

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**ASANSÖRLERDE HALAT ÖMRÜNÜ ETKİLEYEN
PARAMETRELERİN VE YENİ NESİL ASANSÖRLERİN
İNCELENMESİ**
Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:
Can FİLİZ

İSTANBUL, 2018

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**ASANSÖRLERDE HALAT ÖMRÜNÜ ETKİLEYEN
PARAMETRELERİN VE YENİ NESİL ASANSÖRLERİN
İNCELENMESİ**
Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:
Can FİLİZ

Öğrenci No:
150893003

Danışman:
Dr. Öğr. Üyesi Osman SİMAV

İSTANBUL, 2018

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Asansörlerde Halat Ömrünü Etkileyen Parametrelerin ve Yeni Nesil Asansörlerin İncelenmesi” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 10/05/2018

Can FİLİZ



T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 150893003 no'lu Can Filiz'in 26.06.2018 tarihinde yapılan tez savunma sınavı¹ sonucunda 90 dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında² oybirliği ile kabul kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı : Makine Mühendisliği
Programı : Makine Mühendisliği Programı

Tez Başlığı³ : **ASANSÖRLERDE HALAT ÖMRÜNÜ ETKİLEYEN
PARAMETRELERİN VE YENİ NESİL ASANSÖRLERİN
İNCELENMESİ**

Tez Sınav Jürisi

Öğretim Üyesi

Danışman : Dr.Öğretim Üyesi Osman SİMAV
Üye : Dr.Öğretim Üyesi İsmail GERDEMELİ
Üye : Prof.Dr.Ahmet CİHAN

İmza



¹ Jüri üyeleri söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez savunma sınavına alır. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda jüri en geç onbeş gün içinde toplanarak adayı tez savunma sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45 dakikadır. Yüksek lisans tez savunma sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-yanıt bölümlerinden oluşur ve dinleyiciye açıktır. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-3)

² Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında "kabul", "düzeltme" veya "red" kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış sınav tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-4)

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması sonunda halat kullanarak taşıma yapacak tasarımcılar için dikkate alması gereken hususların, imalat esnasında üreticilerin hangi kriterlere riayet etmeleri gerektiği, kullanıcıların ve bakımcılara uzun halat ömrü için rehberlik edecek bir kaynak çalışması yapılmıştır.

Bu tez çalışması süresince bilimsel rehberlik eden tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Osman SİMAV teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, Uzm. Klinik Psikolog Cansu Beril CAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bana her konuda maddi manevi destek olan ve gücünü her an arkamda hissettiğim aileme de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla

Can FİLİZ

Adı ve Soyadı : Can FİLİZ
Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Osman SİMAV
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans, 2018
Alanı : Makine Mühendisi
Anahtar Kelimeler : Asansörler, halat ömrü, periyodik bakım, asansör teknolojileri.

ÖZ

ASANSÖRLERDE HALAT ÖMRÜNÜ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN VE YENİ NESİL ASANSÖRLERİN İNCELENMESİ

Asansörler günlük yaşamda evden işyerine, hastaneden seyir kulelerine birçok alanda insan ve yük taşımada vazgeçilmez birer iletim aracı haline gelmiştir. Artan yüksek binaların sayısı, bina kullanım yoğunlukları ve asansör trafik yoğunluğu gibi problemler mühendisleri bu konularda yeni çalışmalara yönlendirmiştir. Asansörlerin seyir konforu şartlarında can ve mal güvenliği içinde kullanımı doğru tasarım, imalat ve bakım süreçlerine bağlıdır. Yapılan araştırmalara göre asansörlerin güven içinde kullanımını etkileyen parametreler 80-100 civarındadır. Bu çalışmada en önemli parametrelerden biri olan çelik halatların ömrünü etkileyen parametreler ele alınmıştır. Halatların güvenli bir şekilde görevini ne kadar süreyle yerine getirebileceğinin tespit edilebilmesi bu parametrelerin ve etkileme seviyelerinin bilinmesine bağlıdır. Kullanım esnasında eğilme yorulmasına uğrayan tel halatlarda, halat ömrü üzerinde etkisi bulunan tasarım, imalat ve işletim parametrelerinin etkileri teorik olarak incelenmiştir.

Çelik halatlar, sadece asansörlerde değil diğer kaldırma ve iletim makinelerinin de en önemli elemanlarından biridir. Söz konusu makinelerin emniyet içerisinde ve uzun ömürlü kullanılabilmesi noktasında işletmenin koşulları açısından uygun halat kullanımının, periyodik bakımlarla kontrollerin zamanında yapılmasının ve halat ömrüne etki eden faktörlerin bilinerek ona göre hareket edilmesinin önemi

ortaya konmuş, ayrıca günümüzde kullanılan ve geliştirilen yeni nesil asansörlerdeki teknik gelişmeler incelenmiştir.

Tez çalışması sonunda halat kullanarak taşıma yapacak tasarımcılar için dikkate alınması gereken hususların, imalat esnasında üreticilerin hangi kriterlere riayet etmeleri gerektiği, kullanıcıların ve bakımcılara uzun halat ömrü için rehberlik edecek bir kaynak çalışması yapılmıştır.



Name and Surname : Can FİLİZ
Supervisor : Dr. Inst. Member Osman SİMAV
Degree and Date : Master, 2018
Major : Mechanic Enginner
Key Words : Elevators, steel rope service life, periodic maintenance,
technology of elevators.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF PARAMETERS AFFECTING TO THE STELL WIRE ROPE LIFETIME IN ELEVATORS AND NEW GENERATION OF ELEVATORS

Elevators have become an indispensable means of transportation in everyday life from home to workplace, from hospital to navigation, and to many inland people and freight transport. Problems such as increased number of high-rise buildings, building usage intensities and elevator traffic intensity have led engineers to work on these issues. The use of elevators in safety of life and property under navigational comfort conditions depends on proper design, manufacturing and maintenance processes. According to the researches carried out, the parameters affecting the safe use of elevators are around 80-100. One of the most important parameters in this study is the parameters affecting the life of steel ropes. The ability to determine how quickly ropes can safely perform their task depends on knowing these parameters and their impact levels. In wire ropes subjected to bending fatigue during use, the effects of design, fabrication and operation parameters which have an effect on the life of the rope have been theoretically investigated in this study.

Steel ropes are one of the most important elements not only in elevators but also in other lifting and conveying machines. At the point where these machines can be used safely and durably, the importance of using the appropriate ropes, periodic maintenance and timely control of the factors affecting the lifetime of the rope has

been emphasized and technical developments in the new generation elevators used and developed have been investigated.

In this study it is aimed to provide a document for designers to carry rope using, what criteria manufacturers should observe during manufacturing, and guidance for long lifetime of rope for users and maintenance personnel.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
SEMBOL LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

KAYNAK TARAMASI.....	3
----------------------	---

İKİNCİ BÖLÜM

İNSAN ASANSÖRLERİ UYGULAMA TEKNOLOJİSİ	6
1. ASANSÖRLERİN ÇALIŞMA PRENSİBİ	7
2. ASANSÖR ELEMANLARI VE YAPILARI.....	9
2.1. Elektrik Motorları	9
2.1.1. Tek Hızlı Redüktörlü AC Tahrik (Kontrolsüz).....	10
2.1.2. İki Hızlı Redüktörlü AC Tahrik.....	11
2.1.3. DC Motorlar	12
2.2. Halatlar	14
2.3. Fren Tertibatı.....	15
2.4. Kılavuz Raylar.....	16
2.5. Kabin	17
2.6. Karşı Ağırlık.....	18
2.7. Tampon.....	18
3. ASANSÖR TASARIM KRİTERLERİ	19

4. ASANSÖR İMALAT VE MONTAJ KRİTERLERİ.....	20
4.1. Planlama Aşamasında	21
4.2. Bina Yapım Aşamasında.....	21
4.3. Müteahhit, Mimar ve Mühendislerin Dikkat Etmesi Gerekenler.....	22
4.5. Asansör İşletme, Bakım ve Periyodik Kontrol Kuralları	22
3.2.3.1. Bakım	23
3.2.3.2. Garanti Belgesi, Satış Sonrası Hizmetler ve Yetkili Servis ile İlgili Şartlar	24

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

HALATLAR.....	26
1. TEL HALATLARIN YAPISI.....	26
1.1 Halat Özleri	29
1.2 Halat demeti	29
1.3 Halat sınıfı (anma dayanımı).....	30
1.4 Halat çapı.....	30
1.5 Halat teli malzemesi	31
1.5.1. Parlak Alaşimsız Tel.....	31
1.5.2. Parlak Alaşımlı Tel.....	32
1.5.3. Çinko Kaplı Tel	32
1.6 Tel halat imalatı.....	32
2.TEL HALAT ÇEŞİTLERİ.....	34
2.1 Özlerine Göre Halat Çeşitleri.....	34
2.1.1. Fiber Öz (FC)	34
2.1.2. Bağımsız Tel-Halat Öz (IWRC).....	34
2.1.3. Tel Öz	35
2.2 Demet Kompozisyonlarına Göre Halat Çeşitleri	35
2.2.1. Tek operasyonlu halatlar (paralel tel sarımlı halatlar).....	35
2.2.2. Çok operasyonlu halatlar	37
2.3. Özel Halatlar	38
2.3.1. Sıkı Demetli Halat	39
2.3.2. Sıkıştırılmış Tel Halat.....	39

2.3.3 Yassılaştırılmış (Üçgensel) Demetli Tel Halat.....	39
3. TEL HALAT KULLANIM ALANLARI.....	40
3.1 Vinç halatları	40
3.2 Telesiyej halatları	41
3.3 Denizcilik Halatları	42
3.4 Madencilik halatları.....	43
3.5 Asansör halatları.....	44
3.6. Balıkçılık Halatları	45
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	
HALAT ÖMRÜNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER VE HALAT ÖMÜR	
KESTİRİMİ	46
1. HALAT ÖMRÜNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....	46
1.1 Çekme Yüğü ve Çap Oranı (D/d),.....	46
1.2 Eğilme	48
1.3 Tel Anma Mukavemeti.....	50
1.4 Halat Yuvası Şekli.....	50
1.5 Halat Yuvası Malzemesi	52
1.6 Halat Çapı.....	54
1.7 Halat Teli Kalınlığı.....	55
1.8 Halat Türü	56
1.9 Yağlama, İşletmede Tekrar Yağlama.....	56
1.10 Korozyon.....	58
1.11 Halat Sarılma Açısı	58
1.12 Halatın Kenar Sapması.....	59
1.13 Halat Özü.....	60
1.14 Sapma Açısı.....	61
2. TEORİK HALAT ÖMÜR KESTİRİMİ.....	62
2.1. Feyrer'in Teorik Halat Ömür Kestirimi	62
2.2. Servis Dışı Bırakmak Amacıyla Gerekli Tel Kırık Sayısının Tespiti	66
2.3 Feyrer'in Düzeltilmiş Teorik Halat Ömür Kestirimi.....	68
2.4 39 Demetli Dönme Dirençli Halatın Teorik Ömür Kestirimi	70
2.5 6 x 36 Warrington-Seale Halatın Teorik Ömür Kestirimi.....	71

BEŞİNCİ BÖLÜM

YENİ NESİL ASANSÖRLER.....	73
1.ASANSÖR TEKNİKLERİNDEKİ GELİŞMELER.....	73
2.ASANSÖRLERDE KONTROL VE GÜVENLİK TEKNOLOJİLERİ	73
2.1. Kurtarma Sistemleri	73
2.2. Fren Sistemleri	74
2.3. Haberleşme Sistemleri.....	75
2.4. Asansörlerde İnternet Tabanlı Teknolojilerin Kullanımı	76
3. ASANSÖR HALATLARININ SEÇİMİ VE BAKIMI	77
3.1. Asansör Halatlarının Seçimi.....	77
3.1. Asansör Halatlarının Bakımı	79
SONUÇ	84
KAYNAKÇA.....	87
ÖZGEÇMİŞ	92

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1. Tek Operasyonlu Halatlar	37
Tablo 2. Özel Halat Tipleri	38
Tablo 3. Halat Kompozisyonuna Göre Önerilen D/d Çap Oranları.....	48
Tablo 4. Ortalama halat kopma ömrünün teorik kestirimi amacıyla kullanılan katsayılar.....	64
Tablo 5. Ortalama halat servis dışı bırakma ömrünün teorik kestirimi için kullanılan katsayılar.....	65
Tablo 6. Servis dışı bırakmak için gerekli tel kırık sayısının hesabı için sabitler	67
Tablo 7. Servis dışı bırakmak için kullanılan tel kırık sayıları.	68
Tablo 8. Düzeltme faktörleri f_N	69
Tablo 9. 39 demetli dönme dirençli halat için hesaplanan teorik halat ömür kestirim sonuçları.....	71
Tablo 10. 6 x 36 Warrington-Seale halat için elde edilen teorik ömür sonuçları.	72
Tablo 11. R_{dt} Değerleri	79
Tablo 12. Asansör halatlarının kullanımında meydana gelebilen arıza örnekleri.....	83

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1. Karşı ağırlık ve kabin	7
Şekil 2. Asansör sistemi ve elemanları	8
Şekil 3. Raylarla kılavuzlanmamış kabinin yükleme halinde durumu	9
Şekil 4. Tek hızlı redüktörlü AC tahrik	11
Şekil 5. İki hızlı redüktörlü AC tahrik	11
Şekil 6. DC motor kesit görünümü	13
Şekil 7. Çelik halatı oluşturan elemanlar	14
Şekil 8. Halatlarda kordonların sarım şekilleri	15
Şekil 9. Çift pabuçlu fren tertibatı	16
Şekil 10. Ray konsol bağlantısı.....	17
Şekil 11. Çelik Tel Halatı Oluşturan Elemanlar	27
Şekil 12. Halatlarda Kordonların Sarım Şekilleri.....	28
Şekil 13. Halat Sarım Türleri [18].	28
Şekil 14. Bir demete ait büyüklükler	29
Şekil 15. Halat Çapının Ölçülmesi	30
Şekil 17. Çok Operasyonlu Demetler	38
Şekil 18. Yassılaştırılmış (üçgensel) demetli tel halatlar	40
Şekil 19. Madencilikte Kullanılan Halat Örnekleri	44
Şekil 20. Balıkçılıkta Kullanılan Halat Örnekleri	45
Şekil 21. Bir Filler Halat Ömrünün D/d Oranı ve S/d^2 Oranı ile Değişimi.....	47
Şekil 22. Farklı Kren Bloğu Örneği.....	49
Şekil 23. Düz (a) ve Ters Yönde (b) Eğilen Kren Blokları	50
Şekil 24. Halat Ömrünün Yiv Dibi Yarıçapı ile Değişimi	51
Şekil 25. Dibi Boşaltılmış Yiv (a) ve Kama (b) Yiv.	52
Şekil 26. Dökme Demir ve Plastik Yiv Malzemeleri Kullanıldığında Halat Ömür Eğrileri.....	53
Şekil 27. Farklı Çaptaki Halatların Ömür Grafiği	54
Şekil 28. Halat Ömrü ile Halat Sarılma Açısı Arasındaki İlişki.....	59
Şekil 29. Farklı Kenar Sapma Açılarının Ömre Etkisi.....	60

Şekil 30. Halat Özü Tipleri.....	61
Şekil 31. Asansör haberleşme sistemlerinde birebir bağlantı ve seri bağlantı	75
Şekil 32. Asansör Bakım Türleri	80



SEMBOL LİSTESİ

- b*** : Kabinin ivmesi (m/s^2)
- d*** : Nominal halat çapı (mm),
- D*** : Makara çapı (mm),
- g*** : Yerçekimi ivmesi [m/s^2]
- G_H*** : Halat ağırlığı (kg)
- i*** : Halatlama faktörü
- k*** : Emniyet katsayısı 'dır.
- K*** : Boş kabinin ağırlığı (kg)
- l*** : Eğilme uzunluğu (mm)
- n*** : Halat adedi
- R₀*** : Tel anma dayanımı (N/mm^2),
- Q*** : Taşınan yük (kg)
- S*** : Halat çekme yükü (N),

KISALTMALAR

FC	: Fiber Core (Lif Öz)
IWRC	: Independent Wire Rope Core (Bağımsız Tel Halat Öz)
F	: Filler
PWRC	: Dış Demetlerle Paralel Olan Çelik Öz
ESWRC	: Katı Polimer ile Kaplanmış Çelik Öz
WS	: Warrington-Seale
DIN	: Deutsches Institut für Normung
ANSI	: American National Standards Institute
BS	: British Standards
TS	: Türk Standardları
ISO	: International Organization for Standardization
WC	: Wire Core (Tel Öz)
WRC	: Wire Rope Core (Tel Halat Öz)
WSC	: Wire Strand Core (Tel Demet Öz)

GİRİŞ

Asansörler günlük yaşamda evden işyerine, hastaneden seyir kulelerine birçok alanda insan ve yük taşımada vazgeçilmez birer iletim aracı haline gelmiştir. Artan yüksek binaların sayısı, bina kullanım yoğunlukları ve asansör trafik yoğunluğu gibi problemler mühendisleri bu konularda yeni çalışmalara yönlendirmiştir. Asansörlerin seyir konforu şartlarında can ve mal güvenliği içinde kullanımı doğru tasarım, imalat ve bakım süreçlerine bağlıdır. Yapılan araştırmalara göre asansörlerin güven içinde kullanımını etkileyen parametreler 80-100 civarındadır. Bu çalışmada en önemli parametrelerden biri olan çelik halatların ömrünü etkileyen parametreler ele alınacaktır. Halatların güvenli bir şekilde görevini ne kadar süreyle yerine getirebileceğinin tespit edilebilmesi bu parametrelerin ve etkilene seviyelerinin bilinmesine bağlıdır. Kullanılırken eğim yorgunluğuyla karşı karşıya kalan halatların kullanım süresine etki eden tasarım, imalat ve kullanım parametrelerinin etkileri teorik olarak incelenecektir. Çalışma sonucu elde edilen bilgiler bu alanda çalışan teknik personele ve imalat sektörüne yararlı bir kaynak olacaktır.

Çelik halatlar, sadece asansörlerde değil diğer kaldırma ve iletim makinelerinin de en önemli elemanlarından biridir. Bu makinelerin emniyet içerisinde ve uzun ömürlü olarak kullanılabilmesi için; işletme koşulları açısından uygun halatı kullanmak, periyodik bakımlarla kontrolleri zamanında yapmak ve halat ömrüne etki eden faktörleri bilmek gerekmektedir.

Yüklerin taşınması ve hareket ettirilmesi işlemi yapılırken halatlar, makaraların etrafına sarılırlar ve boşalırlar. Bu sırada halatlar, yüklerin indirilmesi esnasında doğru durumdan eğri duruma gelmekte ve yük çekilirken tekrar eğri hal almaktadır. Diğer bir ifade ile halatlar, sürekli olarak eğilme hareketinden dolayı yorulmaya maruz kalmaktadırlar. Belirtilen yorulma literatürde eğilme sebebiyle meydana gelen makara üzerindeki yorulma (Bending over Sheave (BoS) Fatigue) olarak ifade edilmektedir. Bu husus makaralar ile hareket eden halat uygulamalarında geçerlidir. Yükün ağırlığı sabit olduğu halde, halat tarafından sürekli eğilmeye maruz kalınması, halatın sonlu ömrüne sebep olmaktadır.

Metal halatlar; vinç, asansör, telesiyej ve teleferik sistemlerinde, denizcilik ve maden işletmelerinde, yük kaldırma ve transferinde yaygın olarak kullanılır. Metal halatların emniyetli kullanım süresinin dolması ve bu zamanın tespiti kullanıcı ve tasarımcılar için büyük öneme sahiptir. Eğilme yorulmasıyla karşılaşan tel halatların kullanım ömrünü etkileyen değişkenlerin belirlenmesinde, kullanım ve çevre ile ilgili etkilerin de dikkate alınması gerekir.

Bu tez çalışmasında yapılmış makale, düzenlenen rapor, doktora ve yüksek lisans seklindeki çalışmaları dikkate alarak detaylı bir literatür taraması yapılacaktır. Daha sonra bu çalışmalar analiz edilip gruplandırılacak, deneysel sonuçları çeşitli çıkarımlar için yorumlanacaktır. Literatürde kullanılmakta olan makaranın çapı (D), çekme yükü (S), çap oranının (D/d)özgül çekme yükünün (S/d^2), halatın eğim ve yorulma süresine etkisi, dönüş hızının artışıyla beraber halatın eğim ve yorulma süresinin ne sürede değişiklik göstereceği ve halatın etrafında dönüş hızına bağlı oluşan ısının nasıl değişim göstereceği dış ve iç tel kırılmaları, yağlamanın yetersizliği, , abrasif aşınma ve bükülme gibi değişkenlerin halatın eğilme yorulma sürecine etkileri incelenmektedir. Parçalar halinde farklı bilim adamları tarafından yapılan çalışmaları birlikte yorumlayan bu kapsamda bir çalışma yapılmamıştır. Ayrıca, bu tez çalışmasında Dünyadaki yeni nesil asansör teknolojilerinin incelenerek literatüre kaynak sunulması sağlanacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

KAYNAK TARAMASI

Asansör, vinç, köprü vb. taşıma ve kaldırma araçlarının en önemli yapı taşlarından olan çelik halatlar, kullanılırken yorulma ve aşınma olaylarına bağlı meydana gelen hasar mekanizmalarına maruz kalmaktadırlar. Tel halatın rutin çalışma sırasında ya da hatalı kullanımı sırasında aşamalı şekilde bozulurlar. Bu bozukluklar ve arıza durumları farklı şekilde ortaya çıkar.

Halat ekonomik kullanım süresini etkileyen unsurlar olarak; çap oranı (D/d) ve çekme yükü (S) tel anma dayanımı, eğilme şekli, halat yuva materyali, halat yuvası şekli, halat çapı (d), halat çeşidi, halat telinin çapı, yağlama, işletmelerde tekrar yağlanma, halatın sarım açısı, aşınma, dengeden çıkma açısı, halat kenarının sapması, halatın öz şekli, özel tip halat kullanımı v.b. dikkate alınabilir.

Tel halatın çalışması sırasında yorulmaya sebep olan yükler 2 sınıfta incelenebilir. Bunlar asansörler ve vinçlerdeki benzer şekilde statik çekme yükü karşısında metal halatın makaraya sarılması (Bending over Sheave, BoS) nedeniyle meydana gelen dinamik tekrarlı eğilmeden dolayı oluşan yorulma ve asma köprülerdeki köprü kaplamalarının askıda kalmasını sağlayan metal halatın ya da telsiz direklerindeki gergin halatların karşı karşıya kaldığı çekme-çekme yorulması şeklinde adlandırılan, değişken çekme ağırlığının oluşumuyla tel halat üzerinde oluşan yorulmayı ifade eder. Tel halatlar tüm çalışma koşullarında dinamik zorlanmalar sebebiyle yorulmayla karşı karşıyadırlar. Bu nedenle tel halatların ömrü sonludur [1].

Geçmişte metal halatların kullanım süresini etkileyen birçok değişkenin ve halat aşınmasıyla ilgili deneysel ve kuramsal olarak birçok araştırma yapılmıştır. Bu konuda yapılan bazı makale, tez ve bildirimler aşağıda verilmiştir.

Bartels ve ark. [2], elastisite modülüne, yüzde kopma uzamasına ve kırılan teller incelenerek yorulma hasarının direkt olarak ölçülemese bile yorulmanın varlığının doğrulandığını açıklamışlardır.

Chaplin ve Potts [3] tarafından halatların içerdikleri dış teller ve demetlerin fazlalığının, onların daha esnek olmalarını ve daha nitelikli eğilme yorulma ömürlerine sahip olmalarını sağladığı belirtilmiştir. Çapı 16 mm olan ve düz sarımlı bir halatın, çap oranı 25 iken yapılan eğilme yorulması testi kapsamında sabit çekme yükü ile halatı meydana getiren telin çekme dayanımının en alt seviyede değişiminin, halatın kopma süresine tesiri olmadığını belirtmişlerdir.

Halatların yük durumuyla işletme grubu için genelleştirilen halat kopma ve hizmet dışı bırakma sürelerinin belirlenmesi üzerine çalışmalar Verreet [4] tarafından yapılmıştır. Halatların kullanım sürelerinin, onların kullanıldıkları işletme grubu ile bundan da önemli olmak üzere yük durumu ile ilişkili olduğu açıklanmıştır. Ayrıca, kullanılmakta olan makaranın çapı, halatın çapı ve çekme yükünün, halatın eğilme yorulma süresine nasıl etki ettiğini göstermek üzere halatın kopma ve hizmet dışına bırakılma sürelerinin eğrileri çizilmiştir.

Gibson [5] tarafından makaraların üzerlerine sarılan halatların temas eğrisi uzunluklarının halat kopma ömrü üzerindeki etkisi açıklanmıştır. Halatın sarım uzunluğuyla makaranın üzerinde bulunan halat temas uzunluğu arasında ilişki olduğu ifade edilmiştir. Bu kapsamda; makaranın üzerinde bulunan halat temas uzunluğunun halatın sarım uzunluğuna eşit olduğu ana kadar halatın kopma ömründe azalmaya neden olduğu, halat sarım uzunluğundan daha fazla olan halat temas uzunluklarının ise halatların kopma sürelerinde değişiklik yaratmadığı belirtilmiştir.

Torkar ve Arzenek [6] vinç halatlarında aşınmanın nedenlerini, kırık tel sayılarının artmasıyla halatın yük taşıma kapasitesinin, halatın kopmasına kadar düştüğünü, hasarın yorulma sebebiyle ivme kazanacağını ve yetersiz bakım ve kontrollerinde bunun sebeplerinden olduğunu belirtmişlerdir.

Schönherr [7] sapma açıları aynı olan farklı konstrüksiyonlardaki halatların kullanıldığı eğilme yorulması testleri çerçevesinde, sapma açısı mevcut olduğunda halat türünün halata ait eğilme yorulma ömrü üzerinde oldukça etkili olduğunu ifade etmiştir.

Feyrer [8] tarafından halat özünün yapılma türünün halatın ömrü üzerinde etkisi olup olmadığını belirlemek üzere, halatların çelik ve lif öze sahip olduğu durumlar incelenmiştir. Lif öz kütlesindeki artışın halatın ömrünün artmasına olumlu katkısı olduğunu tespit etmiştir. Halat tellerinin çinko kaplanmasının halat ömrü üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan eğilme yorulması testleri sonucunda halatın sarım türüne bakılmadan halatın kopma ömründe herhangi bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Kullanılan makara yiv geometrisi ile halat kopma ömrü arasındaki ilişki kapsamında gerçekleştirilen eğilme yorulma testlerinin sonunda ise; yiv dibi yarıçapı (r) ile halat çapı arasındaki oran (r/d) arttığında genelde halatın eğilme yorulması ömründe düşme olduğu saptanmıştır. Halat kopma süresi üzerinde yağlamanın ne tür bir etkisi olduğunun tespiti maksadıyla gerçekleştirilen testler neticesinde; yağlanmamış bir halatın iyi yağlanan bir halata nazaran %15-20 düzeyinde bir kopma ömrü süresince hizmet verebileceği gözlemlenmiştir.

Yük, servis ya da insan asansörlerinin ekonomik kullanım süresi tahminen 10 yıldır. Bu sürenin ardından asansörlerin mekanik aksamaları problemler çıkarmaya başlamakta, çalışma verimlilikleri düşmekte ve sık arızalanmaya başlamaktadır. Asansörler teknik gelişmeler doğrultusunda yenilenmeye ihtiyaç duyar ya da yeni nesil teknolojileri kapsayan sistemlerle donatılarak üretilirler [9].

Günümüzde kullanıcılarla etkileşimli (Dil seçenekli diyalog kuran), internet bağlantılı cihazlarla kuman edilerek asansör bekleme sorunlarını minimuma düşüren, yapay zekâ yöntemleri kullanan teknolojik asansörler, nesnelerin interneti teknolojisiyle sürekli kontrol altında olan daha güvenli ve konforlu olarak kullanıcıların hizmetindedir.

İKİNCİ BÖLÜM

İNSAN ASANSÖRLERİ UYGULAMA TEKNOLOJİSİ

Günümüzde artan dünya nüfusuna paralel olarak toplu yaşayan insan sayısı her geçen yıl katlanmaktadır. Bu artış daha yüksek konut, iş merkezi, hastane ve okul binalarını gerekli kılmaktadır. Bina içi insan ve yük taşıma sistemlerinin önemi artmakta ve insanların beklentileri yükselmektedir. Şehir hayatının getirdiği hızlı yaşam temposu daha hızlı, daha konforlu ve sürekli asansör hizmetini zorunlu kılmaktadır.

Asansör; Kişi ve yükleri aşağıdan yukarıya ya da yukarıdan aşağıya indirip çıkarmaya yarayan araçtır. Yük çıkarıp indirmek için insan, hayvan ya da su gücüyle çalışan çeşitli ağır yük kaldıraçları asansörlerin temelini oluşturmaktadır. Yaklaşık 1800'lerden sonra ağır yük asansörleri için buhar makineleri kullanılmıştır. 1850'de yalnız iki kat arasında çalışabilen asansörler yapılmış, endüstriyel devrim ile birlikte 1875 yılında New York'da ilk yolcu asansörü tesis edilmiştir. Elektrikli asansörlere 1924'te daha ileri teknolojiye dayanan denetim sistemleri uygulanmıştır. Ülkemizde ilk asansör İstanbul'da Pera Palas Otel'de 1892 yılında inşa edilmiştir.

Asansörler ya elektrikli ya da hidrolik olarak tahrik edilmektedir. Asansörlerin bir oranda yavaş olduğu beş ya da daha az katlı binalar hidrolik türü yağlarken, beş katın üstünde olan yapılarda genellikle elektrikli asansör kullanılır.

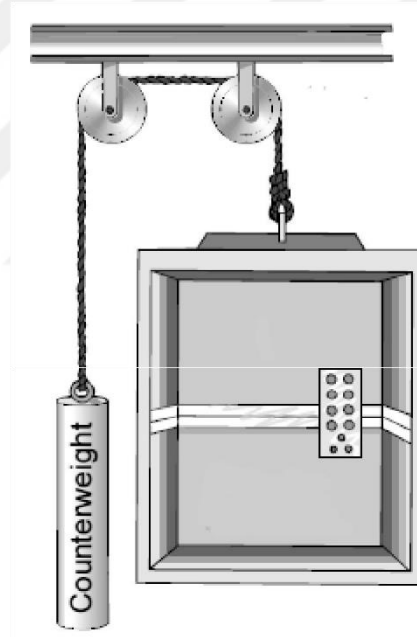
Elektrikli asansörler, asansör boşluğunun tepesindeki yivli tekerleği ya da döndürme mekanizması elektrik motorunca çalıştırılan inip çıkma kabinli çekme asansörlerdir. Döndürme mekanizması motorun çevirme miline bağlıdır. Çelik halatlar kabinin tavanından asansör boşluğunun tepesine, orada döndürme mekanizmasının üstünden sarkarak yine asansör boşluğundan aşağı inip denge sağlayıcı ağırlığa uzanır. Motor böylece yükün ancak bir bölümünü kaldırır (yaklaşık % 40). Hidrolik asansörler ise bir asansörde kabinin ağırlığıyla yükünü aşağıda dikey silindir içinde hareket eden bir basma tulumla taşır. Silindir yer altında asansörün bina içinde çıktığı yüksekliğe eşit bir derinliğe uzanmalıdır. Bu nedenle hidrolik asansörler çok katlı yapılara takılmaz. İnsan taşıyan asansörlerin kabinleri ötekilerine oranla daha büyük ve yüzeysel olup girişleri de kişilerin her durakta çabucak girip

çıkmaları için daha geniştir. Öbür asansörlerin uzunluğu, genişliği ve derinliği kullanım amaçlarına göre değişir. Söz gelimi, hastanelerde kattan kata aygıt, sedye, tekerlekli iskemle taşımak için en azından derin, dar kabinli birkaç asansör bulunur [10].

Bu bölümde asansör uygulama teknolojilerine değinilecektir.

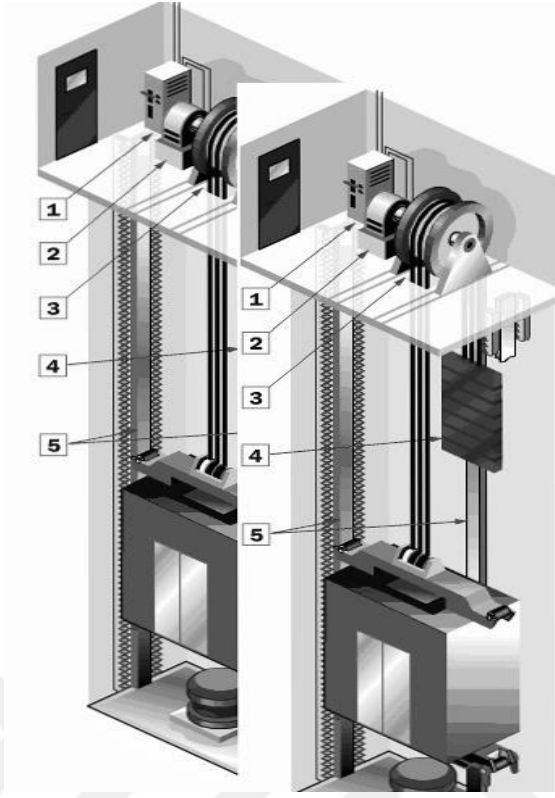
1. ASANSÖRLERİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

İyi bir asansörden rahat ve kullanışlı olması, kapasitesinin yüksek olması ve ekonomik olarak işletilebilmesi beklenir. Frenleme ve ivmelenme hızlarının insanları rahatsız etmemesinin yanı sıra veriminin yüksek, elektrik tahrik sistemi ile bakım masraflarının da düşük olması istenmektedir.



Şekil 1. Karşı ağırlık ve kabin

Günümüzde en çok kullanılan asansörler; halatlı asansörler düşey taşıma sistemleridir. Çelik halatların kabinle Şekil 1’de görülen karşı ağırlık arasında gerilmesi, Şekil 2’de görülen halatların kasnak (3) tarafından aşağı salınması veya yukarı çekilmesi prensibine göre çalışırlar. Burada halat kasnağın üzerinde sarılı olduğu için ve halatın hareketi bu kasnağın sağladığından dolayı kasnak konumunda ki değişkenlik halatı da doğrudan etkilemektedir.

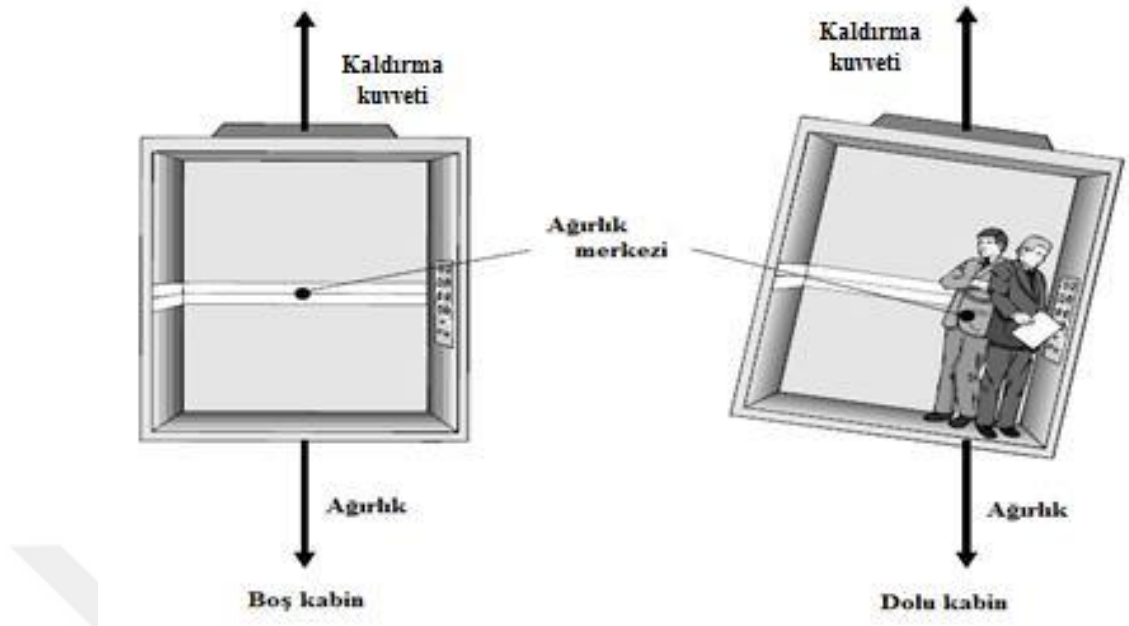


Şekil 2. Asansör sistemi ve elemanları

Şekil 2’de görülen elektrik motoruna (2) bağlı kasnak bir yöne çevrildiğinde kabin aşağı yönde hareket ederken, motorun kasnağı ters yönde çevirmesiyle kabin de yukarıya doğru hareket etmektedir. Redüktörlü asansörlerde bulunan motorlar, kasnağı döndürecek olan dişli dizilerinden oluşur. Dişli tertibatı olmayan (Redüktörsüz) asansörlerde, motor direk olarak kasnağı döndürür. Genellikle makina dairesinde, motor, kasnak ve kontrol paneli (1) beraber asansör düzeneği üst kısmında yer alır.

Asansör temel elemanlarından biride elektrik motorlarıdır. Motorların yüksek tork, değişken dönme hızı ve güvenilirlikleri avantajları vardır. Diğer taraftan farklı sistemler için değişik özelliklerle üretebilmeleri, etkili kullanımlarını da sağlamaktadır. Elektrik motorları sahip oldukları beygir gücü çerçevesinde sınıflandırılmakta olup, asansörlerde birkaç yüz beygir gücüne sahip motorlar kullanılabilir.

Kabinler ne taşıdığına ve yükün nerde yoğunlaştığını dikkate almadan sabit konumda kalmalıdır. Bunu sağlamanın yolu kabin tarafından dikey bir ray sisteminde hareket edilmesinin sağlanmasından geçmektedir. Rayların asansörler için nedenli önemli olduğu Şekil 3’ de görülmektedir.



Şekil 3. Raylarla kılavuzlanmamış kabinin yükleme halinde durumu

Temel fizik kuralı olarak kaldırma kuvveti asansör kabinini ortasından etkilemektedir. Bundan dolayı kabin boş iken, ağırlık merkezi tam ortada olur, kabinin sağ veya sola yatmasını önler. Kabine yolcuların binmesi ve içeride hareket etme durumları dikkate alındığında; kabinin ağırlık merkezi, insanların yer değiştirmesiyle beraber devamlı değişmektedir. Bu durumlarda kaldırma kuvvetinin oluşan yeni ağırlık merkezine bağlı olarak konumlanması nedeniyle, kabin yan yatmaktadır. Bunu önlemenin yolu kılavuz ray kullanımıdır.

2. ASANSÖR ELEMANLARI VE YAPILARI

2.1. Elektrik Motorları

Endüstride elektrik enerjisinin mekanik enerjiye çevrilmesi için kullanılan makinelere elektrik motoru denilmektedir. Yapıları, mekanik enerji sağlayan pek çok makineye göre çok basittir. Elektrik motorları yapı olarak; bir çekirdek aralığı ile ayrılan biri hareketli (rotor) ve diğeri sabit (statör) olmak üzere eş eksenli ve silindrsel iki ferromanyetik armatür içerir. Stator gövdesinde oyuklar mevcut olup, bu oyukların içine iletken sargılar yerleştirilmektedir. Söz konusu iletkenlerin üzerinden akım geçer ve böylece manyetik alan oluşur. Hem yönü hem de şiddeti

değişen akımlar ile çalışan elektrik makinalarının da stator ve rotorun manyetik akımı ileten bölümleri edy akımlarından kaçınmak amacıyla katman katman saçlardan yapılmıştır. Stator ve Rotor yapılabilmesi için 0,35 - 1,5 mm arasında kalınlığa sahip saç paketlerin kesilmesi, tek ya da çift yönlü yalıtkan vernik v.b. bir madde ile kaplanmasıyla oluşturulur. Asansör motorlarından beklenen özellikler; kabinin hassas, kararlı, düşük maliyetli ve ekonomik işletme giderli olmasıdır.

Metalden yapılan bir kütlenin, dönen bir elektromanyetik alan yardımı ile sürüklenmesi prensibine göre çalışan AC motorlar genellikle kat sayıları az olan binalarda, kabin hızı 2.5 m/s'den az olduğu hallerde kullanılır. Asansörlerde dişli tertibatı olarak da sonsuz vida mekanizmaları kullanılır. Çevrim oranı genellikle 1:25 - 1:50 mertebesinde olan sonsuz vida mekanizması, dökme demirden oluşan yağlık içine monte edilen bir dişli çarktan ile sonsuz vidadan meydana gelmektedir.

Bu mekanizmalar, ebatlarının ufak olması ve sessiz çalışmaları sebebiyle sürtünmeli tahrik gruplarının kullanımında son derece elverişli parçalardır. Büyük güç gerektiren yerlerde yüksek çevrim oranlarında güçleri üretebilmektedirler.

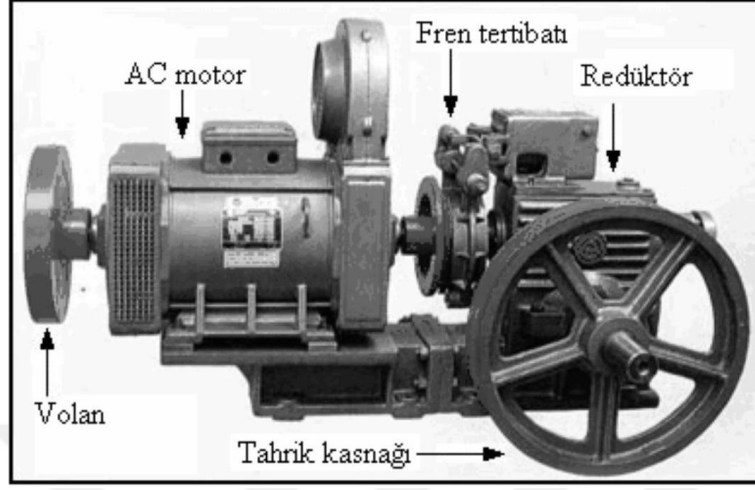
Tek hızlı motorların çoğu basit tahrikte kullanılmaktadır. Biraz daha gelişmiş tahrikte ise çift hızlı makinelerle ivmelenme ile frenleme kontrollü şekilde sağlanır. Bu şekilde kullanım voltaj ayarlaması ya da regülatör ile güç elektroniği donanımıyla sağlanmaktadır. Günümüzde frekans ve gerilim kontrollü AC motorlar kullanılmaktadır [11].

2.1.1. Tek Hızlı Redüktörlü AC Tahrik (KontROLSÜZ)

Pek çok basit asansör içerisinde Şekil 4'te gösterilen tek hızlı redüktörlü AC tahrik (kontROLSÜZ) kullanılmaktadır. Tek senkron hızda dönmeyi sağlayan motor vardır. Yüksek hıza sahip redüktörlü makinalar ana kaynak üzerinden direkt beslenmektedir. Bu sebeple asansör kontROLSÜZ biçimde sıçrama eğilimi ile hareket etmektedir.

Bu duruma engel olabilmek üzere motor mili üzerinde volan monte edilmiştir. Bu sayede tam yükteyken ivmelenme azaltılmaktadır. Fren olarak mekanik çift pabuçlu fren bulunmaktadır. Frende momentin kontrolü oldukça güçtür

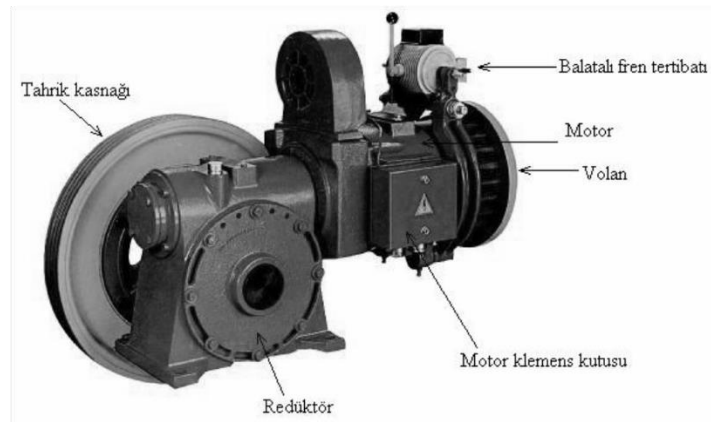
bu nedenle hassas seviyeleme olmaz taşıma konforu ve düşük tesis masrafı ortaya koyduğundan bu tahrik şekli arayan yerlerde tercih edilmektedir.



Şekil 4: Tek hızlı redüktörlü AC tahrik

2.1.2. İki Hızlı Redüktörlü AC Tahrik

Farklı iki stator sargısı ile iki ayrı hız elde edilmektedir. Bu makinaların kullanımında iki hızlı-moment grafiği 2 farklı eğriden oluşmaktadır. Yüksek hızlarda tek hızlı AC motorla aynı eğri elde edilir. Kontrolsüz tahrik hızı; yük, tahrik mesafesi ve tahrik zamanına bağlıdır. Sıçrama bu sebeple ortaya çıkmaktadır. Frenleme momentinin artışı yüke bağlıdır ve yükle orantılı artmaktadır Bu durumda elektriksel frenleme ortadan kalkar ve kabini tamamen durdurulması için mekanik bir frenleme kullanımı gerekmektedir [11].



Şekil 5: İki hızlı redüktörlü AC tahrik

2.1.3. DC Motorlar

Doğru akım motorlarının içerisinde dönen ve duran kısımlar bulunmaktadır. Dönen kısım rotor, duran kısım stator olarak adlandırılmaktadır. DC motorlar temini kolay, ucuz, düşük akım çeken bakım masrafı düşük olmaları sebebiyle endüstri de yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Uygulanan voltajla motorun dairesel hızı doğru orantılıdır. Bobin akım gücüyle de çıkış momenti doğru orantılıdır. Geri beslemeli hassas bir şekilde hareket kontrol edilmek istendiğinde kullanılır. DC servo motorlar panellerinde hız ve yer algılayıcıları bulunmaktadır. Küçük motorlarda bobinli statorlar bulunurken, büyük motoru olanlarda sabit mıknatıslı statorlar bulunmaktadır. Yüksek güç/ağırlık oranlarına Samarium kobalt mıknatıslarının kullanımıyla ulaşılmıştır. Komütatör sayesinde çoklu bobinli rotorlar güç kaynağına bağlanmıştır. Rotor tarafından üretilen manyetik alan stator tarafından üretilen manyetik alan ile çakışmakta ve bunun neticesinde meydana gelen moment rotoru döndürmektedir. Rotorun dönüşü esnasında komütatör de dönmekte ve karbon fırçalar tarafından bir başka bobinin beslenmesine sebep olmaktadır. Böylece devamlı olarak dönme hareketi sağlanmış olmaktadır.

Yüksek katlı binalarda asansörlerin projelendirilebilmesinde, 2 m/s hızın üstüne çıkılması gerekmektedir. Bu hallerde, oldukça pahalı olan düşük devire sahip DC motorlar direkt olarak tahrik kasnağına iştiraklenerek kullanılırlar.

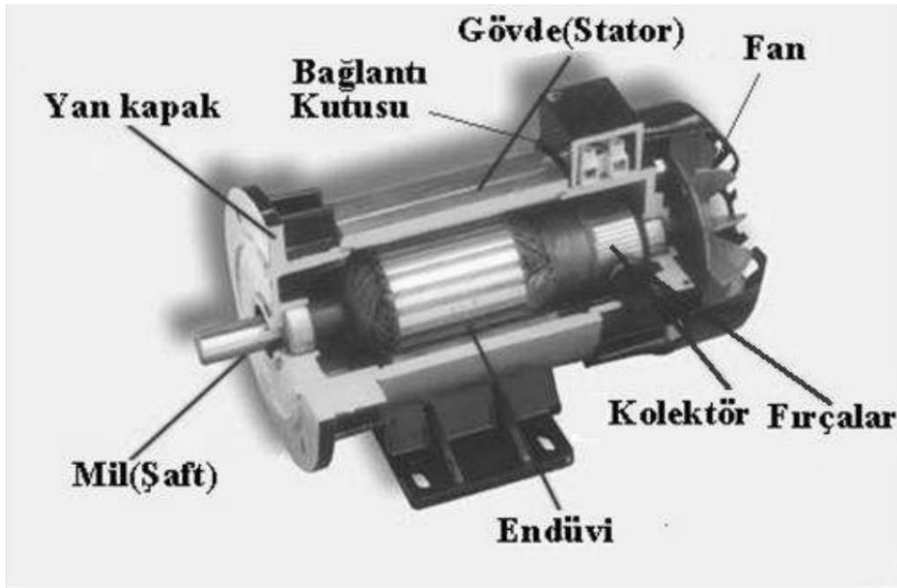
Fırçalı (Brush) DC Motorlar: Kalkınma momenti yüksek ve sabit devirli yerlerde kullanılırlar. En eski olan ve çok tercih edilen DC motor türü fırçalı DC motorlardır. Oyuncak arabalardan tutun da şarjlı el matkaplarına kadar pek çok değişik aletin içinde kullanılmaktadırlar. Çalışma prensipleri şu şekildedir: motor ana mili üzerinde bobinler ve motor ana gövdesi iç kısmında güçlü mıknatıslar bulunmakta olup, şaftın üstündeki bobinlere fırçalar aracılığı ile uygulanan elektrik akımıyla bobinlerde manyetik alan meydana gelmekte ve mıknatıslardaki manyetik alan ile devamlı olarak çakışacak biçimde bir etki gösterip milin hareket etmesi sağlanmaktadır.

Fırçasız (Brushless) DC Motorlar: Fırçasız DC motor yapılarını basitçe fırçalı motorların tam aksi biçimde düşünmek mümkündür. Mıknatıs bölümü motor

mili içinde bulunmakta ve sargılarda (bobinler) sabit olarak durmaktadır. Fırçasız motorlara ait 3 kablo motorun içerisinde bulunan sarımların ayrı fazlarına iştiraklidir. Ayrı fazlara değişik sıralar ile elektrik akımı uygulandığında, rotorun içerisindeki mıknatıslarda ters biçimde manyetik alan oluşmakta ve bunun sayesinde motor dönmektedir. Fırçalı motorlardan farklı olarak bobinlere gerilim uygulandığında herhangi bir parça aşınmadığından sürtünmeden kaynaklı olarak yaşanan verim kaybı ile bakıma ihtiyaç duyan parça miktarı da daha az olmaktadır.

Rotor türlerine bağlı olarak Fırçasız DC motorları inrunner ya da outrunner olarak adlandırmak mümkündür. Rotor, inrunner türü motorlarda iç kısımda yer almakta olup, fırçalı DC motorlar ile benzer görünüme sahiptirler. Model arabaların uzaktan kumandalı versiyonlarında inrunner tipte fırçasız motor kullanılmaktadır. Outrunner tip motorlardaysa sarımlar motor içerisinde bulunmakta, rotor ise “çan” olarak ifade edilen dış kısımda yer almaktadır. Model helikopter ve uçaklarda fırçasız motor kullanılmaktadır.

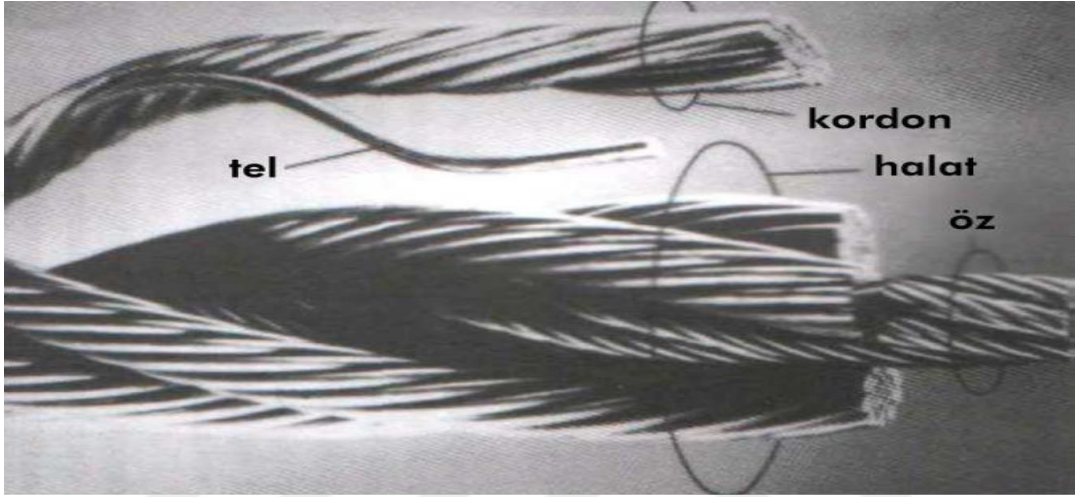
Sonuçta fırçalı motorların çalıştırılması kolay olmakla birlikte, sürtünmeden dolayı kullanım ömürleri ile güçleri benzer boyutlara sahip fırçasız motorlara oranla daha azdır. Fırçasız motorlar çalışmak için özel sürücü devresine ihtiyaç duymaktadır ancak, kullanım ömürleri daha uzun ve güçleri de daha fazladır. [12].



Şekil 6. DC motor kesit görünümü

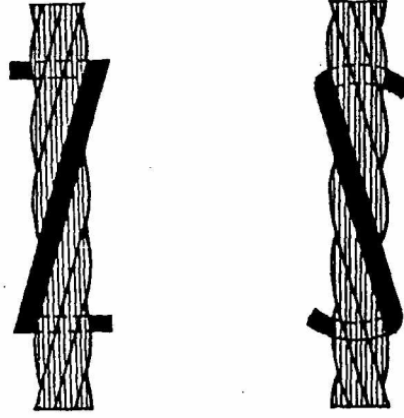
2.2. Halatlar

Bir halat tel, çeşitli çaplardaki tellerin sarılmasından meydana gelen demetler (kordon) ve halat merkezinde bulunup destek vazifesi gören özden meydana gelmektedir. Pek çok tel bir araya gelerek demetleri yani kordonları oluşturmaktadır. Demetler, teller ve özler farklı kompozisyonlar şeklinde ve yönlerde örülmek suretiyle farklı halat kompozisyonlarını oluşturmaktadır.



Şekil 7. Çelik halatı oluşturan elemanlar

Şekil 7 'de bir halatı meydana getiren çelik teller, iç/dış teli, öz teli ve dolgu teli gösterilmiştir. Söz konusu tellerin çapları halat türüne ve konstrüksiyonuna bağlı olarak değişmektedir. Çekilip bırakıldığında tellerin kısaltmalarını engellemek için, halatın dış kısmında bulunan teller önceden gerdirilerek plastik şekil değişikliğine uğramakta ve böylece boyları değişmemektedir. Halatlar kordonların sarılma yönlerine ve kordonları oluşturan tellerin düzenlerine bağlı olarak sınıflandırılmaktadır. Bir kordonu meydana getiren tellerle halatları meydana getiren kordonların sarılma yönleri harfler kullanılarak gösterilmektedir. Şekil 8'de görüldüğü gibi bir kordonu oluşturan teller sağa doğru sarımlıysa "z", sola doğru sarımlıysa "s" harfleri kullanılarak gösterilir. Kordonlar ise sağa doğru sarımlı olduklarında "Z" ve sola doğru sarımlıysa "S" harfleriyle gösterilmektedir.



a) Sağ sarımlı halat (Z)

b) Sol sarımlı halat (S)

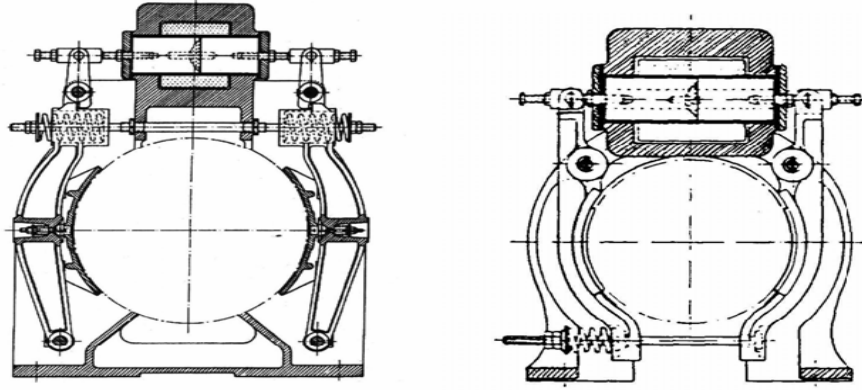
Şekil 8. Halatlarda kordonların sarım şekilleri

2.3. Fren Tertibatı

Asansör ister yük, ister insan taşısınlar, çalışma güvenliği açısından dikkat gösterilmesi gereken teknik sistemlerdir. Asansördeki temel hareketi sağlayan kısımdan bağımsız biçimde ayrı bir yapı içerisine konumlandırılan asansör fren sistemi, asansör kabininin herhangi bir şekilde kontrol harici olarak hızlanmasında doğrudan devreye girmektedir. Normal şartlarda frenler kapalı durumda bulunur. Asansörün harekete geçmesinden önce bir elektromanyetik bobin aracılığıyla açılan fren mekanizması motorun hareket etmesine müsaade etmektedir. Asenkron motorlarda ise motorların durması için ilave bir fren mekanizması gerekmektedir. Asansör normal hızının % 15'ini aştığında, yani 2 m/sn hıza sahip bir asansör 2,12 m/sn hıza ulaştığında, asansör freni devreye girer. Belirtilen durumlardaki kabin frenleme ivmesinin, güvenlik tertibatının çalıştığı ya da tamponlar üzerine oturduğu esnasındaki ivmelerden daha büyük olmaması gerekir.

Tahrik motoru hareket ettiğinde fren açılmakta ve kabinin hareketi başlamaktadır. Arıza ya da elektrik kesilmesi durumunda ya da asansörün kat seviyesinde durmasının ardından fren yayları tarafından balatalar fren diskine bastırılarak frenleme gerçekleştirilir. Fren sistemlerinde ilk kavrama sırasında fren yayı etkisiyle fren pabucu tarafından diske vurulması neticesinde meydana gelen darbe fonksiyonu ile hemen ardından meydana gelen zorlayıcı frekanslardan kaynaklı genel yapıda görülen rezonanslar ile dinamik değişimler bina ve

asansörlerin yapılarında deformasyon ve ekstra gürültü oluşumuna sebep olmaktadır. Bunun önlenmesi için fren yapısında mevcut doğal frekanslarla sönümlerin dikkatli şekilde değerlendirilmesi ve tasarımlarda uygun kütleler ve geometri kullanılması gerekir. asansörlerde sonsuz vida ve motor yardımı ile çift pabuçlu fren mekanizmasıyla frenleme sağlanmaktadır. Hareket iletimi için, doğru akım (DC) itici bir mıknatısın fren mekanizmasını açıp fren kasmağını serbest bırakmaktadır. Frenleme etkisi oluşturan eleman, feredo ya da benzer türde balatlar ile kaplı, mafsala sahip iki pabuç içermektedir. Sürtünmeli tahrik mekanizmaları içerisinde kullanılmakta olan çift pabuçlu fren mekanizması Şekil 9'da sunulmuştur. Çift pabuçlu frende, fren milindeki düzensiz zorlanma giderilip eğilmeden kaynaklı gerilmeler engellenmiştir [18].



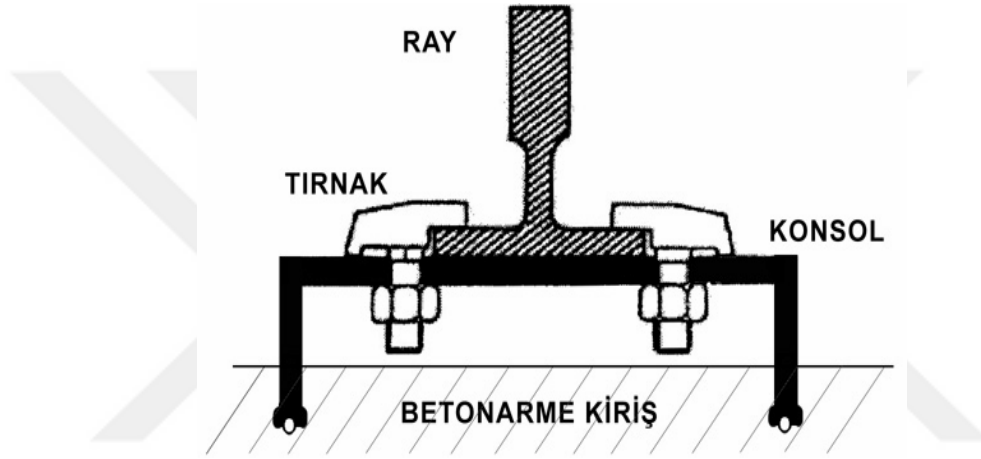
Şekil 9. Çift pabuçlu fren tertibatı

2.4. Kılavuz Raylar

Kılavuz raylar, emniyete bakan yönü itibariyle asansör siteminde yer alan en önemli elemanlardandır. Kılavuz rayları temelde; kabinin ve karşı ağırlığın düşey hareket süresince kılavuzlanması ve bu hareket esnasında kabindeki yatay hareketin engellenmesi, kabinin içindeki düzensiz yüklemeler nedeniyle oluşabilecek hareket zorlukları ile sarsıntıların engellenmesi, paraşüt sistemiyle güvenli duruşun sağlanması ve kabinin tutulması görevlerini yerine getirir. Sarsıntısız, güvenli ve konforlu bir seyahat sağlamak noktasında kılavuz raylarının yanı sıra kılavuz ray konsolları da asansör siteminde yer alan bir başka önemli parçadır. Kılavuz ray konsolları, rayı bina duvarına monte etmede kullanılır. Kılavuz raylarla konsolları birbirlerine işbirliğinde muhtelif ray sabitleme tırnaklarının kullanımı mümkündür.

Asansörün güvenli olarak çalışabilmesinde kılavuz raylar ile alakalı olarak kabin, karşı ağırlık ya da dengeleme ağırlığının kılavuzlanması önem arz eder. Bu açıklamadan da anlaşılacağı üzere asansör kılavuz rayları temel iki görev icra etmektedir:

- i. **Kılavuzlama:** Kuyunun içerisinde kabin ile karşı ağırlığın seyir esnasında kılavuzlanması ve yatay hareketlerin en aza indirilmesi.
- ii. **Frenleme:** Arzu edilmeyen bir durumda güvenlik tertibatının çalışması sayesinde kabin ya da karşı ağırlığın durdurulması.



Şekil 10. Ray konsol bağlantısı.

Kılavuz raylarında ray malzemesi olarak işlenmiş T ya da soğuk çekme profiller kullanılmaktadır. Söz konusu çelikler, 370-520 N/mm² arasında çekme gerilimi olan yapı çelikleridir.

2.5. Kabin

Asansör kabini; insanlar ile yüklerin katların arasında taşınmaları maksadıyla kullanılan, çelik profil iskelete sahip, askı halatlarına iştirakli, kapısız ya da kapılı çelik konstrüksiyonlardır. Çelik zeminle taşıyıcı iskeletten oluşan kabinlerin iskeletleri tavan ve yan duvarlar ile kaplanmak suretiyle kapalı bir hacim yaratılmaktadır. Taşıdıkları yüklerin miktarı ve türleri ile asansör trafik durumuna bağlı olarak şekillendirilmektedir.

Kabindeki ana bölüm; askı halatlarıyla bağlantı sağlayan ve ray pabuçları (patern) vasıtasıyla tutturularak asansörün yatay düzlemde hareket etmesini önleyen kabin iskeletinden meydana gelmektedir. Paternler, kabin altında ve üstünde ikişer adet olabilmekte, ayrıca büyük kabinlerde dört adet de bulunabilmektedir. Kabinlerin yük ve hızlarına bağlı olarak muhtelif paternler kullanılabilir. Kabinlerin iskeletlerine yan duvarlarla çelik bir zemin eklenerek kabin alanı oluşturulmaktadır. Kabinlerin duvar ve tavan saçlarının kalınlıklarının, arzu edilen mukavemeti sağlayabilecek kuvvette olması gerekir. Kabin, lastik takozlu civata ya da pabuçlar ile iştiraklenerek sabitlenmekte ve amaca uygun şekilde kaplanmaktadır. Basit inşaat ve yük asansörlerinde kabinin yerine yük platformu uygulanmaktadır. İnsan taşımacılığı maksadıyla kullanılan asansörlerde kabinlerin içerisinde konforla estetiğe özen gösterilmektedir. Hata taşımacılığı maksadıyla kullanılan asansörlerde kabin, sedye arabasıyla sürücüsünü alabilecek ölçülerde derin olarak yapılmaktadır.

2.6. Karşı Ağırlık

Asansör motor tahrik gücüne yardımcı olmak için sürtünme tahrikli asansörlerde karşı ağırlık kullanılmaktadır. Karşı ağırlık kütlesi, kabin ağırlığı ile beyan yükünün % 40-50'sinin toplanması ile bulunmaktadır. Bu sayede kabin boş olarak aşağı indiği ya da tam yüklü olarak yukarı çıktığı durumlarda birbirlerine eşit momentler meydana gelmektedir. Bu durumda asansör tarafından moment olarak karşılaşılabilecek azami yük beyan yükünün yarı oranında olur.

2.7. Tampon

Hızları 1,60 m/sn ve daha büyük asansörlerde enerji harcayan kabinin ve karşı ağırlığın zemine sert çarpmasını önleyen elemanlardır. İşletim hızları yüksek olan asansörlerde, frenleme ya da durdurma esnasında meydana gelen bir hatayla karşı ağırlığın ya da kabin tarafından kendisine yönelik belirlenen nihai noktanın aşılması durumunda emniyet tedbiri olarak tamponlar kullanılır. Enerjinin depolandığı yaylar ya da enerjinin yutulduğu hidrolik ya da poliüretan elemanlar tampon çeşidi olarak kullanılmaktadır. Yüksek hızlarda yaylı tamponlar kullanılmazken hidrolik tamponlarda böyle bir sınırlama yoktur.

3. ASANSÖR TASARIM KRİTERLERİ

15 Şubat 2003 tarihli asansör yönetmeliğine göre, asansör projeleri ve mimari projelerin beraber hazırlanması ve mimari proje için esas oluşturacağı hükme bağlanmıştır. Mimari projelerin yapımı öncesinde, yapı özellikleri ile kullanım şartlarına uygun asansör trafik hesabı yapılması gerekir.

Asansörlerin avan ve tatbikat projelerinin yetkili elektrik-elektronik ve makine mühendislerince belirlenen esaslara göre birlikte hazırlanması yine yönetmelikte öngörülmüştür. Asansör malzemelerinde TSE standartlarının esas alınması kapsam dışındaki işler ve malzemeler için menşei ülke standartlarına göre hareket edilmesi gerekmektedir. Asansör avan projesi binanın kullanım özelliği, yapısı ve türüne bağlı olarak seçilecek kriterlerle asansörlerin yapım ve işletim süreçleri esnasında yaşanabilecek olası problemlerin minimuma indirilmesini hedefler.

Doğru seçilmemiş kapasite ve hızlı sistem, kuyu dibi boşluğu ve makine dairesinin alanı ile ölçülerinin standartlardan küçük olması, kuyu içi ekipmanların yetersiz ölçülerde montaj yapılması sebebiyle asansör taşıma kapasitesi ile verimliliği düşmektedir. Bu tür projelerin bakımının da sağlıklı yapılması ve verimli hizmet vermesi de mümkün değildir.

Mimari projenin öncesinde; yapının tipi, özelliği ve kullanım amacına bağlı olarak yapılan trafik hesabına uygun şekilde alan seçimi, yapımcı firmaya en uygun maliyete sahip çözümün çok farklı alternatifler arasından tercih edilmesi şansı sağlayacaktır.

Arazilerin kıymetlendiği günümüzde daha yüksek hızlı, az kabin alanlı çözümler ilgi oluşturmaktadır. Trafik hesabının düzgün şekilde yapılması suretiyle gereken elektriksel güç ve kolon hatlarının tespiti, üst ve alt boşluk alanlarının tespiti ve diğer hesaplamalar neticesinde ortaya hizmet kalitesi yüksek sistemler çıkmaktadır. Trafik hesaplarından önce uzun gözlem ve değerlendirme dönemi gerekir. Kullanım şekli, ülke ve toplum alışkanlıkları, insan davranışları trafik hesaplarına etki eder. Asansör trafik hesaplarında, asansörü belirli zaman diliminde

kullanacak insan sayısı, binanın işlevselliği, tipi ve özelliği dikkate alınarak, kabin alanı, hızının ve adedinin seçilmesi gerekir. Bu süre günün en yoğun 5 dakikası olarak belirlenip asansörlerin tüm istekleri karşılayabilmesi esasına göre çalışmaktadır.

Trafik hesabında insan sayısının belirlenmesine esas olan verilerde; asansörle alakalı standartların kaynağı durumundaki, Avrupa ülkeleri tarafından da takip edilen Uluslararası Asansör Mühendisleri Birliğinin (IAEE) hesap kriterlerinin baz alınması gerekir. Asansörlerin tercihi sonrasında, asansörler için gereken elektrik miktarlarının hesaplanması, gerilim düşümüne yönelik hesapların yapılması, uygun kapasite ve tipteki sigorta ile kablo kesitlerinin tercih edilmesi ve kolon hattının tespit edilmesi gerekecektir. Zayıf ve kuvvetli akım dağılım elektrik şeması TS EN 81/1-2 ile uyumlu olarak çizilmelidir. Projenin tamamlanmasının ardından asansör teknik özellikleri çerçevesinde ayrıca trafik hesabı yapılmalıdır. Bu trafik akışının, iş merkezlerine yönelik yapılacak trafik hesapları için de dikkate alınması gerekmektedir.

Trafik hesabında bina kullanım amaçlarına göre çeşitli insan hareketliliği dikkate alınmalıdır. Değişik bina tipleri için, insan hareketliliği gözlenirken her bina özelliği ayrıca değerlendirilmelidir. İş hanı ve daire hesaplarında giriş katındaki hacimlerin asansörü kullanmayacağı varsayılır zemin üstündeki hacimlerin hesaplanması gerekir. Verimli ve iyi bir asansör trafik akışı isteniyorsa hesaplarda %20 lik bir fazladan tolerans eklenmelidir.

4. ASANSÖR İMALAT VE MONTAJ KRİTERLERİ

Asansör imalatı ve montajı aşamalarında iş güvenliği ve asansör emniyet talimatlarına uygun şekilde projelendirilip imatları gerçekleştirir. Montajı gerçekleştiren asansörlerin standartlar çerçevesinde garantisi sağlamaktadır. Asansör montajı da, en önemli safhalardan biridir. Proje aşamasındaki işin özelliğine göre güvenilir bir sistem belirlenmekte, proje için müşteri onayı ile gereken idari onayların alınmasının ardından montaj işlemi gerçekleştirilmektedir. Montajı biten asansörlerin kontrol ve kalite mühendislerince gerçek testleri yapılmalıdır. Projede

belirtilen her türlü detay istisnasız kontrol edilip gerekli asgari güvenlik şartları dikkatle incelenmelidir.

Özellikle standart dışı özel proje imalat ve montaj çalışmalarında daha dikkatli kontroller yapılmalıdır. Asansör kuyu ebatları standart dışı ölçülerdeyse montaj imkânı olmaktadır. Asansör sistemi projesi tamamlandıktan sonra, bilgisayar ortamında muhtelif testlere tabi tutulmakta ve olumlu netice alındığında uygulama aşamasına geçilmektedir. Montaj ekibine gerek görülen bütün hassas noktalar ayrıntılı olarak aktarılmakta, böylece standart dışı yapılar için uygun standartlarda, ruhsat alınabilir bir projelendirme elde edilmiş olmaktadır.

Yüksek kapasiteli özel çözüm asansörlerde de emniyetli çalışma için kontrol çalışmaları daha özenli yapılmalıdır. Tedarikçiden temin edilen asansör parçaları için projede öngörülen asgari teknik gereklilikleri karşıladığı görülmelidir. Kalite izleme birimlerince tüm süreç kayıt altına alınmalıdır. Böylece asansörler, daha güvenilir şekilde kullanıma kazandırılmış olur [13].

Asansör imalatında (montaj) bilinmesi gereken kriterler aşağıda açıklanmıştır.

4.1. Planlama Aşamasında

Binanın yapılacağı belediyenin imar, yangın ve asansör yönetmelikleri incelenerek bunların ışığında asansörün projelendirmesi yapılmalıdır. Asansör avan projesi ve mimarisindeki ölçülere maksimum seviyede dikkatin gösterilmesi gerekir. Elektrik tesisat projesinin; asansör kolon hattı şemalarını, kuyu aydınlatmasını, makina dairesi aydınlatmasını, besleme panosu ayrıntılarını içermesi sağlanmalıdır. Bina ve asansör kullanım amacının, avan projeyi hazırlayan kişiye detaylı şekilde bildirilmelidir. Mekanik projelendirmede de kuyu şartları, statik yük hesapları dikkate alınmalıdır.

4.2. Bina Yapım Aşamasında

Yönetmelik gereği makine dairesi, kuyu ebatları, yüksekliği sağlanmalıdır. Makine dairesi kümbet betonu ile tavan arasındaki yüksekliğin minimum 200 cm olması sağlanmalıdır. Kuyu dibinin nem, su izolasyonunun yapılması gerekmektedir. Düşmelere karşı kuyu açıklıklarına bariyer koyulup kazalar önlenmelidir [14].

4.3. Mütahhit, Mimar ve Mühendislerin Dikkat Etmesi Gerekenler

Kuyu bölmesi için gereken çelik konstrüksiyonla, iki asansör bulunan kuyular için tek kafes bölme malzemesi teminine, kuyu dibinin temiz olmasına, su çıkması halinde gereken izolasyonun yapılmasına, asansör kuyusunun badanasının yapılmasına, kuyu içerisine iskele konulmasına, kuyunun aydınlatmasına, kuyunun dibine 220 V. priz konulmasına, kuyu dibine iniş için merdiven yapılmasına, makine dairesine dışa açılan demir kapı yapılmasına, makine dairesi tabliyesi kenarının korkuluk ile çevrilmesine, makine dairesinin havalandırmasına yönelik olarak panjurlu pencere yapılmasına, enerji hattının makine dairesine getirilip uygun bir enerji panosu iştirakinin sağlanmasına, makine dairesi tabliyesinin zayıf olduğu durumlarda çelik konstrüksiyonla kuvvetlendirilmesine ve şantiyede üstü kapalı ve kilitli olan bir depo temin edilmesine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Asansör firması seçiminde ise; firmanın TKY kalite yönetim sistemi ile belgelendirilmiş olmasına, asansör firmasının CE Sertifikasının bulunmasına, firmaya ilişkin referansların olmasına, firma yetkililerine kolayca ulaşılabilir olmasına, teslim ve garanti sürelerini kapsayan bir sözleşme ya da teklifin olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca firma tarafından yapılmış olan bir asansör ziyaret edilmeli, asansör firması tarafından taahhüt edilmeyen işlere ilişkin olarak firmadan rapor istenmeli ve inşaatla alakalı işler rapora göre yapılmalıdır. Emniyet kompenantlarının da kesinlikle CE belgesi seçileceği hususunda emin olunması gerekmektedir [4].

4.5. Asansör İşletme, Bakım ve Periyodik Kontrol Kuralları

Asansör kullanma ve bakım işleri “Asansör İşletme, Bakım ve Periyodik Kontrol Yönetmeliği”ne göre yapılmaktadır. Söz konusu yönetmelik; sadece insanlar, sadece yükler ve insanlar ile yüklerin beraber taşındığı asansörlerin insanların mal ve can güvenliklerini riske atmayacak biçimde kullanılmasının sağlanması ve çevrenin korunması kapsamında; işletme, rutin kontroller, bakım, var olan asansörlere yönelik iyileştirmeler, garanti, denetim ve satış sonrasındaki hizmet koşullarına gibi konulara yönelik kuralları içermektedir.

Yönetmelikte bulunan tanımlardan bazıları aşağıda verilmiştir;

- i. **A Tipi Muayene Kuruluşu:** TS EN ISO IEC 17020 standardı kapsamında asansörlere ilişkin muayene ve periyodik kontrol hususlarını kapsayacak biçimde akredite olan ülkemizdeki kamu ya da özel kuruluşu ifade etmektedir.
- ii. **Bakım:** Hizmete alınmasının ardından asansörün kullanım ömrü süresince kendisi ile bileşenleri, fonksiyonları ve güvenlik gereklerinin dizayn edildiği ya da yürürlükte bulunan mevzuata uygun şekilde revize edildiği gibi sürekliliğinin sağlanması amacıyla, asansörün montajını yapan ya da onun yetkili servisince rutin olarak her ay gerçekleştirilen işlemleri ifade etmektedir.
- iii. **Bina sorumlusu:** Asansörün güvenli olarak çalışmasının sağlanabilmesi amacıyla düzenli biçimde bakımının, rutin kontrollerinin ve onarımının yaptırılmasından sorumlu bulunan, bina/yapıda oturan maliklerin kendi aralarında seçecekleri ya da hariçten yetkilendirecekleri birey ya da kat maliki ya da kamu binaları için sorumlu yetkiliyi ifade etmektedir.
- iv. **Asansör kimlik numarası:** Asansör kimlik numarasının belirlenmesinde İçişleri Bakanlığınca kullanılmakta olan Ulusal Adres Veri Tabanı içerisinde bina/yapılara verilmiş olan bina numarası esas alınmaktadır. Bina/yapı içerisinde birden çok asansör bulunduğu takdirde; A tipi muayene kuruluşunca rutin kontrol aşaması öncesinde toplam asansör sayısına bağlı olarak asansörlerin her biri için verilecek bir sıra numarası bina numarasına eklenerek asansör kimlik numarası oluşturulmakta ve alüminyum yapıştırma etiketi kullanılarak tanımlanmaktadır.

3.2.3.1.Bakım

Asansörleri meydana getiren bütün aksamlar ile parçalara ait bakımlar, asansörü monte edenler tarafından hazırlanan bakım kılavuzlarındaki talimatlar çerçevesinde yapılmaktadır. Bu yönetmelik çerçevesinde bakım işlemi; temizleme ve yağlama, kontroller, kurtarma çalışmaları, ayar işlemleri, kullanım ya da yıpranmadan kaynaklı olarak oluşabilecek bileşen onarımları ya da değişimlerini içermektedir.

Asansör yer değişikliği; tahrik ünitesinin, kumanda sisteminin, askı sisteminin, taşıyıcı/kabinin, durak kapısının, ya da asansördeki güvenlik aksamlarının değişmesi; itfaiyenin gerçekleştirdiği kurtarma işlemleri, asansör kuyusu dış bölümleri temizliği ve taşıyıcı/kabin iç kısım temizliği yönetmelik çerçevesinde bakım olarak değerlendirilmemektedir.

3.2.3.2. Garanti Belgesi, Satış Sonrası Hizmetler ve Yetkili Servis ile İlgili Şartlar

Bir asansörü monte eden piyasaya sunduğu yeni asansöre yönelik olarak yönetmelikteki ek-4'e uygun biçimde garanti belgesinin düzenlenmesinden ve müşterisine verilmesinden sorumludur. Montajı yapıp piyasaya sunulan yeni her asansörün, piyasaya sunulduğu tarih itibari ile minimum üç yıl süre ile garantisi bulunmaktadır. Asansörlerdeki değiştirilecek aksamlar ya da parçalar için, asansörü monte eden ve yetkili servisleri tarafından minimum iki yıl olacak şekilde garanti verilmektedir. Garanti belgelerinde yer alacak maksimum tamir süresi en fazla on beş gün olabilir. Bina sorumlusu tarafından garanti dâhilinde yapılacak onarım talepleri maksimum tamir süresinin içinde asansörü monte edince karşılanır.

En az 10 yıllık kullanım ömrü süresince asansörü monte eden, monte edilen her bir asansör için yeterince teknik personel ile yedek parçayı stoklarında bulundurarak servis ve bakıma ilişkin hizmet vermek mecburiyetindedir. Asansör monte edenlerin bünyelerinde kurulan ya da sözleşme imzalanan yetkili servislerin tamamının TSE Hizmet Yeterlilik Belgesi sahibi olması zorunluluğu vardır.

Teknik bakım personeli olarak görev alacak personelin; endüstri meslek lisesi asansör, elektronik, elektrik, mekatronik ya da makine bölümlerini bitirmiş olmaları ya da iki yıllık meslek yüksekokulu makine, elektronik, elektrik, otomasyon, mekatronik, raylı sistemler ya da elektromanyetik taşıyıcılar bölümü mezuniyetine sahip olmaları ya da, endüstri meslek lisesi ilgili bölümünü bitirmemiş olması durumunda görevleri ile sorumlulukları çerçevesinde kanuni ustalık ya da kalfalık belgelerinin sahibi olması gerekmektedir.

Bina sorumlularının asansörlerin güvenli biçimde çalışmasının sağlanması için ayda bir defa olmak üzere bakım ve senede bir defa olmak üzere periyodik kontrol yaptırma ve bakım ile periyodik kontrole ilişkin ücretlerin ödeme sorumluluğu bulunmaktadır.

Periyodik kontrole ilişkin esaslar kapsamında; ilgili idare tarafından kendisine ait sorumluluk alanının içinde yer alan asansörlerin periyodik kontrolüne yönelik olarak Bakanlığın yetkilendirdiği A tipi muayene kuruluşlarından herhangi biriyle protokol imzalanmaktadır. Söz konusu muayene kuruluşlarını TÜRKAK akredite etmektedir. Akreditasyon belgelerinin kapsamını belirten muayene türü, alanı, standart ya da şartname kısımlarında, milli mevzuat ile onun gerekliliklerine uygun biçimde atıf yapılmak mecburidir.

A tip muayene kuruluşlarınca sahibi olunan mesleki sorumluluk sigortası ile akreditasyonun yetki süreleri boyunca sağlanmak zorundadır. Periyodik kontrol asansör bakımlarını üstlenen asansör monte eden ya da yetkili servisleri nezaretinde gerçekleştirilmekte olup, bunlar tarafından periyodik kontrolün A tipi muayene kuruluşlarıyla işbirliği içerisinde ve teknik bakım personelinin nezaretinde yapılması sağlanmaktadır. Periyodik kontroller esnasında asansörde meydana gelebilecek hasarların tazmin edilmesi, A tipi muayene kuruluşlarının mesleki sorumluluk sigortalarından karşılanmaktadır.

A tipi muayene kuruluşlarınca tanzim edilen periyodik kontrol raporların ilgili idarelere, asansör monte edenlere ya da onların yetkili servislerine ve binaların sorumlularına iletilmektedir. Söz konusu rapor A tipi muayene kuruluşları ile yukarıda belirtilenler tarafından muhafaza edilmektedir.

Periyodik kontrol sonuç raporlarında kusursuz, hafif kusurlu, kusurlu ve güvensiz olarak dört farklı sınıfta değerlendirmeler sunulmaktadır. Periyodik kontrol gerçekleştiren A tipi muayene kuruluşlarınca kusursuz şeklinde tanımlanan asansörler için yeşil, hafif kusurlu şeklinde tanımlanan asansörler için mavi, kusurlu şeklinde tanımlanan asansörler için sarı ve güvensiz şeklinde tanımlanan asansörler için kırmızı renkte bilgi etiketi ilişitirilmektedir [38].

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

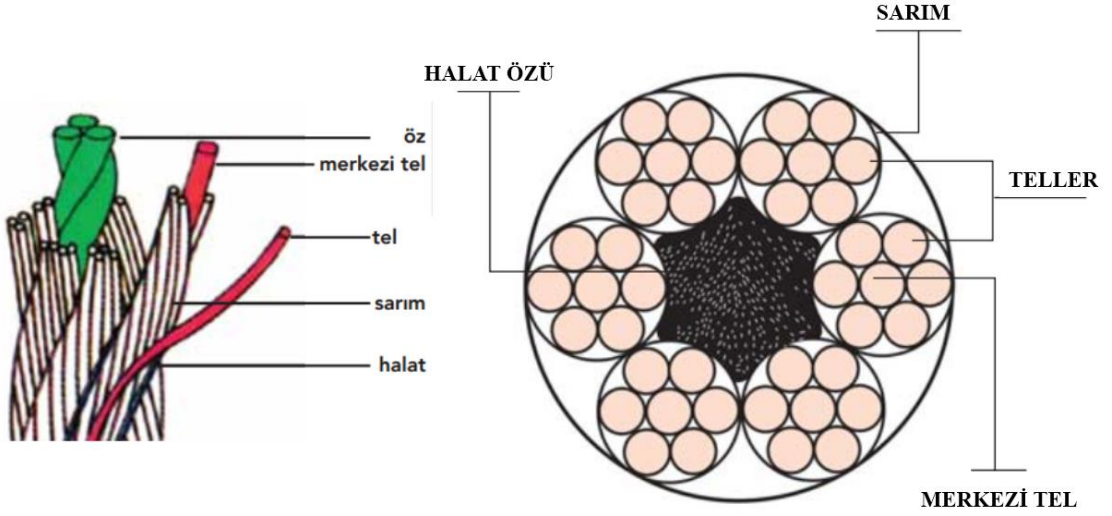
HALATLAR

1. TEL HALATLARIN YAPISI

Çelik telli ya da lifli bir özün çevresine, bir ya da daha fazla kat şeklinde helisel şekilde sarılan ve bitkisel ya da metalik malzeme ile yapılan, halat demetlerinden oluşan eleman halat olarak isimlendirilir. Kolaylıkla bükülebilen ve rahatça kullanılabilen halatlar, yüklerin kaldırılması ve taşınması ile kuvvet aktarımının sağlanması açısından yaygın biçimde kullanılan çekici elemanlardır [13].

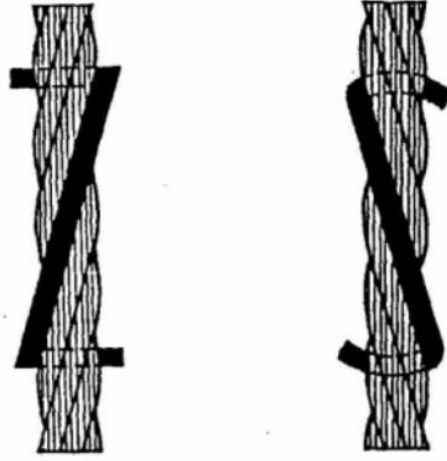
Tel halatlar mukavemeti yüksek olan (çoğunlukla 130-180 kg/mm²) ince çelik tellerden yapılmaktadır. Bu çeşit elemanların en büyük avantajları eğilme ve burulma rijitliklerinin çok az olması nedeniyle geniş aksenal yükleri taşıyabilme kapasitelerine sahip olmalarıdır. Kullanım amaçlarına bağlı olarak muhtelif biçimlerde bükülerek ya da örülerek halat halini almaktadırlar. Kordonlu halatlar içerisindeki teller bir ya da daha fazla çekirdeğin çevresinde bir ya da daha fazla kat içerecek şekilde helis biçiminde bükülerek kordon meydana getirmektedir. Ardından kordonlar da bitkisel bir özün (Sisal ya da manila daha az önem taşıyan alanlarda kullanılır) çevresinde yine helis biçiminde bükülmekte ve tam bir halat biçiminde bağlanmaktadır [14].

Asansörlerde kullanım yeri bulunan çelik tel halatların güvenlikleri ile bakımlarından evvel tel halat yapısının kısa olarak incelenmesi uygun olacaktır. Şekil 11'de görüleceği üzere çelik tel halatlar bir öz ve çevresine sarılan kordonlardan oluşmaktadır. Pek çok çelik tel bir araya gelmek suretiyle kordonları oluşturur. 0,2 ile 0,4 mm arasında çapa sahip ince teller çekirdek bir telin çevresinde tek ya da daha fazla katı içerecek şekilde sarılarak kordonları, bir özün çevresinde helis biçiminde sarılan kordonlar da halatı oluşturmaktadır [15, 16].



Şekil 11. Çelik Tel Halatı Oluşturan Elemanlar [17].

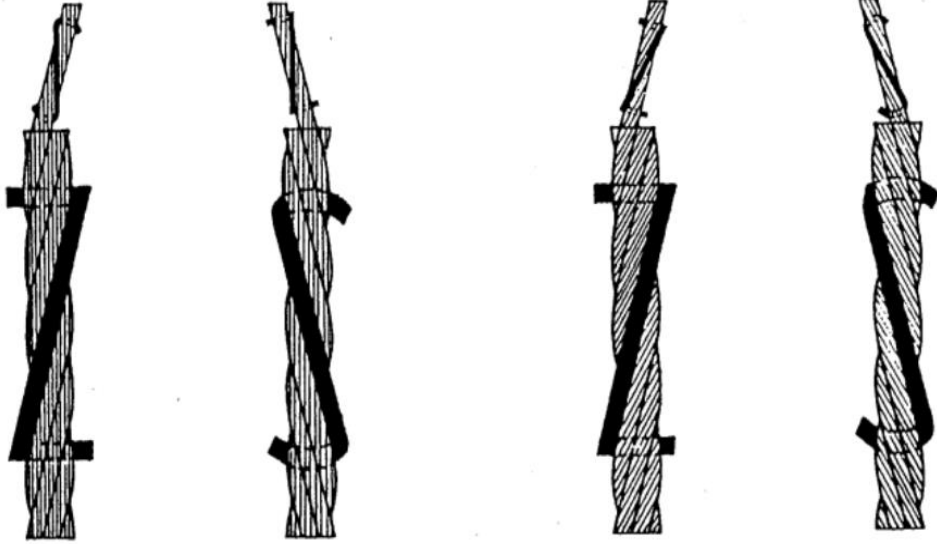
Özü, bitkisel elyaf malzeme olan halatlar daha kolayca eğilebilmektedir, fakat yüksek çalışma ortam sıcaklığı olan yerler için çelik öze sahip halatların tercih edilmesi gerekir. Halatlar, kordonlarında yer alan tellerin sarılma biçimine göre adlandırılmaktadırlar. Tellerin kordonun içerisinde sarılma açıları aynı olmadığında bu tip kordonlar paralel sarımlı kordonlar olarak isimlendirilmektedir. Söz konusu kordonlar içerisindeki teller benzer sarım adımlarına sahiptir. Her bir katta bulunan tellerin çapları değişiklik göstermektedir. Bahse konu kordonlardan oluşan halatların bir kısmı Warrington ve Seale türü halatlardır. Bir kordonunu meydana getiren teller her tabaka içinde benzer sarım açılarına sahipse, söz konusu kordon çapraz sarımlı kordon şeklinde adlandırılmaktadır. Halatlar, kordonları sarma yönleri ile kordonları oluşturan telleri düzenleme biçimine göre sınıflandırılmaktadır. Kordonları oluşturan tellerle halatları meydana getiren kordonlar sarılma yönleri harfler ile gösterilmektedir. Şekil 12’de görüleceği üzere kordonlar sağa doğru sarımlı olduklarında “Z”, sola doğru sarımlı olduklarında ise “S” harfi ile gösterilmektedir [15].



(a) Sağa sarımlı halat (Z) (b) Sola sarımlı halat (S)

Şekil 12. Halatlarda Kordonların Sarım Şekilleri [18]

Halatları oluşturan kordonlar ile kordonları oluşturan teller aynı yönde sarıma sahip olduklarında düz sarımlı, farklı yönlerde sarıma sahiplerse çapraz sarımlı halat şeklinde adlandırılırlar. Halatların sarım türleri Şekil 13’de gösterilmiştir [16].



(a) Çapraz sağ sarımlı halat (s/Z)

(b) Çapraz sol sarımlı halat (z/S)

(c) Düz sağ sarımlı halat (z/Z)

(d) Düz sol sarımlı halat (s/S)

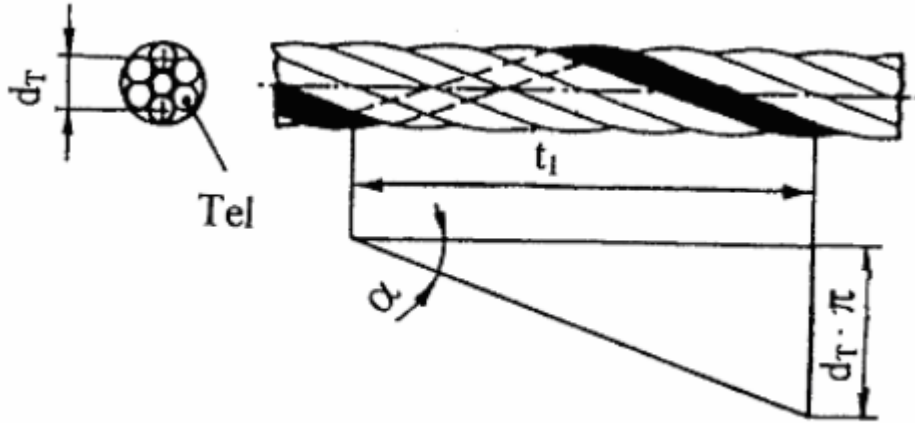
Şekil 13. Halat Sarım Türleri [18].

1.1 Halat Özleri

Öz (C), demetlerin çevresine helisel şekilde örüldüğü yuvarlak ya da demetli halata ait birim halat merkezi elemanıdır. Lif öz (FC), sentetik liften (SFC) ya da doğal (NFC) meydana gelen özdür. Çelik öz (WC), tek bir demet (WSC) ya da bağımsız halat (IWRC) şeklinde düzenlenen çelik tellerden meydana gelen özdür (Çelik öze ait dış katlar ya da çelik özün kendisi sert bir polimer ya da lifle kaplanabilmektedir). Katı polimer öz (SPC), içinde lif ya da tellerin bulunabildiği yuvarlak ya da yivli yuvarlak şekildeki katı polimer öz türüdür [19].

1.2 Halat demeti

Bir özün çevresine tek veya daha çok katlar şeklinde helisel sarılan, kesitleri üçgen, yuvarlak ya da oval şeklindeki çelik tellerden oluşan demet halat demeti olarak adlandırılmaktadır. Demet teli eksenini tarafından demet ekseninin çevresinde çizilen helisin, demet ekseninde ölçülen bölümüne demet adımı denirken, demet eksenine tellerin ekseninin aralarındaki açı ise demet sarma açısı olarak adlandırılır. Bir demeti meydana getiren tellerin adımı, sarımı ve açısı Şekil 14’de yer almaktadır [13].



Şekil 14. Bir demete ait büyüklükler [1]

Şekil 14’de yer alan ifadelerden; t_1 (mm) demet sarma adımını, α (derece) demet sarma açısını, d_T (mm) enine demet kesitinde demet tellerinin merkezinden geçen daire çapını belirtmektedir. Bir halatı oluşturan tellerle demetlerin farklı

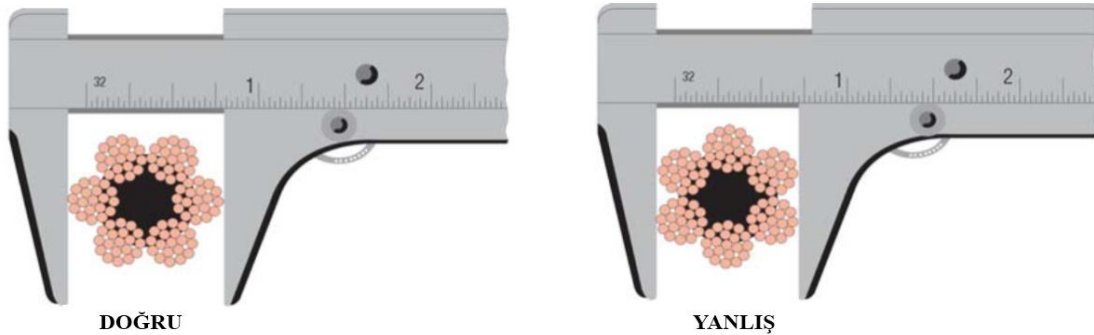
kompozisyonlar biçiminde örölüp ayrı halat türleri meydana getirilmektedir. Halatların sınıflandırması demet sarılma yönleri ve onları oluşturan telleri düzenleme biçimine göre yapılmaktadır. Demetleri oluşturan tellerle halatı meydana getiren demetlerin sarılma yönleri harfler ile temsil edilmektedir. Bir demeti oluşturan teller sağ doğru sarımlıysa “z”, sola doğru sarımlıysa “s” harfi ile gösterilmektedir. Demetlerin sarım yönlerinin gösterimi kapsamında; sağa doğru sarımlı demetler “Z” harfiyle, sola doğru sarımlı demetler “S” harfi kullanılarak gösterilirler. Bir halatı oluşturan demetler, demetleri oluşturan teller ile aynı sarım yönüne sahipse düz sarımlı, farklı sarım yönlerine sahiplerse çapraz sarımlı halat şeklinde adlandırılmaktadır. Şekil 13’te çapraz sol, çapraz sağ, düz sol ve düz sağ sarımlı halata ilişkin örnek görülmektedir [1].

1.3 Halat sınıfı (anma dayanımı)

Bugün yaygın biçimde kullanılmakta olan çelik telin sınıfı 1420-1770 MPa ve 1860 MPa’dır. Paslanmaz çelik tellerle öteki özel türdeki teller farklı uygulama alanlarına sahiptir. Yüksek sınıftaki teller (anma dayanımlı) kullanıldıklarında genelde tel sünekliğinin düşeceğini unutmamak gerekir [20].

1.4 Halat çapı

Halat anma çapı; bir halatın dış teli ile demetlerini çevreleyip bütün halat kesitini sınırlayan çemberin çapıdır. Bir çember halat demetinin bütünü ile dıştaki yüzey kısmına teğet olup, birimi “mm” ile gösterilmektedir. Şekil 15’te halat çapının doğru şekilde nasıl ölçüleceği gösterilmiştir [21].



Şekil 15. Halat Çapının Ölçülmesi [17, 21].

Şekil 15'te görüldüğü üzere bir halatı ölçerken ölçü cihazının çenelerinin mutlak surette en dıştaki iki demete temas etmesi gerekmekte olup, genellikle birbirlerine dik iki ölçüm, birbirlerinden en az 1m. mesafede olan iki noktada yapılmakta ve dört adet ölçümün ortalamasının tolerans değerleri arasında olması istenmektedir. Standartlar hususunda anlaşmazlık durumunda halatın çapının belirli bir gerginin altında ölçümü öngörülür.

1.5 Halat teli malzemesi

Halatları oluşturan tellerdeki malzemeler, bütünüyle halattan beklenen özellikler çerçevesinde belirlenir. Bu malzemelerin başta gelenleri; parlak alaşımlı tel, parlak alaşımsız tel ve çinko kaplı tel olup, DIN 1548, DIN 2078 ve DIN 17140 standartlarına göre bu teller aşağıda belirtilen özelliklere sahiptir.

1.5.1. Parlak Alaşımsız Tel

Bu türdeki halatlarda telin malzemesi, aşağıda belirtilen saflık derecesine sahip dinlendirilmiş alaşımsız karbon çeliği (DIN 1740)'dir. Tel mukavemet ve ölçülerine bağlı olarak % 0.4 - % 0.9 aralığında karbon tercih edilmektedir. Öngörülmüş olan alaşım miktarı şu şekildedir: [14]

- i. Silisyum : % 0.10 - % 0.30,
- ii. Manganez : % 0.30 - % 0.70,
- iii. Kükürt : Azami % 0.045,
- iv. Azot : Azami % 0.008,
- v. Fosfor : Azami % 0.045.

Alaşımsız çelik malzeme, LD-konverteri, indüksiyon ocakları veya SM ocağında ergitilip bloklar şeklinde dökülmektedir. Sıcak şekilde haddelenen bloklar en az 5 mm çaptaki teller haline getirilmektedir. Telin çapını daha da küçültmek soğuk haddelemeyle yapılmaktadır. Tel mukavemeti; ısıl işlem, alaşımın miktarı ve soğuk haddeleme esnasındaki kesit daralmasıyla belirlenir. Karbon miktarının artması ve kesitin daralmasıyla tel mukavemeti artarken, eğilme ve burkulma kabiliyetiyle elastik uzaması ise azalır. Bu sebeple mukavemetleri 4000 N/mm²'ye

ulaşabilmelerine karşın söz konusu ince teller 2000 N/mm^2 mukavemet üstünde çalıştırılmazlar [14].

1.5.2. Parlak Alaşımli Tel

Korozyon, aşınma ve ısıya dayanıklı olup düşük mıknaatıslanma özelliğine sahip tellerin bünyelerinde Ni, Cr, Ti, Mo benzeri alaşım elemanları yer almaktadır [14].

1.5.3. Çinko Kaplı Tel

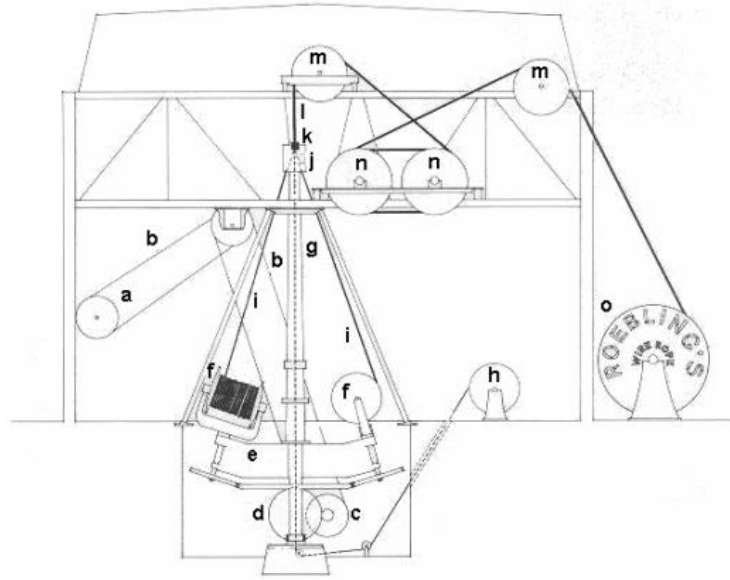
Korozyon karşısındaki dayanıklılık seviyelerini arttırma amacıyla son çekme işleminin ardından tellerin üzerleri çinko ile kaplanmakta olup, bu işlem “son çinko kaplama” olarak adlandırılmaktadır. Telin çinko kaplamasının ardından haddelenmesi durumunda “çinko kaplı şekilde çekilmiş” biçiminde ifade edilmektedir. Çinko kaplama ne kadar kalınsa, dayanıklılık da o kadar artmaktadır. Çinko kaplama işlemi alev ya da elektroliz ile yapılmaktadır. Alev ile gerçekleştirilen çinko kaplamalarda zorunlu ısıl işlemler sebebiyle parlak tele nispeten çekme mukavemeti %10 düzeyinde düşmektedir. Ancak, bu yöntem kullanılarak kaplanan bir telin burulma ve eğilme değerleri parlak tele nispeten düşmesinin, halatın ömrü üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi bulunmadığı gerçekleştirilen deneyler ile belirlenmiştir. Alev kullanılarak gerçekleştirilen çinko kaplama işlemlerinde çinkonun kalınlığı telin kalınlığı ile ilişkilidir. Elektroliz yöntemi ile gerçekleştirilen kaplama işlemlerinde çinkonun kalınlığı elektrolizin süresine bağlıdır. Elektroliz yöntemi ile gerçekleştirilen çinko kaplamaların mukavemet değerleri hemen hemen parlak tel ile aynı olmaktadır. Çinko kaplı tellerdeki en fazla mukavemet değerine elektroliz yolu ile çinko kaplı tellerin çekilmesi sonucunda ulaşılmaktadır [14].

1.6 Tel halat imalatı

Tel bir halat imalatı kapsamında ilk olarak halat çelik telleri istenilen ölçülerde soğuk çekme ile haddelene yoluyla elde edilmektedir. Ardından demetler meydana getirmek üzere bu teller istenilen halat kompozisyonu çerçevesinde halat sarma makineleri kullanılarak sarılmaktadır. Müteakiben çelik halat meydana

getirmek üzere elde edilen demetler de halat sarma makineleri kullanılarak çelik (özün bir demet olması da mümkündür) ya da bitkisel bir özün çevresine sarılmaktadırlar [1]

Tel halatları imal etmede kullanılmakta olan halat makinesi şematik olarak Şekil 16’da gösterilmiştir. Sistemin tahrik edilebilmesi maksadıyla dişli çark ile kayış-kasnak mekanizmaları kullanılarak elde edilen hareketle tahrik miliyle üzerine demetler sarılan kasnaklar örme tablasının çevresinde dönüşe başlar. Bununla birlikte sistemde yer alan demetler devamlı surette ön şekil verme kafasının da olduğu kalıp istikametinde beslenmektedirler. Preforme halat olarak tabir edilen ön şekil verilmiş halatların imalinde kullanılan, ön şekil verme kafası üzerinde yer alan küçük makaralardan helisellik vermek maksadıyla geçirilen demetler müteakiben halat oluşturmak üzere özün çevresinde devamlı surette döndürülmekte ve helisel olarak sarılmaktadırlar. Sarılmasının ardından halatın dağılmaması maksadıyla yapılan ön şekil verme işlemleri ardından örülen demetlerden oluşan tel halatlar müteakiben bir dizi tambura sarılıp bobinlere sarılmaktadırlar [1].



Şekil 16. Halat Makinesinin Şematik Gösterimi [22]

Şekil 16’da bulunan; ana tahrik kasnağı (a), tahrik kayışı (b), alt tahrik mekanizması için güç sağlayan kasnak (c), tahrik mili ile üzerine demetler sarılan kasnağı hareket ettiren dişliler (d), demetlerin sarılı olduğu kasnakları destekleyen

örme tablası (spider) (e), demetlerin sarılı olduğu kasnak (tel halat kompozisyonu içindeki demetlerin sayıları, demetlerin sarılı olduğu kasnak sayısını belirlemektedir) (f), içi boş olan mil (öz olarak kullanılan demet milin içinden geçirilmektedir) (g), öz olarak kullanılan demetin sarıldığı kasnak (h), demet (i), ön şekil verme kafası (demetin helisel olmasını sağlar) (j), halat meydana getirmek üzere demetlerin öze sarıldığı kalıp (k), tel halat (l), transfer kasnakları (m), çıkarma tamburları (n), bobin (o) ile gösterilmektedir [1].

2.TEL HALAT ÇEŞİTLERİ

Tel halatlarda sınıflandırma halat imalat özellikleri çerçevesinde belirlenmektedir. Demet sayıları, demeti meydana getiren tel sayıları belirtilen sıra dahilinde halatların adlarını oluşturmaktadır.

2.1 Özlerine Göre Halat Çeşitleri

Bir özün çevresine sarılan tel halat demetleri tel halatları meydana getirir. Demetler üstüne tamamıyla oturması amacıyla öz, en hassas tolerans değerlerine uygun olarak üretilmelidir. Endüstrilerde en fazla tercih edilmekte olan öz türleri Fiber Öz (FC, Fibre Core, Sisal Core) ile bağımsız Tel-Halat Öz (IWRC, Independent Wire-Rope Core)'dür [23].

2.1.1. Fiber Öz (FC)

Tel halat çekirdeğinin üretimi kapsamında en yaygın olan ve en fazla kullanılan fiber çeşidi “Sisalanna” olup, bu fiberden imal edilen özler “Sisal Öz” veya “Fiber Öz” olarak adlandırılmaktadır. Bazen küçük çaptaki tel halat üretimi kapsamında hint keneviri ya da pamuk da öz olarak kullanım için tercih edilebilmektedir [23].

2.1.2. Bağımsız Tel-Halat Öz (IWRC)

Bu çeşit özü olan halatlarda ana amaç, halatı meydana getiren demetler için uygun desteğin sağlanmasıdır. Bağımsız Tel-Halat Öz adından da anlaşılacağı gibi çapı büyük olan bir tel halatın üretimi amacıyla kullanmak için çapı daha küçük olan tel bir halat demetlerden ayrı biçimde çekirdeği meydana getirir. Bir sistem

içinde kullanılan tel halat üzerinde düzleşme ya da sert ezilme görüldüğünde, IWRC türündeki tel bir halat kullanmak gerekmektedir [23].

2.1.3. Tel Öz

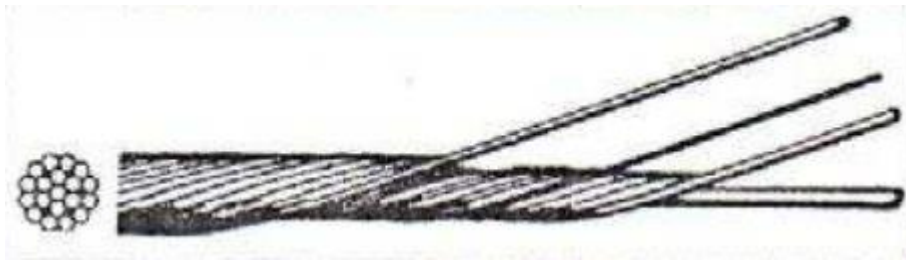
Bu çeşit bir halat içerisindeki öz bir adet telden meydana gelir. Bu halatlar kullanım yeri, genelde IWRC türü halatları çapları daha küçük olan halatlarla değiştirmeye ihtiyaç duyulan sistemlerle sınırlı olmaktadır [23].

2.2 Demet Kompozisyonlarına Göre Halat Çeşitleri

Normal sınıflandırma, ürünlerin geçek üretim şekillerini yansıtmayabilmektedir. Örneğin 6x19 sınıfındaki bir çelik halat, 6x19 Seale, 6x21 Filler Wire ya da 6x26 Warrington Seale türünde üretilmiş olabilmektedir. Seale, Warrington ve Filler Wire gibi terimler, demetlerin yerleşim biçimlerini ve halatı meydana getiren katmanları tanımlamaktadır.

2.2.1. Tek operasyonlu halatlar (paralel tel sarımlı halatlar)

Bir demet meydana getiren teller en az iki kat olacak şekilde bir tek operasyonda örülmekte olan konstrüksiyonlardır. Bu tür demetlerde bulunan teller aynı yönde ve aynı açı ile sarılırlar. Tek operasyonlu demet örneği Şekil 17’de sunulmuştur [24].



Şekil 17. Tek Operasyonlu Kordonlar

Seale Demeti: Bir demeti meydana getiren en dışta bulunan kattaki tel sayısı ile bir altındaki katta bulunan tel sayısının aynı olduğu konstrüksiyonlardır. SEALE tipi bir demetin kesiti Tablo 1’de gösterilmektedir.

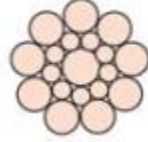
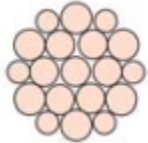
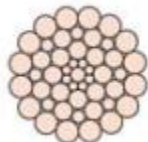


Warrington Demeti: Bir demeti meydana getiren dış katındaki tellerin, birbirlerine eşit sayıda iki ayrı çapta tellerden örüldüğü konstrüksiyonlardır. Söz konusu demetlerdeki dış yüzeyler oldukça düzgün ve yuvarlaktır. Warrington tipi bir halata ait kesit Tablo 1'de görülmektedir.

Warrington – Seale Demeti: Bir demeti meydana getiren dış kattaki tellerin Seale, alt katındaki tellerin Warrington dizilişli olduğu konstrüksiyonlardır. Warrington – Seale tipi bir demet kesiti Tablo 1'de görülmektedir.

Filler (Dolgu) Demet: Bir demeti meydana getiren dış katındaki tellerinin, bir alt katındaki kalın teller ile aynı sayıdaki dolgu telleri ile örüldüğü, dış teller için yataklık yapan konstrüksiyonlardır. Söz konusu demetlerde dolgu tel sayısının iki katı kadar dış kat teli bulunmaktadır. Bu tipteki bir halatın demet kesiti Tablo 1'de görülmektedir.

Seale – Filler Demeti: Bir demeti meydana getiren dış katındaki tellerinin, bir alt katındaki kalın teller ile aynı sayıdaki dolgu telleri ile örüldüğü, dış teller için yataklık yapan konstrüksiyonlardır. Söz konusu demetlerde dolgu tel sayısının iki katı kadar dış kat teli bulunmaktadır. Filler demetinde olduğu gibi dolgu telleri iki aynı kattaki kalın tellerin bir merkez teli yerine aynı sayıdaki kat telinin üzerine oturmaktadır. Bu tipteki bir halatın demet kesiti Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1: Tek Operasyonlu Halatlar [17].

Demet Türü	Demet Kesiti
Seale Demeti	
Warrington Demeti	
Warrington – Seale Demeti	
Filler (Dolgu) Demet	
Seale – Filler Demeti	

2.2.2. Çok operasyonlu halatlar

Demeti meydana getiren her kat tellerinin ayrı operasyonlarla farklı açılarla aynı yönlerde örüldüğü konstrüksiyonlardır. Kat telleriyle öteki kat tellerinin aralarında ufak bir açı farkı bulunmaktadır. Söz konusu açı farkıyla tellerin homojen sarılması ve altında yer alan tel katına batmaması sağlanmaktadır. Fakat halata aniden ve aşırı şekilde basınç uygulanırsa katların aralarında tel kaymaları olabilmektedir. Çok operasyonlu demet örneği Şekil 17’de görülmektedir [24].



Şekil 17. Çok Operasyonlu Demetler

2.3. Özel Halatlar

Tel halatların üreticileri tarafından, halatlardaki standart dairesel kesitli demet yapılarından vazgeçilerek halatların bir takım özelliklerinin arttırmak üzere değişik halatlar üretilebilmektedir. Özel bir halatın, kullanımının düşünüldüğü sistemlere karakteristik ve şekil özellikleri itibari ile uygunluğunu araştırma ve belirleme maksadıyla halat üreticilerinin danışmanlığında çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

Tablo 2. Özel Halat Tipleri [25]

Özel Halat Tipi	Halat	Demet Kesiti
Sıkı Demetli Halat		<p>6x26 Warrington Seale Sıkı Demet IWRC 8x26 Warrington Seale Sıkı Demet IWRC 19x19 Seale Sıkı Demet IWRC</p>
Sıkıştırılmış Tel Halat		<p>3x19 Sıkıştırılmış Seale 6x26 Warrington Sıkıştırılmış IWRC 6x31 Warrington Seale Sıkıştırılmış IWRC</p>
Yassılaştırılmış (Üçgensel) Demetli Tel Halat		<p>6x31 V Stili Yassılaştırılmış Demet Fiber Öz 6x31 B Stili Yassılaştırılmış Demet (Sabit Merkezi Tel) Fiber Öz 6x27 H Stili Yassılaştırılmış Demet (3 Tel Merkezi) Fiber Öz 6x27 G Stili Yassılaştırılmış Demet (Örgü Telli) Fiber Öz</p>

2.3.1. Sıkı Demetli Halat

Sıkı demetli tel halatlar (compacted strand wire rope), Tablo 2’de görüleceği üzere peş peşe gerçekleştirilen sıkıştırma işlemlerinin ardından çapları azaltılan ve şekilleri değiştirilen demetlerden meydana gelmektedir. Bu tipteki tel halatların en dışta bulunan katmanlarının yüzeyleri yassılaştırmış olup, içte yer alan demetlerin halat kesitleri dairesel özelliklerini yitirmişlerdir. Aynı çaplardaki standart bir tel halata göre sıkı demetli bir tel halatın birim kesit alanının içinde daha çok metal bulunduğundan sıkı demetli tel halatlar daha güçlüdür fakat yorulma karşısındaki dayanıklılıkları daha azdır. Halatın yüzeyi daha pürüzsüz olduğundan aşınma direnci daha fazladır. Görece olarak yüzeylerinin daha pürüzsüz olmasından dolayı yağ tutamamaları ve materyal tercihinine ilişkin kısıtlamalar nedeniyle korozyon dayanımları daha düşüktür.

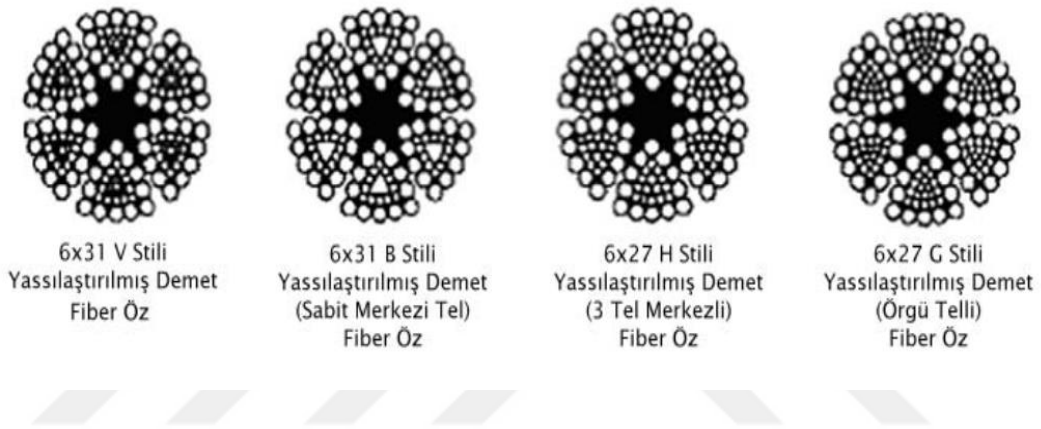
2.3.2. Sıkıştırılmış Tel Halat

Sıkıştırılmış tel halatlar (Swaged wire rope), IWRC tel halatlarda döner sıkıştırma aletleri kullanılması ile üretilmektedir. Bahsedilen işlemin ardından halatın çapı bir miktar azalır. Birim kesiti içerisinde aynı çaplardaki standart bir tel halata göre daha çok metal barındırmaktadır. Görece olarak pürüzsüz dış yüzeyi sayesinde aşınma karşısında iyi direnç göstermektedir, bunun yanında ezilme karşısında daha fazla dirence sahip olup daha güçlüdürler. Fakat sıkılaştırma işleminden dolayı metal yorgunluğu oluştuğundan halat hizmet ömrü kısalmaktadır. Sıkı demetli halatlar ile benzer nedenlerden dolayı korozyona karşı dirençleri daha düşüktür.

2.3.3 Yassılaştırılmış (Üçgensel) Demetli Tel Halat

Yassılaştırılmış (üçgensel) demetli tel halatlar Tablo 2’de gösterildiği üzere kesitleri üçgen olan demetler içerirler. Bu türdeki halatların demetlerini meydana getiren özleri, üçgen biçiminde dizilen teller ya da üçgensel kesitli tellerle elde edilmektedir. Birim kesiti içerisinde aynı çaplardaki standart bir tel halata göre daha çok metal barındırmakta olup, taşıma düzeyleri çok geniş boyutlardadır. Yassılaştırılan demetlerin sayesinde aşınma dayanımları, ezilme dayanımları ve güçleri arttırılmış olup, kesitlerindeki değişiklikler yorgunluğa karşı dirençlerini

etkilememiştir. Bu tipteki halatlar IWRC ya da FC şeklinde ve genelde düz sarımlı olarak temin edilebilmektedir. Bu tip bir halat kesitinin meydana getirilmesinde paslanmaz çelik malzeme kullanılması olumsuz bir etki yaratmadığından, özel şekillerdeki demetleri içeren tel halatların arasında en kullanışlı olan halattır. Şekil 18’de görülen bu tür halatlar ezilme karşısında daha dirençli olmaları yanında temas yüzeyleri sebebiyle moletler ve tambur benzeri parçalara daha iyi oturmaktadır. Halatlardaki bu özellik, halat üzerinde bulunan molet ve tamburdaki aşınma değerlerini önemli miktarda düşürmektedir.



Şekil 18. Yassılaştırılmış (üçgensel) demetli tel halatlar [23]

3. TEL HALAT KULLANIM ALANLARI

Tel halatlar; vinç, asansör, köprü, maden işletme benzeri sistemlerde yer alan temel elemanlardan biridir [1]. Çelik telli ya da lifli bir özün çevresine, tek ya da daha fazla kat olacak şekilde helisel olarak sarılan ve metalik ya da bitkisel malzemelerden üretilen halat demetlerinden oluşan halatlar; kolaylıkla bükülebilmek ve rahat bir kullanıma sahip olmaları dolayısıyla taşıma ve yük kaldırma, kuvvet aktarımı sağlama konularında çok yaygın olarak kullanılan çekici elemanlardır [13].

3.1 Vinç halatları

Vinçler içerisinde kullanılmakta olan halatlar için; halatların yük taşıma kapasiteleri, aşınma dayanımları, yorulma dayanımları, dönme dayanımları,

korozyon dayanımları oldukça önem arz etmektedir. Genelde 6x36 + 6x41 + 18x7 + 6x19F halatları tercih edilmektedir [26].

Kum ya da gemi vinçleri içerisinde 6x36 Warrington Seale lif özlü halatlar kullanılırken, serbest yük kaldırma ve indirme işlemleri kapsamında 18x7 ve 35x7 lif özlü dönmeyen halatlar kullanılmaktadır. Bilhassa kargo halatlarının çarpma dayanımlarıyla aşınma dirençleri oldukça önem arz eder. Belirtilen özellikler korozyona nispetle daha fazla önem taşıdığına, 6x19 filler lif öze sahip paralel kompozisyonlu (galvanizlenmemiş) halatların kullanımı da mümkündür. Bilhassa korozyonun oldukça önemli olduğu gergi halatlarda 6x24+7 lif özlü ve galvanizlenmiş halatlar tercih edilmektedir. Gemilerin güvertelerindeki vinçlerdeyse 6x36 WS lif özlü ve galvanizli halatlarla iyi sonuçlar alınmıştır [26].

Standart halat şeklinde ifade edilen 6x37 ST(1+6+12+18) ve 6x19ST(1+6+12) kompozisyona sahip halatlar vinçlerde kullanıldıklarında ciddi riskler alınmakta, halatlarda aniden ve erken kopmalara sebep olmaktadır. Bu nedenle belirtilen kompozisyonlardaki halatları vinçlerde kullanmak uygun değildir. Halatların belirli sıklıklarda yağlanması gerekir. Vinçlerdeki halatlar, kullanmadan önce 1-2 saat süreyle boşa çalıştırılıp tellerin yerine oturması sağlanmalı, bilhassa dönmeyen halatlar için darbe ile çarpmadan kaçınılmalı ve söz konusu halatların kısa boylu kullanımlarında kesilen uçlarının işlemler öncesinde kesinlikle ve kalıcı biçimde bağlanmalıdır [26].

3.2 Telesiyej halatları

Telesiyej halatları 6x7 ve 6x19 Seale tipi kompozisyona sahip, halatta bulunan demet ile tel yönünün aynı olduğu, polipropilen ya da sıızal özlü düz halatlar olup, müşterilerin talepleri çerçevesinde lif özlü, siyah ya da galvanizli tel şeklinde üretilmektedir [26].

Açık hava şartlarında genelde yağışa maruz kalabildiklerinden galvanizli halat kullanımı önerilmektedir. Galvanizli olmadıklarında halatların kesinlikle yağlanması gerekir. Telesiyej halatları için halat bakımlarının yanı sıra yüklerin dağılım hesaplamaları da oldukça önemlidir ve günlük kontroller esnasında özel olarak ilgilenilmesini gerektirir. Bilhassa çalışmadıkları sezonun ardından

gerçekleştirilen işlemlerde tellerin bünyesinde dâhili korozyon mevcudiyeti dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Telesiyejlerdeki halatların içerisinden geçtikleri aksamlar, kolayca ulaşılabilen yerler olduklarından dolayı, yeni halatların kullanılmasından önce bu aksamlar dikkatli bir şekilde kontrol ve bakıma tabi tutulmalıdır [27].

3.3 Denizcilik Halatları

Denizcilikte kullanılan tel halatların galvanizli teller olmasından dolayı, tel halatı rutubet ile tuzlu suyun pas yapıcı özelliğine karşı korumaktadır.

- i. Diğer halatlar gibi tel halatların da iyi havalandırılan rutubetsiz alanlarda muhafaza edilmesi gerekir.
- ii. Tel halatların ince bir tabaka şeklinde yağlanması sağlanmalıdır.
- iii. Tel halatlarda kullanılmayan kısımlar, tanburatalara sarılı ve üzerlerine koruyucu kapelaları geçirilmiş olarak bulundurulmalıdır. Kapelalar, halatları ıslanma ve güneşe karşı korumaktadır.
- iv. Tanburatası bulunmayan halatların uzun seyirler süresince açık güverte yerine güverte altındaki kapalı bölmeler içinde muhafaza edilmesi sağlanmalıdır.

Korozyona karşı dayanımları maksadıyla halatların telleri sıcak daldırma metodu ile çinko kaplanır. Korozyona dayanıklılıklarını arttırma maksadıyla deniz suyuna karşı dayanıklı özel gres yağlarıyla, örneğin asfalt bazlı greslerle, yağlanması sağlanabilir. Korozyona karşı dayanım bakımından, yağın yüksek oranda telleri tutma özelliğine ve polipropilen halat özlerine sahip olması tercih edilmelidir. Teller en az 180 kg/mm² dayanıklılığa sahip olacak biçimde üretilirler. Balıkçılık alanındaki halatlarda değişik mukavemet özellikleri olan tellerin kullanımı mümkündür [27].

Denizcilik alanında sınırlı kullanım yeri olmasına karşın özenle kullanılırsa sentetik ve bitkisel halatların olmadığı pek çok hususta fayda sağlarlar. Tel halatlar, çelik veya öteki metallere üretilen muhtelif ebatlara sahip liflerin bir yöne bükülmesinin neticesinde meydana gelir. Tel halat kollarında bulunan tel lif adedi halat kullanım maksadına göre ayarlanmaktadır. Tel halatlar kollarının ve kollarında bulunan liflerin sayıları ile belirtilir. Bu kapsamda 6x19'lük bir madeni halat

içerisinde 6 adet kol ve kolların her birinde de 19 adet lif bulunmaktadır. Çok sayıda çabucak kırılmaya yatkın ince telden oluşan tel halatlar harici şatlardan kolayca etkilenirler. Tel halatlar incelendiğinde; kolların ortasında ince bir halat ya da çekirdek görevi üstlenen ayrı metallere ya da bitkisel bir kol bulunur. Öteki kollar belirtilen kol ya da halat çevresine sarılmaktadır. Ortadaki kolün bitkisel olması halinde, bir yandan halatın elastikiyeti artarken bir yandan da yağ tutması nedeniyle halatı iç kısımdan devamlı olarak yağlar [28].

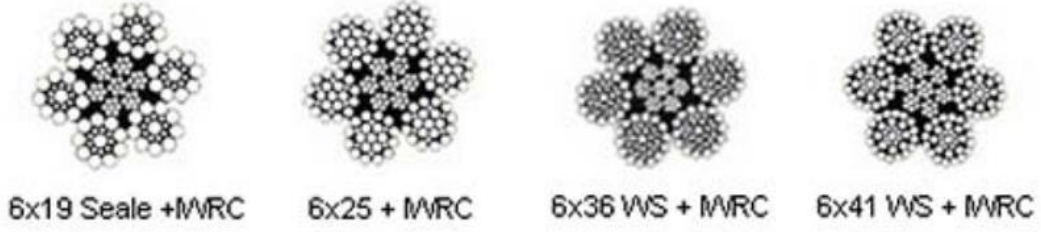
3.4 Madencilik halatları

Ağır hizmetlerde kullanılacak madeni halatların;

- i. Aşınma dayanımı,
- ii. Kopma yükü,
- iii. Çarpma dayanımı,
- iv. Eğilme dayanımı,
- v. Korozyon dayanımı,

özelliklerine haiz olmaları oldukça önem arz eder [27].

Madencilik alanında genelde demetlerdeki tellerin aynı adımlarda bulunduğu çelik öze sahip paralel telli kompozisyonlar tercih edilmektedir. Söz konusu kompozisyonlardan bazıları; 6x36 Warrington-Seale, 6x19 Seale, 6x41 Warrington-Seale ve 6x25 filler kompozisyonlu halatlardır. Şekil 19’da madencilik alanında kullanılmakta olan dört adet halatın kesit görülmektedir. Halat tellerinin en az 180 kgf/mm² ve esneklik istenen durumlarda en az 160 kgf/mm² mukavemet değerine sahip olacak şekilde üretilirler. Halatlar galvanizli ya da yağlı-kaplamasız olacak biçimde yapılabilirler. Ezme mukavemeti ile esnekliğin eş zamanlı olarak düşünüldüğü ve eşit derecede önem arz ettiği durumlarda 8 demetli halatlar tercih edilebilir [27]. Madencilik sektöründe kaldırma ve çekme halatı; muhtelif yükler için indirme, kaldırma ve tutma halatı ile Koepe sistemleri içerisinde asansör halatı olarak kullanılmaktadır.



Şekil 19. Madencilikte Kullanılan Halat Örnekleri [27]

3.5 Asansör halatları

Asansörler için kullanılan halatlarda; aşınma dayanımı, yorulma dayanımı, sinir bulunmaması ve uygun preforme özelliklere haiz olma oldukça önem taşır. Genelde bu amaç çerçevesinde; Warrington, Seale ya da Filler kompozisyona sahip aynı adımlı, lif özlü ve paralel telli halatlar tercih edilmektedir. Başta gelen asansör halat kompozisyonları; 8x19 Warrington, 8x19 Seale ya da 8x19 Filler kompozisyonlu halatlar olmakla birlikte 6x19 Filler ve 6x19 Seale kompozisyonlu halatların da tercihi mümkündür. Dış telleri kalın ve kendileri esnek olan bu halatlarda aşınma dayanım seviyesi iyi olup, insan taşımacılığı maksadıyla kullanılmakta olan asansör halatları için emniyet katsayısının en az 12 olacak biçimde tercih edilmesi önerilmektedir. En az tel kopma mukavemeti 140, 160 ya da 180 kg/mm² olması mümkündür. Özel asansör halatları için farklı mukavemet özellikleri olan tellerin kullanımı mümkündür. Halatların yağlanması, kullanıldıkları dönemlerde sık sık kontrol edilmesi ve kontrollerin de kayıt altına alınması gerekmektedir [26].

Asansörlerin kurulumlarında karşılıklı ağırlıklarla kabin, paralel sarımlı çelik tel halatlar kullanılarak taşınmaktadır. Paralel sarımlı halatlardaki demetleri oluşturan teller; tek bir operasyonla, aynı yönde, birbirlerine paralel ve aynı sarım uzunluğuyla örülmüştür. Demetlerin örülme biçimlerine bağlı olarak Filler, Seale, Seale-Filler, Warrington ve Warrington-Seale şeklinde isimlendirilirler. Asansörleri halatları çapraz ya da düz sarımlı olabilmektedir. Düz sarıma sahip halatların tellerinin daha genişçe bir temas yüzeyine sahip olmaları sebebiyle, demeti oluşturan tellerin aralarındaki birim basınç değeri düşmekte ve halat ömrü artmaktadır. Çapraz sarıma

sahip halatlar ise, açılma ve bükülme eğilimlerinin daha düşük olmasından dolayı kolayca taşınabilme avantajına sahip bulunmaktadır [29].

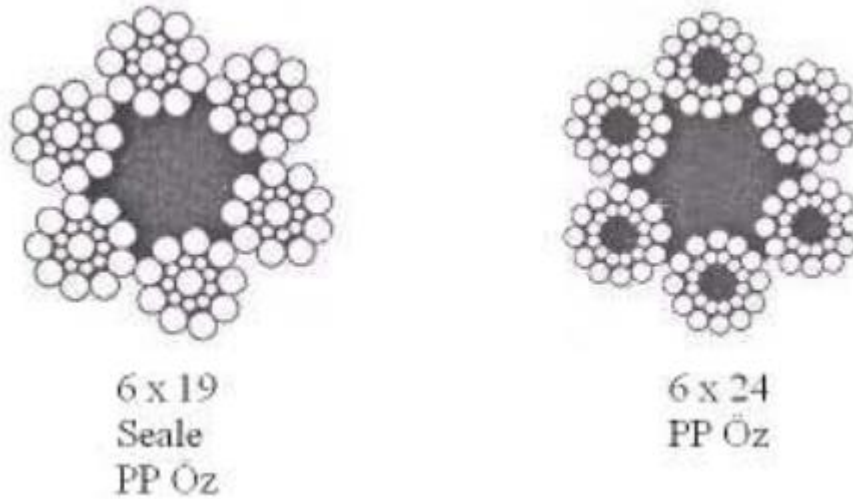
3.6. Balıkçılık Halatları

Balıkçılık alanında kullanılan halatlar korozif bir ortamda çalıştıklarından, bu halatlar için;

- i. Modern balıkçılık için önem arz eden yüksek gerilme dayanım,
- ii. Aşınma dayanımı,
- iii. Deniz suyuna dayanım,
- iv. Kullanımda kolaylık,

hususları oldukça önem taşımaktadır.

Balıkçı halatı olarak genelde polipropilen özlü ve 6x19 Seale, 6x7 Standart ve 6x24 kompozisyona sahip halatlar kullanılmakta olup, Şekil 20’de balıkçılık alanında kullanılmakta olan örnek iki adet halat kesiti görülmektedir [27].



Şekil 20. Balıkçılıkta Kullanılan Halat Örnekleri [27]

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

HALAT ÖMRÜNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER VE HALAT ÖMÜR KESTİRİMİ

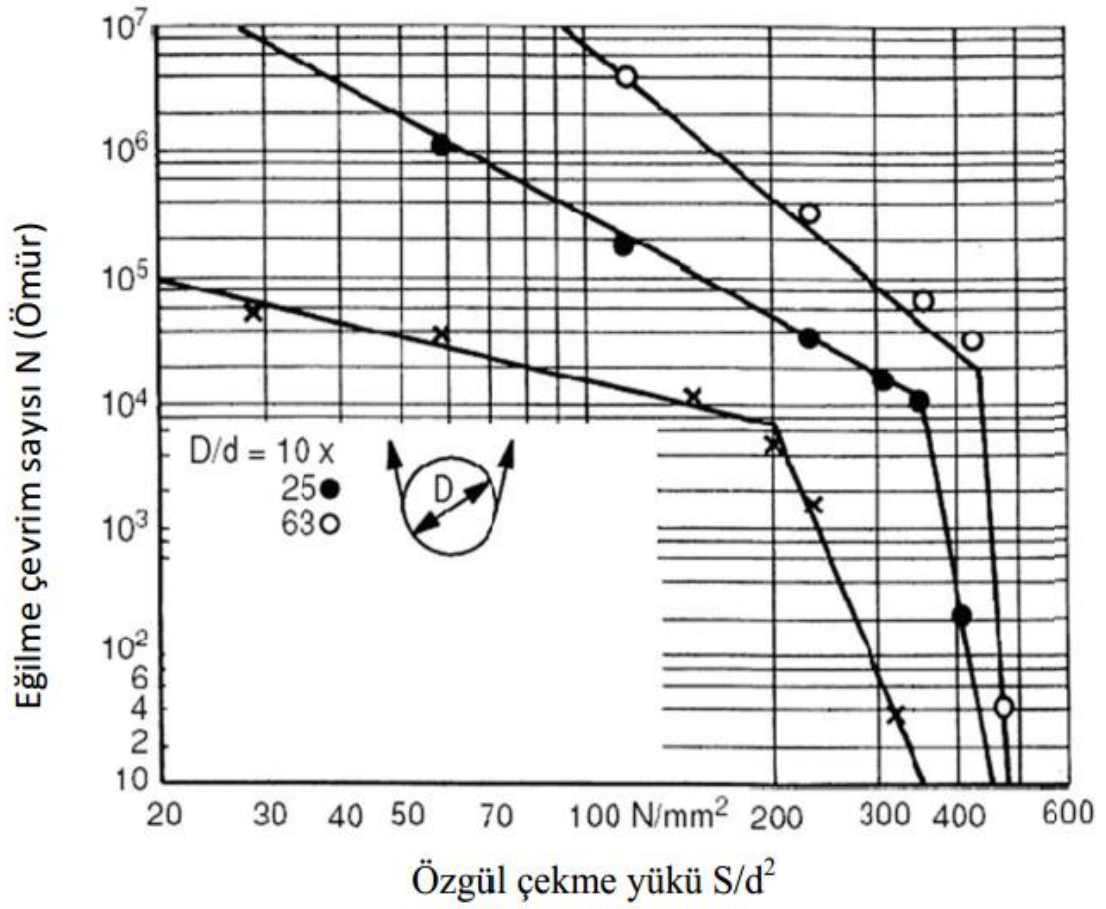
Çelik tel halatlar, iletim ve kaldırma makinelerinde en fazla zorlanan ve önem taşıyan elemanlardan biridir. Farklı çalışma koşulları nedeniyle zorunlu olarak muhtelif türlerde halatlar yapılmaktadır. Beklenen halat ömürleri süresince emniyet içinde görevlerini yapmaları için işletme koşullarına uygun halat kullanımı ve halatın ömrünü etkileyen unsurların bilinmesi gerekir. Bunun yanında emniyetli ve düzgün çalışmayı devam ettirebilme için halatların rutin kontrolleri ve bakımlarının zamanında yapılması ve kopmasından evvel halatın değiştirilmesi kriterlerinin de bilinmesi gerekir. Halatların mevcut şartlara bağlı olarak nasıl davranacakları sadece deneyler yapılmak suretiyle belirlenebilir [14]..

Bu bölümde halat çalışma ömrünü etkileyen faktörler, önceden gerçekleştirilen deneysel çalışma neticelerinden de istifade edilerek ve halat çalışması esnasında oluşan hasarlar (iç, dış tel kırılmaları, aşınma vs.) dikkate alınmaksızın açıklanacaktır. Halatların işletimi süresince zaman içinde meydana gelen hasarların türleri ile halatların emniyetli çalışamayacaklarını gösteren değiştirme kriterleri müteakip bölümde ele alınacaktır. Ayrıca teorik halat ömür kestirimi yöntemleri de açıklanacaktır.

1. HALAT ÖMRÜNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

1.1 Çekme Yüğü ve Çap Oranı (D/d),

Halatın ömrünü etkileyen en önemli parametreler çekme yüğü (S) ile D/d (makara çapının halat çapına oranı) oranıdır. Halatların ömürleri uygulanan çekme yükünün karesi ile ters orantı gösterir. Bunun yanında D/d oranındaki artış halatın ömrünü de artırmaktadır. Bu sebeple, arzu edilen halat ömürü süresi gözetilerek optimum bir halat ve makara çapı seçilmesi gerekir. Feyrer [8] çalışmalarında çekme yüküyle D/d oranının halatın ömürü üzerindeki etkisini birlikte gösterecek şekilde açıklamıştır. Şekil 21.'de 16 mm çap ve 1650N/mm² anma dayanımına sahip 8x25 Filler bir halat için ulaşılan halat ömrünün, özgül çekme yükü ve D/d oranıyla ilişkisi gösterilmiştir [30].



Şekil 21. Bir Filler Halat Ömrünün D/d Oranı ve S/d^2 Oranı ile Değişimi [8].

Şekil 21'e bakıldığında çekme yükü kavramı yerine özgül çekme yükü ifadesinin kullanıldığı görülmektedir. Bunun sebebi; halat ömrünün D/d oranı ve çekme yükü değişimiyle ilişkisini deney yapmadan belirlemek isteyen Feyrer [8] tarafından ortaya koyulan eşitlik içinde, çekme yükü yerine özgül çekme yükü kullanılarak geçerli sonucun elde edildiğinin düşünülmesidir. Şekil 21'den anlaşılacağı üzere özgül çekme yükü sabitken D/d çap oranının yükseldikçe halat ömrü düşmektedir. Bu düşüş belirli bir özgül çekme değerini müteakip net bir şekilde kendini göstermektedir. Söz konusu durum özgül çekme yükü sınır değerini belirtmektedir [8]. Halat kompozisyonuna bağlı olarak önerilen ve minimum D/d çap oranları Tablo 3'te sunulmuştur [20].

Tablo 3. Halat Kompozisyonuna Göre Önerilen D/d Çap Oranları [20].

Kompozisyon	Önerilen D/d çap oranı	Minimum D/d çap oranı
6 x 7	72	42
19 x 7 veya 18 x 7 dönme	51	34
6 x 19 Seale	51	34
6 x 21 Filler	45	30
6 x 25 Filler	39	26
6 x 31 Warrington-Seale	39	26
6 x 36 Warrington-Seale	35	23
8 x 19 Seale	41	27
8 x 25 Filler	32	21
6 x 41 Warrington-Seale	32	21
6 x 42 Filler	21	14

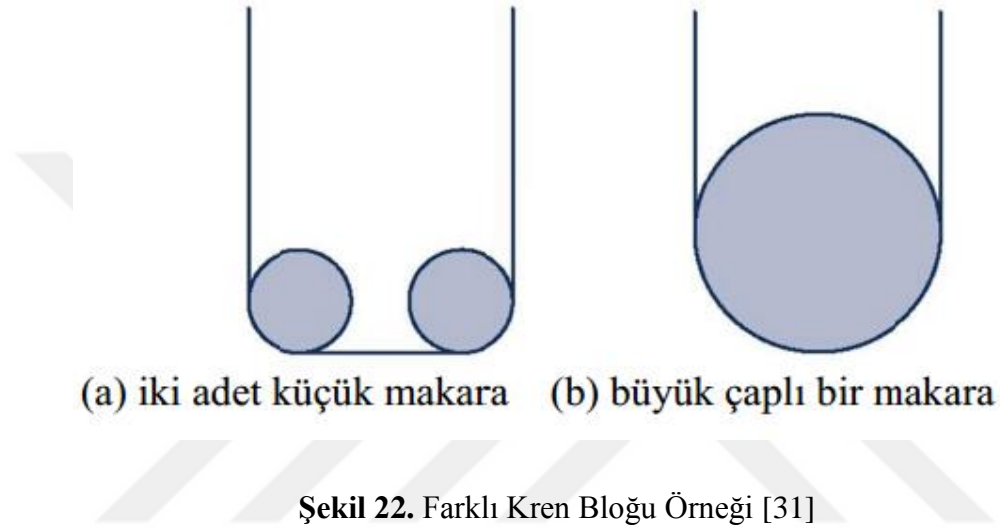
1.2 Eğilme

Bir halatın düz konumdan eğik ve sonra yeniden düz konuma gelme değişiminin bütününe eğilme değişmesi adı verilmektedir. Bir halat çalışma periyodu süresince eğilme değişmesiyle ne kadar fazla eti altına girerse, halatın ömrü o düzeyde kısalmır [13].

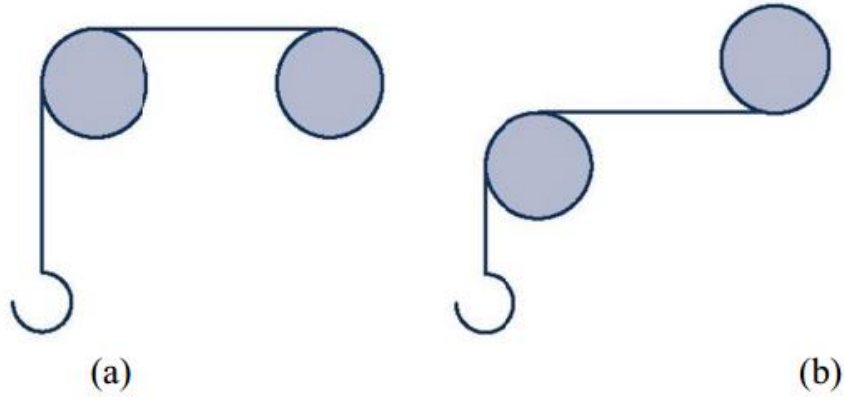
Halatlar çok sık olarak gereksiz eğilme yorgunluğuna maruz kalırlar. Örnekle açıklamak üzere benzer şartlarda yalnızca kren blokları değişik olan iki sistem yorulma ömürleri bakımından karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda Şekil 22 (a)'da yer alan ve iki adet makara içeren kren bloğunda halat, her kaldırma işlemi süresince bloktan geçişinde iki defa eğilirken, Şekil 5.2 (b)'de yer alan çapı büyük tek bir makara içeren kren bloğunda halat bloktan her geçişinde bir defa eğilmektedir.

Dolayısıyla

Şekil 22 (b)'de yer alan kren bloğundan geçen halat iki kat fazla ömre sahip olacaktır. Bunun yanında söz konusu kren bloğunda bulunan makaranın çapının diğer makaralardan 2,5 kat büyük olması nedeniyle, makaranın çapındaki artışın halatın ömründe oluşturduğu etki de dikkate alınarak Şekil 22 (a)'da yer alan halata nispetle halat ömrünün 18 kat arttırılabileceğini söylemek mümkündür [31]. Belirtilen hususun asansör sistemleri kapsamında da dikkate alınması gerekir.



Tambur grubu ya da makarada kullanılan halatın aynı ya da ters yönde eğilmesinin de halatın ömrü üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır [13]. Genelde ters yönde bir eğilme ile halat düz eğilmeye göre 2 - 7 kat arasında daha çok yorulmaktadır. Şekil 23 (a)'da yer alan ve düz biçimde eğilen halat Şekil 23 (b)'de olduğu gibi aksi yönde eğilen halata nispetle 1,5 - 4 kat daha uzun ömre sahip olabilmektedir. Sonuçta ters yönde eğilim gösteren bir halat ömrünün artırılması makaraların çaplarını arttırarak ya da çekme yükünü azaltarak mümkün olabilir [31].



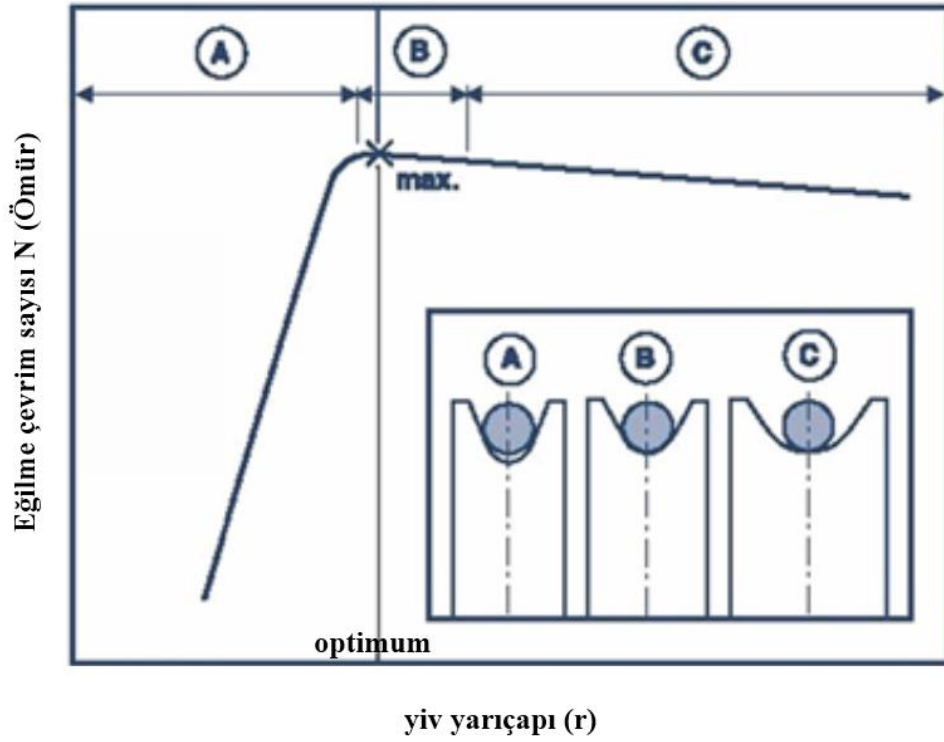
Şekil 23. Düz (a) ve Ters Yönde (b) Eğilen Kren Blokları [31].

1.3 Tel Anma Mukavemeti

Aynı yük ve halat çapına sahip telin mukavemeti 1370 N/mm^2 den 1570 N/mm^2 ye çıkarıldığında kopmaya yönelik hesapsal emniyet belirli oranda büyümetedir ancak halatın ömrü çok az artmaktadır. Telin mukavemeti artırıldığında (1570 N/mm^2 den 1770 N/mm^2 ye) belirtilen hesapsal emniyetteki artış daha fazla olmaktadır. Tel mukavemeti daha da yükseldiğindeyse (1960 N/mm^2), halatın ömrünün kısaldığı belirlenmiştir [32].

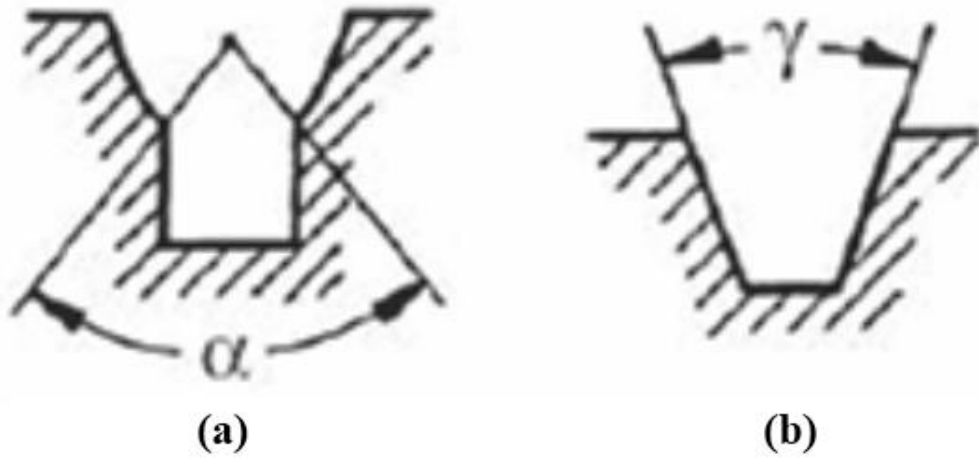
1.4 Halat Yuvası Şekli

Halat, makara yivi ya da tambura ne ölçüde iyi oturursa halatın ömrü o düzeyde uzun olmaktadır. Yiv dibinin yarıçapı (r) halatın yarıçapından daha fazla olduğunda halatın yive temas edeceği az sayıdaki noktada yüzeydeki basınç yüksek olmakta ve bunun neticesinde halat ezilmekte ve başlangıçta yuvarlak olan halatın kesiti oval bir şekil almaktadır. Yivin şeklinin yuvarlak halat kesitine yaklaştığı ölçüde halattaki zorlanma o düzeyde azalmakta ve halatın ömrü artmaktadır [32].



Şekil 24. Halat Ömrünün Yiv Dibi Yarıçapı ile Değişimi [33]

Halatların ömürleri r/d oranındaki artışla azalmaktadır (d , halatın çapı). Halatın ömrü tambur yiv ya da makara yarıçapına ait bir fonksiyonla değişmekte olup, halatların ömürlerinin en uzun olduğu duruma, $r=0.53d$ oranı ile ulaşılmaktadır. Şekil 24.'de yiv şeklinin yuvarlak olduğu zamanlardaki halat ömrü ile yiv yarıçapındaki artış arasında ilişki görülmektedir. Burada geçen B, $r=0.53d$ oranını sağlayan yiv dibi yarıçapına sahip bir yivi ifade etmekte olup, söz konusu oran A'da daha küçük ve C'de ise daha büyüktür ve yiv dibinin yarıçapı söz konusu orana nispetle arttığında ya da azaldığında halatın ömrü de kısalmaktadır [33].

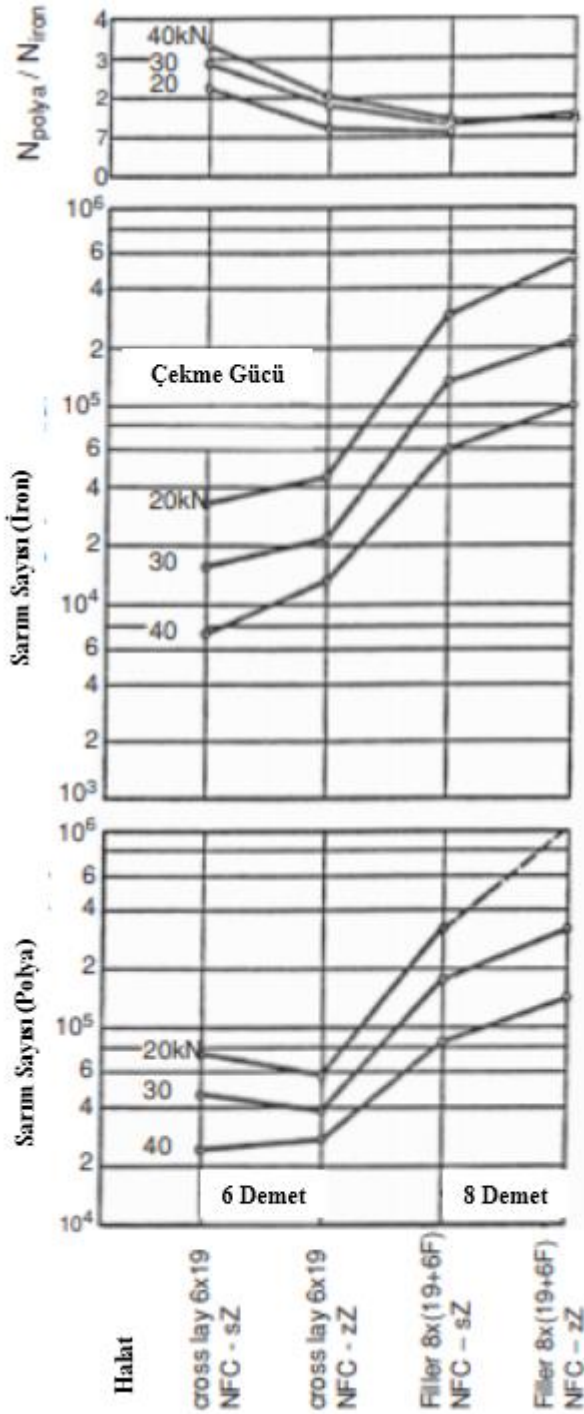


Şekil 25. Dibi Boşaltılmış Yiv (a) ve Kama (b) Yiv.

Tambur ya da makarada açılan yuvarlak yivler, tahrik kasnaklarındaki dibi boşaltılan yivler ya da kama yivlere göre daha uygundur. Dibi boşaltılan yivlerde boşaltma açısı (α) arttığında ve kama yivlerde kama açısı (α) azaldığında halatların ömürleri kısalmır. Şekil 25 (a)'da dibi boşaltılan ve Şekil 25 (b)'de kama yivin geometrileri görülmektedir [32].

1.5 Halat Yuvası Malzemesi

Makara ya da tambur yivleri genelde dökme demir ya da çelikten yapılmaktadır. Bazen çelik yiv malzemesi sertleştirilmekte olup, bu işlem halatın ömrünü kısaltmayıp aksine uzatmaktadır. Bunun sebebi aşınmadan dolayı yiv geometrisinin değişimini önlemektir [8].



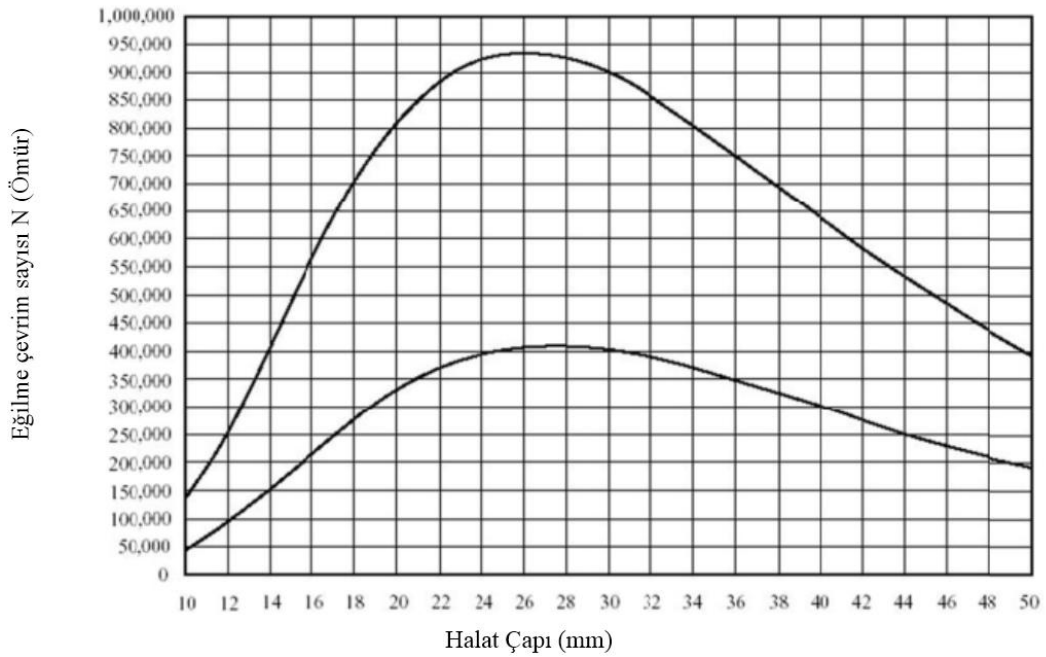
Şekil 26. Dökme Demir ve Plastik Yiv Malzemeleri Kullanıldığında Halat Ömür Eğrileri [8].

Makara ya da tamburların yivleri yumuşak nitelikteki bir malzemeden yapıldıklarında, tekrar halatın ömrünün uzadığı belirlenmiştir. Dökme demir ya da plastik yiv malzemesi kullanılan, eğilme yorulmasına maruz kalan bir halatın ömür eğrileri gerçekleştirilen mukayeseli deneylerin sonucunda belirlenmiştir. Şekil 26'da

dökme demir ve plastik yiv malzemelerinin kullanıldığı durumlardaki halat ömrü eğrileri görülmektedir. 4 ayrı özellikteki halat, uygulanan 3 değişik çekme yükü altında eğilme yorulması deneyine tabi tutulduklarında; aynı özelliklere sahip bir halata aynı çekme yükü tatbik edildiğinde poliamid yiv malzemesinin kullanıldığı takdirde halatın ömrünün uzadığı anlaşılmaktadır. Yiv malzemesi olarak daha yumuşak bir poliüretanın kullanıldığı durumlardaysa, daha sert poliamid malzemeye nispeten uzun halat ömrü beklenmektedir [8].

1.6 Halat Çapı

Çekme yükü etkileri incelendiğinde; halat çapındaki artışla halat ömründe bir süre artış görülürken, ulaşılan bir maksimum değer sonrasında azalma olduğu belirlenmiştir. Şekil 27’de belli özelliklere sahip bir halat için halat çapı ile halat ömrü ilişkisi görülmektedir [34].



Şekil 27. Farklı Çaptaki Halatların Ömür Grafiği [34]

Şekil 27’de yer alan iki eğriden üstte bulunan eğriye halatın tamamen kopma durumu göz önüne alınarak ulaşılırken, alttaki eğriye işletmeden alınma kriterine ulaşma hususu dikkate alınarak erişilmiştir. Halat çapındaki artışla birlikte halat ömründe bir süre artış görülmüş, ancak belirli bir azami değere ulaşıldıktan sonra azaldığı belirlenmiştir. Halat ömrünün azami seviyeye ulaştığı bu halat çapı en uygun

halat çapı olarak adlandırılmaktadır. Şekil 27'den anlaşılacağı üzere işletmeden alınma kriterleri dikkate alınmak suretiyle halat çapının 10 mm olduğu zaman halatın ömrü 50.000 çevrim olarak belirlenmiştir. Söz konusu halat vs. 600 mm çap ve 60 D/d oranına sahip makara vs. elemana sarılmıştır. Anılan oran çok iyi bir oran olmakla birlikte, 40.000 N gibi oldukça fazla bir çekem yükü tarafından halatta neden olunacak çekme gerilmesi dikkate alındığında 100 mm'lik bir halat çapının oldukça ince olmaktadır. Halat çapının 20 mm olduğu durumda alttaki eğri için halat ömrü 340.000 çevrime çıkmakta ve söz konusu değer 10 mm'lik bir halat için belirlenen değerden yaklaşık 7 kat fazladır. D/d çap oranının 30'a düşmesine karşın halat tarafından çekme yüküne dayanılan kesitin alanı da 4 kat oranında yükselmiştir. Halat çapı tekrar 2 kat artırıldığı takdirde 40 mm'lik bir halat çapında halat ömründe bir artış görülmemektedir. Halatın ömrü 300.000 çevrim olarak gerçekleşmektedir. 20 mm halat çapında görülen ömür değeri elde edilememiştir. Emniyet faktörü dikkate alındığında bahse konu çap, 10 mm'lik bir halat çapının kullanımına nispeten 16 kat oranında daha emniyetli olmaktadır. Ancak belirtilen durum için D/d çap oranının çok fazla azaldığının da unutulmaması gerekir (D/d çap oranı = 15) . Bu çeşit bir halat kompozisyonunda optimum çap 27 mm olup, halatın ömrü 410.000 çevrim olmaktadır [34].

1.7 Halat Teli Kalınlığı

Tambur ya da makaraya sarılı olan halatın telinde oluşan teorik eğilme gerilmesi $\sigma_e = \delta.E / D$ ile gösterilmektedir. Belirtilen formülde δ telin çapını, D makara ya da tamburun çapını, E ise halat telinin malzemesinin elastiklik modülünü ifade etmektedir. Fakat yapılan deneylerin sonucunda kalın telli halatların benzer tambur ya da makara çapı için ince telli halatlara nispetle daha elverişli oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuç çerçevesinde, basınç ile yivde ezilme gibi harici zorlamalar karşısında ince teller kalın tellerden daha hassas olduğu söylenebilir. Yivin çapının büyüdüğü, yani halat tarafından yive oturulma kötüleştiği durumlarda, kalın telli halatlar üstünlüklerini daha fazla göstermektedir. Orta düzeydeki tel kalınlıklarıyla orta devir sayıları kaldırma makinelerinin yapımı bakımından çok daha uygundur [13, 32].

1.8 Halat Türü

Yapılan tecrübelerde ve işletmede çoğunlukla düz sarıma sahip halatların çapraz sarımlı halatlara nazaran daha üstün oldukları belirlenmiştir. Fakat dibi boşaltılan ve kama şekle sahip yivler istisna oluşturmaktadır. Çünkü söz konusu yivler için çapraz sarıma sahip halatlarla düz sarımlı halatlara göre daha güzel neticelere elde edilebilmektedir. Teller tarafından demet içerisinde yeterli derecede ve iyi destek bulmaları önem taşımaktadır. Bu açıdan sarım uzunlukları aynı olan halatlar (paralel sarımlı halat), sarım açıları aynı olan halatlara nispeten daha elverişlidir. Bunun sebebi; sarım açıları aynı iken aynı sarım uzunluğuna nispeten çekme gerilmesin tüm teller üzerine eşit biçimde dağılmakla birlikte, demette yer alan dış ve iç tel katlarının aralarında bulunan tellerde çaprazlaşmadan söz edilememesidir. Çünkü uzunlukları boyunca dış teller tarafından iç kat yivlerine sıkı biçimde temas edilerek oturulmaktadır. Bu sayede çaprazlaşma noktaları için yerel eğilme zorlanmalarıyla aşırı yüzey basıncı da ortadan kalkmış olur. Bu açıdan paralel sarımlı üretilen halatlar birçok durum için sarım açıları aynı olan halatlara göre daha fazla ömre sahiptirler. Genelde dönme dirençli olan halatlar normal halatlara göre daha kısa ömürlüdür [32].

Halata sarılmış olan tellerde bulunan iç gerilmeler de halat ömrüne etki etmektedir. Bir halatı keserken söz konusu iç gerilmeler kendilerini çabucak göstermekte olup, kesilme esnasında teller süpürge misali dışarı fırlamaktadır. Doğru üretim metotları ile bahse konu gerilmelerin ortadan kaldırıldığı ve ilerleyen dönemlerde halatın içerisinde durması istenen şekle göre demete ön şekil verildiği takdirde, kesilen bir halatın telleri kurtulmuş yay misali dışarıya fırlamayacaktır. Gerilimsiz halatlar, genelde normal halatlara nazaran daha fazla ömre sahiptirler [32].

1.9 Yağlama, İşletmede Tekrar Yağlama

İyi biçimde yağlanmaları halatların ömürlerini artırmaktadır. Yapılan eğilme testleri kapsamında; halat ömürleri bakımından yağlanmamış bir halatın uygun biçimde yağlanan bir halatın ömrünün yalnızca % 15-20'sine ulaşabildiği belirlenmiştir [8].

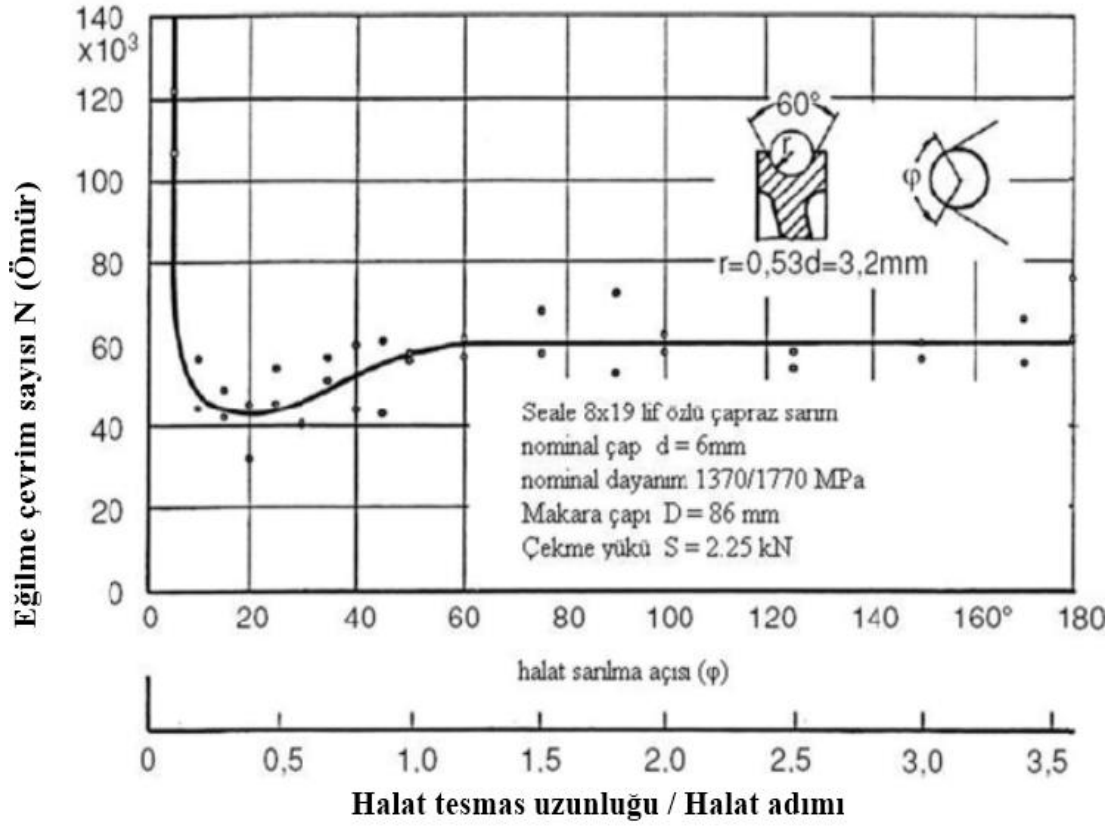
Halatlar işletimleri esnasında yükler kaldırılıp indirildikleri sırada tambur ya da makaralarda eğilmektedirler. Bu sebeple halatı oluşturan tellerle demetler tarafından birbirlerine nazaran göreceli şekilde hareket edilmektedir. Halatlar içerisinde kullanılan yağlayıcılar, demetler ile tellerin ve makara ile halat arasında mevcut olan sürtünmenin azaltılması görevini görmektedir. Bu sayede aşınma da azalmaktadır. Yağlayıcılar çok az da olsa halatın korozyona karşı korunmasına da katkı sağlamaktadır. Genelde yağlayıcılar; astar yağlar ve nüfuz eden yağlar olacak şekilde iki sınıfa ayrılmaktadırlar. Nüfuz eden yağlar tarafından demetlerin her birinin korunması ve yağlanması amacıyla arkalarında kalınca bir yağ filmi bırakılırken, yağlayıcıyı tel halat özüne taşıyıp ardından buharlaşan petrol solvent içermektedirler. Astar yağlarsa, halatların yüzeylerine az seviyede nüfuz edip halatın dış kısmının nemden korunması ve halat ile makara ya da tamburun birbirlerine temas ettikleri bölgelerdeki sürtünme ve aşınmadan kaynaklanan korozyonun azaltılması görevini görmektedirler. Birçok halat çalışma esnasında içeriden hasara uğradığından halatın özünün yeterince yağlandığından emin olmak gerekir. tel halatlarda kullanılan yağlayıcılar; asfalt bazlı yağ, parafin yağı, petrol yağları, gres ya da bitkisel yağlar olabilmektedir. Tel halatlar üretimleri sırasında yağlanmaktadırlar. Lif özlü bir tel halat üretilecekse, halatın özünün parafin ya da mineral yağıyla yağlanması gerekmektedir. Halatın özü tarafından yağ emilerek depo görevi görülmekte ve işletmede halatların daha fazla ömre sahip olmalarını sağlamaktadır. Çelik öze sahip bir halat üretilecekse, yağlayıcı teller tarafından öz teşkil etmek üzere sarılmalarını sağlayan kalıp önünden pompalanmak suretiyle bütün tellerin astarlanması sağlanmaktadır. Halatlar için kullanılacak olan yağlarda alkali ve asit bulunmamalı, telin yüzeyine yeterince yapışma sağlanmalı, tel ile demetin arasına kolayca nüfuz edebilen viskozitede olmalı, suya karşı ve oksitlenme için dirençli olmalıdır. Normalde halatlar üretimleri esnasında yağlanarak tüm ömürleri boyunca çalışmaktadırlar. Ömürleri uzun olan halatların işletim esnasında yeniden yağlanmaları gerekmektedir. Yapılan çalışmalar 80.000 eğilme çevrimi bir halat ömrüne sahip halat, ilave olarak yağlandığında halatın ömründe bir artış sağlanamamıştır. Halatın yeniden yağlanmaksızın 80.000 çevrimlik ömrünü aştığı durumlarda, söz konusu halatın yağlanmasının halat ömründe artış meydana getirdiği belirlenmiştir [8, 33, 35].

1.10 Korozyon

Alaşımli ve alaşımsız çelik malzemeleri içeren tel halatlar bilhassa deniz ile endüstriyel kirlenmenin olduğu atmosferik koşullarda korozyona maruz kalmaktadırlar. İstenmeyen bir olay olan korozyon halatın ömrünü kısaltmaktadır. Korozyon için en etkili koruyucu telleri galvanizlemedir. Korozyon nedeniyle bir yandan halattaki metalik alan azalıp kopma mukavemeti azalırken, diğer yandan başlamış olan gerilme kırılmalarının neden olduğu düzensiz yüzeyler sebebiyle yorulma da hızlanmaktadır. Aşırı korozyon, halatın elastikiyetinde azalmaya neden olabilmektedir. Korozyon beklendiğinde ve bilinen temel bozulma sebebi ise, çinkoyle (ya da çinko alaşımı Zn95/Al5) kaplı tellere sahip halatların tercih edilmesi uygun olur. Çok sayıda ve küçük tellerden oluşan bir halatta ki korozyon, az sayıda ve büyük tellerden oluşmakta olan halata nazaran daha fazla korozyona yatkın olmaktadır. Korozyonun önlenmesi maksadıyla yapılan galvanizleme işleminin halatın ömrü üzerindeki etkisinin incelenmesi amacı ile gerçekleştirilen eğilme yorulması deneyleri sonucunda; çok iyi yağlanan, çinko ile kaplanan ve kaplanmamış halatların ömürlerinde fark tespit edilmemiş ve düz sarıma sahip halatların ömürlerinin çapraz sarımlı olanlardan daha fazla olduğu belirlenmiştir [8, 13, 36, 37].

1.11 Halat Sarılma Açısı

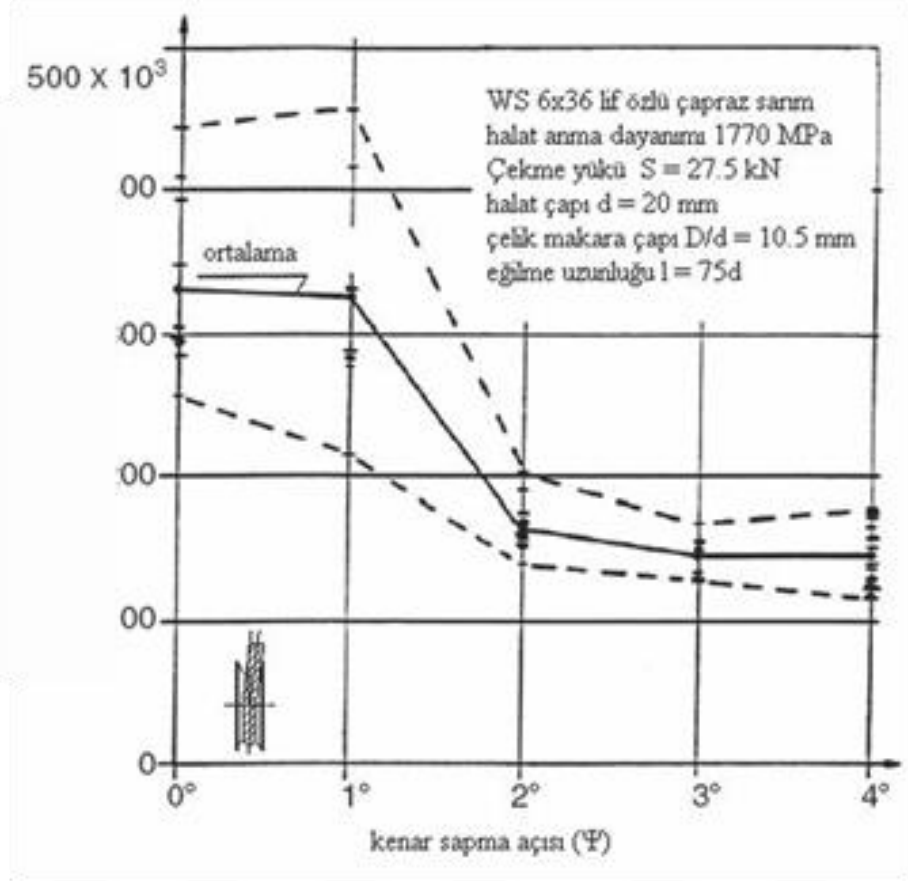
Halat sarılma (sapma) açısındaki değişikliğin halat ömrüne olan etkisinin belirlenmesi maksadıyla belli kompozisyonda ve özellikte olan bir halatta gerçekleştirilen çalışmalarda; sarılma açısı küçük olduğunda halatın çok yüksek ömrü olduğu, sarılma açısının 20° olduğunda halatın ömrünün minimum seviyelere indiği ve halat ömründe 60°'lik sarılma açılara kadar artış olduğu ve sonrasında pek değişmediği tespit edilmiştir. Bunun yanında eğilme yorulmasına ilişkin çalışmalarda; halat sarılma açısından ziyade tambur ya da makara ile halatın temas ettiği uzunluğu ölçerek ulaşılan halat temas uzunluğu/ halat adımı oranındaki değişimin halat ömründe değişikliklere neden olduğu belirlenmiştir. Halat ömrünün halatın sarılma açısıyla ilişkisi Şekil 28'de görülmektedir [8].



Şekil 28. Halat Ömrü ile Halat Sarılma Açısı Arasındaki İlişki [8]

1.12 Halatın Kenar Sapması

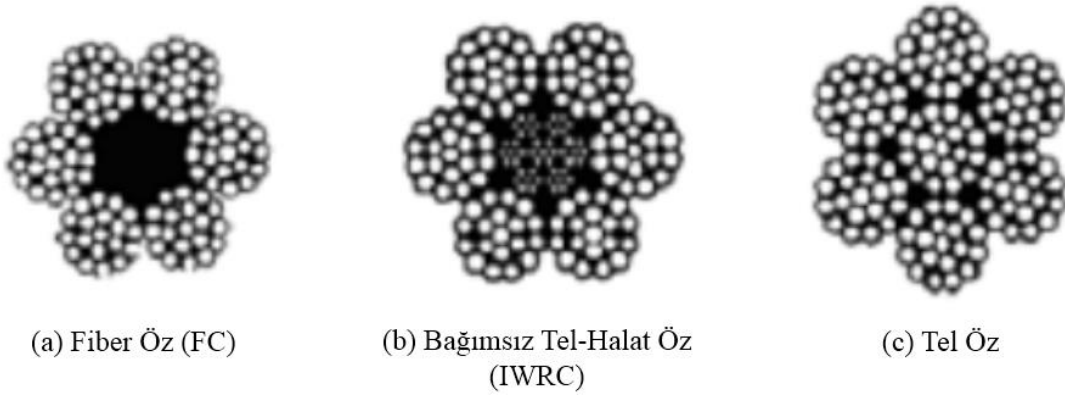
Halatların tambur yivi ya da makaradan kenar sapması, halatın ömründe azalmaya neden olmaktadır. Bu sebeple demetli halatlar için azami 4° ve dönme dirençli halatlar içinse $1,5^\circ$ kenar sapmasına müsaade edilebilir. Değişik halat kenar sapma açlarına yönelik olarak eğilme yorulması deneyleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 29'da 0° ve 4° arasındaki halat kenar sapma değerleri için şekilde açıklanan tip ve kompozisyona sahip bir halatta gerçekleştirilen eğilme yorulması deneyi sonucunda tespit edilen ömür değerleri görülmektedir [8].



Şekil 29. Farklı Kenar Sapma Açılarının Ömre Etkisi [8]

1.13 Halat Özü

Tel halatlar uygun nitelikteki bir özün çevresine sarılmış tel halat demetlerinden oluşmaktadır. Demetlerin özün üzerine net şekilde oturabilmesi amacıyla, özün çok hassas tolerans değerleri ile üretilmesi gerekir. Endüstri genelinde en fazla kullanılan öz türleri Şekil 30'da görüldüğü üzere Bağımsız Tel-Halat Öz (IWRC, Independent Wire-Rope Core) ve Fiber Öz (FC, Fibre Core, Sisal Core)'dür [23].



Şekil 30. Halat Özü Tipleri

Halat özü ile halat ömrü arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere gerçekleştirilen deneyler kapsamında halat özleri lif ve çelik özlü olarak incelenmiştir. Lif özlü halatlardaki lif özü malzemesi ile ona ait kütlenin halatın ömrü üzerindeki etkileri incelemek üzere; lif öz malzemeleri farklı fakat kompozisyon ve özellikleri aynı olan değişik halatlar eğilme yorulması deneylerine tabi tutulmuştur. Deneyler sonucunda; sisal ve polipropilen (PP) lif öz malzemelerinin kullanıldığı halatların ömürlerinin neredeyse aynı çıktığı, fakat poliamid (PA) lif öz malzemesinin kullanıldığı halatların ömürlerinin ise oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Poliamidin malzeme dayanımının iyi olmasının buna neden olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca lif öz kütlesinin artışının da halatın ömrünü artıran bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir [8].

Çelik öze sahip halatlarda gerçekleştirilen eğilme yorulması deneylerinde katı polimer ile kaplanan çelik öz (ESWRC) ve dış demetler ile paralel çelik öz (PWRC) , bağımsız bir halatın öz olarak kullanıldığı çelik öz ve (IWRC) mukayese edildiklerinde halat ömürlerinin daha çok olduğu tespit edilmiştir [8].

1.14 Sapma Açısı

Halatı tambur üstüne doğru biçimde sarabilmek, halat ile tambur yivinin aşınma ve ezilmeye karşı korumak amacıyla sapma açısının belli limitlerde olması gerekir. Sapma açısı, yiv merkezinden tambur merkezi ile tambur flaşına doğru dik olarak çizilmiş olan iki çizginin aralarındaki açıyı ifade eder. Sol ve sağ olarak iki tür sapma açısı mevcut olup, sapma açısının halat ömrünün üzerinde oldukça büyük

etkisi vardır. Çalışma verimini ve halat ömrünü artırmak amacıyla sapma açısı düz tamburlar için 1.5° ve yivli tamburlar için 2° 'yi geçmemelidir. Her iki tamburda minimum sapma açısı değeriye 0.5° 'dir [1].

2. TEORİK HALAT ÖMÜR KESTİRİMİ

Çelik tel halatlar, kullanıldıkları alanların çok büyük bir çoğunluğunda makara ve tamburlar üzerinde sarılarak sabit bir yükün kaldırılması ve indirilmesinde kullanılırlar. Halatların makaraların üzerinde birlikte çalıştırılması durumunda, halat ve halatı meydana getiren teller düz durumdan eğri bir duruma gelmekte ve geri dönüşünde ise eğri durumdan düz duruma gelmektedir. Bundan dolayı, halatlar sabit bir çekme yükü taşısa dahi işletme esnasında yapmış olduğu hareketi nedeni ile tekrar eden bir eğilme hareketine ve bunun neticesinde oluşan bir yorulmaya uğrarlar. Bu sebeple, makaraların üzerinde çalışan tel halatların her zaman sonlu bir ömre sahip olduğu bir gerçektir. Bu halatların ömür kestirimi, tel halat eğilme yorulması deney donanımı vasıtasıyla icra edilebilir.

Bu kapsamda halatların ömür kestirimi konusunda literatürde yapılmış olan çalışmalar açıklanacaktır. Özellikle Feyrer'in [8], yapmış olduğu çok sayıda eğilme yorulması testlerinin sonuçları, deneysel olarak belirlediği halat kopma ömrü ve kullanım dışı bırakma ömrü değerlerini kullanarak, teorik olarak halat ömrünün kestirilebilmesi amacıyla, ortaya koyduğu denklemler incelenecek ve açıklanacaktır.

2.1. Feyrer'in Teorik Halat Ömür Kestirimi

Feyrer [8], işletmeler bünyesinde yaygın biçimde kullanılan farklı tipteki halat konstrüksiyonlarından istifade ederek icra ettiği çok sayıda eğilme yorulması testleri sonucunda ortaya koyduğu halat kopma ömrü ve servis dışı bırakma ömrü değerlerini, regresyon hesaplamalarından istifade ile belirli tiplerde halat konstrüksiyonları açısından teorik olarak kestirilmesine imkan sağlayan genelleştirilmiş denklemleri ileri sürmüştür. Yazar, öncelikle, halat ömrünün, sabit çekme yükü (ya da özgül çekme yükü S/d^2) ve çap oranının (D/d) bir fonksiyonu olarak değerlendirmiş ve bunları üç bağımsız değişken olarak Denklem (1)'de ifade edildiği biçimde halat ömrüyle ilişkilendirmiştir.

$$\text{Log}(N) = a_0 + a_1 \cdot \log\left(\frac{S}{d^2}\right) + a_2 \cdot \log\left(\frac{D}{d}\right) + a_4 \cdot \log\left(\frac{S}{d^2}\right) \cdot \log\left(\frac{D}{d}\right) \quad (1)$$

Denklem (1)'de verilen teorik halat ömür denkleminde a_i katsayıları, yapılan halat eğilme yorulması testleri sonucunda sağlanan sonuçların regresyon analizi yapılması ve değerlendirilmesiyle elde edilir ve halat kopma ömrü N ve servis dışı bırakma ömrü N_A sonuçlarının teorik şeklide belirlenmesinde istifade edilir. Bahse konu denklemde görülen a_i katsayılarının tespiti için Feyrer [8], değişen özgül çekme yüklerini ve çap oranlarından yararlanarak çok sayıda halat eğilme yorulması testi icra etmiştir. Feyrer [8], müteakiben, halat çapı, tel anma dayanımı ve halatın makara üzerinde eğilme uzunluğunun da, halat ömrü üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla değişen çap ve tel anma mukavemeti olan halatların farklı eğilme uzunluklarında eğilme yorulması testlerini icra etmiş ve Denklem (2)'de verilen ve denklem (1)'den daha fazla parametre içeren teorik halat ömür denklemini ortaya koymuştur.

$$\begin{aligned} \log(N) = & b_0 + b_1 \cdot \log\left(\frac{S}{d^2}\right) - 0,4 \cdot b_1 \cdot \log\left(\frac{R_0}{1770}\right) + \\ & b_2 \cdot \log\left(\frac{D}{d}\right) + b_3 \log(d) + b_4 \cdot \log\left(\frac{S}{d^2}\right) \cdot \log\left(\frac{D}{d}\right) - 0,4 \cdot b_4 \cdot \log\left(\frac{D}{d}\right) \cdot \log\left(\frac{R_0}{1770}\right) + \\ & \frac{1}{b_5 + \log\left(\frac{l}{d}\right)} \quad (2) \end{aligned}$$

Denklem (1) ve Denklem (2)'de;

- d , nominal halat çapı (mm),
- D , makara çapı (mm),
- R_0 , tel anma dayanımı (N/mm²),
- S , halat çekme yükü (N),
- l , eğilme uzunluğu (mm) ($l > 15d$ için)

değerlerini ifade etmektedir. Denklem (2)'deki b_0 , b_1 , b_2 ve b_4 katsayıları ortalama halatın kopma ömrünün teorik kestirimi amacıyla Tablo 4'ten, servis dışı bırakılma ömrünün teorik kestirimi amacıyla Tablo 4'den alınır. Denklemdeki diğer katsayılar ise, bahse konu tablodan alınan katsayı değerlerinin Denklem (3)'de ilgili yerlere konmasıyla belirlenir.

$$b_0 = a_0 + 0,32 \cdot \log(16) - \frac{1}{b_5 + \log(60)} \quad (\text{ortama çevrim sayısı } \tilde{N}, \text{ hesabı için geçerlidir})$$

$$b_1 = a_1$$

$$b_2 = a_2 \quad (3)$$

$$b_3 = -0,32$$

$$b_4 = a_4$$

$$b_5 = 1,2 \quad (\text{ortama çevrim sayısı } \tilde{N}, \text{ hesabı için geçerlidir})$$

Tablo 4. Ortalama halat kopma ömrünün teorik kestirimi amacıyla kullanılan katsayılar [8].

Tel halat		\tilde{N} için b_0		b_1	b_2	b_4	\tilde{N} için b_5
		sZ	zZ				
Seale 6 x 19	FC	-1.900	-1.677	1.280	8.562	-2.625	1.2
Filler 8 x (19 + 6F)	FC	-1.679	-1.456	1.280	8.562	-2.625	1.2
Warrington 8 x 19	FC	-1.679	-1.456	1.280	8.562	-2.625	1.2
Warr.-Seale 8 x 36	FC	0.858	0.966	0.096	7.078	-1.920	1.2
Seale 6 x 19	IWRC	-1.723	-1.663	1.290	8.149	-2.440	1.2
Filler 8 x (19 + 6F)	IWRC	-1.635	-1.575	1.290	8.149	-2.440	1.2
Warrington 8 x 19	IWRC	-1.635	-1.575	1.290	8.149	-2.440	1.2
Warr.-Seale 8 x 36	IWRC	1.327	1.381	0.029	6.241	-1.613	1.2
18 x 7		-2.492		1.566	9.084	-2.811	1.2
34 x 7		-1.014		1.351	7.652	-2.485	1.2

Tablo 5. Ortalama halat servis dışı bırakma ömrünün teorik kestirimi için kullanılan katsayılar [8].

Tel halat		\tilde{N}_A için b_0		b_1	b_2	b_4	\tilde{N}_A için b_5
		sZ	zZ				
Seale 6 x 19	FC	-2.611	-1.677	1.887	8.567	-2.894	1.2
Filler 8 x (19 + 6F)	FC	-2.476	-1.456	1.887	8.567	-2.894	1.2
Warrington 8 x 19	FC	-2.476	-1.456	1.887	8.567	-2.894	1.2
Warr.-Seale 8 x 36	FC	-1.302	0.966	1.322	8.070	-2.649	1.2
Seale 6 x 19	IWRC	-2.148	-1.663	1.588	8.056	-2.577	1.2
Filler 8 x (19 + 6F)	IWRC	-2.015	-1.575	1.588	8.056	-2.577	1.2
Warrington 8 x 19	IWRC	-2.015	-1.575	1.588	8.056	-2.577	1.2
Warr.-Seale 8 x 36	IWRC	0.633	1.381	0.377	6.232	-1.750	1.2
18 x 7		-2.772		1.834	8.991	-2.948	1.2
34 x 7		-1.383		1.619	7.559	-2.622	1.2

Tablo 4 ve Tablo 5'te verilen b_i katsayıları ve Denklem (2), birkaç milyon eğilme çevrimi için ve tel halatın test öncesinde iyi bir biçimde viskoz yağı ya da vazelin yağı ile yağlanması, yiv yarıçapının $r = 0.53d$ olduğu çelik makaralar kullanılması, kenar sapmasının olmadığı ve halatın kuru ortamda çalıştırılması durumları açısından geçerlidir. Diğer taraftan anılan tablolarda FC kısaltması lif özlü halatı; IWRC kısaltması ise bağımsız çelik tel özlü halatı tanımlamaktadır. Teorik halat kopma ömrünü gösteren N , halatın asgari bir demetinin koptuğu anda meydana gelen eğilme çevrim sayısını ifade eder. Bu bölümde hesaplanan teorik servis dışı bırakma ömrü N_A , $30d$ veya $6d$ halat referans boylarında oluşan tel kırık sayılarının ilgili standartta [39] tespit edilen tel kırık sayılarının yerine Feyrer tarafından yapılan hesaplama neticesinde belirlenen tel kırık sayılarına ulaştığı andaki eğilme çevrim sayısını göstermektedir.

2.2. Servis Dışı Bırakmak Amacıyla Gerekli Tel Kırık Sayısının Tespiti

Makaraların üzerinde çalışan çelik tel halatların daima sınırlı bir işletme ömrüne sahip olduğu bilinir. Değişken gerilmeler ve artan aşınmalar, tel kırıklarının da artmasına neden olmaktadır. Referans uzunlukta oluşan tel kırık sayıları tel halatlarda en önemli servis dışı bırakma kriterini oluşturur. Feyrer, yukarıda ifade edilen çok sayıda eğilme yorulması testlerini icra ederken $L = 30d$ referans boyunda meydana gelen tel kırık sayılarını da gözlem altına almıştır. Bu noktada, farklı halat konstrüksiyonlarından istifade ederek, testlerde belirlenen tel kırık sayılarından istifade edilerek regresyon hesaplamaları icra edilmiş ve halatın yaklaşık olarak servis dışı bırakılması amacıyla, $L = 30d$ referans boyunda gerekli olan tel kırık sayısını (B_{A30}) veren ve Denklem (4)'de gösterilen denklem ortaya konmuştur [8].

$$B_{A30} = g_0 - g_1 \cdot \left(\frac{S}{d^2}\right)^2 - g_2 \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^2 - g_3 \cdot \left(\frac{S}{d^2}\right)^2 \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^2 \quad (4)$$

Denklem (4)'de;

- d , halat çapı (mm),
- D , makara çapı (mm),
- S , halat çekme yüküdür (N).

Küçük referans uzunluğu, $L = 6d$ boyunda olan bir halatın servis dışı bırakılması amacıyla gereken tel kırık sayısı (B_{A6}), tel kırıkların yoğunlaşmasını belirlemek maksadıyla kullanılır ve Denklem (5) ile hesaplanarak tespit edilir.

$$B_{A6} = 0,5 \cdot B_{A30} \quad (5)$$

Denklem (4)'de görülen g_i katsayıları, değişen halat konstrüksiyonlarına bağlı olacak şekilde Tablo 6'de verilmiştir. Feyrer tarafından ortaya konan bahse konu denklemlerden istifade edilerek elde edilen servis dışı bırakılma amacıyla gerekli olan tel kırık sayıları, günümüzde tel halat muayenesi kapsamında kullanılan ilgili standartta [39] tespit edilen tel kırık sayılarından farklıdır. Bundan dolayı, teorik ve deneysel şekilde elde edilen servis dışı bırakılma ömür sonuçlarının kıyaslanmasında, teorik servis dışı bırakma ömür sonuçlarının belirlenmesinde kullanılan tel kırık sayılarının ifade edilmesi gereklidir.

Tablo 6. Servis dışı bırakmak için gerekli tel kırık sayısının hesabı için sabitler [8].

Halat		g ₀	g ₁	g ₂	g ₃
Filler Warr. Seale	FC-8 x 19-sZ ^{a,b} zZ ^{b,c}	18	0.000174	1550	0.026
	WRC-8 x 19-sZ ^{a,b} zZ ^{b,c}	33.3	0.000184	1830	0.0447
Warr.-Seale	FC-8 x 36-sZ ^{a,b} zZ ^{b,c}	29	0.000271	2400	0.0403
	WRC-8 x 36-sZ ^{a,b} zZ ^{b,c}	44.5	0.000222	2200	0.0536
18 x 7 ^{b,c}		14	0.000160	-350	0.0350
34 x 7 ^{b,c}		20	0.000230	-500	0.0500
a	Görülebilir tel kırıkları				
b	Manyetik yöntem ile saptanan tel kırıkları				
c	Göz önünde bulundurulmuş tel halat için eğilme yorulması testiyle belirlenen görülebilir tel kırık sayısı, hesaplanan tel kırık sayısının yarısı olarak alınır.				

6 x 36 Warrington-Seale halatı ve 39 demetli dönme dirençli halatı servis dışı bırakmak amacıyla gerekli olan tel kırık sayıları Denklem (4) kullanılarak belirlenebilir. Tablo 7’de servis dışı bırakmak amacıyla gerekli olan tel kırık sayıları, gerek ilgili standartta gösterildiği şekilde gerekse de Feyrer denkleminde istifade edilerek elde edildiği şekliyle gösterilmiştir.

Tablo 7. Servis dışı bırakmak için kullanılan tel kırık sayıları.

Halat	Özgül çekme yükü (S/d^2) (N/mm^2)	Çap oranı (D/d)	Görülebilir kırık tel sayısı (Standard) $30d$ boyunda	Görülebilir kırık tel sayısı (Feyrer) $30d$ boyunda
39 demetli	100	25	4	8
39 demetli	150	25	4	6
39 demetli	200	25	4	4
39 demetli	250	25	4	1
39 demetli	50	10	4	11
39 demetli	100	10	4	8
39 demetli	150	10	4	4
39 demetli	200	10	4	-
6 x 36 WS	150	25	14	25
6 x 36 WS	200	25	14	21
6 x 36 WS	250	25	14	16
6 x 36 WS	300	25	14	9
6 x 36 WS	100	10	14	11
6 x 36 WS	150	10	14	4
6 x 36 WS	200	10	14	-
6 x 36 WS	250	10	14	-

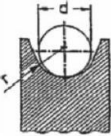
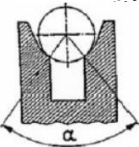
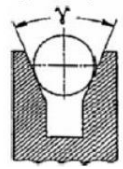

2.3 Feyrer'in Düzeltilmiş Teorik Halat Ömür Kestirimi

Feyrer'in teorik halat ömür kestirimi denklemi önceki kısımda açıklandığı şekilde belirli makara yiv geometri ve malzemesi için, yağlamanın tam olduğu, kenar sapmasının olmadığı durumlarda geçerlidir. Bundan dolayı, değişen makara yiv geometri ve malzemelerinin kullanıldığı, halatın yağsız olduğu, kenar sapmasının varlığı ve Tablo 4'te ifade edilen halat konstrüksiyonları dışında halatların kullanılması durumlarında Feyrer'in teorik halat ömür kestirimi denklemi kullanılarak elde edilen halat kopma ömrü ya da servis dışı bırakma ömrü değerlerinin düzeltilmesi gereklidir.

Denklem (2)'de gösterilen Feyrer'in teorik halat ömür kestirimi denklemi f_{Ni} faktörlerinden istifade edilerek farklı parametrelerin kullanıldığı durumlarda düzeltilebilir. Tablo 8'de verilen faktörler dikkat bulun alınarak teorik halat ömür değerleri, Denklem (6)'dan yararlanılarak düzeltilebilir [8].

$$N_{cor} = N \cdot f_{N1} \cdot N \cdot f_{N2} \cdot N \cdot f_{N3} \cdot N \cdot f_{N4} \quad (6)$$

Tablo 8. Düzeltme faktörleri f_N [8].

Halat yağlanması	- Halat iyi bir şekilde yağlanmış - Halat yağsız	$f_{N1} = 1.0$ $f_{N1} = 0.2$		
Halat konstrüksiyonu	- Lif öz - Çelik öz	öz	8 demet	6 demet
		FC	$f_{N2} = 1.0$	$f_{N2} = 0.94$
		IWRC	$f_{N2} = 1.0$	$f_{N2} = 0.81$
		PWRC	$f_{N2} = 1.86$	$f_{N2} = 1.51$
		ESWRC	$f_{N2} = 2.05$	$f_{N2} = 1.66$
		EFWRC	$f_{N2} = 1.06$	$f_{N2} = 0.86$
Makara yivi	Çelik yuvarlak yiv 	Yiv yarıçapı	$r/d = 0.53$	$f_{N3} = 1.00$
			$r/d = 0.55$	$f_{N3} = 0.79$
			$r/d = 0.60$	$f_{N3} = 0.66$
			$r/d = 0.70$	$f_{N3} = 0.54$
			$r/d = 0.80$	$f_{N3} = 0.51$
			$r/d = 1.00$	$f_{N3} = 0.48$
	Alttan kesilmiş yiv 	Alttan kesme açısı	$\alpha = 75$	$f_{N3} = 0.40$
			$\alpha = 80$	$f_{N3} = 0.33$
			$\alpha = 85$	$f_{N3} = 0.26$
			$\alpha = 90$	$f_{N3} = 0.20$
			$\alpha = 95$	$f_{N3} = 0.15$
			$\alpha = 100$	$f_{N3} = 0.10$
	V profil yiv açısı 	Açısı	$\gamma = 35$	$f_{N3} = 0.054$
			$\gamma = 36$	$f_{N3} = 0.066$
			$\gamma = 38$	$f_{N3} = 0.095$
			$\gamma = 40$	$f_{N3} = 0.14$
			$\gamma = 42$	$f_{N3} = 0.18$
			$\gamma = 45$	$f_{N3} = 0.25$
Plastik yuvarlak yiv		$f_{N3} = 8,37 \cdot N_{st}^{-0,124}$		
		$f_{N3} = 0,75 + 0,36 \frac{S/d^2}{D/d} - 0,023 \left(\frac{S/d^2}{D/d} \right)$		
Kenar sapması 		$f_{N4} = 1 - (0.00863 + 0.00243 \cdot (D/d)) \cdot 9 - 0.001039^2$		

Tablo 8’de, PWRC, paralel çelik demet özü; ESWRC, katı polimer kaplanmış olan tel halat özü; EFWRC, elyaf kaplanmış olan tel halat özü göstermektedir. f_{N1} faktörü ise halat yağlamasının durumuna bağlı olarak seçilir. f_{N2} faktörü kullanılacak olan halat konstrüksiyonuna bağlı olarak seçilir. Örnek olarak 6 demetli özel halat özüne sahip olan bir halatın teorik ömür kestirimi amacıyla bahse konu düzeltme katsayısından istifade edilerek teorik halat ömründe düzeltme yapılır. f_{N3} faktörü halatlar ile beraber kullanılacak olan makaranın, yivine ait geometri ve malzeme dikkate alınması amacıyla kullanılır. f_{N4} faktörü ise kenar sapmasının varlığı halinde kullanılır. Tablo 8’de verilen düzeltme faktörleri düz eğilme yorulması testleri kapsamında kullanılabilir. Bundan dolayı, bahse konu faktörler sadece halatların düz eğilme yorulma çevrim sayısının hesaplanması halinde geçerli olur [8].

2.4 39 Demetli Dönme Dirençli Halatın Teorik Ömür Kestirimi

Onur [1] 39 demetli dönme dirençli halatın, teorik kopma ömrünü ve teorik servis dışı bırakma ömrü kestirimini Denklem (1) ve Denklem (2)’yi kullanarak yapmıştır. Yazar eğilme yorulması testleri maksadıyla tam yağlanmış halat numuneleri ve yuvarlak yivli çelik makaralar ($r/d = 0.53$) ve $60d$ eğilme uzunluğunu kullanmıştır. Diğer taraftan, kenar sapması olmadığından dolayı teorik halat ömür kestirim denklemleri, herhangi bir düzeltme olmadan hesaplanır. Yazar tarafından hesaplanan teorik halat ömür kestirim sonuçları 39 demetli dönme dirençli halatlar için Tablo 9’da verilmiştir [1].

Tablo 9. 39 demetli dönme dirençli halat için hesaplanan teorik halat ömür kestirim sonuçları [1].

S/d^2 (N/mm ²)	D/d	$R_0 /1770$	l/d	N_{teo1} (çevrim)	N_{teo2} (çevrim)
100	25	1.1073	60	244497	309497
150	25	1.1073	60	103384	130868
200	25	1.1073	60	56133	71056
250	25	1.1073	60	34953	44246
50	10	1.1073	60	45919	55877
100	10	1.1073	60	20941	25460
150	10	1.1073	60	13212	16075
200	10	1.1073	60	9549	11601

Tablo 9’da değişen özgül çekme yükleri ve çap oranlarından istifade edilerek Onur [1] tarafından yapılan teorik halat ömür kestirimi sonuçları verilmiştir. N_{teo1} sonuçları Denklem (1)’den istifade edilerek elde edilen, halat çapı, halat teli anma mukavemeti ve halatın makaralar üzerinde oluşan eğilme uzunluğunun etkilerinin dikkate alınmadığı durumda elde edilen teorik halat ömür değerlerini göstermektedir. Yazar N_{teo2} sonuçlarını Denklem (2) ile elde ederek, halat çapı, halat teli anma mukavemeti ve halatın makaralar üzerindeki eğilme uzunluğunun etkilerinin de göz önüne alarak teorik halat ömür değerlerini hesaplamıştır.

2.5 6 x 36 Warrington-Seale Halatın Teorik Ömür Kestirimi

Onur [1] yapmış olduğu çalışmada 6 x 36 Warrington-Seale halatın, teorik kopma ömrü ve teorik servis dışı bırakma ömrünün kestirimi amacıyla Denklem (1) ve Denklem (2)’den istifade etmiştir. Yazar eğilme yorulması testleri amacıyla tam yağlanmış halat numuneleri ve yuvarlak yivli çelik makaralar ($r/d = 0.53$) ve $60d$ eğilme uzunluğunu kullanmıştır. Diğer taraftan, kenar sapması kullanmamıştır. 6 demetli 6 x 36 Warrington-Seale halat için Tablo 10’da gösterilen düzeltme faktörlerine bakıldığında, 6 demetli çelik özlü (IWRC) halat kullanılması halinde $f_{N2} = 0.81$ olmaktadır ve diğer düzeltme faktörleri ise 1 değerini almaktadır. Bundan dolayı teorik halat ömür kestirim denklemlerinden istifade edilerek elde edilen

sonuçlar, 0.81 katsayısı ile çarpılarak yazar tarafından düzeltilmiştir. Sonuç olarak elde edilen teorik halat ömür kestirim sonuçları 6 x 36 Warrington-Seale halat için Tablo 10’da verilmiştir [1].

Tablo 10. 6 x 36 Warrington-Seale halat için elde edilen teorik ömür sonuçları.

S/d_2 (N/mm ²)	D/d	$R_0/1770$	l/d	N_{teo5} (evrim)	N_{teo6} (evrim)
150	25	1.1073	60	116500	148400
200	25	1.1073	60	61410	78240
250	25	1.1073	60	37370	47610
300	25	1.1073	60	24900	31730
100	10	1.1073	60	18133	22510
150	10	1.1073	60	9538	11840
200	10	1.1073	60	6046	7507
250	10	1.1073	60	4250	5272

Tablo 10’da Onur [1] tarafından değişen özgül çekme yükleri ve çap oranları kullanarak icra edilen teorik halat ömür kestirimi sonuçları verilmiştir. N_{teo5} sonuçları Feyrer [8] tarafından ortaya konan Denklem (1)’den istifade edilerek elde edilen, halat çapı, halat teli anma mukavemeti ve halatın makaralar üzerindeki eğilme uzunluğunun etkilerinin dikkate alınmadığı hallerdeki teorik halat ömür değerlerini vermektedir. N_{teo6} sonuçları Feyrer [8]’in ortaya koyduğu Denklem (2)’den istifade edilerek elde edilen, halat çapı, halat teli anma mukavemeti ve halatın makaralar üzerindeki eğilme uzunluğunun etkilerinin de dikkate alındığı hallerdeki teorik halat ömür değerlerini vermektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

YENİ NESİL ASANSÖRLER

1.ASANSÖR TEKNİKLERİNDEKİ GELİŞMELER

Asansörler teknolojinin baş döndürücü hızıyla birlikte giderek çok daha karmaşık sistemler haline gelmektedir. İlk başlarda sadece aşağı yukarı hareket için tasarlanan bu sistemlerde bugün bilgisayarlı kontrol sistemleri, kurtarma sistemleri, gelişmiş fren tertibatları, iklimlendirme sistemleri ve haberleşme sistemleri gibi yenilikler sıklıkla uygulanmaktadır. Yeni nesil asansörlerde bahse konu yeniliklerin sıklıkla uygulandığı görülmektedir. Literatüre bakıldığında da giderek daha fazla özelliğin de asansör tekniklerine kazandırılmaya devam edildiği de anlaşılmaktadır.

2.ASANSÖRLERDE KONTROL VE GÜVENLİK TEKNOLOJİLERİ

2.1. Kurtarma Sistemleri

Elektrik kesintisi ya da asansör panosunda meydana gelebilecek arızalar vb. sebeplerle katların arasında kalan kabinin içerisindeki insanları kurtarmak amacıyla, ana şalter kapatılarak ve mekanik fren boşaltılarak volanın manuel olarak döndürüldüğü ve en yakın kat hizasına kabinin getirildiği kurtarma metodu yaygın olarak kullanılan geleneksel bir yöntemdir [42]. Bahse konu geleneksel kurtarma sistemleri asansör panosuyla birlikte uyumlu şekilde çalışır ve elektrik kesilmesi halinde otomatik biçimde devreye girer.

Modern asansör teknolojisinde ise, otomatik şekilde kabini en yakın kata ulaştıran ve yolcuların kabinde güvenli şekilde terk edilmesine imkân veren acil kurtarma sistemlerinin geliştirildiği görülmektedir [43]. Hastane, okul vb. binalarda ise elektrik kesintisi halinde diğer ekipmanlarda olduğu gibi jeneratör vasıtası ile asansör sistemlerinin çalıştırılması sağlanmaktadır [44].

Asansör sistemlerinde acil durumlarda yararlanmak amacıyla yerleştirilen bir kabin kurtarma sistemi minimum enerjiye gereksinim duyacak (en yakın kata taşıyabilecek ve asansör kapısını açabilecek) biçimde tasarlanmalı ve bu işlemi

asgari sürede icra etmelidir. Bahse konu kurtarma sisteminin elektrik güç kaynağının asgari olarak aşağıda belirtilen işlevleri yerine getirebilmesi gereklidir [43]:

- i. Kabin içerisinde acil durumlarda devreye giren aydınlatma donanımına sahip olması,
- ii. Asansör kontrol sisteminin beslemesi,
- iii. Fren mekanizmasını gevşetmesi ve tutması,
- iv. Asansör kabini ve kat kapılarını açması
- v. Kabini hareket ettirebilmesi,
- vi. Acil durumlarda haberleşme ve havalandırma vb. diğer sistemleri beslemesi.

2.2. Fren Sistemleri

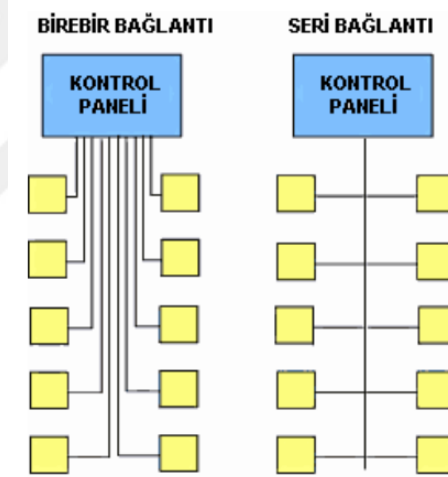
Paraşüt fren sistemi asansör kabini ve karşı ağırlık bloğu arasındaki taşıyıcı halatın kopması ya da asansör süratının tespit edilen süratten daha yüksek olması halinde asansör kabinini kılavuz raylarına kilitleyerek durdurulmasını sağlayan mekanik bir sistemdir. Asansör kabininin alt ve üst kısmına monte edilir. Elektromanyetik, Pnömatik ya da hidrolik fren sistemlerinin gerektiği kadar güvenli olmaması nedeniyle bütünüyle mekanik bir sistem şeklinde tasarlanırlar [53].

Ani frenlemeli sistemler kabin hareketini anında durdurabilmektedir, ancak kabinin atalet momenti nedeni ile mekanik olarak kalıcı hasarlara neden olabilmektedir ve yolcuların da yaralanmalarına sebep verebilmektedir. Bundan dolayı kademeli frenleme yapabilen tasarımların daha yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Ani frenlemeli sistemler nispeten daha düşük süratlerde kullanılmaktadır. Yürürlükte olan yönetmelikler gereği bütün asansörlerin hız sınırlayıcı regülatör ve paraşüt fren tertibatıyla donatılması gereklidir. Kabin karşı ağırlık bloğu içerisinde gereken hallerde fren tertibatı kullanılmalıdır. Bahse konu paraşüt fren tertibatı anda fren ve motor beslemesinin kesilmesi gereklidir. Paraşüt fren tertibatının kabinin süratine bağlı olarak tasarlanmış iki türü mevcuttur. Bunlar;

- i. Ani Frenlemeli Paraşüt Fren Tertibatı,
- ii. Kademeli Frenlemeli Paraşüt Fren Tertibatıdır.

2.3. Haberleşme Sistemleri

Günümüzde asansör sistemleri kullanılan bina sayısı ve bahse konu binalarda mevcut olan kat sayısı giderek artmaktadır. Asansör sistemlerinde kat sayısının artmasıyla ana kontrol paneliyle kat ve kabin panelleri arasında bulunan mesafe ve bahse konu ünitelere iletilecek ve bu ünitelerden toplanacak bilginin miktarının da aynı oranda arttığı görülmektedir. Bu duruma örnek olarak, klasik paralel (birebir) bağlantılı 30 katlı bir binada yalnızca kabin paneline göstergeler ve kayıt butonları açısından iletilmesi gerekli olan kablo sayısının 45 adedi geçebildiği durumlar verilebilir. Kablo ve işçilik maliyeti ve hatalı bağlantı olasılığı gibi etmenler göz önüne alındığında bilhassa yüksek katlı binalarda kullanılan asansör sistemleri içerisindeki üniteler arasında sağlanan haberleşmenin Şekil 31’de gösterilen seri kanaldan yapılması hemen hemen bir zaruret durumuna gelmektedir [45].



Şekil 31. Asansör haberleşme sistemlerinde birebir bağlantı ve seri bağlantı [45]

Ana kontrol ünitesi ile kat ve kabin üniteleri arasında kurulan haberleşme düzeneğinde, muhtelif algılama ve anahtarlama cihazlarıyla haberleşme düzeneğinde, grup çalışan asansörlerde grup üyeleri arasında kurulan haberleşme düzeneğinde birçok farklı seri haberleşme protokollerinden yararlanılmaktadır. Bu sistemlerin arasında en fazla kullanılan ve en yaygın olan sistem ise Controller Area Network (CAN) sistemidir [45].

2.4. Asansörlerde İnternet Tabanlı Teknolojilerin Kullanımı

Asansör kontrol sistemlerinin çok kapsamlı, katı gerçek zamanlı sistemler olarak ön plana çıktığı görülmektedir. Bu sistemler tespit edilen zamanlama kriterleri içerisinde mutlak anlamda muhtelif işlemleri gerçekleştirmek durumundadır. Asansör denetleyici sistemi, asansörün anlık pozisyonunu tespit etmeli ve kabin süratine bağlı olan süreçte aldığı verileri işlemelidir [46]. Bina dâhilinde kontrol edilen kabin sayısının artmasıyla denetim mekanizmalarının da karmaşık bir duruma geldiği görülmektedir. İnsanların asansör kullanımını çok daha efektif duruma getirebilmek için bulanık (fuzzy) kontrollü sistemler geliştirilmektedir [47]. Çoklu kabin kontrolü amacıyla kontrol sistemleri arasında yerel alan ağı (Local Area Network-LAN) kullanımı da yararlanılan yöntemlerdendir [48].

Esas olarak gerçek zamanlı sistemler, görevlerin, tespit edilen bir süre içinde icra edildiği sistemlerdir. Bahse konu sistemler olay güdümlü olarak çalışan sistemler şeklinde de tanımlanmaktadır. Bu sistemlerde yaşanan zorluk ise bütün taleplerin yerine getirilmesinde meydana gelen gecikmelerdir [49].

Gerçek zamanlı sistemler elektronik denetleyicilerle kontrol edilmektedirler. Bundan dolayı mikrodenetleyiciler ya da PLC denetleyicilerin asansör sistemlerinde geniş kullanım alanı vardır. Sistemde bulunan kontrol edilmesi gereken ünitelerin çok sayıda olması ve bazı uygulamalar açısından gereken zaman kısıtlamaları, asansör sistemleri gibi sistemlerde gerçek zamanlı işletim sistemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir [50].

Asansör kontrol sistemlerinde göz önüne alınması gerekli olan başka bir konu ise sistemin diğer asansörler ile ve merkezi bilgisayar ile iletişim kurabilecek olanağa sahip olmasıdır. Bu durum bütün sistemin tek bir merkezden olacak şekilde yönetilmesine ve denetlenmesine imkân sağlar. Asansör sistemlerinin gerçek zamanlı sistemler olması nedeniyle, yerel alan ağı (LAN) kullanmaktan ziyade gerçek zamanlı sistemleri destekleyen endüstriyel haberleşme protokolünden faydalanılması gereklidir [50].

Kontrol ağları, muhtelif endüstri çalışmalarında başarı ile kullanılmakta ve bu sistemden günümüzde fabrika ve bina otomasyonu uygulamalarında sıklıkla

yararlanılmaktadır. Son zamanlarda, otomasyon ve dağıtık kontrol teknolojilerinde yaşanan süratli gelişmenin de etkisiyle, farklı kontrol cihazları bulunan muhtelif kontrol ağları tüm dünyada giderek yaygın biçimde kullanılmaktadır [51]. Bu sistemlerin bina dâhilinde kullanımına Yangın Denetleme Sistemi ve asansörler örnek olarak verilebilir [52].

3. ASANSÖR HALATLARININ SEÇİMİ VE BAKIMI

3.1. Asansör Halatlarının Seçimi

Asansör halatları seçilirken yapılan bir takım hesaplamalardan yararlanır. Öncelikle tek bir halat üzerinde meydana gelen azami çekme kuvveti hesaplanır. Hesaplanan bu değer, asansör sürati ve kullanım biçimi göz önüne alınarak seçilen bir emniyet katsayısıyla çarpılır ve ortaya çıkan değere bağlı olarak halat tablosundan teorik kopma yüküne göre gerekli olan halat çapı seçilir. Nihai olarak seçilen halatın istenen emniyet değerini sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir. Asansör halatlarında meydana gelen toplam çekme kuvveti aşağıdaki biçimde hesaplanır [16];

$$\sum S_{max} = \left(\frac{Q+K}{i} + G_H \right) \left(1 + \frac{b}{g} \right) \text{ [kg]} \quad (7)$$

Buna bağlı olarak tek bir halat üzerinde oluşan kuvvet aşağıdaki formülde olduğu gibi hesaplanır;

$$S_{max} = \frac{\sum S_{max}}{n} \text{ [kg]} \quad (8)$$

Halatın kopma kuvvetinin hesabı ise aşağıdaki formülde olduğu gibi hesaplanır;

$$S_B = S_{max} \cdot k \text{ [kg]} \quad (9)$$

Halatların kopma kuvveti, tablolarda verilmiş olan teorik kopma kuvveti (Ft) ile karşılaştırılır ve buna göre en uygun halat çapı seçilir. Seçilen halatın işletme durumuna bağlı olarak emniyet katsayısı aşağıdaki formülde olduğu şekilde kontrol edilir;

$$k = \frac{F_i}{S_{max}} \quad (10)$$

Yukarıda verilen formüllerde kullanılan;

- Q : Taşınan yük [kg]
- K : Boş kabinin ağırlığı [kg]
- G_H : Halat ağırlığı [kg]
- i : Halatlama faktörü
- b : Kabinin ivmesi [m/s^2]
- g : Yerçekimi ivmesi [m/s^2]
- n : Halat adedi
- k : Emniyet katsayısı 'dır.

Halat kopmasına karşı emniyet katsayısının (k) alt değerleri EN 81 standardı ile tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak emniyet katsayısı (k);

- i. İki halatlı tahrik kasnağı için asgari 16 alınmalı,
- ii. İki'den daha fazla tahrik kasnağı ve tamburlar için ise asgari 12 alınmalıdır.

Yüksek binalarda kullanılmakta olan asansörler için çelik tel halatların uzama yönünden de kontrol edilmesi gereklidir. Meydana gelen yüklemeler neticesinde halatta elastik uzamalar meydana gelmesi kaçınılmaz durumdadır. Fakat bahse konu uzamaların belirli sınırlar içerisinde kalıp kalmadığı tespit edilmelidir. Buna bağlı olarak toplam uzama miktarı aşağıda verilen formülde olduğu gibi hesaplanır;

$$\Delta L = \frac{S_{max} \cdot L}{E \cdot A} \text{ [mm]} \quad (11)$$

Bu formülde; L halatın boyunu, E halatın elastiklik modülünü, A ise tel halatın metalik kesit alanını ifade etmektedir.

İzin verilen uzama değerleri ise;

- i. Hafif yüklü halatlar için % 0,25,
- ii. Normal yüklü halatlar için % 0,50,
- iii. Ağır yüklü halatlar için % 1,00 olmalıdır.

Tüm bu verilerle gerekli olan halat çapı ilgili tablolardan seçilebilmektedir. Bahse konu tablolar TS EN 12385-5 standardında asansörler için kullanılan halat çeşitlerine göre verilmiştir. Tablo 11’de TS EN 12385-5’te 8x19 Lif özlü halatlar ve 6x19 Lif özlü halatlar için verilen bilgiler ve seçim kriterleri gösterilmektedir. TS EN 12385-5 standardında en küçük kopma kuvvetini (F_{min}) aşağıda verilen formülde olduğu gibi hesaplanır;

$$F_{min} = \frac{K \cdot d^2 \cdot R_f}{1000} \text{ [kN]} \quad (12)$$

Yukarıdaki formülde;

- d : Halat anma çapı [mm]
- R_f : Tek mukavemetli halatlarda halat mukavemet sınıfı alınmalı, çift mukavemetli halatlarda ise R_{dt} değeri alınmalıdır. [N / mm]
- K : Verilen halat mukavemet sınıfı için amprik kopma kuvveti faktörünü ifade etmektedir.

Tablo 11. R_{dt} Değerleri [39]

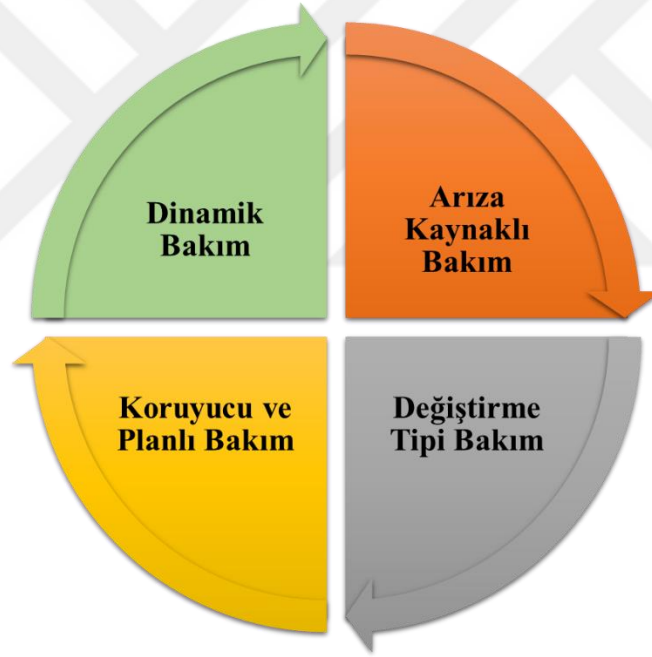
Halat Mukavemet Sınıfı	Sınıf / Konstrüksiyon	R_{dt}
1180/1770	Lif özlü 6x19 ve 8x19	1370
1370/1770	Lif özlü 6x19, 8x19 ve 6x36	1500
1370/1770	Çelik özlü 8x19	1570
1370/1770	Çelik özlü 8x19	1670

3.1. Asansör Halatlarının Bakımı

Asansörler için uygulanan bakımın maksadı, asansörlerin performans ve güvenilirliğini sağlanmasıdır. Diğer taraftan sistemin düzenli halde çalışması ve verimliliğinin sağlanması, arızaları önleyecek seviyede emniyetli şekilde çalıştırılması ve işletme kayıplarının asgari düzeye indirilmesi de bakımların maksadı

olarak ifade edilebilir. Bu maksatla asansör bakım ve onarım tesislerinde aşağıda ve Şekil 32’de özetlenen bakım yöntem ve tekniklerinden istifade edilir [41];

- i. Asansör donanım ve elemanlarının yeterli düzeyde ve uygun bir biçimde sürdürülmesi amacıyla yapılan koruyucu ve planlı bakım,
- ii. Asansör donanım ve elemanlarının tekrardan eski çalışma şartlarına getirilmesini sağlayan arıza kaynaklı bakım,
- iii. Asansör donanım ve elemanlarını aşınması durumunda ya da güvenli ve uygun çalışma yeteneğini kaybetmesi halinde icra edilen değiştirme şeklindeki bakım,
- iv. Asansör donanımın uzaktan izleme yöntemi ile bilgisayar ve ağlar vasıtasıyla daimi olarak kontrol edildiği dinamik bakım.



Şekil 32. Asansör Bakım Türleri

Asansör halatlarının bakımında ise bilhassa koruyucu ve planlı bakım kapsamına girmekte, halatların servis dışına alınmaları ise değiştirme tipi bakım kapsamında değerlendirilmektedir. Koruyucu ve planlı bakım işlemlerinde bakım ekibi tarafından muayene ve servis hizmetleri yapılır. Bahse konu muayene çoğunlukla yakın gelecekte üzerinde tamir ve bakım yapılması öngörülen

elemanların tespiti amacıyla düzenli aralıklarla elle ve gözle icra edilen bakım işlemleridir.

Bakım ve muayene esnasında asansörün kısa süreli şekilde hizmet dışında kalması gibi zararlara oluşabilmektedir, ancak, bahse konu muayene ve bakımlar sayesinde uzun vade içerisinde ele alındığında arıza nedeni ile meydana gelmesi muhtemel daha büyük kayıpların asgari düzeye indirilmesine katkıda bulunulur. Bundan dolayı muayene ve bakım işlemleri esnasında halatlarda kopuk tellerin oluşup oluşmadığının ve tellerin aşınıp aşınmadığının mutlak surette kontrol edilmesi gereklidir [41].

Servis hizmetleri kapsamında rutin temizlik, yağlama ve ayar işlemleri yapılır ve bu işlemler muhtemel arızaları engeller ya da geciktirir. Standartlar asansörün yağlanması gerekli olan parça ve kısımlarını göstermektedir. Üretici firma tarafından yayımlanan asansör yönergesinde ifade edildiği biçimde ve yönergede özellikle belirtilen koruyucu yağ türü kullanılarak bahse konu yağlama bakımının yapılması gereklidir.

Asansör halatlarının bakımında göz önünde bulundurulması gerekli olan bir takım pratik noktalar aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir [16];


- i. Asansör halatlarında tellenme, deformasyon, parlama vb. durumlar bulunmamalıdır.
- ii. Halat gerginliği hususunda halat boylarının makul, uygun ve eşit uzunlukta bulunup bulunmadığına, gerginliklerinin ayarlı olmasına, dengeli yüklenmiş olması durumlarına dikkat edilmelidir.
- iii. Halatların yağlanmasında halatların aşırı yağlı veya bütünüyle yağsız olmaması gibi hususlara da dikkat edilmelidir.
- iv. Diğer taraftan halatların uzunluklarının ayarlanmasında faydalanılan tertibatın, ayarı müteakip kendiliğinden gevşemeyecek bir yapıya sahip olması gerekir.

Halatları kullanan tüm kullanıcıların, standartlara uygun olarak seçilmiş ve üretilmiş halatlara; ambalajlama, taşıma, montaj, kullanım ve bakım aşamalarında gerekli olan özen ve titizliği göstermeleri gereklidir. Aksi takdirde halatlarda aşınmalar meydana gelecek ve halat ömrü kısılacaktır. Aşağıdaki hususlar halatların aşınmasına neden olabilmektedir [9];

- i. Uygun halat seçiminin yapılamaması,
- ii. Hatalı sarım,
- iii. Uygun olmayan yağlama ve depolama,
- iv. Düşümlenme,
- v. Yüksek ısıya maruz kalma,
- vi. Tozlanma, korozyon veya aşınma,
- vii. Hatalı makara ya da tambur çapı seçimi,
- viii. Ezilme,
- ix. Elektrik akımına maruz kalma

Asansör halatlarında meydana gelen aşınma ve bozulmalar taşıma, montaj ya da kullanım esnasında ortaya çıkabilmektedir. Kullanımdan dolayı ya da eskime neticesinde bağlantı yerlerinde kopuk teller meydana gelebilir. Kullanım esnasında bölgesel ezilmeler, ani yükün kalkması, ani yükleme, kasnaktaki binmeler neticesinde ezilmeler; ağır, hafif yük dengesizliği nedeni ile kordonlarda oluşan sarılma bozukluğu; halatların üst üste binmesi nedeniyle halat yassılaşması gibi deformasyonlar meydana gelebilir. Kordonlarda uzamalar, ani burulma neticesinde ya da aşırı yükün ani kalması neticesinde “kuş kafesi” adı verilen bozulma tipi de oluşabilir. Burada ifade edilen tüm aşınma ve bozulmalardan kaynaklı halat arızaları Tablo 11’de özet olarak verilmiştir [40].

Tablo 12. Asansör halatlarının kullanımında meydana gelebilen arıza örnekleri.
[40]

Halat Resmi	Meydana Gelen Arıza	Arızanın Nedeni
	Aşırı derecede aşınma meydana gelmesi	Bağlantılarda düzensizlik, makaraların düzgün ayarlanmaması, yivlerde sıkışma, aşındırıcı maddeler vb. sonucunda meydana gelebilmektedir
	Kopuk Tellerin oluşması	Yüzey aşınması, aşırı yüklemeye karşı özde bozulma, aşırı titreşim, küçük makara çapı, makara ya da tamburlarda kırılma, aşırı halat hızı vb. sonucunda meydana gelebilmektedir.
	Kuş kafesi oluşumu	Aşırı yükün aniden kalkması vb. sonucunda oluşabilmektedir.
	Kordonların kayması	
	Bağlantı yerlerinde kopuk teller	
	Halat çapında azalma	Aşırı aşınma, içte veya dışta korozyon, aşırı yükleme vb. sonucunda oluşmaktadır.
	Tellerde kopma ya da liflenme	
	Halat yanında aşınma	
	Aşırı gerilme	Gevşek halata ani yük binmesi, ani hareket, yükün ani olarak durdurulması vb sonucunda meydana gelebilmektedir

SONUÇ

Çelik halatlar günümüzde bir çok farklı alanda kullanıldığı yapılan bu çalışmada görülmektedir. Kullanım alanına göre çelik halatların özelliklerinin değiştiği ve kullanılacak ortam ve yapılacak işin mahiyetine göre bir takım özelliklere sahip olması gerektiği bilinmektedir. Özellikle kaldırma ve güç iletimi alanında kullanılan bu halatların vinçlerde, telesiyej sistemlerinde, denizcilik ve balıkçılık alanlarında, madencilik işlerinde ve asansörler başta olmak üzere bir çok alanda kullanıldığı görülmektedir.

Çelik halatların kullanım alanına göre bir takım özelliklere de sahip olması gerekmektedir. Örneğin denizcilikte kullanılan halatların neme ve korozyona karşı daha dayanıklı olması ve bakımının da bu durum göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir. Asansörler kullanılan halatlarında belirli bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Özellikle asansörlerde kullanılan halatlarda aşınma dayanımı, yorulma dayanımı, sinir bulunmaması ve uygun preforme özelliklere haiz olma oldukça önem taşır. Çünkü asansör halatları asansörlerde can emniyetinin sağlanması açısından en önemli parça olarak ön plana çıkmaktadır. Bu kapsam da asansörlerde öncelikle;

- i. Warrington, Seale ya da Filler kompozisyona sahip
- ii. Aynı adımlı,
- iii. Lif özlü ve paralel telli

halatların tercih edildiği görülmektedir. Buna göre asansörlerde tercih edilen halat kompozisyonlarının ;

- i. 8x19 Warrington,
- ii. 8x19 Seale,
- iii. 8x19 Filler,
- iv. 6x19 Filler,
- v. 6x19 Seale

olduğu görülmektedir. Dış telleri kalın olan ve kendileri esnek olan bahse konu halatlarda aşınma dayanım seviyesi iyi durumdadır. Asansörlerde kullanılan

halatların yağlanması, kullanıldıkları dönemlerde sık sık kontrol edilmesi ve kontrollerin de kayıt altına alınması gerekmektedir.

Halatların kullanım ömrü çelik halatlar açısından çok önemli bir faktördür. Çelik halatların ömrünün hesaplanması ve servis dışına doğru zamanda bırakılması gerek can güvenliği ve gerekse işletmelerin etkinliği ve verimliliği açısından önem arz etmektedir. Bu kapsamda bu çalışmada çelik halatların ömrünü etkileyen faktörler ortaya konmuş ve literatürde çelik halatların ömür kestirimi konusunda ortaya konan metotlar da açıklanmıştır. Bu kapsamda halatların ömrüne etki eden faktörler olarak;

- i. Çekme Yüğü ve Çap Oranı (D/d),
- ii. Eğilme,
- iii. Tel Anma Mukavemeti,
- iv. Halat Yuvası Şekli,
- v. Halat Yuvası Malzemesi,
- vi. Halat Çapı,
- vii. Halat Teli Kalınlığı,
- viii. Halat Türü,
- ix. Yağlama, İşletmede Tekrar Yağlama,
- x. Korozyon,
- xi. Halat Sarılma Açısı,
- xii. Halatın Kenar Sapması,
- xiii. Halat Özü,
- xiv. Sapma Açısının

ön plana çıktığı görülmüştür.

Literatürde çelik halatların teorik ömür kestirimi metotları incelenmiş ve Dr.Feyrer'in teorik halat ömür kestirimi formülleri açıklanmıştır. Özellikle Dr. Feyrer'in, yapmış olduğu çok sayıda eğilme yorulması testlerinin sonuçları, deneysel olarak belirlediği halat kopma ömrü ve kullanım dışı bırakma ömrü değerlerini kullanarak, teorik olarak halat ömrünün kestirilebilmesi amacıyla, ortaya koyduğu denklemler incelenmiştir.

Çalışmada yeni nesil asansörler kullanılan teknolojiler konusu da incelenmiş ve bahse konu asansörler kapsamında yapılan yenilikler ve kullanılan kontrol ve güvenlik sistemleri açıklanmıştır. Bu kapsamda yeni nesil asansörler kullanılan fren sistemleri, haberleşme sistemleri ve internet tabanlı teknolojiler açıklanmıştır. Bu kapsamda yeni nesil asansörlerde;

- i. Fren sistemi olarak paraşüt fren sistemi kullanıldığı,
- ii. Kontrol sistemlerinde ise kat sayılarının artmasına paralel olarak seri bağlantılı sistemler kullanıldığı ve
- iii. İnternet tabanlı teknolojiler kapsamında çoklu kabin kontrolü amacıyla kontrol sistemleri arasında yerel alan ağından faydalanıldığı,
- iv. Kabin kontrol algoritmalarında ise bulanık (fuzzy) kontrollü sistemlerin geliştirildiği

Görülmüştür. Özellikle emniyet açısından katı gerçek zamanlı bir sistem olması nedeniyle haberleşme ve kontrol sistemlerinde gecikme olmadan komutların iletilmesinin önem taşıdığı görülmüştür. Bu nedenle haberleşmede kopukluk yaşanabilecek yerel alan ağından ziyade gerçek zamanlı sistemleri destekleyen endüstriyel haberleşme protokolünden faydalanılmasının önem arz ettiği görülmüştür.

Ayrıca asansör halatlarının seçiminde kullanılan formüller incelenmiş, asansörün özelliklerine uygun halatın seçimi açıklanmıştır. Diğer taraftan halat ömrünün en etkin şekilde kullanılması için yapılması gereken bakım çeşitleri ortaya konmuştur.

KAYNAKÇA

- [1] Onur, Y.A. (2010). Halat Ömrüne Etki Eden Parametrelerin Teorik Ve Deneysel Olarak İncelenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- [2] Bartels, J. R., McKewan, W. M. ve Miscoe, A. J., 1992. Bending fatigue tests 2 and 3 on 2-Inch 6 x 25 fiber core wire rope, US Department of the Interior, Bureau of Mines Report of Investigations, RI-9429, Pittsburgh, PA.
- [3] Chaplin, C. R. ve Potts, A. E., 1991. Wire rope offshore- a critical review of wire rope endurance research affecting offshore applications, Health & Safety Executive, Offshore Technology Report, OTH 91 341, London.[4] Verreet, R., 1998. Calculating the service life of running steel wire ropes, Casar Drahtseilwerk Saar GmbH Internal Report, Kirkel, Germany.
- [4] <http://www.surumasansor.com/hizmet/1/imalat-ve-montaj.html>
- [5] Gibson, P. T., 2001. Chapter 8: Operational characteristics of ropes and cables, Handbook of Oceanographic Winch, Wire and Cable Technology, USA.
- [6] Torkar, M. ve Arzensek, B., 2002. Failure of crane wire rope, Journal of Engineering Failure Analysis, Vol. 9, pp. 227-233.
- [7] Schönherr, S., 2005. Influence of the fleet angle on the service life of wire ropes running over sheaves, PhD thesis, Stuttgart University, Germany.
- [8] Feyrer, K., 2007. Wire ropes: tension, endurance, reliability, Springer Berlin Heidelberg New York.
- [9] http://www.hausmanasansor.com.tr/neden_modernizasyon-TR-92--3.html
- [10] http://ustaenerji.com/?page_id=737.
- [11] İmrak C. E. (2007). Asansör Halatlarının Yapıları ve EN-81 Standardı'na Göre Hesap Esasları, Asansör Dergisi Sayı: 80.

- [12] <https://mobile.donanimhaber.com/brushless-dc-motor-tam-olarak-nedir--18164117>
- [13] Cürgül, İ., 1995. Transport tekniği cilt I, Kocaeli Üniversitesi Yayınları, İzmit.
- [14] Demirsoy, M., 1991. Transport tekniği-kaldırma makinaları cilt I, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [15] Costello, G. A. (1997). Theory of wire rope. Springer Science & Business Media.
- [16] Kurt, S. ve Azeloğlu, O. (2006). Asansörlerde Kullanılan Çelik Tel Halatlar, Seçim ve Bakım Yöntemleri. Asansör Sempozyumu 2006, TÜRKİYE, Nisan.
- [17] Usha Martin (t.y.). Wire Rope Handbook. Usha Martin Limited. www.ushamartin.com.
- [18] İmrak, C. E. ve Gerdemeli, İ., (2000), Asansörler ve Yürüyen Merdivenler, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [19] Salman, Ö. (2010). Taşıyıcı Halatların Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- [20] Cookes Limited, 2007. Wire rope handbook, Auckland, New Zealand.
- [21] Hardin, John-Michael., 1998. On Path Independence of Axially Loaded Wire Rope Strands, PdD Thesis, University of Illinois, Urbana-Champaign.
- [22] www.inventionfactory.com
- [23] Yılmaz, M. 2007. Taşıyıcı Sistem Çelik Halatları ve Madencilik Sektöründeki Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi. Fen bilimleri Enstitüsü. Eskişehir.
- [24] Yardibi, Erkan, 2000. Eksenel Yüklü eğilmeye Maruz Tel Halatlarda Oluşan Tel Gerilmelerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Makine Fakültesi, İstanbul.

- [25] Engineering and Design - Wire Rope Selection Criteria For Gate-Operating Devices, U.S. Army Manual.
- [26] Global Çelik, (t.y.). <http://www.globalcelik.com/kullanim-yerlerine-gore-halatlar>.
- [27] Çelik Halat, (1999). Çelik Halat ve Tel Sanayi A.Ş., Çelik halat ürün kataloğu, İzmir.
- [28] MEGEP 2016. Halatlar ve Halat İşleri. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- [29] Janovsky, L. 1999. Elevator Mechanical Design Third Edition, Elevator World, Inc., U.S.
- [30] Onur, Y. A. 2012. Halat Ömrüne Etki Eden Parametrelerin İrdelenmesi. Asansör Sempozyumu 2012, İzmir.
- [31] Verreet, R., 2002. Steel wire ropes for cranes- problems and solutions, *Casar Drahtseilwerk Saar Gmbh Internal Report*, Kirkel, Germany.
- [32] Ernst, H., 1973. Kaldırma makinaları, Fon Matbaası, Ankara.
- [33] Verreet, R., 2004. Inspection of steel wire ropes, *Casar Drahtseilwerk Saar Gmbh Internal Report*, Kirkel, Germany.
- [34] Verreet, R., 1998. Calculating the service life of running steel wire ropes, *Casar Drahtseilwerk Saar Gmbh Internal Report*, Kirkel, Germany.
- [35] Turner, J. E. ve Barnes, C., 2002. Lubrication basics for wire ropes, *Machinery Lubrication Magazine*, Vol. 4.
- [36] TS ISO 4309, 1999. Vinçler-Tel Halatlar-Muayene ve Hizmet Dışı Bırakma İçin Uygulama Kuralları, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- [37] TS EN 12385-3, 2005. Çelik Tel Halatlar-Güvenlik-Bölüm 3: Kullanım ve Bakım Bilgileri, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- [38] <http://imarpanosu.com/asansor-periyodik-kontrolleri-icin-teblig-resmi-gazetede/>

- [39] TS EN 12385-5, (2005), "Asansörler için Halatlar", TSE, Ankara.
- [40] The Guide to Elevating: A Comprehensive Self-Teach Course on Elevating V.2, Maintenance.
- [41] Tutsak, M. 2011. Asansör Halatlarının Bakım ve Yağlanması. TMMOB EMO Ankara Şubesi Haber Bülteni 2011/5.
- [42] Kan, İ.G., 1997. Asansör Tekniği Cilt 2, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [43] Schwedt, H., Benczek, G., 2001. "Mechatronic for Elevator Installers and Drive Technicians", Lift Report, Sayı: 6, Kasım/Aralık, s. 94 - 96.
- [44] Strakosch, G.R., 1982. Vertical Transportation : Elevators and Escalators, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York.
- [45] Özdemir, A. 2014. Asansör Haberleşme Sistemlerinde CANBUS Hata Tolerans Modu Kullanımı. Asansör Sempozyumu 25-27 Eylül 2014, İzmir.
- [46] Choi, B.W., Jang, K.B., Kim, C.H., Wang, K.S., Kang, K.C. 1999. Development of Software for the Hard Real-Time Controller Using Featureoriented Reuse Method and CASE Tools, Proceedings of the 1999 IEEE International Symposium on Computer Aided Control System Design, Kohala Coast, HI, A.B.D., 126-131.
- [47] Kim, C.B., Kyoung A. S., Hyung, L. K., Jeong, O. K., Yong B. L. 1995. A Fuzzy Approach to Elevator Group Control System, IEEE Transactions on Systems, 25 (6), 985-990.
- [48] Bertran F. K., Venkataramna S. P., Christopher P. S. 1995. Local Area Network Between an Elevator system Building Controller, Group Controller and Car Controller, Using redundant Communcation Links, ,US Patent, No:5387769.
- [49]. Hong,K. S. Leung, J. Y-T. 1992, On-line Scheduling of Real-Time Tasks, IEEE Trans. Comp., 41,(10), 1326-1331
- [50] Kutlu, A. ve Görgülü, Y.E. 2009. RTX51 ile Asansör Otomasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13-2,193-200.

[51] Hur, S., Kim, D., Park, G. 2006. Building Automation System via LonWorks and Linux Based Personal Computer. Automation in Construction, 15 (4), 522-530.

[52] Lee, K. C., Lee, H. 2004. Network-Based Fire-Detection System via Controller Area Network for Smart Home Automation. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 50 (4), 1093-1100.

[53] Kan, İ. G., 2004, Asansör tekniği, Birsen Yayınevi.



ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında Çorlu'da doğdum. İlköğrenimimi Mükerrerem Ali Kayan ilkokulunda ve lise öğrenimimi Mimar Sinan Lisesinde tamamladım.2011 yılında Beykent Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde Lisans öğrenimine başladım. 2015 yılında "Binalarda Isı Yalıtımı" hakkında yaptığım bitirme ödevi projesiyle mezun oldum. Aynı yıl Beykent Üniversitesi, Fen Bilimleri, Makine Mühendisliği programında yüksek lisans öğrenimime başladım. 2016 yılında Royalcert Belgelendirme ve Gözetim Hizmetleri A.Ş. firmasında Asansör ve Yürüyen Merdiven Muayene Mühendisi olarak göreve başladım. 2017 yılında ise firmamı Çorlu Plus Asansör Ltd. Şti.'ni kurdum. 2018 Yılında Yüksek Lisans öğrenimimi tamamladım.

Can FİLİZ