

KATI HAL AYDINLATMA VE LED STANDARTLARINDAKİ GELİŞMELER

M. Berker YURTSEVEN, Sermin ONAYGİL

İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, Ayazağa Yerleşkesi, 34469, Maslak, İstanbul,
Tel: 0 212 285 38 79 Faks: 0 212 285 38 84
byurtseven@itu.edu.tr, onaygil@itu.edu.tr

ÖZET

Son yıllarda hızla gelişen LED (ışık yayan diyot) teknolojisi ile piyasada LED ışık kaynağı kullanan iç/dış aydınlatma tesisatları gittikçe artmaktadır. LED ışık kaynaklı armatürlerin, konvansiyonel sistemlerin yerini alabilmeleri için, uygun standartlarla desteklenmeleri; fotometrik, mekanik ve elektriksel yeterlilikleri sağlamaları gerekmektedir. LED'lerin konvansiyonel ışık kaynaklarına göre yapısal farklılıkları nedeniyle, yeni ve özgün standartların gelişimine ihtiyaç duyulmaktadır. Çoğu zaman üreticilerden alınan teknik bilgiler yanıltıcı olabilmektedir. Bunun esas nedeni de, standartların eksikliği ve/veya yetersizliğidir. Bu bildiriye, katı hal aydınlatma sistemleri ve LED'ler için Dünya genelinde yürürlükte olan standartlar konu içerikleri açıklanarak özetlenecek, katı hal aydınlatma sistemlerinde kullanılacak standartlar lamba, modül, kontrol aksamı, armatür, sistem, elektromanyetik uyumluluk ve elektromanyetik alan bazında listelenecektir. Buna ek olarak, standart geliştirmek amacıyla çalışan kurumlar ve teknik komiteler hakkında da bilgi verilecektir.

1. GİRİŞ

Son yıllarda LED (ışık yayan diyot) teknolojisi, yüksek etkinlik faktörleri (lm/W), renksel geriverimlerinin giderek iyileşmesi, farklı renklerde ışık verebilmeleri ve uzun ömürleri gibi özellikleri ön plana çıkarılarak aydınlatma tesisatlarında kullanılmaya başlamıştır. Yarı iletken teknolojisinde yaşanan hızlı gelişmeler sonucunda LED'lerin etkinlik faktörleri sürekli artmaktadır. LED ışık kaynaklı armatürlerin, mevcut iç/dış aydınlatma armatürlerinin yerini alabilmeleri için, öncelikle aydınlatma standartlarında belirtilen aydınlık düzeyi, parlılık, düzgünlük ve kamaşma sınırlandırılması gibi minimum aydınlatma gereksinimlerini yerine getirmeleri gerekmektedir. Bu süreç uygun LED standartlarının geliştirilmesi ile desteklenmelidir. Konvansiyonel ışık kaynakları ve bu kaynakları kullanan aydınlatma armatürleri için; fotometrik, mekanik ve elektriksel gereklilikleri içeren standartlar yürürlükte. LED'lerin konvansiyonel ışık kaynaklarından farklı olması nedeniyle, LED'lere özel yeni standartların gelişimine ihtiyaç duyulmaktadır. LED'lerle ilgili en büyük sorunlardan biri; LED ışık kaynakları,

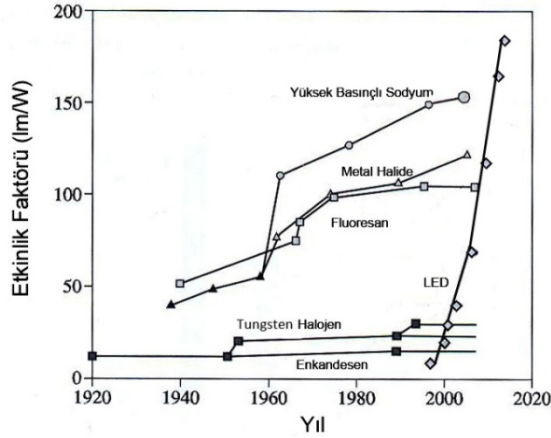
modülleri ve armatürleri için üreticilerden alınan verilerin tutarlı olmamasıdır. Çoğu zaman verilen teknik değerler yanıltıcı olabilmektedir. Bu durum da esas olarak üreticilerin söz konusu verileri elde ederken veya yayınlarken başvurabilecekleri standartların eksikliği ve/veya yetersizliğinden kaynaklanmaktadır.

Bu bildiriye, LED ışık kaynağı kullanan katı hal aydınlatma sistemleri için Dünya genelinde yürürlükte olan anahtar standartlar konu içerikleri açıklanarak özetlenecek, katı hal aydınlatma sistemlerinde kullanılacak standartlar; lamba, modül, kontrol aksamı, armatür, sistem, elektromanyetik uyumluluk ve alan başlıkları altında listelenecektir. Buna ek olarak, standart geliştirmek amacıyla çalışan kurumlar ve teknik komiteler hakkında da bilgi verilecektir.

2. AYDINLATMA AMAÇLI KULLANILAN LED'LER

Konvansiyonel ışık kaynaklarının etkinlik faktörleri uzun yıllardır süregelen çalışmalarla maksimum 150 lm/W değerlerini zorlamaktadır. LED'lerin aydınlatma alanındaki kısa tarihlerine oranla, etkinlik faktörleri çok hızlı bir gelişim göstermiştir. Birçok üretici,

laboratuvar koşullarında da olsa (25°C sıcaklık ve modül halindeki çip için) 200 lm/W etkinlik faktörü seviyelerinin üzerine ulaştığını beyan etmektedir. LED'lerin 2020 yılına kadar genel aydınlatma uygulamalarında önemli bir paya sahip olacağı öngörülmektedir. Etkinlik faktörlerinin yüksek olması, iyi ısı tasarımlarla yüksek ömürlere ulaşılması, küçük boyutları, esnek yapıları (kontrol sistemleri ile farklı ışık/reng seçeneklerini dinamik olarak sunmaları vs.) gibi üstünlükleri, LED'leri konvansiyonel ışık kaynakları karşısında üstün konuma getirebilmektedir. Şekil 1'de LED'lerin ve konvansiyonel ışık kaynaklarının etkinlik faktörlerinin yıllar bazında gelişimi gösterilmektedir [1].



Şekil 1. Işık kaynaklarının etkinlik faktörlerinin yıllar bazında değişimi.

Günümüzde ise LED'lerin genel aydınlatma alanında yaygın ve sorunsuz olarak kullanılabilmeleri, bilinen konvansiyonel ışık kaynaklarına göre üstün konuma gelebilmeleri için, gerçek çalışma koşullarında daha yüksek etkinlik faktörlerine sahip olmalarını, gerekli aydınlatma kriterlerini sağlamalarını, ısı ve güç performanslarının artırılmasını gerektirmektedir. LED'lerin son yıllardaki hızlı teknolojik gelişimleri, pazar paylarının ve üretim rakamlarının da çok hızlı artmasını beraberinde getirmiştir.

LED pazarı hızla büyürken, üretilen armatürlerin minimum aydınlatma gereklerini yerine getiremeyebilme riskleri de vardır. Standart ve önerilerin ortaya

koyduğu aydınlatma kriterlerinin sağlanabilmesi için; optik, ısı ve elektriksel yönden iyi tasarlanmış LED ışık kaynağı kullanan armatürler hedeflenmelidir. LED ışık kaynaklı armatürler, konfor ve emniyet açısından gerekli olan minimum aydınlatma kriterlerini sağlamalıdır. Bu kriterlerin sağlanması amacıyla, armatürün kullanılacağı alanlar için geçerli mevcut aydınlatma standartları, teknik dökümanlar ve öneriler incelenmelidir. Bunun yanında, LED ışık kaynağı kullanan aydınlatma sistemlerinin performans ve güvenlik ölçümlerinin yapılabilmesi, kullanılan elemanların ayrı ayrı ve sistem halinde minimum gerekliliklerinin belirlenebilmesi için özel standartlara da ihtiyaç vardır.

3. LED AYDINLATMA STANDARTLARI

LED'lerin aydınlatma tesisatlarında kullanılmaya başlaması ile yeni standart ihtiyacı doğmuştur. LED'lerin temelde bir elektronik eleman olmaları, onları konvansiyonel ışık kaynaklarından ayıran en önemli özellikleridir. Günümüzde bir çok kuruluş, LED ve LED uygulamaları için teknik doküman ve standart oluşturmaya çalışmaktadır. ANSI (American National Standards) [2], CEN (European Committee for Standardization)[3], CIE (International Commission on Illumination)[4], FCC (Federal Communications Commission) [5], IEC (International Electrotechnical Commission)[6], IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) [7], JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council)[8], NEMA (National Electrical Manufacturers Association)[9], NFPA (National Fire Protection Association)[10], UL (Underwriters Laboratories Inc.)[11], ZHAGA (Zhaga Consortium)[12] gibi kuruluşlar bu çalışmalarda aktif görevler üstlenmişlerdir. LED'lerin bir aydınlatma tesisatında kullanılabilmeleri için armatür formatına getirilme zorunluluğu vardır. Alışıl gelmiş

bilinen ışık kaynaklarının kullanıldığı armatürler lamba ve yardımcı elemanlardan (balast, trafo, vs.) oluşurken, LED'li armatürler LED çip, lens, baskı devre, soğutucu, sürücü gibi daha fazla elemanı içermektedir. Elektronik eleman olma özelliklerinden dolayı, şebekeye olası bozucu etkilerinin de daha detaylı ele alınması gerekmektedir. Bu bölümde LED'lerle ilgili lamba-modül, kontrol elemanları, armatür, sistem, ölçüm, EMC (Elektromanyetik Uyumluluk) ve EMF (Elektromanyetik Alan) konularında geçerli standartlar incelenecektir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'ndeki standartlar uluslararası platformlardaki benzerlerine göre zamanlama ve içerik yönünden farklılıklar gösterebildiği için inceleme temelde Uluslararası LED aydınlatma standartları ve ABD LED aydınlatma standartları başlıkları altında gerçekleştirilmiştir.

3.1 Uluslararası LED Aydınlatma Standartları

LED'li aydınlatma sistemleri farklı elemanlardan oluştuğu için mevcut uluslararası standartlar da alttaki başlıklar altında toplanarak listelenmiştir.

1. LED lamba ve modülleri
2. LED kontrol elemanları
3. LED ışık kaynaklı armatürler
4. LED'li aydınlatma tesisatları
5. LED aydınlatma sistemlerinin ölçümü
6. LED'li aydınlatma sistemlerinin EMC ve EMF ölçümleri

Bu konulardaki IEC, CEN ve CIE standart ve önerileri aşağıda kısaca tanıtılmıştır.

3.1.1 LED Lamba ve Modülleri Standartları

Bu başlık altında genel aydınlatma amaçlı kullanılan LED lamba ve modüllerinin performans ve güvenlik koşulları ile ilgili standartlar yer almaktadır.

3.1.1.1 IEC 62031:2008 / EN 62031:2008: LED Modules for General Lighting – Safety Specifications (Genel

aydınlatma amaçlı LED modülleri: Güvenlik gereklilikleri)

Bu standart; sabit gerilim, akım veya güç altında çalışma için gerekli kontrol elemanına sahip olmayan LED modülleri ve 50 Hz veya 60 Hz frekansta, 250V gerilime kadar DC ve 1000V'a kadar AC kaynaklardan beslenebilen kendinden balastlı LED modülleri için güvenlik gerekliliklerini tanımlamaktadır.

3.1.1.2 IEC/PAS 62717:2011: LED Modules for General Lighting – Performance Requirements (Genel aydınlatma amaçlı LED modülleri: Performans gereklilikleri)

IEC tarafından çıkarılan bu standart, öncü-standart olarak nitelendirilmektedir (pre-standart) ve henüz son halini almamıştır. Bu standartta aşağıda sıralanan nitelikteki LED modüllerinin performans gereklilikleri belirtilmiştir.

- 50 Hz veya 60 Hz frekansta, 250V'a kadar DC ve 1000V'a kadar AC kaynaklardan beslenebilen kendinden balastlı LED modülleri.
- Kontrol elemanının modül içinde, güç ünitesinin ise dışarıda olduğu "yarı-balastlı" LED modülleri.
- Hem kontrol elemanının hem de güç ünitesinin dışarıda olduğu balastsız LED modülleri.

Bu standart 3.1.1.1'de verilen güvenlik gerekliliklerine ek olarak çıkartılmıştır ve sadece beyaz ışık üreten inorganik LED'ler için geçerlidir.

3.1.1.3 IEC 62560:2011 / EN 62560 (Taslak): Self-ballasted LED-lamps for general lighting services by voltage > 50 V - Safety specifications (50V'tan yüksek gerilimde çalışan, genel aydınlatma amaçlı, kendinden balastlı LED lambaları: Güvenlik gereklilikleri)

Bu standart, genel aydınlatma ve konutsal kullanım amaçlı kendinden balastlı LED lambaların, değiştirilebilirlik ve güvenlik gerekliliklerini, test yöntemlerini

içermektedir. Standart kapsamındaki LED lambaların özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- Nominal güçleri 60W'tan az,
- Nominal gerilimleri 50V ile 250V arasında,
- Standartta belirtilen duy başlıklarına sahip olanlar.

3.1.1.4 IEC/PAS 62612:2009: Self-ballasted LED-lamps for general lighting services by voltage > 50 V – Performance Requirements (50V'tan yüksek gerilimde çalışan, genel aydınlatma amaçlı, kendinden balastlı LED lambaları: Performans gereklilikleri)

3.1.1.3'te belirtilen tipteki kendinden balastlı LED lambaların performans gerekliliklerini içerir. Sadece beyaz renk ışık veren LED lambalar için geçerlidir.

3.1.1.5 IEC 60061: Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety (Güvenlik ve değiştirilebilirliğin kontrolü için, lamba başlık ve duyları)

Bu standart, bütün lambalar için lamba başlığı ve duylarının fiziksel gerekliliklerini tanımlanmaktadır. LED lambalar da standart kapsamındadır.

3.1.1.6 IEC 60838-2-2:2006 / EN 60838-2-2:2006: Miscellaneous lampholders – Part 2-2: Particular requirements – Connectors for LED-modules (Çeşitli duylar – Özel gereklilikler – LED modülleri için bağlantı elemanları)

Bu standart baskı devre üzerindeki LED modülleri ile kullanılacak bağlantı elemanlarının özelliklerini tanımlamaktadır.

3.1.1.7 IEC 61231:2010 / EN 61231:2010: International lamp coding system (ILCOS) (Uluslararası lamba kodlama sistemi)

Bu standartta araç (otomotiv) lambaları hariç, aydınlatmada kullanılan tüm lamba tipleri için geçerli kısaltma terminolojisi

yer almaktadır. LED lambalar da standart kapsamındadır.

3.1.1.8 IEC/PAS 62707-1:2011: LED – Binning – Part 1 : General requirements and white grid (LED – Grublama – Birinci bölüm: Genel gereklilikler ve beyaz ışık bölümü)

Bu standartta, beyaz ışık yayan LED'lerin, grup olarak paketlenmesindeki (binning) renk özelliklerinin ve renk matrisinin gereklilikleri tanımlanmaktadır.

3.1.2 LED Kontrol Elemanları Standartları

Bu konu ile ilgili IEC ve CEN standartları aşağıda özetlenmiştir.

3.1.2.1 IEC 61347-1:2010-11 / EN 61347-1:2008: Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirements (Lamba kontrol elemanları – Birinci bölüm: Genel gereklilikler ve güvenlik gereklilikleri)

Bu standartta 50 Hz veya 60 Hz frekansta, 250V'a kadar DC ve 1000V'a kadar AC kaynaklardan beslenen LED modül kontrol elemanları için güvenlik gereklilikleri tanımlanmaktadır.

3.1.2.2 IEC 61347-2-13:2006: Lamp controlgear – Part 2-13: Particular requirements for DC or AC supplied electronic controlgear for LED modules (Lamba kontrol elemanları – Bölüm 2-13: DC veya AC beslenmiş LED modüllerinin kontrol elemanları için özel gereklilikler)

Bu standart, 50 Hz veya 60 Hz frekansta, 250V'a kadar DC ve 1000V'a kadar AC kaynaklardan beslenen LED modül kontrol elemanlarının, besleme frekansından farklı frekanslarda çalışmaları halinde gerekli güvenlik gerekliliklerini tanımlamaktadır.

3.1.2.3 IEC 62384:2009 / EN 62384:2009: DC or AC supplied electronic control gear for LED modules – Performance requirements (DC veya AC beslenmiş LED modüllerinin kontrol

elemanları için performans gereklilikleri)

Bu standart, 50 Hz veya 60 Hz frekansta, 250V'a kadar DC ve 1000V'a kadar AC kaynaklardan beslenen LED kontrol elemanlarının, besleme frekansından farklı frekanslarda çalışmaları halinde gerekli performans gerekliliklerini içerir. Bu standartta belirtilen kontrol elemanlarının, sabit akım ve gerilim altında çalışacağı kabul edilmiştir.

3.1.2.4 IEC 62386-101:2009 / EN 62386-101:2009: Digital addressable lighting interface – Part 101: General requirements – System (Dijital adreslenebilir aydınlatma arabirimi – Bölüm 101: Genel gereklilikler)

Bu standartta DC veya AC bir kaynakla kullanılan aydınlatma elemanlarının, dijital sinyal ile kontrolünü sağlamak için gerekli protokol verilmektedir. LED ışık kaynaklı aydınlatma tesisatları da standart kapsamındadır.

3.1.2.5 IEC 62386-102:2009 / EN 62386-102:2009: Digital addressable lighting interface – Part 101: General requirements – Control Gear (Dijital adreslenebilir aydınlatma arabirimi – Bölüm 101: Genel gereklilikler – Kontrol aksamı)

Bu standart 3.1.2.4'te belirtilen kontrol elemanlarının test yöntemlerini açıklamaktadır.

3.1.2.6 IEC 62386-207:2009 / EN 62386-207:2009: Digital addressable lighting interface – Part 207: Particular requirements for control gear – LED Modules (Dijital adreslenebilir aydınlatma arabirimi – Bölüm 207: Kontrol aksamı için özel gereklilikler – LED modülleri)

Bu standart 3.1.2.4'te açıklanan standartın, LED modülleri için özelleştirilmiş halidir.

3.1.3 LED Işık Kaynaklı Armatür Standartları

Bu bölümde LED ışık kaynaklı armatürler için mevcut IEC ve CEN standartları özetlenmiştir.

3.1.3.1 IEC 60598 / EN 60598: Luminaire Safety (Armatür güvenliği)

IEC 60598 serisi, 1000V'a kadar besleme gerilimi ile çalışan tüm aydınlatma armatürleri için güvenlik gerekliliklerini, armatür sınıflandırmasını, etiketlenmesini, mekanik ve elektriksel gereklilikleri ve bunlarla ilgili testleri içermektedir. Dolayısıyla LED ışık kaynaklı armatürleri de kapsamaktadır.

3.1.3.2 IEC/PAS 62722-1:2011: Luminaire performance – Part 1 – General Requirements ve IEC/PAS 62722-2-1:2011 Luminaire performance – Part 2-1 – Particular requirements for LED luminaires (Armatür performansı – Bölüm 1 – Genel gereklilikler ve Armatür performansı – Bölüm 2-1 – LED armatürler için özel gereklilikler)

IEC/PAS 62722-1, 1000V'a kadar besleme gerilimi ile çalışan aydınlatma armatürleri ile birlikte verilmesi gereken çevresel ve performans verilerini tanımlamaktadır. IEC/PAS 62722-2-1 ise aşağıda verilen sınıflara giren LED armatürleri için performans verilerini içermektedir.

- A Tipi: IEC/PAS 62717 standartına uyumsuz LED modülleri kullanan armatürler.
- B Tipi: IEC/PAS 62717 standartına uyumlu LED modülleri kullanan armatürler.
- C Tipi: IEC/PAS 62722-1 standartına uyumlu LED modülleri kullanan armatürler.

3.1.4 LED'li Aydınlatma Tesisatları için Standartlar

LED'li aydınlatma tesisatları için geçerli olan IEC ve CEN standartları aşağıda özetlenmiştir.

3.1.4.1 IEC/TS 62504:2011: Terms and definitions for LEDs and LED modules in general lighting (Genel aydınlatma amaçlı kullanılan LED'ler ve LED modüller için terimler ve tanımlar)

Bu standart, genel aydınlatma amaçlı kullanılan LED ve LED modülleri için tanımları içermektedir.

3.1.4.2 IEC 62471:2006 / EN 62471:2008: Photobiological safety of lamps and lamp systems ve IEC 62471-2:2009: Photobiological safety of lamps and lamp systems – Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety. (Lambaların ve lamba sistemlerinin fotobiyolojik güvenliği / Lambaların ve lamba sistemlerinin fotobiyolojik güvenliği – Bölüm 2: Lazer dışı optik radyasyon güvenliği ile ilgili üretim gerekliliği kılavuzu)

Bu iki standart lambaların ve aydınlatma armatürlerinin fotobiyolojik güvenlikleri için gereklilikleri tanımlamaktadır. 200 nm – 3000 nm dalga boyları arasında radyasyon yayan kaynaklar ve dolayısıyla LED'ler için kullanılabilirler.

3.1.5 LED'li Aydınlatma Sistemlerinin Ölçümü için Standartlar

LED'li aydınlatma sistemlerinin ölçümü ile ilgili standartlar ve öneriler aşağıda açıklanmıştır.

3.1.5.1 CIE 127:2007: Measurement of LEDs (LED'lerin ölçümü)

Günümüzde LED'lerin fotometrik ölçümleri için en çok başvurulan dökümanlardan biri, CIE 127:2007'dir. Teknik rapor olarak yayınlanmış olan bu çalışma birçok standarda kaynak olma niteliği taşımaktadır. Yüksek güçlü LED'lerin aydınlatma sistemlerinde kullanılmaya başlanmasından sonra CIE, 127:1997 no'lu aynı adı taşıyan teknik dökümanını güncelleyerek 127:2007'yi yayınlamıştır. Bu dökümanda “tekil” LED çiplerinin laboratuvar koşullarında fotometrik, radyometrik ve kolorimetrik

ölçümleri için yol gösterici bilgiler yer almaktadır. Birden fazla LED içeren modül şeklindeki kaynaklar, LED aydınlatma armatürleri ve organik LED'ler (OLED) bu dökümanın kapsamı dışındadır. Standart, LED'lerin üretimi esnasında gerekli olan test yöntemlerini de içermemektedir.

3.1.5.2 EN 13032 : Light and Lighting – Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires (Işık ve aydınlatma – Lamba ve armatürlerin ölçümü ve fotometrik verilerin sunumu)

EN 13032 standardı sırasıyla,

1. 13032-1. Ölçüm ve fotometrik verilerin sunumu
2. 13032-2. İç ve dış çalışma ortamları için fotometrik verilerin sunumu
3. 13032-3. Acil aydınlatma sistemleri için fotometrik verilerin sunumu bölümlerinden oluşmaktadır. LED'li aydınlatma sistemleri de farklı bir çalışma ortamı için, bu kapsamda değerlendirilmektedir.

3.1.5.3 IEC/TR 61341:2010: Method of measurement of centre beam intensity and beam angle(s) of reflector lamps (Reflektörlü lambalar için merkez ışın şiddeti ve ışın açılarını ölçme yöntemi)

Bu standartta, enkandesen, tungsten halojen, gaz-deşarj ve LED bazlı reflektörlü lambaların merkez ışın şiddetini ve yayılan ışığın açısını ölçmek için gereklilikler açıklanmaktadır.

3.1.6 LED'li Aydınlatma Sistemlerinin EMC ve EMF Ölçümleri için Standartlar

LED'li aydınlatma armatürlerinin EMC ve EMF testleri:

- IEC/EN 61547 (2009) “Equipment for general lighting purposes – EMC immunity requirements”, (Genel aydınlatma amaçlı cihazlar – Elektromanyetik uyumluluk gerekleri)
- IEC/EN 61000-3-2 (2009), “Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic

current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)", (Elektromanyetik uyumluluk – Bölüm 3-2: Limitler – Harmonik akım emisyonları için limitler (faz başına giriş akımı ≤ 16 A))

– IEC CISPR 15/EN 55015 (2009) "Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment", (Elektriksel aydınlatma sistemleri ve benzer cihazlar için, radyo bozunum karakteristiklerinin limitleri ve ölçüm metotları)

– IEC/EN 62493 (2009) "Assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields", (Aydınlatma elemanlarının oluşturduğu elektromanyetik alanın insanlar üzerine etkilerinin değerlendirilmesi)

standartları ile belirlenmektedir.

3.2 Amerika Birleşik Devletleri – LED Aydınlatma Standartları

Bu bölümde Amerika Birleşik Devletleri (ABD) genelinde yürürlükte olan LED standartları hakkında bilgi verilecektir. ABD’de LED standartları ile ilgilenen kuruluşlar olarak; ANSI, UL, NEMA ve IESNA sayılabilir. Özellikle IESNA, NIST (National Institute of Standards and Technology) [13] ile beraber çalışarak, LED alanında bir çok standart yayınlamıştır. Bu standartlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

3.2.1 IESNA LM-79-08: Approved Method: Electrical and Photometric Measurements of Solid State Lighting Products, (Standart yöntem: Katı hal aydınlatma ürünleri için elektriksel ve fotometrik ölçümler)

Bu standart, LED ışık kaynaklı armatürlerin ve kendinden balastlı LED lambaların fotometrik ve elektriksel ölçümlerini içermektedir. Toplam ışık akısı, etkinlik faktörü, renksel özellikler, açıl ışık şiddeti ölçümleri için, kürespektrometre, küre-fotometre ve gonyofotometre yöntemleri açıklanmaktadır.

3.2.2 IESNA LM-80-08: Approved Method: Lumen Maintenance Testing of LED Light Sources, (Standart yöntem: LED ışık kaynaklarının zamana bağlı ışık akısı ölçümleri)

IESNA LM-80-08, LED modülleri için (armatürleri içermemektedir) zamana bağlı ışık akısı ölçüm yöntemlerini içermektedir. Bu standarda göre, $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ortam sıcaklığında LED’lerin en az 6000 saat ışık akısı ölçümleri yapılmalıdır. Deney seti ölçüm sıcaklığı olarak da 55°C , 85°C ve üreticinin belirleyeceği diğer bir sıcaklık derecesi kullanılmalıdır. Ölçüm sonuçları ile farklı sıcaklık derecelerindeki ışık akısı azalmalarının karakterize edilmesi amaçlanmaktadır. 6000 saat sonunda elde edilen verilerin, LED’in tüm ömrüne ekstrapolasyonu ise, IESNA TM-21 "Life Estimation Test Method" standartı ile gerçekleştirilecektir.

3.2.3 IESNA TM-21: Life Estimation Test Method (Ömür öngörü test yöntemi)

Bildiri tarihi itibarıyla henüz taslak aşamasında olan TM-21 standardı, LM-80-08 ile 6000 saat kullanım için elde edilen verilerin, LED’in ışık akısının L70 ömür (ilk andaki ışık akısının %30 oranında azalınca kadar geçen süre – ekonomik ömür) ve L50 ömür (ilk andaki ışık akısının %50 oranında azalınca kadar geçen süre – ortalama ömür) için ekstrapolasyonu amacıyla kullanılacak bir yöntemi açıklamaktadır. LM-80-08 ile toplanan zaman-ışık akısı verileri, bu standatta tanımlanan yöntem ile ışık akısının %30 ve %50 düşeceği zamanın tahmin edilmesinde kullanılabilir. IESNA TM-21, verilerin ekstrapolasyonu için kullanılacak matematiksel modeli açıklamaktadır.

3.2.4 IESNA RP-16-05: Nomenclature and Definitions for Illuminating Engineering, (Aydınlatma mühendisliği ile ilgili terimler ve tanımlar)

Bu standart aydınlatma ile ilgili teknik tanımları içermektedir. Döküman içinde

LED'ler için ayrılmış ayrı bir bölüm bulunmaktadır ve LED'ler ile ilgili temel tanımlara, bilgilere yer verilmektedir

3.2.5 IESNA TM-16-05: Technical Memorandum on Light Emitting Diode (LED) Sources and Systems (LED ışık kaynakları ve sistemleri ile ilgili terim ve tanımlar)

Bu döküman LED ışık kaynakları ve LED sistemleri ile ilgili genel tanımları ve teknik terimleri içermektedir.

3.2.6 ANSI C78.377: 2008: Specifications for the Chromaticity of Solid State Lighting Devices (Katı hal aydınlatma cihazlarının renksel özellikleri)

Beyaz LED'ler için farklı renk sıcaklıklarındaki renk skalaları verilmektedir.

3.2.7 UL 8750: The Standard for Safety of Light Emitting Diode (LED) Equipment for Use In Lighting Products (Aydınlatma ürünlerinde kullanılan LED ışık kaynaklarının güvenilirlik gereklilikleri)

Aydınlatma ürünlerinde kullanılan LED ışık kaynakları ve kontrol elemanları için minimum güvenlik koşulları tanımlanmaktadır.

3.3 Diğer Standartlar

Bölüm 3.1 ve 3.2'de verilen standartlar dışında JEDEC ve ZHAGA adlı organizasyonlar LED standartları üzerinde çalışmaktadır. JEDEC'in çalışmaları, LED ve LED'li aydınlatma sistemlerinin ısıl analizi, ısıl verilerinin veriliş şekli konusunda yoğunlaşmıştır. Uzun yıllardır elektronik alanında bir çok standart yayınlamış olan JEDEC, elektronik komponentlerin ısıl olarak modellenmesi ve ısıl verilerin standardizasyonunun LED modülleri ve aydınlatma sistemlerine uygulanması konularında çalışmalarına devam etmektedir. 2009 yılında kurulup çalışmalarına başlayan ZHAGA platformu ise, LED modül(ler), kontrol ekipmanları ve bağlantı elemanlarından oluşan yapıyı "LED ışık motoru" olarak tanımlayıp, bu

yapının standardizasyonu için bir çok LED ve armatür üreticisini bir araya toplamıştır.

3.4 LED Standardizasyonu için Teknik Komiteler

LED'ler konusunda gerekli olan standartların hazırlanması amacıyla bir çok kurum bünyesinde teknik komiteler oluşturulmuş ve aktif olarak LED standardizasyonu üzerine çalışmalar başlatılmıştır.

Bu konuda CIE bünyesinde çalışan teknik komiteler aşağıda sıralanmıştır:

- TC2-46 CIE/ISO standards on LED intensity measurements (LED ışık şiddeti ölçümleri için CIE/ISO standartlarının hazırlanması)
- TC2-50 Measurement of the optical properties of LED clusters and arrays (LED demeti ve dizilerinin optik özelliklerinin ölçülmesi)
- TC2-58 Measurement of LED radiance and luminance (LED radyans ve parlıltı değerlerinin ölçümü)
- TC2-63 Optical measurement of High-Power LEDs (Yüksek güçlü LED'lerin optik ölçümleri)
- TC2-64 High speed testing methods for LEDs (LED'ler için hızlı test yöntemleri)
- TC1-69 Colour Rendition by White Light Sources (Beyaz ışık kaynaklarının renksel geriverimi)

IEC bünyesinde oluşturulan teknik komiteler ise aşağıdadır:

- TC34 Lamp and Related Equipment (Lamba ve ilgili ekipmanları)
- SC34A Lamps and glow starters (Lambalar ve ateşleyicileri)
- SC34B Lamp caps and holders (Lamba başlık ve duyları)
- SC34C Lamp control gear (Lamba kontrol elemanları)
- SC34D Luminaires (Armatürler)

Bunlar dışında IESNA ve JEDEC bünyesinde de LED standardizasyonu konusundaki teknik çalışmalar hızla devam etmektedir.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Herhangi bir konuda standart eksikliği, o alandaki gelişimi ve uygulanabilirliği yavaşlatmaktadır. LED aydınlatma teknolojisi gibi hızla gelişen bir alanda böyle bir durumun gözlemlenmesi, piyasadaki mevcut kalitesiz ürünler, başarısız uygulamalar gibi sorunların yanısıra, orta ve uzun dönemde bu teknolojiye karşı güvensizlik ortamını da oluşturabilir. Bu gibi olumsuz durumları önlemek için, doğru ve güvenilir verilere, verileri elde etmek için ölçümlere, doğru ölçümler için de standartlara gereksinim vardır.

Üçüncü bölümde özetlenen bilgilerden de anlaşıldığı gibi, LED konusunda geçerli olan bir çok standart mevcuttur. Ancak bu dokümanların büyük çoğunluğu tekil LED çiplerin tanımları ve güvenlik gereklilikleri üzerinedir. LED modül ve LED'li aydınlatma armatürlerinin performanslarının ölçülmesi konusunda yalnızca ABD'de yayınlanan IES LM 79-08 kodlu standart mevcuttur. Bu standartta da, ölçümlerin yapıldığı ortam sıcaklığı 25°C olarak belirlenmektedir. Teknik bir rapor olan CIE 127:2007 de, sadece "tekil" LED çiplerinin yine 25°C ortam sıcaklığındaki performans ölçümleri için düzenlenmiştir. Oysa ki LED'lerin gerçek uygulamalardaki çalışma sıcaklıkları 25°C'den çok daha yüksek olarak gerçekleşmektedir. Dolayısıyla mevcut olan bu dokümanlar LED'lerin gerçek çalışma sıcaklıklarında geçerli olabilecek bir ölçüm yöntemi önerememektedir. Sıcaklığın artışı, LED'lerin ışık akılarını, renksel özelliklerini ve ömürlerini negatif yönde etkilemektedir. Aynı şekilde üreticiler de beyan ettikleri katalog verilerinde, 25°C ortam sıcaklığını temel aldıkları için, direkt olarak bu veriler ile yapılan armatür tasarımları, teorik olarak istenilen aydınlatma kriterlerini sağlasalar da, pratikte hedeflenen değerlere ulaşamamaktadır. Diğer yandan, birçok ışık noktasından oluşan LED aydınlatma

armatürlerinin optik özellikleri de, ölçümlerde belli kabullerle noktasal kabul edilebilen konvansiyonel ışık kaynaklı armatürlerden farklıdır. Aydınlatma kalite kriterlerinin sağlanmasında kesinlikle sahip olunması gereken "armatür fotometrik verileri"nin elde edilmesi amacıyla şu an konvansiyonel kaynaklar için tanımlanmış ölçüm yöntemlerinin geçerliliği de, sorgulanması ve acilen çözümlenmesi gereken bir sorundur.

Çok farklı disiplinlerde çalışmalar gerektiren LED ile aydınlatma standardizasyonunda çalışan organizasyonlar da çeşitli olup, bunların standart geliştirme ve yayımlama süreçleri de farklıdır. Bu nedenle, hızla gelişen LED teknolojisi alanında herhangi bir organizasyon tarafından yapılan bir standardın şeffaf ve açık olarak zamanında sunulması, tekrarların engellenmesi ve gelişmeye açık yönlerinin belirlenmesi açısından son derece önemlidir.

Bilindiği gibi Türkiye'de, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) [14] uluslararası standartları ulusal koşullara uyarlamakla yükümlü bir kuruluştur. Söz konusu kuruluştaki farklı konular yerel uzmanların görüşlerinin de alındığı ayna komitelerde (mirror committees) tartışılmakta ve gerekli standartların kullanıma sunulması sağlanmaktadır. TSE bünyesinde oluşturulmuş olan "MTC 33- Aydınlatma Armatürleri ve İlgili Donanımlar" başlıklı ayna komitede, LED ve LED ışık kaynaklı armatürlerin değerlendirilmesi ve uluslararası gelişmelere paralel olarak Türkiye'de de ilgili standartların eş zamanlı olarak yayımlanması, piyasanın zamanında ve doğru olarak düzenlenmesi açısından acil yapılması gereken çalışmalardan biridir.

KAYNAKLAR

- [1] Patrick M., LEDs for Lighting, Wiley, 2009.
- [2] ANSI, <http://www.ansi.org>, alındığı tarih: 11.10.2011
- [3] CEN, <http://www.cen.eu>, alındığı tarih: 11.10.2011
- [4] CIE, <http://www.cie.co.at>, alındığı tarih: 11.10.2011
- [5] FCC, <http://www.fcc.gov>, alındığı tarih: 11.10.2011
- [6] IEC, <http://www.iec.ch>, alındığı tarih: 11.10.2011
- [7] IESNA, <http://www.iesna.org>, alındığı tarih: 11.10.2011
- [8] JEDEC, <http://www.jedec.org>, alındığı tarih: 11.10.2011
- [9] NEMA, <http://www.nema.org>, alındığı tarih: 11.10.2011
- [10] NFPA, <http://www.nfpa.org>, alındığı tarih: 11.10.2011
- [11] UL, <http://www.ul.com>, alındığı tarih: 11.10.2011
- [12] ZHAGA, <http://www.zhagastandart.org>, alındığı tarih: 11.10.2011
- [13] NIST, <http://www.nist.gov>, alındığı tarih: 11.10.2011
- [14] TSE, <http://www.tse.gov.tr>, alındığı tarih: 11.10.2011