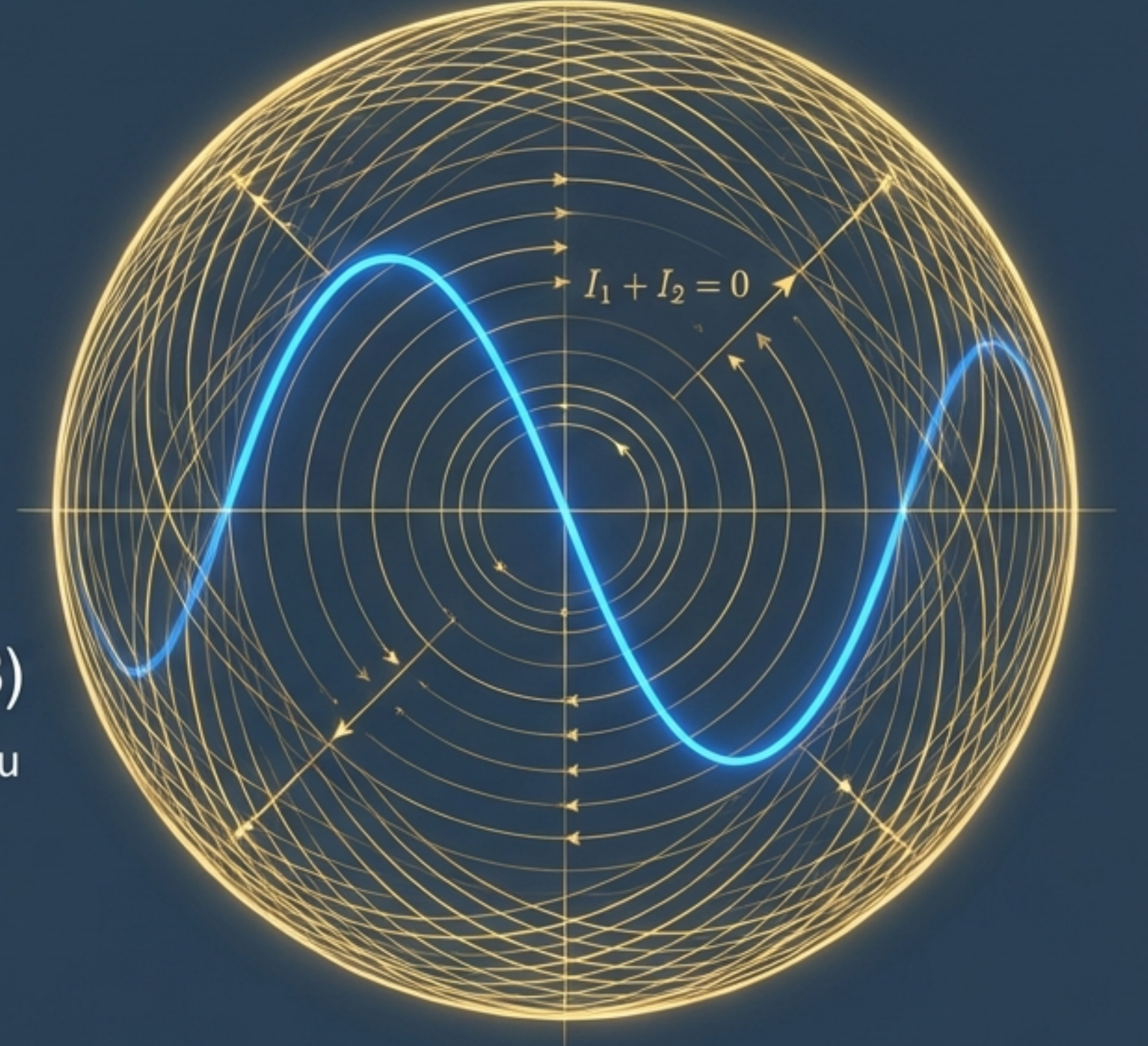


Elektrik çarpmalarına ve Yangınlarına Karşı Koruma

İleri Düzey Mühendislik Rehberi (Bölüm 3)

Kaçak Akım Cihazları (RCD), Seçicilik ve Sistem Koordinasyonu



Çalışma Prensibi: Vektörel Toplam

Normal, sağlıklı bir devrede giren ve çıkan akımların vektörel toplamı sıfırdır.

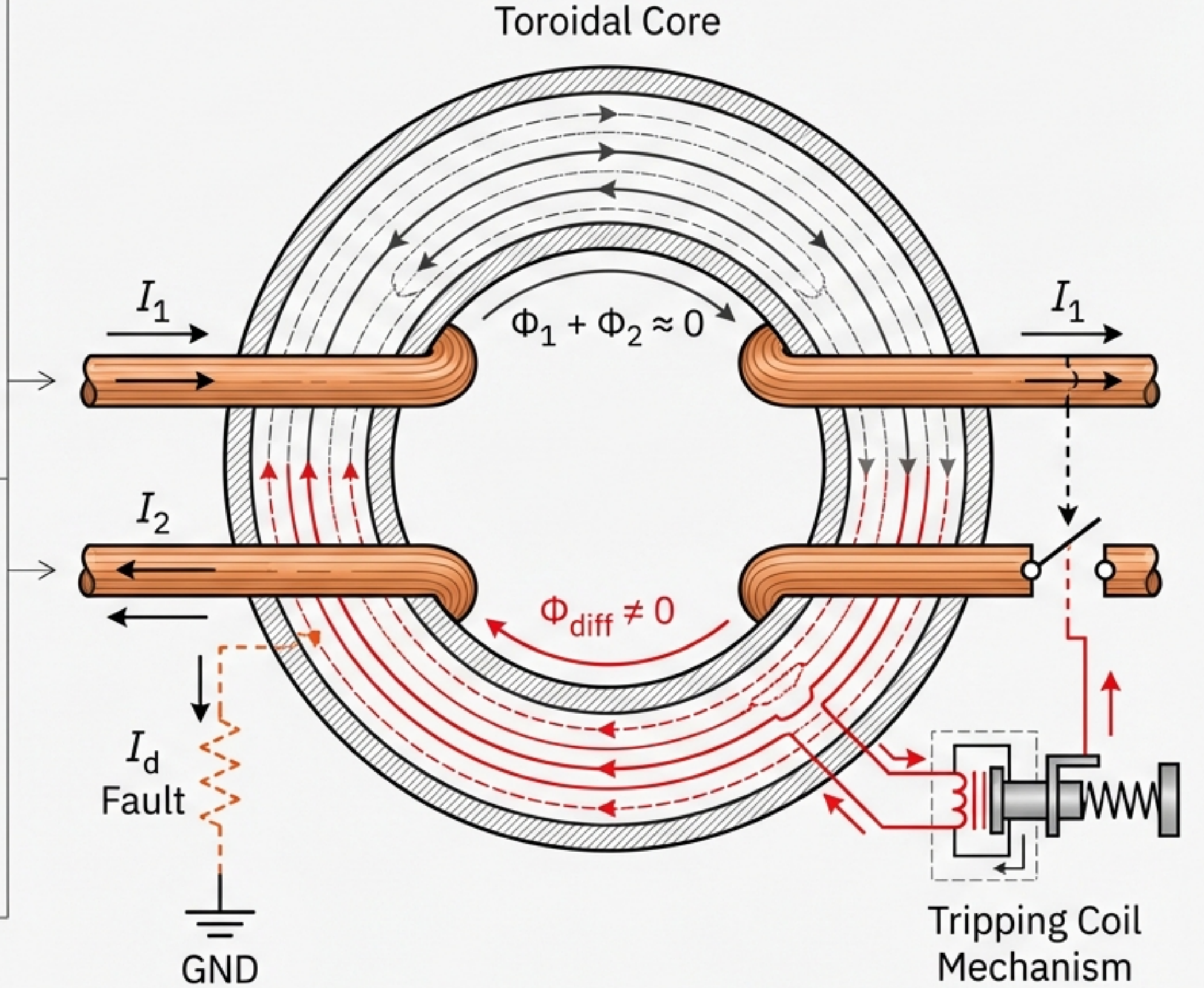
$$I_1 + I_2 = 0$$

Bir toprak hatası (I_d) olduğunda denge bozulur. Oluşan manyetik akı farkı "Kaçak" veya "Artık" akım olarak adlandırılır.

VI (Voltajdan Bağımsız) Teknolojisi

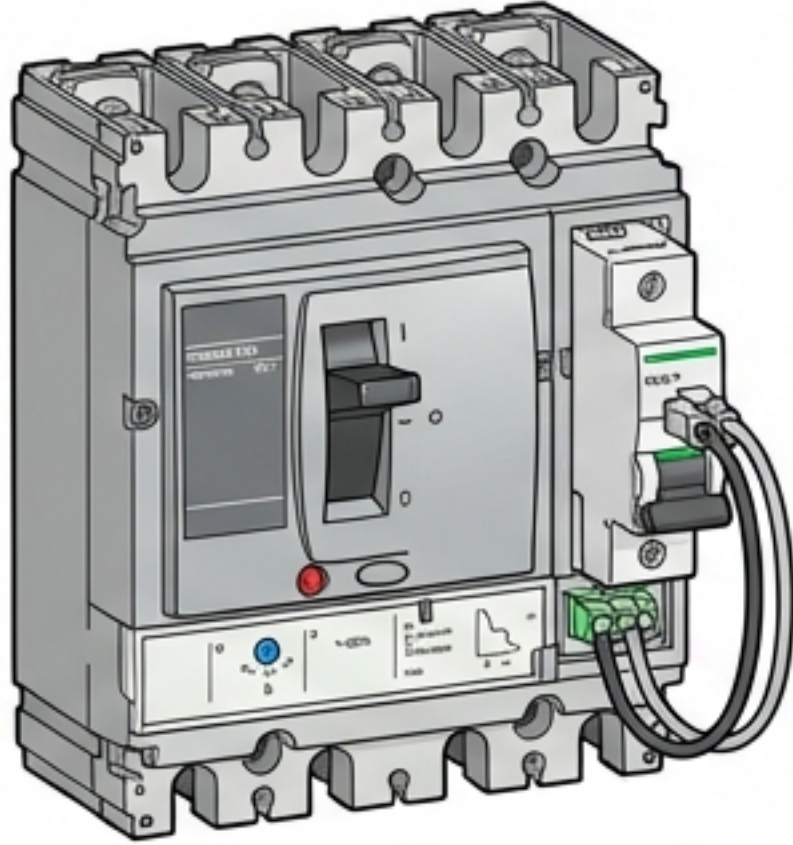
Mekanizmayı açtırmak için gereken enerji doğrudan kaçak akımdan elde edilir. Hat voltajı 50V'a düşse bile koruma garanti altındadır.

Elektronik bağımlı sistemlerden daha güvenilirdir.



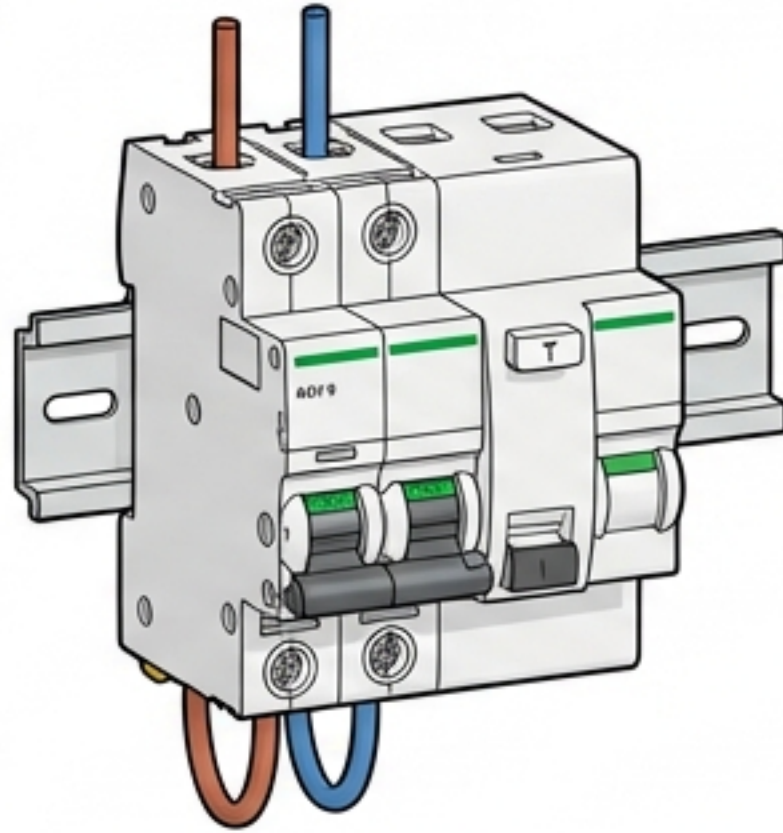
RCD Form Faktörleri ve Entegrasyon

Koruma sisteminin fiziksel uygulamaları



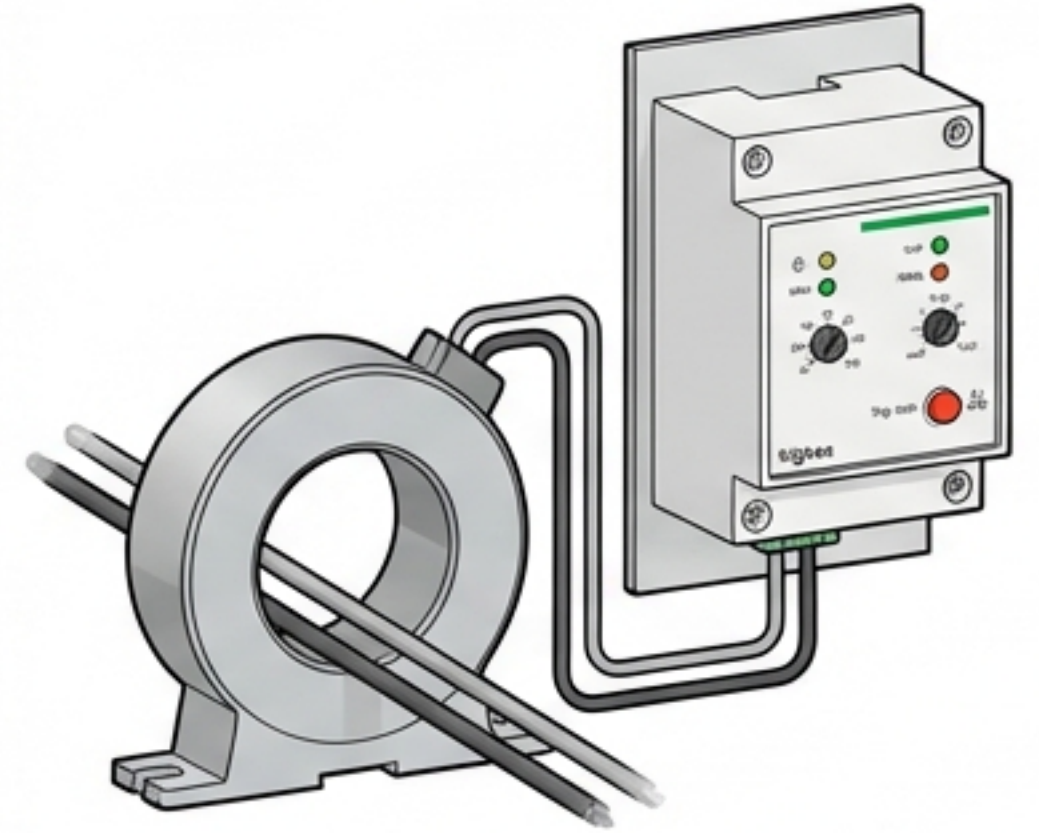
Endüstriyel Tip (MCCB/ACB)

IEC 60947-2 standartlarına uygun. Entegre RCD modülleri içerir. Ana dağıtım panoları için.



Ray Tipi (DIN Rail)

IEC 61008/61009 uyumlu. Ev ve ofis dağıtımı için MCB ve RCCB çözümleri.



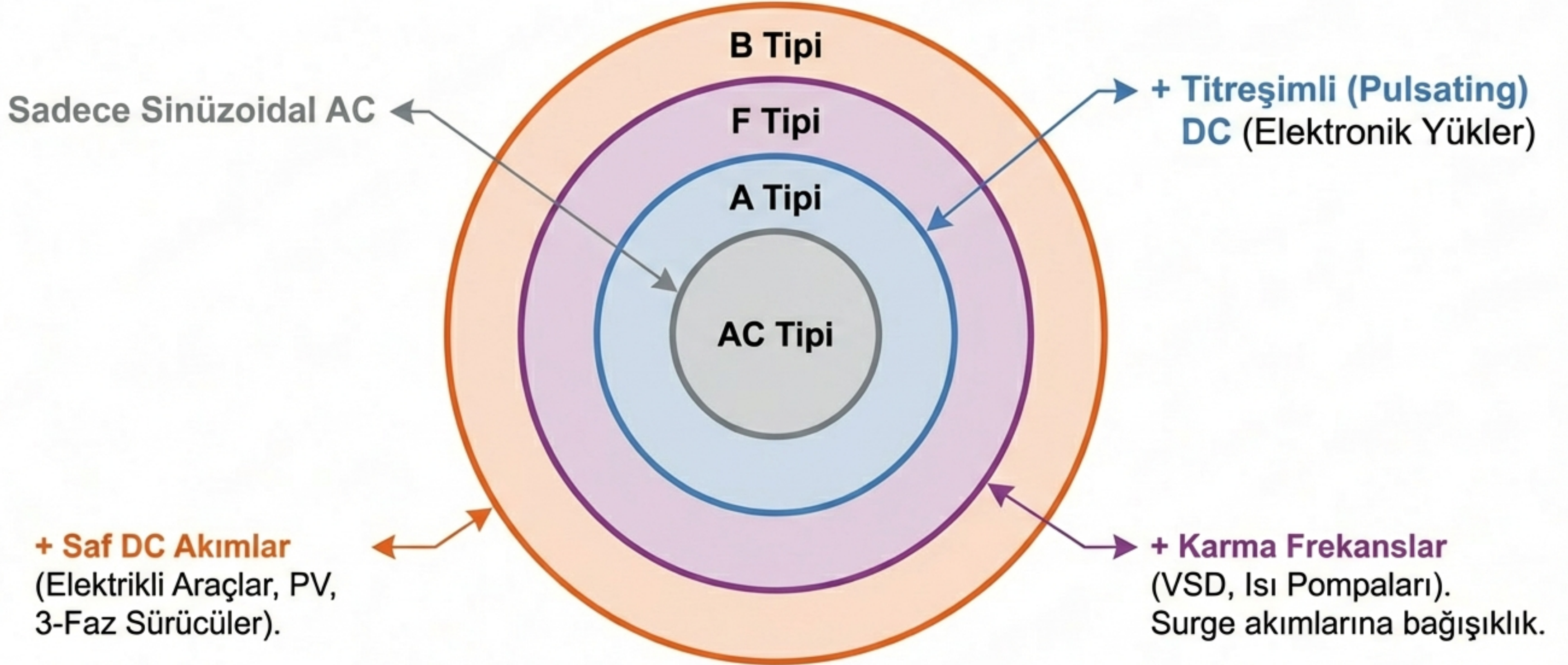
Toroidal Röleler (Vigirex)

IEC 60947-2 Ek M. Esnek montaj ve hassas ayar imkanı sağlayan harici sistemler.

TT sistemlerin kaynağında zorunludur ve seçicilik yeteneğine sahip olmalıdır.


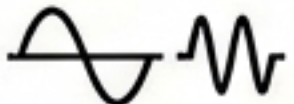
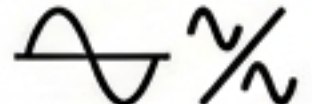
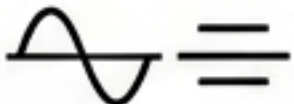

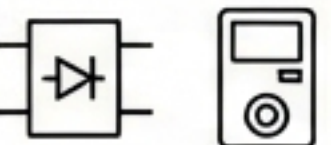
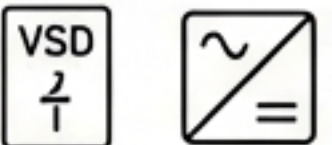

RCD Tipleri ve Kapsama Hiyerarşisi

Her üst tip, alt tipin özelliklerini kapsar.



Yük Karakteristiğine Göre Doğru Seçim

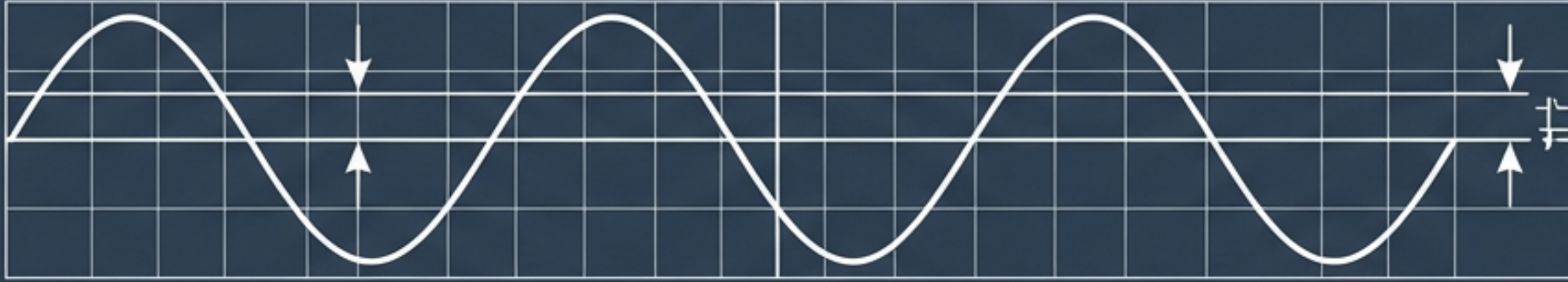
IEC 60755 Referans Matrisi

Yük Tipi	AC Tipi 	A Tipi 	F Tipi 	B Tipi 
 Rezistif/İndüktif Yükler (Isıtıcı, Motor)	✓			
 Tek Fazlı Doğrultucular (Elektronik Cihazlar)		✓		
 Tek Fazlı Sürücüler / Frekans Konvertörleri			✓	
 3-Fazlı Doğrultucular / EV Şarj / PV Sistemler				✓

UYARI: Yanlış seçim 'Körlük' yaratır. DC bileşeni olan bir hatta AC tipi kullanılırsa, manyetik doyum oluşur ve koruma devre dışı kalır.

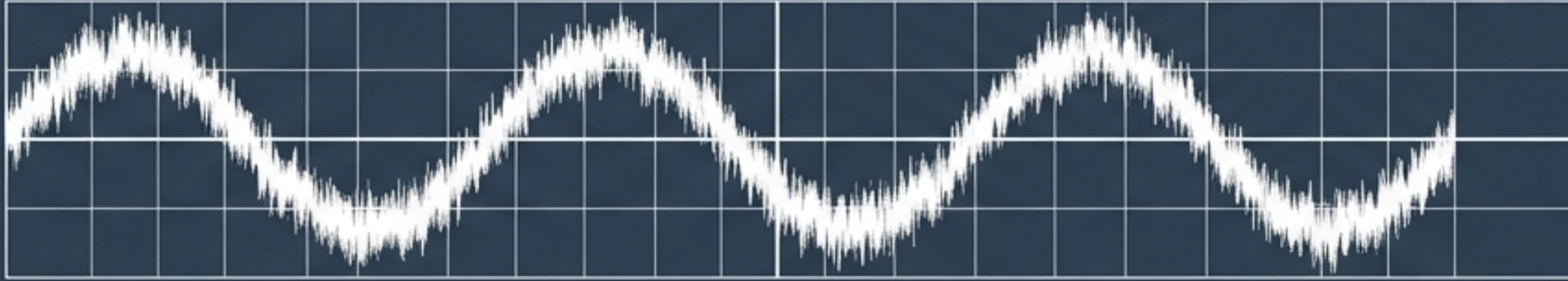
İstenmeyen Açmaların Kaynakları: Elektriksel Bozunumlar

Kalıcı Kaçak Akımlar



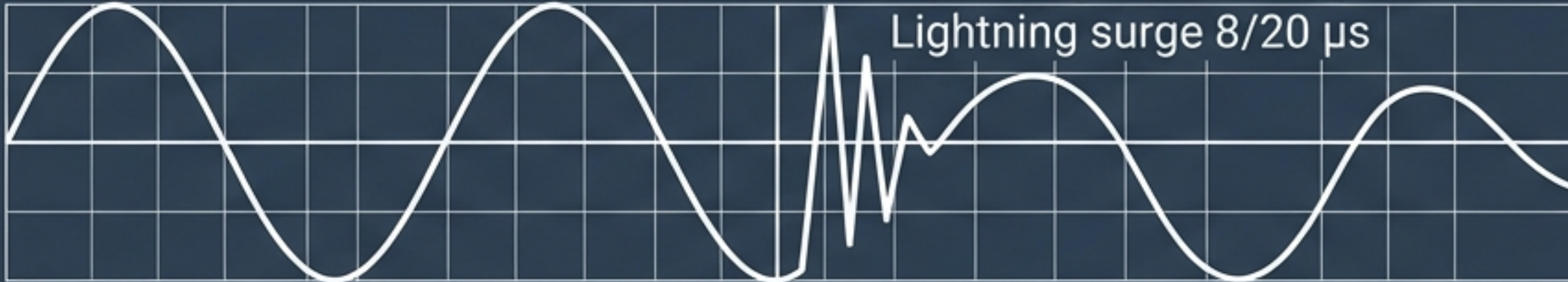
Bilgisayar filtreleri ve uzun kablolar.
(Örnek: 100m kablo \approx 1.5mA kaçak).

Yüksek Frekans (HF)



LED sürücüler ve harmonikler parazit kapasitanslar üzerinden toprağa akar.

Geçici Akımlar (Transients)



Yıldırım veya anahtarlama darbeleri.
Enerjileme sırasındaki kapasitif dolumlar.

Çevresel Dayanıklılık ve 'SI' Çözümü

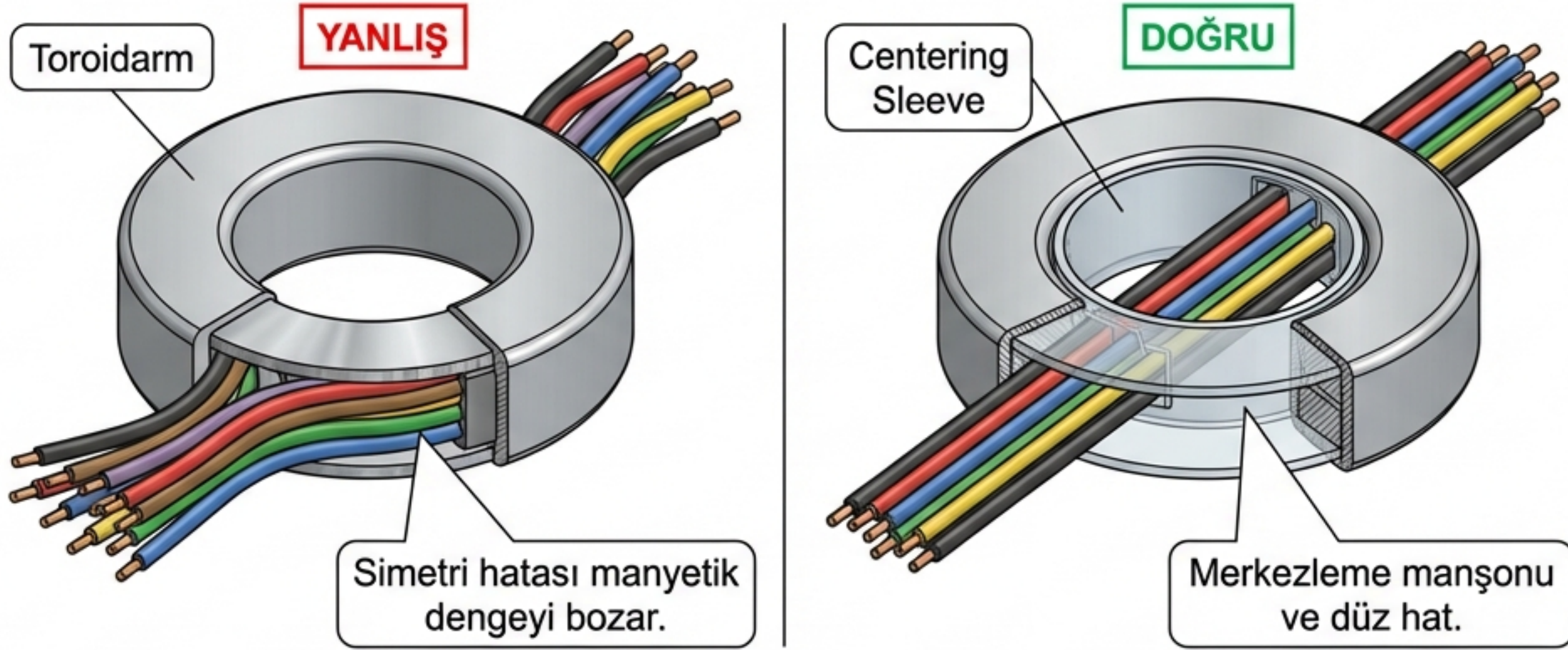
Super Immunized (SI) Teknolojisi ile Zorlu Koşullara Uyum



Gereksiz açmaları önlerken güvenlikten ödün vermez.

Toroidal Akım Trafosu Uygulama Esasları

Hatalı ölçümü önlemek için montaj kuralları



Key Rules:

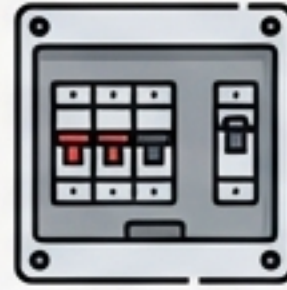
- 1. Merkezeleme:** İletkenler toroidin tam ortasından geçirilmelidir.
- 2. Kablolama:** Kablolar bükülmeden düz bir hat izlemelidir.
- 3. Manyetik Koruma:** Çelik saçlar ve şasi elemanları manyetik alanı etkilememelidir.

Sistem Koordinasyonu ve Seçicilik Temelleri

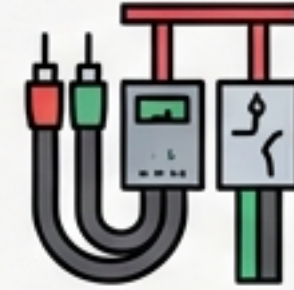
Hata anında sadece en yakın cihazın açması esastır.



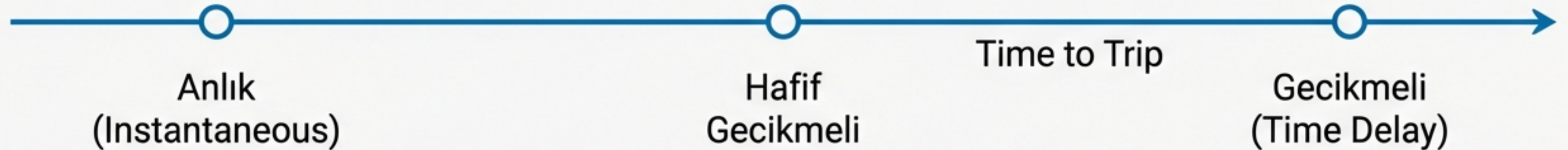
30mA (Hayat Koruma)



300mA (Yangın Koruma)



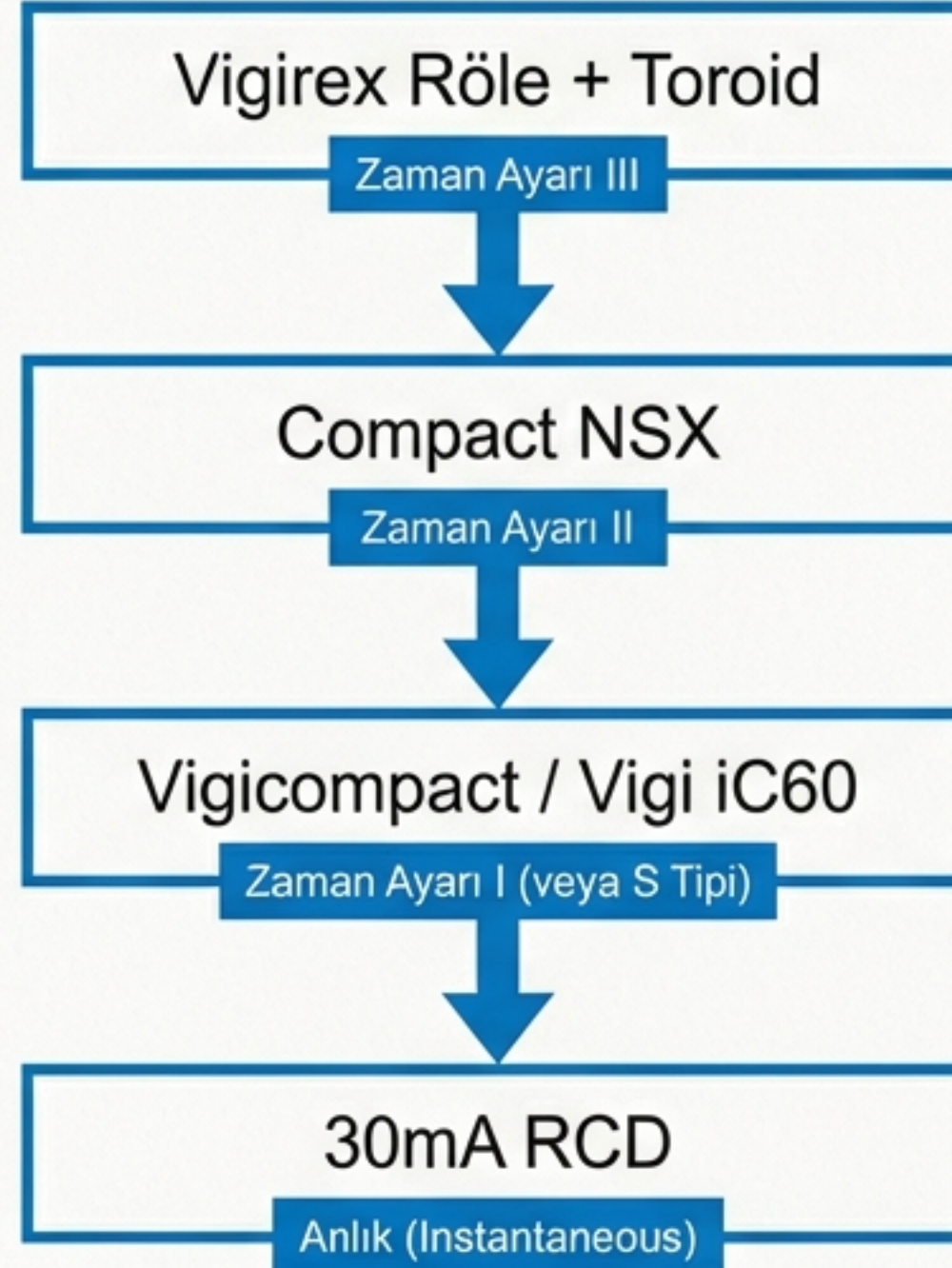
1A (Ana Dağıtım)



Akım Seçiciliği: $I_{\Delta n}$ (Upstream) $>$ $3 \times I_{\Delta n}$ (Downstream)

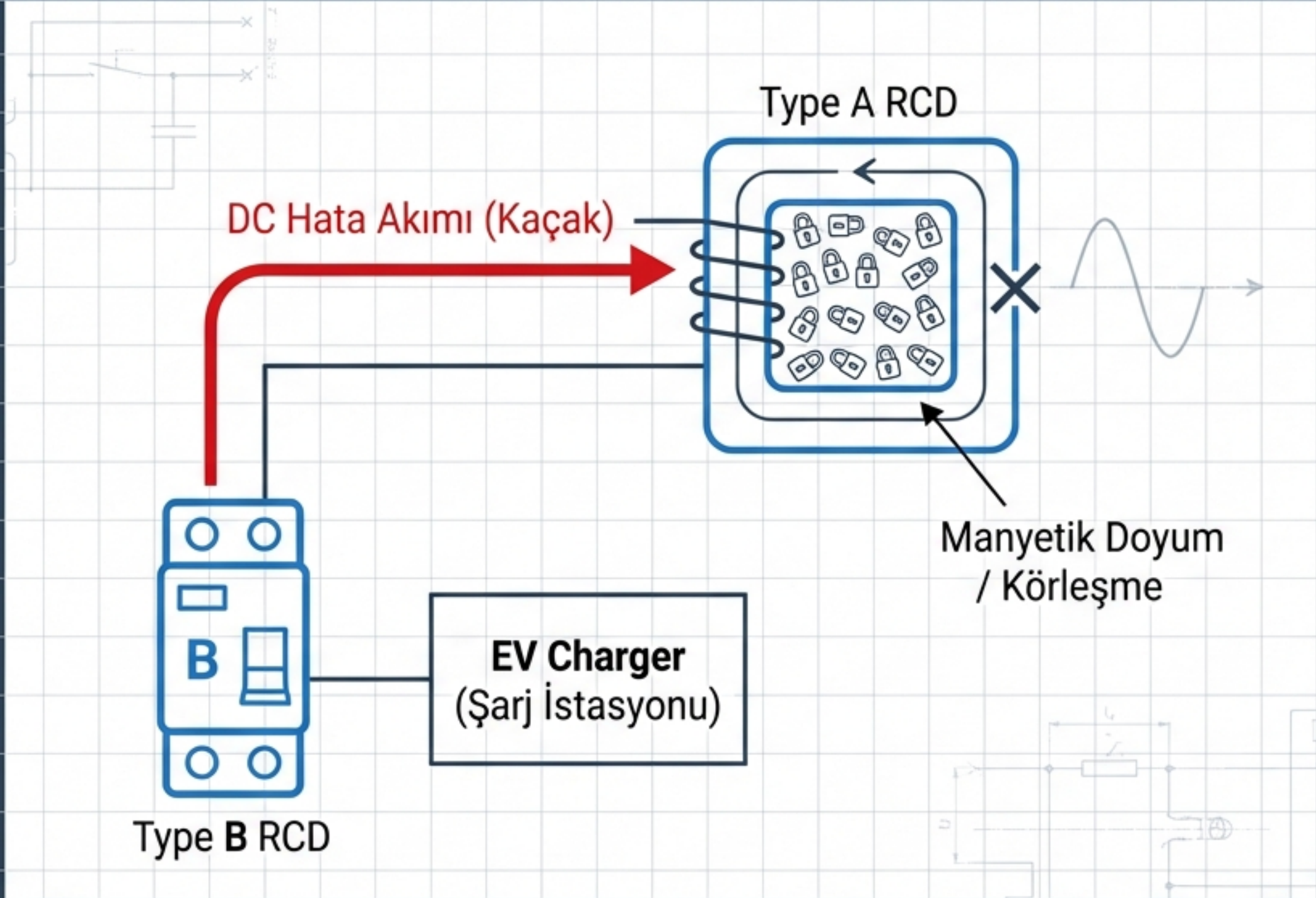
Zaman Seçiciliği: Yukarıdaki cihaz geciktirilmelidir.

Çok Seviyeli Seçicilik Mimarisi (Level 1-4)



Schneider Electric ürün uyumu, 4 seviyede tam seçiciliği garanti eder.

Kritik Uyarı: B Tipi RCD ve 'Körleme' (Blinding) Riski

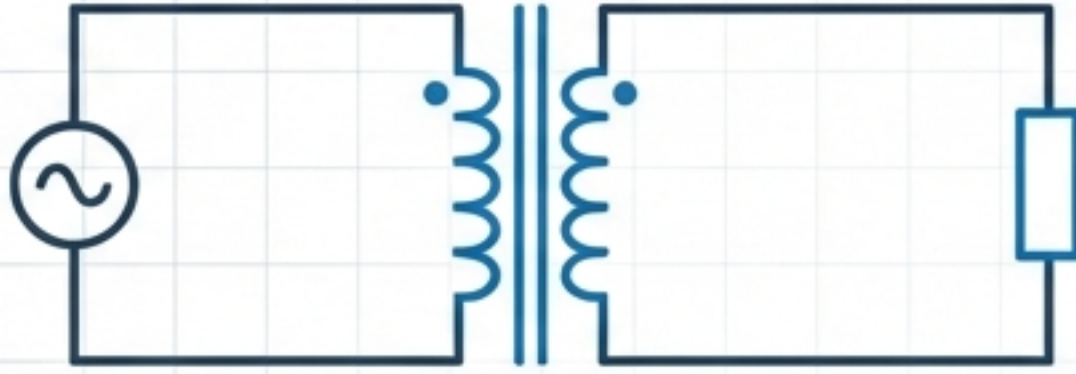


- **Problem:** DC kaçak akımı, yukarıdaki standart A/AC tipi RCD'nin çekirdeğini doyuma ulaştırarak AC hatalarına karşı kör eder.
- **Çözüm Kuralları:**
 1. Eğer aşağıda B Tipi varsa, yukarıdaki RCD de **B Tipi** olmalıdır.
 2. Alternatif: "High Immunity" A Tipi cihazlar (60mA DC'ye kadar dayanıklı) kullanılmalıdır.

Tasarım ile Güvenlik: Ekstra Alçak Gerilim (ELV)

Voltajı tehlike sınırının (50V) altında tutmak.

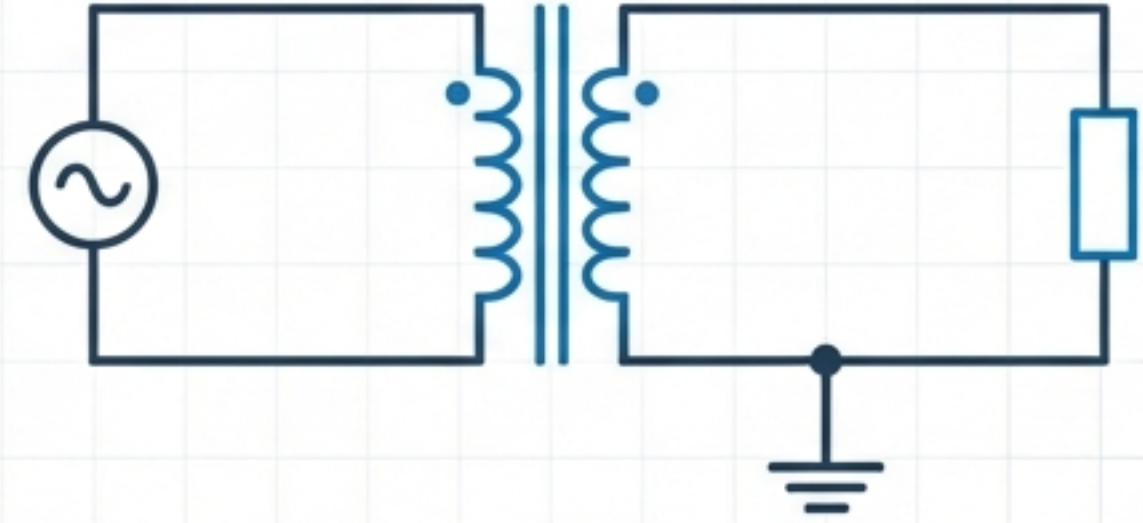
SELV (Safety ELV)



Transformer windings separated. Secondary circuit is **Floating** (No earth connection).

Application: Yüzme havuzları, yüksek riskli alanlar.

PELV (Protected ELV)



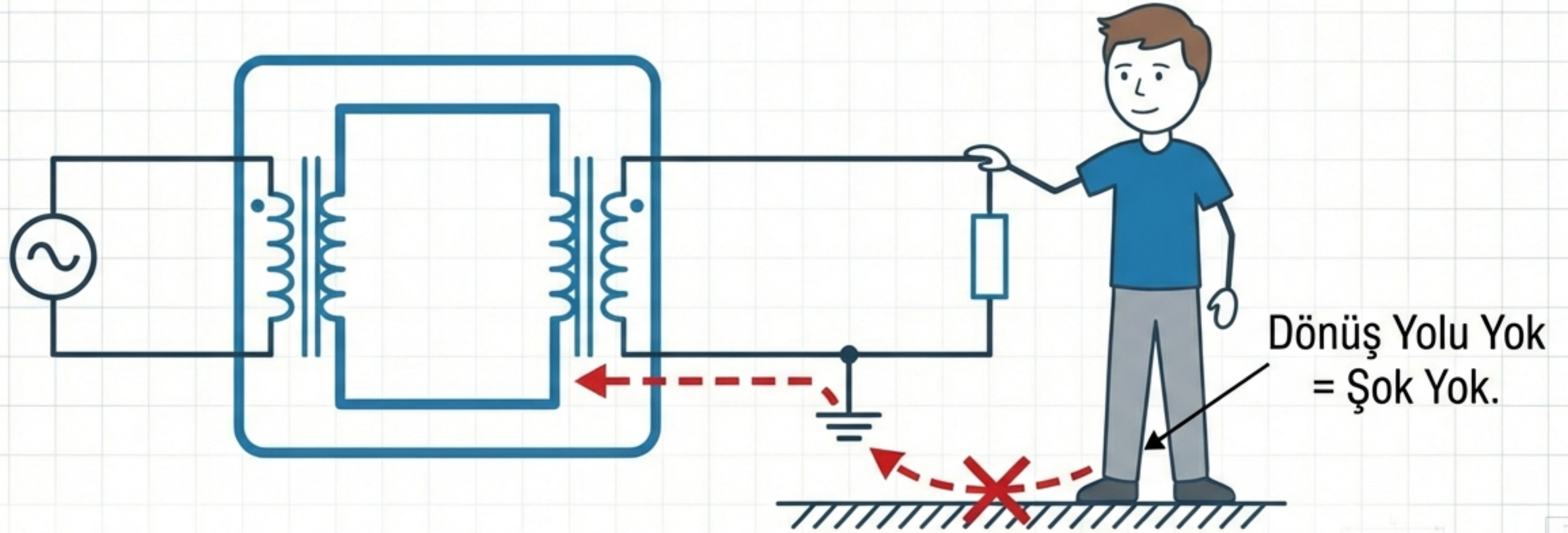
Transformer windings separated. Secondary circuit has **One Point Earthed**.

Application: Genel kontrol devreleri.

FELV (Functional ELV): Sadece fonksiyonel gereklilikler içindir, güvenlik garantisi yoktur.

Elektriksel Ayırma (Electrical Separation)

İzolasyon Trafosu ve Sınıf II



- Sekonder sargı topraktan yalıtılmıştır.
- Kısıtlama: Kapasitif kaçakları önlemek için hat boyu kısa tutulmalıdır.

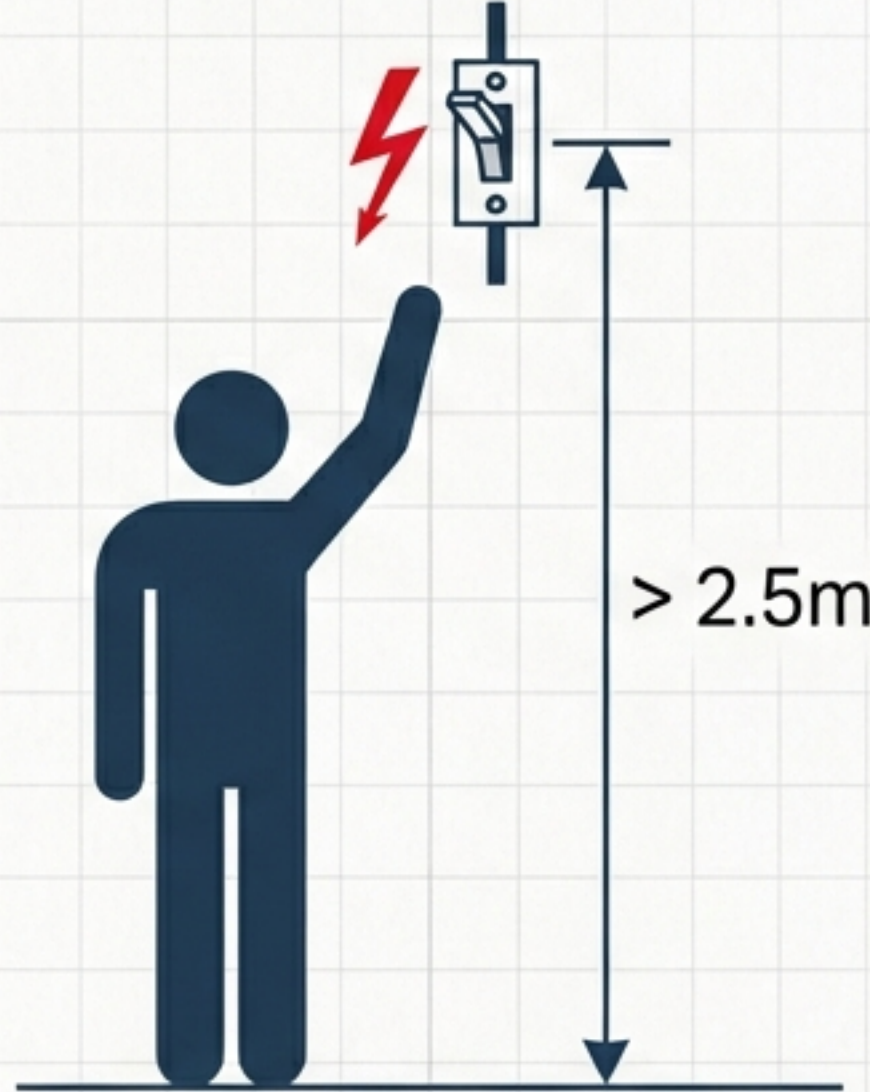
Pasif Koruma Yöntemleri

Sınıf II (Çift İzolasyon)



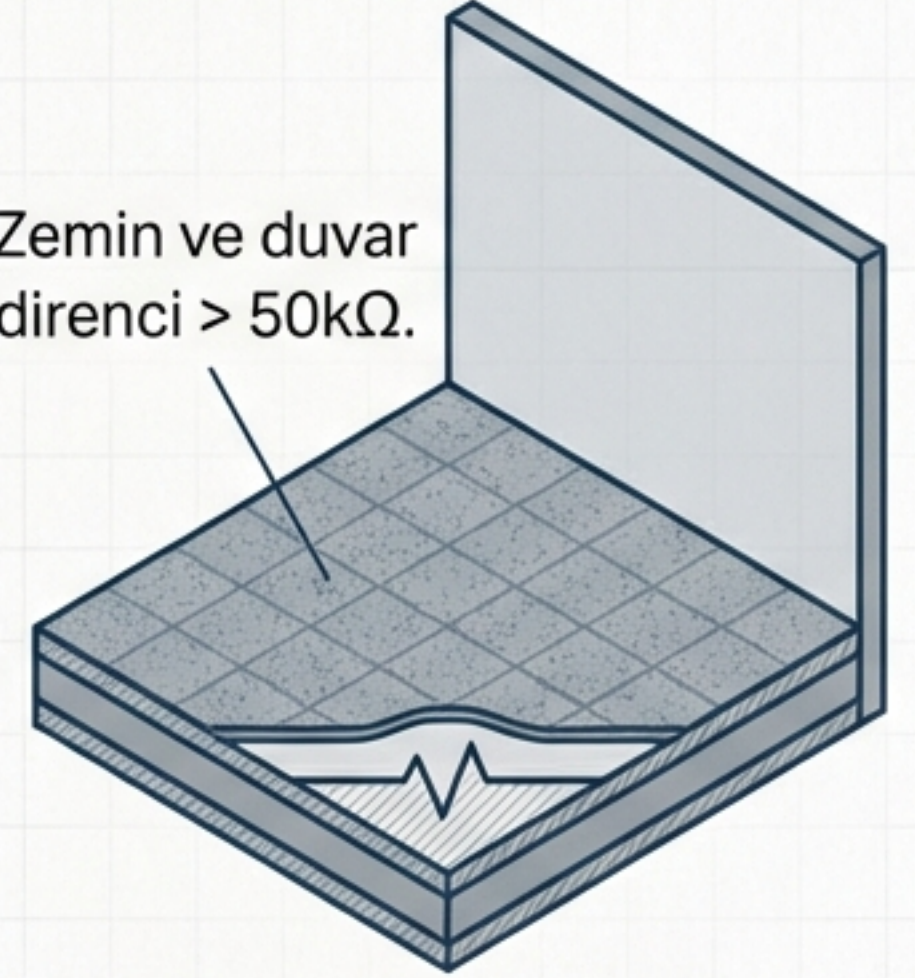
Cihazın metal gövdesi asla topraklanmaz.

Kol Dışı Erişim



Yalıtkan Odalar

Zemin ve duvar direnci $> 50k\Omega$.



Özet ve Temel Mühendislik Çıkarımları



Doğru Tip: Yük karakteristiği (DC, HF, Karma) RCD tipini belirler.



Ortam Dayanımı: Zorlu koşullar için "SI" (Super Immunized) serisi şarttır.



Süreklilik: Akım ve zaman seçiciliği tesisin ayakta kalmasını sağlar.



Koordinasyon: B Tipi cihazların yarattığı körleme riskine dikkat edilmelidir.



Pasif Güvenlik: ELV ve İzolasyon, riski kaynağında yok eder.

"Güvenlik, doğru cihazın doğru mühendislikle birleştiği noktada başlar."