

Akıllı Power LED Sürücü Sistem Tasarımı Smart Power LED Driver System Design

Fırat AYDEMİR, M. Ali EBEOĞLU

Elektrik Elektronik Mühendisliği
Dumlupınar Üniversitesi
firat_aydemir@dpu.edu.tr, mebeoglu@dpu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada yüksek güçlü (High Power) LED'ler için geliştirilen sürücü sistem tasarımından bahsedilmiştir. Kullanılan güç kaynağı, flyback dönüşüm modelini temel alan bir anahtarlama güç kaynağıdır. Güç kaynağında kontrol ünitesi olarak FAN7530 entegresi kullanılmıştır. Transformatörün çıkışı direkt olarak LED dizisine bağlanmak yerine, kontrolü PIC mikrodenetleyicisinde olan bir MOSFET yardımı ile sürülmüştür. Bu PIC sistemine çıkışta bulunan paralel ve seri LED dizilerinin sayılarının (m ve n) girilmesiyle daha evrensel bir sürücü haline almıştır. PIC aldığı bu sayıları kullanarak çıkış gerilimini ve akımını kontrol eder. Aynı zamanda PIC ile LED sıcaklığı ve aydınlık şiddeti kontrol edilerek daha akıllı bir sürücü sistemi tasarlanmıştır.

Abstract

This paper presents a driver system for high power LEDs. The proposed power supply is based on flyback converter topology. In the power supply FAN7530 IC is used as control unit. Instead of driving LED string by connecting directly to the output of driver circuit, LEDs drive by MOSFET which is controlled by a PIC microcontroller. This control system is informed about the m and n that show the parallel and serial number of LEDs at the string. According to these numbers PIC can control the output voltage and current. In addition to this PIC controls the temperature of LEDs and environment light.

1. Giriş

Günümüzde enerji maliyetlerinin ve enerjiye olan ihtiyacın artması enerji tasarruf tedbirleri almaya yöneltmektedir. Gelişen teknoloji ile daha az enerji harcayan televizyonlar, bilgisayarlar, her türlü elektronik sistem geliştirilmesine hız verilmiştir. Yasalarla da daha az enerji tüketen A sınıf sistemler özendirilmektedir. Enerji tüketiminde aydınlatma sistemlerinin tüketimleri ve verimlilikleri tartışılmaktadır. Ülkemizde çevre aydınlatmalarında kullanılan yüksek güç tüketimli, düşük verimli lambaların yerini yakın bir zamanda LED aydınlatma armatürleri alacaktır. LED kullanılan aydınlatma armatürleri yüksek verim, uzun ömür ve düşük güç tüketimleri ile günümüzde artan bir kullanım alanı bulmaktadır.

2. Power LEDs

LED en basit şekilde üzerinden elektrik akımı geçtiğinde ışık yayan bir yarı iletken pn eklemidir. LED teknolojisinin özellikle aydınlatmada kullanımını düşük güç tüketimi, cıva içermemesi, uzun kullanım ömürleri ve boyutları olarak gösterilebilir. Tasarlanan geniş renk seçenekleri bina, çevre, ev aydınlatmalarında cazip hale getirmektedir. Hali hazırda 100 lm/W olan beyaz power led performansının, 2015 yılında 137 lm/W değerine ulaşması beklenmektedir[1]. Dünya genelinde tüm geleneksel aydınlatma kaynaklarının LED'lerle değiştirilmesi planlanmakta böylece yılda yaklaşık olarak 1000TWh bir güç geri kazanımı sağlanabilecektir[1]. LED'li aydınlatma sistemlerine geçilmesi durumunda gereksinim duyulan güç sürme devreleri önem kazanmaktadır. LED'lerde ömür, çalışma sıcaklığı ve sürme akım ve gerilim değerlerinin denetimi ile yapılması gerekmektedir. Bu denetimler yapılmadan sürülme işlemi yapılırsa kısa sürede LED aydınlatma armatürlerinde kullanılan LED dizilerinde ışık verimleri azalmakta ve kullanılmaz duruma düşmektedir. Ayrıca sürme devresi ortam aydınlık bilgisine göre aydınlatma miktarını da denetleyebilmelidir.



Şekil 1: Power LED örnekleri

3. Anahtarlama Güç Kaynağı (SMPS)

Genellikle aydınlatmada kullanılan 1 W'lık bir Power LED'in çalışması için gerekli sürme değeri akım 350mA, gerilim ise yaklaşık 3.2 Volt'tur. LED tabanlı aydınlatma sistemlerinde LED dizileri seri ve paralel olarak bağlanmış LED'lerden oluşturulmaktadır [2]. SMPS kaynağın yüksek verimli olabilmesi için gerekli gerilim değerini belirleyip LED dizisini bu gerileme göre düzenlenmesi gerekmektedir. LED akımı da bu oluşturulan dizinin özelliğinden belirlenecektir. Belirlenen akım değerini, sabit akım denetimli anahtarlama güç kaynağı sağlamak gerekmektedir. [3].

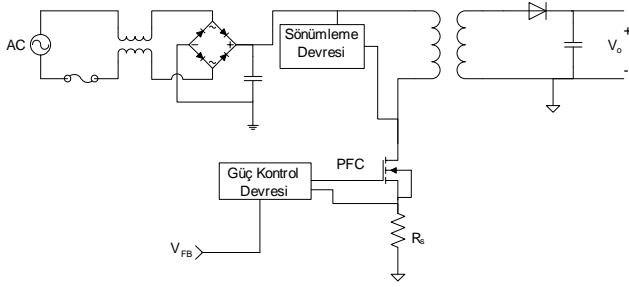
Bu çalışmada tasarlanan flyback modelli sürücü sisteminin devre şeması Şekil 2 de görülmektedir. Sistem tasarlanırken hedeflenen limitler Çizelge-1 de gösterilmiştir.

Çizelge 1: Tasarlanan Güç Kaynağı Değerleri

Nitelik	Değer
Çıkış Gücü	130W max
Giriş Gerilimi	215-225V
Denetimli Çıkış Gerilimi	50V max

Kurulum kolaylığı ve düşük maliyetli nedeniyle LED sürücülerinde genelde flyback yapılarına tercih edilir[4]. Anahtarlamalı güç kaynağının denetimi Critical Conduction Mode (CRM) PFC entegresi FAN7530 ile sağlanmaktadır. Anahtarlama frekansı giriş gerilimine göre değişir. Anahtarın açık olma süresi sabit iken kapalı kalma süresi değişmektedir. Anahtarlama akımı, R_s direnci ile tespit edilir. Çıkış sinyalinin görev periyodu, bu akım değerine ve çıkış geri beslemesine göre değişir.

Anahtarlama sırasında MOSFET üzerinde yüksek bir gerilim oluşur. Bu yüksek gerilimden MOSFET'in korunması için transformatörün birincil sargısına sönümleme devresi eklenmiştir.

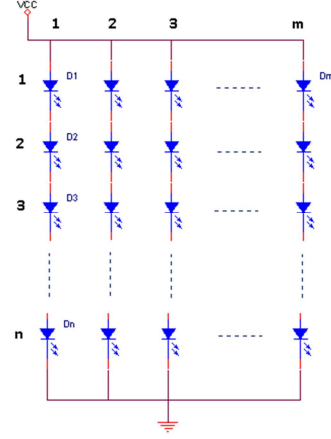


Şekil 2: Sürücü Devresi

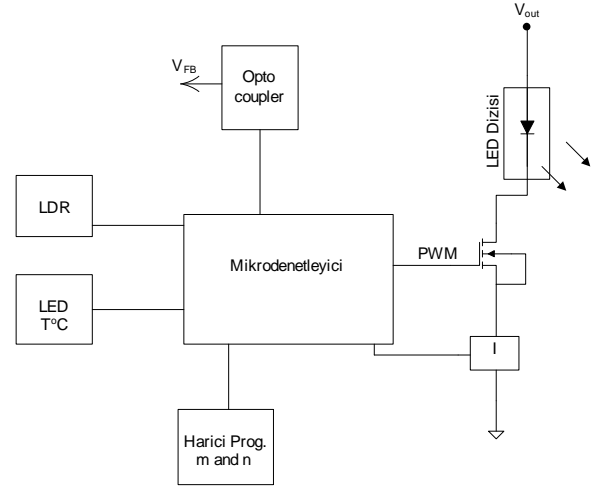
4. Sistem Tasarımı

Tasarımda öncelikle LED'lerden oluşan yükün gerilim denetimli SMPS kaynağına doğrudan bağlanması öngörülmemiştir. Genellikle kullanılan güç devreleri sabit gerilimle LED dizilerini sürmektedir. Bu durumda LED'lerin ömürleri ile ilgili problemlerin oluşmasına ve daha kısa sürelerde dizilerin bozulmalarına, ekonomik kayıpların oluşmasına neden olmaktadır. Tasarımda LED'lerin uzun ömürlü olabilmeleri için çalışma akım ve gerilim değerinin özellikle LED çalışma sıcaklığına bağlı olarak denetlenebilir olması amaçlanmıştır. SMPS çıkışında gerilim, akım ve sıcaklık denetimi yapabilmek için mikrodenetleyici kullanılmıştır. Mikrodenetleyici akım gerilim, sıcaklık ve aydınlık düzeyini algılayarak LED dizisi için belirlenen optimum değerleri belirlemektedir. Denetim devresinde Microchip firmasının 8-bitlik bir mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Mikrodenetleyici tarafından uygulanan PWM sinyali ile LED dizisinin akımı denetlenebilmektedir. Denetim algoritma tasarımıyla PIC'e LED dizisinin oluşum bilgisi; n adet seri, m adet paralel bilgisi aktarılabilir. Şekil 3 de olası bir LED yük dizilişi verilmiştir. LED dizi bilgisi kullanılarak PIC çıkış gerilimini ve LED'lerin çekebileceği

max akımı hesaplanmaktadır. Dizideki n seri LED sayısı ile çıkış gerilimi hesaplanmakta ve ölçülmektedir. Güç kaynağına gerilimi sabit tutabilmek için gerekli sinyal uygulanmaktadır. Benzer biçimde dizideki m paralel LED dizilerinin sayısından, LED dizi akımı hesaplanmakta ve ölçülmektedir. Ölçülen akım değeri ile hesaplanan akım arasında oluşan fark değerine bağlı olarak PWM sinyali denetlenmektedir.

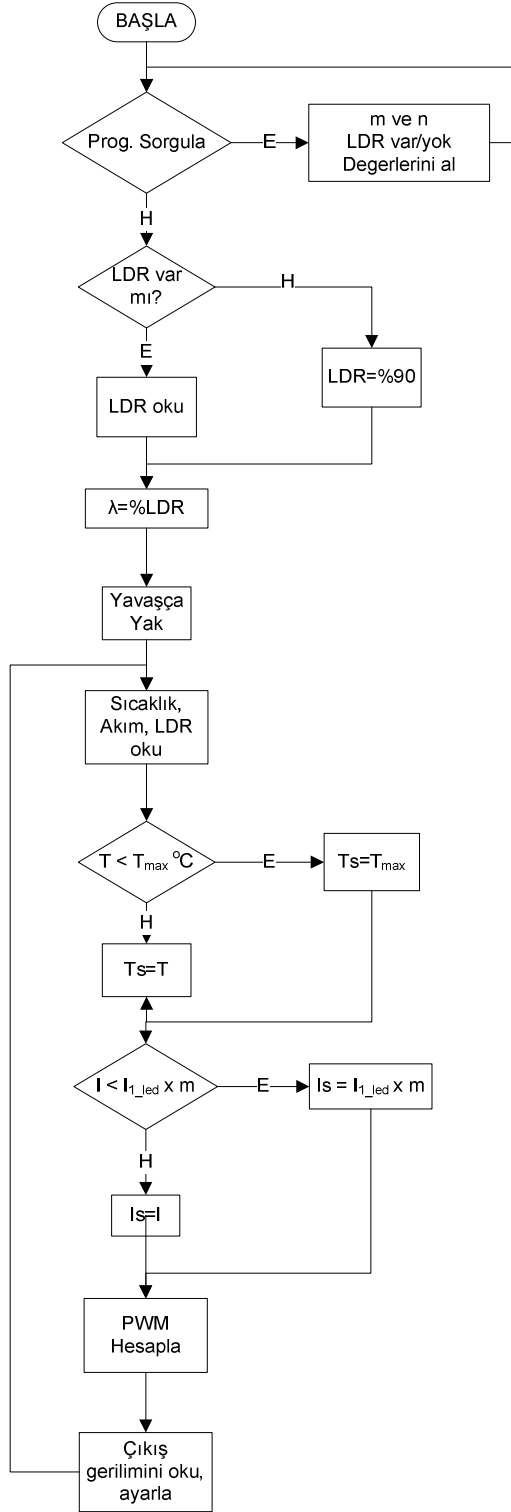


Şekil 3: LED dizisi



Şekil 4: Kontrol Devresi

Yüksek güçlerde çalışan bu LED dizisinin, kararlı ve verimli bir şekilde kullanılabilmesi için LED'lerde eşik geriliminin sıcaklık ile değişimi ters orantılıdır. Çalışma sırasında LED'ler ısınmakta ve sıcaklıkları da artmaktadır. Sıcaklık denetimi için pasif soğutucular kullanılmaktadır. Enerji verimliliği için genellikle pasif soğutucular tercih edilmektedir. Soğutma istenen düzeyde yapılamazsa LED dizisinin sıcaklığı yükselmektedir. Artan sıcaklık değerleri ile ömür doğru orantılıdır. Bu nedenle dizinin sıcaklığı öncelikle denetlenmelidir [5]. Devrede kullanılan sıcaklığı algılamak için DS1820 sıcaklık algılayıcı sensör kullanılarak LED'lerin çalışma sıcaklığı sürekli denetlenmektedir. Kritik sıcaklık değerine yaklaşıldıkça PWM denetimiyle LED akım değeri azaltılmaktadır. Akımın azaltılması ile güç azaltılarak sıcaklık artışının neden olacağı bozulmalar engellenmeye çalışılmaktadır.



Şekil 5: Akış Diyagramı

Devreye eklenmiş olan bir LDR yardımıyla da dış ortamdaki ışık şiddeti ölçülmekte ve belirlenen aydınlık değer eşiklerine göre de aydınlatma şiddeti belirlenebilmektedir. Böylece devre dış ortam aydınlık verilerine göre de aydınlatma şiddetini belirleyerek artı bir enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Şekil 5 de PIC içerisine gömülmüş olan yazılımın akış diyagramı yer almaktadır. Sistemde sıcaklık ile dizi bilgilerinin n ve m değeri girilebilir değerler olarak belirlenmiştir.

5. Sonuçlar

Bu çalışmada günümüz aydınlatma teknolojisinde kullanımları hızla artan LED dizilerinin ömürlerinin uzun tutulabilmesi için tasarlanmış bir devre yapısı verilmiştir. Devrede LED dizisinin seri ve paralel bağlanmış durumunun devreye girilebildiği ve durum değişikliğinde durumu algılayabilen akıllı modüler yapı kullanılmıştır. Bu durumun denetleyici ile denetlenebildiği sistem tasarlanmıştır. Sistemde yük gerilim ve akım değerleri yüke göre belirlenirken LED dizi sıcaklığı da ölçülerek olası bozulmaların önlemi akım kısılarak alınmaya çalışılmıştır. Dizide oluşan değişiklikler algılanarak olası optimum sürme koşulları belirlenmektedir. Sıcaklık eşik değeri geçilirse akımın kısılanması sonucunda LED koruması yapılırken aydınlatma şiddetinin de azalmasına neden olabilmektedir.

6. Kaynaklar

- [1] Krames, M.R., Shchekin O.B., Mueller-Mach R., "Status and Future of High-Power Light-Emitting Diodes for Solid-State Lighting", *Journal of Display Technology*, Vol.3 No.2, 160-175, June 2007.
- [2] Broeck, H., Sauerlander, G., Wendt, M., "Power Driver Topologies and Control Schemes for LEDs", *IEEE APEC Conf.*, 1319-1325, 2007.
- [3] Bao, J., Hu, C., Bao, W., "Design of a High-Efficiency Quasi-Resonant LED Street-Lamp Power Supply", *IEEE*, 483-487, 2011.
- [4] Yeon, J-E., Kim, D-S., Cho, K., Kim, H-J., "A Single Stage Flyback Power Supply Unit for LED Lighting Applications", *IEEE ELECO Conf.*, I-288,I-292, 2009.
- [5] Yuan, L., Lui, S., Chen, M., Luo, X., "Thermal Analysis of High Power LED Array Packaging with Microchannel Cooler", *IEEE EPTC*, 2006.