

2242 ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ
ARAŞTIRMA PROJE YARIŞMALARI

PROJE RAPORU

Proje Başlığı: Mıknatıs Büyüklüklerinin ve Sarım Parametrelerinin
Tork Etkisi Altında Akım ve Hız Üzerinde Etkisi

PROJE ALANI: Makine İmalatı ve Otomotiv

TEMATİK ALAN:Malzeme Bilimi Ve Nano Teknoloji, Havacılık Ve Uzay

İÇİNDEKİLER

ÖZET

1. GİRİŞ	3
1.1. Projenin Amacı ve Önemi	4
1.2. Projenin İçerdiği Yenilik (Özgünlük) Unsuru	4
1.3. Projenin İlgili Olduğu Teknoloji Alan(lar)ı	4
2. YÖNTEM VE TEKNİKLER	5
2.1. Güç Kaynağı, Tork Yükleme Ve Devir Ölçme Makinesi.....	6
2.2. Mıknatıs Çeşidi Ve Nüve Malzemelerinin Önemi.....	8
2.3. Sıpir Sayısı Ve Tel Kesitinin Önemi	
3. BULGULAR.....	12
3.1. Hesaplama Ve Çizimlerin Yapılması.....	12
3.2. Rotorun Sardırılması Ve Stator Mıknatıslarının Montajı.....	13
3.3. Tork Yükleme İçin Aparat Tasarımı.....	14
4. SONUÇ ve TARTIŞMA.....	15
4.1. Ölçümlerin Yapılması.....	15
4.2. Ölçüm Sonuçları Tartışılması.....	15
5. ÖNERİLER	16
6. KAYNAKLAR.....	16
7. EKLER	

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil2.1:DC Kaynak	28
Şekil 2.2: DC Kaynak İç Yapısı	28
Şekil 2.3:Festo Ölçüm Cihazı	28
Şekil 2.4:Festo Aparat Tasarımı	28
Şekil2.5:Festo Aparat Plastik Enjeksiyon.....	28
Şekil2.6:Motor Üzeri Akı Dağılımı	28
Şekil2.7:Motor Yapısı	28
Şekil2.8:Laminasyon Saçı	28
Şekil2.9:0,55x7x2Sarım Rotorve8x0,8 Sarım Rotor	28
Şekil2.10:Elektriksel Modeli	28
Şekil3.1:Motorun Katı Modellenmesi	28
Şekil 3.2:Motorun Katı Modellenmesi	28
Şekil 3.3:Motorun Kesik Görünümü	28
Şekil3.4:Maxwell Programından Tasarımı.....	28
Şekil3.5:Manuel Sargı Makinesi	28
Şekil3.6:Rotor Üzerinde Vibrasyonun Giderilmesi	28
Şekil 3.7: N ve S Kutup Mıknatıs	28
Şekil3.8:Kalın Mıknatıslı Stator.....	28
Şekil3.9:Festo Test Aparatı.....	28
Şekil3.10:Plastik Enjeksiyon	28

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge2.1: İş Zaman Çizelgesi.....	35
Çizelge 2.2:Mıknatısların Karşılaştırılması	35
Çizelge 4.1:0,55x7x2 İnce ve Kalın Mıknatıs Rotor Test Değerleri	35
Çizelge 4.2:0.8x8 İnce ve Kalın Mıknatıs Rotor Test Değerleri.....	35

ÖZET

DC motor, düz akım elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinedir. Motorun içinde yer alan sargılara elektrik akımı uygulandığında, yine motorun içerisinde bulunan sabit mıknatlara zıt yönde oluşan manyetik kuvvetin etkisi ile hareket etme prensibine dayanır. Bu akımın yönünün, sürekli olarak sabit mıknatısa ters manyetik alan oluşturacak şekilde değiştirilmesi gereklidir. Çalışmamızda ise sabit mıknatısın boyutunu, döner alanın ise sipir sayısı ve tel kesitini değiştirerek testler yapılmıştır.

Bu çalışmada, bir DC motorun parametrelerinin simülasyon ve hesaplamalar ile belirlenen parametrelerin iyileştirilme amaçlı sonuçları sunulmaktadır. Deney düzeneği içerisinde; Elektrik Makinaları Test Ünitesi (FESTO), farklı sipir sayısı, tel kesiti ve mıknatıs boylarında DC motorlar ve DC güç kaynağı kullanılmıştır. Simülasyon deneyleri için gerekli paket program Maxwell kullanılarak geliştirilmiştir. Çalışmada motorların simülasyon sonuçlarına göre farklı rotorların sardırılması, mıknatısların statorlara yerleştirilmesi, test aparatı çizimleri ve baskılarının yapılmıştır. Bu işlemler sonucunda 2 farklı sarımda rotor ve 2 farklı mıknatıs kalınlığında stator elde edilmiştir. Motor parametreleri için gerekli deneyler ve ölçümler yapılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlar irdelenmiş ve tespit edilen parametre değerleri tartışılmıştır. DC motor günümüzde sıklıkla kullanılan ve sistem modelleme çalışmalarında örnek olarak kullanılan bir eleman olduğu için yapılan bu çalışma, yapılan yeni tasarımlarda yararlanılacak şekilde olmuştur.

1. GİRİŞ

DC makinalar motor veya generatör olarak çalışabilmesine rağmen hali hazırdaki kullanımları hemen hemen sadece motor olarak gözükmektedir. AC'nin üretimi, iletimi ve dağıtım sistemlerinin yaygın kullanımı teknik nedenlerin yanında ekonomik nedenlerden dolayı da dikkate alınmaktadır.

DC motorlar değişken hızlı sürücüler alanında önemli bir yer işgal etmektedir. Bunların endüstriyel kullanımı silindirli hadde makinaları, vinçler, bazı makina donanımları ve tork ve/veya hızın hassas kontrolünün gerektiği diğer uygulamaları içerir. Bunlar aynı zamanda akü ile çalışan taşıtlar (süt dağıtıcısı), forklift ve demiryolu lokomotif çekicilerinde de kullanılır. Sabit mıknatıslı tip çoğu küçük DC motorları otomobillerde yaygın olarak kullanılır. Yol verme motorları, cam sileceği motorları, pencere motorları, havalı direksiyon motorları, pervane motorları ve diğer aksesuarları süren motorların hepsi DC motorlardır. Minyatür DC motorların çoğu taşınabilen ve batarya ile çalışan alet ve aparatlarda kullanım yeri bulmaktadır [1].

DC motorlar direkt olarak bataryadan veya DC güç kaynağından beslenebilen motorlardır. Bu motorlar elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirmektedir. DC motorlar üretim araçları, endüstriyel robot vb. birçok uygulama ile uyumludurlar. Çok çeşitli boyutlarda ve fiyatlarda DC motor çeşitleri bulunmaktadır. AC motorlara kıyasla fiyatları çok ucuzdur. Ayrıca DC motorlar, çok basit ve kararlı kontrol yöntemleri ile uyum sağlamaktadırlar. Diğer bir avantajı ise yüksek verimlik ve ani oluşan yük artışlarına yüksek başlama torkudur [1].

Fırçalı DC motorlar, yüksek bir verime ve kalkış momentine, doğrusal bir moment-hız karakteristiğine sahiptir

1.1. Projenin Amacı ve Önemi

Günümüzde hemen hemen her sektörde DC motorlar kullanılmaktadır. Genel olarak tüm elektrik motorlarından istenen boyutu ve akımı küçük iken hızını ve torkunu büyük tutmaktır ama bunu yapmanın maliyetinin yanı sıra zorluğuda bulunmaktadır. Bu yüzden endüstriyel ortamlarda akım, boyut, hız, tork ve güç için sınırlar belirlenir. Bu sınırlara göre çizimler ve sarımlar hesaplanarak tasarım yapılır. Motorlarda boyutun bu kadar önemli olması statorunda veya rotorunda mıknatıs bulunan motorları da etkiler. Bu amaçla yapılan araştırmalar mıknatıstan daha çok sipir sayısı ve tel kalınlığı üstünedir. Bu uygulamada ise farklı sipir sayısı ve tel kalınlığının mıknatıs boyutlarında etkisi araştırılarak endüstriyel ortamlarda daha istenen motorları daha iyi ve daha verimli hale getirmek amaçlanmıştır.

1.2. Projenin İçerdiği Yenilik (Özgünlük) Unsuru

a) Proje, uluslararası, ulusal, bölgesel veya firma düzeyinde yenilik kategorilerinden hangisinin kapsamına giriyor?

Bu proje Makine İmalatı ve Otomotivsektöründe KORMAS DC Motor ARGE fabrikası bünyesinde yapılmıştır. Yapılan araştırma testlerinin ardından endüstriyel tasarım haline getirilerek piyasa çıkması ve talep bulması beklenmektedir. Yapılan yenilik istenen hız ve torka göre sipir sayısı ve tel kesitinin yanı sıra mıknatıs kalınlığının değiştirilebileceğini göstermektedir.

b) Proje çıktısı olan ürün, yöntem veya sürecin öncekilere veya benzerlerine göre farklılık ve üstünlükleri nelerdir?

Proje çıktısı olan ürün simülasyonlarla ve hesaplamalarla denenebilen farklı sarım sayısı ve tel kesiti grafikleri bulunmasının yanı sıra farklı mıknatıs boyutlarındada test edilerek fiziki olarak gösterilmesi ile farklılık yaratmaktadır.

c) Projenin ara çıktıları veya nihai çıktıları için patent, endüstriyel tasarım, copyright vb. fikri/sınai mülkiyet hakkı elde etme olasılığı nedir? Eğer var ise aynı konuda önceden alınmış diğer tescillerden farkı nedir?

KORMAS DC Motor ARGEfabrikası bünyesinde yapılan bu araştırmanın çıktıları endüstriyel üretim de ve yeni tasarımlar yapabilme amacıyla kaydedilmektedir. Yapılan araştırma daha önce bilimsel makalelerde yazılı veya görsel olarak derlenmemiş olduğu görülmüştür. Çeşitli araştırmalarda sipir sayısı ve tel kesiti tartışılrsa da bu sonuçlar mıknatıs etkisi ile test edilmemiş ve fiziki olarak görüntülenmemiştir.

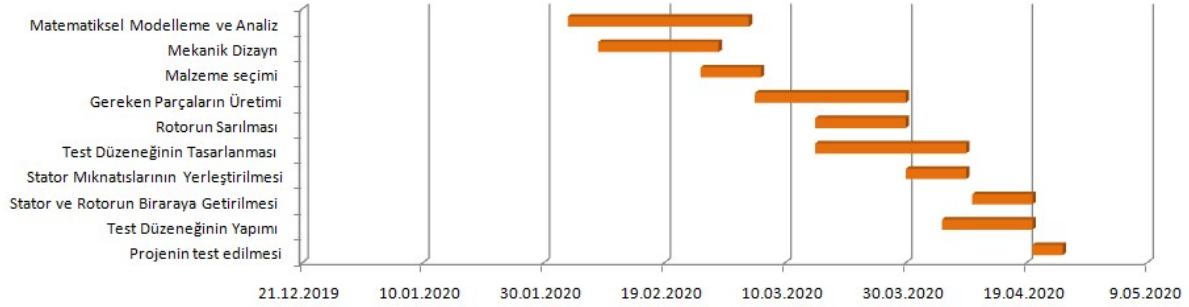
1.3. Projenin İlgili Olduğu Teknoloji Alan(lar)ı

Özellikle Makine İmalatı ve Otomotivsektöründe olmak üzere DC motor kullanılan alanlarda projenin etkisi net şekilde görülebilir. Spesifik olarak Otomotiv sektöründe yüksek hızlı düşük torka sahip motorlar soğutma gibi amaçlarda kullanılırken yüksek torka sahip yavaş

motorlar ise otomotiv sektöründe sürgülü kapıları açmak için kullanılmaktadır. Bu araştırma sarım sayısı ve sipir sayısının yanında mıknatıs boyutunda tork ve akım parametreleri üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur.

2. YÖNTEM VE TEKNİKLER

2.1. Proje İş-Zaman Çizelgesi



Çizelge2.1:Gant Şeması

	Tarih	Süre(Gün)
Matematiksel Modelleme ve Analiz	3.02.2020	30
Mekanik Dizayn	8.02.2020	20
Malzeme seçimi	25.02.2020	10
Gereken Parçaların Üretimi	5.03.2020	25
Rotorun Sarılması	15.03.2020	15
Test Düzenineğinin Tasarlanması	15.03.2020	25
Stator Mıknatıslarının Yerleştirilmesi	30.03.2020	10
Stator ve Rotorun Biraraya Getirilmesi	10.04.2020	10
Test Düzenineğinin Yapımı	5.04.2020	15
Projenin test edilmesi	20.04.2020	5

Çizelge 2.1: İş Zaman Çizelgesi

2.1.1 Matematiksel Modelleme ve Analiz: Planlanan Motorların Maxwell (Ansysn) üzerinden modellenecek ve analizleri yapılacaktır.

2.1.2 Mekanik Dizayn: SolidWorks üzerinden çizimleri, mıknatısların dizaynı yapılacaktır.

2.1.3 Malzeme seçimi: Nüve için saç seçilecek, Mıknatıs çeşitleri ise boyut, güç, fiyat göz önünde bulundurularak seçilecektir

2.1.4 Gereken Parçaların Üretimi: Test edilmesi planlanan motorun Statoru çizimlere göre üretilecektir. Rotor ise istenen boyutta saç kesilecek üretilecektir.

2.1.5 Rotorun Sarılması: 2 farklı istenen sipir sayısı için motorların rotorları sarılacaktır.

2.1.6 Test Düzeneginin Tasarlanması: Test düzeneginde kendi motorumuzu test etmek için gerekli olan aparat tasarlanacaktır

2.1.7 Stator Mıknatıslarının Yerleştirilmesi: Üretilen Statorun seçilen mıknatısları montajlanacaktır.

2.1.8 Stator ve Rotorun bir araya Getirilmesi: Mıknatıslı hale gelen Stator ve sargıları biten rotor montajlanacak rulmanları, milleri ve kapakları takılacaktır.

2.1.9 Test Düzeneginin Yapımı: Çizilen Aparatın plastik enjeksiyonda üretimi gerçekleştirilecektir.

2.1.10 Projenin test edilmesi: Uygun aparat ile beraber toplanan motor test edilecek ve değerler kaydedilerek tartışılacaktır.

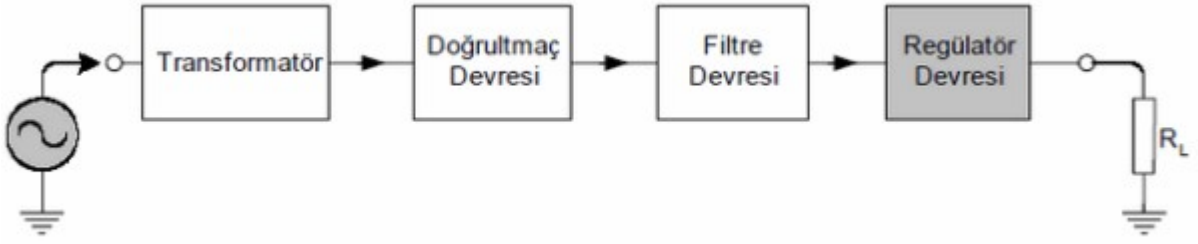
2.2. Güç Kaynağı, Tork Yükleme Ve Devir Ölçme Aleti

Bütün elektronik cihazlar (radyo, teyp, tv, bilgisayar vb. gibi) çalışmak için bir dc enerjiye gereksinim duyarlar. dc enerji, pratik olarak pil veya akülerden elde edilir. Bu oldukça pahalı bir çözümdür. dc enerji elde etmenin diğer bir alternatifi ise şehir şebekesinden alınan AC gerilimi kullanmaktır. Şebekeden alınan AC formdaki sinüzoidal gerilim, DC gerilime dönüştürülür. Bu işlem için şekil 2,1’de gösterilen DC güç kaynakları kullanılır.



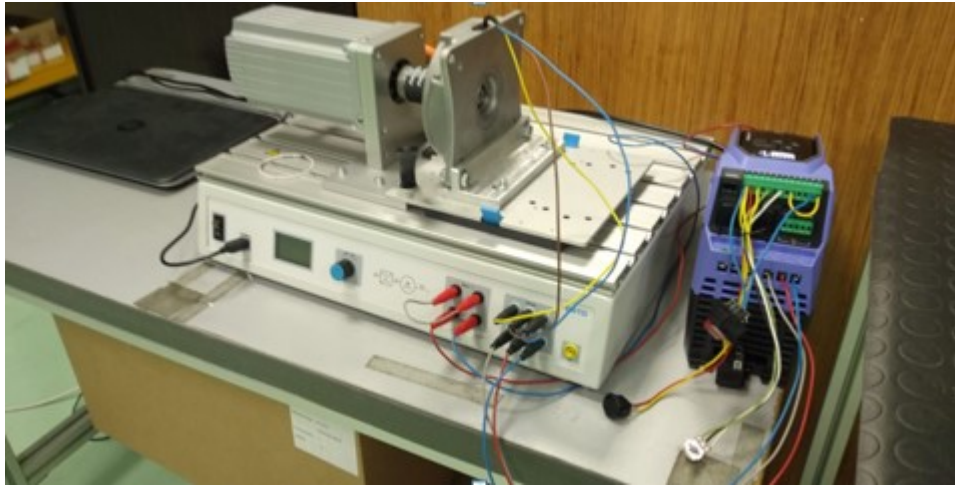
Şekil2.1:DC Kaynak

Temel bir dc güç kaynağının blok şeması şekil 2.2’de görülmektedir. Sistem; doğrultucu, filtre ve regülatör (regulator) devrelerinden oluşmaktadır. Sistem girişine uygulanan ac gerilim (genellikle şehir şebeke gerilimi), bir transformatör yardımıyla istenilen gerilim değerine dönüştürülür. Transformatör çıkışından alınan bu ac gerilim, doğrultmaç devreleri kullanılarak doğrultulur [2].



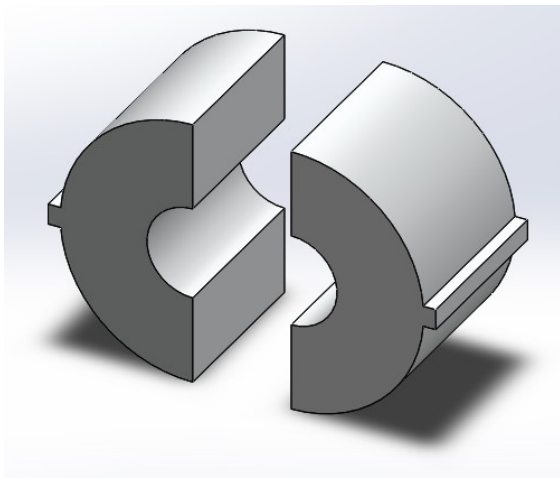
Şekil 2.2: DC Kaynak İç Yapısı

Şekilde gösterilen doğrultulan gerilim, ideal bir dc gerilimden uzaktır ve az da olsa dalgalanmalar (rıpıl) içerir. Filtre devreleri tam bir dc gerilim elde etmek ve rıpıl faktörünü minimuma indirmek için kullanılır. İdeal bir dc gerilim elde etmek için kullanılan son kat ise regülâtör düzenekleri içerir.[2]

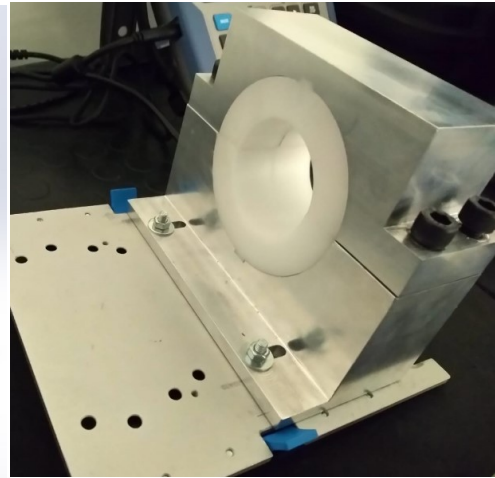


Şekil 2.3:Festo Ölçüm Cihazı

Şekil 2,3’de Gösterilen Festo Cihazı üzerinde Tork ve Hız verileri alınabilir. Bu parametreleri yazılım ile kontrol edilen servomotor yardımıyla gösterir. Sistemin üstünde boşta çalıştırılma başlatılır ardından tork eklenerek hız, verim, akım değerlerinin grafikleri oluşturulur.



Şekil 2.4:Festo Aparat Tasarımı



Şekil2.5:Festo Aparat Plastik Enjeksiyon

Fakat Festo cihazının her motoru test etmek için gerekli aparatı yoktur. Test etmek istediğimiz motoru Festo cihazına Yerleştirebileceğimiz şekilde parça ürettirmemiz gerekir. Test aşamasında Cihazın Servo motorunun ve test edilen motorumuzun eksenlerinin aynı olması önemlidir. Aksi takdirde sistemde ek tork gibi davranabilir. Bunun için Şekil 2.4'deki çizim yapılarak Şekil 2.5'deki numune plastik enjeksiyon ile bastırılır.

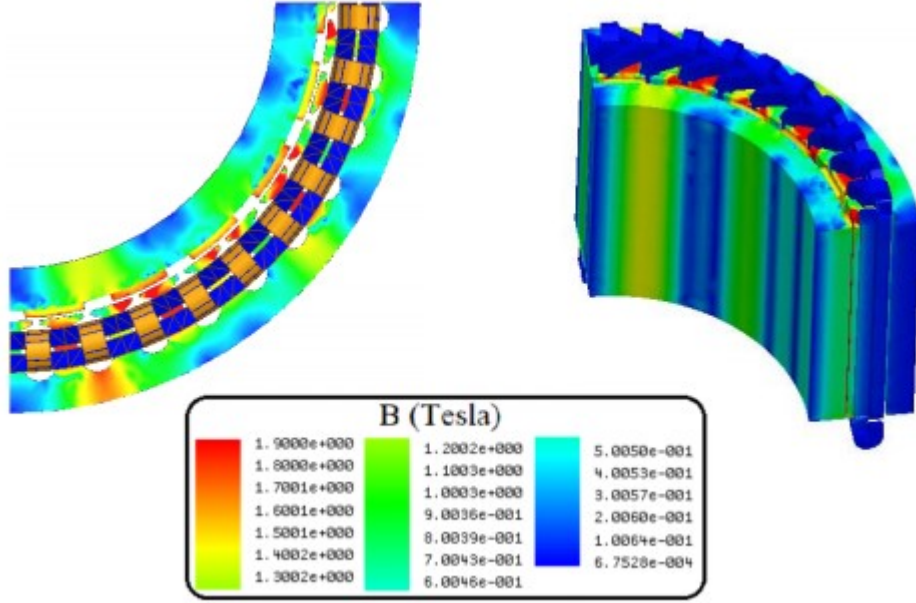
2.3. Mıknatıs Çeşidi, Nüve Malzemelerinin, Tel Kesitinin ve Sipir Sayısının Önemi

Yapılan analiz çalışmalarında mıknatıs malzemesi olarak AlNiCo5, AlNiCo9, Seramik5, Seramik8D, SmCo24, SmCo28 ve NdFeB tipi mıknatıslardan da N30, N35, N38, N48 ve N50m tipi mıknatıslar kullanılmıştır. Malzemenin etkisinin incelemek amacıyla tüm analiz koşulları ve fiziksel parametreler sabit tutulmuştur. Yapılan analizler Çizelge 2.2'de motor verimi, çıkış gücü, maksimum çıkış gücü ve vuruş torku değeri kaydedilmiş ve incelenmiştir[3].

Mıknatıs tipi	Verim (%)	Güç (W)	Vuruş torku(mNm)	Maksimum çıkış gücü (W)
AlNiCo5	57,96	4608	0,083	4608
AlNiCo9	66,13	5501	0,126	7457
Seramik5	43,99	4275	0,035	4275
Seramik8D	47,37	4885	0,047	4885
SmCo24	83,59	5501	0,337	10730
SmCo28	85,35	5501	0,376	11295
N30	85,99	5500	0,391	11469
N35	88,08	5501	0,449	12015
N38	89,89	5500	0,523	12453
N48	90,34	5501	0,553	12414
N50m	90,75	5502	0,809	14399

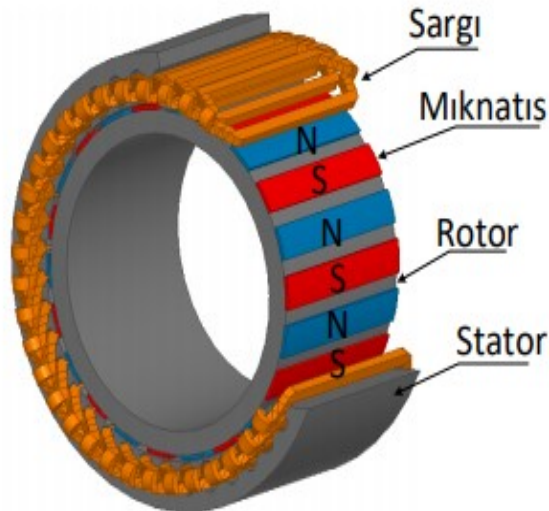
Çizelge 2.2:Mıknatısların Karşılaştırılması

Analizlerde elde edilen sonuçlara göre maksimum çıkış gücü değerinin kullanılan mıknatısın remanans akı yoğunluğu değeri ile doğrusal olarak arttığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla yüksek BHmax değerine sahip mıknatıslarda aynı hacimde daha yüksek güç elde etmek mümkündür. Aynı güç elde edilmek istendiğinde Seramik ve AlNiCo tipi malzemelerde kullanılan mıknatısın boyutunun artırılması gerekecektir. Motorun çıkış gücü 5,5 kW olarak tasarlandığından hemen hemen her tipte yaklaşık sonuç elde edilmiştir. Mıknatıslara ait BHmax çarpımlarının artması ile birlikte verimin de arttığı görülmektedir[3].



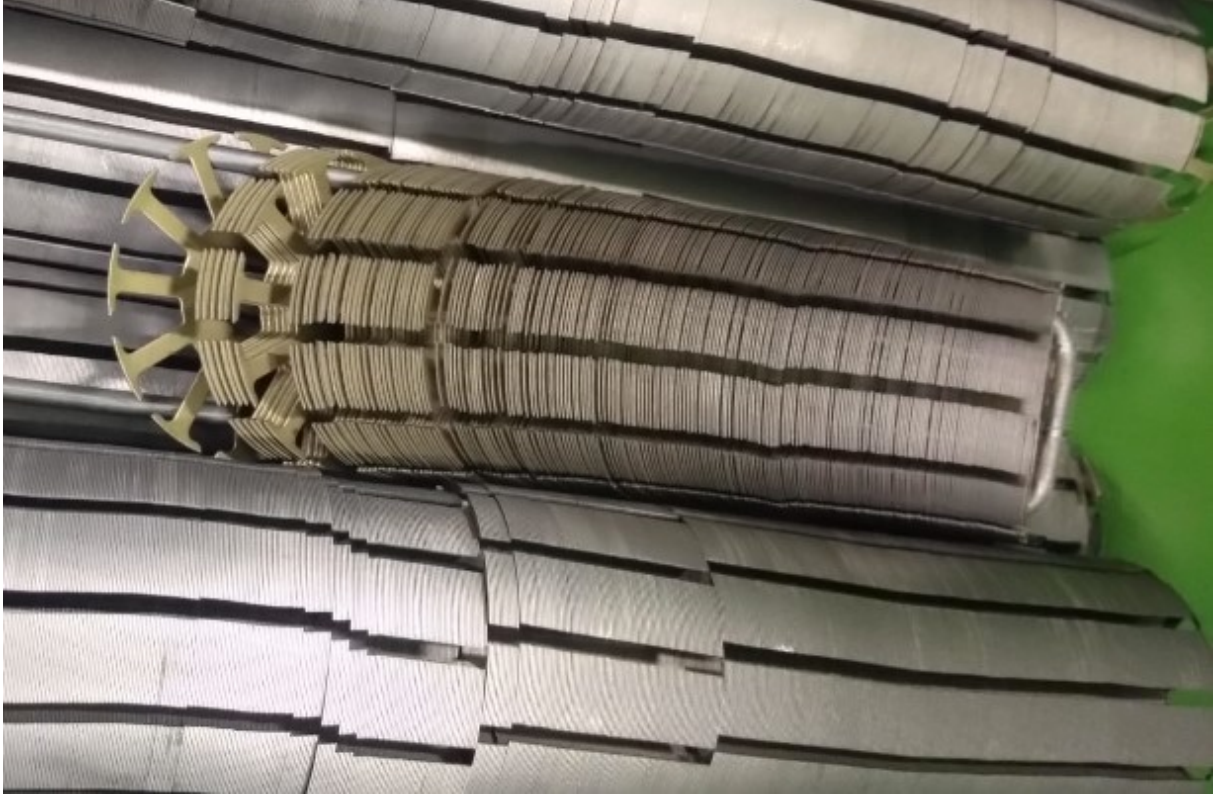
Şekil2.6:Motor Üzeri Akı Dağılımı

En iyi verimin elde edildiği N50m mıknatıs malzemesinin kullanıldığı tasarım dikkate alınarak manyetostatik analizler gerçekleştirilmiştir. Sonlu elemanlar analizlerinin daha kısa sürede sonuçlanması amacıyla master-slave sınır koşulları kullanılarak motorun ¼ kesiti üzerinde yapılmıştır. Motor üzerinde elde edilen akı dağılımı Şekil 2,6'da verilmiştir. Bu çalışmada ise performansı nispeten düşük olsada fiyat/performansından ve kolay ulaşılabilirliğinden ötürü Seramik yani ferrit mıknatıs seçilmiştir. Şekil 2.7'de temsili motor yapısı mıknatısları ile birlikte verilmiştir.



Şekil2.7:Motor Yapısı

Tasarımı yapılacak motorun tipi kayıplar açısından etken olacağı için motor tipine göre manyetik nüve ve malzeme seçimi yapılmalıdır. Histerize kayıpları motor tipi ve uygulamasına uygun olarak minimal olabilecek malzeme seçilmelidir. Ferromanyetik malzeme, laminasyon saçı histerize kayıpları açısından değerlendirilmelidir.



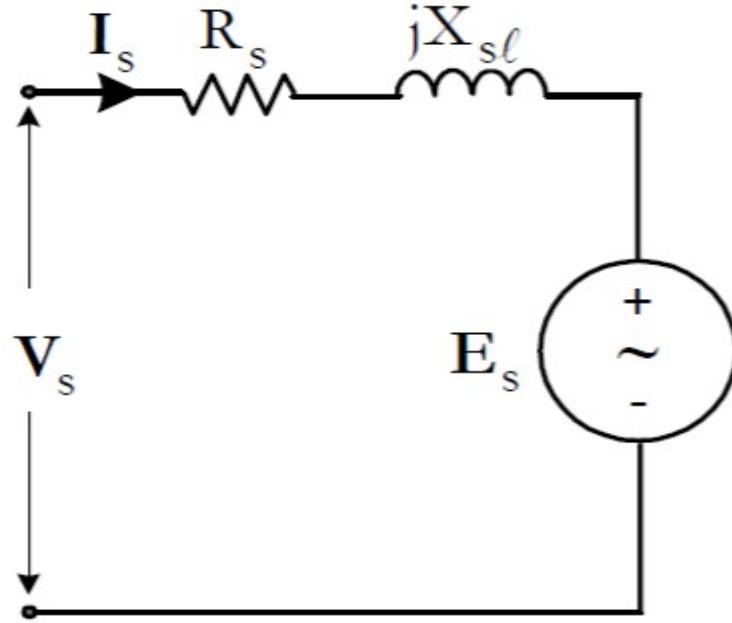
Şekil2.8:Laminasyon Saçı

Eddy akımı kayıpları Şekil 2.8’de kullanılacak laminasyon saçının kalınlığı Eddy akımlarından kaynaklanacak kayıpların azaltması bakımından önemlidir, tasarımda önemle gözönüne alınmalıdır. Eddy akımlarının azaltılması için kullanılacak laminasyon saçının silikonlu tiplerden seçimi yapılabilir. Eddy kayıpları toplam kaybın %20’sine erişebilir, silikonlu iletkenliği azaltılmış laminasyon saçları ile bu kayıpların %10 ila %25 kadar azaltılabileceği ifade edilmektedir. Laminasyon saçının kalınlığını azaltmak %10 ila %25 kadar bundan kaynaklanan nüve kayıplarını azaltabilir. Akı yoğunluğunun azaltılması Diğer bir teknik olarak manyetik nüvenin boyutunu dönme eksenini boyunca artırıp akı yoğunluğunu belirli oranda azaltarak nüve kayıpları azaltılabilir. Kullanılan laminasyon saçlarının izolasyon kaplamaları, kaplama kalınlığı tasarımda kayıpları azaltma açısından göz önüne alınmalıdır.



Şekil2.9:0,55x7x2 Sarım Rotor ve 8x0,8 Sarım Rotor

Şekil 2.9da iki farklı rotor görülmektedir. Bu rotorlar farklı kesit ve farklı siper sayılarında manuel makinede sarılmıştır rotorlardır. Görüldüğü üzere rotorlardan biri 0.55x7x2 iken diğeri 8x0.8dir burada amaç farklı siper ve farklı tel kalınlığının etkisini mıknatıs boyutlarını değiştirerek incelemektir.



Şekil2.10:Elektriksel Modeli

Şekil 2.10’da gösterilen modelde R_s direnci siper sayısı ve telin kalınlığı ile değişir. Hız, Tork, Verim, Çıkış gücü ve Akım ise R_s direnci ile değişir. R_s direncini arttırmak için daha fazla sarım yapmak veya tel kesitini arttırmak gerekir. R_s direnci arttığında kayıplar artar ve çıkış gücü azalır böylece verim düşer. R_s direncini arttırmak Torku arttırırken hızı düşürür.

Örneğin; aynı telde 10 sipir ile sarılmış rotor 100 sipir ile sarılmış bir rotordan hızlı döner fakat torku daha düşüktür. Bu nedenle oluk boşluğuna göre yani sarılabilecek alana göre sipir sayısı ve tel kesiti seçilir.

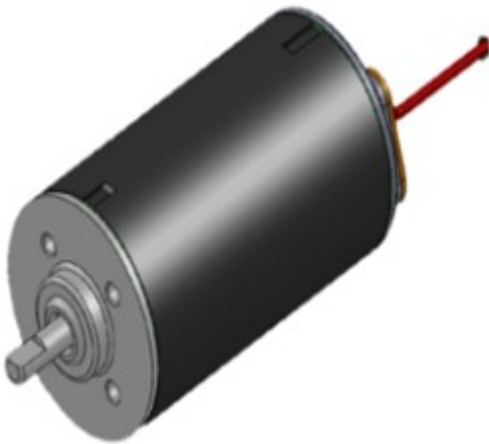
3. BULGULAR

3.1. Hesaplama Ve Çizimlerin Yapılması

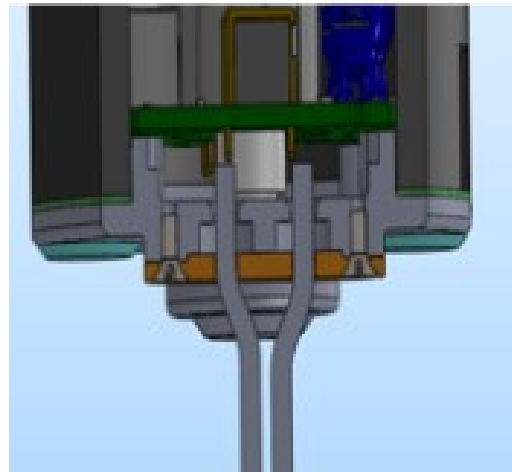
Motorlarda istenen sonucun küçük boyutta, az amper ile yüksek tork ve yüksek hız alınması göz önünde bulundurularak şekil3.1’de gösterilen motor Şekil 3.2’de gösterildiği gibi olabildiğince küçük gövde ile tasarlanmaya çalışıldı. Şekil3.3’de gösterilen statorun mıknatıs ile çizimleri yapıldı. Mıknatısa uygun açılar ile mıknatıs stator arası boşluk kalmayacak şekilde çizildi.



Şekil3.1:Motorun Katı Modellenmesi

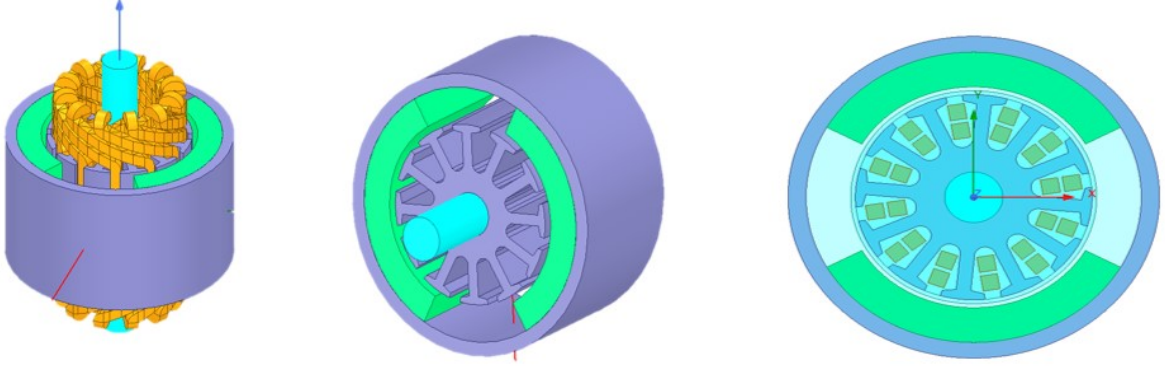


Şekil 3.2:Motorun Katı Modellenmesi



Şekil 3.3:Motorun Kesik Görünümü

İçine yerleştirilecek rotorun paket sayısı, kutup sayısı, çapı ve saç uzunluğu ölçüleri belirlendi. Bu ölçülere göre rotorun sipir sayısı, tel kesiti ve mıknatıs büyüklüğünün etkilerini daha net görmek üzere şekil3.4’deMaxwell programından çizim ve tasarımlar yapıldı.



Şekil3.4:Maxwell Programından Tasarımı

3.2. Rotorun Sardırılması Ve Stator Mıknatıslarının Montajı

Maxwell programındaki çizimlerden ve denemelerden yola çıkılarak bazı kesit ve sipir sayıları belirlendi ve program üzerinden doluluk oranlarına bakıldı. Maxwell gerçekçi bir şekilde analiz etse de fiziksel olarak rotorun alabileceğinden daha fazla sarımı alabileceğini gösterdi. Doluluk oranlarına bakılarak fiziksel olarak uygulanabilecek ve şekil3.5’de gösterilen rotor sarma makinesinin sarılabileceği sipir sayısı ve tel kesiti hesaplanarak rotor sarılmaya başlandı.



Şekil3.5:Manuel Sargı Makinesi



Şekil3.6:Rotor Üzerinde Vibrasyonun Giderilmesi

Rotor testlerinde vuruntu yaptığı noktalar test edildi. Şekil 3.6’da gösterilen macunlar vuruntuyu engellemek için test sonucunda yerleştirildi.

İki farklı mıknatıs gelen statorlara boşluk kalmayacak şekilde oturtuldu. Sipariş edilirken Şekil3.7’de gösterilen N ve S olmak üzere kutuplar farklı şekilde sipariş edilmişti. Şekil3.8’deki gibi N ve S şeklinde montajlandı.



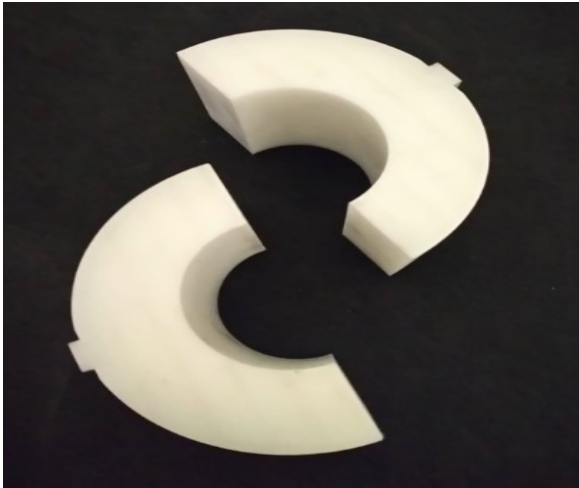
Şekil 3.7: N ve S Kutup Mıknatıs



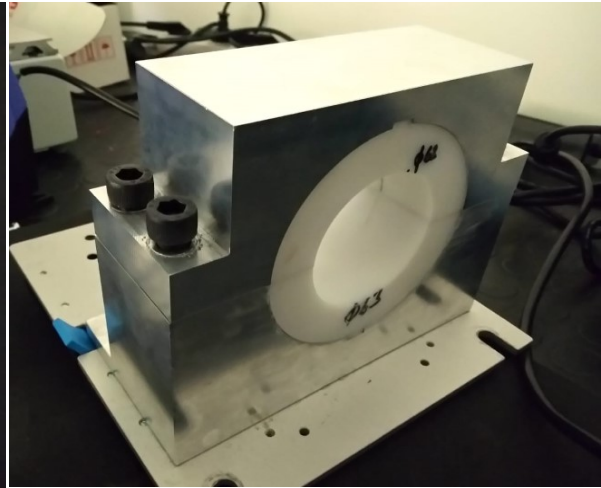
Şekil3.8:Kalın Mıknatıslı Stator

3.3. Tork Yükleme İçin Aparat Tasarımı

Festonun ölçüm cihazındaki motor ile test edeceğimiz motorların millerinin aynı ekseninde ve simetrik olması için yükseklik, genişlik, çap ve uzunluk değerleri alınarak şekil 3.9’de gösterilen çizim yapıldı. Bu parçanın test için üretildiği ve seri imalata geçmeyeceği için plastikenjeksiyon yapıldı. Şekil 3.10’da gösterilen parça test edeceğimiz motorun tam oturacağı ve vibrasyon yapmayacağı şekilde tasarlandı.



Şekil3.9:Festo Test Aparatı



Şekil3.10:Plastik Enjeksiyon

Şekilde gösterildiği gibi festo cihazına monte edilerek test cihazı ile aynı ekseninde olması sağlandı. Aynı ekseninde olmasaydı sistem içerisinde ek tork oluşturabilirdi. Oluşabilecek tork sistemin akımını arttırıp hızını düşürür ve net sonuç almamızı engellerdi.

Festo kendi sistemi içerisinde kitapçığında yazan ve hesaplamalardan da çıkan 0.3Nm Torka sahip olduğu görüldü. O yüzden ölçümler tamamen boşta iken ve festo cihazına bağlı iken iki farklı şekilde yapıldı.

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

4.1. Ölçümlerin Yapılması

Sipir sayısı, tel kesiti ve mıknatıs büyüklüğünün etkisini fiziksel olarak görmek için sarılan 0.55x7x2 ve 0.8x8 rotor ince ve kalın mıknatıslı statorlara monte edilerek toplamda 4 farklı durumun ölçümü yapıldı. Güç kaynağından 12v ayarlandı ve kaç A çektiğide kaynağın üzerinde anlık olarak yazdı. Akımı hem burada görürken hemde bağladığımız festo cihazı üzerinde de Tork kontrolü ve Hız kontrolü yaparken akım ve güç gibi değerleri görebiliyorduk. Festo cihazından bağımsız ölçümler boşta olarak çalıştırıldı ve Çizelge 4.1’de değerler not edildi. Festonun kendi üzerinde 0.3Nm tork ayarlanarak yükte çalışma değerleri alındı.

Rotor 0,55x7x2 Sarım					
12v	Yük	Kalın Mıknatıs		İnce Mıknatıs	
Boşta	0	1.3A	7500rpm	1.2A	8200rpm
Yükte	0.3Nm	25.8A	4230rpm	27.8A	4400rpm

Çizelge 4.1:0,55x7x2 İnce ve Kalın Mıknatıs Rotor Test Değerleri

Ölçümler için önce 0.55x7x2 rotor ile kalın mıknatıs montajlanarak ölçümler alındı. Ardından 0.55x7x2 ile ince mıknatıslı stator montajlanarak değerler kaydedildi bu değerler çizelge verildi. Sonrasında 0.8x8 rotor içinde aynı işlemler yapıldı ve bu ölçümler Çizelge 4.2’de verildi.

Rotor 0,8x8 Sarım					
12v	Yük	Kalın Mıknatıs		İnce Mıknatıs	
Boşta	0	1.4A	6300rpm	1.3A	6900rpm
Yükte	0.3Nm	21A	3800rpm	22.5A	4100rpm

Çizelge 4.2:0.8x8 İnce ve Kalın Mıknatıs Rotor Test Değerleri

4.2. Ölçüm Sonuçları Tartışılması

Ölçümler neticesinde çeşitli sonuçlara ulaşıldı. Anlatıldığı üzere iki farklı 0.55x7x2 ve 0.8x8 sarıldı. İki farklı mıknatıs boyutu ile testler yapıldı. İnce ve kalın mıknatısın görüldüğü üzere aynı voltajda akım, tork ve hız değerleri arasında gözle görülür farklılıklar olmaktadır. Buradan çıkarılacak sonuç mıknatıs boyutunun artması torku arttırırken hızı düşürmektedir. Yani daha fazla yükü kaldırabilirken daha yavaş dönecektir. Tasarladığımız motor yapısı itibari ile 0.3Nm torkda kalın mıknatısta akım 1.3A den 25.8A ince mıknatısta ile akım 1.2A

den 27.8A e kadar çıkmaktadır. Yüklenince torkun bu kadar artmasının nedeni motorun daha yüksek hızda çalışması istendiğindendir.

Aynı statorda 0.8x8 sarımda motorun aynı torkda daha az amper çektiği dolayısıyla daha güçlü olduğu görülmektedir. Fakat torkdaki bu artış beklendiği üzere hız değerini düşürmüştür.

5. ÖNERİLER

Yapılan tasarımlarda yüksek hız düşük tork için düşük sipir ve ince tel ile ince mıknatıs kullanmanın mantıklı olduğu görülmüştür. Düşük hız yüksek tork için ise sipir sayısının ve tel kesitinin artarken kalın mıknatıs kullanmanın daha mantıklı olduğu görülmüştür. Böylelikle Simülasyon programlarında veya el ile hesaplamalarsa çözümlenen mıknatıs boyutu, tel kesiti ve sipir sayısı gibi değişkenlerin karşılaştırılması fiziksel olarak denenmiş ve sonuçların örtüştüğü görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

Prof. Dr. Osman Gürdal

[1] ELEKTRİK MAKİNALARININ TASARIMI BURSA ORHANGAZİ ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI 2015

[2]DC GÜÇ KAYNAĞI<https://diyot.net/dc-guc-kaynagi-power-supply/>[Erişim Tarihi: 29.11.2019]

[3]FARKLI MIKNATIS MALZEMELERİNİN YÜZEY MIKNATISLI DOĞRUDAN TAHRİKLİ SABİT MIKNATISLI SENKRON MOTOR PERFORMANSINA ETKİSİAdem DALCALI Cilt:3, Sayı: Özel, 2018Vol:3, Issue: Special, 2018
<http://www.ratingacademy.com.tr/ojs/index.php/joa>