

ELEKTRİK ENERJİSİ KALİTESİNİN DÜNYA ÇAPINDA STANDARTLAŞTIRILMASI VE İNCELENMESİ

Arif MEMMEDOV¹, Hasan Vural SIĞIRCI²

1. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü,
İnönü Üniversitesi
memmedov@inonu.edu.tr

2. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü,
İnönü Üniversitesi
uzay.elektrik@hotmail.com

1.Özet

Elektrik enerjisi esas enerji türlerinden biri olarak hayatın ve sermayenin farklı alanlarında kullanılan birçok özelliğe sahiptir.

Elektrik enerjisi işleticilerinin üretmesigereken fonksiyonlarının icrasında kullanılan farklı elektrik enerjisi karakteristiklerinin toplamı elektrik enerjisinin kalitesini oluşturur.

Elektrik enerjisinin kalitesi önemli ölçüde enerji sarfiyatına, enerji taşıma sistemlerine, teknolojik proseslerin kesintisiz çalışmasına ve benzeri özelliklere etki gösterdiğinden, günümüzde elektrik enerjisi kalitesinin yükseltilmesi önemli sorunlardan biridir.

*Anahtar Kelimeler:*Enerji, kalite, sinüsoidal, frekans, şebeke

2.Elektrik Enerjisi Kalitesi ve Kalitenin Yükseltilmesi Sorunları

Günümüzde elektroniğin gelişmesi teknolojik proseslerde hız kontrollü elektrik motor sürücülerinin, kaynak makinelerinin, büyük güçlü ark fırınlarının, petrol madenleri gibi sistemlerde kullanılmasına neden olmuştur. Bu işleticilerin karakteristik özellikleri besleyici şebekenin elektrik enerjisinin kalitesini değiştirmektedir. Öte yandan elektrik işleticilerinin

a) Bir fazlı elektrik şebekelerinde besleme durumunda; frekansın sapsmaları, gerilim sapsmaları, frekans dalgalanmalarının genliği, gerilim sinüsoidalliğinin katsayıları v.b

normal çalışması elektrik enerjisinin kalitesine bağlıdır. Elektrik işleticilerinin ve besleyici şebekenin bu şekilde bağımlılığına elektromanyetik uyumluluk denir.

Elektromanyetik uyumluluk probleminin çözümü, az masrafla tekniksel göstergelerin oluşturulması için elektrik enerjisi optimal kalite göstergelerinin belirlenmesi ve saklanması gerekmektedir.Elektrik enerjisinin kalitesinin yükseltilmesinde aşağıdaki kuralların öğrenilmesi öngörülmektedir.

- Ekonomiksel
- Matematiksel
- Tekniksel

Ekonomiksel sorunlar; sanayi elektrik işletmeciliğinde kalitesiz elektrik enerjisi kullanımından oluşacak maliyet kayıplarının hesaplanma yöntemleri;

Matematiksel sorunlar; gerilimin kalitesizliğinin incelenmesinde kullanılan farklı yöntemlerin karşılaştırılması ve optimallaştırılması yöntemleri;

Tekniksel sorunlar; elektrik enerjisi kalitesinin iyileştirilmesi için tekniksel yöntemlerin ve cihazların hazırlanması, aynı zamanda kalitenin kontrolü ve giderilmesi yöntemlerini içermektedir.

Farklı ülkelerde işleticilerin göstergeleri devlet standartları ile belirlenmiş ve aşağıdakileri içermektedir.

b) 3 fazlı şebekelerde besleme durumunda; frekansın sapsması, gerilimin sapsması, frekans dalgalanmalarının genliği, gerilim değişimlerinin genliği, gerilimin nonsinüsoidalliğinin katsayısı, gerilimin nonsimetrikliliği v.b

c) DC gerilim şebekelerinden besleme durumunda; gerilimin nominal değerlerden farklılığı, gerilimin sapma genliği, doğrultulmuş gerilimlerde dalgalanma katsayısı v.b.

Belirlenmiş zaman sürecinde elektrik enerjisinin kalite göstergeleri 0,95 integrallenme olasılığı ile standartlarda belirlenen sınırlarda olmalıdır.

Dünya standartlarına göre gerilimin kalitesinin kontrol edilmesi için aşağıdaki zaman tekrarlamaları kullanılmaktadır.

1) Gerilim dalgalanmalarının kontrolü;

-5 günlük çalışma haftası olan sanayi tesisleri ve enerji sistemlerinin düğüm noktalarında bir çalışma ve bir tatil gününden (24 saat) az olmayarak

-Kesintisiz çalışan tesislerde iki çalışma ve bir tatil gününden az olmayarak,

-Tüm diğer tesislerde iki çalışma ve bir tatil gününden az olmayarak.

2)Gerilim nonsinüoidalliğinin katsayısının, gerilim sapmalarının genliğinin, frekans dalgalanmalarının kontrolü;

-Metal eriten elektrik ark fırınlarını besleyen şebekelerde en büyük yük durumunda(metal eritilmesi prosesi) 30 dakika süresinde,

-Elektrik ark ve nokta kaynağı makinelerini besleyen şebekelerde 30 dakika süresinde,

-Silindirik taşlama tezgâhlarını besleyen şebekelerde 10-12 taşlama tsikli boyunca,

-Yaşam ve diğer hizmet binalarını besleyen şebekelerde en büyük gerilim dalgalanmaları zamanında 1 saatlik sürelerde,

-Tüm diğer durumlarda 24 saatlik sürede.

3)Gerilim nonsimetrikliğinin kontrolü;

-“Sakin” rejimde (rezistans fırınlara, elektrik şurufu eritme fırınları ve biri) bir fazlı elektrik fırınlarını besleyen şebekelerde en büyük yük durumunda bir saat süresinde,

-Hızlı değişen yükleri(elektrik ark fırınları, taşımacılıkta kullanılan araçların yükleri, elektrik ark ve nokta kaynakları v.b) besleyen bir fazlı elektrik şebekeleri en büyük yük durumunda 1 saatlik sürede,

-Tüm diğer durumlarda 1 günlük süre ile

4) Doğrultulmuş gerilimin dalgalanma katsayısı 30 dakikalık süre ile.

5) Frekans değişimleri kesintisiz kontrol olunmalıdır.

Elektrik enerjisinin kaliteliliği, şebekeden beslenen işleticilere etkisinin öğrenilmesi yöntemlerinin geliştirilmesini ve yeni yöntemlerin oluşturulmasını gerektirir. Esas zorluklar elektrik şebekelerinde istenen cihazların olmaması, bu nedenle ölçüm yöntemlerinin değiştirilmesi ve yeni yöntemlerin geliştirilmesi gerekiyor. Bu genellikle yüklerin kaotik değişimine bağlı olup, istatistik cihazlarının kullanımı ve alınan sonuçların istatistik-olasılık yöntemlerinin kullanılmasını gerektirir.

3.Frekansın Değişimi ve Salınımların Genliği

Frekans değişimi;

$$\Delta f = f - f_{nom} \quad (1)$$

veya

$$\Delta f = \frac{f - f_{nom}}{f_{nom}} \%100 \quad (2)$$

İfadeleri ile belirlenir. Burada;

f- Gerçek frekans,

f_{nom} - Frekansın nominal değeri.

Enerji sistemlerinin normal çalışması durumunda 10 dakikalık sürede ortalama değişimi $\pm 0,1$ Hz olmalıdır.

10 dakikada ortalama frekans değişimi $\pm 0,2$ Hz olan şebekeler kısa süreli çalıştırılabilir. Frekans dalgalanmasının genliği belli bir zaman süresi için;

$$\delta f = f_{nb} - f_{nk} \quad (3)$$

veya

$$\delta f = \frac{f_{nb} - f_{nk}}{f_{nom}} \%100 \quad (4)$$

İfadeleri ile belirlenir. Burada;

f_{nb} -nominal frekansın üstündeki en büyük değer,

f_{nk} - nominal frekansın altındaki en küçük değer.

Frekansın sapma değerleri saniyede 0,2 Hz hızını aşmamalıdır. Frekansın çok küçük değişimleri de

elektrik enerjisi işleticilerinin normal çalışmasına, bazı elektrik işleticilerinin devamlılığına etki etmektedir. Örneğin millerdeki sabit momentle çalışan asenkron ve senkron motorlarda, frekans değişimlerine bağımlı olarak, dönme hızı ω 'da değişiyor. Örneğin asenkron motorlarda bu değişim;

$$\omega = \frac{2\pi f_1}{p} (1 - \delta) \quad (5)$$

Burada;

δ - motorun kayması

f_1 – şebekenin frekansı

p- çift kutupların sayısı

Hızın değişimi ise verimin düşmesi ve bazı durumlarda ise teknolojik prosesin değişimine neden oluyorlar. Frekansın değişimi ile verimin değişimi mekanizmanın türüne bağımlı oluyor ve bu durumda aktif gücün değişimi

$$P = a \cdot f^n (6)$$

ifadesinden (2) belirleniyor. Burada;

a -orantılılık katsayısı

n- derece göstergesi olup 0-y değerini alıyor.

4.Gerilimin Değişkenliği

Elektrik enerjisinin en önemli göstergelerinden biri bağlantı şemasına bağımlı olarak faz ve hat gerilimlerinin etkin değerinin değişmesidir. Gerilim sapması ΔV olarak şebekenin nominal gerilimi ile kontrol zamanındaki gerilimi arasındaki fark alınıyor;

$$\Delta V = V - V_{nom} \quad (7)$$

veya % olarak

$$\Delta V = \frac{V - V_{nom}}{V_{nom}} \%100 (8)$$

Bazı batı ülkelerinin standartlarına göre (4) elektrik işleticilerinin türüne bağımlı olarak, aşağıdaki gerilim sapmaları önerilir.

1)Elektrik motorlarının ve onların elemanlarının yol verme ve kontrollerinde (-%5)-(+%10);

2)Fabrikalarda, çalışma atölyelerinde, tüm hizmet binalarındaki ışıklandırma cihazlarının besleme gerilimlerinde(-%2,5)-(+%5);

3)Diğer işleticileri, hayvan besleme binalarında, tavukçulukta ve biri ışıklandırmayla besleyen şebekelerde $\pm\%5$. Kaza sonrası rejimlerde gerilim ek olarak %5 düşürülebiliyor.

5.Gerilim Dalgalanmalarının Enerji Taşıma Sistemlerinin Teknik-Ekonomik Göstergelerine Etkisi

Elektrik sistemlerinde dalgalanmaların oluşmasının esas nedeni yük bağlama noktalarına bağlanmış işleticilerinin parametrelerinin değişmesidir. Gerilim değişiminin standartları aşmaması durumunda da şebekenin teknik-ekonomik göstergelerinin değişimine neden oluyor. Tablo-1 de farklı gerilim dalgalanmalarında bazı işleticilerin parametrelerinin değişimi görülmektedir.

Motorların Karakteristikleri	Gerilim Değişiminden Karakteristiğinin Değişimi	
	-%10	+%10
Yol Verme ve Max. Dönme Momenti	-%19	+%10
Senkron Dönme Frekansı	SABİT	SABİT
Kayma (%)	%23	-%17
Nominal Yükte Dönme Hızı	-%1,5	+%1
%75 Yükte	-%2	+%1
%50 Yükte	SABİT	SABİT
Güç Katsayısı	-%1 +%2	%1- %2
%100 Yükte	%1	-%3
%75 Yükte	%2 -%3	-%4
%50 Yükte	%4-%5	-%5-(-%6)
Nominal Yükte Rotor Akımı	%14	%11
NominalYükte Stator Akımı	%10	%7
Yol Verme Akımı	(-%10)-(-%12)	+%10-+%12
Nominal Yükte Bobin Sıcaklıklarının Atımı	5-6 C ⁰	DEĞİŞİMSİZ

Tablo-1-Farklı gerilim dalgalanmalarında bazı işleticilerin parametreleri

Fabrikada vida düzelten otomatlarda yapılmış deneme sonucunda bir otomatın dakikalık ortalama verimi motorun besleme gerilimi $V = 1,05 U_n$ olursa 0,275 kg, $V = 0,9 U_n$ 'de ise 0,236 kg oluyor. Böyle bir tezgah otomat günde 8 saat olarak, 1 yıl $V = 0,95 U_n$ gerilimi ile çalıştığında üretilen malzeme 1700 kg oluyor.

Gösterilen rejimde 10 tezgah 1 yıl çalıştırılıyorsa gerilim düşümünden kayıp 10 milyon TL civarında oluyor. Gerilim $1,05 U_n$ civarında olursa ürünün kalitesinin düşümüne neden oluyor.

6.Sonuçlar

1) Farklı ülkelerde gerilim kalitesinin incelenmesi ve onun elektrik enerjisi taşıyıcılarına ve işleticilerine etkilerinin incelenmesi önemli sorunlardan biridir.

2) Tablo-1 de gerilim dalgalanmasının 1 asenkron makineye etkisi ve asenkron makinenin çalıştırdığı bir tezgahta gerilim dalgalanmasının oluşturduğu mali kaybın 1000 TL civarında olduğu görülmektedir. Sanayi sitelerinde binlerce asenkron makinenin çalıştırılması ile kayıpların milyonlarca TL'ye ulaştığını söylemeye imkan veriyor.

3) Gösterilenler tüm sanayi sitelerini ve tüm yaşam komplekslerini besleyen şebekelerde gerilim kalitesinin periyodik kontrolü giderilmesi işlemlerinin yapılmasını öneriyor.

4) Göz önüne alınmalıdır ki özel istatistik gerilim kalite analizörü cihazının bulunmaması ölçüm işlerini zorlaştırıyor.

KAYNAKLAR

1.VENTSEL E.C Olasılık Teorisi, Moskova”Nauka”,1984(R.d)

2. Barkan Y.D., Markuşeviç N.S., Elektrik şebekelerinde gerilimin kontrolü, Moskova Energiya , 1968 (R.d)

3. Sauter D.M Curves showtlicker limits.-“Elektrikal World”,1982,N=16,P.152-156

4. Arrilaga J.Bradley D.A. and Bodler P.S. Power System Harmonics, Wohn Wilesy S.Soucs,1985