

# LiProKa Prensibi ile Çalışan STM Senkron Tork Motoru

Elsim

22 senedir Hareket Otomasyonu sektöründe faaliyet gösteren Elsim, son 6 senedir dünyadaki hiçbir üniversitede öğretilmeyen patentli bir buluş olan LiProKa Motor Prensibi ile çalışan, dünyanın en verimli tork motorunu geliştirerek 56 gövdeden 315 gövdeye ve 8.000 Nm'ye kadar üretmeye başladı.

Almanya'da icat olan ve 19743380 no'lu yazı ile patenti alınan STM Senkron Tork Motorların geliştirilmesi, pazara hazır bir ürün haline getirilmesi ve üretilmesi projesi sadece Türkiye'de yapılmaktadır ve STM bir tek Türkiye'de üretilecektir.

STM Senkron Tork Motoru diğer tüm motorlardan farklı kılan nokta ise çalışma prensibidir. Yaklaşık 160 yıldır çalışan tüm motorlarda elektro manyetik döner alanın yönü ile rotorun dönme yönü aynıdır. STM Senkron Tork Motorda ise bu tam ters yönedir. Bu özellik sadece motorun farklı bir fizik kuralına göre çalıştığını gösterir, ancak bu motorun çok güçlü taraflarını anlatmaz.

## 1. Giriş

Bugün evimizden endüstrinin her koluna giren elektrik motorunun ortaya çıkmasında birçok bilim adamının katkısı oldu. 1820'de Danimarkalı bilim adamı Hans Oersted, elektrik akımı taşıyan bir telin yakınındaki bir pusula ibresini devindirdiğini saptadı. Michael Faraday mıknatısın elektriksel etkisini sezinledi. Buradan yola çıkarak, bir tel bobinde oluşan manyetik etkinin, ikinci bir bobinde elektriksel etki olarak ortaya çıktığını tespit etti. "Elektromanyetik indüksiyon" denen bu olayı Michael Faraday deneysel olarak 1831'de belirledi.

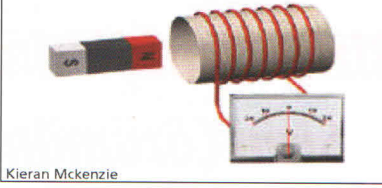
30 yıl sonra Werner von Siemens bu buluşları toparlayıp elektrik motorunu endüstriyel bir ürün olarak ortaya çıkardı. İlginç bir tesadüf eseri her otuz yılda bir motor tarihçesinde önemli bir gelişme ortaya çıktı. Fakat son yıllarda, yüksek kalitede ve daha kısa sürelerde üretme isteği, artan rekabet şartları ve maliyetleri ciddi anlamda kontrol altına alma zorunluluğu her motor üreticisini de yaratıcı olmaya zorlaması ile bu otuz yıl kuralı bozuldu. Özellikle elek-

WIN Fuarları 2. Faz'ı Endüstriyel Etkinlikler kapsamında gerçekleştirilen Çözüm Gösterileri Bölümü'nde Elsim firması Genel Müdürü Hasan Basri Kayakıran, "Tork Motoru ve Endüstriyel Uygulamaları" başlıklı sunumunu gerçekleştirdi. Sunumda patentli buluşları LiProKa Motor Prensibi ile çalışan, dünyanın en verimli tork motorunu geliştirdiklerini anlatan Kayakıran, STM senkron tork motorunun hem asenkron motor gibi geri beslemesiz hem de geri besleme eleman ile birlikte senkron motor olarak kullanılma özelliğine sahip olduğunun altını çizdi.



Hasan Basri Kayakıran

## Faradays Law of Induction



Şekil 1. Faraday Endüksiyon Kanunu Prensipli Bağlantısı

triği ve her türlü enerjiyi daha verimli kullanma zorunluluğu her üreticiyi yaratıcı olmaya teşvik etti. Endüstriden gelen baskılar doğrultusunda motor üreticileri yeni ihtiyaçları karşılayan motor türleri geliştirdiler. Düşük devirli, yüksek torklu, redüktörsüz, direkt tahrik uygulamaları için Elsim'in çözümü ise LiProKa motor prensibi ile çalışan STM Tork Motorudur. LiProKa prensibi motor patentli bir buluştur.

Mıknatıs Tekniği'ne ilk önce hükmedenler birçok yeniliği keşfetme ve büyük buluşlara imza atma onuruna erişeceklerdir.

### 2. Klasik Senkron Tork Motor

Mevcut teknoloji ile çok kutuplu motor üretmek düşük devirli motor elde edilir. ( Motor Devir Sayısı = 6.000: Kutup Sayısı ) Ancak bu teknolojinin iki önemli zayıf noktası vardır. Birincisi kutup sayısı arttıkça stator içine yerleştirilecek olan sargılar için gerekli olan kanal sayısını artırmak gerekmektedir. Belli bir gövdeye konulabilecek kanal sayısı sınırlı olduğu için kutup sayısının artabilmesi için daha büyük motor gövde yapısına ihtiyaç vardır.

(Asgari İdeal Kanal Sayısı = Kutup Sayısı x 2 x 3 Faz)

Örneğin 40 kutup, 150 d/d' lik bir motorda 240 kanal bulunması gerekecektir. Bu da motor boyutlarının oldukça büyümesi demektir. İkinci olarak da kutup sayısının artması motor verimliliğinin

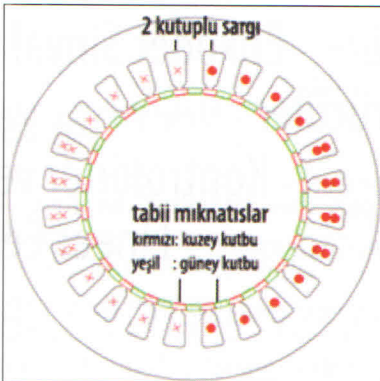
ve cos  $\phi$ ' nin ciddi olarak azalması anlamına gelmektedir. Kısacası aynı mekanik güç için çok daha fazla enerji gerekir.

Ancak son yıllarda tüm motor üreticileri piyasadan gelen taleplere daha iyi cevap verebilmek için gelişmiş mıknatıs teknolojilerini de kullanarak mevcut teknolojinin zayıf noktalarını düzeltmeye çalışmaktadırlar. Ayrıca daha etkili soğutma yöntemleri ve özel sargı teknikleri de kullanılarak düşük devirde yüksek tork veren ve daha verimli motorlar üretilmektedir.

İki kutuplu bir senkron motor incelenirse; statoru iki kutuplu sarılır ve rotorun bir yarısına kuzey kutuplu ve diğer yarısına güney kutuplu mıknatıslar dizilir. 50 Hz' lik bir şebekede iki kutuplu motorun döner alanı dakikada 3.000 kez döner. Rotor da bu döner alan tarafından sürüklendiği için dakikada 3.000 devir ile döner. Yani, rotor dönme yönü ve döner alan yönü aynıdır. STM Senkron Tork Motoru'nu inceleyen klasik motor teknolojisini bu yazı boyunca unutamam lütfen.

### 3. STM Senkron Tork Motorunun Yapısı

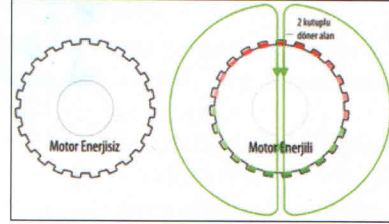
STM motorun statoru iki veya dört kutuplu sarılıyor. STM motor sargısının tek bir görevi var, o da motor içinde döner alanı ortaya çıkarmak. Statorun içine mıknatıslar



Şekil 2. STM Senkron Tork Motoru Stator Yapısı

tıslar kuzey güney yan yana belli boyutlarda ve belli bir geometri düzeninde yapıştırılırlar.

Rotor ise sadece lamine sacdan imal edilir ve içinde hiçbir sargı yoktur. Rotor belli sayıda dişten oluşan bir çarkı andırır.



Şekil 3. STM Senkron Tork Motoru Rotor Yapısı

Motora enerji verildiğinde döner alan rotor saçlarında kutuplaşma oluşturur. Rotorun bir dişi ile statordaki bir mıknatıs tam olarak üst üste gelir. Manyetik akı başladığı için motor anma torkunu verebilir duruma gelir. Diğer mıknatıs ve dişler üst üste gelmez, arasında belli bir fark mevcuttur. Sargılara uygulanan frekansı artırdığımızda ve döner alan dönmeye başladığında statordaki mıknatıslarımız rotorda aynı kupta olan dişlileri itmeye ve farklı kutuplar ise diğerini çekmeye çalışır. Rotorun dönme yönü döner alanın tersidir.

Rotor dönme sayısını hesaplamak için 6 bini dişli sayısına bölmek gerekmektedir. Yukarıdaki örnekte döner alan dakikada 3.000 kez dönmesine rağmen rotor 130,43 devir / dakika ile döner.

$$\begin{aligned} \text{Motor Devri} &= (6.000: \text{Kutup Çifti}) : \text{Rotor Dişli Sayısı} \\ &= (6.000: 2) : 23 \\ &= 130,43 \text{ d/d} \end{aligned}$$

Sonuçta mıknatısların yerleştirilmesinden dolayı 1 : 23 gibi bir tahvil oranı ortaya çıkar. (3.000: 130,43 = 23)

Bu sadece mıknatısların ve rotor geometrisinin sonucunda ve hiç-

bir mekanik kullanmadan ortaya çıkan bir tahvidir. Örnek motor 46 kutuplu bir motorun devir sayısına sahiptir.

Moment Oluşumundaki alan elemanları;

Stator sargılarının kutup sayısı

$$p = 1$$

Stator alan elemanlarının sayısı

$$P1 = 24$$

Rotor alan elemanlarının sayısı

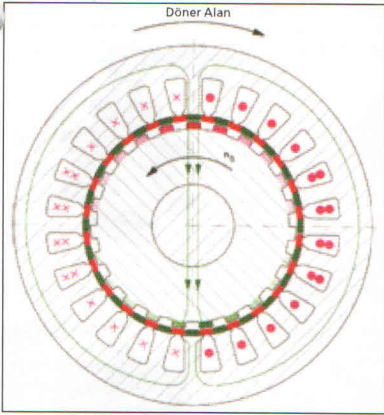
$$P2 = 23$$

Şebeke frekansı

$$f = 50 \text{ Hz}$$

Senkron Motor devir sayısı

$$n_s = -130,43 \text{ d/d}$$



Şekil 4. STM Senkron Tork Motoru Stator Yapısı (Boştaki motor)

Mıknatısların ikinci bir görevi ise elektro manyetik alanı güçlendirmesidir. Kalıcı mıknatıs prensibine göre daha yüksek dönme momenti elde edildiği gibi yüksek güç faktörü de elde edilir. Şekil 4'de STM motorun yüksüz çalışması halinde motor tamamen senkron çalışır. Hiçbir kayma yoktur. Tam yükte ise Şekil 5'de görüldüğü gibi  $\beta$  açısı kadar bir sapma oluşur ve bu sapma açısı sabit kalır.  $\beta$  açısı tam olarak yarım mıknatıs genişliği kadardır.

### Moment oluşumundaki alan elemanları:

Stator sargılarının kutup sayısı

$$p = 1$$

Stator alan elemanlarının sayısı

$$P1 = 24$$

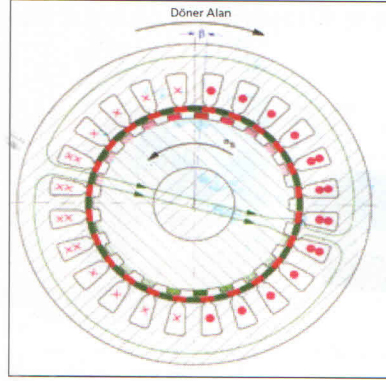
Rotor alan elemanlarının sayısı

$$P2 = 23$$

Şebeke frekansı  $f = 50 \text{ Hz}$

Senkron Motor devir sayısı

$$n_s = -130,43 \text{ d/d}$$



Şekil 5. Kalıcı Mıknatıslı Senkron Tork Motoru (Maksimum Yükte)

$U_N$ : Anma Gerilimi

$P_N$ : Anma Gücü

$P_0$ : Boşta Çalışma Noktası

$I_N$ : Anma Akımı

$I_0$ : Boşta Çalışma Akımı

$I_m$ : Manyetikleşme Akımı

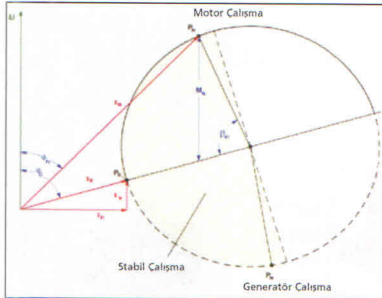
$I_v$ : Akımı Kaybı (Bakır ve çelik kaybı)

$M_N$ : Anma Momenti

$\varphi_N$ : Anma Çalışmada Faz Kayma Açısı

$\varphi_0$ : Boşta Çalışmada Faz Kayma Açısı

$\beta_{el}$ : Elektriksel Kutup Açısı



Şekil 6. Senkron Tork Motorunun Stator Akım eğrisi

### 4. Senkron Tork Motorun Ana Özellikleri

Senkron Tork Motoru son yıllarda tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Özellikle redüktörün gürültü, bakım, yağ ve dişli boşluğu gibi sorunlarından kurtulmak isteyenler ile hidrolik

sistemlerle çalışıp hidroliğin zor kontrolünden ve yüksek ataletinden kaçınmanın problem çözücüsü oldu.

- Düşük devir ve yüksek tork gerektiren, direk tahrik dişlisiz uygulamalar için tasarlandı.

- Tabii mıknatıslar sayesinde sürtünme ve aşınma olmadan yüksek tork üretir.

- Sabit torkta geniş devir ayar imkanı ile kullanıcı uygulamalarına kolayca uyum sağlar.

- Duruştan anma devrine kadar sabit anma torku verir.

- Düşük devir mekanik ara eleman olmadan elde edildiği için aşınma, sesli çalışma ortadan kalkar ve açık ara yüksek verimlilik sağlanır.

- Kayma ve dişli boşluğu gibi sorunlar olmadığı için özellikle pozisyonlama uygulamalarında rahatlıkla kullanılır.

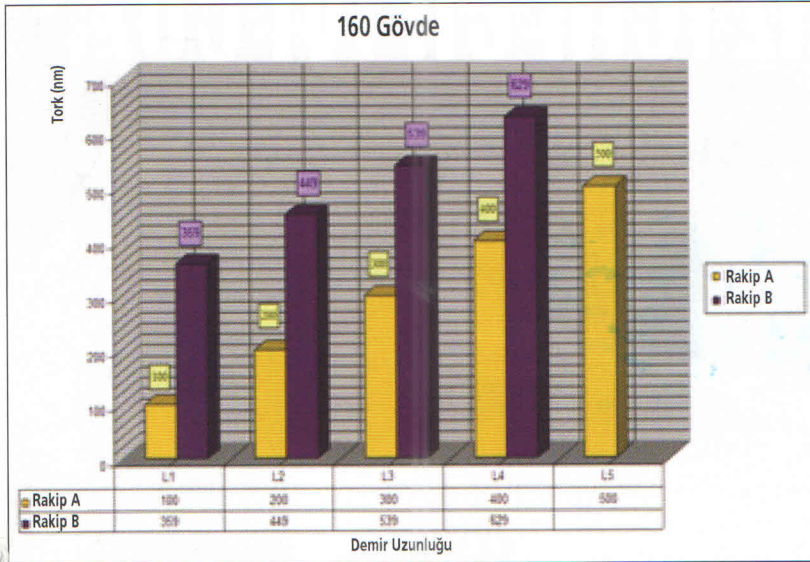
- Yüksek dinamiklikte yumuşak ve rahat döner.

### 5. STM'in Klasik Senkron Tork Motorlarından Farkı

Özellik farkları üç ayrı grupta toplanabilir:

Birincisi Avrupa ve Amerikalı senkron tork motor üreticileri motordan daha yüksek tork elde edebilmek amacıyla motorlarını en yüksek verimde soğutabilmek için su soğutmasını seçtiler. Su soğutması çok verimli olmasına karşın maliyeti yüksek ve belli riskleri taşıyan bir soğutma yöntemidir.

STM Senkron Tork Motorda ise sadece tabii gövde soğutması vardır. Etkili bir su soğutması ile soğutmalı bir motora göre yaklaşık iki katı fazla güç elde edilir. Şekil 8'de D rakibi hem klasik su soğutması hem de tabii soğutmalı motor imal ettiği için iki soğutma arasındaki fark rahatça görülür. (D1 ve D2 satırları) Diğer tüm rakipler sadece su soğutmalı tork motoru üretmektedir.

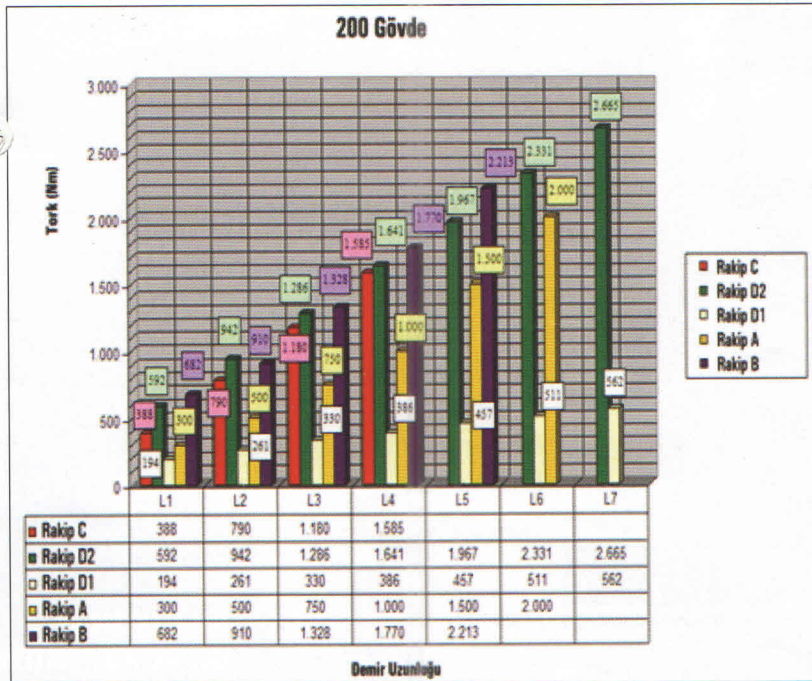


Şekil 7. 160 Gövde Motorda Rakip Karşılaştırması

Şekil 7’de 160 gövdede ve Şekil 8’de 200 gövdede ve farklı demir boylarında rakip firmaların verdikleri torklar görülmüştür.

STM Senkron Tork Motoru 160 gövdede 1.500 Nm’ye kadar farklı uygulamalarda kullanılmıştır. STM Senkron Tork Motoru 200 gövdede 2.900 Nm’ye kadar tork vereceği planlanmaktadır.

İkinci önemli ve en önemli fark ise motorların verimliliğinde yatıyor. 100 - 200 d/d’ ya kadar tork motorlarının verimliliği % 80 gibi olmasına karşın STM Senkron Tork Motorların verimliliği % 90 – 98 arasındadır. Bu değerler sadece hesaplanan değerler değil aynı zamanda uygulamalarla da ölçülen değerlerdir. Ciddi ölçüde enerji tasarrufu sağlanmaktadır.



Şekil 8. 200 Gövde Motorda Rakip Karşılaştırması

“ STM Senkron Tork Motoru ise hem asenkron motor gibi geri beslemesiz hem de geri besleme eleman ile birlikte senkron motor olarak kullanılma özelliğine sahiptir. Diğer bir anlatımla, STM hem sadece hassas hız kontrolü gereken uygulamalarda ucuz bir frekans sürücü ile hem de yüksek hassasiyet isteyen uygulamalarda bir servo sürücü ile kullanılabilir. Ancak her iki uygulamada da kayma yoktur. ”

STM Senkron Tork Motorunda verimliliğin yüksek olmasında düşük kutuplu stator sargılarının rolü büyüktür. Rakip senkron tork motorlar genelde 22 kutup sargılı olarak tasarlanmaktadır.

Üçüncü önemli fark ise rakip tork motorları genelde senkron yapıda olduğu için her zaman geri beslemeli çalışırlar.

STM Senkron Tork Motoru ise hem asenkron motor gibi geri beslemesiz hem de geri besleme eleman ile birlikte senkron motor olarak kullanılma özelliğine sahiptir. Diğer bir anlatımla, STM hem sadece hassas hız kontrolü gereken uygulamalarda ucuz bir frekans sürücü ile hem de yüksek hassasiyet isteyen uygulamalarda bir servo sürücü ile kullanılabilir. Ancak her iki uygulamada da kayma yoktur.

STM Senkron Tork Motor 56 ile 315 gövdeler arasında, 44 ile 116 kutuplu olarak ve 4 ile 8.000 Nm tork verebilir olarak planlanmış ve seri üretime geçmiştir.