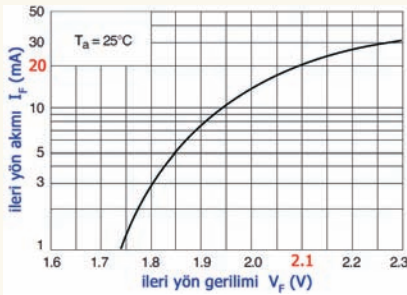




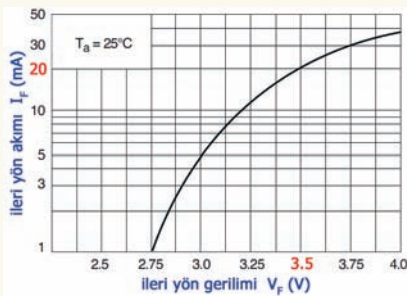
## LED Test Cihazı

Bu ayki yazı, elektronik sektörünün vazgeçilmez elemanlarından olan LED'leri test eden bir cihazın yapımı ile ilgili. Bilindiği gibi, LED üreten firmalar kataloglarında LED'e ait pek çok parametreye yer vermekte. İleri yön gerilimi, ileri yön akımı, ışık şiddeti, dalga boyu ve görüş açısı bu parametrelerin en önemlileri arasında sayılabilir. Piyasadaki LED çeşidinin çok fazla olması, gerçekleştirilecek projeye uygun LED seçimini önemli bir konu haline getirmekte. Çoğu uygulamada, kullanılacak LED'in ışık rengini ve ışık şiddetini tasarım aşamasında seçmek gerektiğinden, uygun bir test cihazına ihtiyaç duyulmaktadır. Böyle bir test cihazı ile LED'in yaydığı ışığın rengi kolayca tespit edilebilmekte ve aynı anda birkaç adet LED'in ışık şiddeti kıyaslanabilmekte.

LED test cihazının çalışma mantığı, LED'den 20mA'lık sabit bir akım geçirilmesi ve bu esnada LED'in parlaklığının gözlenmesinden ibaret. Bu işi gerçekleştirmek pek zor olmasa da dikkate alınması gereken önemli noktalar var. Örneğin, test cihazı, LED'in renginden bağımsız olarak hep aynı akımı sağlamalı. Yani, kırmızı veya beyaz bir LED'in test edilmesi sırasında akım değeri değişmemeli. Katalogta ileri yön gerilimi genellikle LED'den 20mA akım geçtiği durum için verildiğinden, test akımının yaklaşık 20mA olması gerekli. Akımın bu değerden farklı olması LED'in ışık şiddetini önemli ölçüde artırır ya da azaltır. Şekil 1 ve 2'de iki farklı LED için ileri yön geriliminin akıma bağlı değişimi görülmüştür.



Şekil 1: Kırmızı LED için ileri yön gerilimi

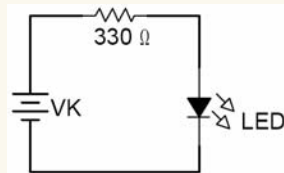


Şekil 2: Beyaz LED için ileri yön gerilimi

Şekillerden görüldüğü ileri yön gerilimi (V<sub>f</sub>), kullanılan LED'in rengine göre farklı değerler al-

makta. Kırmızı LED için V<sub>f</sub> değeri 2.1 V iken, beyaz LED için 3.5V civarında. LED test cihazını tasarlar-ken V<sub>f</sub> değerindeki bu farklılığı dikkate almak gerekiyor. Bir diğer önemli nokta da LED'den geçen akımın, test cihazının besleme geriliminden etkilenmesini sağlamak. Bu durum, pille çalışan bir cihaz için mutlaka göz önüne alınmalı. Aksi takdirde, pil gerilimi düştükçe LED'den geçen akım da düşer ve ışık şiddetini doğru olarak kıyaslamak mümkün olmaz.

Bir LED'i test etmenin en basit yolu şekil 3'de görülmekte. Devrede bir doğru gerilim kaynağı ve akımı sınırlandırmak üzere bir direnç bulunmakta.



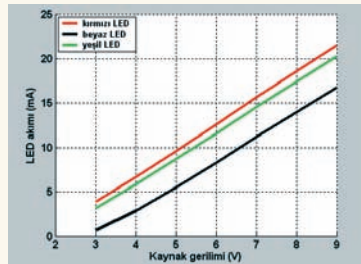
Şekil 3: Seri dirençli test devresi

Farklı renkte LED'leri test ederken akımın nasıl değiştiğini gözleyebilmek için birkaç ölçüm yapmak gerekli. Ölçüm sırasında, kaynak gerilimi 9V'dan 3V'a kadar adım adım düşürülür ve LED'lerden geçen akımlar not edilir. Tablo 1'de kırmızı, yeşil ve beyaz LED için test sonuçları görülmekte. Test sırasında kullanılan 5mm çaplı LED'lerin ileri yön gerilimleri kırmızı LED için 1.76V, yeşil LED için 2.18V ve beyaz LED için 3.44V.

VK (Volt)	LED akımı (mA)		
	Kırmızı	Yeşil	Beyaz
9	21.5	20.3	16.8
8	18.6	17.4	14.0
7	15.7	14.6	11.2
6	12.6	11.6	8.3
5	9.6	8.7	5.5
4	6.7	5.9	2.9
3	3.9	3.2	0.7

Tablo 1: Seri dirençli devre için LED akımları

Tablo 1'deki değerler kullanılarak kaynak gerilimine bağlı olarak LED akımlarının değişimi çizdirildiğinde şekil 4'deki grafik elde edilir.



Şekil 4: Akım-gerilim eğrisi

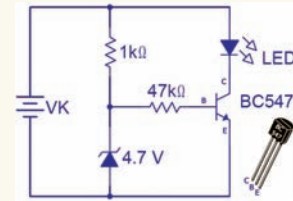
Çizimlerden görüldüğü gibi bu devre LED test cihazı olarak kullanılabilir yeterli değildir. Çünkü akım değeri LED'in rengine göre önemli ölçüde değişiyor ve kaynak gerilimi düştükçe LED'lerden geçen akım da çok fazla düşüyor.



Her şartta LED'den sabit akım geçirmenin yolu uygun bir elektronik devre tasarlamak. Literatürde bu tür devreler akım kaynağı olarak adlandırılıyor. Yazının devamında 4 farklı devre incelenerek en uygun tasarımın bulunması hedeflenecek. Böylece, en düşük maliyetli ve en yüksek performanslı LED test devresinin belirlenmesi mümkün olacak.

### Devre 1

Şekil 5'deki devrede bir zener diyot ve NPN transistör bulunuyor. Zener diyot uçlarındaki gerilim, zener diyottan geçen akımdan çok etkilenmediği için bu devre sabit akım kaynağı olarak çalışıyor.



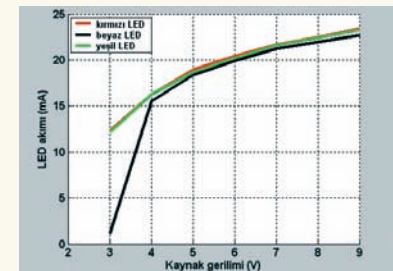
Şekil 5: Zener diyotlu devre

Kaynak geriliminin azaltılması durumunda LED akımlarının nasıl değiştiği tablo 2'de görülmekte.

VK (Volt)	LED akımı (mA)		
	Kırmızı	Yeşil	Beyaz
9	23.4	23.3	22.7
8	22.5	22.4	22.0
7	21.7	21.6	21.2
6	20.4	20.2	19.9
5	19.0	18.7	18.4
4	16.3	16.3	15.5
3	12.3	12.2	1.1

Tablo 2: Zener'li devre için LED akımları

Tablodaki değerlere göre akım-gerilim eğrisi şekil 6'da görülmüştür.



Şekil 6: Akım-gerilim eğrisi

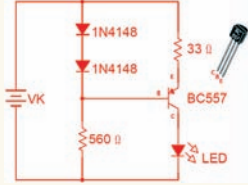
3 farklı LED için sonuçlar yorumlanırsa, devrenin oldukça iyi çalıştığı söylenebilir. Kaynak gerilimi 5V'a düşüncüye kadar LED akımları yaklaşık olarak aynı kalıyor. Birkaç mA'lık değişim dikkate alınmayabilir. LED test cihazı ile aynı anda birkaç tane

# Kendimiz Yapalım

LED'in test edileceği düşünülürse bu devrenin kullanılması pek uygun olmayabilir. Çünkü 4-5 adet LED'i test etmek için toplam eleman sayısı hayli fazla olmaktadır.

## Devre 2

Şekil 7'deki devrede 2 adet silisyum diyot ve PNP transistör bulunuyor. Diyot uçlarındaki gerilimin yaklaşık 0.7V olması ve akıma bağlı olarak fazla değişmemesi sayesinde bu devre akım kaynağı olarak çalışıyor.

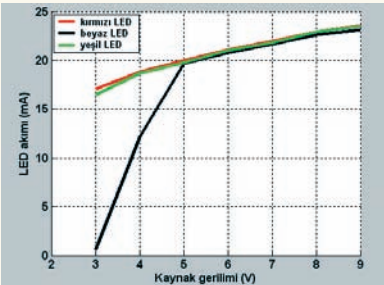


Şekil 7: PNP transistörlü devre

Kaynak geriliminin azaltılması durumunda LED akımlarının nasıl değiştiği tablo 3'de görülmekte.

VK (Volt)	LED akımı (mA)		
	Kırmızı	Yeşil	Beyaz
9	23.6	23.5	23.1
8	22.9	22.9	22.6
7	22.0	21.8	21.7
6	21.1	21.0	20.8
5	20.0	19.8	19.7
4	18.8	18.7	12.2
3	17.1	16.5	0.6

Tablo 3: PNP transistörlü devre için LED akımları  
Tablodaki değerlere göre akım-gerilim eğrisi şekil 8'de görülmüyor.

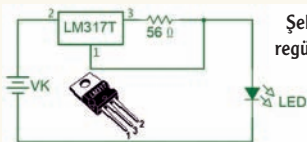


Şekil 8: Akım-gerilim eğrisi

Bu devreye ait sonuçlar, bir önceki devre ile hemen hemen aynı. Kaynak gerilimi 5V'a düşüncüye kadar devre gayet iyi çalışıyor. Çok sayıda LED'i aynı anda test edebilmek için onlarca elemana ihtiyaç olduğundan montajı zahmetli bir devre.

## Devre 3

Şekil 9'daki devrede sabit gerilim regülatörü ve bir direnç bulunuyor. LM317 regülatörünün 1 ve 3 nolu uçları arasındaki gerilimin 1.25V olmasından dolayı bu devre sabit akım kaynağı olarak çalışıyor.



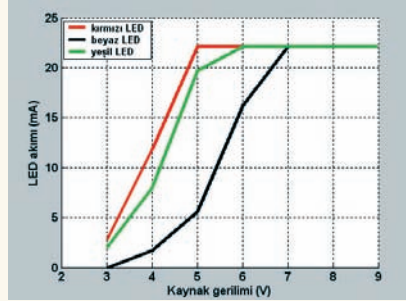
Şekil 9: Gerilim regülatörlü devre

Kaynak geriliminin azaltılması durumunda LED akımlarının nasıl değiştiği tablo 4'de görülmekte.

VK (Volt)	LED akımı (mA)		
	Kırmızı	Yeşil	Beyaz
9	22.1	22.1	22.1
8	22.1	22.1	22.1
7	22.1	22.1	22.1
6	22.1	22.1	16.2
5	22.1	19.7	5.6
4	11.8	8.0	1.7
3	2.8	2.0	0

Tablo 4: LM317T'li devre için LED akımları

Tablodaki değerlere göre akım-gerilim eğrisi şekil 10'da görülmüyor.

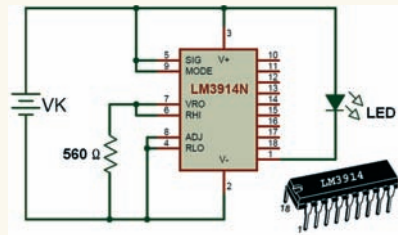


Şekil 10: Akım-gerilim eğrisi

Bu devreye ait sonuçlar incelendiğinde, kaynak geriliminin 7V'a düşüncüye kadar LED akımlarının tamamen aynı olduğu görülmüyor. Daha düşük gerilimlerde beyaz LED akımı hızla azalıyor. Devredeki eleman sayısının az olması ve devrenin 7-9V arasında çok iyi çalışması dikkate alınırsa bu devre test cihazı yapımında tercih edilebilir. Fakat beyaz LED için devrenin iyi sonuç üretmemesi ve maliyetinin yüksek olması dezavantajlı yanları arasında.

## Devre 4

Şekil 11'deki devrede, LM3914 entegresi ve bir adet direnç bulunmaktadır. Bu entegre genellikle bargraf display sürmede kullanılıyor ve iç yapısında 1.25V'luk bir referans gerilim kaynağı içeriyor. LED akımını sabit tutma özelliği olduğundan devre akım kaynağı olarak çalışıyor.



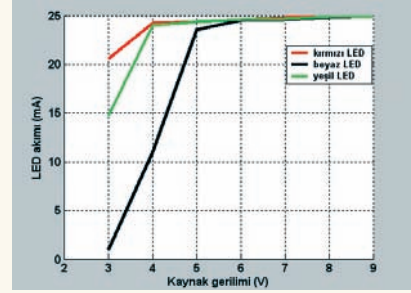
Şekil 11: LM3914'lü devre

Kaynak geriliminin azaltılması durumunda LED akımlarının nasıl değiştiği tablo 5'de görülmekte.

VK (Volt)	LED akımı (mA)		
	Kırmızı	Yeşil	Beyaz
9	25.0	25.0	25.0
8	24.9	24.9	24.8
7	24.8	24.7	24.6
6	24.6	24.6	24.5
5	24.4	24.4	23.6
4	24.2	24.0	11.0
3	20.6	14.7	1.0

Tablo 5: LM3914'lü devre için LED akımları

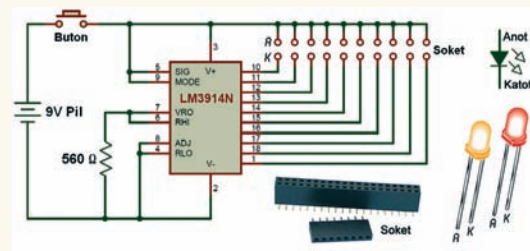
Tablodaki değerlere göre akım-gerilim eğrisi şekil 12'de görülmüyor.



Şekil 12: Akım-gerilim eğrisi

Sonuçlar incelendiğinde, devrenin 4.5V'un üzerinde çok iyi çalıştığı görülmüyor. Kaynak geriliminin %50 azalması durumunda bile LED akımları neredeyse değişmiyor. Devrenin en büyük avantajı aynı anda 10 adet LED'i test edebilecek yeterlilikte olması. 10 adet LED aynı anda test edildiğinde LED akımları arasındaki fark %5 kadar olmaktadır. Bu da ihmal edilebilecek kadar küçük bir fark. Devrede sadece bir adet entegre ve bir adet direnç bulunduğu düşük maliyetli ve montajı kolay bir çözüm sunuyor.

Böylece 4 adet devre karşılaştırılarak en uygun test devresi belirlenmiş oldu. Şekil 13'te 10 adet LED'i test edilecek cihazın devre şeması görülmüyor.



Şekil 13: Devre şeması

Devrede 9V'luk bir pil, bir adet bas-çek türünde buton, 560 ohm'luk direnç, LM3914 entegresi ve LED'lerin takılacağı dişi soket bulunuyor. Soket olarak çift sıra dişi pin dizisi ya da entegre soketi kullanılabilir. Test işlemi öncesinde LED'leri anot-katot uçlarını dikkate alarak doğru şekilde sokete yerleştirmek gerekiyor.



Şekil 14'te yurtdışında satılan çeşitli LED test cihazları görülmekte. Yapımı anlatılan devre, uygun bir plastik kutuya yerleştirilerek benzer tasarımlar gerçekleştirilebilir.

Bu yazıda verilen tasarımı gerçekleştiren elektronik severler, ellerindeki LED'leri çabucak test edebilecek kullanışlı bir cihaza sahip olacaklar.

Fırat Üniv. Elek-Elektronik Müh. Bölümü  
yerol@firat.edu.tr