

Kaçak akım koruma şalterleri hakkında genel bilgiler

Sami ALTUNEL

Elektrik Elektronik Mühendisi - Federal Elektrik

Santrallerde, transformatör istasyonlarında ve yüksek gerilim tesislerinde mühendis ve teknisyen seviyesinde yetişmiş personel çalışır. Her meslekten ve her türlü kültür seviyesinden insan, günün her saatinde çeşitli şekillerde elektrik tesisleri ile yakından temas halinde bulunur ve kaçak akımlar ile karşılaşabilirler. Normal şartlarda elektrik enerjisinden sağlanan faydalar sayılmayacak kadar fazladır. Fakat bir yalıtım hatası sonucunda meydana gelen zararlar da çok büyüktür. Her yıl birçok kişi elektrik kazalarının kurbanı olmakta ve yangınların %40'ı elektrik enerjisinin hatalı kullanımı sonucunda meydana gelmektedir. Bu yüzden birçok ülkede ve ülkemizde kaçak akım koruma cihazlarının kullanımı zorunlu hale getirilmiştir.

Elektrik akımının ve geriliminin insanlar üzerinde ne gibi etkilere sebebiyet vereceği ve hangi değerlerin sınır değerler olduğu aşağıda verilmiştir.

Akım büyüklüğünün etkisi:

Herhangi bir yalıtım hatası bulunan elektrik cihazına veya direkt enerji altındaki iletkenlere temas eden kişinin vücudu üzerinden elektrik akımı geçer. Akımın vücuttan geçişi ile meydana gelen tehlikenin önemi birçok etkene bağlıdır. Bunların başlıcaları;

- Akım değeri
- Akımın geçiş süresi
- Vücutta izlediği yoldur.

İnsan vücudundan geçen 50 Hz'lik alternatif akımın etkileri:

0,01 mA Akımın hissedilme

sınırdır, elde gıdıklanma olur.

1-5 mA Elde uyuşma hissi verir, elin ve kolun hareketi zorlaşır.

5-15 mA'de tutulan cisim henüz bırakılabilir, elde ve kolda kramp başlar, tansiyon yükselir.

15-25mA'lik akım geçtiğinde tutulan cismin kendiliğinden bırakılması mümkün değildir. Kalbin çalışması etkilenmez.

25-80 mA Tahammül edilebilen akım şiddetidir, tansiyon yükselir, kalp düzensiz çalışmaya başlar, teneffüs zorlaşır, reversibl kalp durması baş gösterir, genel olarak bilinç yerindedir. Bazı kimselerde 50 mA'den sonra bayılma meydana gelir.

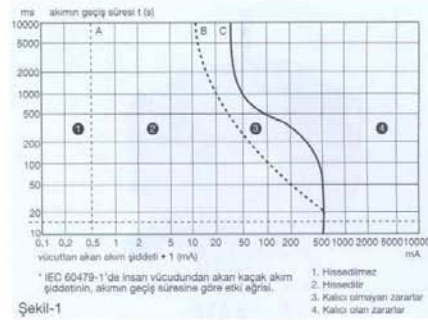
80-100 mA'de Akımın etki süresine bağlı olarak kalpte fibrilasyon baş gösterir, bilinç kaybolur. (0,3 s'den kısa süreli elektrik çarpmalarında fibrilasyon olmaz.)

3-8A'den büyük akımlarda tansiyon yükselir, kalp durur, akciğerler şişer, bilinç kaybolur.

Fibrilasyon, hata akımının kalp üzerinden geçmesiyle kalbin kumanda sisteminin bozulmasıdır. Bu durumda kan pompalama görevini yapamaz.

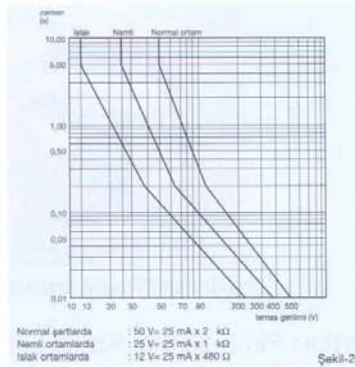
Görüldüğü gibi akımın çok küçük değeri bile kalbin durmasına ve sonuçta kişinin ölmesine sebebiyet vermektedir.

Elektriğe maruz kalan kişinin vücudundan akacak olan 30 mA'lik kaçak akım, Uluslararası Elektroteknik Komisyonu'nun hazırladığı IEC 60479-1'deki eğride göre solunum ve kan dolaşımı için sınır değer olarak verilmiştir (Şekil-1).



Temas geriliminin etkisi:

Temas geriliminin güvenlik eğrisi, hayat ile ölüm arasındaki sınırı belirler. Bu gerilimin insan vücuduna zarar vermeyecek maksimum değeri, kaçak akımın eşik değeri 25 mA kabul edilerek ve kişinin bulunduğu ortama göre değişen iç direncinden hesaplanır. Normal şartlarda yetişkin bir insanın iç direnci 2 kΩ'dur. Nemli ortamda bu direnç 1 kΩ'a, ıslak ortamda ise 480 Ω'a kadar düşer. Normal, nemli ve ıslak ortamlar için temas gerilimlerinin gerilim-zaman eğrileri şekil-2'de verilmiştir.



Şekil-2'den normal şartlarda, yetişkin bir insanın ölüm riski olmadan sürekli olarak temasta kalabileceği maksimum gerilim

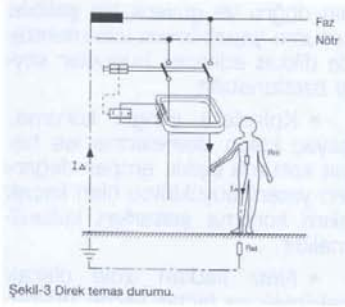
lim değerinin 50 V olduğu görülmektedir. Aynı şartlarda kişi 100 V'luk gerilime maruz kaldığında, ölüm riski olmadan sadece 0,3 saniye temasta kalabilir.

Temasların tanımı:

Genel olarak iki tip temas tanımlanır. Bunlar direkt temas ve endirekt temas durumlarıdır.

A- Direkt temas:

Bir insanın, işletmeye tabi olan gerilim taşıyan parçalara doğrudan temas olayıdır (Şekil-3). Bu durumda kaçak akım, insan vücudu üzerinden toprağa akarak devresini tamamlar. Temas geriliminin yüksek değerlerinde (AC 50 V'dan büyük değerler için) vücuttan geçen hata akımı ölümcül bir kazaya neden olabilir.



Şekil-3 Direkt temas durumu.

Direkt temasa karşı koruma:

Elektrikli işletme araçlarının aktif kısımlarına dokunulduğunda başgösteren tehlikelere karşı insanları korumak için alınan bütün tedbirlere direkt temasa karşı koruma denir.

Arızasız elektrik cihazlarının gerilim altında bulunan aktif kısımları, direkt dokunmalara karşı korunurlar. Cihazlardaki işletme yalıtımı, uygun yapı ve düzenleme tarzı veya ızgaralar, parmaklıklar vs. gibi uygun engeller, direkt dokunmaya veya rastgele dokunmalara karşı yeterli koruma sağlar.

Bununla beraber lak, emaye, oksit tabakası veya elyaf ile yapılan işletme yalıtımı, direkt dokunmaya karşı yeterli bir koruma

olarak geçerli değildir; bu gibi hallerde ayrıca ilave bir koruma-ya ihtiyaç vardır.

Normal Şebeke Gerilimi (kV)	6	10	20	30	110	220	380
Bina içinde (mm)	90	120	220	320	1100	2200	2900
Açık havada (mm)	120	150					3400

Direkt dokunmaya karşı korunmuş olan arızasız işletme araçlarının ve elektrik cihazlarının pasif kısımlarına yani demir çekirdeklerine ve dış metal kılıflarına dokunmakta hiçbir sakınca yoktur.

İşletme gerilimi 42 V'a kadar olan tesislerde direkt dokunmaya karşı koruma yapmağa gerek yoktur. Fakat bu kolaylaştırıcı hüküm, yangın ve patlama tehlikesi olan işletmeler ve iş yerleri için geçerli değildir.

Elektrik tesislerinin ızgaralar veya delikli saçlar vb. ile ayrılması da direkt dokunmaya karşı bir koruma yöntemi olarak kabul edilebilir; fakat bu durumda ızgara aralıklarından veya saç üzerindeki deliklerden hiçbir yerde aktif kısımlar ile temas etmek imkanı olmamalıdır.

Kılıflar, koruma ızgaraları ve saç kapaklar iyice tespit edilmiş olmalı ve mekanik bakımdan dayanıklı olmalıdır.

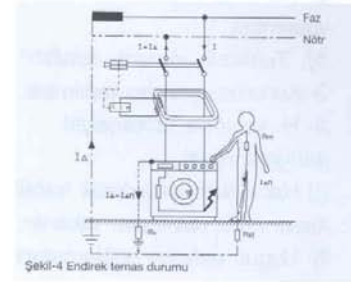
Yüksek gerilim tesislerinde direkt dokunmaya karşı koruma, gerilim altında bulunan bölümlere istemeden dokunmayı önlemekle ve tehlikeli bölgeye yaklaşmayı engellemekle sağlanır.

Meslek ve görev bakımından yüksek gerilim tesisleri ile ilgisi olmayan yabancı şahısların yüksek gerilime ait tehlikeli bölgeyi aşarak gerilim altında bulunan tesis bölümlerine dokunmalarını önlemek için, bu gibi yerleri örtmek, kapatmak veya aşılması mümkün olmayan engeller koymak şarttır. Yüksek gerilim altında bulunan tesis elemanları yakınında belirli bir aralık, tehlikeli bölge olarak kabul edilmiştir. Çeşitli yüksek gerilim kademelerine göre, gerilim altında bulunan bölümlerden uzak durulması gereken en küçük ara-

lıklar kapalı yerlerdeki şartlara ve açık hava şartlarına göre tabloda gösterilmiştir.

B- Endirekt temas:

Gerilim altında çalışan bir cihazda yalıtım hatasından dolayı kaçak oluştuğunda, kaçak akım topraklama direnci üzerinden devresini tamamlar.



Şekil-4 Endirekt temas durumu

Bu durumda tesadüfen arızalı cihaza temas eden bir insan, paralel olarak hata akımı devresine girer ve kaçak akımın bir kısmı da insan vücudu üzerinden toprağa akar (Şekil-4). Bu yüzden endirekt temas durumlarında topraklamanın nasıl yapıldığı çok önemlidir.

Endirekt temasa karşı koruma:

50 V gibi belirli değerlerin üzerindeki temas gerilimleri yüzünden meydana gelen tehlikelere karşı insanları ve hayvanları korumak için alınan bütün tedbirlerle endirekt temasa karşı koruma denir.

Eğer bir işletme aracında veya elektrik cihazında yalıtım hatası sonucunda dış metal kısımlar bir hata geriliminin etkisi altında kalırsa, endirekt dokunma söz konusu olur. Bu durumda hatalı cihaza temas eden insanlar dokunma gerilimi altında kalarak hayat tehlikesi ile karşı karşıya gelirler. Buna engel olmak, birinci derecede imalatçının göre-

vidir; zira uygun bir konstrüksiyon tarzı uygulamak, uygun bir yalıtım maddesi kullanmak ve itinalı bir işçilikle endirekt dokunmadan kaynaklanan tehlike geniş çapta önlenir. Bununla beraber 50 V'tan daha büyük dokunma geriliminin meydana gelebileceği yerlerde, ilave koruma tedbirlerinin alınması şarttır.

İlave koruma tedbirleri, yapılaş ve çalışma tarzlarına göre aşağıdaki durumları sağlar:

a) Tehlikeli durum önlenir:

- 1- Koruma küçük geriliminin kullanılması,
- 2- Koruma yalıtımının yapılması,
- b) Tehlikeli durum azaltılır:*
- 3- Koruma ayırması yapılması,
- 4- Ek koruma, potansiyel dengelenmesi,
- c) Hata akımı artırılarak hatalı kısmı hızla devreden çıkarılır:*

- 5- Uygun sebeye bağlamaları yapılır,
- 6- Hata gerilimi ile açma yapılır,
- 7- Hata akımı ile açma yapılır.

Bunlardan 1, 2 ve 3'de ayrı bir koruma iletkenine gerek yoktur ve bunlarda ayrıca kesme düzeneği mevcut değildir. 4'de bütün cihazlar topraklanırlar. Burada sürekli olarak yalıtım kontrolü yapılır. 5'de uygun sebeye bağlantıları yapılır, devre aşırı akım koruma cihazları ile kesilir. 6 ve 7'de devrenin kesilmesi özel hata anahtarları ile sağlanır.

Kaçak akım koruma şalterleri, bağlı bulunduğu şebekede oluşan herhangi bir kaçak durumunda devreyi açarak güvenli bir koruma sağlar. Kaçak akım koruma şalterleri, hayat koruma ve yangın koruma olmak üzere iki şekilde üretilir.

1- Hayat koruma:

IEC 60479-1'e göre kaçak akımın 30 mA değeri, insan sağlığı açısından sınır değerdir. Kaçak akım koruma şalteri 30 mA (sınır değerinde) ve üstündeki değerlerde devrenin enerjisini

ani olarak keserek güvenli bir koruma sağlar.

Uygulama alanları:

1. Direkt temaslara karşı korumada
2. Endirekt temaslara karşı korumada
3. Tehlikeye açık olan bütün durumlarda (Şantiyeler, havuz, yat limanı v.s.)

2- Yangın koruma:

Kaçak akım değeri 300 mA'e ulaştığında, elektrik arkının oluşturduğu ısıdan dolayı yangın tehlikesi oluşmaya başlar. Kaçak akım koruma şalteri, kaçak akımın 300 mA eşik değerinde ve üstündeki değerlerde mal ve can güvenliği açısından devrenin enerjisini keserek, güvenli bir koruma sağlar.

Uygulama alanları:

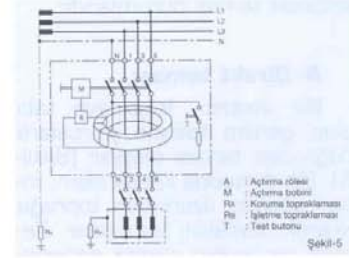
1. Yangın riski olan yerlerde
2. Endirekt temaslara karşı korumada
- Nedensiz açmalara karşı koruma:

Federal kaçak akım şalterleri gerilimden bağımsız çalışır. Böylece kaçak akım koruma şalteri yıldırım düşmesi sonucu oluşan aşırı gerilimlere, anahtarlama durumundaki aşırı gerilimlere ve yüksek kapasitif devrelerin kapanması sonucu meydana gelen açmalara karşı korunmuşlardır.

Çalışma prensibi:

Kaçak akım koruma şalterinde şekil-5'te görüldüğü gibi faz veya fazlar ile nötr çok hassas bir toroidal nüvenin içerisinden geçirilir. Gelen akım ile dönen akım arasında fark olmadığı sürece her şey normaldir ve açtırma rölesi üzerinde sükunet halinin manyetik akısı akar. Fark akımı oluştuğunda akım trafosu sekonder sargılarında indüklenen gerilim nedeniyle açtırma rölesinin üzerindeki manyetik akı bozulur. Bir yay ile doğal miktarda bağlı mandal boşalır ve yayın kuvvetiyle açtırma bobinine me-

kanik olarak açma sinyalinin verir. Açtırma bobini ise ana kontakları açarak elektriği keser. Bu işlem 30 ms'nin altında gerçekleşir. Basit gibi görülen bu mekanizma insan hayatı söz konusu olduğu için yüksek bir teknoloji ürünü olmalı ve şalter aynı işlemi binlerce kez, hatasız yapabilmelidir.



Montajda dikkat edilecek hususlar:

Kaçak akım koruma şalterinin doğru ve güvenli bir şekilde koruma yapılması için montajda dikkat edilecek hususlar şöyle özetlenebilir;

- Kofrelere yangın koruma, sayaç kolon devrelerine ise hayat koruma eşikli, amper değerleri yeterli büyüklükte olan kaçak akım koruma şalterleri kullanılmalıdır.

- Nötr iletken izole olarak çekilmeli ve hiçbir yerde (şalter ile yük arasında) topraklanmamalıdır.

- 2 kutuplu kaçak akım koruma şalterinde faz ve nötr iletkeni, 4 kutuplu kaçak akım koruma şalterinde tüm fazlar ve nötr iletkeni şalter ile irtibatlandırılmalıdır.

- Kaçak akım koruma şalterinden geçen akım, şalterin nominal akımını aşmamalıdır.

- Topraklama direnci, 30 mA'lik kaçak akım koruma şalteri için maksimum 2160 Ω; 300 mA'lik, kaçak akım koruma şalteri için de maksimum 216 Ω olmalıdır.

- Tesisata bağlı kaçak akım koruma şalterinin çalışmasını kontrol etmek için, test "T" butonuna basınız. Cihaz devreyi açmalıdır. Cihazı test etmek için faz-nötr iletkenleri kesinlikle kısa devre edilmemelidir. ➔

Uyarı:

Kaçak akım koruma şalteri mutlaka besleme geriliminden bağımsız olmalı, yani elektronik olmamalıdır. Elektronik kaçak

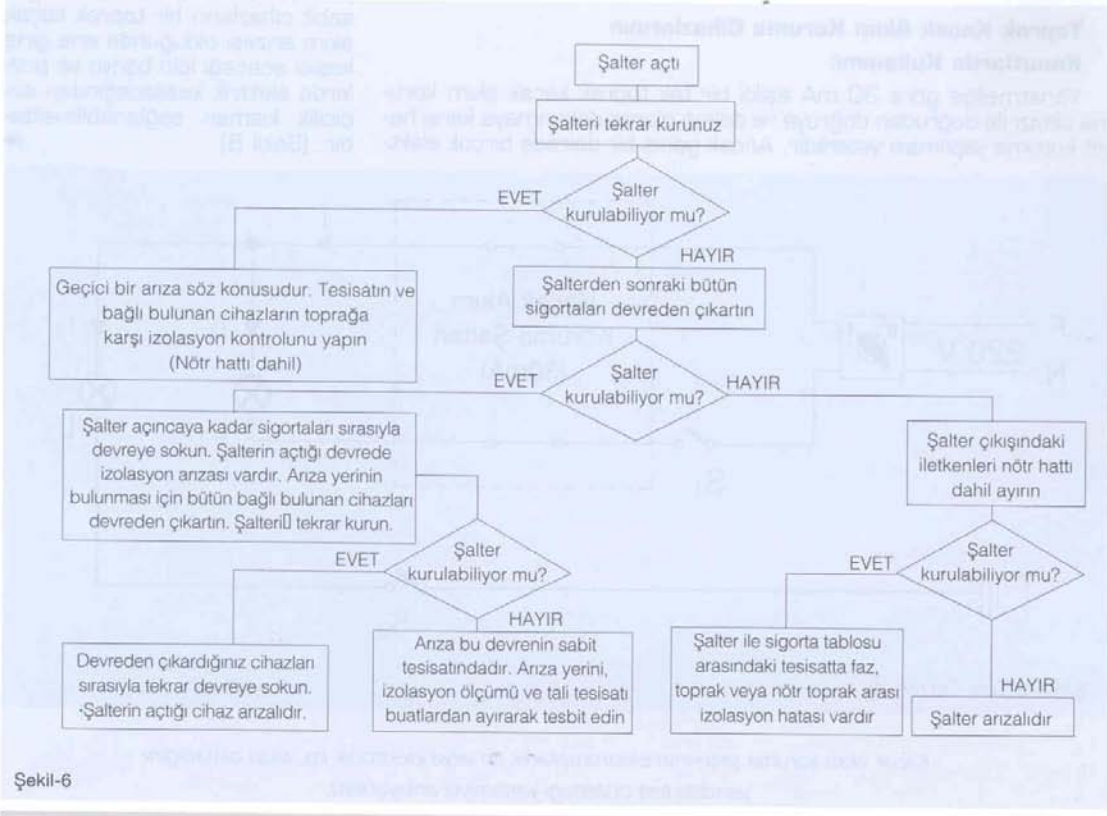
akım koruma şalterleri besleme gerilimine ihtiyaç duydukları için nötr hattında bir kopukluk olması durumunda çalışmazlar ve koruma yapamazlar. Bu neden-

le elektronik tip kaçak akım koruma şalterlerinin Türkiye'de kullanımı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ile TSE tarafından yasaklanmıştır. ➡

Tip	FK3	FK30
Nominal kaçak akım (mA)	30	300
Anma akımı (A)	40, 63	
Anma gerilimi (V)	240/415	
Kapama - kesme kapasiteleri (Im/IΔm), (A)	630	
Sigortalı kısa devre akımı (Inc/IΔc), (A)	3000	
Frekans (Hz)	50-60	
Kutup sayısı	2, 4	
Ağırlık (gr)	250 (2P), 470 (4P)	
Standart	TS EN 61008-1, IEC 61008-1, BS 4293	

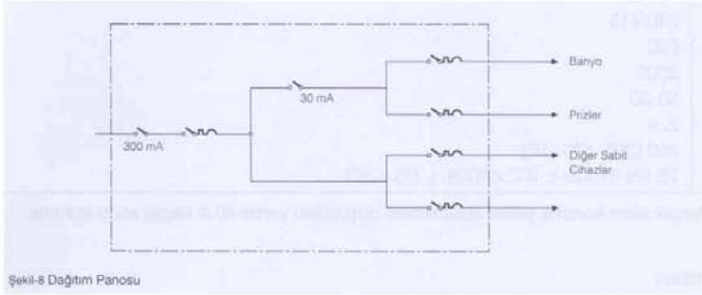
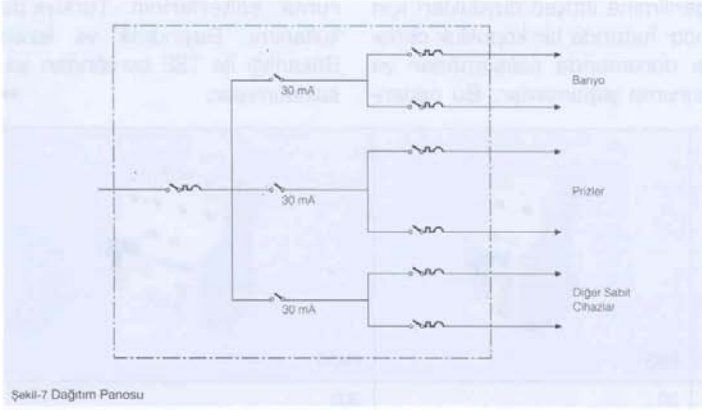
Daha etkin koruma sağlamak amacıyla, 25 A kaçak akım koruma şalteri kullanılması düşünülen yerde 40 A kaçak akım koruma şalteri kullanılması önerilmektedir.

Kaçak Akım Koruma Şalterinin Kontrol Şeması :



Şekil-6

İç Tesisat İçin Önerilen Bağlantı Şemaları:

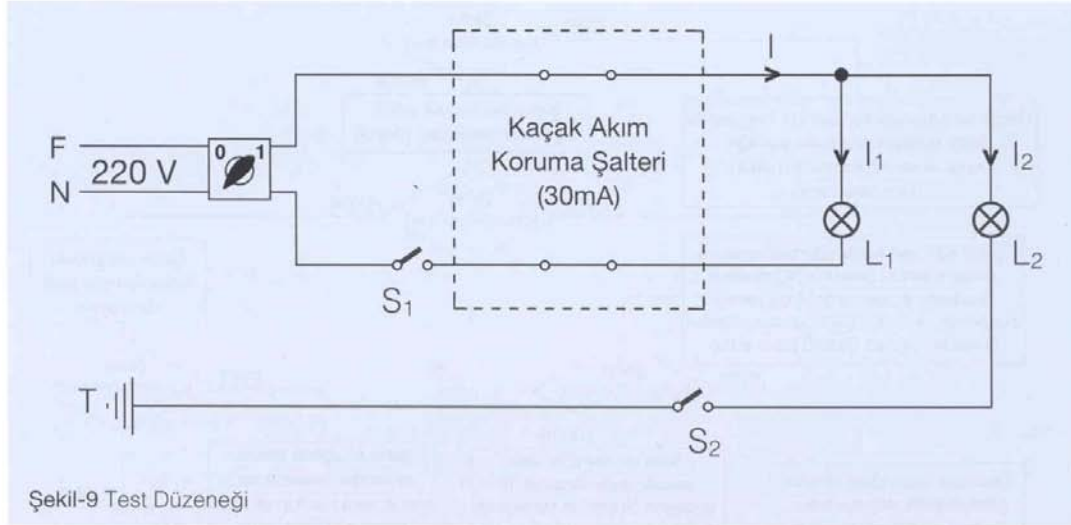


Toprak Kaçak Akım Koruma Cihazlarının Konutlarda Kullanımı:

Yönetmeliğe göre 30 mA eşikli bir tek toprak kaçak akım koruma cihazı ile doğrudan doğruya ve dolaylı olarak dokunmaya karşı hayat koruma yapılması yeterlidir. Ancak geniş bir dairede birçok elekt-

rikli cihazın veya izolasyonu zayıflamış eski cihazların kullanılması durumunda, normal halde sık sık açmalar nedeni ile gereksiz elektrik kesintilerine neden olunur. Tam bir seçiciliğin sağlanması istendiğinde dağıtım panosu çıkışları şekil 7'deki gibi ayrı ayrı veya gruplar halinde 30 mA eşikli toprak kaçak akım koruma cihazları ile korunabilirler. Uygulamada ekonomiklik sağlanması ve kısmen elde edilen seçicilik ile tüm dairede doğrudan doğruya ve dolaylı olarak dokunmalara karşı hayat koruması için, ana kesici 300 mA eşikli seçilip, doğrudan dokunma olasılığı olan tüm prizler, banyodaki elektrik tesisatı, su ile işlem gören elektrikli cihazlar 30 mA eşikli toprak kaçak akım koruma cihazları ile beslenirler.

Diğer sabit cihazlar dolaylı dokunmaya karşı ana girişe konulmuş 300 mA cihaz tarafından korunurlar. Ana giriş kesicinin 300 mA'lık koruma eşikliğiyle yük tarafındaki 30 mA'lık koruma eşikliği arasında seçicilik sağlanması durumunda dahi, diğer sabit cihazların bir toprak kaçak akım arızası olduğunda ana giriş kesici açacağı için banyo ve prizlerde elektrik kesileceğinden seçicilik kısmen sağlanabilmektedir. (Şekil 8)



Kaçak akım koruma şalterinin elektromekanik tip veya elektronik tip, olup olmadığını yandaki test düzenegi yardımıyla anlayabiliriz.

1- Elektromekanik Tip Kaçak Akım Koruma Şalterleri (Hat Gerilimine Bağımlı Olmayan):

Gözlem No	Anahtar Konumları		Gözlemler				Sonuçlar
	S ₁	S ₂	I ₁	I ₂	L ₁	L ₂	
1	Kapalı	Açık	1	0	Yanar	Yanmaz	Kaçak Akım olmadığı durum, şalter devreyi açmaz.
2	Kapalı	Kapalı	I ₁	I ₂	Yanmaz	Yanmaz	Kaçak Akım durumu, şalter devreyi açar.
3	Açık	Kapalı	0	1	Yanmaz	Yanmaz	Kaçak Akım durumu, şalter devreyi açar.

Not: Eğer 3. Durumda L2 lambası yanmazsa bu, şalterin artık akımla çalışan elektromekanik tip kaçak akım koruma şalteri (RCCB) olduğunu ve kaçak akım durumunda, nötr hattı kopuk olsa dahi çalışacağını gösterir.

2- Elektronik Tip Kaçak Akım Koruma Şalterleri (Hat Gerilimine Bağımlı Olan):

Gözlem No	Anahtar Konumları		Gözlemler				Sonuçlar
	S ₁	S ₂	I ₁	I ₂	L ₁	L ₂	
1	Kapalı	Açık	1	0	Yanar	Yanmaz	Kaçak Akım olmadığı durum, şalter devreyi açmaz.
2	Kapalı	Kapalı	I ₁	I ₂	Yanmaz	Yanmaz	Kaçak Akım durumu, şalter devreyi açar.
3	Açık	Kapalı	0	1	Yanmaz	Yanar	Kaçak Akım durumu, şalter devreyi açmaz.

Not: Eğer 3. Durumda L2 lambası yanarsa bu, şalterin artık akımla çalışan elektronik tip kaçak akım koruma şalteri olduğunu ve kaçak akım durumunda, nötr hattı koptuğunda çalışmayacağını gösterir.

Hat gerilimine bağımlı olan elektronik tip kaçak akım koruma şalterlerinin, Türkiye' de kullanılması; TSE ile Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yasaklanmıştır.