

## IMMD Motor Test Sonuçları

IMMD motorunun test prosedürü sırasıyla aşağıdaki gibidir:

- İzolasyon kontrolleri
- Endüktans ölçümü
- Jeneratör modda yüksüz çalışma
- Jeneratör modda yüklü çalışma
- Motor modda hazır sürücüyle yüksüz çalışma
- Motor modda hazır sürücüyle yüklü çalışma
- Motor modda kendi sürücüsüyle yüksüz çalışma
- Motor modda kendi sürücüsüyle yüklü çalışma

Bu aşamaların ilk üçü 15/04/19 itibariyle tamamlanmış olup jeneratör modda yüklü çalışma testleri devam etmektedir.

**1. İzolasyon kontrolleri:** İlk olarak motorun kasa-faz ve faz-faz arası izolasyon dirençleri multimetre ile ölçülmüştür. Direnç değerleri genel olarak  $M\Omega$  mertebesinde olduğu için sarım izolasyonlarında herhangi bir sorun olmadığı sonucuna varılmıştır.

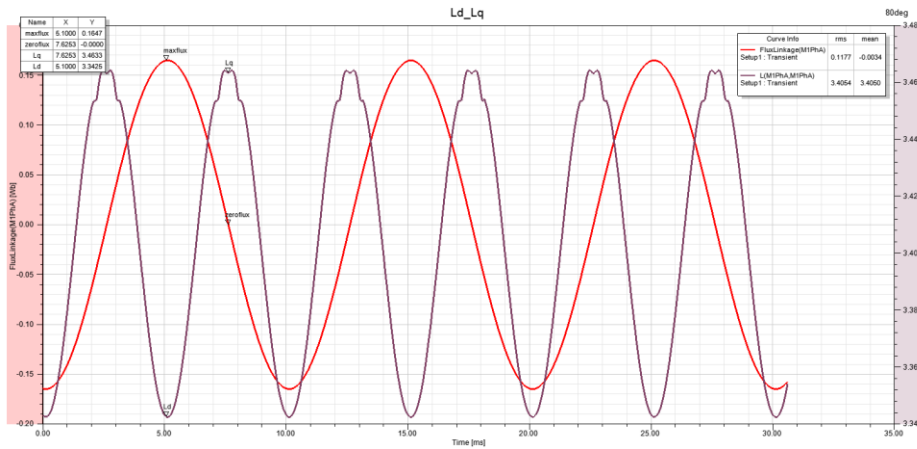
### 2. Endüktans ölçümleri:

**a. Eksen kayıklığı testi için:** Rotorun eksenindeki olası bir eksen kayıklığını tespit etmek için endüktans ölçüm yöntemi kullanılmıştır. Bu testte rastgele bir sargı seçilip rotor yavaşça döndürülerek her mıknatıs aynı konuma gelince endüktans ölçülmüştür. Bütün değerler 3.51-3.52 mH civarında elde edildiği, rotor döndükçe endüktansta herhangi bir değişim gözlenmediği için rotorda herhangi bir eksen kayıklığı olmadığı sonucuna varılmıştır.

**b. Motor parametrelerini elde etmek için:** Her sarımın endüktansının maksimum ve minimum olduğu değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Sarım dirençleri ise 320 mΩ civarındadır.

		Max (mH)	Min (mH)			Max (mH)	Min (mH)
Module 1	Phase A	3.72	3.2	Module 3	Phase A	3.55	2.99
	Phase B	3.68	3.18		Phase B	3.67	3.02
	Phase C	3.56	3.12		Phase C	3.68	3.07
Module 2	Phase A	3.51	3.05	Module 4	Phase A	3.58	2.98
	Phase B	3.43	2.94		Phase B	3.64	3.12
	Phase C	3.62	3.07		Phase C	3.62	3.12

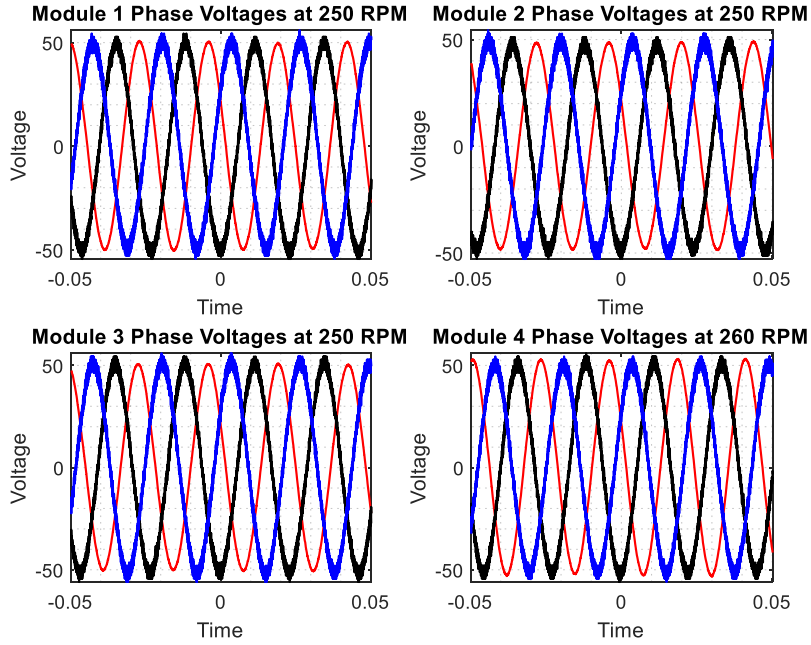
Bu değerler sarım ve işçilikle doğrudan alakalı olduğu için değişiklik gösterebilir, ancak D ve Q endüktansları arasındaki fark simülasyon sonuçlarına göre yüksek çıkmıştır. Aşağıdaki şekilde rotorun mıknatıs yuvalarının yanları yükseltilmiş ve en son üretilen haline göre yapılan simülasyon sonucundaki endüktans değerleri mevcuttur. Şekilde görüleceği gibi simülasyon sonuçlarına göre aradaki fark 0.1 mH civarındayken üretilen motorda 0.5 mH civarındadır.



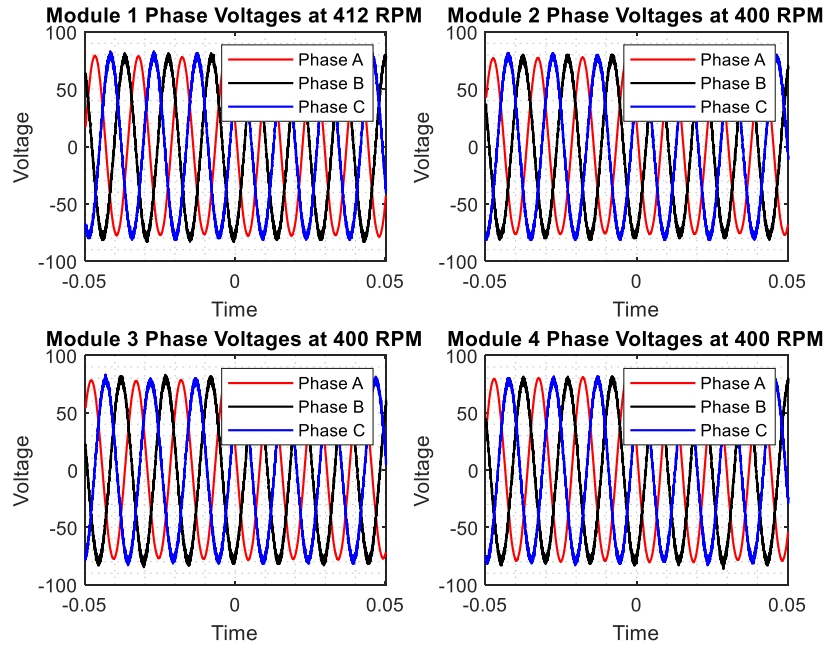
Şekil 1: Simülasyona Göre Motor Faz Endüktansı

### 3. Jeneratör Modda Yüksüz Çalışma:

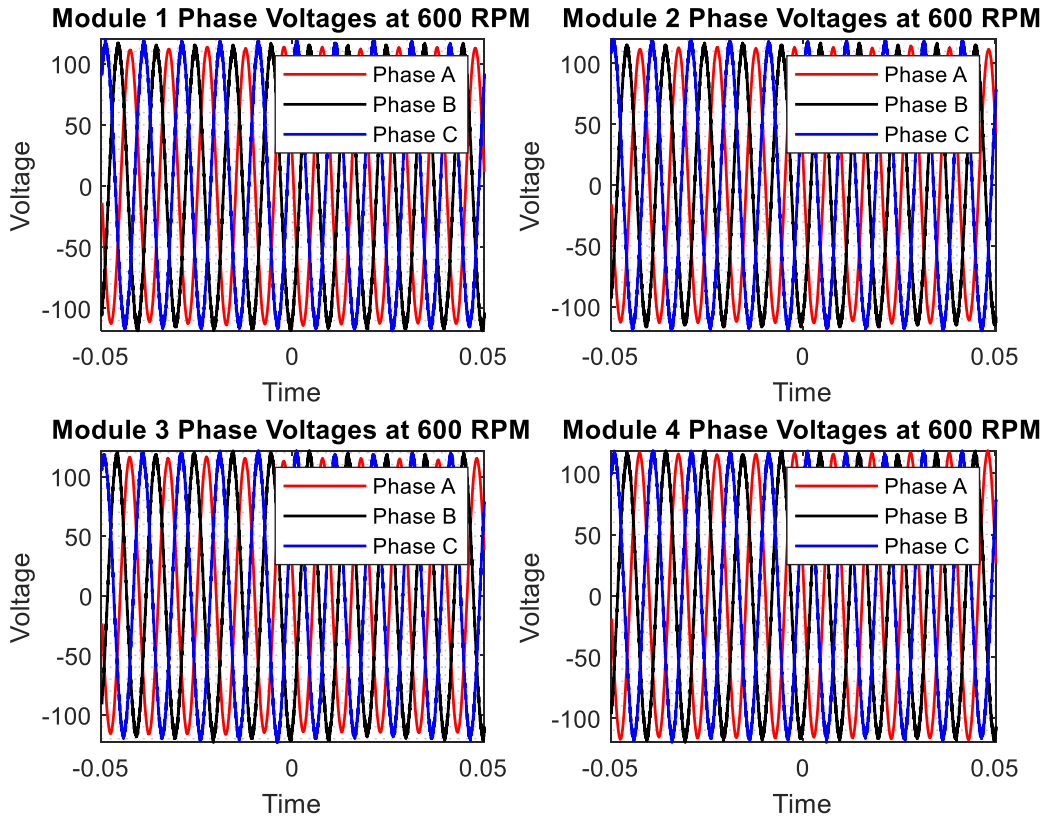
Motorun farklı hızlarına göre back EMF grafikleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 2: 250 RPM'de Endüklenen Voltaj Grafikleri



Şekil 3: 400 RPM'de Endüklenen Voltaj Grafikleri



Şekil 4: 600 RPM'de Endüklenen Voltaj Grafikleri

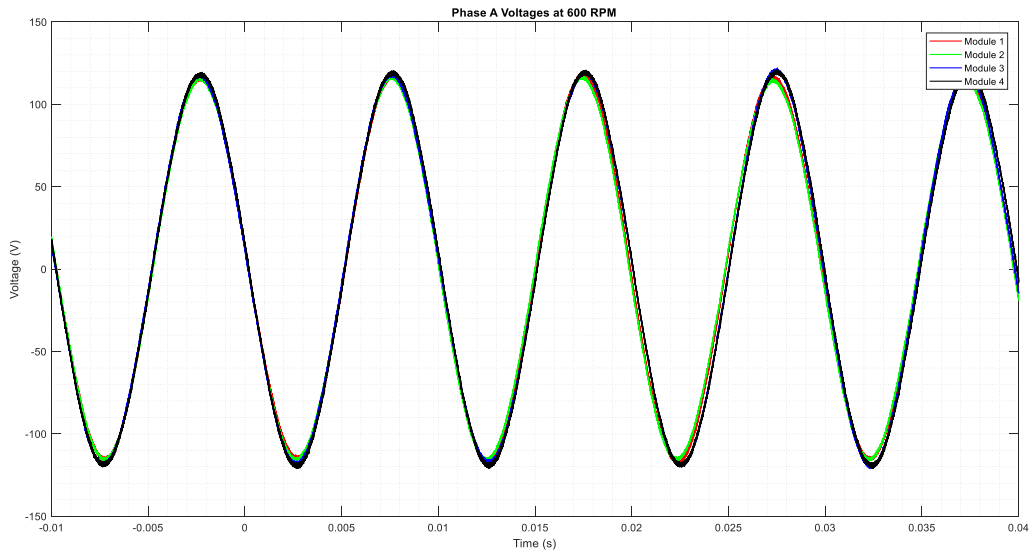
Ön değerlendirmeler:

- Motor 600 RPM'de dönerken hesaplamalarla uygun olacak şekilde faz başına 80 Vrms voltaj endüklenmektedir.
- Voltajın frekansı ve büyüklüğü beklendiği bir şekilde motor hızına bağlı lineer olarak değişmektedir.
- Dalgalar genel olarak düzgün birer sinüs gibi görünmekte, baskın bir harmonik komponentinin etkisi görünmemektedir.
- Fazlar arasında olması gerektiği gibi 120° elektriksel açı mevcuttur.

Her fazın 600 RPM'de RMS endüklenen voltajları aşağıdaki tabloda verilmiştir:

		Back EMF (Vrms)			Back EMF (Vrms)
Module 1	Phase A	79.3	Module 3	Phase A	81.1
	Phase B	79.3		Phase B	81.6
	Phase C	79.8		Phase C	81.8
Module 2	Phase A	79.5	Module 4	Phase A	81.9
	Phase B	79.0		Phase B	80.0
	Phase C	80.6		Phase C	80.1

Bu ölçüm esnasında her modüldeki problemleri söküp diğer modüle takarken motoru durdurup yeniden başlatmak gerektiği için, yeniden başlatıldığı zaman tam olarak aynı hızı veremeyebileceği için modül 3-4 ile 1-2 arasındaki farkın ölçüm hatasından kaynaklanıp kaynaklamadığı konusunda bir belirsizlik mevcut. Bu belirsizliği önlemek ve modüllerin seri bağlanabilmesini ölçmek için her modülün aynı fazından endüklenen voltaj bilgisi alındı. Bu grafikler Şekil 5'te mevcuttur.

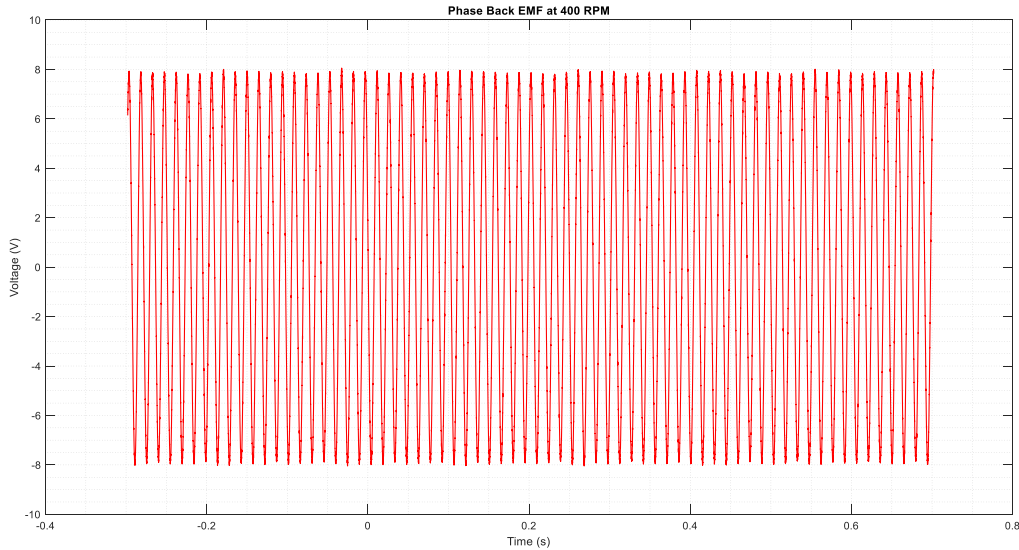


Şekil 5: Her Modüldeki A Fazında 600 RPM'de Endüklenen Voltaj

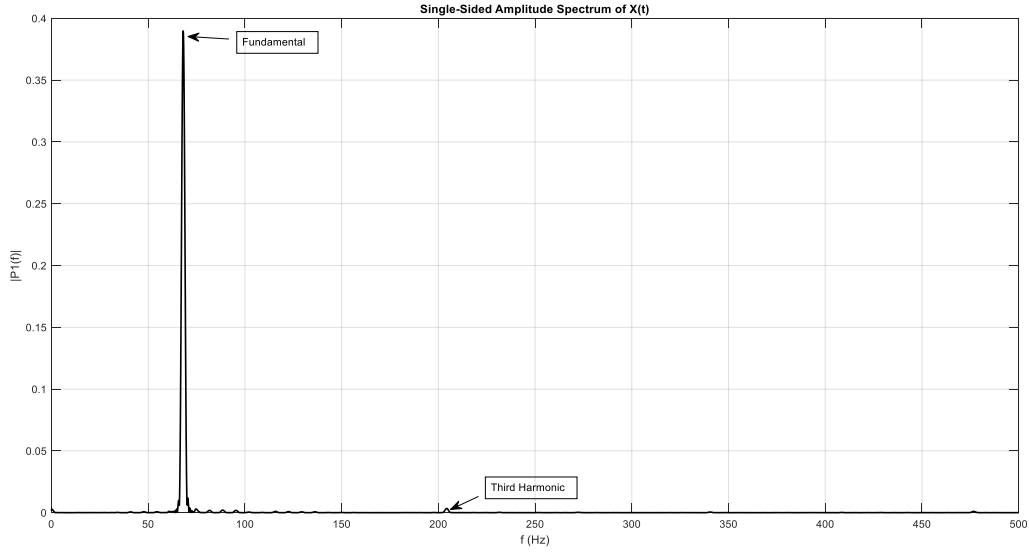
Modül 2'nin voltaj eğrisinde frekansta bir dalgalanma görünse de dört modüldeki voltajların arasında faz farkı yoktur. Bu ölçüme göre Modül 1'den 4'e endüklenen voltajların RMS değerleri sırasıyla 81.2, 80.4, 82.5 ve 83.1'dir.

### Frekans Analizleri:

Endüklenen voltajların harmonik bileşenlerini görmek amacıyla voltaj verisi osiloskoptan MATLAB ortamına aktarılmış ve FFT analizi yapılmıştır. En başta, analizi yaparken sinüs cycle sayısının az olması temel frekanstaki büyüklüğün bant aralığının yüksek olmasına sebep olmuştur. Bu nedenle fazla cycle sayısına sahip bir voltaj verisi alınıp Hanning window kullanılarak FFT analizi yapılmıştır. Spektrumu çıkarılan voltaj dalgası ve analiz sonucu Şekil 6 ve 7'de mevcuttur.



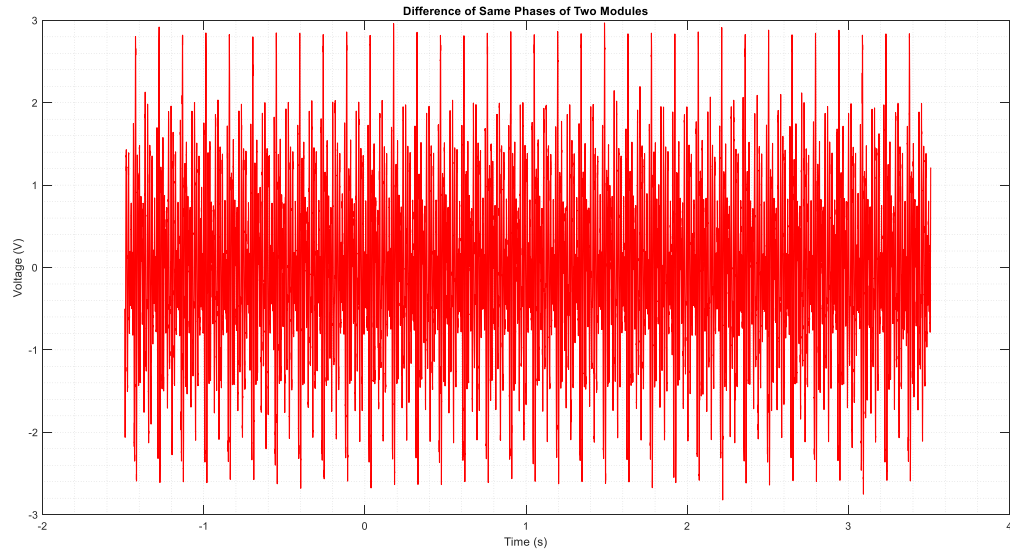
Şekil 6: Harmonik Analizi İçin Voltaj Grafiği



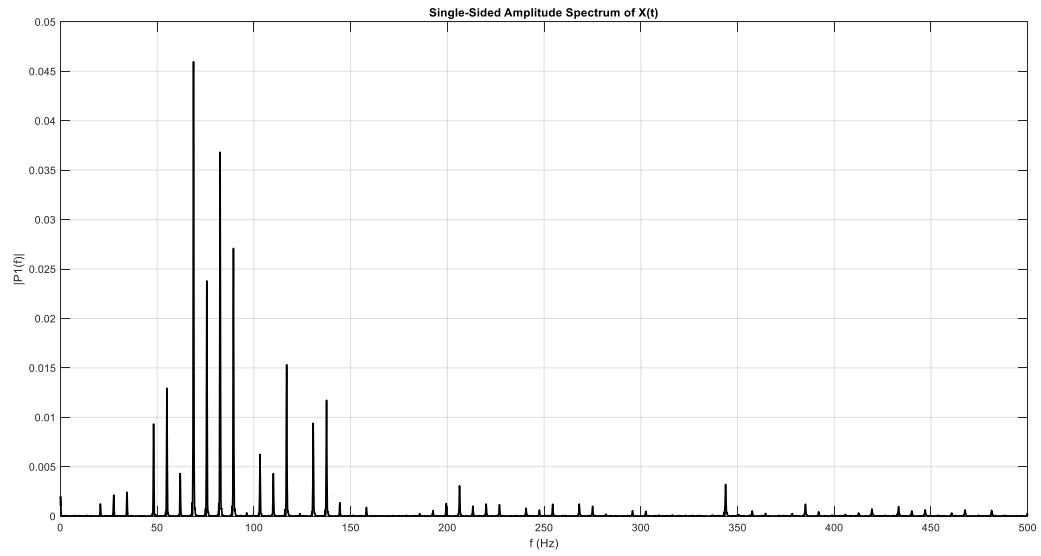
Şekil 7: Şekil 6'daki Grafiğin Harmonik Analizi

Bu voltaj eğrisi motor 400 RPM'de çalışırken alındığı için 67-68 Hz'de fundamental komponenti görmek bekleniyordu. Ancak diğer komponentler harmonik spektrumda ihmal edilebilecek düzeyde.

Aynı esnada diğer modüllerden iki tanesi birbirine zıt yönde seri bağlı haldeyken endüklenen voltaj grafiği kaydedildi. Bu grafik Şekil 8'de mevcut. Fundamental dışında harmonik komponenti olmayan  $180^\circ$  faz farklı iki sinüsün toplamının büyüklüklerine göre 0 veya fundamental frekansta başka bir sinüs olması beklenirken, Şekil 8'deki grafiğin harmonik komponentleri ise Şekil 9'daki gibi elde edildi.



Şekil 8: Seri ve Ters Bağlı İki Faz Voltajı



Şekil 9: Şekil 8'deki Voltajın Harmonik Analizi