

# ASANSÖR SİSTEMLERİNDE DİŞLİSİZ TAHRİK UYGULAMALARI

**Rıfat DEMİRÖZ**

**Murat GÜNGÖR**

**H.Tarık DURU**

Akar Asansör Makina Motor  
San.Ltd.Şti.

Akar Asansör Makina Motor  
San.Ltd.Şti.

Kocaeli Üniversitesi  
Elektrik Müh. Bölümü

## ÖZET

Bu çalışmada asansör teknolojisinde son yıllarda gözlenen en önemli gelişmelerden biri olan mıknatıs uyarmalı senkron motorlar ve dişlisiz tahrik uygulamaları tanıtılmış, tasarım planlama ve uygulamaları ile ilgili önemli noktalara değinilmiştir.

## 1.GİRİŞ

Son yıllarda asansör teknolojisinde yaşanan en önemli gelişmelerden biri de hiç kuşkusuz mıknatıs uyarmalı senkron motor (MUSM)'ların, asenkron motorların yerine kullanılabilir hale gelmesi ve bu sayede dişlisiz (gearless) ve makine dairesiz (machine roomless, MRL) tahrik sistemlerinin tasarımının mümkün olmasıdır. Yüksek enerjili NdFeB mıknatısların fiyatlarının düşmesi ve farklı tip ve özelliklerde ticari olarak arz edilmeleri ve sürücü teknolojisinde yaşanan gelişmeler bu teknolojiyi destekleyen en önemli unsurlardır.

Mıknatıs uyarmalı senkron motor ile tahrik edilen dişlisiz asansör makine-motorları bir çok bakımdan geleneksel sistemlerle kıyaslanamayacak üstünlük ve avantajlara sahiptir [1]. Motora akuple edilen yüksek duyarlıklı mutlak enkoder ve hassas denetim sağlayan kapalı çevrim sürücü sistemi sayesinde kalkış, duruş ve seyir esnasında mükemmel bir konfor sağlamaktadır.

Asenkron motorlara kıyasla çok daha etkin gerçekleştirilen döndürme momenti (tork) ve hız denetimi sayesinde, programlanan hız-zaman eğrisi tüm yük koşullarında büyük bir doğrulukla izlenmekte ve kat hizalamasında kusursuz bir hassasiyet sağlamaktadır. Yumuşak kalkış ve duruşlar sayesinde halat-kasnak arasındaki sıyrımlar minimum düzeyde tutulduğundan halat ve kasnak aşınmaları klasik sistemlere göre oldukça düşük bir düzeydedir. Dişli grubunun tümüyle ortadan kalkması, bakım ve onarım gereksinimini büyük ölçüde azaltmıştır. Periyodik yağ değişimi, yetersiz yağlama altında çalışma sonucu ortaya çıkabilecek sorunlar, ses ve vibrasyon problemleri ve arızalar dişlisiz sistemlerde tamamen ortadan kalkmıştır.

Konforun yanı sıra mıknatıs uyarmalı senkron motorlu dişlisiz tahrik sistemlerinin, geleneksel asenkron motor ve vidalı redüktörle tasarlanan sistemlere kıyasla en önemli üstünlüğü getirdiği enerji tasarrufudur [2]. Dişli grubun ortadan kalkması ile aynı tahrik gücü gereksinimi ( aynı seyir hızı ve taşıma kapasitesi ) için geleneksel sistemlere göre %40-%50 oranlarında daha küçük motor gücü seçilmesi mümkün olmaktadır. Motorun bu ölçüde küçülmesi sürücü, şalt, kablo ve diğer bileşenlerin de aynı oranda küçülmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle 2:1 askı sistemlerinde kullanılan ve nispeten yüksek hızla dönen mıknatıs uyarmalı senkron motorlarda enerji verimi (harcanan elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüşme oranı) asenkron motorlardan daha yüksek düzeylere çıkmaktadır. Bu şekilde, dişlisiz sistemlerin sürekli kullanımdaki elektrik enerjisi tüketimi geleneksel sistemlerden %50'ye varan oranlarda düşük gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır. Dişlisiz sistemlerin daha da ilginç bir özelliği de, kullanılan sürücünün izin vermesi koşulu ile, dengelenmemiş ağırlığın seyir yönünde etki etmesi durumunda oluşan frenleme enerjisinin, şebekeye geri beslenebilmesi ve bu sayede net enerji tüketiminin daha da düşürülebilmesidir. Yakın bir gelecekte, giderek daha çok sayıdaki sürücü üreticisinin, bu şekildeki çalışmaya olanak verecek sürücü tiplerini geliştireceği öngörülerek, bu önemli özelliğin de göz ardı edilmemesi gereklidir.

## 2. DİŞLİSİZ SİSTEMLERDE MOTOR BOYUTLANDIRILMASI

Dişlisiz bir asansör sisteminde motorun boyutlandırılmasında ilk veri beyan yükü ve hızıdır. Bu iki verinin yanı sıra askı sisteminin direkt askı ya da palanga mı olacağını bilmesi gereklidir. Bu veriler yardımı ile sistemde kullanılacak motorun seçimi için ilk belirleme yapılabilir. Palanga kullanılması motor şaftına uygulanacak olan yük momentini 2 (veya 4) kat azaltacağından, önemli ölçüde daha küçük gövde yapısına sahip ve daha hızlı dönen bir motor kullanımına olanak sağlayacaktır. Bu nedenle bir çok durumda 2:1 palanga kullanılması tavsiye edilmektedir. Bazı yüksek kapasite uygulamalarında ise 4:1 askı sistemi kullanılmaktadır.

Normal işletme durumunda motorun üretmesi gereken döndürme momenti ;

$$M_{\text{motor}} = r_{\text{kasnak}} g(m_{\text{yük}} + m_{\text{kabin}} + m_{\text{ekr}} - m_{\text{ka}}) / \ddot{u} \eta \quad (1)$$

ile verilir.

Burada;

$r_{\text{kasnak}}$  : tahrik kasnağının yarıçapı (m),

$m_{\text{yük}}$ : yük kütlesi (kg),

$m_{\text{kabin}}$ : kabin kütlesi (kg),

$m_{\text{ek}}$  : kablo ve denenmemiş halat kütlesi (kg)

$m_{\text{ka}}$  : karşıt ağırlık kütlesi (kg),

$\ddot{u}$ : Askı tipine bağlı katsayı (direkt askı için 1, 2:1 askı için 2, 4:1 için 4 alınır),

$\eta$ : Kuyu ve halat sisteminin verimidir.

Motorun devir hızı da,

$$\omega = \ddot{u} (v / r_{\text{kasnak}}) \quad (\text{rad/s}) \quad \text{veya} \quad (2)$$

$$n = \omega (60/2\pi) \quad (\text{d/dk}) \quad (3)$$

ile hesaplanır.

Örneğin 0.16 m yarıçaplı bir tahrik kasnağı ile çalıştırılacak 1000 kg, 1m/s 'lik bir sistemde kuyu verimi %80 kabul edilirse,

1:1 askı için  $M_n = 980 \text{ Nm}$ ,  $n_n = 59.68 \text{ d/dk}$  ( $\omega_n = 6 \text{ rad/s}$ ),

2:1 askı için  $M_n = 490 \text{ Nm}$ ,  $n_n = 119.36 \text{ d/dk}$  ( $\omega_n = 12 \text{ rad/s}$ ),

değerleri elde edilir. Dikkat edilirse tahrik gücü her iki motor için de yaklaşık 6 kW olmasına rağmen tamamen farklı iki motor gereklidir

Motor boyutlandırılmasında diğer önemli hususlar da trafik ve ortam sıcaklığıdır. Sistem için seçilecek motorun tam yükte çalışma momenti (1) ile verilen değerde olmasına karşın, yol alma ve frenlemede bu değer 1.5-2 kat üzerine çıkmak gerekebilir; aynı oran akım için de geçerli olup ısı kayıpları ise bu oranın karesi ile artacaktır. Motorun yol alma ve frenleme ve normal işletmede çevrimsel olarak çalışması standartlarda "S5" ile tanımlanmıştır. S5 yol alma ve frenlemenin ısınmayı etkilediği kesintili çalışma olarak tanımlanır. Bu nedenle bu çalışma için saatteki yol alma sayısı, % doluluk oranı, örneğin 180 start/h -%60 veya 240 start/h -%40 şeklinde tanımlanmak zorundadır. Bu işletme rejimleri 40°C ortam sıcaklığı için garanti edilmiş olup, daha yoğun trafik ve daha yüksek ortam sıcaklıkları için motorun termal koruma sınırına girme ve servis dışı kalma riski oluşabilmektedir. Genel olarak 1.6 m/s üzerindeki hızlar, belirli saatlerde de olsa aşırı trafik beklentisi ve 40°C üzerindeki ortam sıcaklıkları için döndürme momenti açısından motorun daha toleranslı seçilmesini gerektirir.

Mıknatıs uyarmalı senkron motorlar mümkün olduğu ölçüde tasarlandığı hız ve yük koşullarında çalıştırılmalıdır. Tasarım hızının üzerindeki hızlarda hız denetimi ve ivmelenmede sorunlar yaşanabilir. Tasarım hızının altındaki hızlarda ise gereğinden yüksek akımla çalışacağından hız denetim cihazı açısından bir aşırı boyutlandırma söz konusu olabilir. Dolayısı ile motorun anma değerleri, talep edilen hız ve yük değerlerine ne kadar yakın ise oluşturulan sistem ekonomik ve teknik olarak o ölçüde başarılı olacaktır. Bu belirlemeler sonucu sisteme göre motor ve hız denetim cihazlarının optimize edilmesinin de mümkün olduğu ortaya çıkmaktadır. Şekil 1.'de dişlisiz sistemler için üretilmiş motorlar gösterilmiştir.



Şekil 1. Dişlisiz sistemler için farklı MUSM'lar [4].

### 3. DİŞLİSİZ SİSTEMLERDE MONTAJ, DEVREYE ALMA ve BAKIM

Mıknatıs uyarmalı senkron motorlar, yüksek duyarlılıklı bir mutlak – artımsal enkoder üzerinden geri beslemeli ve kapalı çevrim olarak çalışırlar. Modern hız denetim cihazları, programlanan hız-zaman diyagramını her yük koşulunda mükemmel bir şekilde izleyerek, yüksek bir konfor sağlamaktadır. Dolayısı ile iyi tasarlanmış bir motor ve kaliteli bir hız denetim cihazı konfor açısından ön koşulları sağlamış olacaktır. Bununla birlikte, motorun mutlaka ekranlı güç kablosu ile beslenmesi, topraklama bağlantılarının doğru yapılması enkoder kablosunun güç kablosundan uzaktan ve kanal içinde taşınması gibi temel ilkelere uyulması da sonuç alınması için çok önemlidir. Ancak kusursuz bir asansör sistemi için bir çok unsurun birlikte sağlanması gereklidir. Kuyunun beton kalitesi ve gönyede olmasından başlayarak, ray kalitesi ve boyutlandırılması, ray montajı, patenler, kabin karkas malzemesi ve konstrüksiyonu, karşı ağırlık konstrüksiyonu, halatlar, askı ve süspansiyon sistemi, saptırma kasnakları, sensörlerin yerleştirilmesi, makine şasesinin tasarımı gibi pek çok detayın kusursuz olması gereklidir.



a)



b)



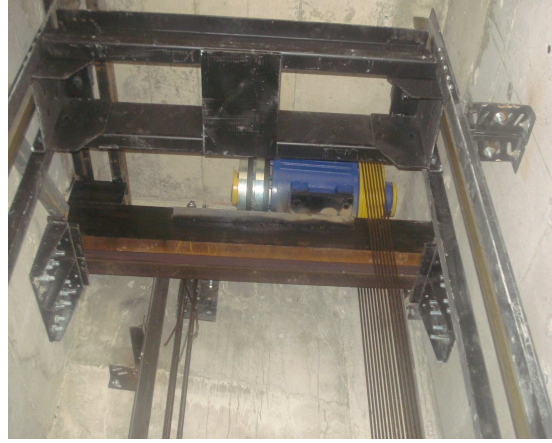
c)



d)

Şekil 2. Montaj örnekleri [4]

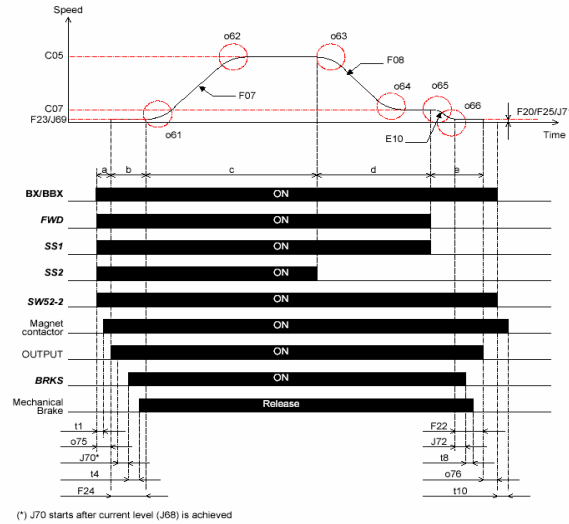
a) Direkt askı b) 4:1 askı c) 2:1 askı d) Makine dairesiz kuyu üstü montaj.



e)

Şekil 2 (Devam) e) Kuyu içi makine dairesiz montaj

Doğal olarak hız kontrol cihazının mükemmel bir izleme yapabilmesi için motor parametrelerinin doğru tanımlanması, otomatik ayarlama (auto tuning) ve enkoder açı farkı ölçüm prosedürünün doğru uygulanması, hız-zaman diyagramının doğru tanımlanması, hız – akım denetleyici ayarlarının ve diğer konfor ayarlarının doğru yapılması gereklidir. Senkron motorlu sistemlerde , asenkron motorlu sistemlere göre bazı farklılıklar söz konusu olduğundan devreye alma aşamasında daha titiz ve özenli bir çalışma gerekmektedir. Bu bakımdan hız kontrol cihazını devreye alma aşamasında kuyu özelliklerine göre ince ayarlama yapılması konforu önemli ölçüde arttıracaktır. Modern hız kontrol cihazlarının çoğu bilgisayar üzerinden izleme ve parametre değiştirme özelliklerini desteklemektedir; bu sayede konfor ayarlamaları algılamalarla değil, somut kriterler üzerinden yapılmalıdır. Devreye alma aşamasında kayıtlı edilmiş bir seyir grafiği asansörün periyodik bakımları ve olası aşınma-yıpranmaların takibi için de bir referans oluşturacaktır.



Şekil 3. Tipik bir seyir grafiği ve ayarlanabilir parametreler. [5]

Hız kontrol cihazının tüm özelliklerini etkin bir şekilde kullanabilmek eğitim ve tecrübe gerektirir. Bu açıdan yerli üreticilerin ve yabancı firmaların temsilciliklerinin operatör eğitimlerine ve Türkçe dokümantasyonlarının zenginleştirilmesine önem vermeleri gerekmektedir. Periyodik bakımlarda hız denetim cihazının da periyodik bakım gerektiren komponentlerin açıkça belirtilmiş olması gereklidir.

Dişlisiz sistemlerde enerjisiz durumda kabinin hareketini engelleyecek yaylı elektromekanik frenler bulunmaktadır. Frenler aynı zamanda yukarı yönde aşırı hız durumunda kabini normal bir ivme ile tehlikesizce durduracak bir güvenlik komponenti olarak da kullanılır. Aşağı yönde kabin hareketini engellemek için ayrıca kayma fren kullanılması gereklidir. Mıknatıs uyarmalı senkron motorlar hareket ettirildiklerinde stator sargılarında bir gerilim oluştururlar, stator uçları kısa devre edilirse de hızla orantılı bir fren etkisi oluştururlar. Bu özellikleri nedeniyle ek bir emniyet önlemi olarak enerjisiz durumlarda motor sargı uçlarının mutlaka kısa devre edilmesi gereklidir. Devreye alma ve periyodik bakımlarda sargılar kısa devre iken frenler açılıp kapatılarak frenlerin ve kısa devrenin etkinliği gözlenmelidir. Kurtarmalar mutlaka kesintisiz güç kaynağı ile yapılmalıdır. Bu nedenle özellikle kesintisiz güç kaynağının aküleri ve diğer komponentleri çalışmaya hazır olacak şekilde bakımlı tutulması son derecede önemlidir.

#### **4. SONUÇLAR**

Mıknatıs uyarmalı senkron motor kullanımı ve dişlisiz tahrik uygulamaları asansör sistemlerinde önemli bir değişim yaratmıştır. Pazar payındaki artış ve sektörel dinamikler sözkonusu uygulamaların giderek artacağını göstermektedir. Dişlisiz sistemler projelendirme, montaj, devreye alma ve periyodik bakım gibi hususlarda klasik redüktörlü sistemlere göre önemli farklılıklar göstermesi ve henüz yeterince tanınmıyor olması bu hızlı değişim nedeniyle uygulamalarda sorunlara yol açabilir. EMO ve MMO Asansör SMM eğitimleri başta olmak üzere konu ile ilgili tüm eğitimlerde dişlisiz sistemlere yer verilmesi, montaj ve bakım firmalarının teknik detaylar konusunda bilgilendirilmesi uygulamaların kalite ve güvenilirliğinin artması açısından önem taşımaktadır.

#### **KAYNAKLAR**

[1] Asansör Sistemlerinde Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motor ve Doğrudan Tahrik Sisteminin Kullanımı; H.T.Duru,R.Demiröz,Y.Toktaş;Asansör Sempozyumu, İzmir 2006.

[2] Asansör Sistemlerinde Doğrudan Tahrik ve Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motor Kullanılarak Enerji Verimliliğinin Yükseltilmesi; H.T.Duru,R.Demiröz,Y.Toktaş, 1. EVK Sempozyumu, Kocaeli 2005.

[3] Doğrudan Tahrikli Asansör Sistemlerinde Kullanılan Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motorların Çalışma Ve Boyutlandırılma İlkeleri; H.T.Duru,R.Demiröz, Asansör Sempozyumu, İzmir 2008.

[4] [www.akarasansor.com](http://www.akarasansor.com)

[5] Freniclift FUJİ, Users Manual