İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇELİK TEL HALATI MUKAVEMETİNİN DENİZ ORTAMINDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsmail KANDEMIR

Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı

Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği

Ocak 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇELİK TEL HALATI MUKAVEMETİNİN DENİZ ORTAMINDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsmail KANDEMİR
512111003

Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı

Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Münip BAŞ

Ocak 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 512111003 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **İsmail KANDEMİR**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"ÇELİK TEL HALATI MUKAVEMETİNİN DENİZ ORTAMINDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Münip Baş .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Serdar KUM .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Fırat BOLAT .....
Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
Tuzla Liman Başkanlığı

Teslim Tarihi : 16 Aralık 2013
Savunma Tarihi : 27 Ocak 2014

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans öğrenim hayatım boyunca değerli bilgilerini ve desteğini esirgemeyen, hocam Yrd. Doç. Dr. Münip Baş'a; derslerini seçtiğim ve bana yeni ufuklar açan Denizcilik Fakültesi öğretim üyelerine teşekkürlerimi ve saygılarımı sunmayı kendime borç bilirim.

Tezimi hazırlarken destek aldığım İTÜ Bilimsel Araştırmalar Birimi personeline , testlerimi yapabilecek uygun alanı Denizcilik Fakültesi kampüsünde tahsis eden başta Dekanımız Sayın Prof. Dr. Nil Güler'e ve tüm Denizcilik Fakültesi personeline teşekkür ederim.

Ocak 2014 İsmail KANDEMİR

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
KISALTMALAR ..... **ix**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xiii**
SUMMARY ..... **xvii**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Tezin Amacı 3
1.2 Literatür Taraması 4
2. DENEY YÖNTEMİ **9**
3. DENEY SONUÇLARI **13**
4. SONUÇ **17**
KAYNAKLAR **19**
EKLER **21**
ÖZGEÇMİŞ **29**

KISALTMALAR

SOLAS	**:** Denizde Can Güvenliği Uluslararası Konvansiyonu (Safety of Life at Sea)
İTÜ	**:** İstanbul Teknik Üniversitesi
BEÜ	**:** Bülent Ecevit Üniversitesi
TÜRKAK	**:** Türkiye Akreditasyon Kurumu
TSE	**:** Türk Standartları Enstitüsü
ISO	**:** Uluslararası Standardizasyon Örgütü (International Organization for Standardization)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3. 1 :Çelik Halatların Çekme Testi Sonuçları 13

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1 : Konteyner Vinci Melbourne/Avusturalya 1
Şekil 1. 2 : Antik Mısır Milattan Önce 2000 2
Şekil 1. 3 : Çelik Halat Kesit Görüntüsü. 2
Şekil 1. 4 : Çelik Halat Sarım Şekilleri..... 3
Şekil 1. 5 : St. Peter Meydanı 1586 4
Şekil 1. 6 : Çelik Halat Yapısı(Kesit) 5
Şekil 1. 7 : Çelik Halat Yapısı 6
Şekil 2. 1 : Test İçin Belirlenen Alan 9
Şekil 2. 2 : Çelik Halatların Hazırlığı 10
Şekil 2. 3 : Çelik Halatlar için Hazırlanmış Platform 10
Şekil 2. 4 : Çelik Halat Numune Hazırlığı. 11
Şekil 2. 5 : Çekme Testi Cihazı 12
Şekil 2. 6 : Çelik Halatın Çekme Testi 12
Şekil 3. 1 : Çelik Halatların Çekme Testi Sonuçlarının Grafiği 13
Şekil 3. 2 : 6 mm Çelik Halat İçin Sonuç Grafiği..... 14
Şekil 3. 3 : 8 mm Çelik Halat İçin Sonuç Grafiği..... 12
Şekil 3. 4 : 10 mm Çelik Halat İçin Sonuç Grafiği..... 12
Şekil 3. 5 : 12 mm Çelik Halat İçin Sonuç Grafiği..... 16
Şekil 3. 6 : 14 mm Çelik Halat İçin Sonuç Grafiği..... 16

ÇELİK TEL HALATI MUKAVEMETİNİN DENİZ ORTAMINDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Çelik halatlar; her önemli icat gibi bir ihtiyaçtan yola çıkılarak ortaya çıkmış parçalardır ilk örnekleri milattan önce(MÖ) 12000-9000 yılları arasında Mısır medeniyetinde rastlanmıştır ayrıca Finlandiya'da bulunan halatların Mezolitik dönemden (MÖ 9000-3000) kaldığı, Mısırda bulunan ve devetüyünden yapılan halatların ise 4000 yıldan daha eski olduğu varsayılıyor, orta cağda ise birçok binanın, heykelin ve şu an bildiğimiz tarihi simgelerin yapımında kullanılmıştır. Çelik halatların modern uygulamalarına en yakın örnek, madenlerden cevherleri yüzeye taşımak amacıyla Maden Mühendisi August Julius Albert tarafından 1834 yılında kendi ismi ile anılan (Albert Rope) halatı tasarlaması ile ortaya çıkmıştır, ilk üretilen halat madenlerden cevher taşımaya kullanılmıştır, halat üretilirken amaç sağlam olması ve tekrarlanabilir kuvvetler üzerinde dayanım göstermesidir. Deniz ortamındaki uygulamalar en eski ticaret sistemlerinden biri olan deniz yolunda, yükleri elleçlerken veya güvertede taşınan yüklerin güvenliğini sağlarken karşımıza çıkmaktadır. Çelik halatların tasarımı ve fiziksel modelleme çalışmaları 1800'lü yılların başlarından itibaren günümüze kadar birçok çalışmanın konusu olmuştur.

Günümüzde çelik tel halatlar; gemilerin yükleme, tahliye ve güvenlik donanımlarının en önemli parçalarından biridirler. Tel halatlar deniz, hava, güneş etkileri altında bulunan ve çalışırken yıpratıcı kuvvetlere en fazla maruz kalan donanımlardır. Can ve mal güvenliğinin söz konusu olduğu şartlar altında çelik tel halatlar, planlı bakım-tutum sistemi içinde çeşitli şekillerde kullanılmakta ve gerektiğinde yenilenmektedirler. Ancak çelik tel halatlar için üretimden itibaren bir kullanım ömrü tanımlanmamış olup kullanılan yerlere göre ömürleri ve dayanıklılıkları tahmini olarak kabul edilmektedir.

Bu çalışmada, deniz ortamında bulunan çelik halatlarda meydana gelen fiziki değişiklikler deneysel olarak incelenmiştir. Çeşitli ölçülerdeki çelik halatlar, deniz kıyısında kurulu bir düzenekle oluşturulan ortamda bekletilmiş ve tellerin; sıfır, üç, altı ve dokuz ay süre sonrasında ISO 6892-1 Standardına göre çekme testleri yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılarak ortamın tel halatlar üzerindeki etkileri ölçülmüştür.

AN INVESTIGATION FOR THE CHANGES OF STEEL WIRE ROPE STRENGHT IN THE MARINE ENVIRONMENT

SUMMARY

Steel wire ropes are one of the most important parts of loading, discharging and safety equipments of a ship. Wire ropes are the most effected equipments from the sea, air, sun and are the most exposed equipment to damaging forces. Steel wire ropes are used for planned maintanence system in different types, when safety of life and property are in question, and renewed when necessary. However, expiring date for steel wire rope is not defined, so that their validity and strengths are predicted depent on their using purposes.

Most wire ropes are constructed from either a single strand, or from several strands that are wound around a core. This core may either be a strand in itself or it may be a fibrous or deformable element. The strand is constructed of wires that are wound around a central wire. In single, straight strands, all wound wires are each configured as a single-helix. However, in a wound strand each wire (except for the central wire of the strand) is configured as a double-helix.The design of wire rope cross-sections dates back to the late 1800_s (Sayenga, 1980), and has been continuously improved since. Many analytical studies of a multi-layer single strand construction have been proposed in literature (Cardou and Jolicoeur, 1997). Hruska (1952a,b) and Lanteigne (1985), modeled the mechanical response of a multi-layer single strand construction, assuming a fiber response of each wire (i.e.,ignoring bending and torsion rigidity of the wires). Costello and Phillips (1976), Costello and Miller (1979), All the above studies were limited to a single, straight strand, in which all wound wires are single-helices. Jolicoeur and Cardou (1991) compared the mechanical response of a single strand rope as predicted by all the models mentioned above, and compared these models to experimental measurements of single strands. They showed that the simplifying assumption of fiber-like wires yields good results except for an inaccurate prediction of the torsion stiffness of the single straight strand.However, most cables in use have a more complex cross-section in which most wires are configured as double helices. In order to model the complex cross-section of multi-strand constructions, several modeling approaches (Costello, 1990) have been suggested. Velinsky (1981) and Velinsky et al. (1984) were the first to analyze the mechanical response of a multistrand construction. They extended the procedure developed by Costello and Phillips (1976) and Costello and Miller (1979) to treat a multi-strand construction of frictionless wires. Their modeling procedure is based on the nonlinear equations of equilibrium of a thin helical rod (Love, 1944) and considers the torsion and bending stiffness of the wires. Velinsky et al. computed the resultant tension and torque in a straight strand for uniform elongation and torsion of the straight strand. They then approximated the tension and torque of a wound strand

that develop due to extension and twist of the wound strand by the same mechanical relation computed for the straight strand. To complete the model, they included the effect of changes in curvature of the wound strand by an approximation that considered planar bending of a straight strand around a cylinder. Phillips and Costello (1985) generalized Velinskys approach for any kind of wire rope with an Independent Wire Rope Core (IWRC). Their work considered the response of a rope bent over a sheave, and neglected friction forces between adjacent wires. This model was said to be applicable only to well-lubricate ropes or to ropes that are loaded exclusively in tension, without twisting or bending. The models of Velinski and of Philips and Costello give a good approximation of the mechanical response of the rope. However, to obtain complete description of the stress in individual wires there is need to develop a model that will explicitly take into account the double helix construction (e.g., the geometrical treatment of Wang and McKewan (2001)). This complete description will enable to estimate resultant ension, bending and torsion moments, relative displacements and contact forces, and the variations of all these along the individual double-helix wires. This information is essential for predicting fatigue life, wear,and overall mechanical response of the entire rope. It is difficult to conduct an analytical investigation of the mechanical response of wire rope because the kinematics of each wire is very complex. To facilitate an analytic study, it is therefore constructive to assume the kinematics of the wires, calculate the associated mechanical response of the whole construction, and examine the consequences of the assumptions by considering their affect on the validity of the equilibrium equations (Love, 1944).

In this thesis, physical changes of steel wire ropes in marine enviroment conditions are investigated experimentally. Steel wire ropes in different sizes,are stored in a place which is built on the shore side and tensile tests of wires are done at the end of the zero, three, six and nine months period of time according to ISO 6892-1 standard, then the effects of environment on wire ropes are measured through comparison of result. Unloading of materials, its safety, installation and demounting of the components, and the status of the steel cables depending on time variations in marine environment are examined. Steel ropes are exposed to many corrosive effect during their use where the most important of these is corrosion and abrasion. Addition of these two effects, the metals are exposed to the fatigue. On the ship, the steel ropes are multi-purpose parts where they are either under constantly the load or no load of entire life and in generally unknown exact a lifetime. In our experiment, exposure of any load to the steel wire with the different diameters non artificial sea environment over a year and the particular regular tensile tests whether the results were evaluated. Steel ropes exposed to a very corrosive effect as known; that is the reason that we have conducted the experiment in order to achieve results with minimal effects. In order to do that, we have tried the no load condition only overlapping consisting of various diameters to wire rope is waited in the platform we aimed to examine the changes.

The use of steel cables in order to create a suitable environment ITU Maritime Faculty on the campus of the area close to the sea has been identified, we choose both the field of observation, we can close both experimental applications, and we

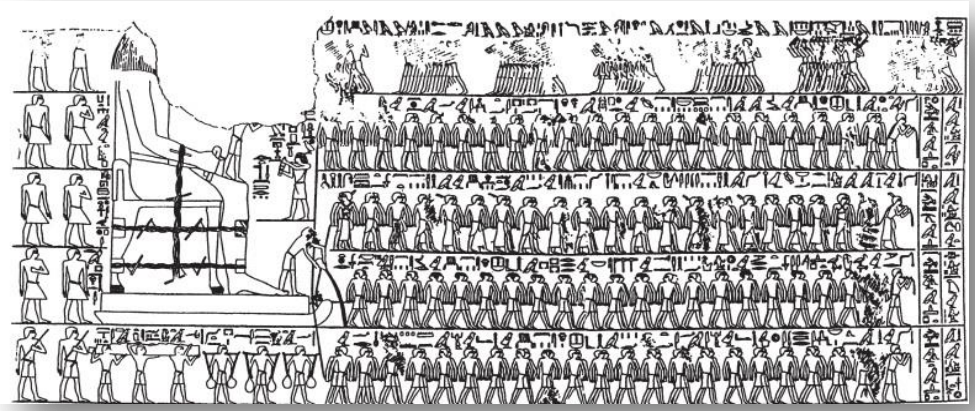
can perform a location. Rope for the pin to be able to interact with each other and prevent them from a height of 10 cm from the soil to the wood plastic crates are secured with cable ties. Ropes are secured after the controlled and continuous contact with each other is prevented. Also it is not affected from weather conditions with constantly keeping under control. In the artificial platform, we have started from the day on steel ropes soaked in sea-water twice a day and at the end of the tenth month, sea water, rain, snow, wind, humidity, sun, and most importantly, the effects of the naturally exposed. The test can be done after determining the appropriate size, steel wire rope manufacturer or vendor of the company in ships with ropes which are used more idea you have been exchanged, as a result of our conversations in a bundle 19 of the wire and 6 bundles of hemp concise decision was made on the rope. Tests, Turkish Standards Institute, Gebze Campus in the Laboratory of Machine INSTRON 5589 model and a 60-Tonne towing capacity of the device is 10 mm/minute was carried out rapidly. On the sea-shore device, we got hold of the steel rope 3. Months, and 6. Months and 9. In the months of regular tests, and the results are evaluated.

1. GİRİŞ

Çelik halatlar her önemli icat gibi bir ihtiyaçtan yola çıkılarak ortaya çıkmış parçalardır ilk örnekleri milattan once(MÖ) 12000-9000 yılları arasında Mısır medeniyetinde rastlanmıştır ayrıca Finlandiya'da bulunan halatların Mezolitik dönemden (MÖ 9000-3000) kaldığı, Mısırda bulunan ve devetüyünden yapılan halatların ise 4000 yıldan daha eski olduğu varsayılıyor, orta cağda ise birçok binanın, heykelin ve şu an bildiğimiz tarihi simgelerin yapımında kullanılmıştır(Verrret, 2002). Çelik halatların modern uygulamalarına en yakın örnek, madenlerden cevherleri yüzeye taşımak amacıyla Maden Mühendisi August Julius Albert tarafından 1834 yılında kendi ismi ile anılan (Albert Rope) halatı tasarlaması ile ortaya çıkmıştır,ilk üretilen halat madenlerden cevher taşımaya kullanılmıştır,halat üretilirken amaç sağlam olması ve tekrarlanabilir kuvvetler üzerinde dayanım göstermesidir(Hardin,John-Micheal,1998)

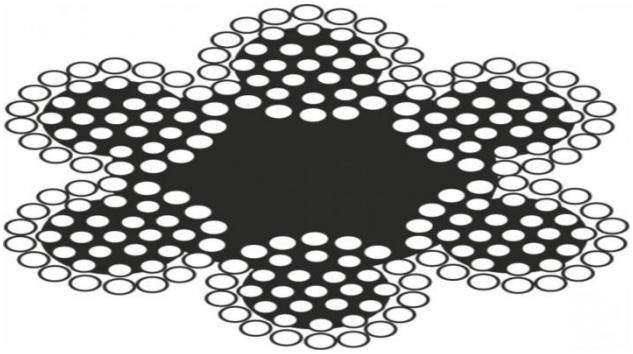
Şekil 1.1 : Konteyner Vinci Melbourne/Avusturalya

Deniz ortamındaki uygulamalar en eski ticaret sistemlerinden biri olan deniz yolunda, yükleri elleçlerken veya güvertede taşınan yüklerin güvenliğini sağlarken karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde limanlarda yüklerin tahliyesi ve ya boşaltılması sırasın önemli görev alan vinçlerin önemli elemanlarından biridir.



Şekil 1.2 **:** Antik Mısır Milattan Önce 2000(Verrret, 2002)

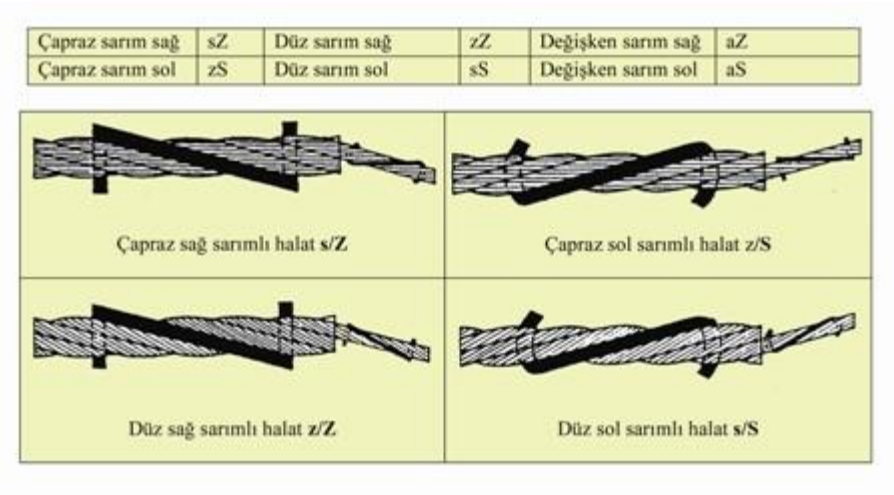
Çelik tel halatlar yüksek dayanıma sahip ince tel halatların demetler haline oluşturulup kullanılacağı yere göre örülmesi veya bükülmesi ile oluşturulur. Uygulanan yükün halat içindeki ince tellere dağılması nedeniyle kullanıcılarına yüksek performans sunmaktadır. Kordonlu halatlarda teller bir veya birkaç çekirdek tel etrafında yine bir veya birkaç katlı olmak üzere helis şeklinde bükülür ve bir kordon teşkil eder.



Şekil 1.3 **:** Çelik Halat Kesit Görüntüsü(Ernst H, 1973).

Daha sonra kordonlarda bitkisel (Manila veya sisal, daha az önemli amaçlar için kendir) öz etrafında yine helis şeklinde bükülürler ve bütün bir halat şeklinde bağlanırlar(Ernst H, 1973,İmrak 2010].

Halatlar, kordonlarında bulunan tellerin sarım şekline göre adlandırılırlar. Eğer teller kordon içinde aynı sarım açısına sahip değilse bu tip kordonlara paralel sarımlı kordon denir. Bu kordonlarda teller aynı sarım adımına sahiptir. Kullanılan tel çapları her katta farklılık gösterir. Kordonları meydana getiren teller ile halatı oluşturan kordonların sarılış yönleri harflerle temsil edilir. Kordonu meydana getiren teller sağa sarılışlı ise "z", sola sarılışlı ise " s" harfleri ile gösterilir. Kordonların sarımı saga doğru ise "Z", sola doğru ise "S" harfleri ile gösterilir(Ernst H, 1973).

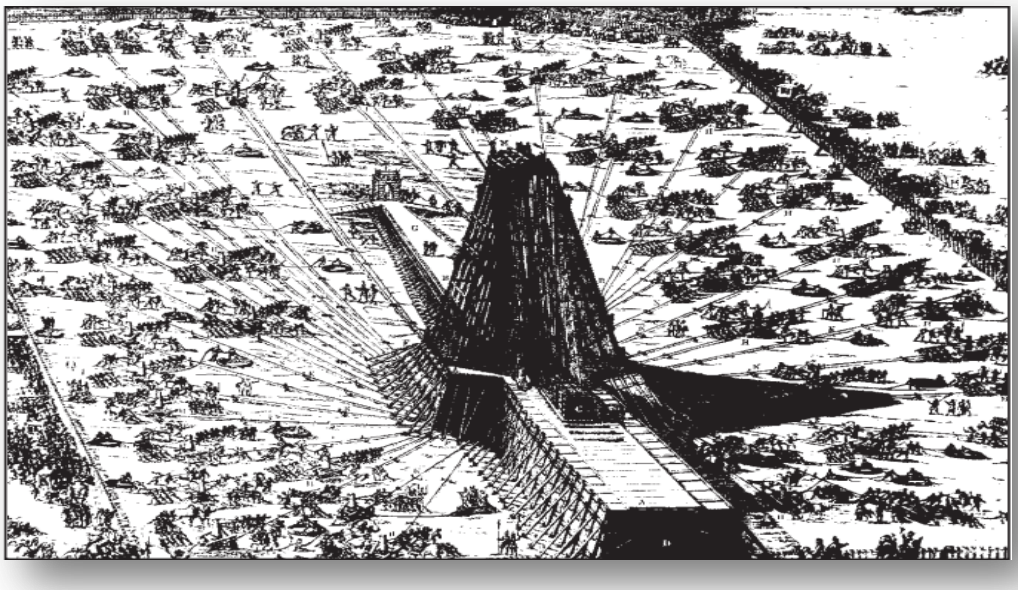


Şekil 1.4 : Çelik Halat Sarım Şekilleri(Ernst H, 1973)

1.1 Tezin Amacı

Bu tezde, malzemelerin tahliyelerini, güvenliklerini ve yükleme-boşaltmalarını sağlayan ara elemanlar olan çelik halatların deniz ortamındaki zamana bağlı değişimleri incelenmiştir. Çelik halatlar kullanımları sırasında birçok yıpratıcı etkiye maruz kalmaktadırlar, bunlardan en önemlileri korozyon ve aşınmadır. Bu iki etkiye ek, malzemenin zamanla metal yorulmasına uğramaktadır. Gemide çelik halatlar çok amaçlı yardımcı elemanlardır sürekli yük altında çalışanları olduğu gibi neredeyse hiç yük binmeden ömrünü tamamlayanlar olabilmektedir ve genel olarak kesin bir ömür biçilememektedir. Deneyimizde hiç yük binmeyen değişik çaplardaki çelik tel

halatlar suni deniz ortamında bir yıl boyunca bekletilmiş ve belli tarihlerde düzenli çekme testleri gerçekleştirilip sonuçları değerlendirilmiştir.



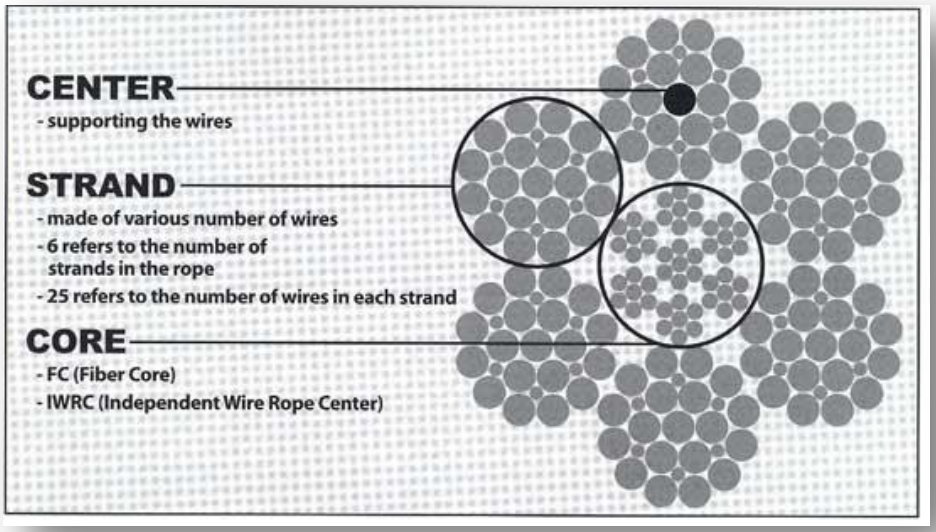
Şekil 1.5 : St. Peter Meydanı 1586. (Verrret, 2002)

Çelik halatlar bilindiği gibi bir çok yıpratıcı etkiye maruz kalmaktadır, bu sepeple yaptığımız deneyden daha doğru sonuç alabilmek için etkileri en aza indirmeye çalıştık bu sebeple üzerine hiç yük binmeyen sadece deniz ortamında oluşturduğumuz platformda beklettiğimiz çeşitli çaplardaki çelik halatlarda oluşan değişiklikleri incelemeyi amaçladık.

1.2 Literatür Taraması

Tel halatlar genellikle ya tek bir telden veya çekirdek etrafında sarılan birçok ip telinden imal edilmiştir. Bu çekirdek kendi başına bir şerit olabilir ya da bir elyaflı deforme olabilen eleman olabilir. Şerit merkezi tellere sarılarak yapılmıştır. Tekil ve düz tellerin halat sargıları tek - sarmal olarak yapılandırılır, bununla birlikte, bir tel sargı (halat merkez teli hariç) her bir teli bir çift sarmal olarak yapılandırılır. Tel halat kesitlerin tasarımı 1800'lerin sonuna kadar uzanır (Sayenga , 1980) ve o tarihten beri sürekli gelişim göstermektedir. Çok-katlı, tekli tel yapısı litaratürde birçok analitik çalışmalarda önerilmiştir(Cardou and Jolicoeur, 1997).

Hruska (1952a, b) ve Lanteigne (1985), çok katlı tekli tel yapının mekanik yanıtını, her bir halatın fiber yanıtı varsayarak modellemiş. (örneğin, bükme ve tellerin burulma sertliği göz ardı edilerek). Costello ve Phillips (1976) , Costello ve Miller (1979) , yukarıdaki tüm çalışmalar tüm tek-sarmal halat sargılarındaki tekli, düze tellerde sınırlı kalmıştır.

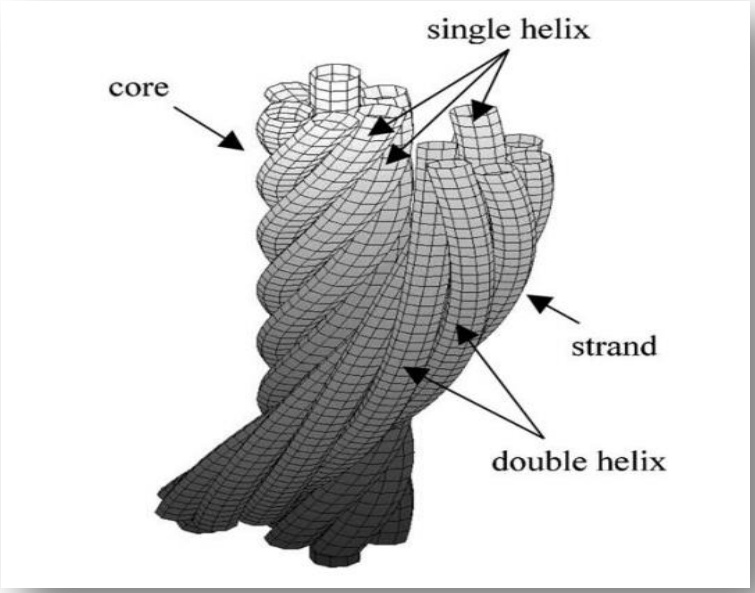


Şekil 1.6 :Çelik Halat Yapısı (D.Elata , 2004)

Jolicoeur and Cardou (1991) tekli tel halatın mekanik cevaplarını öngören, yukarıda bahsedilen modellerle,bu modellerin deneysel ölçüm ile karşılaştırmalarını yapmıştır. Basitleştirilmiş fiber varsayımını burulma sertliğinin yanlış tahmininin haricinde iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Bununla birlikte, kullanılan kablolar, çoğu çift helise sahip halatlar olarak yapılandırılmış olanlardan daha karmaşık bir enine kesite sahiptir . Çoklu tellerin komple kesitini modellemek amacıyla, birçok modelleme yaklaşımları (Costello, 1990) önerilmiştir. Velinsky (1981) ,Velinsky ve Ekibi. (1984) bir çok telli yapının, mekanik tepkisini ilk analiz edenlerdi. Sürtünmesiz tellerin çoklu-şerit yapısı Costello ve Phillips (1976) ayrıca Costello ve Miller (1979) tarafından geliştirilen prosedürü genişletmişlerdir.

Model prosedürleri ince sarmal çubukların doğrusal olmayan denklemlere dayalıdır (Love , 1944) ve tellerin burulma ,eğilme sertliği hesaba katılmıştır. Velinsky ve Ekibi. değişmeden uzayan ve düz telin torsiyonu için düz tel bileşke gerilimini ve

torku hesaplamışlardır.. Daha sonra düz tel için hesaplanan aynı mekanik ilişki ile uzatma ve tel sargının bükülmesi nedeniyle genişleterek tel sargının gerginliğini ve torku ile birlikte yaklaşımda bulunmuşlardır. Modeli tamamlamak için, bir silindirin etrafına düz bir telin düzlemsel bükmesi kabul bir yaklaşım ile tel sargının eğrilik değişikliklerinin etkisini dahil etmişlerdir. Phillips ve Costello (1985) Bağımsız Halat Çekirdek (IWRC) ile her çeşit tel halat için Velinsky'nin yaklaşımı ile genelleşmiştir.



Şekil 1.7 :Çelik Halat Yapısı (D.Elata , 2004)

Çalışmaları makara üzerinde olan halatın verdiği cevapları hesaba katılmıştır ve bitişik teller arasındaki sürtünme kuvveti ihmail edilmiştir. İyi yağlanmış halatlarda veya bükülme-eğilme olmadan, sadece gerginlik yüklenen halatlar için modelin uygulanabilir olduğu söyleniyordu. Velinski, Philips ve Costello modelleri halatların mekanik yanıtının iyi bir yaklaşımını vermiştir. Ancak, bireysel tellerin stresin tam açıklamasını elde etmek için hesaba çift sarmal yapısı içerecek bir model geliştirmeye ihtiyaç vardır (örneğin, Wang ve McKewan (2001)) . Bu tam tanım çekme, eğilme ve burulma anlarını, göreceli yer değiştirmeleri ve temas kuvvetlerinin bileşenlerini ve tüm bu değişimleri tahmin etmek için çift sarmalın tek telleri boyunca sağlayacaktır. Bu bilgiler tüm halatların, yorulma ömrü, aşınma ve

genel mekanik yanıtı tahmin etmek için gereklidir. Her telin kinematiği çok karmaşık olduğu için tel halat mekanik davranışlarının analitik çalışması zor olmuştur. Analitik çalışma yapabilmek için, çelik halatların kinematiğini düşünmek, bununla ilgili tüm yapının mekanik tepkisini hesaplamak ve bu düşünülenlerin denge denklemlerinin doğruluğuna etkisini göz önünde bulundurarak sonuçları incelemek doğru olacaktır.(Love,1944). (Elata ,2004)

Yapmış olduğumuz araştırmalarda deney düzenekleri ve testler konusunda bir çok çalışmadan yaralanılmış olup deney metotlarımız bu kapsamlar çerçevesinde belirlenmiştir. Deney düzeneğini kurmadan once bir sene boyunca bekleyecek çelik halat numunelerinin çekme testine uygun ölçülerde hazırlanması gerekti, en başta çözülmesi gereken çelik halatın çekme cihazına iki ucundan nasıl tutturulacağıda bu bağlamda Prof.Dr. C. Erdem İMRAK(İTÜ), Ar. Gör. Özlem SALMAN(İTÜ) yapmış oldukları "TAŞIYICI HALATLARIN DENEYSEL GERİLME ANALİZİ" adlı çalışmada belirtilen "Tüm yapılan deneyler sonucunda halat çekme yöntemi olarak, halat uçlarına çinko döküm yapılmasının en uygun yöntem olduğu anlaşılmıştır. Tel ve kordon çekme yöntemleri olarak ise tel ve kordonun bir makara etrafından döndürülerek çekilmesi en uygun yöntemdir. Bu çalışmada çelik tel halatlara çekme deneyi yapılırken en etkili sonucu veren aparatın tasarımı tespit edilmiş ve deneyler sonucunda elde edilen veriler sunulmuştur.(İmrak,Salman, 2010)" çinko döküm üzerinde karar kılınmıştır fakat TSE ile yapılan görüşmelerde çekme cihazının silindirip bir aparat yardımı ile çelik tel halatları kolaylıkla çekebildiği ortaya çıkmıştır, Şekil 2.4 görüldüğü gibi numuneler hazırlanmıştır.

Çelik halat numunelerini hazırladıktan sonraki kısım deney düzeneğini oluşturmak olmuştur bu bağlamda Yusuf Aytaç ONUR'un (BEÜ) yapmış olduğu "HALAT ÖMRÜNE ETKİ EDEN PARAMETRELERİN İRDELENMESİ" adlı çalışmada belirtilen "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.(Onur, 2012)" Çelik halatların makara üzerindeki hareketlerini bir sene boyunca simule etmek bir çok hataya sebep olabileceğinden, halatlara hiç yük bindirmeden sadece deniz atmosferinin etkilerine maruz kalacak şekilde deney düzeneğini oluşturma kararı verdik.

Gemilerde, tersanelerde, limanlarda ve benzeri deniz ortamında bulunan bazı çelik halatlar sürekli çalışırken bazıları ömürlerinin bitişine kadar çalışmadan beklemektedir, çalışmadan bekleyen halatlar içinde planlı bakım-tutum gerçekleştirilmektedir, yapılan bakımlar arasında gözle muayeneden yağlamaya kadar birçok metot mevcuttur ama şüphesiz en önemlisi yağlamadır yapılan çalışmalarda yağlamanın %15-%20 aralığında ömür arttırdığı Klaus Feyrer'in "Wire Ropes: Tension, Endurance, Reliability" adlı kitabında belirtilmiştir.

Yağlama bakımının yapılmadığı durumlarda çalışan halatlar için TMS vinç Mekanik Makine San. ve Tic. Ltd. şti. hazırlamış olduğu "KRENLERİN (VİNÇLERİN) PERİYODİK KORUYUCU BAKIM ESASLARI" adlı çalışmada belirtilen "Yetersiz yağlamanın halatta sebep olduğu sorunlar: Malzeme kaybına sebep olan korozyon ve pitting teşekkülü, tellerin aşırı korozyondan gevşemesi ve mukavemetinin azalması, kasnak sürtünmesinden oluşan halat dış katlarındaki tellerin aşınması, halat eğilmesi sırasında halat tellerinin birbirine sürtünmesinden oluşan halat iç kat tellerinin aşınması, pitting oluşmasıyla iç tellerde çentik oluşumu gözlenmiştir." sonuçları gözlenmiştir. Bu çalışmalar ışığında oluşturduğumuz deney düzeneği ile yapmış olduğumuz testler ile çelik tel halatı mukavemetinin deniz ortamında bir sene içinde oluşan değişiklikler incelenmiştir.

2. DENEY YÖNTEMİ

Çelik halatların kullanımına uygun ortamı oluşturabilmek amacıyla İTÜ Denizcilik Fakültesi kampüsünde denize çok yakın bir alan belirlenmiştir, seçtiğimiz alan hem gözlem yapabileceğimiz yakınlıkta hem de deney uygulamalarını gerçekleştirebileceğimiz bir konumda olmuştur.

Şekil 2.1 :Test İçin Belirlenen Alan

Halatları sabitleyebilmek ve birbiriyle etkileşimlerini engellemek için topraktan 10 cm yükseklikte tahta kasalara plastik kablo bağları ile Şekil 2.2'deki gibi sabitlenmiştir. Halatlar sabitlendikten sonra sürekli kontrol edilerek birbirlerine teması engellenmiştir. Ayrıca hava şartlarından etkilenmemesi için platform sürekli kontrol altında tutulmuştur.

Yapay platformu kurmuş olduğumuz günden itibaren günde iki defa olmak üzere çelik halatlar deniz suyu ile ıslatılmış ve onuncu ayın sonunda deniz suyu, yağmur, kar, rüzgâr, nem ve en önemlisi güneşin etkilerine doğal olarak maruz bırakılmıştır.

Şekil 2.2 :Çelik Halatların Hazırlığı

Şekil 2.3:Çelik Halatlar için Hazırlanmış Platform

Halatları satın almadan önce testleri yaptıracağımız yer olan Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ile yaptığımız görüşmelerde halatların doğru test yapılacak biçimi belirlenmiştir. Ölçüler şu şekildedir; Halat tam boyu en çok 1m olacak şekilde kesilmiştir, halata üstten ve alttan 2 adet çapı 10 cm'yi geçmeyecek kasnaklar kurşun dökülerek yapılmıştır ve kurşunların aralıkları en çok 70 cm olarak düzenlenmiştir.

Test yapılabilecek uygun boyutlar belirlendikten sonra, çelik halat üreticisi ve ya satıcısı olan firmalarla gemilerde hangi halatların daha çok kullanıldığı konusun fikir alışverişinde bulunulmuştur, yaptığımız görüşmeler sonucunda bir demetinde 19 tel olan ve 6 adet demetten oluşan kendir özlü halatta karar kılınmıştır. Halatı 6x19 olarak sembolize etmek mümkündür, 6x19 halatının seçiminin akabinden en çok satılan çaplar değerlendirilmiştir sonucunda 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12mm, 14 mm

çaplarına karar kılınmıştır. Birçok çelik tel halat içinde deniz ortamında (Gemiler, Tersaneler, Limanlar vb.) en çok kullanılanı bulmak deneyimizin ilerleyişi için önemlidir bu sebeple firmalardan görüş almak çalışmamız için ayrı bir araştırma kazanımıdır.

Şekil 2.4 : Çelik Halat Numune Hazırlığı**.**

Beş farklı çaptaki (6mm, 8mm, 10mm, 12mm, 14mm) çelik halatlar test için hazır hale getirildikten sonra hiç kullanılmamış olanları referans olması için TSE'ye gönderilip test sonuçları alınmıştır. Hiç kullanılmamış çelik halatların fabrika çıkış değerleri olarak belirtilen katalog değerleri mevcuttur fakat farklı cihazda yapılan testleri referans değeri olarak almak risk taşıyabileceğinden TSE'nin TURKAK akrediteli cihazı ile referans değeri almak deneyimizin sonucunu için önem arz etmektedir.

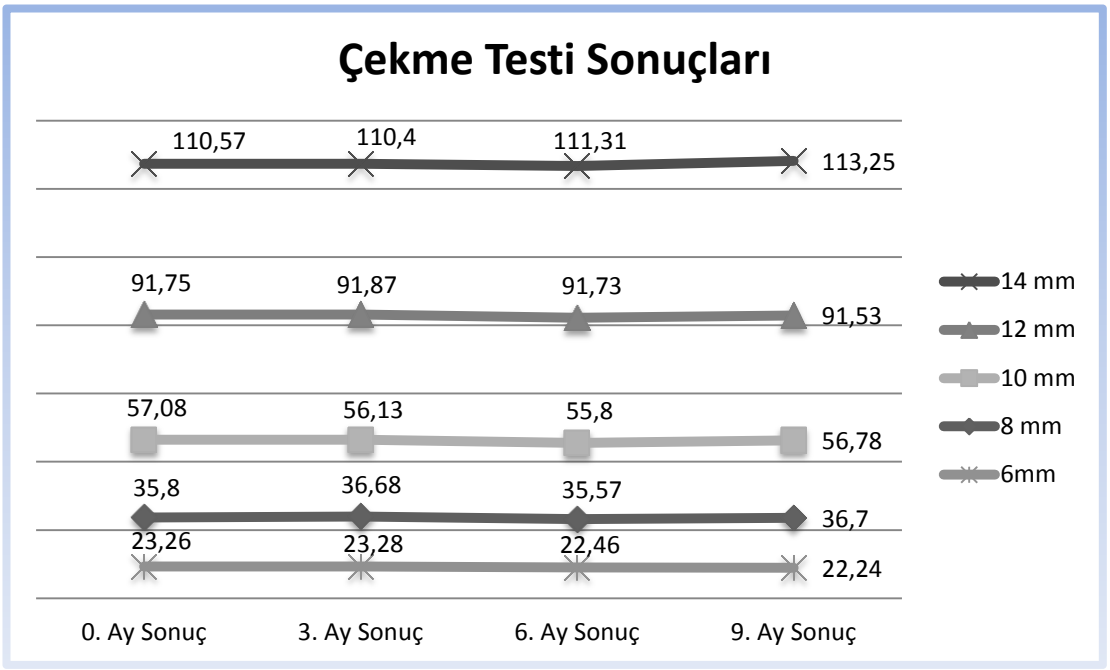
Deniz kıyısındaki düzenekte beklemeye aldığımız çelik halatları 3. Ay, 6. Ay ve 9. Aylarda düzenli testler uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Testler, Türk Standartları Enstitüsü Gebze Kampüsü Makine Laboratuvarında INSTRON 5589 model ve 60 Ton kapasiteli çekme cihazı ile 10 mm/dakika hızla gerçekleştirilmiştir.

Şekil 2.5 : Çekme Testi Cihazı

Şekil 2.6 : Çelik Halatın Çekme Testi

3. DENEY SONUÇLARI

Kullanılmamış çelik halatları referans olarak belirleyip ilk sonuçları aldıktan sonra üçüncü ay, altıncı ay ve dokuzuncu ayda testler tekrar edilip sonuçlar elde edilmiştir. Çekme testi sonuçları Şekil 3.1'de grafik olarak sunulmuştur.



Şekil 3.1 : Çelik Halatların Çekme Testi Sonuçlarının Grafiği

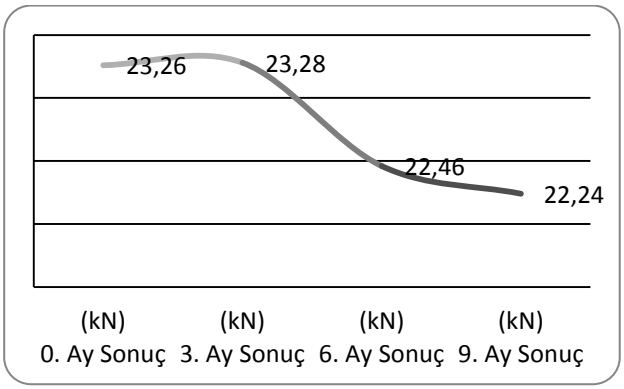
Almış olduğumuz sonuçlar aşağıdaki tabloda (Çizelge 3.1) belirtilmiştir. Her çap için sonuçlar grafikler yardımı ile gösterilmiştir.Şekil 3.2'de 6mm çapındaki halatın sonuçları, Şekil 3.3'da 8mm çapındaki halatın sonuçları, Şekil 3.4'de 10 mm çapındaki halatın sonuçları, Şekil 3.5'de 12 mm çapındaki halatın sonuçları ve Şekil 3.6'da 14mm çapındaki halatın sonuçları belirtilmiştir.

Çizelge 3.1 : Çelik Halatların Çekme Testi Sonuçları

Çelik Halat Çap (mm)	0. Ay Sonuç (kN)	3. Ay Sonuç (kN)	6. Ay Sonuç (kN)	9. Ay Sonuç (kN)
6	23,26	23,28	22,46	22,24
8	35,80	36,68	35,57	36,70
10	57,08	56,13	55,8	56,78
12	91,75	91,87	91,73	91,53
14	110,57	110,40	111,31	113,25

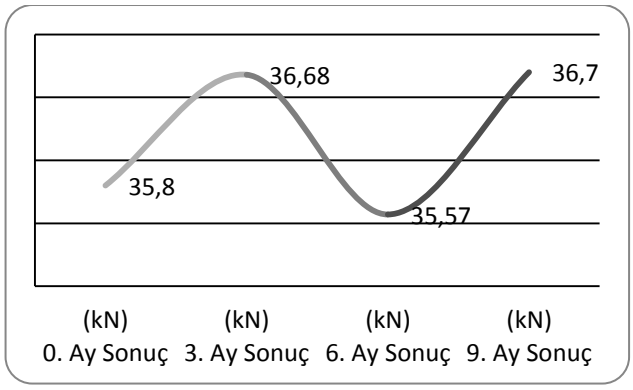
Çizelge 3.1'de çekme testi uygulanan çelik halatların, periyodik dönemlerde alınan sonuçları belirtilmiştir, 0. Ay olarak belirtilen fabrika çıkış değerlerinin dışında satın alınır alınmaz yapılan referans ölçümdür, referans ölçüm ile 9. Ayda yapılan ölçümler aynı cihazda ve aynı ortam şartlarında yapılmıştır.

Çapı 6mm olan kullanılmamış çelik halat için ilk ölçülen değer ile yıpratıcı etkilere maruz kalarak dokuzuncu aya kadar oluşan değerler arasındaki değişim Şekil 3.2 'de verilmiştir. İlk değer ile son değer arasındaki yüzde fark negatif yönde %4,38 olarak ölçülmüştür.



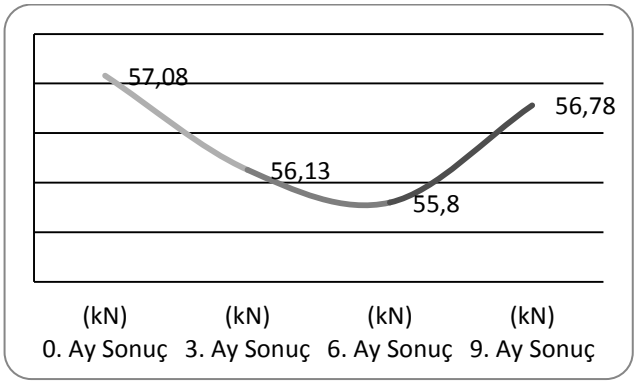
Şekil 3.2 :6 mm Çelik Halat İçin Sonuç Grafiği

Çapı 8mm olan kullanılmamış çelik halat için ilk ölçülen değer ile yıpratıcı etkilere maruz kalarak dokuzuncu aya kadar oluşan değerler arasındaki değişim Şekil 3.3‘te verilmiştir. İlk değer ile son değer arasındaki yüzde fark pozitif yönde %2,45 olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.3 : 8 mm Çelik Halat İçin Sonuç Grafiği.

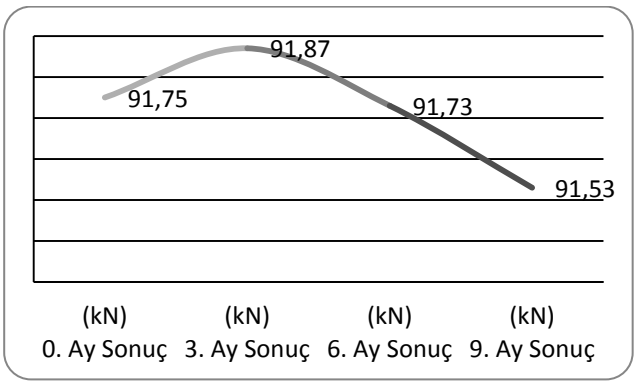
Çapı 10mm olan kullanılmamış çelik halat için ilk ölçülen değer ile yıpratıcı etkilere maruz kalarak dokuzuncu aya kadar oluşan değerler arasındaki değişim Şekil 3.4 ‘de verilmiştir. İlk değer ile son değer arasındaki yüzde fark negatif yönde %0,5 olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.4 : 10 mm Çelik Halat İçin Sonuç Grafiği.

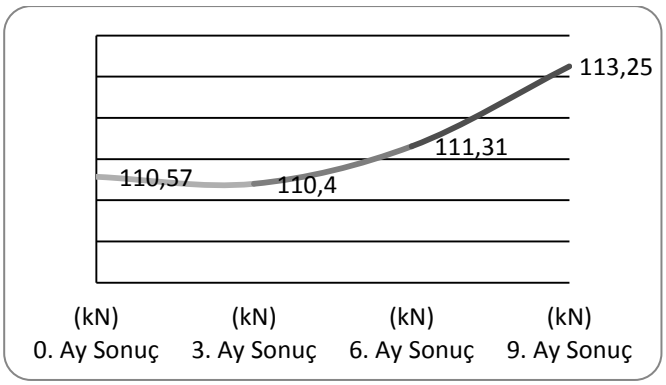
Çapı 12mm olan kullanılmamış çelik halat için ilk ölçülen değer ile yıpratıcı etkilere maruz kalarak dokuzuncu aya kadar oluşan değerler arasındaki değişim Şekil 3.5‘te

verilmiştir. İlk değer ile son değer arasındaki yüzde fark negatif yönde %0,24 olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.5 : 12 mm Çelik Halat İçin Sonuç Grafiği.

Çapı 14 mm olan kullanılmamış çelik halat için ilk ölçülen değer ile yıpratıcı etkilere maruz kalarak dokuzuncu aya kadar oluşan değerler arasındaki değişim Şekil 3.6 ‘da verilmiştir. İlk değer ile son değer arasındaki yüzde fark pozitif yönde %2,42 olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.6 : 14 mm Çelik Halat İçin Sonuç Grafiği.

4. SONUÇ

Deneyimizin başlıca amaçlarından olan deniz ortamında çelik halatların zamanla mukavemetlerinin değişiminden yola çıktığımızda, beklentimiz mukavemetlerinin azalacağı yönünde olmuştur. Birçok dış etkeni göz önüne aldığımızda, özellikle deniz suyunun ve güneşin yıpratıcı etkilerinin büyük olacağı düşüncesi hakim olmuştur. Her testten önce yapmış olduğumuz muayenede halatların dış yüzeylerinin gözle görülür şekilde korozyona uğradığı not edilmiştir ayrıca halatlara test süresi olan 10 ay boyunca her hangi bir bakım(yağlama, temizleme… vb.) uygulanmamıştır. Türk Standartları Enstitüsünde çekme testleri için kullandığımız cihaz ISO 17025 standartlarına uygun olarak ölçüm yapma kapasitesindedir. Deney sonuçlarını incelediğinde beklediğimiz gibi oluşmadığı görülmüştür, mukavemette genel olarak bir azalma söz konusu olsa da bazı tel halatların ilk gün yapılan testlerle aynı çıktığı ve en büyük çapımız olan 14 mm halatın mukavemetinde bir miktar artış görülmüştür. 10 Ay boyunca hiçbir yük binmeyen ve herhangi bir sürtünme kuvvetine maruz kalmayan çelik halatlara doğal deniz ortamının etkisi ihmal edilebilir seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Yaptığımız çalışma 10 aylık bir süreyi kapsamaktadır, 10 ayın üzerindeki sürelerde değişimler olabileceği öngörülmekle beraber araştırılmaya açık durumdadır. İlerleyen çalışmalarda çelik halatların 2 yıl ve 5 yıl boyunca deniz ortamına konularak değişikliklerinin incelenmesi hedeflenmektedir. Ayrıca tuzlu su püskürtmeli korozyon cihazlarından yararlanılıp zamandan kazanç sağlamak ana hedeflerin arasındadır.

KAYNAKLAR

Andorfer, K., 1983. Die Zugkraftverteilung in schwingend beanspruchten geraden Seilen, Ph.D. Dissertation, TU Graz.Cardou, A., Jolicoeur, C., 1997. Mechanical models of helical strands. App. Mech. Rev. 50 (1), 1–13.

Costello, G.A., 1990. Theory of Wire Rope. Springer-Verlag, New York.

Costello, G.A., Miller, R.E., 1979. Lay effect of wire rope. J. Eng. Mech. Div. ASCE 105, 597–608, No. EM4, Paper 14753.

Costello, G.A., Phillips, J.W., 1976. Effective modulus of twisted wire cables. J. Eng. Mech. Div., ASCE 102, 171–181.

D.Elata, R. Eshkenazy,2004 M.P. Weiss ,The Mechanical Behavior of a Wire Rope With an İndependent Wire Rope Core.İnternational Journal of Solids and Structures 41(2004) 1157-1172

Ernst H., 1973. Kaldırma Makinaları Cilt-1, Çev. T.Arıtan, G.Hazardın, G.Keçecioğlu, S.Yurdakonar, Fon Matbaası, Ankara.

Feyrer, K., 1990. Seilelastizitatsmodul von Rundlitzenseilen. DRAHT 41 (4), 498–504.Feyrer, K., 1994. Drahtseile. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Hardin, John-Michael., 1998. On Path Independence of Axially Loaded Wire Rope Strands, PhD Thesis, University of Illinois, Urbana-Champaign.

Hruska, F.H., 1952a. Radial forces in wire ropes. Wire and Wire Products 27, 459–463.

Hruska, F.H., 1952b. Tangential forces in wire ropes. Wire and Wire Products 28, 459–463.

İmrak, Salman, 2012, TAŞIYICI HALATLARIN DENEYSEL GERİLME ANALİZİ Prof.Dr. C. Erdem İMRAK , Ar.Gör.Özlem SALMAN Asansör Sempozyumu

Jolicoeur, C., Cardou, A., 1991. A numerical comparison of current mathematical models of twisted wire cables under axisymmetric loads. J. Energy Res. Tech. 113, 241–249.

Knapp, R.H., 1979. Derivation of a new stiff ness matrix for helically armoured cables considering tension and torsion. Int. J. Num. Meth. Eng. 14, 515–529.

Lanteigne, J., 1985. Theoretical estimation of the response of helically armored cables to tension, torsion, and bending. J. Appl. Mech 52, 423–432.

Love, A.E.H., 1944. A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity, Chaps. 18 and 19. Dover Publications, New York.

McKewan, R.C, McKewan, W.M., 2001. A model for the structure of round-strand wire ropes. O.I.P.E.E.C. Bull. 81, 15–42.

Onur, 2012. Halat Ömrüne Etki Eden Parametrelerin İrdelenmesi Yusuf Aytaç ONUR Bülent Ecevit Üniversitesi, Asansör Sempozyumu

Phillips, J.W. Costello, G.A., 1985. Analysis of wire ropes with internal wire rope cores. Trans. ASME 52, 510–516.

Sayenga, D. 1980. The birth and evaluation of the american wire rope industry. In: First AnnualWire Rope Proceedings, Engineering Extension Service, Washington State University, Pullman, Washington.

SOLAS, 2009 Safety of Life at the Sea (Solas) Consolidated Edition

Schicner, G. 1986. Spannungen in laufenden Drahtseilen, Ph.D. dissertation, Universitaet Stuttgart.

Velinsky, S.A., 1981. Analysis of wire ropes with complex cross sections, Ph.D. thesis, Department of Theoretical and Applied Mechanics, University of Illinois at Urbana-Champaign, 87.

Velinsky, S.A., Anderson, G.L., Costello, G.A., 1984. Wire rope with complex cross sections. ASCE J. Eng. Mech. Div. 110, 380–391.

Verreet R., 2002. A Short History of Wire Rope by Dpl.-Ing. Roland Verreet

EKLER

EK A : TSE Laboratuvardan Gelen 1. Test Sonucu

EK B : TSE Labratuvardan Gelen 2. Test Sonucu

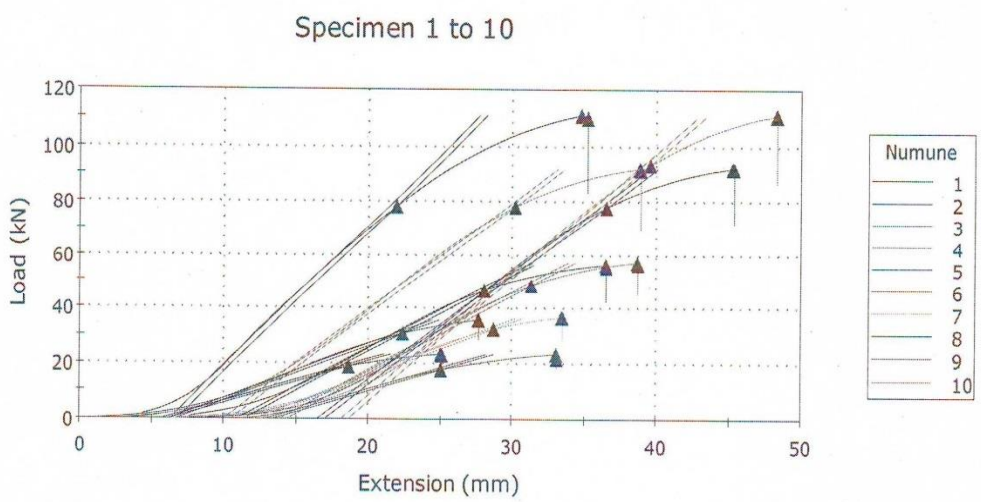
EK C : TSE Laboratuvardan Gelen 3. Test Sonucu

EK D : İlk Test Sonuçlarının Onaylı Raporu

EK E : İkinci Test Sonuçlarının Onaylı Raporu

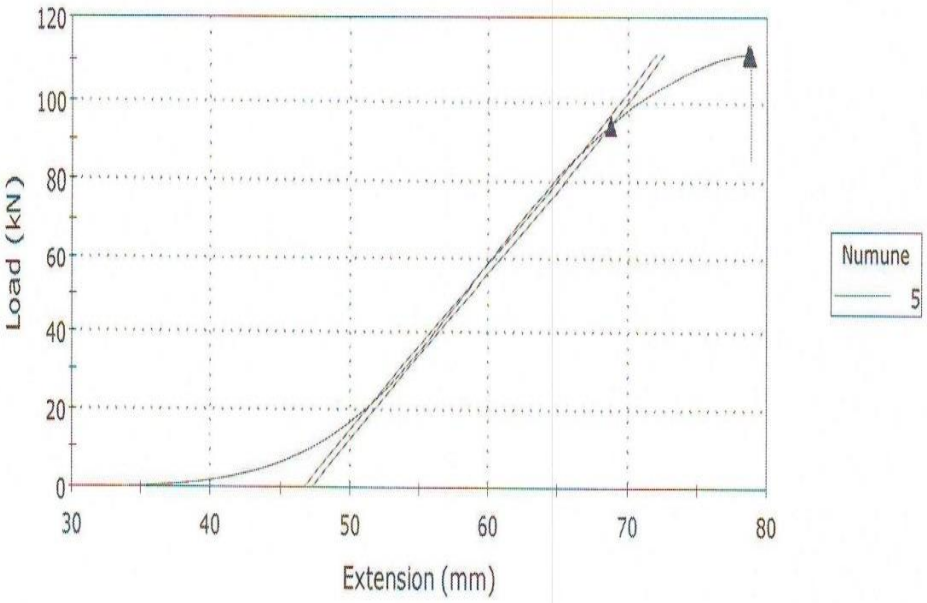
EK F : Üçüncü Test Sonuçlarının Onaylı Raporu

EK A: İlk Test Sonuçlarının Onaylı Sonuç Raporu



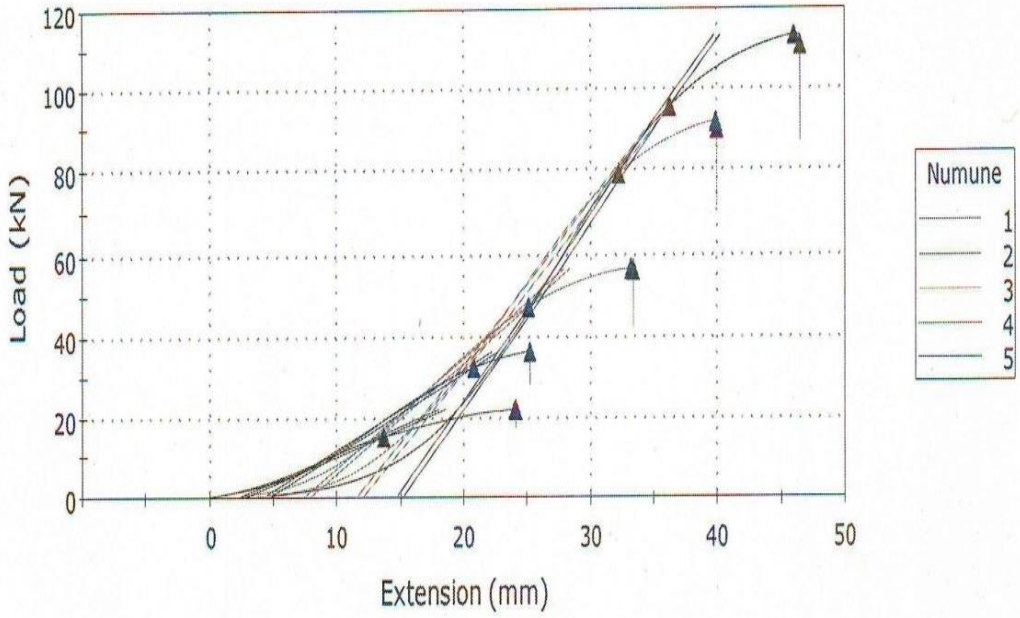
	Numune Tanimi	Maksimum Yük (kN)
1	6 mm 6X19 K.Özlü Çelik Halat	23.26
2	8 mm 6X19 K.Özlü Çelik Halat	35.80
3	10 mm 6X19 K.Özlü Çelik Halat	57.08
4	12 mm 6X19 K.Özlü Çelik Halat	91.75
5	14 mm 6X19 K.Özlü Çelik Halat	110.57
6	6 mm 6X19 K.Özlü Çelik Halat Yaslandirilmis	23.28
7	8 mm 6X19 K.Özlü Çelik Halat Yaslandirilmis	36.68
8	10 mm 6X19 K.Özlü Çelik Halat Yaslandirilmis	56.13
9	12 mm 6X19 K.Özlü Çelik Halat Yaslandirilmis	91.87
10	14 mm 6X19 K.Özlü Çelik Halat Yaslandirilmis	110.40

EK B: TSE Labratuvardan Gelen 2. Test Sonucu



	Numune Tanimi	Maksimum Yük (kN)
1	ÇELIK HALAT D= 6 mm	22.46
2	ÇELIK HALAT D= 8 mm	35.57
3	ÇELIK HALAT D= 10 mm	55.82
4	ÇELIK HALAT D= 12 mm	91.73
5	ÇELIK HALAT D= 14 mm	111.31

EK C: TSE Laboratuvardan Gelen 3. Test Sonuçları



	Numune Tanimi	Maksimum Yük (kN)
1	D: 6 ÇELIK HALAT	22.24
2	D: 8 ÇELIK HALAT	36.70
3	D: 10 ÇELIK HALAT	56.78
4	D: 12 ÇELIK HALAT	91.53
5	D: 14 ÇELIK HALAT	113.25

EK D: İlk Test Sonuçlarının Onaylı Raporu

DENEY-LAB. MERKEZİ BAŞKANLIĞI MAKİNA LABORATUVARI
HEADSHIP OF TSE TEST LABORATORIES CENTRE MECHANICS LABORATORY

176905 / 02-13
16.10.01

MUAYENE - DENEY SONUÇLARI *TEST RESULTS*

ÇEKME DENEYİ SONUÇLARI

Numune	Mak Yük Fm (kN)	
	Deney Sonucu	Ölçüm Belirsizliği (±)
ÇELİK HALAT Ø 06 mm 6x19 K. Özlü	23,26	0,23
ÇELİK HALAT Ø 08 mm 6x19 K. Özlü	35,80	0,36
ÇELİK HALAT Ø 10 mm 6x19 K. Özlü	57,08	0,57
ÇELİK HALAT Ø 12 mm 6x19 K. Özlü	91,75	0,92
ÇELİK HALAT Ø 14 mm 6x19 K. Özlü	110,57	1,11
ÇELİK HALAT Ø 06 mm 6x19 K. Özlü Yaşlandırılmış	23,28	0,23
ÇELİK HALAT Ø 08 mm 6x19 K. Özlü Yaşlandırılmış	36,68	0,37
ÇELİK HALAT Ø 10 mm 6x19 K. Özlü Yaşlandırılmış	56,13	0,56
ÇELİK HALAT Ø 12 mm 6x19 K. Özlü Yaşlandırılmış	91,87	0,92
ÇELİK HALAT Ø 14 mm 6x19 K. Özlü Yaşlandırılmış	110,40	1,10

DENEY YAPILAN CİHAZIN		BOYUT ÖLÇ. KULLANILAN CİHAZIN		DENEYE AİT BİLGİLER	
Adı	Çekme Cihazı	Adı	Kumpas	Numune Hazırlanış Şekli ve Yeri	Mak.Lab.Atl.
Markası	İnstron	Markası	Mitutoyu	Deney Tarihi	20/02/2013
Demirbaş no	-	Demirbaş no	-	Uygulanan Standard	-
Cihaz tipi	Pnomatik	Cihaz tipi	Dijital	Ortam Sıcaklığı	20 °C
Kapasite	600 kN	Kapasite	150 mm	Operatör	Fatih CEYLAN

KOPMA UZMASININ FORMÜLÜ					
Lo = 5,65 √So	Lo = 5 do	A 10 mm	A 80 mm	A 100 mm	

16.00.00.F.045/04.07.2012-5

2

EK E: İkinci Test Sonuçlarının Onaylı Raporu

DENEY LAB. MERKEZİ BAŞKANLIĞI MAKİNA LABORATUVARI
HEADSHIP OF TSE TEST LABORATORIES CENTRE MECHANICS LABORATORY

185511 / 05-13
16.10.01

MUAYENE - DENEY SONUÇLARI *TEST RESULTS*

ÇEKME DENEYİ SONUÇLARI

Numune	Mak Yük Fm (kN)	
	Deney Sonucu	Ölçüm Belirsizliği (±)
Çelik Halat Ø 6 mm	22,46	0,22
Çelik Halat Ø 8 mm	35,57	0,36
Çelik Halat Ø 10 mm	55,8	0,56
Çelik Halat Ø 12 mm	91,73	0,92
Çelik Halat Ø 14 mm	111,31	1,11

DENEY YAPILAN CİHAZIN		BOYUT ÖLÇ. KULLANILAN CİHAZIN		DENEYE AİT BİLGİLER	
Adı	Çekme Cihazı	Adı	Kumpas	Numune Hazırlanış Şekli ve Yeri	Hazır
Markası	İnstron	Markası	Mitutoyu	Deney Tarihi	27/05/2013
Demirbaş no	-	Demirbaş no	-	Uygulanan Standard	-
Cihaz tipi	Pnomatik	Cihaz tipi	Dijital	Ortam Sıcaklığı	23 °C
Kapasite	600 kN	Kapasite	150 mm	Operatör	Fatih CEYLAN

KOPMA UZMASININ FORMÜLÜ

	Lo = 5,65 √So		Lo = 5 do		A 10 mm		A 80 mm		A 100 mm

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ DENEY LABORATUVARI İŞ MERKEZİ BAŞKANLIĞI 1954

16.00.00.F.045/04.07.2012-5 2

EK F : Üçüncü Test Sonuçlarının Onaylı Raporu

DENEY LAB. MERKEZİ BAŞKANLIĞI MAKİNA LABORATUVARI
HEADSHIP OF TSE TEST LABORATORIES CENTRE MECHANICS LABORATORY

192867 / 08.13

MUAYENE - DENEY SONUÇLARI *TEST RESULTS*

ÇEKME DENEYİ SONUÇLARI
TENSİLE TEST *RESULTS*

Numune (Sample):	Mak Yük (Max. Load) Fm (kN)	
	Deney Sonucu (Result)	Ölçüm Belirsizliği (±) (Uncertainty)
Ø6 Çelik Halat	22.24	0.22
Ø8 Çelik Halat	36.70	0.37
Ø10 Çelik Halat	56.78	0.57
Ø12 Çelik Halat	91.53	0.92
Ø14 Çelik Halat	113.25	1.13

DENEY YAPILAN CİHAZ *TEST DEVICE*	ÖLÇÜM CİHAZI *MEASUREMENT DEVICE*	DENEYE AİT BİLGİLER *INFORMATION ABOUT TEST*
Adı : Universal Çekme Basma Cihazı *Name : Universal Testing Machine*	Adı : Dijital Kumpas *Name : Digital Compass*	Num.Hazırlanış Şekli ve Yeri: Hazır *Sample Preparation Place*: ready
Markası : INSTRON *Brand : INSTRON*	Markası : MAHR *Brand : MAHR*	Deney Tarihi : 13.08.2013 *Date of Test : 13.08.2013*
Demirbaş No : 253030605080713 *Article No : 253030605080713*	Demirbaş No : MG- *Article No : MG-*	Uygulanan Standart : - *Applied Standard : -*
Cihaz Tipi : Dijital *Device Type : Digital*	Cihaz Tipi : Dijital *Device Type : Digital*	Ortam Sıcaklığı : 23 °C *Ambient Temperature : 23 °C*
Kapasite : 600 kN *Capacity :600 kN*	Kapasite : 150 mm *Capacity : 150 mm*	Operatör : Mehmet YEĞİN *Operator : Mehmet YEĞİN*

16.00.00.F.045/28.05.2013-6

2

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ DENEY VE KALİBRASYON MERKEZİ BAŞKANLIĞI 1954

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad	**: İsmail KANDEMİR**
Doğum Yeri ve Tarihi	**: Bornova/11.07.1986**
E-Posta	**: ismkandemir@gmail.com**
Lisans	**: Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Fizik Bölümü**

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR:

5. Denizcilik Kongresi 2013 Maslak/İstanbul ” ÇELİK TEL HALATI MUKAVEMETİNİN DENİZ ORTAMINDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ” İ. Kandemir**,** M. Baş.