

BELTSYS KAYIŞ TAHRİKLİ YÜKSEK VERİMLİ ASANSÖR SİSTEMİ

Rıfat DEMİRÖZ*, Süleyman SAROĞLU*, Hasan YAPRAK* , H.Tarık DURU**

*AKAR Asansör Makina Motor San. Tic. İstanbul

** Kocaeli Ün. Mühendislik Fakültesi Elektrik Müh. Bl.

Özet: Bu çalışmada çelik halatlı asansör sistemlerine alternatif olarak gerçekleştirilen poliüretan kaplı çelik halat (kayış) tahrikli asansör sisteminin tasarımı ve uygulanması açıklanmıştır. Sistemin temel bileşenleri olan mıknatıs uyarmalı senkron motor, kayışlı sistem için özel tasarlanan tahrik kasnağı, poliüretan kaplı çelik halat (kayış), kayış tutucuları, kayış ömür sayıcısı ve poliamid saptırma kasnakları hakkında bilgiler verilmiş ayrıca uygulama ile ilgili önemli hususlar açıklanmıştır. Bu çalışmada ayrıca geliştirilen kayış tahrikli asansör sistemin (Beltsys®) sertifikasyon süreci ve EN 81 Standardı'na uygun olarak uygulama esasları üzerinde durulmuştur.

1.GİRİŞ

Asansör tahrik sistemlerinde en temel ayırım elektrikli ve hidrolik tahrikli olarak yapılır. Elektrikli tahrikte, tahrik kasnağı (veya tambur) ile kabin ve karşı ağırlık arasındaki kuvvet aktarımı bükülebilen ve yeterli dayanıma sahip bir aktarma unsuru ile sağlanır. Geleneksel asansör sistemlerinde tahrik makinesi olarak iki hızlı veya hız kontrollü asenkron motor, hız düşürücü vidalı redüktör kullanılır. Redüktör, tahrik kasnağının düşük devir ve yüksek tork ile dönmesini sağlar. Kabin ve karşı ağırlık direkt (1:1) veya palanga (2:1, 3:1, 4:1) olarak düzenlenmiş bir halat-makara düzeneği ile tahrik kasnağına bağlanarak hareket sağlanır. Gelişen elektrik motor, elektronik ve malzeme teknolojileri, artan konfor ve güvenlik talebi ve enerjinin etkin ve verimli kullanımı konusundaki

duyarlılıklar, yukarıda sözü edilen geleneksel sistemlerin yerine alternatif arayışlarını arttırmış ve diğer tüm alanlarda olduğu gibi asansör tahrik sistemlerinde de yeni ve etkili teknolojilerin gelişmesine neden olmuştur.

Asansör tahrik teknolojisindeki en önemli gelişme hiç kuşkusuz asenkron motor ve vidalı redüktör sistemi yerine düşük hız yüksek tork özelliklerini redüktöre gerek olmadan sağlayan mıknatıs uyarmalı senkron motorlu dişlisiz tahrik sistemleridir. Bu şekilde seyir hızı ve konforu, bakım giderleri, sistem sürekliliği ve güvenirliliği, enerji tüketimi açısından geleneksel sistemlere kıyasla önemli kazanımlar sağlanmıştır [1] [2].

Motor teknolojisinde bu gelişmeye karşın, aktarma unsuru olarak çelik halat kullanımı genel olarak devam etmektedir. Asansör tahriğin çelik halat kullanılarak yapılması bazı sakınca ve sınırlamaları da beraberinde getirmektedir. EN 81 Standardı'nda da ön görülen halat çapı (min. 8mm) ile tahrik kasnak çapı arasındaki 1:40 oranı direkt tahrikte motor hızını sınırlamaktadır. Bu şekilde ulaşılabilen en düşük kasnak çapı mıknatıs uyarmalı senkron motorlarda 320mm ile sınırlı kalmaktadır. Mıknatıs uyarmalı senkron motorlarda gövde boyutlandırması kasnakta oluşturulacak döndürme momenti (tork) ile ilgilidir. Kasnak boyutlarının minimum 320mm ile sınırlandırıldığı için motorun döndürme momentinin belli bir seviyenin altına çekilmesi mümkün olamamaktadır. Bu nedenle belirli bir beyan yükü için motor boyutlarının aşağı çekilmesi mümkün olmaz. Gövde boyutlarının belli bir seviyeden sonra düşürülememesi motor

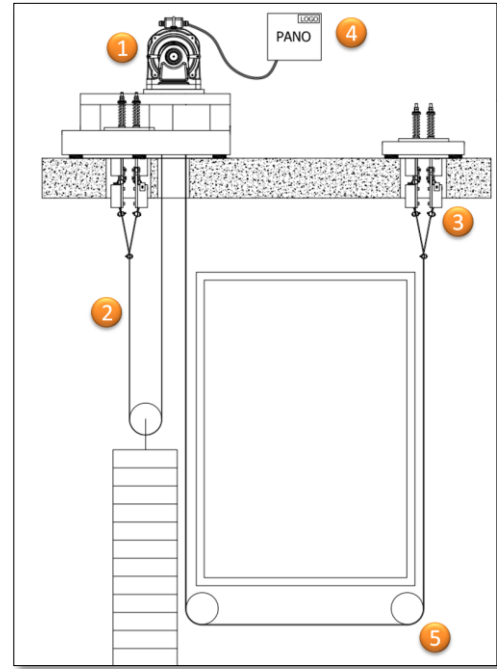
maliyetlerini arttırmaktadır. Ancak, bundan daha da önemlisi göreceli olarak düşük hız ve yüksek tork üreten bir mıknatıs uyarmalı senkron motor ile daha düşük tork üreten daha yüksek devirle dönen aynı güçteki iki motordan yüksek devirle dönen motorun verimi daha yüksektir. İleride bu konu daha detaylı olarak incelenecektir. Motor hızına getirdiği bu sınırlamaların dışında halat kullanımının bir diğer olumsuz yönü de, çelik halat ve tahrik kasnağının arasında oluşan metal-metal sürtünmesinin kaçınılmaz olarak aşınma, vibrasyon ve gürültü gibi sonuçlara neden olmasıdır. Bu olumsuzluklar nedeniyle çelik halata alternatif olacak çözümler geliştirilmiştir [3][4]. Asansör tahriği için özel olarak geliştirilmiş poliüretan kaplı çelik halat-yassı kayış bu çözümlerden en etkinidir. Kayışların eşdeğer yük taşıma yeteneğindeki çelik halatlara göre çapları oldukça düşük ve sürtünme katsayıları yüksektir. Bu nedenle tahrik kasnağının önemli ölçüde küçülmesine olanak vererek, daha yüksek hızlı ve düşük torklu motorlarla tasarlanmasını mümkün kılarlar. Ayrıca metal yüzeyler arası doğrudan sürtünmeyi engellediklerinden konfor, gürültü ve vibrasyon açısından büyük avantaj sağlarlar.

Bir asansör sisteminin geleneksel çelik halat yerine kayış ile tahrik edilebilmesi için, standartlarda öngörülen güvenlik ve işletme şartları ile birlikte bazı ek koşul ve sınırlamalar altında tasarlanması gereklidir. Ayrıca bu durumun onaylanmış kuruluşlarca da belgelenmesi ve sertifikasyonu, sisteminin genel kullanıma açılması için çok önemli ve gerekli bir aşamadır. İşletmeye alınan sistemin yasal periyodik denetimler dışında da kayış ve diğer bileşenler açısından gözetim altında tutulması, bakım ve denetimlerinin yapılması ve kayışlı sistem konusunda yeterli eğitime sahip elemanlarca denetlenmesi güvenli bir işletme için gereklidir

2. KAYIŞ TAHRİKLİ ASANSÖR SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ

2.1 Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motor

Giriş bölümünde açıklandığı gibi, çelik halat yerine kayış kullanımı bir asansör sisteminde birçok açıdan önemli gelişme ve iyileşme sağlamaktadır. Bildiriye konu olan ve firmamızın Beltsys® olarak adlandırılan kayış tahrikli asansör sistemi; asansör tekniği, makine motor üretimi ve mıknatıs uyarmalı senkron motor tasarımı ve üretimi konusunda sahip olunan deneyimlerin de verdiği motivasyon ile Akar Asansör tarafından tasarlanarak sektörün kullanımına sunulmuştur. Sistem, mıknatıs uyarmalı senkron motor, kayışlı sistem için özel tasarlanan düşük çaplı tahrik kasnağı, poliüretan kaplı çelik halat (kayış), kayış tutucuları, kayış ömür sayıcısı ve poliamid saptırma kasnakları ile birlikte bir tahrik paketi şeklinde tasarlanmıştır. Aşağıda sistem bileşenleri hakkında açıklamalar yapılmıştır.



Şekil 1 - Beltsys® Kayış Tahrikli Asansör Sistemi

1. Senkron Motor [1] [2]
2. Poliüretan Kaplamalı Çelik Halat [3]
3. Kayış Tutucular
4. Kayış Ömrü Sayacı
5. Poliamid Palanga Kasnak

Yukarıda da değinildiği gibi kayış tahrikli asansör sisteminin en önemli bileşenlerinden biri mıknatıs uyarmalı senkron motordur. Rotorunda yüksek enerjili kalıcı mıknatıslar bulunan senkron motorun, statoruna üç fazlı sargılar yerleştirilir. Yüksek enerjili mıknatıslar, hava aralığında yüksek manyetik indüksiyon oluşturdıklarından aynı gövdedeki asenkron motorlara göre daha büyük döndürme momenti üretebilirler, ayrıca uygun rotor tasarımları ile çok kutuplu, düşük devirli ve yüksek tork üreten motorlar elde edilir.

Motora akuple, yüksek hassasiyetli mutlak konum geri beslemesi sağlayan enkoder ve invertör, mıknatıs uyarmalı asansör sisteminin bir servo sistem hassasiyeti ile çalışmasını sağlamaktadır. Beltsys® Kayış Tahrikli Asansör Sistemi'ndeki mevcut konfigürasyonlar için, çelik halatlı dişlisiz sistemlerde de kullanılan Akar SMT140 Serisi motorlar kullanılmaktadır. Şekil 2.'de bu sistemlerde kullanılan Akar SMT140 Serisi motorlar ve kayışlı sistem için geliştirilen düşük çaplı tahrik kasnağı gösterilmiştir. Beltsys, tahrik kasnağı çaplarının 100 mm'ye kadar küçülmeye imkân vermektedir. Tablo-1 'de verilen karşılaştırma 120 mm kasnaklı kayışlı sistem ve 240 mm özel sertifikalı çelik halatlı sistemin aynı sistemlerdeki performanslarını göstermektedir.



Şekil 2 - Kayışlı Sistemde Kullanılan Akar SMT140 Serisi Motorlar

Tablo 1 - Beltsys® ile çelik halatlı sistem karşılaştırılması

	SMT140BC-20 (beltsys®)	SMT200AC-15 (Çelik Halatlı)
Dengelenmiş Yük	1.000 kg	1.000 kg
Seyir Mesafesi*	60 m	60 m
Askı Oranı	2:1	2:1
Asansör Hızı	1,60 m/s	1,60 m/s
Kayış / Halat Ağırlığı	54,0 kg	105,6 kg
Palanga Kasnak Ağırlıkları	8,0 kg	35,0 kg
Motor Ağırlığı	150,0 kg	255,0 kg
Tahrik Kasnağı Çapı	120 Ø mm	240 Ø mm
Kayış Genişliği / Halat Çapı	25 mm	6,5 Ø mm
Kayış / Halat Adedi	5	10
Yük Momenti	173 Nm	327 Nm
İşletme Akımı	22,91 A	26,20 A
Verilen Sistem için Makine Verimi [η]	95,29%	90,59%
Nominal Motor Devri	509,3 rpm	254,6 rpm
Nominal Frekans	84,88 Hz	42,44 Hz
İşletme Gücü [P]	9,2 kW	11,7 kW

*Denge zinciri ile kayış / halat ağırlığı dengelenmiş sistemler

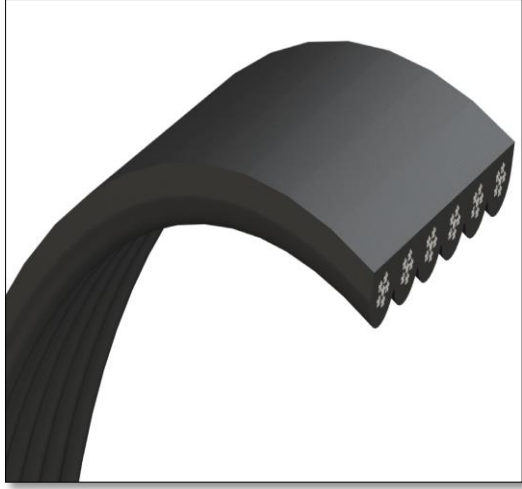
Tablo 2 - SMT140BC-20 Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motor Nominal Değerleri

	SMT140BC-20 (Beltsys®)
Kasnak Çapı	120 Ø mm
Nominal Tork	320 Nm
Nominal Akım	43 A
Hız	1,6 m/s
Nominal Frekans	85 Hz
Nominal Verim [η]	~%95

2.2 Poliüretan Kaplı Çelik Halat (Kayış)

Akar Beltsys®, palanga ile kayış arasında meydana gelen daha yüksek sürtünmeden dolayı geleneksel çelik halatlı sisteme kıyasla daha iyi tahrik yeteneği sağlar. Daha küçük tahrik ve palanga kasnağı kullanımına imkân verdiğinden dolayı Akar Beltsys® daha büyük taşıma kapasitesine sahiptir. Poliüretan (PU) kaplamalı çelik halatlar (kayış); Kasnak aşınmaları minimum düzeydedir. Hava ile temas etmediğinden dolayı korozyona karşı korumalıdır, geleneksel halatlarda olduğu gibi halat ile

kasnaklar birbiri ile direkt temas halinde olmadığından dolayı daha uzun ömürlüdür.



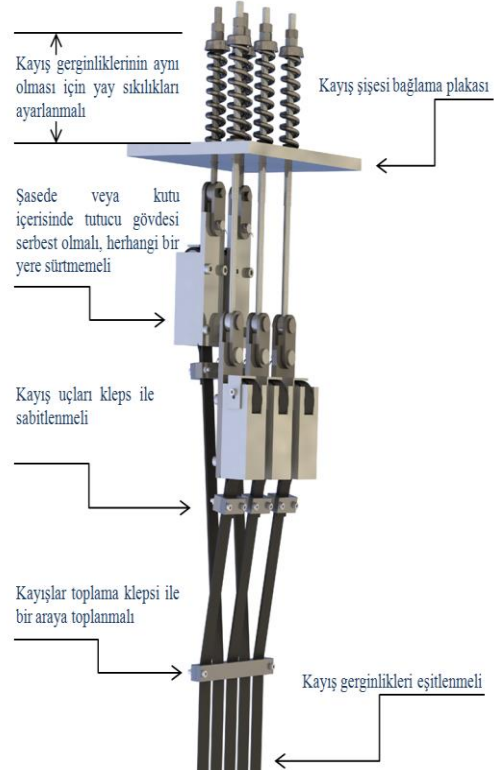
Şekil 3 - Kayışlı Sistemde Kullanılan Poliüretan Kayış.

2.3.Kayış Tutucuları

Kayış tutucuları (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**) kayışa özel olduğu için kayışı kendi kendine gerdirmeye kamalı ve metal malzemeden yapılmıştır. Ayrıca kayışın minimum kopma yükünün min. %80 'ine (24kN) dayanabilmektedir.

Kama ile yuva açısı eşit ve 20 ile 25 derece arasında imal edilmiştir.Kayış kelepçeleri sadece AKAR tarafından temin edilmektedir.Sistem yükü, kayış kelepçeleri eşit miktarda sıkılarak kayışlara eşit şekilde dağıtılmalıdır (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Kayış kelepçeleri kuyu veya gövde üzerinde serbestçe hareket etmelidir Kayış uçları kelepçeler ile sabitlenmelidir. Kayışlar plastik veya tahta bir destekle aynı hizada tutulmalıdır Kayış gerginlikleri eşit olmalıdır .

En üst düzeyde sessiz ve konforlu sistem seyri sunar.



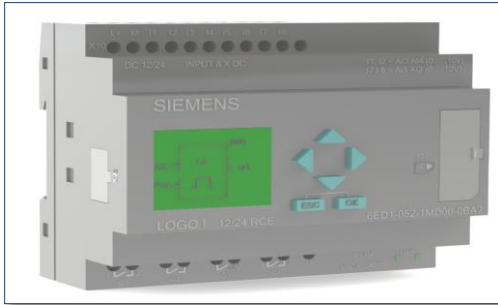
Şekil 4 - Beltsys® Sisteminde Kullanılan Kayış Tutucuları

Kayış tutucuları (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**) kayışa özel olduğu için kayışı kendi kendine gerdirmeye kamalı ve metal malzemeden yapılmıştır. Ayrıca kayışın minimum kopma yükünün min. %80 'ine (24kN) dayanabilmektedir.Kama ile yuva açısı eşit ve 20 ile 25 derece arasında imal edilmiştir.Kayış kelepçeleri sadece AKAR tarafından temin edilmektedir.Sistem yükü, kayış kelepçeleri eşit miktarda sıkılarak kayışlara eşit şekilde dağıtılmalıdır Kayış kelepçeleri kuyu veya gövde üzerinde serbestçe hareket etmelidir.Kayış uçları kelepçeler ile sabitlenmelidir Kayışlar plastik veya tahta bir destekle aynı hizada tutulmalıdır. Kayış gerginlikleri eşit olmalıdır .

2.4.Kayış Ömür Sayacı

Akar Beltsys® her seyahat yön değişikliğini bir tur olarak algılayan standart bir mikroPLC ile tasarlanan bir ‘Kayış Ömrü Sayacı’ ile donatılmıştır (Şekil 5). Kayışlar izin verilen maksimum tur sayısına ulaştığında (üretici tarafından belirlenen), sayaç sistemi kat seviyesinde durdurmaktadır. Sayaç resetlenene kadar sistem hareket etmez ve yalnızca belirli tuş kombinasyonu ile resetlenebilmektedir.

İzin verilen maksimum tur sayısı, kayışın en çok bükülen bölümündeki palanga tipi ve sayısına bağlıdır. Kayışların yenilenmesine kadar izin verilen tur sayısı; 2 düz, 1 ters bükümlü sistemlerde: 4.000.000 tur. Sayacın panoya bağlantısı sadece AKAR veya AKAR tarafından yetkilendirilmiş kişilerce yapılmalıdır. Kayışlar izin verilen maksimum tur sayısına ulaştığında (üretici tarafından belirlenen), sayaç sistemi kat seviyesinde durdurmaktadır. Sayaç yeniden başlatılana kadar sistem hareket etmez.



Şekil 5 - Beltsys® Sisteminde Kullanılan Kayış Ömür Sayıcısı

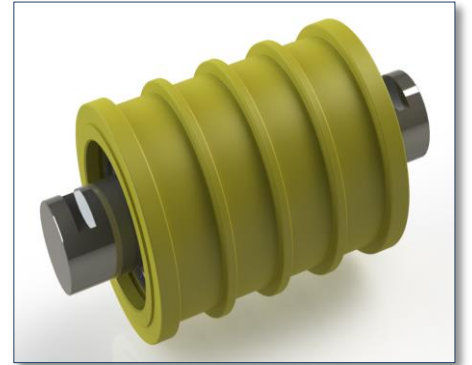
2.5. Saptırma Kasknakları

Poliamid Saptırma Kasknakları Kayışlı sistem, küçük çaplarda da poliamid palanga kasknakları kullanımına imkân vermektedir. Bu sayede palanga kasknak ağırlıkları büyük ölçüde hafiflemektedir. Buna istinaden;

- karşı ağırlık
- statik yük
- nakliye
- işçilik maliyetleri azalmaktadır.



Şekil 6 - Beltsys® Sisteminde Kullanılan Poliamid Saptırma Kasknağı Montaj Şekli



Şekil 7 - Beltsys® Poliamid Saptırma Kasknağı

3. SİSTEMİN GÜVENLİĞİ SERTİFİKASYONU

Kayışlar için güvenlik faktörü en az 12 olmalıdır. Sistemde minimum iki adet kayış kullanılmalı, kayış güvenlik katsayısı iki veya üzerindeki kayış adetlerinde 12 olacak şekilde alınmalıdır. **EN 81-1 Madde 9.2.2 b** Kayışlar izin verilen tur sayısına ulaştığında

yenilenmelidir. Kayışlar hiçbir şekilde yağlanmamalıdır.



LIFTINSTITUUT
TYPE-EXAMINATION CERTIFICATE
FOR LIFTCOMPONENTS

Issued by Liftinstituut B.V.

Certificate nr.	: NL13-400-1002-036-31	Revision nr.	: 1
Description of the product	: Belt Gearless System, with single brake gearless lift machine SMT140BC and suspension belts		
Trademark, type	: Akar Asansör, BELTSYS SMT140BC		
Name and address of the manufacturer	: AKAR Asansör Motor Makina Sanayi LTD.ŞTİ Araptape Mevki Sanayi ve Depolama Alanı 5006 Sok. No:18 Selimpaşa-Silivri İstanbul, Turkey		
Name and address of the certificate holder	: AKAR Asansör Motor Makina Sanayi LTD.ŞTİ Araptape Mevki Sanayi ve Depolama Alanı 5006 Sok. No:18 Selimpaşa-Silivri İstanbul, Turkey		
Certificate issued on the following requirements	: Lifts Directive 95/16/EC		
Certificate based on the following standards	: Parts of: EN 81-1:1998 + A3:2009		
Test laboratory	: None		
Date and number of the laboratory report	: None		
Date of type-examination	: October 2012 – April 2013		
Annexes with this certificate	: Report belonging to the type-examination certificate nr.: NL13-400-1002-036-31REV.1		
Additional remarks	: The brakes fulfil art. 9.10, 9.11 and are equivalent to the requirements in art. 12.4.2.1 of EN 81-1:1998+A3:2009. The application range and conditions for ascending safety device and unintended car movement protection are described in the brakes EC-Type examination report. Maximum load: 1000 kg Maximum car weight: 1500 kg Maximum speed: 1.60 m/s Maximum travel: 24 m Maximum travel with bal. chain: 60 m # belts: 3-5 Furthermore see chapter 5 of the report belonging to this Type examination certificate.		
Conclusion	: The lift component meets the requirements referred to in this certificate taking into account any additional remarks mentioned above.		
Issued in Amsterdam	ing. A.J. van Ommen		
Date of issue	: 15-04-2013	Manager Business Unit	Certification decision by

Liftinstituut B.V. - Buiksloterweg 381 - P.O. Box 35027 - 1020 MA Amsterdam
www.liftinstituut.nl

Şekil 8 - LiftInstituut Kayışlı Sistem Tip Onay Belgesi

Testler onaylı kuruluş tarafından EN 81-1,1998+A3:2009 standardının M ekine uygun hesapları yapılmış asansör sisteminde ve aynı standardın D2h ekinde tanımlandığı şekilde tamamlanmış ve tip onay belgesi alınmıştır. Onaylı kuruluş ile birlikte yapılan fren testleri aşağıda sıralanmıştır;

a)Aşırı Yük Testi Aşırı yük testi; motor üzerindeki etiket değerinin %125 üzerinde yük ile yüklü, nominal hızda ne aşağı yönde hareket ederken yapılmalıdır. Motorun ve frenin gücü kesilmelidir

b)Fren Arıza Testi Test etiket değerlerinde yazan nominal hız ve yükte yapılmalıdır. Motor ve frenin gücü kesilmelidir.

c)Mikrosviç Testi Microswitch, frenlerden ayrı olarak test edilmelidir. Güvenlik devresinin kullanımına göre Microswitch hemen açılmalı veya kapanmalıdır. Yanlış ya da beklenmeyen bir durumda çalışma başlatılmamalıdır..

4.SONUÇLAR

Bu çalışmada Akar Asansör tarafından tasarlanan, sertifikalandırılan ve uygulanan kayışlı dişlisiz asansör sisteminin bileşenleri tanıtılmıştır. Sistemin uygulanmasına ilişkin önemli noktalar açıklanmıştır. Sistemin avantajları kısaca aşağıda verilmiştir. Kayışlı sistem, palanga ile kayış arasında meydana gelen sürtünmenin daha yüksek olmasından dolayı geleneksel çelik halatlı sisteme kıyasla daha iyi tahrik yeteneği sağlar. Daha küçük tahrik kasnağı kullanımına imkân verdiğinden dolayı kayışlı sistemin yük taşıma kapasitesi daha büyüktür. Kayışlı sistem, düşük güç tüketiminden dolayı eşdeğer çelik halatlı sistemlere göre verimi yüksektir ve daha düşük güçte invertör kullanıma imkân verir. Sistemin kompakt dizaynı 1000kg, 1.6m/s hız ve 60m seyir mesafesine kadar makine dairesi veya makine dairesiz dar kuyulara uygulanmasına imkân verir Kayışlı sistem kurulum ve işletme maliyetlerini düşürdüğü gibi dar kuyularda maksimum kabin alanı oluşturur. Kayışlı sistem, daha küçük boyutlarda tahrik ve palanga kasnakları kullanımına izin vererek son kat yükseklikleri ve kuyu dibi derinliklerini minimuma indirir.Poliüretan (PU) kaplamalı çelik halatlar (kayışhava ile temas etmediğinden dolayı korozyona karşı korumalıdır. geleneksel halatlarda olduğu gibi halat ile kasnaklar birbiri ile direkt temas halinde olmadığından dolayı daha uzun ömürlüdür. En üst düzeyde sessiz ve

konforlu sistem seyri sunar. Kasnak aşınmaları minimum düzeydedir. Kayışlı sistem, elektrik pano donanımlarından tasarruf edilmesini sağlar. Kayışlı sistem, küçük çaplarda poliamid palanga kasnakları kullanımına imkân vermektedir. Bu sayede palanga kasnak ağırlıkları büyük ölçüde hafiflemektedir. Buna istinaden karşı ağırlık, statik yük nakliye ve işçilik maliyetleri azalmaktadır.

Sistemin asansör sektörüne sunulması ile özellikle bazı ihale şartnamelerinde bulunan kayış tahrikli asansör kullanılması koşuluna karşın, asansör sektörünün teklif verebilmesi sağlanarak önemli bir boşluğun doldurulması sağlanmıştır. Ürün geliştirme çalışmalarımız devam etmektedir

REFERANSLAR

- [1] H. T. Duru, R. Demiröz, and M. Güngör, “Asansör Sistemlerinde Dişlisiz Tahrik uygulamaları,” no. Asansör Sempozyumu, 2010.
- [2] R. L. Ficheux, F. Caricchi, F. Crescimbeni, and O. Honorati, “Axial-flux permanent-magnet motor for direct-drive elevator systems without machine room,” *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 37, pp. 1693–1701, 2001.
- [3] K. UltraRope, “New skyscraper technology allows lifts to reach over one km,” *FutureTimeline.Net*, 2013. [Online]. Available: http://futuretimeline.net/blog/2013/06/14.htm#U_M. [Accessed: 19-Aug-2014].
- [4] S. 3300, “Schindler 3300,” *Elevation.Wikia*, 2011. [Online]. Available: http://elevation.wikia.com/wiki/Schindler_3300_Elevator. [Accessed: 19-Aug-2014].

