

## Ek.1. Giriş

Bu projenin amacı, süreceği motor ile tümleşik olan, modüler yapıda ve yeni nesil Galyum Nitrat (GaN) transistörler içeren bir motor sürücü sistemi geliştirmektir. Tümleşik modüler motor sürücü (Integrated modular motor drive, IMMD) teknolojisi, temelde güç yoğunluğunu arttırmak amacıyla, motor ile sürücüyü tek bir pakette entegre eden bir teknolojidir. Günümüze kadar kullanılagelen standart uygulamalarda motorlar, bir pano içerisinde yer alan ve uzun bağlantı kabloları ile bağlanan sürücüler aracılığıyla sürülmektedir. Bu uygulamanın başlıca dezavantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Hacim, ağırlık artışı
- Düşük verim
- Uzun kablolardan dolayı oluşan yüksek gerilimler salınımları
- Entegrasyon ve bakım zorluğu
- Hata dayanıklılığı (fault tolerance) olmaması

Elektrik motorları ve sürücülerinde enerji verimi artışının ekonomik ve çevresel anlamda çok büyük faydaları olduğu söylenebilir. Bu nedenle, yüksek verim hedeflenen IMMD uygulamaları son yıllarda popüler bir araştırma konusu haline gelmiştir. Özellikle elektrikli araçlar, çekiş sistemleri, servo motor sürücüleri ve robotik gibi uygulamalarda toplam boyutu veya ağırlığı düşürmek ve bu sayede güç yoğunluğunu arttırmak önemlidir. Konunun önem kazandığı bir diğer uygulama sahası da, özellikle ağırlık ve güvenilirliğin önemli olduğu havacılık ve uzay uygulamalarıdır. Buna ek olarak, endüstriyel motor sürücü uygulamalarında, kablo ile bağlanan sürücülerde meydana gelen yüksek geçici rejim gerilimleri motor izolasyonunun zamanla aşınmasına ve motor ömrünün kısalmasına neden olmaktadır. Sanayi tipi sürücülü motorlarda IMMD teknolojisine geçilmesi hem güvenilirliği arttırabilir hem de motor ömrünü uzatabilir.

Proje kapsamında geliştirilen sistem aynı zamanda modüler yapıdadır. Bu yapının sağladığı belli başlı avantajlar şu şekilde sıralanabilir:

- Hata dayanıklılığının artması
- G yarı iletkenleri, kondansatörler ve motor sargılarının üzerindeki gerilim ve akım stresinin düşürülebilmesi
- Yedeklilik (redundancy)
- Kesitler arası belirli PWM teknikleri (interleaving gibi) uygulayarak pasif elemanların küçültülebilmesi
- Üretim, montaj ve bakım kolaylığı

GaN tabanlı transistörler, yüksek hızlarda sürülebilme, düşük iletim durumu (ON-state) dirençleri ve bundan kaynaklı yüksek verim, yüksek sıcaklıklara dayanım gibi özelliklerinden dolayı güç elektroniği uygulamalarında son yıllarda önemli bir yer edinmeye başlamıştır. Bu özelliklerinden dolayı da, IMMD uygulamalarında öne çıkan bir yarıiletken adaydır. Diğer bir taraftan, GaN transistörleri henüz ticari olarak yüksek gerilim değerlerinde bulunmamaktadır. Ayrıca, yüksek frekans operasyonundan dolayı, transistör sürücü devreleri ve güç katında meydana gelen parazitik etkilerdeki artış, devre tasarımını ve baskı devre yerleşimini kritik hale getirmektedir. Bunun yanında hızlı açılıp kapanmalarından dolayı oluşan çok yüksek frekanstaki geçici rejim dalgaları da motor izolasyonlarına zarar verebilmektedir, bu nedenle motor ömrünü uzatmak için EMI filtreleri kullanılması gerekliliği doğmaktadır.

Motor ile sürücüyü tek bir pakete indirgemek çeşitli zorlukları da beraberinde getirmiştir. Bunların başlıcaları, motor yüzü kadar dar bir alana tüm sürücü elemanlarını sığdırma (boyut küçültme), birbirine çok yakın olan motoru ve sürücüyü aynı anda termal açıdan soğutabilme, güç elektroniği devrelerinin motora yakın bol titreşimli bir ortamda çalıştırılması ve benzeridir.

Bu bilgiler ışığında, projenin hedefleri şu şekilde sıralanabilir:

- Araştırılan modüler motor sürücü çevirici topolojilerinin benzetimler ve analizlerle karşılaştırılması ve eniyilemesi
- GaN transistörlerin pratik modellerinin yapılması, gerçekçi kayıp analizlerinin yapılması, bu GaN modelinden elde edilen bilgilerin soğutucu tasarımı ve termal analizlere, filtre tasarımlarına ve PCB tasarımlarına girdi oluşturması
- Interleaving tekniği kullanılarak optimum DC bara kondansatör seçiminin yapılması
- Sistem bazında (elektriksel, elektro-manyetik, termal ve uzaysal) modelleme yapılarak optimum IMMD tasarımının gerçekleştirilmesi
- IMMD prototipi için GaN transistörlü modüler motor sürücü güç katı PCB'si ve kontrol PCB'sinin tasarlanması ve üretimi
- IMMD prototipi için modüler konsantre sargılı sabit mıknatıslı senkron motor tasarımının yapılması ve üretimi
- IMMD prototipi için termal analiz yapılması, soğutucu tasarımı ve üretilmesi
- Motor sürücü baskı devre kartına entegre planar yapıda filtre endüktörlerinin tasarımı ve üretilmesi
- Tüm sistemin entegre edilerek hedeflenen parametrelere yönelik performans testlerinin yapılması

Proje sonucunda elde edilecek IMMD prototipinde, konvansiyonel motor ve sürücü sistemlerine karşın ulaşılması hedeflenen ana parametreler;

- Yüksek verim
- Yüksek güç yoğunluğu (kW/lt, kW/kg)
- Yüksek hata dayanıklılığı

olarak sıralanabilir.

Projenin ikinci altı aylık döneminde gerçekleştirilen çalışmalar (yapılan yayınlar ile birlikte) şu şekilde sıralanabilir:

1. GaN pratik modelleme çalışmaları, anahtarlama performansının incelenmesi ve kayıp analizi (Yayın: EPE '18)
2. Optimum DC bara kondansatörü seğimi (Yayın: ISIE '17)
3. IMMD sistem tasarımı (Yayın: ICEM '18)
4. IMMD multi-fizik tasarım optimizasyonu (Yayın: PEMD '18)
5. IMMD'ye uygun motor sürücü topolojilerinin incelenmesi ve karşılaştırılması (Yayın: PEMC '18)
6. Motor tasarımı ve benzetimleri
7. Baskı devre kartı tasarımı
8. Termal modelleme ve soğutucu tasarımı