# ORTA GERİLİM TRANSFARMATÖR MERKEZLERİNİN TASARIMI

**EMO İzmir Şubesinin 1980 yılında yayınladığı, "ORTA GERİLİM TRANSFORMATÖR MERKEZLERİNİN TASARIMI" adü kitabımız, Elk. Y. Müh. Güngör Gürsel, Elk. Y. Müh. Deniz Kültür, Elk. Y. Müh. Faruk Yılmaz tarafından hazırlanmıştır.**

**Beş bölümden oluşan ve 176 sayfa olan kitabımızda; orta gerilim transformatör merkezlerinin tasarımını yapan mühendislerin gereksinim duydukları bilgiler, kuramsal ve uygulamalı olarak verilmiştir. Kitabın hazırlanmasında son yıllarda yayınlanmış yabana kaynaklı kitap, kurs notları ve tasarımlardan yararlanılmış, elde edilen bilgiler işletmede karşılaşılan sorunlar ve bunların deneyim sonuçlarıyla birleştirilerek meslektaşlarımız tarafından sunulmuştur.**

**Birinci bölümde; kısa devre akımlarının hesabında kullanılmak üzere kaynak, hat transformatör ve benzeri şebeke öğelerinin üç fazlı ve faz -toprak arızalan hesabında kullanılmak için doğru, ters ve sıfır bileşen empedanslannın temsil şekilleriyle uygulamada kullanılan pratik değerleri verilmiştir. Ulusal elektrik şebekemizin 1978 yılı maksimum üretim koşullarına göre verilen örnekler üzerinde üç fazlı ve faz - toprak anza akımlarının değerleri, birim (p.u.) dizgesine göre hesaplanmış tır.**

**İkinci bölümde; kesici açma gücünün saptanmasında çeşitli pratik uygulamalar, bara ve topraklamalarla ilgili bölümlerde kullanılmak üzere asimetrik akımların hesabı verilmiştir.**

**Üçüncü bölümde baralarm hesabı geniş şekilde anlatılmış; dördüncü bölümde, topraklayıcılar, topraklama ağı, bunların kesitleri, adım ve temas gerilimleri tasarımlarda uygulanacak şekilde verilmiştir. Termik yönden kesit saptanmasına ilişkin bilgiler son bölüm olan örnek hesapta verilmiştir.**

**Beşinci bölümde; orta gerilim şebekelerinde kullanılan koruma dizgeleri ve yardımcı servis öğelerinin hesap ve seçimi için temel ilkelerle bunların bağlantı şekilleri gösterilmiştir. Belli koşullarda kullanıldığı için yönlü korumalar hakkında da bazı bilgilerin verilmesi uygun görülmüştür. Akım ve gerilim transformatörleri için bu tip tasarımlarda yeterli olacak düzeyde pratik bilgiler verilmiştir. Ayrıca parafudr seçimine yardımcı olmak üzere aşırı gerilimlere değinilmiştir.**

**Son olarak örnek alınan bir transformatör merkezinde, ilk beş bölümün uygulaması yapılmış tu-. Gerekli olan tabloların bir kısmı ilgili bölümlerin içinde, bir kısmı kitabın sonunda ek olarak verilmiştir.**

**Sizlere; kitabımızda yer alan "Kesiciler" başlıklı bölümü, alıntı şeklinde sunuyoruz.**

## KESİCİLER

### 1. Kesiciler Hakkında Genel Bilgiler

**Kesiciler yük akımlarını ve kısa devre akımların, kesmeye yarayan aygıtlardır. Üç faz kesicilerde bir açma bobini ve mekanizması, bir kapama bobini bulunur ve her üç faz birlikte açılır kapanır. Bu tip kesiciler transformatör liderlerinde ve tekrar kapamasız veya üç faz tekrar kapa-*ma* yapılacak fiderlerde kullanılır. Tek faz kumandalı kesicilerde her üç faz için ayrı açma bobini ve mekaniz-**

m a s | v a r d ı r . **Kapama bobini bir veya"üç adet olabilir. Bu tip kesicilerle bir fazlı açma ve kapama yapılabilir. 1 + 3 fazlı tekrar kapama yapılacak fi derlerde kullanılır. Kesi-**

d | e r a f f e m 5 0 ^ ^ ^ o r t a m a g ö r e d e ğ i ş ı k t i p l e r d e j m a ' e d i | m e k t e d i r . B u n l a r b a s ı n ç h a v a h ) ^ **yağ,,,** y a ğ | , S F ( - y a z | ı 0 ' a r a k s ı n ı f l a n d ı n t a b İ ' i r .

**Havalı kesiciler: Bu tip kesicilerde, kesicinin kumandası ve arkın söndürülmesi yüksek basınçlı hava ile gerçekleştirilir. Pahalı kesicilerdir. Basınçlı havanın sağlanması**

için, hava kompresörleri; yüksek basınçlı havanın dağıtımı ve depolanması için hava tankı ve boru tesisatı gibi ek donanım gerekir. Merkezdeki kesici sayısı arttıkça basınçlı hava tesisatından gelen masrafların kesici başına maliyeti düşer ve daha ekonomik olur. Bu kesicilerin pahalı olmasının yanında sağladıkları üstünlükler şunlardır :

1- Çok yüksek gerilim, akım ve açma kapasitesinde imal edilebilirler.
2- Çalışma hızları yüksektir.
3- Arkın sönme süresi kısadır.
4- Üst üste açıp kapamaya dayanımları fazladır.
5- Yüksek süratli tekrar kapamaya uygundur.
6- Bakım gereksinimleri azdır.

Bu üstünlüklerinden dolayı çok yüksek gerilim dizgelerinde idealdir. Yüksek gerilim dizgelerinde ise önemli merkezlerde tercih edilir.

Az yağlı kesiciler: Ucuz kesicilerdir. Montajları kolaydır. Buna karşın, birkaç tam kısa devre açmasından sonra kontakların ve yalıtım yağının değiştirilmesi gerektiğinden fazla bakıma ihtiyaç gösterirler. Dizgemizde 154 kV tan 3500 MVA'ya kadar ve daha küçük gerilimlerde hemen her yerde az yağlı kesiciler ekonomik nedenlerle kullanılmaktadır. Bu tip kesicilerin kumandası motor yay mekanizmasıyla yapılmaktadır.

Tam yağlı kesiciler: Bu tip kesiciler Amerikan ve İngiliz firmaları tarafından mal edilmektedir. Ağır kesicilerdir, fazla yalıtım yağına gereksinim gösterirler.

SF6 gazlı kesiciler: Tamamiyle kapalı tip kesicilerdir ve hacimleri çok küçüktür. Elektronegatif özelliği olan kükürt hekza florür (SF6) gazı içerisinde ana kontaklar açılır. Bina içi tesisatta da çok ekonomi sağlar. Son yıllarda geniş uygulama alanı bulmuştur.

## 2. Kesici Açma Gücünün Saptanması

Kesicinin açma gücünün saptanması için arıza anında kesiciden geçecek $I£_d$ simetrik subtransient kısa devre akımının hesabında, dizgeye bağlı generatörlerin subtransiyent, senkron motorların ise transient reaktansları göz önüne alınmalıdır. Pasif devre öğesi olan transformatör, hat, reaktör ve nötr dirençlerinin empedans değerleri ise birinci bölümde gösterildiği gibi alınır. Aşağıda verilen örneklerde dizge eşdeğer reaktansı olarak alınan değerler, generatörlerin transient reaktansları kullanılarak bulunan değerlerdir. Ancak ortalama gerilim şebekesinin herhangi bir noktası için yapılan hesapta, generatör reaktanslan pasif devre öğesi empedanslannın yanında oldukça ufak bir değere sahip olduğundan, subtransient reaktans yerine transient reaktansın konması sonucu pek etkilemez.

Kesici açma gücünün saptanmasında, en önemli faktör kesicinin açma zamanıdır. Arıza akımı, 3-5 peryotluk bir süre içinde kesilmek istenirse, asimetrik akımın içindeki d.a. bileşeninin etkisinden dolayı kesici, yukarıda belirtilen lî^j akımından daha büyük bir akımı kesmek zorunda kalacaktır. Kesicinin açma zamanı imalatçı tarafından verilir. Bu değer verilmemişse kronograf veya asilopertürbografla ölçülebilir. Asimetrik akımın hesabında kullanılan katsayının değeri (Amerikan pratiğine göre) kesicinin açma zamanına bağlı olarak aşağıdaki listede verilmiştir.

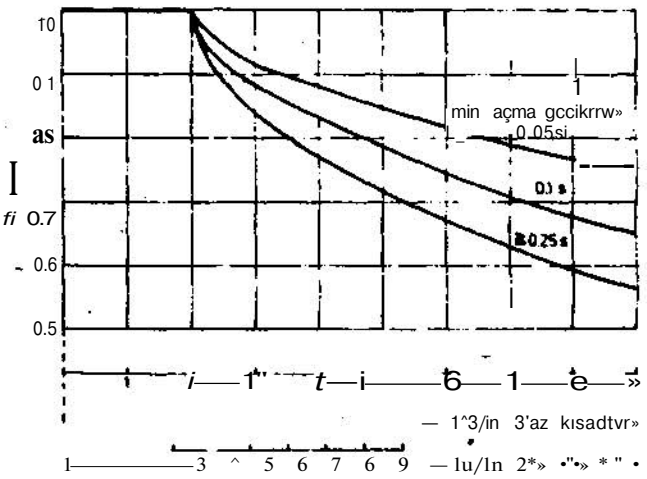
| Kesici açma zamanı (Periyot) | Katsayı |
|---|---|
| 2 periyot (40 ms) | 1,4 |
| 3 periyot (60 ms) | 1,2 |
| 5 periyot (100 ms) | 1,1 |
| 8 periyot (160 ms) | 1,0 |

örnek: 35 kV işletme geriliminde çalışan birfider kesicisinden üç fazlı bir arıza halinde geçen $I£_d$ subtransient kısa devre akımı 5 kA, kesicisinin bilinen ya da Ölçülen açma zamanı 2 periyot ise, verilen bu değerlere göre kesicinin minimum açma gücü;

$$N_a = 1{,}4 . \sqrt{3} . 355 = 420 \text{ MVA}$$

bulunur. En yakın üst standart değer 500 MVA olduğundan kesici gücü 500 MVA olarak seçilir.

Bazı hallerde faz-toprak arıza akımı, üç fazlı arıza akımından daha büyük olduğundan kesici açma gücü faz-toprak arıza akımına göre kontrol edilmelidir. Ayrıca kesicinin plakasında verilen anma akımı, fi der in maksimum yük akımının altında olmamalıdır.




ŞEKİL 1.

Alman (VDE) standartlarına göre kesici gücü saptanmasında, kesici kesme akımı,

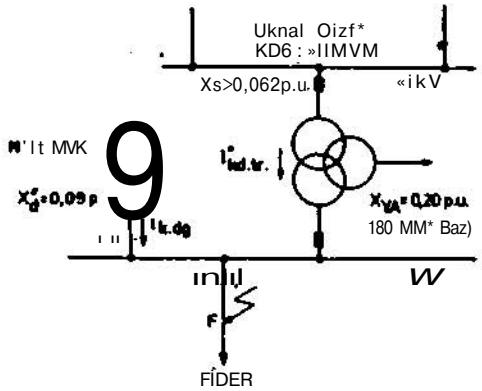
$$I_a = \mu . I''_{kd}$$

olarak tanımlanır. Açma gücü,

$$N_a = \sqrt{3} . I_a . U_n$$

bağıntısından bulunur. $U_n$ arıza öncesi faz-faz gerilimidir. VDE standartlarına göre $I''_{kd}$ nün hesabında kaynak gerilimi 1,1 . $U_n$ alınmaktadır, /l katsayısının bulunmasında, Şekil 1'deki eğriler kullanılmaktadır.

örnek: Şekil 2'de, verilen şebekede, büyük güçlü Ulusal Elektrik dizgesine bağlı bir transformatör ve bir gaz türbininin tahrik ettiği generatör tarafından beslenmekte olan 10,5 kV baraya bağlı fiderler gösterilmiştir. Fider çıkışında ulaşacak üç fazlı arıza için P fider kesicisinin açma gücü şöyle hesaplanır (kesicinin açma zamanı 5 periyot olsun) :




ŞEKİL 2.

100 MVA bazına göre; generatörün subtransient reaktansı,

$$X''_d = 0,09 . \frac{100}{18} = 0,5 \text{ p.u.}$$

dur. F noktasındaki üç fazlı arızada generatörden gelecek arıza akımı,

$$I''_{kd.g} = \frac{1,1}{0,5} 5500 = 12100 \text{ A}$$

(5500 A, 100 MVA gücünde ve 10,5 kV gerilimindeki baz akımıdır). Generatörün anma akımı

$$I_{n.g} = \frac{18000}{1,73.10,5} = 1000 \text{ A}$$

dir.

$$\frac{I''_{kd.g}}{I_{n.g}} = \frac{12,1}{1,0} = 12,1$$

oranı için 0,1 saniyelik eğriden (Şekil 1) ju=0,55 bulunur. Kesici açma gücü hesabına girecek toplam arıza akımının generatörden gelen kısmı,

$$I_{a.g} = 0,55 . 12,1 = 6,65 \text{ kA}$$

bulunur.

100 MVA bazına göre, üç sargılı transformatörün 154/10,5 kV kısa devre reaktansı 80 MVA bazına göre 0,2 p.u. verilmiştir (plakasında). 100 MVA bazda,

$$x_{tr} = \frac{100}{80} . 0,2 = 0,25 \text{ p.u.}$$

dur. Anza noktasıyla Ulusal Şebeke arasındaki toplam reaktans

$$X_T = 0,062 + 0,25 = 0,312 \text{ p.u.}$$

dur. Arıza akımının transformatör üzerinden gelen bölümü,

$$I''_{kd.tr} = \frac{1,1}{0,312 . 5500} = 19,4 \text{ kA}$$

Büyük güçlü şebekelerde (kesicinin bulunduğu gerilim bazındaki) toplam sistem üretimine karşı düşen anma akımı, arıza akımına oranla büyükolduğundan genel ilke olarak /l = 1 alınır. Toplam arıza akımının transformatörden gelen kısmı,

$$I_{a-tr} = 1,19,4 = 19,4 \text{ kA}$$

dir. Kesiciden geçen toplam arıza akımının değeri,

$$I_a = 19,4 + 6,65 = 26,05 \text{ kA}$$

dir. P noktasındaki kesicinin açma gücü,

$$N_a > 1,73 . 10,5 . 26,05 = 473 \text{ MVA}$$

olmalıdır. En yakın (üst) standart güç 500 MVA olduğundan, kesici gücü 500 MVA seçilir. (Bu hesapta da omik dirençler reaktansların yanında ihmal edilmiştir.)

Ulusal dizgeye bağlı orta gerilim şebekesinin herhangi bir noktasından beslenecek olan bir fider ya da tesis girişindeki kesicinin açma gücünün hesabında; Amerikan pratiğine göre, arıza öncesi kaynak gerilimi 1,0 p.u alınmak suretiyle hesaplanan $I''_{kd}$ arıza akımının, kesicinin açma zamanına bağlı olarak verilen katsayı ile çarpımlyla' uygulamada kolay çözümler elde edilir. Örneğin, bir tesisin transformatör girişinde kullanılacak kesicinin açma zamanı 3 peryot olarak verilmişse, kesicinin açma gücü hesabında çarpanın 1,2 alınması gereği anımsanmalıdır. Tesisin işletme gerilimi, 15,8 kV ve kesiciden geçecek üç fazlı veya faz-toprak arıza akımı, 6 kA ise kesicinin açma gücü, $N_a > 1,2 . 1,73 . 15,8 . 6 = 200$ MVA olmalıdır. Buna en yakın standart güç olarak kesici gücü 250 MVA seçilir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR


- Element of Povver System Analysis (Mc Gravvhill, 1962) Ste-Stevenson.
- AEG Manual, 1966
- Electrical Engineering Handbook (Siemans, 1976).