

Yangın elektrik kontağından değil, bilgisizlikten çıkar!

ELEKTRİK TESİS PROJELERİ İÇİN UYULMASI GEREKEN KURALLAR:

1) NORM VE STANDARTLAR

Elektrik tesis projelerinde can, mal ve hizmet güvenliği, ülke ekonomisine katkı sağlayacak olan yönetmeliklerin tüm hükümlerini içermelidir. Özellikle TS-IEC 60364, TS-IEC 60909-0, TS-IEC 62305-3 ve EN 50522 standartlarına ve yapı denetim hükümleri ile diğer ilgili yönetmeliklere uyulmalı, projeler ve proje kontrolleri bu standartlara göre yapılmalıdır.

2) UYGULAMA

TS-IEC 60364-1-131, TS-IEC 60364-4-41, TS-IEC 60364-4-42 ve TS-IEC 60364-5-53' standartlarına göre yapı bağlantı kutusundan sonra kullanılan devre kesicilerde kesinlikle C ve B karakteristikli kesici sıralaması yapılmamalıdır. Sayaçtan önce 35 A, E tipi seçici devre kesici, dağıtım panolarında ise priz ve aydınlatma linyelerinin hepsine 30 mA, A veya B tipi RCD (Artık akım koruma cihazı-Anahtar değildir), 16 A AFDD (Ark hata koruma cihazı), B 10 A MCB, NYM-J 3x1,5 mm² aydınlatma ve B 16 A MCB, NYM-J 3x2,5 mm² priz devrelerine, MCB (Minyatür devre kesici) takılmalıdır. Hiç bir şekilde binalarda çok damarlı ve 1,5 mm² altı iletken kullanılamaz.

TS-IEC 60364-4-443 ve 444' standartlarına göre sayaçtan önce aşırı gerilimlere karşı, Tip 2 yıldırım darbe koruma cihazı (Parafudr) tesis edilmelidir. Gerilim ve frekans, IEC 60038' standardına göre, harmonikler ve gerilim düzeyi IEC 50160' standardına ($\pm\% 10$) uygun olmalıdır.

3) DENGELİ YÜKLEME

TS-IEC 60364-1-311' standardına göre hesaplanan sorti, Linye, kolon ve ana kolon hatlarının güçleri her aktif iletkenine dengeli olacak şekilde bölünmelidir. Üç fazlı sistemlerde Nötr iletkeninin dengesiz yüklenmesi veya bir fazlı harmonik içeren yüklerin nötr akımları, toplam olarak bu iletken üzerinden akacağı için bu duruma izin verilmemelidir. Toplam güce göre yapılan akım kontrolü hesabı yerine, her aktif iletken için ayrı ayrı akım kontrolü yapılmalı (F1) ve aşırı akım koruma cihazı ona göre seçilmelidir.

$$\text{Üç faz için: } P = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_B \cdot \cos \varphi \quad \text{Tek faz için: } P = U_0 \cdot I_B \cdot \cos \varphi \quad (F1)$$

Güç faktörü: dairelerde 0,98, ohmik yüklerde 1, karışık yüklerde 0,85 alınabilir.

4) ELEKTRİK ÇARPMASINA KARŞI KORUMA-OTOMATİK AÇMA

TS-IEC 60364-4-41 standardına göre 32 A'e kadar olan tüm priz ve ışıklandırma devrelerine 30 mA RCD takılacaktır. Kablo ve iletkenler aşırı yük ve kısa devreye karşı B tip minyatür kesiciler ile korunacaktır. TN ve TT sistemde açma şartları için aşağıdaki formüller ve tablodaki açma zamanları kullanılır (F2):

$$\text{Çevrim empedansı: } Z_S \leq \frac{U_0}{I_a} \quad \text{Topraklama direnci: } R_A \leq \frac{U_T}{I_{\Delta n}} \quad (F2)$$

Yeni açma zamanları:

Sistem	50 V < U ₀ ≤ 120 V		120 V < U ₀ ≤ 230 V		230 V < U ₀ ≤ 400 V		U ₀ > 400 V	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0,8 s	^a	0,4 s	1 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s
TT	0,3 s	^a	0,2 s	0,4 s	0,07 s	0,2 s	0,04 s	0,1 s

^a elektrik çarpmasına karşı başka sebeplerden dolayı açma zamanı istenebilir.

Yangın elektrik kontağından değil, bilgisizlikten çıkar!

Tüm priz ve aydınlatma devrelerine 30 mA/RCD tesis edilmelidir. Tip AC kullanılması önerilmez.

5) İLETKEN VE KABLO SEÇİMİ

TS-IEC 60364-4-43 standardına göre kablo ve iletken seçiminde iletkenlerin cins, özellik, döşeme şekline, yani tesisatın döşeme yöntemine göre (tava, toprak, duvar vs) döşendiği ortamın veya döşendiği toprağın sıcaklığına göre değişen ve TS-IEC 60354-4-43 ve TS-IEC 60354-5-52' ci kısımlarda, verilen, kablo ve iletkenlerin akım taşıma kapasite tabloları kullanılmalıdır. Talep akımına (tasarım akımı) göre, tüm kablo ve iletkenlerin korunup korunmadığı kontrol edilmelidir (F3, F4, F5).

a) İletken ve kesici koordinasyonunda aşırı yükte

- Normal durumda:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad I_2 \leq 1,45 \cdot I_n \quad I_2 \leq 1,13 \cdot I_n \quad (F3)$$

- Değişik ortamda:

$$I'_Z = I_r \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \quad \text{veya} \quad I'_Z = \frac{I_r}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3} \quad (F4)$$

b) Kısa devrede ise 5 s kadar:

$$t = \left(\frac{k \cdot S}{I''_{k1}} \right)^2 \quad \text{şartları sağlanmalıdır.} \quad (F5)$$

Nötr iletken kesiti canlı iletkenlerin (L1-L2-L3) kesitine eşit olmalıdır. Koruma iletkeni (PE) kesiti TN sistemde TS-IEC60364-5-54 Tablo 54.2'den seçilir veya açma zamanı 5 s kadar hesaplanır (F6).

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k} \quad (F6)$$

TT sistemde koruma iletkeni (PE) kesiti 25 mm² den fazla olamaz.

Burada:

I_B : Talep Akımı (Tasarım akımı),

I_n : Aşırı akım koruma cihazının nominal akımı,

I_Z : Tesisat yöntemine ve ortamına bağlı iletken taşıma akımıdır,

I_r : Nominal İletken Akımı (Tesisat Yöntemine göre Tablolardan),

f_1 : Döşeme faktörü,

f_2 : Sıcaklık faktörü,

f_3 : Yığılma faktörü,

k : Malzeme katsayısı, Cu için 115 A√s /mm²

U_n : Şebeke gerilimi

U_0 : Aktif iletken-Nötr arası gerilim

Yangın elektrik kontağından değil, bilgisizlikten çıkar!

6) GERİLİM DÜŞÜMÜ HESABI

TS-IEC 60364-5-52'e göre gerilim düşümü aşağıda verildiği gibi hesaplanmalıdır. Ancak bu formül üç ve tek fazlı alternatif akım tesislerinde ve dengeli yükler içindir (F7).

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

$$\Delta U = 2 \cdot l \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \quad R = \frac{l}{\kappa \cdot S}, \quad X = 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m alınabilir} \quad (F7)$$

$$\%u = \frac{\Delta U}{U_n} \cdot 100$$

Gerilim düşümü verileri:

Transformatörden besleme yapılırsa: Aydınlatma için % 6 diğer cihazlar için % 8,
EDAŞ'tan besleme yapılırsa: Aydınlatma için % 3 diğer cihazlar için % 5 alınır.

Dengesiz yük durumunda nötr iletkenindeki gerilim düşümü de dikkate alınacaktır. Buna göre önce Dengesiz yüklerden dolayı nötr hattından geçen nötr akımı hesaplanmalı ve aktif iletken akımının meydana getirdiği gerilim düşümüne dengesiz yüklerden dolayı nötr hattındaki gerilim düşümü de ilave edilmelidir. Gerilim düşümü hesaplarında iletkenlerin çalışma sıcaklıklarındaki ohmik direnç dikkate alınmalıdır. EN ve IEC Standartlarında iletkenlerin 1 metresinin direnç ve reaktans değerleri belirlenmiştir. Kablo firmaları, bu standartlara göre kablo üretmek zorundadırlar. Gerilim Düşümü hesaplarında, standartlarda belirtilen ve kablo üreticilerinin de uymak zorunda olduğu çizelge halinde düzenlenmiş olan direnç ve reaktans değerleri kullanılmalıdır. Ortam sıcaklığı için 50 °C yeterlidir.

Başka ortam sıcaklığı alınır (F8):

$$R_x = R_{20^\circ C} \cdot \left[1 + 0,004 \frac{1}{K} \cdot (\vartheta_{son} - 20^\circ C) \right] \quad (F8)$$

$$\vartheta_{son} = 50 \text{ }^\circ\text{C de:} \quad R_x = R_{20^\circ C} \cdot 1,12$$

$$80 \text{ }^\circ\text{C de:} \quad R_x = R_{20^\circ C} \cdot 1,24$$

7) KISA DEVRE HESAPLARI

A) ELEKTRİK KUVVETLİ AKIM TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ (30.11.2000)

Madde 8-c) TS-IEC 60909-0'a göre aşırı akım etkilerine karşı alınacak önlemler:

Tesislerin bütün bölümleri, işletme koşulları nasıl olursa olsun, kısa devre akımının kesilmesine ve bu kesilme anı da dahil olmak üzere, en büyük kısa devre akımı (I''_{k3}) 20 °C de hesaplanır (F9) ve dinamik zorlamalara karşı, ya da tesislerin zarara uğramasına engel olacak biçimde düzenlenmeli ve boyutlandırılmalıdır.

Yangın elektrik kontağından değil, bilgisizlikten çıkar!

$$I''_{k3} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{(1)}} \quad c = 1,1 \quad - \quad U_n = 400 \text{ V} \quad (F9)$$

Madde 9-) Tesislerdeki elektrik donanımlarının aşırı akımlara karşı korunması genel kural olarak sigortalarla ya da kesicilerle yapılacaktır. Sigortalar, minyatür kesiciler ve kesiciler buldukları yerde ulaşabilecek en büyük kısa devre akımını (I''_{k3}) güvenle kesebilecek değerde seçilmelidir. Her akım devresi için ($I''_{k3} < I_{cu}$) kontrolü yapılmalıdır.

B) ELEKTRİK TESİSLERİ PROJE HAZIRLAMA YÖNETMELİĞİ

Tek kutuplu kısa devre akımı hesapları: İşletme cihazlarının tek fazlı kısa devreye (I''_{k1}) göre seçimi, hata durumunda koruma için akım koruma cihazının otomatik açma koşullarını sağlaması gereklidir (F10).

TN sistemlerde, I''_{k1min} (en küçük kısa devre akımı) hesabı, L_{max} (en uzun kablo boyu) hesabı ve (Z_s) çevrim empedansı değeri hesabı yapılacak, tek hat şemasında belirtilecektir.

TT sistemlerde, R_A (topraklama direnci) hesabı, (I_H) Hata Akımı hesabı yapılacaktır. Ancak RCD'nin tesis edildiği sistemde bu hesaplara gerek yoktur. Bilgi edinmek açısından yapılabilir. Fakat aktif iletken ve nötr arasında oluşan tek kutup kısa devre akımı hesaplanmalıdır.

Akım taşıyıcılarının aşırı yüke ($I_n \leq I_2$) ve kısa devreye karşı ($I_a < I''_{k1}$) koruma kontrolü yapılacaktır.

TS-IEC 60909-0'a göre:

$$I''_{k1} = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{Z_{(1)} + Z_{(2)} + Z_{(0)}} \quad c = 0,9 \quad - \quad U_n = 400 \text{ V} \quad (F10)$$

TS-IEC 364-4-41'e göre basit formül ile (F11):

$$I''_{k1} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_s} \quad c = 0,9 \quad - \quad U_n = 400 \text{ V} \quad (F11)$$

Hesaplar yapıldıktan sonra aşağıdaki kurallar test edilmelidir:

- I''_{k3} : En büyük kısa devre akımı (üç fazlı),
- I_{cu} : Aşırı akım koruma cihazının kesme akımı ($I''_{k3} < I_{cu}$ kontrolü yapılmalıdır),
- I_a : Aşırı akım koruma cihazının açma akımı
(MCB- B Tipi için $I_a = 5 \times I_n$, MCB -C Tipi için $I_a = 10 \times I_n$ alınır, C gecikmeli değildir!)
Sigortalar ve MCCB kesiciler için açma akımı, akım-zaman eğrisinden okunur veya bir bilgisayar programı yardımı ile hesaplanır.
- I''_{k1} : Tek fazlı (Aktif iletken-Nötr arası kısa devresi veya Aktif iletken-PE arası gövde hata akımı)
($I_a < I''_{k1}$ kontrolü yapılmalıdır),
- I_H : Hata akımı (TT sistemde) ($I_a < I_H$ kontrolü yapılmalı, bu şart yerine getirilse bile devreye RCD takılmalıdır),
- I_n : Aşırı akım koruma cihazının nominal akımı,
- I_r : Tesisatın döşeme yöntemine göre tablolardan okunan değer,
- I_2 : Aşırı akım koruma cihazının tetikleme akımı.

MCB için $\rightarrow I_2 = 1.45 \times I_n$

NH Sigortalar için $\rightarrow I_2 = 1.60 \times I_n$



Yangın elektrik kontağından değil, bilgisizlikten çıkar!

MCCB için

--> $I_2 = 1.25 \times I_n$

8) AYDINLATMA HESAPLARI

- Aydınlatma Hesapları EN 12464-1 göre mahallere ve kullanma amacına uygun en az aydınlık düzeyinde yapılmalıdır.
- Mahallin cins, hacim ve kullanım amacına uygun aydınlatma armatürünün gücü, adedi, mahallin adı ve numarası belirtilmelidir.
- Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğine göre aydınlatma gücü, aydınlatma hesabı yapılan binalarda bu hesap sonucunda elde edilir. Kullanılışı bakımından özel bir durumu olmayan küçük alanlı yapı birimleri için aydınlatma hesabı yapılması gerekmeyebilir. Aydınlatma hesabı yapılmayan yerler için aydınlatma gücü, m² başına en az 12 W/m² alınır. Yönetmeliğin bu hükmü yerine getirilmelidir. Dairelerde aydınlatma hesabına gerek yoktur.

9) ÖNEMLİ YÖNETMELİKLER

A) BİNALARIN YANGINDAN KORUNMASI HAKKINDA YÖNETMELİK (2002)

Her türlü binada elektrik tesisatı; yürürlükte olan Elektrik Tesisleri Standardı TS-IEC 60364'e uygun olarak tesis edilecek ve aşağıda belirtilen gereklere uyulacaktır.

- Koruma cihazları: Tüm binalarda kısa devre, aşırı yük, gövde teması ve kaçak akım sonucunda yangın çıkmasını önleyecek koruma düzenleri gerçekleştirilecektir. Bu amaçla oluşabilecek hata akımlarına karşı gerekli koruma cihazları kullanılacaktır.
- Kısa devre hesapları: Bütün bina ve yapıların elektrik tesisatlarında kullanılacak tüm cihaz ve malzemeler kısa devre hesapları yapılarak seçilecektir. Kullanılacak anahtarlama ve koruma düzenleri ve bu düzenlerin kurulması için gerekli cihazlar hesap sonuçlarına uygun elektriksel karektistiklere sahip olacaktır. Kullanılacak kablo ve bus-bar gibi her türlü akım taşıyıcılarda alev iletmeyen tipte yalıtım malzemesi kullanılacaktır. Tüm bu hükümler yerine getirilmelidir.

B) KISA DEVRE HESAPLARI

TS-IEC 60364-4-434-1 ve TS-IEC 60909-0 standartlarına göre tesisatın ilgili bütün noktalarında beklenen kısa devre akımı ölçülecek veya bir bilgisayar programı yardımı ile hesaplanacaktır.

C) YAPI DENETİMİ ELEKTRİK PROJESİ KONTROL FORMU

Sıra No 34-) Projelerde, ana besleme, ve kolon hatları en uzun ve en yüklü linye hattı için gerilim düşümü hesabı yapılmalıdır. İletken kesitleri, ayrıca akıma göre kontrol edilmelidir. Ana besleme hattı ve kolon hatları için, talep faktörleri dikkate alınmalı ve gerilim düşümü talep faktörüne göre hesaplanmalıdır. Kısa devre hesapları yapılmalı ve bu hükümler yerine getirilmelidir.

10) ELEKTRİK TESİSLERİNDE TOPRAKLAMALAR YÖNETMELİĞİ (21.08.2001)

Madde 10 -6-1-2-3 ii) Hata anında koruma için aşırı akım koruma düzenleri kullanılıyorsa; çevrim empedansının ölçülmesiyle veya, hesaplama ile her açma zamanı için gerekli olan açma akımının akıp akmayacağı tespit edilmelidir. ($I_a < I''_{kt}$) şartı sağlanmalı ve tüm diğer ölçümler yapılmalıdır.

Yangın elektrik kontağından değil, bilgisizlikten çıkar!

Boşçılama yapılan binalarda, temel betonu içine döşenen (30 x 3,5) mm şerit, potansiyel dengeleme içindir. Geçiş direnci 0,2 Ω 'un altında olmalıdır. Ana topraklama uygulaması için bina etrafında halka topraklama yapılır. Binanın dört köşesine derin (kazık) topraklayıcı yapılmaz. Ayrıca IEC60364-61 Bölüm 6.4.3.1 de belirtilen tüm ölçümler yapılmalıdır.

Koruma topraklaması için 2 veya 5 Ohm istenemez. Bu değer RCD/30 mA ortamında 100 Ohmu geçmemelidir. Topraklama otomatik açma şartları için önemli değildir. Ancak topraklama ile birlikte EMC, potansiyel dengeleme, parazit ve kaçak akımlar ve fonksiyon topraklaması için yapılması zorunludur.

PROJE AÇILIM ŞEMALARI

Tüm proje şemaları A3 ebatında aşağıdaki bilgileri içermelidir. IEC 60364-1' e uygun olmalıdır.

- a) Tablo adı,
- b) Kolon No,
- c) Linye No,
- d) Kurulu Gücü,
- e) Talep Gücü,
- f) Güç Dağılımı (L1,L2,L3),
- g) Kablo,Bara Kesiti,
- e) Kablo, Bara Cinsi,
- f) Kablo, Bara Uzunluğu,
- ı) Her Linyenin ayrı ayrı aktif iletken renkleri
- h) Şalter ve Sigorta Akımları,
- j) Şalter ,sigorta, ve kesicilerin; cinsi,tipi, karakteristiği uygun Linyeler için 6 kA, kolonlar hatları için 10 kA olacak şekilde ve kısa devre hesap sonucuna göre kesme akımı, açma akımı hesaplanıp kolon şemasında belirtilmelidir,
- k) Kolon Şeması ; Yukarıdaki şıkları kapsmalı ve tablo yükleme cetvelleri ile uyum içinde ve aynı içerikte olmalıdır.
- l) Topraklama tipi, iletken adeti

Kaynaklar:

- [1] IEC 60909-0: Elektrik tesislerinde kısa devre hesapları
- [2] IEC 60364: Alçak gerilim elektrik tesisleri
- [3] EN 50522: YG elektrik tesislerinde topraklama
- [4] İsmail Kaşıkçı: Elektrik tesisleri, proje uygulama ve yönetmelikler, Birsen yayın evi, 3. Baskı 2018
- [5] İsmail Kaşıkçı: Elektrik Tesisleri Proje Hesap Yöntemleri ve Teknik Bilgiler, Pamukkale Üniversitesi Güç Sistemleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, 2018