

# 10. HAFTA: Elektrik Enerjisinin Dağıtımı

---

# Alçak Gerilim Şebekeleri

---

Dağıtım şebekelerinde dağıtım transformatöründen tüketicilere kadar olan şebekeye “*alçak gerilim şebekesi*” denir. Bu şebekeler, dağıtım transformatörlerinden tüketicilere (abonelere) kadar olan enerji nakil hatlarından oluşur. Alçak gerilimle yapılan iletimlerde akımın yüksek olması nedeniyle gerilim düşümü ve güç kaybı fazladır. Ülkemizde alçak gerilim, abonelerde tek faz sistemlerde 220 V , üç fazlı sistemlerde ise fazlar arası gerilim 380 V olarak kullanılır.

Alçak gerilim (AG) şebekelerinin yalıtımı ve korunması kolay olduğundan abonelere yakın kısımlara kurulabilmektedir. Elektrik enerjisinin tüketicilere ulaştırılması için tesis edilen bu şebekeler dağıtımın yapılacağı şehir, köy ve benzeri yerlerin özelliklerine göre; en uygun, güvenli ve kesintisiz enerji verebilecek nitelikte olmalıdır.

Yerleşim birimleri ve sanayilerdeki cadde, yol, meydan ve geçitler boyunca döşenen hat parçalarının birbirine eklenmesinden, kollar ve kolların birbirine eklenmesinden de alçak gerilim dağıtım şebekeleri meydana gelir. Bu şebekelerde kullanılan hatlara “*alçak gerilim dağıtım hatları*” denir. Bu hatlar havai hatların yanı sıra yer altı kablolarıyla da sağlanabilir. Yer altı kabloları ile yapılan tesislerde, direk ve diğer malzemelere ihtiyaç yoktur. Cadde ve meydanların görüntü estetiği bozulmadan hatlar çekilebilir. Fakat yer altı kablolarının maliyeti havai hatlara nazaran oldukça yüksektir. Alçak gerilim şebekelerinde havai hatlar çekilirken aşağıda verilen durumların göz önünde bulundurulması gerekir:

- ❑ Hatlar yol kenarında mümkün olduğu kadar yolun aynı tarafını takip etmelidir.
- ❑ Zorunlu olmadıkça hattaki dallanmalar hat istikametine ters (geri) yönde olmamalı, dallanmalarına hat ile dar açılı olmamalıdır.
- ❑ Gereksiz yere fazla direk kullanımından kaçınılmalı ve direkler konutlara zorunlu olmadıkça yakın olmamalıdır.

Şebekelerin kurulmasında alıcıların, teknik yönden uygun ekonomik ve ergonomik beslenmesi ana kuraldır. Bu kuralları yerine getirebilmek için değişik şebeke sistemleri geliştirilmiştir. Dağıtım şekillerine göre kullanılan alçak gerilim dağıtım şebekeleri;

□ Dallı (Dal-Budak) şebekeler

□ Ring (Halka) şebekeler

□ Ağ (Gözlü) şebekeler

olarak sınıflandırılır.

Ring ve gözlü şebekeler yük alışverişini sağladığı ve dolayısıyla şebeke gerilimini sabit tuttuğu gibi tam bir işletme emniyeti de sağlar. Ayrıca yük artışını da kolaylıkla karşılar. Bunların yanı sıra bu tip şebekelerde kayıplar ve tesis masrafları daha düşüktür. Gözlü şebekelerde toplam gücü karşılamak için tek bir transformatör merkezi kullanmaktansa daha düşük güçlü transformatörleri uygun düğüm noktalarına yerleştirilerek şebeke iletken ve kablo kesitlerini küçültmek mümkündür.

## **Alçak Gerilim Dağıtım Şebekelerinin Tesisi**

Alçak gerilim dağıtım şebekelerinde faz iletkenlerinden her hangi birinde bir izolasyon hatası oluştuğunda toprak üzerinden bir kaçak akımın geçmesi, bu hata akımının şiddeti ve direkt temaslara karşı alınacak koruma tedbirleri alçak gerilim şebekesinin bağlantı şekline göre değişmektedir.

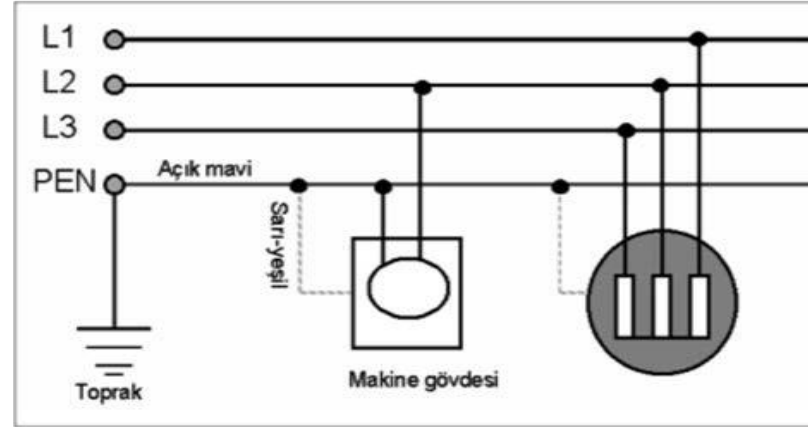
## Alçak Gerilimde Şebeke Bağlantı Tipleri

Tesisat yönetmelikleri TS 3994'e göre, alçak gerilim şebekelerinde temel olarak üç çeşit şebeke bağlantı tipi kullanılabilir. Bağlantı şekillerini belirleyen isimlerde ilk harf transformatörün sıfır noktasının toprakla bağlantı durumunu ikinci harf ise cihazların toprağa bağlantı durumunu göstermektedir. Burada: T toprağa bağlı (Terra), I topraktan yalıtılmış (İzolasyon), N nötr hattına bağlı olma durumlarını göstermektedir. Bu şebekelerde kullanılan koruma iletken tipleri ise; PE koruma iletkeni, S ayrı iki (PE ve Nötr) iletkeni ve C koruma iletkeni ile nötr hattının fonksiyonlarının birleştirildiği (PEN) iletken olarak tanımlanmakta olup dağıtım şebeke tipleri (sistemleri) bağlantı şemaları ile birlikte sırayla incelenecektir.

## TN Şebeke Sistemi

Bu şebeke, günümüzde kullanılan en yaygın şebeke tipidir. Burada şebekenin bir noktası (yıldız noktası) doğrudan topraklanır. Buna “işletme topraklaması” denir. Tesise ait bütün madeni kısımlar işletme topraklamasına bağlanmaktadır. Bir faz-toprak teması halinde işletme topraklamasının  $R_0$  direnci üzerinden, PE veya PEN koruma hatlarının ve bunlara bağlı cisimlerin toprağa karşı gerilimleri yükselir. Bu gerilimi sınırlandırmak için, bütün işletme topraklamalarının toplam topraklama direnci  $2 \Omega$ 'u geçmemelidir.

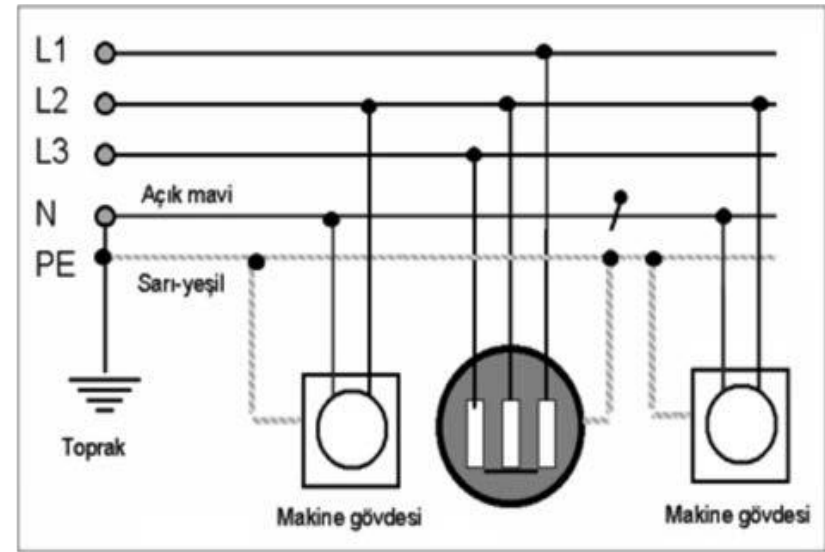
**TN-C Şebeke Sistemi:** Tesisin madeni muhafaza kısımlarının koruma ve nötr iletkenleri birleştirilerek şebekenin tamamında ortak bir iletken (PEN) olarak toprağa bağlandığı şebeke tipidir. Koruma ve nötr fonksiyonları birleştirilmiş bu şebekeye ilişkin bağlantı şeması Şekil 6.1'de verilmiştir.



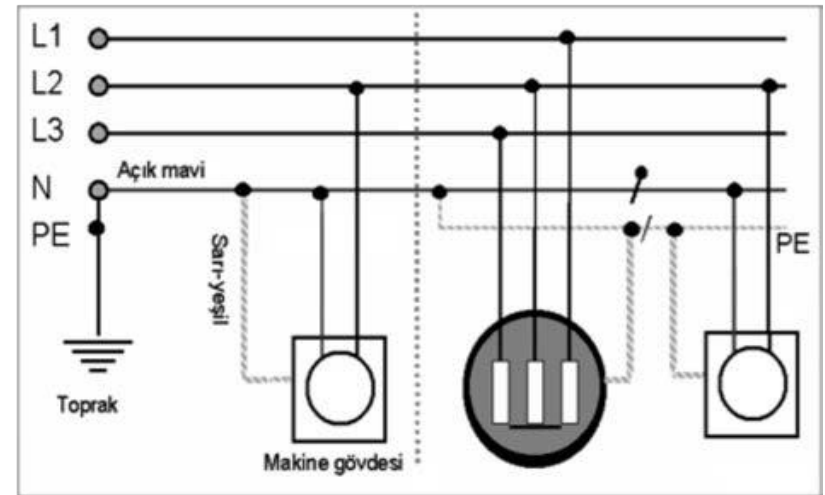
Şekil 6.1: TN-C şebeke sistemi bağlantı şeması.

**TN-S Şebeke Sistemi:** Bu tür sistemde tesisdeki bütün madeni kısımlar (makine gövdeleri), PE koruma hattı üzerinden işletme topraklamasına bağlanır. Koruma ve nötr iletkenleri ayrı hatlar olarak çekilir. TN-S şebeke sistemi, koruma ve nötr fonksiyonları ayrı yapılmış şebeke, bağlantı şeması Şekil 6.2’de verilmiştir.

**TN-C-S Şebeke Sistemi:** Bu tür sistemde koruma ve nötr iletkenleri tesisin bir bölümünde ayrı, bir bölümünde ise tek bir iletken olarak çekilmektedir. TN-C-S şebeke sistemi bağlantı şeması Şekil 6.3’te verilmiştir.



**Şekil 6.2:** TN-S şebeke sistemi bağlantı şeması.

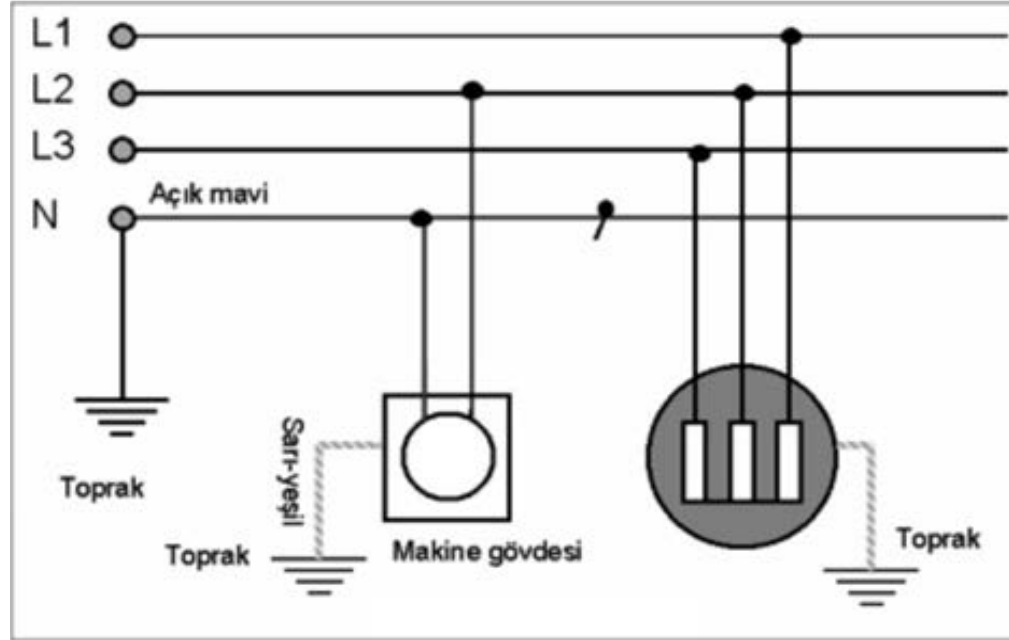


**Şekil 6.3:** TN-C-S şebeke sistemi bağlantı şeması



## TT Şebeke Sistemi

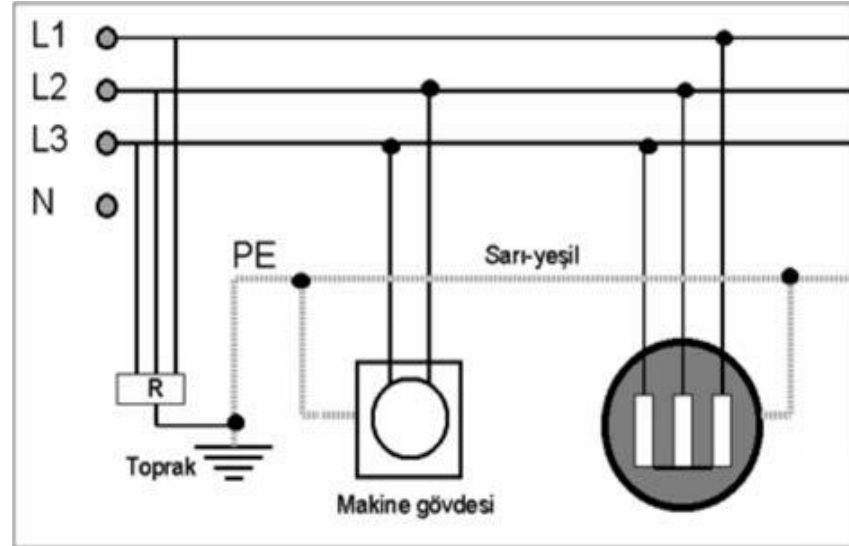
Bu şebeke tipinde şebekenin yıldız noktası topraklanmış veya yeteri kadar bir empedans üzerinden topraklanmıştır. Tesisteki madeni kısımlar işletme topraklamasından ayrı olarak topraklanmaktadır. Buna “*koruma topraklaması*” denir. TT şebeke sistemi, nötr ve cihazlar ayrı ayrı topraklanmış şebeke, bağlantı şeması Şekil 6.4’de verilmiştir.



**Şekil 6.4:** TT Şebeke sistemi bağlantı şeması.

## IT Şebeke Sistemi

Bu sistemde şebekenin yıldız noktası toprağa karşı yalıtılmış veya yüksek bir empedans üzerinden topraklanmıştır. Şebekeden beslenen cihazlar ise koruma iletkeni üzerinden topraklanır. Şebekede oluşan ilk faz toprak hatası, cihazlara zarar vermez. Ancak ikinci bir izolasyon hatası, toprak temaslı iki fazlı bir kısa devre oluşturur. Bu da cihazlar açısından zararlıdır. Bundan dolayı bu tür şebeke sistemlerinde izolasyon hatalarından korunmak amacı ile izolasyon kontrol cihazı kullanılır. Böylece izolasyon hatası önceden belirlenerek gerekli önlem alınmış olur. IT şebeke sistemi, sistem nötrü yalıtılmış ve cihazlar topraklanmış şebeke, bağlantı şeması Şekil 6.5'te verilmiştir.



**Şekil 6.5:** IT şebeke sistemi bağlantı şeması.

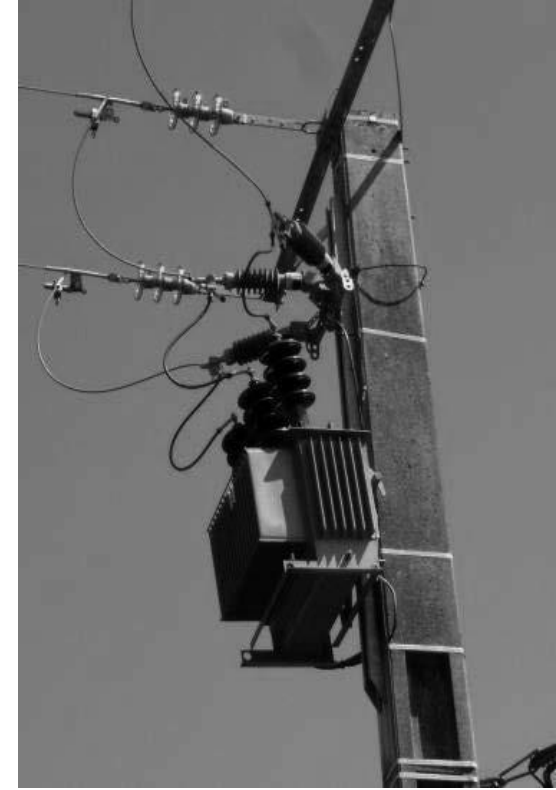
## DAĞITIM TRANSFORMATÖRLERİ

Alternatif akımda, güç sabit kalmak şartı ile elektrik enerjisinin gerilim ve akım değerlerini elektromanyetik indüksiyon yolu ile ihtiyaca göre dönüştürmeye yarayan ve hareketli parçası olmayan aygıtlardır. Elektrik enerjisi santrallerde üretildikten sonra abonelere ulaşana kadar değişik işlemlerden geçer. İlk önce santral çıkışında elektrik enerjisinin gerilimi yükseltilir. Böylece iletim yüksek gerilimle yapılmış olur. Şehir veya kasabaların girişinde yüksek gerilim (YG) orta gerilime (OG'ye) düşürülür. Gerilim seviyesi yüksek olduğundan bu işlemler güç transformatörleri tarafından gerçekleştirilir. Dolayısıyla güç transformatörleri yükseltici-indirici merkezler arası enerji iletiminde kullanılan YG/YG transformatörleridir. Bunlar, transformatör merkezlerinin en önemli kısmı olup merkez içerisinde hava alabilen ve acil durumlarda müdahalesi kolay olabilecek uygun bir yere yerleştirilirler. Son olarak orta gerilim alçak gerilime düşürülmektedir. Bunun için kullanılan transformatörlere ise “*dağıtım transformatörleri*” denir. Başka bir deyişle gerilim ve güç kapasitesi sırasıyla 35 kV ve 1600 kVA 'a kadar olan transformatörlere dağıtım transformatörleri denir.

Dağıtım transformatörlerinde bağlantı şekli olarak yüksek gerilim sargıları yıldız veya üçgen, alçak gerilim sargıları ise yıldız veya zikzak tercih edilir. Bu transformatörlerde gerilim düşümünü küçük tutabilmek için transformatör kısa devre gerilimi %4 civarında alınır. Ayrıca muhtelif noktalardan beslenen dağıtım şebekelerinde transformatörler arasındaki mesafe 300 m 'nin altında ise kısa devre empedansları eşit alınır.

Dağıtım şebekelerinde kullanılan dağıtım transformatörleri 1600 kVA güce kadar olan transformatörlerdir. Bunlar, üretim çeşidine göre kuru ve yağlı tip transformatörler olarak iki grupta incelenir. Yağlı tip transformatörlerde sargılar soğutma ve izolasyon amaçlı yağın içerisine yerleştirilmekte olup özellikle 10 kV ve yukarı gerilimlerde tercih edilirler. Kuru tip transformatörler ise yağ içermeyen harici soğutma sistemini gerektiren transformatörlerdir. Bu tip transformatörlerde kullanılan epoksi reçine, nemin içeriye girmesini engelleyerek transformatörün zor koşullarda, nemli ve kirli ortamlarda rahatlıkla çalışabilmesine imkân sağlamaktadır. Kuru tip transformatörlerin boyutlarının yağlı tip transformatörlere göre daha küçük olması ise yerden tasarruf ve kurulum esnasında daha az işçilik gibi avantajlar sağlamaktadır.

Kullanım yerlerine göre dağıtım transformatörleri direk tipi transformatörler ve bina tipitransformatörler olmak üzere iki grupta incelenir. İletim hatlarından taşınan orta gerilimdeki elektrik enerjisini tüketicilerin kullanabileceği alçak gerilime düşüren ve direklerin üzerine monte edilen transformatörler “*direk tipi transformatörler (trafolar)*” denir. Bu tip transformatörler genellikle küçük yerleşim birimleri ile ana dağıtım transformatörüne uzak aboneleri beslemek için kullanılır. Resim 6.3’te bir direk tipi transformatör görülmektedir. Burada transformatör ve donanımı direk üzerine monte edilmiştir. Kompanzasyon kondansatörleri gibi diğer elemanlar ise direğin yanında bulunan alçak gerilim panosuna monte edilmektedir. Yapı olarak demir direklerin kullanıldığı gibi beton direklerde kullanılmaktadır.



**Resim 6.3:** Direk tipi dağıtım transformatörü.

Bina tipi transformatörler şehir veya kasabalarda zemini dayanıklı, estetiği bozmayan yerlere alçaltıcı transformatör merkezi görevini yapmak için kurulur. Orta gerilimi alçak gerilime düşürmek için kullanılan 400 kVA gücünden büyük transformatörlerdir. Resim 6.4'te bir bina tipi dağıtım transformatörü görülmektedir. Bu tip transformatörler kapalı bir bina veya kapalı muhafazalı mekânda güvenlik tedbirleri alınmış, dış etkilerden etkilenmeyecek ve şehir estetiğini bozmayacak şekilde tasarlanır ve kurulurlar. Yeni kurulan bina tipi transformatör merkezleri yer altı kabloları ile enerji iletim ve dağıtımı yapılabilecek şekilde tasarlanır. Bütün malzemeler kapalı bir alan içinde bulunması gerilim malzemelerinin insan ve canlı temasını engeller. Hava şartlarına bağlı olmadan gerekli kontroller yapılabilmekte ve bu tip transformatörlerde hava şartlarına bağlı olarak elektrik kesintileri en az düzeyde gerçekleşmektedir.



**Resim 6.4:** Bina tipi dağıtım transformatörü.

# KAYNAKLAR

[1] Doç. Dr. Süleyman Demir (ed.), *Elektrik Enerjisi İletimi ve Dağıtımı* (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, 2013)