

TN-ŞEBEKE Mİ? TT-ŞEBEKE Mİ?

ALÇAK GERİLİM ELEKTRİK TESİSLERİNDE ŞEBEKE SEÇİMİ ve TOPRALAM HAKKINDA BİR KAÇ SÖZ

16 Eylül 2020 ANKARA

Kaleme Alan: Elektrik Yük. Müh.
M. Kemal SARI

ÖZET: Bu yazı, elektrik tesislerinde uygulanan şebeke şekilleri hakkında bilgi vermek ve hangi tip şebekenin nerelerde avantajlı olacağını açıklamak ve okuyucularımızı bilgilendirmek maksadı ile hazırlanmıştır. Yazımız şebeke şekillerini ve bu şebekelerde uygulanacak toprak ölçüm metotlarını da kapsamaktadır.

Kısaltmalar:

KAK: Kaçak akım koruması, RCD residual current devices

TMŞ: Termik manyetik şalter

OG: Orta gerilim

AG: Alçak gerilim, low voltage

1.0 ŞEBEKE ŞEKİLLERİ:

Elektrik şebekesi bir trafoya bağlı elektrik dağıtımdır, dağıtım şeklidir. Bu bakımdan müstakil trafosu bulunan kuruluşlar kendilerine göre şebeke seçme hakkına sahiptirler. Bu konular aşağıdaki yönetmelik ve standartlarda yer almaktadır.

- TS IEC 60364-1 standardı
- Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği
- Elektrik tesislerinde topraklama yönetmeliği

Yukarıdaki Yönetmelik ve Standartlar transformatörlerin nötr noktalarının topraklama şekline göre 3 ayrı ve alt grupları ile beraber birbirinden farklı 5 ayrı şebeke tarif etmektedir. Arzu edilen faz toprak hatasında toprağa karşı düşük akım akmasıdır. O zaman akla ilk gelen tam izoleli IT şebeke olmaktadır. Elektrik şebekesinin geliştiği, ilk yıllarda uygulanan IT şebekedir. Sonradan koruma metotlarına göre farklı uygulamalar geliştirilmiştir.

ALÇAK GERİLİM NEDİR? (What is low voltage? LV)

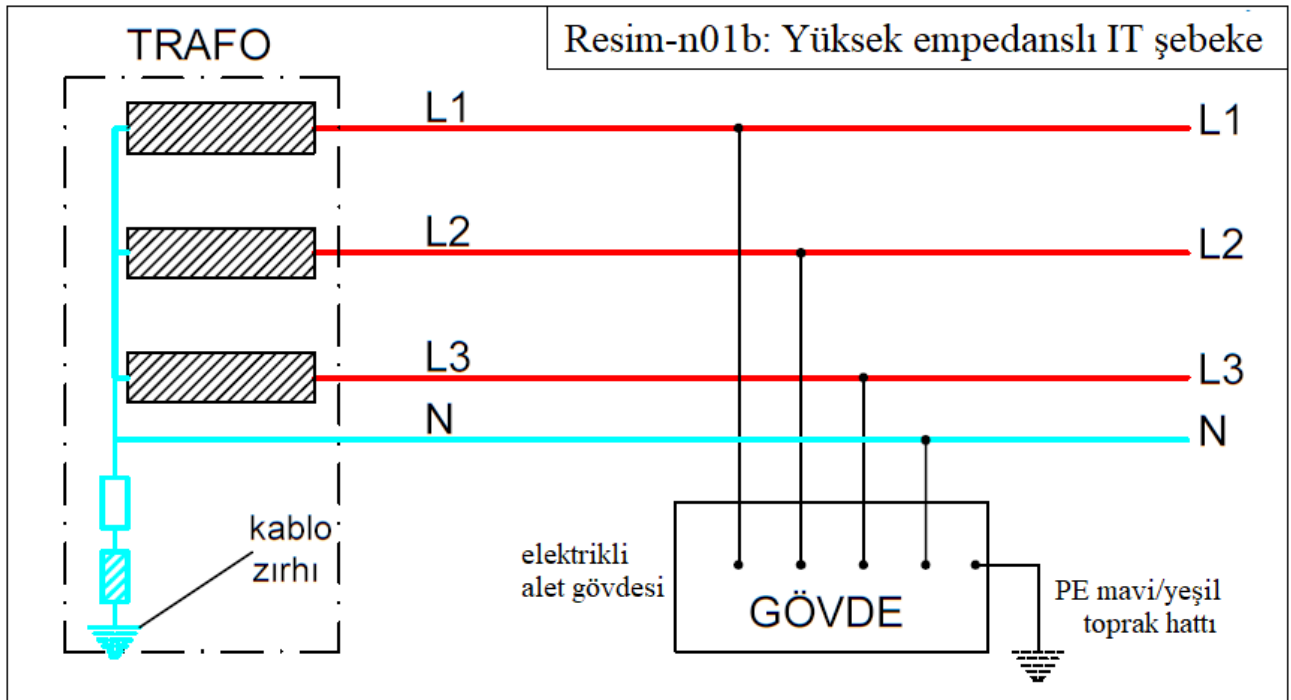
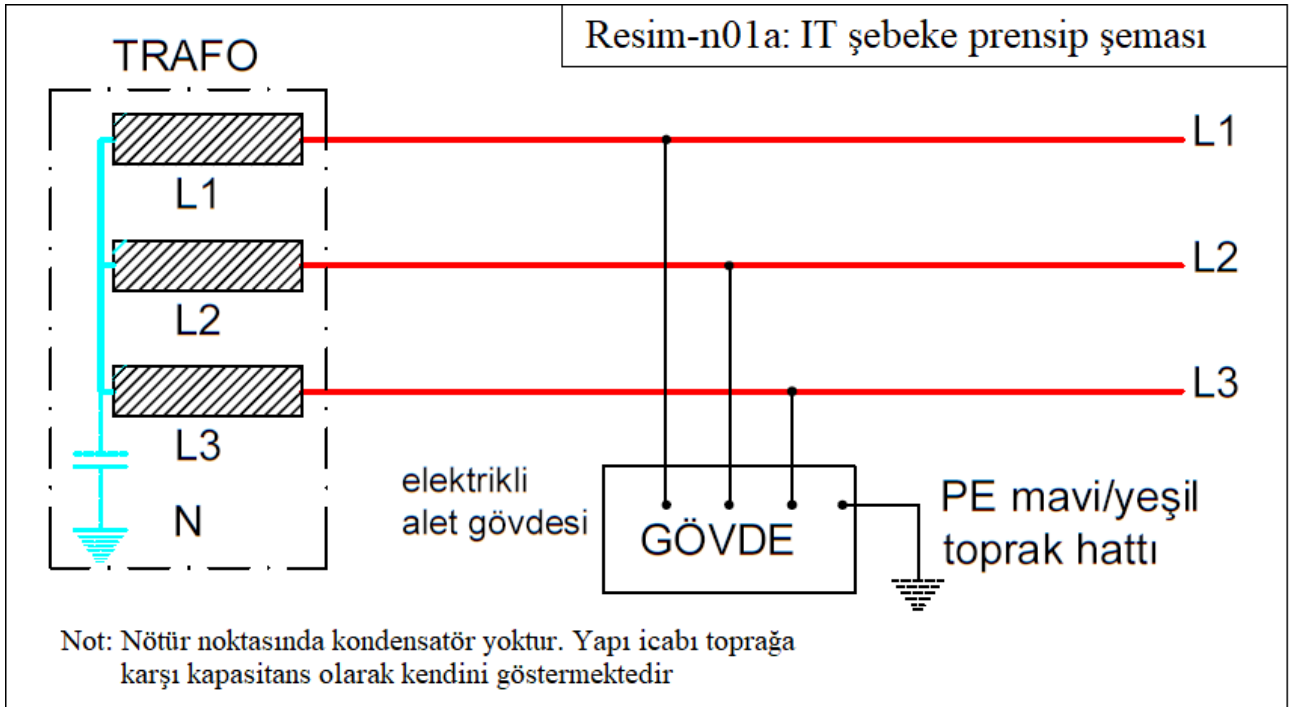
Alçak gerilim (AG) 1000 Volta kadar olan şebekeleri kapsamaktadır. 1000 Volt ve üzeri Yüksek Gerilim Yönetmeliğine tabidir. Yalnız unutmayınız ki 1000 voltun %20 üzeri de uluslararası arenada alçak gerilim olarak kabul edilmekte ve alçak gerilim standartları uygulanmaktadır. Bu konu madenlerde ve özellikle İngiltere’de yaygındır. Madenlerde 1100 ve 1150 Volt nominal gerilimle çalışan ve özellikle İngiliz menşeli olan AG aletler mevcuttur. Her iki ülkedeki geçerli standartlar bire bir aynı ise de İngiliz kaynakları 1200 Volta kadar AG yönetmeliği kapsamında olduğunu söylerlerken, Alman kaynakları 1000 Volt ile kesip atmaktadır.

1.1 IT ŞEBEKE

IT şebeke nötrü izoleli şebekedir. Trafonun nötr çıkışı tamamen açıktır veya yüksek omajlı bir direnç ile trafonun gövdesine bağlıdır. Nötr hattında hiçbir şeyin bağlı olmaması nötrden toprağa bir akım akmadığı anlamına gelmez. Elektrik şebekesinin kendi kabloları veya hatları dolayısı ile oluşan kapasitif direnç üzerinden toprağa mikroamper seviyelerinde bir akım akacaktır. IT şebekenin prensip şeması resim-n01a de görüldüğü gibi olup, nötr noktasında fiiliyatta bir kondansatör bağlı değil ise de teorik olarak şebeke kondansatör varmış gibi davranmaktadır.

IT şebekenin diğer bir uygulama şeklide resim-n01b de görüldüğü gibidir. Nötr noktasındaki toprağa karşı olan direnç değerinin 1000 ohmun üzerinde olması şart koşuyor ise de TTK (Türkiye Taş Kömürü) madenlerinde uygulanan

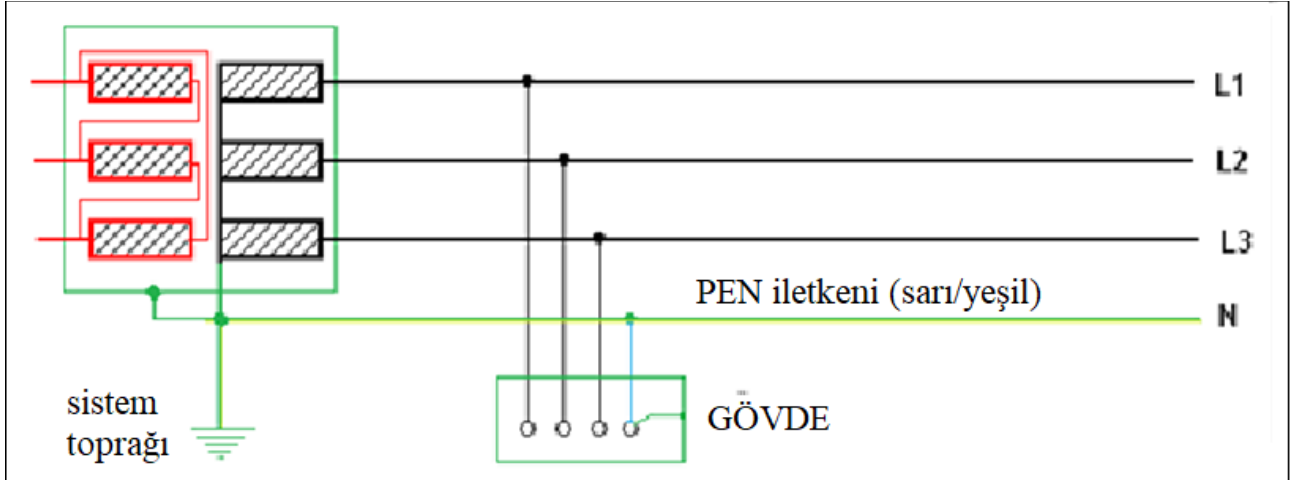
şebekede 750 ohm bir direnç bağlanmaktadır. Bu tip şebeke de prensip olarak nötrü dirençli TT şebeke gibi gözüküyor ise de izoleli şebeke gibi koruma tatbik edilmekte ve IT-N şebeke ismi ile de anılmaktadır.



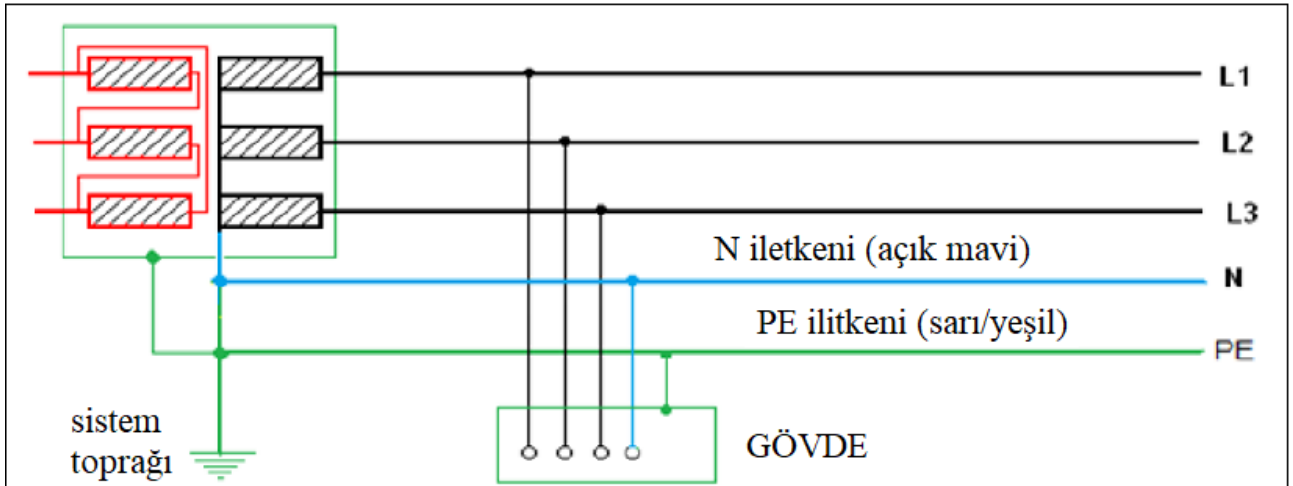
IT-ŞEBEKE ÖZELLİKLERİ

- 1) Tüm metalik parçalar topraklanır.
- 2) Toprak kaçak arızaları ve izolasyon zayıflamaları izolasyon kontrol cihazı ile takip edilir. Koruma cihazları karmaşık ve pahalıdır. Eğitimli ve tecrübeli eleman gerektirir.
- 3) İkinci bir toprak arızasında (toprak üzerinden) faz-faz arası kısa devre durumunda çalışabilecek güçlü kesici ve sigortalara ihtiyaç duyulur.

- 4) Bir arıza durumunda hata yerinin belirlenmesi zaman alıcıdır. Çünkü izolasyon zayıflığının şebekenin hangi kolunda olduğunu elimine etmek için şebekenin tamamı durdurulup tek tek test edilmesi gerekir.
- 5) Çalışma esnasında elektrik beslemesi devamlı takip altındadır ve bu bakımdan iyi bir izleme garanti edilmektedir.
- 6) İzolasyon hataları devamlı izlendiğinden ve istenilirse hatalı yerin otomatik ayrılması da mümkün olduğundan elektrik beslemesinin sürekliliği açısından güvenilir sayılır.
- 7) Genellikle OG/AG güç trafosu veya AG/AG izolasyon trafosu olan özel tüketicilerce tercih edilir. Grizulu yer altı madenleri ile hastane ameliyathanelerin kullanılmaktadır.
- 8) Şebekenin işletim ve bakımı için özel eğitilmiş elemanlara ihtiyaç duyulur.
- 9) Yüksek seviyede izolasyon gerektirir. Bunun için geniş ağı olan şebekelerde uygulanamaz. Geniş şebekelerde ayırma trafosu konulması gerekir.
- 10) Aynı anda iki arıza yaşandığında sistemin açması için projelendirme safhasında hesaplar yapılmalı ve devreye alma esnasında da ölçüler yapılmalıdır (faz-faza kısa devre olayı).



Resim-n02a: TN-C elektrik şebekesi prensip şeması



Resim-n02b: TN-S elektrik şebekesi prensip şeması

1.2 TN ŞEBEKE

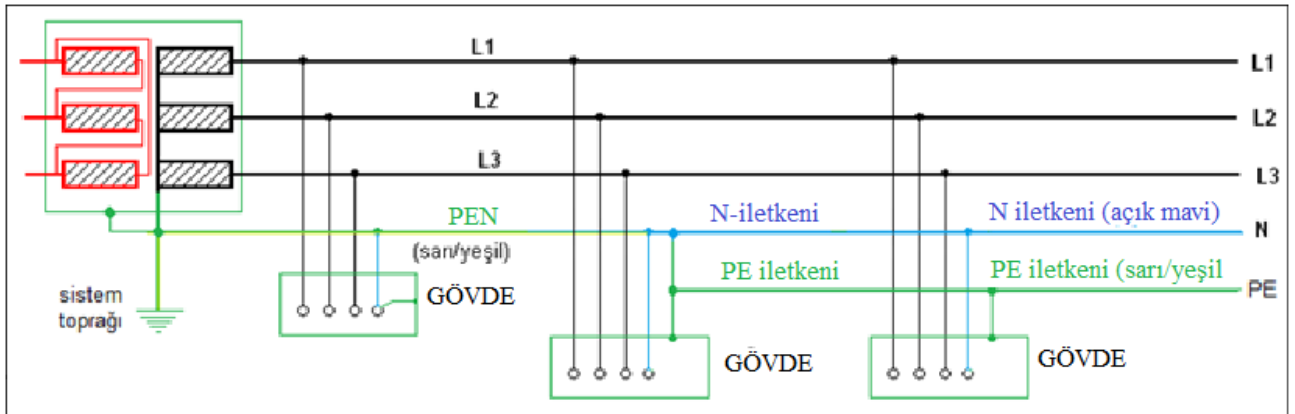
TN şebeke, transformatörün nötr noktası ile gövdesinin birlikte toprağa bağlı olduğu bir şebeke şeklidir. Trafonun bulunduğu zeminde tek bir toprak sistemi tesis edilerek gövde ve nötr aynı toprak sistemine (toprak kazığına) bağlanır. Şebekenin devamında nötr hattı ile toprak hattının gidişatına göre 3 farklı uyulama ile karşılaşılır. Resim N-02a da görülen elektrik şebekesinin geliştiği yıllarda uygulanan TN-C varyasyonudur. Sıfırlı şebek tabir edilen bu uygulamada kullanıcı açısından toprak hattına ihtiyaç duyulmamaktadır. Nötr hattı aynı zamanda toprak görevini de görmektedir. Bu şebekenin sakıncası nötr hattından akan akımın cihazları dolaşma ve dolayısı ile cihazlar üzerinde yüksek dokunma gerilimi yaratma

ihtimalidir. Bu tip bir şebeke yasak olmamakla birlikte, tüketici tesislerinde pek tavsiye edilen bir uygulama değildir. Yüklerin 3 faza eşit dağıldığı tüketicilerde sakıncasız çalışabilir.

Resim N-02b’de görülen, nötr hattı ile toprak hattının ayrı ayrı çekildiği TN şebekeye, TN-S şebeke adı verilmektedir. Bu tip şebekede tüketim aletleri üzerinden akım geçmesi olası değildir. Yaygın kullanım alanı bulan, söz konusu şebeke tarzında kaçak akım koruması zorunlu değil ise de çalışması mümkün ve çok da faydalıdır.

TN-C ve TN-S şebekenin karışık olarak kullanıldığı uygulama resim N-02c’de görülmektedir. Bu tip şebekede önce TN-C sonra TN-S uygulamasına izin verilmektedir. TN-S’den sonra gelen TN-C uygulaması yasaktır ve TT şebekede sıfırlama uygulamasına benzemektedir. TN-S den sonra gelen TN-C uygulaması TN-S uygulamasını anlamsız kılmaktadır.

TN-C şebekenin bir adı 4-telli sistem, TN-S şebekenin de 5-telli sistemdir. İngiliz (UK) ve ABD (USA) kaynaklarında karşımıza “4 wire network, 5 wire network” olarak çıkar.



Resim-n02c: TN-C-S elektrik şebekesi prensip şeması

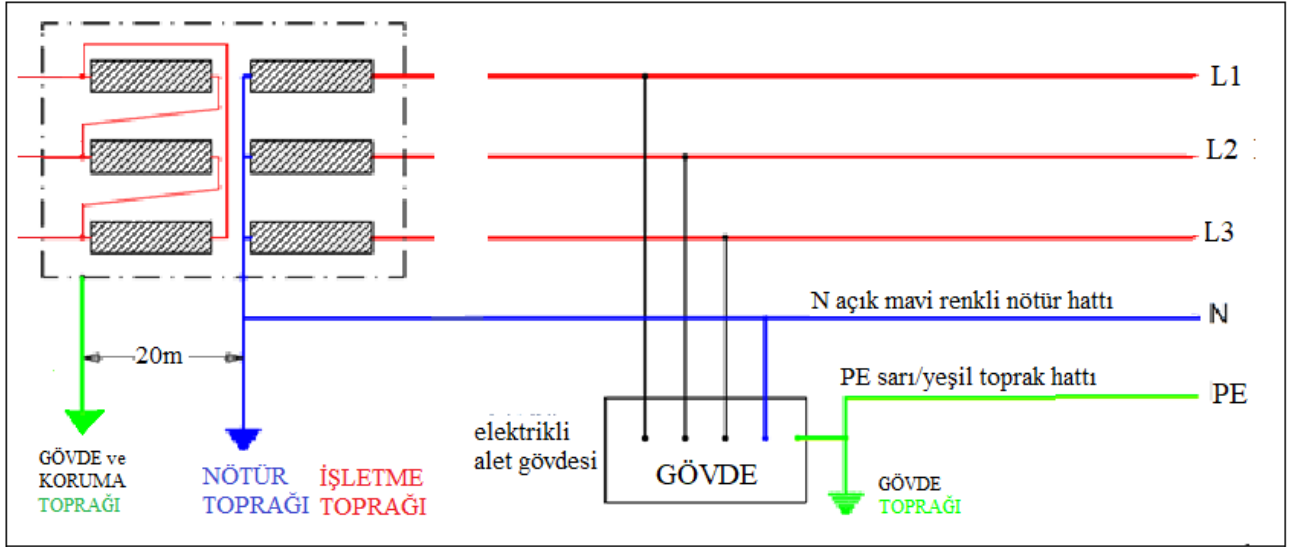
TN-ŞEBEKE ÖZELLİKLERİ

- 1) Geniş alana yayılan şebekelerde PEN hattının ilaveten topraklanmasını gerektirir.
- 2) İlk devreye almada kesicilerin açmasında sorunlar yaşanabilir. İzolasyon hatalarında açma sorunları yaşanmaması için planlama safhasında hassas hesaplar yapılması ve ilk devreye almadan ölçümler yapılması gibi külfetleri vardır. Tecrübeli elektrikçiler tarafından kurulması gerekir. TT kadar basit değildir. Kesicilerin açma kapasitelerinin yüksek seçilmesi gerekebilir.
- 3) Şebekede değişiklik yapılması veya şebekenin genişletilmesi rast gele yapılamaz. Tecrübeli mühendislerce hesaplanmalı ve yeniden tasarlanmalıdır.
- 4) İzolasyon hataları motor sargılarında büyük hasarlara neden olabilir.
- 5) Hata akımı yüksek olduğundan elektrik kaynaklı yangınlara daha müsait bir şebeke şeklidir.
- 6) TN-C şebeke ucuz gibi gözüküyor ise de, sabit ve güçlü iletkenler ister. Kesicilerin kesme gücünün yüksek olması gerekir. Nötr hattında harmonik bulunan, bilgisayar ve UPS devrelerinde tavsiye edilmez. Bazı hallerde nötr hattının faz kesitinden yüksek seçilmesi gerekebilir.
- 7) TN-C şebeke, patlayıcı ortamlarda yasaktır. Geniş patlayıcı ortamı bulunan, petrol, petro-kimya ve hububat siloları, yiyecek maddesi işleyen fabrikalar, doğal gaz, gibi bir çok sanayi kolunda TN-S de olsa tercih edilmez.
- 8) TN-S sistemin TN-C ye göre çok daha avantajlıdır. Esnek ve ince iletkenlerde de kullanılabilir. Toprak ile nötr ayrı olmasına rağmen şebekenin başında bir noktada birbirlerine bitişik olduklarından nötr ile toprak hattı gerilim farkı çok düşüktür. Bu nedenle bilgisayarlar tarafından sevilen bir şebeke şeklidir.
- 9) Şart olmamasına rağmen TN-S şebekede, istenilir ise KAK (RCD) kullanılabilir.
- 10) Toprak direnci, TN-C şebekede 2 kazıklı cihazla ölçülürken, TN-S şebekede çevrim empedansı cihazı ile ölçülür.

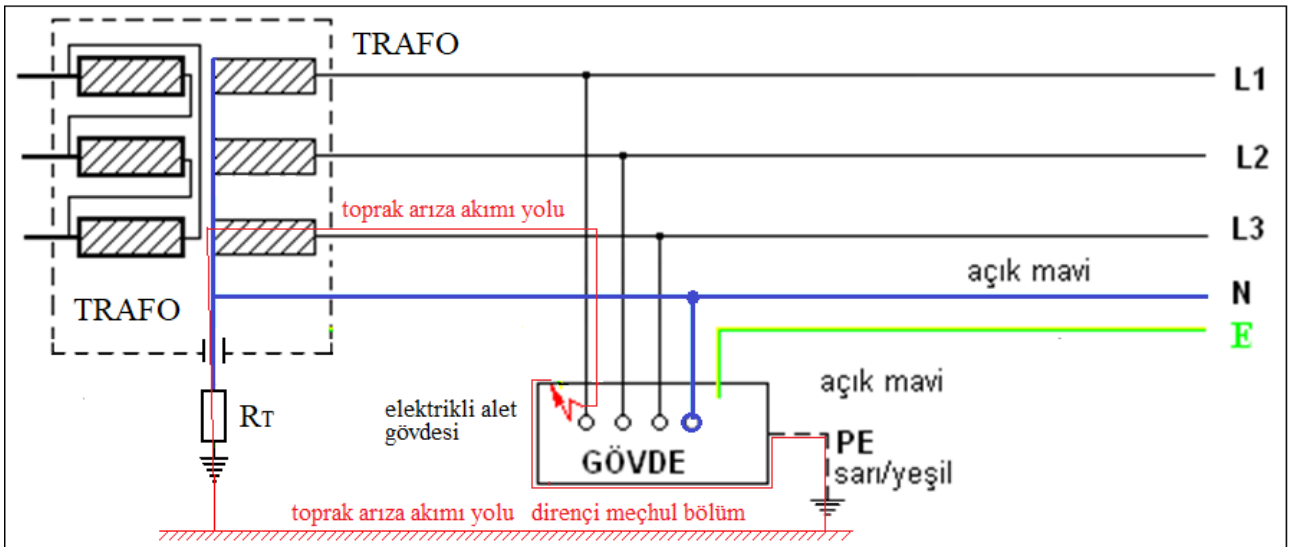
1.3 TT ŞEBEKE

TT şebekede transformatörün nötrü ile gövdesi MÜSTAKİL topraklıdır. Gövde topraklaması ile alakası yoktur (bak resim-n03a). Bu nedenle *işletme* ve *koruma* topraklamasından söz edilmektedir. TT de işletme ve koruma birbirinden ayrıdır. En avantajlı ve elektromanyetik uyumluluk açısından en uygun şebeke şeklidir. Türkiye Elektrik Kurumu TEK'in yıllar önce TT tercih etmesi yanlış bir seçim değildir. Kötü yanı ise konut dağılımlarında vatandaşın sıfırlama yapma riskidir. Aynı risk TN-S şebekede de söz konusudur ve TT şebekeden daha tehlikeli sonuçlar doğurabilecek yapıdadır. Sıfırlama olayında, bir yerde toprak hatası yaşandığında veya nötr kopmasında sıfırlanan cihazın gövdesinde 400 Volta

yakın bir gerilim geçme ihtimali yani tehlike yaratma sorunudur. İkinci önemli dezavantajı da tüketicilerde düşük toprak direnci bulmanın zorluğudur. Bunun için TT şebekede artık akım anahtarı (kaçak akım, RCD residual current device) kullanılması zorunludur.



Resim-n03a: TT elektrik şebekesi prensip şeması



Resim-n03b: TT şebeke faz-toprak arızası veya toprak kaçağı akımı yolu

SIFIRLAMA:

Sıfırlama, toprak hattı çekmekten imtina eden elektrikçilerin kullandığı bir hileden başka bir şey değildir. Böylece, kısa devre koruması çalışmakta, fakat toprak kaçağında tehlike oluşmaktadır. Toprak hattı çekme imkanı veya zamanı bulunmayan elektrikçilerin kullandığı en son çaredir ve bizce yerine göre "hiç yoktan iyidir" de denilebilir. Bazen, 5 damarlı kablo yerine 4 damarlı kablo kullanarak tasarruf etmek isteyenlerde aynı hileye başvurmaktadırlar. Bir tesiste sıfırlama yapıp yapılmadığını anlamamız için bildiğimiz kadarı ile KAK kullanmanız gerekir. KAK çalışmaz ise sıfırlama yapılmış demektir. Fakat tesisin hangi noktasındadır? Bunu bulmak bazen pösteki sayar gibi olabilir.

TOPRAK ARIZASI:

TT şebekede nötr noktasının müstakil topraklanmasının en önemli avantajı, toprak kaçağı durumunda faz-toprak akımını düşürme etkisidir. Nötr kazığı ile trafo gövdesi toprak kazığı arası 20 m mesafe istenmesi, bir toprak kaçağı durumunda iki kazık arası direncin 1 ohm civarında kalmasını sağlamaktadır. Bilindiği gibi elektrik daima kapalı devre çalışır. Herhangi bir noktada toprağa temas yaşandığında akımın trafonun nötr noktasından dolaşması gerekir. Makinanızın toprağı ile nötr noktası arasında metalik bir bağlantı bulunmadığından elektrik devresi resim-n03b de görüldüğü gibi, toprak

üzerinden tamamlanacaktır. Resimde “direnci meçhul bölüm” olarak adlandırdığımız toprak yolunun direnci çok yüksek olur ise ne olacak? İşte bu nedenle TT şebekede KAK zorunlu kılınmıştır.

TN şebekede toprak temasında elektrik metal bağlantıları takip edeceğinden direnç düşüktür. Buna karşılık kısa devre akımı yüksektir. TT şebekede, bir toprak temasında resim-n03b de görülen “direnci meçhul” bölümün en kötü halde 1 ohm olabileceği kabul edilmektedir. Bu 1 ohm direnç kısa devre durumunda akımın düşmesine yol açacaktır. TT şebekenin önemli avantajlarında biride budur, yani düşük kısa devre akımıdır. TT uygulamasında, şebeke koruma kesicilerinin kilo amperleri yani kısa devre akımları düşük seçilebilmektedir. Bu durumda akla gelen, neden AG trafoların nötrüne, 154/36 kV trafolarında olduğu gibi (bak resim-n03c) akım sınırlayıcı bir direnç koymuyoruz da toprağı kullanıyoruz, sorusudur. Teorik olarak bu doğru ve yerinde bir düşüncedir. Şebeke TN olarak kurulabilir ve trafonun nötrüne de 2 ohm bir direnç bağlanabilir. Bu durumda kaçak yolu üzerindeki direnç bellidir. Meçhul bir şey yoktur ve kısa devre akımı (kA) düşük olan kesici seçilmesi de mümkündür. Bu kadar avantajlı ise neden hiç mi hiç tatbik edilmemektedir? Bunun nedeni tüketicilerin nötrü direnci denilen nesneyi ayakta tutabilmelerinin pratikte imkansız olmasıdır. Nötrü akımı sınırlama direnci basit bir alet değildir. Üzerinden akım geçtiği için güçlü olması ve sık sık bakımdan geçirilmesi gerekir. Kısaca AG trafolarının nötrü noktalarına akım sınırlayıcı direnç bağlamak teorik olarak doğru ise de pratik olarak uygulamaya müsait değildir.

KISA DEVRE AKIMI, KESME GÜCÜ HEDİR?

Kısa devre akımı ve kA de nedir dersiniz, kısaca izah edelim. Evlerde kullanılan ve W-otomat tabir edilen sigortaların üzerinde B10, C10 veya B25, C25 gibi yazılar görürsünüz. Bildiğimiz kadarı ile B tipi sigortalar 5 kA, C tipi 10 kA ve D tipi olanlar da 15 kA akıma dayanıklıdır. Diğer bir söz ile kesme güçleri, 5 kA, 10 kA veya 15 kA dir. Bu sigortalardan, D tipi olanlar bariz bir şekilde şişmandır. Bunlar sigortaların mekanik mukavemetini verir, her ne kadar kA yazıyor ise de elektrikle alakası yoktur. Üzerinde C25 yazan bir sigorta, 25 Amperden fazla bir akım geçtiğinde açacaktır. Buna karşılık 10 kA'den fazla bir kısa devre akımı geçtiğinde ise patlayacak, darmadağın olacaktır. Kullanma kılavuzunda yazdığına bakarsanız, 10 kA'e dayanacak, hiçbir şey olmayacaktır. Bize bu inandırıcı gelmemektedir. Büyük TMS'ler kapasitelerini çok aşan kısa devreye maruz kaldıklarında, çekiçle parçalanmış gibi bir hal alırlar. Zannedersiniz ki, sabotaja uğramış. Eğer toprağı temas olur ise ark izleri de kendini gösterecektir.

Fizikten bilindiği gibi akım akan çubukların birbirine çekme veya itme etkisi vardır. Akımın yönüne göre itecek veya çekecektir. Değişken akımda hem itme ve hem de çekme etkisi kendini gösterir. Bildiğimiz kadarı ile 100 Hz ile titreşen mekanik kuvveti düşürmek için çubuklar arası mesafeyi artırmak gerekir. Çünkü çekim kuvveti aradaki mesafenin karesi ile ters orantılıdır. Bu nedenledir ke D-tipi otomatlar hafif şişmandır. Bazılarınız diyebilir ki. “bende D-tipi sigortalar var ve dış görünümü diğerleri ile aynı, hiç de kalın değil”. Bazı firmalar sağlam malzeme kullandıklarını ve dayanıklı olduklarını iddia ediyor olabilir. Bizce bu bir hiledir ve plastikten yapılmış sigortaların mekanik mukavemetlerinin farklı olması bize mantıklı gelmemektedir. Bu nedenle bizim önerimiz özellikle motor koruma devrelerinde kullanılan D-tipi sigorta aldığımızda, örneğin D25 sigorta, C25 ile aynı ise sorgulamalı gerekiyor ise marka değiştirmelisiniz.

Büyük TMS'lerde kA kendini daha bariz göstermektedir. Örneğin Siemens'in TMS'lerine bakarsanız, 100 kA olanlar epey iri yapıldırlar. Bir de, her markayı kendi içinde kıyaslamalısınız.

Şebeke şekilleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. TN şebeke uygulanan yerlerde dağıtım kuruluşu TN-C ile elektriği iletmekte ve binaların girişinde nötr hattı tekrar topraklanarak, bina veya atölye içerisinde nötr ve toprak ayrı ayrı birbirinden yalıtılmış olarak gitmektedir. Diğer bir söz ile elektrik 4 telli olarak gelmekte, 5 telli olarak tüketilmektedir.

TT	TN	IT
1) TT şebeke	2) TN-C şebeke	5) Nötrü tam izoleli şebeke
	3) TN-S şebeke	Nötründe direnç olan IT-N
	4) TN-C + TN-S şebeke	TN-S + TN-C yasaktır

TT ŞEBEKE ÖZELLİKLERİ

- 1) Halka açık AG şebekelerde uygulanır. Tatbiki kolaydır
- 2) Genelde bakım ve periyodik kontrol istemez. Yalnızca KAK'ların sık sık testleri gerekir.
- 3) KAK denilen kaçak akım rölelerinin kullanılması zorunludur.
- 4) KAK'ların avantajı yangın çıkmadan elektriği kesebilme kabiliyetlerinin oluşudur.
- 5) Koruma toprak tesisi tüketici sorumluluğundadır ve her tüketicide istenilen düzeyde toprak direnci elde etmek zordur.
- 6) Bu şebekenin kötü tarafı, devamlı bir toprak direnci ve KAK muhabbeti yapılmasıdır. TN-S şebekede, tüketici toprak direnci ölçümü ve KAK testi gibi şeylerle meçhul olmaz.

1.4 ŞEBEKE TÜRLERİ ve KÜÇÜK TÜKETİCİLER

İngiliz kaynakları tek noktada topraklama (single point earthing) ve çok noktada topraklama (multi point earthing) tabirleri kullanmaktadır. Burada çok noktada topraklı şebeke (multi pointh earthed network) TN-C, tek noktada topraklı şebeke (single pointh earthed network) TT şebeke anlamına gelmektedir. TN-S şebeke anlamına gelmemektedir. Amerikan çevreleri ise 4 telli ve 5 telli şebekeden söz etmektedirler. 4 Telli şebeke TN-C ve 5 telli şebeke de TN-S şebekeyi temsil etmektedir. TN şebekeyi kullanarak dağıtım yapan kuruluşlar elektriği müşteriye kadar yani bina girişine kadar TN-C olarak taşımaktadırlar. Dağıtım kuruluşu küçük tüketiciye özellikle konutlara üç faz bir de nötr hattı getirmektedir. Müşteri binasının girişinde nötr hattını topraklamaktadır. Dağıtım kuruluşu bunu şart koşmaktadır. Fakat bundan sonra bina içerisindeki dağılımı TN-S şebekede olduğu gibi 5 telli olarak gerçekleştirmektedir. Bina girişinde nötr hattının topraklanması dağıtım kuruluşunu nötr hattı kopma sorumluluğundan kurtarmaktadır. Bina içerisindeki şebeke tüketicinin sorumluluğunda olduğu için nötr kopması tüketicinin kendi sorunu haline gelmektedir. İskan semtlerindeki tüm binalarda topraklamalar paralel bağlı durumda olduğu için toprak direncinin düşük çıkması olasıdır. Bunun için ABD (USA) standartları toprak direncinin paratonerlere benzer şekilde, sistemden açılarak müstakil ölçülmesini ve 25 ohmun altında olmasını istemektedir.

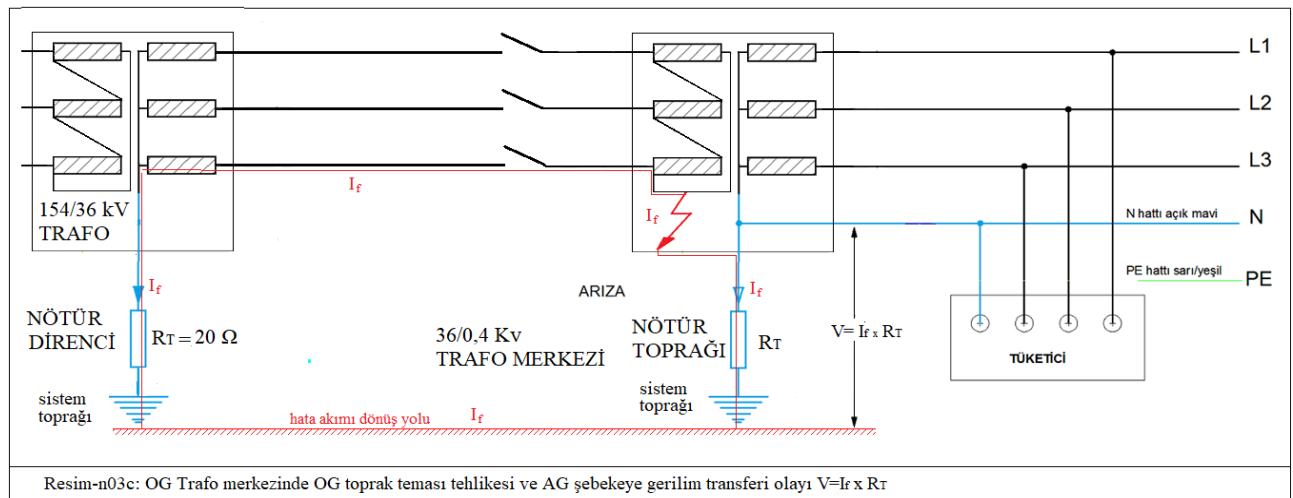
1.5 BİNALARDA UYGULANAN RENK KODLARI

Elektrik dağıtımında renk kodlarına çok dikkat edilmelidir. İki renk hiç değişmemektedir. Biri mavi renkli nötr, diğeri de sarı/yeşil renkli toprak hattıdır. Faz renkleri de standart ise de bu hatlar canlı olduklarından çalışan tarafından kontrol edilmeden dokunulmayacaktır. Fakat mavi ve yeşil/sarı kablo damarının fazda kullanılması çok risklidir ve zaman içinde kazalara yol açması olasıdır. Bu renkleri görenlerin kontrol etmeden hatta dokunmaları olasıdır. Aşağıdaki tabloda bazı renk uygulamaları görülmektedir.

GÖREVİ	İşaret	IEC uygulaması		İşaret	ABD (USA)	
		Yeni	Eski		Genel	Alternatif
Koruma toprak hattı	PE	Yeşil-sarı	Yeşil sarı	PG	*)	Yeşil
İşletme toprağı, Nötr hattı	N	Mavi	Mavi	N	Beyaz	Gri
Tek fazlı sistem canlı hat	L	Kahve	Kahve	L	Siyah veya beyaz	
Üç fazlı sistem canlı hat	L1	Kahve	veya siyah	L1	Siyah	Kahve
Üç fazlı sistem canlı hat	L2	Siyah		L2	Kırmızı	Oranj
Üç fazlı sistem canlı hat	L3	Gri	L3	Mavi	Sarı	

*) çıplak izolesiz, yeşil veya yeşil-sarı renkli kablolar kullanılabilir

IEC uygulaması Avrupa'da yaygındır ve Dünya ülkelerinin çoğunun kabul ettiği renk kodlarıdır.



1.6 ORTA GERİLİM TRAFİO MERKEZLERİ ve TOPRAKLAMA SİSTEMLERİ

Orta gerilimi alçak gerilime çeviren trafo merkezlerinde herhangi bir orta gerilim toprak kaçağı arızasında alçak gerilim tüketicilerinin ve trafo merkezinde çalışanların korunması için:

- OG toprak arıza akımını düşürmek ve
- Trafo merkezinde ve tüketicide eşpotansiyel dengeleme (kuşaklama) uygulama sureti ile önlem alınmaktadır.

OG trafo merkezinde, yüksek gerilimin trafo gövdesine temas etmesi durumunda, AG şebeke nötür hattı boyunca gerilim yürümesi (transferred potential) olasıdır. Bu olay gerilim sürüklenmesi olarak da adlandırılmaktadır ve kendine göre açıklaması olan söz konusu olayın detayına girilmeyecektir. Resim-n03c de görüldüğü gibi transfer olan gerilim nötür noktasının direnci ile orantılıdır ($V=I_f \times R_H$). Bu olayın TT veya TN şebeke seçimi ile alakası yoktur. Yalnız TN-C şebeke, (multi point earthing) R_h direnci düşük olduğundan biraz daha avantajlıdır. Nereden bakılırsa bakılsın, toprak direncinin daima düşük tutulması arzu edilen bir şeydir. 154/36 kV merkezde nötür akımını sınırlayan 20 ohm güç dirençleri mevcuttur. Yukarıda bahsettiğimiz ve AG nötürlerinde uygun görmediğimiz sınırlama direnci 154/36 merkezlerde uygulanmaktadır. Bu ne perhiz, bu ne lahana turşusu demeyin. 154/36 kV indirim merkezleri TEİAŞ'a (Türkiye Elektrik İletim A.Ş) aittir ve elektrik iletimi TEİAŞ'nin asli görevidir. Yani bir fabrika, otel veya AVM'nin trafo merkezine benzemez. Her an kontrol altındadır. Tamir ve bakımları zamanında yapılmaktadır. Benzeri uygulama resim-n01b de deki gibi IT-N tipi şebekelerde tatbik ediliyor ise de burada direnç yüksektir ve özel (patlatmaz Ex-d tipi) trafo gövdesinin içine yerleştirilmektedir.

Şebeke seçiminiz ne olur ise olsun OG trafo ve şalt merkezlerinin toprak direncini mutlaka kazıklı alet ile ölçülmeniz gerekir. OG panolarının toprağı çevrem empedansı cihazı ile ölçülemez.

1.7 ŞEBEKE TİPLERİNİN KIYASLANMASI

KIYASLAMA TABLOSU				
Şebeke türü	IT	TN-C	TN-S	TT
Termik koruma	Çalışır	Çalışır	Çalışır	Çalışır
Manyetik koruma	Çalışır	Çalışır	Çalışır	Çalışır
Toprak kaçağı koruması	Hassas	Orta	Orta	Hassas
Kablo kesiti seçimi	Normal	PEN hattı kalın	Normal	Normal
TMŞ kesme gücü	Orta	Yüksek	Yüksek	Orta
Yangına karşı hassasiyeti	Yüksek	Zayıf	Zayıf	Yüksek
KAK, kaçak akım	İzolasyon	Çalışmaz	İhtiyari	Zorunlu
Toprak direnci ölçüm metodu	Kazıklı	Kazıklı	Çevrim	Kazıklı
Mesafe bağımlılığı	Yok	Var	Var	Yok
Nötür kopma riski	Yok	Yok	Var	Var

TERMİK ve MANYETİK SÖZLERİNİN AÇIKLAMASI

Batılı kaynaklar pek termik ve manyetik korumadan söz etmezler. Örneğin TMS (termik manyetik şalter) sözünün karşılığı İngilizcede circuit breaker, Almandaca Leistung Schalter olarak karşımıza çıkmaktadır, Türkçede TMS, termik manyetik şalter isminin kullanılması bizce çok yerindedir. Bu kesicilerin hem termik ve hem de manyetik korumaları olduğunu belirtmektedir. Termik koruma aşırı yüke, manyetik koruma da kısa devre ve toprak kaçağı gibi aşırı akımlara duyarlıdır. Termik koruma bimetalin ısınma prensibine dayanmaktadır ve bimetal şeridin ısınması için ister istemez bir süre geçecektir. Manyetik koruma ise elektrik akımının kuvvet etkisi prensibine göre çalışmakta olup, ayarlanan aşırı akım algılandığında kesici devreye hiç beklemeden anında açacaktır.

1.8 ŞEBEKE SEÇİM KRİTERLERİ

Yeni planlanan bir tesiste hangi tür şebeke seçilmelidir?

TN-C şebeke ancak dağıtım kuruluşlarınca uygulanabilecek bir şebeke şeklidir. Türkiye'de dağıtım kuruluşları TT tercih etmiş olduklarından bundan geri dönemezler. Dönüş çok pahalıya patlar ve bizce bir zorunluluk da yoktur. Bazılarının iddia ettiği gibi TN şebeke Batının tercih ettiği bir uygulama da değildir.

IT Şebeke yalnızca grizulu madenlerde görülmektedir. Hastanelerin Ameliyat hanelerinde görülen izole sistem ise bir ayırım trafosu yardımı ile uygulanan ve IT sistemdeki koruma röleleri kullanılan özel bir uygulamadır.

Bu durumda geriyi TT veya TN-S sistemleri kalmaktadır. Tercih bu ikisi arasında yapmalısınız. Bizce, TN-S sistemde KAK kullandığınız takdirde her iki sistem arasında hemen hemen hiçbir fark yoktur. Hangisini tercih ederseniz edin. Fakat daima KAK kullanmayı ihmal etmeyiniz. Çünkü KAK elektrik kaynaklı yangınları önleyen yegane cihazdır.

TN-S sistemdeki panoların ana TMSH'lerinin kısa devre güçleri yani kA değerleri yüksek seçilmek zorundadır. Örneğin 1000 kVA bir trafonun AG panodaki ana kesiciyi TT'de olduğu gibi 35-45 kA seçemezsiniz. Konunun uzmanı olmamızla birlikte 55-65 kA üzerine çıkmanız gerekebilir. Hatta daha büyük trafolarda 100 kA seçmek zorunda da kalabilirsiniz ki, bulmakta zorlanacağınız gibi biraz da pahalıdır.

Tesis kurduğunuz alan trafo nötr ve gövdesi için ayrı ayrı topraklama yapmaya müsait ise TT tercih etmenizi öneririz. Eğer alan dar ise, ister istemez TN-S şebekeyi seçmek zorundasınız. Nötr ile gövde (işletme ve koruma) toprakları arası 20 m mesafe isteniyor ise de, uygulamada 10 ve hattı 5 m mesafe yeterli olmaktadır. Yeriniz dar ve kazıklar arası 5 m altında ise, topraklamaları ayrı yapmanın bir anlamı olmaz. Çünkü TN-S şebeke için trafo odasına tesis edeceğiniz bara yerine nötr ile toprak hatları zeminde birleşmiş durumda olacaktır. Diyeceksiniz ki. "hocam, işletme ve koruma toprak arası 20 m mesafe olsa dahi, zemindeki toprak içinde bitişik değil midir?" Teorik olarak doğrudur. TT şebekeyi icat edenler, bir nevi 20 m (veya 5 m) mesafede oluşan toprağın direncinden istifade etmek istemişlerdir. Yukarıda izah ettiğimiz gibi, bu direnç en az 1 ohm olsa, faz toprak kısa devre akımını sınırlayacak ve kesme gücü düşük TMSH ler kullanılabilir.

Yönetmelik, TN-S şebekede kaçak akım rölesini (KAK) zorunlu kılmamaktadır. KAK kullandığımız takdirde bizce TN-S ile TT arasında hiçbir fark kalmamaktadır. Tercih sizin, hangisini kullanırsanız kullanın. Bizim önceliğimiz TT şebekedir. Çünkü bu konuda yetişmiş eleman ve bir bilgi birikimi vardır. TN şebekeyi savunanlar, bizce pişmiş aşı su katmaktadırlar. Elimizde herhangi bir istatistik olmamakla birlikte, bizim edindiğimiz izlenim son yıllarda özellikle EMO (elektrik mühendisleri odası) tarafından başlatılan TN muhabbeti sıfırlamacıları cesaretlendirmiş ve Ankara civarında sıfırlama olayları artmıştır. Bazı elektrikçiler sıfırlama yaparak TN şebekeye geçtiklerini zannetmektedirler.

Yıllar önce elektrik işleri tek elden yürütüldüğü ve Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) var olduğu zamanlarda, Türkiye şebeke konusunda seçimini yapmış ve AG şebekede TT uygulamayı tercih etmiştir. Bazılarına göre yanlış olsa da bir seçim yapılmıştır. Bizce seçimde bit hata yoktur. Farklı düşünenlere de söyleyeceğimiz bir sözümüz olamaz. TT şebekenin TN-S karşısında fazla bir üstünlüğü yoktur. Her iki uygulamanın da kendine göre iyi ve kötü tarafları vardır. Bizce yanlış olan yıllar önce yapılan, iyi veya kötü bir tercihi kırmaya kalkmak ve sanki Avrupa ve Amerika TN tercih ediyormuş gibi **ESKİ KÖYE YENİ ADET GETİRMEKTİR**. Türkiye'de mühendisinden, teknikerine ve ustasına varana kadar tüm kesimlerin ezberlediği bir uygulama var iken neden TN sanki en iyiymiş ve TT hatalıymış gibi ortaya fikirler atılmaktadır anlaşılabilir. Bir AG trafonun nasıl tesis edileceği, koruma ve işletme topraklamasının ne olduğu ezberlenmiş durumda iken. TN şebeke muhabbeti, bizce **çorbaya tuz katmak** başka bir şey değildir.

Bugün dünyada iki şebeke şekli yaygındır, TT ve TN-S. Bu tip şebekeler Batı Avrupa'da başa baş gitmektedir. Bildiğimiz kadarı ile, Fransa'da TT daha yaygındır. Almanya ve İngiltere'de TN baskındır. TT şebeke tamamen kalkmış değildir. Her iki şebeke şeklinin de kendine göre avantaj ve dezavantajları mevcuttur.

TN-C şebekede kaçak akım çalışmaz, bilgisayar kullanıcıları TN-C şebekeyi tavsiye etmezler. Ayrıca harmonik sorunu olan şebekelerde nötr hattının izoleli kullanılması tavsiye edilir. Aksi halde nötr akımlarını takip etmek imkansızlaşır ve özellikle bilgisayar UPS şebekelerinin yarattığı üçüncü harmonik akımları nötr hatlarını aşırı yüklediklerinden bu akımların rast gele yollara (toprağa) akıtılması doğru olmaz. Bu nedenle Batı Avrupa'da kullanılan en yaygın şebeke şekli TN-S dir. Bunun bir adı da PME dir. (Protective multipoint earthing = koruyuculu çok noktalı topraklama) . Bu sistemde elektrik dağıtım şirketi toprak ve nötr hattını birleştirilmiş şekildi (TN-C olarak) kullanıcıya kadar götürür. Kullanıcı da kendi binası veya atölyesinin önüne bir kazık çakararak hattı tekrar topraklar ki, nötr kopmasından elektrik dağıtım firması sorumlu olmasın. Kullanıcı kendi binası içerisinde ise nötr ve toprak hatlarını ayrı ayrı çeker. (TN-S olarak) Bu uygulamanın bir adı da 5 iletkenli sistemdir (5 wire system). Bina girişinden itibaren yapılan uygulama bizdeki gibi TT şebekeye benzemektedir. Hem kaçak akım çalışır ve hem de aşırı akım. Batılıların standart ve yönetmelikleri de bizimki ile aynıdır.

Çok noktada topraklanan (PME) nötr-toprak hattının direnci çok düşüktür. İlk bakışta Türkiye'de de kolayca TN-C-S şebekeye geçilebilir gibi gözüküyor ise de dananın kuyruğu o kadar kısa değildir. TN-C şebeke mesafe bağımlıdır. Şalterler belli bir mesafeden sonra kaçak anında açamaz duruma gelebilirler. Bunu önlemek için nötr hattının kalın seçilmesi (en az faz kadar) gerekmektedir. Bu nedenle TEDAŞ ve benzeri dağıtım kuruluşlarının, şebeke değişimi (TN-C ye geçiş) kolay bir iş değildir. Yatırım gerektirir.

TN şebekede, toprak direnci (kazık direnci) yüksek olan tesislerden, kazık direnci düşük olan tesislere akım akar ve o tesisin temelini korozyona uğratacağı gibi, elektrikli zırlamaya neden olabilir. Binada elektrik tamamen kesik olduğu

halde başka binalardan gelen toprak akımları zırlamaya ve şikayetlere yol açmaktadır. Avrupa'da "binamdaki elektriği kesiyorum, yine de zırlama sesi duyuyorum" gerekçeleri ile elektrik dağıtım kuruluşları ile tüketiciler arası mahkemelere sirayet eden olaylar yaşanmaktadır.

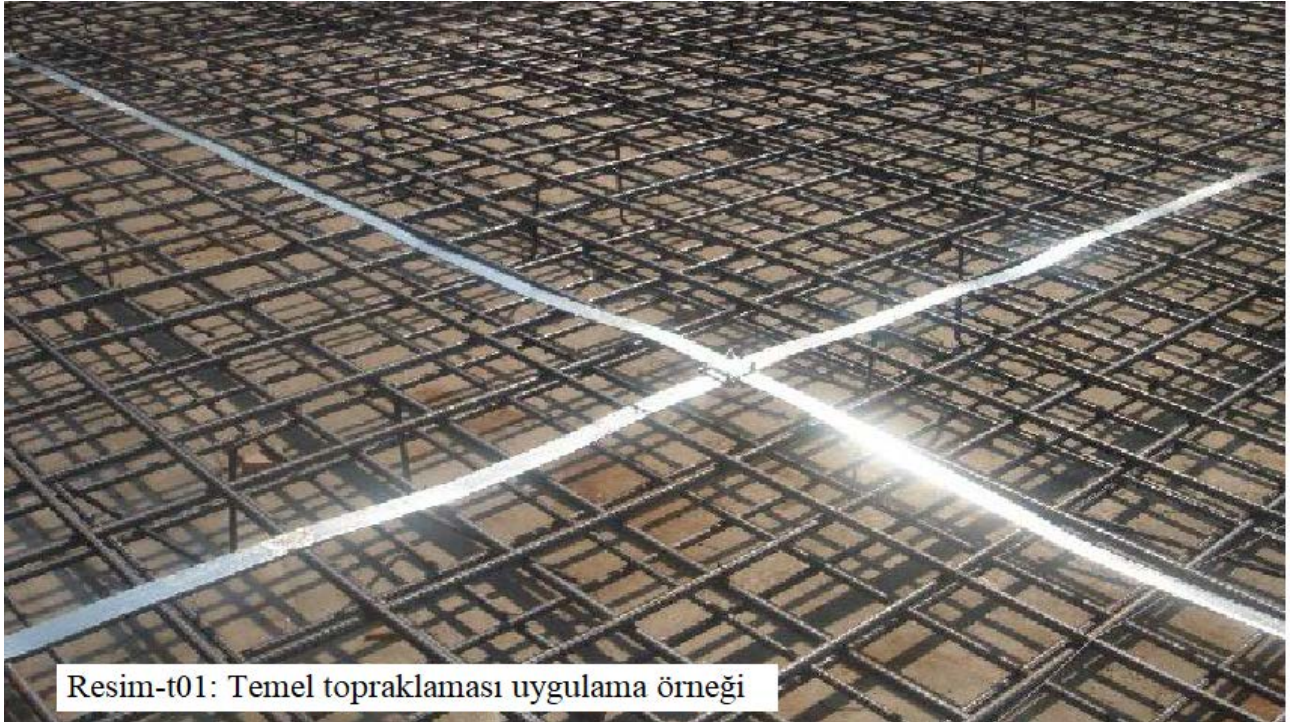
TN-S sisteminin yegane avantajı kullanıcının düşük kazık direnci elde etmeye uğraşmamasıdır. TT şebekede kullanıcı kendi koruma topraklamasını kendisi yapmak zorundadır. Düşük dirençli bir topraklama elde etmek de kolay değildir. Temel topraklaması uygulandığında direnç düşürme sorunu yaşanmamaktadır. TT şebeke mesafe bağımlı değildir, toprak kaçağında kesicilerin açmasının mesafe ile ilgisi yoktur. Manyetik uyumluluk açısından TN-S ve TT şebekeler en iyi şebeke şekilleridir.

Bir otel ve avm çalışmamda yer darlığı nedeni ile TN şebeke uygulamak zorunda kalmışım. Nötür hattı için müstakil toprak kazığı çakacak yeterli arazi mevcut değil idi ve var olan arazi de kayalık idi. TT için seçilen kesici güçleri de aynen kalmıştır. Çünkü siparişler çok önceden bağlandığınan, kesici değiştirecek durum kalmamıştır.

2.0 BİNALARDA TOPRAKLAMA ve TEMEL TOPRAKLAMASI

İki binli yıllara kadar Türkiyede pek bilinmeyen ve uygulaması zorunlu olmayan temel topraklaması, bildiğimiz kadarı ile 2001 itibari ile binalarda zorunlu hale getirilmiştir. İlk yıllarda uygulamada çekimsiz davranılmasına rağmen günümüzde istisnasız tatbik edilmektedir. Artık, yalnız elektrikçi değil, inşaat çalışan ve ilgili olan tüm taraflarca bilinen bir uygulama haline gelmiştir. Yani, bina temeline demir örüldüğünde, üzerine galvanizli topraklama şeridi serileceği hemen her inşaat çalışanı (mühendis, tekniker ve işçisi dahil) tarafından bilinmektedir.

İnşaatlarda temeller blok halindedir. Radyal temel tabir edilen bu uygulamada temel toprağı üzerine beton plakaj yapılıp (ham beton dökülüp) üzerine radyal temel demirleri örülür. Bu demirlerin örüş şekli de farklıdır. Resim-t01 de görüldüğü gibi, temel demirleri üzerine galvanizli demir şeritlerden topraklama tesis edilir. Şeridin bir ucu elektrik panosu nerede ise oraya uzanmalıdır. Bazı hallerde fazladan çıkış uçları da bırakılır. Diyeceksiniz ki, "hocam bunun toprak neresinde, şerit beton içerisinde gömülü kalıyor. Beton yalıtkan değil midir?" Bu düşünce ve görüş şeklen doğrudur. Fakat gerçek görüldüğü gibi değildir. Yalıtkan gibi duran beton, demir kadar olmasa da aslında iletkenidir ve bildiğimiz kadarı ile betonun (concrete) özgül direnci 50-500 Ω m arasındadır. Temel beton bloğu, toprakla geniş bir yüzeyde temas halinde olduğundan, toplam direnç düşük çıkmaktadır. Temel topraklaması harika bir icattır ve bu sayede toprak kazıklarının çürümesi ve dolayısı ile elektrik tesisatının toprak bağlantısının kaybolması ortadan kalkmıştır. Teknik ömrü 100 yılın üzerinde olan binalarda, elektrik toprak tesisinin ömrü de bina ile eşdeğer seviyeye gelmiştir.

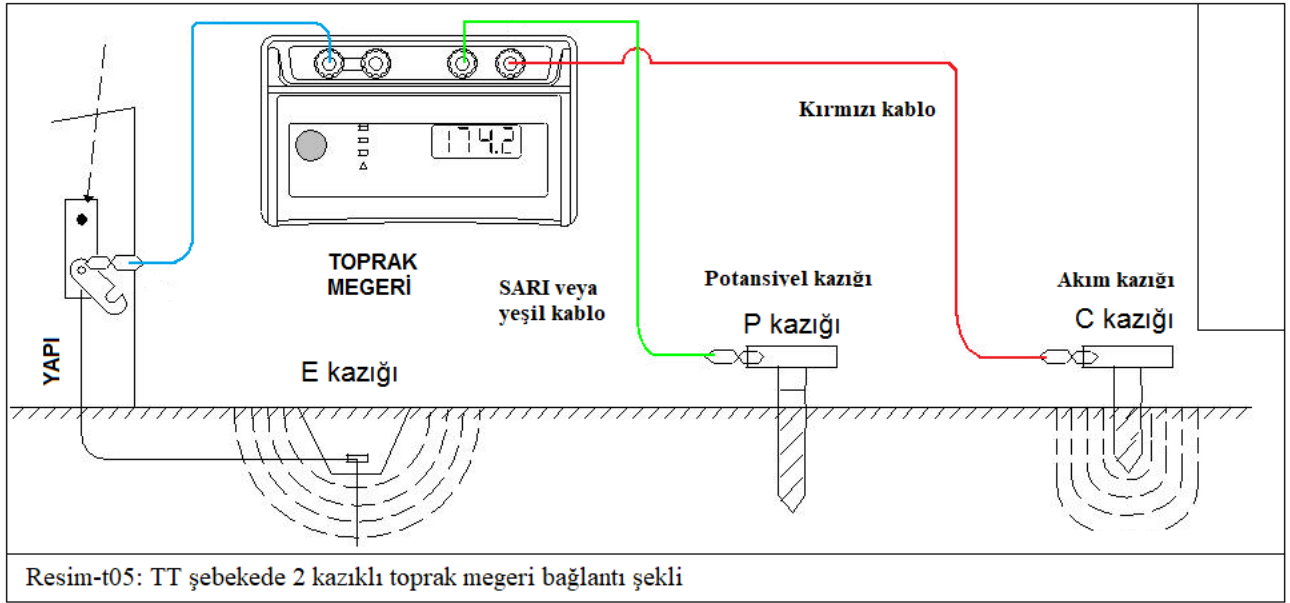


Resim-t01: Temel topraklaması uygulama örneği

Resim-t02 de görüldüğü gibi binanın temeline ilaveten kazık çakılması, gereksizdir. Temele ne zaman kazık çakılır? Eğer binanın temeline su sızmasına karşı, resim-t03 ve resim-t04 de görüldüğü gibi bohçalama tabir edilen yalıtım tatbik

ediliyor ise, yalıtımın altındaki toprak zemine kazık çakılmalıdır. Yalnız inşaatçılar izolasyonu deldirmezler. Bu durumda temelin etrafına aralıklarla kazık çakılıp bakır tel ile bina etrafı dolaşılmalıdır. Bakır hat ile temeldeki galvanizli şeritler birleştirilir. Bu işlerde bakır ile demirin temas etmemesi gerektiği unutulmamalıdır. Bakır ağır metaldir. Zamanla demiri yer bitirir (korozyon). Bakır hat ile galvanizli şeridin birleştirme işlemi bir adı "cadweld" olan termik kaynak ile gerçekleştirilir. Toprağa çok fazla kazık çakmak yerine bakır tel uzatılması daha etkilidir.





2.1 TOPRAK DİRENCİ NASIL ÖLÇÜLÜR

Toprak direnci ölçümü ve rapor düzenlemenin detaylarına girilmeyecektir. Bu ayrı bir makale konusudur.

TT ŞEBEKE

TT şebekede toprak direnci 2 kazıklı alet ile ölçülür. Üç kazıklı sistem olarak da adlandırılmaktadır. Bu aletin bağlama şekli resim-t05’de canlandırılmaya çalışılmıştır. IT ve TN-C şebekede de aynı cihaz kullanılır ve aynı yöntemle ölçü yapılır.

Bu aletlerin nasıl çalıştıkları, gerçek ölçü prensipleri hakkında alet imalatçıların internet sitelerinde geniş ve detaylı bilgiler yer almaktadır. Bu nedenle konunun detayına girmekten ziyade bazı önemli püf noktalarını, bildiğimiz kadarı ile açıklamaya çalışacağız.

- 1) Kazıklar arası çok yakın veya çok uzak olur ise direnç yüksek çıkar. Optimum mesafe 10-20 metredir. Bazı hallerde 5 metre de yeterli olmaktadır. Eğer direnci yüksek ölçüyorsanız kazıklar arası mesafe 10-20 m gibi ideal aralıklarda olmalıdır.
- 2) Kazıklar binaya dik çakılmalıdır. Zorunlu olmadıkça paralel çakmak yüksek toprak direnci ölçmenize neden olacaktır. Çünkü binanın kendi toprağının (üçüncü kazığın) nerede olduğunu bilemezsiniz. Tahminen binanı kendisi kazık olduğu kabulü ile, prensip şemasında olduğu gibi aynı doğrultu üzerine binaya dik durduğuna dikkat etmelisiniz.
- 3) Kazığın fazla uzun olmasının ve derine çakılmasının pek anlamı yoktur. Kazıkların dibine biraz su dökmenin çok faydası vardır. Bu durumda sanki kalın ve derin kazık çakıymış gibi olacaktır.
- 4) Hiç direnç ölçemiyorsanız, bağlantılarınızı kontrol etmelisiniz. Buna rağmen yine de ölçemiyorsanız veya direnç çok yüksek ise, ölçüm yaptığınız şirkete “tesisiniz hatalı” diyebilmeniz için biraz düşünmeli ve kendi ölçü sisteminizi kontrol etmelisiniz. Bunun için:
- 5) Üçüncü bir kazığı zemine çakarak ölçüp ölçemediğinizi kontrol etmelisiniz.
- 6) Tesiste toprak olmadığından şüpheleniyorsanız, seyyar lamba ile faz-nötr ve faz-toprak arası lambanın aynı şiddette yanması gerekir. Bu denemeyi yapabilmemiz için KAK olmaması gerekir. KAK var, buna rağmen atmıyor ise göstermelidir, devreye bağlı değildir.
- 7) Buradan çıkan anlam, ustaların kullandığı seyyar lamba ölçü sisteminin bir parçasıdır. Bazı ölçülerimde topraklama var-yok gibi anlaşmazlıklar olmuş ve karşı taraf senin alet arızalı gibi iddialarda bulunmuştur. Erzurum ırak ise meydan yakın misali, seyyar lambayı dayadığınızda sesler kesilecektir.
- 8) Ölçüleriniz 1 ohm altında ise sonuçlar uygun demektir. Hesap değerler örneğin 0,15 çıkıyor, fakat siz de 0,75 ölçüyorsanız topraklamanın yetersiz olduğuna hükmedemezsiniz. Raporadaki değerleri sabunlamanız yani düzeltmeniz gerekir.

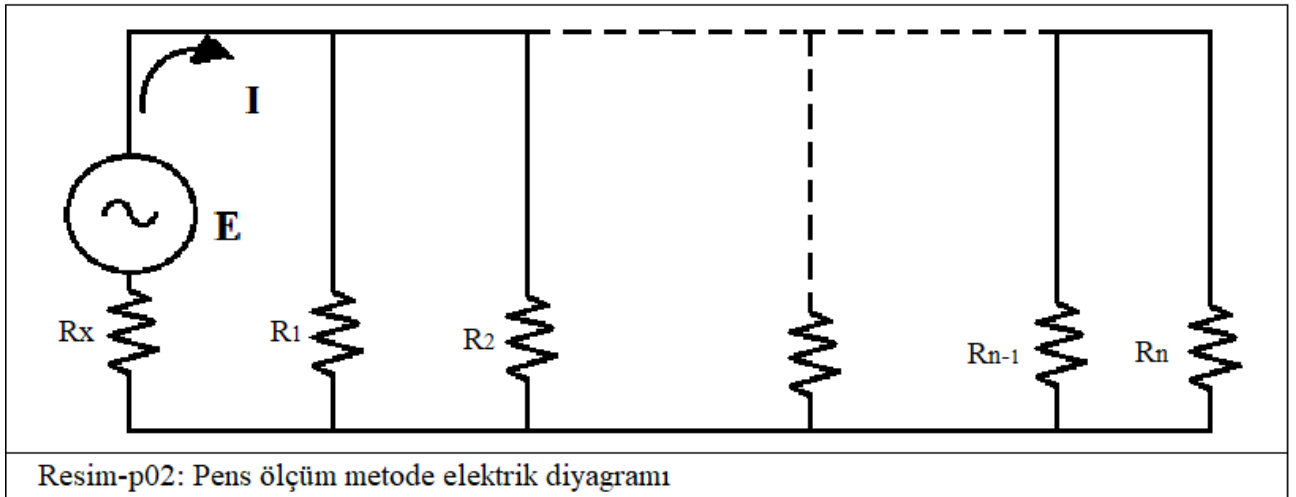
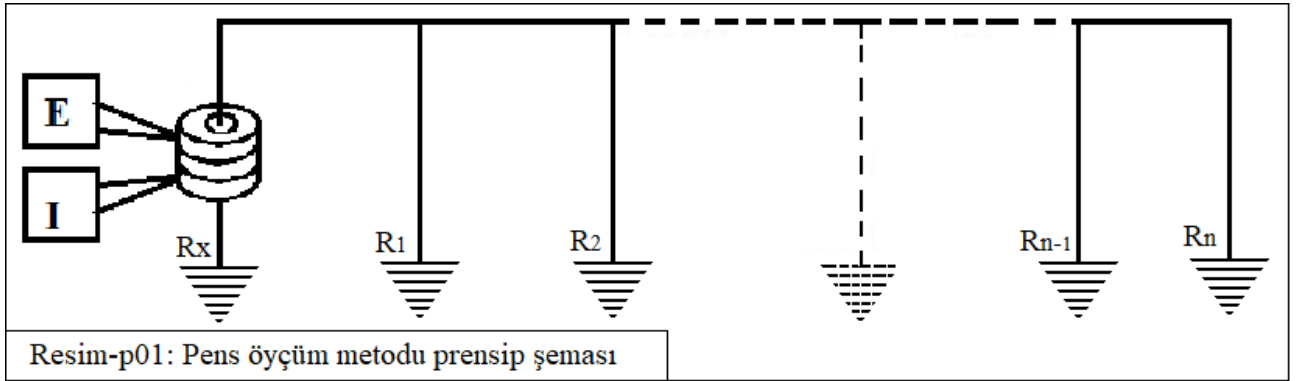
“Hocam sabunlamak da ne demek, böyle iş mi olur” demeyin. Elinizdeki alet 1 ohm altını hassas ölçemez. Diğer taraftan zemindeki serseri akımlar dolayısı ile aletinizin göstergesi sabit bir değer vermez ve devamlı değişir, belli değerler arası gider gelir. Bende ki aletin göstergesi titremiyor diyorsanız, biraz literatür karıştırmanızı öneririz.

TN-S ŞEBEKE

TN-S şebeke toprak direnci çevrim empedansı aleti ile ölçülür. Ölçüm çok basittir. Firmaların reklamlarını yapmak istemediğimiz için yazımıza alet resimleri ilave etmek istemiyoruz. Ölçüler genelde prizden alınır. Makinaları ölçmek için aletinizi makinayı besleyen pano önüne kurmalısınız. Buradan makinaya kadar toprak kablosu uzatmanız gerekir. Bu işler ikinci bir yardımcı eleman gerektirdiğinden, çoğu meslektaş yalnızca elektrik panolarını ölçüp, işi bitirmektedir. Halbuki yapılan iş nizami değildir. Ölçüler, örneğin tornacının eli ile dokunduğu torna tezgahı gövdesinden alınmalıdır. Gezer vinçlerde hareketli kancadan değil halattan alınmalıdır. Vincin kumandası genelde 24 Volt olduğu için kumanda cihazını taşıyan halattan ölçü almanın anlamı olmayabilir.

Elinizde çevrim empedansı ölçen cihaz yok da TT şebekede kullanılan kazıklı cihaz var ise bu cihaz ile ölçü alabilirsiniz. Bizce hiçbir mahsuru yoktur. Yalnız aletinizi tuttuğunuz makinanın toprak kazığı trafonun bulunduğu alanda yer aldığı ve aradaki toprak kablolarının direnci de devreye girdiği için ölçtüğünüz toprak direnci muhtemelen yüksek çıkacaktır. Bu durumda topraklama hatalıdır diyemez ve raporunuza uygun değil işareti koyamazsınız. TN-S tesis için resmi bir rapor düzenliyorsanız mutlaka çevrim empedansı ölçü cihazı kullanmalısınız.

Loop cihazı ile TT şebekede de ölçü yapabilirsiniz. Fakat sonuçlar yüksek çıktığında, toprak düzeninde hata var demeniz bizce mümkün değildir. Çünkü trafonun işletme toprağı ile koruma toprağı arasındaki direnç de çevrime dahildir. Bu bakımdan, TT tesiste loop cihazı ile elde edilen değerler, eğer sonuçlar 1 ohm altında ise, bizce daha da makbuldür.



PENS AMPERMETRLİ ÖLÇÜM

Son zamanlarda türeyen bu tip aletler Türkiye için pek cazip değildir. Bazılarına çok kullanışlı gibi gelse de yanlış ve yüksek direnç ölçümlerine yola açabilecek bir metottur. Bu alet ile paratonerlerin toprak değerleri çok kolay ölçülebilir. Çünkü test klemensini söküp, toprak kazığının ucunu boşa almaya gerek yoktur. Pens ile ölçüm, ABD standartlarına uygundur. Çünkü NEC (National Electrical Code) standardı toprak bağlantısının panodan sökülerek müstakil ölçülmesini

istemektedir. Bu alet ile toprak kazığını sistemden ayırmaya gerek yoktur ve NEC standardını uygulayanlar için bulunmaz bir nimettir.

Bu tip ölçü metodunda toprak elektrotunu sistemden ayırmadan ölçü yapılabilir. TN-C-S şebekelerde kullanışlıdır. Ayrıca eşpotansiyel baraya bağlı çeşitli kolların toprak direnci ayrı ayrı belirlenebilmektedir. Pensli toprak aletini TN-S şebekede kullandığınız takdirde çevrim empadansını değil, yalnız toprağa uzanan kolun direncini ölçmüş olursunuz. Doğru mudur yanlış mıdır? Bir bilgimiz yoktur.

ÇALIŞMA PRENSİBİ:

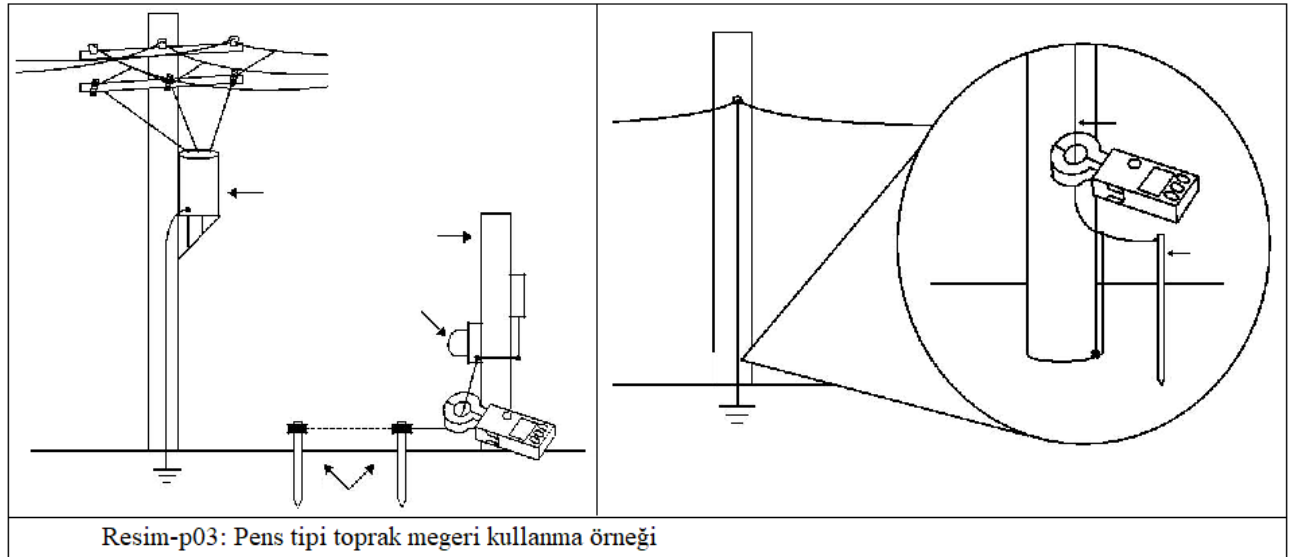
Toprak dirençlerinin oluşturduğu dirençlerin toplamını "resim-p01" ve p02 de gösterildiği gibi çizebiliriz. Rx direncine bağlı olan pens akım trafosu Rx kolu içerisine bir akım indükler ve bir de gerilim oluşturur. Bu olayı resim-p02 deki gibi canlandırabiliriz. Rx kolundan akan akım ve gerilim arasında aşağıdaki formül ve bağıntı geçerlidir.

$$E/I = R_x + \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}} \quad R_x \gg \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}} \Rightarrow R_x = E/I$$

Rx direnci diğer kol dirençlerinden çok büyük olduğundan eşitliğin diğer kolu ihmal edildiğinde $E/I = R_x$ kalır. E gerilimi sabit tutulduğunda ölçülen akım $1/R_x$ direncini verir. Şebeke frekansını elimine etmek için 1,7 kHz frekansında bir gerilim tatbik edilerek akım ölçülür. Gerekli elektronik devreler yardımı ile LCD ekranda doğrudan direnç değeri okunmaktadır.

Bu yöntem toprak hatlarının rahatlıkla görülebildiği (bak resim-p03) pens ampermetre ile kavranabileceği durumlarda kullanılır. Toprak hattının izoleli olarak taşındığı TN-S şebekelerde de çok elverişli olduğunu yazanlar var ise de bize pek mantıklı gelmemektedir.

Bu tip aletlerde evvela toprak hattına akım verilir. Akım yüksek ise ölçülemiyor demektir. Alet kılavuzlarında gerekli açıklama ve nasıl davranılacağı yazılıdır. Telefon şebekelerinde ve diğer tip aletlerin kullanımının zor olduğu yerlerde kolay ölçüm sağlamaktadır. Enerji nakil ve telefon direkleri gibi yerlerde kolay ve pratik sonuç alınabilecek bir metottur.



Resim-p03: Pens tipi toprak megeri kullanma örneği

Ankara 16 Eylül 2020

Hazırlayan: Elektrik Yük. Müh.
M. Kemal SARI