

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



KULE VİNCİ TASARIMI VE ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İLKNUR KÖKCÜ

BALIKESİR, OCAK - 2015

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



KULE VİNCİ TASARIMI VE ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İLKNUR KÖKCÜ

BALIKESİR, OCAK - 2015

KABUL VE ONAY SAYFASI

İlknur KÖKCÜ tarafından hazırlanan “KULE VİNCİ TASARIMI VE ANALİZİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 16.01.2015 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Prof. Dr. Nurettin ARSLAN

Üye

Prof. Dr. İrfan AY

Üye

Yrd. Doç. Dr. Kadriye ERGÜN

The image shows three handwritten signatures in blue ink, each written over a horizontal dotted line. The first signature is the most prominent and appears to be 'N. Arslan'. The second signature is 'I. Ay' and the third is 'K. Ergun'.

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Cihan ÖZGÜR

.....

ÖZET

KULE VİNCİ TASARIMI VE ANALİZİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İLKNUR KÖKCÜ
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. NURETTİN ARSLAN)
BALIKESİR, OCAK - 2015

Bu tezde ilk olarak kule vinç özellikleri ve bölümleri hakkında bilgi verilmiştir. Solidworks bilgisayar destekli tasarım programı kullanılarak, kule vincin üç boyutlu katı modeli oluşturulmuştur. Bütün kule vinç bileşenleri modellenmiştir ve daha sonra programın montaj bölümünde birleştirilmiştir. Modeller Solidworks'te oluşturulduktan sonra ANSYS sonlu elemanlar analiz programına transfer edilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde modeller sonlu elemanlar analizi için hazırlanmıştır. Problemin tanımlanması için ilk olarak ANSYS programında modeller meshleme yapılmıştır. Daha sonra kule vinç parçaları ANSYS programında analiz yapılmıştır. Kule vinç tasarımı yapılırken göz önünde bulundurulması gereken birçok etken vardır. Bunlardan başlıcaları; kule vinç kendi ağırlığı, transport edilecek yükün ağırlığı, hareketler sırasında oluşan dinamik yükler ve rüzgar ya da diğer iklim koşullarından kaynaklanabilecek harici yüklerdir. İmalat sonrası büyük kayıplarla sonuçlanabilecek kazaları önlemek için, tasarım aşamasında tüm bu etkenler dikkate alınmalıdır. Buradan da anlaşılacağı gibi kule vinç tasarımında optimum sonuca ulaşabilmek için çok sayıda tekrar gerektiren hesaplamalar yapılmaktadır. Bu hesaplamalar sonlu elemanlar yöntemi ile yapılarak, tasarım sürecinde zamandan tasarruf edilebilir.

ANAHTAR KELİMELER: Kule vinç, tasarım, analiz, Ansys, Solidworks.

ABSTRACT

**DESIGN AND ANALYSIS OF TOWER CRANE
MSC THESIS
İLKNUR KÖKCÜ
BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
MECHANICAL ENGINEERING
(SUPERVISOR: PROF. DR. NURETTİN ARSLAN)
BALIKESİR, JANUARY 2015**

In this thesis, firstly, it is informed about specifications of tower crane and parts of tower crane. Solidworks 3D design software has been used for modeling the tower crane. All the tower crane components were modeled, and then they were combined in the assembly module of the software. The models, which were generated via Solidworks software, and transferred to ANSYS finite element analysis software. In this part of the study, models were prepared for the finite element analysis. For defining the problem, firstly the models were meshed in ANSYS software. Then parts of tower crane is analyzed in ANSYS software. There are several factors that has to be taken into consideration when a tower crane being designed. Most important factors are; self weight of the tower crane, the weight of the bulk which has to be transported and the dynamic loads which occur during the movements. Moreover, for the tower cranes which operate in open-air, the external loads caused by wind and the other climate conditions has to be considered. In order to prevent possible accidents which can cause enormous losses after manufacturing, all these factors have to be taken into account during the design process. That means tower crane design process requires repetitive strenght calculations. During the design process, time can be saved by handling these calculations with the assistance of Finite Element Method.

KEYWORDS: Tower crane, design, analysis, Ansys, Solidworks.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|--|-------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| ŞEKİL LİSTESİ | v |
| TABLO LİSTESİ | vii |
| SEMBOL LİSTESİ | viii |
| ÖNSÖZ | ix |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1 Vinçler (Krenler) | 1 |
| 1.1.1 Vinçlerin Sınıflandırılması..... | 2 |
| 1.2 Literatür Araştırması | 2 |
| 2. KULE VİNÇLER | 6 |
| 2.1 Kule Vinç Sınıflandırılması | 9 |
| 2.1.1 Kule Yapılarına Göre Kule Vinçler | 9 |
| 2.1.2 Vinç Kollarına Göre Kule Vinçler | 10 |
| 2.1.3 Üzerinde Buldukları Zemin Yapılarına Göre Kule Vinçler | 12 |
| 2.2 Kule Vinç Montajı..... | 14 |
| 2.3 Taşıma Kapasitesi | 14 |
| 2.4 Kule Vinç Bölümleri | 14 |
| 2.4.1 Kaldırma – İndirme Sistemi Elemanları | 22 |
| 2.4.1.1 Halat Tamburları | 22 |
| 2.4.1.1.1 Tamburlarda Güvenlik | 23 |
| 2.4.1.2 Zincirler..... | 24 |
| 2.4.1.2.1 Zincirlerde Güvenlik | 24 |
| 2.4.1.3 Kancalar | 24 |
| 2.4.1.3.1 Basit Kancalar | 25 |
| 2.4.1.3.2 Çift Ağızlı Kancalar | 25 |
| 2.4.1.3.3 Kancanın Somuna Bağlanması..... | 27 |
| 2.4.1.3.4 Kanca Malzeme Seçimi..... | 28 |
| 2.4.1.3.5 Kancalarda Güvenlik | 28 |
| 2.4.1.4 Vinç Taşıma Halatları | 29 |
| 2.4.1.4.1 Halatlarda Güvenlik | 30 |
| 2.4.1.5 Makaralar | 32 |
| 2.4.1.6 Gövde | 32 |
| 2.4.1.7 Kaldırma Makinalarında Kullanılan Diğer Malzemeler | 33 |
| 2.5 Kule Vinç için Dünya Standartları | 33 |
| 2.6 Kule Vinçlerde Kaza Sebepleri | 33 |
| 3. VİNÇLERİN İMALATINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR | 35 |
| 3.1 Ortam ve İşletme Şartlarına Göre Seçim..... | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2 Transport Sistemlerine Etkiyen Rüzgar Yükleri | 37 |
| 3.3 İlk Periyodik Bakım ve Testler | 38 |
| 3.4 Kule Vinç Kullanım Önlemleri | 40 |
| 3.5 Vinç Konstrüksiyon Esasları | 42 |
| 3.6 Ölçülendirme Esasları | 45 |
| 4. KULE VİNÇ TASARIMI | 48 |
| 4.1 Kule Vinç Analitik Hesapları | 56 |
| 4.1.1 Statik Denge Hesabı | 56 |
| 4.1.2 İşletme Grubu Belirlenmesi | 58 |
| 4.1.3 Kule Vinç Hesaplarında Kullanılan Katsayılar | 59 |
| 4.1.4 Kaldırma Halatı Seçimi | 60 |
| 4.2 Makara Çapı Belirlenmesi | 62 |
| 4.3 Tambur Çapı Belirlenmesi | 63 |
| 4.4 Dengeleme Makarası Belirlenmesi | 63 |
| 4.5 Yük Kaldırma Motoru Hesabı | 64 |
| 5. KULE VİNÇ ANALİZİ | 65 |
| 5.1 ANSYS Sonlu Elemanlar Paket Programı | 65 |
| 5.1.1 Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesi | 66 |
| 5.1.2 Modelleme Ekranının Tanıtımı | 67 |
| 5.1.3 Elemanlara Ayırma | 68 |
| 5.1.4 Sınır Şartlarının Girilmesi | 68 |
| 5.1.5 Çözüm ve Sonuçlar | 68 |
| 5.2 Analizler | 68 |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER | 77 |
| 7. KAYNAKLAR | 79 |

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Şekil 2.1: Kule vinç görünümü..... | 6 |
| Şekil 2.2: Vincin hareketleri..... | 7 |
| Şekil 2.3: Vincin karakteristiği..... | 8 |
| Şekil 2.4: Kule yapısına göre kule vinçler..... | 10 |
| Şekil 2.5: Sabit vinç kollu kule vinç..... | 11 |
| Şekil 2.6: Orsa vinç kollu kule vinç..... | 11 |
| Şekil 2.7: Eklemli vinç kollu kule vinç..... | 11 |
| Şekil 2.8: Zemin yapılarına göre kule vinçler..... | 12 |
| Şekil 2.9: Mobil üniteler üzerine monte edilmiş kule vinçler..... | 13 |
| Şekil 2.10: Üstten dönmeli vinç bölümleri..... | 15 |
| Şekil 2.11: Alttan dönüşlü vinçlerin bölümleri..... | 15 |
| Şekil 2.12: Gövde, şase, kabin, kule görünümü..... | 16 |
| Şekil 2.13: Boom görünümü..... | 17 |
| Şekil 2.14: Vinç kancası görünümü..... | 18 |
| Şekil 2.15: Vincin şase ayakları..... | 19 |
| Şekil 2.16: Denge beton taşları, vincin ray sistemi..... | 19 |
| Şekil 2.17: Şaryo sistemi..... | 20 |
| Şekil 2.18: Dönüş göbeği ve dönüş motorları..... | 21 |
| Şekil 2.19: Dönüş dişlileri..... | 21 |
| Şekil 2.20: Kule, arka gergi halatı, arka kuyruk..... | 22 |
| Şekil 2.21: Halat tamburu ve motoru..... | 23 |
| Şekil 2.22: Halat bozuklukları..... | 31 |
| Şekil 4.1: Kule vincin arka kuyruğu tasarımı..... | 48 |
| Şekil 4.2: Dönüş motoru, dönüş dişlisi tasarımı..... | 48 |
| Şekil 4.3: Boom tasarımı..... | 49 |
| Şekil 4.4: Kanca ve kanca bloğu tasarımı..... | 49 |
| Şekil 4.5: Kule tasarımı..... | 50 |
| Şekil 4.6: Halat tamburu tasarımı..... | 50 |
| Şekil 4.7: Kabin tasarımı..... | 51 |
| Şekil 4.8: Şase ve denge taşları tasarımı..... | 51 |
| Şekil 4.9: Gövde, dinlenme platformu, merdiven tasarımı..... | 52 |
| Şekil 4.10: Kule vinç halat tasarımı..... | 53 |
| Şekil 4.11: Şaryo sistemi tasarımı..... | 53 |
| Şekil 4.12: Dönüş göbek tasarımı..... | 54 |
| Şekil 4.13: Kule vinç genel montaj görünümleri..... | 55 |
| Şekil 4.14: Kule vinç üzerine etki eden kuvvetlerin gösterimi..... | 56 |
| Şekil 4.15: Eğilme momenti - eksenel yük parametreleri ile rulman seçimi..... | 58 |
| Şekil 5.1: Analiz tipinin belirlenmesi..... | 66 |
| Şekil 5.2: Malzeme bilgileri..... | 67 |

| | |
|--|----|
| Şekil 5.3: 1. analizde booma uygulanan kuvvetler ve sabitleme yeri..... | 69 |
| Şekil 5.4: 1.analiz gerilme sonuçları..... | 70 |
| Şekil 5.5: 1.analiz total deformasyon sonuçları..... | 70 |
| Şekil 5.6: 2.analiz için yükler uygulama yeri | 71 |
| Şekil 5.7: 2. analiz Von Mises sonuçları | 71 |
| Şekil 5.8: 2. analiz total deformasyonu | 72 |
| Şekil 5.9: 3.analiz yük uygulaması | 72 |
| Şekil 5.10: 3. analiz gerilme sonuçları | 73 |
| Şekil 5.11: 3. analiz total deformasyonu | 73 |
| Şekil 5.12: Kancaya uygulanan yükler | 74 |
| Şekil 5.13: Kanca gerilme sonuçları..... | 74 |
| Şekil 5.14: Kanca total deformasyon..... | 75 |
| Şekil 5.15: Arka kuyruk yükleri | 75 |
| Şekil 5.16: Arka kuyruk gerilme | 76 |
| Şekil 5.17: Arka kuyruk total deformasyon..... | 76 |

TABLO LİSTESİ

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| Tablo 2.1: Kanca malzemelerinin sınıflandırılması | 28 |
| Tablo 3.1: FEM grubu seçim tablosu | 36 |
| Tablo 3.2: Gerilme emniyet değerleri | 37 |
| Tablo 4.1: İşletme grubu seçim tablosu | 59 |
| Tablo 4.2: DIN ve FEM gruplarının karşılaştırılması | 59 |
| Tablo 4.3: FEM'e göre Z_p değerleri | 60 |
| Tablo 4.4: DIN 15020' ye göre h_1 katsayıları | 60 |
| Tablo 4.5: Tel halat çapı için c katsayıları | 61 |
| Tablo 4.6: 18 x 7 dönmeyen çelik özlü tel halat özellikleri..... | 62 |
| Tablo 4.7: h_2 katsayıları | 63 |

SEMBOL LİSTESİ

| | |
|-----------------------------|---|
| M.Ö | : Milattan önce |
| DIN | : Deutsches Institut für Normung |
| FEM | : Federation Européenne de la Manutention |
| SEM | : Sonlu elemanlar metodu |
| PLC | : Programmable logic controller |
| MATLAB | : Matrix laboratory |
| Em | : Eğilme momenti |
| Ke | : Eksenel kuvvet |
| Mem | : Maksimum eğilme momenti |
| MKe | : Maksimum eksenel kuvvet |
| Ef | : Emniyet faktörü |
| Y1 | : Kaldırılacak yük |
| Y2 | : Boom ağırlığı |
| Y3 | : Arka kuyruk denge taşları ağırlığı |
| Y4 | : Arka kuyruk ağırlığı |
| Z_p | : Minimum güvenlik katsayısı |
| h_{1,2} | : Halat tambur ve makara çapları için katsayı |
| S | : Halat çekme kuvveti |
| c | : Halat katsayısı |
| d | : Tel halat çapı |
| D | : Makara çapı |
| η_{toplam} | : Toplam verim |
| η_{redüktör} | : Redüktör verimi |
| η_{palanga} | : Palanga verimi |
| η_{tambur} | : Tambur verimi |
| V_k | : Yük kaldırma hızı |
| z | : Taşıyıcı halat sayısı |
| N | : Kaldırma motoru verimi |
| kN | : Kilonewton |
| Mpa | : Megapascal |
| m | : Metre |
| mm | : Milimetre |
| kg | : Kilogram |
| sn | : Saniye |
| km/h | : Kilometre/saat |
| BG | : Beygir gücü |
| KW | : Kilowatt |

ÖNSÖZ

Kule vinç tasarımı ve analizi tezimde benden yardımını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Nurettin ARSLAN'a desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim. Ayrıca kule vinçle ilgili teknik bilgilerini paylaşan ve bu konuda tecrübe edinmemi sağlayan Liebherr, Saez, Teknovinç, Bemtaş Kule Vinç firmalarına teşekkürü bir borç bilirim.

Bugünlere gelmemdeki en büyük desteği olan aileme de minnettarlığımınla birlikte teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

1.1 Vinçler (Krenler)

Sözlük anlamı, sandık ve balya gibi yükleri kaldırmaya yarayan araçlar olan vinçler, bir taşıma elemanına asılı olan yükü kaldırmaya ve çeşitli yönlerde hareket ettirmeye yarayan kaldırma ve taşıma makineleridir. Esasında vinçler yükleri kaldırıp sadece tek bir yöne ileten basit makineler; krenler ise öteleme ve dönme hareketi de yapabilecek şekilde yükleri istenilen her yöne taşıyabilen kaldırma makineleridir. Ancak genel olarak krenler de vinç olarak ifade edilmektedir [1].

Vinçler ilk defa M.Ö. 5. yüzyılda kullanılmıştır. Bununla birlikte ilk vinç resmi Romalı mimar Vitruvius'un M.Ö. 10 yıllarında yazdığı bir kitapta görülmektedir. Bu vinç tepesinde makara bulunan ve halatlarla sabitlenen bir direktten oluşmaktadır. Yükler makaradan geçen başka bir halata bağlanarak kölelerin çevirdiği ayak değirmeniyle kaldırılmıştır. Daha sonra 15. yüzyılda İtalya'da palangalı vinç adı verilen daha kullanışlı bir vinç tasarlanmıştır. Buhar gücüyle çalışan ilk vinci ise 19. yüzyılda İskoçyalı John Rennie (1761 - 1821) yapmıştır [1].

Vinçler düşey ve yatay yönde hareket edebildikleri için her türlü yükü iletebilme özelliğini taşırlar. Standart bir vinç uzunluğu 10-40 metre arasında olup standart bir vinç kapasitesi 10-60 ton arasındadır. Vincin önüne ve arkasına ilave edilen destek ayaklarla daha ağır yükler de kaldırılabilir. Bazı vinçler sabit olup bazıları büyük araçlara kurulmuş seyyar vinç şeklindedir. Bazıları ise raylar üzerinde hareket etmektedir [1].

1.1.1 Vinçlerin Sınıflandırılması

Vinçler genel olarak hareket kabiliyetlerine ve kaldırma kabiliyetlerine göre sınıflandırılır. Bununla birlikte, kullanıldıkları, monte edildikleri ve çalıştıkları yerlere göre, yapılarına ve yapacakları işlere göre, bom yapılarına göre ve enerji kaynaklarına göre de sınıflandırılabilir [2].

➤ Hareket Kabiliyetlerine Göre

- Sabit vinç
- Lastik tekerlekli vinç
- Paetli vinç
- Ray üzerinde hareketli vinç
 - Köprülü vinçler
 - Kule vinçler

➤ Kaldırma Kabiliyetlerine Göre

- Hidrolik - halatlı vinçler
- Teleskopik boumlu vinçler
- Kurtarıcılar
- Halatlı vinçler
- Açık kafesli vinçler
- Sabit vinçler
- Fabrika tipi vinçler [2].

1.2 Literatür Araştırması

Karamolla, (2005) yaptığı doktora çalışmasında sonlu elemanlar metodunun değişken dönüşümü yaklaşımı kullanılarak, kule vinçlerin yüklere karşılık gelen deplasman ve titreşim analizi yapmıştır. Yapılan sonlu elemanlar formülasyonunun çözümünde, kule vinçlerin yapısını meydana getiren çubuk eleman kullanmıştır. Bu çubuk eleman için yapılan sonlu eleman formülasyonunun çözümünde ise, bilgisayar programlama dili olarak SAP2000 kullanmıştır. Sonuçta, uygulanan kuvvete göre,

çubuk elemanların düğüm noktalarında oluşan kuvvetlerin ve ayrıca rüzgar etkileri ve titreşimlerin etkilerine karşı oluşan gerilmeler ve kule vinç yapısını oluşturan çubuk elemanların düğüm noktalarında oluşan yer değiştirmeler hesaplamış, sistemin bütününe belirlenen modlardaki doğal frekansları bulmuştur. Sonuç olarak, göz önüne alınan rüzgâr kuvvetleri etkisinin çok küçük olduğu, buna mukabil uygulanan kuvvetin ve bu kuvvetin vinç yapısı üzerinde oluşturduğu titreşimlerin daha etkili olduğu görülmüştür [3].

Taşdemir, (2012) çalışmasında bir jib kren tasarımını yaparak, oluşturduğu modelin mukavemet hesapları öncelikle analitik olarak yapmıştır. Daha sonra kren modeli, sonlu elemanlar yöntemiyle analiz edilerek sonuçların güvenilirliği irdelenmiş ve S.E.M'nin jib kren tasarımında kullanılabilecek pratik ve güvenilir bir yöntem olduğu ortaya konmuştur [4].

Şensoy ve Güngör'ün projesinde (2011), bir kule vinç tasarlanmış ve üzerinde oluşabilecek statik yüklemeler karşısında maksimum gerilme ve maksimum deplasmanlar ve doğal frekanslar hesaplanmıştır. Hesaplar, sonlu elemanlar yöntemine dayanarak, ANSYS 10 yazılımıyla bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. TS 498-1997'e göre yapılan hesaplamalar sonucunda bulunan gerilme ve yer değiştirme sonuçları incelenmiştir. Sistemin güvenli çalışması için 50km/h rüzgar hızına göre hesaplamalar yapılmış ve yüklü haldeki gerilme ve yer değiştirme sonuçları bulunmuştur. Bu rüzgar hızında bulunan sonuçlar yapılan tasarımın sınır şartları içerisindedir. 50km/h ve üzeri rüzgâr hızlarında sistemin çalıştırılması güvenlik açısından sakıncalıdır [5].

Suman ve diğerlerinin (2013)'te yaptığı çalışmada Solidworks'te mobil kule vinç bölümleri tasarlanmış daha sonrasında kule vinç kolu 90 derecedeyken her analizde boomun farklı uzunluğuna 800 kg yük konarak Solidworks'te gerilme analizi ve deformasyon analizi yapılmıştır. Sonuç olarak boomun ucunda gerilme maximum, boomun başlangıcındaki yerde gerilme minimum olduğu tespit edilmiştir [6].

Ajinkya ve diğerleri (2014), ANSYS kullanarak kule vinç kolunu statik ve dinamik yükler altında analiz etmişlerdir. Sonuç olarak rüzgar yükünün önemli bir

kriter olduğu tespit edilmiştir. Analitik hesaplarla sonlu elemanlar analiz sonuçları çok yakın çıkmıştır [7].

Alver'in (2012) çalışmasında mobil hidrolik vinçlerin yük kaldırma esnasında devrilmesini önleyecek PLC tabanlı bir kontrol sisteminin tasarımı yapılmış, tasarlanan sistemin performansı MATLAB/Simmechanics ortamında yürütülen simülasyon çalışmaları ile denenmiştir. Tasarlanan sistemin prototipi üretilmiştir. Geliştirilen sistem, tasarlanarak üretilen mevcut vinçlerle aynı performansa sahip ancak daha hafif olan 90 ton metrelik katlanabilir çift kırmalı bir mobil vinç üzerinde denenerek yapılan tasarımın doğrulanması ve geçerli kılınması sağlanmıştır [8].

Vinç Kontrol Sistemi olarak isimlendirilen sistem, mobil hidrolik vinçlerdeki vinç kolu konumu, vinç kolu açısı, vinç kolu silindiri basıncı ve yük değerlerini toplayarak işletme değişkenlerinin vincin devrilmesine yol açabileceği sınır değerlere ulaşmasını engellemektedir. Geliştirilen sistem; hidrolik mobil vinçlerin performansını iyileştirerek vinç kapasitesinden en üst düzeyde yararlanmayı, çalışma esnasında iş güvenliğini artırmayı sağlamaktadır [8].

Khalek ve diğerleri (2013) kule vinçte taşıma yapılırken zamanın en aza indirilmesi için genetik algoritma geliştirmiş ve bir sorun üzerine bu algoritmayı uygulamıştır. Optimizasyon tekniği için numerik bir örnektir [9].

Kule vinçlerin hesaplanmasında, yükün kaldırılması ve indirilmesi esnasında vinç üzerinde oluşan dinamik gerilmeler, genellikle statik yüklerin sebep oldukları gerilmelerden birkaç kez daha büyük olmaktadır. Dietrich (1977)'in inceleme ve araştırmalarında, yükün kaldırılması ve indirilmesi dolayısıyla oluşan dinamik gerilmelerin statik yükleme halindeki gerilmelerden 2.8 kat daha büyük olduğu gösterilmiştir. Bununla beraber, uygun olarak seçilen dengeleme kütlesi vasıtasıyla, bu kuvvetler ve bu gerilmelerin, vinç üzerinde sadece kısa bir süre zarfında etkili olduğu Shulz (1989) tarafından bulunmuştur [3].

En kısa halat uzunluğu olarak 6 m ve 8 m halat uzunluğu için salınım zamanı, kaldırılan yük için yaklaşık olarak 5 sn olmaktadır. Abromowic ve

Dietrich'in (1977) araştırma ve incelemelerinde, salınım süresi, kule vincin bilgisayarlı hesaplamasında baz olarak 0.8 sn ve 2 sn arasında alınmıştır. Bunun sonucu olarak kule vincin salınımı esnasında yükün taşınması, vincin boomunun hareketine etki etmediği, bu yöndeki hesaplamaların ihmal edilebileceğini Scheffler (1973) belirtmektedir [3].

Ayrıca bazı önerilerin esas alınmasıyla, kule vinçlerin metal aksamlarının yorulmasında Norrie ve diğerleri (1978) tarafından random yüklerin vinçler üzerindeki kritik etkisinin bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Buradan da anlaşılmaktadır ki, bütün yüklerin toplam dağılımı, dinamik yükler hariç olarak, normal gerilme değeri, % 4-6'yı aşmaz. Bu da, bu yüklerin, hesaplamalarda ihmal edilebilmesine olanak tanır. Dinamik yüklerin etkileri çok daha önemlidir (% 40 daha fazla). Bu yüzden, hesaplamalarda kesinlikle göz önüne alınmaları gerektiği Shulz (1989) tarafından belirtilmiştir [3].

Daha önce Zaretskii (1987) tarafından yapılan çalışmalarda, kendi ekseninde dönmeye başlayan kule vinçlerin hasar durumlarının araştırılmasında, hasar bölgesinde, genellikle malzeme yorulmasının, kule vincin çelik yapısındaki esas hasar sebebi olduğu bulunmuştur. Tahmin edilen aksine olarak, yorulma çatlaklarının, sadece herhangi bir yaştaki eski kule vinçlerde değil, özellikle 2 yaşına kadar olan nispeten yeni sayılabilecek kule vinçlerde de meydana gelmekte olduğu tespit edilmiştir [3].

Vinç yapısını meydana getiren paket sistem yapı elemanlarının, bu sistemler kaynaklı birleştirmelerle yapıldığından ve vinç de genellikle dış ortam şartlarında çalıştığından, özellikle kaynaklı birleştirme yerlerinde kaynak yapılması esnasında gerilmeler oluşur ve bu gerilmeler giderilmezse, yapıda düzensiz bir gerilme dağılımı oluşmasına sebep olur [3].

Bu tez çalışmasında SEM kullanılıp kule vincin tüm parçaları Solidworks'te tasarlanıp Ansys programında kule vincin sadece kritik parçalarının gerilme ve total deformasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Vinç kolunun başlangıcına, ortasına ve en ucuna farklı zamanlarda asılan farklı ağırlıktaki yüklerle vinç kolunun dayanıklılığı ölçülmüştür. Arka kuyruk kısmının denge taşlarına karşı mukavemeti için konstrüksiyonu analiz edilmiştir. Kancanın yüke dayanımı ölçülmüştür.

2. KULE VİNÇLER

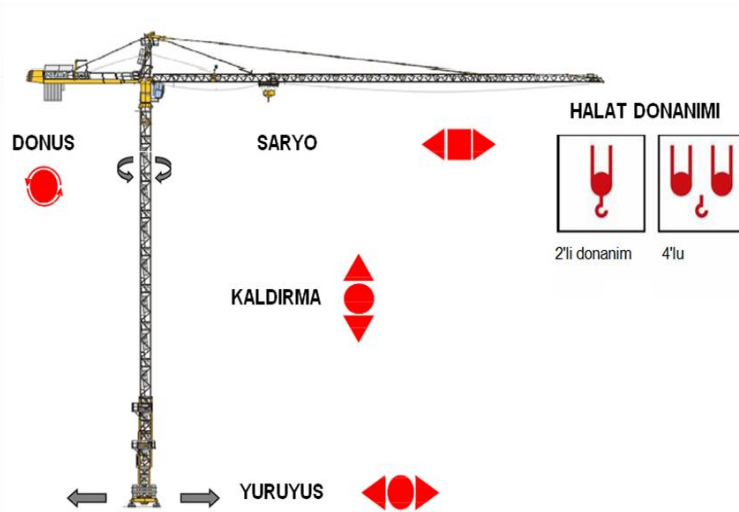
Bu vinçlerin çalışma sahaları özellikle yüksekliği fazla olan yerlerdir. Kule yükseklikleri 20-60 m arasındadır. Vinç kolu uzunlukları 6 m ile 30 m arasında olup, kaldırma kapasiteleri 0,3 ton ile 10 ton arasındadır. Kule vinçlerin dengeli olarak çalışmalarını sağlamak için rüzgâr, ivme ve çalışma yükseklikleri göz önünde tutularak, kule boomunun boyu tayin edilir. Bum mümkün olduğunca dik olarak çalıştırılmalıdır [10].



Şekil 2.1: Kule vinç görünümü.

İnşaat mühendislerinin kullanım alanında olan, makine mühendislerinin tasarımı kule vinçler inşaat sektörünün devlerini bir adım daha ileri taşımaktadır. Gemi üretiminde benzer bir sistem ile hız kazanan tersaneler, tasarımcılara ilham vermiş olacak ki bir benzerini inşaat sektöründe kullanmak üzere geliştirmişlerdir. Kule vinçler teknoloji harikası olmayan basit bir sisteme dayalı da olsa sektörün yıllarca süren projelerinde önemli hız artışları sağlamış, taşıyıcı işçilerin yaptığının yüzlerce katını daha az maliyet ve güven ile yapmayı başarmıştır. Dış ülkelerden temin edilen parçaları inşaat alanına getirilerek tek tek birleştirilmesi ile birkaç gün içinde kurulup sökülebilmektedir [11].

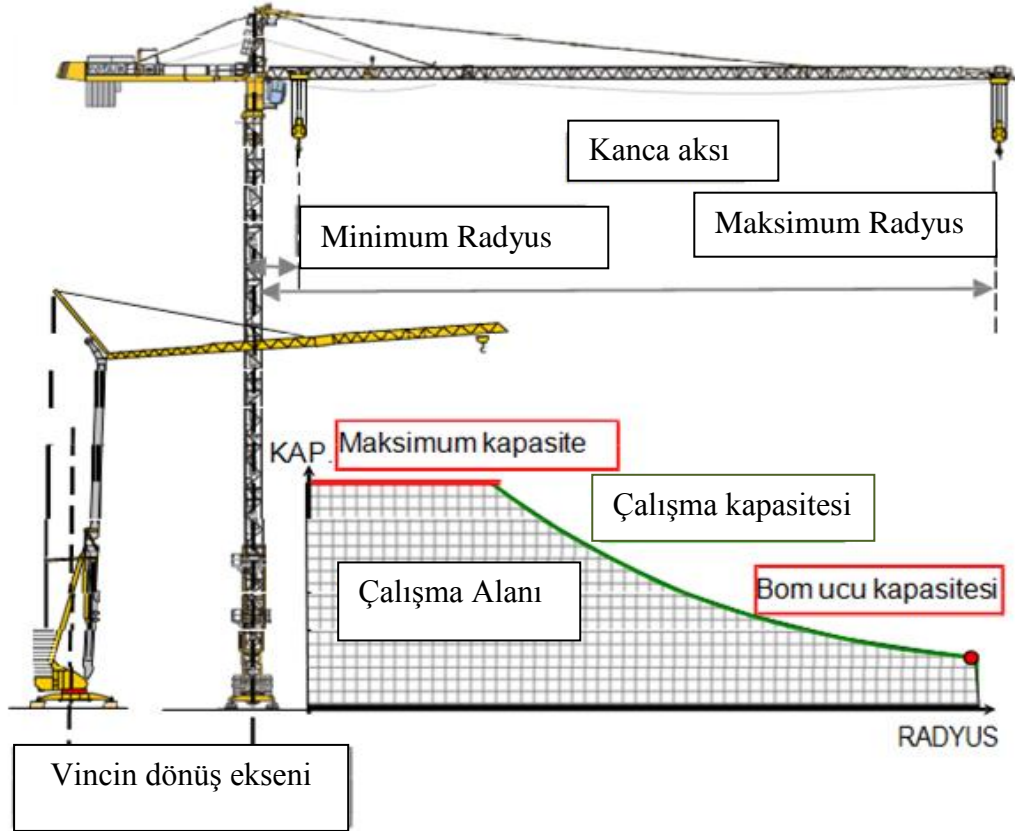
Belli bir alana yapılan çok sayıda bina için tek bir kule vinci yeterli olmakta, taşınan ağır yüklerin ve aşılması zor yolların aşılmasında ve taşınmasındaki tüm zorlukları ortadan kaldırıp, ek kaldırma ve taşıma araçları masrafı da gerektirmemektedir. Kule vinçleri uzun, radyo istasyonu direğine benzer ama çok daha sağlam ve parçalardan oluşan, üzerinde boom adı verilen yükün yatayda yol izleyebileceği raylı bir sistemden meydana gelir. Boom yatay olarak kule gövdesinin üzerindedir. Boom kulenin üstüne yerleştirilirken bir tarafa ağırlık (beton) koyularak diğer uzun kısım için denge şartları yerine getirilir. Boom üzerinde gövdeden uzaklaştıkça yük alımı azalmaktadır. Vincin maksimum uzaklıkta aldığı yük 1 tonu geçmemelidir. Devrilme ihtimali yüksek olan sabit vinçler rüzgarda da kullanılmamalı ve hatırı sayılır yükseklikte çalışan operatörlerinin kule tepesinde bulunmamaları gerekmektedir. Kule gövdesi ağırlığın kaldırılacağı en uygun bölgelerdir. Genelde ağır parçalar gövdeye yakın yere kadar kule vinçleri, diğer bölgelere ise ek kaldırıcı veya sürükleyici mekanizmalarla iletilmektedir [11].



Şekil 2.2: Vincin hareketleri.

Kule vinçleri için bazı Türk firmalar da kolları sıvamış, başarı ile de yerli kule vinçlerini tasarlamışlardır. Son derece güvenli ve tamamen yerli üretimle elde edilmiş bu makineler sektörde yerini bulmuştur. Mobil olanları da mevcut olan ama pek tercih edilmeyen kule vinçleri, yere açılan 10×10 boyutlarında veya zemine göre küçük-büyük çukurların içerisine beton doldurulup metal hasırlarla güçlendirilerek ve sabit yere monte edilerek kurulumunun startını

verir. Zemini hazır olan yere parçalar bir iki kademe yerleştirilir. Bu işin kolay kısmıdır. Dışarıdan tahsis edilen mobil bir vinç yardımı ile kısa gövdeye boom ve beton dengeler yerleştirilir. Bundan sonra kendi kendini yükseltme özelliğine sahiptir. Boy yükseltilmesi için üzerinde bulunan hidrolik sistemli bir yükseltici parçaları tek tek alarak teknikerlerin yardımı ile kurulumunu tamamlar [11].



Şekil 2.3: Vincin karakteristiği.

Radyus: Dönüş eksenini ile kanca aksı arasında kalan yatay mesafeye radyus denir. Çalışma kapasitesi, kancada asılı duran yükün ağırlığıdır. Bu yük radyusa göre değişir.

Maksimum Güvenli Çalışma Kapasitesi: Kaldırılabilen en büyük ağırlık, vincin kapasitesine bağlı olarak minimum radyustan belirli bir radyusa kadar sabittir.

Boom Ucu Kapasitesi : Maksimum bom uzunluğunda kaldırılabilen çalışma yüküdür.

Moment: Moment belirli bir radyustaki yükün vinç üzerinde oluşturduğu güçtür.

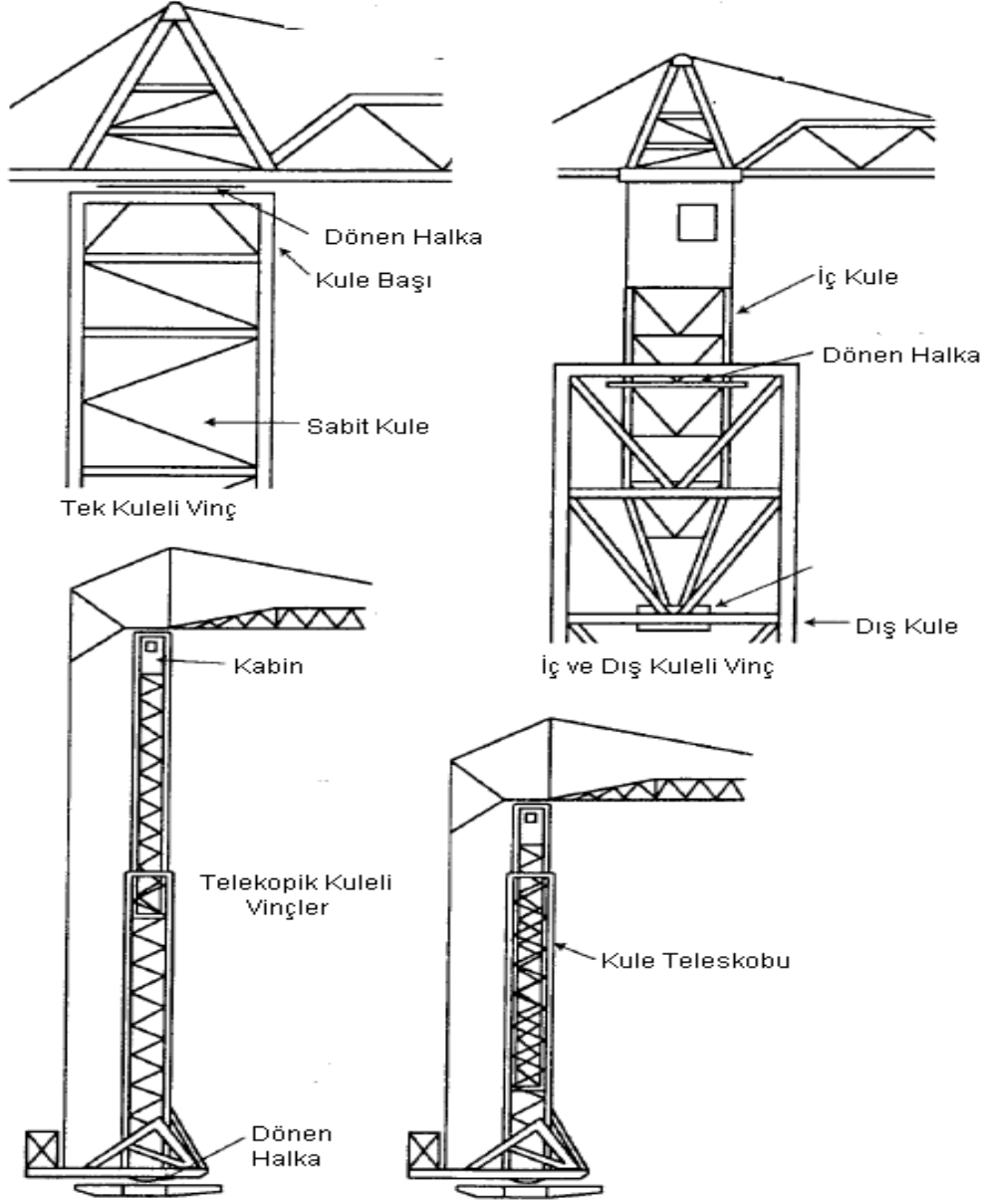
2.1 Kule Vinç Sınıflandırılması

Kule yapılarına, vinç kollarına ve üzerinde buldukları zemin yapılarına göre sınıflandırılırlar.

2.1.1 Kule Yapılarına Göre Kule Vinçler

Bazı vinçler sabit kule yapısına sahip olup bazıları dönebilen kule yapısına sahiptir. Sabit kuleli vinçte, dönen halka kulenin tepesinde veya yakınında bulunup vinç kolu kule ile düşey açılı bir pozisyonda dönme hareketi yapmaktadır. Dönebilen kuleli vinçlerde ise dönen halka kulenin alt tarafında bulunur. Kule ile vinç kolu vincin üzerinde bulunduğu destek etrafında hareket etmektedir. Kule yapılarına göre kule vinçler tek kuleli, iç ve dış kuleliler ve teleskopik kuleliler olmak üzere sınıflandırılırlar (Şekil 2.4). Tek kuleli vinçlerde vinç kolu sabit veya dönebilen özellikte olan tek bir kule tarafından taşınmaktadır. İç ve dış kuleli vinçlerde vinç kolu dışta bulunan bir kule tarafından desteklenen bir iç kule aracılığıyla taşınır. Bu iç kulenin sabit kalma veya dönebilme özelliği mevcuttur [1].

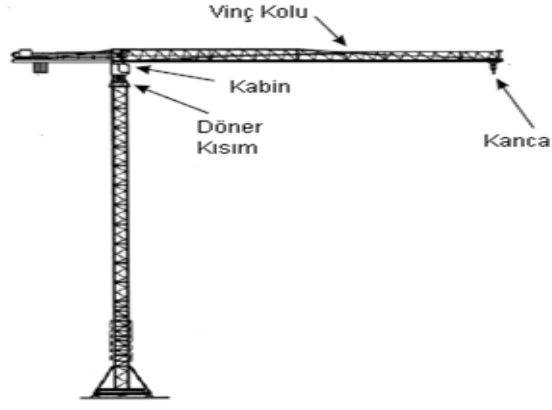
Teleskopik kuleli vinçlerde ise kuleyi oluşturan yapı iç içe geçebilen iki veya daha fazla alt yapıdan oluşmaktadır [1].



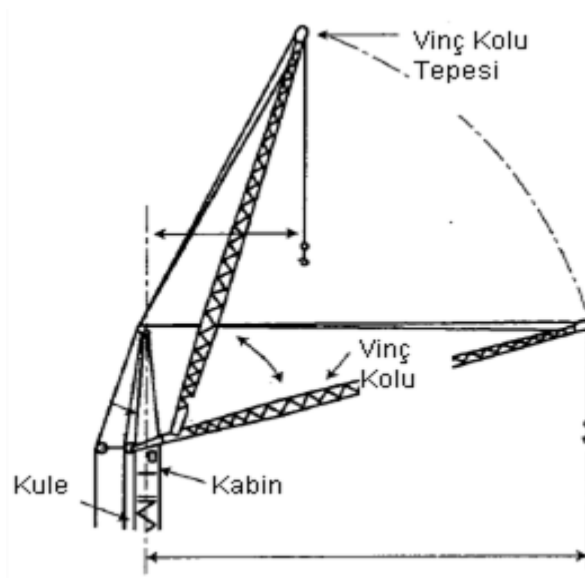
Şekil 2.4: Kule yapısına göre kule vinçler.

2.1.2 Vinç Kollarına Göre Kule Vinçler

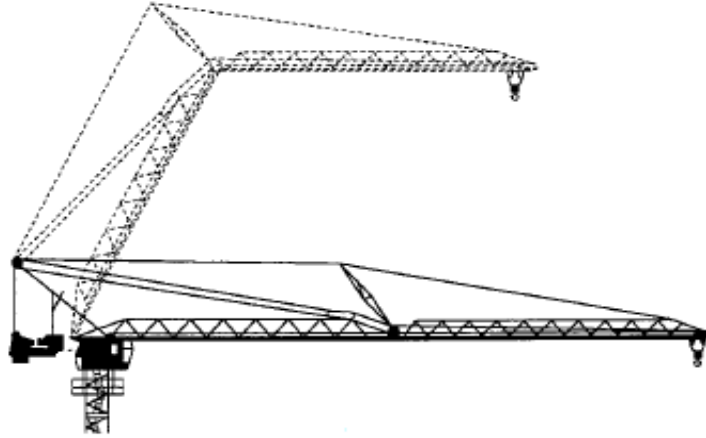
Farklı vinç kolu yapılarına sahip kule vinçleri bulunmaktadır. Bazı vinçlerin vinç kolları yatay sabit pozisyonda Şekil 2.5'te görüldüğü gibi hareket ederken bazı vinçler de orsa vinç kolları yani kule ile aralarında farklı açılar olacak şekilde dikey yönde de hareket edebilen vinç kolları mevcuttur (Şekil 2.6). Bazı kule vinçlerin vinç kolları ise Şekil 2.7'de görüldüğü gibi eklemlı yapıya sahiptir [1].



Şekil 2.5: Sabit vinç kollu kule vinç.



Şekil 2.6: Orsa vinç kollu kule vinç.



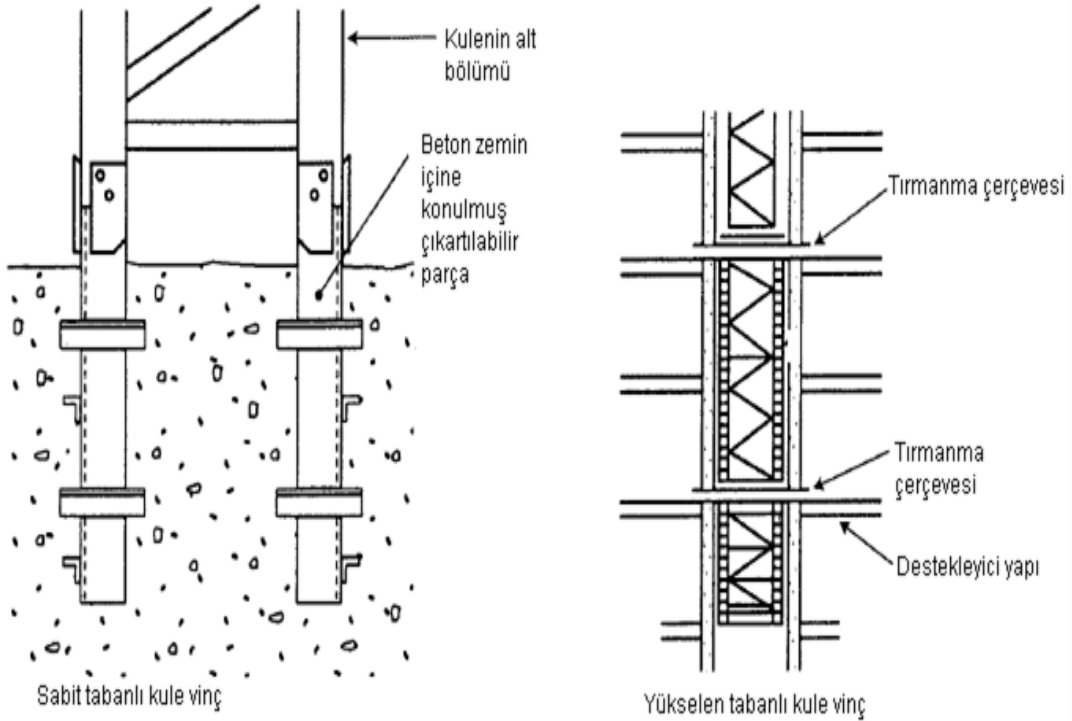
Şekil 2.7: Eklemlı vinç kollu kule vinç.

2.1.3 Üzerinde Buldukları Zemin Yapılarına Göre Kule Vinçler

Kule vinçler, üzerinde buldukları zemin yapılarına göre sabit tabanlı, raya monte edilmiş ve mobil üniteler üzerine monte edilmiş kule vinçler olarak sınıflandırılırlar. Sabit tabanlı kule vinçler ayrıca kendi arasında yerinde tabanlı, kendi tabanı üzerinde bulunan ve yükselen tabanlı kule vinçler olarak sınıflandırılır [1].

Yerinde tabanlı kule vinçler, özel olarak yapılmış çerçeveler üzerine veya bir beton kütle içinde bulunan ve daha sonra kullanılmayacak bir kule parçasına monte edilirler. Kendi tabanı üzerinde bulunan vinçler, beton bir zemin üzerinde bulunan tekerleksiz ve kulenin kendisine ait olan bir tabana monte edilirler [1].

Yükselen tabanlı vinçler ise tırmanma çerçeveleri ve takozları kullanılarak inşaat halindeki yapı tarafından desteklenirler. Bu yolla yapı yükseldikçe kule vincin yüksekliğinin de artması sağlanır [1].



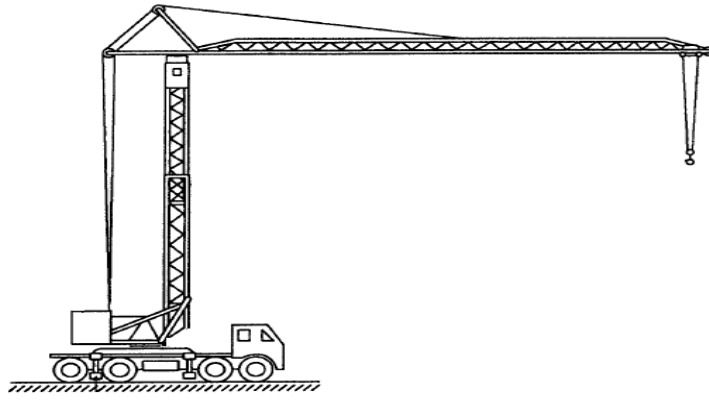
Şekil 2.8: Zemin yapılarına göre kule vinçler.

Raya monte edilmiş kule vinçler, ray tekerlekleri tarafından desteklenen bir çerçeve üzerine monte edilirler. Tekerlekler genellikle çift flanşlı olur [1].

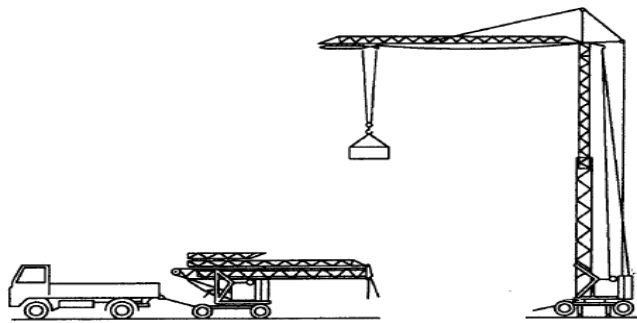
Mobil üniteler üzerine monte edilmiş kule vinçler kendi aralarında kamyon monteli, tekerlek-monteli ve palet-monteli kule vinçler olarak sınıflandırılır [1].

Kamyon-monteli kule vinçler taşıyıcı bir kamyonla monte edilmek suretiyle oluşturulur. Tekerlek-monteli kule vinçler kendinden hareketli olmamakla birlikte bir araç vasıtasıyla çekilerek hareket eder [1].

Palet-monteli kule vinçleri iki çeşit olmakla birlikte, birincisi çift-paletli olup iki adet palet üzerinde bulunmaktadır. Bir diğeri ise dört adet geniş palet üzerinde bulunur [1].



Kamyon-monteli kule vinç



Tekerlek-monteli kule vinç

Şekil 2.9: Mobil üniteler üzerine monte edilmiş kule vinçler.

2.2 Kule Vinç Montajı

Kule vincin parçaları konteynerlerle 10-12 seferde getirilir. Çelik kafesin ilk parçası temele sabitlenir. Mobil bir vinç kullanılarak diğer parçalar montaj edilir. Kule vinç kolunun montajı yapılır ve karşı ağırlıklar eklenir. Yükselen kule üzerine bu vinç kolu yerleştirilir. Söküm sürecinde ise bu işlem tersine yapılır [5].

2.3 Taşıma Kapasitesi

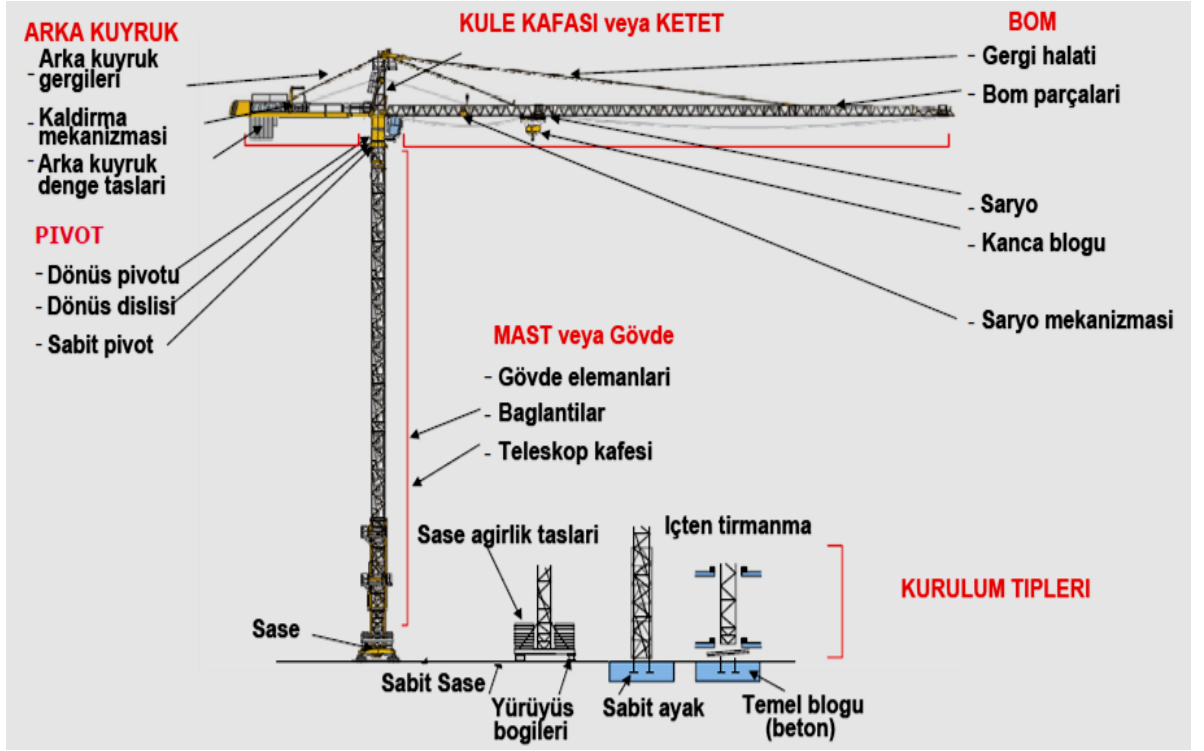
Kule vinçler, 18 tona kadar yükü 70 metre yüksekliğe kaldırabilme kapasitesine sahip olabilirler. Yük kolu ucuna doğru taşıyabileceği yük kapasitesi azalır. Bu yük kapasitesi kule yüksekliğine de bağlıdır. Kule vinç operatörü vincin kapasitesinin üstünde yüklenip yüklenmediğini maksimum deplasmanı ve dönme miktarını kontrol etmelidir [5].

2.4 Kule Vinç Bölümleri

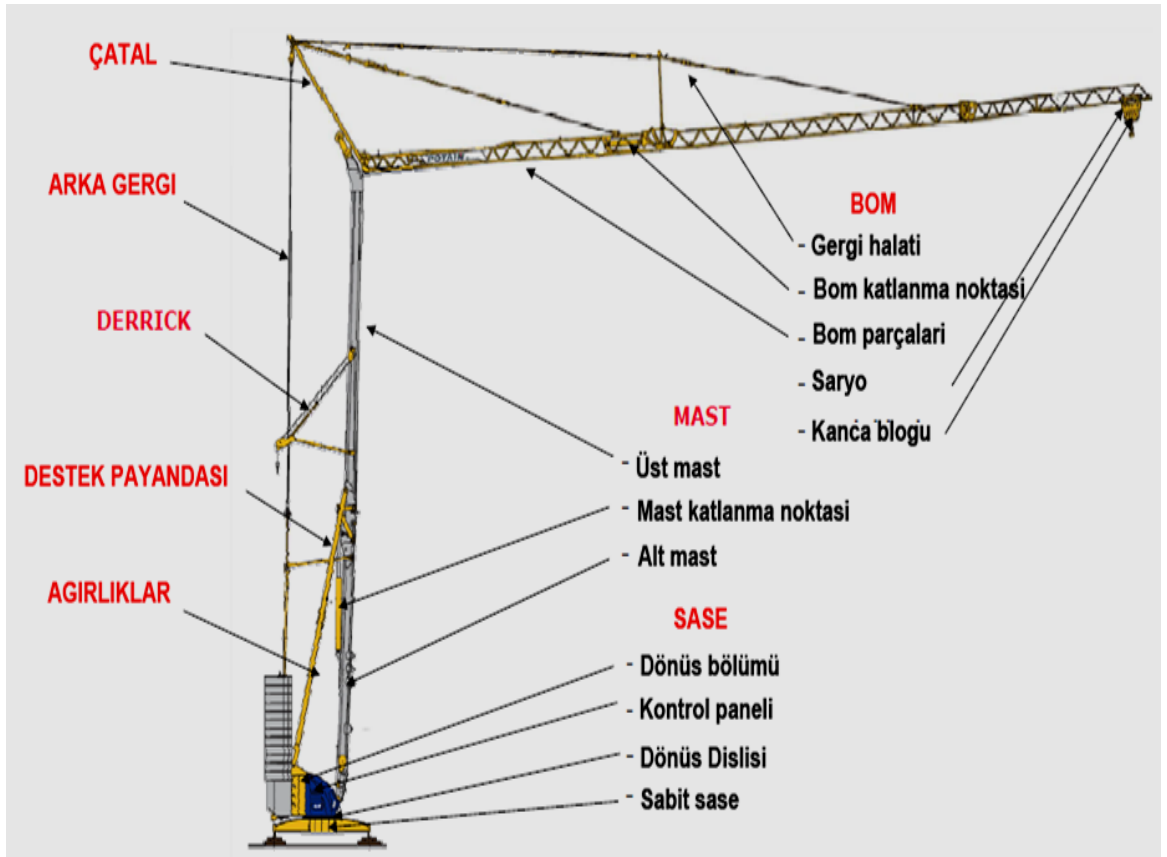
Tüm kule vinçler benzer bölümleri içerir. Vinç kulesini sabitleyen beton yastıklar, kuleye yükseklik kazandıran çelik kafes yapı, kulenin üstüne bağlı döndürme mekanizması ve buna bağlı kule vinç kolu. Bu kule vinç kolu üç bölümden oluşur. Bunlar; yükü taşıyan uzun yatay vinç kolu ve bu kol boyunca hareket eden araba, karşı ağırlıkları, motoru ve diğer elektronik ekipmanları içeren daha kısa yatay karşı kol ve operatör kabinidir [5].

Bu büyük yapıyı devrilmeden ayakta tutmak için vinç gelmeden birkaç hafta önce dökülen beton temele ihtiyaç vardır. Kule vinç bu temele gömülü büyük kamalar ile sabitlenir [5].

Alt Beton Balast Ağırlığı: Vincin dengede kalması için kullanılan ve vincin kulesinin tabanına şase üzerine yerleştirilen uygun ölçülü ve ağırlıktaki beton elemanlarıdır [12].



Şekil 2.10: Üstten dönmeli vinç bölümleri.



Şekil 2.11: Altan dönüşlü vinçlerin bölümleri.



Şekil 2.12: Gövde, şase, kabin, kule görünümü.

Bağlama Sapanları (Sapan Halatı): Yükün vincin kancasına asılması ya da bağlanması için kullanılan, çelik halat veya polyesterden yapılmış belirli kapasitelerde yük bağlama ve tutma elemanlarıdır [12].

Bakım Kartı (Künye): Vincin özellikleri, yapılan periyodik bakımları, arızaları, arızanın kim tarafından nasıl giderildiği gibi kayıtların yapıldığı formlardan oluşmuş kartlardır [12].

Binaya Bağlama Elemanı: Vincin kule yüksekliğinin serbest çalışma yüksekliğinden daha yüksek çalışma yüksekliğine çıkartılması için kuleyi binaya bağlayarak kulenin aşırı sallanmasını engelleyip vincin dengede kalmasını sağlayan belirli ölçü ve şekilde çelikten ve halattan yapılan elemandır [12].

Boom: Vincin belirlenen açılarla yük taşıdığı koldur [12].

Boom Açısı: Vinç boomunun vinç kulesine pimlendiği noktadan geçtiği kabul edilen yatay bir doğru ile vinç boomu arasında kalan açıdır [12].



Şekil 2.13: Boom görünümü.

Boomu Hareketli (Luffing) Vinç: Boomu aşağı yukarı hareket eden vinçtir [12].

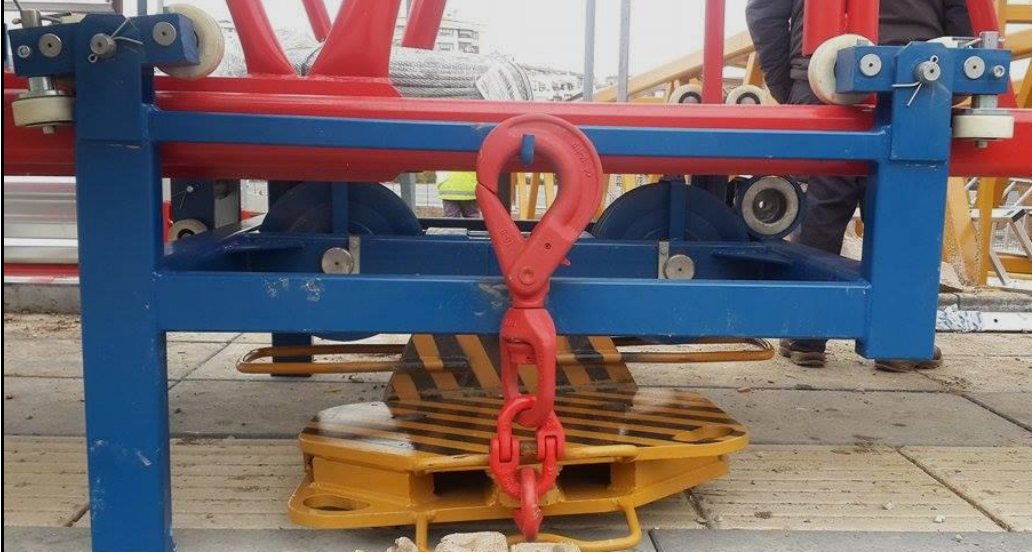
Boom Yatırma ve Kaldırma Mesafesi: Boomu vincin özelliklerinin ve emniyet sistemlerinin izin verdiği sınırlarda aşağı sınıra yatırıldığında ve yukarı sınıra kaldırıldığında kancanın yataydaki hareket mesafesidir [12].

Buton: Üzerine basıldığında kontrol sistemindeki istenilen hareketi yaptırılmasına izin vererek çalıştırmaya yarayan kontrol düğmesidir [12].

Çapraz Çekme Hareketi: Bir yükü kancaya, kanca halatı yük eksenine dik olmayacak şekilde bağlayarak kaldırmaya çalışıp, yükü hem dikey hem de yatay hareketi birlikte yapacak şekilde hareket ettirmektir [12].

Halat: Çelik liflerin sarılmasıyla oluşmuş makine parçasıdır [12].

Kanca: Çengel şeklinde kıvrımlı çelik yük tutma elemanıdır [12].



Şekil 2.14: Vinç kancası görünümü.

Kanca Tambur Sarım Düzeni: Kanca halatının tambura sarılma şeklidir [12].

Kontrol Standı: Vinci kumanda edecek araçların üzerinde bulunduğu operatör kabininde bulunan ünedir [12].

Kurp (Viraj): Yolda dönüş virajıdır [12].

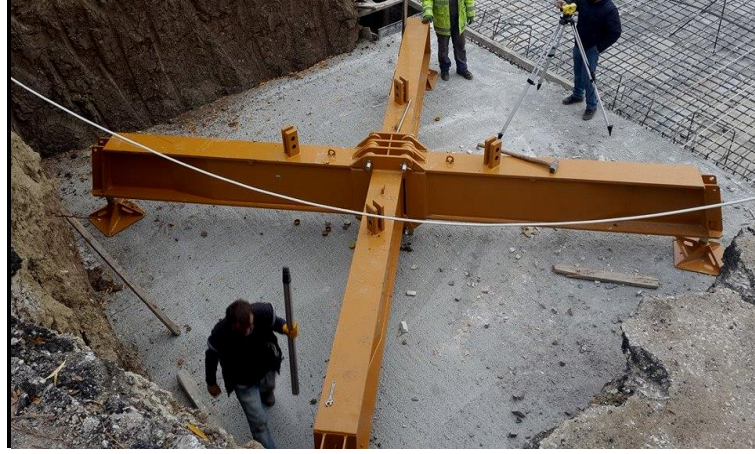
Limit Anahtarı: Bir hareketi sınırlayıcı mekanik veya elektrikli araçtır [12].

Limit Rayı: Yürüyüş limit anahtarını etkileyen raydır [12].

Makara: Halatın yük taşıma doğrultusunu değiştiren daire şeklinde ve halata uygun kanalı bulunan makine elemanıdır [12].

Mapa: Halka şeklinde olan ve halkanın açık tarafında bir cıvata ile açık iki uç arası birbirine bağlanan çelik yük tutma ve bağlama elemanıdır [12].

Mayna: Yükü halat ve palanga yardımı ile aşağı istikamette indirir [12].



Şekil 2.15: Vincin şase ayakları.



Şekil 2.16: Denge beton taşları, vincin ray sistemi.

Ray Ayak Bağlantıları (Kelepçe): Vinci alt yürüyüş kısmından raya bağlayan kelepçeleridir [12].

Ray Tamponları: Vinci rayın ucuna gelmeden belli mesafede çarparak durmasını sağlayacak makine elemanıdır [12].

Ray Üstü Yürüyüş Arabalı Vinç: Rayın üstünde yürümeye uygun vinçtir [12].

Rüzgar Freni: Fren sistemi açılarak vincin rüzgarda serbest dönmesini sağlayan fren mekanizmasıdır [12].

Salınım: Herhangi bir kuvvetin etkisiyle olan, düzenli ve hep aynı konumdaki harekettir [12].

Şaryo (Araba) Sistemi: Vincin boomunda ileri geri hareketi ile vinç kancasının yer değiştirmesini sağlayan ekipmandır [12].



Şekil 2.17: Şaryo sistemi.

Travers: Rayın altında raya gelen yükün zemine yayılmasını sağlayan ahşap ya da betondan yapılan yük taşıyıcı elemandır [12].

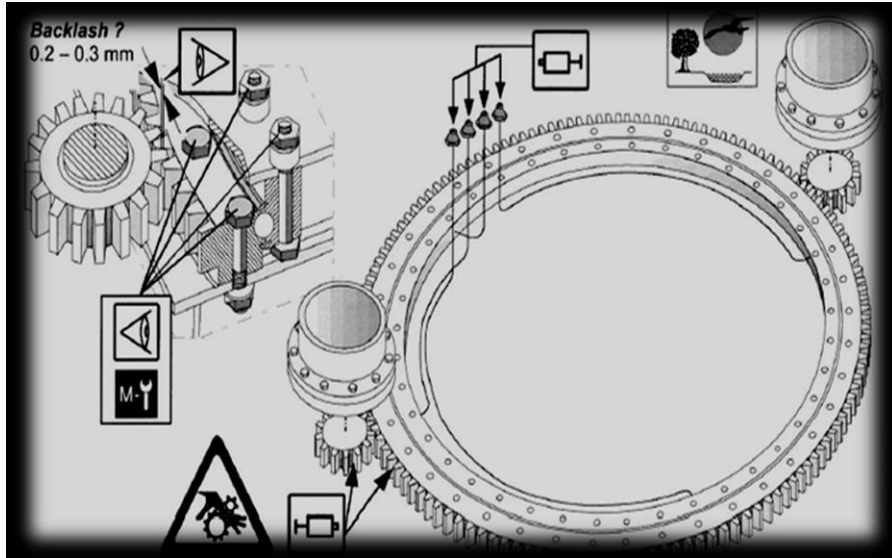
Vinç Ana Enerji Anahtarı (Şalter): Vince gelen elektrik enerjisini açıp kapatan anahtardır [12].

Vinç Boom Açı Göstergesi: Boorn açısının kaç derece olduğunu gösteren açı ölçü aletidir [12].

Vinç Dönüş Sistemi: Vince dönüş hareketini yapmasını sağlayan sistemlerin tamamıdır [12] .



Şekil 2.18: Dönüş göbeği ve dönüş motorları.



Şekil 2.19: Dönüş dişlileri.

Vinç Kanca (Kaldırma) Halat Tamburu: Vinç kanca halatının sarıldığı makine elemanıdır [12].

Vira: Yükü halat ve palanga yardımı ile yukarı istikamette kaldırmadır [12].



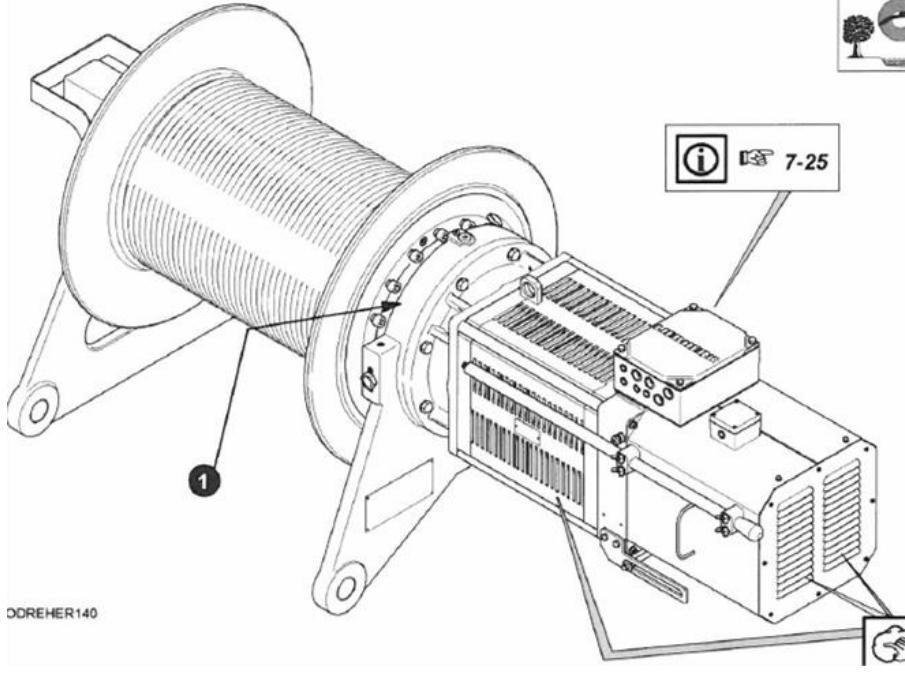
Şekil 2.20: Kule, arka gergi halatı, arka kuyruk.

2.4.1 Kaldırma – İndirme Sistemi Elemanları

- Tamburlar
- Zincirler
- Kancalar
- Halatlar
- Kendir ya da sentetik örgülü halat
- Tel halat [14].

2.4.1.1 Halat Tamburları

Halat tamburları için genellikle GG18 dökme demir malzemesi kullanılır. Çelik tamburlar imal zorluğu, maliyeti ve cidar kalınlığı olarak döküm tamburlara göre daha ince bir şekilde yapılamadıklarından dolayı pek fazla tercih edilmezler [14].



Şekil 2.21: Halat tamburu ve motoru.

2.4.1.1.1 Tamburlarda Güvenlik

Kaldırma aparatlarında tambur, halatın sarılıp boşalmasıyla yükü harekete geçiren düz veya yivli ekipmandır. Halatın bu ekipmana düzgün sarımının temini önemli bir operasyondur. Vinç tamburu ya elektrik motoru ile ya da dizel makine gücü ile döndürülür [15].

Kaldırma makinelerinin üzerine tel sarılan tamburlarının yanları flanşlı olmalıdır. Flanş genişliği sarılan halatın çapının 2,5 katı olmalı, halat fırlamalarını önleyecek şekilde yapılmalıdır [15].

Halatın ucu tambura iyi bağlanmış olmalı, yük tutma elemanı en alt seviyede bulunduğu zaman, yivli tambur üzerinde en az iki sarım halat kalmalıdır [15].

Tambur yivleri ile kullanılan halat çapı birbirine orantılı olmalıdır. Aksi halde iyi bir sarım olmayacağı için halat ömrü kısalmış ve sarma işi kötü yapılır [15].

Elektrikle çalışan kaldırma makinelerinde belirtilen alt ve üst noktalar geçildiğinde, elektrik akımı otomatik olarak kesecek ve tamburun hareketini otomatik olarak durduracak bir tertibat bulunacaktır [15].

2.4.1.2 Zincirler

Kaldırma makinelerinde yüklerin kaldırılmasında halkalı ve levhalı zincirler kullanılır. Levhalı zincirlere gall zincirleri de denilir. İki tip zincir de özel olarak yapılmışlar ve sertleştirilmişlerdir [14].

2.4.1.2.1 Zincirlerde Güvenlik

Zincirler kullanılacakları işin hususiyetine ve kaldıracakları yükün ağırlığına göre seçilirler. Zincirin baklalarında ezilme, aşınma veya çatlaklık varsa zincir değiştirilmelidir. Zincir baklalarındaki aşınma bakla kalınlığının dörtte birini geçmişse zincir kullanılmamalıdır [15].

Bir zincirin sağlamlığı, en zayıf baklasının sağlamlığı kadardır. Zincirler kullanılmadan önce mutlaka gözle muayeneye tabi tutulmalıdır. Baklalardaki boyuna uzama %5'i geçmişse zincir kullanılmamalıdır [15].

Zincir baklaları hiçbir zaman cıvata ile birbirlerine tutturulmamalıdır [15].

2.4.1.3 Kancalar

Yük kancaları, basit yük tutma elemanlarından olup, kancanın şekline göre isimlendirilir. Kancalar, kanca bloklarında şaftlarının tipine uygun olarak, uzun şaftlı ve kısa şaftlı kancalar olarak yer alır. Kaldırma makinelerinde kullanılan kancalar;

- basit kancalar,
- çift ağızlı kancalar,
- lamelli kancalar [14].

2.4.1.3.1 Basit Kancalar

Basit kancalar, yükün kolayca asılmasına imkân veren kancalardır. Halat ucuna bağlanmalarında kendi eksenini etrafında dönme serbestisi tanınmalıdır. Kancalar kalıpta veya serbest olarak dövülerek, DIN 15400 normunda yazılan malzemelerinden imal edilir. Sıcak dövme işleminden sonra gerilme giderme tavlama yapılmalıdır [14].

Kanca şaft kısmı ile eğrisel kanca kısmından oluşur. Şaft kısmına çoğunlukla yuvarlak veya metrik vida açılır. Basit kanca sıcağa maruz ortamda kullanılacaksa çekme mukavemeti 50-80 N/mm² olan DIN 17155'te belirtilen yüksek mukavemetli çelikten imal edilmelidir. Kanca bloğunda kancalar bir traverse kanca somunu ile asılırlar. Çentik etkisini azaltmak için yuvarlak profilli vida şeklinin kullanılması tavsiye edilir [14].

Basit kanca ve konstrüksiyonu standart hale getirilmiştir. Motor ve el ile çalıştırılan kaldırma makineleri için yük kancası DIN 15401 normundan seçilir. Norm kancada 0.063 ila 320 tona kadar normal yükler için verilmiştir. Bunlardan başka DIN 7540, DIN 7541 normundan ve TS 2340/4 normunda, yük zincirleri için gözlü kancalar kullanılır. Gözlü kanca, hafif yük kancalarından olup, zincire bağlanmak üzere kullanılır. Kargo taşımada kullanılan kancalar DIN 82017'de ve TS 2340/7'de verilmiştir. Özel kanca olarak da bu anılan kancalar, hafif yük liman ve gemi vinç ve krenlerinde kullanılan kancalardır. Kancada bulunan engel ile kanca burnunun gemi ambarına takılması önlenir [14].

Emniyetli kancalarda, yükün kanca ağzından sıçraması bir engel yardımıyla önlenir. Yük takılırken mandal geriye çekilir. Bırakıldığında yay ile kanca ağzına doğru itilerek kilitlenir. Böylece sapanların rüzgarlı havada sallanması veya dengesiz yüklemeye kancadan kurtulması önlenir [14].

2.4.1.3.2 Çift Ağızlı Kancalar

Büyük yük değerleri için çift ağızlı kancalar tercih edilir. Bu tip kancalarda zorlanmalar yük askısının simetrik olmasından dolayı, basit kancalardan daha

uygundur. Çift ağızlı kancalar ile 0.5 ila 500 ton arasındaki yükleri kaldırılır. DIN 15402 normunda çift ağızlı kanca seçilir. Kanca şaft kısmı ile eğrisel kanca kısmından oluşur. Şaft kısmına çoğunlukla yuvarlak veya metrik vida açılır [14].

Kanca, bir kanca takımı veya bloğu yardımıyla bir palanga takımına bağlanır. Palangadaki taşıyıcı halat kolu sayısı ile blokta bulunan makara sayısı bulunur. Eğer kanca doğrudan halata bağlanacaksa, halatın gevşemesini önlemek ve boşalan kancanın yukarı çekilmesini sağlamak için daima ilave bir ağırlık bağlanır. Bu ağırlıklar çalıştırıldıkları yerlerde ambar kapaklarına ve benzeri yerlere takılmaması için oval şekilde yapılırlar. Ayrıca ağırlık ile kanca arasında yeterince uzun bir zincir, kancaya hareket serbestisi kazandırmak için takılır [14].

Kanca blokları günümüzde kullanılan kanca şaftına bağlı olarak üç gruba ayrılır;

- uzun şaftlı kanca bloğu
- kısa şaftlı kanca bloğu
- modern kanca bloğu [14].

Uzun şaftlı kanca bloğunda, makaralar kanca traversinde kancanın her iki yanındadır. Bu kanca bloğunda sadece bir tek taşıyıcı travers vardır. Bu nedenle kısa şaftlı bloktan daha geniştir, ancak blok yüksekliği daha azdır. Kanca tambura daha iyi yaklaştığından kaldırma yüksekliğinden daha iyi faydalanılır. Kanca burnunun makara kutusuna değmemesi için şaft kısmı uzatılmıştır [14].

Uzun şaftlı kanca bloğunda, traversin yan kısımlarında makaralar yataklanmış; orta kısmında da uzun şaftlı kanca asılmıştır. Uzun şaftlı kanca bloğunda bulunan elemanlar;

- uzun şaftlı kanca (basit veya çift ağızlı kanca) DIN 15401, DIN 15402
- makaralar ve burçlar DIN 15062
- travers DIN 15412
- bilyalı aksinel yatak
- kanca somunu DIN 15413
- koruma kutusu
- aks tutucusu DIN 15069 [14].

Kısa şaftlı kanca bloğunda makaralar, pernonun üzerine yan yana yataklanmıştır. Bu nedenle dar bir konstrüksiyon elde edilir. Altta ise kısa şaftlı kancayı taşıyan bir travers bulunur, bu da bloğun yüksekliğini arttırır [14].

Modern kanca bloğunun konstrüksiyonunda her iki konstrüksiyon birleştirilmiş ve norm hale getirilmiştir. İki makaralı kanca bloğu DIN 15408, dört makaralı kanca bloğu DIN 15409'da verilmiştir. Kanca bloğu, uzun şaftlı kanca bloğunun yüksekliğinde ve genişliğinde olup kısa şaftlı kanca takılmıştır. Böylece blok tipleri azaltılmış ve seri fabrikasyonla ekonomi sağlanmıştır. Şekil-41'de modern kanca blokları gösterilmiştir [14].

Bu kanca bloğunda, makaralar ile kanca ayrı ayrı yataklanır. Bloğun üst kısmında sadece makaraların üzerinde döndüğü makara pernosu ve alt kısmında da kanca traversi vardır. Kısa şaftlı kanca bloğunun elemanları uzun şaftlı kanca ile aynı olmakla birlikte ilave makara pernosu bulunur [14].

2.4.1.3.3 Kancanın Somuna Bağlanması

Kanca şaftının vidalı kısmına takılan somun genellikle yuvarlak yapılmakta, özel anahtar ile somun sıkıştırılmaktadır. Somunların bazıları rulmanlı yatağı korumak için alt kısmı etekli olmaktadır. Kanca somunları DIN 15413 normunda verilmiştir. Rulmanlı yatağı korumak için travers üzerine silindirik bir saç parçası kaynak edilebilir. Kanca şaftına somun, aksel rulmanlı yatak üzerinde dönme hareketleri yaparken çözülmemesi için somun ve şaftın birbirleri ile tespit edilmesi gerekir. Bunun için çeşitli tespit düzenleri vardır. Tespit düzenlerinden birisi, somun ve kanca şaftının tepe kısmı birlikte (montaj halinde) yarılarak, bu yarığa tutucu bir plaka vidalamaktır. Bu iş için kullanılan tutucu saçlar DIN 15414 normundan seçilir. Küçük yükler taşıyan kanca bloklarında tercih edilen diğer bir yöntem ise kanca şaftı ile somunu tek bir civata ile birleşme sınırında tespit etmektir [14].

2.4.1.3.4 Kanca Malzeme Seçimi

Kanca malzemeleri DIN 15400 normunda harfler (M, P, S, T, V) ile sembolize edilmiştir ve kullanılan çelikler DIN 17102 ve DIN 17103 normunda tanımlanmıştır. Tablo 2.1’de kanca çapına uygun malzemelerin seçimi görülmektedir. Eski ve yeni kanca malzemelerinin mukayesesi aşağıda verilmiştir [13].

Tablo 2.1: Kanca malzemelerinin sınıflandırılması.

| Kanca No | DIN 17102 ve DIN 17103 | | DIN 17102, DIN 17103 ve DIN 17200 | | | | | | | | |
|---|------------------------|----------|-----------------------------------|----------------------|---------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| | M | P | S | T | V | | | | | | |
| 006 010 012 020 025 04 05 08 1 1.6 | St E 285 | St E 355 | St E 420 34CrMo4 | St E 500 34 CrMo4 | 34CrMo4 | | | | | | |
| 2.5 4 5 6 8 10 12 16 20 25 32 40 | | | St E 355 | | | St E 420 | 34CrMo4 | 34CrNiMo6 | | | |
| 50 63 80 100 125 160 200 250 | | | | | | | St E 355 | | St E 420 | 34CrNiMo4 | 34CrNiMo8 |

2.4.1.3.5 Kancalarda Güvenlik

Yük kaldırmada kullanılan kancalar, demir, dövme çelik veya benzeri malzemeden yapılırlar. Üzerlerine takılan yükün kancadan kurtulup düşmemeleri

için kanca üzerlerinde güvenlik mandalı gibi uygun güvenlik sistemleri bulunmalıdır. En ağır yük için kancaların güvenlik katsayısı en az 5 olmalıdır. [15].

2.4.1.4 Vinç Taşıma Halatları

Vinçlerde yükleri bağlamak, tutmak ve kaldırarak taşınmasını sağlamak amacıyla halatlar kullanılır. Vinçlerde kullanılan halatlarda, yük için gerekli halat taşıma kapasitesi, aşınma dayanımı, yorulma dayanımı, dönmeye karşı dayanım ve korozyona karşı dayanım çok önemlidir. Kaldırma makinelerinde elyaf halat ve tel halat olmak üzere iki tip halat kullanılır [14].

Elyaf halat bağları, bükülebilme özelliklerinden dolayı düğümlenmeye elverişlidir, ayrıca sarıldıkları yükleri zedelemeyiz. Fakat kopma mukavemetleri düşük olduğundan hafif yükler için elverişlidir. Zamanla eskiyerek çekme mukavemetinden kaybederler. Elyaf halatlar; bitkisel elyaflı halatlar ve sentetik elyaflı halatlar olmak üzere iki gruba ayrılır [14].

Bitkisel elyaflı halatlar: Kendir, sisal, manila bitkisinden elde edilen elyaflarla yapılırlar. Rutubete karşı fazla duyarlı olduklarından pamuk esaslı elyaf halatlar nadiren kullanılır. Bu halatlar düğüm atmaya, el ile çalışmaya uygunluk gösterdiklerinden genellikle yüklerin tespiti, bağlanması gibi amaçlar için kullanılır [14].

Sentetik elyaflı halatlar: Naylon ve perlon gibi suni elyaflardan yapılan halatlardır. Mukavemet bakımından diğer elyaflı halatlardan üstündür. Çürümeleri ve daha yüksek dayanım göstermeleri en önemli avantajlarıdır. Ayrıca bu tip halatlar donmazlar ve ıslak halde kolayca eğilebilir [14].

Tel halatlar: Tel halat yüksek mukavemetli çapları 0.4 – 2.4 mm arasında değişen ince çelik tellerden yapılırlar. Çelik teller, çapına göre haddelenerek veya soğuk çekilerek TS normunda verilen şartlara uygun olarak yapılırlar [14].

Bu halatlar genellikle konstrüksiyon stillerine, yük kaldırma kapasitelerine ve halat özü malzemesinin çelik veya fiber oluşuna göre sınıflandırılırlar. Bugün esas

olarak, 30'dan fazla değişik tipteki elik tel halatlar madencilik, orman ürünleri, yağ endüstrisi, asansörler imalat firmaları, tramvay, marina, balıkçılık, gemi ve yat tesisleri gibi alanlarındaki değişik endüstri uygulamaları için tavsiye edilmektedir [14].

Standart elik halatlar, genellikle 4 sınıfta 160, 180, 200, 220 kgf/mm² ve özel olarak 250 kgf/mm² ve 160 kgf/mm² (1570 N/mm²) 'den 220 kgf/mm² (2160 N/mm²)'ye kadarki yükleme kapasitelerinde düzenlenirler. Vinç endüstrisinde tasarımı başlangıç noktalarından biri elik halatlar olduğundan çok önemlidir [14].

Tel halat yapısı: Tel halatı meydana getiren teller TS normunda verilen şartlara sahip elik tellerdir. Halat yapımında ana tel, dolgu teli, çıplak tel ve kaplı teller kullanılmaktadır. İnce elik teller bir çekirdek tel etrafına bir veya birkaç katlı olarak sarılarak kordonlar oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu kordonlar bir öz (z; halatın merkezinde, demetlere destek görevi yapan elyaf veya elik tel) etrafına sarılması ile de halatlar meydana getirilir [14].

2.4.1.4.1 Halatlarda Güvenlik

Kendir ya da sentetik halatların kullanımında dikkat edilmesi gerekenler:

elik halatlara nazaran yük kaldırma kabiliyetleri ve ömürleri daha az olmasına karşılık, yükün kolay bağlanabilme ve çözülebilme pratikliğini sağlamaları bakımından ise kullanım avantajları vardır. Ancak kendir veya sentetik halatları kullanırken: [15].

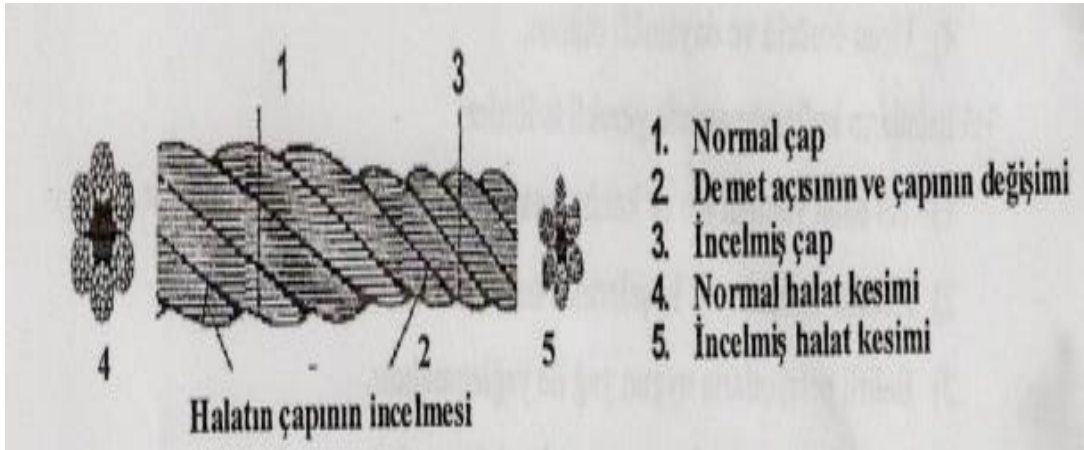
- İşe ve yüke uygun olmalıdır.
- Her kullanımdan önce kontrol edilmelidir.
- Islak ve gergin bekletilmemelidir.
- Demir askılara asılmamalıdır.
- Asit ve aşındırıcılardan korunmalıdır.
- Keskin kenarlı yk köşelerinde özel tedbirler alınmalıdır [15].

Tel halatların kullanılmasında dikkat edilmesi gerekenler belirtilmiştir.

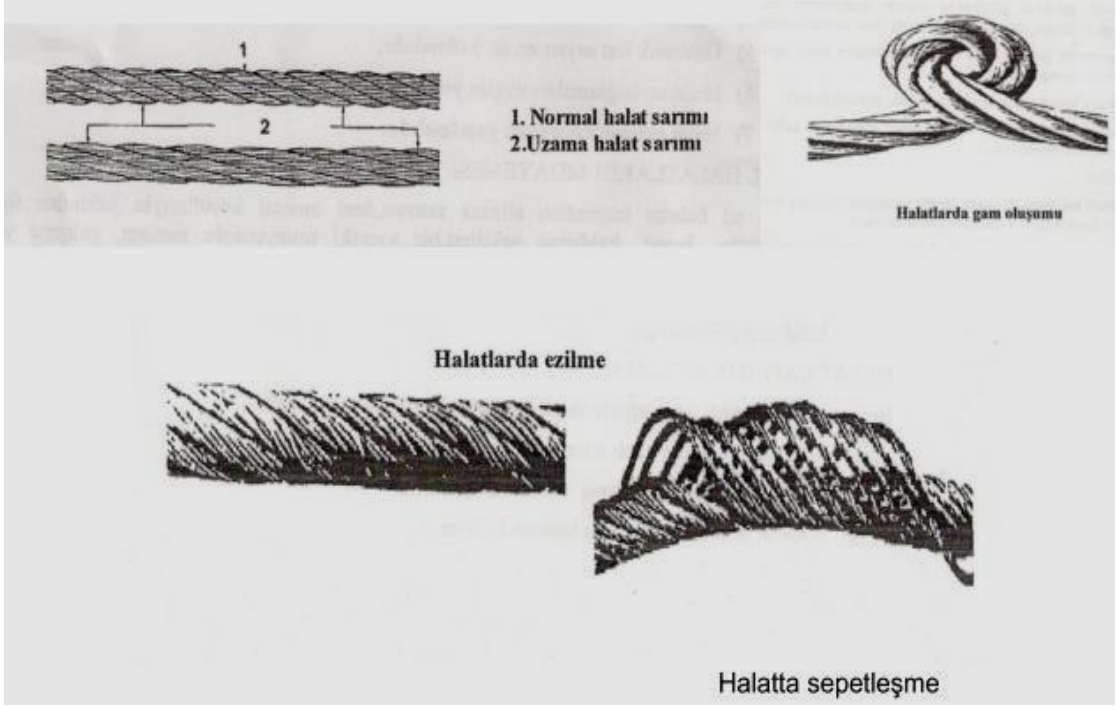
Tel halat endüstride yük çekme, yük kaldırma ve kuvvet transmisyonları gibi işlerde kullanılır [15].

- Tel halat yapılan işe ve kaldırılacak yüke uygun olarak seçilmelidir.
- Keskin kenarlı yük köşelerinde özel tedbirler alınmalıdır.
- Belirli periyotlarla uygun yağ ile yağlanmalıdır.
- Kaynak alev ve ısılarına maruz bırakılmamalıdır.
- Güvenlik kat sayısı en az 5 olmalıdır.
- Halat uç bağlantıları uygun olmalıdır.
- Halat eklemeleri uygun yapılmalıdır.
- Halatlarda kullanım süresi zarfında bazı şekil bozuklukları meydana gelmektedir [15].

Halatlarda görülen bazı şekil bozuklukları şunlardır:



Şekil 2.22: Halat bozuklukları.



Şekil 2.22 (devamı): Halat bozuklukları.

2.4.1.5 Makaralar

Halat makaraları döküm veya kaynak konstrüksiyon olarak imal edilirler. Dövme olarak da alaşımli çelikten halat makaraları da bulunur. Makara imalinde kullanılan malzemeler TS 11420 normunda, makara imal yöntemine göre verilmiştir. Küçük çaplı makaralar dolu kesitli, büyük olanlar ise 4 veya 6 takviye kanatlı olarak imal edilebilirler. Dökme demir halat makaralarının mekanik dayanımı düşük olduğundan ağır işletmelerde çelik döküm makaralar kullanılır [13].

2.4.1.6 Gövde

Krenlerde genellikle çelikler ve dökme çelikler kullanılır. Köprü tekerlerinin malzemesi GS-52 veya St50 veya özellikleri bunlara benzer diğer çelik ve dövme çelikler kullanılabilir. Esas kirişler için St37, baş kirişler için 260 veya 280 profil çeliği kullanılabilir [13].

2.4.1.7 Kaldırma Makinalarında Kullanılan Diğer Malzemeler

- E – Cu bakırı (elektrik hatlarına ait teller için)
- B – Cu bakırı (fren kaplamalarına ait perçinler için)
- GMs – Dökme pirinç, DIN 1709'a göre (mesela gres kutularının üst ve alt kısımları için)
- Delta madeni (hidrolik krikoların pompa gövdeleri için)
- Fibra (motor pinyon dişlileri için)
- Feredo-fibra ve feredo-asbest (kavrama ve frenlerin kaplamaları için)
- Kösele (fren kaplamalar için)
- Keçe (rulmanlı yatakların sızdırmazlık halkaları için)
- Kavak ağacı ve beyaz gürgen (fren papuçları için)
- Çam ve meşe ağaçları (makine ve makinist odalarının dış kısımları için) [13].

2.5 Kule Vinç için Dünya Standartları

- EN 14439-2006
- TS ISO 4306-3 : 1997 Vinçler-Terminoloji-Bölüm 3 ; Kule Vinçleri
- ISO 8566-3 Vinçler-Kabinler-Bölüm 3 ; Kule Vinçleri
- ISO 8686-3 Vinçler-Yükler ve Yük Kombinasyonları için, Dizayn Prensipleri-Bölüm 2 ; Kule Vinçleri
- ISO/DIS 9942-3 Vinçler- Bilgi Etiketleri- Bölüm 3 ; Kule Vinçleri
- ISO/DIS 11660-3 Vinçler-Platformlar, Korkuluklar ve Koruyucular-Bölüm 3; Kule Vinçleri
- ISO/DIS 13201 Kule Vinçleri-Testleri ve Test Prosedürleri
- ISO 4301-3 Vinçler-Sınıflandırma-Bölüm 3; Kule Vinçleri

2.6 Kule Vinçlerde Kaza Sebepleri

Kaldırma işlemleri nedeniyle tehlike arz eden makineler, temel sağlık ve güvenlik gereklerini karşılamalıdır. Kaldırma makinelerinde meydana gelen kazaların sebepleri şu temel başlıklar altında değerlendirilebilir: [15].

- İmalat,
- Montaj,
- Yetersiz bakım-kontrol,
- Kullanım hataları [15].

EU-OSHA (Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı) Kaldırma makinelerinde meydana gelen başlıca iş kazalarını şu şekilde raporlamıştır; [15].

- Bom veya kaldırma makinelerinin enerji hatlarıyla teması (kazaların %45'i)
- Kaldırma mekanizmasının altında durma,
- Makinenin devrilmesi,
- Yükün düşmesi,
- Emniyetli bir operasyonun sürdürülebilmesi için gerekli olan teknik periyodik kontrollerin yapılmaması
- Boomun çökmesi
- Karşı ağırlığın sisteme zarar vermesi,
- Dayama ayaklarının yanlış kullanımı,
- Düşmeler ve bağlama elemanı hataları [15].

3. VİNÇLERİN İMALATINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Bilindiği gibi pek çok çeşit vinç tipleri vardır. Çift kirişli gezer köprüler, tek kirişli asma veya oturma tip gezer köprüler, portal vinçler, yarı portal vinçler, kolonlu veya duvara monte sabit bayrak vinçler, hareketli bayrak vinçler, liman vinçleri, denk vinçleri, bocurgatlar vs. imalatçı ile kullanıcı amaca uygun, ekonomik ve emniyetli vinç tipini ortaklaşa belirlemelidirler[16].

İmal edilecek vincin işletme sınıfı da belirlendikten sonra vincin tüm hesap ve projeleri işletme sınıfına uygun olarak yine FEM veya DIN 15018-15020 normlarına göre halat, zincir, kanca, denge ve kanca makaraları, tambur, redüktör kaldırma ve yürütme motorları, frenler, araba ve köprü tekerlekleri, araba ve köprü çelik konstrüksiyonu, hol sonu tamponları ve büteleri, elektrik kabloları ve kontaktörleri vs seçimleri yapılmalıdır [16].

Projelendirmede vincin gabarisi ile vincin çalışacağı mahal arasında emniyetli mesafeler bırakılmalıdır. Örneğin köprü vinçlerinde araba ile tavandaki en alçak engel arasında, kabin ile duvar ve aşağıda makine veya teçhizat arasında şartlara göre minimum mesafe bırakılmalı, köprünün bakım platformuna çıkıldığında kişinin başı tavandaki en alçak engele çarpmamalı veya köprü hareket halinde iken platform korkuluğuna tutunan kişinin eli çatı makasının altından geçerken araya sıkışmamalıdır [16].

Ortam şartları göz önüne alınarak malzemeler belirlenmeli, temin edilen malzemeler imalata girmeden önce kalite kontrolünden geçmelidir [16].

İmalatın her safhasında normlara uygun kalite ve ölçü kontrolü yapılmalıdır.

Mekanik bağlamalarda gerekli bütün emniyet tedbirleri alınmalı, kaynak irtibatlarında gerekli nüfuziyeti sağlayacak tedbirler alınmalıdır. Malzemeye göre uygun kaynak ağzı açılmalı, uygun parça sıcaklığı sağlanmalı, uygun elektrod, kaynak makinesi ve eleman seçilmelidir. Kullanılan halat zincir ve kanca gibi kaldırma elemanları sertifikalı veya test edilmiş olmalıdır [16].

Ayrıca imalatçı firma, kullanıcıya emniyetli çalışmayı sağlamak üzere bakım, yağlama ve işletme kılavuzları, kullanılan komponentlerin marka tip ve miktarlarını gösteren malzeme listelerini vermelidir [16].

3.1 Ortam ve İşletme Şartlarına Göre Seçim





Vincin işletme şartlarına göre seçimi yapılabilmesi için önce vincin işletme sınıfı belirlenmelidir [16].

İşletme esnasında gerçekleştirilecek yükleme tayfi belirlenerek özel çalışma süresi, nominal kapasite ve halat donanımına göre vincin işletme sınıfı ve tipi bulunabilir [16].

Yükleme tayfi hafif, orta, ağır olmak üzere 3 gruba ayrılır. Çok seyrek nominal yük kaldırılması hali, hafif yükleme grubunu, devamlı nominal yükün kaldırılması ise ağır yükleme grubunu göstermektedir [16].

Vinçlerin hem çelik konstrüksiyonları hem de mekanizmalarının işletme sınıflarının daha detaylı belirlenmesi için DIN 15020 veya FEM (Avrupa vinç federasyonu) normlarına başvurulabilir [16].

Tablo 3.1: FEM grubu seçim tablosu.

| YÜKLEME SINIFI | | "t" GÜNLÜK ORTALAMA ÇALIŞMA SÜRESİ | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|--------|------------|---------|--------|--------|
| 1 | HAFIF |  | < 2 | 2 - 4 | 4 - 8 | 8 - 16 | > 16 |
| | Genellikle hafif ağırlıkları, sadece özel durumlarda (nadiren) maksimum yükleri kaldıran vinçler. | | | | | | |
| 2 | ORTA |  | < 1 | 1 - 2 | 2 - 4 | 4 - 8 | 8 - 16 |
| | Genellikle hafif yükleri, ancak sık sık da maksimum yükleri kaldıran vinçler. | | | | | | |
| 3 | AĞIR |  | < 0,5 | 0,5 - 1 | 1 - 2 | 2 - 4 | 4 - 8 |
| | Genellikle orta derecedeki ağırlıkları, ancak sık sık da maksimum yükleri kaldıran vinçler. | | | | | | |
| 4 | ÇOK AĞIR |  | < 0,25 | 0,25 - 0,5 | 0,5 - 1 | 1 - 2 | 2 - 4 |
| | Genellikle maksimum ve maksimuma yakın yükleri kaldıran vinçler. | | | | | | |
| Mekanizma Grubu | | FEM 9.511/86 | 1Bm | 1Am | 2m | 3m | 4m |
| | | ISO 4301/88 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 |
| Fasilalı Çalışma Oranı (%) | | FEM 9.683/95 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| Saatteki Kalkış Sayısı (h-1) | | FEM 9.683/95 | 150 | 180 | 240 | 300 | 360 |

Tablo 3.2: Gerilme emniyet değerleri.

| Malzeme | DIN | Yükleme Durumu | Çekme emniyet gerilmesi σ_{em} N/mm ² | Basma emniyet gerilmesi σ_{em} N/mm ² | Kayma emniyet gerilmesi τ_{em} N/mm ² |
|---------|-----------|----------------|---|---|---|
| St 37 | DIN 17100 | H | 160 | 140 | 92 |
| St 37 | DIN 17100 | Hz | 180 | 160 | 104 |
| St 52-3 | DIN 17100 | H | 240 | 210 | 138 |
| St 52-3 | DIN 17100 | Hz | 270 | 240 | 156 |

3.2 Transport Sistemlerine Etkiyen Rüzgar Yükleri

Krene ve kaldırılan yüke etkiyen rüzgar yükü; rüzgar hızına ve krenin ve yükün aerodinamik ve dinamik özelliklerine bağlıdır. Rüzgar hızı zamana bağlı olarak devamlı değişmektedir. Bu nedenle krene etkiyen rüzgar yükü de dar limitler arasında değişmektedir; ancak fırtına sırasında çok yüksek değerler alabilmektedir [17].

Ani esen rüzgarların hızı, normal rüzgar hızı ortalamasının üç katı kadar olabilmektedir. Bu tür rüzgarlar alçak hızlarda bile çok kuvvetlidirler ve yere yakın eserler [17].

Kren tasarımında rüzgarların yere paralel estiği kabul edilir. Ayrıca verilen bir yükseklikteki bir kren için rüzgar hızından doğan rüzgar basıncının aynı olduğu kabul edilir. Ancak deneyler yukarıda yazılan kabullerin geçerli olmadığını göstermiştir [17].

Pratik olarak krenlere etkiyen rüzgar yüklerini hesaplamak imkansızdır. Yalnızca bir çalışma bölgesinden bir diğerine çok nadir olarak taşınan krenler için yaklaşık hesap yapılabilir [17].

Kren yapısı boyunca rüzgar basıncının sabit olduğu kabulü yalnızca yüksek rüzgar yükü durumunda başarılı olmaktadır. Ayrıca bu kabul uzun kren yapılarında ve 200 m'yi geçen kule aralığındaki kablolu krenlerde iyi sonuçlar vermektedir. Rüzgar yükünün tüm yapı üzerine eş zamanlı olarak geldiği kabulü, yalnızca 2 – 3 km kule açıklığı bulunan telefon veya yüksek gerilim hatlarının rüzgar kaynaklı yanal eğilmelerinde az da olsa kullanışlıdır [17].

Kule aralığı 100 m'yi aşan elektrik iletim kablolarının tasarımı bazı hallerde rüzgar hızının uniform olmayan dağılımı kabulü ile yapılır [17].

Rüzgar basıncının yapının üzerine üniform olmayan yayılışı kabulü, rüzgarın yapının yanından etkimesi durumunda kullanılır. Ancak bu tür bir yük uzun putrelerde istenmez. Yalnızca damperli köprülerin hesabında göz önüne alınır. Kren tasarımında genellikle ilgilenilen yapı boyunca rüzgar yükünün sabit olduğu kabul edilir [17].

Rüzgar yükü, kren etrafındaki hava akış biçimine bağlıdır. Bu nedenle kren aerodinamiği üzerine yıllardır çok çalışmalar yapılmıştır [17].

3.3 İlk Periyodik Bakım ve Testler

Seçimin normlara göre, imalatın ve gerekli emniyet sistemlerinin uygun seçildiğini kabul edelim. Belli bir çalışma süresi sonunda bunların işlerliğinin kontrol edilmesi şarttır [16].

Vincin emniyetini sağlayan elemanların iş görmez hale gelmeden işlerliğini sağlamak önemlidir. Vincin bakımı, imalatçı firmanın vermiş olduğu işletme ve bakım talimatlarına göre yapılmalı veya imalatçı firmanın bakım ekibine yaptırılmalıdır [16].

İlk bakım 50 işletme saati veya bir ay sonunda (hangisi önce gelirse), periyodik bakımlar işletme şartlarının ağırlığına göre 1 ila 3 aylık periyotlar ile yapılmalıdır [16].

Bakım yapılırken vinç üzerinde çalışanların emniyeti için şebeke irtibat şalteri kilitlemeli, üzerine ve vincin görülebilen yerlerine bakım olduğunun belirten levhalar aşılmalıdır [16].

Bakım çalışmalarını yerde yapmak mümkün değil ise yalnız bakım platformlarından yapılmalıdır [16].

Bakım çalışmaları vinç çalışırken yapılabilecek ise çalışma esnasında ;

Vinçten düşebilecek parçalara karşı emniyet tedbirleri alınmalı [16].

Gerilim altındaki kısımlarda doğacak tehlikeler önlenmeli [16].

İlk bakımda bütün redüktörlerin yağları değiştirilmeli, bütün elemanların ve emniyet sistemlerinin işlerlik kontrolü yapılmalı, imalatçı firmanın vereceği yağlama cetveline göre tüm yağlamalar yapılmalıdır [16].

Periyodik bakımlarda ilk bakımdakilere ilave olarak aşınma kontrolleri yapıp gereken parçalar değiştirilmelidir [16].

Vinç testlerini iki kısma ayırabiliriz ;

- İlk işletmeye alınırken yapılan test
- Bakım sonrası testler

Avrupa ülkelerinde vinçler ilk işletmeye alınırken, test yerine normlara hesaplara ve projeye uygunluğu kontrol edilip ve kalite belgelerini içeren doküman aranmaktadır. Zaten imalat uygun malzemeler ile normlara ve hesaba uygun olarak yapılmış ise istenilen performansı hali ile sağlayacaktır [16].

Ülkemizde çeşitli test kriterleri olup yapılanlar özetle:

Mekanik sistemlerinin kasıntısız ve sürtünmesiz çalışması, elektrik sistemlerinin amaca uygun olarak çalışması, emniyet sistemlerinin işlerliği

kontrol edilir. Bunun yanında geometrik ölçü kontrolü yapılır. Mukavemet kontrolü için aşırı yükleme ve sehim ölçümü yapılır [16].

Bakım sonrası testlerde ise bütün elemanların işlerlik kontrolü ile mukavemet kontrolü yenilenir [16].

3.4 Kule Vinç Kullanım Önlemleri

Kule vinçleri yetkili operatör dışında başkası kullanmamalı [10].

Bütün vinçlerin görülecek bir yerinde yük çizelgesi asılı olmalıdır. Bu çizelgede belirlenmiş yük kapasitesi dışında yük kaldırılmamalı [10].

Vinçle kaldırılan yükler kesinlikle çalışanlar üzerinden geçirilmemeli. Zorunlu olmadıkça yük bir araç ya da makine üzerinden geçirilmemeli. Aynı zamanda vinçle kaldırılan ya da indirilen bir yükün altında kimse bulunmamalı. [10].

Operatör vinçle çalışmaya başlamadan önce vincin kumandalarını, frenlerini ve kolları kontrol etmeli [10].

Yüksek gerilim hatları yakınında vinç ile çalışmak gerekiyorsa gerilim hattı ile en az 5 metre uzaklık olmalı, bu mümkün olmuyorsa havai enerji tamamen sifıra getirilmeli [10].

Vinçlerin üzerindeki limit şalter kesinlikle iptal edilmemeli [10].

Frenlere yavaş basılmalı ve vinç ani olarak durdurulmamalı [10].

Operatör kabininde tam dolu ve kontrolü yapılmış yangın söndürme cihazı bulundurulmalı [10].

Ağır yükler kaldırılmadan önce vinç halatları kontrol edilmeli, deformasyon ve kopukluk varsa halat değiştirilmeli [10].

Çalışmalar sırasında operatör, işaretçiden başka kimseden gelen komutları uygulamamalı, yalnızca işaretçiden gelen komutlara uyulmalı, Ancak her kim olursa olsun dur komutunu uygulamalı [10].

Vincin her demontajından sonra tekrar kurulduğunda yetkili servis tarafından kontrol edilip kullanılabilir raporu alındıktan sonra çalıştırılacaktır. Yetkili servis tarafından tutulan formun bir nüshası iş güvenliği departmanında bir nüshası makine grubunda şantiye süresince saklanmalı [10].

Vincin montajı ve demontajı çalışmasına başlanılmadan önce vinç sahası etrafı emniyet şeridiyle çevrelenecek ve saha içinde işçi çalışması olmamalı. Bu önlemler alındıktan sonra çalışmaya başlanılmalı [10].

Vinçlerin halatları, kancaları, frenleri ve otomatik durdurucuları (swichleri) yetkili bir teknik elman tarafından her üç ayda bir bütünüyle kontrol edilerek periyodik kontrol raporu düzenlenmeli [10].

Vinçlerde iş bitiminde ve mesai saatleri içersindeki vincin çalışmadığı zamanlarda vinç burnu serbest salınımına müsait duruma getirilmeli ve yük kancası kabinden 10 metre uzaklıkta olmalı [10].

Vinçle çalışmaya başlanılmadan önce fırtına ve rüzgâr hızı kontrol edilecektir. Rüzgâr ölçme sisteminin çalışıp çalışmadığı kontrol edilecek ve eğer rüzgâr hızı türü vinçler için 45–50 km/saat ise vinçle çalışma yapılmamalı [10].

Vince inip çıkma merdiveni günlük olarak kontrol edilecektir. Günlük kontrol formuna kaydı yapılmalı [10].

Vinç operatörlerinde bulunan telsizler devamlı şarjları dolu olmalı [10].

Operatör vinci mesai saatleri içinde bağlı bulunduğu kısım şefine haber vermeden terk etmemeli. Vincin elektrik ve mekanik arızası durumunda yetkili birimlere haber verecek ve kesinlikle arızaya operatör müdahale etmemeli [10].

Vincin malzeme sepetiyle insan taşınması yapılmamalı [10].

Vinç operatörü en küçük rahatsızlığını dahi doktora bildirmeli [10].

Vinç ile bir yük daima yatay doğrultuya dik olarak kaldırılmamalı [10].

Bağlantı olarak tünel kalıplarda kaldırma aparatları kullanılmalı. Sepetle malzeme alımlarında ve hasır çelik taşınması sırasında kesinlikle dörtlü halatlarla sepete bağlanması suretiyle çalışma yapılmalı [10].

Tünel kalıpların yere yatırılması işleminde yatırma aparatları kullanılmalı[10].

Vinç yük kancasının emniyet mandalı daima çalışır durumda olmalı. [10].

Vincin çalışma bölgesinde çalışmanın güvenli şekilde yapılmasını sağlayacak aydınlatmaların yapılması sağlanmalı [10].

Operatör çalışmanın güvenli olduğunu bildiği takdirde çalışmasına devam etmeli, aksi takdirde güvensiz ve tehlikeli bir çalışma yapmamalı. Çalışmalarda tehlike hissettiği anda ilk formen/amirine haber etmeli, çalışmasını durdurmalı [10].

Çalışma sisteminde tespit ettiği tehlikeli durum ve davranışları ilk amirine bildirmeli, ilk amirde ilgili bölüme yazılı olarak tebliğ etmelidir [10].

3.5 Vinç Konstrüksiyon Esasları

Kaldırma makineleri yapımı, konstrüksiyonla uğraşan mühendisler için çok yönlü ve ilginç bir çalışma alanıdır. Bu alanın önde gelen özelliği genel makine yapımı, çelik inşaat ve elektroteknik gibi farklı disiplinlerin bir arada uygulama yeri bulmaları ve ayrıca proje ve yapı şekillerinin çok çeşitli olmasıdır [18].

Genellikle vinç ve krenlerin projelendirilmesi ve şekillendirilmesinin sevk idaresi kren konstrüktörünün görevidir. Bu bakımdan bir kren konstrüktörü, ihtiyaçları dikkate alabilmesi ve olanaklardan yararlanabilmesine yetecek kadar diğer bilim dallarından da bilgi sahibi olmalıdır. Kren konstrüktörü, belirli kurallara dayanmayıp da projesini daima değişen lokal şartlara uydurmak ve ayrıca münferit bir halden hangi amaçlarla yararlanabileceğini tespit etmek zorunda kaldığı zaman, bu ihtiyaç kendini daha çok hissettirir [18].

Küçük kaldırma makineleri ve az görülen birkaç normal konstrüksiyon bir tarafa bırakılırsa, kaldırma makineleri yapımında bugün münferit imalat hâkimdir. Alışılmış olan yürür ve döner krenler bile, kaldırma yükü, açıklık, çalışma hızı, kaldırma yüksekliği ve işletme şekline (örneğin parça mal veya kepçeli işletme) göre çok değişik tiplerde karşımıza çıkabilir. Kren boşluğu sınırlı olan bir hol veya bir rıhtımdaki yer veya işletme durumları gibi lokal şartlar, çok defa normal yapı şekillerinden ayrılan özel konstrüksiyonları gerektirir. Buna ek olarak çok sayıdaki özel kren çeşitleri gelir [18].

Daima tek ve her defasında maksada en iyi uyacak şekilde yapılan yükleme köprüleri, yüzer (dubalı) krenler ve büyük krenler. Bunlardan başka tersane krenleri, dok krenleri, özel demiryolu krenleri, doldurma, kıskaçlı, blok sıyırma ve dökümhane krenleri gibi istihsal krenlerinin pek çok çeşidi vardır. Bu sebepten dolayı birçok krenler her defasında yeniden projelenir ve çizilir. Daha birçok makine ürünlerinde olduğu gibi kren yapımında da konstrüksiyon bürosu tarafından geliştirilen belirli tiplerin sipariş miktarına göre az veya çok sayıda seri imalat yapılacak şekilde konstrüksiyonla imalat sahalarını birbirinden ayırmak mümkün değildir [18].

Gerçekten kren yapımında birçok durum konstrüksiyon siparişiyle çok yakından ilgilidir ve bir dereceye kadar imalatın bir parçasını teşkil eder, ayrıca teslim süreleri de sınırlı tutulmaktadır. Bunun sonucu olarak projeler büyük ölçüde zorlaşmaktadır. Benzer örneklerden yararlanılmadığı ve yeni projelerin çözümünde yeni konstrüktif çabalara girilmek zorunluluğunda kalındığı hallerde bu zorluk daha da artmaktadır. Böylece kren konstrüktörünün çok defa ön denemeye tabi tutulmadan işletmeye alınan ve pratikte başarı ile çalışması beklenen yeni konstrüksiyonları kısa zamanda ortaya koymasına gerekir [18].

Bir krenin çalışmasını doğrudan doğruya etkileyen konstrüktif istekler ön planda tutulmalıdır. Çünkü, sonunda ulaşılabilecek pratik başarı bir konstrüksiyon için kesin yargı demektir. Bu bakımdan işletme emniyeti, yeterli ömür kolay bakım ve yağlama, aşınan parçaları kolaylıkla değiştirebilme vb. her bir krende bulunması gereken isteklerdir. İşletme zorlaştıkça bu istekler daha da büyük önem kazanır. Bundan sonra kren işletmesinde ekonomik istekler ortaya çıkar. Bunların başlıcaları; iş kapasitesinin yüksekliği az enerji ve yağ sarfiyatı, düşük

bakım ve tamir masrafları, düşük personel ve satın alma masrafları. Şurası muhakkak ki, bütün isteklerin aynı an karşılanması mümkün değildir, çünkü bir kren tesisinin kapasitesi arttığı oranda o tesis daha çok pahalıdır. Ancak bu ilişki hiç bir zaman değişmez diye bir kural yoktur ve bu ilişkiyi ortadan kaldırmak bir ölçüde konstrüktörün becerisine bağlıdır [18].

Diğer görüşler yanında mümkün olduğu kadar ekonomik imal etme sorununu da düşünmek gerekir. Az malzeme ve işçilik sorunu, atölye ve şantiyede montaj kolaylığı ve ambalaj ve nakliye imkanları bu sorunlar arasındadır. Kaldırma makineleri imalatından da ekonomik şekilde planlamada en etkin çare standartlaştırmaktır. Standartlaştırma, değişik krenler aynı parçaları (tekerlekler, halat makaralı, kavramalar, yataklar, fren kasnakları, dişli kutuları vb.) kullanma imkanı verir ve bu şekilde parça sayısının artması sonucu bir elemanın imali ucuzlamış olur. Doğru olarak yapılmış bir malzeme standardı konstrüktör elinde, birleştirilmesiyle çeşitli şekiller yapabilen yapı taşları gibidir. Standartlaştırma bazen konstrüktör hareket kabiliyetini sınırladığı için kullanışsız olarak nitelendirilse de, sonuçta konstrüksiyonu kolaylaştırdığı unutulmamalıdır. Bugün bile standartlaştırmanın imkanlarından tam olarak yararlanılmamaktadır [18].

Tek parçalardan başlayarak bütün yapı elemanı gruplarına kadar (Örneğin, kren tahrik mekanizması) standartlaştırmayı genişletmek mümkündür. Böylece gerektiği hallerde bu grupları kendi aralarında birleştirip kren montajı sağlanmakta ve bunun sonucu kolay montaj ve ucuzluk elde edilebilmektedir. Diğer taraftan, çok yönlü kullanabilmeyi sağlayabilmek amacıyla kren yapımı standardı daima yeteri kadar elastik olmalıdır. Özellikle büyük yapı tesisleri şeklinde karşımıza çıkan büyük krenlerin projelenmesinde dış form ve estetik önemlidir. Genelde bu durumlar fazla sorun olmaz. Ancak bir konstrüksiyonun olgunluğu için önemli unsurlar olarak görülebilir. Bu sorunlar ne kadar amaca uygun olarak çözümlerse dıştan görünüş etkisi o kadar açık, sade ve güzel olur [18].

Son olarak konstrüksiyon tekniği üzerinde şunları söylemek mümkündür; görev ve etken görüşlerin önem sırası açıklandıktan ve amaç tespit edildikten sonra taslaklar yardımıyla en iyi çözüm yolu bulunur. Bu arada konstrüktör hakkında şu unutulmamalıdır ki, daima mümkün olan pek çok çözümün ancak bir kaç tanesi

iyidir. Çeşitli çözümlerin karşılaştırılmalarından ve ortaya konulan isteklere uyuşmasından dolayı ortaya bir biçim çıkmaktadır. Ancak bunun üzerine proje adım hesapla kontrol edilir. Bu esnada başlangıç tespit edilen düzenin kısmen ve bazen da tamamen değiştirilmesi lüzumlu veya zorunlu olabilir. Burada önemli olan husus, konstrüktörün bu çalışma esnasında başlangıçta verilen görevi ve ana görüşleri gözden uzak tutmamasıdır. Genellikle konstrüktör, şüphesiz mevcut olan benzer konstrüksiyonlardan, standardını sağladığı yapı elemanlarından ve kendi tecrübe ve bilgisinden yararlanır. Her şeyden önemli bir mesele, konstrüktörün kritik ve ön yargısız temel görüşe sahip olmasıdır [18].

3.6 Ölçülendirme Esasları

Krenlerin çelik konstrüksiyonları için geçerli ölçülendirme esasları DIN 15018'de verildiği halde, kren konstrüktörü mekanik kısımlar için gerilmelerin seçiminde hareket serbestliğine sahiptir. Bu noktada aşağıdaki genel görüşler kazanmaktadır [18].

Kaldırma makineleri çok defa yer değiştiren makinelerdir. Bu bakımdan, genellikle mümkün olduğu kadar hafif yapılmalıdır. Ancak temel konstrüktif görüşlerin önem sırasına göre örneğin taşıt ve özellikle uçak yapımında olduğu gibi hafif yapı isteği birinci planda genel bir istek değildir. Buna verilen önemde münferit kren parçalarında ve değişik kren tiplerinde çok farklıdır. Örneğin, yürüyen bir döner, yükün devirme momentine karşı, stabilite emniyeti sağlayabilmek için belirli bir ağırlığa sahip olmak zorundadır. Devirme momenti oluşturan elemanlar (örneğin ok ve okun ucundaki makara takımı) mümkün mertebe hafif yapılabilirse krenin ağırlığı azaltılabilir. Ancak, krenin stabilite emniyetini sağlayan parçalardan hafif yapı esaslarını uygulayarak mümkün olan büyük ağırlıkları çıkartıp, sonra bunları gerekli olan stabilite emniyetini balast şeklinde tekrar ilave etmenin bir anlamı yoktur. Bu bakımdan hafif yapı ilk planda, diğer konstrüksiyon ve bunun ağırlıkları üzerinde bir etkisinin bulunduğu yerlerde uygulanmalıdır. Örneğin, bir döner krenin ok veya özellikle de ucunda tasarruf edilen ağırlık, karşıt ağırlıktan yani yükten tam üç katı tasarruf sağlar [18].

Özellikle, büyük açıklıklı köprülerde kren arabasında yapılacak ağırlık tasarruflarının benzer ölçüde önem kazanacakları açıktır. Çünkü burada kren arabası ağırlığı köprü konstrüksiyonun kendi ağırlığını ve daha da önemli olan köprü yürütme mekanizması ile kren yollarının ağırlıklarını etkiler. Kepçeler ve diğer istif kaplarında ağırlık tasarrufu daha çok önemlidir, çünkü bu tip yük tutma düzenlerinin ağırlıklarının azaltılması gerekli olan kaldırma kuvvetinin azalmasını sağlamaktadır. Bu gibi yerlerde gerçekten haklı olarak kullanılabilen yapı şekilleri ve malzeme (örneğin alüminyum) krenin diğer parçalarında ekonomik olmayabilir. Önemli olan şey, büyük örnek sarfiyatının veya yüksek masrafların toplam ağırlığın uygun şekilde etkilenmesi dolayısıyla dengelenmesidir [18].

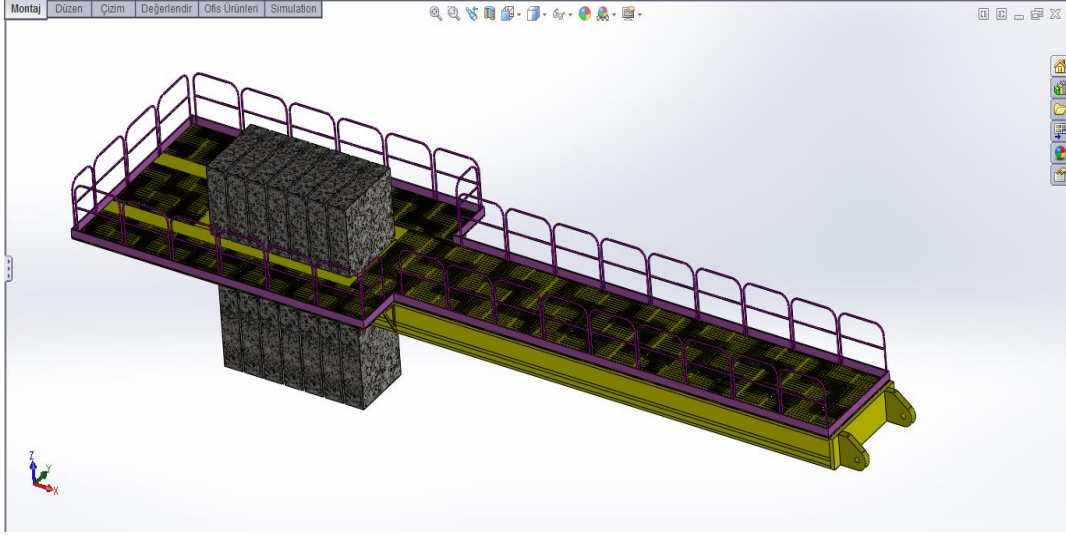
Krenin diğer parçalarında da fazla ağırlıktan kaçınmak gerekir. Ancak ekonomik sınır daha dardır. Örneğin döküm dişli kutusu yerine bundan daha pahalı olan kaynak konstrüksiyon kullanılması uygun değildir. Buna karşılık, eğer motorlar ve diğer yapı elemanlarını düzeni için belirli bir dişli kutusu büyüklüğü öngörülmemişse, daha kalite malzeme kullanarak dişli çarklar imal etmek ekonomik bir şekilde mümkün olabilmektedir. Uzun millerde kaliteli malzeme söz konusu olmaz, çünkü bu gibi durumlarda sadece deformasyon önemlidir. Genellikle kren yapımında orta mukavemetli malzemeler kullanır [18].

Bu sınırlamalara rağmen, kren yapımcısı konstrüksiyonunu ağırlıktan tasarruf sağlayacak yönde biçimlendirmede pek çok imkana sahiptir. Tahrik mekanizması ve yapı elemanlarını becerikli bir şekilde tertiplemeyle kren konstrüktörü bu yönde en büyük başarıya ulaşabilir. Ayrıca önemli olan şekil değiştirme ve sürekli mukavemet üzerindeki bugünkü bilgilere dayanak münferit elemanların doğru olarak şekillendirilmesi de önemli bir husustur. Daima şekil verme kertik ve benzer faktörlerin tesirlerin en az cidar kalınlığı ve mil çapı kadar öneme sahip olduğunu konstrüktör gizden uzak tutmamalıdır. Uygun olmayan bir şekillendirmenin sonucu olarak ortaya çıkan büyük boyutlar ve ağırlıklar yerine, uygun şekil verme ve boyutları küçük tutmakla da kren konstrüktörü aynı emniyet ve sağlamlıkta konstrüksiyonlar yapabilir. Boyutların tespitinde emniyetli gerilmelerin seçiminde işletme şartları en ince ayrıntılarına kadar incelenmeli ve kontrol edilmelidir. Daha öncede ifade edildiği gibi, işletme şartları özellikle kren yapımında büyük farklılıklar gösterir. Bu farklılık yalnızca kren tiplerinde değil, bir

krenin farklı tahrik mekanizmalarında da ortaya çıkar. Buna uygun olarak gerilmeler için de çok farklı değerler kullanılır. Tam hesaplanan yüklenmenin ne kadar oluşacağı, hangi ölçüde aşırı yüklenmelerin beklendiği, pozitif veya negatif ivmelenme veya darbeler sonucunda hangi ek kuvvetlerin ortaya çıkacağı, kullanma sıklığı vb. gibi hususlar daima kontrol edilmelidir. Diğer bir taraftan her bir yapı elemanının önem derecesi ve bir kopma veya kırılmanın ortaya çıkaracağı sonuçlar dikkatle tahmin edilmelidir ve ölçülendirme de göz önüne alınmalıdır. Sonuçta, hesaplama sonuçlarının güvenilir olup olmadığına dikkat edilmelidir. Hesap metotları ne kadar yaklaşık ve güvensiz olursa, emniyet gerilmeleri o kadar düşük alınmalıdır [18].

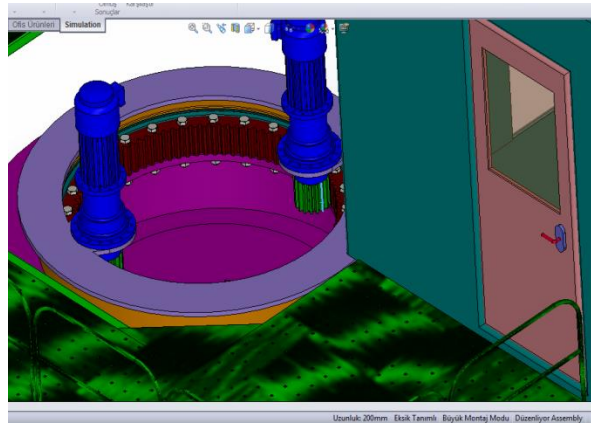
4. KULE VİNÇ TASARIMI

Kule vinç Solidworks 2012 programında tasarlanırken oluşturulan parçalar ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



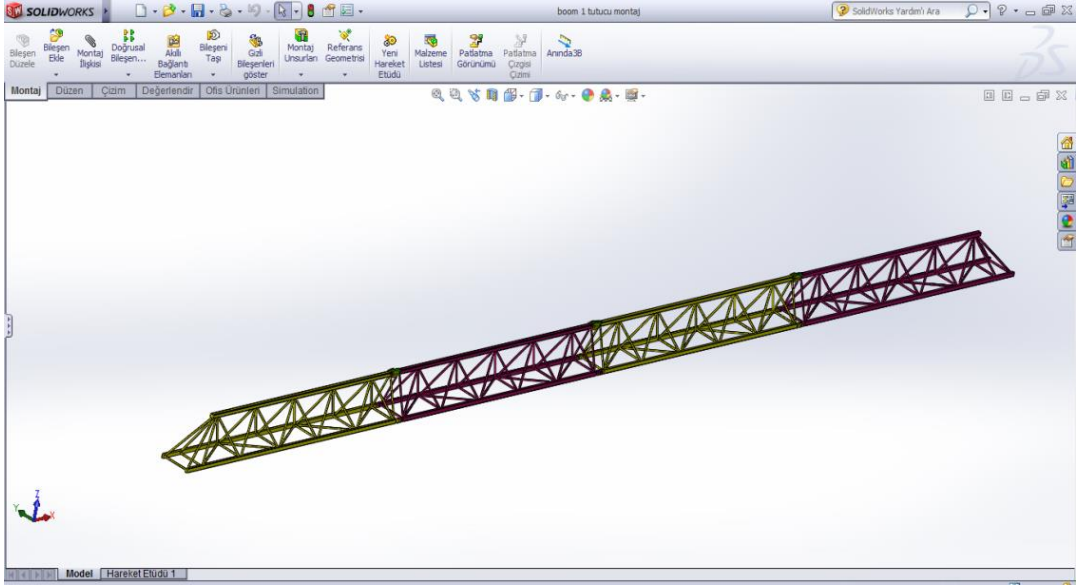
Şekil 4.1: Kule vincin arka kuyruğu tasarımı.

13 metre uzunluğundaki arka kuyruk denge taşlarının konulduğu yer olarak tasarlanmıştır. Ayrıca kuleye bağlantı elemanlarından alt kısmında çapraz boru profillerle desteklenip 2 köşede I profil ile oluşturulmuştur. Korkuluklar ve ızgaralar kule vinç operatörünün güvenliği için konulmuştur.



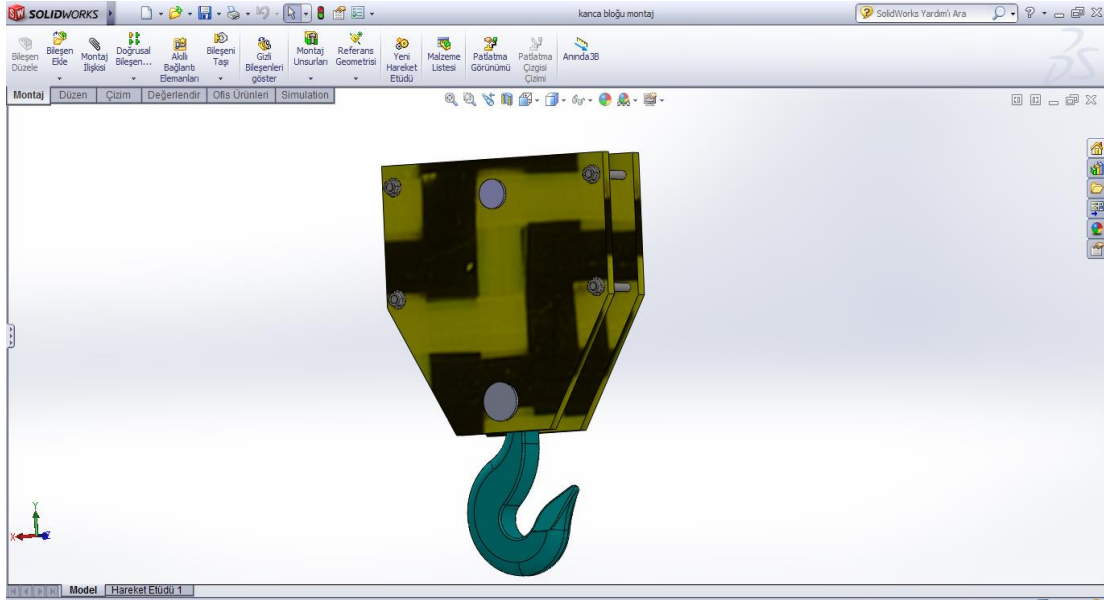
Şekil 4.2: Dönüş motoru, dönüş dişlisi tasarımı.

Dönüş motorları dönüş dişlileri ile temas edecek halde montajı yapılmıştır.



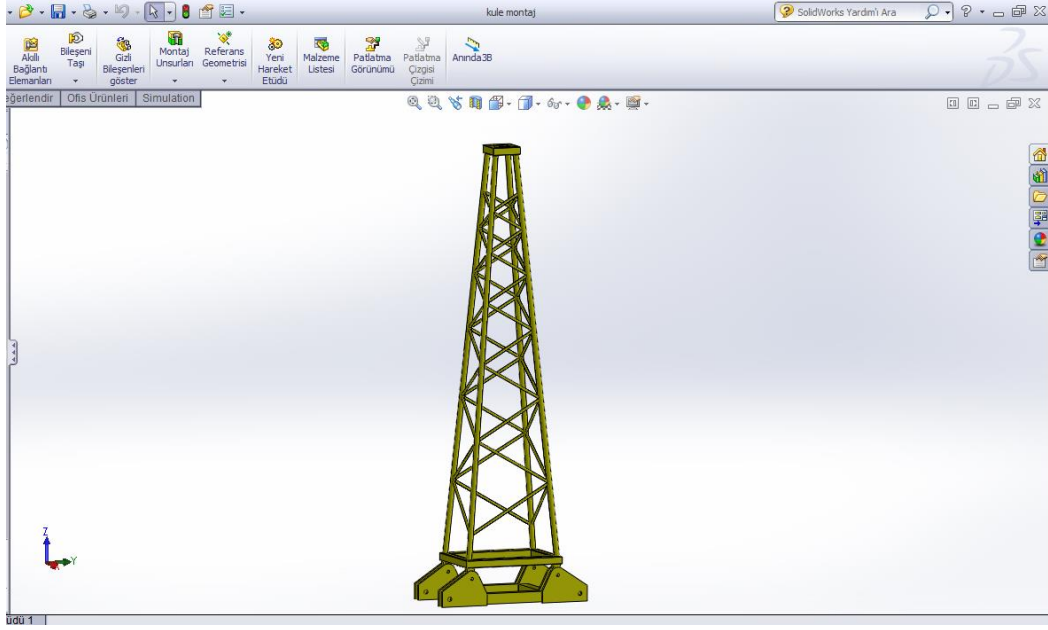
Şekil 4.3: Boom tasarımı.

Boom (vinç kolu) tasarımı yapılırken 160 x 160 mm kare profil içi dolu şekilde kullanılmıştır. Aralara konulan 60 derece eğimli desteklerle dayanım artırılmıştır. 10600 mm uzunluğundaki her vinç kolu bölümleri 4 adet olmak üzere başlangıç ve bitiş yerlerindeki üst ve alt köşelerden birbirine pimlerle bağlanmıştır.



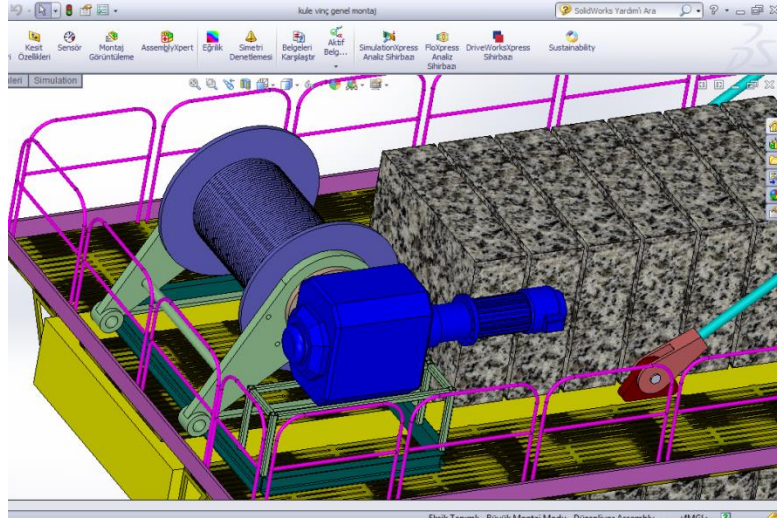
Şekil 4.4: Kanca ve kanca bloğu tasarımı.

Kanca ve kanca bloğu birbirine civatalarla birleştirilmiştir.



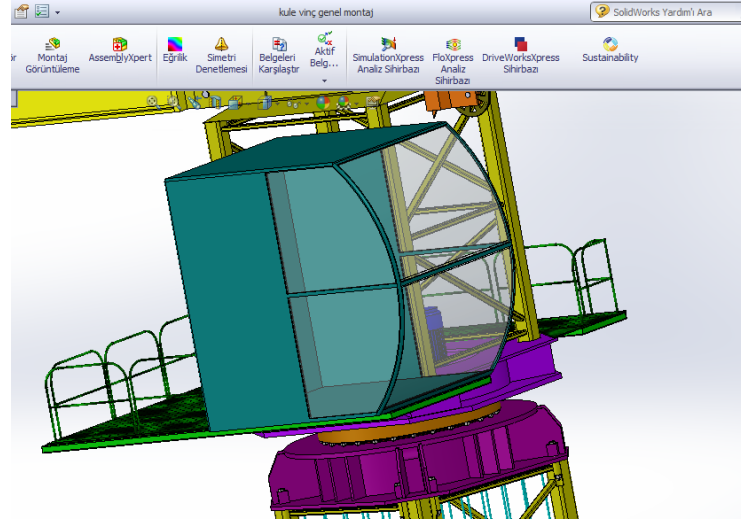
Şekil 4.5: Kule tasarımı.

8 metre uzunluğunda kule tasarımı köşelerde 101.3 x 6.3 mm boru profil kullanılarak aralarda diyagonal çaprazlar ise 48.3 x 3.2 mm boru profil ile tasarlanmıştır. Ayrıca boom ve arka kuyruk bağlantı yerleri de montajla eklenmiştir.



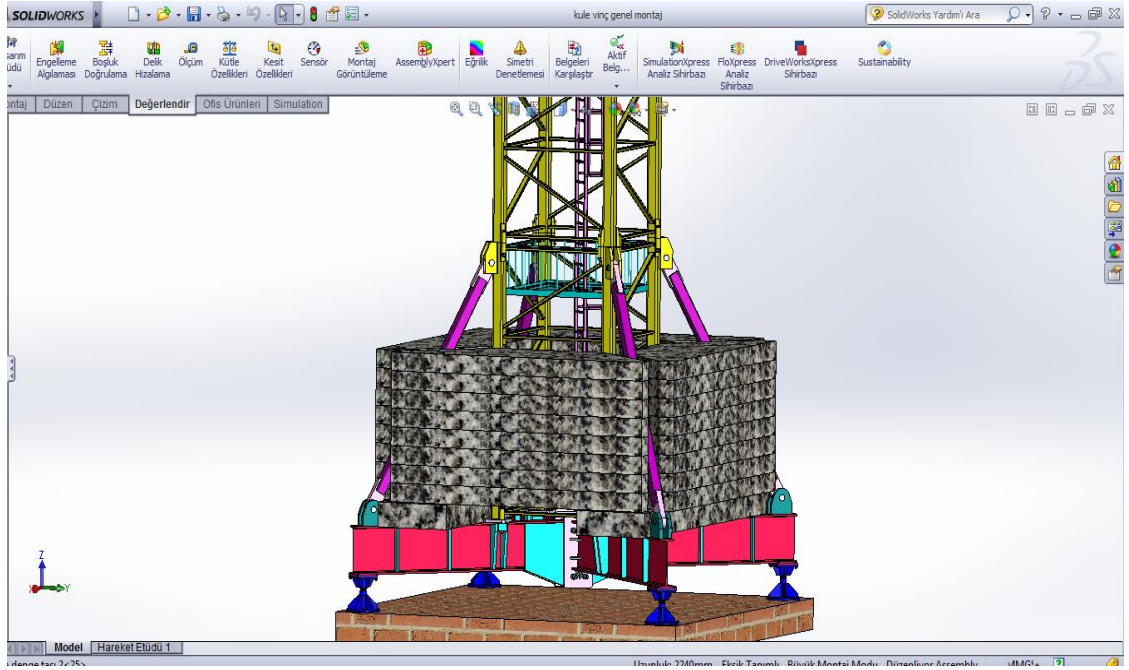
Şekil 4.6: Halat tamburu tasarımı.

Halat tamburu sehpa ve motoruyla birlikte dizayn edilmiştir.



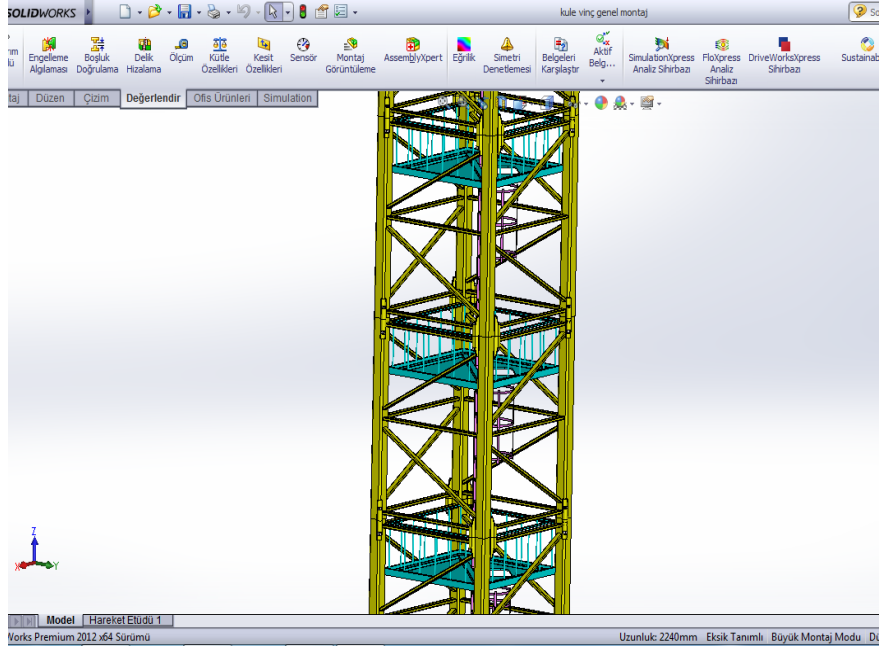
Şekil 4.7: Kabin tasarımı.

Kabin 2700 x 2000 x 2200 mm ebatlarında tasarlanmıştır.



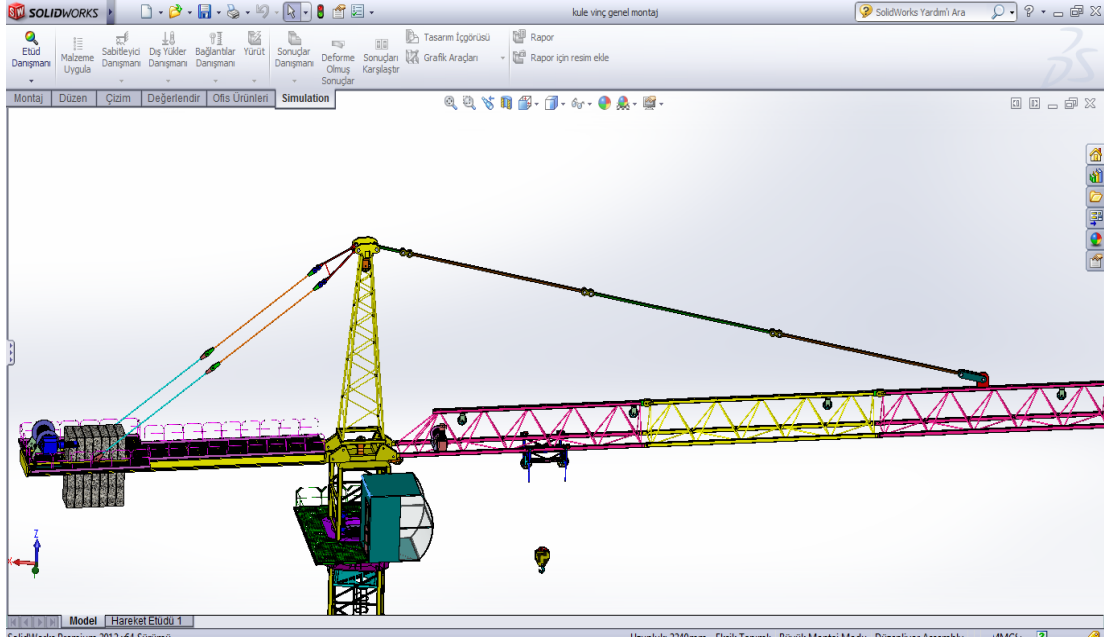
Şekil 4.8: Şase ve denge taşları tasarımı.

Sabit ayaklı kule vinç tasarımında şase I profillerin çapraz 45 derece konumlanmasıyla oluşturulmuş aralara yan destekler eklenerek binen yükü karşılamak için güçlendirilmiştir. Tam ortasında pimle birleştirilmiştir. Şase denge taşları da kule vinci denge koşulu sağlamak amacıyla tasarıma eklenmiştir. Gövdeye bağlanan çapraz destekler de sağlamlaştırmak amaçlıdır.



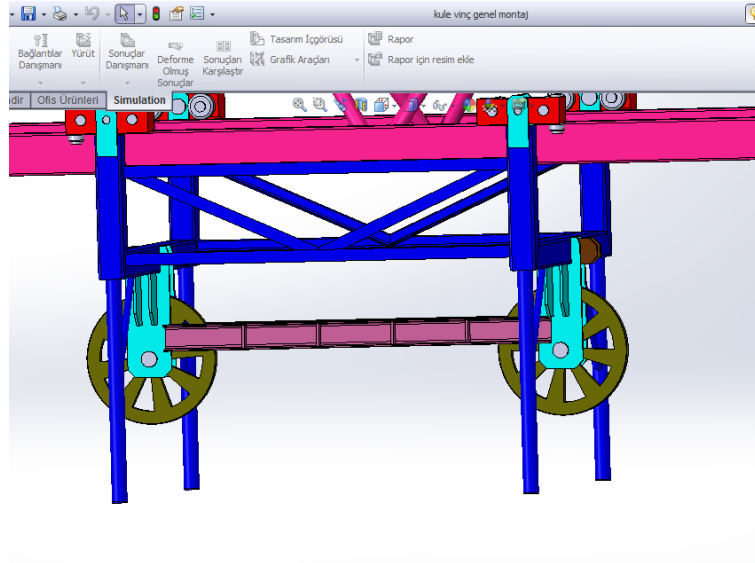
Şekil 4.9: Gövde, dinlenme platformu, merdiven tasarımı.

2.3 x 2.3 metre ebatlarında boyları 4, 3, 8 metre olarak değişen kare profilden oluşturulmuş 200 x 200 x 25 mm yan destek profiller ise 100 x 50 x 5 mm olarak mastlar yani kule vincin yükselen kısmı olan gövdeler tasarlanmıştır. Köşelerde tam 45 derece olacak şekilde civatarla birleştirme yapılmıştır. Dinlenme platformu ve merdivenler de mastın üzerine montajlanmıştır.



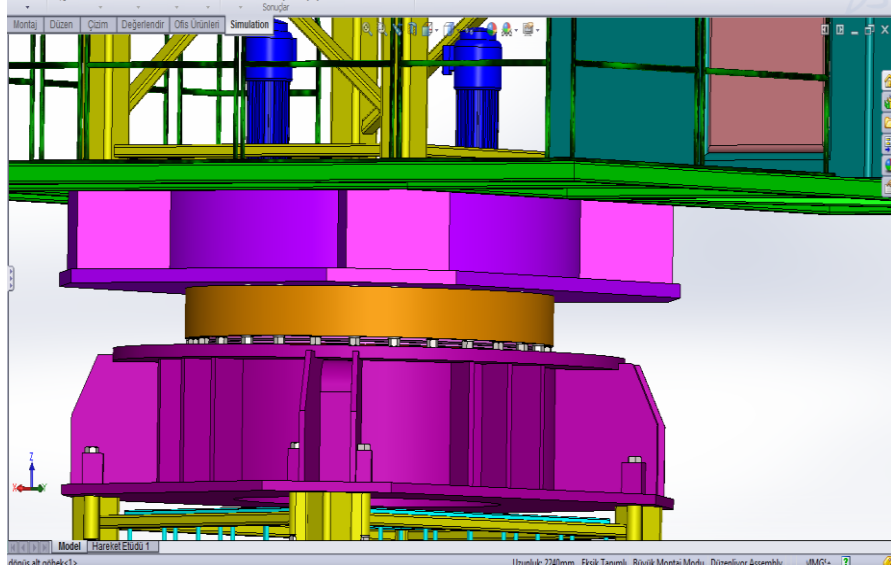
Şekil 4.10: Kule vinç halat tasarımı.

Kule vincin kulesinden boom (vinç kolu) ve arka kuyruk kısmına halatlarla birbirine bağlanarak yükün dengelenmesi sağlanmıştır.



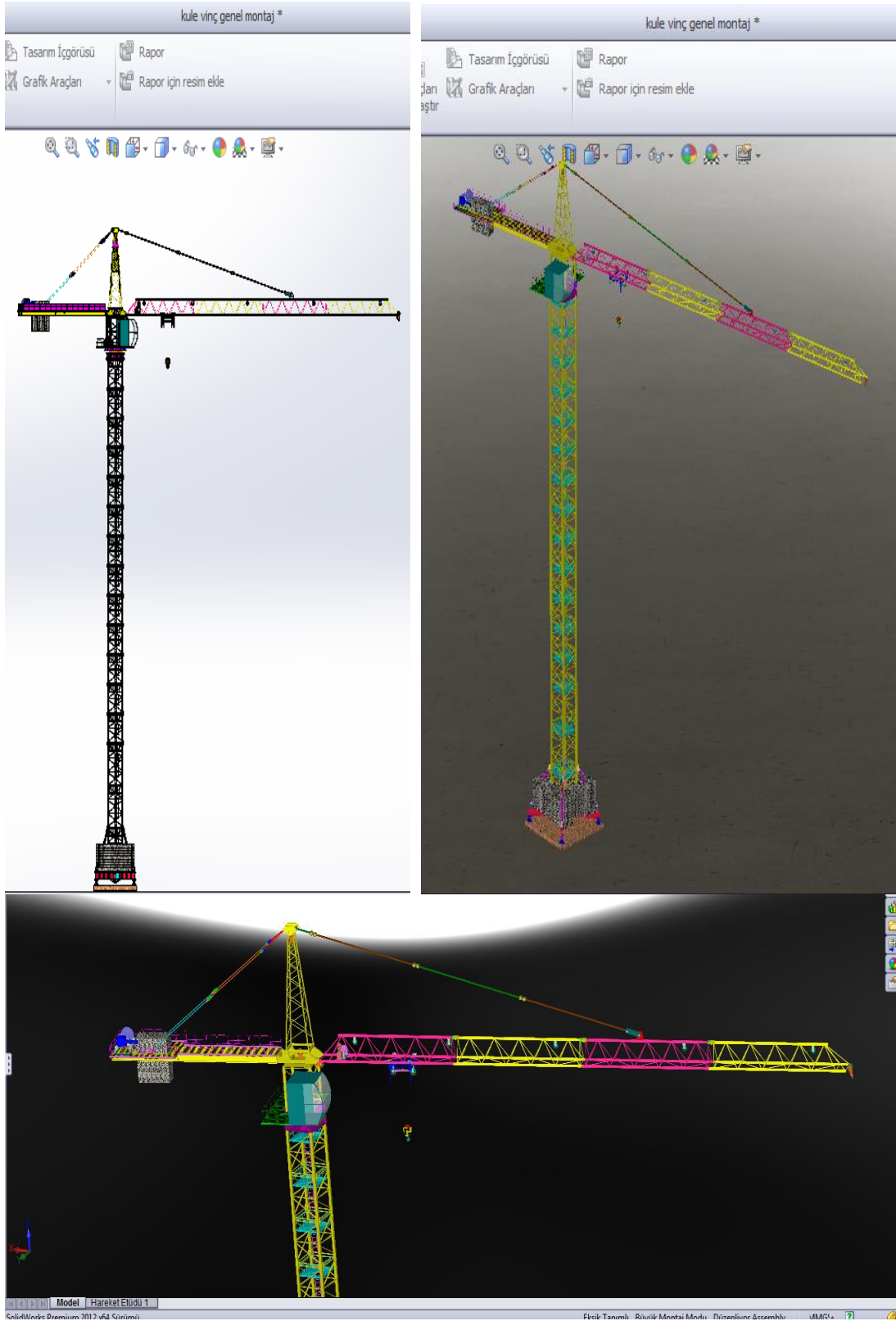
Şekil 4.11: Şaryo sistemi tasarımı.

Kule vinçte yükü taşıyan kısım olan şaryo sistemi boomin üzerinde yürüyen tekerlek ve desteği korumak için yan tekerlekler makaralar montajı yapılarak tasarlanmıştır.



Şekil 4.12: Dönüş göbek tasarımı.

Dönüş dişlilerinin yerleştirildiği göbek civatalarla birbirine bağlanmıştır.

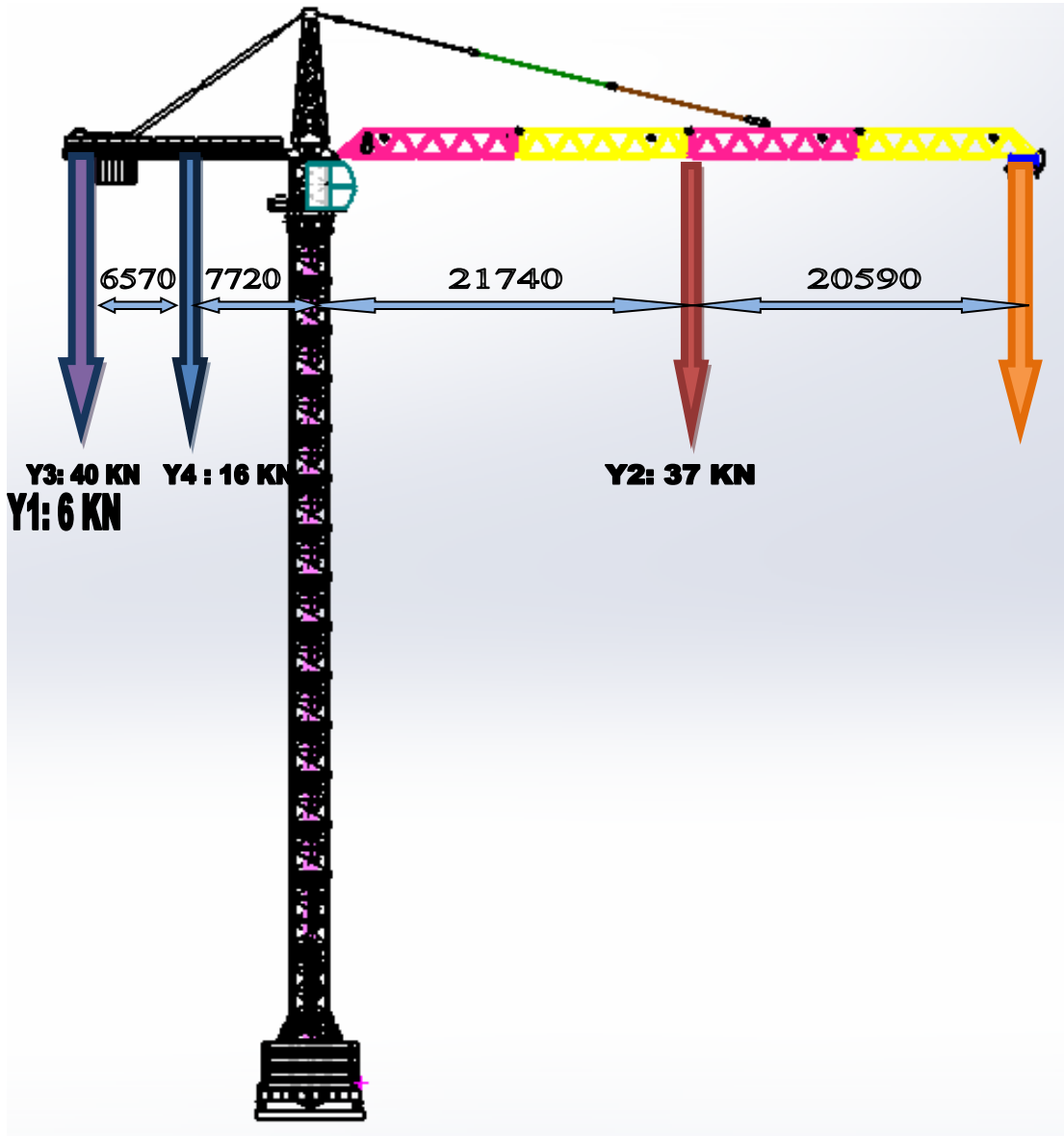


Şekil 4.13: Kule vinç genel montaj görünümleri.

4.1 Kule Vinç Analitik Hesapları

Statik denge hesabı, tel halat çapı hesabı, tambur çapı hesabı, makaraların çapı hesabı, kaldırma motorunun gücünün hesabı yapılmıştır.

4.1.1 Statik Denge Hesabı



Şekil 4.14: Kule vinç üzerine etki eden kuvvetlerin gösterimi.

Em: Eğilme momenti (kNm)

Ke: Eksenel Kuvvet (kN)

Mem: Maksimum Eğilme Momenti (kNm)

MKe: Maksimum Eksenel Kuvvet (kN)

Ef: Emniyet faktörü (Kule vinçleri için 1.25 alınır.)

Y1: Kaldırılacak Yük (kN)

Y2: Boom ağırlığı (kN)

Y3: Arka kuyruk denge taşları ağırlığı (kN)

Y4: Arka kuyruk ağırlığı (kN)

$$K_e = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \quad (4.1)$$

$$K_e = 6 + 37 + 40 + 16 = 99 \text{ kN} \quad (4.2)$$

$$E_m = Y_1 \times M_1 + Y_2 \times M_2 - Y_3 \times M_3 - Y_4 \times M_4 \quad (4.3)$$

$$E_m = 6 \times (20.59 + 21.74) + 37 \times 21.74 - 40 \times (6.57 + 7.72) - 16 \times 7.72 = 363.24 \text{ kNm} \quad (4.4)$$

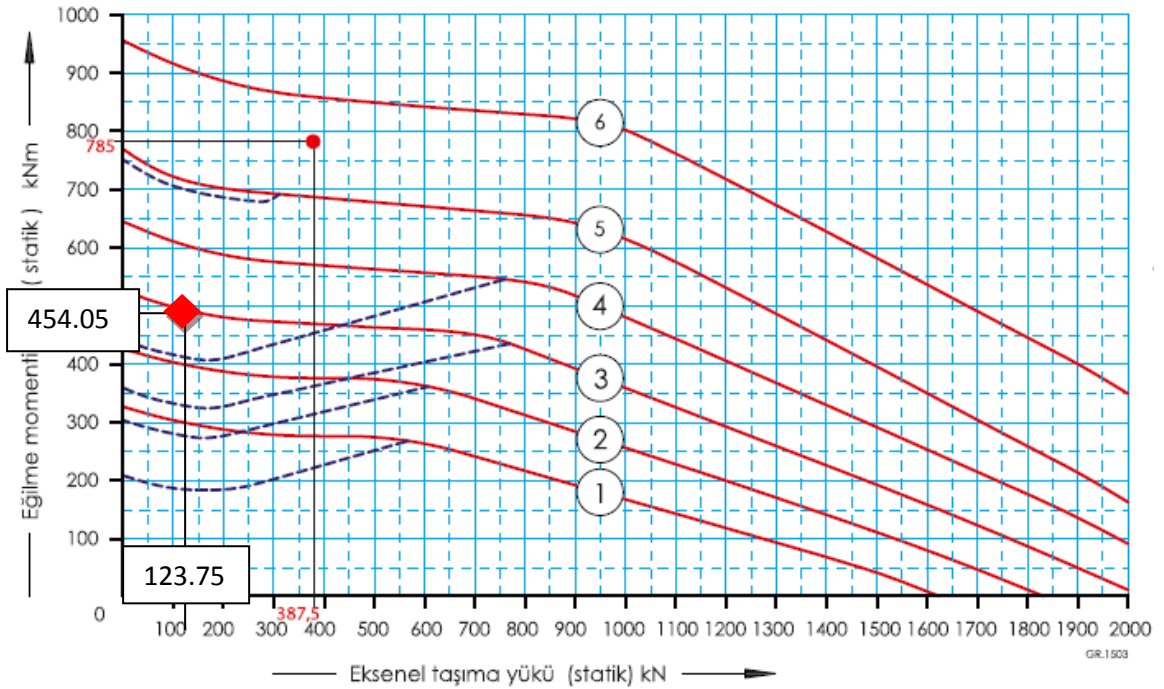
$$M_{ke} = E_f \times K_e \quad (4.5)$$

$$M_{ke} = 1.25 \times 99 = 123.75 \text{ kN} \quad (4.6)$$

$$M_{em} = E_f \times E_m \quad (4.7)$$

$$M_{em} = 1.25 \times 363.24 = 454.05 \text{ kNm} \quad (4.8)$$

Maksimum eğilme momenti ve maksimum eksenel kuvvet dikkate alınarak rulman seçim tablolarından en uygun seçim yapılması için bu değerlerin hesaplanması gerekir. Hesaplarda bulunan değerler rulman tablosunda güvenli kısımda yer aldığı için konstrüksiyon güvenlidir.



Şekil 4.15: Eğilme momenti - eksenel yük parametreleri ile rulman seçimi.

4.1.2 İşletme Grubu Belirlenmesi

Kaldırma makineleri ve parçalarının konstrüksiyonunda, sistemin kullanım süresince istenen performansta görevini yerine getirmesi dikkate alınması gereken en önemli özelliktir. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak dizaynı yapılacak olan kaldırma makinesinin ve parçalarının FEM (Federation Europenne de la Manutention) standardına göre belirlenen çalışma grubu ve süresi belirlenmelidir. Vinç ve krenler FEM standartlarında olduğu gibi DIN standartlarında da belirli gruplara ayrılmıştır. DIN standartlarında göre işletme grupları, kaldırma ve taşıma makinalarının ortalama çalışma süreleri ($V_{006} \dots V_5$) ile yük durumları (hafif, orta ve ağır yük) göz önünde bulundurularak belirlenir [4]. Kule vinç işletme grubu; DIN 15020' ye (Tablo 4.1) göre 2_m olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.1: İşletme grubu seçim tablosu.

| Çalışma Zamanı Sınıfı | Sembolü | | | V ₀₀₆ | V ₀₁₂ | V ₀₂₅ | V ₀₅ | V ₁ | V ₂ | V ₃ | V ₄ | V ₅ |
|-----------------------|--|--|--|------------------|-------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Bir Yıl Boyunca Günlük Ortalama Çalışma Zamanı (Saat Olarak) | | | ≤ 0,125 | > 0,125 ≤ 0,25 | > 0,25 ≤ 0,5 | > 0,5 ≤ 1 | > 1 ≤ 2 | > 2 ≤ 4 | > 4 ≤ 8 | > 8 ≤ 16 | > 16 |

| Yük Dağılımı Sınıfı | No | Tarif | Açıklama | İşletme Grubu | | | | | | | | |
|---------------------|----|-------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | Hafif | Az Sıklıkta Max. Yük | 1E _m | 1E _m | 1D _m | 1C _m | 1B _m | 1A _m | 2 _m | 3 _m | 4 _m |
| | 2 | Orta | Eşit Sıklıkta Min. Orta ve Max. Yük | 1E _m | 1D _m | 1C _m | 1B _m | 1A _m | 2 _m | 3 _m | 4 _m | 5 _m |
| | 3 | Ağır | Devamlı Max. Yüke Yakın Yükler | 1D _m | 1C _m | 1B _m | 1A _m | 2 _m | 3 _m | 4 _m | 5 _m | 5 _m |

Tablo 4.2: DIN ve FEM gruplarının karşılaştırılması.

| FEM 1001 | DIN 15020 |
|----------|------------------|
| M3 | 1 B _m |
| M4 | 1 A _m |
| M5 | 2 _m |
| M6 | 3 _m |
| M7 | 4 _m |
| M8 | 5 _m |

Bu tabloya göre DIN 15020’de 2_m olarak belirlenen işletme grubunun FEM standartlarındaki karşılığı M5 grubudur.

4.1.3 Kule Vinç Hesaplarında Kullanılan Katsayılar

Minimum güvenlik katsayısı “Z_p”: Kren halatlarının çap hesabı yapılırken, kullanılması gereken bir güvelik katsayısıdır. FEM standartlarına göre, M5 grubu ve hareketli halatlar için Z_p değeri Tablo 4.3’ten **4,5** olarak okunur.

Tablo 4.3 : FEM'e göre Z_p değerleri.

| Grup | Hareketli Halatlar | Sabit Halatlar |
|------|--------------------|----------------|
| M1 | 3,15 | 2,5 |
| M2 | 3,35 | 2,5 |
| M3 | 3,55 | 3 |
| M4 | 4 | 3,5 |
| M5 | 4,5 | 4 |
| M6 | 5,6 | 4,5 |
| M7 | 7,1 | 5 |
| M8 | 9 | 5 |

Halat tambur ve makara çapları için katsayılar: h_1 katsayısı, işletme faktörüne ve tel halat kontrüksiyonuna bağlıdır. Bu değerler makara ve tamburlar için dönmeyen halat ve dönebilen halatlar göz önüne alınarak Tablo 4.4'te verilmiştir.

Buna göre 2_m işletme grubu ve dönmeyen halat tipi için h_1 katsayıları sırasıyla; $h_{\text{tambur}} = 20$, $h_{\text{makara}} = 22,4$, $h_{\text{d.makara}} = 16$ olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.4: DIN 15020' ye göre h_1 katsayıları.

| İşletme Grubu | Tambur | | Halat Makarası | | Denk Makarası | |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | Dönmeyen Halat | Dönebilen Halat | Dönmeyen Halat | Dönebilen Halat | Dönmeyen Halat | Dönebilen Halat |
| 1E _m | 10 | 11,2 | 11,2 | 12,5 | 10 | 12,5 |
| 1D _m | 11,2 | 12,5 | 12,5 | 14 | 10 | 12,5 |
| 1C _m | 12,5 | 14 | 14 | 16 | 12,5 | 14 |
| 1B _m | 14 | 16 | 16 | 18 | 12,5 | 14 |
| 1A _m | 16 | 18 | 18 | 20 | 14 | 16 |
| 2 _m | 18 | 20 | 20 | 22,4 | 14 | 16 |
| 3 _m | 20 | 22,4 | 22,4 | 25 | 16 | 18 |
| 4 _m | 22,4 | 25 | 25 | 28 | 16 | 18 |
| 5 _m | 25 | 28 | 28 | 31,5 | 18 | 20 |

4.1.4 Kaldırma Halatı Seçimi

Tel halatın diğer gerilme durumları ihmal edildiğinde, sadece çekme gerilmesine göre zorlandığı kabul edilir. Bu durumda tel halatın apı, S halat çekme

kuvveti [N] ve c halat katsayısı [mm/ \sqrt{N}] dir. Halat katsayısının değerleri DIN 15020 normunda tablo halinde verilmiştir.

$$d = c \cdot \sqrt{S} \quad (4.9)$$

Tablo 4.5: Tel halat çapı için c katsayıları.

| | Normal kullanımlar için | | | | | | Tehlikeli kullanımlar için | | | | | | | | |
|----------------|---|-------|-------|-----------------|-------|-------|----------------------------|-------|-------|-----------------|------|-------|-------|------|--|
| | Dönmeyen Halat | | | Dönebilen Halat | | | Dönmeyen | | | Dönebilen Halat | | | | | |
| | Halat kopma mukavemeti [N/mm ²] | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1570 | 1770 | 1960 | 2160 | 2450 | 1570 | 1770 | 1960 | 1570 | 1770 | 1960 | 1570 | 1770 | 1960 | |
| 1E | - | 0.067 | 0.063 | 0.060 | 0.056 | - | 0.071 | 0.067 | - | - | - | - | - | - | |
| 1D | - | 0.071 | 0.067 | 0.063 | 0.060 | - | 0.075 | 0.071 | - | - | - | - | - | - | |
| 1C | - | 0.075 | 0.071 | 0.067 | 0.067 | - | 0.080 | 0.075 | - | - | - | - | - | - | |
| 1B | 0.085 | 0.080 | 0.075 | - | - | 0.090 | 0.085 | 0.080 | - | - | - | - | - | - | |
| 1A | 0.090 | 0.085 | 0.085 | - | - | 0.095 | 0.095 | 0.090 | 0.095 | | | 0.106 | | | |
| 2 _m | 0.095 | 0.095 | 0.095 | - | - | - | 0.106 | | | 0.106 | | | 0.118 | | |
| 3 _m | - | 0.106 | - | - | - | - | 0.118 | | | 0.118 | | | - | | |
| 4 _m | - | 0.118 | - | - | - | - | 0.132 | | | 0.132 | | | - | | |
| 5 _m | - | 0.132 | - | - | - | - | 0.150 | | | 0.150 | | | - | | |

Tablo 4.5'ten işletme şartı 2_m olduğu için normal kullanımlarda dönmeyen halat c değeri **0.095 mm/ \sqrt{N}** olarak seçilmiştir.

Kanca bloğu kütlesi 1000 kg alınmıştır.

Maksimum kule vincin taşıyacağı yük 8000 kg olarak 5. bölümde analizi yapılmıştır.

$$Q = \text{Kanca bloğu kütlesi} + \text{maksimum kaldırılan yük} \quad (4.10)$$

$$Q = 1000 + 8000 = 9000 \text{ kg} \quad (4.11)$$

$$S = \frac{Q}{4} \quad (4.12)$$

$$S = \frac{9000}{4} = 2250 \text{ kgf} = 22500 \text{ N} \quad (4.13)$$

$$d = c \cdot \sqrt{S} = 0,095 \cdot \sqrt{22500} = 14,25 \text{ mm} \quad (4.14)$$

Tablo 4.6: 18 x 7 dönmeyen çelik özlü tel halat özellikleri.

| Halat Anma Çapı | Ç.Ö. birim ağırlık | En Küçük Kopma Kuvveti |
|-----------------|--------------------|----------------------------------|
| d (mm) | kg / m | Çelik Özlü Halatlar (180 kgf) |
| 4 | 0.0643 | 945 |
| 5 | 0.1 | 1480 |
| 6 | 0.145 | 2130 |
| 8 | 0.257 | 3780 |
| 10 | 0.402 | 5910 |
| 12 | 0.579 | 8500 |
| 13 | 0.659 | 9980 |
| 14 | 0.788 | 11600 |
| 16 | 1.03 | 15100 |
| 18 | 1.3 | 19100 |
| 20 | 1.61 | 23600 |
| 22 | 1.95 | 28600 |
| 24 | 2.31 | 3400 |

Tablo 4.6'dan 18 x 7 dönmeyen çelik özlü halat tipi olarak çap 16 mm en küçük kopma kuvveti 15100 kgf özellikleri ile seçilmiştir.

Z_p değeri Tablo 4.3'ten 4,5 seçilmiştir.

$S=2250$ kgf olarak (4.13) denkleminde bulunmuştur.

$$\frac{15100}{2250} = 6,71 > 4,5 \quad (4.15)$$

6,71 değeri Z_p değerinden büyük olduğundan seçilen halat uygundur.

4.2 Makara Çapı Belirlenmesi

$$D = h_{\text{makara}} \times h_2 \times d \quad (4.16)$$

Bu formülde D makara çapını ifade eder. h_2 katsayısı halat donanımına bağlı bir katsayıdır. h_2 katsayısı halatın makara ve tambur üzerinde sarılıp, açıldığında yaptığı eğilme sayısına bağlı olarak bulunur. Halat eğilme sayısı, doğru halatın makaraya sarılırken eğilmesi ve makaradan sonra doğrulmasıyla tarif

edilir ve bu durumda 1 eğilme sayılır. Eğer bir makaradan geçen halat takip eden makarada aksi yönde eğilip doğrulursa 2 eğilme sayılır. Tambur üzerinde sarılıp açılmada 0.5 eğilme sayılır. Denk makaralarında halat eğilmesi olmadığı kabul edilir ve eğilme sayısı 0'dır. Bir iş seferindeki toplam eğilme sayısı, yük kaldırma ve indirme sırasındaki halat eğilmelerin toplamıdır. Hesap yapılırken yük kaldırma için bulunan w eğilme sayısının iki katı alınarak toplam eğilme sayısı bulunur. Toplam eğilme sayısına göre h_2 katsayısının aldığı değerler Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7: h_2 katsayıları.

| | | | |
|-------|----------|-------|-----------|
| w | ≤ 5 | 6 - 9 | ≥ 10 |
| h_2 | 1.0 | 1.12 | 1.25 |

Tablo 4.7'de h_2 değeri seçebilmek için halat eğilme sayısı 5 olarak kabul edilip 2 katı alınırsa $w = 10$ olur. Bu durumda h_2 değeri 1.25 olarak alınır. Makara çapı bulabilmek için değerler yerine yerleştirildiğinde

$$D = h_{\text{makara}} \times h_2 \times d \quad (4.16)$$

$$D = 20 \times 1.25 \times 16 = 400 \text{ mm} \quad (4.17)$$

$h_{\text{makara}} = 20$ olarak tablo 4.4'ten seçilmiştir. 400 mm olarak makara çapı bulunmuştur.

4.3 Tambur Çapı Belirlenmesi

$$D = h_{\text{tambur}} \times d \quad (4.18)$$

$$D = 18 \times 16 = 288 \text{ mm} \quad (4.19)$$

$h_{\text{tambur}} = 18$ olarak tablo 4.4'ten seçilmiştir. 288 mm olarak tambur çapı bulunmuştur.

4.4 Dengeleme Makarası Belirlenmesi

$$D = h_{\text{denge makarası}} \times d \quad (4.20)$$

$$D = 14 \times 16 = 224 \text{ mm} \quad (4.21)$$

$h_{\text{denge makarası}} = 14$ olarak tablo 4.4'ten seçilmiştir. 224 mm olarak dengeleme makarası çapı bulunmuştur.

4.5 Y ük Kaldırma Motoru Hesabı

$$N = \frac{Q \cdot V_k}{4500 \cdot \eta_{\text{toplam}}} \quad (4.22)$$

$$\eta_{\text{toplam}} = \eta_{\text{redüktör}} \times \eta_{\text{palanga}} \times \eta_{\text{tambur}} \quad (4.23)$$

$$\eta_{\text{ikiz palanga}} = \frac{1}{z'} \cdot \frac{1 - \eta^{z'}}{1 - \eta} \quad (4.24)$$

z: taşıyıcı halat sayısı (4 olarak seçilmiştir.)

$$z' = \frac{z}{2} = \frac{4}{2} = 2 \quad (4.25)$$

İkiz palangada kaymalı yatak tablo değerlerinden $\eta = 0,96$ olarak alınmıştır.

$$\eta_{\text{ikiz palanga}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1 - 0,96^2}{1 - 0,96} = 0,98 \quad (4.26)$$

3 kademeli redüktör kullanıldığı kabul edilmiştir. Tek redüktör verimi 0.985 olarak alınır. Tambur verimi de 0.96 olarak kabul edilmiştir. $V_k=5$ m/s olarak seçilmiştir.

$$\eta_{\text{toplam}} = 0,985^3 \times 0,98 \times 0,96 = 0,899 \quad (4.27)$$

$$N = \frac{9000 \cdot 5}{4500 \cdot 0,899} = 11,12 \text{ BG} \quad (4.28)$$

$$11,12 \times 1,34 = 8,3 \text{ KW} \quad (4.29)$$

8.3 KW kaldırma motoru gücünde bir motor seçilmelidir.

5. KULE VİNÇ ANALİZİ

5.1 ANSYS Sonlu Elemanlar Paket Programı

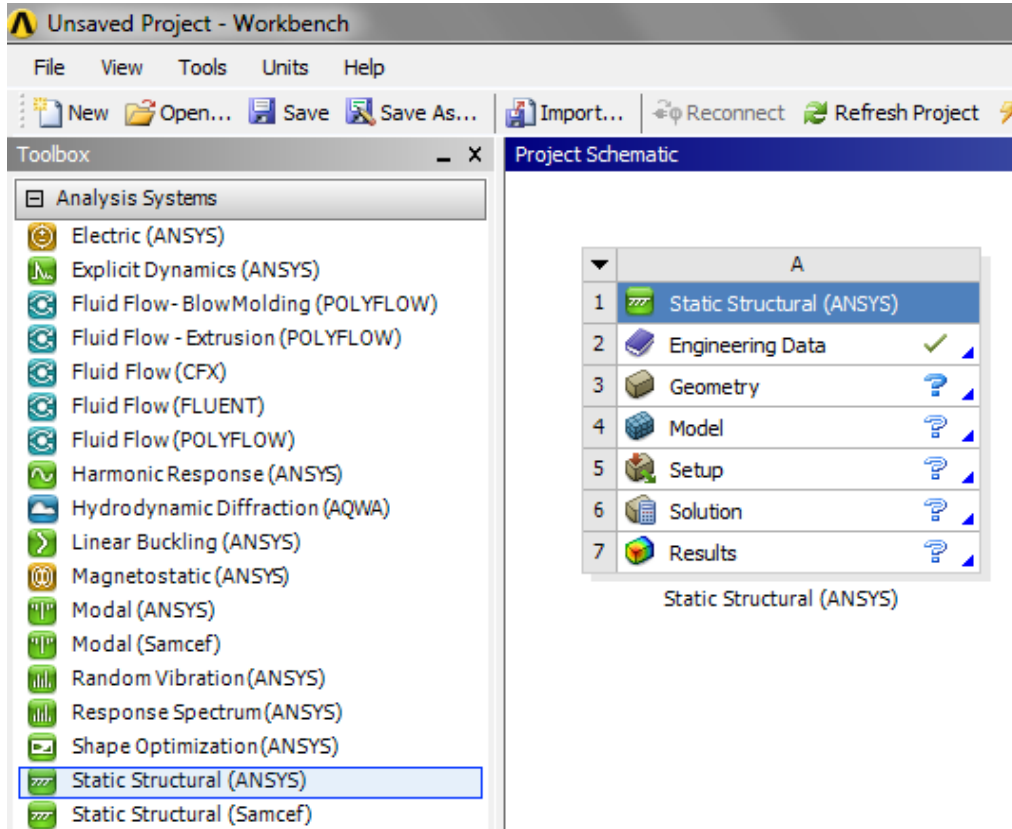
Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi karmaşık ve çözülmesi uzun zaman alan problemlerin bilgisayarlarda çözülmesi hem zaman tasarrufundan hem de işlemin daha doğru sonuçlar vermesi bakımından çok önemlidir. Bilgisayarlarda, Sonlu Eleman Metodu çeşitli paket programlar vasıtasıyla basit bir şekilde modelleme yapılmakta, daha sonra bu modeller küçük sonlu elemanlara bölünerek analizler yapılmaktadır [4].

Günümüzde, SEM uygulamaları için birçok yazılım geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları, ANSYS, ABAQUS, NASTRAN&PATRAN, ABAQUS/CAE vs. dir. Bazı SEM yazılımları kendi bünyesinde modelleme paketleri buldurmasına karşın çoğunlukla karmaşık geometrilerin modellenmesi uzun zaman almakta, bazen ise hiç yapılamamaktadır. Bundan dolayı, iki ve üç boyutlu problemlerin modellenmesi amacıyla çeşitli paket programlar hazırlanmıştır. Bunlar arasında Catia, Pro/Engineer, Solidworks, Autocad vs. programları en çok bilinenleridir [4].

Bu tezde modelleme için Solidworks programı kullanılmıştır. Analiz kısmı için ise ANSYS sonlu elemanlar paket programı uygun görülmüştür. Çünkü SolidWorks programında oluşturulan katı modeller doğrudan ve sorunsuzca ANSYS programına aktarılabilmekte böylece zaman kaybetmeden modelin analiz işlemine geçilebilmektedir. Bunun yanı sıra, SEM analizi prosesinde kullanıcı dostu olması ve analiz sonuçlarında hata payının tatmin edici değerler arasında olması da ANSYS programının bu çalışmada tercih edilmesinde etkili olmuştur [4].

Bu bölümde ANSYS sonlu elemanlar paket programı genel hatlarıyla tanıtılacak ve temel seviyede bir analiz işleminin nasıl yapılacağı adım adım gösterilecektir [4].

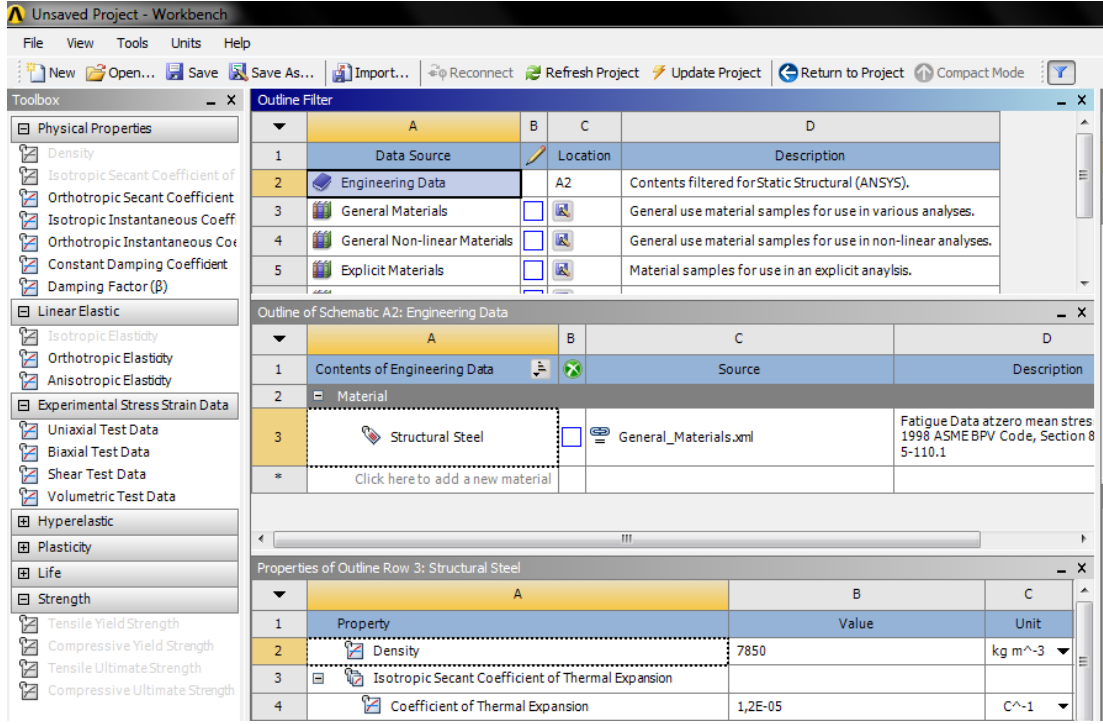
Hangi tip analiz yapılacaksa, sol taraftaki menüden çift tıklanarak ya da fareyle sürüklenip sağ tarafa taşınarak proje başlatılır. Örneğin bir statik analiz yapılmak isteniyorsa *Static Structural* modülü seçilmelidir. Gerekli analiz tipi belirlendiğinde sağ tarafta, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi yeni bir pencere açılacaktır [4].



Şekil 5.1: Analiz tipinin belirlenmesi.

5.1.1 Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesi

Açılan bu yeni pencerede, proje ile ilgili yapılması gereken işlemler adım adım gösterilmektedir. İkinci kutudaki Engineering Data butonuna tıkladığında projenin verileri ile ilgili bir pencere sistemi açılır ve buradan malzeme özellikleri ANSYS programının atadığı gibi kullanılabilir ya da yeni veri girişleri yapılabilir (Şekil 5.2). Program standart olarak malzemeyi yapı çeliği olarak belirler. Eğer başka bir malzeme kullanılacaksa, listeden ilgili malzeme seçilerek gerekli değişiklikler yapılmalıdır [4].



Şekil 5.2: Malzeme bilgileri.

5.1.2 Modelleme Ekranının Tanıtımı

Proje başlatıldığında açılan pencerede, *Engineering Data*'nın hemen altında *Geometry* butonu yer alır. Programda herhangi bir çizim yapılmadığı ya da programa henüz bir çizim yüklenmediği için sağ tarafında “?” işareti görünür. Programa model tanıtıldığında bu işaret *Engineering Data*'da olduğu gibi onay işaretine dönüşecektir [4].

Modelin programa tanıtımı iki farklı şekilde gerçekleştirilebilir. Birinci yöntem bu tez çalışmasında da yapıldığı gibi programın *import geometry* seçeneği kullanılarak başka bir programda oluşturulan model, ANSYS programına aktarılır. Bunun için işlem basamaklarını gösteren pencereden, *Geometry* satırına sağ tıklanarak, *Import Geometry* seçeneği ile modelin kaydedildiği yer programa gösterilir [4].

5.1.3 Elemanlara Ayırma

Modelin sonlu elemanlara ayrılması işlemine proje sayfasındaki, *Geometry* sekmesinin altında yer alan *Model* sekmesine girilerek başlanır. Bu sekmeye geçildiğinde, *Mechanical* adında yeni bir pencerenin açıldığı ve programa tanıtılan ya da program içerisinde oluşturulan geometrinin otomatik olarak bu modül içerisine yerleştiği görülecektir. Bu aşamada *Outline* penceresinin altındaki *Mesh* sekmesine sağ tıklanıp, *Generate Mesh* komutu seçilirse program parçayı otomatik olarak sonlu elemanlara ayıracaktır [4].

5.1.4 Sınır Şartlarının Girilmesi

Sınır şartlarının girilmesi, mesh atma işlemine olduğu gibi yine programın *Mechanical* modülünde gerçekleştirilecektir. Bunun için proje sayfasından *Setup* butonuna tıklanmalı ya da doğrudan parçaya mesh atılan pencereki *Static Structural* başlığına tıklanmalıdır [4].

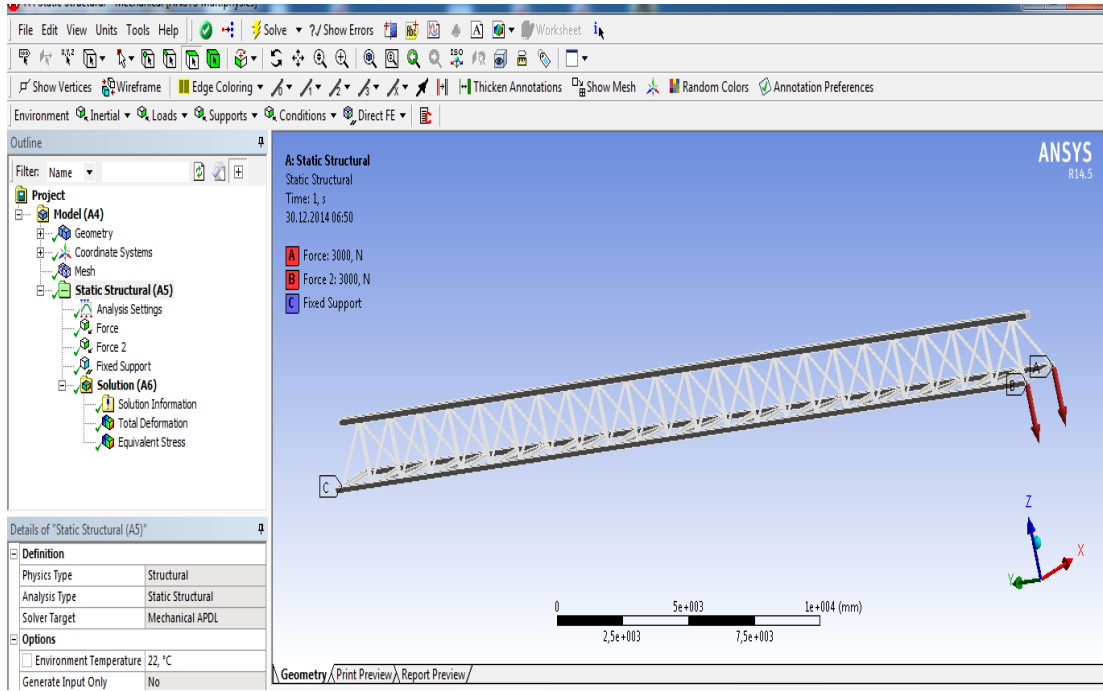
5.1.5 Çözüm ve Sonuçlar

Bu kısma kadar gerçekleştirilen işlemler, modelin analize hazırlanması aşamalarını içermektedir. Model analize eksiksiz olarak hazırlandıktan sonra, *Solution* kısmında ne tür analizler istendiği tanımlanmalı ve hazırlanmış olan sonlu elemanlar problemi çözüme verilmelidir [4].

5.2 Analizler

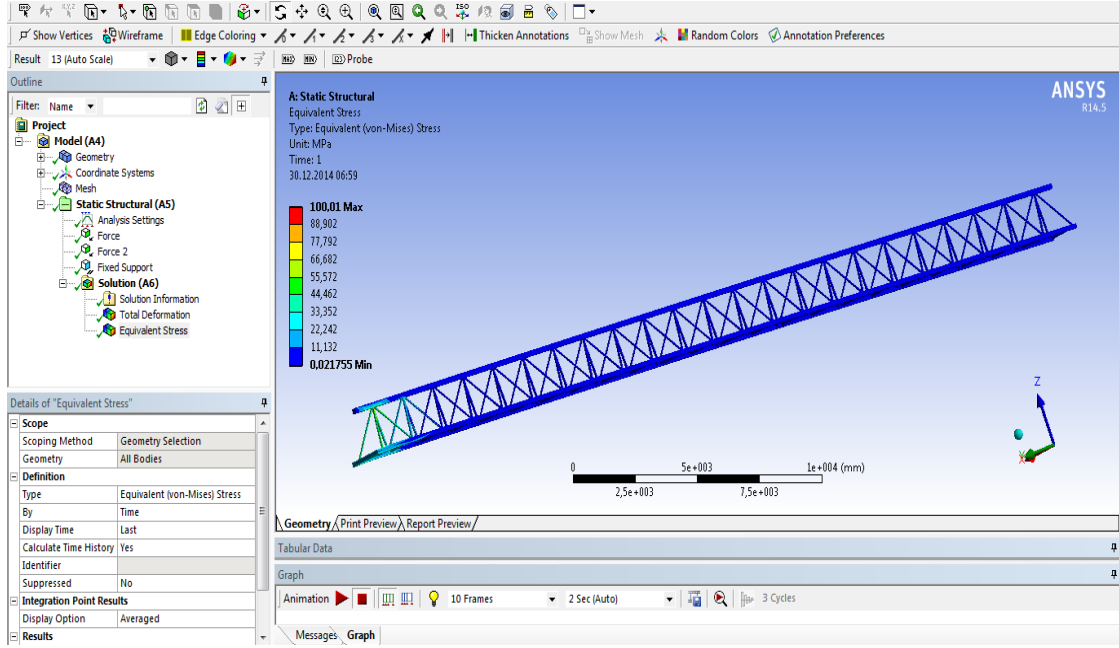
Kule vinç parçalarından boom ucuna, ortasına ve en kısa mesafeye yük bağlanarak Ansys'te analiz yapılmıştır.

1.analizin uygulanması gösterilmiştir.



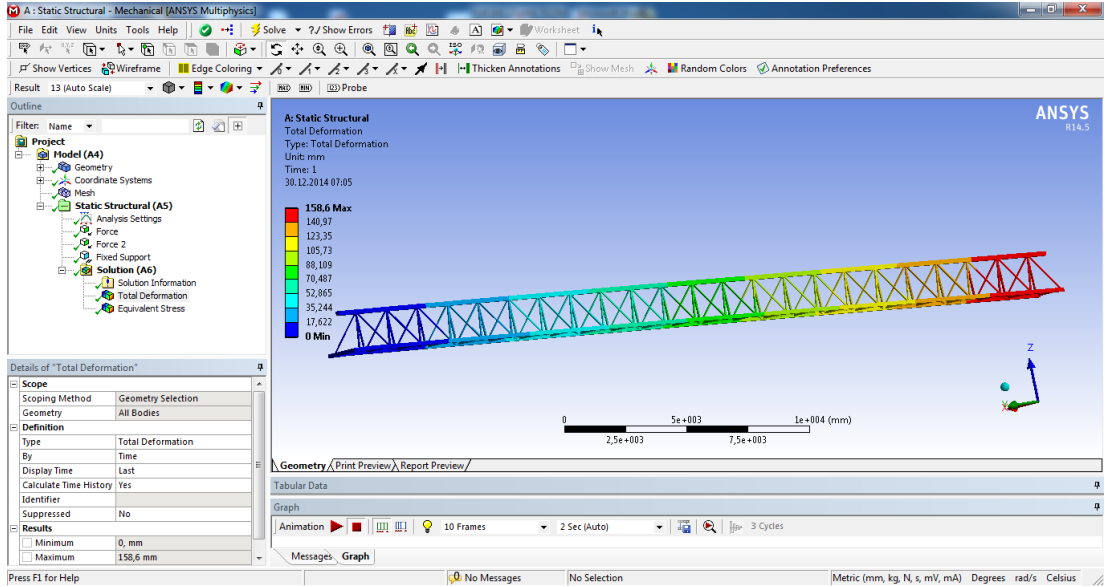
Şekil 5.3: 1. Analizde booma uygulanan kuvvetler ve sabitleme yeri.

Boom parçasının meshleme işi bittikten sonra ucu sabitlenip yüzey seçilerek fixed support ile C noktası işaretlenmiştir. A ve B ile gösterilen yerlerden yük ikiye bölünüp uygulanmıştır. Toplam 600 kg yük uygulanmıştır.



Şekil 5.4: 1.analiz gerilme sonuçları.

Von Mises gerilme değeri 100,01 Mpa maximum değer çıkmıştır. Structural Steel gerilme akma değeri 250 Mpa olduğu için akma sınırının altında güvendedir. Emniyet katsayısı 2'den büyüktür.

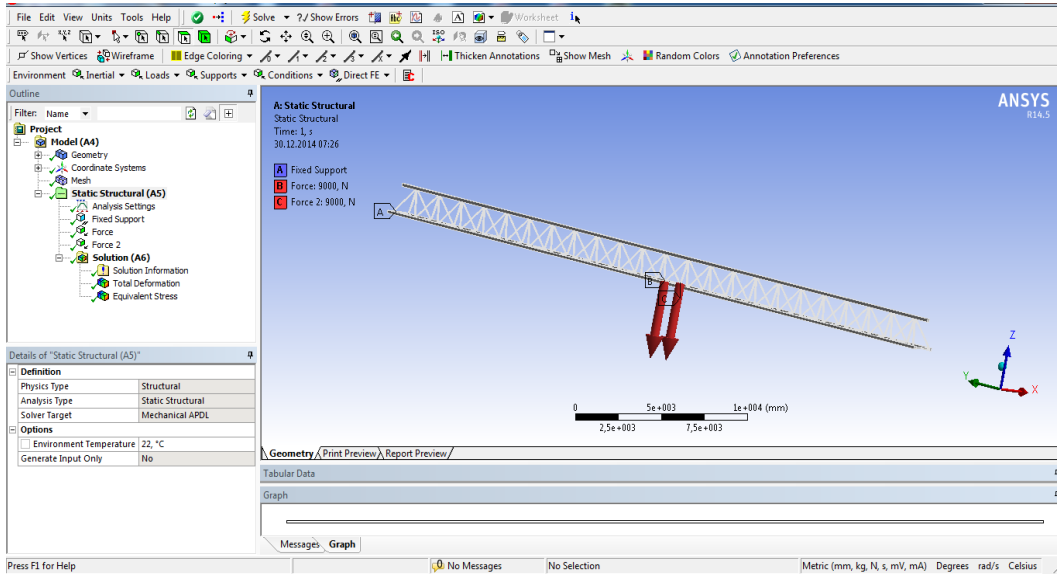


Şekil 5.5: 1.analiz total deformasyon sonuçları.

Total deformasyon 158,6 mm maximum değeridir.

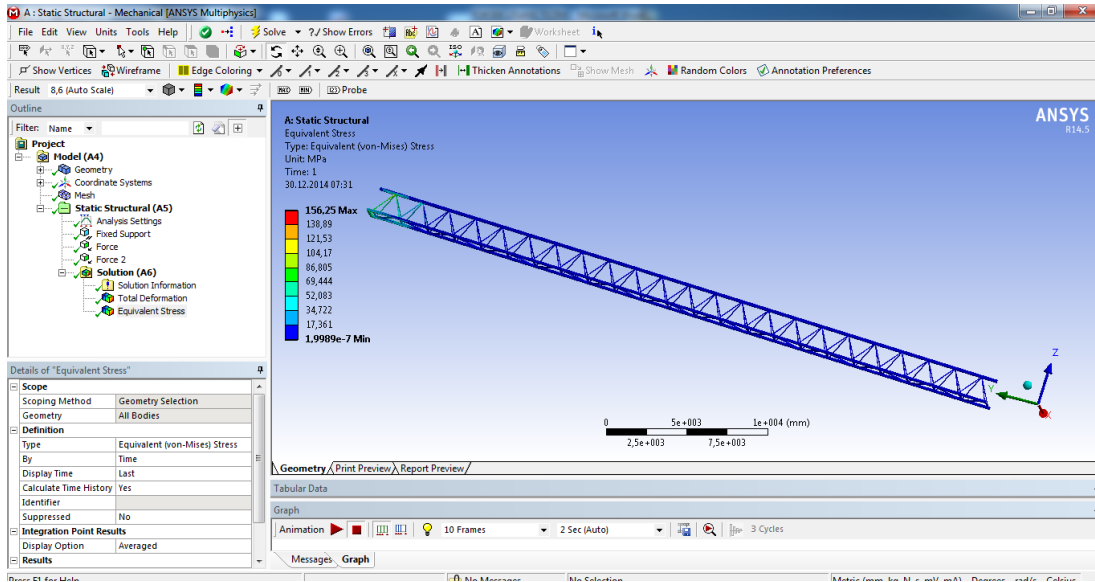
Boom ortasına yük asılınca yapılan analiz aşağıdadır.

2. analizin uygulanması gösterilmiştir.



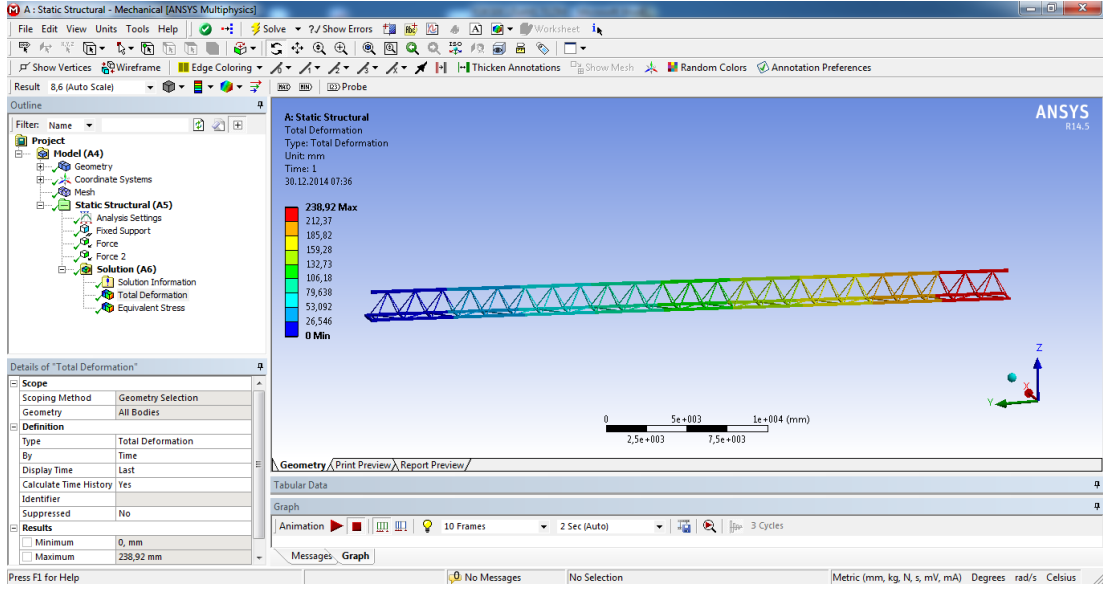
Şekil 5.6: 2.analiz için yükler uygulama yeri.

A noktasından sabit, B ve C noktalarından yükü paylaşmış şekilde toplam 1800 kg yük uygulanmıştır.



Şekil 5.7: 2.analiz Von Mises sonuçları.

Von Mises'e göre çözülen yerde gerilme 156.25 Mpa olduğundan bu yük altında güvenlidir. 250 Mpa akma değeri olan structural steel malzemesi akma sınırına ulaşmamıştır.

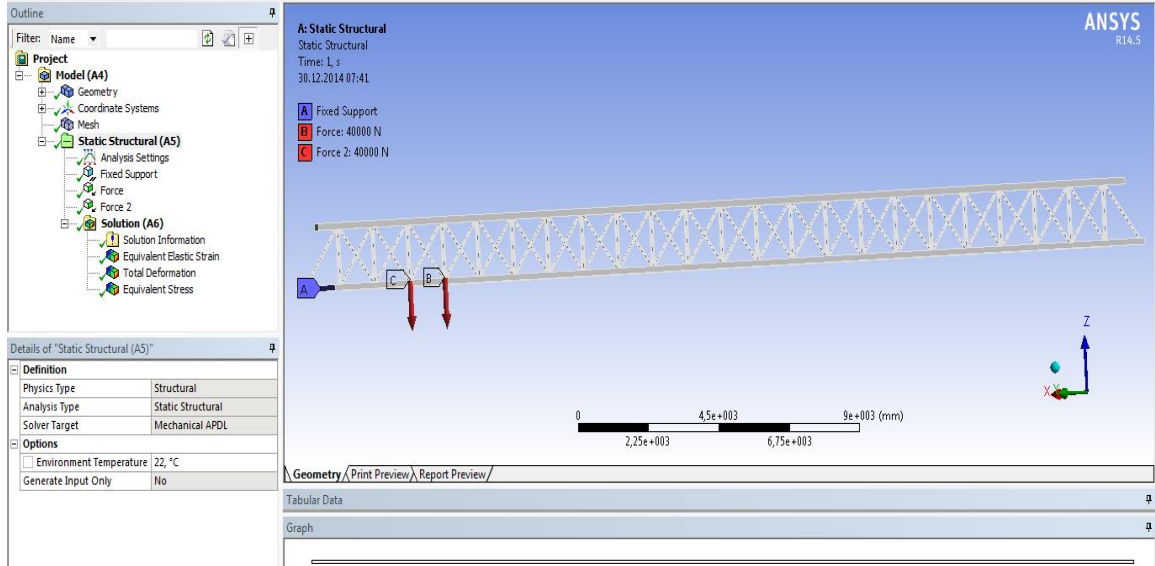


Şekil 5.8: 2. analiz total deformasyonu.

Total deformasyon maksimum 238,92 mm olarak gösterilmiştir.

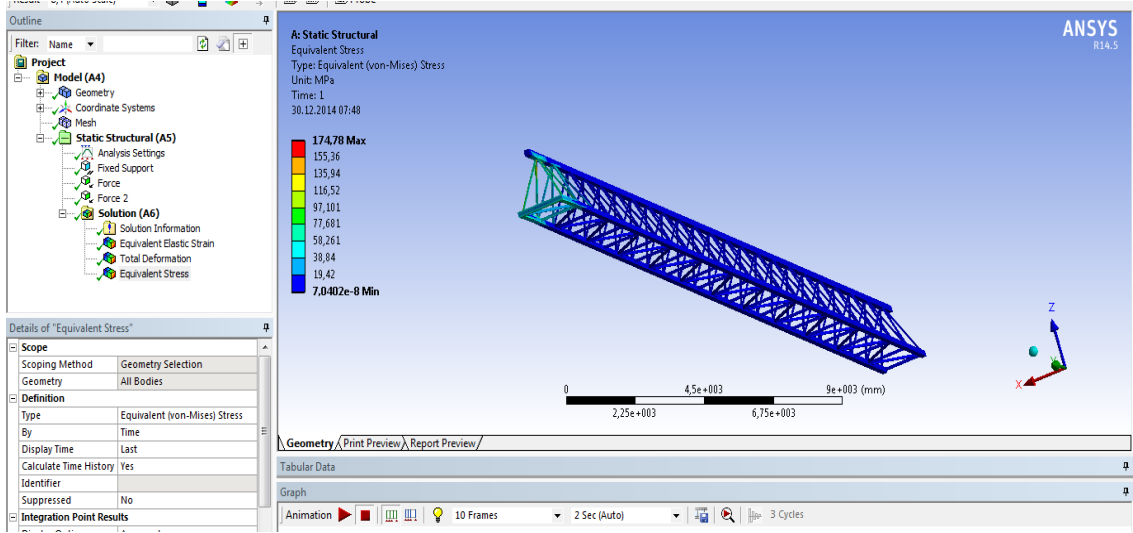
3. analiz için uygulanması gösterilmiştir.

En kısa mesafeden yük uygulanmıştır.



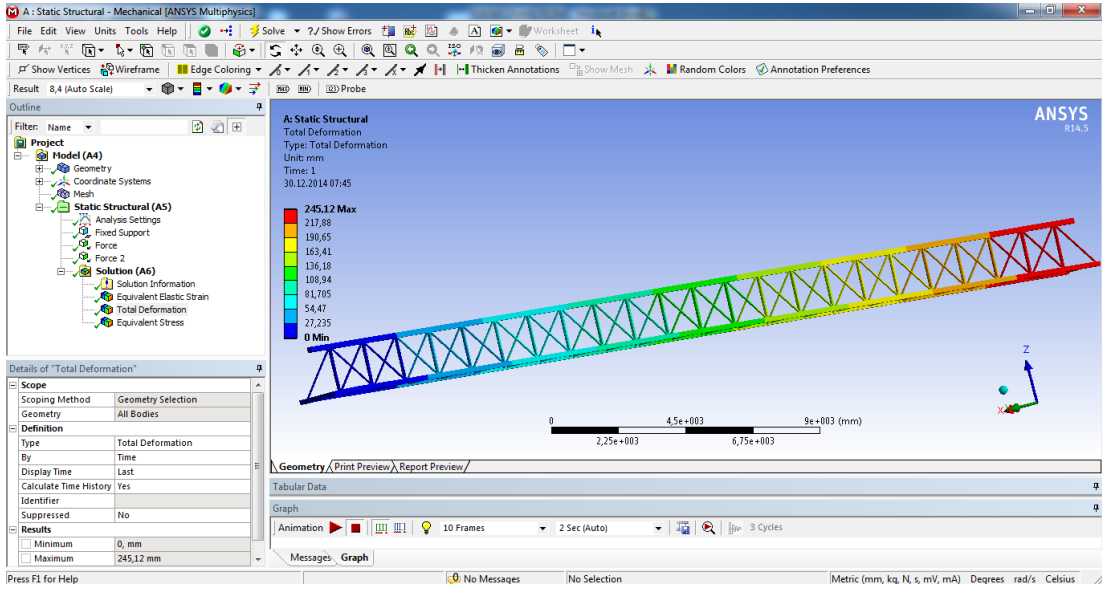
Şekil 5.9: 3. analiz yük uygulaması.

En kısa mesafeden 8 ton toplam yük uygulandığı Şekil 5.9'da görülmektedir.



Şekil 5.10: 3. analiz gerilme sonuçları.

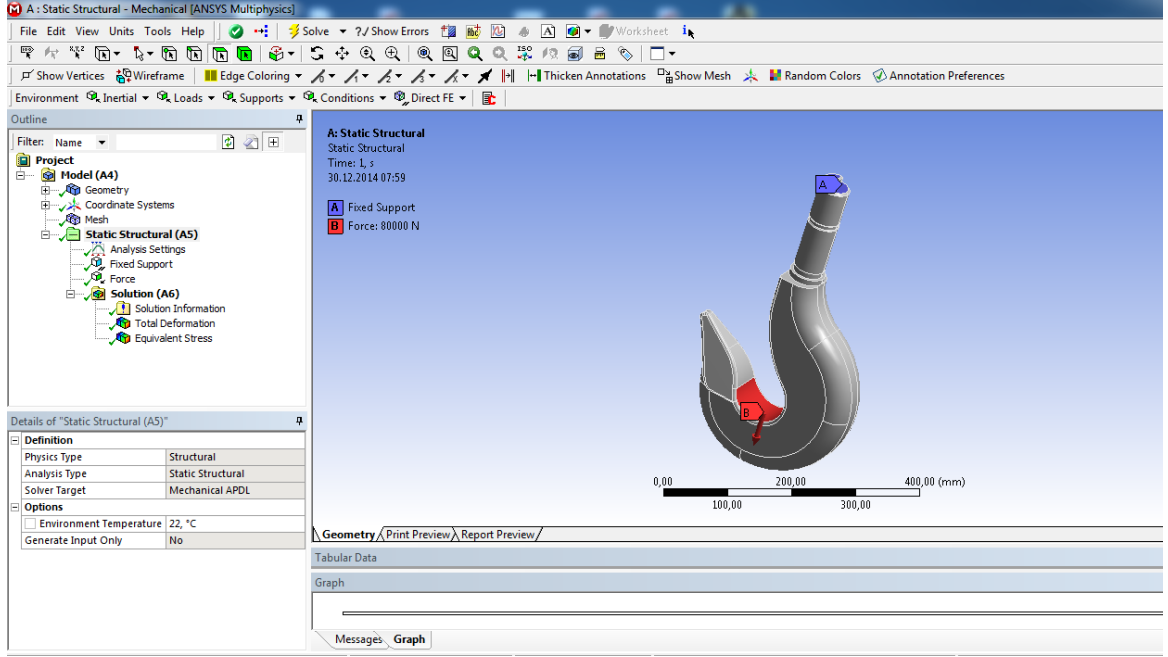
174,70 Mpa, akma sınırı 250 Mpa civarında olduğu için güvenlidir.



Şekil 5.11: 3.analiz total deformasyon.

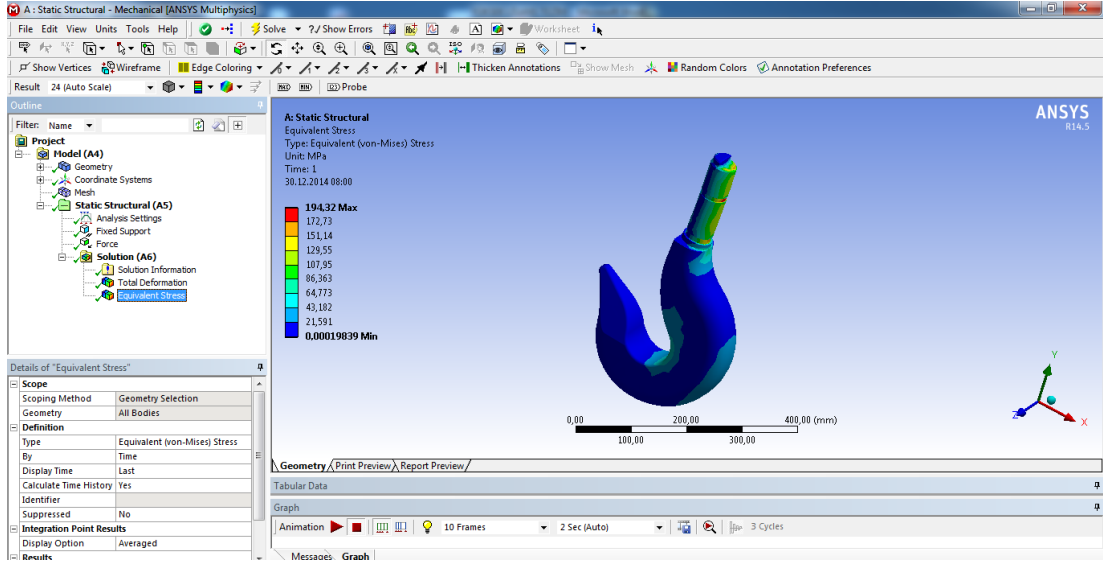
3.analiz total deformasyon 245,12 mm maximum değerdir.

Kanca analizin uygulanması gösterilmiştir.



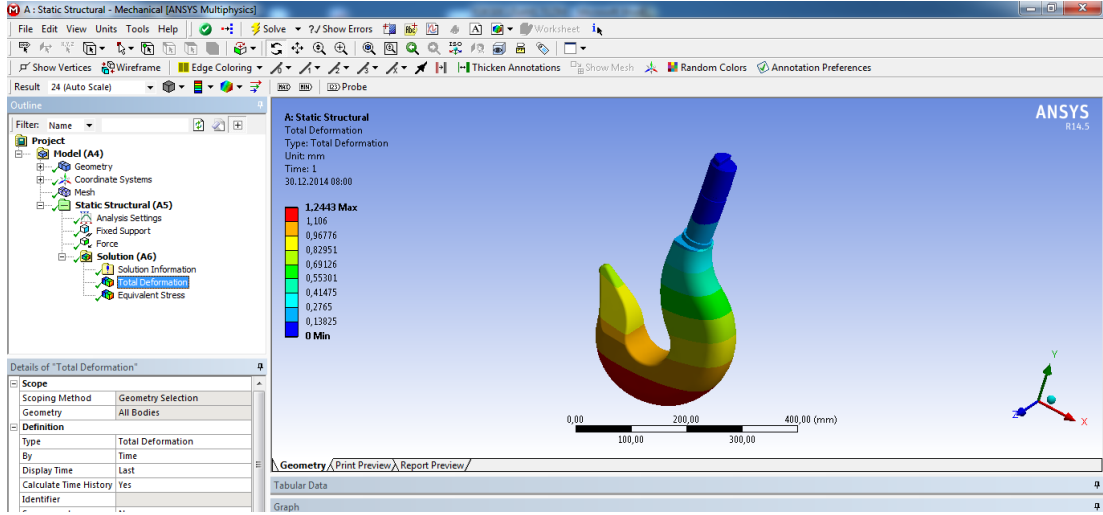
Şekil 5.12: Kancaya uygulanan yükler.

Kanca A noktasından sabitlenip B noktasından 8 ton yük uygulanmıştır.



Şekil 5.13: Kanca gerilme sonuçları.

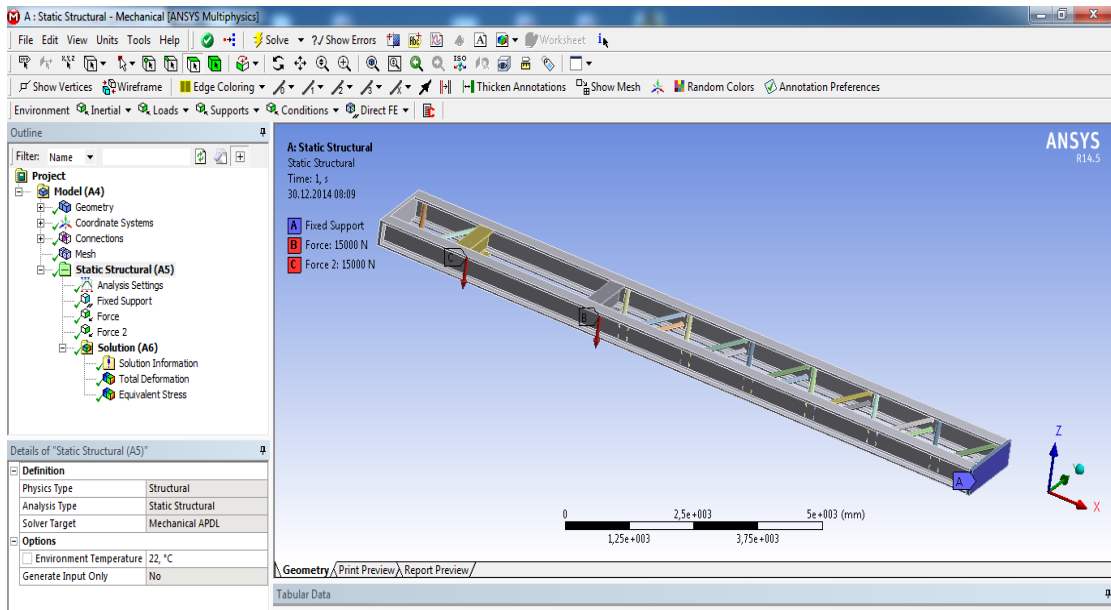
Sonuç 194,32 Mpa, 250 Mpa altında kaldığı için güvenlidir.



Şekil 5.14: Kanca total deformasyon.

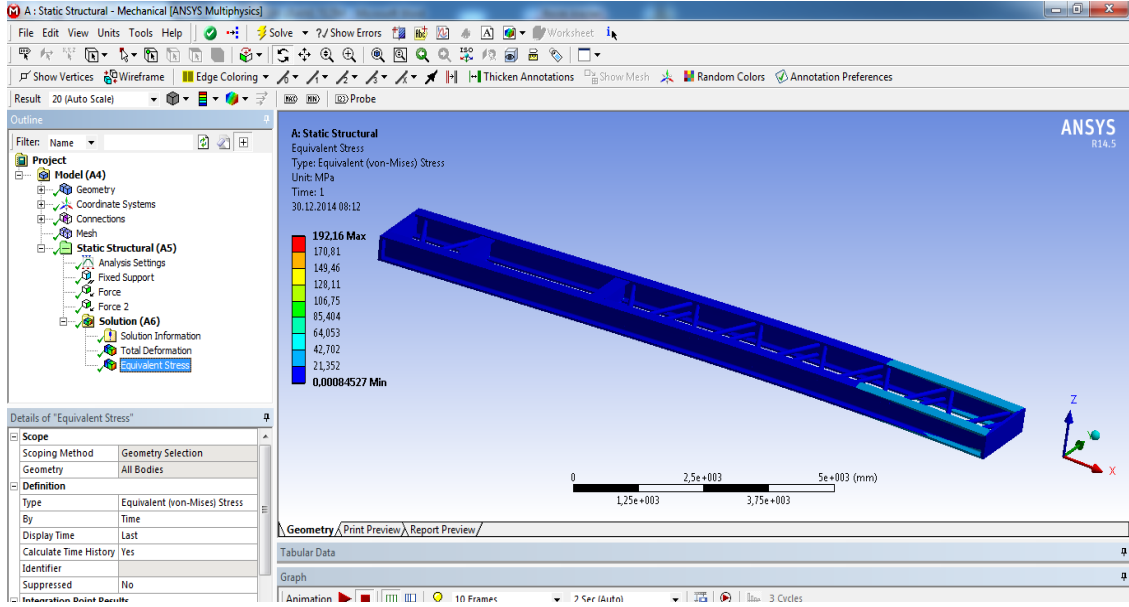
1.2443 mm total deformasyon oldukça küçük bir miktardır.

Arka kuyruk analizinin uygulanması gösterilmiştir.



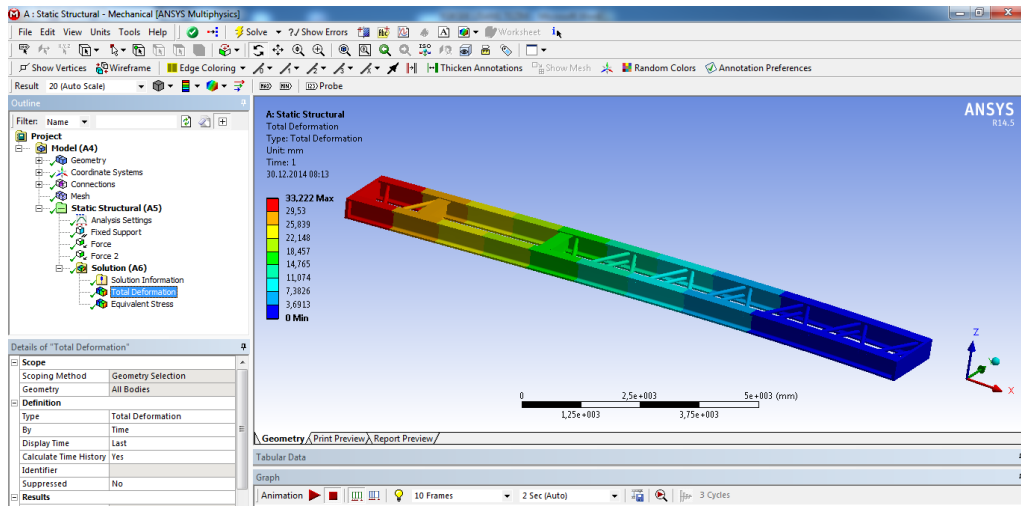
Şekil 5.15: Arka kuyruk yükleri.

3 ton arka denge taşlarına yük uygulanmıştır, A noktasından sabitlenmiştir.



Şekil 5.16: Arka kuyruk gerilme.

192,16 Mpa maximum, 250 Mpa gerilme akma sınırı altındadır.



Şekil 5.17: Arka kuyruk total deformasyon.

33.222 mm maximum total deformasyondur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Endüstriyel uygulanabilir özelliği yüksek kule vinç tasarımı yapılmıştır. İlgili tüm uluslararası standartlar ve kule vinç standartları irdelenmiştir. Solidworks programı ile kule vincin tamamı modellenmiştir. Ansys sonlu elemanlar yazılımı ile kritik alt bileşenler analiz edilmiştir. Gerilme ve deformasyon düzeylerinin uygunluğu görülmüştür.
2. Boom (vinç kolu) üzerinde farklı mesafelerde farklı yükler uygulandığında boom ucundan sabitleme yerine doğru daha fazla yükün taşınması için akma sınırlarının altında güvende kalındığı sonucuna varılmıştır.
3. Boomun ucunda uygulanan yük 600 kg ve sistemde maksimum gerilme 100,01 Mpa, total deformasyon 158,6 mm'dir. Daha sonrasında boomun ortasına uygulanan yük 1800 kg ve sistemde maksimum gerilme 156.25 Mpa, total deformasyonu 238,92 mm'dir. Bir sonraki aşamada boomun başlangıcında uygulanan yük 8000 kg ve maksimum gerilme 174,70 Mpa ve total deformasyon 245,12 mm'dir. Bu sonuçlar yapı çeliğinin akma mukavemeti olan 250 Mpa sonucunun aşağısında kaldığı için mukavemet açısından emniyetlidir. Üstten gergi halatları dikkate alınmadığı halde analiz sonuçlarında emniyet katsayıları değeri yaklaşık 2 olarak bulunmuştur. Gergi halatları analiz kısmında sisteme uygulansa yüke karşı konstrüksiyonun dayanımı daha fazla olacaktır. Fakat buna rağmen yapılan bu analizde güvenli bölgede çalışılması çok iyi bir sonuçtur ve konstrüksiyonun yüklere karşı dayanımında sağlam bir şekilde oluşturulduğunun en büyük ispatıdır.
4. Uygulanan maksimum yüke göre kanca analizinde 8000 kg yük kancaya asıldığında maksimum gerilme 194,32 Mpa olup 250 Mpa'dan düşük bir değerdir, bu yüzden tasarımı yapılan kanca güvenlidir. Total deformasyon 1.2443 mm bulunmuştur.

5. Arka kuyruğa asılan denge taşlarının ağırlığına karşı arka kuyruk çelik konstrüksiyonun mukavemeti ölçüldüğünde denge taşları ağırlığı 3 ton iken maximum gerilme 192,16 Mpa olarak bulunmuştur; bu değer 250 Mpa değeri altındadır, bu yüzden güvenlidir. Total deformasyon 1.2443 mm bulunmuştur.
6. Sonlu elemanlar yöntemi ile kule vinç gibi yük taşıyan parçaların analizinin zaman tasarrufu açısından avantajlı olduğu kanısına varılmıştır.
7. Kule vinçler günümüzde konumu sabit denge taşlarıyla piyasada yer almaktadır. Gelecekte kule vincin arka kuyruğundaki denge taşları sisteme faydası açısından hareketli yapılması düşünülebilir.
8. Yapılacak ileriye dönük çalışmalarla arka kuyruk denge taşları sistemden kaldırılarak zemine yakın yerden sabitlenen ve kuleye uzanan halatla denge sağlanabilir.

7. KAYNAKLAR

- [1] Urul, H., *Yapı İşyerlerinde Kullanılan Vinçlerle Yapılan Çalışmalarda Alınması Gereken İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri*, İstanbul, 2, 9-13, (2013).
- [2] Motorlu Araçlar Teknolojisi Vinçler, (3 Kasım 2014), http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Vin%C3%A7ler.pdf, Ankara, (2011).
- [3] Karamolla, M., “Kule Vinçlerin Matematik Modellemesi”, Doktora Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa, 11, (2005).
- [4] Taşdemir, B. “Jib Kren Tasarımı ve Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 7, (2012).
- [5] Şensoy, M.N., Güngör N, “Ansys Yazılımı ile Kule Vinç Tasarımı ve Analizi”, Lisans Bitirme Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi*, İzmir, 9-12, (2011).
- [6] Suman, A.S., Vimal J. and Chaturvedi, “Stress & Strain Analysis Of Mobile Tower Crane (Luffing Jib) Using Finite Element Method”, *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 5(07), 1511-1516, (2013).
- [7] Karpe, A., Karpe, S. and Chawrai, A., “Validation of Use of Fem (Ansys) for Structural Analysis Of Tower Crane Jib And Static And Dynamic Analysis of Tower Crane Jib Using Ansys”, *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)*, 1(4), 69, (2014).
- [8] Alver, V., “Mobil Hidrolik Vinçler için Kontrol Sistemi Geliştirilmesi ve Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, (2012).

- [9] Khalek, H.A., Shawki, K. and Adel M., “A Computer-based Model for Optimizing the Location of Single Tower Crane in Construction Sites”, *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, 2(2), 438, (2013).
- [10] Su, Ş., Kaldırma Araçlarında İş Güvenliği Ders Notları, (3 Kasım 2014), <http://www.isgforum.biz/wp-content/uploads/2013/09/93294275-IGUE-Ders-Notu-24-Kaldirma-Araclarinda-ISG-SON.pdf>, Erciyes Üniversitesi, (2009).
- [11] Shapiro, L.K., Shapiro, J.P., *Cranes and Derricks*, Newyork: The McGraw-Hill Companies, (2011).
- [12] İntes, “Ulusal Meslek Standardı Kule Vinç Operatörü Seviye 3”, *MYK İnşaat Sektör Komitesi*, 09UMS0014-3, 2-4, (2009).
- [13] Gerdemeli, İ., Transport Sistemlerinde Kullanılan Malzemelerin Seçimi, (19 Kasım 2014), <http://transport.itu.edu.tr/PDF/mak625/MAK625-3.pdf>, (2010).
- [14] Gerdemeli, İ., Yük Tutma Elemanları, (10 Ekim 2014), <http://transport.itu.edu.tr/PDF/mak625/MAK625-1.pdf>, (2010).
- [15] Çoktu, A.K. and Ceylan, S., *Kaldırma Araçlarında İş Sağlığı ve Güvenliği*, 3,4,14-18, Ankara, (2012).
- [16] Gerdemeli, İ., Optimum Güvenirlilik Şartlarının Belirlenmesi, (17 Aralık 2014), <http://transport.itu.edu.tr/PDF/mak625/MAK625-9.pdf>, (2010).
- [17] Gerdemeli, İ., Transport Sistemlerine Etkiyen Rüzgar Yükleri, (13 Ekim 2014), <http://transport.itu.edu.tr/PDF/mak625/MAK625-7.pdf>, (2010).
- [18] Gerdemeli, İ., Pratik Konstrüksiyon Esasları , (19 Kasım 2014), <http://transport.itu.edu.tr/PDF/mak625/MAK625-11.pdf>, (2010).