

# TÜRKİYE’DE BİNALARDA ELEKTRİK TESİSATI VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Sabri GÜNAYDIN

HB Teknik Elektrik Mühendisliği Proje ve Danışmanlık Ltd. Şti.  
sabrigunaydin@hbteknik.com.tr

## ÖZET

Türkiye’de “binalarda elektrik tesisatı ve enerji verimliliği” bu bildirinin konusudur. Bu bildiri de sadece binalardaki elektrik tesisatı ve elektrik tesisatları kapsamında yer alan donanım (cihazlar) enerji verimliliği yönünden incelenmektedir. Binalardaki alçak gerilim elektrik tesisatlarının elektriksel enerji verimliliği konusunda, bir elektrik tesisatının tasarımı, yenilenmesi için; minimum gereksinimler ve yöntemler bildiri içinde anlatılmaktadır. Bildiri kapsamında elektrik tesisatı ve enerji verimliliği ile ilgili standartlar da açıklanmaktadır. Bu bildiri de ülkemizdeki konu ile ilgili yönetmeliklerin detaylarına girilmemiştir. Ülkemizdeki enerji verimliliğine yönelik yönetmeliklerde maalesef binalardaki alçak gerilim elektrik tesisatlarına yönelik olan kurallar eksiktir. Bu bildiri de sunulan konuların ilgili yönetmeliklere en kısa zamanda konularak ülkemizde enerji verimliliğinin yükseltilmesi ülkemiz yararına olacaktır.

## 1. GİRİŞ

Birçok insan için enerji verimliliği önlemleri bina yalıtımı, kaplamaları, camlar... vb. ısı kayıplara karşı önlemler gibi ısı sorunlarının göz önüne alınması ve verimli kazan sistemlerinin kullanılmasıdır. Diğerleri içinde düşük enerji ihtiyacı olan aydınlatma sistemlerinin kullanılmasıdır. Tüm bunlar enerji verimliliği yönünden gereklidir, ancak enerji kaybını büyük ölçüde azaltan planlı “pasif” önlemlerdir.

Aktif enerji verimliliği, yalnızca enerji tasarruflu cihazlar ve donanımın tesis edildiği yerlerle ilişkili değildir, yalnızca enerjinin gerektiğinde kullanımının kontrol edilmesi ile sağlanabilir. İşte bu durumun kontrolü maksimum verimliliğe ulaşmak için kritik olup, dönüm noktasıdır.

İşte bu kalıcı değişimleri etkileyen enerji kullanımının ölçüm, izleme ve kontrol sayesinde yönetimidir.

Aktif enerji verimliliğini bu noktadan daha ileriye götürecekt en önemli faktör, Kyoto Protokolü ile ittifak halindeki hükümetlerin iddialı karbon azaltma hedeflerine uymaktır. Mevcut binalar yeni inşa edilenler gibi enerji verimli yapılmaz ise

konulan hedeflere ulaşmak imkânsız olacaktır.

Elektrik enerji verimliliği genel yaklaşımı için “Konut ve küçük binalar”, “orta ve büyük binalar” ve “endüstri ve altyapı” olarak üç önemli sektör tanımlanabilir. Aşağıdaki bu sektörlerin her biri elektrik enerji verimliliği için; özel uygulama yöntemleri gerektiren ve sektörün kendisine ait özel niteliklere sahiptir.

Bu bildiri de binalardaki alçak gerilim elektrik tesisatlarının elektriksel enerji verimliliği konusunda, bir elektrik tesisatının tasarımı, yenilenmesi için minimum gereksinimler, yöntemler anlatılacaktır.

## 2. STANDARDLAR

Aşağıda konu ile ilişkili bazı standartlar, Standard taslakları bilgi vermek amacıyla verilmiştir. Konu ile ilgili elektrik tesisatları, elektrikli cihazlar dışında konu ile ilgili birçok Standard ve Standard taslağı bulunmaktadır, bu standartlara aşağıdaki tabloda yer verilmemiştir.

<b>EN, IEC STANDARDLARI</b>	
<b>2.1 EN 60034-2-1:2007</b>	Rotating electrical machines - Part 2-1: Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)
<b>2.2 EN 60034-2-2:2010</b>	Rotating electrical machines - Part 2-2: Specific methods for determining separate losses of large machines from tests - Supplement to IEC 60034-2-1
<b>2.3 Fpr 60034-2-3 Final Draft</b>	Rotating electrical machines - Part 2-3: Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC motors
<b>2.4 EN 50285:1999</b>	Energy efficiency of electric lamps for household use - Measurement methods
<b>2.4 EN 50285:1999</b>	Power consumption of information technology equipment - Measurement methods
<b>2.5 CEN/CLC/TR 16103:2010</b>	Energy management and energy efficiency - Glossary of terms
<b>2.6 EN 62108:2003</b>	Power consumption of information technology equipment - Measurement methods
<b>2.7 EN 50463:2007</b>	Railway applications - Energy measurement on board trains
<b>2.8 EN 62040-3:2001/A11:2009</b>	Uninterruptible power systems (UPS) - Part 3: Method of specifying the performance and test requirements
<b>2.9 EN 62301:2005</b>	Household electrical appliances - Measurement of standby power
<b>2.10 EN 50304:2009/A1:2010</b>	Electric cooking ranges, hobs, ovens and grills for household use-Methods for measuring performance
<b>2.11 EN 15193</b>	Energy performance of buildings –Energy requirements for lighting
<b>2.12 EN 12464-1</b>	Light and lighting –Lighting of work places –Part-1: Indoor work places
<b>2.13 EN 12464-2</b>	Light and lighting –Lighting of work places –Part-1: Outdoor work places
<b>2.14 EN 12193</b>	Light and lighting- Sports lighting
<b>2.15 EN 15232:2007</b>	Energy performance of buildings. Impact of building automation, control and building management
<b>2.16 pr EN 15232:2011 Draft</b>	Energy performance of buildings. Impact of building automation, control and building management
<b>2.17 pr EN 16212:2010 Draft</b>	Standard on top down and bottom up methods of calculation of energy consumption, energy efficiencies and energy saving.
<b>2.18 EN 50541-1:2011</b>	Three phase dry-type distribution transformers 50 Hz, from 100 kVA to 3 150 kVA, with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV - Part 1: General requirements
<b>2.19 IEC 60364-8-1 Draft</b>	Electrical energy efficiency within low-voltage electrical installations

### **3. YENİ ELEKTRİK TESİSATLARININ TASARIMINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN NOKTALAR**

#### **3.1 Yenilenebilir Güç Kaynakları**

Enerji verimliliğinin ana hedefi karbon yayılımının azaltılmasıdır, yenilenebilir güç kaynaklarının kullanılması yeni elektrik tesisatlarının tasarımında ya da mevcut tesisatların iyileştirilmesinde dikkate alınmalıdır.

#### **3.2 Gerilim Yükseltmesi**

Sabit bir güç talebi için, beyan geriliminin yükseltmesi akım talebini azaltacaktır. Elektrik enerjisi verimliliği açısından, tasarımcı alçak gerilim sahası içerisindeki en yüksek beyan gerilimi seçmenin avantajlarına dikkat etmelidir.

#### **3.3 Güç Talebinin Optimizasyonu (İyileştirilmesi)**

Kayıpları sınırlandırmak adına, güç talebinin tahmini süreci sırasında elektrik motorlarının ve transformatörlerin normal işletmeleri sırasında beyan güçlerine mümkün olduğu kadar yakın ve uzun süreli yüklenmelerinin sağlanacağı şekilde seçilmelidir.

#### **3.4 Enerji Merkezlerinin Optimizasyonu**

Kayıpları sınırlandırmak adına, güç talebinin yüksek olduğu yerlere en yakın alanlarda enerji dağıtım merkezleri tasarlanmalıdır. Ayrıca enerjinin alçak gerilim dağıtım sistemi ile taşınmasının ekonomik olmadığı tüm durumlarda (Uzak mesafelere alçak gerilim enerji dağıtımı yapılmaması...vb.) enerji dağıtımı orta gerilim trafo merkezleri ile yapılmalıdır.

#### **3.5 Enerji Kullanımının Belirlenmesi**

Enerji tüketiminin maksimum azaltılması ve sürdürülebilirlik sonucuna ulaşmak için son kullanım seviyesinde akıllı enerji yönetimi gereklidir.

Tasarımcılar, tesis yöneticileri ya da bina sahipleri, her bir ana zon için belli ölçüm

ve otomasyon elektrik enerjisinin uygulanması ...vb. konularda ana *kullanımlarının* listesi üzerinde hemfikir olmalıdırlar.

Bu bildiri içerisinde *kullanım* kelimesi elektriğin kullanıldığı aşağıdaki benzer sistemlerin uygulama tipine karşılık gelebilir. Aydınlatma, ısıtma, havalandırma, soğutma ...vb. örneklere ek olarak birçok sistem, uygulama listenebilir.

#### **3.6 Zonların Belirlenmesi**

Enerji tüketiminin maksimum azaltılması, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir sonucuna ulaşmak için son kullanım seviyesinde akıllı enerji yönetimi gerektiğinden; tasarımcılar, tesis yöneticileri ya da bina sahipleri, her bir ana zon için belli ölçüm ve otomasyon elektrik enerjisinin uygulanması ..vb. konularda ana *kullanımlarının* listesi üzerinde hemfikir olmalıdırlar. Bu doküman içerisinde zon kelimesi elektriğin kullanıldığı alan ya da yere karşılık gelmektedir. “Endüstri içerisinde atölye”, “bina içindeki kat”, “ev içerisinde oda”, “ bir villa için yüzme havuzu”, “ bir otel için mutfak” ...vb. örnektir daha birçok zon örneklenebilir.

#### **3.7 Elektrik Tesisatlarının Ana Tasarımı/Mimarisi Üzerindeki Etki**

Farklı kullanım ve zonların listelenmesi ve tanımları gibi elektrik enerji verimliliği üzerine kaygılar yeni elektrik tesisatının tasarımının daha ilk adımında elektrik tesisatının mimarisini / ana tasarımını etkileyecektir. Her bir kullanım ve her bir zonun, kalıcı otomasyon ve kontrol, ölçüm, izleme gereklerinin kontrolünün elektrik tesisatları tesisatlarının mimarisi ölçüm, kontrol ve otomasyon cihazları uygulanacak şekilde tasarlanacaktır.

Ana dağıtım panoları her bir seçilmiş kullanım ya da alanı(zon) besleyecek ayrılmış devreler olarak tasarlanacaktır. Bu gereksinim gerekken tüm diğer dağıtım panolarına da uygulanacaktır.

### **4. Mevcut Tesisatlar İçin Tekrarlanan Süreç**

#### 4.1 Tekrarlanan Sürecin Sunumu

Elektrik enerji tüketimi bu tesisatların işletmelerini ve bütün tiplerini göz önüne almasını gerektirdiği gibi, elektrik enerjisi verimliliğinin uygulanmasında elektrik tesisatlarına küresel yaklaşımına sahip olunmasını gerektirir.

Not: Elektrik enerji verimliliği elektrik tesisatlarına küresel bir yaklaşım olduğu gibi birçok parametre ile uğraşılması gereklidir. Bu parametrelerin bazılarının çelişkili etkileri olabilir. Bu bildiriye gereksinimleri ve tavsiyeleri aşağıdaki durumlara uyar,

- Bilmediğini değiştiremezsin, ölçmediğini bilemezsin (Bakınız a ve d)
- Doğru zamanda (Bakınız c) doğru enerji (Bakınız b)

a) Elektrik enerji verimliliği diğer disiplinlerden farklı değildir, mantıklı yaklaşım aşağıdaki gibi kullanılır.

Tasarrufları sürdürmek ve durumu gözlemlemek için; ana kullanımların, tüketicilerin enerji tüketimi ölçümler ile denetlenmektedir. Bu ön ölçüm bazı kıyaslama bilgileri ile birlikte tesisatı ne kadar kötü ya da iyi olduğunun algılanmasını sağlayacaktır. Ana geliştirme eksenlerini ve kazanımlar adına ne beklendiğinin bir tahmini de tanımlanacaktır.

Donanım (cihazlar) üzerindeki temel öğeleri ya da pasif elektrik enerji verimliliğini düzeltmek. Düşük enerji tüketimli olanlarını seçmek ve ya değiştirmek (lambalar, motorlar vb.)

b) Kalıcı otomasyon ya da kontrol sayesinde aktif elektrik enerji verimliliğini optimize etmek. Altı çizildiği gibi, eğer sürdürülebilir olarak bu tür kazanımlar gerçekleştirilir ise enerji tasarrufu aktif olarak gerçekleşmiş olur. Kalıcı kontrol maksimum enerji verimliliğini elde etmek için dönüm noktasıdır. (Değişken hızlı motor sürücüler)

c) Elektrik tesisatının kontrol edilmesi, denetlenmesi, izlenmesi, bakımı ve onarımı. Uzun vadeli hedefler kararlaştırılır ise, elektrik enerji verimliliği programları da gelecekte kalıcı iyileştirilmiş olur. Bu nedenle, çerçevelenmiş hizmet sözleşmeleri müşteri gereksinimleri ile başa çıkmanın ideal yoludur.

#### 4.2 Tekrarlanan Sürecin Genel Metodolojisi

##### 4.2.1 Genel

Madde 4.1’de belirtildiği gibi, elektrik enerji verimliliği yaklaşımı elektrik tesisatının bütün ömrü boyunca izlenecek kalıcı bir döngüye karşılık gelir. Bir kere ölçüm yerine getirildiğinde (bir kere, bazen ya da kalıcı olarak), madde 5’te tanımlanan koşulların yerine getirilmesi gerekir. Sonra doğrulama ve bakım düzenli olarak yapılmalıdır. Madde 5’te açıklanarak belirtilmiş olan önlemlerin yeni bakımlar ve hazırlıklarda da göz önüne alınacaktır.

##### 4.2.2 Enerji Performans Sözleşmesi

Tesis yöneticileri ya da son kullanıcılar aşağıdaki maddeleri kapsamı gereken bir enerji verimliliği performansı sözleşmesine hemfikir olmaya davet edilmelidir.

- Tesisatın ön değerlendirmesi ve denetlemesi
- Ölçüm cihazlarının uygunluğunun doğruluğu
- Tesisat verimliliğini iyileştiren kalıcı uygulama

##### 4.2.3 Bina Yönetim Sistemi

Mevcut tesisatlarda aynı kullanımı devam ettirirken elektrik tüketimini azaltmak, her bir kullanımda (örneğin: aydınlatma için gerek duyulmuş toplam elektrik tüketimi) ya da her bir alanda (örneğin: bir proses için gerek duyulan toplam elektrik tüketiminin doğru bilgisini gerektirecektir.

Elektrik enerji tüketiminin belirlenmesi, elektrik enerji tüketimini azaltmak için ilk adımdır.

Basitçe enerjinin nerede ve nasıl kullanıldığını anlaşılmasıyla, herhangi bir yatırım yapmaksızın sadece davranışsal ve prosedürel değişimleri kullanarak %10'a kadar tasarruf sağlanabilir.

Enerji verimliliğinin bütün anahtar parametrelerinin bir birleşimini sağlayan bir ölçüm donanımı enerji yönetim sistemine bağlanmış olacaktır.

#### **4.2.4 Donanım Performansı**

Elektrik enerji verimliliği gereksinimlerine uygun elektrik tesisatlarında tesis edilmiş elektrik donanımı (cihazları) kendileri ile ilgili ürün standartlarına uygun olarak seçileceklerdir.

#### **4.2.5 Doğrulama**

Elektrik enerji verimliliğinin genel amacı toplam enerji tüketimini azaltmak olduğu gibi, bu tesisatın tüm ömrü boyunca elektrik tesisatı içinde uygulanacak bütün ölçümlerin verimliliğinin garanti edilmesi gereklidir.

#### **4.2.6 Bakım**

Güvenliğin dışındaki bakım, tesisin kabul edilebilir durumda kalabilmesi için gereklidir. Bu tür bakım ekonomi ve enerji verimliliği esaslarında gözden geçirilmelidir.

## **5 ELEKTRİK ENERJİSİ VERİMLİLİĞİ İÇİN DEĞERLENDİRME VE YÖNTEMLERİN SINIFLANDIRILMASI**

### **5.1 Genel**

Madde 5 elektrik tesisatı tasarımcısının sınıflandırma seviyesinde başarıya ulaşması için kullanması gereken analizler ve araçlar için gereksinimleri verir.

Bu gereksinimler 3 başlıkta organize edilir,

- Elektrik /Akım kullanan cihazların (Tüketici cihazları) verimliliği
- Elektrik dağıtım sistemlerinin verimliliği

- Tesisatın kontrol, denetim ve izleme sisteminin tesisatı ile sağlanacak verimlilik

### **5.2 Başarı Seviyesi (Achievement Level/AL)**

AL1'den AL4'e kadar dört başarı seviyesi (AL4 en yüksek seviye olmaktadır) bir tesisat içerisinde işlemler veya araçlara yöntem için başvurulur.

### **5.3 Elektrik / Akım kullanan cihazların (Tüketici cihazları) Verimliliği**

#### **5.3.1 Genel**

Akım kullanan cihazların verimliliği aşağıdaki prensiplere dayalıdır.

- Motor, lambalar, ısıtma cihazları gibi yüklerin asıl verimliliği (Doğru enerji)
- Yukarıdaki yüklerin otomasyonu ve düzenlenmesi (Doğru zamanda doğru enerji)

#### **5.3.2 Motorlar**

Bir asenkron motorun enerji maliyetinin %95 civarı kendi elektrik enerji tüketiminden gelir, EN, IEC 60034-30'a uygun EFF1 (yüksek verimli) sınıfında asenkron motorların 3000saat/yıl'dan fazla olan uygulamalar için tesis edilmesi tercih edilmelidir. Normal koşullardan daha az çalışacak motorların olduğu yerlerde değişken hızlı sürücülerin kullanılması gereklidir. Bu özellikle kendi hızından bağımsız olarak motordan güç beklenen yerlerde ve akış sistemlerinde (Sıvı, hava...vb.) kullanılan motorlar içindir.

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	---	---	---	---
Orta ve Büyük Binalar	Verimlilik sınıfı ya da sürücülerin göz önüne alınması gerekmez.	Kurulu gücün %50 si için motor verimlilik sınıflarının iyileştirilmesi ve analizi	Kurulu gücün %70 i için motor verimlilik sınıflarının iyileştirilmesi ve analizi	Kurulu gücün %90 ı için motor verimlilik sınıflarının iyileştirilmesi ve analizi
Endüstri ve Altyapı	Verimlilik sınıfı yada sürücülerin göz önüne alınması gerekmez.	Kurulu gücün %50 si için motor verimlilik sınıflarının iyileştirilmesi ve analizi	Kurulu gücün %80 i için motor verimlilik sınıflarının iyileştirilmesi ve analizi	Kurulu gücün %95 i için motor verimlilik sınıflarının iyileştirilmesi ve analizi

Tablo1: Motorlar İçin Gerekli İyileştirme Analizi

### 5.3.3 Aydınlatma

Aydınlatma binanın faaliyetine bağlı olarak bina toplam enerji tüketiminin %35 'ini oluşturabilir. Aydınlatma kontrolü

genel olarak en çok uygulanan ve enerji maliyetinde tasarruf sağlayan en kolay yollardan biridir.

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	Özel önem gerektirmez	Düşük tüketim lambalar ve doğal ışık kaynakları ile aydınlatma konumunun dikkate alınması	Doğal aydınlatma kaynağına ya da bina kullanımı ve düşük tüketimli lambalar göz önüne alınarak otomasyon	Doğal aydınlatma kaynağına ya da bina kullanımı ve düşük tüketimli lambalar göz önüne alınarak otomasyon
Orta ve Büyük Binalar	Özel önem gerektirmez	Düşük tüketim lambalar ve doğal ışık kaynakları ile aydınlatma konumunun dikkate alınması	Doğal aydınlatma kaynağına ya da bina kullanımı ve düşük tüketimli lambalar göz önüne alınarak otomasyon	Doğal aydınlatma kaynağına ya da bina kullanımı ve düşük tüketimli lambalar göz önüne alınarak otomasyon
Endüstri ve Altyapı	Özel önem gerektirmez	Düşük tüketim lambalar ve doğal ışık kaynakları ile aydınlatma konumunun dikkate alınması	Doğal aydınlatma kaynağına ya da bina kullanımı ve düşük tüketimli lambalar göz önüne alınarak otomasyon	Doğal aydınlatma kaynağına ya da bina kullanımı göz önüne alınarak otomasyon

Tablo 2: Aydınlatma için gerekli iyileştirme analizi.

Lambalar armatür içerisinde kolaylıkla değiştirilebilmelidir. Doğru seçilmiş düşük elektrik tüketimli lambalar kullanılabilir. Kompakt flüoresan lambalar( CFL) ekonomik lambalar olarak göz önüne alınabilir.

### 5.3.4 HVAC

Fanların ya da pompaların ya da hava kompresörlerinin akış kontrolü gibi yoğun uygulamalarda enerjinin etkin yönetimi için değişken hızlı motor sürücü sistemlerinin kullanımı göz önüne alınması gerçekleştirilecektir.

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	Otomasyon ve Kontrol gerekmez	Otomasyon ve Kontrol için yerel donanım	Oda seviyesinde otomasyon ve Kontrol için donanım	Binanın tamamı için otomasyon ve kontrol
Orta ve Büyük Binalar	Otomasyon ve Kontrol gerekmez	Otomasyon ve Kontrol için yerel donanım	Oda seviyesinde otomasyon ve Kontrol için donanım	Binanın tamamı için otomasyon ve kontrol
Endüstri ve Altyapı	Otomasyon ve Kontrol gerekmez	Otomasyon ve Kontrol için yerel donanım	Oda seviyesinde otomasyon ve Kontrol için donanım	Binanın tamamı için otomasyon ve kontrol

Tablo3: HVAC için gerekli iyileştirme analizi.

## 5.4 Elektrik Dağıtım Sisteminin Verimliliği

### 5.4.1 Genel

Elektrik dağıtım sistemlerinin verimliliği aşağıdaki prensiplere dayalıdır:

Transformatör, baralar ya da kablolar gibi akım taşıyan cihazların gerçek verimliliği.

Elektrik dağıtım sistemlerinin topolojisi, birincil transformatörlerin yeri, kabloların uzunlukları gibi.

### 5.4.2 Transformatörler

Müstakil indirici transformatörlerin elektrik tesisatını beslemek için kullanıldığı yerlerde transformatör tipinin ve özellikle kendi verimliliği konusunda özel önemin göz önüne alınması gerekir. Transformatör verimliliği yüke bağlıdır.

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	---	---	---	---
Orta ve Büyük Binalar	Özel önem gerektirmez	Özel önem gerektirmez	Birikmiş kayıpların tahminine göre ağır görev ya da hafif görev transformatörlerin seçilmesi.	Birikmiş kayıpların tahminine göre bütün transformatörlerin seçilmesi.
Endüstri ve Altyapı	Özel önem gerektirmez	Özel önem gerektirmez	Birikmiş kayıpların tahminine göre ağır görev ya da hafif görev transformatörlerin seçilmesi.	Birikmiş kayıpların tahminine göre bütün transformatörlerin seçilmesi.

Tablo 4: Transformatör için gerekli iyileştirme analizi.

### 5.4.3 Kabloleme Sistemleri

### 5.4.3 İletkenler

Transformatörlerin yanında, iletkenler elektrik dağıtımında ikinci

tüketim kaynaklarıdır. İletkenlerin kesit alanı ve elektrik tesisatlarının ana tasarımı

/ mimarisi iyileştirilerek kayıplar azaltılabilir

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	---	---	---	---
Orta ve Büyük Binalar	Özel önem gerektirmez	Kablolama sistemi kayıplarının tahmini	Minimum kablolama kayıplarına göre kaynakların ve fazla akım taşıyan ekipmanların yerleşimi	Minimum kablolama kayıplarına göre kaynakların ve akım taşıyan cihazların yerleşimi
Endüstri ve Altyapı	Özel önem gerektirmez	Kablolama sistem kayıplarının tahmini	fazla akım taşıyan ekipmanlara göre ekonomik kesit alanlı kablolama sistemlerinin seçimi.	Minimum kablolama kayıplarına göre kaynakların ve akım taşıyan cihazların yerleşimi

Tablo 5 : İletkenler için gerekli iyileştirme analizi.

*NOT 1 – Bir elektrik devresindeki anahtarlama ve kontrol cihazları,güç göstergeleri ve röleleri gibi kablolama sistemleri ile seri bağlı ekipmanların yüksüz haldeki tüketimleri ya da yükteki tüketimlerinin enerji transferinde ve yükte kullanılan enerji göz önüne alındığında ısı kayıplara etkileri göz ardı edilebilir.( Tipik olarak toplam enerji tüketiminin 1/1000 inden azdırlar)*

#### 5.4.4 Reaktif Enerjinin Kompanzasyonu

Reaktif enerjinin tüketimin azaltılması, maksimum elektrik enerjisi aktif enerji olarak transfer edileceği için elektrik enerji verimliliğini arttıracaktır. Reaktif enerjinin azaltılması özellikle alçak gerilim şebeke dağıtım sistemlerinde kablolama sistemlerindeki ısı kayıpları azaltacaktır. Reaktif gücün azaltılması ayrıca iletim ve dağıtım şebekelerindeki, müşteri şebekelerindeki enerji kayıplarını azaltacak bununla birlikte iletim ve dağıtım şebekelerinde iletilecek gücün azaltılmasını da sağlayacaktır.

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	---	---	---	---
Orta ve Büyük Binalar	Özel önem gerektirmez	Genel kompanzasyon	Genel kompanzasyon	Kısmi/Grup kompanzasyon
Endüstri ve Altyapı	Özel önem gerektirmez	Genel kompanzasyon	Kısmi/Grup Kompanzasyon (otomasyonlu)	Kısmi/Grup Kompanzasyon (otomasyonlu) ve bireysel kompanzasyon otomasyon Q>300kVAR olduğunda

Tablo 6 : Güç faktörünün düzeltilmesi için gerekli iyileştirme analizi.



### 5.4.5 Yarı İletken Kullanan Elektrik Dağıtım Ekipmanları

Kesintisiz güç kaynağı (UPS), motor sürücüler, motor yumuşak yol vericiler..vb. cihazlarda yarı iletkenler kullanılmaktadır.

Bu cihazların güçlerinin kayda değer olduğu yerlerde, tasarımcı bu cihazların işletilmesini iyileştirmek için uygun verimlilik ve kontrol sistemlerini seçecektir.

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	---	---	---	---
Orta ve Büyük Binalar	Özel gereksinim gerektirmez	Kurulu gücün %50 si için cihaz verimliliğinin iyileştirilmesi ve analizi	Kurulu gücün %70 si için cihaz verimliliğinin iyileştirilmesi ve analizi	Kurulu gücün %90 si için cihaz verimliliğinin iyileştirilmesi ve analizi
Endüstri ve Altyapı	Özel gereksinim gerektirmez	Kurulu gücün %50 si için cihaz verimliliğinin iyileştirilmesi ve analizi	Kurulu gücün %80 si için cihaz verimliliğinin iyileştirilmesi ve analizi	Kurulu gücün %95 si için cihaz verimliliğinin iyileştirilmesi ve analizi

Tablo 7 : Yarı İletken Kullanan Elektrik Dağıtım Ekipmanlarının düzeltilmesi için gerekli iyileştirme analizi

### 5.4.6 Elektrik Dağıtım Sistemlerinin Kontrol Edilmesi, İzlenmesi Yeteneği (Kapasitesi)

Elektrik dağıtım sistemlerinin kontrol ve izleme yeteneği, gereksinimleri karşılaması gerekir.

Zonların ölçülmesi durumunda, her bir zon için amacına uygun ölçümleri yerine getirmek için kontrol ve izleme sistemi tesisatına izin verecek o zona adanmış beslemelere sahip olması gerekir.

Kullanımların ölçülmesi durumunda, her bir kullanım için amacına uygun ölçümleri yerine getirmek için görüntüleme sistemi tesisatına izin verecek o kullanıma adanmış beslemelere sahip olması gerekir

## 5.5 Kontrol ve İzleme Sisteminin Tesisatı

### 5.5.1 Genel

Görüntüleme sisteminin tesisatının 3 ana hedefi vardır:

- Performans ve kıyaslamanın kontrolü

- Enerji kullanım ve tüketim etütlerinin(anketlerinin) tanımlanması

- Güç kalitesi etüdü

### 5.5.2 Enerji

Akım/Elektrik kullanan tüketici cihazların enerji tüketiminde, enerji verimliliği adına, ana önemi olan ilk ölçümdür.

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	Küresel Ölçüm	Küresel Ölçüm	Küresel Ölçüm	Kullanım ve zona göre ölçüm
Orta ve Büyük Binalar	Küresel Ölçüm	Zona göre ölçüm	Zona göre ölçüm	Kullanım ve zona göre ölçüm
Endüstri ve Altyapı	Küresel Ölçüm	Kullanıma göre ölçüm	Kullanıma göre ölçüm	Kullanım ve zona göre ölçüm

Tablo 8: Elektrik Enerjisi(kWh) ölçümü gereksinimleri

### 5.5.3 Zamanın bir fonksiyonu olarak güç talebi

Talep eğrisi enerji tüketim ve kullanım gidişatını analiz için gereklidir.

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	Özel gereksinim gerekmez.	Nadir ölçümler	Nadir ölçümler	Nadir ölçümler
Orta ve Büyük Binalar	Özel gereksinim gerekmez.	Nadir ölçümler	Nadir ölçümler	Sürekli ölçüm
Endüstri ve Altyapı	Özel gereksinim gerekmez.	Nadir ölçümler	Sürekli ölçüm	Sürekli ölçüm

Tablo 9: Güç Talebi(kWh) ölçümü gereksinimleri

### 5.5.4 Gerilim

Gerilim seviyesinin elektrik akım kullanan tüketici cihazlarının işletilmesinde büyük etkileri vardır. Bu nedenle elektrik tesisatının enerji verimliliği üzerine bazı

etkileri de vardır. Özel bir güç kaynağı, indirici trafo merkezi gibi- tarafından beslenen elektrik tesisatlarının olduğu durumlarda, transformatör seviyesinde gerilim ayarlama olasılığı bulunmaktadır.

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	Özel gereksinim gerekmez.	Nadir ölçümler	Nadir ölçümler	Nadir ölçümler
Orta ve Büyük Binalar	Özel gereksinim gerekmez.	AG ana pano(lar)ında nadir ölçümler	AG ana pano(lar)ında periyodik ölçümler	Yüklerde ve AG ana pano(lar)ında sürekli ölçümler
Endüstri ve Altyapı	Özel gereksinim gerekmez.	AG ana pano(lar)ında nadir ölçümler	AG ana pano(lar)ında periyodik ölçümler	AG ana pano(lar)ında sürekli ölçümler

Gerilim ölçülmelidir, ölçüm EN, IEC 61557-1 standardı gereklerine uygun olacaktır.

Tablo 10: Gerilim(V) ölçümü Gereksinimi

### 5.5.5 Güç Faktörü

Güç faktörünün ölçümü, güç faktörü düzeltimi işletimi kontrolünün en iyi yoludur.

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	Özel gereksinim gerekmez.	Ölçüm gerekmez	Ölçüm gerekmez	Ölçüm gerekmez
Orta ve Büyük Binalar	Özel gereksinim gerekmez.	AG ana pano(lar)ında nadir ölçümler	AG ana pano(lar)ında periyodik ölçümler	Yüklerde ve AG ana pano(lar)ında sürekli ölçümler
Endüstri ve Altyapı	Özel gereksinim gerekmez.	AG ana pano(lar)ında nadir ölçümler	AG ana pano(lar)ında periyodik ölçümler	AG ana pano(lar)ında sürekli ölçümler

Tablo 11: Güç Faktörü(PF) ölçümü Gereksinimi

### 5.5.6 Harmonikler ve İç harmonikler

Bu bozukluklar yalnızca cihazlar üzerinde aşırı ısıdan dolayı zorlama yaratmaz, ayrıca kablolama sistemi üzerinde ek güç kayıpları meydana getirir. Bu nedenle

tesisat seviyesinde THD ölçümü ve elektrik/akım kullanan tüketici cihazları seviyesinde THD ölçümü tavsiye edilir. Inter-harmonikler için uygun ölçümlerinde yerine getirilmesi gereklidir.

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	---	---	---	---
Orta ve Büyük Binalar	Özel gereksinim gerekmez	Tesisatın başlangıç noktasında nadir THDU ve THDI ölçümü	Tesisatın başlangıç noktasında periyodik THDU ve THDI ölçümü ve detaylı harmonik spektrumu	Tesisatın başlangıç noktasında ve her bir ana besleme için sürekli THDU ve THDI ölçümü ve detaylı harmonik spektrumu
Endüstri ve Altyapı	Özel gereksinim gerekmez	Tesisatın başlangıç noktasında nadir THDU ve THDI ölçümü	Tesisatın başlangıç noktasında periyodik THDU ve THDI ölçümü ve detaylı harmonik spektrumu (İç harmonikler dahil)	Tesisatın başlangıç noktasında ve her bir ana besleme için sürekli THDU ve THDI ölçümü ve detaylı harmonik spektrumu (inter harmonikler dahil)

Tablo 12: Harmonikler ve İç-harmoniklerin ölçümü gereksinimi

## 5.6 Yenilenebilir Enerji

Gereksinim	AL1	AL2	AL3	AL4
Konut ve Küçük Binalar	Çalışma Gerekmez	Çalışma Gerekmez	Yenilenebilir enerji kaynaklarının faydasına çalışılması	Yenilenebilir enerji kaynağının tesis edilmesi
Orta ve Büyük Binalar	Çalışma Gerekmez	Çalışma Gerekmez	Yenilenebilir enerji kaynaklarının faydasına çalışılması	Yenilenebilir enerji kaynağının tesis edilmesi
Endüstri ve Altyapı	Çalışma Gerekmez	Çalışma Gerekmez	Yenilenebilir enerji kaynaklarının faydasına çalışılması	Yenilenebilir enerji kaynağının tesis edilmesi

Tablo 13: Yenilenebilir Enerji Gereksinimi

## 6 Elektrik Enerji Verimliliği Performans Seviyeleri

### 6.1 Tüketim Dağıtımı

Bölüm	PL1	PL2	PL3	PL4
Konut ve Küçük Binalar	---	---	---	---
Orta ve Büyük Binalar	---	Yıllık tüketimin %90'ı kullanımlar arasında bölünebilir(aydınlama, HVAC, proses,...)	Yıllık tüketimin %95'ini kullanımlar arasında bölünebilir(aydınlama, HVAC, proses,...)	Yıllık tüketimin %99'ini kullanımlar (aydınlama, HVAC, proses,...) ve zonlar arasında bölünebilir
Endüstri ve Altyapı	---	Yıllık tüketimin %90'ını kullanımlar arasında bölünebilir(aydınlama, HVAC, proses,...)	Yıllık tüketimin %95'ini kullanımlar arasında bölünebilir(aydınlama, HVAC, proses,...)	Yıllık tüketimin %99'ünü kullanımlar (aydınlama, HVAC, proses,...) ve zonlar arasında bölünebilir

Tablo14 : Yıllık tüketim dağıtımı için minimum gereksinimler

## 6.2 Tesisat Güç Faktörünün Performans Seviyesi

Bölüm	PL1	PL2	PL3	PL4
Konut ve Küçük Binalar	---	---	---	---
Orta ve Büyük Binalar	> 0,90	> 0,95	> 0,95	> 0,95
Endüstri ve Altyapı	> 0,90	> 0,95	> 0,95	> 0,95

Tablo15: Güç faktörü için minimum gereksinimler

## 6.3 Transformatör Verimliliğinin Performans Seviyesi

Bölüm	PL1	PL2	PL3	PL4
Konut ve Küçük Binalar	---	---	---	---
Orta ve Büyük Binalar	> 92%	> 92%	> 92%	> 92%
Endüstri ve Altyapı	> 92%	> 92%	> 92%	> 92%

Tablo 16: Transformatör verimliliği için minimum gereksinimler

## 7 Tesisat Profilleri ve Tesisat Sınıfları

### 7.1 Tesisat Profilleri

Profiller 2 tablodan yararlanarak yapılacaktır. Bir tablo madde 5’te ve diğer bir tablo madde 6’da belirtilen tablolardaki sınıflandırmalardır.

Tesisat profili tablolardaki her bir seviyeyi geliştirmeye çalışarak kendi elektrik tesisatlarının elektrik enerjisi verimliliğini geliştirmek için kullanılabilir.

### 7.2 Tesisat sınıfları

Bu sınıflandırmaları kullanmanın amacı önceden tanımlanmış sınıflar ile tesisatların elektrik enerjisi verimliliğini derecelendirmek ve sonrasında geliştirmektir.

Aşağıdaki tabloya göre 4 sınıf tanımlanmıştır.

Tesisat Sınıfları	Başarı Seviyesi(AL) Gereksinimi	Performans Seviyesi(PL) Gereksinimi
Sınıf A (İyileştirilmiş tesisat)	Madde7 de tanımlanan AL4 gereksinimlerinin %90 ı karşılanmıştır.	Madde8 de tanımlanan PL4 gereksinimlerinin %100 ü karşılanmıştır.
Sınıf B (Gelişmiş tesisat)	Madde7 de tanımlanan AL3 gereksinimlerinin %70 ı karşılanmıştır.	Madde8 de tanımlanan PL3 gereksinimlerinin %100 ü karşılanmıştır.
Sınıf C (Referans tesisat)	Madde7 de tanımlanan AL2 gereksinimlerinin %50 si karşılanmıştır.	Madde8 de tanımlanan PL2 gereksinimlerinin %100 ü karşılanmıştır.
Sınıf D (Düşük tesisat)	Madde7 de tanımlanan AL2 gereksinimlerinin %50 den azı karşılanmıştır.	Madde8 de tanımlanan PL1 gereksinimlerinin %100 ü karşılanmıştır.

Tablo17: Elektrik tesisatı enerji verimliliği sınıflar

## 8. SONUÇ

**8.1** Enerjinin alçak gerilim dağıtım sistemi ile taşınmasının ekonomik olmadığı tüm durumlarda (Uzak mesafelere alçak gerilim enerji dağıtımı yapılmaması..vb.) enerji dağıtımı orta gerilim trafo merkezleri ile yapılmalıdır. Bu konuda mimari olarak maalesef yapılan çeşitli zorlamalar sonucunda ekonomik olmayan, optimize edilmemiş ağırlıklı birkaç noktadaki merkezi trafo merkezlerinin kurulması ve enerji dağıtımının alçak gerilim ile uzak mesafelere yapılması enerji verimliliği yönünden hiçbir şekilde uygun değildir. 50'den fazla katı bulunan ve zemin seviyesinden 175 mt.' den fazla yüksekliği olan yüksek binalarda; yüksek gerilim dağıtım sistemi, çeşitli yerlerde yük merkezleri bulunan yüksek binalar için kullanılmalıdır.

**8.2** Tasarımcılar, enerji verimli elektrik tesisatlarının tasarımında en azından enerji verimliliği standartlarına sahip yüksek enerji verimli cihazları seçmelidirler.

**8.3** Tasarımcılar, enerji verimli elektrik tesisatlarının tasarımında en azından be bildiri de belirtilenler doğrultusunda elektrik tesisat tasarımlarını gerçekleştirmelidirler.

**8.4** Orta gerilim müşterisi olan tesislerdeki özel olarak sahip olunan dağıtım transformatörleri, elektrik sisteminin güvenilirlik ve işletmesel gereksinimlerinden taviz vermeksizin yüksüz, kısmı yük ve tam yük kayıplarının birleşimini iyileştirecek şekilde seçilmelidir. Transformatör ilgili EN, IEC standartlarına uygun olarak test edilecek ve tam yük, harmoniksiz ve kabul edilen güç faktörü test koşullarında 1000 k VA 'ya kadar %98, 1000 k VA ve üzerinde % 99 verimliliğe sahip olmalıdır.

**8.5** Dağıtım transformatörleri ve ana AG panolarının yerleri tercihen yük merkezlerinde tesis edilmelidir.

**8.6** Dağıtım transformatörüne ve ana dağıtım tabloları arasındaki ana devrelerin kaybını en aza indirmek için;

a)Transformatör odası ve ana pano odasının birbirlerine bitişik veya üst üste konumlandırılmalıdır, veya

b) Ana devre bakır kaybının , devrenin beyan akım değerinde iletilen toplam aktif gücün % 0,5 'i ile sınırlandırılması gereklidir.

Nötr iletkenlerinin akım taşıma kapasiteleri karşılık gelen faz iletkenlerinden daha az olmamalıdır.

**8.7** Her bir besleme devresindeki bakır kayıpları, beyan devre akımında devre iletkenlerinde taşınan toplam aktif gücün %2.5'ini geçmeyecektir. Bu gereksinim reaktif ve çarpık (distorsiyon) gücün kompanzasyonunda kullanılan devrelere uygulanmaz.

**8.8** Her bir tali-ana devredeki bakır kayıpları, yükselen ana devreler dahil, beyan devre akımında devre iletkenlerinde taşınan toplam aktif gücün %1.5'ünü geçmeyecektir. Yalnızca konutlar için maksimum bakır kayıpları %1.5'u geçebilir ama %2.5'u geçemez.

**8.9** Son devrelerde, 32A'den büyük bir fazlı veya üç fazlı son devredeki bakır kayıpları, beyan devre akımında devre iletkenlerinde taşınan toplam aktif gücün %1'ini geçmeyecektir.

**8.10** Bir bina içerisindeki elektrik tesisatında kullanılacak olan bütün lamba ve aydınlatma armatürleri enerji verimliliği kurallarına uygun olarak seçilmelidir.

**8.11** Isıtma, havalandırma, iklimlendirme tesisatlarında kullanılan, 5 kW ya da daha büyük motor çıkış gücüne sahip, herhangi bir motor ya da motor kontrol merkezi (MCC) eğer gerekli ise güç faktörünü min. 0.85'e çıkartmak ve akımın toplam harmonik bozulmasını(THD) yi uygun değerlerde sınırlandırmak için ayrıca uygun kompanzasyon ya da harmonik filtreleme cihazları ile donatılmalıdır. Toplam harmonik

bozulması (THD) ile ilgili kurallar, tablolar yayımlanmalıdır.

**8.12** Asansör ve yürüyen merdiven tesisatlarının düşey taşıma sisteminin bir parçası olan bütün motorlar ve elektrikli cihazları için enerji verimliliği kuralları oluşturulmalı ve bu kurallara uyulmalıdır.

**8.13** Yılda 1000 saat ten daha fazla çalışması beklenen herhangi bir çok fazlı endüksiyon motoru EN, IEC 60034-2-1

gibi uluslar arası standartlara uygun test edilmiş enerji verimli motorlar olacaktır. Nominal tam yük motor verimliliği kuralları oluşturulmalı ve bu kurallara uyulmalıdır. Çok büyük elektrik motorları içinde EN, IEC 60364-2-2 standardı doğrultusunda test edilmiş enerji verimli motorlar kullanılmalıdır.

Tek hızlı motorlar için kabul edilen en düşük verimler aşağıdadır.

Motor Çıkış Gücü (P) kW				En Düşük Beyan Edilen Verim (%)
5	≤	P	< 7.5	84.0
7.5	≤	P	< 15	85.5
15	≤	P	< 37	88.5
37	≤	P	< 75	90.0
75	≤	P	< 90	91.5
		P	≥ 90	92.0

Mekanik tesisat cihazlarındaki (Örneğin soğutma grupları motorları, soğutma kuleleri motorları, klima santralleri motorları, FCU cihazları motorları, tüm pompa motorları...vb. motorlar) elektrik motorlarının enerji verimliliği sınıfının EFF1 olmasını, EFF3 sınıfı motor kullanılmamasını işletme şartlarında ülkemize sağlayacağı ekonomik kazançları, tasarrufu önemle hatırlatarak öneriyorum.

**8.14** 5kW ya da daha fazla çıkış gücüne sahip her motor beklenen sistem yükünün %125 inden daha fazla boyutlandırılmazlar.Sık yol alma , yüksek kalkış momenti gerektiren veya frekans kontrollü yol verici ile çalışıldığı durumlar hariçtir. Eğer arzu edilen boyut sınıfında bir standart motor mevcut değil ise bir sonraki büyük standart boyut kullanılabilir.

**8.15** Bir değişken hız sürücüsü bir değişken akış uygulamasındaki motor için kullanılabilir. Herhangi bir motor kontrol merkezi (MCC) eğer gerekli ise güç faktörünü min. 0.85 e çıkartmak ve akımın toplam harmonik bozulmasını(THD) uygun değerlerde sınırlandırmak için ayrıca uygun kompanzasyon ya da

harmonik azaltma cihazları ile donatılmalıdır.

**8.16** Herhangi bir devrenin toplam güç faktörü 0.85 ten az olamaz. Tasarım hesaplamaları, yeterli güç faktörü düzeltme cihazlarının minimum devre güç faktörünü 0.85'i sağladığını göstermek için gereklidir. Tasarım sırasında eğer bina içerisinde tesis edilecek endüktif yüklerin ve/veya lineer olmayan yüklerin adetleri ve özellikleri önceden değerlendirilemiyor ise uygun güç faktörü düzeltme cihazları bina kullanımından sonraki bir tarihte işletme yapılacak ölçümler sonrasında montajı yapılmalıdır.

Düzeltilme cihazı kaynak motor kontrol merkezinde ya da dağıtım panosunda söz konusu devrenin hemen çıkışında tesis edilebilir. Bununla birlikte yerel dağıtım panolarını besleyen tali devreler için hacim var ise ya da lokal dağıtım panolarında düzeltme cihazının tesisini zorlaştıracak kısıtlamalar var ise grup kompanzasyona izin verilir. Böyle bir şart altında, düzeltme cihazı benzer kısıtlamalar yok ise bir sonraki tali-ana ya da ana çıkışta tesis edilebilir.

**8.17** Ofis tüketicileri, güç yönetimi ve enerji koruma özellikli (Cihazlar boşa olduğunda ya da kullanıcı tanımlı çalışmama periyodundan sonra ekipman içerisinde gereksiz bileşenlerin enerjisini kesecek ama esas fonksiyonların ya da hafızanın devamını sağlayacak biçimde) kişisel bilgisayarlar, ekranlar, yazıcılar, fotokopiler, faks makineleri seçmeye ve satın almaya teşvik edilmelidirler.

**8.18** Tüketiciler enerji verimli buzdolabı, klimalar, çamaşır makineleri gibi kayıtlı enerji verimliliği yüksek olan elektrik cihazlarını seçmeye ya da satın almaya teşvik edilmelidir.

**8.19** Hizmet şirketleri tarafından geliştirilmiş hem tüketicilere hem de hizmet şirketlerine faydası olan Talep Tarafı Yönetimi (DSM) programları daha etkin elektrik enerjisi kullanımını ve daha

iyi bina yük faktörüne ulaşmak için tüketicilerin elektrik kullanma davranışlarını değiştirmeye çalışmaktadır. Tasarımcılar bina maksimum talebini ve elektrik enerjisi tüketimini azaltmak için en son mevcut DSM yazılımlarını kendi tasarımlarına dahil etmeye teşvik edilmelidir. DSM enerji verimliliği programları, şebekenin özel buz depolama iklimlendirme tarifelerini ve kullanım süresi tarifelerini, kullanıcılarına enerji verimli elektrik cihazları/tesisatları satın almaları için indirim tekliflerini içerir.

### **8.20 Alçak Gerilim Devrelerinde Maksimum Toplam Akım Harmonik Distorsiyon (TDH):**

Herhangi bir devrenin akım için toplam harmonik distorsiyonu (TDH) aşağıdaki cetvelde verilen değerleri aşmaması gereklidir.

Maksimum Toplam Akım Harmonik Distorsiyon					
230/400 V Beyan Yüküne Göre Devre Akımı					(TDH) <sub>T</sub>
			I < 40 A		%20
40	A	≤	I < 400 A		%15
400	A	≤	I < 800 A		%12
800	A	≤	I < 2000 A		%8
			I ≥ 2000 A		%5

Değişken hız sürücüsü (VSD) kullanılan devrelerin alt dağıtım tablolarında veya MCC'lerde grup kompanzasyon yapılmasına izin verilmektedir.

Devrenin bu noktalarında bulunan VSD'lerin giriş terminallerindeki akım harmonik distorsiyonu, 5. harmonik için hız ayar aralığında %35'i geçmemelidir. Eger binalarda kullanılacak lineer olmayan yüklerin miktar ve niteliği konusunda, tasarım aşamasında kesin bir değerlendirme yapılamıyorsa, uygun rezervler bırakılarak gerekli harmonik azaltıcı ünitelerin kullanılması işletme sırasında gerçekleştirilecektir.

**8.21** Özellikle lineer olmayan tüm bir fazlı yükler, üç fazlı bir besleme devresi

içinde eşit ve olabildiğince düzgün dağıtılmalıdır. Tüm 100 A' i asan; üç fazlı, dört iletkenli devrelerde, bu şartın sağlandığı tasarım aşamasında gösterilmelidir. Dengesizlik oranı %10' u geçmeyecektir.

Dengesiz akım oranı aşağıdaki formül ile ifade edilebilir.

$I_n = (I_d \times 100) / I_a$ ,  $I_u$ : Dengesiz akımlar oranı (%),  $I_d$ : Maksimum sapma değeri,  $I_a$ : Üç faz için ortalama akım

**8.22** Tasarımda sadece ilk kuruluş maliyeti göz önüne alınarak donanım (cihazların) seçimi yapılmamalı, enerji verimliliği göz önüne alınarak sağlanacak tasarruflar doğru bir şekilde hesaplanarak donanım (cihazların) seçimi yapılmalıdır.



**8.23** Ülkemizdeki enerji verimliliğine yönelik yönetmeliklerde maalesef binalardaki alçak gerilim elektrik tesisatlarına yönelik olan kurallar eksiktir. Bu bildiri de sunulan konuların ilgili yönetmeliklere en kısa zamanda konularak ülkemizde enerji verimliliğinin yükseltilmesi ülkemiz yararına olacaktır.

#### **KAYNAKLAR**

1. Taslak Standard – IEC 60364-8-1 Alçak gerilim tesisatlarında enerji verimliliği
2. The Code Of Practice for Energy Efficiency of Electrical Installations-Hong Kong