

## ENERJİ KALİTE

**Yapılan çok sayıda araştırma göstermiştir ki, EAF'da yüksek alaşımli alet çeliklerinin eritilme maliyeti, marten fırınlarında hemin çeliklerinin eritilme maliyetinden çok daha düşüktür. Çoğunlukla EAF'ların beslenmesi için sanayi frekanslı AC gerilimler kullanılır.**

### 1. GİRİŞ

Günümüzde elektrik enerjisi, metalurjide oldukça fazla kullanılan enerji türlerinden biridir. Örneğin elektrik direnç fırınlarında, çeliklerin tavlama ve su verme için ısıtılması, yüksek frekanslı fırınlarda su verme ve tavlama, metalerin eritilme ve oksitlendirilmesinin gerçekleştirilmesi v.b.

Yukarıda belirtilen fırınlarda güç elektroniği elemanları kullanıldığından bu fırınlar yüksek harmonikler üreterek [1-3] şebeke geriliminin kalitesini bozar. Ayrıca elektrik ark fırınları değişen parametrelili direnç özelliğine sahip olduğundan şebeke gerilim sapmaları üretir ve bu sapmalar şebekeden beslenen başka yüklerin normal çalışmasına engel olur.

Belirtilen bu durumlara karşılık, elektrik ark fırınlarının (EAF) diğer çelik

EAF'larda işlemler stokastik olduklarından, araştırmada olasılık teorisi geniş olarak kullanılır.

### 2. EAF'LARIN BAZI ÖZELLİKLERİ

EAF'larda ark aralığının iyonlaşmasının değişimi, eritilen metalin buharının, metalin ve curufun erime zamanı hareketi, eritilen metalin yüzeyinde elektrik alan şiddetinin değişimi etkisiyle arkin yer değişmesi, arkin elektromagnetik kuvvetlerin etkisiyle hareketi, elektrotların titreyişi v.b. olaylar, ark akımını değiştiren faktörlerdir. Bu faktörler keyfi karakterli olduklarından akımın değişmesi de keyfi karakterli olur ve

$$U_{ark} = f(I_{ark}) \quad (1)$$

olduğundan, gerilimin değişmesi de keyfi karakterli olur. Bu durumda akım

## Elektrik Şebekelerindeki Gerilim Kalitesinin İncelenmesi

**Arif MEMEDOV**

(İnönü Üniv. Elektrik ve Elektronik Müh. Bölümü)

**Ö. Faruk ÖZGÜVEN**

(İnönü Üniv. Elektrik ve Elektronik Müh. Bölümü)

**Rafik GULUZADE**

(Energetika Fakültesi  
Azerbaycan Petrol Akademisi Bakü)

eriten fırınlardan pek çok üstünlükleri mevcuttur [1, 2]. Bunlar, yüksek alaşımli alet çeliklerini, paslanmayan, ısı dayanıklı ve ateşe devamlı, aynı anda birkaç konstrüksiyon çeliklerini eritebilme özellikleridir.

Bu konuda önceden yapılan çok sayıda araştırma göstermiştir ki, EAF'da yüksek alaşımli alet çeliklerinin eritilme maliyeti, marten fırınlarında hemin çeliklerinin eritilme maliyetinden çok daha düşüktür.

Çoğunlukla EAF'ların beslenmesi için sanayi frekanslı AC gerilimler kullanılır. Fırınların gücüne bağımlı olarak gerilim üç veya bir fazlı olabilir. Arkın kararlı çalışmasında DC gerilim ve akımların kullanılması daha iyi sonuçlar verir. Yariletkenler tekniğinin gelişmesi DC gerilimlerin kullanılmasını kolaylaştırmıştır. Her iki durumda kısa devre ve metal eritme işleminin otomatik kontrolü kolay bir şekilde gerçekleştirilir.

Bunlara karşılık EAF'ların çalışmasında bir sıra yetersizlik, gerilim sapması, yüksek harmonikli bileşenler, simetrik olmayan durumlar, güç katsayısının küçük olması v.b. durumlar fırınların çalışmasını zorlaştırır.

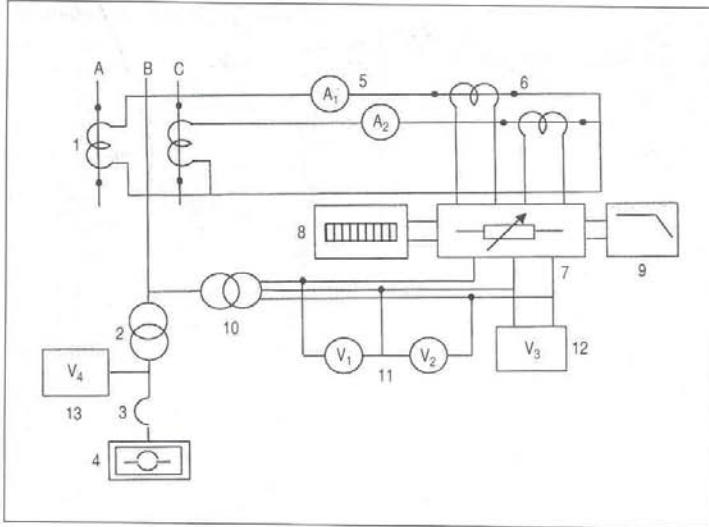
ve gerilim değişimlerini deneme yolu ile incelemek mümkündür. Burada EAF'daki işlemleri incelemek ve onların şebekeye etkisini küçültmek amacıyla Bakü Çelik Eritme Fabrikasındaki DCII-5 tipindeki EAF'larından yapılmış deneysel işlemlerin bazıları göz önüne alınmıştır.

### 2. 1 Deneysel işlemler

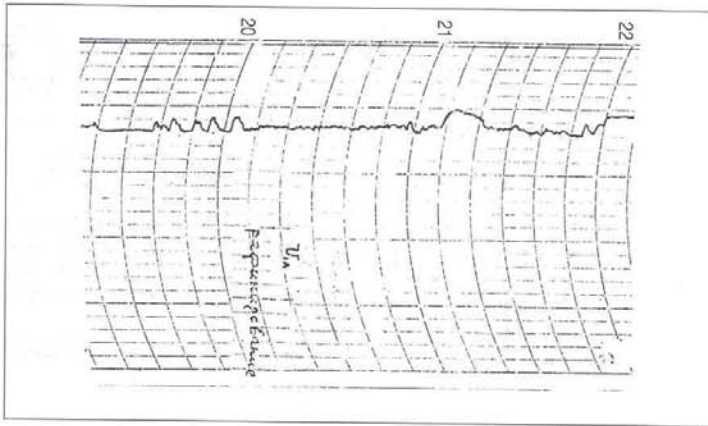
Deneyler Şekil-1'de gösterilen şema ile gerçekleştirilmiştir.

Şemada aşağıdaki cihazlar kullanılmıştır.

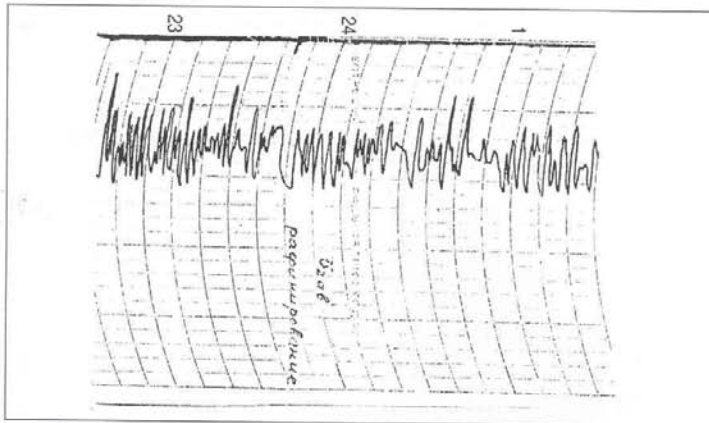
1. Fabrikanın yüksek gerilim girişindeki akım ölçü trafoları,
2. Fırın transformatörü,
3. Kısa devre,
4. DCII-5 ark fırını,
5. Fabrika yüksek gerilim girişindeki ölçü ampermetreleri,
6. İ54 akım trafoları,
7. P-155 ilave dirençler ve şöntler,
8. CAKH-1 gerilim kalitesinin statik analizatörü, 9. C5-3 alçak frekans statik analizatörü.



Şekil: 1- Cihazların bağlantı şeması



Şekil: 2.a- Erime- primer



Şekil: 2.b- Erime- sekonder

9. C5-3 alçak frekans statik analizatörü,

10. 6000/100 gerilim ölçü trafosu,

11. Kontrol voltmetreleri,

12. H-344 kaydedici voltmetre.

Ark trafolarının primer ve sekonder sargılarındaki gerilim sapmalarının incelenmesi için iki fırının aynı anda çalışması durumunda yazıcı voltmetrelerde görülen değerler Şekil 2 ve 3'te gösterilmiştir. 2a ve 2b şekillerinde metal eritilmesi, 3a ve 3b şekillerinde ise metalin oksitlendirilmesi sırasındaki gerilim sapmaları görülmektedir. Gerilim sapmalarının incelenmesi için CAKH-1 gerilim kaliteliliğin statik analizatörü kullanılmıştır. Şekil 2 ve 3'te verilen gerilim eğrileri fırınların yüksek gerilim şebekelerinde oluşturdukları yüksek harmonikleri incelemek için kullanılır.

Eritme sırasında, metal eridikçe elektrotların etrafında kuyular oluşur. Bu kuyuların duvarları yıkıldığında ise elektrotla metal kısa devre olur ve üç fazlı fırınları besleyen şebekelerde hem simetrisizlik hem de akım sapmaları oluştuğundan, ark geriliminde de büyük sapmalar alınır. Oksitlendirmede ise fırına uygulanan gerilimin fazları kısmen simetrik olduğundan büyük gerilim sapmaları alınmamaktadır.

İki fırının aynı anda çalışması sırasında gerilim sapmalarını incelemek için, No:4 fırınında oksitlendirme, No:3 fırınında ise eritme işlemi yapılırken CAKH-1 cihazı ile yapılan ölçümlerin sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Fırın transformatörünün sargıları Y/Δ bağlandığından 3 ve 3'e bölünen harmonikler şebekeye iletmez.

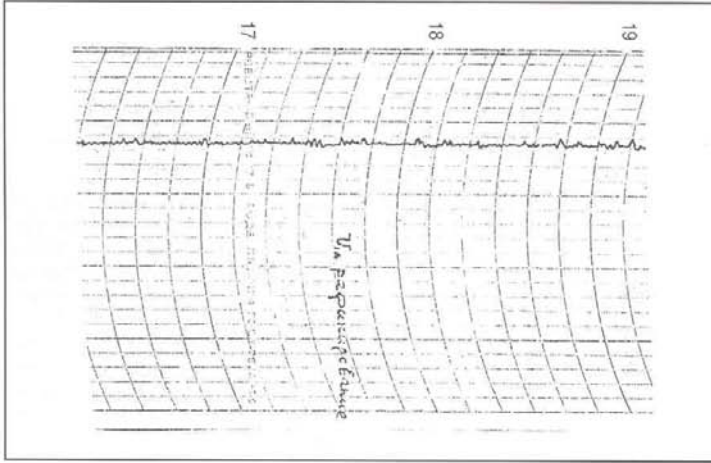
## 2. 2. Deney sonuçlarının incelenmesi

Tablo 1'den her bir aralık değeri için,

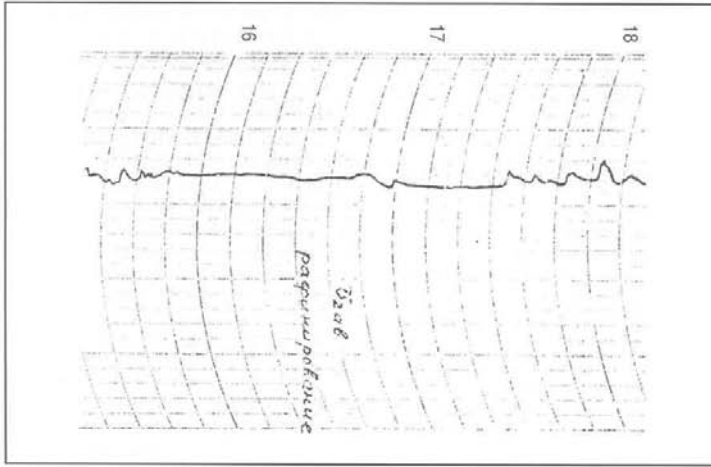
$$P_1 = \frac{M_1}{\sum_{i=1}^8 n_i}$$

formülüne göre sayaç değerlerinin olasılıkları bulunarak Tablo 2'ye yazılır.

Tablo 2'de alınmış sonuçlara göre aşağıdaki histogram çizilir. (Şekil 4)



Şekil: 3.a- Oksitleştirme- primer



Şekil: 3.b- Oksitleştirme- sekonder

Tablo: 1- CAKH-1 cihazının ölçüm değerleri

Sayaçların Numaraları ve Ölçüm Değerleri	Ölçüm Tarihi ve Saati		Akım Sınırlarının Değerleri (%)	
	3.06.89 16:50	3.06.89 21:30		
1	3277	3282	-5	-3.75
2	1071	1077	-3.75	-2.5
3	3899	3902	-2.5	-1.25
4	0434	0440	-1.25	0
5	7187	7225	0	+1.25
6	1098	1109	1.25	2.5
7	6443	6443	2.5	3.75
8	1760	1760	3.75	5

Tablo: 2. Olasılık değerleri

Sınırların Aralık Değerleri		Olasılık (P)
-5	-3.75	0.072
-3.75	-2.5	0.087
-2.5	-1.25	0.043
-1.25	0	0.087
0	1.25	0.551
1.25	2.5	0.159
2.5	3.75	0
3.75	5	0

Tablo: 3. Histogramın sayısal değerleri

Sayaç No	Aralık Numaraları (W)	Olasılık (P)	Aralık Ort. Değerleri
1	-3	0.072	-4.375
2	-2	0.087	-3.125
3	-1	0.043	-1.875
4	0	0.087	-0.625
5	1	0.551	0.625
6	2	0.159	1.875
7	3	0	3.125
8	4	0	4.375

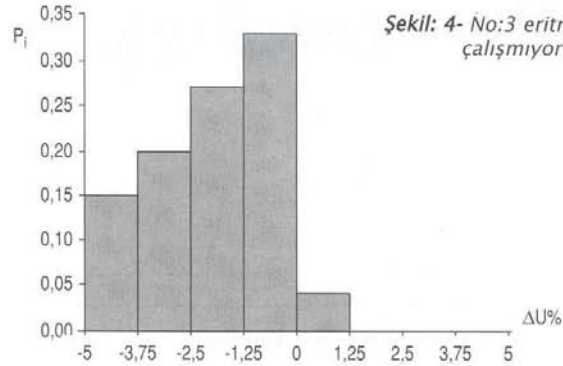
hesaplanması gerekir. Bunun için grafiğin aralıkları,  $\Delta U\%$ 'nin ortaya yakın değeri sıfır olacak şekilde belirlenir. (Tablo 3).

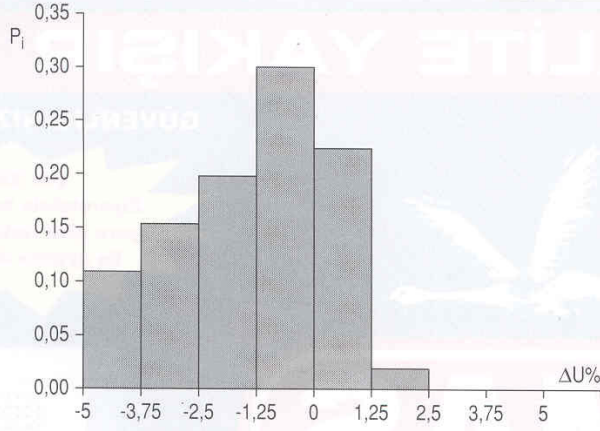
Bazı aralık değerlerinin hesaplanması;

$$A = \sum_{i=1}^8 P_i W_i = -0.072 \times 3 - 0.087 \times 2 - 0.043 \times 1 + 0.087 \times 0 + 0.551 \times 1 + 0.159 \times 2 = 0.436$$

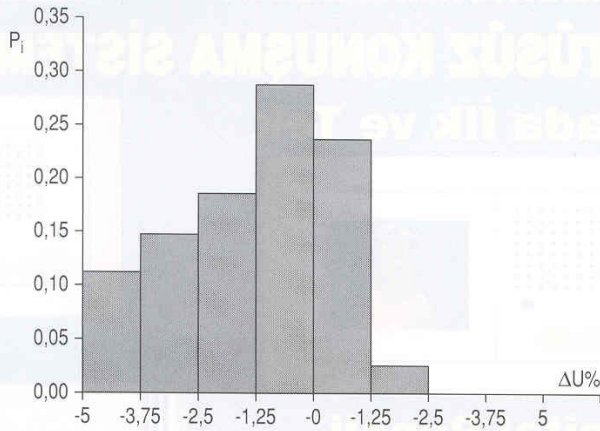
Gerilim sapmalarının şebekeye olan etkilerini bulmak için çizilen histogramın sayısal değerlerinin

Şekil: 4- No:3 eritme-No:4 çalışmıyor

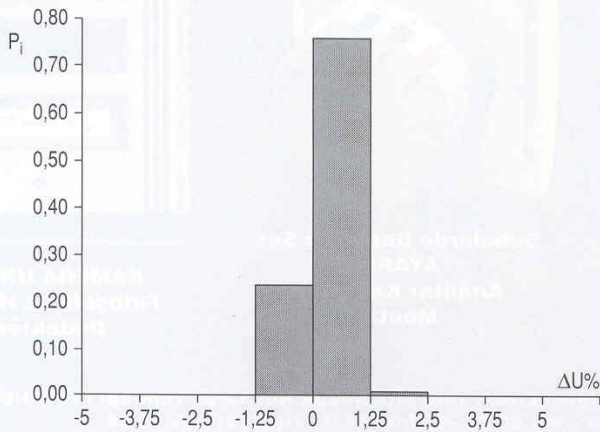




Şekil 5- No:3 eritme-No:4 oksitleştirme



Şekil 6- No:3 eritme-No:4 eritme



Şekil 7- No:3 çalışmıyor-No:4 eritme

$$\overline{D}_a = \sum_{i=1}^8 P_i W_i^2 - (A)^2 = -0.072 \times 9$$

$$-0.087 \times 4 - 0.043 \times 1 + 0.551 \times 1 + 0.159 \times 4 - 0.436^2 = 2.0359$$

%'de olarak gerilimin matematiksel ifadesi;

$$U = U_0 + \Delta U.A = -0.625 + 1.25 \times 0.436 = \%0.08$$

(%)<sup>2</sup>'de olarak gerilim sapma dispersiyonu;

$$D = \Delta U^2 \cdot D_a - \frac{1}{12} = (1.25)^2 \times 2.$$

$$.0359 - \frac{1}{12} = 3.098 (\%)^2$$

%'de olarak standart sapma;

$$\sigma = \sqrt{D} = 1.76011\%$$

(%)<sup>2</sup>'de olarak gerilim değişimi;

$$N = D + (\overline{U})^2 = 3.107 (\%)^2$$

Anlatılan bu yöntemle No:3 ve No:4 fırınlarının çeşitli çalışma durumları için elde edilen histogramlar yanda verilmiştir (Şekil 4, 5, 6, 7)

### 3. SONUÇLAR

Deneyin sonuçlarında en fazla sapma  $-1.25 - 0$  aralığında alınır. Yukarıdaki şekillerden görüldüğü gibi olasılık 0.3 civarındadır. Bu değer standart değerden biraz büyüktür. Şekil 7'de ise ancak bir fırın çalıştığında sapmanın olasılığı 0.5'in üzerindedir ve bu değer standart sapma değerinden büyüktür.  $-1.25 - 0$  aralığında ise 0.2 olasılığı standart değer altındadır. Yani tek bir fırın çalışırsa sapma olasılığı bazı durumlarda standart değerden büyük olmaktadır. Birkaç fırın birlikte çalıştırılırsa gerilim sapsmaları standart değer etrafında salınımlı olarak değiştiğinden, fırınların bağlı olduğu şebekelerde belirtilen bu durumlar için önlem alınması gerekmektedir.

### KAYNAKÇA

[1] Leuşin A.I., "Ark Yanması (Rusça)", Metalurji Basım Evi, Moskova, 1975.

[2] "Ark Isınması ve Yeni Isınma Türleri (Rusça)", Elektrik Isınma, VII Uluslararası Kongresi, Moskova, 1975.

[3] Arrillage J., Bradley D.A. and Bodler P.S., "Power System Harmonic", Wohm Wiley S. Sons, 1985. ●