

ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARDA KULLANILAN ÇELİK SACLARIN ASENKRON MOTOR PERFORMANSI ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ VE VERİMİN İYİLEŞTİRİLMESİ

A. Gökhan YETGİN, A. İhsan ÇANAKOĞLU

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Esentepe Kampüsü 54187 Sakarya

Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Tavşanlı Yolu 43100 Kütahya

agyetgin@sakarya.edu.tr, acanakoğlu@dumlupinar.edu.tr

Anahtar Kelimeler: Asenkron Motor, Çelik Sac, Permeabilite, Verimin İyileştirilmesi.

Özet

Bu çalışma ile 100 kW gücüne kadar olan dökme alüminyum çubuklu rotor kafesinin kullanıldığı ve manyetik devresinde yüksek permeabilite ve/veya düşük kayıplı malzemelerin kullanılması ile üç fazlı endüstriyel tipi asenkron motorların veriminin iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Deneysel olarak 11 kW'lık sincap kafesli bir asenkron motorun % yük değerleri için sonuçlar elde edilmiştir. Deneylerde ELSAN Elektrik A.Ş. (EMTAŞ Motor) fabrikasında kullanılan iki tip nüve deneyerek asenkron motorun performansında iyileştirme yapılmıştır.

1. Giriş

Elektriksel çelikler, otomobil endüstrisinde önemli bir oranda kullanılmaktadırlar. Ayrıca nüve malzemesi olarak motorlarda, aktuatörlerde ve transformatörlerde de kullanılırlar [1]. Fabrika ortamında çalışan asenkron motorların sağlamlığı ve uzun ömürlü yapılarına ilaveten verimlerinin geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar çok büyük önem kazanmıştır [2]. Son yıllarda yüksek verimli motorları da içine alan bir çok motor tipi için enerji kayıplarının azaltılması ve daha yüksek performans ihtiyacı istenilenden çok daha fazla artmıştır [3]. Bu sebeple bu motorların nüvesinde kullanılacak manyetik malzemelerin, ideal olarak manyetik devrenin reluktansının azaltılması için yüksek manyetik geçirgenliğe (Permeabilite), demir parçaların hacminin ve ağırlığının azaltılması için yüksek doyma akı yoğunluğuna, kayıplar verimi düşürüp ve sıcaklığı artırdığı için düşük kayıplara sahip olması istenir [4]. Bunlara ilaveten yüksek güvenilirlik, yüksek enerji verimliliği ve düşük maliyet istenilen önemli noktalar arasında sayılabilir [5].

Standart motorların stator ve rotorunda düşük karbonlu çelik levhalar kullanılmaktadır. Bu tip çelikler tipik olarak 6.6 W/kg (1.5 Tesla, 50 Hz) değerinde demir kaybına sahiptirler. Yüksek verimli motorlar histeresiz ve fukolt kayıplarını yarıya yani 3.3 W/kg' a (1.5 Tesla, 50 Hz) düşüren yüksek taneli silikon çeliklerden imal edilmektedirler [6].

Bu çalışmada, ELSAN Elektrik A.Ş. (EMTAŞ Motor) fabrikasının 100 kW gücüne kadar olan endüstriyel uygulamalarda kullanılan asenkron motorlarda denenilen iki tip çelik levhanın motorlar üzerindeki etkisi incelenmiş ve 11 kW'lık asenkron motordan elde edilen deneysel sonuçlar (verim, $\cos\phi$, çıkış gücü ve akım) karşılaştırmalı olarak motorun % yük değerleri için verilmiştir.

2. Kullanılan Çelikler ve Özellikleri

Asenkron motorların stator ve rotorunda kullanılan sac levhaların özellikleri aşağıda verilmiştir.

Çelik 1: FeV 450-50 HE olarak adlandırılan cold rolled [soğuk haddeli], not finally heat treated [ısıtma işlemi görmemiş].

Çelik 2: Stabolec V 200-50A olarak adlandırılan cold rolled electrical steel sheet [soğuk haddeli elektriksel çelik sac] - finally annealed [tavlanmamış].

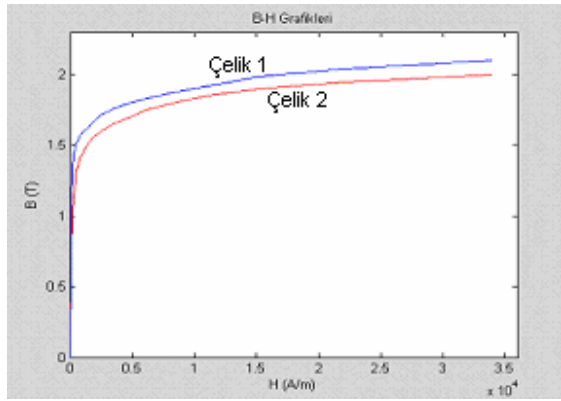
Yukarıda teknik isimleri verilen çeliklerin her ikisi de 0.5 mm sac kalınlığına sahiptirler. Mıknatıslanma ve demir kayıp değerleri Tablo 1 ve Tablo 2' de, grafikleri ise Şekil 1 ve Şekil 2' de verilmiştir.

Tablo 1. Kayıp Değerleri

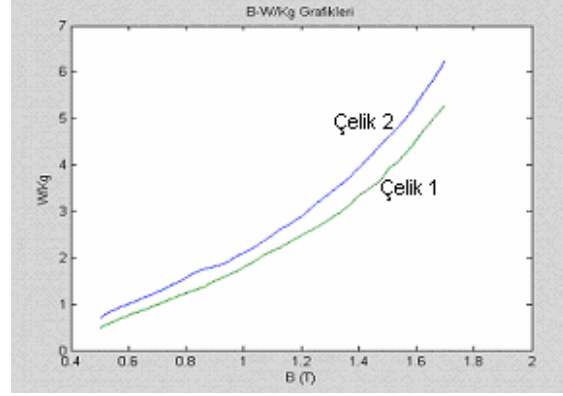
B (T)	0.5	0.54	0.58	0.62	0.66	0.7	0.74
<i>Ç1 (W/kg)</i>	0.7	0.85	0.95	1.05	1.15	1.25	1.38
<i>Ç2 (W/kg)</i>	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1
B (T)	0.78	0.82	0.86	0.9	0.94	0.98	1
<i>Ç1 (W/kg)</i>	1.5	1.65	1.76	1.82	1.9	2.05	2.1
<i>Ç2 (W/kg)</i>	1.2	1.28	1.36	1.51	1.61	1.72	1.8
B (T)	1.04	1.08	1.12	1.16	1.2	1.24	1.28
<i>Ç1 (W/kg)</i>	2.25	2.41	2.58	2.74	2.9	3.1	3.3
<i>Ç2 (W/kg)</i>	1.94	2.1	2.2	2.34	2.48	2.6	2.76
B (T)	1.32	1.36	1.4	1.44	1.48	1.5	1.54
<i>Ç1 (W/kg)</i>	3.5	3.7	3.95	4.2	4.45	4.6	4.85
<i>Ç2 (W/kg)</i>	2.92	3.1	3.34	3.51	3.7	3.9	4.1
B (T)	1.58	1.62	1.66	1.7			
<i>Ç1 (W/kg)</i>	5.15	5.5	5.85	6.25			
<i>Ç2 (W/kg)</i>	4.4	4.7	5	5.3			

Tablo 2. B-H Değerleri

H (A/m)	0	22	45	50	57	65
<i>Ç1(B)</i>	0	0.02	0.11	0.15	0.2	0.22
<i>Ç2(B)</i>	0	0.05	0.15	0.2	0.25	0.3
H (A/m)	70	83	90	106	115	124
<i>Ç1(B)</i>	0.29	0.4	0.57	0.7	0.89	0.93
<i>Ç2(B)</i>	0.35	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65
H (A/m)	135	150	162	177	198	220
<i>Ç1(B)</i>	1.05	1.13	1.18	1.26	1.32	1.35
<i>Ç2(B)</i>	0.7	0.75	0.8	0.9	0.95	1
H (A/m)	240	270	290	300	320	360
<i>Ç1(B)</i>	1.37	1.4	1.44	1.47	1.48	1.51
<i>Ç2(B)</i>	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3
H (A/m)	420	480	585	360	760	1000
<i>Ç1(B)</i>	1.53	1.57	1.6	1.62	1.64	1.66
<i>Ç2(B)</i>	1.35	1.4	1.45	1.48	1.5	1.55
H (A/m)	1350	760	1750	2450	3450	4800
<i>Ç1(B)</i>	1.71	1.73	1.76	1.8	1.83	1.87
<i>Ç2(B)</i>	1.6	1.62	1.65	1.7	1.75	1.8
H (A/m)	6150	8250	11150	15200	22000	340000
<i>Ç1(B)</i>	1.92	1.95	1.97	1.99	2.04	2.1
<i>Ç2(B)</i>	1.85	1.9	1.92	1.95	1.97	1.99



Şekil 1. Mıknatıslanma Eğrileri



Şekil 2. B-W/kg Kayıp Eğrileri

Şekil 1 incelendiği zaman Çelik 1' in daha yüksek bir permeabilite değerine sahip olduğu açıkça gözükmektedir. Şekil 2' de ise çeliklere ait demir kayıp grafikleri verilmiştir. Burada ise yine Çelik 1' in daha düşük bir kayıp değerine sahip olduğu gözükmektedir. Çeliklerin 1.5 Tesla' daki kayıp değerleri ise Çelik 1 için 3,9 W/kg, Çelik 2 için ise 4,6 W/kg' dır.

3. Kullanılan Motorun Özellikleri

Deneylerde kullanılan 11 kW' lık üç fazlı, sincap kafesli asenkron motorun özellikleri Tablo 3' de verilmiştir.

Tablo 3. Deneylerde Kullanılan Motorun Özellikleri

Kullanılan Motor	Değerler
Motor Gücü [kW]	11
Faz Sayısı	3
Şebeke Gerilimi [V]	380
Frekans [Hz]	50
Bağlantı Şekli	Üçgen
Senkron Devir Sayısı [d/d]	1500
Rotor Devir Sayısı [d/d]	1464
Nüve Uzunluğu [mm]	155
Stator Dış Çapı [mm]	254
Stator Oluk Sayısı	36
Rotor Oluk Sayısı	28

4. Elde Edilen Sonuçlar

ELSAN motor fabrikasının düşük güçlü motorlar için kullanmakta olduğu ve yukarıda özellikleri verilen Çelik 1 ve Çelik 2 için 11 kW' lık üç fazlı sincap kafesli motorlar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen deneysel çalışmaların sonuçları aşağıda verilmiştir. Asenkron motorun stator ve rotor nüvesinde Çelik 1 ve Çelik 2' nin kullanılmasıyla yapılan deneyler sonucunda elde edilen verim, cosφ, çıkış gücü ve akım değerleri % yük değerleri için Tablo 4' de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

% Yük Değerleri	Verim[%]		Çıkış Gücü[W]		Cosφ		Akım[A]	
	Çelik 1	Çelik 2	Çelik 1	Çelik 2	Çelik 1	Çelik 2	Çelik 1	Çelik 2
25	84	81	3435	3196	0.452	0.394	11.7	12.9
50	87	83.8	5632	5609	0.716	0.689	13.8	14.8
75	88.2	87.5	8243	8193	0.802	0.783	17.7	18.2
100	86.7	86.1	10928	10853	0.847	0.838	23	23.6
125	84.1	83.1	13611	13461	0.865	0.855	28.5	28.8

Tablo 4. % Yük Değerlerinde Çelik 1 ve Çelik 2' nin Aldığı Değerler

Tablo 4 göstermektedir ki her iki tip nüve için elde edilen maksimum verim, nominal yükün % 75' inde elde edilmektedir. Çelik 1' de kullanılan daha az kayıba sahip nüve sayesinde asenkron motorun çıkış gücünün ortalama olarak 107.4 W arttığı görülmektedir. Aynı şekilde güç faktörü değerinin % 1.5 oranında arttığı ve motorun çektiği akımın ise belli bir miktar azaldığı görülmektedir. Kaliteli ve az kayıplı nüvenin kullanılması sonucu olarak verim değerinin ise yaklaşık olarak %1 iyileştiği görülmektedir.

5. Teşekkür

Bize çalışma sırasında laboratuvarlarından faydalanma imkanı sağladıkları için (ELSAN Elektrik A.Ş. (EMTAŞ Motor)-Ankara) fabrikasına teşekkür ederiz

6. SONUÇLAR

Elde edilen sonuçlara bakıldığında çelik malzemelerin yapısında yapılacak değişimler ile malzemenin permeabilitesi yükseltilebilir ve düşük kayıplı çelik sac levhalar elde edilebilir. Buna bağlı olarak da Tablo 4 incelendiğinde asenkron motorun % yük değerlerinde düşük kayıplı, yüksek permeabilite değerine sahip olan Çelik 1' den daha iyi performans elde edildiği görülmektedir. Sonuçlar karşılaştırıldığında akımın belli bir miktarda azaldığı, Cosφ değerinin yükseldiği, kayıpların belli oranda azalmasına bağlı olarak verimin yükseldiği görülmektedir. Sonuç olarak kaliteli nüve çelik malzemesi kullanılması sonucunda motor performansının iyileştirilebileceği açıkça görülmektedir.

KAYNAKLAR

1= M., Ishida, N., Shiga, K., Sadahiro, Improvement of motor performance by use of high efficiency electrical steels, Kawasaki Steel Technical Report, No. 48, pp 39-46, March, 2003.

2= A., G., Yetgin, A., İ., Çanakoğlu, Asenkron Motorlarda Stator Nüve Uzunluğunun Verime Etkisi Ve Optimum Uzunluğun Seçilmesi, II. Ulusal Ege Enerji Sempozyumu ve Sergisi, ss 570-577, Kütahya, 2004.

3= IEEJ Investigation Committee on improvement of small motors, Ed. Improvement of small motors, Tech. Rep., IEE Jpn., p 744, 1999.

4= Gürdal O., Elektrik Makinalarının Tasarımı, Atlas Yayın Dağıtım, 1. Baskı, İstanbul, ss 509, Eylül 2001.

5= H., G., Rutz, F., G., Hanejko, G., W., Ellis, The manufacture of electromagnetic components by the powder metallurgy process, PM²TEC' 97 International Conference on Powder Metallurgy & Particulate Materials, June 29-July 2, Chicago, IL USA, 1997.

6= -----, High efficiency motors (HEMS), chapter 2, pp 13-18.