

genelde THD_v'ye göre yapılır. Önemli bir gerilim harmoniğine neden olmayan yüksek bir THD_i'ye izin verilebilir THD kavramı, ısınma ve kayıplar gibi etkileri içermektedir. Akım ve gerilimdeki bozulmalar Aktif güç (P) ve reaktif güç (Q) etkilemektedir. Sistemde harmoniklerin yarattığı distorsiyon gücü dediğimiz (D) adında yeni bir bileşen hesaplamalara katılmalıdır. Bu değer hiç bir aktif güç oluşturmamakla birlikte değişik frekanslarda akımın ve gerilimin değerlerinin vektörel çarpımına eşittir. Buradan , (S) görünür güç ;

$$S = [P^2 + Q^2 + D^2]^{1/2} \quad (8)$$

olarak hesaplanır

3. Harmoniklerin İşletmelerdeki Etkileri

İşletmelerde kullanılan elektrik ekipmanların bir çoğu harmonik akım kaynağıdır. Bunlardan başlıcaları yarı iletken eknolojisi ile yapılan (IGBT, tristör ,triyak) hız kontrolcular , softstart devreleri ,doğrultucular , kaynak makinaları, doyma bölgesinde çalışan transformatörler, kesintisiz güç kaynakları ,bilgisayar ve yazıcılar , faks makinaları , elektrik balastlı fluoresan lambalar, ark fırınlarıdır. Bunların sistemler üzerinde yaptığı etkiler : Kayıpların artması ve cihazlarda aşırı ısınma , şalter röle ve kesicilerde hatalı açmalar , motorlarda aşırı ısınma ve tork problemleri, elektronik kart arızaları kompanzasyon kondansatörleri üzerinde kapasite kaybı ve bozucu etkisi, rezonans problemleridir[7].

Harmonikler transformatörlere iki şekilde etki ederler. Akım harmonikleri bakır kayıplarında artışa , gerilim harmonikleri ise demir kayıplarında artışa neden olurlar. Her iki durumda da transformatörde ek ısınmalar oluşur. Kondansatör gruplarında paralel bağlı gruplarda harmoniklerin sebep olduğu rezonans olayları sonucunda oluşan aşırı gerilim ve akımlar kondansatörlerde ısınmaya neden olur. Ayrıca, gerilim zorlamalarını artırarak ömürlerini kısaltırlar. Güç elektroniği elemanları harmonik bozulmaya karşı çok duyarlıdır. Bu elemanların düzenli çalışmaları gerilim sıfır geçişlerinin doğru belirlenmesine bağlıdır. Harmonik bozulmalarının bu noktaları kaydırması sonucu oluşan komutasyon hataları elemanların çalışmasını olumsuz etkiler. Harmonik akımları anahtarlama elemanlarında, ısınma ve kayıpları artırma yoluyla, anahtarın akım kesme yeteneğini etkileyebilir. Etkin harmonik akımları nedeniyle söndürme bobinlerinin düzensiz çalışması sonucu devre kesicileri akımları kesemezler. Tristör kontrollü hız kontrol cihazlarında da harmoniklerin bir takım olumsuz etkileri bulunmaktadır. Tristörlerin tetiklenmesinde kapı devrelerinde gecikmeler ve hatalar meydana getirmesi buna örnek verilebilir.

4. Çalışan Bir Fabrikada Harmoniklerin Modellenmesi

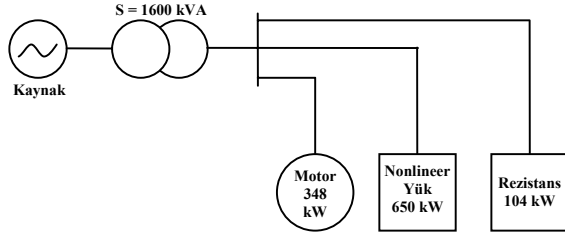
Burada mevcut çalışan bir fabrikada motorlardan, invertörlerden ve resistanslardan oluşan bir sistem ele alınarak harmonik analizi yapılmıştır. Sistemin tek hat şeması ve Matlab/Simulink Model şeması Şekil 1 ve 2 gösterilmiştir. Bu analiz için kullanılan Matlab/Simulink programında sistemde çalışan 16 adet elektrik motoru önce tek tek modellenmiş ve buna göre simülasyon sonuçları alınmıştır (Şekil3). Şekil4'te sisteme bağlı bulunan 16 adet motor tek bir motor olarak düşünülerek simülasyon sonuçları verilmiştir. Bu iki durumdaki simülasyon sonuçlarının birbirinin aynı olduğu görülmektedir. Şekil5'te ise Sistemin tamamının (resistans ve nonlinear yükler) modellenmesiyle elde edilen dalga formları ve harmonik bileşenleri görülmektedir.

5.Sonuçlar

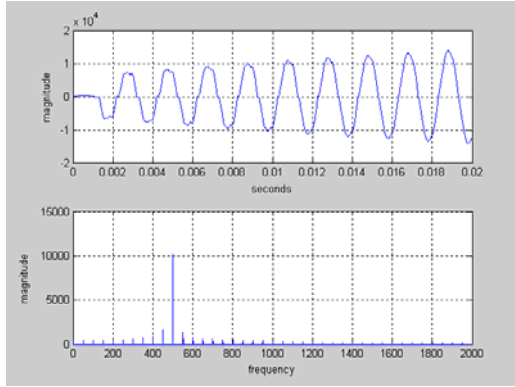
Bu çalışmada gerçekte çalışan bir işletmenin Matlab/Simulink programı kullanılarak harmonik analizi yapılmıştır. Simülasyonlarda tamamen gerçek veriler kullanılmış ve buna göre sonuçlar elde edilmiştir. Fabrikalarda kurulu sistemler harmonik yönünden incelenmek istendiğinde Matlab/Simulink programı yardımıyla bu tür modelleme ve analizler kolaylıkla yapılabilir. Elde edilen sonuçlardan sistem harmoniklerini söndürecek bir filtre tasarımı yapılarak işletmenin ihtiyaç duyduğu sabit bir gerilim ve düzgün bir dalga şekli elde etmek mümkün olacaktır.

6.Kaynaklar:

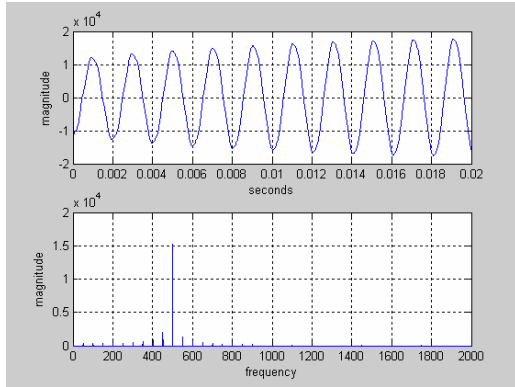
- [1] T.J.E. Miller , Reactive Power Control in Electric Systems. A Willey – Interscience Publication , John Wiley & Sons , 1982
- [2] R. P. Stratford “*Rectifier Harmonics in Power Systems*” IEEE/ Ins Tran. Vol. IA-16 , no.2 , March / April 1980
- [3] D.D. Shipp “*Harmonic Analysis and Suppression for Electrical Systems Supplying Static Power Converters and other Nonlinear loads*”IEEE/ IAS Tran. , vol.IA-15 , n0.5 , Sept./Oct. 1979
- [4] Joseph , S. , etal , Subjack , J.S.,1990 “*Harmonics- Causes , Effects , Measurement and Analysis , An Update*” IEEE/ Trans. On Industry Application , vol IA-26 , no.6 , pp.1034-1041
- [5] Freund , A., March 1988. “*Nonlinear Loads Mean Trouble*”, EC&M, pp.83-90
- [6] J.Arrilaga ,Power System Harmonics , John Wiley and Sons. , 1985
- [7] F.Z. Peng , H. Akagi , and A.Nabae , “*A New Approach to Harmonic Compensation in Power Systems*” IEEE/IAS Annual Meeting , pp.874 , 1988



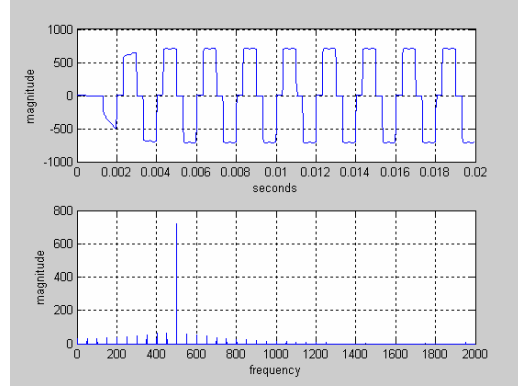
Şekil1.Harmonik İncelemesi Yapılan Sistemin Tek Hat Şeması



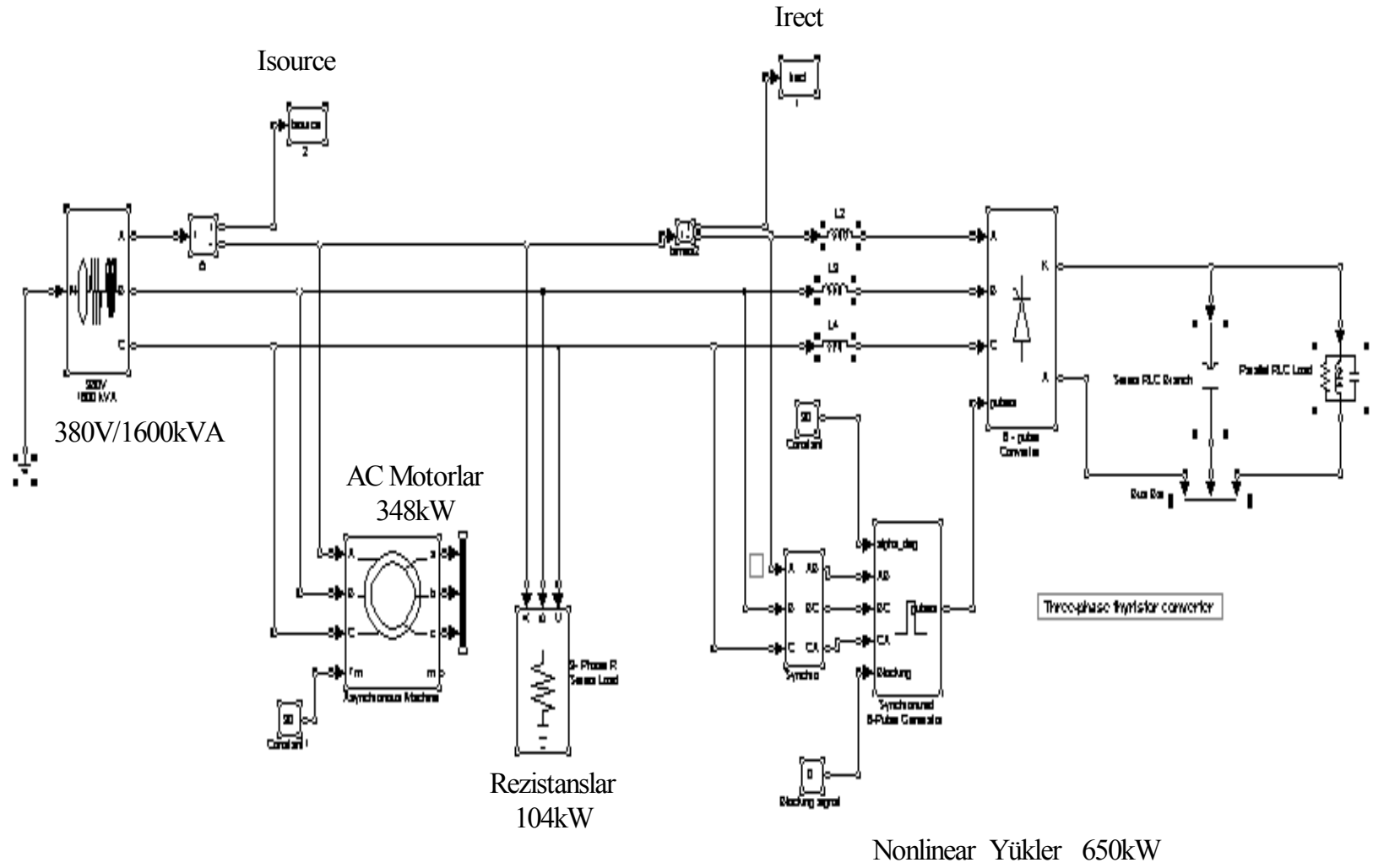
Şekil3. Sistemde bulunan 16 motorun ayrı ayrı düşünülerek elde edilen dalga formları ve harmonik bileşenleri



Şekil4. Eşdeğer devresi elde edilen motorların dalga formları ve harmonik bileşenleri



Şekil5.Sistemin tamamının(resistans ve nonlinear yükler) modellenmesiyle elde edilen dalga formları ve harmonik bileşenleri



Sekil 2 : SİSTEMİN MATLAB/SIMULINK
EŞDEĞER DEVRESİ