

## Elektrikte İşçi Sağlığı ve Güvenliğinin Temel Unsuru:

## KAÇAK AKIM RÖLELERİ

Recep Güner  
İş Müfettişi Yardımcısı  
Elektrik ve Elektronik Mühendisi

Ulusal mevzuatımıza baktığımızda iş kazası 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu'nun 13. Maddesi'nde ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 3. Maddesi'nde kavramsal olarak yer almaktadır. İş kazasının ulusal ve uluslararası yapılan tanımlarında ortak noktasının çalışanların ruh ve beden sağlığına özne uğratan veya ölüme sebebiyet veren bir olay olduğu görülmektedir.

Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistikleri incelendiğinde ülkemizdeki iş kazalarının öncelikli sebeplerinin arasında elektrikle temasın geldiği görülmektedir. 2011 yılı SGK istatistiklerine göre 465 "elektrik akımından ileri gelen" iş kazası olmuştur. SGK tarafından oluşturulan bu istatistiklere sadece iş göremezlik ve ölümlerle sonuçlanan kazalar alınmaktadır. Can kaybına veya yaralanmaya sebep olmayan sadece maddi hasara neden olan veya herhangi bir zararlı sonuçlanmayan kazalar göz önünde bulundurulduğunda bu rakamın çok daha yüksek olduğu görülmektedir.

## Elektrik Akımı ve İnsan Vücuduna Etkileri

Benjamin Franklin'in yıldırımlar üzerinde yaptığı çalışma ile keşfedilen elektrik, aslında yaşamın mikro ve makro ölçülerinde daha önceden de var olmaktadır. Franklin'in bu deneyi var olan elektriğin modern hayatın vazgeçilmez bir parçası olması yolunda atılan ilk adımı olmuştur. Elektrik modern hayatın vazgeçilmezi olurken bazı tehlikeleri de yanında getirmiştir. Özellikle elektrik akımı ile temas ağır yaralanmalara hatta ölümlere dahi sebep olmaktadır. Elektrik akımının vücuttan geçmesi öncelikle sinir sistemine hasar vermektedir. Bunun yanı sıra kalp ritminin bozulmasına hatta durmasına bile sebep olmaktadır. Elektrik akımının vücuda temas ettiği yerlerde, girdiği ve çıktığı noktalarda, ciltte ve derin dokularda yanıklar oluşturur. Ciltteki yanık yaralarının küçük olmasına karşın derin dokularda şiddetli hasar olabilir. Elektrik akımı vücuda girdiği ve çıktığı nokta-

larda her zaman birer yaraya sebep olur. Giriş yarası oldukça küçük olabilir ama çıkış yarası geniş ve derindir.

Elektrik akımının oluşturacağı hasar;

- Maruz kalınan gerilimin büyük veya küçük voltaj olmasına
- Vücut direncine
- Ortam şartlarına
- Elektrik akımının kaynağı ile geçen temas süresine
- Akımın vücutta izlediği yola bağlıdır.

Elektrik akımının insan vücudu üzerinde etkisi incelendiğinde bir kısmının doğrudan, bir kısmının ise dolaylı bir şekilde olduğu görülmektedir. Elektrik akımı ile meydana gelen kazalar, etki bakımından üç ana gruba ayrılabilir<sup>1</sup>:

- Elektrik akımının doğrudan doğruya sinirler, adaleler ve kalbin çalışması üzerine etkisi.
- Elektrik akımının sebep olduğu ısınmanın yaptığı zararlar, mesela arkın sebep olduğu yanmalar.
- İnsan için zararlı olmayan çok küçük akımlarda, korku sebebi ile (düşme, çarpma vb...) mekanik zararlar.

**Elektrik akımının vücuttan geçmesi öncelikle sinir sistemine hasar vermektedir. Bunun yanı sıra kalp ritminin bozulmasına hatta durmasına bile sebep olmaktadır. Elektrik akımının vücuda temas ettiği yerlerde, girdiği ve çıktığı noktalarda, ciltte ve derin dokularda yanıklar oluşturur.**

Tablo 1: Elektrik Akımının İnsan Üzerine Etkisi

Vücuda Gösterdiği Etki	Akım Aralığı	
	Kadın	Erkek
<b>Hissetme sınırı:</b> Gıdıklanma hissi oluşur	0.25mA-0.5mA	0.5mA-1mA
<b>Uyuşma Hissi:</b> Temas eden yerde rahatsızlık duygusu oluşur	1mA-2mA	
<b>Son Bırakabilme Noktası:</b> Elde kolda kramplar oluşur, tansiyon yükselir	9mA	15mA
<b>Çırpınım Seviyesi:</b> Kalpte fibrilasyon meydana gelir, bilinç kaybı oluşabilir	500mA altında 0.2 sn veya 75mA altında 0.5sn	
<b>Bilinç Kaybı:</b> Kas kontrolü kaybedilir, kas kasılmaları akım kesilene kadar devam eder, akciğer şişer	3A-8A	

Kaynak: Electrical, Construction & Maintenance Magazine (<http://ecmweb.com>)

**Elektrik akımı ile temas ağır yaralanmalara hatta ölümlere dahi sebep olabilirken, 2011 yılında 465 adet “elektrik akımından ileri gelen” iş kazası yaşanması endişeleri artırıyor. Uygun kaçak akım rölesi kullanılması elektrik akımından kaynaklı yaralanmaları ve yangın tehlikesini ortadan kaldıracaktır. Tüm iş güvenliği yatırımlarında olduğu gibi kaçak akım röleleri bir “kölfe” olarak değil, olası bir kazada can ve mal güvenliği sağlayan ve tasarruf ettiren bir araç olarak algılanmalıdır.**

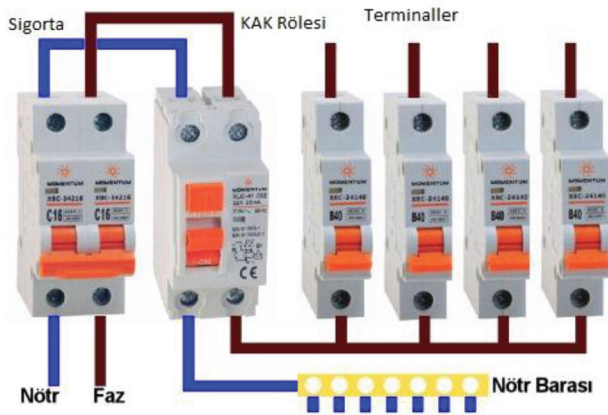
Bu etkiler incelendiğinde en büyük zararın sinir ve adaleler üzerinde ki direkt etkisi olduğu söylenebilir.<sup>2</sup>

Elektrik akımının etkisi ortamın nemlilik derecesine, kazalının elektrik akımına yakalandığı vücut pozisyonuna hatta yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi cinsiyete göre değişmektedir. Akımın insan vücudundaki etki süresinin önemi büyüktür. “Kalp üzerinden 0,3 saniyeden daha uzun süre 80 mili amper (mA) mertebesinde bir akım geçerse kalp kaslarının kasılması ve tehlikeli fibrilasyon başlar ve olay çoğu zaman ölümlerle sonuçlanır. Kalbin normal çalışma periyodu 750 mikro saniye (ms)dir. Eğer akımın kalp üzerindeki etki süresi 200 ms mertebesinde ise bunun zararı yoktur. Özellikle 750 ms’den daha uzun süre etki eden akımlar tehlikelidir”.<sup>3</sup>

#### Kaçak Akım Rölesi Nedir?

Normal işletme yolunun içinde dönen akımın bulunmaması gereken iletken kısımlara çeşitli nedenlerle geçmesi suretiyle kaçak akım oluşur. Kaçak akım rölesi devamlı olarak fazdaki akımı nötrdeki akımla kıyaslar. İkisi arasındaki fark (kaçak akım) toprağa akar, sağlıklı bir devrede izolasyondan ve kayıplardan dolayı her zaman azda olsa bir miktar kaçak akım mevcuttur. Kaçak akım rölesi faz ve nötr arasındaki farkın daha önceden belirlenen seviyeye geldiğinde devreyi kesmeye yarar.<sup>4</sup>

Kaçak akım rölesi sistemde bağlandığı terminalin giren ve çıkan akım değerlerini ölçer. Resim 1’de de görüldüğü gibi terminaller ve sigorta arasında set edilen değer üzerinde bir kaçak akım varsa devreyi keserek herhangi bir can ve mal kaybının önüne geçer.



Resim 1- Kaçak Akım Rölesinin Bağlantı Şekli



#### Rölenin Çalışma Prensibi

Röle esas itibarıyla basit bir çalışma mantığına sahiptir. İçerisinde toroidal ölçüm transformatörü bulunmaktadır. Bu transformatör özellik olarak içerisinden geçen akımın toplamında bir dengesizlik veya bir eşitsizlik olduğu vakit, bu dengesizliğin oranında bir akım endüklür. Kaçak akım rölesi temel olarak toroidal transformatörün bu özelliğinin üzerine kurulmuştur. Sistemde kaçak akım oluşması durumunda faz ve nötr üzerindeki akımda bir fark oluşur. Bu durum toroidal transformatör üzerinde bir manyetik akı oluşturur ve sargı üzerinde akım indüklenir. Oluşan bu akım kumanda devresinin elektromanyetik bobinini harekete geçirir. Böylece cihazın kapalı konumunda bulunan ana kontakları açık konuma geçerek faz ve nötr iletkenleri ile şebekeyi birbirinden ayırır.<sup>5</sup>



## Rölenin Mevzuattaki Yeri

Yerel mevzuatımıza baktığımızda elektrikle ilgili birçok dolaylı veya doğrudan madde bulunmaktadır. Kaçak akım rölesi ilgili maddelerin genellikle Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın mevzuatında yer almaktadır. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'nin 18. Maddesi'nde elektrik ana dağıtım noktalarına yangından korumaya yönelik kaçak akım rölesinin (300 mA anma kaçak akım değerine sahip kaçak akım rölesi) kullanılması, tali dağıtım noktalarına ise hayat korumaya yönelik kaçak akım rölesinin (30 mA anma kaçak akım değerine sahip kaçak akım rölesi) düzeneği ile birlikte termik manyetik şalter veya otomatik sigorta (ayrı ayrı veya birlikte) konulması ve tüm koruma düzenleri arasında seçicilik sağlanması yer almaktadır. Rölenin kullanımında dikkat edilecek hususlar ve nasıl kullanılacağı Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'nde söz edilmektedir. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nün 315. Maddesi'nde kaçakların belli seviyenin üstüne çıkmasını engelleyen kaçak akım rölesi aynı şekilde topraklı cihazlarda topraklamada bir sıkıntı yaşandığında devreyi kesen kontaktörün bulunması uygun bulunmuştur. Çeşitli mevzuatlarda elektrikten kaynaklanan iş kazaları ve yangınların engellenmesi için birçok hüküm mevcuttur. Kaçak akım röleleri elektrikten kaynaklanan iş kazaları ve yangınların engellenmesinde önemli rol oynaması sebebiyle bu hükümlerle dolaylı yoldan ilişkilendirilebilir.

## Bağlantı Yapısı ve Etiket Değerleri

**Nominal Akım Değeri (In):** Kaçak akım rölesinin kullanılacağı işletme akımını ifade eder. Kaçak akım koruma röleleri herhangi bir termik veya manyetik koruma yapma özelliği yoktur. Sistemde herhangi bir kaçak akım olduğunda devreyi keserler. Kaçak akım rölesi seçilirken kendinden önceki devrenin işletme akımı göz önünde bulundurulur<sup>6</sup>.

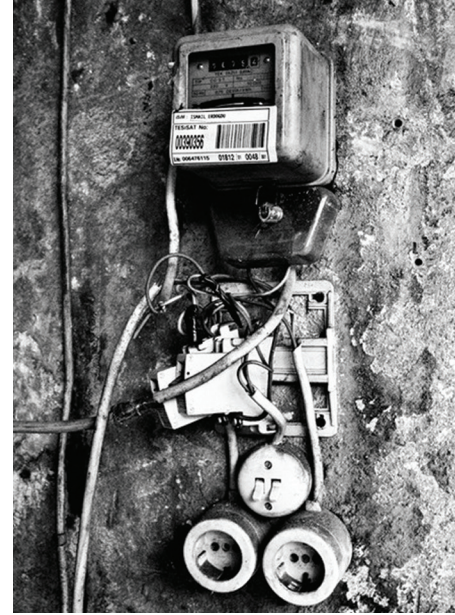
**On/Off Butonu:** Kaçak akım rölesinin devreye alınması ve devreden çıkarılması işleminde kullanılır.

**Bağlantı Şeması:** Rölenin sisteme bağlanma şeklini gösterir.

**Anma Kaçak Akımı:** Kaçak akım röleleri iki ana amaca hizmet etmektedir. Bunlar insan hayatını koruma ve kaçak akım kaynaklı olabilecek yangınları engelleme olarak sıralanabilir. Standart IEC 60479-1'e göre kaçak akımın 30 mA değeri, insan sağlığı açısından sınır değeri olarak kabul edilir. Kaçak akım röleleri 30 mA (sınır değerinde) ve üstündeki değerlerde devrenin enerjisini ani olarak keserek güvenli bir koruma sağlar<sup>7</sup>. Kaçak akım 300 mA değerini geçtiğinde ısınmadan kaynaklanan yangın tehlikesi söz konusu olur. Kaçak akım röleleri seçilirken insan hayatı için 30 mA; yangın tehlikesi içinde 300 mA'lık anma kaçak akım değerine sahip olanlar tercih edilmelidir.

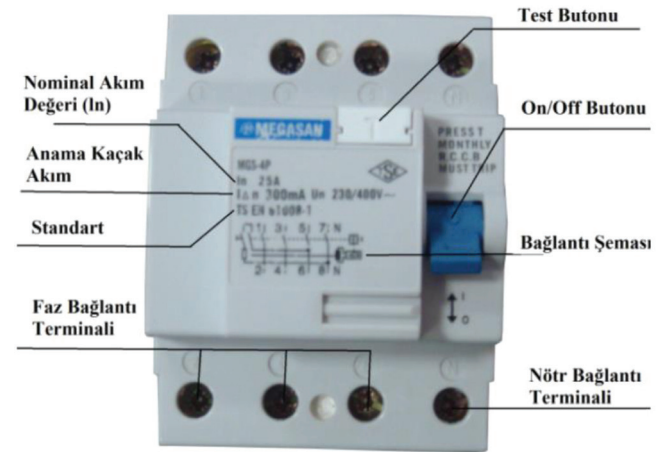
**Standart:** Kaçak akım rölesinin üretildiği standardı gösterir. Ulusal ve uluslararası birçok standart bulunmaktadır. Belli başlı standartlar şöyle sıralanabilir: TS EN 61008-1, TS EN 61008-2-1, EN 61008-1, EN 61008-2-1 IEC 61008-1, IEC 61008-2-1. Kaçak akım rölesi seçilirken uygun standarda olmamasına ve CE işaretinin bulunmasına dikkat edilmelidir.

**Test Butonu:** Kaçak akım rölesi sisteme bağlandıktan sonra çalışıp çalışmadığını kontrol etmek amacıyla üzerindeki test butonu kullanılmalıdır. Bunun dışında sisteme ve şaltere zarar verebilecek; çıkışları kısa devre etmek gibi yöntemler kesinlikle kullanılmamalıdır<sup>8</sup>.



**Nötr Bağlantı Terminali:** N nötrü ifade eder. Rölenin genel prensibi faz ve nötrün arasındaki dengesizliği algılaması üzerine kurulu olduğundan kaçak akım rölesi faz ve nötr arasına monte edilir.

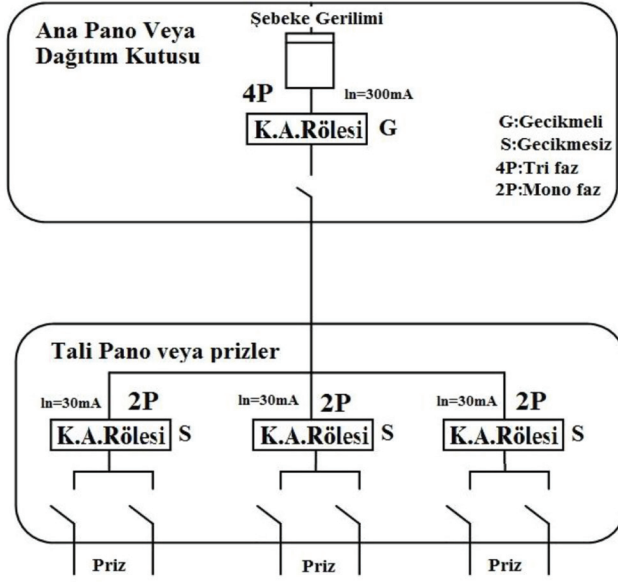
**Faz Bağlantı Terminali:** Kullanılan sistemin monofaz veya trifaz olmasına göre terminal sayısı değişir. Monofaz sistemlerde bir terminal bulunurken trifaz sistemlerde üç terminal bulunmaktadır. Bir diğer deyişle monofaz veya trifaz olması rölenin kutup sayısıdır. Monofaz sistemlerde 2 kutuplu (2P) trifaz sistemlerde 4 kutuplu (4P) röleler kullanılır. Örnek şemadaki röle 4 kutuplu bir trifaz kaçak akım rölesidir.



Resim 2: Kaçak Akım Rölesi Bağlantı ve Etiket Değerleri

## Sık Yapılan Hatalar

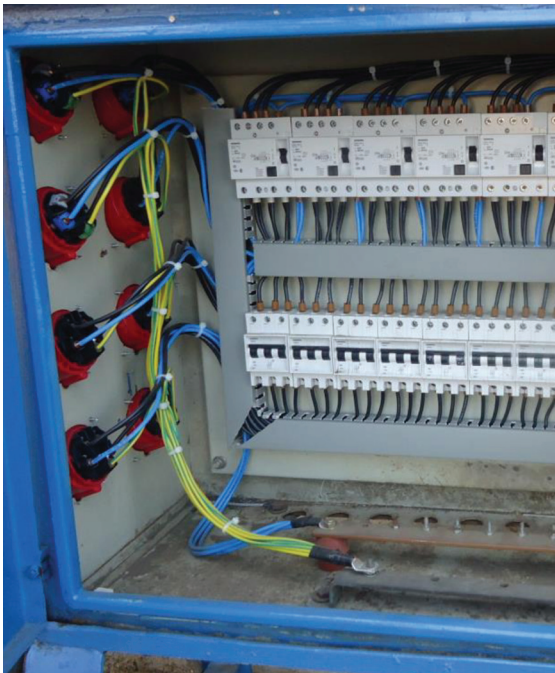
Piyasada bulunan bazı rölelerin anma kaçak akım değeri üzerinde bulunan tuşlarla 30 mA'den 300 mA'e kadar değiştirilebilmektedir. Bu tür röleler işverene maddi olarak daha uygun gelmektedir ama iş güvenliği açısından bir risk oluşturmaktadır. İşveren, işçilerin keyfi olarak bu tür rölelerin anma kaçak akım değerinin değiştirilmesini engelleyecek tedbirler almalıdır. Yargıtay kararı çok açıktır "tedbir kişinin kendi dikkatine ve inisiyatifine bırakılmaz"<sup>9</sup>.



Resim 3: İdeal Bir Uygulaması

Genel olarak kaçak akım rölesindeki yanlış uygulamalar topraklamanın düzgün olmamasında kaynaklanmaktadır. “Piyasada çokça kullanılan sıfırlama (nötr ve toprak ucun birleştirilmesi) kaçak akımın yükün gövdesinde kalmasına sebep olur. Daha sonra yükün toprağa değen kısmından dolayı röle sürekli devreyi keser”<sup>10</sup>. Cihazdan sonra; tesisata nötr iletkeni ve koruma iletkeni ayrı ayrı olmalıdır. Topraklama korumalı cihazların topraklanması, nötr iletkeni ile değil, sadece koruma iletkeni ile yapılmalıdır.

Rölelerin anma kaçak akımının önceden belirlenmiş seviyeye geldiğinde hemen devreyi kesen ve gecikmeli devreyi kesen olarak 2 çeşit tipte üretilir. Gecikmesiz tip kaçak akım koruma röleleri herhangi bir hata durumunda gecikmesiz olarak anma kaçak akım seviyelerinde 300 ms’den daha kısa bir sürede ani olarak açma yaparlar. Bazı uygulamalarda



Şekil 4: Panoda Kaçak Akım Rölesi Uygulaması

sistemde 300 mA’in üzerinde oluşan hata akımlarında tali dağıtım kutusundaki 30 mA’lik kaçak akımdan daha önce ana dağıtım kutusundaki çıkışındaki 300 mA’lik kaçak akım rölesi devreyi keserek tüm sistemi enerjisiz bırakabilmektedir. Bu yüzden ana dağıtım kutusu çıkışında kullanılacak rölenin gecikmeli tip olması daha uygundur<sup>11</sup>.

Uygulamalarda yangından koruma kaçak akım rölesi (300 mA) işletmeye dışarıdan gelen 3 faz şebeke geriliminde sigortadan sonra bağlanmalıdır. Şebeke 3 faza ayrıldıktan sonra, her faz kullanılacak ekipmana ve bağlanılacak sisteme göre dengeli bir şekilde gruplandırılır. Her ekipman veya sistem kendi içinde işletmeden dolayı bir miktar kaçak akıma sebep olur. Fazlar gruplandırırken mevcut işletmeden kaynaklanan kaçaklarda göz önünde bulundurulmalıdır. Çıkışlara bağlanılacak ekipmana göre bazen bir çıkışa tek röle bağlanırken bazen de 3, 4 çıkışa beraber tek röle bağlanabilir. Çok fazla çıkışın tek kaçak akım rölesi bağlanmasının maliyeti azalttığı bir gerçektir ama hata tespitini zorlaştırması ve mevcut işletme kaçaklarından dolayı rölenin sürekli açma yapması büyük sorundur. İşletmelerde yangından koruma kaçak akım rölesinden sonra resim 3’de görüldüğü gibi hayat koruma kaçak akım rölesi kullanılmalıdır. Eğer sistemde kendi işletme kaçak akımı yüksek ekipman varsa; ark kaynağı, kaynak makinesi, yüksek rezistanslı ısıtıcılar vb. bu ekipmanlar mümkün olduğu kadar tek kaçak akım rölesi üzerinden beslenmelidirler.

### Sonuç

Genellikle iş güvenliğine yapılan yatırımlar işveren tarafından bir külfet ve mevzuattan kaynaklanan bir zorunluluk olarak görülmektedir. Bundan dolayı alınan tedbirler bazen göstermelik olarak yapılmaktadır. İş güvenliğinin ilk adımı olarak işverene ve iş güvenliğinde sorumlu bütün çevrelere iş güvenliğine yapılacak yatırımın aslında bir külfetten ziyade iş kazasından korunmayla can ve mal güvenliği sayesinde elde edilecek yarar gösterilmelidir. Ülkemizde iş kazalarında elektrikle temas önemli bir risk oluşturmaktadır. İşverenler ve iş güvenliğinden sorumlu personelin kaçak akım rölesi seçimi yaparken öncelikle kaçak akım rölesinin yapılan işe ve işletmeye uygun özelliklerde olması sağlanmalıdır. Güvenilir markalardan gerekli standartları taşıyan kaçak akım röleleri temin edilmelidir. Kaçak akım rölesi seçiminde öncelik fiyattan ziyade kalite ve güvenilirlik olmalıdır.

### Kaynaklar

- 1 www.sigmaelektrik.com/tr/images/resim/kaks.pdf- http://www.sigmaelektrik.com/tr
- 2 http://ecmweb.com/ (Electrical, Construction & Maintenance Magazine)
- 3 BAYRAM, Mustafa, İLİSU, İsa, “Elektrik Akımının insan üzerindeki etkisi”
- 4 WHITFIELD, John , Electricians Guide Book to the 17th edition Wiring Regulations, First edition, http://www.tlc-direct.co.uk/Book/5.1.1.htm
- 5 http://www.trerk.com/teknik/4/kacak\_akim\_rolisi/index.html
- 6 http://www.schneider-electric.com.tr/sites/turkey/tr
- 7 www.federal.com.tr/.../productss-64-TR%207-kacak\_akim\_con.pdf
- 8 Yavuz, Hilmi Ahmet, Kaçak akım koruma şalterleri, EMO, Elektrik Mühendisliği, s.24
- 9 Yargıtay 10.HD 17.04.1984 tarih, 2029/2140 Sayılı Kararı
- 10 Vikotech.com, Kaçak Akım Röleleri katalog
- 11 www.sigmaelektrik.com/tr/images/resim/kaks.pdf