

# Şebeke Gerilimindeki Azalmaların Tüketici Elektronik Ürünlerinin Güvenilirliğine Etkisinin Belirlenmesi

Murat Demir<sup>1\*</sup>, Ali Bekir Yıldız<sup>2</sup>, Mustafa Kavcı<sup>1</sup>, Mustafa Nil<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Vestel Elektronik A.Ş., HE ArGe, Organize Sanayi Bölgesi, Manisa, +902362130350, murat.demir@vestel.com.tr; mustafa.kavci@vestel.com.tr

<sup>2</sup> Kocaeli Üniversitesi, Umuttepe Yerleşkesi, Elektrik Müh., Kocaeli, +902623033490, abyildiz@kocaeli.edu.tr

<sup>3</sup> Celal Bayar Üni., Muradiye Yerl., Elektrik-Elektronik Müh., Manisa, +902362012155, mustafa.nil@cbu.edu.tr

\*İletişimden sorumlu yazar/Corresponding author

Geliş/Received: 8 Şubat (February) 2017

Kabul/Accepted: 15 Mayıs (May) 2017

DOI: 10.18466/cbayarfe.320000

## Özet

Tüketici elektroniği ürünleri bir dizi testlerden geçirilerek son kullanıcının hizmetine sunulmaktadır. Test altındaki ürünlerin, gerek uluslararası standartlar gerekse özel müşteri talepleri ile belirlenen test kriterlerini sağlaması gerekmektedir. Bu amaçla gerçekleştirilen tüm testlerin ortak amacı, müşteriye sunulacak ürünün güvenilirliğinin olabildiğince yüksek, saha dönüşü ve maliyetlerinin mümkün olduğunca düşük olmasıdır. Bu işlemler, firmaya kalite ve müşteri memnuniyeti başta olmak üzere bir dizi faydalar sağlamaktadır. Ürün güvenilirliği, bir ürünün belirli zaman aralığı içinde, belirlenen çevre koşulları altında, kendisinden beklenen fonksiyonları doğru bir şekilde yerine getirebilme olasılığıdır. Yetersiz güvenilirlik analizinin yapılması ya da hiç yapılmaması zaman ve para kaybının yanında saygınlık kaybına da neden olmaktadır. Tüketici elektroniğinde güvenilirliğin artırılması amacıyla gerçekleştirilen güvenilirlik onay testlerinin en önemlilerinden biri şüphesiz ki gerilim azalma testidir. Bu test, şebeke gerilimindeki azalmaları gerçek zamanlı oluşturarak test altındaki ürüne uygulayan oldukça önemli bir testtir. Testin sonucunda şebeke gerilimindeki olası azalma durumunda, söz konusu ürünün elektriksel dayanımı belirlenmektedir. Böylece olası önlemlerin henüz ürün sahaya çıkmadan belirlenmesi ve problemlerin giderilmesiyle, güvenilirliği artırılmış ürünlerin elde edilmesi sağlanır. Ayrıca, tasarım sonrası maliyetler de böylelikle azaltılmış olacaktır. Bu çalışmada; şebeke geriliminde oluşacak azalmanın tüketici elektroniği ürünleri üzerinde oluşturacağı hata durumu, bu hata durumu uyarınca belirlenen güvenilirlik kriterleri örnek bir uygulama yardımıyla açıklanmaktadır. Deneysel çalışma olarak led sürücü devresi ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – gerilim azalması, güvenilirlik, led sürücü, onay testi, tüketici elektroniği.

## Determining Effect Of The Reductions In Mains Voltage On Reliability Of The Consumer Electronics Products

### Abstract

Consumer electronics products are tested before they are reached to the end users. The products under test must meet the test criteria specified by international standards or customized customer requests. The common aim of all tests carried out for this purpose is to prepare the product that its reliability is as high as possible, and the field return, failure and costs are as low as possible for the customer. These operations provide the company with a number of benefits, in particular quality and customer satisfaction. Product reliability is the probability that a product will be able to perform its expected functions correctly within

specified time intervals under specified environmental conditions. Inadequate reliability analysis causes loss of time and money as well as loss of reputation. Certainly, one of the most important of the reliability confirmation tests carried out to ensure reliability in consumer electronics is undoubtedly the voltage dips test. This test is a quite important test that applies real-time reductions in grid voltage to the product under test. At the end of the test, in case of possible reduction of the mains voltage, the electrical withstand of the product is determined. Thus, it is ensured that high reliable products can be obtained by eliminating the problems and determining the possible measures before they go to the costumers. In addition, post-design costs will be reduced. In this study; the failure situation that the reduction in mains voltage will cause on the consumer electronics products and the reliability criteria determined according to this failure condition are explained. As an experimental study, the LED driver circuit is discussed.

**Keywords** – approval test, field return, led driver, reliability, voltage dips,

## 1 Giriş

Hızla gelişmekte olan tüketici elektroniği pazarında şüphesiz en önemli parametrelerden biri söz konusu ürünlerin güvenilirliğidir. Güvenilirlik belirli bir sitem ya da ürünün tanımlı süre içinde, tanımlı koşullar altında beklenen fonksiyonları yerine doğru getirebilme olasılığıdır. Diğer bir tanıma göre ise, belli bir t zamanına kadar hata görmeme olasılığı, başarı olasılığıdır [1]. Günümüz dünyasında sürekli artan rekabet ortamında, başarılı olmanın en temel yollarından biri güvenilirlik konusuna gereken önemin verilmesidir. Özellikle maliyet kaygısı firmaların güvenilirlik konusundaki araştırma ve çalışmalarını göz ardı etmelerine sebep olmaktadır. Oysa ki, doğru güvenilirlik analizi maliyet arttırmak bir yana nihai olarak maliyet azaltıcı bir etkiye sahiptir. Çünkü güvenilirliğin artması, tasarım maliyetlerini bir miktar arttıracak olmakla birlikte, saha maliyetlerinde ciddi bir azalmaya ve birçok durumda bu maliyetlerin de ötesinde marka saygınlığının yükselmesine imkan vermektedir. Bununla birlikte, güvenilirlik ile maliyetler arasında denge iyi kurulmalıdır (Şekil 1).



Şekil 1. Güvenilirlik – maliyet dengesi

Maliyetleri, genel bir ifade ile satış öncesi (tasarım maliyetleri) ve satış sonrası (saha maliyetleri) olarak iki kısımda inceleyebiliriz. Satış öncesi maliyetler; komponent, laboratuvar, araştırma, tasarım maliyetleri, kalite ve güvenilirlik çalışma maliyetleri gibi mali-

yet kalemlerini içine alırken, satış sonrası maliyetler ise servis, bakım, değişim, yedek parça, transfer gibi maliyetleri kapsamaktadır. Ayrıca müşteri saygınlığı ve bağlılığı da satış sonrası maliyetlere dahil edilebilir. Güvenilirlik arttırmaya yönelik yapılacak çalışmalar daha kaliteli komponent, daha yoğun işçilik ve tasarım işlemleri, daha kapsamlı güvenilirlik odaklı test ve analizler anlamına gelmektedir. Bu süreç te, maliyet artışı olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat, güvenilirlik arttırmaya yönelik yapılacak çalışmalar aynı zamanda yüksek kalitede ürün, azalan satış sonrası maliyetler, artan müşteri bağlılığı ve artan saygınlık anlamına gelmektedir. Aksi durumda, güvenilirlik azaldığında ise satış öncesi maliyetler minimize edilirken satış sonrası maliyetlerde ciddi artışlar olduğu görülmektedir. Yoğun rekabet ortamının hüküm sürdüğü tüketici elektroniği pazarında, özellikle de müşteri bağımlılığı ve saygınlığı en önemli hedeflerdendir. Bu nedenlerle güvenilirlik maliyet ilişkisinin optimum noktasının iyi belirlenmesi firmalar açısından oldukça önemlidir [2].

Güvenilirlik odaklı gerçekleştirilen çalışmalar yoğun güvenilirlik test ve analizlerinden oluşur. Gerçekleştirilen güvenilirlik testleri ve analizlerinin ortak amacı, ürünlerin sahada karşılaşılabilecekleri olası etkilere vereceği yanıtların, oluşabilecek problemlerin önceden belirlenmesine ve önlenerek saha dönüşünü en aza indirmeye olanak tanınmasıdır. Bu amaçla gerçekleştirilen başlıca güvenilirlik onay testleri [3];

- Elektrostatik boşalmaya karşı bağışıklık testi,
- Anahtarlama kaynaklı yüksek gerilim sebebiyle oluşan yüksek gerilime karşı bağışıklık testi,
- Yıldırım etkisine karşı bağışıklık testi,
- Şebeke gerilimindeki düşüşü simüle ederek sınır

- değeri belirleyen gerilim düşümü testi,
- Şebeke gerilimindeki kısa süreli kesilmeyi simüle ederek sınır değeri belirleyen gerilim kesilmesi testi,
- Şebeke gerilimindeki değişimi simüle ederek sınır değeri belirleyen gerilim değişim testi,
- Şebeke gerilimindeki yükselmeyi simüle ederek sınır değeri belirleyen gerilim yükselmesi testi,
- Kalkış anındaki akım sınırını ve ilgili komponentlerin dayanımını belirleyen kalkış akımı testi [4, 5, 6, 7, 8],
- Yüksek sıcaklık testi,
- Düşük sıcaklık testi,
- Yüksek nem testi,
- Sıcaklık değişimi testi,
- Ürünlerin tüketiciye nakli sırasında yolda oluşacak olası sarsıntıyı ve dayanıklılığı belirlemeye yarayan titreşim testi,
- Ürünlerin tüketiciye nakli sırasında yolda oluşacak olası düşmeyi ve dayanıklılığı belirlemeye yarayan düşme testi,

olarak verilebilir. Tüm bu ve benzeri güvenilirlik onay testlerinin her biri bir dizi koşullar altında gerçekleştirilir. Bunların uygunluğunun belirlenmesinde, aşağıdaki verilen üç temel uygunluk karar kriteri ele alınır:

Kriter A: Test süresince, ürün tasarlandığı şekilde çalışmalıdır.

Kriter B: Ürün test sonrası tasarlandığı haliyle çalışmalıdır. Test süresince üründe geçici performans kaybına izin verilir. Test bitiminde, ürünün beklenen çalışma durumuna kullanıcı müdahalesine gerek olmaksızın dönmesi gerekmektedir.

Kriter C: Üründe geçici performans kaybına izin verilir. Test bitiminde, ürünün, beklenen çalışma durumuna kullanıcı müdahalesi neticesinde döndürülebilmesi gerekir.

Çalışmanın geri kalan kısmı şu şekilde düzenlenmiştir. Bölüm 2’de, şebeke gerilimindeki azalmaların nedenleri ve etkileri açıklanmıştır. Bölüm 3, gerçekleştirilen deneysel çalışmaya ilişkin bilgileri ve ölçümleri içermektedir. Bölüm 4’de ise sonuçlar verilmiştir.

## 2 Şebeke Gerilimindeki Azalmanın Etkileri ve Karar Kriterleri

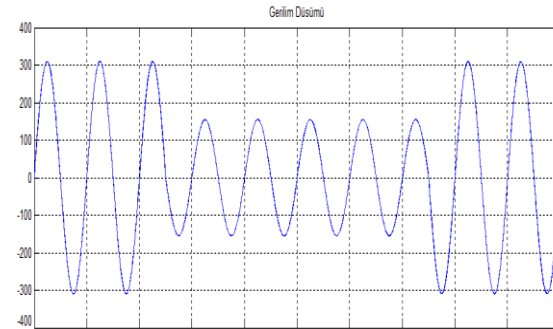
Enerji verimliliği ve güç kalitesi, günümüzde giderek

daha çok önem kazanmaktadır. Güç kalitesinin temel anlamı, şebekenin tanımlı noktasında, genlik ve frekansının anma değerlerinde olduğu sünisoidal ve sürekli gerilimdir. Güç kalitesini olumsuz etkileyen en yaygın sorunlardan biri gerilim düşümüdür [9].

Gerilim düşümü, nominal gerilimin etkin değerinin 0,5 peryod – 30 peryod arasındaki bir süre için düşmesidir. Düşüş miktarı, nominal gerilimin etkin değerinin %10 ile %90’ı arasındadır [10]. Şekil 2’de beş çevrim süren gerilim düşümü eğrisi görülmektedir. Sinyalin ilk 2,5 çevriminde nominal gerilim değişimi olduğu gibi görülmekte iken sonrasındaki beş çevrim boyunca gerilim düşümü oluşmuş ve ardından tekrar nominal değere geri dönmüştür.

Gerilim düşümünün başlıca nedenleri arasında dağıtım sistemindeki arızalar, yıldırım darbeleri, ani yük artışları, kısa devre durumlarıdır. Ayrıca, günlük uygulamalarda sıklıkla karşılaşılan, motor kalkışı durumu da gerilim düşmesine neden olmakla birlikte, bu değişimin genellikle 30 çevrimden uzun olması nedeniyle gerilim düşümü sınıfından ziyade kırpışma sınıfında ele alınabilmektedir. [11, 12]

Gerilim düşmesi sonucunda, bilgisayar vb hassas elektronik cihazlar, kontrol birimleri, programlanabilir mantıksal kontrolörler (PLC), ayarlanabilir hız denetleyicileri, elektronik aydınlatma sistemleri, robot uygulamaları zarar görebilmekte ve/veya röle ve kontaktörlerin, koruma elemanlarının hatalı çalışmasına, dolayısıyla güvenilirliğin de düşmesine neden olabilmektedir. Cihazların karmaşıklığı arttıkça gerilim düşümüne karşı olan hassasiyetleri de daha yüksek olmaktadır. Bu nedenle güvenilirlik odaklı gerçekleştirilen onay testleri arasında elektriksel açıdan en önemlilerinden biri (aynı zamanda tasarımı doğrudan etkilediği için) şüphesiz ki gerilim düşümü testidir.



Şekil 2. Beş çevrim süreli gerilim düşümü eğrisi

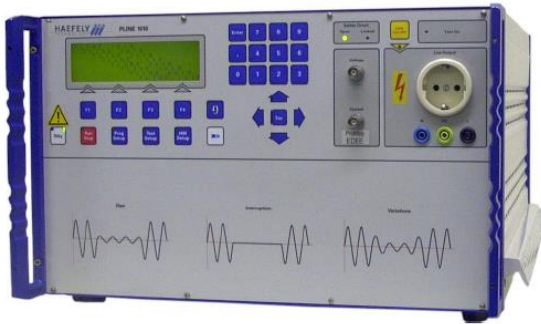
Gerilim düşümü testinin amacı, şebeke gerilimindeki

olası azalmaların ürün üzerindeki etkisini önceden belirlemek ve önleyici tedbirlerin alınmasını sağlamaktır. Bu test, elektriksel bir testtir.

Bu test için kullanılan Haefely Pline cihazı, Şekil 3'te görülmektedir. Test, EN 61000-4-11 standardına uygun olarak gerçekleştirilir [13]. Cihazda iki adet varyak (ayarlanabilir transformatör) bulunmaktadır. Bu varyaklardan birincisi, nominal gerilimi 0V – 250V aralığında ayarlamak için kullanılır. İkinci varyak ise programlanabilir girişler, gerilim düşmesi ve değişimi için kullanılmaktadır. Böylece çok karmaşık test rutinleri rahat bir şekilde tanımlanabilir. Aşırı yüklenmeye karşı koruması vardır. Cihaz üzerinde, aşırı akım koruma sınırı seçilebilir. RS232 haberleşme protokolü ile uzaktan kontrol edilebilir.

Tablo 1'de cihaza ait bazı teknik parametreler verilmiştir. Tablodaki gerilim düşümü seviye aralığı ile belirtilen yüzdeli rakamlar, düşme miktarını değil, gerilim düşümü sonrası test altındaki ürüne uygulanan yüzde miktarını göstermektedir. Örneğin bu oran %30'a ayarlandığında, bunun anlamı ürüne uygulanan nominal gerilim değeri %70 oranında azaltılmıştır. Sayısal değer vermek gerekirse, nominal gerilimi 220V<sub>rms</sub> olarak alırsak, bu durumda test altındaki ürüne 66V<sub>rms</sub> gerilim uygulanacaktır.

Gerilim azalması testi öncesinde gerek test altındaki ürün gerekse çevre koşulları teste hazır hale getirilmelidir. Sıcaklık 25°C ve bağıl nem değeri %40 değerinde olmalıdır. Test, yüksüz ve yüklü olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilir. Test için, standartlara uygun olarak girilmesi gereken program bilgisi Tablo 2' de verilmiştir. Tablo 2' ye göre, gerçekleştirilen test süresince ve sonrasında ürünün tepkisi incelenir.



Şekil 3. Haefely Pline gerilim düşüm test cihazı

Tablo 1. Haefely Pline teknik parametreler[14]

|                                            |                            |
|--------------------------------------------|----------------------------|
| Çıkış gerilim aralığı                      | 0-264V                     |
| Frekans aralığı                            | 48-62 Hz                   |
| U <sub>nom</sub> geriliminde çıkış akımı   | 16A <sub>rms</sub> sürekli |
| %80.U <sub>n</sub> geriliminde çıkış akımı | 20A <sub>rms</sub> 5sn     |
| %70.U <sub>n</sub> geriliminde çıkış akımı | 23A <sub>rms</sub> 5sn     |
| %40.U <sub>n</sub> geriliminde çıkış akımı | 40A <sub>rms</sub> 5sn     |
| Gerilim düşüm seviye aralığı               | %0-%80                     |
| Gerilim düşüm süresi                       | 30µs-70dk                  |
| Test süresi                                | 1sn-100 saat               |

Tablo 2'ye göre U<sub>n</sub> nominal gerilim değerini, U<sub>dips</sub> test altındaki ürüne uygulanan gerilim değerinin nominal gerilim değerinin %40'ı kadar olacağını, T<sub>event</sub> uygulanan düşük geriliminin süresini, T<sub>rep</sub> testin gerçekleşme periyodunu ve T<sub>test</sub> ise toplam test süresini göstermektedir.

Tablo 2. Gerilim düşüm testi rutini

| U <sub>n</sub>          | U <sub>dips</sub> | T <sub>event</sub> | T <sub>rep</sub> | T <sub>test</sub> |
|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| 220-230 V <sub>AC</sub> | 40 %              | 100ms              | 10 sn            | 60 sn             |

EN 61000-4-11 standardına uygun olarak gerçekleştirilen testin sonucunda ürünün, yukarıda açıklanan karar kriterlerini sağlıyor olması gerekmektedir. Bu test için karar kriteri, "Kriter B" olarak belirlenmiştir. Ürün, test sonrası tasarlandığı haliyle çalışmalıdır. Test süresince üründe geçici performans kaybına izin verilir. Test bitiminde, ürünün beklenen çalışma durumuna kullanıcı müdahalesine gerek olmaksızın dönmesi gerekmektedir.

### 3 Şebeke Geriliminde Azalma Testinin Led Sürücü Devresi Üzerinde Gerçekleştirilmesi

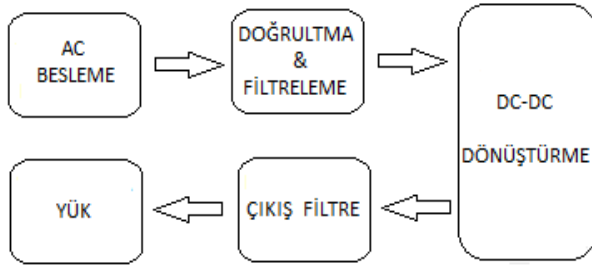
Güç ledleri, diyotların bir çeşididir ve led diyotların verimlerinin artırılması sonucu elde edilmiştir. Her geçen gün önemi ve kullanımı artmaktadır. Bu artışın nedeni olarak, diğer aydınlatma cihazlarına göre çalışma ömürlerinin yüksekliği, boyutları, enerji verimleri, çevre dostu olmaları gibi üstünlükleri bulunmaktadır. Bu ve benzeri birçok avantajı olmasına karşın, ortam sıcaklığına karşı duyarlılıkları, soğutucuya gereksinim duyabilmeleri ve ilk kurulum maliyetleri gibi birtakım dezavantajları da mevcuttur. Ayrıca, sürülebilmeleri için ilave devreye ihtiyaç duyarlar. Bu devre kimi zaman sadece dirençli bir devre iken kimi zaman doğrusal regülatörlü bir devre hatta DC-DC dönüştü-

rücülü daha karmaşık bir yapı olabilmektedir. Bununla özellikle parlaklığının artırılması üzerine yapılan çalışmalar ve üretim maliyetlerindeki düşüş kullanım oranını arttırmaktadır. Şekil 4'te Avrupa'da led aydınlatmadaki pazar payı artışı görülmektedir.



Şekil 4. Led aydınlatmanın yıllara göre artışı grafiği [15].

Bu çalışmada, şebeke gerilimindeki azalmanın tüketici elektroniği ürün güvenilirliğine etkisinin belirlenmesi amacıyla, gerilim düşüm testi led aydınlatma sürücü kartı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Şekil 5'te led sürücü devresi genel yapısı görülmektedir.

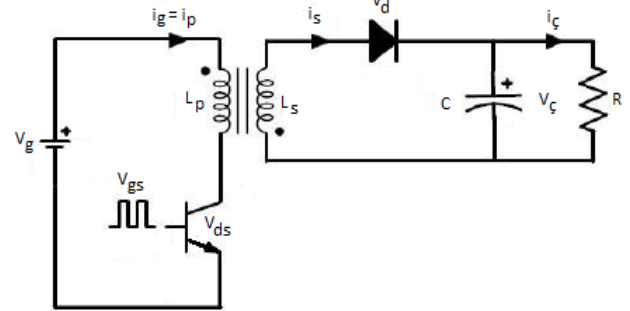


Şekil 5. Led sürücü devresi genel yapısı

İlk katman; 176V-264V gerilim değer aralığında, 50Hz frekansa sahip AC besleme katıdır.

Doğrultma ve filtreleme katı; elektromagnetik kaynaklı gürültülerin bastırılması için kullanılacak elemanlardan, girişteki alternatif gerilimi doğrultmak amacıyla kullanılacak diyotlardan ve çıkış filtre kondansatöründen oluşmaktadır. Ayrıca doğrultucu çıkışlarında kullanılan kapasitelerin ilk enerjilendirme anında neden olduğu kalkış akımının olası olumsuzluklarının giderilmesi de, gerekli görüldüğü takdirde, yine sürücünün bu katında gerçekleştirilir. DC-DC dönüştürücü katı, ledleri sürmek için gereken gerilim seviyesinin elde edildiği katmandır. Dönüştürücü için topoloji seçilirken çıkış güç seviyesi, verim, dalgalılık oranı, boyut, maliyet gibi kriterler dikkate alınır. Güvenlik açısından bu katmanda topoloji seçiminde bu sayılan

teknik gereksinimlere ilave olarak, dönüştürücünün yalıtımlı ya da yalıtımsız olması da dikkate alınan diğer önemli parametrelerdendir. Yalıtımsız dönüştürücülerin en bilinenleri Buck, Boost ve Buck-Boost topolojilerdir. Bu yapılar, devrede bulunan endüktansın enerjiyi depolayıp aktarması prensibine bağlı olarak çalışır. Yalıtımlı dönüştürücülerin en bilinenleri ise Flyback, Forward, Tam Köprü, Yarı Köprü ve Push-Pull dönüştürücüler olup transformatörlü yapılarıdır. Bunlar arasında en yaygın olarak kullanılanı, Flyback tip transformatörlü DC-DC dönüştürücüdür [16]. Bu çalışmada test edilen led sürücü devresindeki DC-DC dönüştürücü, Flyback tipi dönüştürücüdür. Flyback tipi dönüştürücüler, Buck-Boost dönüştürücünün yalıtımlı halidir. Transformatör kullanımındaki boyut, ağırlık ve maliyet gibi bir takım kısıtlamalardan ötürü genellikle 50-100W arası uygulamalarda kullanımı daha uygun olmaktadır [17]. Flyback dönüştürücünün temel devre şeması Şekil 5'te verilmiştir.

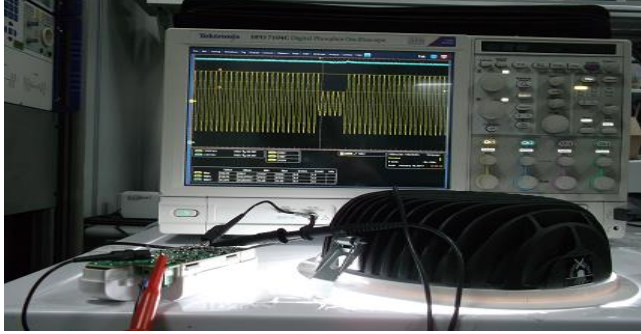


Şekil 6. Flyback dönüştürücünün temel devre şeması

Şekil 6'da görülen Flyback dönüştürücünün yapısındaki transformatör, farklı bir çalışma yapısına sahiptir. Sargılar eş zamanlı olarak akım geçirmez. Yapısı gereği, bir sargıdan akım geçerken diğer sargıdan akım akmamaktadır. Eşitlik 3.1'de dönüştürücünün çıkış gerilim ifadesi yer almaktadır. İfadedeki değişkenler, Şekil 6'daki devrede görülen eleman değerleridir. Bunlar,  $U_g$ : giriş gerilimi,  $U_c$ : çıkış gerilimi,  $D$ : iletim oranı,  $N_p$ : Flyback dönüştürücündeki trafoya ait primer sargı sayısı,  $N_s$ : Flyback dönüştürücündeki trafoya ait sekonder sargı sayısı .

$$U_c = U_g * \frac{D}{1-D} * \frac{N_s}{N_p} \quad (3.1)$$

Bu çalışmada gerçekleştirilen teste ait düzenek Şekil 7'de verilmiştir. Görüldüğü üzere, sürücünün çıkışında yük olarak (Şekil 6'da Flyback dönüştürücünün temel devre şemasında R ile gösterilen) led armatür bulunmaktadır. Bu led armatür, kendi içinde seri ve paralel bağlantılı 48 adet ledten oluşmaktadır.



Şekil 7. Gerilim düşüm test düzeneği

Test edilen Flyback dönüştürücülü led sürücü devresi için teknik özellikler Tablo 3'te verilmiştir.

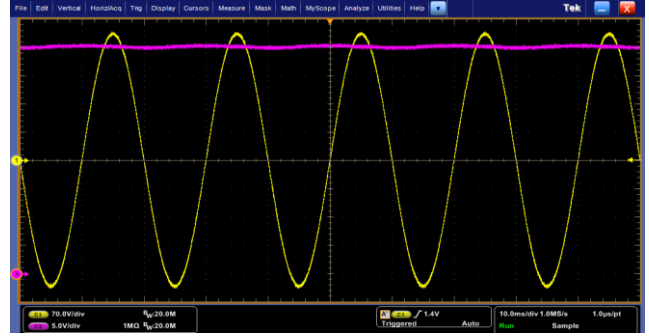
Şekil 8'de, test öncesi, led sürücü devresine ait giriş gerilim ( $U_{S\_max}=327,6V$ ) ve giriş akımı ( $i_{S\_max}=0,552A$ ) değişimleri verilmiştir. Şekil 9'da ise, giriş gerilimi ( $U_{S\_max}=327,6V$ ) ve çıkış gerilimi ( $U_{C\_max}=36,4V$ ) değişimleri, Şekil 10'da ise, giriş akımı ( $i_{S\_max}=0,552A$ ) ve çıkış akımı ( $i_{C\_max}=500mA$ ) değişimleri görülmektedir.

Tablo 3. Led sürücü devresi elektriksel büyüklükler

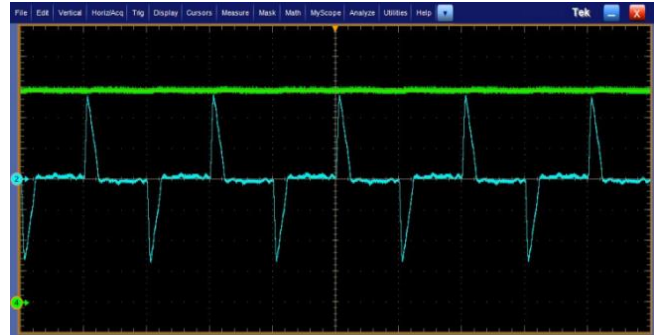
|                                                                          |       |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|
| Giriş (şebeke) gerilimi, $U_{S\_max}$ [V]                                | 327,6 |
| Şebeke frekansı, $f$ [Hz]                                                | 50    |
| Flyback dönüştürücü çıkış gerilimi, $U_c$ [V]                            | 40    |
| Flyback dönüştürücü çıkış akımı, $I_c$ [mA]                              | 500   |
| Flyback dönüştürücü anahtarlama frekansı, $f_s$ [KHz]                    | 75    |
| Flyback dönüştürücü çıkış gücü, $P_c$ [W]                                | 20    |
| Flyback dönüştürücüdeki trafoya ait primer sargı sayısı, $N_p$ [sarı]    | 76    |
| Flyback dönüştürücüdeki trafoya ait primer endüktansı, $L_p$ [ $\mu$ H]  | 850   |
| Flyback dönüştürücüdeki trafoya ait secondary sargı sayısı, $N_s$ [sarı] | 38    |
| Flyback dönüştürücü çıkış kapasitesi, $C$ [ $\mu$ F]                     | 470   |



Şekil 8. Sürücü devresinin test öncesi giriş gerilimi (sarı) ve giriş akımı sinyali (mavi)



Şekil 9. Sürücü devresinin test öncesi çıkış gerilimi (pembe) ve giriş gerilimi (sarı) sinyali



Şekil 10. Sürücü devresinin test öncesi çıkış akımı (yeşil) ve giriş akımı (mavi) sinyali

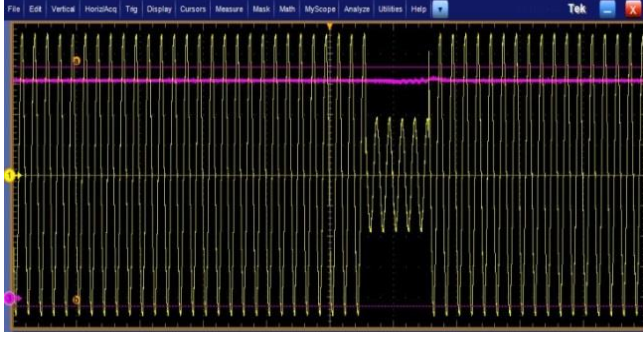
Şimdi ise, giriş gerilimindeki düşüme karşı sürücü devresinin tepkisi ele alınacaktır. Bu amaçla, Tablo 2'de belirtilen test rutini uygulanmıştır (Eşitlik 3.2). Led sürücü devresine ait giriş ve çıkış gerilimi değişimi Şekil 11'deki gibi elde edilmiştir ( $U_{S\_max}=136,9V$  ve  $U_{C\_max}=36,6V$ ). Şekilden de görüleceği üzere giriş gerilimi ( $U_S$ ) değeri, %60 oranında azaltılmıştır. Şekil 12'de ise test altında sürücü devresine ait giriş akımı ve çıkış akımı görülmektedir ( $i_{S\_max}=1,03A$  ve  $i_{C\_max}=0,53A$ )

$$U_{dips} = U_S * \%40 = 327,6 * \frac{40}{100} \approx 130 [V] \quad (3.2)$$

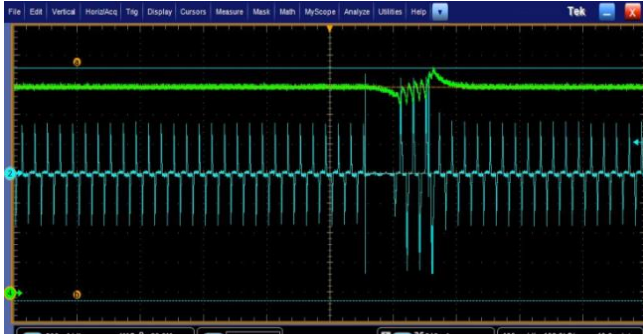
Bu değer, sürücü devresine verilerek, devrenin tepkisi ölçülmüştür. Kriter B'ye göre, test sonrasında, sürücü devresi tasarlandığı haliyle çalışmalıdır. Test süresince üründe geçici performans kaybına izin verilir. Test bitiminde, ürünün beklenen çalışma durumuna kullanıcı müdahalesine gerek olmaksızın dönmesi gerekmektedir.

Teste ait bilgiler şu şekildedir: Test süresi 60 saniyedir. Bu 60 sn içinde test 10 sn süreyle basamaklar halinde 6 kere uygulanmıştır. Her 10 sn süreyle tekrar dilimi içinde giriş gerilimindeki düşüş süresi 5 periyot, diğer bir deyişle 100 ms kadardır.

Gerçekleştirilen test sonucunda görülmüştür ki, led sürücü devresinde herhangi bir arıza, hatalı çalışma söz konusu değildir. Bu sonuç, söz konusu test altındaki ürünün gerilim düşmesi bağışıklığının iyi olduğunu, bu açıdan güvenilirlik düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir.



Şekil 11. Sürücü devresinin çıkış gerilim (pembe) ve giriş gerilimi (sarı) sinyali [test altında]



Şekil 12. Sürücü devresinin çıkış akımı (yeşil) ve giriş akımı (mavi) sinyali [test altında]

#### 4 Sonuçlar

Tüketici elektroniği ürünlerinin gerek uluslararası standartlar gerekse özel müşteri talepleri ile belirlenen test kriterlerini sağlaması gerekmektedir. Tüketici elektroniğinde güvenilirliğin artırılması amacıyla gerçekleştirilen güvenilirlik onay testlerinin en önemlilerinden biri şüphesiz ki gerilim azalma testidir. Bu test, şebeke gerilimindeki azalmaları gerçek zamanlı oluşturarak test altındaki ürüne uygulayan oldukça önemli bir testtir. Testin sonucunda şebeke gerilimindeki olası azalma durumunda söz konusu ürünün dayanımı elde edilmektedir.

Bu çalışmada; tüketici elektroniği ürünleri için şebeke geriliminde oluşacak azalmaların meydana getireceği hata durumlarının önemi ve bir ürün üzerine uygulanması durumu ele alınmıştır. Bu hata durumu uyarınca belirlenen güvenilirlik kriterleri örnek bir uygu-

lama devresi yardımıyla açıklanmıştır. Deneysel çalışma olarak led sürücü devresi ele alınmıştır. Gerçekleştirilen test sonucunda, led sürücü devresinde herhangi bir arıza, hatalı çalışma meydana gelmemiştir. Bu nedenle, test altındaki led sürücü devresinin gerilim düşmesi bağışıklığının iyi ve bu açıdan güvenilirlik düzeyinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

#### 5 Teşekkür

Bu çalışma, Tübitak tarafından yürütülen Ulusal destek programları kapsamındaki, 2016 yılı, 1002-Hızlı destek programı tarafından destek almıştır.

(Proje Adı: Güç Elektroniği Sistemlerinde Güvenilirlik Analizi ve Led Sürücü Devrelerine Uygulanması, Proje No: 116E023).

#### 6 Referanslar

- [1] Kececioglu, D. Reliability engineering handbook. RES-tech Publications, Vol.1, Pennsylvania, USA, 2002.
- [2] Warwick Manufacturing Group. Product Excellence Using 6 Sigma (PEUSS). University of Warwick, Coventry, United Kingdom, 2007.
- [3] Tekcan, T. The design of a test method to identify reliability problems of consumer electronic product during early phases of development. PhD Thesis, Dokuz Eylül Üniversitesi, Graduate School of Natural and Applied Sciences, İzmir, Türkiye, 2012.
- [4] Demir, M.; Kahramanoğlu, G.; Yıldız, A.B. Calculating of fuse melting point for power electronics circuits by inrush energy and determination of the eligibility, IEEE 18th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'16), Karlsruhe, Germany, 5-9 September 2016.
- [5] Li, D.; Qi, L. Energy based fuse modeling and simulation. IEEE Electric Ship Technologies Symposium (ESTS), Piscataway NJ USA, 22-24 April 2013.
- [6] Demir, M.; Yıldız, A.B.; Kahramanoğlu, G.; Importance of Reliability for Power Electronic Circuits, Case Study: Calculating of Fuse Melting Point By Inrush Energy, IEEE 17th International Conference on Power Electronics and Motion Control (PEMC'16), Varna, Bulgaria, 25-30 September 2016.
- [7] Cresswell, C.E.; Djokic, S.Z. The analysis of the occurrence of high in-rush currents in DC power supplies. IEEE 4th IET Conference on Power Electronics, Machines and Drives, York UK, 2-4 April 2008.

- [8] Papallo, T, Valdes, ME. Traditional time-current curves are not enough, adding I<sup>2</sup>t considerations. IEEE Transactions on Industry Application, 2013; 49(1), 264-274.
- [9] Şengül, M. Gerilim düşümünün normale dönmesinin alçak basınçlı sodyum buharlı deşarj lambasına etkileri, Fırat Üniversitesi Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, Elazığ, Türkiye, 5-7 Ekim 2011.
- [10] R.C. Dugan R.C., McGranaghan M.F., Santoso S., Beaty H.W., "Electrical Power Systems Quality", McGraw-Hill Companies, Inc., New York, 2003.
- [11] McGranaghan M.F., Mueller D.R. and Samatyj M.J., Voltage Sags in Industrial Power Systems, IEEE Trans. On Industry Applications, 1993; 29, 379-403.
- [12] Garavand,S.B., Montazeri,M., Rozbahani,A.M. Utilizing Matlab-Simulink based technique for teaching the voltage sag/swell mitigation using dvr to graduate students. International Journal of Information and Communication Technology Research, 2014; 4(6), 222-229.
- [13] Electromagnetic Compatibility (EMC), Part 4: Testing and Measurement Techniques, Section 11: Voltage Dips, Short Interruptions and Voltage Variations Immunity Tests, British/European Std. BS EN 61000-4-11, 1994.
- [14] PLINE 1610 Tester for voltage dips, interruptions and variations manual, Haefely Technology, Basel, Switzerland, 2009.
- [15] URL-2: <http://www.ledinside.com/node/17799> (Ziyaret tarihi: 24.04.2016).
- [16] Bodur H., Güç Elektroniği, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2010
- [17] Hart, D. W., Power Electronics, Pearson Education Inc. 2010.