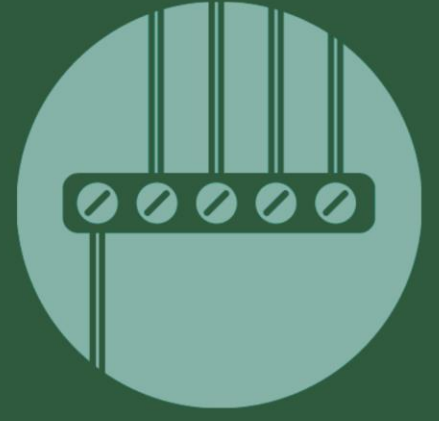


BESLEMENİN OTOMATİK OLARAK KESİLMESİ

EMO Rehber 05
Aralık 2019



- **KORUYUCU HÜKÜM VE TOPRAKLAMA İLİŞKİSİ**
- **KORUYUCU CİHAZ VE ÖZELLİKLERİ**



Kıbrıs Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

Union of the Chambers of Cyprus Turkish Engineers and Architects
CHAMBER OF ELECTRICAL ENGINEERS

Organize Sanayi Bölgesi
5. Sokak, No.13, Lefkoşa
K.K.T.C.

T: +90 392 225 68 97 - 98

F: +90 392 225 68 58

İÇERİK

1	Koruyucu hüküm ve topraklama ilişkisi	1
1.1	Koruyucu hüküm	1
1.2	Giriş	1
1.3	Topraklama ve Kuşaklama	2
1.3.1	Topraklama nedir ve neden buna ihtiyacımız var?	2
1.3.2	Neden buna topraklama diyoruz?	2
1.3.3	Toprağa karşı arıza nedir?	3
1.3.4	Toprakla kötü bağlantı varsa veya hiç bağlantı yoksa ne olur?	3
1.3.5	Topraklama Düzenlemeleri	3
1.3.6	Koruyucu Eş Potansiyel Kuşaklama	8
1.3.7	Eş potansiyel kuşaklama nedir ve neden buna ihtiyacımız var?	8
1.3.8	Potansiyel Fark	8
1.3.9	Arıza durumunda ne olmaktadır?	9
1.3.10	Koruyucu eşpotansiyel kuşaklama nasıl çalışmaktadır?	9
1.3.11	Tek bir iletken ile iki veya daha çok dış iletken bölümün bağlantısı.	10
1.3.12	Tamamlayıcı eşpotansiyel kuşaklama	11
2	Koruyucu cihaz ve özellikleri	11
2.1	Koruyucu cihaz	11
2.1.1	Devre kesiciler	13
2.1.2	Artık akım cihazı	16
2.1.3	Aşırı akım korumalı artık akım cihazı (RCBO)	17

Tablo 1.1:	Beyan gerilimi AC RMS faz ile toprak arası 230V olan sistemlerde en yüksek açma süreleri	7
Tablo 1.2:	Zaman gecikmesiz RCD'ler için en yüksek toprak arıza çevirim empedansı	8

Şekil 1.1:	Topraklama ve kuşaklama için standart bir koruyucu iletken düzenlemesini göstermektedir...	1
Şekil 1.2:	TN-C-S sistemi	4
Şekil 1.3:	TN-C-S sisteminde toprak arızası.....	4
Şekil 1.4:	TN-S sistemi	5
Şekil 1.5:	TN-S sisteminde toprak arızası	5
Şekil 1.6:	TT sistemi	6
Şekil 1.7:	TT sisteminde toprak arızası	6
Şekil 1.8:	Eşpotansiyel kuşaklaması eksik iç tesisat.....	10
Şekil 1.9:	Eşpotansiyel kuşaklaması yapılmış iç tesisat	10
Şekil 1.10:	Kesintisiz bağlantı iletkeni.....	11
Şekil 2.1:	BS 7671 Ek3'deki zaman/akım grafiği	12
Şekil 2.2:	Devre kesicilerde I_{cs} ve I_{cn} değerleri arasındaki ilişki	13
Şekil 2.3:	Devre kesicisi içerisindeki bileşenler	14
Şekil 2.4:	IET Elektrik Tesisat Yönetmeliği Ek 3'de yer alan devre kesicilerin zaman akım grafik örneği	15
Şekil 2.5:	Tipik bir RCD düzenneği	16
Şekil 2.6:	RCD'lerin zaman/performans kriteri	16

NOT:

BU REHBERDE;

ELEKTRİK TESİSAT YÖNETMELİĞİ BS 7671 17. BASKISINDAN VE YARDIMCI KİTAPLARINDAN FAYDALANILMIŞTIR.

Beslemenin Otomatik Olarak Kesilmesi

1 Koruyucu hüküm ve topraklama ilişkisi

1.1 Koruyucu hüküm

Birçok elektrik tesisat işlerinde beslemenin otomatik olarak kesilmesinin sağlanması koruyucu önlem olarak kullanılmakta ve temel koruma ile arıza koruma hükmünü içermektedir.

Koruyucu Önlem	Koruyucu Hüküm	
	Temel Koruma	Arıza Koruma
Beslemenin otomatik kesilmesi	Canlı iletkenlerin yalıtılması, bariyerler veya muhafazalar ile koruma	Koruyucu topraklama, koruyucu eş potansiyel kuşaklama ve otomatik ayırma

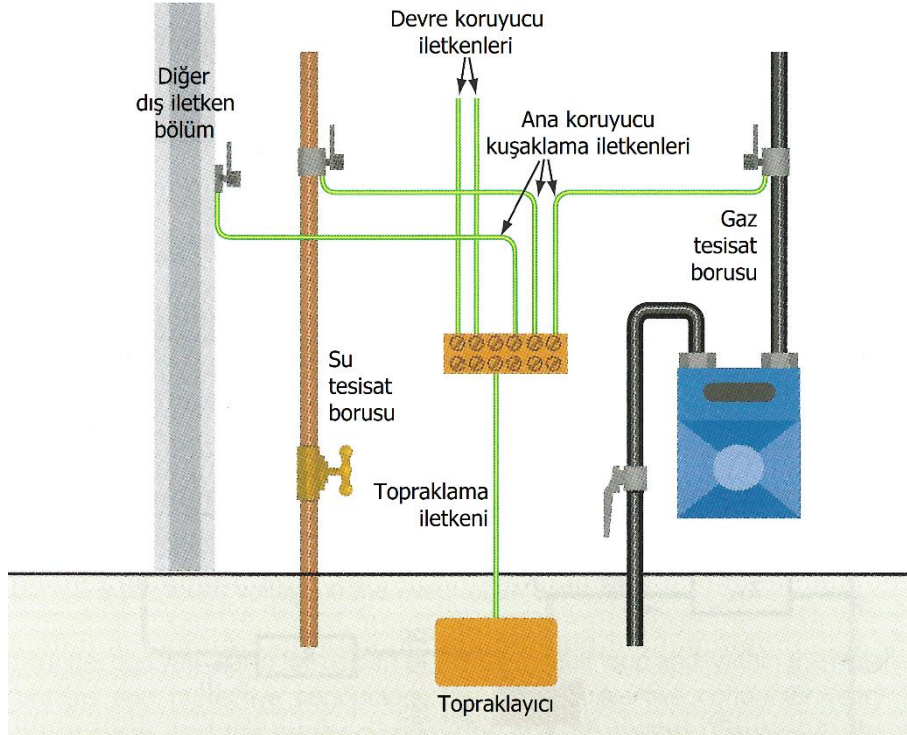
Bazı özel devrelerin ve bölgelerin ek koruma olarak 30mA kaçak akım rölesi (RCD) ve/veya tamamlayıcı kuşaklama ile korunması gerekmektedir.

1.2 Giriş

Beslemenin otomatik olarak kesilmesi arıza korumada en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Temel amaç; devrenin ulaşılabilir iletken bölümü ile diğer ulaşılabilir iletken bölümler, dış iletken bölümler veya toprak arasında maruz kalınacak gerilimin süresini ve şiddetini (arıza anında) sınırlamaktır.

Beslemenin otomatik olarak kesilmesi için koruyucu önlemler;

- Temel koruma, canlı iletkenlerin yalıtılması, bariyerler veya muhafazalar ile sağlanmakta ve;
- Arıza koruması;
 - Koruyucu topraklama;
 - Koruyucu eşpotansiyel kuşaklama; ve
 - Arıza durumunda otomatik ayırma.



Şekil 1.1: Topraklama ve kuşaklama için standart bir koruyucu iletken düzenlemesini göstermektedir

1.3 Topraklama ve Kuşaklama

Bu bölümden sonra, aşağıdaki konuların farkında olacaksınız:

- * Topraklama nedir ve neden buna ihtiyacımız var?
- * Topraklama düzenlemeleri
- * Kuşaklama nedir ve neden ihtiyacımız var?
- * Toprak hatası çevirim empedansı

Topraklamanın nasıl çalıştığını anlamak için önce elektriğin her zaman en kolay ve en hızlı yolu seçeceğini anlamanız gerekir. Akım, transformatörün bir tarafını terk ettiğinde diğer tarafa olabildiğince hızlı ve kolay bir şekilde ulaşmak (en az direnç yolu) isteyecektir.

Aynı şekilde, örnekleme gerekirse, bir şehrin bir tarafından diğer tarafına araba ile katetmek istiyorsanız ve sıkışık şehir merkezinden geçip geçmemek veya çevre yolundan (bypass) geçmek gibi bir seçeneğiniz varsa - en hızlı rotayı (en az dirençli yolu) kullanırsınız. Elektrik de aynı prensipte davranmaktadır.

1.3.1 Topraklama nedir ve neden buna ihtiyacımız var?

ESQCR (Electricity Safety, Quality and Continuity Regulations) Yönetmeliği, elektrik dağıtıcısının çoğu durumda, alçak gerilim sistemine bağlanacak yeni tüketiciye bir topraklama düzeni sağlama yükümlülüğü getirmektedir. Dağıtıcının bir toprak temin etmesini önleyen güvenlik nedenleri olabilir, örneğin, TN-C-S sistemindeki nötr iletkeni hasara karşı duyarlı olabilir. Buna bir örnek, kırsaldaki bir evin havai hatlar ile beslenmesidir. Eğer nötr iletkeni traktör kullanan bir çiftçi tarafından koparılır ise, toprak ile tesisattaki tüm metal yüzeyler arasında 230 V görünebilir. Bu durumda, tedarikçi bir topraklama iletkeni sağlamayı reddedebilir, bu sebepten ötürü tüketici TT topraklama düzenlemesi kurmak zorunda kalabilir. Sonuçta, tüketici tesisatın uygun şekilde topraklandığından sorumlu olmaktadır.

Topraklamanın amacı, akımın akması için bir güzergah sağlamaktır (faz ile toprak arasındaki arıza durumunda) böylece koruyucu cihaz gereken süre içerisinde açacaktır (koruyucu cihazların nasıl çalıştığı hakkında daha fazla bilgi için Bölüm 2'ye bakınız). Bunun gerçekleşmesi için akımın, dağıtım trafosunun nötr terminaline geri dönmesi gereklidir, böylece tam bir arıza devresi oluşturulur. Bunu için, tüketicinin tesisatındaki ana topraklama terminali üzerinden, arızanın olduğu noktadan trafonun nötr ucuna kadar iyi bir iletken güzergahı oluşturulmalıdır. Buna ulaşmanın çeşitli yollarına topraklama denir.

1.3.2 Neden buna topraklama diyoruz?

Bunu basitçe topraklama olarak adlandırıyoruz, çünkü KKTC ve diğer birçok ülkedeki elektrik sistemlerinde, dağıtım trafosundaki nötr, dünyanın genel kütesine bağlıdır. 'Earth' ile (E harfi ile sembolize edilir); gezegenimizi kaplayan ince malzeme katmanını kastediyoruz; toprak, çamur, kaya, kil veya ayaklarınızın altında bulabileceğiniz herhangi bir şey, tüm yeşil/sarı iletkenler elektrik tesisatının toprağına bağlanır. Hemen hemen tüm dağıtım trafolarında, bir topraklama çubuğu ve çoğu durumda, nötr ve toprak arasında bir bakır ağ aracılığıyla fiziksel bağlantı vardır.

Çoğu ev aletinin elektrik terminal kapağını açtığınızda, yeşil/sarı yalıtımlı bir kablo ile birlikte kahverengi yalıtımlı bir kablo ve mavi yalıtımlı bir kablo olduğunu göreceksiniz. Yeşil/sarı kablo devre koruyucu iletkenidir (cpc) ve cihazların açık iletken kısımlarını toprağına bağlar. Devre koruyucu iletkeni, dağıtım panosundaki hata akımını hızlı bir şekilde toprağına taşıyacaktır.

IET Elektrik Tesisat Yönetmeliğinin 54. Bölümü, topraklama düzenlemeleri ve koruyucu iletkenler için gereksinimleri belirler.

Örneğin: bir aydınlatma elemanı

Seyyar aydınlatma armatürü normal koşullarda canlı olmayan metal bir gövdeye (ulaşılabilir iletken bölüm) sahiptir. Ancak, taşınırken veya yanlışlıkla çarptığımızda, kablo hasar görürse ve canlı iletken metal mahfazaya temas ederse ne olur?

Elektriğin kolay yolu tercih ettiğini unutmayın. Bu aydınlatma armatürünün durumunda, lamba telinin sıkışık bir şehir olduğunu hayal edin; elektriğin geçmesi zordur, metal muhafaza ise bir otoyoldur, içerisinden geçilebilecek güzel büyük bir materyal parçasıdır.

Bir elektrik tesisatı tasarlarken, dağıtım sistemi operatoründen gelen elektrik beslemesi tipi dikkate alınmalıdır. Bu, arıza akımında, yerkürenin (general mass of the earth); toprak arıza çevirim empedansının bir parçası olduğu TT sisteminde özellikle önemlidir. Yüksek toprak arıza çevirim empedansı nedeniyle, bu tip sistemlerin kullanıldığı yerlerde RCD koruması yaygındır. Sonraki bölümlerdeki şekillerde, devre koruyucu iletkeni (cpc) ve topraklama iletkeninin, arıza akımının trafonun topraklanmış nötrüne akarken oluşturduğu güzergahı göreceğiz.

1.3.3 Toprağa karşı arıza nedir?

Bu aşamada, basit tek fazlı devrelerin iki canlı iletkenin oluştuğunu bileceksiniz; faz ve nötr. Bu iletkenlerden biri veya akım taşıyan bazı ekipmanların bir kısmının hasar görmesi sonucunda, ulaşılabilir iletken bölüme temas ederek, akımın devre koruyucu iletkenine akması için bir güzergah yolu oluşmaktadır. Devre koruyucu iletkeni, ulaşılabilir iletken bölümler ile tesisin ana topraklama terminali (MET) arasına bağlanır. Bu şekilde çok az dirençli bir yol sunulursa, o zaman, akım akış yönü değişerek, devre koruyucu iletkeni üzerinden dağıtım trafosunun (kaynak) nötrüne geri döner. Tesisat, IET Elektrik Tesisat Yönetmeliğinin gerekliliklerini yerine getirdiği sürece, koruyucu cihazı gereken sürede çalıştıracak olan yeterli akımın sağlandığı teyit edilir.

1.3.4 Toprakla kötü bağlantı varsa veya hiç bağlantı yoksa ne olur?

Tesisatlarda, dağıtım trafosundaki nötr iletkenin toprak genel kütesine bağlı olduğunu ve akımın, eğer en kolay yol bu ise trafoya geri dönmek için toprak genel kütesinden geçeceğini unutmayın.

Şimdi, paslanmış koruyucu iletken (daha yüksek direnç yaratan) ile zayıf topraklanmış bir tesisat veya hiç topraklanmamış bir tesisat hayal edin. Aynı arıza meydana geldiyse ve ekipmanın ulaşılabilir metal kısmı canlı bir konuma gelirse, birinin veya herhangi bir şeyin, akımın toprağa ya da yerküreye akması için yol oluşturana kadar, bu metal kısımlar canlı kalacaktır. Bu oluşacak yol, arıza sebebi ile canlı olan metal aksam ile kişinin yerküreye veya yere gömülü olan iletken metal ile eşzamanlı temasından kaynaklı olacaktır. Bu tip olaylar, geçmişte birçok kez ölümcül sonuçlara sebep olmuştur.

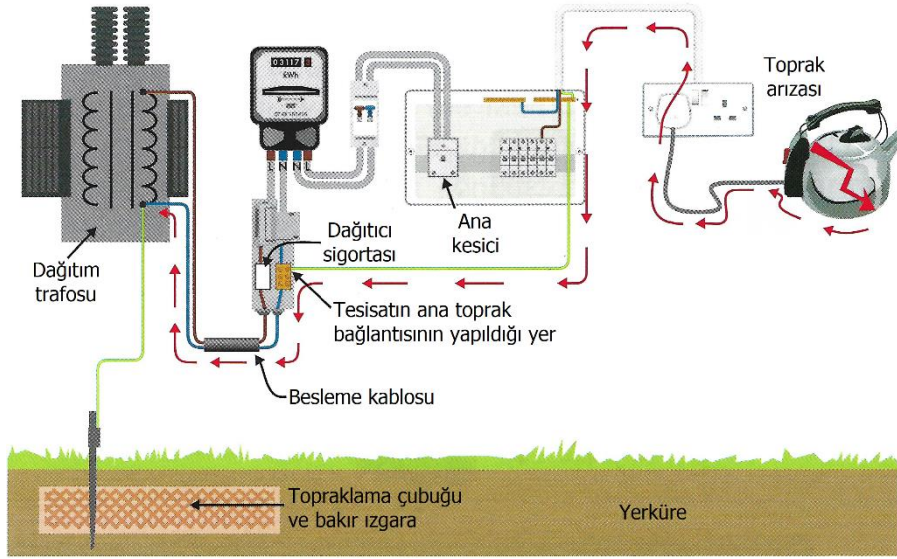
1.3.5 Topraklama Düzenlemeleri

TN-C-S düzenlemesi

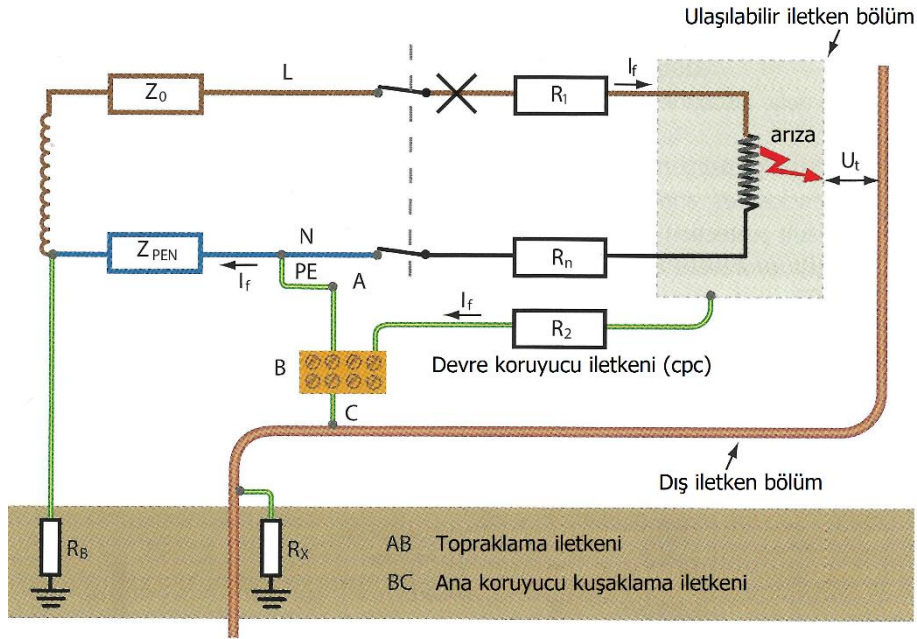
TN C-S düzenlemeleri hakkında daha fazla bilgi için, bkz. IET Elektrik Tesisat Yönetmeliği 542.1.2.2 (17. Baskı).

Dağıtım transformatöründe, nötr iletken, bir toprak elektrotu ile Toprağa bağlanır. Nötr şimdi 'topraklanmıştır' ve Fransızcada toprak anlamına gelen Terre terimi kaynağın topraklandığını ifade eder. Transformatörden, koruyucu topraklanmış nötr (PEN iletken) olarak bilinen iletken hem nötr hem de topraklama işlevlerini gerçekleştirir. PEN iletkeni hat iletkeni ile birlikte, kablonun bir parçasını oluşturmakta ve toprağa gömülerek tüketiciye ulaşmaktadır. Tüketiciye ulaştığı noktada, düzenleme TN-C'dir, C terimi (combined) topraklama ve nötr fonksiyonların tek iletkende birleştirildiğini açıklar. Kablo tesise girdiğinde (sayaç öncesi), özel bir dağıtım sigorta yuvası ile,

elektrik tesisatı için toprak bağlantısı sağlayan, genellikle PME terminali olarak adlandırılan bir terminal sağlar.



Şekil 1.2: TN-C-S sistemi



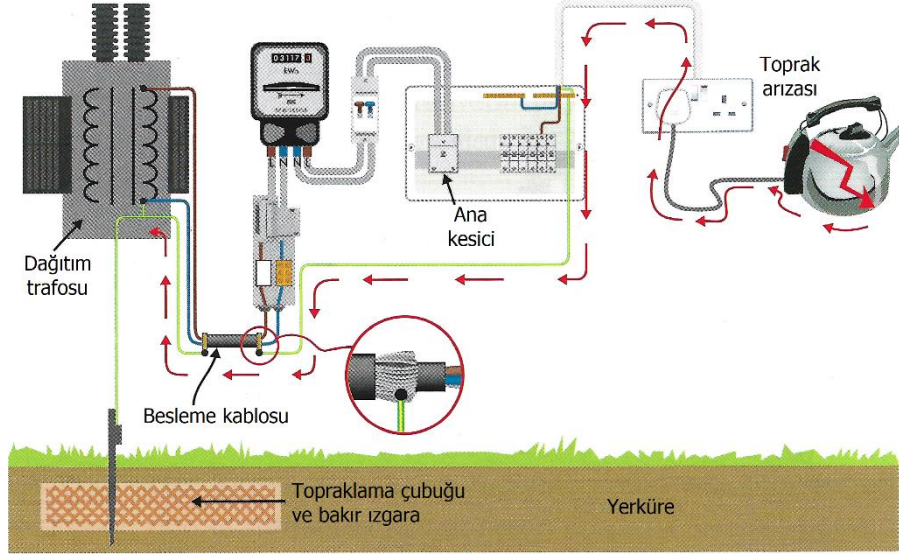
Şekil 1.3: TN-C-S sisteminde toprak arızası

Şekil 1.2 ve Şekil 1.3'te TN-C-S düzenlemesindeki nötr besleme iletkeninin (PEN), kurulum için topraklama aracı olarak kullanıldığını görebilirsiniz. Bunun anlamı, eğer bu tesisatta bir toprak arızası meydana gelirse, örneğin, arızalı bir su ısıtıcısı, arıza akımı tesisatın devre koruyucu iletkeni üzerinden tesisatın ana topraklama terminaline akacaktır. Arıza akımı oradan da tesisatın topraklama iletkeni ki genellikle 16 mm² yeşil ve sarı yalıtımlı bakır iletken olmaktadır, hata akımını PME topraklama terminaline taşıyacaktır. Arıza akımı birleştirilmiş PEN iletkeninden (mavi olan) geçecek ve sonra transformatöre geri dönecektir. Bu akan akım (eğer tesisat IET Elektrik Tesisat Yönetmeliğine uygunsa) koruyucu cihazı istenen sürede çalıştırmak için yeterli olacaktır.

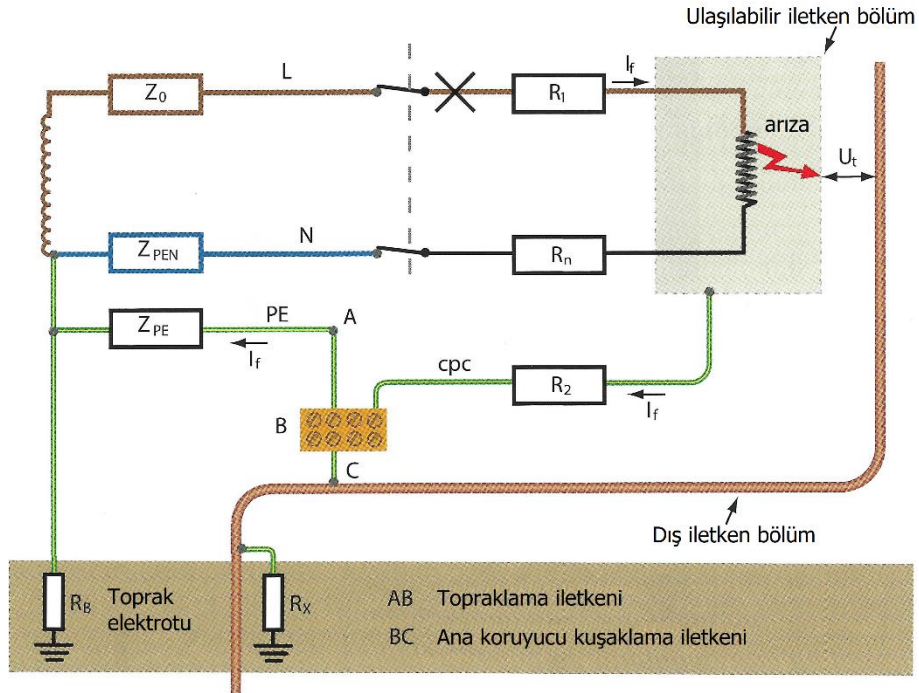
TN-S düzenlemesi

TN-S düzenlemeleri hakkında daha fazla bilgi için, bkz. IET Elektrik Tesisat Yönetmeliği 542.1.2.1 (17. Baskı)

Terre, TN-C-S düzenlemesinde olduğu gibi dağıtım trafosundaki nötr iletkenine bağlanır. Bununla birlikte, TN S düzenlemesinde, transformatörden tesise topraklama iletkeni ayrıca temin edilir. Bu topraklama iletkeni, genellikle yeterince düşük direnç sağlayan besleme kablosu üzerindeki çelik tel zırhdır.



Şekil 1.4: TN-S sistemi



Şekil 1.5: TN-S sisteminde toprak arızası

Şekil 1.4 ve Şekil 1.5'te TN-S düzenlemesinde tesisatın topraklaması için ayrı bir iletken kullanıldığını görebilirsiniz. Bunun anlamı, eğer bu tesisatta bir toprak arızası meydana gelirse, örneğin, arızalı bir su ısıtıcısı, arıza akımının devre koruyucu iletkeni üzerinden tesisatın ana topraklama terminaline, oradan da besleme kablosunun tesise girdiği yere kadar gideceği anlamına gelir. Sonra da ayrı bir koruyucu topraklama iletkeninden transformatöre geri gidecektir. Bu akan akım (eğer tesisat IET

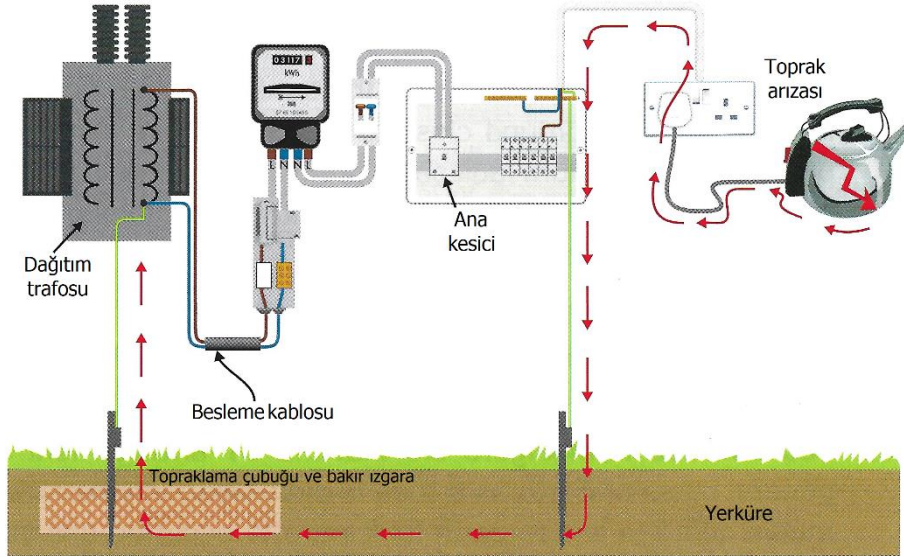
Elektrik Tesisat Yönetmeliğine uygunsuz) koruyucu cihazı istenen sürede çalıştırmak için yeterli olacaktır.

TT düzenlemesi

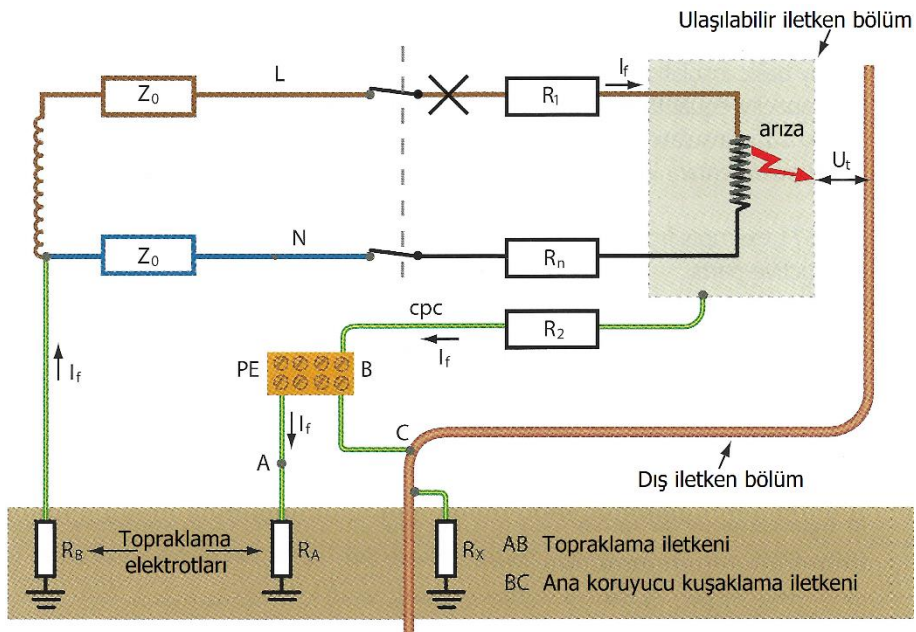
TT düzenlemeleri hakkında daha fazla bilgi için, bkz. IET Elektrik Tesisat Yönetmeliği 542.1.2.3 (17. Baskı)

Dağıtım trafosunda, nötr iletkeni, bir toprak elektrotu ile toprağa bağlanır. Nötr şimdi 'topraklanmış' ve Fransızca'da toprak anlamına gelen Terre terimi kaynağın topraklandığını ifade eder. Nötr iletkeni, TN-C-S ve TN-S düzenlemelerinde olduğu gibi, dağıtım trafosunda, toprağa bağlanır. Bununla birlikte, TT topraklama düzenlemesinde, transformatör ile tüketici arasındaki topraklama iletkeni yerkedir! Sonuç olarak, bir tüketiciden trafoya oluşturulacak akım yolu için tüketici yanına çakılacak bir topraklama çubuğu gereklidir. Bu, akımın yerküreye akabileceği iyi bir dönüş hatası yolu sağlar. Bu şekilde arıza akımı yerküreden trafoya akacaktır.

Bununla birlikte, Yerküre çok etkin bir iletken değildir, konum ve nem içeriğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.



Şekil 1.6: TT sistemi



Şekil 1.7: TT sisteminde toprak arızası

Nerede ki;

Z_0	Kaynağın empedansı
Z_{PEN}	Trafonun yıldız noktası ile birleştirilmiş koruyucu iletken ile nötür iletkeninin (PME) empedansı
Z_{PE}	Trafonun yıldız noktası ile koruyucu iletkeninin empedansı
R_1	Tesisatın faz iletkeni direnci
R_n	Tesisatın nötür iletkeni direnci
R_2	Tesisatın koruyucu iletkeni direnci
U_t	Toprak arızası durumundaki temas gerilimi

Şekil 1.6 ve Şekil 1.7'de TT düzenlemesinin yerküreyi, tesisatı topraklamak için kullandığını görebilirsiniz. Bunun anlamı, eğer bu tesisatta bir faz-toprak arızası meydana gelirse, örneğin, arızalı bir su ısıtıcısı, arıza akımının devre koruyucu iletken boyunca tesisatın ana topraklamasına, topraklama iletkeni boyunca topraklama çubuğuna, oradan da yerküreyi kullanarak dağıtıcının trafosuna ulaşacaktır. Bu akan akım (eğer tesisat IET Elektrik Tesisat Yönetmeliğine uygunsuzsa) RCD'yi istenen sürede çalıştırmak için yeterli olacaktır.

Arıza koruması için bir RCD kullanıldığında, aşağıdaki koşulların birebir sağlanması gereklidir:

- Açma süresi **Tablo 1.1'e** uygun olmalıdır.
- $R_A \times I_{\Delta n} \leq 50V$

R_A	Toprak elektrodu ile ulaşılabilir iletken bölüme çekilen koruyucu iletken dirençleri toplamı (ohm)
$I_{\Delta n}$	RCD beyan artık akımı

RCD ile korunan bir devrenin toprak arıza çevirim empedansı **Tablo 1.2'i** karşılıyorsa (a) ve (b) deki koşulları sağlamış sayılmaktadır.

Tablo 1.1: Beyan gerilimi AC RMS faz ile toprak arası 230V olan sistemlerde en yüksek açma süreleri

	32A'i geçmeyen son alt devreler	32A'i geçen son alt devreler	Kolon hatları
TN Sistemi	0,4 s	5 s	5 s
TT Sistemi	0,2 s	1 s	1 s

Not: TT sistemlerinde, açmanın bir aşırı akım cihazı ile sağlanabildiği ve koruyucu eşpotansiyel kuşaklama iletkeninin tüm dış iletken bölümler ile irtibatlandığı tesisatlarda TN sistemi açma süreleri kullanılabilir.

Tablo 1.2: Zaman gecikmesiz RCD'ler için en yüksek toprak arıza çevirim empedansı

Beyan kaçak akım değeri (mA)	En yüksek toprak arıza çevirim empedansı
30 mA	1667*
100 mA	500*
300 mA	167
500 mA	100

* Tesisattaki toprak elektrodunun direnci pratik olarak olabildiğince en düşük değerde olmalıdır. 200 ohm üzerindeki değerler kararlı olarak kabul edilmezler.

1.3.6 Koruyucu Eş Potansiyel Kuşaklama

IET Elektrik Tesisat Yönetmeliği Bölüm 544, aşağıdakilerle ilgili bilgiler de dahil olmak üzere koruyucu eş potansiyel iletken gerekliliklerini kapsamaktadır;

(a) ana eş potansiyel kuşaklama iletkenleri ve tamamlayıcı kuşaklama iletkenleri için gerekli kablo kesit alanı;

(b) dağıtım panosu bağlantılarında nereye ve nasıl bağlanmaları gerektiği; ve

(c) metal su, gaz, merkezi ısıtma, iklimlendirme boru tesisatı ile binanın dış iletken bölümleri vs.

Bir eş potansiyel kuşaklama iletkeninin kesit alanı tesisatın topraklama iletkeni için gerekli kesit alanının yarısından ve 6mm²'den az olmayacaktır. Eğer eş potansiyel kuşaklama iletkeni bakır ise veya diğer metallerde bakıra eşdeğer iletkenlik veren bir kesit alanına sahip ise, kesit alanının 25mm²'yi aşması gerekmez.

1.3.7 Eş potansiyel kuşaklama nedir ve neden buna ihtiyacımız var?

Koruyucu önlemin, beslemenin otomatik olarak bağlantısının kesilmesinin öngörüldüğü bir kurulumda, koruyucu cihazın, örneğin RCD'nin bir hata tespit ettiği ve beslemeyi otomatik olarak devre dışı bırakacağı bir yerde, koruyucu eşpotansiyel kuşaklama iletkeni IET Elektrik Tesisat Yönetmeliğine göre sağlanmalıdır. Ana koruyucu eş potansiyel kuşaklamanın amacı, toprak arızası sırasında aşağıdakiler arasında bulunabilecek temas gerilimini azaltmaktır:

(a) dış-iletken bölümler (tesisatın bir parçasını oluşturmayan ancak yapısal çelik ve metalik borular gibi bir arıza durumunda canlı hale gelebilecek metalik parçalar) ile diğer dış iletken bölümler arasında.

(b) ulaşılabilir iletken bölümler ile dış iletken bölümler arasında.

(c) ulaşılabilir iletken bölümler ile toprak arasında.

1.3.8 Potansiyel Fark

Yerkürenin sıfır potansiyele sahip olduğu yani sıfır gerilime sahip olduğu hatırlanırsa, Tek fazlı bir devrenin faz iletkeni ile yerküre arasındaki gerilimin 230 V olduğu söylenebilir yani yerküre ile faz iletkeni arasında 230 V potansiyel fark bulunmaktadır (Bizim şebekemizde bu 240 V'dur). Bu iki nokta arasında kalacak iletken madde veya insan vücudu 230 V gerilime maruz kalacaktır.

Asla denememen gerek şeyler

Hatırlamaktayım da, ben çocukken, bir kuşun çıplak elektrik tellerine konup nasıl elektrik çarpmadığına anlam veremiyordum. İnsanlar genellikle bana kuşun aynı anda iki tele değmediğinden dolayı çarpılmadığını söylüyordu. Elektrik sisteminin işleyişini anlayana kadar buna pek bir anlam veremiyordum.

Bir kuş veya ben açıldaki bir havai hatta asıldığımızda yine aynı prensiple, sağ elimle bir kabloya asılıyken yine sol elimle aynı kabloya asılıyorsam yerden 20 veya yeterince yüksekdeyken keyfim yerinde orada durabilirim. Bunun sebebi ellerimin arasında kalan iletken kablonun potansiyel farkının sıfır olmasıdır. Bunu yine bir voltmetre ile, kısa mesafede aynı iletken üzerine iki probu yerleştirerek kanıtlayabilirsiniz. Ölçeğiniz değer sıfır veya sıfıra yakın bir değer çıkacaktır. Temelde eşpotansiyel kuşaklama ile elde edilmek istenen de budur; iletken parçalar arasında sıfır potansiyele yakın bir değer elde etmek.

Umarım ki bu örnek “eşpotansiyel” terimini anlamamıza yardımcı olacaktır. Hernekadar bunu tam olarak yakalamak mümkün olmasa da, iki parça arasındaki potansiyel farkı azaltmak, toprak arızası durumunda güvenliğin artırılmasını sağlamaktadır.

1.3.9 Arıza durumunda ne olmaktadır?

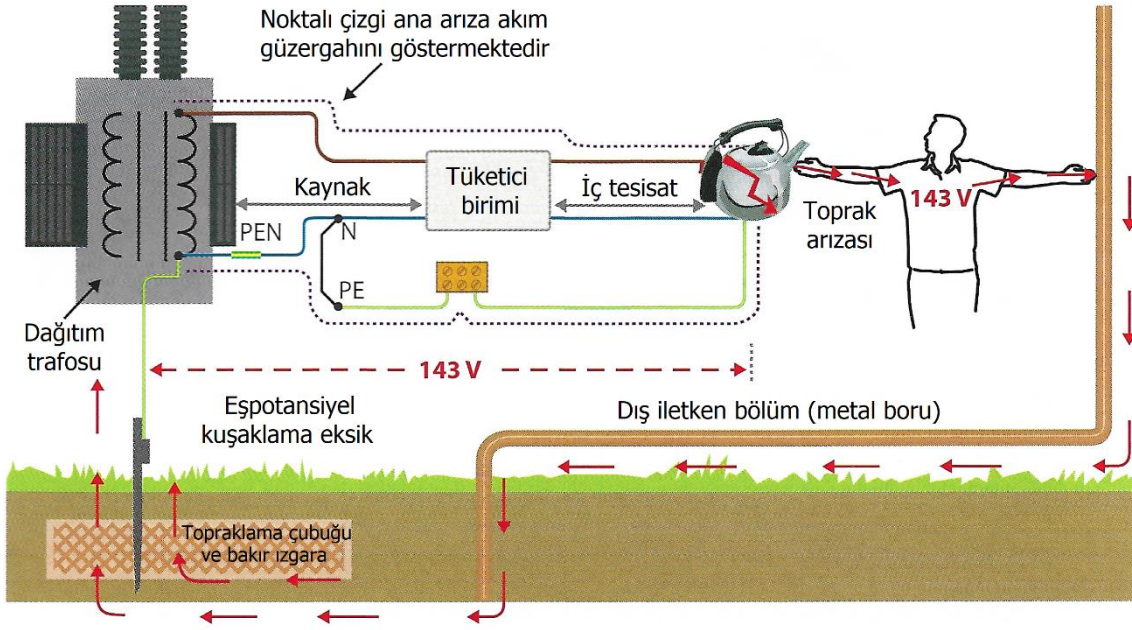
Toprağa bir arıza durumunda, koruyucu cihazın açması için yeterli bir değere ulaşana kadar akım toprak hata çevirim empedansı güzergâhı boyunca akacaktır. Bununla birlikte, eğer herhangi birşey veya birisi aynı anda dış iletken bölüm ile topraklanmamış canlı ulaşılabilir iletken bölüm ile temas halinde olursa ve tesisat yeteri koruyucu eşpotansiyel kuşaklamaya sahip değilse, bu durum iki iletken bölüm arasında akımın akacağı bir güzergâh oluşturacaktır. Bu iki bölüm arasındaki gerilim ‘temas gerilimi’ olarak adlandırılır. Temas gerilimi yaralanma veya ölüme sebep olacak bir elektrik çarpmasına yol açabilir. Eşpotansiyel kuşaklama, IET Elektrik Tesisat Yönetmeliğine göre, toprak arızası durumunda koruyucu cihaz açana kadar temas geriliminin kabul edilebilir değerler içerisinde kalmasına yardımcı olacaktır.

1.3.10 Koruyucu eşpotansiyel kuşaklama nasıl çalışmaktadır?

Unutulmamalıdır ki, elektrik her zaman için besleme trafosunun nötr noktasına ulaşacağı en kolay yolu seçecektir. Eğer bu kolay yol devre koruyucu iletkeni ile koruyucu eşpotansiyel kuşaklama iletkeni ise, bu akımın çoğunun akacağı güzergâh olacaktır. Eğer bir insan ile dış iletken bölüm arasında alternatif bir yol olur ise, bu kötü bir elektrik çarpmasına neden olacaktır. Bundan dolayı sadece bir koruyucu eşpotansiyel kuşaklamanın sağlanması değil kablo kesit alanının da akımın akacağı yeterli bir kolay yol oluşturması gereklidir.

Aşağıdaki şekillerde, TN-C-S sisteminde faz ile toprak arası oluşacak arıza şekledilmiş ve bu arıza, ulaşılabilir iletken bölüm ile dış iletken bölüm arasında gerilim potansiyeline sebep olacaktır. Arıza güzergâhı şekilde mor renk nokta nokta çizgilerle gösterilmektedir.

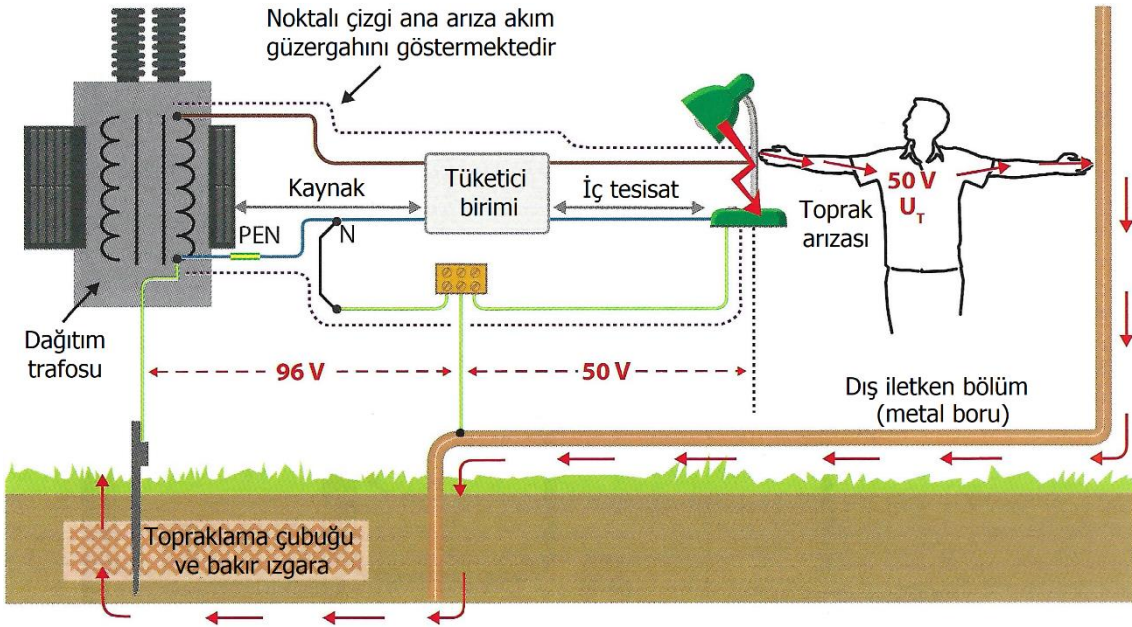
Şekil 1.8’de herhangi bir eşpotansiyel kuşaklama yoktur. Bir toprak arızası oluştuğunda, ulaşılabilir iletken bölüm ile dış iletken bölüm arasındaki temas gerilimi kabul edilen değer üzerinde olabilir. Bunun sebebi şekilde gösterilen adamın metal tesisat borusu üzerinden yerküreye oradan da trafoya bir kolay akım güzergâh yolu oluşturmasıdır. Bu örnekte, insan üzerinde oluşacak 143V bir temas gerilimi şekledilmiştir. Bu durum ciddi bir yaralanma veya ölüme sebebiyet verebilmektedir.



Şekil 1.8: Eşpotansiyel kuşaklaması eksik iç tesisat

Şekil 1.9'daki tesisat, dış iletken bölümün binaya girişi yaptığı noktada dağıtım panosu ana topraklama terminaline bağlantısı yapılmış koruyucu eşpotansiyel kuşaklama iletkeni sahiptir. Bu ek iletkenin tesis edilmiş olması, bir toprak arızası durumunda oluşacak potansiyel farkı azaltacaktır. Bu durum tesisatta, ulaşılabilir iletken bölüm ile dış iletken bölüm arasında oluşacak temas gerilimi yeterince azaltacaktır.

Şekil 1.9'da temas geriliminin 50V'a düştüğünü görebilmekteyiz.

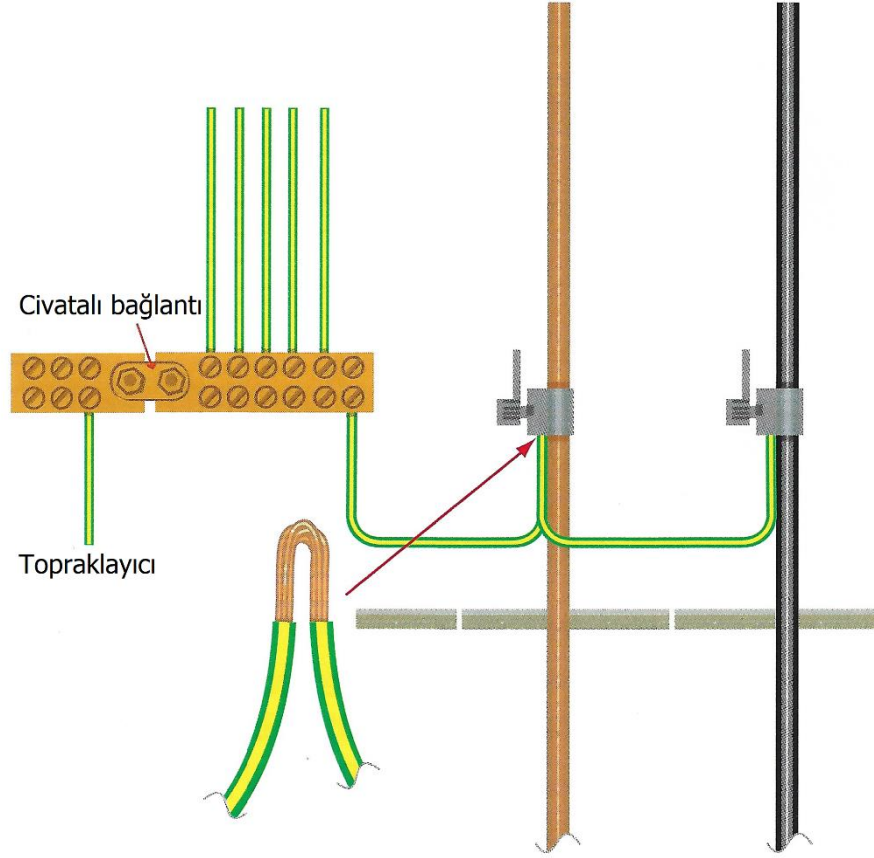


Şekil 1.9: Eşpotansiyel kuşaklaması yapılmış iç tesisat

1.3.11 Tek bir iletken ile iki veya daha çok dış iletken bölümünün bağlantısı.

Eğer iki veya daha çok dış iletken bölüm, tek bir koruyucu kuşaklama iletkeni ile kuşaklanıyorsa, bir bütün iletken olmalıdır ki, dış iletken bölümün birinde olacak olan kopma, kuşaklamanın diğer bölümlere olan devamlılığını etkilemesin. Kuşaklama iletkenlerinin doğru kesit alanı 'On Side Guide' kitabında verilmekte ve herhangi bir tesisatta iletken kesiti en az 6mm^2 olmalıdır. Ana eşpotansiyel iletken kesiti besleme canlı iletken kablosu kesiti ile doğrudan ilişkilidir (Bknz. Madde 1.3.6.).

Şekil 1.10'da iletkenin terminale kesintisiz nasıl bağlanacağı gösterilmektedir.



Şekil 1.10: Kesintisiz bağlantı iletkeni

1.3.12 Tamamlayıcı eşpotansiyel kuşaklama

Tamamlayıcı eşpotansiyel kuşaklamanın prensibi eşpotansiyel kuşaklama ile aynıdır. Tek fark, arıza durumunda dış iletken bölüm ile ulaşılabilir iletken bölüm arasında kalan gerilim potansiyelinin daha fazla düşürülmesidir.

IET Elektrik Tesisat Yönetmeliğinde tamamlayıcı kuşaklamanın kullanımı ile ilgili belirli kurallar verilmektedir, özellikle elektrik çarpması riskinin arttığı belli tesisatlar ve mahaller, örneğin, yüzme havuzunun bulunduğu mahaller vs. IET Elektrik Tesisat Yönetmeliği (17. Baskı) 7. Kısımda bu ek korumaların gerektiği bölgeler tanımlanmıştır.

2 Koruyucu cihaz ve özellikleri

2.1 Koruyucu cihaz

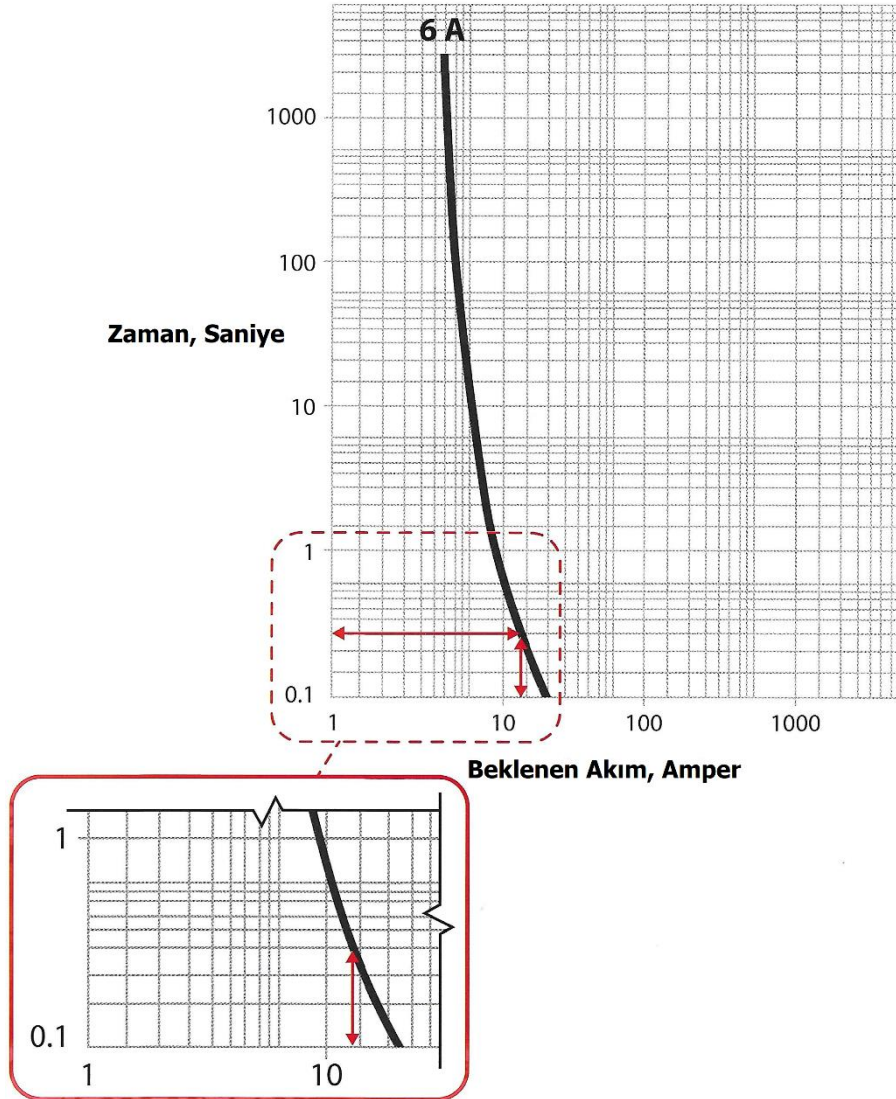
Koruyucu Cihazlar aşırı akım, aşırı yüklenme, kısa devre ve topraklama hatası gibi durumlarda koruma sağlar. Aşırı akım, devre iletkeninin akım taşıma kapasitesini geçtiği herhangi bir akım değerine ulaştığında meydana gelir. Bazı koruyucu cihazlar ufak toprak kaçığında oluşan akıma karşı da koruma sağlayabilirler. Bu cihazların çalışma prensiplerini anlamak için aşırı akım çeşitlerini tanımlamamız gerekmektedir.

- Aşırı Yük: Kısa süreliğine, normal akım yükünden fazla akım çekildiğinde meydana gelir. Bu durum bir anda fazladan elektrikli ürün kullanıldığında oluşan yüklenmeyle meydana gelir ancak devrede oluşan bir arıza sebebi değildir.
- Kısa Devre: Bu tip arızalar, fazlar arası veya, faz ile nötr arasında oluşur. Bu arızaların kayda değer olmayan ya da çok düşük empedans değerlerine sahip olduğu öngörülür ve çok yüksek hata akımına neden olurlar.

- (c) Toprak Arızası: Bu tarz arızalar faz ile toprak arasında cereyan eder ve elektrik çarpma riskine sebebiyet verir. Arızanın çok düşük empedans değerlerinde çok yüksek hata akımına neden olabileceği düşünülür.
- (d) Nötür Arızası: Nötür ile toprak arasında gerçekleşen arızalardır ve genellikle tespit edilememesine rağmen kaçak akım koruma cihazlarının (RCD) açmasına neden olabilir.

Yukarıda belirtilenlere ek olarak, koruyucu cihazlar aşağıda belirtilen farklı değerlere sahiptirler.

- (a) Sınıflandırılmış kısa devre kapasitesi (I_{CN}), sigortanın yanma noktasına gelmeden üstesinden gelebileceği akım kapasitesidir. MCB veya RCBO'lar kapasite aşımı durumunda kontakların birleşmesinden dolayı akım akışını durduramazlar.
- (b) Nominal değer (I_n), cihazın tolere edebileceği akımı göstermektedir. Örneğin, 32A MCB herhangi bir bozulma yaşamadan üreticinin belirlediği ömrü boyunca 32A yük akımı taşıyabilir.
- (c) Efektif devre dışı bırakmaya neden olan akım (I_a), cihazın belirli bir sürede kendi kendine açmasına neden olacak yükte akım geçtiğinde meydana gelir. Örneğin, BS 88-2 standartlarındaki 6A sigorta, 18A akıma maruz kaldığında 0,4 saniyede devreyi açmaktadır. IET Elektrik Tesisat Yönetmeliği Ek3 içerisindeki zaman akım karakteristikleri grafiği veya üretici beyanı ile bunları belirleyebiliriz.



Şekil 2.1: BS 7671 Ek3'deki zaman/akım grafiği

MCB gibi koruyucu cihazların, hiçbir zaman üzerinde beyan edilen akım değerinde açmayacağı unutulmamalıdır. Örneğin, B tipi 16A MCB, 17A ya da 18A yükte açmazlar, bu devre kesici üzerinden yaklaşık olarak 3 saat boyunca 23A yük geçtiği zaman açmaktadır. Bu devre kesicinin ani açması için üzerinden 80A veya daha fazla yük akımı geçmesi gereklidir.

2.1.1 Devre kesiciler

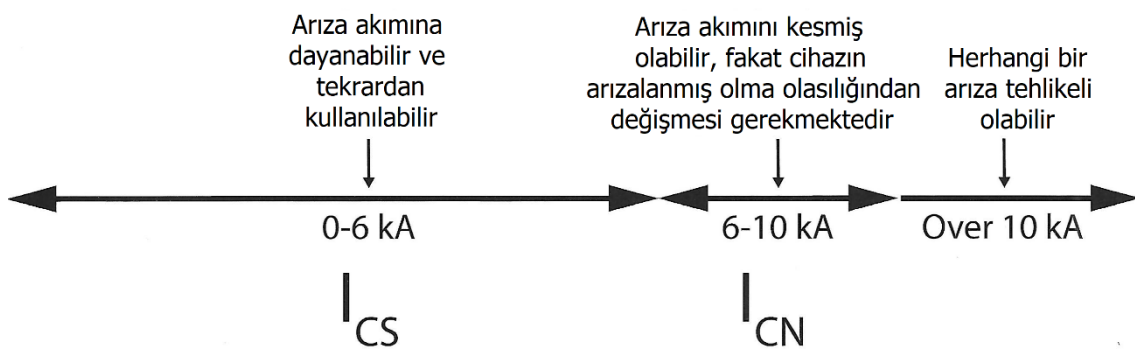
Devre kesiciler muhtemelen en yaygın olarak kullanılan ve güvenilir koruyucu cihazlardır. Devre kesiciler BS EN 60898 Standardına göre üretmektedirler, ancak üreticiler bu cihazları 3 kategoriye ayırmışlardır.

- (a) **Devre Kesiciler (cb)**, BS EN 60898 standardında olup 2A ile 125A aralığında görev yaparlar ve tüm yeni tesisatlarda kullanılırlar.
- (b) **Minyatür Devre Kesiciler (mcb)**, ise BS 3871 standardında olup yerini BS EN 60898 standartlı ürünlere bırakmıştır. Birçok eski uygulamalarda karşımıza çıkmaktadırlar. 3A ile 80A aralığında üretilen bu cihazlar genellikle son alt devreleri korumakla görevlendirilirler. Standart değişikliğinden sonra isminde geçen minyatür kelimesi kaldırılmıştır.
- (c) **Termik Manyetik Devre Kesiciler (mccb)**, diğerlerine oranla daha büyük devre kesicilerdir ve büyük dağıtım panolarında kullanılırlar.

Akım taşıma kapasitesi yanında aşağıda belirtilen iki farklı sınıflandırmaya daha sahiptirler.

- (a) **I_{CS}** : Kesicinin hasar görmeden dayanabileceği ve arızadan sonra cihazın kullanılmasına devam edilebileceği arıza akım değerine verilen sınıflandırmadır.
- (b) **I_{CN}** : Kesicinin tahammül edebileceği arıza akım değeri sınıflandırmasıdır, ancak arızadan sonra kesici görevini yitirmekte ve değiştirilmesi gereklidir. Arıza akımının bu değeri aşması çok tehlikeli olabilir, patlamaya ya da bacıkların yapışıp devre dışı kalmasına sebebiyet verebilir.

Örneğin, I_{CS} değeri 6kA, I_{CN} değeri 10kA olan bir devre kesici, aşağıdaki **Şekil 2.2'de** gösterildiği gibi, 6kA'e kadar arıza akımına dayanıp tekrardan kullanılabilen. 6kA ile 10kA arası bir akıma maruz kaldığı zaman hasar görme olasılığı bulunmakta ve değiştirilmesi gerekmektedir. 10kA üzeri arıza akımında ise patlamaya veya bacıkların yapışmasına neden olabilmektedir.



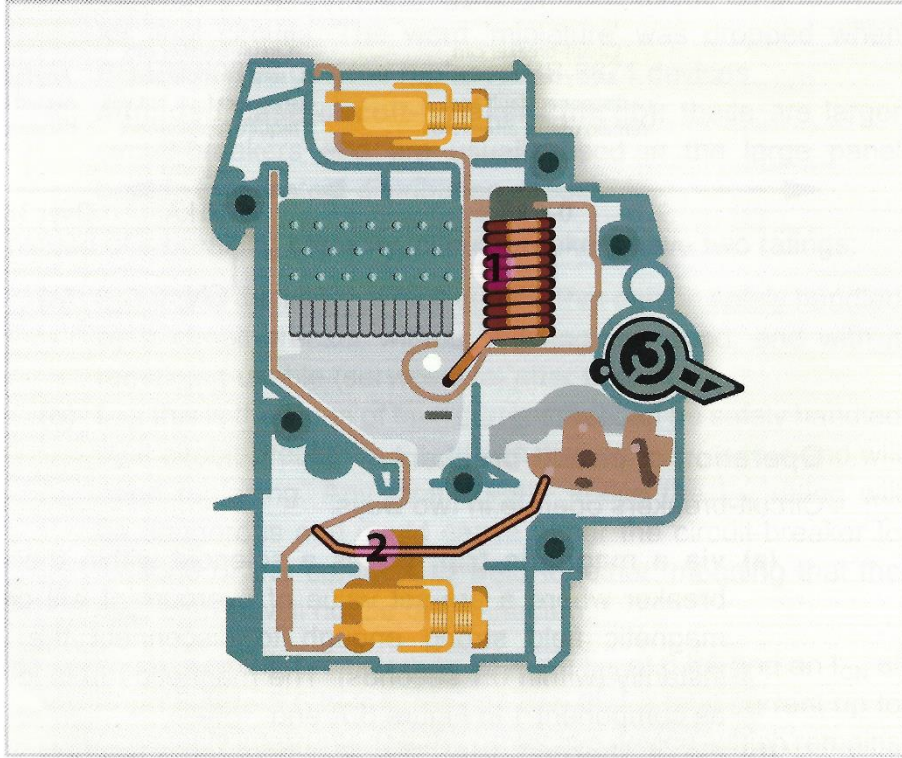
Şekil 2.2: Devre kesicilerde I_{CS} ve I_{CN} değerleri arasındaki ilişki

Devre kesicinin işleyişi

Devre kesici iki şekilde görev yapmaktadır:

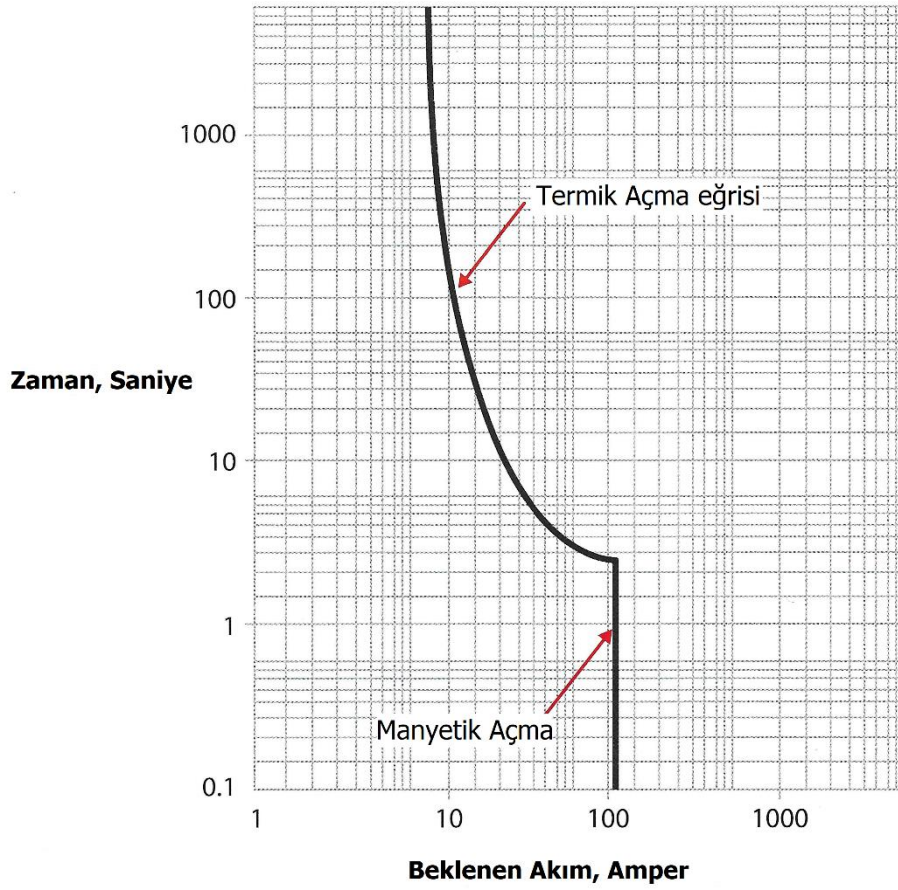
(a) manyetik açma: devre kesici içerisindeki sargının, önceden belirlenmiş aşırı akım değerine ulaştığında oluşacak manyetik alanın cihazın ani açmasına sebep olmasıdır (0,1 saniyede). Manyetik açmayı sağlayacak sargı **Şekil 2.3'de** 1 numaralı eleman olarak işaretlenmiştir; ve

(b) termik açma: aşırı akımın çift metalli şeriti ısıtarak gerçekleştirdiği açma düzeneği. Bu süreç aşırı akım değerine bağlı olarak daha uzun sürebilir. Bu bimetal aksam **Şekil 2.3'de** 2 numaralı eleman olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.3: Devre kesicisi içerisindeki bileşenler

Bu devre kesicilerin açma karakteristikleri IET Elektrik Tesisat Yönetmeliği Ek 3'de yer alan devre kesicilerin zaman akım grafiklerinde görülebilir.



Şekil 2.4: IET Elektrik Tesisat Yönetmeliği Ek 3'de yer alan devre kesicilerin zaman akım grafik örneği

Devre kesicilerin tipleri

Üç tip devre kesici bulunmaktadır. Manyetik açma özelliklerine göre çeşitlendirilirler. Floresan lambalar gibi başlangıçta bir darbe akımına neden olan cihazlar bu seçimi yapmamıza neden olmaktadır. Bu darbe akımları ilk kalkışta B-tipi devre kesicilerin arıza akımı gibi algılamasına sebep olabilmekte ve belki manyetik açması daha yüksek bir değere ayarlanmış C-tipi devre kesicinin seçilmesi bu tip devrelerde gerekebilmektedir. Termik açmanın sağlanması için belli bir sürenin geçmesi gerekli olduğundan bu darbe akımlarından etkilenmeyebilirler. Anahtarlama düzeneği seçimlerinde yine bu darbe akımları baz alınarak seçim yapılmalıdır.

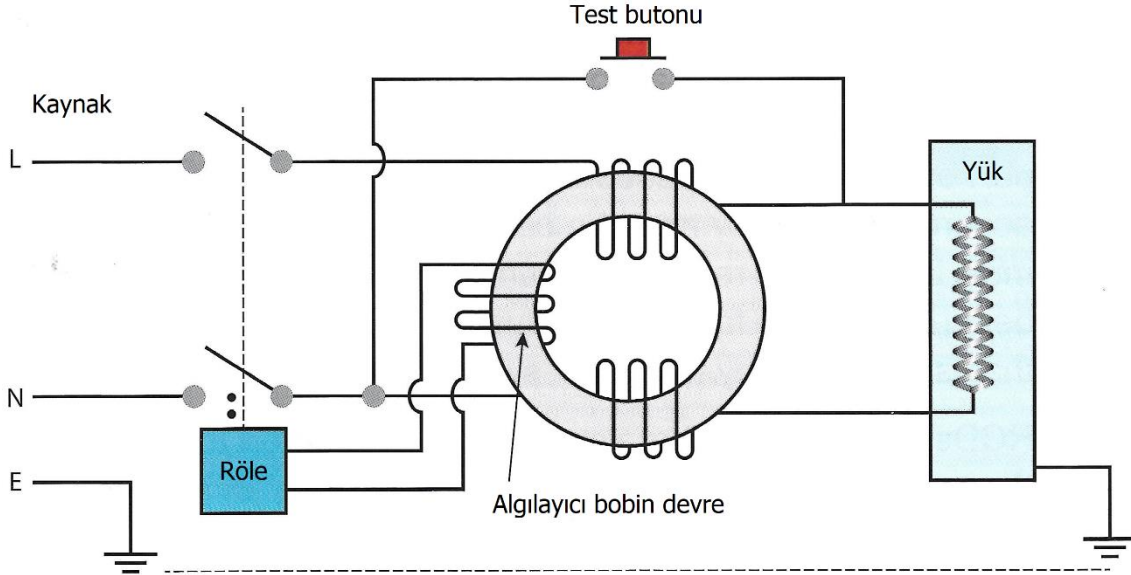
Üç tip devre kesici;

- (a) **Tip B:** Manyetik açması beyan akımının yaklaşık 5 katına ayarlanmıştır, yani beyan akımı (I_n) 10A olan bir devre kesicinin ani açması için üzerinden 50A'ı aşan bir akım geçirilmelidir. Bu tip devre kesiciler priz veya sabit su ısıtıcısı gibi standart devre düzenekleri için kullanılmalıdır.
- (b) **Tip C:** Manyetik açması beyan akımının yaklaşık 10 katına ayarlanmıştır, yani beyan akımı (I_n) 10A olan bir devre kesicinin ani açması için üzerinden 100A'ı aşan bir akım geçirilmelidir. Bu tip devre kesiciler kalkış darbe akımı olan motor tesisatları gibi devrelerde kullanılmalıdır.
- (c) **Tip D:** Manyetik açması beyan akımının yaklaşık 20 katına ayarlanmıştır, yani beyan akımı (I_n) 10A olan bir devre kesicinin ani açması için üzerinden 200A'ı aşan bir akım geçirilmelidir. Bu tip devre kesiciler kaynak makineleri gibi kısa sürelerde yüksek darbe akımı üreten özel tesisatların olduğu devrelerde kullanılabilir.

2.1.2 Artık akım cihazı

RCD'ler kısa devre ve aşırı akım koruması sağlamadığı için devre kesicilerden farklıdır. Bunun yerine RCD'ler cihazın içinden devreye giren akımı (faz) ve geri dönen akımı (nötür) denetler. Eğer giren ve çıkan akım değerleri birbirinden farklı ise akımın bir kısmı toprağa kaçmış olmalıdır.

Örneğin: faz ve nötür akımı değerleri arasındaki fark, cihaz beyan artık akım değeri ($I_{\Delta n}$) üzerinde ise, cihaz devreyi açtıracaktır.



Şekil 2.5: Tipik bir RCD düzeneği

RCD'ler iki şekilde sınıflandırılırlar;

- Beyan akımları:** Bu yük akımına göre belirlenmektedir ve cihazın güvenilir şekilde anahtarlama yapabilmesi için üzerinden akıtılabilecek akımı göstermektedir. Örneğin yük akımı 17A olan bir devreye nominal akımı 20A olan bir RCD takılabilmektedir.
- Beyan artık akım değeri:** cihazın 300 milisaniye (ms) içerisinde açmasını sağlayacak, dengesiz olan (fark), mA seviyelerindeki, akım değerini göstermektedir ($I_{\Delta n}$). RCD'ler 10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA ayar aralığında bulunabilmektedir.

TABLO 3A - BS EN 61008-1 ve BS EN 61009-1'e göre RCD'ler için zaman/akım performans kriterleri

RCD tipi	Anma artık çalışma akımı $I_{\Delta n}$ mA	Artık akım mA	Açma zamanı ms	Artık akım mA	Açma zamanı ms	Artık akım mA	Açma zamanı ms
Genel Gecikmesiz	10	10		20		50	
	30	30		60		150	
	100	100	300 max.	200	150 max.	500	40 max.
	300	300		600		1500	
	500	500		1000		2500	

Şekil 2.6: RCD'lerin zaman/performans kriteri

RCD'ler birçok şekilde bulunabilirler: RCD'ler priz çıkışları ve sigortalı bağlantı üniteleri gibi aksesuarlara eklenebildikleri gibi dağıtım panoları içerisine yerleştirilebilirler veya ayrı muhafazalar içerisine monte edilebilirler. Hatta dağıtım panosundaki ana kesicinin bir parçası bile olabilirler. RCD kullanımı, tesisatın TT sisteminin bir parçasını oluşturduğu durumlarda yaygın olarak kullanılmakta, fakat ana kesici olarak kullanılacağına, RCD'nin değeri seçilirken dikkat edilmelidir. Ayrıca seçicilik sağlanarak, devrenin birinde oluşacak arızada ana kesici olarak kullanılan RCD'nin açmasına olanak tanınmamalıdır.

RCD'lerde devre kesicilerden farklı olarak 'test' butonu vardır. Eğer mekanik herhangi bir şey belli bir süre tek bir pozisyonda bırakılır ise sıkışabilir. RCD'ler düşük akım değerlerinde tetiklendiklerinden, üretilen enerji, sıkışmış mekanizmayı açtırmakta yeterli olmayabilir.

Bundan dolayı mekanizmanın sıkışmasını önlemek için RCD test butonu belli periyotlarda test edilmelidir. Devre kesiciler ise yüksek akımlarda görev yaptıklarından bu şekilde bir test butonuna ihtiyaç duymazlar.

2.1.3 Aşırı akım korumalı artık akım cihazı (RCBO)

Kısaca açıklamak gerekirse; RCBO içerisine RCD yerleştirilmiş aşırı akım, kısa devre ve toprak kaçak akım koruması sağlayan bir devre kesicidir. RCBO'lar devre korumasına uygun hem bir nötr bağlantısına hem de bir faza ihtiyaç duyarlar çünkü dengesizlikler için bireysel devre akımını kontrol etmesi gereklidir.

Daha fazlası için



Kıbrıs Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

Union of the Chambers of Cyprus Turkish Engineers and Architects
CHAMBER OF ELECTRICAL ENGINEERS

Sanayi Bölgesi 5. Sokak No.13
Lefkoşa

Telefon: +90 392 225 68 97 - 98
E: emo@ktemo.org

Bir meslek kuruluşu olan "ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI", KKTC sınırları içinde meslek ve sanatlarını uygulamaya yetkili olan Elektrik Mühendisi ve Elektrik Yüksek Mühendisi ünvanlı kişileri bünyesi içinde barındırmakta ve bu tüzük hükümleri ile KTFD Kurucu Meclisi'nin yaptığı 12/1976 sayı ve 21/4/1976 tarihli yasaya bağlı olarak faaliyet göstermektedir. Amacımız KKTC'deki herkesin elektriği güvenle kullanabilmesini sağlamaktır.

TEKNİK YAYIN KOMİTESİ:

**Ali Akbulut, Ali Tilki,
Mustafa Özmert, Osman Eminel,
Remzi Güneralp, Rifat Kasap.**

www.ktemo.org

Kaynak: IET Guidance Note 5,
IET Student's Guide to the IET Wiring Regulations