

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEMİRYOLU STANDARTLARINA UYUMLU LEDLİ
AYDINLATMA ARMATÜRÜ LENS TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Alper TAŞCI

Enstitü Anabilim Dalı : **ELEKTRİK ELEKTRONİK
MÜHENDİSLİĞİ**
Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Cenk YAVUZ**

Şubat 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEMİRYOLU STANDARTLARINA UYUMLU LEDLİ
AYDINLATMA ARMATÜRÜ LENS TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Alper TAŞCI

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜH

Bu tez tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / ~~oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr.
Cenk YAVUZ
Jüri Başkanı



Dr. Öğr. Üyesi
Osman KIRTEL
Üye



Dr. Öğr. Üyesi
Burhan BARAKLI
Üye



BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Alper TAŞCI
10.01.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitiminin boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Cenk YAVUZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca Yüksek Lisans Eğitiminin esnasında bana desteğini esirgemeyen Annem Emine KÖRÖNÇ, Eşim Nuray Aköz TAŞCI ile Oğullarım Alp Mert TAŞCI ve Kuzey Tuna TAŞCI'ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	vii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR TARAMASI	5
BÖLÜM 3.	
ULUSAL VE ULUSLARARASI STANDARTLAR	8
3.1. Malzeme ve Bileşenlerinin Yangın Davranışları için Gereksinimlerinin Tasarıma Etkisi	9
BÖLÜM 4.	
TASARIMIN EN45545-2 YÖNÜNDEN İNCELENMESİ	18
4.1. Teknik Kapsam	19
4.2. Coğrafi Kapsam	20

BÖLÜM 5.

DEMİRYOLU İŞLETİM ARAÇLARI ALT SİSTEMİ VE İŞLEVLERİ	22
5.1. Tren Yapısı	23
5.2. Demiryolu İşletim Araçları.....	24
5.2.1. Kendinden tahrikli termal ve/veya elektrikli trenler.....	24
5.2.2. Termal ve/veya elektrikli cer birimleri.....	24
5.2.3. Yolcu vagonları ve diğer ilgili vagonlar.....	25
5.2.4. Demiryolu altyapısı mobil yapım ve bakım ekipmanı	25
5.3. Demiryolu İşletim Araçlarının Tipleri.....	26
5.3.1. Kendinden tahrikli termal ve/veya elektrikli trenler.....	26
5.3.2. Termal ve/veya elektrikli cer birimleri.....	26
5.3.3. Yolcu vagonları	27
5.3.4. Bir yolcu trenine dahil edilen yolcu taşımayan araçlar	27
5.3.5. Demiryolu altyapısı mobil yapım ve bakım ekipmanı	28
5.3.6. Hat gabarisi	28
5.4. Azami Hız	28

BÖLÜM 6.

TRENLERİN GÖRÜLEBİLİR VE DUYULABİLİR DIŞ İKAZ TERTİBATLARI İÇİN MEVZUAT İNCELEMESİ.....	29
6.1. Terimler ve Tarifler	30
6.1.1. Yüksek hızlı tren.....	30
6.1.2. Konvansiyonel tren.....	30
6.1.3.Ön lamba.....	30
6.1.4. İşaret lambası.....	30
6.1.5. Arka lamba.....	30
6.1.6. Işık kaynağı.....	31
6.1.7. CIE (1931) standardı kolorimetrik sistem (x, y, z).....	31
6.1.8. Lambanın optik eksenini	31
6.1.9. Rayların merkez çizgisi	31
6.1.10. Aydınlatma alanı.....	31

6.2. Tren Lambaları ile İlgili Hükümler.....	31
6.2.1. Ön lambaların yerleşimi.....	32
6.2.2. Ön lambaların boyutları.....	32
6.2.3. Ön lambaların rengi.....	32
6.2.4. Ön lambaların ışık şiddeti.....	33
6.2.5. Ön lambaların hizalanması.....	35
6.2.6. İşaret lambalarının yerleşimi.....	35
6.2.7. İşaret lambalarının boyutları.....	36
6.2.8. İşaret lambalarının rengi.....	36
6.2.9. Işığın spectral ışınma dağılımı.....	37
6.2.10. İşaret lambalarının ışık şiddeti.....	38
6.2.11. İşaret lambalarının hizalanması.....	39
6.2.12. Arka lambaların yerleşimi.....	39
6.2.13. Arka lambaların boyutları.....	39
6.2.14. Arka lambaların rengi.....	40
6.2.15. Arka lambaların ışık şiddeti.....	41
6.2.16. Arka lambaların hizalanması.....	41
6.2.17. Lambaların kontrolü.....	41
6.2.18. İşletme kontrolü.....	41
6.3. Mevcut Tasarımlar ya da Yeni Tasarımların Geçerliliğine İlişkin	
Deney Kuralları	42
6.3.1. Deney parçaları ve konfigürasyon.....	42
6.3.2. Deney ortamı.....	42
6.3.3. Gonyometre (Açı ölçer).....	42
6.3.4. Deney gerilimi.....	42
6.3.5. Deney raporu.....	43
6.3.6. Kolorimetrik deneyler için amaç ve uygulama.....	43
6.3.7. Kolorimetrik deneylerde kullanılan donanım.....	43
6.3.8. Kolorimetrik deneyler için geometri.....	44
6.3.9. Kolorimetrik deneyler için deney prosedürü.....	44
6.3.10. İstenen sonuç.....	44
6.3.11. Fotometrik deneylerin amacı ve uygulaması.....	44

6.3.12. Fotometrik deneylerde kullanılan donanım.....	44
6.3.13. Fotometrik deneyler için geometri.....	45
6.3.14. Fotometrik deneyler için deney prosedürü.....	45
BÖLÜM 7.	
KONVANSİYONEL SİSTEM VE YENİ TASARIM	46
BÖLÜM 8.	
LABORATUVAR ÖLÇÜMLERİ VE DEĞERLENDİRME	51
8.1. Yeni Lens Tasarımı için Uluslararası Düzenlemeler ve Gereksinimler	
Özeti.....	51
8.2. Yeni Optik Tasarım ve Test Sonuçları.....	55
BÖLÜM 9.	
TARTIŞMA VE SONUÇ	60
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	65

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

cd	: Candela, Işık Şiddeti İçin SI Birimi
CIE	: Aydınlatma Konusunda Uluslararası Komisyon
EN	: Avrupa Normları
CR	: Konvansiyonel Demiryolu
HS	: Yüksek Hızlı Demiryolu
LED	: Işık Yayan Diyot
RST	: Demiryolu Araçları
TEN	: Trans-Avrupa Demiryolu Sistem Ağı
TSI	: TEN Demiryolu Taşıtları Alt Sistemine İlişkin Karşılıklı İşletilebilirlik İçin Teknik Şartname
UIC	: Uluslararası Demiryolları Birliği

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Değerlendirme Proses Akışı	17
Şekil 4.1.	Tasarlanan Polikarbonat Optik Lens Genel Ölçüleri	18
Şekil 6.1.	EN15153-1 Tablo 6.1'e uygun olarak ön lambalar için renk belirtimlerini gösteren kromatik diyagram	33
Şekil 6.2.	Tablo 6.4'e uygun olarak işaret lambalar için renk belirtimlerini gösteren kromatik diyagram	37
Şekil 6.3.	Tablo 6.7'ye uygun olarak arka lambalar için renk belirtimlerini gösteren kromatik diyagram	40
Şekil 7.1.	DMU Tren seti Sinyal ve Kuyruk Aydınlatma Armatürleri Gösterimi	46
Şekil 7.2.	DMU Tren seti Sinyal ve Kuyruk Aydınlatma Armatürleri Yerleşimi	47
Şekil 7.3.	Kırılmış Cam Lens Örneği	48
Şekil 7.4.	Mevcut tasarım (Sol) ve Yeni Tasarım (Sağ) işaret lambaları	49
Şekil 7.5.	Mevcut tasarım (Sol) ve Yeni Tasarım (Sağ) işaret lambaları	49
Şekil 8.1.	Aydınlatma ekipmanın mekanik boyutları	50
Şekil 8.2.	Tablo 8.1'e göre işaret lambaları için renk spesifikasyonlarını örneklendiren kromatiklik diyagramı	54
Şekil 8.3.	Yeni İşaret Lambası Lensleri	55
Şekil 8.4.	Yeni İşaret Lamba Lenslerinin Kromatiklik Seviyeleri	56
Şekil 8.5.	Mevcut ve Yeni Tasarımın Spektrometrik Parametreleri	57
Şekil 8.6.	Yeni Lenslere Sahip İşaret Lambasının Işık Yoğunluk Eğrisi	57
Şekil 8.7.	Yeni Lensler ile bir mesafedeki aydınlatma (Görünürlük)	58
Şekil 9.1.	Tasarım Doğrulama IC sertifika Örneği	62

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1.	Aydınlatma Armatürlerine Uygulanabilir Demiryolu Standartları	8
Tablo 3.2.	Listelenmiş Ürünlerin Gereklilikleri (1/5)	9
Tablo 3.3.	Listelenmiş Ürünlerin Gereklilikleri (2/5)	11
Tablo 3.4.	Listelenmiş Ürünlerin Gereklilikleri (3/5)	13
Tablo 3.5.	Listelenmiş Ürünlerin Gereklilikleri (4/5)	14
Tablo 3.6.	Listelenmiş Ürünlerin Gereklilikleri (5/5)	16
Tablo 6.1.	Ön lambalar için renk belirtim kesişme noktalarına ait kromatiklik koordinatları	33
Tablo 6.2.	Ön lambaların ışık şiddetleri	34
Tablo 6.3.	Uzun hüzme ve kısık ön lambalar için ayar açıları boyunca ışık şiddetleri	35
Tablo 6.4.	Tablo 6.4. İşaret lambaları için renk belirtim kesişim noktalarının kromatiklik koordinatları	36
Tablo 6.5.	Renk oranları	38
Tablo 6.6.	İşaret lambaların ışık şiddeti	39
Tablo 6.7.	Arka lambalar için renk belirtim kesişim noktalarının kromatiklik koordinatları	40
Tablo 6.8.	Arka lambalar için ışık şiddetleri	41
Tablo 7.1.	Mevcut Cam Lens ile Yeni Tasarım Optik Lensli Tasarımın Karşılaştırılması	50
Tablo 8.1.	İşaret lambaları için renk spesifikasyonun kesişim noktalarının kromatiklik koordinatları	53
Tablo 8.2.	İşaret lambaları için Işık Şiddetleri	54

ÖZET

Anahtar kelimeler: Demiryolu araçları, Tren ve bileşenleri için aydınlatma, Lens tasarımı, Yerli ve milli üretim

Bu Tez çalışmasında Türkiye Vagon Sanayi A.Ş (TÜVASAŞ) tarafından imal edilen TCDD taşımacılık A.Ş. bünyesinde bulunan MT15400 serisi DMU “Dizel Tren Seti” dâhilinde kullanılan sinyal ve kuyruk aydınlatma armatürlerinin optik lenslerinin mevcut cam materyalden polikarbon esaslı materyal ile değiştirilmesi durumunda aydınlatma karakteristiğinin nasıl etkilendiği anlatılmıştır.

Ek olarak, polikarbon optik lensin cam lense kıyasla avantajlarının dezavantajlarının neler olduğu, yeni polikarbon lensli aydınlatma armatürlerinin tasarımı esnasında demiryolu standartlarının tasarıma etkilerinin neler olduğu araştırılmıştır.

Ayrıca cam ve polikarbon lensler laboratuvar koşullarında aydınlatma testine tabi tutulmuş ve bu tez çalışmasında test sonuçlarının değerlendirilmesi yapılarak yeni tasarımın hem kurum hem de ülke için katkıları ortaya konmuştur.

LENS DESIGN OF A LUMINAIRE WITH LED LIGHT SOURCE COMPATIBLE TO RAILWAY STANDARDS

SUMMARY

Keywords: Railway vehicles, lighting design for Trains and railway vehicles, Lens design, Domestic and national production

In this thesis study, it is explained that how lighting characteristics of Marker lights and tail lights on MT15400 series DMUs ,which has been produced by Turkish Wagon Industry Inc.(TÜVASAŞ) and owned by TCCD Transportation Inc., is affected with changing glass based optical lenses to polycarbonate optical lenses.

Additionally; the disadvantages and the advantages of the polycarbonate optical lenses compared to the glass lenses and the affects of railway standards to the designing process of new lighting luminaires' polycarbonate optical lenses are investigated.

Furthermore, glass and polycarbonate lenses have been subjected to lighting test under laboratory conditions and evaluation of these test results has been given with the determination of its benefits to both to TÜVASAŞ and Turkey in this thesis.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Demiryolu araçlarının durma mesafeleri çok kısa değildir. Örneğin; 160km/h ile seyahat ederken frenleme mesafesi 1300m'ye kadar ulaşabilir. (mili EMU projesi tasarım kriteri) ayrıca günümüzde demiryolu araçlarının hızları 600km/s'e kadar ulaşmıştır.

Bu durumlar sürücünün veya demiryolundaki canlıların reaksiyon gösterme zamanlarını kısıtladığından demiryolunda ki görme ve görülmenin önemini artıran hususlardır. Dış aydınlatma elemanları özellikle gece görüş kullanımı için gereklidir. Demiryolu araçlarında kullanılan dış aydınlatma elemanlarının iki görevi vardır. Birincisi sürücü tarafından demiryolunun net bir şekilde gözlemlenebilmesi diğeri ise demiryolundaki ve çevresindeki canlılar tarafından trenin görülebilmesidir.

Dış aydınlatma elemanlarının uyması gereken gereklilikler en 15153-1 normu ile standartlaştırılmıştır. Ayrıca, Avrupa birliği demiryolu ağında çalışacak olan trenlerin uyması gereken kuralların tanımlandığı TSI RST (EUROPEAN COMMISSION REGULATION (EU) NO 1302/2014) teknik şartnamesinde de dış aydınlatma elemanlarının uyması gereken özellikler açıklanmış olmakla birlikte dış aydınlatma ürünleri IC “interoperability constituent / ” olarak belirlenmiştir. Demiryolu araçlarında kullanılan IC komponentler diğere sistemlerin tabi olduğu değerlendirmenin yanı sıra bağımsız kuruluşlar tarafından gerçekleştirilen ilave testlere tabi olmaktadır.

Ülkemizde 1866 yılında başlayan demiryolu ulaşımı, tamamı ithal, bakım-onarımları da dışa bağımlı olarak sürdürülen araçlarla yapılmıştır. Bu durum demiryolu işletmeciliğinde sürekli sorun ve kesintilere yol açmış, maliyetleri yükseltmiştir. TÜVASAŞ'ın ilk tesisleri bu sorunların yok edilmesi amacı ile 25 Ekim 1951 tarihinde “vagon tamir atölyesi” adıyla faaliyete geçirilmiştir. 1961 yılından itibaren Adapazarı demiryolu fabrikasına (ADF) dönüştürülen kuruluşta, 1962 yılında ilk vagon üretilmiştir. 1971 yılında başlanan ihracat çalışmaları neticesinde, Pakistan ve Bangladeş'e toplam 77 vagon ihraç edilmiştir. 1975 yılında “Adapazarı vagon sanayi müessesesi” (ADVAS) adını alan tesislerde uluslararası standartlarda RIC tipi yolcu vagonlarının üretimine geçilmiştir.

1976 yılından itibaren ALSTOM firmasının lisansı ile elektrikli banliyö dizileri üretimine başlanmış ve toplam 75 dizi (225 adet) üretilerek, TCDD'ye teslim edilmiştir. Bugünkü statüsünü 1986 yılında kazanan Türkiye vagon sanayi anonim şirketi (TÜVASAŞ), yolcu vagonları ve elektrikli dizi imalatlarının yanı sıra, araştırma geliştirme faaliyetleri ve mühendislik hizmetleri konularında da atılımlar yapılarak, yeni projelere yoğunluk verilmiştir. 1990'lı yıllarda üretilen projeler olgunlaştırılmış ve tasarımı TÜVASAŞ'a ait ray otobüsleri, RIC-z tipi yeni lüks vagon ve TVS 2000 klimalı lüks vagon projeleri tamamlanmış, 1994 yılında da imalatlarına başlanmıştır. 1995 yılında hafif raylı taşımacılıkta kullanılan araçların üretimi için, alt yapı çalışmalarına hız verilmiştir. 1998 yılında tecrübeli uzman, mühendis ve kalifiye işçi kadrosu ile vagon üretim ve onarımı konularında kaliteli hizmetler sunmaya başlayan TÜVASAŞ, TVS 2000 tipi lüks yataklı vagon imalatını da başarı ile tamamlamıştır. TÜVASAŞ, 17 ağustos 1999 Marmara Depremi'nde çok büyük maddi hasara uğramıştır. Üretim kabiliyetini kaybeden kuruluşun atölyeleri ve alt yapısı kullanılamaz hale gelmiş, onarım ve üretim tamamen durmuştur. 2000 yılı nisan ayından itibaren enkaz kaldırma çalışmalarına başlanmış ve TÜVASAŞ personelinin büyük gayretleri ile kısa sürede, yeniden imalat ve onarım faaliyetlerine başlanmıştır.

2001 yılında, SIEMENS ile yapılan işbirliği çerçevesinde, bursa büyükşehir belediyesinin hafif raylı taşıt filosunun 38 aracının montaj ve işletmeye alma çalışmaları, TÜVASAŞ tesislerinde gerçekleştirilmiştir. 2002 yılından itibaren de eski tip vagonların modüler anlayışla, günümüz çizgilerinde modern görünüme ve konfora ulaştırılmaları amacıyla m-serisi (m10 pulman, m70 yemekli ve m80 personel bölmeli) modernizasyon vagonu projeleri gerçekleştirilmiştir. 2003–2009 döneminde katma değeri yüksek, bilgi ve teknoloji yoğun yarı mamul ve ekipmanlar yerleştirilerek, %90 yerlilik oranıyla yolcu vagonu üretilmeye başlanmıştır.

TÜVASAŞ'ta son yıllarda yurtdışına vagon ihracatı çalışmalarına hız verilmiş, irak demiryolları için 2005 yılında imalatına başlanan jeneratör vagonlar, 28 Mayıs 2006 tarihinde teslim edilmiştir. Böylece TÜVASAŞ, 35 yıl aradan sonra ihracat yapma yeteneği olan bir şirket hüviyetini yeniden kazanmıştır. 2008 yılında, tüm işletme faaliyetlerini bilgisayar ortamında izlemeyi ve kontrolü sağlayan kurumsal kaynak planlaması (ERP) uygulamasına geçilmiştir. 2008 ve 2009 yıllarında, İstanbul büyükşehir belediyesinin Taksim–Yenikapı arasında işleteceği 84 adet (28 set) metro aracı ile TCDD'nin 75 adet (25 set) elektrikli tren

seti (banliyö) araçlarının güney Kore HYUNDAI/ROTEM firması ile ortak üretim çerçevesinde imalatı yapılmıştır.

2007 yılında kamu kurumları araştırma projelerini destekleme programı kapsamında, TÜBİTAK tarafından kabul edilen “yolcu vagonlarının statik ve dinamik yükler altında incelenmesi” konulu proje, yolcu vagonlarının bilgisayar ortamında gerilme analizi, yüksek hızda çarpışma ve yol şartlarında konfor testleri raporlama işlemlerini mümkün kılmıştır.

Ayrıca 2009 yılından itibaren statik test stantı ile ürünler üzerinde test yapılmaktadır. 2010 yılında Avrupa demiryollarında kullanılacak çok gerilimli enerji besleme ünitesi (UIC gerilimli konvertör) imal edilerek, yol şartlarında denemeleri yapılmıştır. 2010 yılında Sakarya üniversitesi, Uludağ üniversitesi ve TÜVASAŞ işbirliği ile raylı taşıtların klima sistemlerinin test edileceği “klimatik test tüneli” yapımı başlatılmış ve bu uygulama TÜBİTAK’a sunulmuştur. 2010 yılında üretimine başlanan dizel tren set (DMU) araçları projesi, 12 âdeti 3'lü, 12 âdeti ise 4'lü olmak üzere toplam 84 araçtan oluşmaktadır. Bu araçların 2013 yılı sonuna kadar üretimi tamamlanarak TCDD'ye teslim edilmiştir. 2010 yılında Hyundai/ROTEM firması ile ortak üretim çerçevesinde Marmaray projesi için 275 aracın imalatı, sözleşmeye uygun olarak tesislerimizde yapılmaya başlanmıştır. TÜVASAŞ 85.343,24 m²'si kapalı alan olmak üzere toplam 359.073 m² alan içinde yıllık 75 vagon imalat ve 500 vagon onarım kapasitesine sahip bulunmaktadır. 2011 yılında 3 set, toplam 9 araçlık dizel tren set üretiminin yanında, 144 adette (EUROTEM ile ortak) Marmaray aracı üretimini gerçekleştirmiştir.

2012 yılı içinde 28 adet dizel tren set aracı üretimi, 20 adet k50 yataklı vagon modernizasyonunun yanında 49 adette (EUROTEM ile ortak) Marmaray aracı üretimini gerçekleştirdik. Ayrıca 2012 yılında Bulgaristan demiryollarına 30 adet yataklı vagon üretimi gerçekleştirmek için program yapılmış olup, 2012 yılı sonu itibariyle üretim tamamlanmıştır. Hem sermayedarı, hem de müşterisi konumunda olan TCDD için, 31.12.2015 tarihi itibariyle 1.884 adet yolcu vagonu imalatı ile 37 bin 403 adet yolcu vagonu bakım, onarım, revizyon ve modernizasyonunu yapmış olan TÜVASAŞ, ülkemizi raylı taşıtlar alanında dışa bağımlı olmaktan çıkarmanın yanında milli ekonomimize de önemli miktarda katkı sağlamaktadır.

Bu tez çalışmasının amaçlarından biri ise ithal ürün yerine yerli ürünün geliştirilmesidir. Yerli ürün kullanımı hem ülke ekonomisi hem de, ürünü satın şirket için avantajları vardır. Ülke ekonomisi açısından yerli ürün kullanımı göz önünde bulundurulduğunda dışa bağımlılığın ve

cari açığın azaltılması noktalarında ciddi anlamda olumlu etkileri vardır. İthal edilen ürünün yerli olarak imal edilmesi, ihtiyacın ülke içinde giderilmesini sağlayacağından; ürün temini herhangi bir ülkenin tekelinde olamayacaktır. Buna ek olarak, ithal ürün için ödenecek olan döviz ülkede kalacağından cari açığı kapatmada etkisi olacağı gibi, ülke dışına çıkmayan para, yerli sanayinin üretimini canlandıracaktır.

TÜVASAŞ gibi demiryolu aracı üreten firmalarda aracın teslimat süreleri çok büyük önem arz etmektedir. Bundan dolayı araçta kullanılacak olan ürünlerinin teslim süreleri mümkün olduğunca kısa olmalıdır. İthal ürünün teslim süreleri, ürünün üretim süresi yerli ürünle aynı olsa bile, lojistik ve gümrükleme sürelerinden dolayı uzun zaman almaktadır.

Bunun yanında, özellikle yedek parça ihtiyacında sayıların az olmasından dolayı ürünü temin edememeye kadar ciddi sorunlar meydana gelebiliyor. Teslimat sürelerinde oluşabilecek gecikmelerin yanı sıra, ithal ürünün maliyetleri lojistik ve gümrük masrafları göz önünde bulundurulduğunda daha yüksek olmaktadır. Ayrıca ileri teknoloji ihtiva eden ürünlerde kar payı yüksek olduğundan, maliyetler yerli ürüne göre çok yükseklere çıkabilmektedir. Demiryolu aracı üreten firmaların yıllık üretim adetleri otomobil ve otobüs fabrikalarına kıyasla oldukça düşüktür. Bu durum fabrikanın yıllık ürün ihtiyacının da düşük olmasına sebebiyet vermektedir.

Araçta kullanılan ürünler, genellikle endüstride kullanılmadığından ürüne ait geniş bir servis ağı genellikle bulunmamaktadır. Bundan dolayı herhangi bir teknik destek ihtiyacı olduğunda yerli imalat bir ürüne teknik destek aynı gün içinde verilebilecek iken ithal üründe bu süre haftalar hatta aylar alabilmektedir. Teknik desteğin gecikmesi o aracın servise verilmesini geciktireceğinden müşteriye yolcu kaybına dolayısı ile para kaybına sebep olacaktır.

Sonuç olarak ithal ürün yerine yerli ürünün geliştirilmesi hem ülke hem de kullanıcı şirketler adına ciddi faydalar sağladığından, ülkemizdeki yerlileştirme çalışmalarının artırılması ve desteklenmesi önem arz etmektedir.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR TARAMASI

Diğer sektörlerde olduğu gibi demiryolu taşıt imalatı sektöründe de LED aydınlatma ekipmanlarının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Spesifik bir konu olması sebebiyle demiryolu aracı dış aydınlatma sistemleri özelinde sınırlı sayıda makale bulunmaktadır. Bundan dolayı tez çalışması esnasında yeterli kaynak bulmakta ciddi sıkıntılar yaşanmıştır. Diğer yandan demiryolu aracı dış aydınlatma sistemleri ile alakalı çok sayıda patent alındığı gözlemlenmektedir. Ayrıca ilerleyen bölümlerde ifade edilen ve içerikleri incelenerek detaylandırılan konuyla ilgili birçok uluslararası standart da mevcuttur.

Flüoresan ve HID lambaları gibi eski tip aydınlatmalara kıyasla daha pahalı olmasına rağmen, daha yüksek enerji verimliliği ve daha uzun ömürden kaynaklı üstün ömür maliyetlerinden ve seri üretimin maliyetleri düşürmesinden dolayı gelecekte LED aydınlatma sistemlerinin kullanımının gitgide artış göstermesi beklenmektedir. Son yıllarda enerji verimliliğinin gitgide önem kazanmasıyla birlikte yolcu trenlerinde floresan iç aydınlatmanın yerine LED aydınlatma kullanım talebi artmaktadır. HİTACHİ, floresanları basitçe LED aydınlatma ile değiştirmek yerine, iç tasarım kriterlerini ve ışığın rengini de hesaba kapatarak güç tasarrufunu % 40 dan % 60 'a çekmek için bir demiryolu üreticisi olarak tecrübe ve geçmiş faaliyetlerinden yararlanmışır. HİTACHİ, özel bir güç kaynağının kullanılması ve uzun ömürlü devrelerin tasarlanması gibi tedbirlerle mevcut genel amaçlı LED aydınlatmasına kıyasla toplam maliyeti (ömür) yaklaşık olarak yarı yarıya azaltmayı başarmıştır. HİTACHİ, gelecekte tren ön far ve diğer aydınlatma LED'lerini yolcu treni iç LED aydınlatma fonksiyonlarını geliştiren sistemlerle adapte etmek amacıyla geliştirmelere devam etmeyi planlamaktadır [1].

TSI gereklilikleri ile belirlenen aydınlatma konusunda güvenlik ve konfor standartlarının yakalanması gerekmektedir. Bu yüzden yolcu vagonları aydınlatma sistemi tasarımı yapılırken göz önüne alınması gereken kriterler ortaya çıkmıştır. Yolcu vagonlarındaki aydınlatma ve acil durum aydınlatma Sistemi'nin TSI yükümlülüklerine göre tasarım ve tasarım sonrasındaki aşamaları da ilgili çalışmada özetlenmiştir [2].

Yapılan bir başka çalışmada tüm aydınlatma sisteminin TS EN 13272:2012 standardına uyumlu olacak şekilde, PLC üzerinden kontrolü sağlanıp akü kapasitesinden tasarruf ederek güç tüketimlerinin azaltılması ve en uzun süre genel aydınlatmanın devamlılığının sağlanması hedeflenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda uygun malzemeler seçilmiş, uygun algoritmalar hazırlanmış ve TÜVASAŞ'ın gelecek dönem üretimlerinde kullanılması amacıyla bir sistem önerisi hazırlanmıştır [3].

2010'da yapılan bir patent çalışmasında ortaya konan yenilik [4] bir demiryolu LED sinyal lambası için yüksek dönüşüm verimliliği, uzun servis süresi ve istenilen stabilizeye sahip bir buck konvertörü sağlar ve sabit gerilimli buck konvertör teknolojisi ile alakalıdır. Bu yenilikle sağlanan buck konvertörde, bir NPN transistor tarafından sabit akımla sürülen tek bir LED ile sabit gerilimli buck konvertörün birleştirildiği çözüm kullanılmaktadır ve konvertör yapısal olarak 250 ma akım değerinde paralel bağlı olan 10 tane LED ve sabit akım sürücü devresiyle uyumlu tek bir güç LED'i olarak karakterize edilir.

2008'de alınan başka bir patentte PCB'ler üzerine monteli LED'lerden oluşan araçlar için bir aydınlatma sistemi tanımlanmaktadır [5]. Hoparlör gibi yardımcı komponentler, bir uçtan bir uca bağlı olan ve aydınlatma sisteminin aydınlatma satırlarını oluşturan PCB'lerin bazı aydınlatma modüllerine monte edilir. Yardımcı komponentlerin elektriksel yolları PCB'nin parçalarını oluşturur. Bu da kablolamada ciddi manada düşüş anlamına gelmektedir. Her bir PCB'nin her bir ucundaki konektörler, komşu PCB'deki konektörler ile uyumlu olacaktır ve PCB'nin düzlemsel montaj yüzeyine dik olan yöndeki diğer aydınlatma modülünün denk gelen konektörüne optik olarak bağlanabilir olacaktır.

Çin'de 2014 yılında alınan bir diğer patent [6] demiryolu araçlarındaki LED aydınlatmanın kontrol sistemi ile ilgilidir ve elektrik mühendisliğinin uygulama alanında yer almaktadır. LED aydınlatma kontrol sistemi, LED aydınlatmanın yüksek verimlilik, uzun servis ömrü, yüksek şok direnci ve iyi çevre koruması gibi avantajlı özelliklerini en iyi hale getirir ve demiryolu araçlarının iç kompartımanlarına LED aydınlatmanın uygulanmasını sağlar. Kontrol sistemi, kompartımanlardaki çevre aydınlatma bilgisini toplayabilir ve bu bilgiyi kompartımanlara uygun ışık yoğunluğu sağlamak için işler yani LED aydınlatmanın akıllı yoğunluk düzenleme sistemi çalışır. Demiryolu araçları için bu yenilikle sağlanan LED aydınlatma kontrol sistemi tasarımda yaratıcı, yenilikçi ve benzersiz, tepkide hassas, üretim maliyeti olarak ucuz ve verimlilik açısından iyidir (yüksektir).

Bir başka patent çalışmasında araçlar için LED sürücü devrelerinin tasarımından bahsedilmektedir ve bu devreler raylı taşımacılıkta da kullanılabilir niteliktedir [7]. LED dizisi 4 LED'li seri bir dizi ile 4 LED'li seri ikinci bir dizinin birleşiminden oluşur. İlk LED sürücü birinci LED dizisini çalıştırır ve ikinci LED sürücüsü ikinci LED dizisini çalıştırır. Stop modunda, her iki LED dizisine giden akım LED dizisiyle bağlantılı LED sürücüsü tarafından kontrol edilir. Tail çalışma modunda ise seri bağlı bir diyot ve direnç aracılığıyla yalnızca bir LED dizisine akım verilir. Eğer alçaltılmış giriş gerilimi mevcutsa, LED dizilerinin çalışması her bir LED dizisindeki bir LED'i kısa devre yapan anahtarlama devreleriyle gerçekleştirilir. İkinci bir araç lambası sürücü devresi, her bir LED dizisindeki akımın toplandığını ve anahtarlama gürültüsünün azaltıldığını kontrol eden sabit akım regülasyonu sağlayan bir geri dönüş devresine sahip bir kontrol anahtarına bağlı iki LED dizisinden oluşur.

LED'li araç sinyal lambaları ile ilgili patentin son versiyonunda lenslerle birlikte bir dizi LED'i kombine eden bir sinyal aydınlatması, demiryolu uygulamaları için istenen yoğunluktaki ışık huzmesini, şekli ve rengi sağlar [8]. LED'ler diziyi oluşturmak için farklı konfigürasyonlarda yerleştirilir. Lensler fresnel lensleri olabilir. Kontrol devresi LED'leri önceden belirlenmiş ya da değişken sinyal oranlarında enerjilendirir. Algılayıcı devre dizideki LED'lerin arızalarını algılar ve bir hata göstergesi sağlar.

Hangzhou-1 metro hattındaki araçtaki LED aydınlatma, LED aydınlatma özellikleri için örnek olarak alınabilir. Bu çalışmada flüoresan lamba, halojen lamba gibi geleneksel ışık kaynaklarının aksine, LED aydınlatma ve diğer aydınlatmalar arasındaki farklar tartışılmaktadır. LED aydınlatmanın enerji tasarrufu, çevresel koruma ve diğer açılardan avantajları tartışılan temel husustur [9].

BÖLÜM 3. ULUSAL VE ULUSLARARASI STANDARTLAR

Raylı taşımacılık aydınlatma sistemlerinin tasarımları esnasında genel olarak Tablo 3.1.'de verilen standartlar göz önünde bulundurulmaktadır.

Tablo 3.1. Aydınlatma Armatürlerine Uygulanabilir Demiryolu Standartları

Standard	Başlık
EN ISO 14040 [10]	Çevre yönetimi – Hayat boyu değerlendirme – İlkeler ve çerçeve
EN 15153-1 [11]	Demiryolu uygulamaları – Trenler için görülebilir ve duyulabilir dış ikaz tertibatları – Bölüm 1: Ön, işaret ve arka lambalar
EN 45545-2 [12]	Demiryolu uygulamaları - Demiryolu araçlarında yangından korunma - Malzeme ve bileşenlerinin yangın davranışları için gereksinimler
EN 60077 [13]	Demiryolu uygulamaları. Elektroteknik bileşenler
EN 50121 [14]	Demiryolu uygulamaları – Elektromanyetik uyumluluk
EN 50126 [15]	Demiryolu uygulamaları. Güvenilirlik, Elde Edilebilirlik, Bakım Yapılabilirlik ve Emniyet (RAMS) Şartnamesi ve Gösterimi
EN 50153 [16]	Demiryolu uygulamaları – Demiryolu taşıtları – Elektriksel tehlikelerle ilgili koruma önlemleri
EN 50155 [17]	Demiryolu uygulaması – Demiryolu taşıt araçlarında kullanılan elektronik donanım
EN 61373 [18]	Demiryolu uygulamaları – Demiryolu taşıtları donanımları – Darbe ve titreşim testleri
EN 13272 [19]	Demiryolu uygulamaları - Toplu taşıma sistemlerinde demiryolu araçlarının elektrikli aydınlatması
IEC 60529 [20]	Mahfazalar tarafından sağlanan koruma derecesi (IP kodu)
TSI LOC&PAS 1302 [21]	Avrupa Birliği içerisindeki demiryolu sisteminin “demiryolu işletim araçları – lokomotifler ve yolcu demiryolu işletim araçları” alt Sistemine ilişkin birlikte çalışabilirlik teknik şartnamesi

Bu tez çalışmasının asıl konusu cam lenslerin özel tasarlanmış optik lenslerle değiştirilmesi çalışması olduğundan, tasarım ve testler esnasında EN45545-2, TSI LOC&PAS 1302 ve EN 15153-1 standartlarının ilgili bölümleri göz önünde bulundurulmuştur.

3.1. Malzeme ve Bileşenlerinin Yangın Davranışları için Gereksinimlerinin Tasarıma Etkisi

Bu konuyla ilgili standartlar, Uluslararası Demiryolları Birliği (UIC) ve farklı Avrupa ülkelerinden gelen demiryolu araçları için mevcut yangın güvenliği düzenlemelerinden geliştirilmiştir.

Demiryolu araçlarında kullanılan malzemelerin yangına karşı dayanımı ile ilgili gereksinimler ve ilgili malzemelerin hangi gerekliliklere tabi olacağını gösteren şema verilmiştir [12].

Tablo 3.2. Listelenmiş Ürünlerin Gereklilikleri (1/5)

Ürün Numarası	İsim	Detaylar	Gereksinim
IN	İç Kısımlar		
IN1A	İç Dikey Yüzeyler	Yan duvarlar, ön duvarlar / uç duvarlar, bölmeler, salon (oda) bölmeleri, kanatlar, kutular, başlıklar, havalandırma kapakları gibi iç bileşenler (iskelet ve kaplama). İç kapılar, ön / uç duvar kapılarının ve dış kapılarının iç kaplaması. Camlar (plastikleri ve sırlamayı içeren) karkas yalıtkan malzemesi ve iç yüzeyi. Mutfak iç yüzeyleri (mutfak ekipmanlarının yüzeyleri hariç).	R1
IN1B	İç yatay aşağıya bakan yüzeyler	Tavan levhası, kanatlar, kutular, başlıklar ve havalandırma kapakları gibi iç bileşenler (iskelet ve kaplama). Karkas yalıtkan malzemesi ve iç yüzeyi.	R1
IN1C	İç yatay yukarıya bakan yüzeyler	Kanatlar, kutular, başlıklar ve havalandırma kapakları gibi iç bileşenler (iskelet ve kaplama). Karkas yalıtkan malzemesi ve iç yüzeyi. R1 gereksinimlerine uyumluluk bu madde için de düşünülecektir.	R10
IN1D	Boşluklar içindeki iç yüzeyler	Yüzeyler yatay ya da dikey olabilir.	R1
IN1E	Teknik ekipmanları içeren mahfazaların dış yüzeyleri	Karkasa yerleştirilmiş mahfazalar Not: Yangın ekipmanı içeren mahfazalara uygulanabilir – 4.2 ve EN 45545-3' e bakınız.	R1

Tablo 3.2. (Devamı)

Ürün Numarası	İsim	Detaylar	Gereksinim
IN2	Sınırlı Yüzeyler	*Alanları ≤ 0.20 olmalıdır. *Yüzeyde herhangi bir yönde maksimum boyutları ≤ 1 m olmalıdır. *Ayrırma yönü olarak aynı yatay yönde ölçülen sınırlı yüzeyin boyutundan büyük R1 uyumlu bir malzeme tarafından diğer sınırlı yüzeyden ya da şeritten ayrılabilir olmalıdırlar.	R2
IN3A	Şeritler	*Genişlikleri ≤ 200 m olmalıdır ve diğer sınırlı R3 yüzeyden ya da şeritten 200 m'den büyük R1 uyumlu bir malzeme ile ayrılabilir olmalıdır. *Uzunluk sınırlamaları olmamalıdır. Örneğin, duvarlardaki dikey kaplama şeritleri	R3
IN3B	Işık Difüzörleri	Örneğin, polikarbonat difüzörler, lambalar için aydınlatma mahfazaları. Işık ünitelerinin kendisi ve göstergeler bu kapsamda değildir.	R4
IN4	Bagaj Alanları	Yukarıda yer alan bagaj rafları, dikey bagaj rafları, bagaj istifleri ve bagaj kompartımanları	R1
IN5	Sürücü Masası	Sürücü masasının panel ve yüzeyleri (elektriksel ekipmanlar hariç)	R1
IN6A	Geçit köprüsünün iç yüzeyleri Tip A – Geçit köprülerinin her iki bölme ucunda yangın bariyerleri olmayan demiryolu araçları	Geçit köprüsünün iç kenarı (körük), geçit köprüsünün iç kaplaması (zemin hariç)	R1
IN6B	Geçit köprüsünün iç yüzeyleri Tip B – Geçit köprülerinin her iki bölme ucunda yangın bariyerleri olan demiryolu araçları	Geçit köprüsünün iç kenarı (körük), geçit köprüsünün iç kaplaması (zemin hariç)	R7

Tablo 3.3. Listelenmiş Ürünlerin Gereklilikleri (2/5)

Ürün Numarası	İsim	Detaylar	Gereksinim
IN7	Pencere Kasaları	Pencere kaplaması (Sızdırmazlık malzemelerini ve contaları içeren)	R1
IN8	Yolcu alanı, personel alanı ve personel kompartımanlarının daki perdeler ve güneşlikler	Çift camlı pencerelere kaplandığı yerler hariç perdeler ve güneşlikler	R1
IN9A	Masalar, katlanabilir masa üstleri ve tuvalet lavaboları Tip A – Üst Yüzeyler	Tüm masalar ve tuvalet lavaboları (kaplamalar dâhil)	R2
IN9B	Masalar, açılan katlanabilir masalar ^b Tip A – Alt Yüzeyler	Bir masanın alt yüzeyi, aşağı açılan masaların dikey kenarları ya da katlanabilir bir masanın bir alt yüzey olabilecek herhangi bir yüzeyi	R1
IN10	Depolar	Su depoları ve hava depolarının dış yüzeyi	R2
IN11	Çöp Kutuları ve Kül Tablaları	Çöp kutuları ve kül tablalarının iç ve dış yüzeyleri	R1
IN12A	Hava kanalları – İç Yüzeyler	Aracın iç kısmına yerleştirilen ve havanın aracın içerisine aktığı kanalların iç yüzeyleri	R1
IN12B	Hava kanalları – Dış Yüzeyler	Aracın iç kısmına yerleştirilen ve havanın aracın içerisine aktığı kanalların dış yüzeyleri	R1
IN12C	Lokomotiflerdeki Hava Kanalları	Teknik alanlara yerleştirilen ve havanın yolcu alanına ve personel alanına akmadığı kanalların iç ve dış yüzeyleri	R7
IN13	Hava Filtreleri	Ekipman havalandırması, ısıtması ve iklimlendirmesi için kullanılan hava filtreleme malzemeleri.	R5

Tablo 3.3. (Devamı)

Ürün Numarası	İsim	Detaylar	Gereksinim
IN14	Yolcu Bilgilendirme Cihazları	Yolcu alanlarındaki bilgilendirme ekranları (personel alanlarındaki değil). Hoparlör, ahize gibi ürünler listelenmeyen ürünler olarak düşünülecektir.	R1
IN15	Kompozit Döşemeler	Kompozit döşemeler, döşeme ana malzemesi (herhangi bir termal yalıtımla birlikte) ve kaplamasını (Son kullanım koşullarında uygulanan yapıştırıcılar ve sabitleyicilerle birlikte) içerir.	R10
IN16	İç Sızdırmazlık Elemanları	Pencere contaları, kapı menteşeleri ve panel bağlantıları gibi eksenel sızdırmazlık elemanları	R22
EX	Dış Kısma Yerleştirilen Ürünler		
EX1A	Dış iskelet (karkas) duvarları	Karkas ve kapı kanadının dış strüktürünün dikey parçaları (boyama / astar (kaplama) sistemleri, filmler ve pencereler dâhil)	R7
EX1B	Kabin mahfazası – Dış yüzeyler	Kabin bölmesine kadar olan trenin ön kısmı (boyama /astar sistemleri, filmler dâhil)	R17
EX1C	Teknik ekipmanları içeren kaplamaların dış yüzeyleri	İskeletin (gövdenin) dışına yerleştirilmiş kaplamalar	R7
EX2	Dış iskeletin tavanı	Araç gövdesinin dış tavan strüktürü (boyama /astar sistemleri, filmler dâhil). R7 gereksinimlerine uyumluluk bu gereksinime uyumlulukta dikkate alınacaktır.	R8
EX3	Dış iskeletin alt takımı (şasisi)	Boyama, astar sistemleri ve koruyucu zemin kaplama dâhil iskeletin şasi	R7
EX4	Dış kanallar	Aracın iç kısmına bağlı olmayan kanalların dış ve iç yüzeyleri	R7

Tablo 3.4. Listelenmiş Ürünlerin Gereklilikleri (3/5)

Ürün Numarası	İsim	Detaylar	Gereksinim
EX5	Dış tasarım özellikleri	Dış tasarım özellikleri (hava akış hattı parçaları, havalandırma kafesleri, kanatlar, etekler, HVAC sistemi kaplamaları, mahfazalar gibi)	R7
EX6A	Şasiye monteli depolar	Şasiye yerleştirilen hava ve su depolarının dış yüzeyleri	R7
EX6B	Tavana monteli depolar	Tavana yerleştirilen hava ve su depolarının dış yüzeyleri	R8
		R7 gereksinimlerine uyumluluk bu gereksinime uyumlulukta dikkate alınacaktır.	
EX7	Geçit köprülerinin dış yüzeyleri	Haberleşme geçit köprülerinin dış kaplaması	R7
EX8	Boji yapısı ve parçaları	Boji strüktürü karkasları, yaprak sustaları ve boji yatağını içerecektir.	R7
EX9	Pnömatik süspansiyon için hava yastıkları		R9
EX10	Sürüş kısımları	Teker setleri ve fren diskleri.	R9
EX11	Tekerler		R9
EX12	Dış Sızdırmazlık Elemanları	Pencere contaları, kapı menteşeleri ve panel bağlantıları gibi eksenel sızdırmazlık elemanları	R23
F	Döşeme		
F1 ^c	Komple yolcu koltukları	Koltuk iskeletini, döşemesini, kolunu ve kafa dayama yerini içeren komple yolcu koltuğu. Açılıp kapanan koltuklar ve sürücü koltuğu da (eğer yolcuların ulaşabilmesi mümkünse) bunlara dâhildir.	R18
		Koltuk testlerinin detayları (Vandalizm testi koşullarını içeren) Ek A ve Ek B' de verilmiştir.	
F1A	Yolcu koltukları ve kafa dayama yeri döşemesi	Döşeme, ayarlamayı (süspansiyon sistemi), esnek sünger yapısını, ara katmanları (yangın bariyeri, anti vandal katman gibi), koltuk kaplamalarını (taban, arka, yan kaplama gibi) ve kafa yaslama döşemesini içerecektir.	R21
		Test numune hazırlama detayları Ek D'de verilmiştir.	

Tablo 3.4. (Devamı)

Ürün Numarası	İsim	Detaylar	Gereksinim
F1B	Yolcu koltukları kol dayama yerleri	Kolun dayandığı yüzey test edilecektir. Ek olarak, normal çalışma konumundaki aşağı bakan yüzey ve dikey yüzeyler 5.2.2.2 yangın bütünlüğü gereksinimleri ile uyumlu olacaktır. Test numune hazırlama detayları Ek D'de verilmiştir.	R21
F1C	Yolcu koltuk iskeleti - Taban	Taban iskeletinin dış yüzeyi (tüm kaplamaları ve mahfazaları içeren) test edilecektir. 5.2.2.2 Yangın bütünlüğüne uyumluluk gereklidir.	R6
F1D	Yolcu koltuk iskeleti - Arka	Arka iskeletin (kabuğun) dış yüzeyi (tüm kaplamaları ve mahfazaları içeren) test edilecektir. 5.2.2.2 Yangın bütünlüğüne uyumluluk gereklidir.	R6
F1E	Hareket edebilir kafa dayama yeri	Hareket edebilir kafa dayama yerleri esnek yastıklar varmış gibi test edilecektir.	R21

Tablo 3.5. Listelenmiş Ürünlerin Gereklilikleri (4/5)

Ürün Numarası	İsim	Detaylar	Gereksinim
F2	Personel alanlarındaki koltuklar	Personel koltuk döşemeleri ve destekleyici strüktür (arka / taban iskeletini içeren) aşağıdaki koşullara göre test edilecektir: *koltuğun üst yüzeyi; *dış yüzeydeki arka iskelet; *taban iskeletinin dış yüzeyi. Eğer 5.2.2.2 yangın bütünlük koşulu ek olarak istenirse, iskeleti /döşemeyi iskelet yüzeyinden test etmek gerekli değildir. Eğer R19 koşulu sağlanıyorsa tüm set sertifikalandırılmış olacaktır. Dolayısıyla başka bir teste gerek kalmayacaktır.	R19
F3	Şilteler	Test numune hazırlama detayları EK-D'de verilmiştir.	R21

Tablo 3.5. (Devamı)

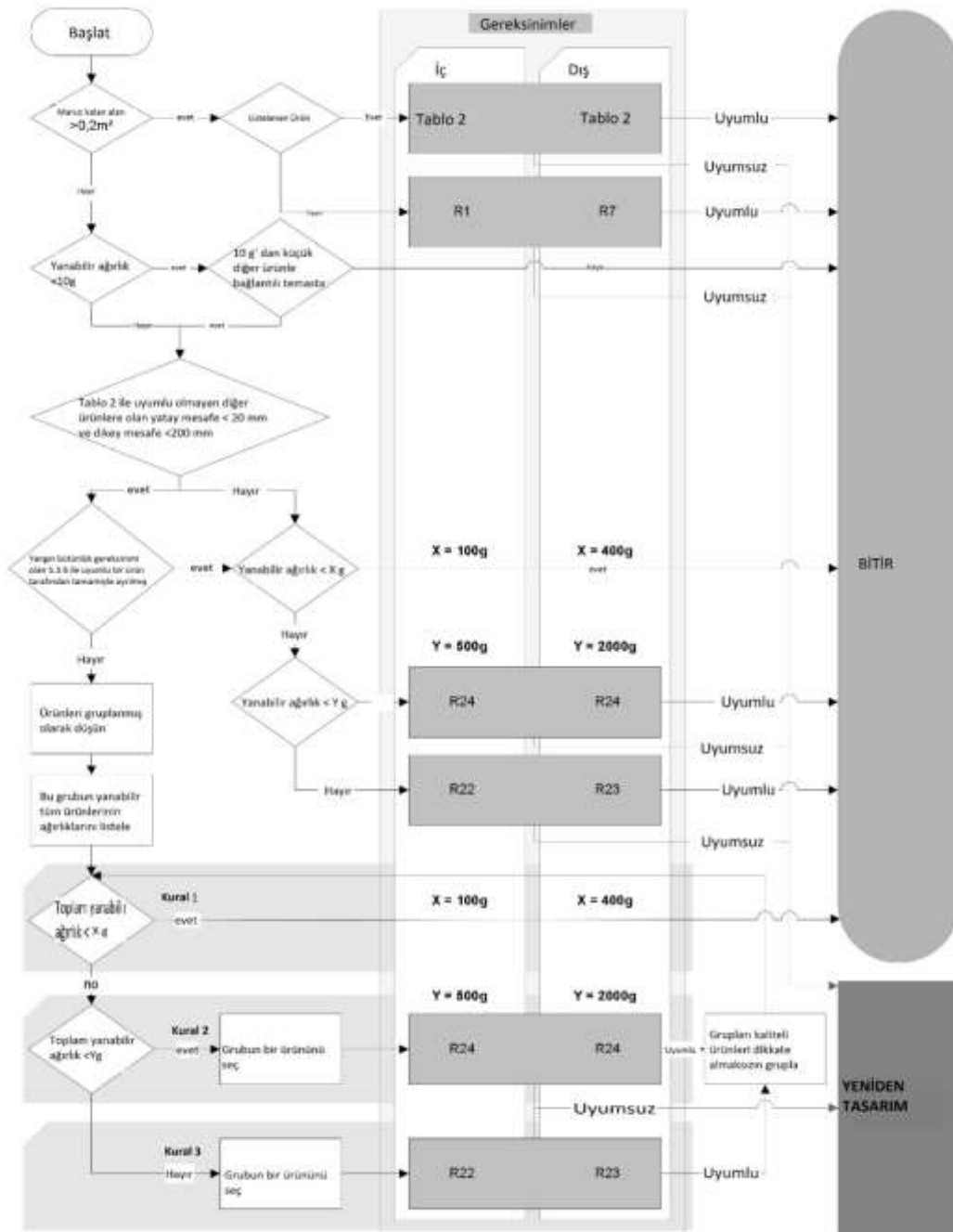
Ürün Numarası	İsim	Detaylar	Gereksinim
F4	Koltuklar, kuşetler ve yataklar için gevşek döşeme öğeleri	Kuşetler ve yataklar için yatak malzemeleri (minderler, battaniyeler, yorganlar, yastıklar, uyku tulumları ve çarşafar). Koltuk örtüleri listelenmemiş ürün olarak düşünülecektir.	R20
F5	Kuşetlerin ve yatakların alt yüzeyi	5.2.2.2 ile uyumlu olarak yangın bütünlüğü de gereklidir.	R1
E	Elektroteknik Ekipman		
EL1A	İç kablolar	4.2c'de referans edilen standartlardan biri ile uyumlu olmayan kablolar	R15
EL1B	Dış kablolar	4.2c'de referans edilen standartlardan biri ile uyumlu olmayan kablolar	R16
EL2	Kablo koruması (doğrusal ürün)	Kablo koruma yüzeyi ile ilgili (kablo kanalı, kablo geçişi). 5.3.5'e bakınız.	Tablo 8 ve 9'a bakınız
EL3A	Ark dirençli izolasyon malzemeleri Tip A	En 45545-5:2013' deki 5.3.1 maddesine bakınız	R11
EL3B	Ark dirençli izolasyon malzemeleri Tip B	En 45545-5:2013' deki 5.3.1 maddesine bakınız	R12
EL3C	Ark kıvılcım önleyici malzemeler	En 45545-5:2013' deki 5.3.1 maddesine bakınız	R7
EL4	Yanabilir İzolasyon Akışkanı (Sıvısı)		R14
EL5	Besleme hattı sistem cihazları - Dış	Parafudrlar; izolatörler; anahtarlar; ana devre kesicileri	R23
EL6A	Besleme hattı sistemi ve yüksek güçlü cihazlar – İç Kısım	İzolatörler; akım ve gerilim trafoları, ana devre kesiciler; kontaktörler	R22
EL6B	Besleme hattı sistemi ve yüksek güçlü cihazlar – Dış Kısım	İzolatörler; akım ve gerilim trafoları, ana devre kesiciler; kontaktörler	R23

Tablo 3.6. Listelenmiş Ürünlerin Gereklilikleri (5/5)

Ürün Numarası	İsim	Detaylar	Gereksinim
EL7A	Bobin ve sargılar – İç Kısım	Besleme hattı filtreleme bobinleri, hava soğutmalı trafoların sargıları (hava haznesi ve hava yönlendirme plakası)	R22
EL7B	Bobin ve sargılar – Dış Kısım		R23
EL8	Fren Dirençleri	Kaplama ve herhangi bir ısı koruması	R13
EL9	Baskılı Devre Kartları	Herhangi bir ekli teknik ekipman olmaksızın baskılı devre kartları	R24 ya da R25
EL10	Küçük elektroteknik ürünler	Düşük güç devre kesicilerini, aşırı yük rölelerini, kontaktörleri, kontaktör rölelerini, anahtarları, kontrol veya sinyal anahtarlarını, sigortaları ve bağlantı uçlarını (terminaleri) içeren örnekler	R26
M	Mekanik Ekipman		
M1	Esnek (Bükülebilir) metal / kauçuk birimler	Bojideki elemanları içeren metal / kauçuk birimler	R9
M2	Hortumlar - İç	Yakıt, yağ, hidrolik, pnömatik, su ve drenaj hortumları ve boruları	R22
M3	Hortumlar - Dış	Yakıt, yağ, hidrolik, pnömatik, su ve drenaj hortumları ve boruları	R23
<p>^a Bilgisayar ekranları sınırlı yüzey, IN2 olarak değerlendirilecektir; elektriksel ekipman olarak değerlendirilmeyecektir.</p> <p>^b Katlanabilir masaların 0.2 m² 'ye kadar olan aşağıya bakan yüzeyleri R2 gereksinimlerine göre değerlendirilecektir.</p> <p>^c Bir koltuk tasarımını değerlendirirken, tüm F1 testlerinden alınan sonuçlar (F1, F1A, F1B, F1C, F1D, F1E) komple doğrulama için (sürücü koltuğu hariç) gereklidir.</p>			

Yukarıda verilen tablolarda bulunmayan yani listelenmemiş ürünler için aşağıdaki şekilde verilen değerlendirme prosesi uygulanmaktadır.

EN45545-2 ilgili tabloları ya da aşağıdaki proses değerlendirmesi sonucu ortaya çıkan gerekliliklerin detayı aşağıdaki gibi olup, ürünler ilgili gerekliliğin değerlerine sahip olduğunu gösteren test sertifikasına sahip olması gerekmektedir. Konuyla ilgili standarda dair ilave malzeme gereksinimleri EN45545-2 içinde bulunabilir.

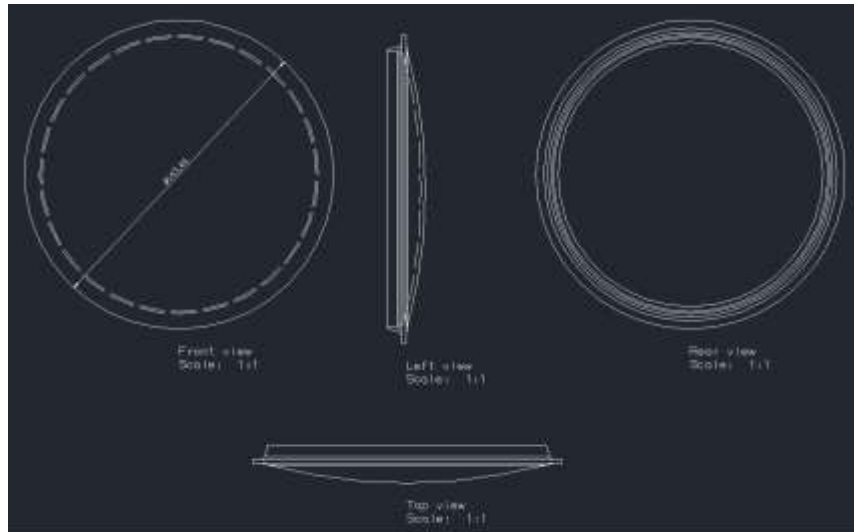


Şekil 3.1. Değerlendirme Proses Akışı

BÖLÜM 4. TASARIMIN EN 45545-2 YÖNÜNDE İNCELENMESİ

TÜVASAŞ tarafından üretilen mt15400 serisi dizel trenlerde kullanılan sinyal lambalarının lensleri asıl olarak ilk tasarımda cam olarak üretilmişlerdir. Son derece hızlı hareket eden bu demiryolu taşıtlarında cam ürünlerin her türlü yabancı madde temasını yüksek etkide alma riski bulunmakta ve söz konusu sinyal lambalarının lensleri sıklıkla kırılmaktadır. Hem lenslerin güney Kore'den tedarik ediliyor olması hem de temin sürelerinin çok yüksek olması nedeniyle TÜVASAŞ bünyesinde bu sorunu çözebilmek için arayışa girilmiştir. Bu noktada bu tez konusu optik lensin bir lisansüstü çalışmasıyla ortaya konulabileceği ve TÜVASAŞ tarafından ortaya konabileceği düşüncesi kabul görmüştür. Bu düşünceden hareketle tasarlanan tez konusu optik lensin planlanan teknik detayları aşağıda verilmiştir.

Malzeme : polikarbonat
Ağırlık : 63gr
Yüzey alanı : 0,038m²



Şekil 4.1. tasarlanan polikarbonat optik lens genel ölçüleri

Tasarım konusu polikarbonat optik lens en45545-2 tablo-2 listelenmiş ürünler tablosunda bulunmamaktadır. Bundan dolayı değerlendirme prosesine göre işlem yapılmıştır. Optik lensin maruz kalan alanı 0.2m²'den küçüktür. Ağırlığı 10 gramdan büyüktür. Yatay düzlemde 20 mm ve dikey düzlemde 200 mm mesafe içerisinde en45545-2 tablo 2 gerekliliklerini sağlamayan ürün bulunmamaktadır. Ağırlığı 400g'dan küçüktür ve dış ortamda kullanılmaktadır.

Yukarıdaki durumlar göz önünde bulundurularak proses takip edilmiş ve polikarbonat optik lens için herhangi bir gereklilik bulunmadığı tespit edilmiştir. bundan dolayı herhangi bir teste tabi tutulmasına gerek yoktur.

TSI loc&pas 1302 “Avrupa birliği içerisindeki demiryolu sisteminin “demiryolu işletim araçları – lokomotifler ve yolcu demiryolu işletim araçları” alt sistemine ilişkin birlikte çalışabilirlik teknik şartnamesi hakkında 18 Kasım 2014 tarihli 1302/2014 sayılı komisyon yönetmeliği” bu birlikte çalışabilirlik şartnamesi (TSI), 2008/57/EC sayılı yönergenin 1. maddesinde açıklandığı şekilde temel gerekleri karşılamak ve Avrupa birliği demiryolu sisteminin birlikte çalışabilirliğini sağlamak için belirli bir alt sistemin belirtildiği bir şartnamedir. Bu şartname kapsamında Avrupa birliği ülkeleri birbirleri arasında seyahat eden demiryolu araçlarının herhangi bir sorunla karşılaşmaması için ortak dil oluşturmak amacıyla hazırlanmıştır. Bu kapsamda Avrupa demiryolu ağında çalışacak olan trenlerin uyması gereken minimum kriterler bu şartnamede tanımlanmıştır. Bu şartnamenin içeriği aşağıda başlıklar altında özetlenmiştir.

4.1. Teknik Kapsam

Bu birlikte çalışabilirlik şartnamesi (TSI), 2008/57/EC sayılı yönergenin 1. maddesinde açıklandığı şekilde temel gerekleri karşılamak ve Avrupa birliği demiryolu sisteminin birlikte çalışabilirliğini sağlamak için belirli bir alt sistemin belirtildiği bir şartnamedir. Bu belirli alt sistem, 2008/57/EC sayılı yönerge ‘deki ek II, kısım 2.7’de belirtilen Avrupa birliği demiryolu sisteminin demiryolu işletim araçlarıdır. Bu TSI, aşağıdaki demiryolu işletim araçları için geçerlidir. Bu TSI’nin 1.2

“coğrafi kapsam” kısmında tanımlanan demiryolu ağı üzerinde işletilen (ya da işletilmesi tasarlanan) ve aşağıdaki tiplerden birine ait olan (2008/57/EC sayılı yönerge ’de ek 1, kısımlar 1.2 ve 2.2’de tanımlandığı şekilde).kendinden tahrikli termal ya da elektrikli trenler, termal ya da elektrikli cer birimleri, yolcu vagonları, demiryolu altyapısı mobil yapım ve bakım ekipmanı.

2008/57/EC sayılı yönergenin 1(3) maddesinde belirtilen tiplerdeki demiryolu işletim araçları bu TSI’nin kapsamından çıkarılmıştır. Çıkarılan araçlar şunlardır:

Metrolar, tramvaylar ve diğer hafif raylı araçlar, demiryolu sisteminin kalanından işlevsel olarak ayrı ağlar üzerindeki yerel, kentsel ya da banliyö yolculu servislerin işletimine ilişkin araçlar. Yalnızca malikinin kendi yük işletimlerinde kullanımı için mevcut olan özel mülkiyet altındaki demiryolu altyapısı üzerinde özel olarak kullanılan araçlar, tamamen yerel, tarihi ya da turistik kullanım için ayrılmış araçlar.

4.2. Coğrafi Kapsam

Üzerinde durulan TSI’nin coğrafi kapsamı, aşağıdakilerden oluşan tüm demiryolu sistemi ağıdır. 2008/57/EC sayılı yönerge ek 1, kısım 1.1 ‘ağ’ içerisinde tarif edildiği şekliyle trans-Avrupa konvansiyonel demiryolu sistemi ağı (ten) 2008/57/EC sayılı yönerge ek 1, kısım 2.1 ‘ağ’ içerisinde tarif edildiği şekliyle trans-Avrupa yüksek hızlı demiryolu sistemi ağı (ten) 2008/57/EC sayılı yönerge ek 1, kısım 4’te tarif edildiği şekilde kapsam genişletmesine müteakip, tüm demiryolu sistemi ağının diğer kısımları ve 2008/57/EC sayılı yönerge madde 1(3)’te atıfta bulunulan durumlar hariçtir.

TSI içeriği

- 2008/57/EC sayılı yönergenin 5(3) maddesi uyarınca, bu TSI tasarlanan kapsamını göstermektedir
- ‘lokomotifler ve yolcu demiryolu işletim araçları’ demiryolu işletim araçları alt sistemine ilişkin temel gerekleri ve diğer alt sistemlerle olan karşılıklı ara yüzlerini açıklamaktadır

- Alt sistem tarafından karşılanacak olan işlevsel ve teknik şartnameyi ve diğer alt sistemlerle olan karşılıklı ara yüzlerini oluşturmaktadır
- Avrupa birliği demiryolu sistemi içerisinde birlikte çalışabilirliği sağlamak üzere gerekli olan Avrupa standartları dâhil olmak üzere Avrupa şartnameleri kapsamında olması gereken birlikte çalışabilirlik elemanlarını ve ara yüzlerini belirlemektedir
- Göz önüne alınan her bir durum için, bir yandan birlikte çalışabilirlik elemanlarının uygunluğunu ya da kullanıma uygunluğunu, diğer yandan da alt sistemlerin 'at' doğrulamasını değerlendirmek üzere kullanılacak prosedürleri belirtmektedir
- Bu TSI'nin uygulanmasına ilişkin stratejiyi göstermektedir
- İlgili personele alt sistemin işletimi ve bakımı için ve de bu TSI'nin uygulanması için gerekli olan mesleki nitelikleri ve işteki sağlık ve güvenlik koşullarını açıklamaktadır

2008/57/EC sayılı yönergenin 5. maddesi uyarınca, her bir TSI'ya ilişkin olarak özel durumlar için hükümler oluşturulabilir; bu özel durumlar da belge içerisinde açıklanmaktadır.

Tüm adı geçen yönetmelikler ve ilgili maddelerine göre tasarlanan optik lensin üretilmesi ve kullanımında bir sakınca olmadığı, ilgili tüm gereksinimleri karşıladığı ve gerek üretim gerek kullanım esnasında parçasal ve genel anlamda demiryolu işletmesine ve araçlarına tehlike oluşturmayacağı ve/veya kullanıcılara herhangi bir zarar vermeyeceği sonucuna varılmıştır.

BÖLÜM 5. DEMİRYOLU İŞLETİM ARAÇLARI ALT SİSTEMİ VE İŞLEVLERİ

Avrupa birliği demiryolu sisteminin parçası olarak demiryolu işletim araçları alt sistemi Avrupa Birliği'nin demiryolu sistemi, 2008/57/ec sayılı yönerge, ek II (kısım 1)'de tanımlandığı şekilde aşağıdaki alt sistemlere ayrılmıştır.

- Yapısal alanlar
- Altyapı
- Enerji,
- Hat boyu kontrol-kumanda ve sinyalizasyon,
- Araç-üstü kontrol-kumanda ve sinyalizasyon,
- Demiryolu işletim araçları,
- İşlevsel alanlar,
- İşletim ve trafik yönetimi,
- Bakım,
- Yolcu ve yük hizmetlerine yönelik telematik uygulamaları.

Bakım hariç olmak üzere, ilgili TSI'da/TSI'larda her bir alt sistem ele alınmıştır. Bu TSI'de ele alınan demiryolu işletim araçları alt sistemi (kısım 1.1'de tanımlandığı şekilde) yukarıda belirtilen Avrupa birliği demiryolu sisteminin diğer tüm alt sistemleri ile ara yüzleri bulunmaktadır; bu ara yüzler, ilgili tüm TSI'lara uygun olacak şekilde, bir entegre sistem çerçevesinde değerlendirilmektedir. Ek olarak, biri demiryolu işletim araçları alt sistemi olmak üzere, demiryolu sisteminin özel yönlerini açıklayan ve çeşitli alt sistemlerle ilgili olan iki TSI mevcuttur.

- Demiryolu tünellerinde güvenlik (TSI SRT)

- Hareket kabiliyeti kısıtlı kişiler için erişim (TSI PRM)

Demiryolu işletim araçları alt sisteminin belirli yönleriyle ilgili iki TSI:

- Gürültü (TSI gürültü)
- Yük vagonları

Bu dört TSI’de ifade edilen demiryolu işletim araçları alt sistemine ilişkin gerekler mevcut TSI’de tekrarlanmamaktadır. Bu dört TSI ayrıca ilgili kapsamlarına ve uygulama kurallarına göre demiryolu işletim araçları alt sistemi için de geçerlidir. Bu nedenle herhangi bir demiryolu bileşenine eklenti yapılacak ya da bu bileşenlerde malzeme/ekipman değişikliği yapılacaksa tanımlara ve bu tanımlar dâhilindeki gereksinimlere hâkim olmak şarttır.

5.1. Tren Yapısı

Bir ‘birim’ bu TSI’nin uygulanmasına ve bu nedenle, “at” doğrulama prosedürüne tabi olan demiryolu işletim aracı için kullanılan genel addır. 2008/57/ec sayılı yönergenin 2(c) maddesinde tanımlandığı şekilde, bir birim birkaç ‘araçtan’ meydana gelebilir; bu TSI’nin kapsamı göz önüne alındığında, bu TSI’de ‘araç’ teriminin kullanımı bölüm 1’de tanımlandığı şekilde demiryolu işletim aracı alt sistemi ile sınırlıdır.

- Bir ‘tren’, bir ya da daha fazla birimden oluşan bir işletimsel yapıdır.
- Bir ‘yolcu treni’ yolcuların erişimine açık olan bir işletimsel yapıdır (yolcu araçlarından oluşan ancak yolcuların erişimine açık olmayan bir tren yolcu treni olarak kabul edilmez).
- Bir ‘sabit yapı’ yalnızca bir atölye ortamında yeniden yapılandırılabilir olan bir tren yapısıdır.
- ‘önceden tanımlanmış yapı/yapılar’ tasarım aşamasında tanımlanan ve işletim sırasında yeniden yapılandırılabilen, birbirine kuplaj yoluyla bağlanmış çeşitli birimlerden meydana gelen tren yapısı / yapılarıdır.
- ‘çoklu işletim’: birden fazla birimden oluşan bir işletimsel yapıdır.

Tren setleri, birkaçı (değerlendirme kapsamındaki tipte), 1 sürücü kabininden kontrol edilen bir tekli tren olarak çalışmak üzere birbirine kuplaj yoluyla bağlanma özelliğine sahip olacak şekilde tasarlanmaktadır. Lokomotifler, birkaçı (değerlendirme kapsamındaki tipte), 1 sürücü kabininden kontrol edilen bir tekli trene dâhil edilme özelliğine sahip olacak şekilde tasarlanmaktadır. Genel işletim': birimin tasarım aşamasında tanımlanmayan bir tren yapısında diğer birimle/birimlerle kuplaj yoluyla bağlanması amaçlanıyorsa, birim genel işletim için tasarlanır.

5.2. Demiryolu İşletim Araçları

Aşağıdaki tanımlar, 2008/57/ec sayılı yönerge 'deki ek 1, kısım 1.2'de tanımlandığı şekilde dört grupta sınıflandırılmıştır.

5.2.1. Kendinden tahrikli termal ve/veya elektrikli trenler

Bir 'tren seti' bir tren olarak çalışabilen sabit bir yapıdır; doğası gereği atölye ortamı dışında yeniden yapılandırılmak üzere tasarlanmaz. Yalnızca çeken ya da çeken ve çekilen araçlardan meydana gelir. Bir 'elektrikli ve/veya dizel çoklu birim' tüm araçların bir taşıma yükünü (yolcular ya da bagaj/posta ya da yük) taşıma kapasitesine sahip olduğu bir tren setidir. Bir 'ray aracı' bağımsız şekilde çalışabilen ve bir taşıma yükünü (yolcular ya da bagaj/posta ya da yük) taşıma kapasitesine sahip bir araçtır.

5.2.2. Termal ve/veya elektrikli cer birimleri

Bir 'lokomotif', bir taşıma yükünü taşımak üzere tasarlanmamış ve normal işletim sırasında bir trenden dekupaj yoluyla ayrılarak bağımsız çalışma kapasitesine sahip olan bir cer aracıdır (ya da birkaç aracın birleşimi). Bir 'manevra lokomotifi', yalnızca manevra alanlarında, istasyonlarda ve depolarda kullanılan bir cer birimidir. Bir trendeki cer, normal işletim sırasında dekuplaj yoluyla ayrılmak üzere tasarlanmamış olan, sürücü kabinli ya da sürücü kabinsiz bir elektrikli araçla da sağlanabilir.

Böyle bir araç genel olarak bir 'tahrikli birim' (ya da 'tahrikli vagon') ya da tren setinin

bir ucunda bulunduğunda ve bir sürücü kabinine sahip olduğunda bir 'tahrikli uç vagon' olarak adlandırılır.

5.2.3. Yolcu vagonları ve diğer ilgili vagonlar

Bir 'yolcu vagonu', yolcu taşıma kapasitesine sahip sabit ya da değişken bir yapıdaki cer olmaksızın çalışan bir araçtır (kapsam genişletilerek, bu TSI'deki yolcu vagonları için geçerli olmak üzere belirtilen gereklerin restoran vagonları, yataklı vagonlar, kuşetli vagonlar, vb. için de geçerli olduğu kabul edilmektedir).bir 'yük vagonu', yolcu taşıma amaçlı bir sabit ya da değişken yapıya entegre edilmek üzere tasarlanmış, bagaj ya da posta gibi yolcu haricindeki taşıma yükünü taşıma kapasitesine sahip cer olmaksızın çalışan bir araçtır. Bir 'kumandalı çekilen vagon' bir sürücü kabinine sahip cer olmaksızın çalışan bir araçtır. Bir yolcu vagonu bir sürücü kabini ile donatılabilir; bu durumda böyle bir yolcu vagonu 'bir kumandalı vagon' olarak adlandırılır. Bir yük vagonuna bir sürücü kabini takılabilir ve bu şekilde 'kumandalı yük vagonu' olarak adlandırılır. Bir 'otomobil vagonu', yolcuları olmadan binek otomobillerini taşıma kapasitesine sahip ve bir yolcu trenine entegre edilmek üzere tasarlanan, cer olmaksızın çalışan bir araçtır. Bir 'sabit yolcu vagonu dizisi', kuplaj yoluyla birbirine 'yarı-kalıcı' şekilde bağlanmış ve yalnızca hizmet dışı olduğunda yeniden yapılandırılabilen, birkaç yolcu vagonundan oluşan yapıdır.

5.2.4. Demiryolu altyapısı mobil yapım ve bakım ekipmanı

'hat üstü makineler (OTM'ler), hat ve altyapının yapımı ve bakımı için özel olarak tasarlanmış araçlardır. OTM'ler farklı modlarda kullanılır: çalışma modu, kendinden tahrikli araç olarak taşıma modu, bir çekilen araç olarak taşıma modu. 'altyapı denetim araçları' altyapının durumunu izlemek için kullanılır. Taşıma ve çalışma modları arasında hiçbir fark olmaksızın, yük ya da yolcu trenleri ile aynı şekilde işletilirler.

5.3. Demiryolu İşletim Araçlarının Tipleri

Demiryolu işletim araçlarına ilişkin TSI'nin 2008/57/ec sayılı yönerge, ek 1, kısım 1.2'de tanımlandığı şekilde dört grup olarak sınıflandırılan kapsamının ayrıntıları aşağıda verilmektedir.

5.3.1. Kendinden tahrikli termal ve/veya elektrikli trenler

Bu tip, yolcu taşıyan araçlardan ve/veya yolcu taşımayan araçlardan oluşan sabit ya da önceden tanımlanmış yapıya sahip trenleri içerir. Termal ya da elektrikli cer ekipmanları trenin bazı araçlarına monte edilir ve tren bir sürücü kabini ile donatılır.

Kapsam dışında bırakılanlar:

Demiryolu sisteminin geri kalanından işlevsel olarak ayrı, açıkça tanımlanmış yerel, kentsel ağlar ya da banliyö ağları üzerinde işletilmek üzere tasarlanmış olan ray araçları ya da elektrikli ve/veya dizel çoklu birimler bu TSI'nin kapsamında değildir. Ana olarak şehir içi metrosu, tramvay ya da diğer hafif raylı ağlar üzerinde çalışmak için tasarlanan demiryolu işletim araçları bu TSI'nin kapsamında değildir. Bu tip demiryolu işletim araçlarının, altyapı tesciline ilişkin olarak Avrupa birliği demiryolu ağının bu amaçla tanımlanmış (demiryolu ağının yerel yapılandırmasına bağlı olarak) belirli kısımları üzerinde işletilmesine izin verilebilir. Bu durumda ve 2008/57/ec sayılı yönerge kapsamından açık şekilde çıkarılmamış olmaları koşuluyla, 2008/57/ec sayılı yönergenin 24. ve 25. maddeleri (ulusal kurallara ilişkin) geçerlidir.

5.3.2. Termal ve/veya elektrikli cer birimleri

Bu tip, termal ya da elektrikli lokomotifler ya da elektrikli birimler gibi bir taşıma yükünü taşıma kapasitesine sahip olmayan cer araçlarını içerir. İlgili cer araçları yük ve/veya yolcu taşıma amacıyla tasarlanır.

Kapsam dışında bırakılanlar:

Manevra lokomotifleri bu TSI'nin kapsamında değildir; Avrupa birliği demiryolu ağı üzerinde işletilmek üzere tasarlandıklarında (manevra alanları, istasyonlar ve depolar arasında hareket), 2008/57/ec sayılı yönergenin 24. ve 25. maddeleri (ulusal kurallara ilişkin) geçerlidir.

5.3.3. Yolcu vagonları

Bu tip, yolcu taşıyan (kısım 2.2'de tanımlanan yolcu vagonları) ve cer işlevini sağlamak üzere yukarıda tanımlanan 'termal ya da elektrikli cer birimleri' kategorisindeki araçlarla değişken bir yapıda işletilebilen, cer olmaksızın çalışan araçları içerir.

5.3.4. Bir yolcu trenine dâhil edilen yolcu taşımayan araçlar

Bu tip, yolcu trenlerine dâhil edilen, cer olmaksızın çalışan araçları içerir (örn; bagaj ya da posta yük vagonları, araba vagonları, servis araçları, vb.); bunlar, yolcu taşımaya ilişkin araçlar olarak, bu TSI'nin kapsamı dâhilindedir.

Bu TSI'nin kapsamı dışında bırakılanlar:

Yük vagonları bu TSI'nin kapsamı dâhilinde değildir; bir yolcu trenine dâhil edildiklerinde bile (tren teşkili bu durumda işletimsel bir husustur) 'yük vagonları' TSI'si kapsamına girerler. Araba (kişiler bu arabalarda olacak şekilde) taşımak üzere tasarlanmış araçlar bu TSI'nin kapsamında değildir; Avrupa birliği demiryolu ağı üzerinde işletilmek üzere tasarlandıklarında, 2008/57/ec sayılı yönergenin 24. ve 25. maddeleri (ulusal kurallara ilişkin) geçerlidir.

5.3.5. Demiryolu altyapısı mobil yapım ve bakım ekipmanı

Bu tipteki demiryolu işletim araçları yalnızca aşağıdaki durumlarda TSI kapsamındadır:

Kendi demiryolu tekerlekleri üzerinde çalışmaktadır ve trafik yönetimine yönelik bir hat tabanlı tren algılama sistemi tarafından algılanmak üzere tasarlanmış ve amaçlanmıştır ve OTM'ler durumunda, taşıma (çalışma) yapılandırmasına sahiptir, kendinden tahriklidir ya da çekilmektedir.

Bu TSI'nin kapsamı dışında bırakılanlar:

OTM'ler durumunda, çalışma yapılandırması bu TSI'nin kapsamı dışındadır.

5.3.6. Hat gabarisi

Bu TSI, 1435 mm'lik bir hat gabarisine sahip ağlar ya da aşağıdaki nominal hat gabarilerinden biri üzerinde işletilmek üzere tasarlanmış demiryolu işletim araçları için geçerlidir: 1520 mm, 1524 mm sistemi, 1600 mm sistemi ve 1668 mm sistem.

5.4. Azami Hız

Çeşitli alt sistemlerden oluşan entegre demiryolu sistemi (özellikle sabit tesisler; bkz. kısım 2.1) göz önüne alındığında, demiryolu işletim araçlarının azami hızının 350 km/s'ye eşit ya da 350 km/s'den düşük olduğu kabul edilmektedir.

350 km/s'den yüksek azami tasarım hızı durumunda, bu teknik şartname geçerlidir, ancak 350 km/s üzerindeki hız aralığı için (ya da madde 10'da açıklanan yenilikçi çözümlere ilişkin prosedürün uygulanması ile kısım 4.2'nin ilgili maddesinde belirtilen belirli bir parametreye ilişkin azami hızdan azami tasarım hızına kadar) tamamlanmalıdır.

BÖLÜM 6. TRENLERİN GÖRÜLEBİLİR VE DUYULABİLİR DIŞ İKAZ TERTİBATLARI İÇİN MEVZUAT İNCELEMESİ

EN 15153-1 standardı karayolu, metro ve müstakil sistemler haricinde yüksek hızlı ve konvansiyonel hatlar dâhil olmak üzere trenlerde ön, işaret ve arka lambalar için işlevsel ve teknik kuralları kapsar. Bu standart ayrıca deneme kurallarını ve uygunluk değerlendirmesi için kuralları tanımlar. Taşınabilir lambalar bu standardın kapsamına dâhil edilmemiştir. Ülkemizde de geçerli olan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) ilgili standartlarıyla da entegre olmuş bu standart özellikle tren dış aydınlatmaları için temel mahiyeti taşımaktadır.

Bu çalışmada incelenmiş olan standartlar aşağıda sıralanmış olup, her birinin EN 15153-1 standardına katkısı ile birlikte ortaya çıkan tanımlar ve gereksinimler bu bölüm içinde sıralanmıştır.

- prEN 16186-1, Railway applications – Driver’s cab – Part 1: Visibility, layout, Access (Demiryolu uygulamaları Sürücü kabini - Bölüm 1: Görünürlük, düzenleme, erişim) [22]
- CIE 15, Colorimetry1) (Renk ölçüm) [23]
- CIE 69, Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters; performance, characteristics and specifications1)(Işıkölçer ve ışıkölçerleri karakterize etme yöntemleri; performans, özellikler ve teknik özellikler) [24]
- CIE 70, The measurement of absolute luminous intensity distributions1)(Mutlak ışık şiddeti dağılımlarının ölçümü) [25]

- ISO 11664-1 (CIE S 014-1/E), Colorimetry – Part 1: CIE standard colorimetric observers1) (Kolorimetrik – Bölüm 1:CIE standardı kolorimetri gözlemcileri) [26]

Not - ISO 11664-1 daha önceden geri çekilen ISO 10527:2007 olarak yayınlanmıştır.

6.1. Terimler ve Tarifler

Trenler ve ilgili sistem bileşenleri için uluslararası anlamda aşağıdaki terimler ve tanımlar uygulanır.

6.1.1. Yüksek hızlı tren

190 km/h hıza eşit veya daha yüksek hızlarda işletmek için tasarılan tren.

6.1.2. Konvansiyonel tren

190 km/h'den düşük en yüksek hızda işletilmek için ve TEN (Trans-Avrupa Demiryolu Sistem Ağı) konvansiyonel hatlarının tümü veya bir parçasında seyahat etmek için tasarılan tren.

6.1.3. Ön lamba

Yaklaşan bir trene görsel uyarı sağlamak ve/veya hat kenarlarını aydınlatmak için tasarlanan, trenin ön ucuna takılan beyaz ışık yayan cihaz.

6.1.4. İşaret lambası

Bir trenin mevcudiyetini göstermek ve yaklaşan bir trene görsel uyarı sağlamak ve/veya geriye doğru yansıtan hat kenarı işaretlerini aydınlatmak için tasarlanan, trenin ön ucuna takılan beyaz ışık yayan cihaz.

6.1.5. Arka lamba

Bir trenin mevcudiyetini ve komple tren oluşumunun sonunu göstermek için tasarlanan, trenin arka ucuna takılan kırmızı ışık yayan cihaz.

6.1.6. Işık kaynağı

Bir lambadaki ışığı üreten sistem.

6.1.7. CIE (1931) standardı kolorimetrik sistem (x, y, z)

CIE tarafından 1931 yılında kabul edilen renkli bir ışığın atıf yapılan uyarıcı renk seti [x], [y], [z] kullanılarak spektral güç dağılımının tristimulus değerlerinin ve üç CIE renk eşleme fonksiyonlarının $x(\lambda)$, $y(\lambda)$, $z(\lambda)$ tayini ile renk belirleyen sistem (bk. CIE 15).

6.1.8. Lambanın optik eksenini

Üretici tarafından belirlenen parlaklık şiddeti şartlarına karşı tanımlanan eksen.

6.1.9. Rayların merkez çizgisi

Raylara paralel ve eşit mesafede olan çizgi.

6.1.10. Aydınlatma alanı

Optik eksene dik olan bir düzlem içine doğru uzanan bir lambanın aktif optik alanı.

6.2. Tren Lambaları ile İlgili Hükümler

Trenin ön kısmında en az iki beyaz ön lamba bulunmalıdır. Ayrıca, sadece yüklenici ile yapılan anlaşmayla en çok iki üst ön lamba bulunabilir. Trenin ön kısmında üç beyaz işaret lambası bulunmalıdır. Trenin arka ucunda iki kırmızı arka lamba bulunmalıdır.

Sadece yüklenici ile yapılan anlaşmayla, belirlenmiş optik kurallara uyması ve bu standartta verilen parametreleri olumsuz olarak etkilememesi şartıyla, özel uyarı veya sinyalizasyon fonksiyonlarına sahip olan ilave arka lamba/lambalar ve işaret lamba/lambalar takılabilir.

Birleşik lambalara (örneğin: farklı işlevleri gerçekleştirebilir lambalar) her bir lamba işlevleri için gereklerin elde edilmesi koşulu ile izin verilebilir.

Trenin orta bölgelerindeki bütün lambaların aydınlatması kapalı konumda olmalıdır.

6.2.1. Ön lambaların yerleşimi

İki ön lamba ray üst seviyesi üzerinde geometrik merkezleri 1500 mm ve 2000 mm arasında olacak şekilde, ikisi de aynı yükseklikte yerleştirilmelidir. İki ön lambanın yerleşimi, geometrik merkezleri arası mesafe 1000 mm'den az olmayacak şekilde ve ön lamba geometrik merkezleri rayın merkez çizgisine simetrik olacak şekilde olmalıdır. Üst ön lambaların kurulduğu yer, aracın merkez çizgisine mümkün olabilecek en yakın yerde, cam sileceğinin üzerine yerleştirilmelidir.

6.2.2. Ön lambaların boyutları

Her bir ön lamba en fazla 33400 mm² ve en az 17650 mm² aydınlatma alanına ve bu aydınlatma alanı için en az 110 mm'lik bir ölçüye sahip olmalıdır. Ön lamba alanının hepsi, kurulu durumda ayarlanmış ve optik eksen boyunca bakıldığında yanar olarak görünmelidir.

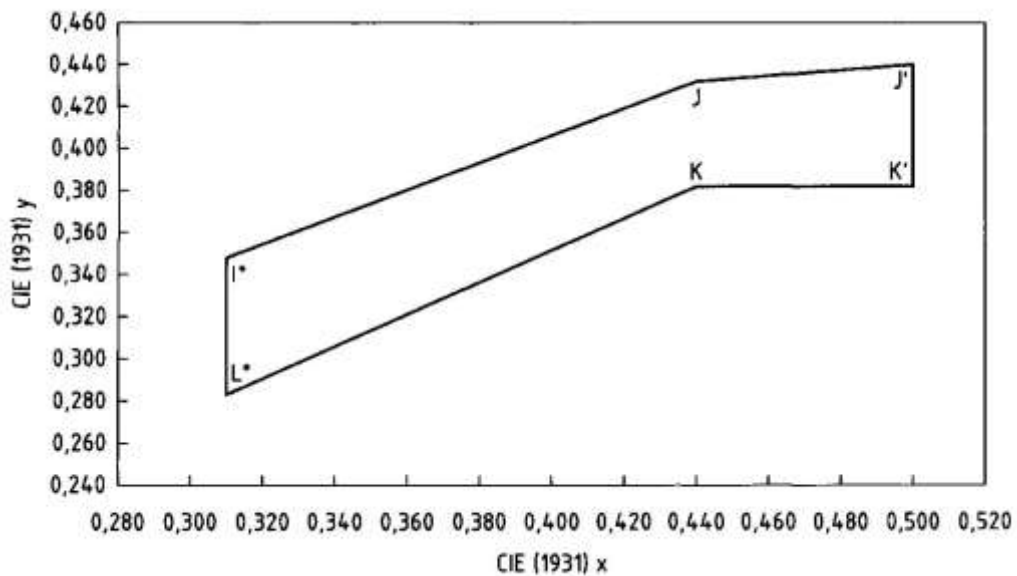
6.2.3. Ön lambaların rengi

Madde 6.3'e uygun olarak ölçülen ön lambalar tarafından salınan ışığın rengi Tablo 6.1.'de verilen ve Şekil 6.1.'de gösterilen kesişme noktalarınca tanımlanan renk alanı içerisinde olmalıdır.

Tablo 6.1. Ön Lambalar İçin Renk Belirtim Kesişme Noktalarına Ait Kromatiklik Koordinatları

Ön lamba rengi	Kesişim noktalarının CIE (1931) Kromatiklik Koordinatları						
	Nokta	I*	J	J'	K'	K	L*
Beyaz	x	0,310	0,440	0,500	0,500	0,440	0,310
	y	0,348	0,432	0,440	0,382	0,382	0,283

Not - Bu belirtim kısıtlı bir mavi sınır ile CIE S 004 Beyaz Sınıf B'ye dayanmaktadır.
* ile gösterilen kromatiklik koordinatları kısıtlanmış mavi sınırı tanımlar.



Şekil 6.1. EN15153-1 Tablo 6.1'e Uygun Olarak Ön Lambalar İçin Renk Belirtilmelerini Gösteren Kromatik Diyagram

6.2.4. Ön lambaların ışık şiddeti

Her bir ön lambanın ışık şiddeti, Tablo 6.2.'de gösterildiği gibi olmalıdır.

Konvansiyonel trenlerdeki ön lambalar olması durumunda sadece bir ön lamba işlevi (kısık veya uzun hüzme) gereklidir. Kısık veya uzun hüzme kullanımı bu standardı kullanan devletin işletim kurallarına bağlı olacaktır.

Tablo 6.2. Ön Lambaların Işık Şiddetleri

Ön Lamba İşlevi	Kısay Ön Lamba ve Varsa Üst Ön Lamba	Uzun Hüzme Ön Lamba
Ön lambanın optik eksenini boyunca ölçülen ışık şiddeti (cd)	12000 ila 16000	40000 ila 70000
Yatay düzlemde optik eksenini her iki tarafında 5° dâhilinde ışık şiddeti (cd)	>3000	>10000

Üst ön lambaların takılması durumunda bu ön lambaların özellikleri EN15153-1 standardının kurallarından sapma gösterebilir.

Aşağıdakilerin olması halinde ikinci en fazla ışık şiddetine yatay düzlemdeki optik eksenin $\pm 5^\circ$ dâhilinde izin verilir;

a) Eksen üzerinde belirlenen en fazla ışık şiddetinin aşılmaması,

ve

b) Herhangi komşu ikinci en fazla ve en az ışık şiddetleri arasındaki farkın ön lambanın optik eksenini boyunca ölçülen ışık şiddetinin %10'undan fazla olmaması.

Parlama kontrolüne ilişkin olarak, rayların merkez çizgisine paralel olan yatay düzlemdeki optik eksen üzerinde, EN 15553-1 Madde 5.3.2'de tanımlanan herhangi bir gerekli ayarlamayı takiben monte edilme durumundaki her bir açığa ait en fazla ışık şiddeti Tablo 6.3.'te gösterildiği gibi olmalıdır.

Tablo 6.3. Uzun Hüzme ve Kısık Ön Lambalar İçin Ayar Açılıları Boyunca Işık Şiddetleri

Düşey Düzlemde Ön Lambanın Yatay Eksen Üzerindeki Açısı	Belirli Bir Açıda Ön Lambanın En Fazla Işık Şiddeti (cd)
0,25	58400
0,50	14600
1,00	3650
1,50	1620
2,00	912

Parlamanın alternatif bir kontrolü, 100m'lik bir mesafede rayların üst yüzeyinde her bir ön lambadan yayılan dikey ışık yoğunluğunun 0,5 lüksten az olduğundaki gibi, araca kurulduğunda ön lambaların aşağı doğru dikey hizasının ayarlanmasıdır. Bu durumda Çizelge 3'teki kurallar uygulanmayabilir.

6.2.5. Ön lambaların hizalanması

Ön lambalar bir hiza ayarlama aracıyla sağlanmış olmalıdır. Tablo 6.3. ile kontrol edilen parıltı ait ön lambalar olduğu takdirde, monteli durumunda ön lambanın optik eksenini ve rayların merkez çizgileri arasındaki açı yatay ve düşey düzlemde 0 olmalıdır.

Alternatif yöntem ile kontrol edilen parıltıya ait ön lambalar olduğu takdirde, aşağı doğru düşey hiza açısı, verilen ön lamba tasarımında tanımlanmalıdır.

6.2.6. İşaret lambalarının yerleşimi

İki alt işaret lambası rayın üst yüzeyi üzerinde aynı yükseklikte yerleştirilmelidir.

İki alt işaret lambasının merkezleri, rayın üst yüzeyi üzerinde 1500 mm ve 2000 mm arasında olmalıdır.

İki alt işaret lambasının merkezleri, 1000 mm'den az olmamalı ve bu lambalar aracın merkez çizgisine simetrik olarak ayarlanmalıdır. Üst işaret lambası, alt işaret lambaları üzerinde olmalı ve merkezi olarak yerleştirilmelidir. Üst işaret lamba, alt ön ve işaret lambalarının geometrik merkezleri arasındaki düşey ayrılma 600 mm'ye eşit ya da daha büyük olmalıdır.

6.2.7. İşaret lambalarının boyutları

Her bir işaret lambası en fazla 22700 mm² aydınlatma alanına, en az 9500 mm² aydınlatma alanına ve en az 110 mm aydınlatma alanı boyutuna sahip olmalıdır.

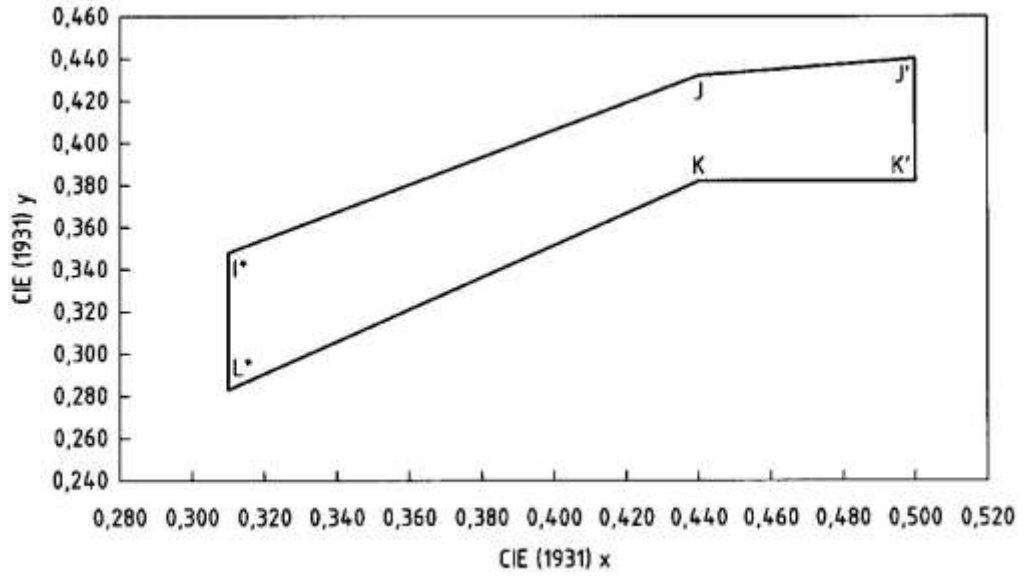
6.2.8. İşaret lambalarının rengi

EN 15153-1 Madde 6.3'e uygun olarak ölçülen işaret lambaları tarafından salınan ışığın rengi Tablo 6.4.'te verildiği Şekil 6.2.'de gösterildiği gibi kesişim noktalarının tanımlanan renk alanı dâhilinde olmalıdır.

Tablo 6.4. İşaret Lambaları İçin Renk Belirtim Kesişim Noktalarının Kromatiklik Koordinatları

İşaret Lamba Rengi		Kesişim Noktalarının CIE (1931) Kromatiklik Koordinatları					
	Nokta	I*	J	J'	K'	K	L*
Beyaz	x	0,310	0,440	0,500	0,500	0,440	0,310
	y	0,348	0,432	0,440	0,382	0,382	0,283

Not - Bu belirtim, kısıtlanmış bir mavi sınır ile CIE S 004 Beyaz Sınıf B'ye dayanmaktadır. * ile gösterilen kromatiklik koordinatları kısıtlanmış mavi sınırı tanımlar.



Şekil 6.2. Tablo 6.4.'e uygun olarak işaret lambalar için renk belirtimlerini gösteren kromatik diyagram

6.2.9. Işığın spektral ışıma dağılımı

İşaret lambasındaki ışık spektral ışıma dağılımı Çizelge 5'te gösterilen k_{renk} şartlarını karşılamalıdır.

Kullanılan ışığın spektral ışıma dağılımı, işaretlerin doğru renk tanımlanmasından ve dolayısıyla renkli işaretlerin doğru okuma ve yorumlamasından, uyarı giydirmelerinden ve diğer nesnelere büyük ölçüde sorumludur. Bu kuralla uygunluğu göstermek için, k_{renk} oranı bütün görünür ışık aralığı ve düşünülen münferit spektral renk aralığı arasında tanımlanmalıdır.

k_{renk} oranı denklem 6.1'e uygun olarak belirlenmelidir:

$$k_{\text{renk}} = \frac{\int_{\lambda_{\text{renk}}} S(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{\lambda_{\text{toplama}}} S(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \quad (6.1)$$

Burada:

$S(\lambda)$ spektral ışıma W/m^2 sr veya birim alandaki ışımının spektral dağılımı W/m^2 gibi spektral güç dağılımıdır (spektral ölçümden),

$V(\lambda)$ göreceli spektral parlaklıktır (dalga boyunun tek kromatiklik bir ışımalarının bağlı parlaklık verimi), λ_{renk} düşünülen tüm renk aralığının dalga boyu aralığıdır (Tablo 6.5.),

λ_{toplam} 380 nm'den 780 nm'ye kadar tüm görünür renk aralığının dalga boyu aralığıdır.

Tablo 6.5. Renk Oranları

	λ_{renk} (nm)	k_{renk}
$k_{\text{kırmızı}}$	610 ila 780	$\geq 0,14$
k_{turuncu}	560 ila 660	$\geq 0,50$
$k_{\text{sarı}}$	505 ila 780	$\geq 0,90$
k_{mavi}	380 ila 505	$\leq 0,10$

6.2.10. İşaret lambalarının ışık şiddeti

Münferit işaret lambalarının ışık şiddetleri Tablo 6.6.'da gösterildiği gibi olmalıdır. Tablo 6.6.'da gösterilen kısık işaret lamba kuralları, işletme yetkililerinin azaltılmış bir şiddette olduğu gibi özel durumlarda işletmeye izin verdiği hallerde uygulanmalıdır.

Aşağıdaki şartlar ile yatay düzlemdeki optik eksenin $\pm 5^\circ$ dâhilindeki ikinci en fazla ışık şiddetine izin verilir;

a) Eksen üzerinde belirlenen en fazla ışık şiddetinin aşılmaması,
ve

b) Herhangi komşu ikinci en fazla ve en az ışık şiddetleri arasındaki fark işaret lambasının optik eksenini boyunca ölçülen ışık şiddetinin % 20'sinden fazla olmaması.

Tablo 6.6. İşaret Lambalarının Işık Şiddeti

İşaret Lamba İşlevi	Tam Alt İşaret	Tam Üst İşaret	Kısık Alt İşaret	Kısık Üst İşaret
	Lamba	Lamba	Lamba	Lamba
Optik eksenini boyunca ışık şiddeti (cd)	300 ila 700	150 ila 350	100 ila 300	50 ila 150
Yatay düzlemde optik ekseninin her iki yanında 10 °de ışık şiddeti (cd)	Kural yok	30 ila 350	Kural yok	10 ila 150
Yatay düzlemde optik ekseninin her iki yanında 45 °de ışık şiddeti (cd)	15 ila 40	Kural yok	3 ila 40	Kural yok

6.2.11. İşaret lambalarının hizalanması

Monte edildiği durumda işaret lambasının optik eksenini ve rayın merkez çizgisi arasındaki açı yatay ve düşey düzlemde $0^\circ \pm 1^\circ$ olmalıdır.

6.2.12. Arka lambaların yerleşimi

İki arka lamba ray üst yüzeyinin üzerinde aynı yükseklikte yerleştirilmelidir. Arka lambaların merkezleri, ray üst yüzeyinin üzerinde 1500 ve 2200 mm arasında olmalıdır. Arka lambaların merkezleri arasındaki mesafe 1000 mm'den az olmamalı ve aracın merkez çizgisine göre simetrik olarak ayarlanmalıdırlar.

6.2.13. Arka lambaların boyutları

Her bir arka lamba en fazla 22700 mm² aydınlatma alanına ve en az 9500 mm² aydınlatma alanı ve en az 110 mm aydınlatma alanı boyutuna sahip olmalıdır.

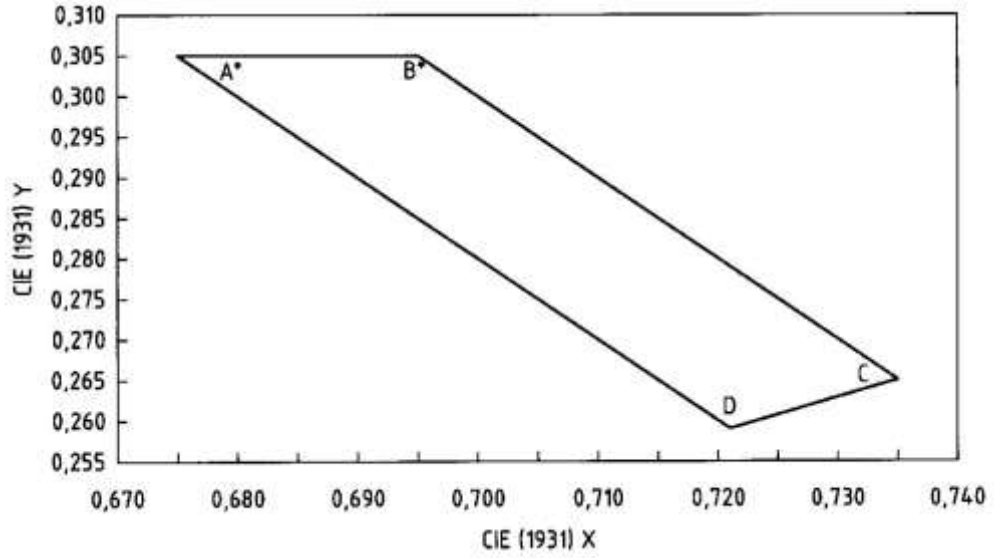
6.2.14. Arka lambaların rengi

Arka lambalar tarafından salınan ışığın rengi Tablo 6.7.'de verildiği ve Şekil 6.3.'te gösterildiği gibi kesişim noktalarının tanımlanan renk alanını dâhilinde olmalıdır.

Tablo 6.7. Arka lambalar için renk belirtim kesişim noktalarının kromatiklik koordinatları

Arka lamba rengi	Kesişim noktalarının CIE (1931) kromatiklik koordinatları				
	Nokta	A*	B*	D	C
Kırmızı	x	0,675	0,695	0,721	0,735
	y	0,305	0,305	0,259	0,265

Not - Bu belirtim, kısıtlanmış sarı bir sınır ile CIE S 004 Kırmızı Sınıf A'ya dayanmaktadır. * ile gösterilen kromatiklik koordinatları kısıtlanmış sarı sınırı tanımlar.



Şekil 6.3. Tablo 6.7.'ye uygun olarak arka lambalar için renk belirtimlerini gösteren kromatik diyagram

6.2.15. Arka lambaların ışık şiddeti

Her bir arka lambaların ışık şiddeti Tablo 6.8.'de gösterildiği gibi olmalıdır.

Tablo 6.8. Arka lambalar için ışık şiddetleri

Arka lamba işlevi	Arka lamba ışık şiddeti
Optik eksen boyunca ışık şiddeti (cd)	15 ila 100
Yatay ekseninde optik eksene $\pm 7,5^\circ$ 'de ışık şiddeti (cd)	7,5 ila 100
Düşey ekseninde optik eksene $\pm 2,5^\circ$ 'de ışık şiddeti (cd)	7,5 ila 100

Aşağıdaki şartlar ile yatay düzlemdeki optik eksenin $\pm 5^\circ$ dâhilindeki ikinci en fazla ışık şiddetine izin verilir;

a) Eksen üzerinde belirlenen en fazla ışık şiddetinin aşılmaması,

ve

b) Herhangi komşu ikinci en fazla ve en az ışık şiddetleri arasındaki fark arka lambanın optik ekseni boyunca ölçülen ışık şiddetinin % 20'sinden fazla olmaması.

6.2.16. Arka lambaların hizalanması

Monte edildiği durumda, arka lambanın optik ekseni ve rayın merkez çizgisi arasındaki açı yatay ve düşey düzlemde $0^\circ \pm 1^\circ$ olmalıdır.

6.2.17. Lambaların kontrolü

Makinist kabininden lambaların kontrolü prEN 16186-1'de belirtildiği gibi olmalıdır.

6.2.18. İşletme kontrolü

Bir sistem, mevcut tüm ön, işaret ve arka lambaların işlevinin devamlı izlenir olması sayesinde sağlanabilir. Bu gibi bir sistem sağlandığında, bir lambanın herhangi bir

arızası, prEN 16186-1'e uygun olarak makiniste makinistin normal oturma şeklinde gösterilmelidir.

6.3. Mevcut Tasarımlar Ya Da Yeni Tasarımların Geçerliliğine İlişkin Deney Kuralları

Yapılması gereken iki grup deney vardır: kolorimetrik deneyler ve fotometrik deneyler. Her iki grup deneylere de uygulanacak genel ve özel kurallar bu bölümde sunulmuştur.

6.3.1. Deney parçaları ve konfigürasyon

Deneyler, her bir lamba tipinin en az bir tanesine (ön, işaret ve arka lamba) uygulanmalıdır. Sağ ve sol lambanın optik tasarımının aynı olduğu ve lambaların düşey simetri paylaştığı yerlerde, sadece bir örnek deneye tabi tutulmalıdır. Karşılıklı işletilebilirlik bileşenlerinin ölçümleri bir deney laboratuvarında yürütülmelidir.

6.3.2. Deney ortamı

Deneyler, $22,5 \text{ °C} \pm 2,5 \text{ °C}$ aralığı dâhilindeki çevre sıcaklığında, bir deney laboratuvarında gerçekleştirilmez.

6.3.3. Gonyometre (açı ölçer)

Deney bir gonyometre kullanılarak yapılmalıdır. Lamba, gonyometreye sabitlenmeli ve lambanın aydınlatma alanının orta noktası ile karşılaşan lambanın dönme merkezi etrafında yatay ve düşey eğimli olmalıdır.

6.3.4. Deney gerilimi

Deneyleer esnasında, deneye tabi tutulan lamba montaj koşullarında lambanın anma geriliminde enerjilendirilmelidir. Gerilim lambaya mümkün olan en yakın yerden ölçülmelidir.

6.3.5. Deney raporu

Deney sonuçları, bir deney raporunda belgelenmiş olmalı ve en az aşağıdaki detayları içermelidir:

- a) İlgili standart(lar)a yapılan atıf,
- b) Deney laboratuvarının adı ve adresi,
- c) Ön, işaret ve arka lambalar tanımı (tip ve seri numarası/numaraları ve montaj ayarlamaları),
- d) Lamba deney şartları tanımı,
- e) Ölçüm ekipmanı listesi,
- f) Deney sonuçları,
- g) Deneylere uygulanabilen diğer yararlı bilgiler

6.3.6. Kolorimetrik deneyler için amaç ve uygulama

Kolorimetrik deney, belirlenen ışık şiddetleri açılarında lamba tarafından salınan ışığın rengini belirler ve lambanın bütün aydınlatma alanı üzerine uygulanır. CIE 15, ISO/CIE 11664-1 standartları esas alınır.

6.3.7. Kolorimetrik deneylerde kullanılan donanım

Lamba tarafından salınan ışığın rengi bir kolorimetre (filtreli raydometre) veya spektrometre kullanılarak ölçülmelidir ve kalibreli aralık yürütülen deneylerle uygun olmalıdır.

Spektral ışımının ölçümü bakımından, spektrometrenin dalga boyu çözünürlüğü 4nm'den büyük olmamalıdır.

6.3.8. Kolorimetrik deneyler için geometri

Ölçümler lambanın aydınlatma alanına karşılık gelen açıdaki bir uzaklıkta ölçmenin yapıldığı noktada 1°den büyük değildir.

6.3.9. Kolorimetrik deneyler için deney prosedürü

Işığın rengi sadece ön lambalar, işaret lambaları ve arka lambalar için yukarıdaki ilgili tablolarda verilen ışık şiddetleri belirtilmelerindeki açılarda ölçülmelidir.

6.3.10. İstenen sonuç

Kolorimetrik deneylerden elde edilen kromatiklik koordinatları, sırasıyla ön, işaret ve arka lambalar için tanımlanan renk aralığı dâhilinde olmalıdır. Spektral ışım dağılım deneylerinin sonucu olan *k*renk Tablo 6.5.'te verilen sınırlara uymalıdır.

6.3.11. Fotometrik deneylerin amacı ve uygulaması

Bu fotometrik deney, belirlenen ışık şiddeti açıları aralığı üzerinde lamba tarafından salınan ışığın şiddetini belirler ve lambanın tüm aydınlatma alanı üzerine uygulanır. CIE 69 ve CIE 70 standartlar esas alınır.

6.3.12. Fotometrik deneylerde kullanılan donanım

Deneye tabi olmuş lambanın ışık şiddeti bir fotometre kullanılarak ölçülmelidir ve kalibreli aralık yürütülen deneylerle uygun olmalıdır. Ölçümlerin alındığı mesafe, fotometrenin kalibre edilmiş aralığı dâhilinde kalan ölçümler gibi seçilmelidir. Fotometrenin ölçme hatası % 3,0'ü geçmemelidir.

6.3.13. Fotometrik deneyler için geometri

Ölçümler, detektör yüzeyinin tamamen ve eşit olarak aydınlandığındaki gibi lamba ve fotometre arasında uygun bir mesafede yapılmalıdır. Bu ölçüm mesafesi deney raporunda dokümanite edilmelidir.

6.3.14. Fotometrik deneyler için deney prosedürü

Işığın şiddeti sadece ön lambalar, işaret lambaları ve arka lambalar için verilen ışık şiddetleri ilgili tabloların belirtimlerindeki açılarda ölçülmelidir. Ön lambaların ışık şiddeti için ölçüm aralığı $0,5^\circ$ olmalıdır.

Parıltının kontrolü için alternatif metodun kullanıldığı yerde, düşey aydınlatma 100 m' de ray seviyesini temsil etmek için geometrik bir yükseklikte ray tepesinin üstünde deneye tabi olduğunda 10 m' de 50 lüksü geçmemelidir.

BÖLÜM 7. KONVANSİYONEL SİSTEM VE YENİ TASARIM

Kuyruk ve işaret aydınlatma lambaları demiryolu aracının demiryolu etrafında bulunan canlılar tarafından görülebilmesini ve demiryoluna yakın noktaların makinist tarafından izlenebilmesine imkân sağlamaktadırlar. Kuyruk lambaları kırmızı renge sahip olup trenin arka kısmında aktif olmaktadır. İşaret lambaları ise beyaz renkte olup trenin gidiş yönündeki kısmında aktif olmaktadır. Bölüm 3’de detaylı açıklaması yapılmış olan TSI pass&loc’a göre sürücü kabinli demiryolu araçlarında her bir kabin kısmında 2 adet işaret 2 adet de kuyruk aydınlatması bulunması zorunluluğu vardır. Bu çalışma konusu kuyruk ve işaret lambalarının sayısı ise TSI pass&loc’da tanımlanandan farklıdır. TCDD taşımacılık A.Ş. envanterinde bulunan mt15400 serisi dizel tren setlerinde kullanılmakta olan işaret ve kuyruk aydınlatma lambalarının sayısı ise aşağıdaki şekilden de görülebileceği üzere her bir sürücü kabini tarafında 4 adet işaret lambası 2 adet kuyruk lambası şeklindedir (şekil 7.1. ve 7.2.).



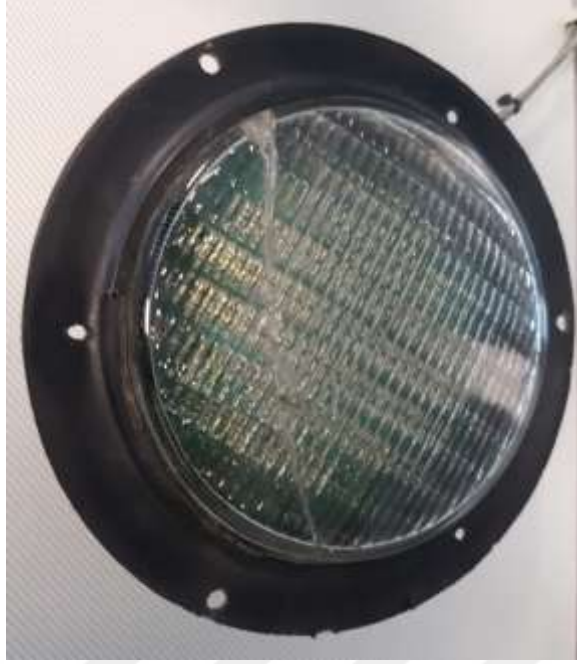
şekil 7.1. DMU tren seti sinyal ve kuyruk aydınlatma armatürleri gösterimi



şekil 7.2. DMU Tren Seti Sinyal ve Kuyruk Aydınlatma Armatürleri Yerleşimi

Mevcut tasarımlarda kullanılan kuyruk ve işaret lambalarının optik lensleri, cam malzemeden imal edilmiştir. Yeni tasarımda ilse polikarbonat (pleksiglas) malzemeden yapılmış optik lensler kullanılmıştır. Optik lensleri cam malzemeden imal edilmiş olan mevcut tasarımlar güney Kore’de imal edilmektedirler. Hem cam lenslere sahip olması hem de güney Kore’den ithal ediliyor olması, özellikle bakım ve onarım esnasında, bazı zorluklara sebebiyet vermektedir. Örneğin küçük ölçekli satın alma taleplerinde, tedarikçinin karını yüksek tutması, ekipman başına düşen gümrük ve nakliye masraflarının yüksek olması gibi nedenlerle, ürünlerin birim fiyatları aşırı şekilde yükselmektedir. Bu da ülkeden daha fazla döviz çıkmasına sebep olmaktadır. Ayrıca ürünlerin yurtdışından temin ediliyor olması sadece nakliye ve gümrükleme süresi göz önünde bulundurulduğunda bile teslimat süresini ciddi düzeyde arttırmaktadır.

Diğer yandan optik lenslerin cam malzemeden yapılmış olması işletme esnasında çarpan küçük taş parçalarından dolayı sürekli kırılmalara sebep olmaktadır. Bu durum daha fazla yedek parça stoku gerektirmekte ve sık sık aydınlatma ekipmanının değiştirilmesi anlamında gelmektedir. Ayrıca farların çalışmaması, emniyetle alakalı bir husus olduğundan, trenlerin sefere çıkmasına engel bir durumdur. Trenin sefere çıkmaması yolcu kaybına dolayısı ile işletmeye para kaybına sebep olmaktadır.



Şekil 7.3- Kırılmış Cam Lens Örneği

Polikarbon darbelere karşı çok daha dayanıklıdır ve mevcut diğer malzemelerden daha az kırılmaya eğilimlidir. Geniş bir sıcaklık aralığında bile olağanüstü tokluğa sahiptir. Genel olarak, polikarbon camdan 30 kat daha fazla darbeye dayanıklıdır.

Polikarbon malzeme cam malzemeye oranla daha ucuzdur. Bu durum maliyetleri doğrudan etkilemektedir.

Ayrıca, Polikarbon malzemeler Cam malzemeye oranla daha hafiftirler. Demiryolu araç tasarımı esnasında ağırlık önemli etkindir. Şöyle ki; yolcular dahil toplam 72 ton ağırlığa sahip bir araçtaki yolcuların toplam ağırlığı yaklaşık olarak 9.3 ton'dur. Toplam ağırlığın daha az olması enerji verimliliği noktasında önemli bir etkindir.

Yeni tasarım olan polikarbon malzemedan yapılmış optik lensli ürünler hem yerli tasarım üretim olması sebebiyle ülkeden döviz çıkışını engellemekte hem de küçük ölçekli alımlarda ve teslimat sürelerinde ciddi avantajlar sağlayacaktır. Ayrıca lenslerin pleksiglas olması lambaların MTBF sürelerini uzatacaktır.

Yeni tasarım armatürün optik lensi LOTTE CHEMICAL firmasının pc-1220u polikarbonat reçinesinden imal edilmiştir. PC, yüksek darbe dayanımı, sıcaklık direnci

ve istisnai netliği olan bir polikarbon reğinesidir. Bu benzersiz özellikler; disk, DVD'ler, otomotiv far lambaları, ses duvarları, elektronik ürünler gibi uygulamaları beraberinde getirmiştir. LOTTE CHEMICAL, Japonya' da kasei' nin fosjen olmayan ileri teknoloji prosesini (imalatını) gerçekleştirmiştir ve yıllık olarak 80.000 PC imalatı yapmaktadır.

LOTTE CHEMICAL PC' leri imalatta zararlı metilen klorür ve çok fazla atık suyun yanı sıra aşırı derecede zararlı olan fosjeni kullanmamakla uzmanlaşmıştır. PC'lerin tüm sınıfları(seviyeleri) ham madde olarak küresel ısınma gazı, CO₂ (karbondioksit), tüketirler ve işlemdaki tüm ara materyallerin tamamı geri dönüştürülür.

pc-1220u, düşük viskoziteli (akışkanlık) dış enjeksiyon uygulamaları için uygun olan temiz bir polikarbondur. pc-1220u, nihai PC ürünlerinin ışıklardan olumsuz etkilenmesini önlemek için ultraviyole dayanıklı maddeler içerir. Genel karşılaştırma sonuçları Tablo 7.1.'de sunulmuştur.



Şekil 7.4. Mevcut Tasarım (Sol) Ve Yeni Tasarım (Sağ) İşaret Lambaları



Şekil 7.5. Mevcut Tasarım (Sol) Ve Yeni Tasarım (Sağ) İşaret Lambaları

Tablo 7.1. Mevcut Cam Lens İle Yeni Tasarım Optik Lensli Tasarımın Karşılaştırılması

Mevcut Cam Optik Lensli Tasarım	Yeni Pleksiglass Optik Lensli Tasarım
İthal malzeme olduğu için ülkenin döviz kaybına sebep olmaktadır.	Yerli imalat olduğu için döviz ülke içinde kalacak ayrıca yerli sanayinin canlanmasına etki edecektir.
İthal ürün olduğu için daha yüksek maliyetli Birim başına yaklaşık 160€ maliyet	Yerli ürün olduğu için daha az maliyetli Birim başına yaklaşık 90€ maliyet
Küçük ölçekli satın alma taleplerinde temin sorunu	Yerli imalat olduğu için temin edilmesi daha kolay
Daha uzun teslimat süresi Yaklaşık 16 hafta teslimat süresi	Daha kısa teslimat süresi Yaklaşık 4 hafta teslimat süresi
Cam malzeme olduğu için daha sık arızalanma (düşük MTBF)	Pleksiglas malzeme olduğu için daha az arızalanma (yüksek MTBF)

BÖLÜM 8. LABORATUVAR ÖLÇÜMLERİ VE DEĞERLENDİRME

Bu Bölümde, “Türkiye Vagon Sanayii A.Ş.” (TÜVASAŞ) tarafından üretilen ve TCDD Taşımacılık A.Ş.’ye ait olan MT15400 Dizel Çoklu Ünitelerdeki (DMU’ lar) işaret lambalarının aydınlatma karakteristiklerinin, cam bazlı optik lenslerin polikarbon bazlı optik lensler ile değişmesinden nasıl etkilendiği yapılan deney sonuçlarıyla anlatılmaktadır.

MT15400 serili DMU’ların üretimine 2010 yılında başlandı ve ilk siparişte 24 adet araç üretildi. 2017’nin sonunda üretilen MT15400 serili DMU’ların sayısı 54 adet olacaktır. MT15400 serili DMU’ların her bir ucunda üniteyi kontrol etmek adına bir adet sürücü kabini vardır (Şekil 7.1. Ve 7.2.).

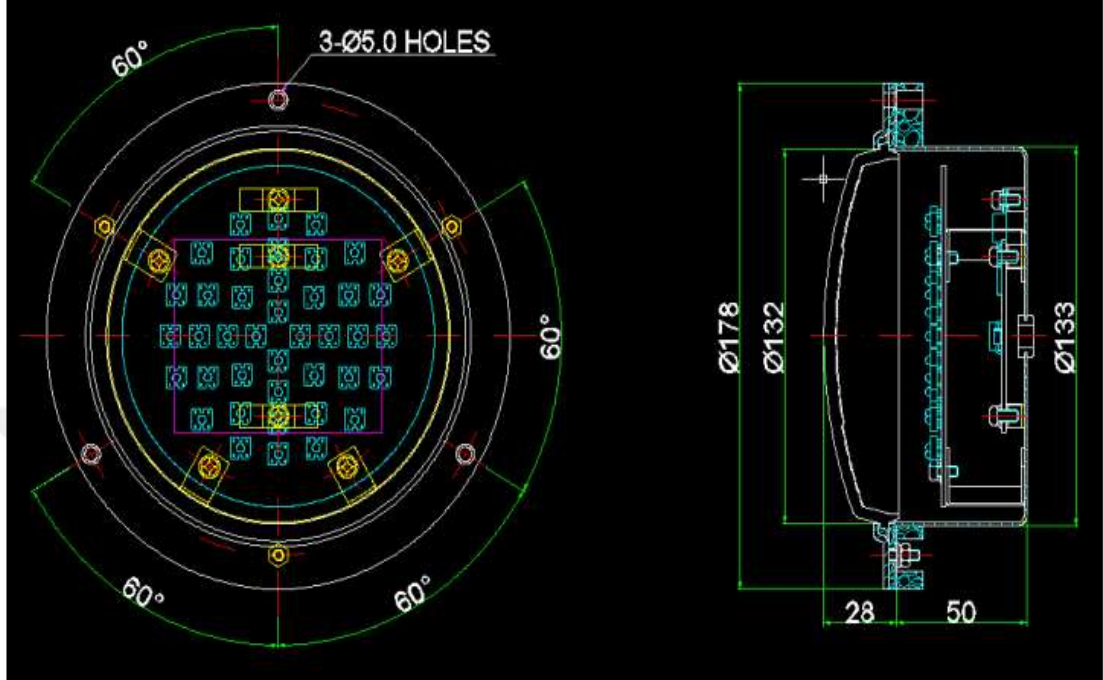
MT15400 serili DMU’ların sürücü kabininin her bir kenarında 2 işaret lambası ve 1 arka lambası olmak üzere toplamda 4 işaret lambası ve 2 arka lambası vardır.

İşaret lambası ekipmanı, LED ışık kaynakları ve şeffaf cam optik lense sahiptir ve beyaz renk yayar. Arka lambası ekipmanı da LED ışık kaynağı ve şeffaf kırmızı renkli cam optik lense sahiptir ve ilgili standartlarda belirtildiği üzere kırmızı renk yayar. Her iki aydınlatma ekipmanı aynı mekanik boyutlara sahiptir. Bahsedilen aydınlatma ekipmanlarının temel mekanik boyutları Şekil 8.1.'de verilmiştir.

8.1. Yeni Lens Tasarımı için Uluslararası Düzenlemeler ve Gereksinimler Özeti

İşaret lambaları, sürüş yönünde seyir esnasında ön kabin üzerinde beyaz ışık yayarken arka lambalar aktif olmayan arka kabinde kırmızı ışık yaymaktadır. Bu aydınlatma

Ekipmanları; diğer trenler, insanlar, hayvanlar vb. Gibi canlılara karşı treni görülebilir yapmak için kullanılır.



Şekil 8.1. Aydınlatma Ekipmanının Mekanik Boyutları

Mevcut çalışmada, cam lensli LED işaret ve arka lambaları kullanılmaktadır ve bu ekipmanlar Güney Kore’de üretilmektedir. Cam lenslere sahip olmak ve Güney Kore’den tedarik ediliyor olmak bakım ve onarım aşamalarında bazı zorluklar yaratmaktadır. Ürünü Güney Kore’den tedarik ediyor olmak düşük hacimli siparişlerde teslim süresinin ve ürün fiyatının artması gibi zorluklara sebep olmaktadır. Hatta bazı durumlarda ürünün tedariki mümkün olmamaktadır. Cam lenslere sahip olmak aktif kullanım süresince küçük parçaların çarpışması ve basınçtan kaynaklı sık kırılmalara sebep olmaktadır. Bu durum aydınlatma ekipmanının sıklıkla değiştirilmesini gerektirir.

Yukarıda bahsedilen nedenlerden ötürü polikarbon optik lenslerin tasarımı tercih edilmektedir ve işaret lambalarının üretimi planlanmaktadır. Bu süreçte, aydınlatmaların araç gövdesine monte edilmesinin mekanik kısıtlamaları ve cam optik merceklerin mekanik boyutları aynı kalmıştır. Aynı tasarım prosesi arka lambalar için

de başlatılmıştır. Tasarımın yeterli olduğu kanısına varıldıktan sonra prototip olarak polikarbon lenslerin imalatı gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma boyunca, cam ve polikarbon aydınlatma ekipmanları TSI [10] (karşılıklı işletilebilirlik teknik şartnamesi) ve EN 15153-1 [11]'e göre test edilmiştir. TSI, demiryolu araçlarında kullanılan aydınlatmalar için bazı tasarım sınırlamalarını içermektedir:

Yeşil renk, harici ışıklandırma ya da aydınlatma için kullanılmayacaktır; bu gereksinim sabit sinyallerle oluşabilecek herhangi bir karışıklığı önlemek için uygulanmaktadır. Bu gereksinim, yolcu kapılarının kumandasında kullanılan basmalı butonlarda yer alan yoğunluğu 100 cd/m^2 'den yüksek olmayan aydınlatmalara (sürekli ışıklandırılmayan) uygulanamaz. İşaret lambalarının rengi Tablo 8.1.'de belirtilen değerlerle uyumlu olacaktır.

Tablo 8.1. İşaret Lambaları İçin Renk Spesifikasyonun Kesişim Noktalarının Kromatiklik Koordinatları

İşaret Lambasının Rengi	Kesişim Noktalarının Türsellik Koordinatları CIE (1931)						
	Nokta	I*	J	J'	K'	K	L*
Beyaz	X	0.310	0.440	0.500	0.500	0.440	0.310
	Y	0.348	0.432	0.440	0.382	0.382	0.283

İşaret lambalarından gelen ışığın spektral ışınım dağılımı Şekil 8.2.'de belirtilen değerlere uygun olacaktır. Ayrıca, bu dağıtım miktarı, demiryolu yolundaki görünürlük için önemli miktarda ışık yoğunluğu taşıyacaktır (Tablo 8.2.).

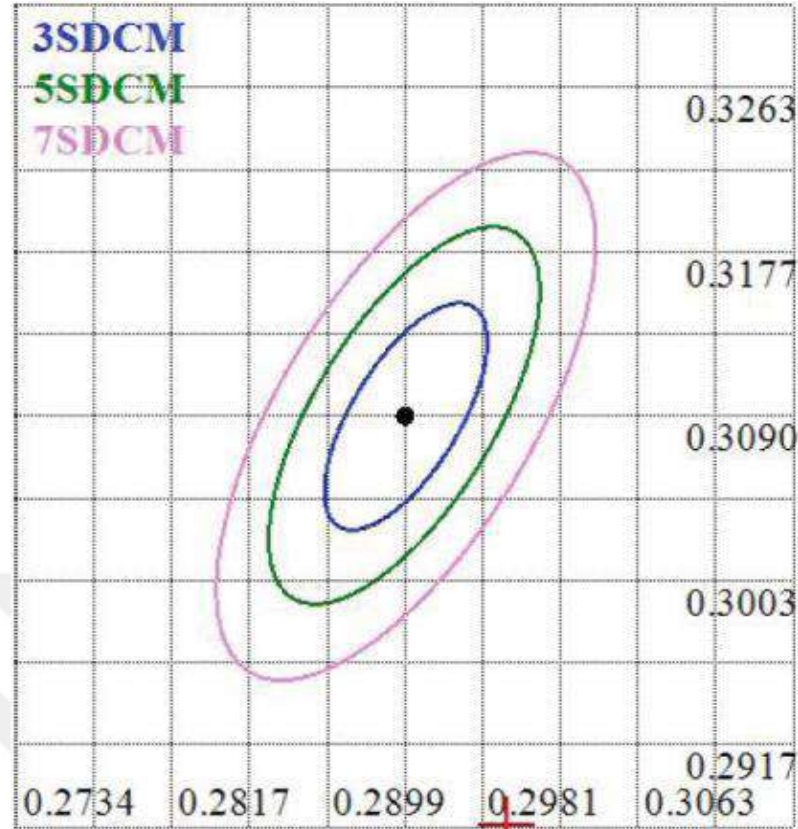
8.2. Yeni Optik Tasarım ve Test Sonuçları

İşaret lambaları için tasarlanan yeni polikarbon optik lenslerin 6. Bölüm ve 8.1’de verilen standartları sağlaması gerekmektedir. Bu gerekliliklere göre ve mevcut cam tabanlı optik mercekler standartları başarıyla sağladığından, bunlar 3 Boyutlu Tarayıcı ile taranır. Lens modelini başarıyla aldıktan sonra, bunun için yeni bir kalıp (şablon) hazırlanır. Daha iyi ışık geçişi için şeffaf bir malzeme seçilir. Plastik enjeksiyon metodolojisi, lens üretimi için kullanılır. İşaret lambaları için üretilen yeni lensler Şekil 8.3.’te görülebilir.



Şekil 8.3. Yeni İşaret Lambası Lensleri

Tasarlanan yeni Polikarbon lenslerin (merceklerin) standartlarda verilen minimum gereksinimleri karşıladığını kanıtlamak için Ankara konumlanmış uluslararası akredite edilmiş bir aydınlatma laboratuvarında (Arlight A.Ş. Aydınlatma Laboratuvarı – Şubat 2017) bir test süreci gerçekleştirilmiştir. Öncelikle yeni lenslerin tüm türsellik seviyesi araştırılmıştır. Şekil 8.4.’te görüldüğü gibi, yeni lens (0.29-0.32-y eksen, 0.28-0.30-x eksen) gerekli diyagram seviyelerini karşılamaktadır, yani diğer bir deyişle farklı ışık spektrumları için uluslararası standardın zorunluğu kıldığı sınırları karşılayan bir tasarım söz konusudur. .

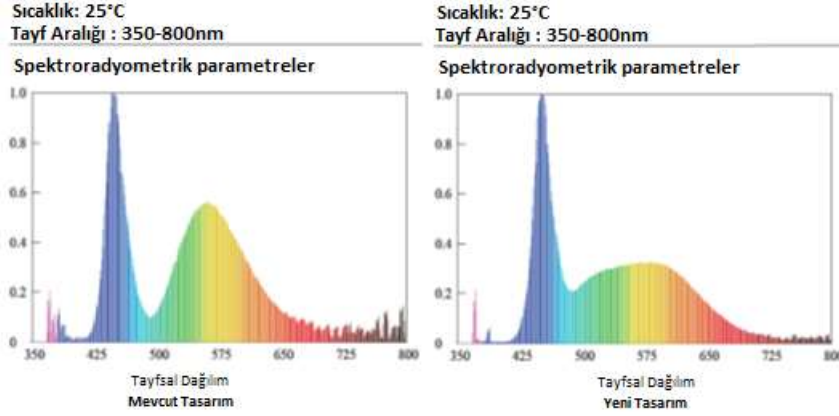


Şekil 8.4. Yeni İşaret Lamba Lenslerinin Kromatiklik Seviyeleri

Her iki tasarım için spektrometrik parametrelere bakıldığında (Şekil 8.5.), ışık rengi ve renksel geriverim indisi değerlendirilebilecek faktörlerdir. Her iki tasarımın ışık spektrumları oldukça benzerdir. Yeni tasarıma değinmek gerekirse, beyaz rengin diğer renkler üzerinde çok fazla baskın olduğu görülmektedir.

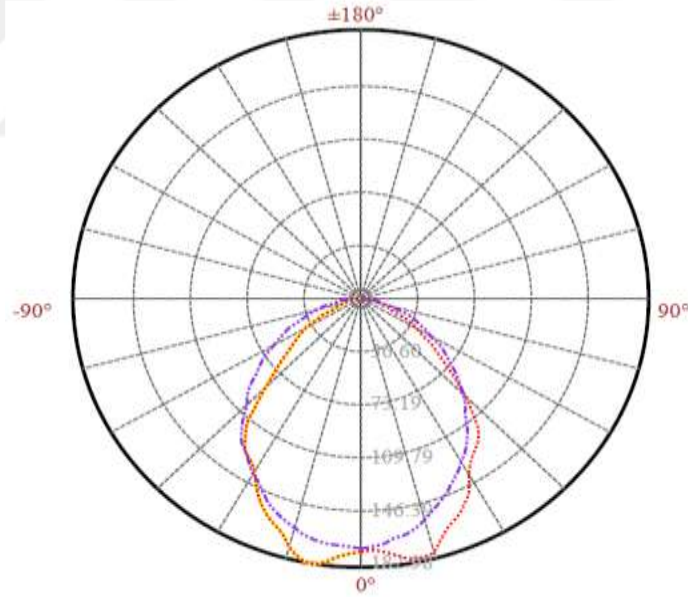
İşaret lambasının beyaz ışığı aydınlatması beklendiğinden 489 nm' lik bir dalga boyu kesinlikle yeterli olacaktır. Mevcut tasarım – cam lens 485 nm' lik bir beyaz ışık yaymaktadır, ancak yeni lensler kadar baskın değildir. Beyaz renk aralık (yoğunluk) kıyaslaması, 0.1638' den 0.0544' e olduğundan yeni tasarımda daha iyidir.

Mevcut ve yeni Polikarbon lenslerin CRI' ları sırasıyla 65.3 ve 90.8 olarak ölçülmüştür. Bu sonuç ayrıca, yansımaya ve ışık dalgası kayıpları olmaksızın şeffaflığın ve ışık geçişinin yeni Polikarbon tasarımının büyük bir avantajı olduğunu göstermektedir.



Şekil 8.5. Mevcut ve Yeni Tasarımın Spektrometrik Parametreleri

Şekil 8.6. Yeni polikarbon merceklili (lensli) işaret lambası için ışık yoğunluğu eğrisini göstermektedir. Eğriden elde edilen sonuçlar, optik ekseninde maksimum ışık yoğunluğu değeri yön başına 10 derecede yaklaşık 171 cd ve 173 cd'dir, tam modda çalışan üst işaret lambaları için verilen standartlara uygundur.



Şekil 8.6. Yeni Lenslere Sahip İşaret Lambasının Işık Yoğunluk Eğrisi

Demiryolu aydınlatma tasarımında mesafeden görülebilirlik diğer bir önemli konudur. İstasyon ortamlarındaki görülebilirlik istisnai olarak dikkate alınmalıdır. CIE - Uluslararası Aydınlatma Komitesinin farklı yayınlarında - 0.8 lüks, 4 metrelik mesafedeki herhangi bir tehlikeye karşı önlem almak için minimum sınır olarak verilmiştir. Yeni polikarbon tasarımıyla donatılmış işaret lambası tarafından toplanan

görünürlük ve aydınlatma seviyesine bakıldığında, 10.76 lüks treni görmek ve bir tren istasyonunda önlem almak için uygun bir değer olarak kabul edilir (Şekil 8.7.).

Mesafeye göre Aydınlatma Şiddeti			
	Merkez Işıma LUX	Işık Genişliği	
		Dikey	Yatay
2m	43.03 LUX	4.2m	3.9m
4m	10.76 LUX	8.4m	7.9m
6m	4.78 LUX	12.6m	11.8m
8m	2.69 LUX	16.7m	15.8m
10m	1.72 LUX	20.9m	19.7m
12m	1.20 LUX	25.1m	23.7m

Dikey Yayılım: 92.7 Yatay Yayılım: 89.2

Şekil 8.7. Yeni Lensler İle Bir Mesafedeki Aydınlatma (Görünürlük)

Demiryolu aydınlatmasındaki en önemli husus, yolcuların ve sürücülerin görünürlüğüdür. Yolcular, trenlerin ve sürücülerin demiryolu boyunca her sinyali görmesi gerektiğinin farkında olmalıdır.

Mevcut cam lensler, LED lambalı armatürlerde kullanılır; yüksek hız, basınç ve beklenmeyen parçalardan kaynaklı olarak kolaylıkla kırılmalar meydana gelebilir.

Geleneksel cam merceklerle kıyasla daha iyi optik özelliklere sahip dayanıklı polikarbon materyali kullanmak, her iki tarafın görünürlüğü açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Standartlarda verilen tüm gereksinimleri karşılaması ve daha uzun ekonomik ömre sahip olması gibi nedenlerden ötürü polikarbon lensler yalnızca DMU'lar için değil aynı zamanda TÜVASAŞ'ın yeni tren serileri ve sürücü kabinleri için de kullanılacak bir opsiyon halini almıştır.

BÖLÜM 9. TARTIŞMA VE SONUÇ

Mevcut tasarımlarda kullanılan kuyruk ve işaret lambalarının optik lensleri, cam malzemeden imal edilmiş olan mevcut tasarımlar Güney Kore’de imal edilmekteydiler. Cam lens olması çok sık kırılmalara ve buna bağlı olarak yedek parça ihtiyacının doğmasına sebebiyet veriyordu. İthal ürün olması ise yüksek maliyetlerle ürün temin edilmesine yol açıyordu.

Yeni tasarımda ise pleksiglas malzemeden yapılmış optik lensler kullanılmış ve yerli olarak imalatı gerçekleştirilmiştir. Pleksiglas malzemeden yapılmış optik lensli ürünler mekanik dayanımı yüksek olması sebebi ile kırılma ve çatlamalarda azalma sağlamaktadır. Bu durum lambaların MTBF sürelerini uzatacaktır. Böylece TÜVASAŞ’ın ve TCDD Taşımacılık A.Ş.’nin bakım maliyetlerinde azalma sağlayacaktır. Diğer yandan yerli üretim olması kısa vadede TÜVASAŞ daha uygun maliyetlerle ürün tedarik edebilmesine ve ülkemizden döviz çıkışını azaltmaya imkân sağlayacaktır.

Kısa vadede İstanbul Büyükşehir Belediyesi 5000 araçlık metro, TCDD taşımacılık 96 setlik hızlı tren seti ihalesine çıkacaktır. Ayrıca TÜVASAŞ tarafından ilk parti sipariş 21 Tren setlik Milli Elektrikli Tren Seti projesi yürütülmektedir. Bu projelerin haricinde çeşitli belediyeler tarafından demiryolu aracı alımı planlaması vardır. Milyarlarca avro değerindeki bu projelerin tamamen ithal olarak temin edilmesi durumunda ülkede çok ciddi bir döviz kaybı yaşanma ihtimali olduğundan söz konusu projelerde çok yüksek oranda yerlilik şartları teknik şartnamelere girmeye başlamıştır. Bu kapsamda bu tür çalışmaların devam ettirilmesi demiryolu sektöründe hak ettiği karşılığı bulacaktır.

Bu çalışma ile demiryolu araçlarının dış aydınlatmalarının yerleştirilmesi için bir adım atılmıştır. Uzun vadede yerli sanayi bu alanda uzmanlaşacak ve kendine özgü tasarım ve üretim kabiliyeti kazanarak hem ülke içindeki ihtiyaca cevap verebilecek düzeye gelecek hem de yurtdışına ihracat yaparak ülke ekonomisine katkıda bulunacaktır.

Bu çalışmanın bir sonraki aşaması olarak ürünler IC komponent değerlendirmesine tabi tutulmasıdır. Dış aydınlatma elemanları TSI passloc'da IC (karşılıklı işletilebilirlik komponenti) olarak değerlendirilmektedir. Avrupa'da çalışmakta olan trenler TSI sertifikasyonuna tabi olduğundan dış aydınlatma elemanlarının IC sertifikasına sahip olmaları gerekmektedir. Bir ürünün IC komponent olarak kabul edilebilmesi için nobo (Avrupa birliği komisyonu tarafından onaylanmış denetçi) tarafından değerlendirilmeye tabi tutulurlar. Ürünlerin değerlendirilmesi tasarım doğrulama, kalite yönetim sistemi ve tip testler olmak üzere üç aşamadan meydana gelmektedir. Bu aşamalardaki gereklilikler yerine getirildikten sonra nobo tarafından her bir aşama için IC sertifikasyonu yayımlanmaktadır (Şekil 9.1.). Bu çalışma sonucu ortaya çıkan ürün için IC sertifikasyon süreci gerçekleştirilmesi durumunda Avrupa Birliği ülkelerine pazarlanması gerçekleştirilebilir.

Her sektörde olduğu gibi demiryolu sektöründe de geleneksel aydınlatma ekipmanları yerini LED aydınlatmaya bırakmaya başlamıştır. Türkiye'de kullanımda olan demiryolu araçlarının iç aydınlatmaları genel olarak floresan aydınlatma ile gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda bakım ihtiyacının az olması, kullanım ömürlerinin uzun olması ve enerji verimliliğinin yüksek olması gibi avantajları düşünüldüğünde demiryolu araçlarında kullanılan floresan aydınlatmaya alternatif olabilecek LED'li iç aydınlatma ekipmanlarının geliştirilme çalışmaları yapılabilir.



EC Design Examination Certificate *Interoperability constituent*

Certificate Number: 2593/2/CH1/2016/RST/FR-EN/xxxx /xxx ed. 1

In accordance with:

- Directive 2008/57/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 on the interoperability of the rail system within the Community,
- Commission regulation (EU) No 1302/2014 of 18 November 2014 concerning a technical specification for interoperability relating to the 'rolling stock – locomotives and passenger rolling stock' subsystem of the rail system in the European Union

The following Interoperability Constituents (as detailed in the attached schedule):

PROJECTORS AND FANAUX M-LIGHT RANGE No.

of Applicant:

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

has been assessed by the notified body:

XXXXXX

to ensure conformity with the applicable requirements of the above Directive and Regulations.

The Interoperability Constituents are shown to comply, subject to any restrictions listed on the attached schedule, which forms part of this certificate.

The attached schedule number EC. **XXX-XXX** version 2 details the content of the Technical Documentation and Specified Standards.

The EC Design Examination has been performed by application of module CH1.

Date of certification :



The Managing Director



Formule n° 11/06/15

CERTIFER SA - Siège social : 1, place de Boussu - B.P. 70141 - F 59416 Anzin Cedex

Tel : +33 (0)3 27 28 35 00 - Fax : +33 (0)3 27 28 35 09 - www.certifer.eu

Certifié Européen au sens de la 4.11.7.2004 - Type RST - RST RST 013 187 (002) - NAF : 7130K - RC S/procédure RST 013 187

Şekil 9.1. Tasarım Doğrulama IC sertifika Örneği

KAYNAKLAR

- [1] Hitachi Review Vol. 61 (2012), No. 7 “LED Lighting System for Rolling Stock”.
- [2] Taşci, A., Aslan, F., Sezer, N., Uluslararası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumu (ISERSE’13), 9-11 Ekim 2013, Karabük, Türkiye TSI Gerekliliklerinin Karşılanması İçin Yolcu Vagonlarında Aydınlatma ve Acil Durum Aydınlatma Sistemi.
- [3] Taşci, A., Yavuz, C., 9. Ulusal Aydınlatma Kongresi Yolcu Vagonları Aydınlatma Sistemi Kontrolünün TS EN 13272:2012 Standardına Uyumlu Hale Getirilmesi.
- [4] Demiryolu LED sinyal lambası için Buck Konvertörü (Patent No: CN 102458006 A, 2010, Çin).
- [5] Demiryolu Araçları için LED Aydınlatma Sistemi (Patent No: US 9593835 B2, 2008, ABD).
- [6] Demiryolu Araçları için LED Aydınlatma Kontrol Sistemi (Patent No: CN 105263210 A, 2014, Çin).
- [7] LED Araç Lambası için Sürücü Devresi (Patent No: US 20050057179 A1, 2010, ABD).
- [8] Araç Sinyal Lambası (Patent No: US 4654629 A, 1985, ABD).
- [9] LED Aydınlatmanın Metro Araçlarındaki Uygulaması WANG Qing-feng(Hangzhou Metro Grup Limited Şirketi Hangzhou 310017,Çin).
- [10] EN ISO 14040, Environmental Management-Life Cycle Assesment-Principles and Framework, 2007.
- [11] EN 15153-1, Railway applications - External visible and audible warning devices for trains - Part 1: Head, marker and tail lamps, 2016.
- [12] EN 45545-2, Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 2: Requirements for fire behaviour of materials and components, 2015.

- [13] EN 60077, Railway applications - Electric equipment for rolling stock, 2017.
- [14] EN 50121, Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 4 : emission and immunity of the signaling and telecommunications apparatus., 2001.
- [15] EN 50126, Railway applications- The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS), 2000.
- [16] EN 50153, Railway applications-Rolling stock-Protective provisions relating to electrical hazards, 2000.
- [17] EN 50155, Railway applications-Electronic equipment used on rolling stock, 2000.
- [18] EN 61373, Railway applications - Rolling stock equipment - Shock and vibration tests, 2011.
- [19] EN 13272, Railway applications - Electrical lighting for rolling stock in public transport systems, 2014.
- [20] IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP code) (For electrical equipments), 1997.
- [21] TSI LOC&PAS 1302, concerning a technical specification for interoperability relating to the 'rolling stock — locomotives and passenger rolling stock' subsystem of the rail system in the European Union, 2014.
- [22] prEN 16186-1, Railway applications – Driver's cab – Part 1: Visibility, layout, Access (Demiryolu uygulamaları Sürücü kabini - Bölüm 1: Görünürlük), 2014.
- [23] CIE 15, Colorimetry, 2004.
- [24] CIE 69, Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters; performance, characteristics and specifications, 1987.
- [25] CIE 70, The measurement of absolute luminous intensity distributions, 1987.
- [26] ISO 11664-1 (CIE S 014-1/E), Colorimetry – Part 1: CIE standard colorimetric observers, 2007.

ÖZGEÇMİŞ

Alper TAŞCI, 1983 Mersin doğumlu olup Mustafa Kemal Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliğinden mezun olmuştur. 2007 Ocak ayından beri Türkiye Vagon Sanayi A.Ş. Genel Müdürlüğünde Proje mühendisi olarak çalışmaktadır. TAŞCI 2017 Ocak ayında Şube Müdür Vekili olmuştur. Evli ve 2 erkek çocuğu babasıdır. Hali hazırda Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrencisidir.