

# ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ'NDE ELEKTRİKSEL AKIM BİRİMİNİN İZLENEBİLİRLİĞİ

Şahin Özgül

TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME), P.K.21, 41470 Gebze - Kocaeli

## Özet

7 temel SI / Uluslararası birimler sistemi / biriminden biri olan amper tanımı, bir kütleyle ait ağırlık kuvveti ile akım şiddetinin yarattığı elektrodinamik kuvveti dengeleyen bir terazi ile gerçekleştirilir. Elektrodinamik kuvvet, geometrisinden akım şiddetine bağlı olarak kuvvetin hesaplanabileceği bir bobin kombinasyonu ile üretilir. Pratikte akım birimi olan amperi gerçekleştirmek zor olduğu için UME ( Ulusal Metroloji Enstitüsü )'de akım birimi, gerilim birimi volt ve direnç birimi ohm vasıtası ile ve akım şöntleri kullanılarak dolaylı olarak oluşturulmaktadır.

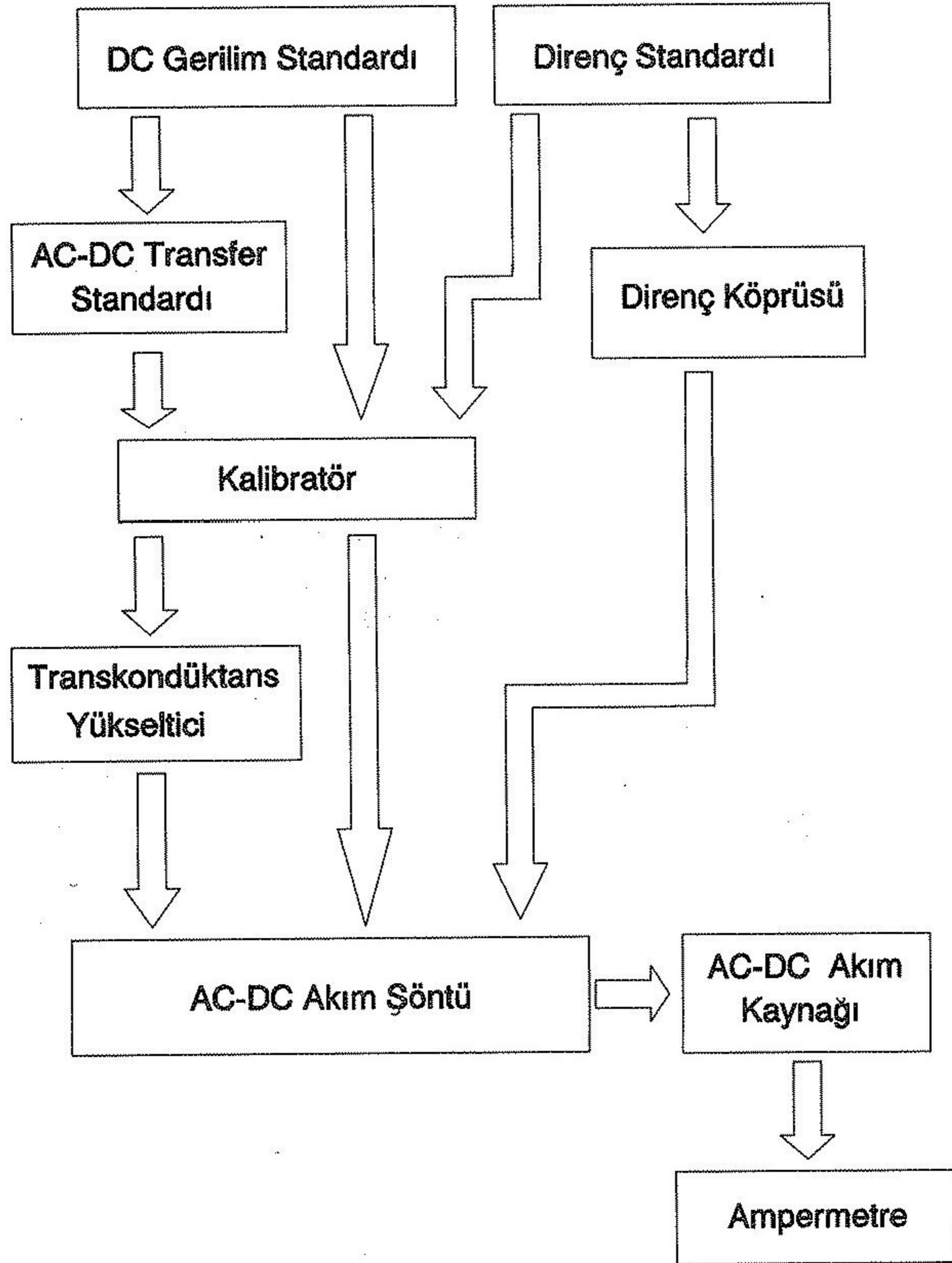
## 1. Giriş

Elektriksel akım şiddetine ait temel ölçüm birimi olan amper (A), boşlukta birbirlerinden bir metre uzaklıkta bulunan ihmal edilebilir dairesel kesitli sonsuz uzunluktaki paralel iki doğrusal iletkenler arasında metre başına  $2 \times 10^{-7}$  Newton'luk bir kuvvet oluşturan, zamanla değişmez elektrik akım şiddetidir [1]. Bu tanıma göre amperi gerçekleştirmek için bir kütleyle ait ağırlık kuvveti ile akım şiddetinin meydana getirdiği elektrodinamik kuvveti dengeleyen bir akım terazisi ile gerçekleştirilir. UME Gerilim laboratuvarında amper, gerilim birimi volt ve direnç birimi ohm vasıtasıyla dolaylı olarak oluşturulmaktadır.

## 2. Ac ve Dc Akım İzlenebilirlik Zinciri

Birincil seviye ulusal volt birimi, UME'de iki grup (8 adet) doymuş Weston pilleri ve 9 adet Zener diyotlu elektronik dc gerilim standartları ile gerçekleştirilmektedir. Bu 9 adet Zener diyotlu elektronik dc gerilim standartlarından birisi periyodik olarak dünyada birincil seviyede volt birimi olan Josephson eklem sistemi ile karşılaştırılmaktadır. Direnç birimi olan ohm ise Quantum Hall standart sistemi ile transfer dirençlerle karşılaştırılarak izlenebilirlik sağlanmaktadır. Akım şöntleri bu transfer dirençler ile karşılaştırılarak değerleri tesbit edilmektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi ac ve dc akım için izlenebilirlik, ac ve dc akım şöntleri kullanılarak gerilim ve direnç standartları üzerinden sağlanmaktadır [2].





Şekil 1. Ac ve dc akım için izlenebilirlik zinciri

### 3. Akım Kaynağı Kalibrasyonu

Akım kalibrasyonlarında çeşitli değerlerde akım şöntleri kullanılmaktadır. Kalibre edilecek akım kaynağının çıkış uçları referans akım şöntünün akım uçlarına bağlanır. Referans akım verildikten sonra şöntün gerilim uçlarından hassas bir voltmetre ile gerilim düşümleri ölçülür. Akım kaynağın değeri  $I=V/R$  bağıntısı ile hesaplanır. Kaçak akım düzeltmenin ihmal edilebilir olması için giriş empedansı  $10^9 \Omega$  dan büyük olan bir sayısal voltmetre kullanılır. Ortam sıcaklığı  $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$  içinde sabit tutulur. Bütün girdi değerleri birbirinden bağımsızdır. Ohm kanununa göre çıkış büyüklüğünün giriş büyüklüğüne bağlıdır. Akım kaynağın kalibrasyonunda, toplam belirsizlik, cihaz ve ulusal standartlar arasındaki belirsizliktir. İzlenebilirlik zincirindeki tüm belirsizlikleri içerir. Toplam belirsizliğin hesaplanması, kalibrasyon sisteminden gelen tüm belirsizliklerin karelerinin toplamının karekökü alınarak bulunur.

Burada,

I : Kaynak akım değeri

V : Referans şönt üzerinde düşen gerilim değeri,

R : Referans akım şöntünün direnç değeridir.

Tablo 1. UME Gerilim Laboratuvarında dc/ac akım kalibrasyonu için ölçme aralıkları ve belirsizlik değerleri

Ölçme Büyüklüğü	Ölçme Aralığı	Belirsizlik ( $\times 10^{-6}$ )
DC Akım	100 $\mu\text{A}$ - 220 $\mu\text{A}$	27
	220 $\mu\text{A}$ - 1 mA	27
	1 mA - 2.2 mA	27
	2.2 mA - 10 mA	27
	10 mA - 22 mA	27
	22 mA - 100 mA	27
	100 mA - 220 mA	26
	220 mA - 1 A	26
	1 A - 11 A	50
	11 A - 20 A	300



Ölçme Büyüklüğü	Ölçme Aralığı	Ölçme Şartları	Belirsizlik (x10 <sup>6</sup> )
AC Akım	100 $\mu$ A	10 Hz	1000
		1 kHz	340
		5 kHz	1100
	220 $\mu$ A	10 Hz	909
		1 kHz	318
		5 kHz	2864
	1 mA	10 Hz	750
		1 kHz	180
		5 kHz	1100
	2.2 mA	10 Hz	909
		1 kHz	318
		5 kHz	2864
	22 mA	10 Hz	909
		1 kHz	318
		5 kHz	2864
	100 mA	10 Hz	750
		1 kHz	190
		5 kHz	110
	220 mA	10 Hz	623
		1 kHz	832
		5 kHz	1200
	1 A	10 Hz	410
		1 kHz	690
		5 kHz	850
2.2 A	40 Hz	477	
	1 kHz	477	
	5 kHz	1000	
11 A	40 Hz	416	
	1 kHz	416	
	5 kHz	885	
20 A	50 Hz	754	
	1 kHz	754	
	5 kHz	3751	

#### 4. Sonuç

UME'nin kısa dönem amaçlarından ikisi Josephson eklem sistemi ile gerilim, Quantum Hall etki sistemi ile de direnç birimini oluşturmaktır. Bu iki elektriksel birimlerden akım birimi elde edilmektedir. UME Gerilim Laboratuvarından yapılan ölçümler için dc/dc akım ölçme aralıkları ve belirsizlik değerleri tablo 1'de gösterilmiştir. Akım belirsizlik değerleri, UME'de Josephson eklem sistemi ve Quantum Hall etkisi sistemi kurulduktan sonra düşecektir.

#### KAYNAKLAR

1. SI Uluslararası Birimler Sistemi, UME, 1994
2. UME Elektriksel Metroloji Laboratuvarlarının mevcut kalibrasyon imkanları ve kısa dönem amaçları.