

GÜNCEL STANDARTLAR DOĞRULTUSUNDA ALÇAK GERİLİM ELEKTRİK TESİSLERİNİN TASARIMI, UYGULAMASI VE DENETİMİ

Prof. Dr. İsmail Kaşıkçı
Biberach University of Applied Sciences
ismailk@t-online.de

ÖZET

Elektrik tesislerinin planlanması, boyutlandırılması, hesaplanması ve değerlendirilmesi için tasarımcının geniş çapta elektrik temel bilgisinin yanısıra her projede geçerli olan Norm ve Standartlara, yönetmeliklere, bilgisayar destekli programlara ihtiyacı vardır. Elektrik tesislerinin sağlıklı kurulması, işletilmesi can ve mal güvenliği açısından çok önemlidir.

Bu bildiride özellikle alçak gerilim elektrik tesisleri (IEC 60364' ün en önemli kısımları), üç fazlı elektrik sistemlerde kısa devre hesapları (IEC 60909-0) anlatılacak, tasarımcı ve uygulayıcıya temel kaynak sunulacaktır.

Ayrıca örnekler ile birlikte bir akım devresinin koordinasyonu, işletme cihazlarının saptanması için akış şeması, kısa devre hesapları için formüller, İşletme cihazları verileri, kısa devrede koruma, hata zamanı sonunda iletken sıcaklığının hesabı, gerilim düşümü sınır değerleri ve seçiciliğin kontrolü için basit yaklaşımlar üzerine genel bir değerlendirme yapılacaktır.

Anahtar kelimeler:

TT sistem, TN sistem, otomatik açma, aşırı yük ve kısa devrede koruma, potansiyel dengeleme, açma akımı, açma zamanı.

1. GİRİŞ

Elinizdeki teknik doküman, 50 Hz., 1000 V a.a. gerilim değerlerine (bu değerler dahil) kadar anma gerilimi olan alçak gerilim elektrik tesislerinin, güvenli ve düzgün çalışmasını sağlayacak tasarım, uygulama ve işletme kurallarının belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Bu çalışma akım kaynağından, transformatörden, yapı bağlantı kutusu veya ana dağıtım tablosu'ndan sonraki elektrik tesislerinin hesaplanması ve boyutlandırılmasına dair hükümleri kapsar. AG'de transformatörü kendine

ait olan tesislerde TN-S sistemi uygulanmalıdır. Bir elektrik tesisinde TN ve TT aynı anda uygulanamaz.

2. UYGULAMA

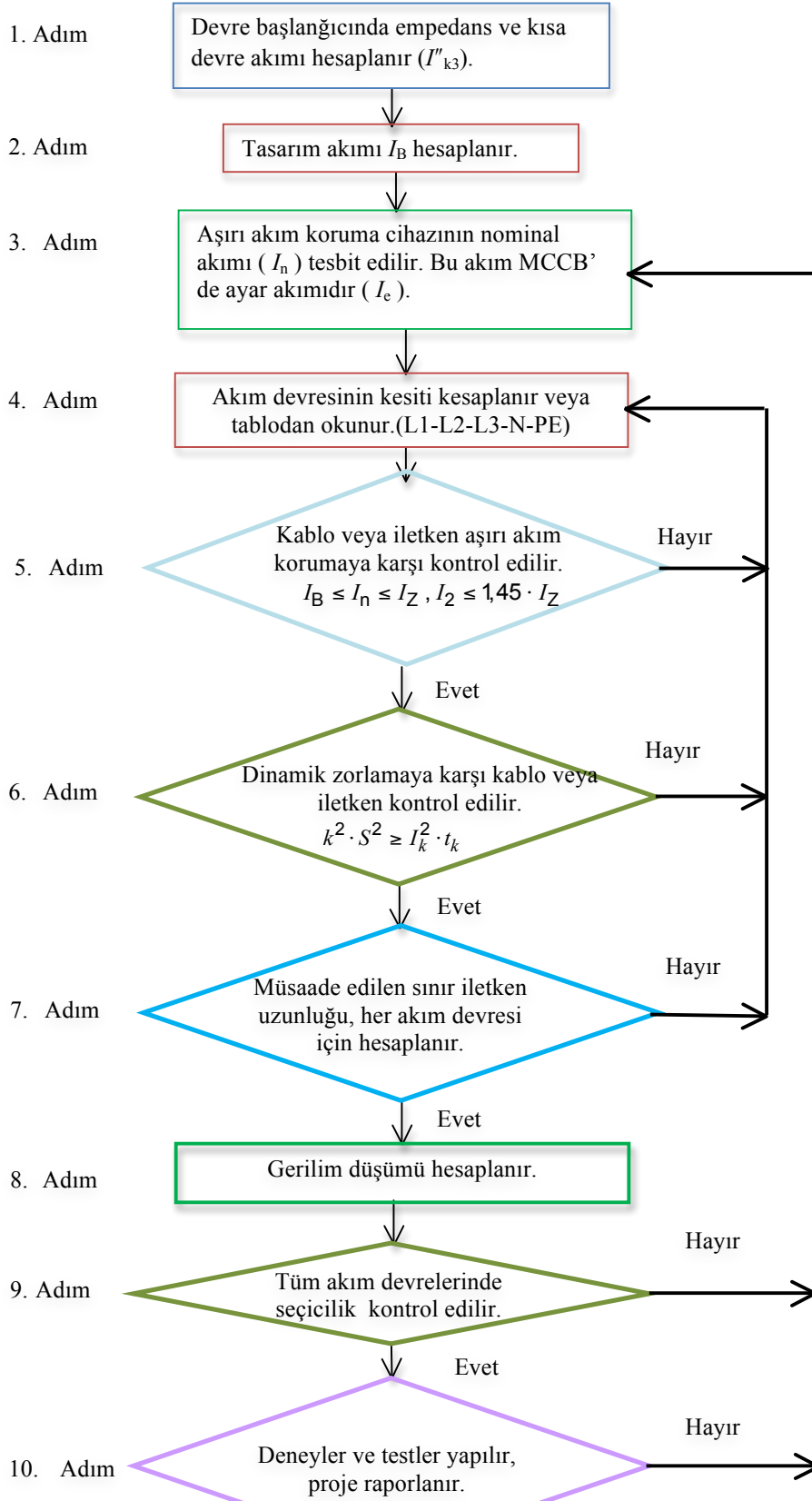
Bu teknik çalışma elektrik tesislerinin planlanmasını, boyutlandırılmasını ve uygulanmasını içerir. Hesap programları, kablo ve iletkenlerin seçimini, kullanımını ve aşırı akım koruma cihazlarının seçimine olanak sağlar. Ancak hesap programları mühendis ve teknisyenin sorumluluğunu üstlenmez ve çıkan sonuçlardan sorumlu değildir. Kullanıcı hesap sonuçlarının normlara ve şartlara uygunluğunu kontrol etmelidir. Bu çalışma aynı zamanda kablo ve iletkenlerin sınır uzunluk değerlerini ve koruma cihazlarının değişik hesap yöntemlerini ve çeşitli koruma hedeflerini dikkate alarak farklı hesaplama yöntemlerini açıklar. Küçük elektrik tesislerinde örnek dairelerde genelde uzmanlar ekonomik sebeplerden dolayı hesap programı kullanmaz. Bu durumda tablolar yeterli olur.

3. KULLANIM ALANI

Bu teknik doküman alçak gerilim elektrik tesislerini kapsar. Dikkat edilmesi gereken en önemli şartlar şunlardır:

- Kablo ve iletkenlerin akım taşıma kapasitesinin dikkate alınması
- İletkenlerin kısa devre veya arıza akımlarında termik yüklenmenin ispatı
- Elektrik çarpmasına karşı koruma ve hata anında koruma
- Gerilim düşümü sınırlaması

Aşağıdaki akış şemasında teknik dokümanın ana hatları gösterilmiştir.



Şekil 2 – Akım devresi koordinasyonu ve işletme cihazlarının belirlenmesi

4. AKIM DEVRELERİNİN HESABI

4.1 Kısa devre akımları

İlk önce proje verilerinden IEC 60909-0' a göre kısa devre empedansları hesaplanır.

Daha sonra her akım devresi için en fazla (I''_{k3}) ve en az kısa devre akımları (I''_{k1}) hesaplanmalıdır. Üç kutuplu kısa devre akımı devre başında tesisin dinamik etkilerini, tek kutuplu kısa devre akımı ise devre sonunda otomatik açmanın sağlanıp sağlanmadığının kontrolü için hesaplanması zorunludur.

Kısa devre akımları simetrik bileşenler metotuna göre hesaplanır. Hesaplama için kullanılan metot, kısa devre yerindeki eş değer gerilim kaynağının uygulanmasını esas alır.

4.2 Kesit hesabı

Kablo ve iletkenler aşırı akımlara karşı korunmalıdır. Kesitlerinin boyutlandırılmasında düzeltme faktörleri dikkate alınmalıdır. Bunlar sırasıyla;

- Sıcaklık artışı
- Döşeme şekli
- Yığılma ve
- Harmonikler dir.

4.3 En fazla iletken uzunluğunun hesabı

Prensip olarak, aşağıdaki durumlarda en fazla devre uzunluğu minimum değer olarak verilmiştir.

1. En yüksek devre uzunluğu I_{max} kısa devrede koruma (IEC 60364-4-43);
2. En yüksek devre uzunluğu I_{max} hata anında koruma (IEC 60364-4-41);
3. En yüksek devre uzunluğu I_{max} müsaade edilen gerilim düşümünde (IEC 60364-5-52).

4.4 Hata sonunda iletken sıcaklığı

IEC 60909-0' a göre tek kutuplu kısa devre akımı hata akımı sonunda ortaya çıkan son sıcaklığa göre hesaplanmalıdır. Bu sıcaklık iletken tipine göre örnek PVC'de 80°C ile 160°C arasında değişir. Teknik dokümanda ispat edildiği gibi bu değer 80°C alınabilir.

4.5 Gerilim düşümü hesabı

IEC 60364-5-52'de gerilim düşümü yüzde olarak verilmiştir. Bu değer ülkelere göre farklı olabilir.

Gerilim düşümü ortalama olarak tek ve üç fazlı elektrik tesislerinde 50°C'de hesaplanmalı ve iletken kesiti 50 mm² den sonra endüktif direnç değeride dikkate alınmalıdır.

4.6 Seçiciliğin incelemesi

İki veya ikiden çok artık akım koruma cihazının seri bağlandığında tehlikeyi önlemek için bunların çalışmasında seçicilik hataya en yakın koruma cihazı tarafından sağlanacaktır. Seçicilik akım ve zaman temelinde yapılmalıdır.

Minyatür kesicilerde (MCB) seçicilik sağlanamaz. Sigortalarda (gL) en az 1,6 katsayısı alınır. Güç kesicilerde (MCCB) kesinlikle kısa devre akımları hesaplanmalıdır, 1,6 katsayısı geçerli değildir.

4.7 Raporlama ve ilk testler

Tesis kurulduktan sonra veya kurulu tesislerin yenilenmesi, değişimi durumunda IEC 60364-6' a göre ilk testler yapılmalı ve raporlanmalıdır.

4.8 Ekler

Teknik dokümanın ekler bölümünde boyutlandırma için gerekli olan tüm değerler verilmiştir.

5. TEKNİK DOKÜMANIN KULLANILMASI

Son bölümde örnek bir proje ile genel bir değerlendirme yapılmış kaynaklar verilmiştir.

KAYNAKLAR:

1. VDE 0100-100:2009-06, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Bestimmungen allgemeiner Merkmale, Begriffe – (IEC 60364-1:2005, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-1:2008
2. VDE 0100-200:2006-06, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 200: Begriffe (IEC 60050-826:2004, modifiziert)
3. VDE 0100-410:2007-06, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag (IEC 60364-4-41:2005, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-41:2007
4. VDE 0100-420:2013-02, Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Schutzmaßnahmen – Schutz gegen thermische Einflüsse
5. VDE 0100-430:2010-10, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-43: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Überstrom – (IEC 60364-4-43:2008, modifiziert + Corrigendum Okt. 2008); Deutsche Übernahme HD 60364-4-43:2010
6. VDE 0100-510:2011-03, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-51: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Allgemeine Bestimmungen – (IEC 60364-5-51:2005, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-5-51:2009
7. VDE 0100-520:2013-06, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5: Auswahl und Errichtung von elektrischen Betriebsmitteln – Kapitel 52: Kabel und Leitungsanlagen – (IEC 60364-5-52:1993, modifiziert); Deutsche Fassung HD 384.5.52 S1:1995 + A1:1998
8. VDE 0100-520 Berichtigung 1:2003-08, Berichtigungen zu DIN VDE 0100-520 (VDE 0100 Teil 520):2003-06
9. VDE 0100-520 Beiblatt 1:2008-10, Leitfaden für elektrische Anlagen – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen – Begrenzung des Temperaturanstiegs bei Schnittstellenanschlüssen; – Deutsche Fassung CLC/TR 50479:2007
10. VDE 0100-520 Beiblatt 2:2010-10, Errichten von Niederspannungsanlagen – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Teil 520: Kabel- und Leitungsanlagen – Beiblatt 2: Schutz bei Überlast, Auswahl von Überstrom-Schutzeinrichtungen, maximal zulässige Kabel- und Leitungslängen zur Einhaltung des zulässigen Spannungsfalls und der Abschaltzeiten zum Schutz gegen elektrischen Schlag (ist in Beiblatt 5 enthalten)
11. VDE 0100-530:2011-06, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 530: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Schalt- und Steuergeräte
12. VDE 0100-540:2012-06, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen, Schutzleiter und

- Schutzpotentialausgleichsleiter –
(IEC 60364-5-54:2002, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-5-54:2007
13. VDE 0100-560:2013-10, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-56: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Einrichtungen für Sicherheitszwecke – (IEC 60364-5-56:2009, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-5-56:2010
 14. VDE 0100-600:2008-06, Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6: Prüfungen – (IEC 60364-6:2006, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-6:2007
 15. DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2002-07, Berechnen von Kurzschlussströmen in Drehstromnetzen
 16. DIN VDE 0276-1000 (VDE 0267 Teil 100):1995-06, Starkstromkabel – Teil 1000: Strombelastbarkeit, Allgemeines, Umrechnungsfaktoren
 17. DIN VDE 0298-4 (VDE 0298 Teil 4):2013-06 Verwendung von Kabel und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen – Teil 4: Empfohlene Werte für die Strombelastbarkeit von Kabel und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden und von flexiblen Leitungen
 18. DIN EN 60439-2 (VDE 0660-502):2006-07, Niederspannungsschaltgerätekombinationen – Teil 2: Besondere Anforderungen an Schienenverteiler (IEC 60439-2:2000 + A1:2005; EN 60439-2:2000 + A1):2005
 19. DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101):2015-03, Niederspannungsschaltgeräte – Teil 2 Leistungsschalter (IEC 60947-2:2006; EN 60947-2:2006)
 20. DIN EN 60898-1 (VDE 0641-11):2006-03, Elektrisches Installationsmaterial – Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke – Teil 1 Leitungsschutzschalter für Wechselstrom (AC) (IEC 60898-1:2002, modifiziert + A1:2002, modifiziert)
 21. DIN EN 60269-1 (VDE 0636-10):2005-11, Niederspannungssicherungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen – (IEC 60269-1:1998; EN 60269-1:1998 + A1: 2005)
 22. DIN EN 60269-3 (VDE 0269-30):2004-07, Niederspannungssicherungen – Teil 3: Zusätzliche Anforderungen an Sicherungen zum Gebrauch durch Laien (Sicherungen überwiegend für die Hausinstallationen und ähnliche Anwendungen) (IEC 60269-3:1987 + A1:2003; EN 60269-3:1995 + A1:2003)
 23. İ.Kaşıkcı: Projektierung von Niederspannungsanlagen, Hüthig-Verlag, Heidelberg, 3. Auflage, 2010, ISBN: 978-3-8101-0274-4
 24. İ.Kaşıkcı: Kurzschlussstromberechnung in elektrischen Anlagen, DIN VDE 0102, 5.Auflage 2017, Expert-Verlag, ISBN: 3-8169-2374-7
 25. İ. Kaşıkcı, IEC 60909: Elektrik Tesislerinde Kısa Devre Hesapları, 2007 Birsen Yayınevi
 26. İsmail Kaşıkcı, Uygulamalı AG Elektrik Tesisleri, IEC 60364 Normları ve Açıklamaları, 2010 Birsen Yayınevi
 27. İ. Kaşıkcı, AG Elektrik Tesislerinde Topraklama ve Ölçme, IEC 60364-

- 30-41-54-600,DIN 18014, 2010
Birsen Yayınevi
- 28.İ. Kaşıkçı, Elektrik Tesisleri Proje ve Uygulamaları, 2. Baskı, 2014
Birsen Yayınevi
- 29.İ. Kaşıkçı, Alçak Gerilim Elektrik Tesislerinin Projelendirilmesi, Cihazlar, Standartlar, Pratik Uygulama Örnekleri, ETMD Dizisi 02, 2002 ISBN975-97704-0-7-7
- 30.İ. Kaşıkçı, Elektrik Tesislerinde Topraklama Yönetmeliği Uygulama Kitabı, ETMD Dizisi 01, 2002, ISBN 975-97704-0-1-5
- 31.İ. Kaşıkçı, AG Elektrik Tesislerinde Topraklama ve Ölçme Tekniği, TMMOB EMO İzmir, 2004, ISBN 975-97704-0-1-5
- 32.İ. Kaşıkçı, YG Elektrik Tesislerinde Topraklama, TMMOB EMO İzmir, 2005
ISBN 975-97704-0-1-5
- 33.İ. Kaşıkçı, Elektrik Mühendisliği, Üretim, İletim ve Dağıtım, Birsen Yayınevi, 2013