

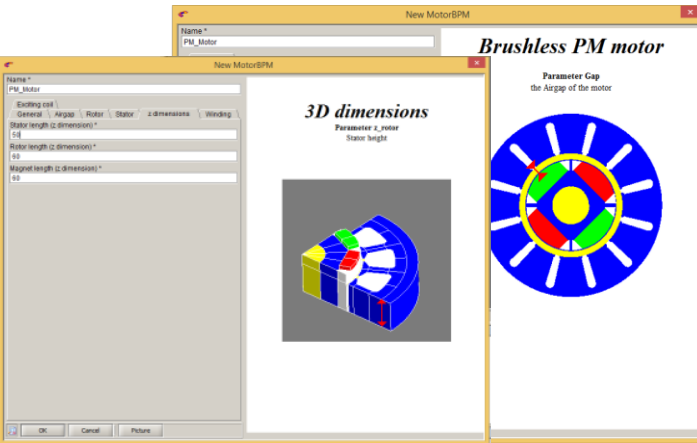
Flux® 3D Overlay ile Uzun Rotorlu (Magnet Overhang) Senkron Motorların Analizi

Murat Önsal, Yücel Demir, Metin Aydın

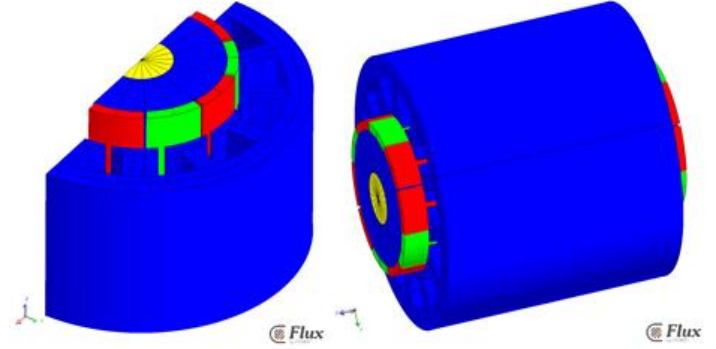
Cedrat tarafından 2016 Ocak ayında tanıtılan Flux® 12.1 versiyonu ile birlikte sürekli mıknatıslı (SM) senkron motorların 3 boyutlu SEA ile modellenmesi ve analizi hızlı ve güvenilir bir hal almıştır. 90'lı yıllarda oluşturulan 2 boyutlu hızlı model oluşturma arayüzünden yola çıkarak geliştirilen 3D motor modeli oluşturma arayüzü (3D Motor Overlay) motora ait birçok parametrenin kolayca tanımlanmasına ve beraberinde motor modelinin hızlıca oluşturulmasına olanak sağlamaktadır.

Motor Tanımlamaları

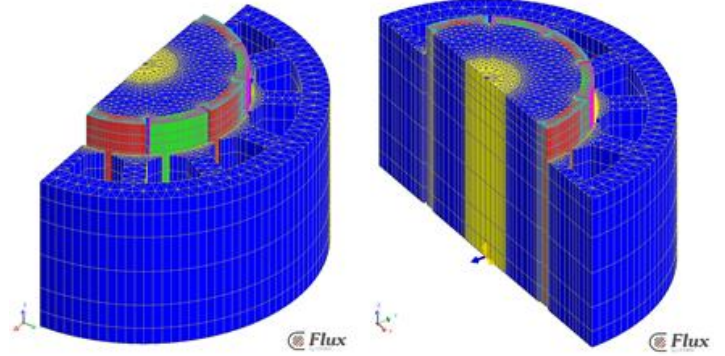
Motora ait boyutsal ve teknik parametrelerin kullanılıp 3 boyutlu modeli oluşturulan motorda rotor, stator ve mıknatıs paket boylarının farklı olduğu analizler de gerçekleştirilebilir. Analizi gerçekleştirilen sürekli mıknatıslı senkron motorun **rotor ve mıknatıs paket boyları aynı ve stator paket boyundan uzun alınmıştır**. Motorun FLUX@3D ile 3 boyutlu modellemesinin gerçekleştirildiği program arayüzü Şekil 1'de, oluşturulmuş motor geometrisi ise Şekil 2'de verilmiştir. Doğru ve gerçeğe en yakın sonuçları elde etmek adına motora ait mesh yapısı Şekil 3'de gösterildiği gibi hava aralığı ve çıkıntı (overhang) bölgesinde yoğun olmalıdır.



Şekil 1. Motor 3D Tasarım Arayüzü

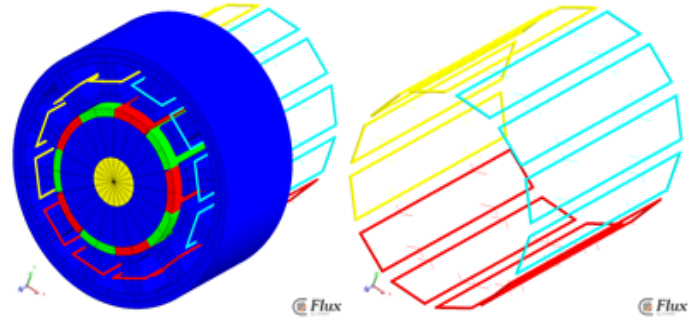


Şekil 2. 3D Motor Modeli



Şekil 3. Motora Ait Mesh Yapısı

Motor anma değerleri ve geometrik özellikleri sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2' de verilmiştir. Motor mıknatıs malzemesi olarak Br değeri 1.05T olan NdFeBr malzemesi ve sac malzemesi olarakta M270-35 malzemesi seçilmiştir. Motora ait dağıtılmış sargı yapısı da 3 boyutlu olarak Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Motora Ait Sargı Yapısı

Tablo 1. Motor Anma Değerleri

Besleme gerilimi	24V
Anma Momenti	3Nm
Anma Hızı	1000rpm
Anma Gücü	315W

Tablo 2. Motor Geometrik Tanımlamaları

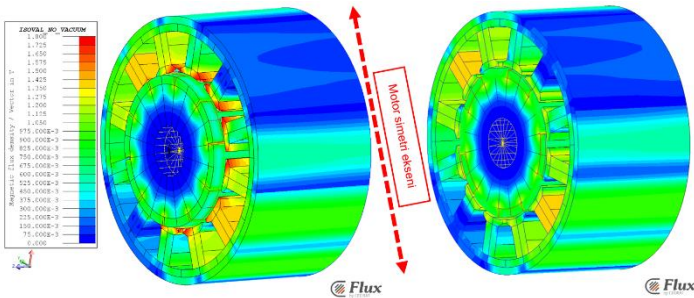
Oluk Sayısı	12
Kutup Çifti Sayısı	5
Paket Boyu	55mm stator 60mm rotor
Stator Dış Çapı	53 mm
Mıknatıs	Nd-Fe-Br

3D FEA Sonuçları

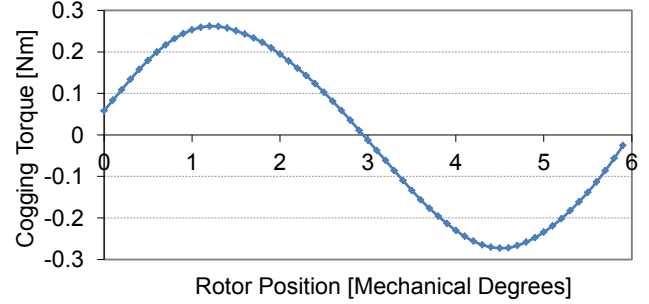
SM senkron motorlarda vurutu momenti bileşeni özellikle düşük hızlarda hassas hız ve pozisyon kontrolü gerektiren uygulamalarda etkisini hissettirir. Dolayısıyla vurutu momentini ortadan kaldırmak için optimizasyon çalışmalarının yapılması gerekir. Şekil 6'da motorda oluşan vurutu momenti değişimi görülmektedir.

Sürekli mıknatıslı AC bir motorun sargılarında endüklenen Zıt-EMK gerilim dalga şeklini incelemek için motor yüksüz durumda ve anma hızında generatör modunda çalıştırılır. Bu çalışma için FLUX®3D zıt EMK analizi sonucunda sargılarda oluşan hat ve faz gerilimi dalga şekilleri ve harmonikleri Şekil 7'de verilmiştir.

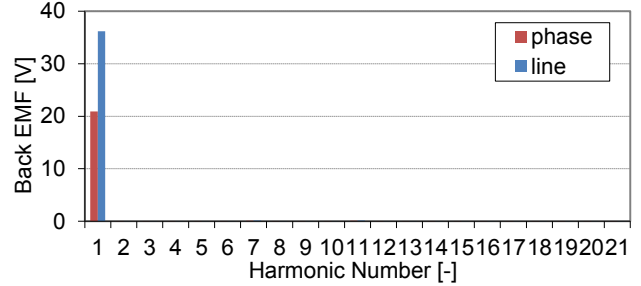
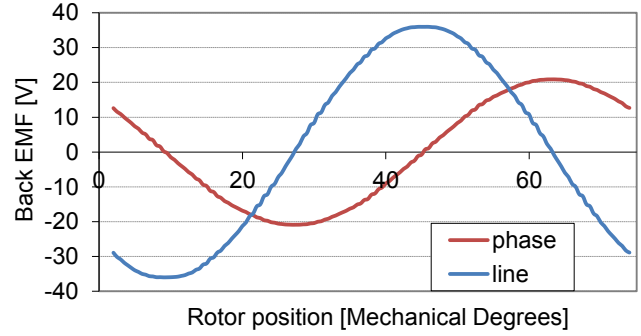
FLUX®3D analizi ile motorda elde edilen çıkış momenti değişimi Şekil 8'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi motor sargılarına 10A değerinde bir akım uygulandığında 3Nm ortalama moment elde edilmektedir. Son olarak motora ait akı yoğunluğunun dağılımı da Şekil 5'de görülmektedir.



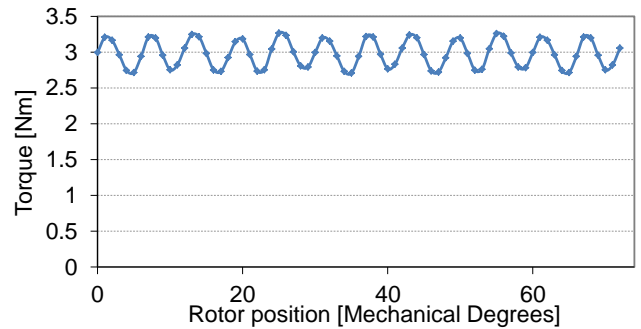
Şekil 5. Motor Akı Yoğunluğu Dağılımı



Şekil 6. Motorda Oluşan Vurutu Momenti



Şekil 7. Zıt EMK Analizi Faz-Hat Gerilimleri ve Harmonikleri



Şekil 8. Motor Çıkış Momenti

Özet

Bu çalışmada FLUX®3D SEA programının içerdiği yeni bir 3 boyutlu model oluşturma arayüzü ile motor modelinin hızlı bir şekilde oluşturulabildiği görülmüştür. Ayrıca motora ait performans çıktıları da bu çalışmada özetlenmiştir.