

# UME'DE TASARLANAN DC GERİLİM STANDARDI

Saliha Selçik, Ufuk Sovuksu  
TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME)

## ÖZET

*Bu bildiri, yapımı UME Gerilim Laboratuvarında gerçekleştirilen yüksek kararlılığa sahip, taşınabilir DC gerilim standardını ve yapım çalışmalarını anlatmaktadır. UME DC Gerilim Standardının temelini LTZ1000 ultra-zener isimli zener diyot oluşturmaktadır. 8 adet LTZ1000 zener 6 ay süreyle yaşlanmaya bırakılmış ve bu süre içinde kararlılıkları izlenmiştir. En iyi karakteristiğe sahip zener, UME gerilim standardı yapımında kullanılmıştır. Alınan ölçüm sonuçları, UME Gerilim Standardının kararlılığının 6 ay için 3-4 ppm (parts per million) dolayında olduğunu göstermektedir.*

*Anahtar Kelimeler: Zener, UME DC Gerilim Standardı*

## 1. GİRİŞ

DC gerilim izlenebilirliği, primer seviye laboratuvarlar ile ikinci seviye kalibrasyon laboratuvarları arasında "transfer standart" olarak adlandırılan, yüksek doğruluğa sahip standartlar ile sağlanmaktadır. Bu standartlar kullanılarak alınan ulusal veya uluslararası standartlara olan izlenebilirlik, laboratuvarların çalışma standartlarına aktarılmaktadır. Zener diyot yapılı elektronik gerilim standartları çoğunlukla bu amaç için kullanılan taşınabilir standartlardır.

Bugün çeşitli ticari firmaların elektronik gerilim standartları diğer isimleriyle zener gerilim standartları piyasadan temin edilebilmektedir. Ancak bu standartlar, sahip oldukları doğruluk ve kararlılık ile üretici firmanın ticari beklentileri nedeniyle yüksek fiyatlarda satışa sunulmaktadırlar. UME Gerilim Laboratuvarında bu alanda Türkiye'deki talebi karşılayabilmek amacıyla ucuz, ancak aynı zamanda bir yılda değerindeki değişimi milyonda 4-5 olan zener gerilim standardı için proje başlatılmış ve ilk prototip üretilmiştir. Bu bildiri, UME Gerilim Standardı yapım çalışmasını anlatmaktadır.

## 2. REFERANS ZENER SEÇİMİ

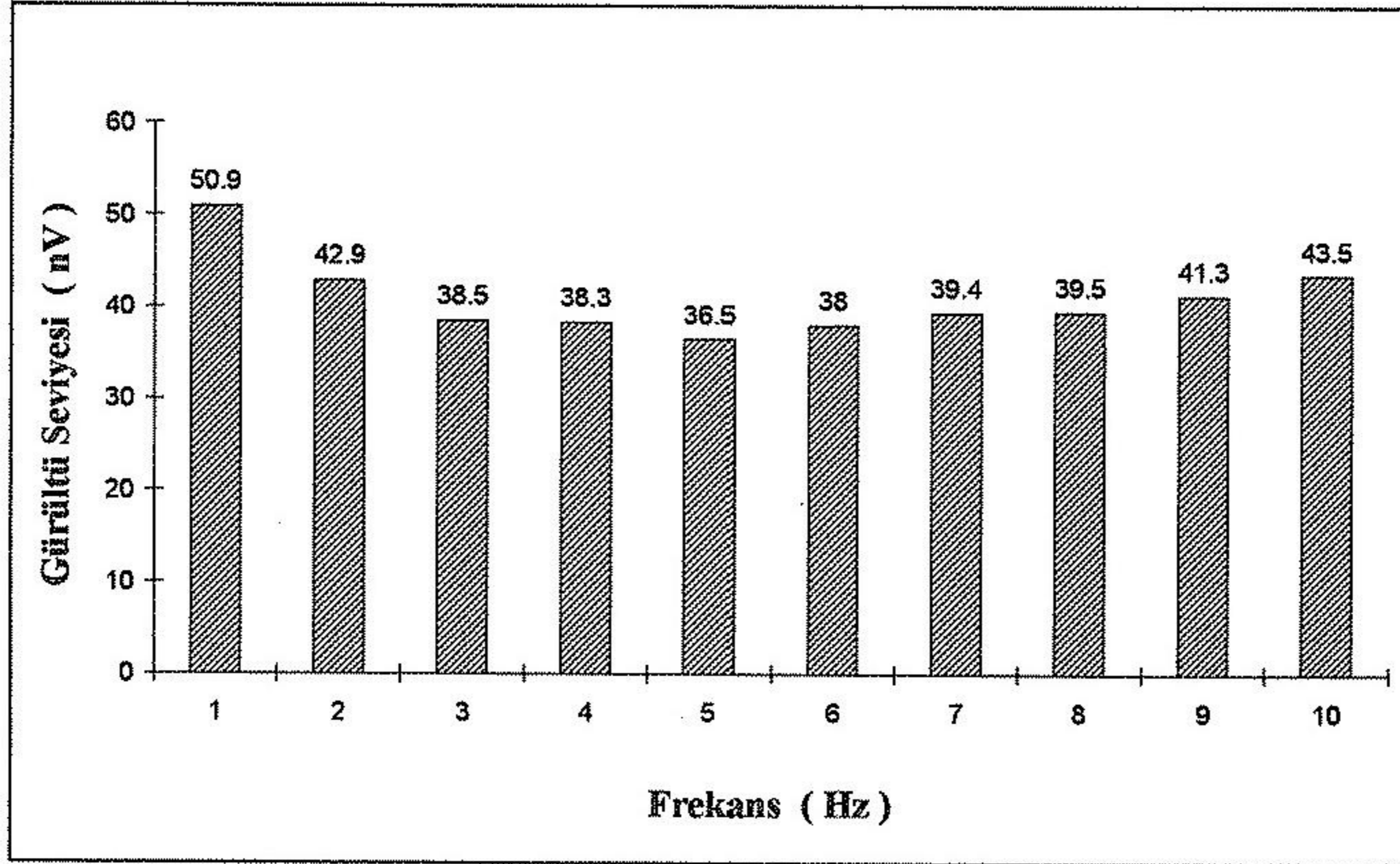
UME Gerilim Standardında kullanılacak referans zener diyot olarak LTZ1000 ultra-zener isimli zener seçilmiştir. LTZ1000 karakteristik değerleri aşağıda verilmiştir:

nominal değer	: 7.2 V	gürültü	: 1.2 $\mu$ V
sıcaklıkla değişim	: $\pm 0.05$ ppm/ $^{\circ}$ C	kararlılık	: $\pm 2$ $\mu$ V/ay

İlk olarak, 8 adet zener diyod için kararlılıklarının en iyi olduğu 5 mA akım değerinde 1 Hz - 10 Hz frekans bandında gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde SR530 Lock-in Amplifier kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, en düşük gürültü seviyesinin yaklaşık 50 nV



mertebesinde olduğunu göstermiştir. Şekil 1, en düşük gürültü seviyesine sahip zenerin karakteristiğini göstermektedir.



Şekil 1. LTZ1000 gürültü spektrumu

Daha sonraki aşamada, LTZ1000 zenerleri, sıcaklık kontrolü bulunmayan ortamlarda “yaşlandırmaya” tabii tutulmuşlardır. Bu süre boyunca, her bir zener diyodun çıkış gerilimi, 8½ dijital bir referans multimetre ile ölçülmüş ve kararlılıkları saptanmıştır; Sıcaklık kontrolü olmayan bir ortamda 6 ay boyunca kararlılık 3-6 ppm dolaylarındadır.

Yapılan bu ölçümler sonucunda gürültü ve kararlılıkta en iyi performans gösteren LTZ1000, UME DC Gerilim Standardı yapımında kullanılmak üzere seçilmiştir.

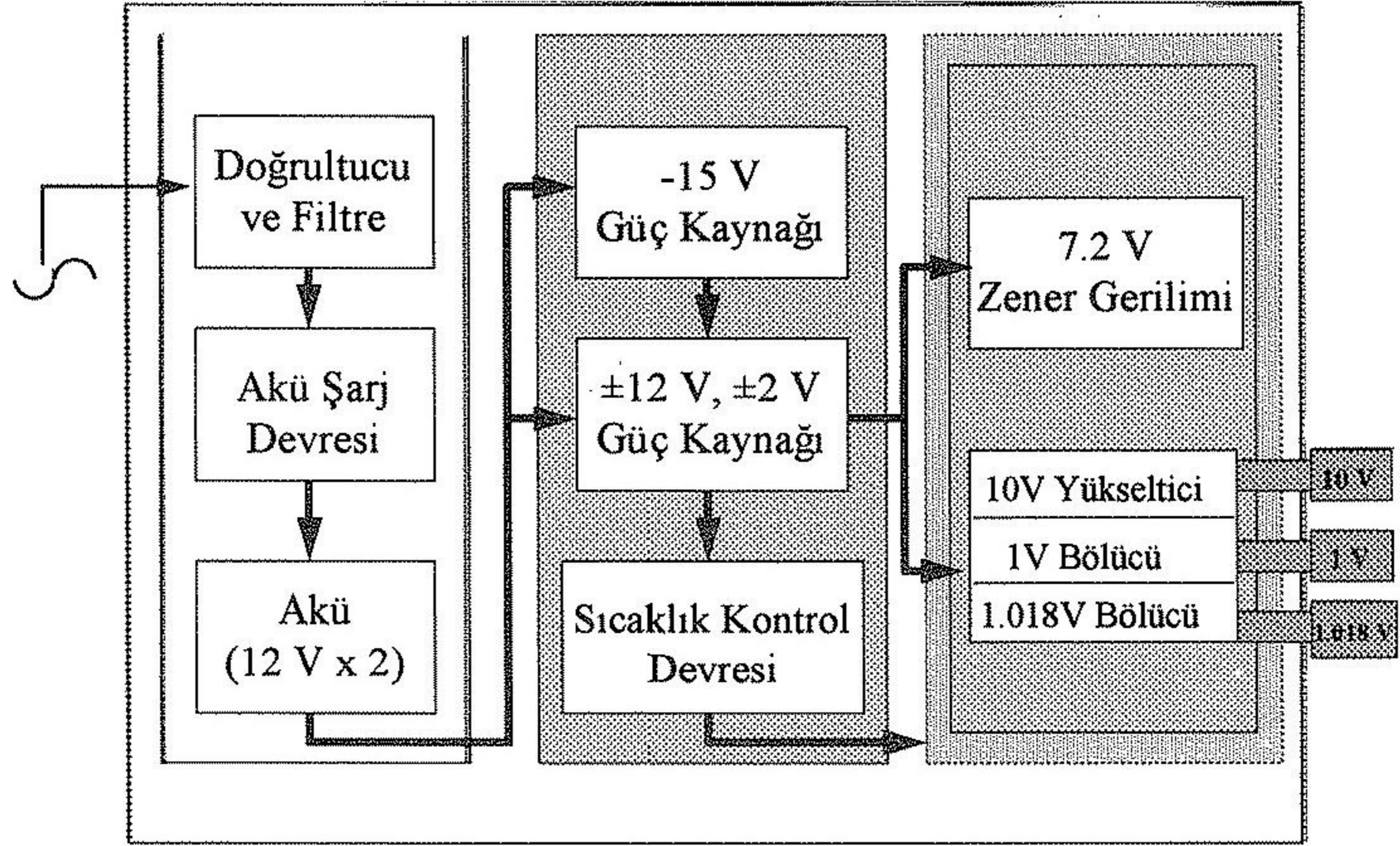
### 3. UME DC GERİLİM STANDARDI ÇALIŞMA PRENSİBİ

UME DC Gerilim Standardı, zener referans devresi, sıcaklık kontrol devresi, akü şarj devresi ve güç kaynağı devrelerinden oluşmaktadır (şekil 2). Doğrultulan-filtrelenen ac gerilim ve akü gerilimi “switching mode” güç kaynağı ile -15 V negatif gerilime çevrilmekte ve regüle güç kaynağı devresinde kullanılmaktadır.

Zener referans devresi,  $\pm 12$  V kararlı güç kaynaklarıyla beslenmekte ve kararlılığı ( $30 \pm 0.1$ ) °C olan sıcaklık kontrol devresi ile sabit sıcaklık altında tutulması sağlanmaktadır. Bu şekilde, standardın çıkış gerilimleri sıcaklık farklarından meydana gelebilecek etkilerden korunmaktadır.

Standart, ac güç yanında akü ile de çalışabilme özelliğine sahiptir. Akü modunda standardın çalışabilme süresi 8 saattir. Bu süre içinde, sıcaklık kontrol devresi ve referans zener sürekli “on” konumunda tutulabilmekte ve bu şekilde, laboratuvarlar arasında transfer sırasında çıkış geriliminde değer değişimi olması önlenmektedir.





Şekil 2. UME DC Gerilim Standardının basitleştirilmiş blok şeması

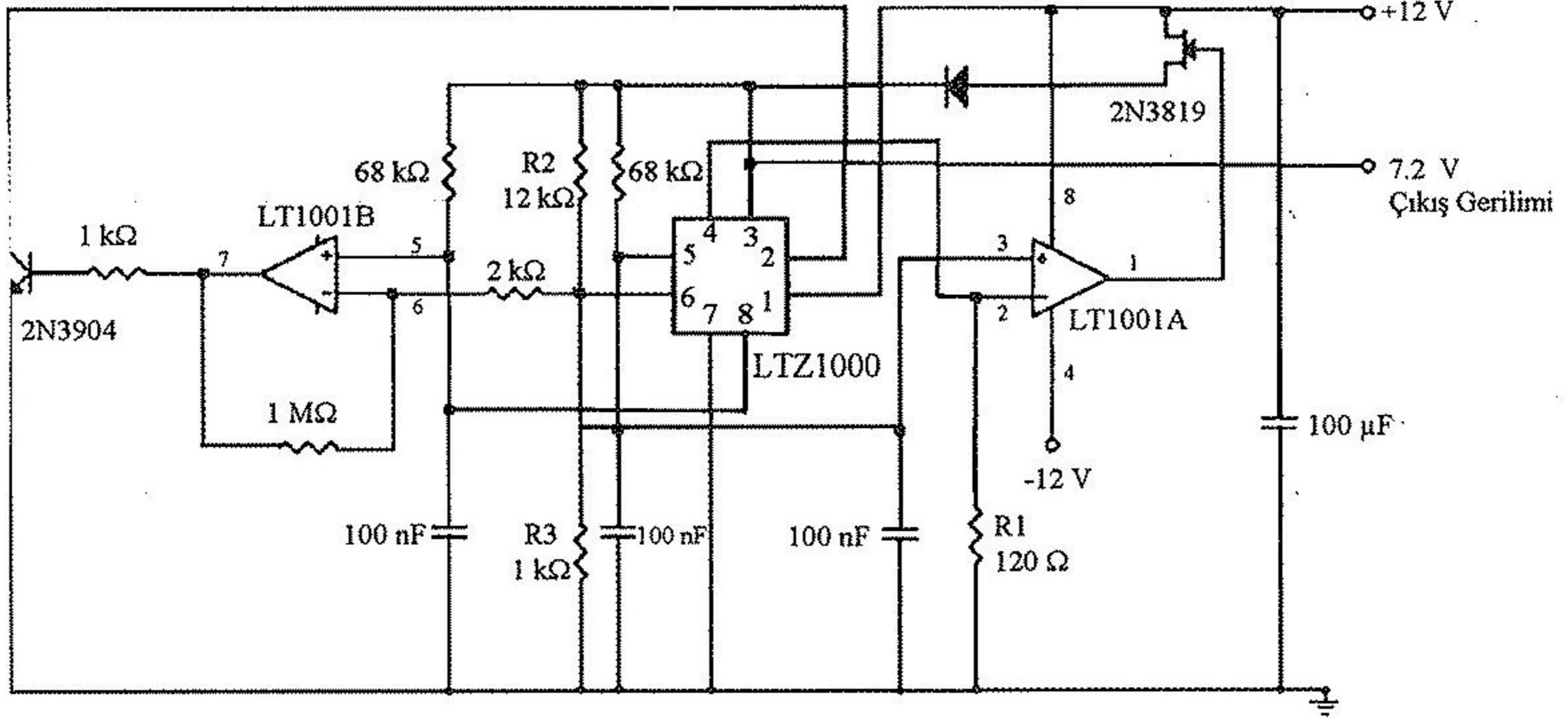
#### 4. ZENER REFERANS KARTI

Seçilen LTZ1000, UME DC Gerilim Standardının referans gerilimini sağlayan referans devrede kullanılmıştır (şekil 3).

8 pinli zenerin sağında yer alan devre ve R1 direnci, zener üzerinden geçmesi gereken 5 mA akımını belirlemektedir. R2 ve R3 dirençleri ve zenerin solunda yer alan devre ise, zenerin iç sıcaklığını kontrol etmektedir. R2/R3 direnç oranı 12:1 seçilerek, zener sıcaklığı 45°C 'de tutulmuştur.

DC gerilim standartları genel olarak üç farklı gerilim çıkışına sahiptirler; 1V, 1.018 V ve 10 V. Bu nedenle, UME DC Gerilim Standardı 1V, 1.018 V ve 10V çıkış gerilim değerleri için tasarlanmıştır. 10 V gerilim değeri, 7.2 V zener gerilim değerinin, gürültü seviyesi düşük LT1001 op-amp ile yükseltilmesi suretiyle elde edilmektedir. 1V, 1.018 V çıkış gerilimleri ise, 7.2 V referans zener geriliminin, toleransı  $\pm 0.1\%$  ve sıcaklık katsayısı  $\pm 15$  ppm/°C olan metal film dirençler kullanılarak bölünmesi suretiyle elde edilmektedir.

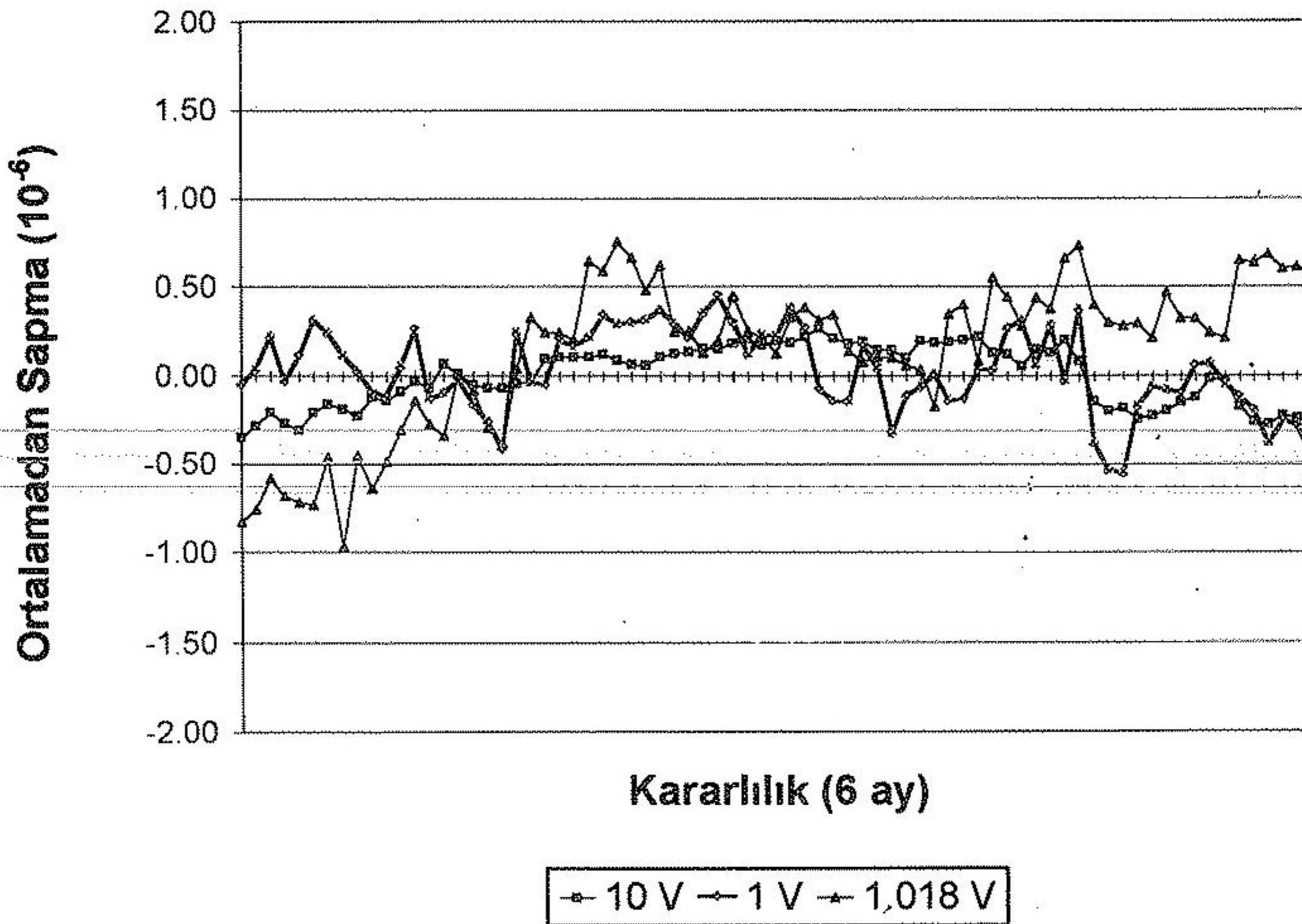




Şekil 3. UME DC Gerilim Standardının referans devresi

### 5. ÖLÇÜM SONUÇLARI

UME DC Gerilim Standardının kararlılığı, her çıkış geriliminin Datron 1281 multimetre ile periyodik aralıklarla ölçülmesi suretiyle test edilmiştir. Ölçümler, haftada 1 olmak üzere otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Kararlılık, her ölçüm değerinin genel ortalama değerinden sapması hesaplanarak belirlenmiştir. Beklenildiği gibi, sıcaklık kontrolü altında referans standart daha iyi kararlılık göstermektedir. Şekil 4, UME Gerilim Standardının 1V, 1.018V ve 10V çıkış gerilimlerinin kararlılık grafiğini vermektedir.



Şekil 4. UME DC Gerilim Standardının izlenme sonuçları

## 6. SONUÇLAR

UME DC Gerilim Standardı, 1V, 1.018V, 10V çıkış gerilimleri,  $3-4 \times 10^{-6}$  kararlılığı, ortam sıcaklığı değişimlerine karşı duyarsızlığı, taşınabilirliği ve ac güç olmaksızın 8 saat akü modunda kesintisiz çalışabilme özellikleriyle, dc izlenebilirliğini laboratuvarlar arasında taşıyabilecek bir transfer standardı olma özelliğine sahiptir.

## KAYNAKLAR

- [1] "P.J.Spreadbury, "The ultra zener-a portable replacement for the Weston Cell?", IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol.40, No. 2, sf. 343-346, Nisan 1991.