

SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE

e-ISSN: 2147-835X

Dergi sayfası: http://dergipark.gov.tr/saufenbilder

Geliş/Received 12.12.2016 Kabul/Accepted 20.04.2017

<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.309406



Asenkron motor mil çapının motor performansına etkisi

Asım Gökhan Yetgin^{1*}

ÖZ

Asenkron motorlar geçmişten günümüze kadar birçok alanda kullanılmış ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte daha farklı alanlarda da kullanılmaya devam etmektedir. Asenkron motorların veriminde yapılacak bir iyileştirme, enerji tasarrufu açısından büyük getirilere sebep olacağı açıktır. Bu bağlamda asenkron motor üretici firmaları ve tasarımcılar motor performansını ve verimini artırabilmek için sürekli olarak yeni yöntemler denemektedirler. Bu çalışmada ise asenkron motorun verimini artırabilmek amacıyla mil çapının optimum değerinin ne olacağı araştırılmıştır. Çalışmada 5.5 kW, 7.5 kW ve 11 kW gücündeki motorlar için analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler üretici firmaların mil çapı değerleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca motorun manyetik akı değerleri, ağırlık, performans değerleri gibi kritik noktalar incelenip her bir motor için optimum mil çapı değerleri tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: asenkron motor mil çapı, asenkron motor tasarımı, performans analizi

The effect of induction motor shaft diameter on motor performance

ABSTRACT

Induction motors are used in many areas from the past to the present and in different fields with the development of technology has continued to be used. It is obvious that induction motors as an improvement to the efficiency in terms of energy saving would cause great benefit. In that context, induction motor manufacturers and designers are constantly trying out new methods to improve motor performance and efficiency. In this study, what would be the optimum diameter of the shaft in order to increase the efficiency of the induction motor were investigated. In the study, 5.5 kW, 7.5 kW and 11 kW motors analyzes were also performed. Obtained shaft diameter values were compared with the manufacturer values. In addition, critical points such as the magnetic flux values, weight values and performances of the motors were examined and optimal shaft diameter values for each motor have been determined.

Keywords: induction motor shaft diameter, induction motor design, performance analysis

^{*} Sorumlu Yazar / Corresponding Author

¹ Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kütahya-gokhan.yetgin@dpu.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Asenkron motorlar endüstride ve diğer sektörlerde çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Sağlam ve güvenilir olmasının yanı sıra değişik hız uygulamalarında kullanılabilmesi, düşük maliyetli olması, yüksek güvenilirlikte olması, verimlerinin yüksek olması, bakımlarının kolay olması gibi nedenlerden dolayı dünyada en çok tercih edilen motorlardır [1]. Dünyada kullanılan motorların % 80' ninden daha fazlasını asenkron motorlar oluşturmaktadır. Bu sebeple motor veriminin ve güç faktörü değerinin artırılması asenkron motor tasarımı ve optimizasyonu yapanların en önemli konuları arasında yer almaktadır [2]. Asenkron motor tasarımı ve performansın (verim, moment vb.) artırılması ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Aguiar ve arkadaşları çalışmalarında asenkron motorun stator sargılarında bobin adımını kısaltarak verim analizi yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre bobin adımındaki kısalma değeri arttıkça verim değerinin arttığını ifade etmişlerdir [3]. Agamloh ve arkadaşları asenkron motorun verimini artırmada bilinen en iyi yöntemin motorun paket boyunun artırılması olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca birçok motor üreticisinin, maliyet, hacim, ağırlık, bakır, demir vb. parametrelerin optmizasyonunu yaparak motor tasarımları gerçekleştirdiklerini ifade etmişlerdir [4]. Boglietti ve arkadaşları çalışmalarında asenkron motorun tasarım aşamalarını adım adım özetlemişlerdir. Hedeflenen moment değerini elde edinceye kadar rotor çapını artırmak suretiyle tasarım aşamalarını gerçekleştirmişlerdir [5]. Ortega yüksek lisans çalışmasında 55 kW' lık asenkron motoru Diferansiyel Gelişim Algoritması kullanarak motorun optimizasyonunu gerçekleştirmiştir [6]. Chiricozzi ve arkadaşları asenkron motorun nüve kısmında farklı malzemelerin kullanılmasının performansa etkisini incelemişlerdir. 5350H elektriksel çelik kullanımı ile motor veriminin 0.4 ile 0.7 arasında artırılabileceğini, ayrıca rotor barlarında alüminyum yerine bakır kullanılması durumunda verim değerinin 2.1 puan artırılabileceğini ifade etmislerdir [7]. Yanawati ve arkadasları motorun nüvesinde kullanılan kalınlıklarının motor performansına etkilerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada 0.35 mm sac kalınlığına sahip motorun 0.5 mm sac kalınlığına sahip motora göre verim değerinde % 6 iyileşme, rotor bakır kayıplarında % 18.8 azalma ve demir kayıplarında % 19.52 oranında bir azalma elde etmişlerdir [8]. Han ve arkadaşları çalışmalarında genetik algoritma kullanarak asenkron motorun maliyet optimizasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Kullandıkları yöntem ile motor maliyetini % 5 azaltmışlardır [9]. Khazin ve arkadaşları çalışmalarında stator nüvesinde kullanılan çelik saçların amorphous ve silisyum katkılı malzemelerin kullanılması durumundaki performans analizlerini gerçekleştirmiştir. Amorphous malzemesinin kayıp güç değerlerinin oldukça düşük olmasından dolayı motor performansında ve manyetik alan dağılımlarında daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmiştir [10]. Verma ve arkadaşları motor milinin yanlış hizalanması ile motor veriminin azalacağını, titreşime yol açacağını ve daha uzun süreli çalışmalarda stator ve rotor sargılarının zarar göreceğini ifade etmişlerdir [11]. Kolgiri ve Petkar çalısmalarında asenkron motorun mil hesabını hem teorik olarak hem de ANSYS sonlu elemanlar paketi ile dinamik olarak modellemişlerdir. Araştırmalarında mile gelen kuvvetlerin analizlerini hesap etmişlerdir [12]. Bonnett çalışmasında asenkron motorların mil yapısında sıcak haddelenmiş karbon çelik malzeme kullanılmasının iyi bir seçim olacağını ifade etmiştir. Eğer mil daha büyük yüklere maruz kalacaksa krom-molibden (Cr-Mo) gibi haddelenmiş malzemelerin sıklıkla kullanıldığını, çok fazla korozyon oluşabilecek uygulamalarda veya çevrenin uygun olmadığı ortamlarda paslanmaz çelik malzeme kullanılmasının gerekli olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca motorlarda kullanılabilecek mil türlerini ve motor millerinde meydana gelen hataları da sınıflandırmıştır [13]. Singh ve arkadaşları asenkron motorlarda en kritik parçalarından birinin motor mili olduğunu ifade etmişlerdir. Motor milinde meydana gelebilecek bir hatanın rulman arızasına yol açabileceğini ve bakım yapılmadığı takdirde devamında sargı arızasına yol açabileceğini ifade etmişlerdir [14]. Kadhim çalışmasında üç fazlı sincap kafesli asenkron motorun verim, yol alma momenti ve sıcaklık artışına ilişkin parametreleri dikkate alarak optimum tasarımı gerçekleştirmeye çalışmıştır. Geleneksel motor tasarım yöntemleri ile benzetim tavlama yöntemini karşılaştırmıştır. Elde ettiği sonuçları deneysel sonuçlarla karşılaştırmıştır [15]. Ayrıca asenkron motorun performansını artırmak için stator sargılarında da değişiklik yapılmaktadır [16, 17].

Bu çalışmada asenkron motorların tasarımı sırasında pek de önemsenmeyen kısım olan mil çapının hesap yöntemlerinden bahsedilmiş, üretici firmaların mil çapları incelenmiş, 5.5 kW, 7.5 kW ve 11 kW güçlerindeki asenkron motorlar için optimum mil çapı boyutları analiz edilmiştir. Farklı çaplardaki mil boyutlarının asenkron motorun rotor boyunduruk kısmındaki manyetik akı değerlerine, verim gibi performans parametrelerine, nüve ağırlığı gibi fiziksel parametrelere olan etkileri incelenmiştir.

2. MİL ÇAPININ HESABI (CALCULATION OF SHAFT DIAMETER)

Asenkron motorlarda kullanılan malzemeler (sac, iletken), performans değerleri (verim, güç faktörü, yol alma momenti ve akımı, devrilme momenti vb.), sıcaklık değerleri, yalıtım sınıfı, gövde boyutları, mil boyutları, soğutma türü, çalışma sınıfı, koruma sınıfı vb. birçok parametre uluslararası standartlar tarafından (NEMA, IEEE, IEC, EU, vb.) belirlenmiştir. Bu standartlar üretici firmaları ve tasarımcıları sınırlamakla birlikte ekonomik açıdan kabul görmüş durumdadır [18]. Türkiye' de çeşitli güçlerdeki asenkron motorların mil boyutlarını belirleyen standart ise "Endüksiyon Motorları—Üç Fazlı, Standard Boyutlu ve Çıkış Güçlü, Genel Amaçlı-Şasi Numaraları 56 ile 315 ve Flanş Numaraları 65 ile 740" isimli TS EN 50347 standardıdır [19].

Asenkron motor milinin teorik olarak hesap edilmesi için tasarım işlemlerinin sırasıyla yapılması gerekmektedir. Stator iç-dış çap değerleri, stator nüve ve oluk değerleri, hava aralığı uzunluğu, rotor iç çap değeri, rotor oluk değerleri, rotor boyunduruk değeri belirlendikten sonra mil çapı belirlenebilir. Çeşitli tasarım kitaplarında mil çapının hesap yöntemi, motor tasarım formülleri vb. verilmiştir [18, 20].

Asenkron motorda maksimum mil çapı dmil, tasarım parametrelerine göre aşağıdaki formül ile hesap edilebilir [18].

$$d_{mil} = D_{is} - 2 * g - 2 * (h_{or} + h_r + h_{cr}) mm$$
 (1)

Burada D_{is} stator iç çapını, g hava aralığı uzunluğunu, h_{or} , h_{r} ve h_{cr} sırasıyla rotor kama yüksekliğini, rotor oluk

yüksekliğini ve rotor boyunduruk yüksekliğini ifade etmektedir.

Yung çalışmasında asenkron motorun minimum mil çapının (kamalı mil için) güç değerine P (kW) ve hız değerine N (d/d) bağlı olarak aşağıdaki gibi hesap edilebileceğini ifade etmiştir [21].

$$d_{mil} = \sqrt[3]{\frac{1.33 * 10^6 * P}{N}} mm \tag{2}$$

Yung aynı çalışmada kamasız mil için ise minimum mil çapını aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

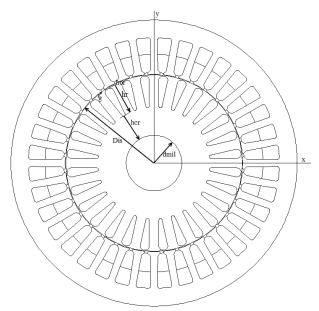
$$d_{mil} = \sqrt{\frac{0.677 * 10^6 * P}{N}} mm \tag{3}$$

Modellemelerde 5.5 kW, 7.5 kW ve 11 kW' lık üç fazlı sincap kafesli asenkron motorlar kullanılmıştır. Motorlara ait bilgiler Tablo 1' de verilmiştir. Ayrıca 5.5 kW motor 132S, 7.5 kW motor 132M ve 11 kW motor 160M gövde yapısına sahiptir.

Tablo 1. Motorların özellikleri (Specification of motors)

	Motor 1	Motor 2	Motor 3
Güç (kW)	5.5	7.5	11
Gerilim (V)	460	400	380
Hız (d/d)	1764	1478	1462
Dış çap (mm)	160	215	260
İç çap (mm)	111.6	130	170
Mil çapı (mm)	35	44	60

Şekil 1' de modellemesi yapılan 5.5 kW gücündeki sincap kafesli asenkron motorun iki boyutlu kesit görüntüsü verilmiştir.



Şekil 1.5.5 kW gücündeki asenkron motorun kesit görünüşü (Sectional view of 5.5 kW induction motor)

Mil çaplarının etkisinin görülebilmesi için modellemesi yapılan asenkron motorların sadece mil çaplarında değişiklik yapılmıştır. Motorların diğer herhangi bir parametresinde değişiklik yapılmamıştır.

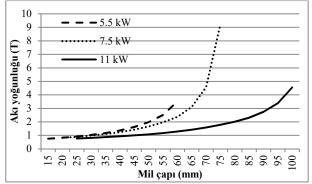
Ulusal ve uluslararası boyutta asenkron motor tasarımı ve imalatı yapan firmalara ait mil çapı değerleri Şekil 2' de

verilmiştir [22-31]. Şekil incelendiğinde mil çaplarının standartlarda [32] belirtilen boyutlarda olduğu görülmektedir. Gövde yapısının büyümesi ve pik dökümlü gövde kullanılan asenkron motorlarda farklı devir sayıları için farklı mil çaplarının kullanıldığı görülmektedir.

3. ELDE EDİLEN SONUÇLAR (OBTAINED VALUES)

Bu çalışmada 5.5 kW, 7.5 kW ve 11 kW gücündeki üç motorun mil çaplarının değerleri değiştirilerek motor performansının nasıl değiştiği incelenmiştir. Özellikle rotor boyunduruk kısmındaki manyetik akı değerlerinin değişimi, rotor ağırlığı ve verim gibi parametreler karşılaştırılmıştır. Optimum mil çapı belirlenmeye çalışılmıştır. Analizler için asenkron motor tasarım kitaplarından faydalanılmıştır [18, 20].

Mil çapı ile rotor boyunduruk kısmındaki manyetik akı yoğunluğu değerlerinin değişimi her üç motor tipi için Şekil 3' de verilmiştir.



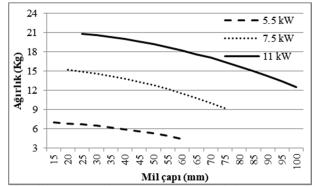
Şekil 2.Mil çapı-akı yoğunluğu grafiği (Graphic of shaft diameter-flux density)

Grafik incelendiğinde mil çapının artması ile birlikte rotor boyunduruk kısmının azalmasına bağlı olarak manyetik akı yoğunluğu değerlerinin her üç motor için de arttığı görülmektedir.

Şekil 4' de ise mil çapı ile rotor nüve ağırlığı arasındaki değişim verilmiştir. Şekil incelendiğinde mil çapının artması rotor nüve ağırlıklarında azalma ile sonuçlanmış olup, rotor boyunduruk yüksekliğinin azalmasına bağlı olarak gözle görülür oranda azalma söz konusu olmuştur.

	Gövde Boyutu																																	
Firma	56	63	71	80	90	90L	905	100	100L	100C	112	112M	112C	132C	132M	1325	160L	160M	180L	180M	200M	200L	225M	2255	2505	250M	280M	280S	315L	3155	315M	3555	355L	355M
volt		11	14	19		24	24	28		28	28		28	38	38		42	42	48	48		55	55/60	60		60/65	65/75	65/75	65	65/85				
emtaş						24	24		28			28			38	38	42	42	48	48		55	55/60	60		60/65	65/75	65/75	70	70/85	70/85	100	110	
gamak	9	11	14	19		24	24		28			28			38	38	42	42	48	48		55	55/60	60		60/65	65/75	65/75	65/85	65/85	65/85		80/100	80/100
abb	9	11	14	19		24	24		28			28			38	38	42	42	48	48		55	55/60	55/60		60/65	65/75	65/75		65/80	65/80			
wat		11	14	19		24	24		28			28			38	38	42	42	48	48		55	55/60	60		60/65								
miksan	9	11	14	19		24	24	28			28				38	38																		
tesla	9	11	14	19		24	24		28		28	28			38	38	42	42																
leeson	9	11	14	19		24	24		28		28	28			38	38	42	42	48	48	55	55	60	60		65	75	75						
crompton		11	14	19		24	24		28			28			36	36	42	42	48	48		55	55/60	55/60	60/65	60/65	65/75	65/75	70/90	65/80	65/80	75/100	75/100	75/100
siemens				19		24	24		28						38	38	42	42	48	48		55	55/60	55/60		60/65	65/75	65/75	65/80	65/80	65/80			
nema		11	14	19		24	24		28			28			38	38	42	42	48	48	55	55		60	65	65	75	65		80	80		100	100

Şekil 3. Farklı firmalara ait mil çapı değerleri (Shaft diameter values of the different manufactures)

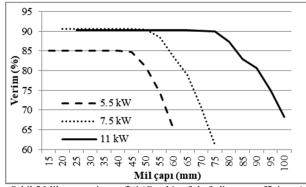


Şekil 4.Mil çapı-nüve ağırlığı grafiği (Graphic of shaft diameter-core weight)

Şekil 5' de mil çapı ile verim değişiminin grafiği verilmiştir. Burada dikkate değer sonuç, mil çapının artması ile kayıpların arttığı tespit edilmiş, bu durum ise verimde hızlı bir düşüşe sebep olmuştur.

Mil çapındaki artış stator ve rotor akımlarında artış ile sonuçlanmıştır. Stator ve rotor bakır kayıpları mil çapı ile doğru orantılı olarak artmıştır.

Mil çapının artması, rotor frekansının küçük olması nedeniyle, demir kayıplarında büyük bir etkiye neden olmamıştır ve küçük miktarda bir azalma meydana gelmiştir.



Şekil 5.Mil çapı-verim grafiği (Graphic of shaft diameter-efficiency)

Verim grafiği incelendiğinde her üç motor türü için düşük mil çaplarında neredeyse aynı verim değerleri elde edilmiştir.

Küçük mil çapları için en önemli parametrenin motor ağırlığı olarak karşımıza çıktığı görülmektedir. Aynı verim değerleri için minimum ağırlığı sağlayacak motor mil çapının seçilmesi gerekmektedir.

Motorların toplam ağırlıklarında ise mil çapının artması ile toplam ağırlıklarda azalma meydana gelmiştir. 5.5 kW' lık motorun 30-35 mm arasındaki mil çapları optimum değer olarak belirlenmiştir. 7.5 kW' lık motor için mil çapı değerleri 35-55 mm, 11 kW' lık motor için ise mil çapı 50-80 mm olarak belirlenmiştir.

Diğer motor performans verilerinde ise, motora ait diğer parametrelerin sabit tutulması nedeniyle, fazla bir değişme meydana gelmemiştir.

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada 3 farklı güçteki asenkron motorun mil çapları değiştirilerek performans analizleri yapılmıştır. Mil çapının artması rotor boyunduruğundaki manyetik akı değerlerinde artışa neden olmuştur. Mil çapının artması rotor nüve ağırlığında azalmaya sebep olmuştur. Verim grafiği incelendiğinde küçük mil çapları için verim değerlerinin yaklaşık olarak aynı çıkmıştır. Optimum mil çapı ise ağırlık kriterine göre belirlenmiştir. Mil çaplarının her üç motor içinde daha geniş bir aralıkta kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Ayrıca motorların gövde yapılarına göre standartlarda olması gereken değerlerden farklı değerlerde olduğu saptanmıştır.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- [1] S. Sehra, K. K. Gautam And V. Bhuria, "Performance EvaluatIon Of Three Phase InductIon Motor Based On No Load And Blocked Rotor Test UsIng Matlab," Int. J. Sci. Environ. Technol., Vol. 1, No. 5, Pp. 541–547, 2012.
- [2] S. S. Sıvaraju, N. Devarajan And F. J. T. E. Ferreira, "Performance Analysis Of Induction Motor For OptImum Efficiency And Power Factor Using Soft Computing Technique," Ijeees Res. Sci. Press, Vol. 4, No. 2, Pp. 77-86, 2012.
- [3] V. P. B. Aguiar, R. S. T. Pontes And T. R. F. Neto, "Study And Energy Efficiency Improvement In The DesIgn Of An Induction Motor Based On Interactive Cad Software," Presented At Brazilian Power Electronics Conference, Gramado, Pp. 27-31, Oct. 2013.
- [4] E. Agamloh, A. Boglietti And A. Cavagnino, "The Incremental DesIgn EffIcIency Improvement Of CommercIally Manufactured InductIon Motors," Presented At Ieee Energy ConversIon Congress And ExposItIon (Ecce), RaleIgh, Nc, Pp. 15-20, Sept. 2012.
- [5] A. Boglietti, A. Cavagnino, M. Lazzari, A. Miotto And S. Vaschetto, "InductIon Motor DesIgn Methodology Based On Rotor Diameter ProgressIve Growth," Presented At Ieee Energy ConversIon Congress And ExposItIon, PhoenIx, Az, Pp. 17-22, Sept. 2011.
- [6] A. J. P. Ortega, "DesIgn And ComparIson Of InductIon Motor And Synchronous Reluctance Motor For VarIable Speed ApplIcatIons: DesIgn Alded By DIfferentIal EvolutIon And FInIte Element AnalysIs," M.S. ThesIs, The OhIo State UnIversIty, Usa, 2013.
- [7] E. Chiricozzi, F. Parasiliti And M. Villani, "New Materials And Innovative Technologies To Improve The Efficiency Of Three-Phase Induction Motors. A

- Case Study," Presented At ProceedIngs Of The InternatIonal Conference On ElectrIcal MachInes (Icem 2004), Krakow, Poland, Pp. 5-8, Sept. 2004.
- [8] Y. Yanawati, I. Daut, S. N. Shafiqin, I. Pungut, M. N. Syatirah, N. Gomesh, A. R. S. Rafidah And N. Haidar, "EffIcIency Increment On 0.35 Mm And 0.50 Mm Thicknesses Of Non-Orlented Steel Sheets For 0.5 Hp Induction Motor," Int. J. Mater. Eng., Vol. 2, No. 2, Pp. 1-5, 2012.
- [9] P. W. Han, U. J. Seo, J. H. Choi, Y. D. Chun, D. H. Koo And J. Lee, "OptImIzIng DesIgn Variables For HIgh EffIciency Induction Motor Considering Cost Effect By Using Genetic Algorithm," J. Electr. Eng. Technol., Vol. 7, No. 6, Pp. 948-953, 2012.
- [10] A. F. Khazin, S. Rajendran, M. K. A. Khan, R. Gobbi And K. Anayet, "DesIgn Of A Three Phase InductIon Motor Based On EffIcIency Improvement UsIng Amorphous Iron MaterIal," Presented At 2nd EngIneerIng Conference On SustaInable EngIneerIng Infrastructures Development & Management, KuchIng, Sarawak, MalaysIa, Dec. 2008.
- [11] A. K. Verma, S. Sarangi And M. H. Kolekar, "Shaft MIsalIgnment DetectIon UsIng Stator Current MonItorIng," Int. J. Adv. Comput. Res., Vol. 3, No. 1, Pp. 305-309, 2013.
- [12] S. G. Kolgiri And R. K. Petkar, "Study Of DIfferent Stresses Induced In Rotor Shaft Of Electric Motor," Int. J. Appl. Innovation Eng. Manage., Vol. 3, No. 1, Pp. 167-175, 2014.
- [13] A. H. Bonnett, "Root Cause Ac Motor Fallure Analysis With A Focus On Shaft Fallures," Ieee Trans. Ind. Appl., Vol. 36, No. 5, Pp. 1435-1448, 2000.
- [14] V. K. Singh, S. Chatterji And L. Mathew, "BearIng Fault Detection Of An Induction Motor Using Non-Stationary Signal Analysis," Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Software Eng., Vol. 4, No. 8, Pp. 1170-1177, 2014.
- [15] H. H. Kadhım, "TechnIcal And Economic Design Of Three Phase Induction Motor Using The Multicriterion Optimization Method," J. Babylon Univ./Eng. Sci., Vol. 22, No. 1, Pp. 13-24, 2014.
- [16] L. Zhang, Y. Huang, J. Dong, B. Guo And T. Zhou, "Stator WIndIng DesIgn Of InductIon Motors For HIgh EffIcIency," Presented At 17th InternatIonal Conference On ElectrIcal MachInes And Systems (Icems), Hangzhou, ChIna, Pp. 130-134, Oct. 2014.
- [17] J. Buksnaitis, "New Approach For EvaluatIon Of ElectromagnetIc PropertIes Of Three-Phase WIndIngs," Electron. Electr. Eng., Vol 3, No. 75, Pp. 31-36, 2007.
- [18] I. Boldea And S. A. Nasar, "The InductIon MachIne Handbook," Crc Pres Llc, WashIngton, 2002.
- [19] Ts En 50347, "EndüksIyon Motorları–Üç Fazlı, Standard Boyutlu Ve Çıkış Güçlü, Genel Amaçlı-ŞasI Numaraları 56 Ilâ 315 Ve Flanş Numaraları 65 Ilâ 740," Türk Standartları EnstItüsü, Ankara, TürkIye, Şubat, 2005.
- [20] J. H. Kuhlmann, "Elektrlk MakInalarının Hesabı," 3th
- [21] C. Yung, "RelatIonshIp Of Torque And Shaft SIze," 2015
- [22] Abb, "Motor Gulde–BasIc TechnIcal InformatIon About Low Voltage Standard Motors," Pp. 1-128, Feb. 2014.

- [23] Elsan ElektrIk San. Ve TIc. A.Ş., "Norm ElektrIk Motorları," Pp. 1-16, 2016.
- [24] Gamak, "Genel Ürün Kataloğu, Asenkron Motorlar," Pp. 1-104, 2016.
- [25] Leeson Electric, "BasIc TraInIng IndustrIal-Duty & CommercIal-Duty ElectrIc Motors, Gear Reducers, Gear Motors, Ac & Dc DrIves," Pp. 1-114, 2012.
- [26] Volt ElektrIk, "TeknIk Katalog, Volt ElektrIk Motorları," 2016.
- [27] Wat, "Motor Katalog," Pp. 1-56, 2016.
- [28] Mıksan, "TrIfaze Motor ÖlçülerI," Pp. 1, 2016.
- [29] Siemens, "SImotIcs Low Voltage Motors," Pp. 1-501, Jan. 2012.
- [30] Tesla, "SerIes Three-Phase Asynchronous Motors, AlumInum HousIng," Pp. 1-4, 2016.
- [31] Crompton Greaves, "InductIon Motors, Frame 63 To 355 Low TensIon Tefc & Spdp InductIon Motors," Pp. 1-50, 2016.
- [32] Grupo Weg, "Motors, SpecIfIcatIon Of ElectrIc Motors," Pp. 1-68, 2016.