır. İlk önce ortamın arka plan gürültüsü bulunmuştur. Bu işlem için oda içerisindeki bütün aydınlatma lambaları ve cihazlar kapatılmıştır. Halka antenlerin çıkışında bulunan BNC kablo, yarı yansız odaya ait panel vasıtasıyla oda dışında bulunan kalibreli spektrum analizöre bağlanarak ölçümler alınmıştır. Ölçüm frekanslarına ait

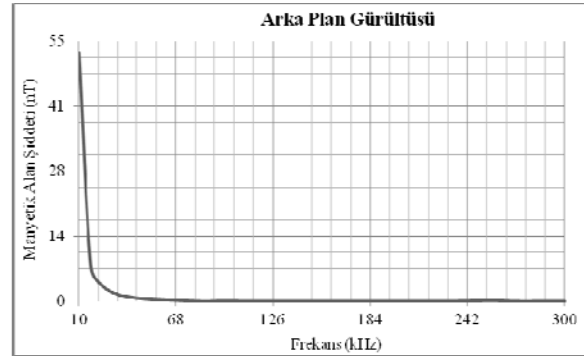
kablo kayıpları da dikkate alınması gerektiğinden oda dışarısında bulunan sinyal kaynağı (Agilent 33120A) vasıtasıyla ve referans kablo ölçüm metodu kullanılarak kablo kayıpları ölçüm frekansları için ölçülmüştür. Halka antenlere ait anten faktörü değerleri kalibrasyon sertifikasından alınmıştır ve Denklem (4)'e göre manyetik alan şiddet değerleri (B) hesaplanmıştır [7].

$$B = V + AF + KK \quad T \quad (4)$$

burada V, spektrum analizörde okunan genlik değeri (dBμV), AF, aktif monopoll antene ait anten faktörü değerini (dBpT/μV) ve KK'da aktif monopoll anten ile spektrum analizör arasındaki BNC kabloya ait kablo kaybı faktör değerlerini (dB) göstermektedir. Çıkan sonuç logaritmik bir ifade olup lineer hale dönüştürülmüştür. Ortamın 50 Hz - 10 kHz ve 10 kHz - 300 kHz frekans aralıkları için arka plan gürültüsüne ait ölçüm sonuçları Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.

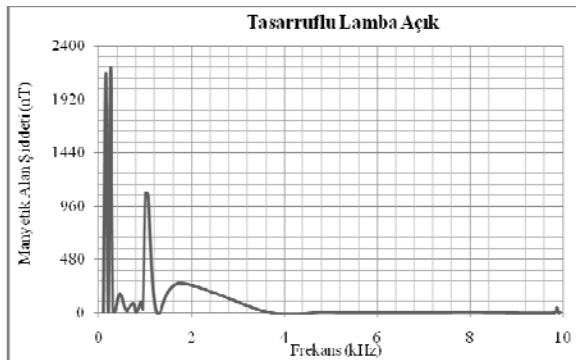


Şekil 8. 50 Hz - 10 kHz frekans aralığında ortamın arka plan manyetik alan şiddeti

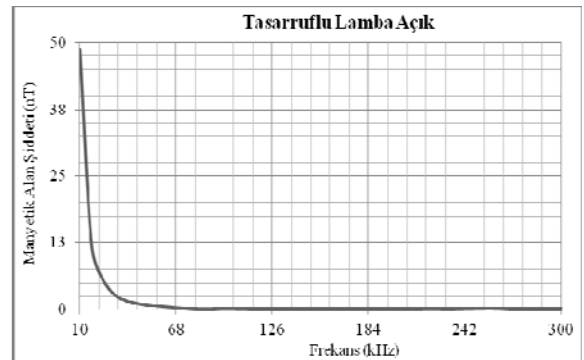


Şekil 9. 10 kHz - 300 kHz frekans aralığında ortamın arka plan manyetik alan şiddeti

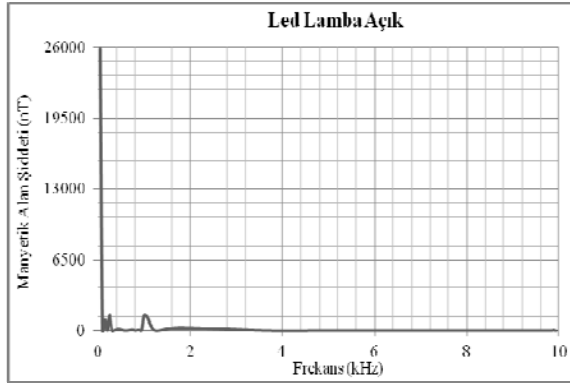
Bu ölçümün ardından sırasıyla tasarruflu flüoresan lamba ve 3x1W IYD ışık kaynağı açılarak ölçümler alınmıştır. Anten faktörü ve kablo kayıpları da dikkate alınarak ışık kaynaklarına ait manyetik alan şiddet değerleri hesaplanmış ve tasarruflu flüoresan lamba için bulunan değerler Şekil 10 ve Şekil 11'de ve 3x1W IYD ışık kaynağı için elde edilen değerler ise Şekil 12 ve Şekil 13'te verilmiştir.



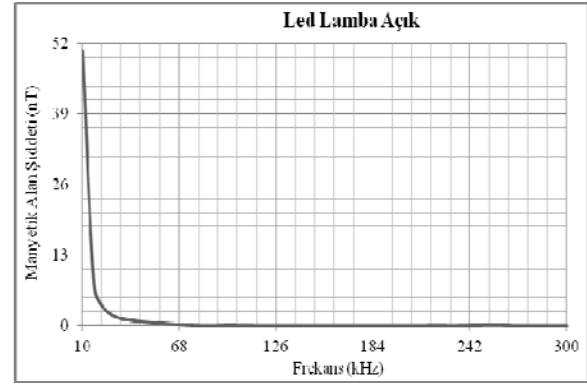
Şekil 10. 50 Hz - 10 kHz frekans aralığında tasarruflu flüoresan lambaya ait manyetik alan şiddeti



Şekil 11. 10 kHz - 300 kHz frekans aralığında tasarruflu flüoresan lambaya ait manyetik alan şiddeti

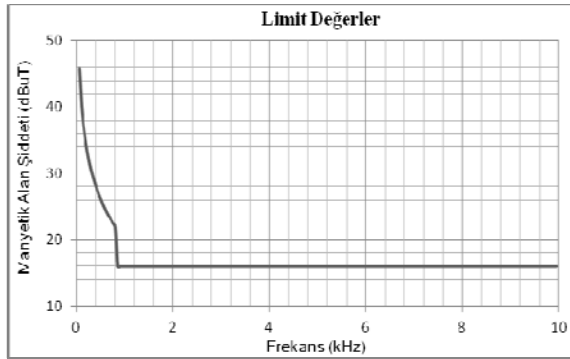


Şekil 12. 50 Hz - 10 kHz frekans aralığında 3x1 W IYD ışık kaynağına ait manyetik alan şiddeti

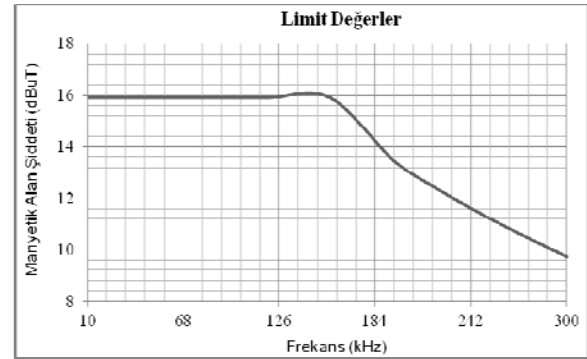


Şekil 13. 10 kHz - 300 kHz frekans aralığında 3x1 W IYD ışık kaynağına ait manyetik alan şiddeti

Elde edilen manyetik alan şiddeti sonuçlarıyla yönetmelikte verilen limit değerlerin kıyaslamasının yapılabilmesi için Şekil 14 ve Şekil 15 incelenmelidir [5].



Şekil 14. Yönetmelikte belirtilen 50 Hz - 10 kHz frekans aralığında manyetik alan şiddeti limit değerleri [5]



Şekil 15. Yönetmelikte belirtilen 10 kHz - 300 kHz frekans aralığında manyetik alan şiddeti limit değerleri [5]

3. Sonuç

Test edilen dört farklı tipte ışık kaynağının (tasarruflu flüoresan lamba, 3'lü IYD lamba, akkor soft beyaz kılıflı lamba ve akkor şeffaf kılıflı lamba) insan sağlığı üzerine olası zararlı etkileri IEC 62471 standardında belirtilen Actinic UV ve UV-A etkileri incelenerek değerlendirilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki deneye tabi tutulan tüm ışık kaynaklarının 500 lux aydınlık seviyesindeki Actinic-UV etkisi düşük risk grubu ile orta risk grubu arasında dağılım göstermektedir. 500 lux aydınlık seviyesinin söz konusu ışık kaynakları için 30 cm - 40 cm aralığında değişen mesafelerde elde edildiği ölçümlerle tespit edilmiştir. Bu nedenle ölçümleri gerçekleştirilen ışık kaynaklarının masa üstü uygulamalarda kullanımından ziyade tavan aydınlatmasında kullanılmaları durumunda insan cilt ve göz sağlığı üzerindeki etkisinin daha da azalacağı ters kare kanunu ile (elektromanyetik alan şiddeti/mesafe²) aşıkarak gözükmetedir. Belirtilen ışık kaynaklarının UV-A etkisinin ise IEC 62471 standardında belirtilen muafiyet sınırının oldukça altında olduğu ölçümlerle teyit ve tespit edilmiştir.

İyonlaştırıcı olmayan radyasyon yönünden test edilen iki farklı tipte ışık kaynağının (tasarruflu lamba ve led lamba) insan sağlığı olası etkileri, ICNIRP ve Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu yönetmelikleri referans alınarak incelenip değerlendirilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki yönetmeliklerde belirtilen muafiyet sınırının oldukça altında olduğu ölçümlerle tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- [1]. International Standard IEC 62471. Photobiological safety of lamps and lamp systems. International Electrotechnical Commission, 2006.
- [2]. Diffey B.L. ve McKinlay A.F., "The UVB content of UVA fluorescent lamps and its erythral effectiveness in human skin", Phys. Med. Biol., 28(4), s.351-358, 1983.
- [3]. Yürekli A. İ. ve Üstüner F., "Elektromanyetik alanların sağlığa etkileri konusunda son yıllarda yayınlanan raporlar", TÜBİTAK UEKAE, ETBD-5000-010, s.8, 2007.

- [4]. ICNIRP Guidelines, “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (Up to 300 GHz)”, Health Physics, 74(4), s.494-522, 1998.
- [5]. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, “İyonlaştırıcı olmayan radyasyonun olumsuz etkilerinden çevre ve halkın sağlığının korunmasına yönelik alınması gereken tedbirlere ilişkin yönetmelik”, Resmi Gazete, numara 27651, 24 Temmuz 2010.
- [6]. Konrad D. ve Marcin P., “Evaluation of photobiological effects of fluorescent lamps used for general lighting purposes”, Przegląd Elektrotechniczny, 86(10), s.181-182, 2010.