

GÜÇ KALİTESİ PROBLEMLERİNİN ETKİLERİNİ AZALTMAK İÇİN UYGULANAN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Argun ÇİZMECİ¹

¹Cam Elyaf Sanayii A.Ş.
Bayramoğlu Sapağı Çayırova
Gebze Kocaeli

acizmec@sisecam.com

Levent KILIÇ²

²Camış Elektrik Üretim A.Ş.
İş Kuleleri Kule 3
4.Levent İstanbul

lkilic@sisecam.com

Özet

Bu çalışmada orta gerilim (OG) dağıtım sisteminden beslenmekte olan bir fabrikanın, şebeke güç kalitesizliğinden ve prosten kaynaklanan sorunlar ve bunların üstesinden gelebilmek için uygulanan çözüm yöntemleri sunulacaktır. Yapılacak iyileştirmelerle proses girdilerinde kararlılık, enerji kullanımında tasarruf, elektrik dağıtım sisteminde hizmet veren ekipmanların ömürlerinde uzama ve işletme maliyetlerine direkt yansıyan arıza işçilik ve bakım maliyetlerinde azaltma hedeflenmektedir. Bu ek maliyetler üretim miktarlarında olumluluk sağlarken, masrafların yükü dolayısıyla ürün birim maliyetlerine yansımıştır.

1. Giriş

Güç kalitesi, özellikle hassas üretim gerçekleştirmekte olan tesisler için hayati önem taşımaktadır. Şebekeden kaynaklanan güç kalitesi olumsuzluklarının yol açtığı sorunlar Kocaeli – Çayırova bölgesinde konumlandırılmış bulunan, 20 MVA kurulu gücünde, 34.5 kV OG sistemden beslenen, hassas bir üretim gerçekleştirmekte olan elyaf fabrikası için ele alınacaktır. Benzer sıkıntıların, ülkemizin değişik bölgelerinde var olan diğer fabrikalar için de benzerlikler sergilediği görülmektedir.

Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında, serbest piyasa oluşturma hedeflenmekte, bu kapsamda son yıllarda dağıtım bölgelerinin özelleştirilmesi de hızla tamamlanmaktadır[1]. Ancak güç kalitesinin, gerek önceki durum ve gerekse de özelleştirme sonrasında, fabrikaların beklentilerinden uzak kaldığı, Tablo 1'deki olayların gerçekleştiği Çayırova bölgesindeki durum incelendiğinde görülmektedir:

Tablo 1: Üretimi Olumsuz Etkileyen Şebeke Olayları

Yıllar	Kesinti Sayısı – Toplam Süre	Bozucu Olay Sayısı
2010	13- 5 saat 54 dakika	33
2009	55-55 saat 54 dakika	66
2008	18- 29 saat 23 dakika	33
2007	17- 27 saat 20 dakika	133
2006	12- 9 saat 20 dakika	213

Güç kalitesi bakımında ülkemizde, sadece Şebeke yönetmeliğinin Ek-1 kısmında, o da harmonik gerilim seviyeleri ve fliker şiddeti ile ilgili bir açıklama bulunmakta, ancak bunun da yaptırımı ve uygulaması maalesef olmamaktadır. Bu değerlerin enerjilendirilmiş fabrikada ne kadarının şebekeden, ne kadarının fabrikadan kaynaklandığı net olarak görülememektedir.

Artık özel sektör olarak düşünülmesi gereken dağıtım şirketlerinin, güç kalitesi bakımından da belirli yükümlülükleri gerçekleştirmesi sağlanmalıdır. Fabrikalarda, reaktif uygulama gibi, derhal düzeltilmesine rağmen bazen gün gereği orantıyı sağlayamayan, şebekeyi bozduğu düşünülen en ufak bir sorun dahi hemen cezalandırılmakta, oysa, şebekeden kaynaklanan kesinti, darbe, gerilim yükselmesi ya da düşmesi, harmonik bozunumlar, vb. gibi güç kalitesizliklerinin üretici üzerindeki etkileri çok ağır olmakta, bu da normal duruma gelebilmek için dahi ilave yatırımların yapılmasına neden olmaktadır. Bu bildiriye, şebeke olumsuz etkilerini en aza indirgeyebilmek için, müşteri tarafından uygulanmaya başlanan çözüm yöntemleri literatür incelemeleriyle [2-7] birlikte incelenecektir.

2. Sistem Tanıtımı ve Güç Kalitesini İyileştirici Yöntemler

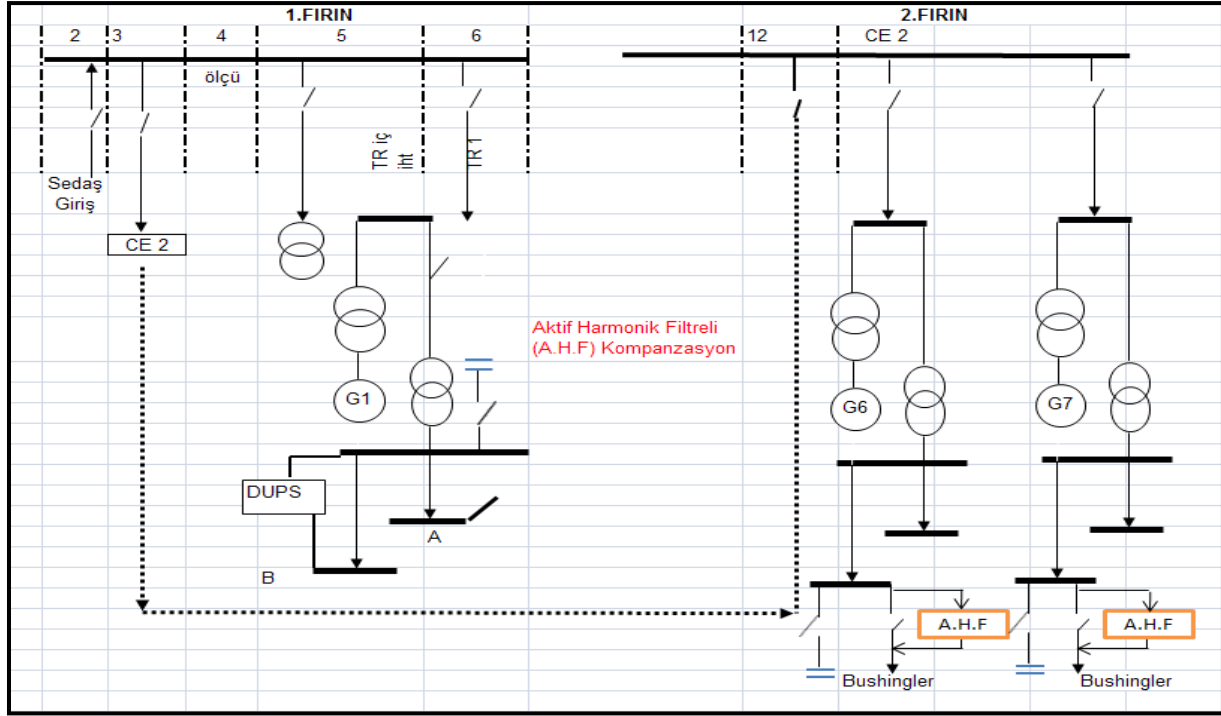
Fabrikada güç kalitesini beklenen yüksek güvenilirlikte sağlayabilmek için, altta belirtilen yatırımlar yapılmıştır:

- Kojenerasyon Santralı (1998 – 2006 arasında)
- Dinamik UPS
- Aktif Harmonik Filtreli Kompanzasyon Tesisi (3faz kontrollü kompanzasyonlu)
- Aktif Harmonik Filtreleme

kendilerinden önceki durumlara göre iyileştirme durumları paylaşılacaktır.

1998-2006 yılları arasında işletilen kojenerasyon santralı güç kalitesi ve şebeke bozucu olaylarına karşı fabrika üretimine çok önemli katkıda bulunmuştur.

Fabrikanın basitleştirilmiş tek hat diyagramı Şekil 1'de görülmektedir. Kurulan sistemlerin,



Şekil 1: Basitleştirilmiş Tek Hat Diyagramı

2.1. Dinamik Kesintisiz Güç Kaynağı (DUPS)

DUPS'un amacı, üretimdeki şebekeden kaynaklı kayıpları ve arızaları minimum seviyeye indirmektir [8]. Bunu gerçekleştirebilmek için şebeke enerjisini izole etmekte, daimi olarak ± 5 Vac (400 Vac baz) ve ± 1 Hz (50 Hz baz) aralığında bir enerjiyi yük tarafına sağlamaktadır.

Dinamik UPS, şebekeden aldığı enerjiyi bir konverter aracılığı ile AC'den DC'e çevirmekte ve bu enerji ile 16 MJ mekanik enerji depolama kapasitesine sahip bir volanı 110 Hz (= 3300 rpm) ile döndürmektedir. Bu dönme ile üretilen DC kare dalga ise DUPS'un alternatör sargılarından geçirilerek düzgün bir sinüs dalgası temin edilmektedir. Bu şekilde, şebekeden gelebilecek tüm olumsuzluklar bertaraf edilmiş olmaktadır. Ayrıca, yük tarafında $PF=0,8$ olması halinde şebeke tarafını $0,98$ 'e denk gelecek şekilde kompanze etme görevini de üstlenmektedir. Dinamik UPS çalışma mantığı gereği şebeke ile paralel çalışmaktadır. Önceden belirlenmiş olan enerji kalitesi

spektlerindeki gerilim ve frekans aralığında kalındığı sürece konumunu korumaktadır.

Bu çalışma aralığında iken ani ve kısa süreli kesintilerde yükü kendi güç modülüyle kritik seviyeye düşene kadar besler. Kritik seviyeye gelinmeden şartlarda düzelmeye olursa güç modülünün eksilen enerjisini tamamlar.

Ancak bu çalışma aralığından şebekenin uzun süre uzaklaşması halinde, güç modülünün kritik seviyeye ulaşmasından 2 sn önce dizelini çalıştırmaktadır. Dizel çalışıp nominal devrine ulaşınca, zaten dönmekte olan alternatör volanı ile senkronlanıp skorski helikopterlerinde kullanılmakta olan özel bir kaplin/"clutch" ile bağlanmaktadır. Ön şalterini açarak yükü dizelin üzerine alırken güç modülünü de şarj ederek şebekeye geçtikten hemen sonra gelebilecek bir olumsuzluğa hazır durumunu korumaktadır. Yük tarafı ise bu operasyon sırasında gerilim ve frekans sabit tutulduğundan kesinlikle etkilenmemektedir. Kendi iç yapısında yaşadığı bir arızanın oluşması halinde yine yüke hissettirmeden kendi bypass

şalterini kapatarak şebekeden enerjinin kesintisiz teminini sağlamaktadır.

Sistem şebekeyi devamlı izlemektedir. Dolayısıyla, şebeke yine istenen kaliteye ulaştıktan sonra 1 dk 'lık izleme sonunda otomatik olarak senkron olmakta ve dizelini durdurmaktadır.

DUPS seçimi fabrikaların ihtiyaçları doğrultusunda olmaktadır. İncelenen tesiste, "All in one line (Dizel ve power modülü tek sırada akuple)" ve "güç ve besleme modülleri bağımsız" olmak üzere iki yapıda olan sistemlerden, bağımsız olanı tercih edilmiştir.

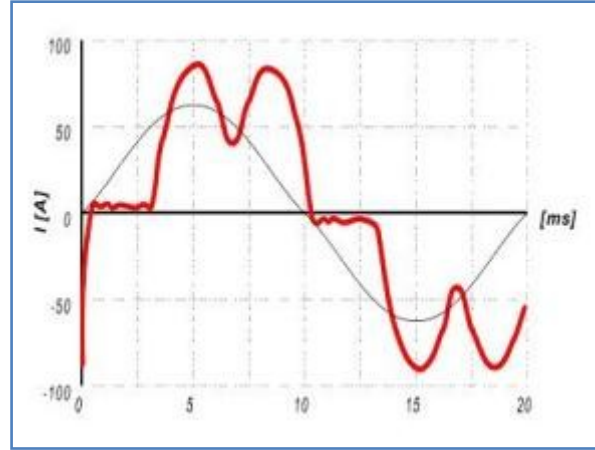
Sistem, üretimin kritik noktalarındaki elektrik motorları, elektronik cihaz ve kontrol sistemlerini korumakta, insan kaynaklı hata ve arızalara izin vermemekte, fliker gibi bozucu olaylarda dizelini devreye sokmayarak yakıt miktarında azalma sağlamakta ve güç modülü bozulsa da acil dizel gibi hazır bekleyerek, elektrik kesintilerinde mevcut dizel gücüne ilave 2.5 MW sağlamaktadır.

Dinamik UPS'in kurulmasından sonraki şebeke bozucu olaylarına karşı tesis korunmasında %100'lük başarı sağlandığı görülmektedir.

Dinamik UPS' in amacı gereği sürekli devrede olması, işletme maliyetini arttırmaktadır. Beslediği yüklerdeki kompanzasyon, filtre, vb. uygulamaların devreden çıkması ya da bakıma alınması gibi durumlarda olumsuz etkilenmeler meydana gelebilecektir.

2.2. Aktif Harmonik Filtre Uygulaması

Fabrikadaki nonlineer yüklerin fazlalığı, sinüs formunun bozulmasına, bu nedenle de, ekipmanların yanlış çalışmasına ve arızaların artmasına neden olmaktadır. Bu konudaki mevcut ve sistem kurulumundan önceki grafikler altta görülmektedir (Şekil 2):



Şekil 2: Harmonik filtre öncesi sinüs dalgası



Şekil 3: 1.Fırına Ait Aktif Harmonik Filtreli Kompanzasyon

Mevcut kompanzasyon sisteminin, reaktif güç kompanzasyon sisteminde yetersiz kaldığı, toplam harmonik bozulmanın kompanzasyon sistemindeki röleleri etkin çalıştırmadığı belirlenince, kurulacak yeni sistem, mevcut sisteme entegre olarak tasarlanmıştır.

Şebekeden kaynaklanan harmoniklerin derecelerinin ve büyüklüklerinin ölçülmesi, son nokta itibarıyla kolay olmamaktadır. Son noktadaki değerlerden, fabrikanın harmonik bozulmalarının iyileştirilmesi yoluna gidilmiştir.

Tesiste iki farklı aktif harmonik filtre uygulaması bulunmaktadır (Şekil 1):

1.) 2009 yılı sonlarında devreye giren 1.fırın alçak gerilim dağıtım sisteminde kullanılan aktif harmonik filtre, akım harmoniklerini filtrelemenin yanı sıra reaktif güç kompanzasyonu da yapabilmektedir. Sistem 3 fazı da ayrı ayrı takip etmekte ve buna uygun ayrı ayrı kompanzasyon yapmaktadır. Sistemde bushing adı verilen rezistanslar çif t faz kullanılmakta, yük dengesini sağlamak için modüller RS, ST, RT şeklinde bağlanarak devreye alınmaktadır. Ancak, işletme şartları gereği arıza, makine değişimi ya da bushing değişimi olduğunda, duran sistemlerin dengeli yük durumu da bozulmaktadır. Bu durum faz akımları arasında ciddi farklar oluşabilmektedir. Sistem bu dengesizliği görek her faza hedeflenen güçfaktörü değerine uygun kompanzasyon uygulamakta, bu şekilde, üç fazlı sistemlerde genelde uygulanan maksimum akım çeken faza göre kompanze hedeflenirken diğer fazlarda aşırı kompanzasyon riski ortadan kaldırılmaktadır.

Sistemin kurulmasından önceki %13 seviyelerinde olan gerilim ve %32 seviyelerinde olan akım harmonikleri, sırasıyla maksimum %7 ve %10' a gerilemiştir. Ana besleme şalterlerinden geçen akım % 20 azalmış, bu ise besleme trafolarındaki sıcaklıkların 5-7 °C düşmesini sağlamıştır (Şekil 3).

2.) 2.fırın alçak gerilim dağıtım sisteminde farklı bir aktif harmonik filtre uygulaması görülmektedir. Aktif Harmonik Filtre (AHF), harmonik akım generatörü gibi davranmakta, lineer olmayan yüklerden ürettiği harmonikleri ölçerek, karşı fazda ve aynı genlikte yeni bir harmonik akımı üretilip, harmonikleri yok etmektedir. Sistemin kurulduğu nokta direkt olarak harmoniklere sebep olan yüklerin besleme noktalarıdır. Kurulum ile sistemde daha önce etkisi görülen 3'üncü, 5.'inci, 7.'inci ve 11.'inci harmoniklerin yok edildiği görülmüştür. Yaklaşık 130 kVA enerji tasarrufu sağlanmıştır.

3. Güç Kalitesizliğinin Maliyeti

Elektrik maliyetleri hesaplanırken, yalnızca şebeke tarifeleri üzerinden hesap yapılmakta, bu ise ürün maliyetlerinin belirlenmesinde yanıltıcı olabilmektedir.

Ülkemizde dağıtım şebekelerinin güvenilirlik oranı, Avrupa ülkeleri ve Amerika ile karşılaştırıldığında düşük kalmaktadır. Bu konuda, ülkemiz için yayınlanmış bir veri de yoktur. Ancak, incelenen üretim tesisinin izleme sistemi kayıtlarına göre, bu değer, örneğin 2009 yılı için, %99.36' lar civarında olduğu görülmektedir. Sadece kesintilerden kaynaklanan bu değer, fabrika üretiminin kararlı rejime ulaşmasına etkisi daha ağır olmaktadır.

Üretici, şebekeden kaynaklanan bu bozucu etkileri, kendi imkanları ile azaltacak yatırımlarda bulunmaktadır. Elektrik tarife bedeli dağıtım şirketine ödenirken, yatırımların bedeli, bakım – arıza, işçilik, yakıt, vb. gibi maliyetler de üretim maliyetlerine eklenmektedir. Bir de üstüne, şebeke kesintilerinin, darbelerinin, fabrikada yarattığı sorunlar, türev arızalara neden olmakta, bunlar nedeniyle de ayrıca cezaya girilmektedir. Bu başlı başına bir sorundur. Zaten sistem gereğinden büyük seçilerek, optimal işletme ve malzeme seçiminden uzaklaşmakta, kayıplar gereksiz yere artmakta, kullanılan malzemenin sayısı ve yedeği artmakta, buna bir de patlamalar nedeniyle, kurulan sistemlerin çalıştırılmaması da eklenmektedir. Bunun sonucunda da, sorunu giderme süresi kadar bile tolerans sağlanmamaktadır. Dağıtım şebekesinin, bir hata toleransı varsa, bu üreticilere de sağlanmalıdır.

Kaliteli enerjiye sahip olmanın maliyeti de, Tablo 2'de görüleceği üzere, yüksek olmaktadır:

Tablo 2: İlave Yatırım Maliyetleri

Yatırım Türü	İlk Yatırım Maliyeti (\$)	Yıllık İşletme Maliyeti (\$)	Yıllık Bakım- Yd. Parça Maliyeti (\$)	Toplam Maliyet – Yıllık
Kojenerasyon (10 MW)	16.000.000	5 yıl dahil	5 yıl dahil	16.000.000
Dinamik UPS (2.5 MW)	2.750.000	15.000	15.000	2.780.000
Aktif Harmonik Filtreleme (1.fırın ve 2.fırın beraber)	150.000	30.000	3.000	183.000

Aslında şebekeden alınan kalitesiz elektriğin kaliteli duruma gelmesi için,

Elektrik Maliyeti = Şebeke Fiyatı + Yatırım Bedeli + İşletme & Bakım Bedeli

gibi bedel ödenmektedir.

Ayrıca, yeni bir sistem, yeni işletme sorunlarını da beraberinde getirmekte, kendisinde yaşanması olası bir sorun halinde, şebekede de sorun yaşanması durumunda, işletmecileri de zor duruma sokmaktadır. Dağıtım şebekelerinin en azından planlı çalışmalarda, üretim noktalarıyla iletişim kurmaları çok önem taşımaktadır.

Sonuç

Bu bildiride, fabrikaların yaşadığı güç kalitesi problemlerine karşı uyguladığı çözüm örneklerinden verilmiştir. Uygulamaların maliyetleri yüksektir ve hemen hemen hepsinde tamamen yurtdışına bağlılık vardır. Sanayicilerin bu sorunları, dağıtım şirketlerine getirilecek ve tek elden yürütülecek yükümlüklerle sağlanmalıdır.

Kaynaklar:

- [1] 26.11.2009 tarihli ve 27418 (Mükerrer) Sayılı Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği
- [2] Sergec Kalaschnikow, Steffan Hansen, Lucian Asiminoaei, Henrik Gedde Maos, Active Compansation of Harmonics in Industrial Applications
- [3] Joao Afonso, Edson Watanable, Julio Martins, Shunt Active Filter for Power Quality Improvement, International Conference UIE 2000 –“Electricity for a Sustainable Urban Development” Lisboa, Portugal, 1-4 November 2000, pp. 683-691
- [4] Luis A. Moran, Juan W. Dixon, Jose R. Espinoza, Rogel R. Wallace, Using Active Power Filters to Improve Power Quality
- [5] Hideaki Fujita, Hirofumi Akagi, A Practical Approach to Harmonic Compensation in Power Systems –Series Connection of Passive and Active Filters, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol.27, No.6, November/December 1991
- [6] EPRI, Overcoming Cost Reduction Barriers for Advanced Power Quality Mitigation Systems, A Product of EPRICSG. Inc.
- [7] A. De Almeida, L. Moreira, J. Delgado, Power Quality Problems and New Solutions
- [8] Piller Dynamic UPS UBTD with Flywheel Technology Brochure