



Güneş Panelli LED Aydınlatma Sistemlerinde Reflektör Tasarımı

O. Faruk Farsakoglu

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kilis, 79000

Ipek Atik

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kilis, 79000

ipekinal@kilis.edu.tr

Nurdal Watsuji

Gaziantep Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Gaziantep, 27000

ÖZET

Gelişen teknoloji ile birlikte enerji kullanımı ve enerjiye olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Talep edilen enerji ihtiyacını karşılama yönünde yeni kaynak arayışları ortaya çıkmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları son zamanlarda enerji ihtiyacını karşılama yönünde önemli bir paya sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları aydınlatma alanında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Güneş panelli LED aydınlatma sistemleri de bu kullanımlardan biridir. LED teknolojisinden maksimum verimlilikte faydalanabilmek için uygun LED reflektör tasarımı oldukça önemlidir.

Çalışmamızda çoklu LED dizilimli dış alan aydınlatmalarında kullanılabilecek, güneş panelli LED reflektör tasarımı yapılmıştır. LED reflektörün maksimum verimlilikte olabilmesi için LEDler de farklı ışık toplama açısına sahip asferik yansıtıcı yüzeyler kullanılmıştır. Kullanılan yüzeyler ışığı farklı yansıtma katsayısına sahip malzemelerle kaplanmıştır. Analizler bilgisayar software programı kullanılarak yapılmıştır. Analizlerden tanımlanan yüzeylerde oluşan aydınlık yoğunluğu, aydınlık dağılımı verileri elde edilmiştir. Tasarımları yapılan reflektörlere ait optik verim değerleri elde edilmiştir. Çoklu LED dizilimlerinde Çoklu Kaynak Gölge Etkisi göz önüne alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, güneş paneli, LED teknolojisi, reflektör tasarımı, asferik yüzey

Reflector Design In LED Lighting System with Solar Panel

ABSTRACT

The energy consumption and energy need gradually increase along with the developing technology. Seeking for new resources has emerged to cover for the demanded energy. Renewable energy resources have an important share to cover for the energy need recently. Renewable energy resources are widely used in the lighting field. LED lighting systems with solar panel are one of them. Designing an appropriate LED reflector is highly important to benefit from the LED technology at optimum productivity.

In our study, LED reflector with solar panel has been designed to use for multiple LED string outdoor lighting. In order for LED reflector to be at maximum productivity; parabol surfaces, which have different light gathering angle, are used for the LEDs. The surfaces have been covered with the material, which has coefficient of reflecting the light differently. The analyses have been conducted by using the computer software program. Luminous intensity formed in the surfaces defined in the analysis and illumination distribution data have been obtained. Optical efficiency values of designed reflectors are obtained. Multiple source shadow effect has been considered in the multiple LED strings.

Keywords: Renewable energy, solar panel, LED technology, reflector design, aspheric surface

1 GİRİŞ

Artan enerji kullanımını karşılamak için alternatif enerji kaynakları araştırılmaktadır. Son dönemlerde yenilenebilir enerji kaynakları bu konuda büyük öneme sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları konusunda yapılan uygulamalar gün geçtikçe gelişmektedir. Tüketilen elektrik enerjisinin yaklaşık % 20’lik kısmı aydınlatma sistemlerinde kullanılmaktadır. Aydınlatma teknolojisinde güneş panelli entegre sistemler sayesinde büyük oranda enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Bu sistemler özellikle dış alan uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Aydınlatma konusunda LED teknolojisi son yıllarda sağladığı avantajlardan dolayı öne çıkmıştır.

LED aydınlatma sistemleri; geleneksel flüoresan lambasına karşın ortalama 1/8 güç tüketimi sağlamaktadır [1]. Ömrü çok uzundur 100.000 saat, şoka dayanıklıdır [2]. LED’ler, filamanları olmadıkları için, sıradan bir elektrik ampülü kırılırken, onlar bu koşullar altında zarar görmezler. Yüksek verimli aydınlatma sağlarlar [3]. Enerji tasarrufu sağlar ve bakıma ihtiyaç duymazlar. [4]. Elektromanyetik çatışma yoktur [5]. Hem iç mekânda, hem de dış mekânda suya dayanıklıdır. Diyot oldukları için, dijital dünyayla daha kolay uyum sağlarlar. Yüksek yoğunluk, yüksek kontrast, hatta parlaklıkları vardır. Düşük güç tüketimi ve ısı dağıtma özelliği vardır. Çevre dostudur yapılarında ağır metalleri içermezler [6]. Bu sebeplerden ve daha gelişmekte olan LED aydınlatma teknolojilerinden dolayı LED ile aydınlatma tercih sebebidir.

LEDlerin avantajlarından istenilen derece faydalanabilmek için uygun termal, elektriksel ve optik şartların sağlanması gereklidir. LEDlerin termal verimleri uygun soğutucu sistem tasarımı ile yapılabilir. Elektrik verimi uygun sürücü tasarımıyla sağlanabilir. Optik verimlilik ise LED için uygun reflektör tasarımına bağlıdır.

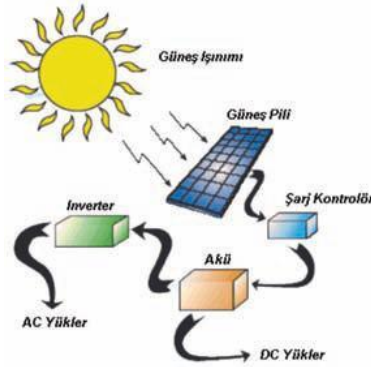
Çalışmamızda çoklu LED dizilimli, güneş paneli ile beslenen LED aydınlatma tasarımı yapılmıştır. LED aydınlatmasında maksimum verimlilikteki LED reflektör uygulaması için LTI Optic Photopia Version 2015 programı kullanılmıştır. Analizlerden elde edilen veriler tablo ve şekillerle sunulmuştur.

2 GÜNEŞ ENERJİSİNDEN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİM AŞAMALARI

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde güneş pilleri veya fotovoltatik pil denilen ekipmanlar kullanılır. Bu ekipmanlar güneşten alınan foton enerjisini yarıiletken teknolojisi yardımı ile elektrik enerjisine dönüştürürler. Güneş pilleri ile üretilen doğru akım şarj regülatörü batarya gibi ekipmanlar yardımıyla depolanır. Dönüştürücü gibi ek ekipmanlar sayesinde alternatif akıma çevrilir. Böylelikle üretilen enerjinin kullanımı sağlanır.

Günümüzde güneş pilleri kullanılarak yapılan elektrik enerjisi üretimi verimini artırma yönünde çalışmalar sürmektedir. Bununla ilgili örneğin çift yönlü güneş takip sistemi kullanılmaktadır. Bu sistem ile sabit sisteme göre % 41.34’lük daha fazla enerji üretimi gerçekleştirilmektedir [7].

Ayrıca güneş pillerinin verimini arttırmak için yüzey temizliği yapılmalı, soğutma sistemi kullanılmalı, gölgelenmenin önlenmesi sağlanmalıdır. Şekil 1’de güneş pili kullanarak elektrik üretimi akış şeması verilmiştir.



Şekil 1: Güneş pili elektrik üretimi ve akış diyagramı [8].

3 LED REFLEKTÖR TASARIM VE ANALİZİ

LED armatür tasarımında temel olarak iki yöntem izlenebilir. Bunlar; mevcut bir armatür içerisine LED bir ışık kaynağı yerleştirmek veya LED için yeni bir armatür tasarlamaktır. İkinci yöntem birinci yönteme göre daha verimli sonuçlar verir. Çünkü yeni tasarımda, LED'lerin elektriksel, optik ve ısıl performansları dikkate alınabilir. Birinci yöntemde tasarım ışık kaynağının özelliklerine göre yapılmadığı için daha verimsiz olabilir. Çalışmamızın amacı yüksek verimli ve kullanılan LED için en uygun reflektör tasarımını yapmaktır.

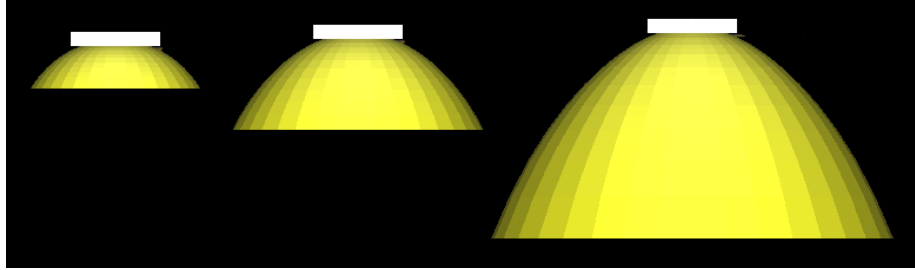
Yapılan analizlerde Nichia marka, 350mA sürme akımına sahip, beyaz renkli, 112,6 lm/W etkinlik değerinde LED kullanılmıştır [9]. Kullanılan LED için ışığı farklı toplama açılara sahip parabolit yansıtıcı tasarımları yapılmıştır. Işığı toplama açıları 30°, 40° ve 50° olarak belirlenmiştir. Bu toplama açılara sahip parabolit yansıtıcılarda farklı yansıtma katsayılarına sahip malzemeler kullanılmış ve ışık dağılımlarının düzgünlüğü incelenmiştir. Farklı yansıtma katsayılarına sahip malzemelerin bilgisi aşağıda Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan farklı yansıtma katsayısına sahip malzeme verileri [10].

Üretici Firma	Kodu	Türü	Yansıtma Oranı (%)
Alanod	1200 Matt	Yansıtıcı yüzey	77
Alanod	1500 G/4	Yansıtıcı yüzey	87
Alanod	Miro 4	Yansıtıcı yüzey	98

İlk aşamada ele alınan farklı toplama açılara sahip yansıtıcı yüzeylerin farklı yansıtıcı malzemeler kullanılması durumu analiz edilmiştir. Aydınlik dağılımının düzgünlüğüne ilişkin değerlendirme yaparken, yansıtıcıdan doğrudan ve yansıyarak çıkan tüm ışıkların aydınlattıkları toplam alan değil, yalnızca yansıtıcıdan yansıyarak çıkan ışığın yayılma alanı dikkate alınmıştır. Bir başka deyişle parabolit yansıtıcının geometrisi gereği, aydınlanan toplam alanın yaklaşık olarak yansıtıcının ağız açıklığına eşit büyüklükteki bölümünde minimum E_{min} , ortalama E_{ort} ve maksimum E_{mak} aydınlık düzeyleri saptanmış ve aydınlık dağılımındaki düzgünlük E_{min}/E_{mak} ve E_{min}/E_{ort} değerleri bağlamında değerlendirilmiştir. Aydınlik dağılımına ilişkin yapılan değerlendirmede 2.500.000 ışın kullanılmış ve izlenmiştir.

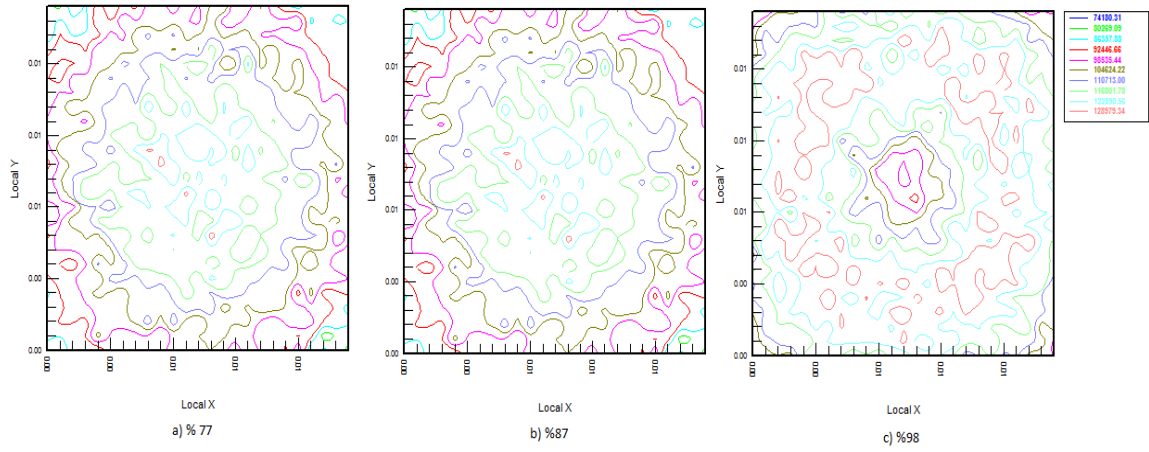
Aydınlık dağılımlarının düzgünlüğünü karşılaştırmak amacıyla farklı toplama açlarına sahip parabolit yansıtıcıların her bir malzeme türündeki analizleri yapılmıştır.



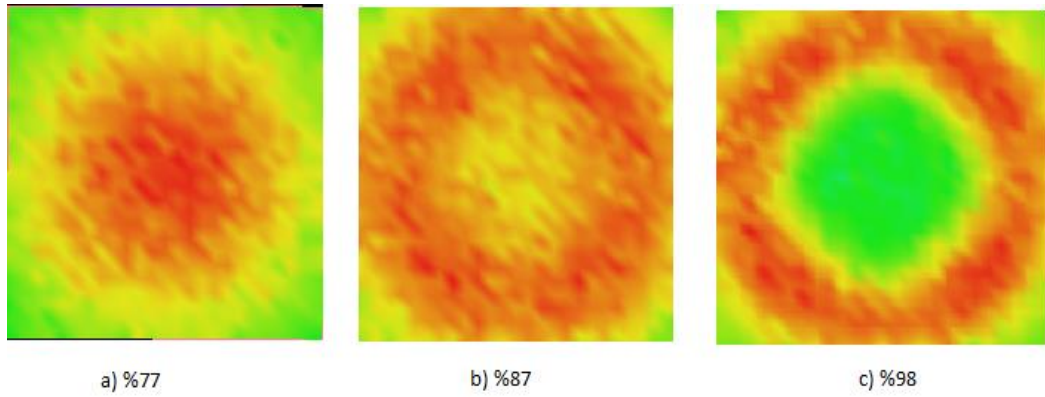
Şekil 2: Analizi yapılan yansıtıcılara örnekler (parabol yüzeyler, ışık toplama açıları sırasıyla 30°, 40° ve 50°).

Tablo 2. Parabolit Yansıtıcıda Nichia 112,6 lm/W LED kullanıldığı durumda oluşan aydınlığın niceliği ve düzgünlüğüne ilişkin değerler.

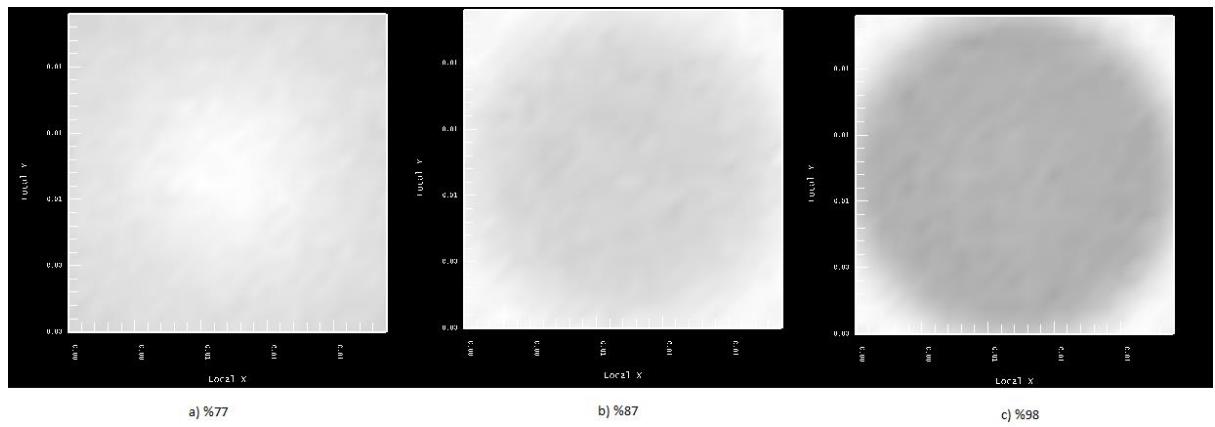
Lamba Türü	Işık Toplama Açısı (°)	Yansıtıcı Malzeme	E_{min} (lm/m ²)	E_{mak} (lm/m ²)	E_{ort} (lm/m ²)	Armatür Optik Verimi (%)	E_{min}/E_{ort}	E_{min}/E_{mak}
Nichia Power LED (112,6 lm/W)	30	1200 matt	77.539	132.023	106.594	95,40	0,73	0,59
		1500 matt	89.955	140.379	117.855	97,80	0,97	0,64
		Miro4	90.770	143.146	120.187	99,60	0,97	0,63
	40	1200 matt	89.689	169.089	130.801	91,50	0,69	0,53
		1500 matt	109.310	146.446	172.502	95,80	0,75	0,63
		Miro4	77.810	147.073	191.994	99,01	0,53	0,41
	50	1200 matt	115.845	154.548	208.906	85,80	0,75	0,55
		1500 matt	106.449	202.763	143.272	93,10	0,74	0,52
		Miro4	72.881	251.567	117.375	98,10	0,62	0,29



Şekil 3: 30° ışık yayma açılı paraboloid yansıtıcıda Nichia 112,6 lm/W LED kullanıldığı durumda %77, %87 ve %98 yansıtıcı malzeme kullanımında oluşan aydınlığın niceliği ve düzgünlüğüne ilişkin değerler.

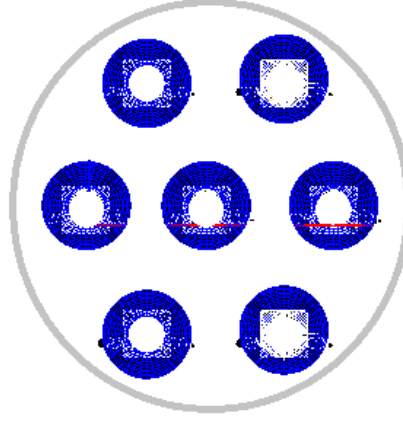


Şekil 4: 40° ışık yayma açılı Paraboloid yansıtıcıda Nichia 112,6 lm/W LED kullanıldığı durumda %77, %87 ve %98 yansıtıcı malzeme kullanımında oluşan aydınlığın eşyükseleli eğrileri.



Şekil 5: 30° ışık yayma açılı paraboloid yansıtıcıda Nichia 112,6 lm/W LED kullanıldığı durumda %77, %87 ve %98 yansıtıcı malzeme kullanımında oluşan gölge etkisi gösterimi.

Yapılan analizlere göre optik verimlilik en fazla olarak Nichia LED de 30° lik ışık toplama açılı parabol yansıtıcı yüzeyde Miro4 yansıtıcı malzeme kullanımında oluşmuştur. Maksimum verimlilikte olan bu tasarımın çoklu LED dizilimi yapıldı. Yapılan çoklu LED diziliminde Çoklu Kaynak Gölge Etkisi göz önüne alındı.



Şekil 6: Çoklu LED dizilimi 7 adet Nichia marka LED kullanılan dizilim.

Örnek durumlar için sonuçların sunulduğu Tablo1 de ve Şekillerde görüldüğü gibi, genel olarak;

- Kullanılan tüm yansıtıcı malzemeler için paraboloid yansıtıcının toplama açısı büyüdükçe
- ❖ Yararlanılan yansıtıcı yüzeyin boyutuda büyüdüğünden aydınlık düzeyi (E_{max} , E_{min} , E_{avg}) artmakta,
- ❖ Aydınlık dağılımının düzgünlüğü azalmaktadır.
- Kullanılan tüm toplama açıları için, yansıtıcı gerecin biçimi düzgün yansımadan yayınık yansımaya doğru gittikçe yani yansıtma katsayısının değeri azaldıkça,
- ❖ Aydınlık düzeyi (E_{max} , E_{min} , E_{avg}) düşmekte,
- ❖ Aydınlık dağılımının düzgünlüğü artmaktadır.
- Kullanılan yansıtıcı malzemeler için paraboloid yansıtıcının toplama açısı büyüdükçe aydınlatma aygıtının optik geriverimi artmaktadır.
- Kullanılan tüm materyal ve paraboloid yansıtıcının toplama açısı değerleri için optik verim en yüksek değerine paraboloidin ışık toplama açısı 30° olduğunda ve yüzey Miro4 silver malzemeyle kaplandığında elde edilmiştir. Yansıtıcı malzemenin yansıtma katsayısı azaldıkça optik geri verim azalmaktadır.

4. SONUÇLAR

Gelişen yenilenebilir enerji teknolojilerinden doğru faydalanabilmek adına yapılan LEDli uygulama dış alanlarda kullanılabilir. Enerji üretimi güneş enerjili LED paneli sayesinde yapılmaktadır. Güneş panellerinden beslenen LEDler için, doğru reflektör tasarlamak da oldukça önemlidir. Ancak doğru tasarımlar yapıldığı zaman LEDten istenilen sonuç alınabilir. Çalışmada güç LED teknolojisi, reflektör tasarım parametrelerinin belirlenmesi yönünde analizler yapılmıştır. Farklı yansıtma açısına sahip power LEDler için yansıtıcı malzeme ve reflektör toplama açısına bağlı değişimlere bağlı sonuçlar elde edilmiştir. Tasarımı yapılan reflektörlere ait armatür optik verimlilik, minimum ve maksimum aydınlık dağılımı verileri elde edilmiştir. Yansıtıcı malzeme yansıtma katsayısının artmasına bağlı olarak reflektör aydınlık dağılımı ve optik verimde elde edilen değişimler detaylı olarak incelenmiştir. Reflektör aydınlık dağılımına ilişkin görsel verilere yer verilmiştir. LEDin ışık yayma açısının, reflektör

tasarım parametreleri ile olan ilişkisi incelenmiştir. Uniform aydınlık düzeyinin sağlanması yönünde parametre değerlerindeki değişimler incelenmiş ve analiz edilmiştir. Analiz sonuçları gerçek değerleri yansıtan bilgisayar software programları kullanılarak yapılmıştır. Böylelikle protip üretimi için yapılacak olan zaman kaybı önlenmiştir. LED teknolojisi hakkında analizlerden elde edilen sonuçların gelişmekte olan LED teknolojisine fayda sağlayacağı öngörülmektedir.

REFERANSLAR

- [1] Web-1:<http://www.ledsmagazine.com/ugc/2010/01/lighting-science-group-announces-new-directors.html>, Erişim 10.02. 2015.
- [2] Chen J., Sloan P., Legrand W. (2010). Sustainability in the Hospitality Industry, Routledge, pp. 25.
- [3] Kostic A.M., ‘Light-emitting diodes in street and roadway lighting – a case study involving mesopic effects’, Lighting Research and Technology, 45, 2013, pp.217-220.
- [4] Aubé M., Roby J., Kocifaj M. ‘Evaluating Potential Spectral Impacts of Various Artificial Lights on Melatonin Suppression, Photosynthesis, and Star Visibility’ Plos One, vol.8, issue 7, 2013, pp. e67798.
- [5] Liu S., g Luo X. (2011). LED Packaging for Lighting Applications: Design, Manufacturing, and Testing, John Wiley & Sons, pp.284-290.
- [6] Lim, S., Kang, D., Ogunseitan, O., Schoenung, J. (2011). Potential environmental impacts of light-emitting diodes (LEDs), metallic resources, toxicity, and hazardous waste classification. Environmental Science & Technology. 45, pp. 320–327 .
- [7] Abdallah, S., Nijmeh, S.: ‘Two axes sun tracking system with PLC control’, Energy Conversion and Management, 45,(1112), July 2004, pp. 19311939.
- [8] Web-2:<http://www.gunser.com.tr/a9.asp>, Erişim 25.03.2015 .
- [9] Web-3:http://www.nichia.co.jp/en/product/led_catalogue.html, Erişim 15 January 2015.
- [10] Web-4:<http://www.alanod.com/en/data-sheets>, Erişim 02.11. 2015.