

Asenkron Motorda Statik Eksenden Kaçıklık Arızasının İncelenmesi

*¹ Elif İNGENÇ, ² Goşenay HATIK, ³ Mehmet AKAR

^{1,2,3} Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat, Türkiye

Özet

Endüstriyel uygulamalarda tahrik elemanı olarak sıklıkla kullanılan asenkron motorlar yapılarının basit olması, kararlı çalışmaları, fiyatlarının makul olması ve çok büyük güçlere kadar üretilebilmeleri gibi üstün özelliklere sahiptirler. Eksenden kaçıklık stator ile rotor arasında dengesiz hava aralığı olarak tanımlanır. Asenkron motorlarda meydana gelen eksenden kaçıklık arızası hava aralığında ürettiği dengesiz manyetik çekim sebebiyle faz akımları, moment ve hızda salınım oluştururken ayrıca ilave harmonik bileşenleri de üretmektedir. Sunulan bu çalışmada asenkron motorda farklı seviyede oluşturulan statik eksenden kaçıklık arızasının geçici durum ve durağan çalışma şartlarında motor performansı üzerine olan etkisi incelenmiştir. Sonlu Elemanlar Yöntemiyle modellenen asenkron motor sağlam ve arızalı durum için yüksüz ve tam yük altında çalıştırılmış ulaşılan sonuçlar grafiksel olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Asenkron motor, eksenden kaçıklık arızası

Abstract

Induction motors are frequently used in industrial applications as a drive and they have superior properties such as structures to be simple, stable operation and prices are reasonable, up to great power can be manufactured. Eccentricity is defined as unequal air gap between the rotor and the stator. Eccentricity fault, occurred in asynchronous motor, produces oscillations in phase currents, torque and speed and as a result harmonic components due to unbalanced magnetic pull in the air gap. In this study asynchronous motor performance was investigated for stationary and non-stationary conditions under different eccentricity fault levels. Asynchronous motor that modeled by the Finite Element Method has been operated at full load and no load for healthy and faulty conditions and obtained results are illustrated graphically.

Keywords: Asynchronous motor, eccentricity fault

1. Giriş

Elektrik motorlarının izlenmesi ve kestirimci bakımın önemi her geçen gün giderek artmaktadır [1]. Elektrik motorlarının elektriksel ve mekanik kısımlarında meydana gelen anormal durumların önceden tespiti endüstriyel tesislerin güvenli çalışması ve ekonomik kayıplarının azaltılması açısından oldukça önemlidir. Arızaların erken tespiti için kullanılan yöntemler işletme güvenliğini artırırken aynı zamanda bakım maliyetlerini de düşürmektedir. Bu sebeple elektrik motorlarında durum izleme ve hata teşhisi için birçok yöntem başarılı bir şekilde kullanılmaktadır [2-7].

Sanayide kullanılan motorların türüne bakıldığında büyük çoğunluğun yapılarının basit olması, kararlı çalışmaları ve fiyatlarının ucuz olmasından dolayı asenkron motorlar olduğu

*Sorumlu yazar: Adres: Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat, TÜRKİYE. E-mail adres: ingenc@elifingenc.com

görülmektedir. Asenkron motorlar rotor yapılarına göre kısa devre çubuklu ve sargılı rotorlu olmak üzere 2' ye ayrılmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda kullanılan motorlarda kısa devre çubuklu rotor basit yapısı ve kolay montajından dolayı daha sık tercih edilmektedir.

Eksenden kaçıklık arızası; stator ve rotor arasındaki eşit olmayan hava boşluğu sonucu oluşan bir durumdur [7]. Üreticiler tarafından müsaade edilebilir eksenden kaçıklık oranı %5' i geçmemektedir. Sağlam bir motorda stator, rotor ve dönüş merkezi aynı eksen üzerindedir. Rotor ekseninin merkezi aynı zamanda dönüş ekseninin de merkezi ise bu durum statik eksenden kaçıklık arızasıdır. Statik eksenden kaçıklığa stator nüvesinin ovalliği veya rotor konumunun yanlış konumlandırılması sebep olabilmektedir [7].

Sunulan bu çalışmada şebekeye direkt bağlı asenkron motorda statik eksenden kaçıklık arızasının motor performansı üzerine olan etkisi üzerine odaklanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda 2.2kW mil gücüne sahip asenkron motor Sonlu Elemanlar Yöntemi (SEY) ile modellenmiş yüksüz ve tam yük altında hız, tork ve akım sinyalleri sağlam ve arızalı durumlar için karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Modelleme için 2.2kW mil gücüne sahip 100L-4a gövde motor kullanılmıştır. Kullanılan motorun diğer parametreleri Tablo 1' de görülmektedir. Stator ve rotorda M19_24G kodlu laminasyonlu sac, rotor çubuklarında alüminyum, sargılarda bakır kullanılmıştır.

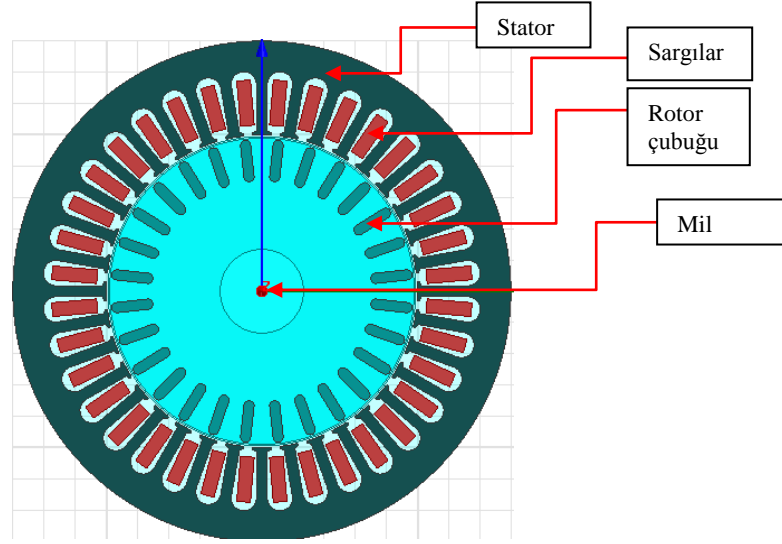
Tablo 1. Asenkron motor tasarım ölçüleri

Parametreler	Stator	Rotor
Dış çap (mm)	160	97.9
İç çap (mm)	99.9	26.8
Eksenel uzunluk (mm)	121	121
İletken çapı (mm)	0.6438	-
Sargı tipi	Tam kalıp	Kafes
Bağlantı şekli	Üçgen	-
Oluk sayısı	36	28
Oluktaki iletken sayısı	82	-
Hava aralığı genişliği (mm)	1	
Kutup sayısı	2p=4	
Besleme	380V AC,50 Hz	

SEY analiz sonuçlarının gerçek modele yakın sonuçlar verebilmesi için modellemenin gerçeğe en yakın şekilde yapılması gerekmektedir[8]. Modelleme yapılırken; makine türünün seçilmesi, güç, kutup sayısı, anma hız ve gerilim bilgisinin girilmesi, stator, rotor ve mile ilişkin geometrik ayrıntıların tanımlanması, laminasyon ve sargı detaylarının belirlenmesi, malzemelerin BH eğrilerinin tanıtılması, yük tipinin seçilmesi, çözümün gerçekleştirilmesi ve elde edilen verilerin diğer programlara aktarılması için hazır hale getirilmesine yönelik işlem basamakları takip edilir.

Yapılan geçici durum analizinde tanımlanan zaman aralıklarıyla modellenen motorun enerji, güç, kayıplar, hız, tork, akı , zıt EMK ve akım değerlerine ulaşılabilir [8]. Geçici durum analizinde tam model kullanmak yerine simülasyon süresinin ve kullanılan matris sayısının azaltılması amacıyla 1/4 oranında kullanmak mantıklıdır. Ancak statik eksenden kaçıklık arızasının analizinde motor hava aralığı homojenliğinin bozulması sebebiyle tam model

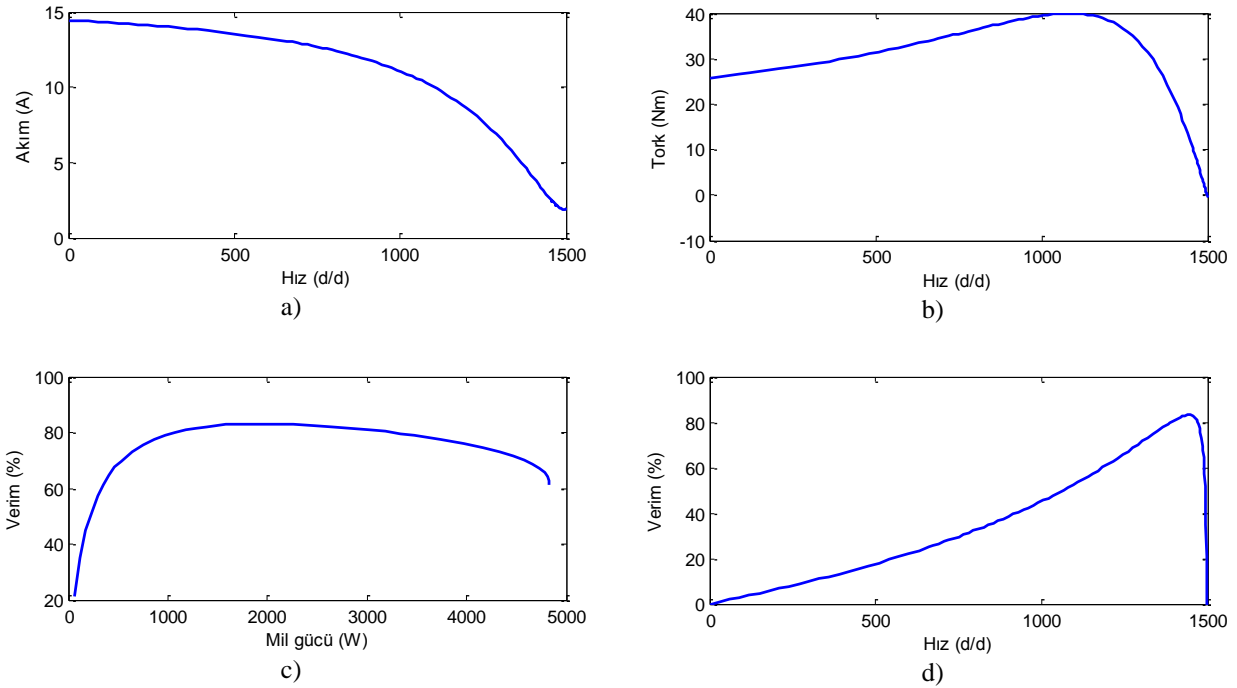
kullanılmadıkça doğru sonuçlar elde edilemez. Geçici durum analizi için kullanılan model Şekil 1' de görülmektedir.



Şekil 1: Asenkron motor SEY modeli

3. Benzetim Çalışması

Şekil 2' de görüleceği üzere benzetim çalışması sonucu asenkron motorun performans eğrileri elde edilmiş ve sonuçlar aynı gövdeye sahip gerçek motor verileri ile karşılaştırılmıştır.

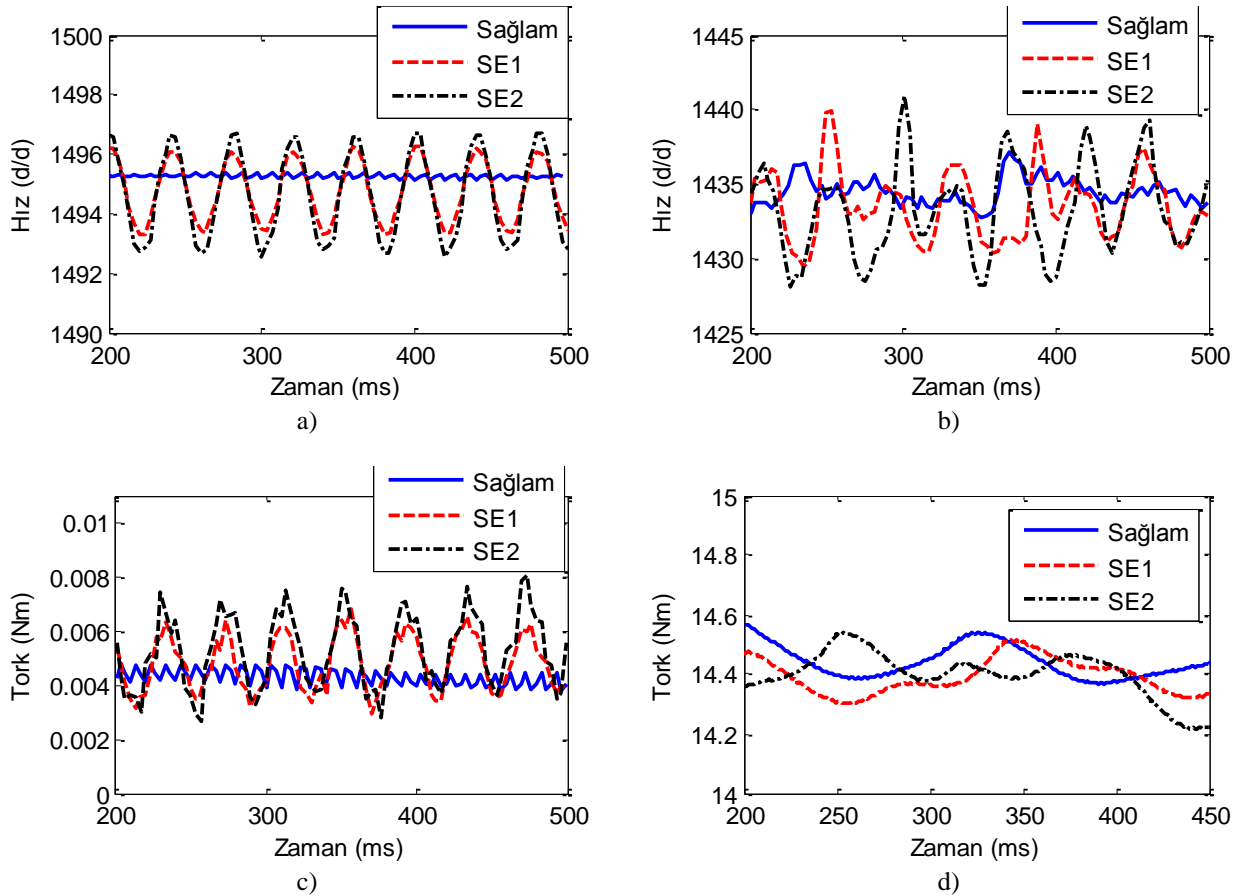


Şekil 2: Asenkron motorun performans eğrileri(a-Akım-hız, b-Tork-hız, c-Verim-mil gücü, d- Verim-hız)

Benzetim sonuçlarına göre mil gücü 2199W, giriş gücü 2648.44W, verim %83.03, güç faktörü 0.74, rotor hızı 1434.54 d/d ve indüklenen tork 14.64 Nm' dir. Bu değerler IE2 sınıfı 100L-4a gövde asenkron motorda sırasıyla 2200W, 2603W, %84.5, 0.75, 1435 ve indüklenen moment 14.6 Nm' dir. Elde edilen model analitik çözümler ve eşdeğer devre kabullerinden kaynaklanan hatalardan dolayı tam olarak gerçek modelle hiçbir zaman örtüşmeyecektir. Ancak benzetim sonuçları gerçek motor verilerine oldukça yakındır.

Sağlam motorda rotor ile stator arasında hava aralığı 1 mm' dir. Statik eksenden kaçıklık arızası tam modelde 2 farklı şekilde oluşturulmuştur. Birinci yöntemde (SE1) rotor +X ve +Y eksenleri yönünde 0.5 mm kaydırılmış, ikinci yöntemde ise rotor sağlam motora göre sadece +X yönünde 0.8 mm kaydırılmıştır. Geçici durum analizi 0.0002s zaman aralıkları ile 0.5 sn boyunca yapılmış sağlam ve arızalı durumlar için akım, hız ve tork eğrilerinin değişimi yüksüz ve tam yük durumlarında karşılaştırılmıştır.

Yapılan karşılaştırmalarda akım, hız ve tork sinyallerinin efektif değerlerinde hem yüksüz hemde yüklü durum için arıza ile birlikte belirgin bir değişme olmadığı görülmüştür. Ancak özellikle hız ve tork sinyallerinde statik eksenden kaçıklık arızası ile birlikte salınımlar ortaya çıkmakta ve bu salınım tepe değerleri arıza miktarı ile birlikte artmaktadır. Şekil 3' te hız ve torkta meydana gelen salınımların daha net görülmesi için bu sinyallerin yerel maksimum değerleri çizilmiştir.



Şekil 3: Asenkron motorun durağan çalışma eğrileri (a-Yüksüz hız, b-Yüklü hız, c-Yüksüz tork, d- Yüklü tork)

Statik eksenden kaçıklık arızası hava aralığının homojenliğini bozarak motor içerisinde asimetric akı dağılımına sebep olur. Bu durum hava aralığı manyetik akı dağılımına harmonik bileşenler enjekte ederek hız ve tork ta Şekil 3' te görüldüğü gibi salınımlar üretmektedir. Yüksüz motorda rotor hızı 1495d/d iken statik eksenden kaçıklıkla birlikte 1493-1497 d/d aralıkta salınım yapmaktadır. Salınım periyodununun 40 ms olduğu görülmektedir. Eksenden kaçıklık arızasına sahip hız sinyali frekans spektrumuna açılacak olursa 24.91Hz ve katlarında ilave harmonik bileşenleri içerecektir. Aynı şekilde yüklü çalışma hızı 1435 d/d iken arıza ile birlikte 1428-1440 d/d arasında periyodik olarak salınım yapmaktadır. Yüklü çalışmada ise rotor frekansı 23.91 Hz' e inecek bu durumda arıza bileşenleri 26.08 Hz' de ortaya çıkacaktır. Benzer durum tork sinyallerinde de görülmektedir.

Sonuçlar

Sonlu Elemanlar Yöntemiyle asenkron motor modellenmiş, sağlam ve 2 farklı seviyedeki statik eksenden kaçıklık arızası durumu için motor akım, hız ve tork sinyallerinin yüksüz ve tam yük değerleri karşılaştırılmıştır. Eksenden kaçıklık arızasının motor hız ve tork sinyallerinde oluşturduğu salınımlar arıza miktarı ile artmaktadır. Bu arıza başlangıç safhasında tespit edilemezse rotorun statora sürtmesi ve daha büyük arızalara sebep olması muhtemeldir. Ayrıca hız ve torkta oluşan salınımların hava aralığında oluşturduğu düzensiz manyetik çekimler motorun daha gürültülü çalışmasına sebep olacaktır.

Kaynaklar

- [1] Akar M. Detection of a Static Eccentricity Fault in a Closed Loop Driven Induction Motor by Using the Angular Domain Order Tracking Analysis Method. Mech Sys and Sig Pross 2013; 34:173-182.
- [2] Seker S. Determination of Air-Gap Eccentricity in Electric Motors Using Coherence Analysis, IEEE Power Eng Rev 2000; 20:48-50.
- [3] Seker S and Ayaz E. A Reliability Model for Induction Motor Ball Bearing Degradation, Electric Power Components & Systems 2003a; 33:639-52.
- [4] Ayaz E, Seker S and Öztürk A. Continuous Wavelet Transform for Bearing Damage Detection in Electric Motors, IEEE Melecon, Benalmádena (Málaga), Spain 2006:1130-33.
- [5] Ayaz E. Seker S, Ozturk A and Upadhyaya BR. Fault Detection Based on Continuous Wavelet Transform and Sensor Fusion in Electric Motors. Compel 2009;28:454-470.
- [6] Nandi S, Toliyat HA and Li X. Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Electrical Motors - A Review. IEEE Transactions on Energy Conversion 2000; 20: 719-729.
- [7] Seker S and Ayaz E. Feature Extraction Related to Bearing Damage in Electric Motors by Wavelet Analysis. Journal of the Franklin Institute 2003b; 340: 125 –34.
- [8] Akar M, Fenercioğlu A ve Soyaşlan M. Asenkron Motorlarda Rotor Çubuğu Kırık Arızasının Elektromanyetik Tork ile Tespiti. İATS'11, Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu. 2011;142-146.