

# Elektrik Motorlarında Titreşim Analizi: Rotor-Stator Arızası

Onur Rızvan\*

*Elektrik motorlarında birden fazla nedenden dolayı arıza yaşanabilir. Ancak bazı problemler de sadece elektrik motorlarına aittir. Bu çalışmada, titreşim analizi yöntemi kullanılarak Ovacık Altın Madeni işletmesinde kullanılan bir elektrik motorundaki arızanın, motor durdurulmadan tespiti ve planlı bakımı konusu ele alınmıştır. Elektrik motoruna ait bilgiler, titreşim analizi için kullanılan spektrum örnekleri ölçümlerle birlikte anlatılmıştır. Bakım esnasında tespit edilen arızanın asıl nedeni, ölçüm ve edinilen bulgular ile kıyaslanmıştır.*

## 1. GİRİŞ

Elektrik motorlarında titreşim analizi ile arıza tespiti yapmak diğer ekipmanlara göre daha hassas bir inceleme gerektirir. Motora bağlı olan redüktör, pompa, kaplin vb. elemanların titreşimlerinden de kaynaklanan piklerin spektrumunda görülebileceği gibi; motorlara ait gevşek stator sargısı, değişken hava boşluğu, rotor problemleri, laminelerdeki problem, faz problemleri vb. arızalar olduğunda da spektrumda yoğun

bir dağılma görülmesi muhtemeldir. Bu gibi sorunlardan dolayı oluşabilecek pikler, spektrumların daha dikkatli incelenmesini gerektirmektedir. Motorlarda oluşan arızaların asıl nedenine inilmesinde sadece rulman arızası odaklı bakış açısı sorunun tespitinde yanımlara yol açabilir.

Bilindiği üzere rotor sözcüğü, makinelerin dönen kısmını tanımlamak için

kullanılır. Öte yandan, stator kelimesi ise dönel makinelerde dönmeyen sabit kısım anlamına gelir. Elektrik motorlarında oluşan manyetik alan, rotorda bir tork meydana getirir. İstenen mekanik enerji, yani dönme hareketi bu şekilde sağlanmış olur. Dolayısıyla bu çalışma, elektrik motorunun parçalarından olan rotor bar-statorda tespit edilen sorunu/arızayı açıklamaktadır.



Resim 1. Tank Karıştırıcısı Elektrik Motoru

\* Bakım Planlama Şefi, Koza Altın İşletmeleri, Bergama, İzmir - onurrizvan@hotmail.com.

## 2. ELEKTRİK MOTORUNA AİT VERİLER

45 Kw güçte 1475 d/d hızda çalışan asenkron elektrik motorundan periyodik olarak titreşim ölçümleri alınmıştır.

## 3. TİTREŞİMİN ANALİZİ

Motordan elde edilen spektruma baktığımızda, toplamda 4-5 gE seviyesinde ve 1x ve 2x pikleri ile birlikte, en yük-

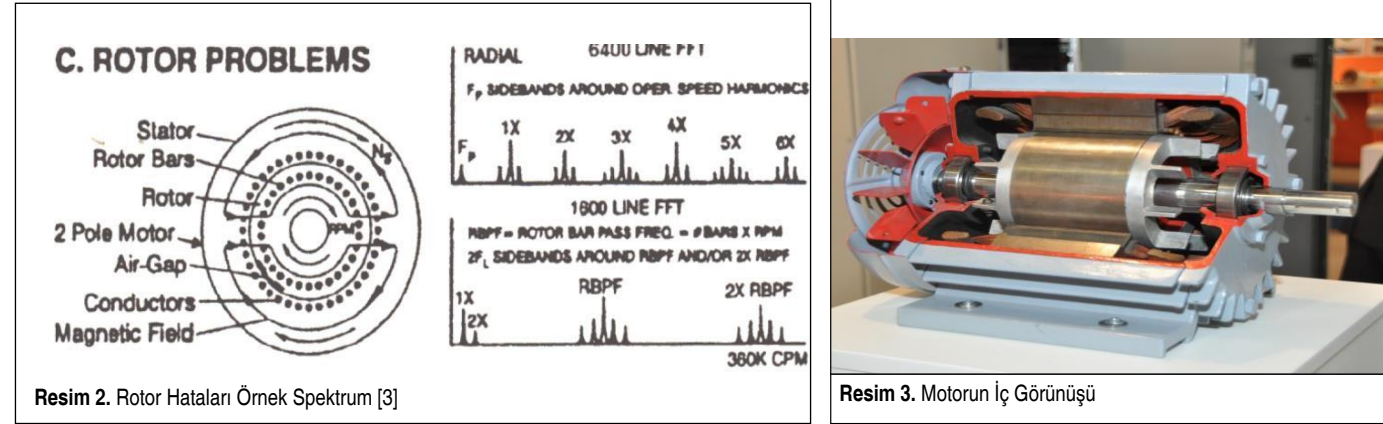
sek pik, aşağıda, spektrumda 120.000 ile 140.000 CPM (rpm) arasında olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 1'de, RBPF (rotor bar pass frequency= no of bars xRPM = 47 (rotor bar sayısı) x 1475 rpm = 69.325 RPM. 2xRBPF=138.650 CPM ile bu frekans civarında pik dağılımı olduğu anlaşılmıştır.

Şekil 2'de, devrin katları 1x, 2x, 3x... ile rulmanda boşluklu çalışma durumu görülmektedir.

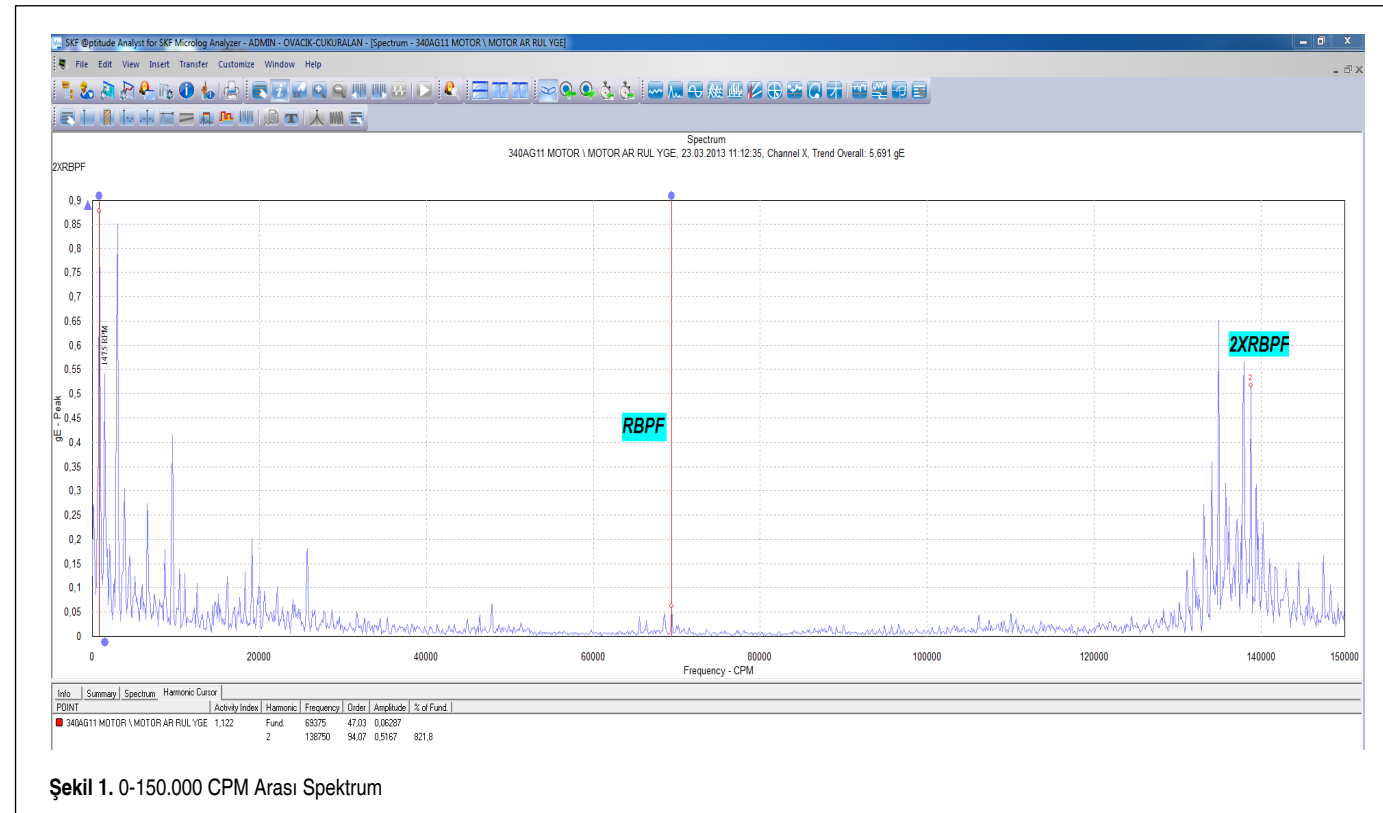
## 50 Hz olan şebeke için, Fl= 3000 rpm

Elektrik motorunda belli analizler yapıldıktan ve sorunun asıl sebebi anlaşıldıktan sonra elektrik motoru bakıma alınmıştır. Bakım esnasında, motorun rotor ve stator parçalarında bir dizi hasar tespit edilmiştir (Resim 5-6).

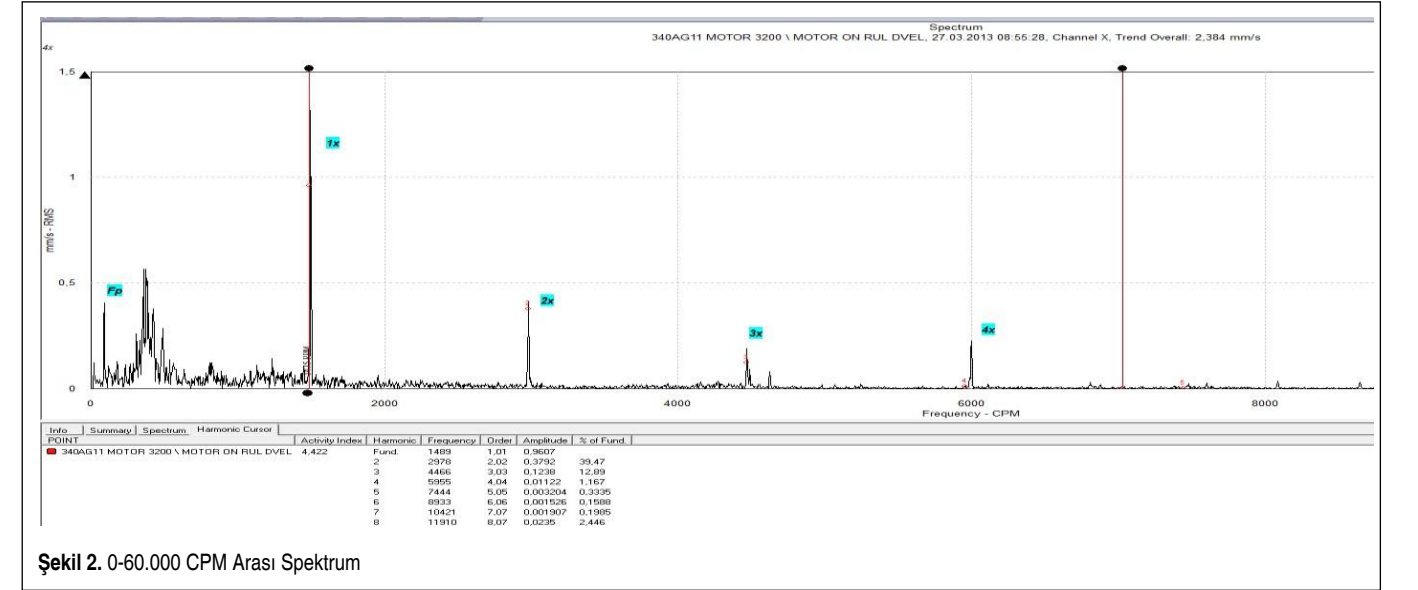


Resim 2. Rotor Hataları Örnek Spektrum [3]

Resim 3. Motorun İç Görünüşü



Şekil 1. 0-150.000 CPM Arası Spektrum



Şekil 2. 0-60.000 CPM Arası Spektrum

## B. ECCENTRIC ROTOR (Variable Air Gap)

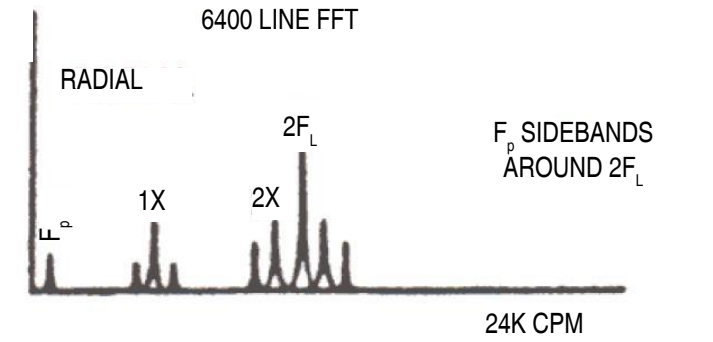
$$F_L = \text{Electrical Line Freq.} = 50 \text{ Hz}$$

$$N_s = \text{Synch. Speed} = \frac{120F_L}{P} = 1500 \text{ rpm}$$

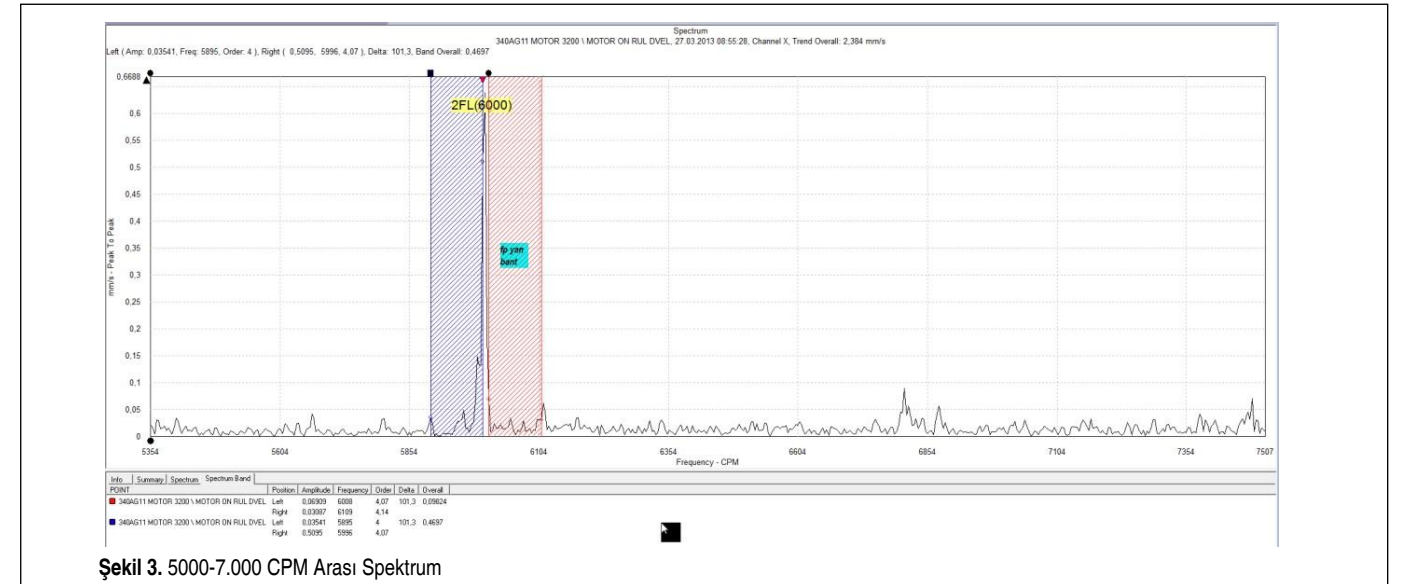
$$F_s = \text{Slip Freq.} = N_s - \text{RPM} = 25 \text{ rpm} \text{ (1475)}$$

$$F_p = \text{Pole Pass Freq.} = F_s \times P = 100 \text{ rpm}$$

$$P = \text{\#Poles} = 4$$

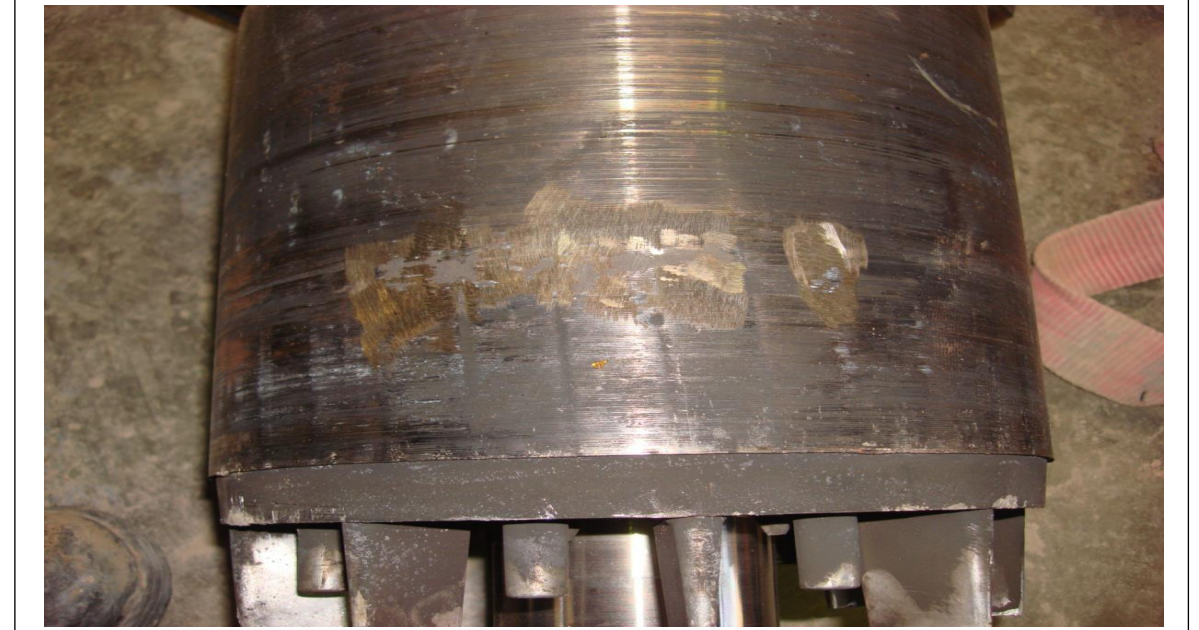
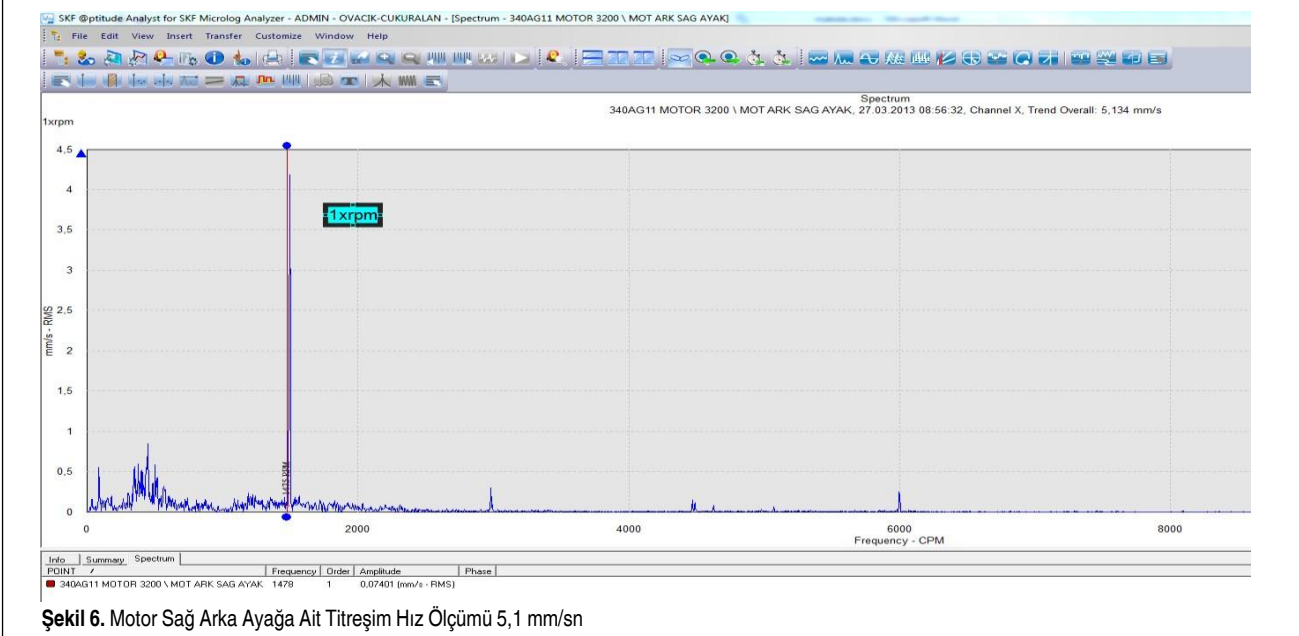
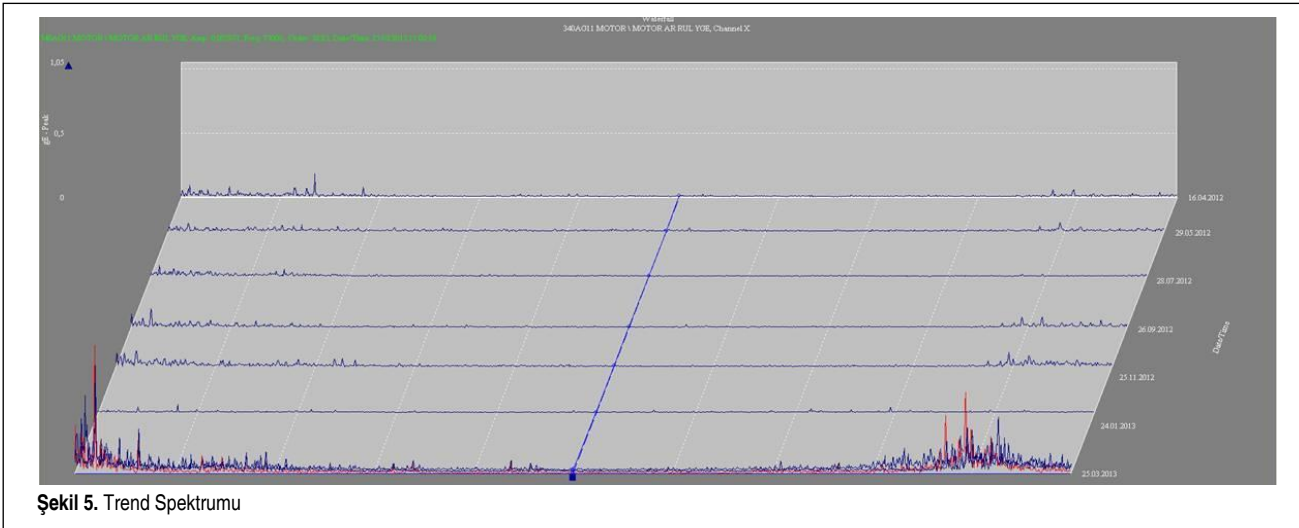
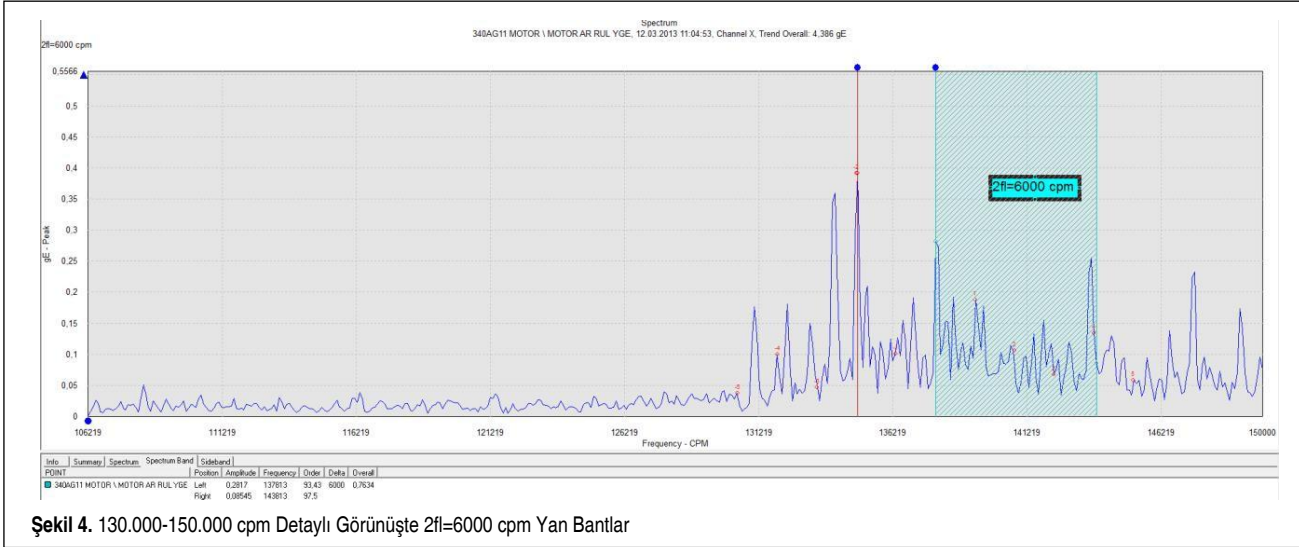


Resim 4. Rotor Hataları Örnek Spektrum-Eksantriklik, Değişken Hava Boşluğu [2]



Şekil 3. 5000-7.000 CPM Arası Spektrum





#### 4. SONUÇ

Motorun bakımı esnasında rotor ve statorda tespit edilen sorunlar/arızalar aşağıda sıralanmıştır.

- Motora ait rotor ve statorda sürtünmeden kaynaklı hasarlar gözlenmiştir.
- Rulman dış bileziğinin süreç içinde yatağında gevşediği; ancak bu gev-

şemeye rağmen çalışmasını devam ettirdiği gözlemlenmiştir.

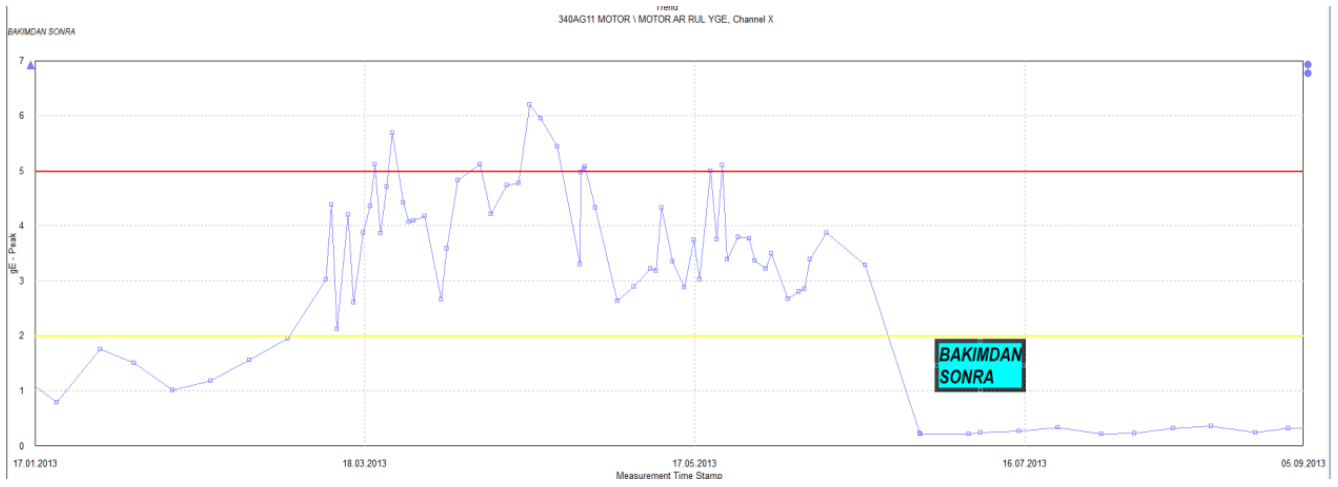
- Bakımdan önceki ölçümlerde, motora ait sağ ayakta 5,1 mm/sn'lik 1x motor devri katında total ayak kaynaklı yüksek titreşim görülmüştür.
- Rulmanın gevşemesi ile birlikte, total ayak kaynaklı rotor-stator arası boşlukta değişkenlik ve sürtünme, buna bağlı olarak da arızanın ortaya

çıktığı tespit edilmiştir. Bu arızayı gidermek için de rotor ve stator değişimi yapılarak rulman yatak toleransı kontrol edilmiştir ve motor test için servise gönderilmiştir.

Bakımda yedek motor montajı yapılmıştır. Bakım sonrası radyal yatay gE titreşim, 0,2 gE seviyelerinde ölçülmüştür. Aşağıda, trend olarak görülebilir.

Günümüzde kestirimci bakım anlayışı

Date/Time	Summary	Overall	Positi...
27.06.2013 14:07:38	FFT, Overall, Time	0,219 gE	99
27.06.2013 09:32:43	FFT, Overall, Time	0,231 gE	100
17.06.2013 11:12:51	FFT, Overall, Time	3,286 gE	101
10.06.2013 11:09:15	FFT, Overall, Time	3,879 gE	102
07.06.2013 10:34:28	FFT, Overall, Time	3,386 gE	103
06.06.2013 11:13:57	FFT, Overall, Time	2,849 gE	104
05.06.2013 09:39:54	FFT, Overall, Time	2,800 gE	105
03.06.2013 11:20:28	FFT, Overall, Time	2,668 gE	106
31.05.2013 09:50:36	FFT, Overall, Time	3,497 gE	107
30.05.2013 10:32:48	FFT, Overall, Time	3,222 gE	108
28.05.2013 10:22:26	FFT, Overall, Time	3,368 gE	109
27.05.2013 10:18:20	FFT, Overall, Time	3,768 gE	110
25.05.2013 09:41:50	FFT, Overall, Time	3,791 gE	111
23.05.2013 10:53:32	FFT, Overall, Time	3,389 gE	112
22.05.2013 11:00:22	FFT, Overall, Time	5,097 gE	113
21.05.2013 11:06:28	FFT, Overall, Time	3,757 gE	114
20.05.2013 10:19:23	FFT, Overall, Time	5,002 gE	115
18.05.2013 09:59:34	FFT, Overall, Time	3,027 gE	116
17.05.2013 09:55:06	FFT, Overall, Time	3,739 gE	117
15.05.2013 13:32:18	FFT, Overall, Time	2,880 gE	118
13.05.2013 11:10:54	FFT, Overall, Time	3,344 gE	119
11.05.2013 09:46:29	FFT, Overall, Time	4,331 gE	120
10.05.2013 10:39:03	FFT, Overall, Time	3,182 gE	121
09.05.2013 09:47:21	FFT, Overall, Time	3,224 gE	122
06.05.2013 10:48:36	FFT, Overall, Time	2,892 gE	123
03.05.2013 10:05:58	FFT, Overall, Time	2,626 gE	124
29.04.2013 11:12:22	FFT, Overall, Time	4,334 gE	125
27.04.2013 12:08:49	FFT, Overall, Time	5,077 gE	126
27.04.2013 09:08:34	FFT, Overall, Time	5,034 gE	127



Şekil 7. Ekipmanın Bakımdan Önceki ve Sonraki Titreşim Değerleri

şı ile ekipmanın arızalarının önceden tespiti yapılmaktadır; ancak bakımcıların bu doğrultuda geliştirmesi gereken yönü, aynı arızanın bir daha tekrarlamamasının sağlanması olmalıdır. Bu nedenle, son yıllarda, kestirimci bakımın geliştirilmiş aşaması olan güvenilirlik esaslı bakım felsefesi yaygınlaşmaktadır. Güvenilirlik esaslı bakımda, arızanın mutlaka asli nedeninin bulunması ve doğru zamanda müdahale önem arz etmektedir.

## KAYNAKÇA

1. Koza Altın İşletmeleri, Ovacık Altın Madeni, Bakım Bölümü, Titreşim Analizi ile Bulunan Arızalar Arşivi, Şirket İçi Yayın.
2. James, T. 2003. The Vibration Analysis Handbook: A Practical Guide For Solving Rotating Machinery Problems, ISBN: 0-9640517-2-9, USA.
3. <http://www.vibanalysis.co.uk/vibanalysis/electrical/electrical.html>, son erişim tarihi: 01.07.2015.
4. [http://people.ucalgary.ca/~aknigh/electrical\\_machines/induction/basics/images/photos/cutaway.jpg](http://people.ucalgary.ca/~aknigh/electrical_machines/induction/basics/images/photos/cutaway.jpg),
5. <http://www.plantengineering.com/single-article/motor-base-support-and-alignment/1a115492b4599d03d768070cec677543.html>, son erişim tarihi: 10.06.2015.
6. <http://www.mobiusinstitute.com/uploadedfiles/9d90bd4.pdf>, son erişim tarihi: 05.06.2015.
7. [http://reliabilityweb.com/index.php/print/a\\_closer\\_look\\_at\\_air\\_gap\\_eccentricity](http://reliabilityweb.com/index.php/print/a_closer_look_at_air_gap_eccentricity), son erişim tarihi: 05.06.2015. ■