

HALAT ÖMRÜNE ETKİ EDEN PARAMETRELERİN İRDELENMESİ

Yusuf Aytaç ONUR

Bülent Ecevit Üniversitesi
aytaconur@hotmail.com

ÖZET

Çelik tel halatlar, kaldırma ve iletim makinelerinin en yüksek derecede zorlanan önemli elemanlarından birisidir. Değişik çalışma şartları, çeşitli tipte halatların yapımını zorunlu kılmaktadır. Halatlardan beklenen ömür sürelerince görevlerini emniyetli bir şekilde yapabilmeleri için işletme şartlarına en uygun halatın kullanılması ve halat ömrüne etki eden faktörlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, halat ömrüne etki eden faktörler irdelenmiştir.

1. GİRİŞ

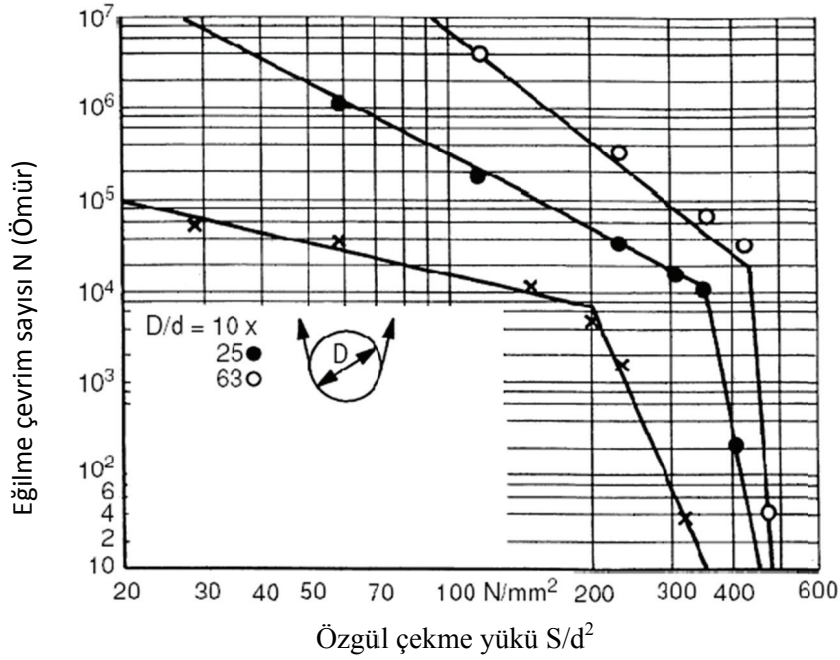
Çelik tel halatlar, kaldırma ve iletim makinelerinin en yüksek derecede zorlanan önemli elemanlarından birisidir. Halatlardan beklenen ömür sürelerince görevlerini emniyetli bir şekilde yapabilmeleri için işletme şartlarına en uygun halatın kullanılması ve halat ömrüne etki eden faktörlerin bilinmesi gerekmektedir. Böylelikle hem halat imalatı sırasında hem de halatların çalıştırılması sırasında halatların işletmeden alınma sürelerinin azalmasının nedenleri imalatçı, kullanıcı veya operatör tarafından bilinmesi sağlanacaktır. Ayrıca, düzgün ve emniyetli bir çalışmanın sürdürülebilmesi için halat periyodik bakım ve kontrollerinin zamanında yapılması ve halatın kopmadan önce değiştirilme kriterlerinin bilinmesi gerekmektedir. Mevcut koşullara göre halat davranışları ancak deney yapılarak tayin edilebilir [1].

2. HALAT ÖMRÜNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Halatlar, büyük bir uygulama alanı bulduğu vinçler, madencilik uygulamaları, teleferikler ve asansörlerde olduğu gibi yüklerin kaldırılıp indirilmesi işlemini yaparken, makaralar üzerine sarılıp boşalırlar. Bu esnada, halatlar, düz halden eğri hale gelmekte ve yük indirilirken de eğri halden doğru hale gelmektedir. Yani, halatlar, tekrarlı bir eğilme hareketi nedeniyle yorulmaya maruz kalırlar. Bu tip yorulmaya literatürde makara üzerinde eğilme nedeniyle oluşan yorulma (Bending over Sheave (BoS) Fatigue) denmektedir. Bu tip yorulma, makaralarla birlikte çalışan halat uygulamaları için özeldir. Yük sabit olmasına rağmen, halatın hareketinden kaynaklanan tekrarlı bir eğilmenin varlığı, halatın sonlu bir ömre sahip olmasına neden olmaktadır. Bu bölümde, makaralar ile birlikte çalışan halatların çalışma ömrüne etki eden faktörler, daha önce yapılan deneysel çalışmaların da sonuçlarından yararlanılarak ve halatların çalışmaları sırasında meydana gelen hasarlar (aşınma, dış, iç tel kırılmaları vs.) göz önüne alınmaksızın anlatılmıştır.

2.1 ÇEKME YÜKÜ VE ÇAP ORANI (D/d)

Halat ömrüne etki eden en önemli parametrelerin başında çekme yükü (S) ve D/d (makara çapının halat çapına oranı) oranı gelmektedir. Bir halatın ömrü, uygulanan çekme yükünün karesi ile ters orantılıdır. Ayrıca D/d oranının artmasıyla halat ömrü artmaktadır. Bu nedenle, optimum bir makara ve halat çapı, istenen ömür süreleri göz önünde tutularak seçilmelidir. Yazar [2], yaptığı çalışmalarda çekme yükü ile D/d oranının halat ömrüne etkisini tek bir şekilde gösterecek tarzda ifade etmiştir. Şekil 1'de 16 mm çapında anma dayanımı 1650 N/mm² olan 8x25 Filler bir halat için elde edilmiş halat ömrünün D/d çap oranı ve özgül çekme yükü (S/d²) ile ilişkisi gösterilmektedir.



Şekil 1. Bir Filler halat ömrünün D/d oranı ve S/d² oranı ile değişimi [2].

Şekil 1'de çekme yükü yerine özgül çekme yükü ifadesi kullanılmıştır. Bunun nedeni yazar [2], halat ömrünün D/d çap oranı ve çekme yükünün değişimiyle ne oranda değiştiğinin tespitini deney yapmaksızın yaklaşık olarak kestirebilmek için oluşturduğu eşitlikte çekme yükünü özgül çekme yükü olarak göz önünde bulundurulduğunda geçerli sonuçlara ulaştığını düşündüğü için kullanmıştır. Şekil 1'de görüldüğü gibi sabit özgül çekme yükünde D/d çap oranı artmasıyla halat ömrü artmakta ve özgül çekme yükünün artmasıyla aynı D/d çap oranı için halat ömrü azalmaktadır. Bu azalma kendini belli bir özgül çekme yükü değerinden sonra şiddetle kendini göstermektedir. Bu durum özgül çekme yükünün sınır değerini vermektedir [2]. Çizelge 1'de halat kompozisyonuna göre önerilen ve minimum D/d çap oranları verilmiştir [3].

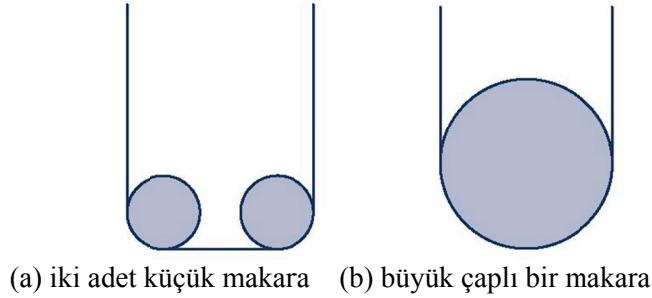
Çizelge 1. Halat kompozisyonuna göre önerilen D/d çap oranları [3].

Kompozisyon	Önerilen D/d çap oranı	Minimum D/d çap oranı
6 x 7	72	42
19 x 7 veya 18 x 7 dönme dirençli	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

2.2 EĞİLME

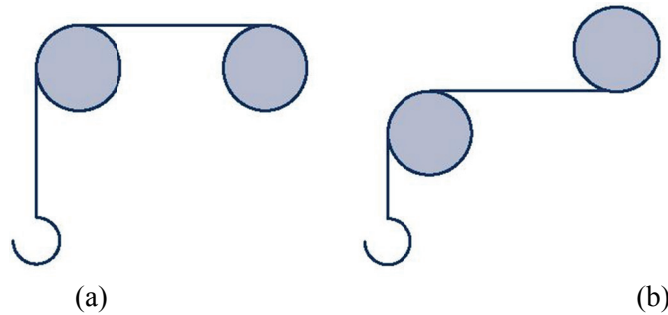
Halatın düz konumdan eğik konuma ve tekrar düz konuma gelmesindeki değişimlerin tamamına bir eğilme değişmesi denir. Bir halat parçası bir çalışma periyodu esnasında ne kadar çok eğilme değişmesi ile etkilenirse ömrü o kadar azalır [4].

Sıklıkla, halatlar gereksiz eğilme yorulmasına maruzdurlar. Bir örnek olarak aynı koşullar altında sadece kren bloğu farklı olan iki sistemin yorulma ömrünü karşılaştırdığımızda, Şekil 2a gösteriminde kren bloğunda iki adet küçük makara mevcuttur ve her bir kaldırma işleminde halat kren bloğundan geçerek iki kez eğilmekte, Şekil 2b gösteriminde ise büyük çaplı bir makaradan oluşmuş bir kren bloğu vardır ve halat buradan bir kez geçerek eğilmektedir. Bu durumda Şekil 2b'deki kren bloğundan geçen halatın ömrü iki katına çıkmaktadır. Ayrıca, Şekil 2b'deki kanca bloğundaki makara çapı Şekil 2a'dakilerden 2.5 kat büyük olduğu için, makara çapının artmasının da halat ömrüne etkisi göz önünde bulundurulduğunda halat ömrü Şekil 2a'ya göre 18 kat artırılması sağlanabilecektir [5]. Bu durum asansör sistemlerinde de göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 2. 2 çeşit kren bloğu örneği [5].

Makara veya tambur grubunda çalışan halatın aynı yönde veya ters yönde eğilmesi de halat ömrünü büyük ölçüde etkiler [4]. Genel olarak, bir ters yönde eğilme, halatı, düz bir eğilmeye göre 2 ila 7 kat daha fazla yormaktadır. Şekil 3a'da düz bir şekilde eğilen bir halat, Şekil 2b'deki gibi ters yönde eğilen bir halata göre 1.5 ila 4 kat arasında daha uzun ömür süreleri sağlamasına neden olmaktadır. Sonuç olarak ters yönde eğilen bir halatın işletme ömrü makara çaplarının artırılmasıyla veya çekme yükünün azaltılmasıyla artırılabilir [5].



Şekil 3. Düz (a) ve ters yönde (b) eğilen kren blokları.

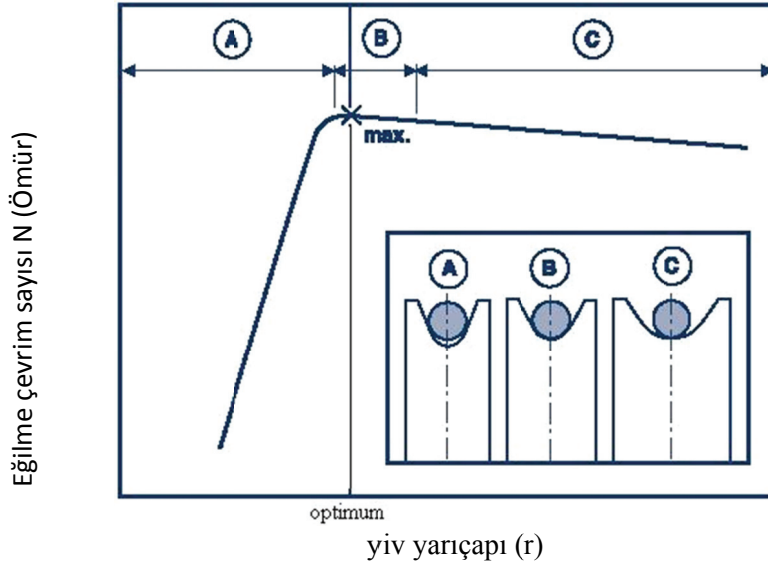
2.3 TEL ANMA MUKAVEMETİ

Aynı yük ve halat çapında tel mukavemetinin 1370 N/mm^2 den 1570 N/mm^2 ye artırılmasıyla kopmaya karşı hesapsal emniyet uygun bir şekilde büyür fakat halat ömründe artış çok azdır. Tel mukavemetinin daha da artırılması (1570 N/mm^2 den 1770 N/mm^2 ye) halinde bu hesapsal emniyetin artışı daha da çoktur. Daha yüksek tel mukavemetlerinde ise (1960 N/mm^2) halat ömrünün azaldığı tespit edilmiştir [6].

2.4 HALAT YUVASI ŞEKLİ

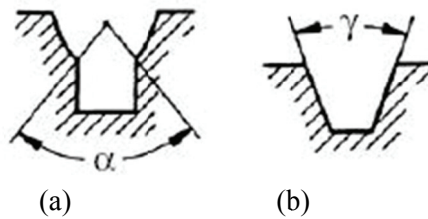
Halatın tambur veya makara yivine oturması ne kadar iyi olursa, halat ömrü de o kadar uzun olur. Yiv dibi yarıçapı (r) halat yarıçapından daha büyük olduğu takdirde halat az sayıda noktalarda yive temas edeceğinden yüzey basıncı yüksek olur ve bunun sonucu halat ezilir ve başlangıçtaki yuvarlak halat kesiti oval bir kesit şeklini alır. Yiv şekli yuvarlak halat kesitine ne kadar fazla yaklaşırsa halat zorlanmaları da o oranda azalır ve halat ömrü artar [6].

Halat ömrü r/d oranının artmasıyla düşmektedir (d, halat çapıdır). Halat ömrü, makara veya tambur yiv yarıçapının bir fonksiyonu ile değişmektedir ve en uzun halat ömrüne $r = 0.53d$ oranında erişilmektedir. Şekil 4’de yiv şeklinin yuvarlak olduğu durumdaki halat ömrünün yiv yarıçapının artmasıyla ilişkisi gösterilmektedir. Burada B, tam olarak $r = 0.53d$ oranını veren yiv dibi yarıçapı değerinde bir yiv geometrisi ifade etmektedir. A’da bu oran daha düşük C’de ise daha büyüktür. Şekil 4’den de görüldüğü gibi halat ömrü $r = 0.53d$ oranı sağlandığında en yüksektir ve yiv dibi yarıçapı bu orana göre arttıkça veya azaldıkça halat ömrü düşmektedir [7].



Şekil 4. Halat ömrünün yiv dibi yarıçapı ile değişimi [7].

Tambur veya makaralarda açılan yuvarlak yivler kama yivlerden veya tahrik kasnaklarında görülen dibi boşaltılmış yivlerden daha uygundur. Kama yivlerde kama açısı (γ) azaldıkça, dibi boşaltılmış yivlerde boşaltma açısı (α) arttıkça halatın ömrü düşer. Şekil 5a’da dibi boşaltılmış bir yiv geometrisi ve Şekil 5b’de kama yiv geometrisi gösterilmektedir [6].

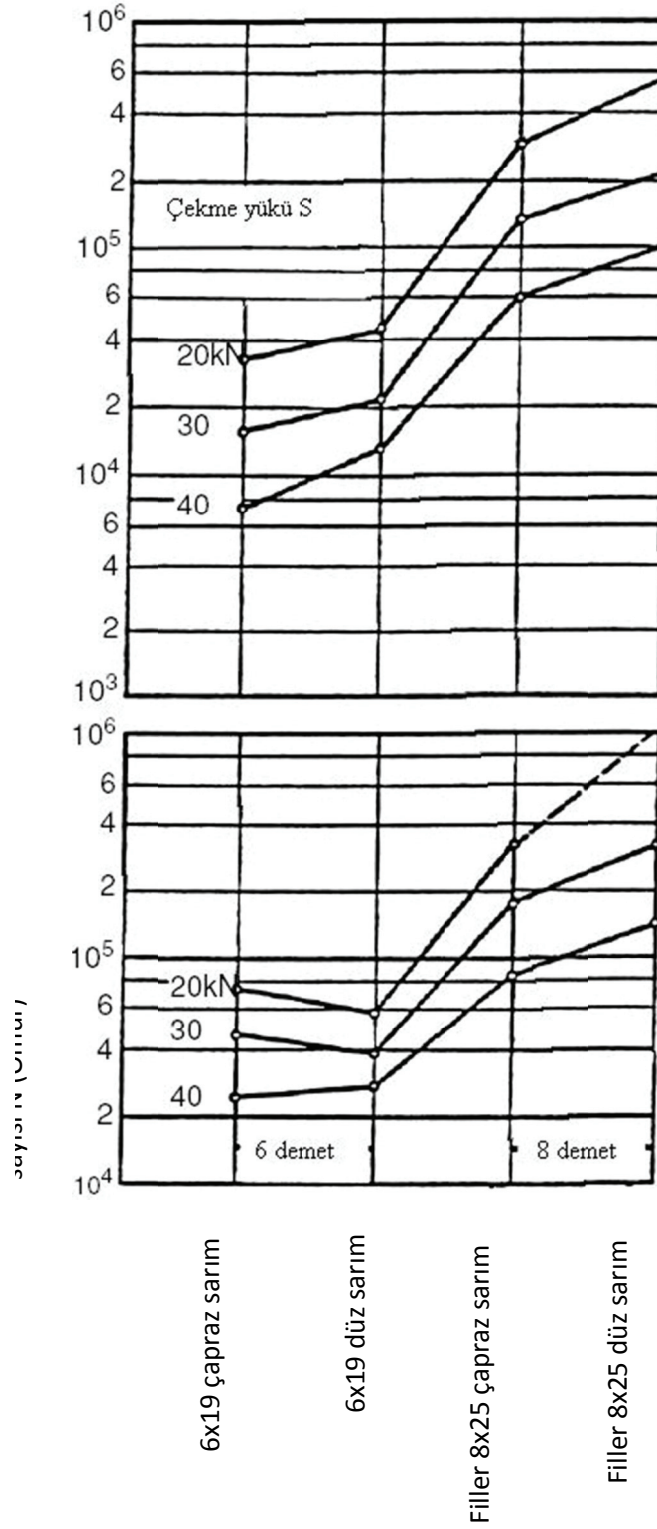


Şekil 5. Dibi boşaltılmış yiv (a) ve kama (b) yiv.

2.5 HALAT YUVASI MALZEMESİ

Genel olarak makara veya tambur ve yivleri çelik veya dökme demirden yapılırlar. Bazı durumlarda çelik yiv malzemesi sertleştirilir. Bu sertleştirme işlemi halat ömrünü düşürmez aksine artırır. Bunun nedeni aşınma nedeniyle yiv geometrisinin değişmesinin engellenmesidir [2]. Makara veya tambur yivleri yumuşak bir malzemeden (küçük elastisite modülüne sahip malzeme) yapıldığında, yine halat ömrünün arttığı tespit edilmiştir. Plastik veya dökme demir yiv malzemesinin kullanıldığı, eğilme yorulmasına maruz bir halatta ömür eğrileri yapılan karşılaştırmalı deneyler neticesinde saptanmıştır. Şekil 6’da hem plastik hem de dökme demir yiv malzemesinin kullanıldığı durumdaki halat ömür eğrileri gösterilmiştir. 4 farklı özellikteki halatların, 3 farklı çekme yükü uygulandığı durumda yapılan eğilme yorulma deneyine göre aynı özellikteki bir halat için aynı çekme yükü uygulandığında poliamid yiv malzemesinin

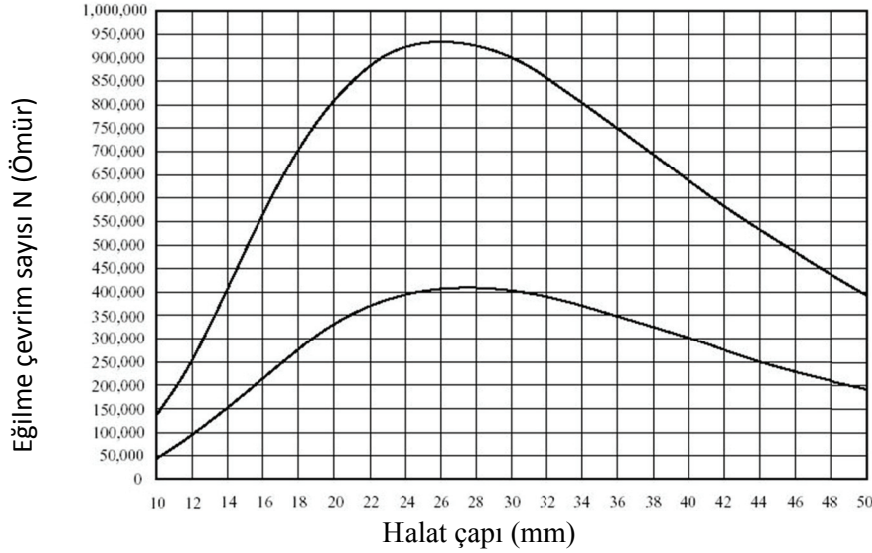
kullanılması durumunda halat ömrünün arttığı görülmektedir. Daha yumuşak (daha düşük elastisite modülü) bir poliüretan yiv malzemesi kullanılması durumunda ise bu tip malzemelere göre daha sert bir poliamid yiv malzemesine göre daha yüksek bir halat ömrü bekleme eğilimi vardır [2].



Şekil 6. Farklı yiv malzemelerinin ömre etkisi [2].

2.6 HALAT ÇAPI

Bölüm 2.1’de bahsedilen ve Şekil 4.2’de çekme yükünün etkileri incelenen halat türünü ele aldığımızda halat çapının artmasıyla halat ömrünün bir müddet arttığı fakat belli bir maksimum değerden sonra düştüğü saptanmıştır. Şekil 7’de belirli özellikteki bir halat için ifade edilen halat çapı-halat ömür ilişkisi gösterilmiştir [8].



Şekil 7. Farklı çaptaki halatların ömür grafiği [8].

Şekil 7’de üstteki eğri halatın tümünden kopması durumu göz önünde bulundurularak elde edilmiş ve alttaki eğri ise halatın işletmeden alınma kriterlerine erişme durumu göz önünde bulundurulmasıyla elde edilmiştir. Halat çapının artmasıyla halat ömrünün bir müddet arttığı fakat belli bir maksimum değerden sonra düştüğü saptanmıştır. İşte halat ömrünün maksimum olduğu halat çapına en uygun halat çapı denir. Şekil 7’de görüldüğü gibi, halat çapı 10 mm olduğunda işletmeden alınma kriteri göz önünde bulundurulduğunda halat ömrü 50000 çevrim olmaktadır. Aslına bakıldığında bu halatın sarıldığı makara vs. elemanın çapı 600 mm ve D/d çap oranı ise 60’dır. Yani çok uygun bir çap oranı mevcuttur fakat 40000 N gibi yüksek bir çekme yükünün halatta neden olduğu çekme gerilmesi göz önünde bulundurulduğunda 10 mm halat çapı çok ince kalmaktadır. Halat çapı 20 mm olduğunda halat ömrü ise alt eğri için 340000 çevrim olmakta ve bu değer 10 mm halat için tespit edilen ömür değerinin yaklaşık 7 katıdır. Elbette D/d çap oranı 30’a düşmüştür fakat halatın bu çekme yüküne dayandığı kesit alanı 4 kat artmıştır. Halat çapını yine iki kat arttırdığımızda bu sefer 40 mm halat çapı için ilave bir ömür artışı gerçekleşmemektedir. Halat ömrü 300000 çevrim olmaktadır. 20 mm halat çapındaki ömür değerine ulaşamamıştır. Bu çap emniyet faktörü göz önünde bulundurulduğunda 10 mm halat çapı kullanılması durumuna göre 16 kat emniyetlidir. Fakat bu durumda D/d çap oranı oldukça düştüğü de unutulmamalıdır. (D/d = 15) Bu tip bir halat kompozisyonu için en uygun çap 27 mm ve halat ömrü de 410000 çevrimdir [8].

2.7 HALAT TELİ KALINLIĞI

Makara veya tambura sarılan halat telinde meydana gelen teorik eğilme gerilmesi $\sigma_e = \delta.E/D$ şeklindedir. Burada δ , tel çapı, D, tambur veya makara çapı, E ise halat teli malzemesinin elastiklik modülüdür. Ancak deneyler göstermiştir ki kalın telli halat, aynı makara veya tambur çapında, ince telli halatlardan daha elverişli olmaktadır. Bu sonuca göre, ince tellerin yivde ezilme ve basınç gibi dış zorlanmalara karşı kalın tellere nazaran daha çok hassastırlar. Yiv yarıçapı büyüdükçe, yani halatın yive oturması kötüleştiğinde, kalın telli halatların üstünlüğü daha çok kendini gösterir. Orta devir sayıları ve orta tel kalınlıkları kaldırma makineleri yapımı için en uygun olanıdır [4,6].

2.8 HALAT TÜRÜ

Denemelerde ve işletmede genellikle düz sarımlı halatların çapraz sarımlı halatlardan daha üstün olduğu görülmüştür. Ancak, kama şekilli ve dibi boşaltılmış yivler bir istisna teşkil etmektedir. Çünkü bu tip yivlerde çapraz sarımlı halat düz sarımlı halattan daha iyi sonuç vermektedir. Tellerin demet dahilinde iyi ve yeteri derecede destek bulmasının önemi vardır. Bu bakımdan aynı sarım uzunluğuna sahip halatlar (paralel sarımlı halatlar) aynı sarım açılı halatlardan daha uygundur. Çünkü aynı sarım açısında aynı sarım uzunluğuna nazaran çekme gerilmesi teorik olarak bütün tellere eşit dağılsa da aynı sarım uzunluğunda bir demetin iç ve dış tel katları arasındaki tellerin çaprazlaşmasından bahsedilemez. Çünkü dış teller uzunlukları boyunca iç katların yivlerine sıkıca temas ederek otururlar. Böylece çaprazlaşma noktalarında yüksek yüzey basınçları ve yerel eğilme zorlanmaları da ortadan kalkmaktadır. Paralel sarımlı olarak imal edilen halatlar bu bakımdan aynı sarım açılı halatlardan çoğu durumda daha uzun ömürlüdür. Genellikle dönme dirençli halatlar normal halatlardan daha az ömre sahiptir [6].

Halata sarılan tellerdeki iç gerilmelerin de halatın ömrü üzerinde etkisi vardır. Bir halatın kesilmesinde bu iç gerilmeler hemen kendini gösterir. Bu durumda teller süpürge gibi hemen dışarı fırlar. Uygun imalat metotlarıyla (preforming) bu gerilmeler ortadan kaldırılırsa ileride halat içinde nasıl duracaksa o şekilde demete bir ön şekillendirme verilirse kesilme halinde halatın telleri kurtulan yay gibi dışarı fırlamaz. Bu gerilimsiz halatlar genellikle normal halatlardan daha uzun ömürlüdür [6].

2.9 YAĞLAMA, İŞLETMEDE TEKRAR YAĞLAMA

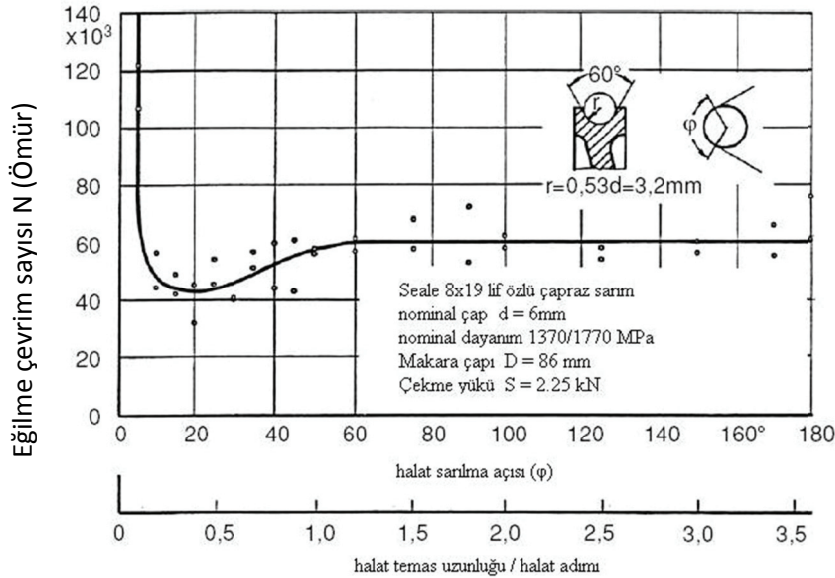
Halatların iyi bir şekilde yağlanmasının halat ömrünü arttırır. Yağlanmamış bir halatın yapılan eğilme testindeki ömrü iyi bir şekilde yağlanmış bir halatın ömrünün ancak %15-%20'sine ulaştığı tespit edilmiştir [2]. Halatlar işletme sırasında yük kaldırılırken veya indirilirken makara veya tamburlarda eğilirler. Bu nedenle halatı meydana getiren teller ve demetler birbirlerine göre göreceli hareket yaparlar. Halatlarda kullanılan yağlayıcıların görevi teller ve demetler arasındaki ve halatla makara arasındaki sürtünmeyi azaltmaktır. Bu da aşınmayı azaltır. Yağlayıcıların çok düşük oranda halatı korozyona karşı koruma özellikleri de vardır. Genel olarak yağlayıcılar nüfuz eden (penetrating) ve astar (coating) yağları olmak üzere ikiye ayrılırlar. Nüfuz eden yağlar, arkasında her bir demeti korumak ve yağlamak için kalın bir yağlayıcı film bırakan, yağlayıcıyı tel halatın özüne taşıyan ve sonrasında buharlaşan bir petrol solventi içerirler. Astar yağları ise halat yüzeyine düşük oranda nüfuz ederek halat dış kısmını nemden koruyan ve halatın, makara veya tambur ile temas ettiği bölgelerde aşınma ve sürtünmeden kaynaklı korozyonu azaltırlar. Her iki tip yağlayıcıda kullanılmaktadır. Fakat çoğu halatın çalışma sırasında içeriden hasara uğraması nedeniyle halat özünün yeteri derecede yağlandığından emin olunması gereklidir. Tel halat yağlayıcıları parafin yağı, asfalt bazlı yağ, gres, petrol yağları veya bitkisel yağlar olabilir. Tel halatlar imalat esnasında yağlanırlar. Eğer lif özlü bir halat imal edilecekse, halat özü mineral veya parafin yağı ile yağlanmalıdır. Burada halat özü emerek bir nevi depo görevi görecek ve işletmede halatın daha uzun ömürlü olmasını sağlayacaktır. Eğer çelik özlü bir halat imal edilecekse, yağlayıcı (yağ veya gres tipi) tellerin özü oluşturmak üzere sarılmasını sağlayan kalıp önünden pompalanarak tüm teller tarafından astarlanması sağlanır. Halatlarda kullanılacak yağlar alkali ve asit içermemelidir, tel yüzeyine yeterli yapışma kuvveti sağlamalıdır, tel ve demet aralarına kolaylıkla nüfuz edebilecek viskozitede olmalıdır, oksitlenme ve suya karşı dirençli olmalıdır. Normal olarak halatlar imalat sırasında yağlandığı haliyle bütün ömür süresince çalıştırılırlar. Fakat uzun ömürlü halatların işletmede tekrar yağlanmaları gereklidir. Yapılan deneysel çalışmalarda ömür süresi yaklaşık 80000 eğilmede çevrim olan bir halata test esnasında ilave olarak yağlamak ömür süresinde herhangi bir artış sağlamamaktadır. Halatın tekrar yağlanmasız ömrü yaklaşık 80000 eğilmede çevrimden fazla olduğu durumlarda bu halat için tekrar yağlamanın halat ömrünü arttırdığı tespit edilmiştir [9,2,10].

2.10 KOROZYON

Alaşımız ve alaşımlı çelik malzemelerin kullanıldığı tel halatlar özellikle deniz ve endüstriyel kirlenme olan atmosfer şartlarında korozyona uğrarlar. Korozyon hiçbir zaman istenmeyen bir olaydır ve halat ömrünü azaltır. Korozyona karşı en iyi koruyucu, tellerin galvanizlenmesidir. Korozyon sadece halatın metalik alanının azalması suretiyle kopma mukavemetinin azalması değil, başlayan gerilme kırılmalarından kaynaklanan düzensiz yüzeylerin sebep olduğu yorulmayı da hızlandıracaktır. Şiddetli korozyon, halat elastikiyetinin azalmasına sebep olabilir. Korozyon bekleniyorsa ve bilinen birincil bozulma tarzı ise, çinko (veya çinko alaşımı Zn95/Al5) ile kaplanmış telleri olan halat kullanımı tercih edilmelidir. Çok sayıda küçük teli olan bir halat az sayıda büyük teli olan halattan daha çok korozyona yatkındır. Korozyonu önlemek için yapılan galvanizleme işleminin halat ömrüne etkisi incelemek için yapılan çok sayıdaki eğilme yorulması deneyinde çok iyi yağlanmış ve çinko kaplanmış ve kaplanmamış halat için ömür değerlerinde herhangi bir fark saptanmamıştır ve düz sarımlı halat için çapraz sarımlı halata göre daha yüksek bir ömür değeri bulunmuştur [11,2,4,12].

2.11 HALAT SARILMA AÇISI

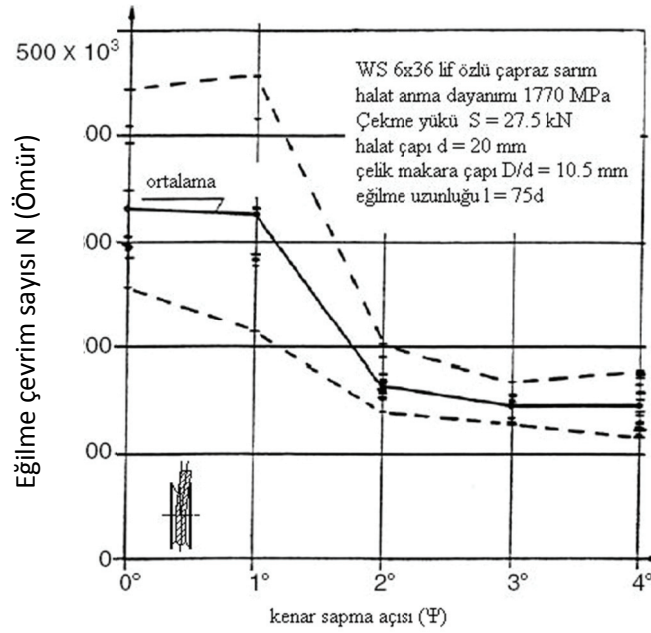
Halat sarılma açısı (halat sapma açısı) değişiminin halatın ömrü ile olan ilişkisinin saptanması ile ilgili belirli kompozisyondaki ve özellikteki bir halat için yapılan çalışmada küçük sarılma açılarında halat ömrünün çok yüksek olduğu, yaklaşık 20° lik sarılma açısında halat ömrünün bir dip yaptığı ve 60° ye kadar halat ömrünün arttığı ve bu sarılma açısı değerinden sonrada ömrünün hemen hemen değişmediği belirlenmiştir. Ayrıca yapılan eğilme yorulması deneyinde halat sarılma açısı yerine halatın makara veya tamburla temas uzunluğunun ölçülmesiyle elde edilen halat temas uzunluğu/halat adımı oranının değişmesiyle halat ömrünün değişimi tespit edilmiştir. Şekil 8’de halat sarılma açısı ile halat ömrü arasındaki ilişki şekilde ifade edilen halat kompozisyonu ve halat özellikleri için gösterilmiştir [2].



Şekil 8. Farklı sarılma açılarının ömre etkisi [2].

2.12 HALATIN KENAR SAPMASI

Halatın makara veya tambur yivinden kenar sapması halat ömrünü düşüren bir etkiye sahiptir. Bu nedenle demetli halatlarda maksimum 4°, dönme dirençli halatlarda ise 1.5° kenar sapması değerleri izin verilebilir. Farklı halat kenar sapması açı değerleri için eğilme yorulması deneyleri yapılmıştır. Şekil 9’da 0° ile 4° halat sapma değerleri arasında şekilde belirtilen tip ve kompozisyonda halat için yapılan eğilme yorulma testi neticesinde saptanan ömür değerleri gösterilmiştir [2].



Şekil 9. Farklı kenar sapma açılarının ömre etkisi [2].

2.13 HALAT ÖZÜ

Halat özünün halat ömrüne etkisini incelemek için yapılan deneyler halat özlerinin lif özlü ve çelik özlü olması durumları için ayrı ayrı ele alınmıştır. Lif özlü halatlarda lif öz malzemesinin ve bunun kütesinin halat ömrüne etkisini incelemek için aynı kompozisyon ve özellikte fakat lif öz malzemesi farklı halatlar için yapılan eğilme yorulması deneyleri neticesince lif öz malzemesi olarak kullanılan sisal ve polipropilen (PP) için halat ömrü hemen hemen aynı poliamid (PA) lif öz malzemesi için halat ömrü ise dikkat çekecek derecede yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni ise muhtemelen poliamid malzemesinin dayanımının iyi olmasıdır. Lif özün kütesinin artmasının halat ömrünü arttırıcı yönde etkisi olduğu saptanmıştır [2].

Çelik özlü halatlar için yapılan eğilme yorulması deneylerine göre halat özü olarak katı polimer ile kaplanmış çelik öz (ESWRC) ve dış demetlerle paralel olan çelik öz (PWRC), halat özünün bağımsız bir halat olarak da kullanıldığı çelik öz ile (IWRC) karşılaştırıldığında halat ömrünün daha fazla olduğu saptanmıştır [2].

2.14 SAPMA AÇISI

Sapma açısı, halatın tambur üzerine düzgün bir şekilde sarılabilmesi, halatı ve tambur yivini ezilmeye ve aşınmaya karşı korumak için belirli limitler içerisinde olmalıdır. Sapma açısı, yiv merkezinden tambur flanşına ve tambur merkezine dik olarak çizilen iki çizgi arasındaki açıdır. Sağ ve sol olmak üzere iki çeşit sapma açısından bahsedilebilir ve bu açı halatın kullanım alanındaki sarımı ve dolayısıyla halat ömrü üzerinde çok etkilidir. Çalışma verimi ve halat ömrü arttırılması için sapma açısının, düz tamburlarda 1.5° , yivli tamburlarda ise 2° yi aşmaması gereklidir. Minimum sapma açısı değeri ise her iki tip tambur içinde 0.5° dir.

2.15 ÖZEL HALAT KULLANIMI

Plastik dolgulu, preslenmiş, kompakt vb. özel halatların kullanımı bu halatların sahip olduğu tipik özellikleri nedeniyle halat ömrünü arttırıcı yönde etki yapmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] **Demirsoy, M.**, 1991. *Transport tekniği-kaldırma makinaları cilt I*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [2] **Feyrer, K.**, 2007. *Wire ropes: tension, endurance, reliability*, Springer Berlin Heidelberg New York.
- [3] **Cookes Limited**, 2007. *Wire rope handbook*, Auckland, New Zealand.
- [4] **Cürgül, İ.**, 1995. *Transport tekniği cilt I*, Kocaeli Üniversitesi Yayınları, İzmit.
- [5] **Verreet, R.**, 2002. *Steel wire ropes for cranes- problems and solutions*, *Casar Drahtseilwerk Saar GmbH Internal Report*, Kirkel, Germany.
- [6] **Ernst, H.**, 1973. *Kaldırma makinaları*, Fon Matbaası, Ankara.
- [7] **Verreet, R.**, 2004. *Special wire ropes-technical documentation*, *Casar Drahtseilwerk Saar GmbH Internal Report*, Kirkel, Germany.
- [8] **Verreet, R.**, 1998. *Calculating the service life of running steel wire ropes*, *Casar Drahtseilwerk Saar GmbH Internal Report*, Kirkel, Germany.
- [9] **Verreet, R.**, 2004. *Inspection of steel wire ropes*, *Casar Drahtseilwerk Saar GmbH Internal Report*, Kirkel, Germany.
- [10] **Turner, J. E. ve Barnes, C.**, 2002. *Lubrication basics for wire ropes*, *Machinery Lubrication Magazine*, Vol. 4.
- [11] **TS ISO 4309**, 1999. *Vinçler-Tel Halatlar-Muayene ve Hizmet Dışı Bırakma İçin Uygulama Kuralları*, *Türk Standardları Enstitüsü*, Ankara.
- [12] **TS EN 12385-3**, 2005. *Çelik Tel Halatlar-Güvenlik-Bölüm 3: Kullanım ve Bakım Bilgileri*, *Türk Standardları Enstitüsü*, Ankara.