

## MAKALE HAKKINDA

Geliş : Ocak 2013

Kabul: Mart 2013

## DEMİR ÇELİK İŞLETMESİNDE GERİLİM KALİTESİNİN GERÇEK ZAMANLI İNCELENMESİ

REAL-TIME ANALYSIS OF VOLTAGE QUALITY IN IRON AND STEEL FİRM

Mustafa ŞEKER<sup>a</sup>, Basri YARAŞ<sup>b</sup>

## ÖZ

Demir-çelik endüstrisi son yıllarda Türkiye’ de büyük bir sektör haline gelmiştir. Demir çelik tesislerinde metalin eritilmesi için ark fırınları yaygın olarak kullanılmaktadır. Ark fırınları şebekeden yüksek güç çektiği için ayrı fiderden beslenir ve ark fırınına değişken dirençli yapısından dolayı güç kalitesi bozulmaları fazla olduğundan bu hat kirli hat olarak adlandırılır. Tesis işletmesinde diğer ihtiyaç duyulan cihazların hurda holü vinçleri, jeneratörler, aydınlatmalar gibi ekipmanların çalışması ise ayrı bir fiderden beslenir ve bu fider temiz hat fideri olarak adlandırılır. Bu çalışmada, Sivas Demir Çelik İşletmeleri(SİDEMİR) tesisini besleyen temiz hatta Fluke VR1710 gerilim kalitesi kaydedici cihazı bağlanarak birer saniye aralıklarla yaklaşık olarak 32 saatlik değişimler kayıt altına alınmıştır. Elde edilen verilerden, demir çelik işletmesinin temiz hattında gerilim kalitesi incelenmiştir ve güç kalitesi için durum tespiti gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gerilim Kalitesi, Harmonik, Gerilim Kırpışması

## ABSTRACT

Iron and steel industry has become a major sector in recent years in Turkey. Arc furnace. are widely used for metals melting ferrous in steel plants. Arc furnaces is fed to different feeders for the network led by a high power and due to the structure variable resistant in arc furnace power quality is more deterioration, this line is to called a dirty line. Facility operation scrap hall hoists other needed equipment, such as generators, lighting equipment study it is fed to a separate feeder. IN this study, Fluke VR1710 Voltage Quality Recorder device connected to the clean line which supplying to Sivas Iron and Steel Firm(SİDEMİR) plant around a clean line were recorded 32-hour changes as. one-second intervals. The data obtained from a clean line voltage quality of the entity of iron and steel were investigated and conducted due diligence for power quality.

**Keywords:** Voltage Quality, Harmonic, Voltage Flicker

<sup>a</sup>Öğr. Gör., Cumhuriyet Üniversitesi, Divriği Nuri Demirağ Meslek Yüksekokulu, mustafaseker@cumhuriyet.edu.tr

<sup>b</sup> Öğr. Gör., Cumhuriyet Üniversitesi, Divriği Nuri Demirağ Meslek Yüksekokulu,

## GİRİŞ

Elektrik enerjisinin üreticiden son tüketicilere kadar her hangi bir bozulmaya uğramadan iletilmesi gerekmektedir. Üretilen gücün iletim ve dağıtım hatlarıyla dış etkilere maruz kalmadan tüketicilere ulaştırmak elektrik üretim ve dağıtım yapan üreticilerin temel gereksinimidir. Bunun yanında tüketicilerde, iletim ve dağıtım sistemine bağlı yüklerinde kaliteli enerjiyi elektriksel olarak kirlenmemeleri gereklidir (Buhan, 2009). Aksi halde yüklerden birinin şebekede oluşturacağı kirlilik diğer yüklerinde bu kirlilikten etkilenmelerine yol açacaktır.

Güç kalitesi ya da diğer bir ifadeyle enerji kalitesi, şebekede tanımlanan herhangi bir noktadaki gerilimin genlik ve frekans olarak anma değerinin koruması olarak tanımlanır. Bu nedenle bazı kaynaklarda güç kalitesi yerine gerilim kalitesi ifadesi de kullanılır. Güç kalitesindeki temel konu şebekedeki gerilim ve akım değerlerinin uluslararası standartlarda belirtilen sınırlar içerisinde istenilen sinüs dalgasına yakın kesintisiz ve sürekli olarak iletilmedir (Solar, 2007). Güç kalitesinde meydana gelen bozulmalar hem üreticiler hem de tüketiciler için maddi kayıplara ve üretim kayıplarına neden olur.

Güç kalitesindeki temel bozulma türleri kısa ve uzun süreli gerilim değişimleri, harmonik bozulmalar, gerilim dengesizlikleri, şebeke frekansı değişimi, geçici rejimler verilebilir. Bu bozulma türleri içerisinde özellikle harmonik bozulmalar işletme tesisleri için önemli bir problemdir (İnan, 1998). Ayrıca tüketicilerin en çok şikayet ettiği kırıışma problemide güç kalitesi bozulma türleri arasındadır. Kırıışma özellikle şebekedeki gerilimin sürekli olarak değişmesidir. Bu etki daha çok lineer olmayan değişken yüklerden kaynaklı olarak ortaya çıkar.

Yapılan araştırmalar insan gözünün 0.5-25 Hz frekans bandındaki gerilim kırıışmalarını hissedebilir (Kennedy, 2000). Bu nedenle kırıışma olayı çalışanların iş gücü üzerinde rahatsız edici psikolojik etkilere neden olabileceği gibi iş kazalarında dikkatsizliği de

neden olabilir. Ayrıca kırıışma etkisi motor ve jeneratörlerin çalışma performanslarının düşmesine neden olur.

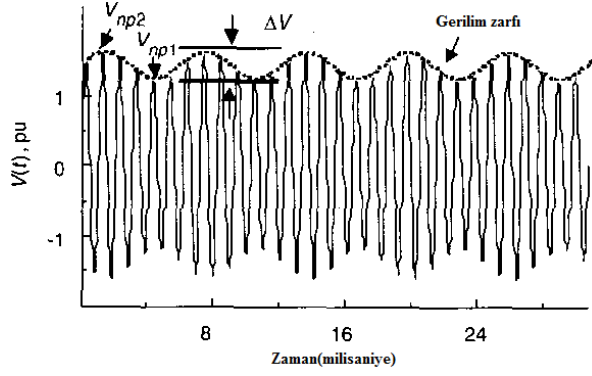
Demir çelik tesislerinde metalin eritilmesi için ark fırınları yaygın olarak kullanılmaktadır. Ark fırını şebekeden yüksek güç çektiği için ayrı fiderden beslenir ve ark fırınına değişken dirençli yapısından dolayı güç kalitesi bozulmaları fazla olduğundan bu hat kirli hat olarak adlandırılır. Tesis işletmesinde diğer ihtiyaç duyulan cihazların hurda holü vinçleri, jeneratörler, aydınlatmalar gibi ekipmanların çalışması ise ayrı bir fiderden beslenir ve bu fider temiz hat fideri olarak adlandırılır. Bu çalışmada, Sivas Demiş Çelik İşletmeleri(SİDEMİR) tesisini beleyen temiz hatta Fluke VR1710 gerilim kalitesi kaydedici cihazı bağlanarak birer saniye aralıklarla yaklaşık olarak 32 saatlik değişimler kayıt altına alınmıştır. Elde edilen verilerden, demir çelik işletmesinin temiz hattında gerilim kalitesi incelenmiştir.

## GERİLİM KIRIŞMASININ MODELLENMESİ

Gerilim kırıışmasının davranışı periyodik değildir. Ark fırını gibi zamanla değişen yükler güç sistemlerinde kırıışmaya neden olur (Wu, 2003). Gerilim kırıışmasının tam bir matematiksel modeli bulunmamakla beraber hesaplaması da oldukça zordur. Buna rağmen gerilim kırıışması keyfi frekans ve genlikli sinüs dalgası olduğu varsayımı ile genlik modülasyonlu dalga olarak modellenebilir. bu varsayımaya dayanarak elde edilen kısa süreli zaman aralığında gerilim kırıışması denklem1' deki ifade ile tanılanır.

$$V(t) = \left\{ A_0 + \sum_{k=1}^m A_k \cos(\omega_{fk} + \phi_k) \right\} \cos(\omega_0 t + \phi_0) \quad (1)$$

Burada  $A_0$  temel bileşen gerilim genliği  $\omega_0$  temel bileşen gerilim frekansı  $\phi_0$  temel bileşenin gerilim faz açısıdır.  $A_k$  k. frekanstaki gerilim kırıışmasının genliği,  $\phi_k$  k. frekanstaki gerilim kırıışmasının faz açısı, m ise temel bileşen dalga şekline dâhil edilecek kırıışma bileşen sayısını gösterir.



**Şekil 1.** Gerilim kırışması dalga formu

Gerilim kırışmasının, kısa süreli gerilim kırışması ve uzun süreli gerilim kırışması olmak üzere iki şekilde tanımlanır. Gerilim kırışması hesaplanmasında en yaygın kullanılan yöntem  $P_{st}=1$  eğrisidir. Bu yöntemde 1 dakika gözlem periyodunda kısa dönem kırışma şiddeti ( $P_{st}$ ) değerleri hesaplanır. Kısa süreli gerilim kırışmasının hesaplanması,

$$P_{st} = \sqrt{\frac{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_{1s} + 0.0675P_{3s} + 0.28P_{10s} + 0.08P_{50s}}{1}} \quad (2)$$

ifadesi ile tanımlanır. Burada  $P_{0.1}, P_{1s}, P_{3s}, P_{10s}, P_{50s}$  çarpanları sırasıyla gözlem periyodu süresi içerisinde zamanın %0.1, %1, %3, %10, %50' sini aşan kırışma seviyesidir (Yörür, 2008).

Uzun süreli kırışma şiddeti ise uzun bir zaman içerisinde ölçülmüş olan kısa dönem kırışma şiddetlerinden hesaplanan bir değerdir. Plt:iki saatlik zaman aralığı boyunca ölçülen (12 ardışık ölçüm)  $P_{st}$  değerlerinden aşağıdaki formül uyarınca hesaplanan fliker şiddeti endeksini,

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} P_{stj}^3} \quad (3)$$

ifadesi ile iki saatlik uzun süreli gerilim kırışması değerleri elde edilir.

## HARMONİKLER VE MODELLENMESİ

Harmonikler temel genlik frekanstaki sinüsoidal sinyalin temel frekansın katları olan frekans değerinde ve farklı genliklerde bileşenler olarak tanımlanır. Elektriksel sistemlerde lineer olmayan yükler harmonik etkilere neden olur. Ve temel frekans ve genlikteki sinyalin fourier açılımı olarak tanımlanır. Toplam harmonik bozulma (THB): Gerilim harmonik bileşenlerinin etkin değerlerinin kareleri toplamının karekökünün, ana bileşenin etkin değerine oranı olan ve dalga şeklindeki bozulmayı ifade eden değeri [7],

$$THB_V = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} (U_h)^2}}{U_1} \cdot 100 \quad (4)$$

Toplam Talep Bozulumu (TTB): Akım harmonik bileşenlerinin etkin değerlerinin kareleri toplamının karekökünün, maksimum yük akımına ( $I_L$ ) oranı olan ve dalga şeklindeki bozulmayı ifade eden değerini [7],

$$TTB = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} (I_h)^2}}{I_L} \cdot 100 \quad (5)$$

ile ifade edilir.

## Gerilim Kalitesinin Değerlendirilmesi

Gerilim kalitesinin belirlenmesinde sisteme ait büyüklerin ölçümü için gerilim kalitesi kaydedici cihazlar kullanılır. "Elektrik İletim Sistemi Arz Güvenirliği ve Kalitesi yönetmeliği" [7], "Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği" [8] ve "Elektrik Piyasasında Dağıtım Sisteminde Sunulan Elektrik Enerjisinin Tedarik Sürekliliği Ticari ve Teknik Kalitesi Hakkında Yönetmeliği" [9] dikkate alınarak, kaydedici cihazlardan elde edilen veriler gerilim kalitesinin belirlenmesinde kullanılır. Elektrik Piyasasında Dağıtım Sisteminde Sunulan Elektrik Enerjisinin Tedarik Sürekliliği Ticari ve Teknik Kalitesi Hakkında Yönetmeliğine göre

gerilim harmoniklerinin ve kırpışma şiddetinin belirlenmesinde kullanılan izin verilen sınır

değerleri sırası ile Çizelge 1 ve Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 1. Gerilim harmonikleri için sınır değerleri

Tek Harmonikler				Çift Harmonikler	
3' ün katı olmayanlar		3' ün katı olanlar			
Harmonik Sırası	Sınır Değer	Harmonik Sırası	Sınır Değer	Harmonik Sırası	Sınır Değer
5	%6	3	%5	2	%2
7	%5	9	%1.5	4	%1
11	%3.5	15	%0.5	6,.....,24	%0.5
13	%3	21	%0.5		
17	%2				
19	%1.5				
23	%1.5				
25	%1.5				

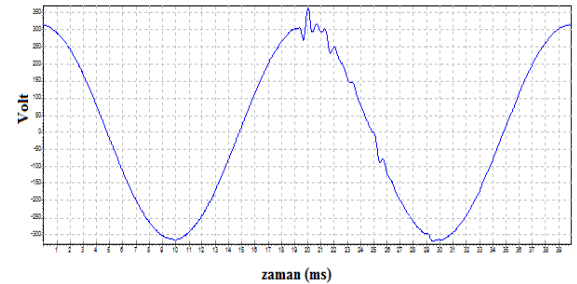
Çizelge 2. İzin verilen azami gerilim kırpışması şiddeti

Gerilim Seviyesi	Kırpışma(Flicker) Şiddeti			
	A <sub>st</sub>	P <sub>st</sub>	A <sub>lt</sub>	P <sub>lt</sub>
V>154 kV	0,61	0,85	0,25	0,63
34.5<V<154 kV	0,91	0,97	0,37	0,72
1 kV<V<34.5 kV	1,52	1,15	0,61	0,85
V<1 kV	1,52	1,15	0,61	0,85

## ÖLÇÜLEN SİSTEME AIT BÜYÜKLÜKLER ÖLÇÜLMESİ VE ÖLÇÜM SONUÇLARI

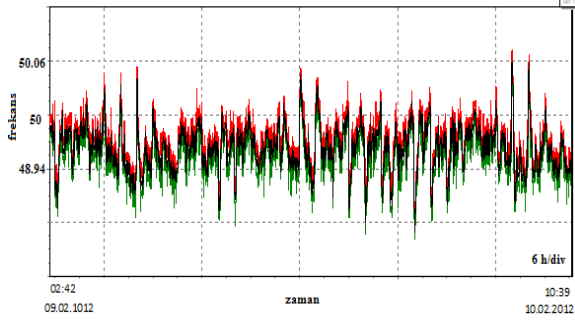
Bu çalışmada, Sivas Demiş Çelik İşletmeleri(SİDEMİR) tesisini beleyen temiz hatta 09.02.1012 tarih, saat 02:42 ve 10.02.2012 tarih, saat 10:39 Aralığında Fluke VR1710 gerilim kalitesi kaydedici cihazı bağlanarak şebekenin bir fazına ait değerler birer saniye aralıklarla(yaklaşık olarak 32 saat) gerilim değişimleri, gerilim değişimine ait istatistikler, gerilime ait geçici durumlar, harmonikler ve frekans değişimleri olarak kayıt altına alınarak ölçüm sonuçları değerlendirilmiştir.

Ölçüm sürecinde 16 adet geçici durum, 1 kısa süreli kesinti tespit edilmiştir. Tespit edilen geçici duruma ait bir örnek Şekil2' de belirtilmiştir.



Şekil 2. Gerilime ait geçici durum dalga formu

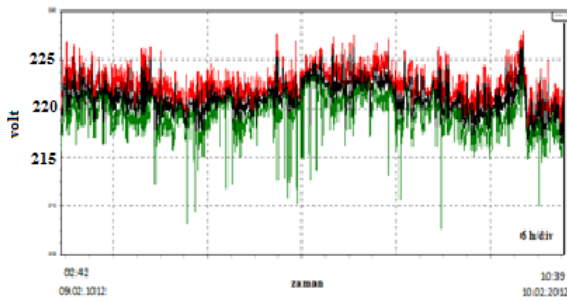
Sisteme ait frekans değişimi Şekil3' de verilmiştir.



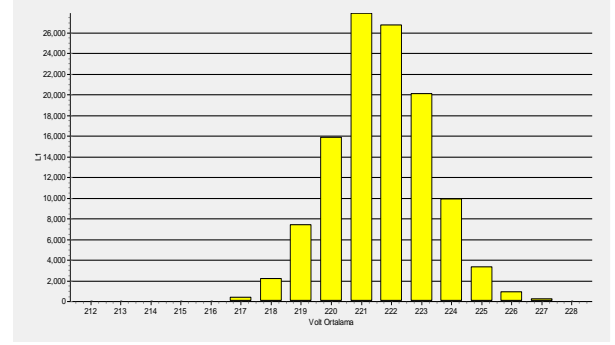
**Şekil 3.** Ölçüm yapılan sisteme ait frekans değişimi(kırmızı maksimum, siyah ortalama, yeşil minimum değerler)

Şekil 3' den frekans değişimlerinin kabul edilebilir aralıktadır görülmektedir.

Ölçüm yapılan sistemime ait gerilim değişim grafiği ve gerilime ait histogram eğrisi sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5' de verilmiştir.

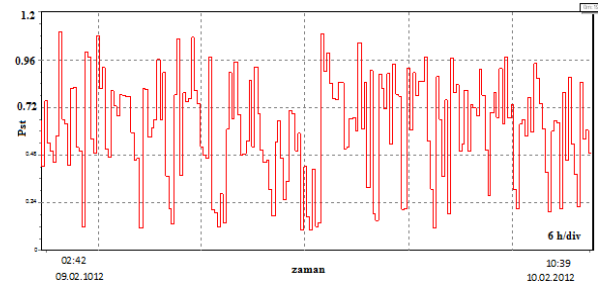


**Şekil 4.** Ölçüm yapılan sisteme gerilim değişimi(kırmızı maksimum, siyah ortalama, yeşil minimum değerler)

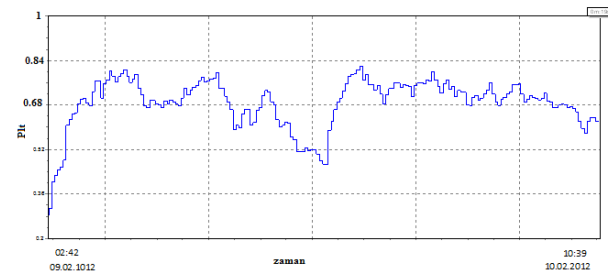


**Şekil 5.** Ölçüm yapılan sisteme gerilimin ortalama değerlerinin histogramı.

Ölçüm yapılan sisteme ait kısa ve uzun süreli kırpışma şiddeti sırasıyla Şekil 6 ve Şekil 7' de gösterilmiştir.



**Şekil 6 .** Ölçüm yapılan sisteme ait kısa süreli kırpışma şiddeti( $P_{st}$ ).

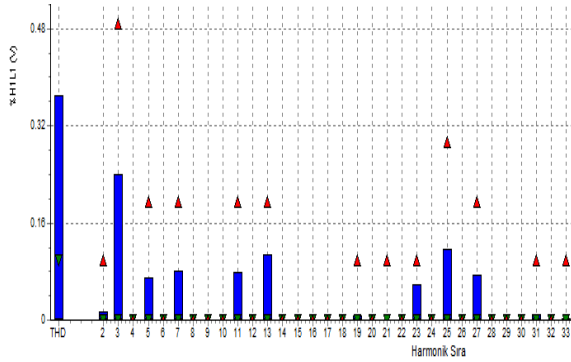


**Şekil 7.** Ölçüm yapıla sisteme ait uzun süreli kırpışma şiddeti( $P_{lt}$ ).

Kırpışma şiddeti incelendiğinde kırpışma şiddetinin istenilen sınırlar arasında olduğu fakat zaman zaman sınır değerine ulaştığı belirlenmiştir. Uzun süreli kırpışma şiddeti de aynı şekilde belirlenen sınır değerler arasında olmasına rağmen zaman zaman sınır değere ulaşmıştır. Kırpışma seviyesinin sınır değere yakın olması Sivas Demir Çelik İşletmesinde

bulunan 60 MVA gücünde bulunan ark fırınından kaynaklanabilir.

Sisteme ait harmonik büyüklükler incelendiğinde harmonik değerlerinin talo 1’de belirtilen sınır değerler içerisinde olduğu belirlenmiştir. Harmonik değerlerine ait ölçüm sonuçları Şekil 8’de belirtilmiştir.



Şekil 8. Ölçüm yapılan sisteme ait harmonik büyüklükler(THD).

## SONUÇLAR

Bu çalışmada, Sivas Demiş Çelik İşletmeleri(SİDEMİR) tesisini besleyen temiz hatta Fluke VR1710 gerilim kalitesi kaydedici cihazı bağlanarak birer saniye aralıklarla yaklaşık olarak 32 saatlik değişimler kayıt altına alınmıştır. Elde edilen verilerden, demir çelik işletmesinin temiz hattında gerilim kalitesini etkileyen temel faktörler bir faz olarak incelenmek sureti ile bir durum analizi oluşturulmuştur.

İnceleme sonucunda sistemde harmonik bozulmanın sınır değerler içerisinde olduğu belirlenmiştir. Kırpışma şiddeti incelendiğinde ise kısa ve uzun süreli kırpışma şiddetinin sınır değerler içerisinde olmakla beraber zaman zaman sınır değere ulaştığı gözlemlenmiştir. Kırpışma şiddetinin lineer olmayan yüklerin neden olduğu gerilim değişimlerinden kaynaklandığı düşünüldüğünde bu etkinin hattaki en fazla güç çeken ve demir çelik işletmesinde bulunan ark ocağının lineer olmayan çalışmasından kaynaklanabilir.

Gelecekte diğer fazlara ait gerilim kalitesinin de analiz edilerek kırpışma nedeninin ark fırından mı yoksa şebekedeki başka yüklerden mi kaynaklandığı incelenmelidir.

## KAYNAKLAR

Buhan, S., (2009), “Güç Kalitesi Parametrelerinin Dalgacık Çözümleme Yöntemleri Kullanılarak Belirlenmesi”, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

İnan, A., Altar, F., (1998), “Elektrik Güç Kalitesi”, Kaynak Elektrik Dergisi, sayı 113, sayfa 85-96

Kennedy B.W., (2000), “Power Quality Primer”, McGraw-Hill, USA

Resmi Gazete, Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği, 25001, 22/01/2003.

Resmi Gazete, Elektrik İletim Sistemi Arz Güvenirliği ve Kalitesi Yönetmeliği, 25639, 10/11/2004.

Resmi Gazete, Elektrik Piyasasında Dağıtım Sisteminde Sunulan Elektrik Enerjisinin Tedarik Sürekliliği, Ticari ve Teknik Kalitesi Hakkında Yönetmelik, 26287, 12/09/2006

Solar, O., Buhan, S., Gültekin, B., Boyrazoğlu, B., İnan, T., Atalık, T., Açık, A., Terciyanlı, A., Ünsar, Ö., Altıntaş, E., Akkaya, Y., Özdemirci, E., Çadircı, I., Ermiş, M., (2007), “Electrical Power Quality of Iron and Steel Industry in Turkey”, IEEE Transactions on Industry Applications In Press.

Wu, C.J., Fu, T.H., (2003), “Effective Voltage Flicker Calculation Algorithm Using Indirect Modulation Method” IEE Proc-Gener, Transm. Distrib., Vol. 150, No 4

Yörür, A., (2008), “Elektrik İletim Hatlarının Güç Parametrelerinin Yazılımla Hesaplanması ve Değerlendirilmesi”, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi