DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKORDİYON KULE TASARIMI

Fulya DALKIRAN

Şubat, 2017
İZMİR

AKORDİYON KULE TASARIMI

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Makina Mühendisliği Bölümü, Mekanik Anabilim Dalı

Fulya DALKIRAN

Şubat, 2017
İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

FULYA DALKIRAN, tarafından **PROF. DR. RAMAZAN KARAKUZU** yönetiminde hazırlanan **"AKORDİYON KULE TASARIMI"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ramazan KARAKUZU

Yönetici

Prof. Dr. Binnur GÖREN KIRAL

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Yeliz PEKBEY

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Emine İlknur CÖCEN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bilgisayar destekli tasarım ve analiz yöntemiyle yaptığım Akordiyon Kule Tasarımı yüksek lisans projemde desteklerini esirgemeyen, anlayış ve sabırla çalışmalarıma yön veren Sayın Prof. Dr. Ramazan KARAKUZU hocama teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan çok değerli anneme, babama ve kardeşime, yine en az onlar kadar değerli arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Varlığını ve desteğini her zaman hissettiğim Dinçer KARACA ‘ya sonsuz teşekkürler.

Fulya DALKIRAN

AKORDİYON KULE TASARIMI

ÖZ

Sanayideki kaldırma platformları genel olarak üretim ortamlarında insanları, iş parçalarını ve malzemeleri indirip kaldırmak için kullanılır. Makaslı kaldırma platformu bir masa asansör olarak bilinen taşınabilir yüksek iş platformlarıdır. Temel anlamda makaslı platform forklift gibi davranan tekerlekli bir platformdur. Endüstriyel olmayan bir ortam ve güvenlik gerektirecek kadar yüksek yerlerde de zeminden insan ve malzeme taşıma görevlerini emniyetli bir şekilde yerine getirir.

Modern makaslı platformlar inşaattan, araç tamir ve montaja, imalat ve üretimin neredeyse her alanında varlığını korumaktadır. Merdiven ya da iskele yerine bir makaslı platformun avantajı güvenlik ve hızdır.

Tasarım ve analizlerini gerçekleştirdiğim projedeki makaslı kaldırma platformunun özel amacı, sınırlı taban ve kapalı yükseklik ölçüleriyle araç üzerinde taşınabilecek boyutlarda, çok yüksek mesafelere belirlenmiş ağırlıktaki cisimleri kaldırmaktır. Akordiyon kule temel olarak yukarıda bahsedilen makaslı kaldırma platformu biçiminde olup kaldırma kuvveti kullanılan hidrolik silindirler tarafından sağlanacaktır. Ancak kullanım amacı ve dizaynı birçok noktada farklıdır. Akordiyon şeklinde tasarlanma nedeni; platformun kapalı haldeki yüksekliğinin düşük bir değere sahip olurken açılmış haldeki yüksekliğinin çok fazla olmasıdır. Tasarımın bir diğer farklılığı platformun hafif ve araç üstü taşınabilir olmasıdır. Bu sayede sistem, taşıma aracıyla istenilen her yere götürülüp ihtiyaç doğrultusunda kullanılabilecektir. Projenin bir diğer özelliği de sistemin kapalı halde iken piramit şeklindeki görüntüsüdür. Bu yapı sayesinde amaç, üst makaslarda rüzgarla temas eden yüzey alanını azaltmak ve yapıyı hafifletmektir.

Anahtar kelimeler: Akordiyon, makaslı platform, kaldırma platformu, hidrolik makaslı platform

DESIGN OF ACCORDION TOWER

ABSTRACT

Lifting platforms in industry are usually used for raising and lowering people, the workpieces and materials. Scissor lift platform is portable high business platform known as a table lift. Essentially scissor lifts are wheeled platform acting as forklifts. Platforms perform the human and material lifting tasks safety in a non-industrial environment and high places that require safety.

Modern scissor lifts are used almost everywhere such as construction, vehicle repair and assembly manufacturing and production. The advantage of a scissor lift instead of the stairs or scaffolding is security and speed.

The specific purpose of scissor lift platform in my project that realized design and analyses lift up the designated weight objects to very high distance. These objects have limited base and closed height dimensions that can be transported on the vehicle. Accordion tower is mainly in the form of the above-mentioned scissor lift platform and buoyancy will be provided by hydraulic cylinders. However, the purpose and design different in many points. The reason for designing the shape of the accordion; platform has low height in closed position and very high height in opened position. Another difference of design; platform is lightweight and portable on-vehicle. By this means system will be taken to any desired location with transport and used as needed. Another feature of the project is the view pyramid in the closed position of the system. The purpose with this structure to reduce the surface are in contact with the wind in upper scissors and to alleviate structure.

Keywords: Accordion, scissor lift, holding lift, hydraulic scissor lift

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU ii
TEŞEKKÜR iii
ÖZ iv
ABSTRACT v
ŞEKİLLER LİSTESİ viii
TABLOLAR LİSTESİ x

BÖLÜM BİR – GİRİŞ 1

1.1 Giriş 1

BÖLÜM İKİ - MAKASLI PLATFORMLAR 3

2.1 Makaslı Platformların Tanımı 3
2.2 Makaslı Platformların Çeşitleri 3

BÖLÜM ÜÇ - AKORDİYON KULE VE ALT BİLEŞENLERİ 9

3.1 Akordiyon Kule 9
3.2 Akordiyon Kule Tasarımı 14
3.3 Akordiyon Kule Alt Bileşenleri 15
3.3.1 Alt Tabla 17
3.3.2 Makas Profilleri 17
3.3.2.1 İç Makas Profilleri 18
3.3.2.2 Dış Makas Profilleri 19
3.3.3 Burçlar 20
3.3.4 Miller 21
3.3.5 Üst Tabla 22

BÖLÜM DÖRT - SONLU ELEMANLAR ANALİZİ 24

4.1 Sonlu Elemanlar Analizi 24
4.2 Akordiyon Kule Analizi 31
4.3 Akordiyon Kule Alt Bileşenleri Analizleri 34
4.3.1 Alt Tabla Analizi 34
4.3.2 Makas Profilleri Analizleri 35
4.3.2.1 İç Makas Profili Analizi 35
4.3.2.2 Dış Makas Profili Analizi 36
4.3.3 Mil Analizi 36
4.3.4 Üst Tabla Analizi 37

BÖLÜM BEŞ – SONUÇLAR 38

KAYNAKLAR 40

EKLER 43

EK-1 Pim Kontrolü 43

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Akülü makaslı platform 4
Şekil 2.2 Dizel makaslı platform 4
Şekil 2.3 Tek makaslı platform 5
Şekil 2.4 Çok makaslı platform 5
Şekil 2.5 Tandem makaslı platform 6
Şekil 2.6 Personel taşıyıcı makaslı platform 6
Şekil 2.7 Yük kaldırma makaslı platform 7
Şekil 2.8 Kendinden yürüyüşlü makaslı platform 7
Şekil 2.9 Çekilebilir makaslı platform 8
Şekil 2.10 Arazi tip makaslı platform 8
Şekil 3.1 Kafes direk ve Akordiyon kule 9
Şekil 3.2 Akordiyon kule makaslar 10
Şekil 3.3 Akordiyon kule kapalı boyutları 11
Şekil 3.4 Akordiyon kule mobil uygulama 12
Şekil 3.5 Akordiyon kule 13
Şekil 3.6 Akordiyon kule katı modeli 14
Şekil 3.7 Akordiyon kule katı modeli hareket kabiliyeti 15
Şekil 3.8 Akordiyon kule alt bileşenleri 16
Şekil 3.9 Akordiyon kule alt tabla 17
Şekil 3.10 Akordiyon kule iç makas profilleri 18
Şekil 3.11 Akordiyon kule dış makas profilleri 19
Şekil 3.12 Akordiyon kule burçlar 21
Şekil 3.13 Akordiyon kule miller 22
Şekil 3.14 Akordiyon kule üst tabla 23
Şekil 4.1 Akordiyon kule simetri geometri özelliği 25
Şekil 4.2 Akordiyon kuleye etkiyen dış yükler 25
Şekil 4.3 Akordiyon kule alt tablaya etkiyen dış yükler 26
Şekil 4.4 Akordiyon kule iç makas profiline etkiyen dış yükler 26

Şekil 4.5 Akordiyon kule dış makas profiline etkiyen dış yükler 27
Şekil 4.6 Akordiyon kule mile etkiyen dış yükler 27
Şekil 4.7 Akordiyon kule üst tablaya etkiyen dış yükler 28
Şekil 4.8 Akordiyon kule tasarım ölçüleri 29
Şekil 4.9 Akordiyon kule maksimum gerilim değeri 32
Şekil 4.10 Akordiyon kule maksimum yer değiştirme değeri 33
Şekil 4.11 Akordiyon kule minimum emniyet katsayısı değeri 33
Şekil 4.12 Akordiyon kule maksimum gerinim değeri 34
Şekil 4.13 Alt tabla analiz değerleri 35
Şekil 4.14 İç makas profili analiz değerleri 35
Şekil 4.15 Dış makas profili analiz değerleri 36
Şekil 4.16 Mil analiz değerleri 36
Şekil 4.17 Üst tabla analiz değerleri 37
Şekil 5.1 Akordiyon kule pim kontrol 39
Şekil 5.2 Pimlere etkiyen kuvvet ve moment değerleri 43

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1 Akordiyon kule iç makas profil ölçüleri 18
Tablo 3.2 Akordiyon kule dış makas profil ölçüleri 20
Tablo 3.3 Akordiyon kule burç ölçüleri 21
Tablo 3.4 Akordiyon kule mil ölçüleri 22
Tablo 4.1 Akordiyon kule tasarım özellikleri 30
Tablo 4.2 Kullanılan malzeme özellikleri 30
Tablo 4.3 Kullanılan malzeme mekanik özellikleri 30
Tablo 4.4 TS 498:1997, Çizelge-5 (tüm Türkiye için) 31

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

1.1 Giriş

Tasarım ve analizlerini gerçekleştirdiğim projedeki makaslı kaldırma platformu açık hali ile yüksek kafes direk (kule) yapısını alacak olup, makasların yapısal görüntüsü de dikkate alınarak akordiyon kule olarak anılacaktır.

Baz istasyonları, telsiz vb. veri aktarımı için ideal yer seçimi ve aynı zamanda belirli süreli kullanım ihtiyacını hızlı ve etkin bir şekilde karşılamak için mobil uygulama kulesi amacıyla tasarlanmış olup, aynı zamanda bu yüksekliklere parça iletimi sağlayarak montaj ve demontaj işlemlerinde de kullanılabilecektir. Bu nedenle insan taşıma amacı güdülmemiş olup yalnızca belirlenmiş ağırlıkta parça ve ekipman taşıma amacına yönelik tasarım yapılmaktadır.

Akordiyon kule taban ölçüleri kapalı kamyon kasası içine sığabilecek ve makasların kapalı halindeki yüksekliği araç üstünde karayollarının belirlediği azami yükseklik sınırlarını geçmeyecek boyutlarda olması sağlanmıştır. Bu sayede sistem, taşıma aracıyla istenilen her yere götürülüp ihtiyaç doğrultusunda kullanılabilecektir.

Akordiyon kule temel olarak makaslı kaldırma platformu biçiminde olmakla birlikte kullanım amacı ve tasarımı birçok noktada farklıdır. Akordiyon şeklinde tasarlanma nedeni; platformun kapalı haldeki yüksekliğinin düşük bir değere sahip olurken açılmış haldeki yüksekliğinin çok fazla olmasıdır. Projenin bir diğer özelliği de sistemin kapalı halde iken piramit şeklindeki görüntüsüdür. Bu yapı sayesinde amaç, üst makaslarda rüzgarla temas eden yüzey alanını azaltmak ve yapıyı hafifletmektir.

Tasarım ve hesaplamalar için yaptığım araştırmalar, hidrolik makaslı kaldırma platformu tasarımı ve hesaplamalarına yoğunlaşmıştır. Bu konuda tasarımım ile tam olarak eşleşen bir çalışma olmamakla birlikte prensip olarak benzer olan

çalışmalardan yararlanılmıştır (Hongyu ve Ziyi, 2011; Liu ve Sun, 2009;Momin, Hatti, Dalvi, Bargi ve Devare, 2015).

Olenin (2016), tez çalışmasında tek makaslı hidrolik kaldırma platform sistemini basit yapısal modellemesini nümerik olarak çözümlemiştir. Sistemin çalışması ve bileşen analizlerinin anlaşılması için ideal bir yaklaşım olarak görünmektedir. Ancak yaptığım çalışmadaki makas sayısının fazlalığı göz önüne alındığında bu yöntem çalışmam açısından ideal görünmemektedir. Aynı zamanda, yapısal bileşenler üzerindeki gerilim dağılımlarını bu yöntemle irdelemek mümkün görünmemektedir.

Makalede bir makaslı taşıma platformunun tasarımı ve analizi yapılmıştır (Aksungur ve Güler, 2013). Çalışmada beş makaslı, tek hidrolik silindir ile tahrik edilecek şekilde modellenmiştir. Yapı elemanlarından yalnızca makas profilleri ve hidrolik silindir sacı incelemesi yapılmıştır. Bağlantı pimleri ve diğer bileşenlere ait analizlere yer verilmemiştir.

Üretici firmalara ait incelemelerde, tasarım ve analize yönelik bilgi paylaşımına ulaşılamamıştır. Platform tipleri ve kullanım amaçları hakkında veriler paylaşılmıştır (Acarlar makine, b.t; Holland lift, b.t; Önder lift, b.t).

İncelenen referanslar ile tasarımımda kullandığım sınır değerler için yapısal parça seçimleri, bunlara ait uygun kesitler, malzeme seçimleri ve çalışma yöntemi açısından ideal modelleme yapmamda yardımcı olmuştur. Aynı zamanda sonlu elemanlar yöntemi ile yaptığım analizlerde dikkat edeceğim kritik noktalar hakkında çalışma öncesi bilgi edinmemi sağlamıştır. Bu şekilde final tasarımım için çok fazla optimizasyon yapmama gerek kalmamıştır. Yine endüstriyel ürünlerde yapabildiğim incelemelere paralel, bu şekilde bir tasarım olmadığı ortaya çıkmıştır. Tasarım amacına yönelik bir ihtiyaç oluşması halinde, yapılabilecek iyileştirme ile endüstriyel bir ürün haline gelebilecek yapıdadır.

BÖLÜM İKİ
MAKASLI PLATFORMLAR

2.1 Makaslı Platformların Tanımı

Makaslı platformlar genel olarak insanları, iş parçalarını ve malzemeleri ulaşması zor yüksek yerlere indirip kaldırmak için kullanılan yüksek iş platformlarıdır. Kullanım amaçlarına göre farklı tip tasarımlar ortaya çıkmıştır. Bunlardan taşıyacağı parçaların ağırlığı, taşıyacağı insan sayısı, ulaşacağı maksimum yükseklik, çalışma bölgesindeki dikey ve yatay hareketlilik en belirleyici olanlarıdır. Genel olarak platformların açılma mekanizması hidrolik silindirler vasıtası ile sağlanır. Her bir platform tasarımı, kullanım amacı ve onu belirleyen kapasitelerine paralel ortaya çıkmaktadır.

Her tipteki makaslı platformların ortak özelliği, geleneksel çalışma yöntemlerine kıyasla zaman verimliliğini üst seviyelere çıkaran hızı ve iş güvenliğidir.

2.2 Makaslı Platformların Çeşitleri

Makaslı platform tipleri, açılma mekanizmasını harekete geçiren hidrolik silindirlerin tahrik edilme yöntemine göre akülü (Şekil 2.1) ve dizel (Şekil 2.2) olarak sınıflandırılırlar.



Şekil 2.1 Akülü makaslı platform (Lift 10 line, b.t)



Şekil 2.2 Dizel makaslı platform (Bursa platform, b.t)

Aynı zamanda platformu oluşturan makas sayısı ve yerleşimine göre tek makaslı platform (Şekil 2.3), çok makaslı platform (Şekil 2.4), tandem makaslı platform (Şekil 2.5) olarak sınıflandırılır.



Şekil 2.3 Tek makaslı platform (Güney vinç, b.t)



Şekil 2.4 Çok makaslı platform (Boğaziçi platform, b.t)



Şekil 2.5 Tandem makaslı platform (Çeliker makina, b.t)

Bunun yanı sıra taşıyacağı yüke bağlı olarak personel taşıyıcı (Şekil 2.6) ve yük kaldırma (Şekil 2.7) makaslı platformları olarak sınıflandırılırlar.



Şekil 2.6 Personel taşıyıcı makaslı platform (Hasel, b.t)



Şekil 2.7 Yük kaldırma makaslı platform (Werkstatt technik, b.t)

Platformun hareket kabiliyetine göre kendinden yürüyüşlü (Şekil 2.8), çekilebilir (Şekil 2.9), arazi tipi (Şekil 2.10) makaslı platformlar olarak sınıflandırılır.



Şekil 2.8 Kendinden yürüyüşlü makaslı platform (Global piyasa, b.t)



Şekil 2.9 Çekilebilir makaslı platform (Öncer lift, b.t)

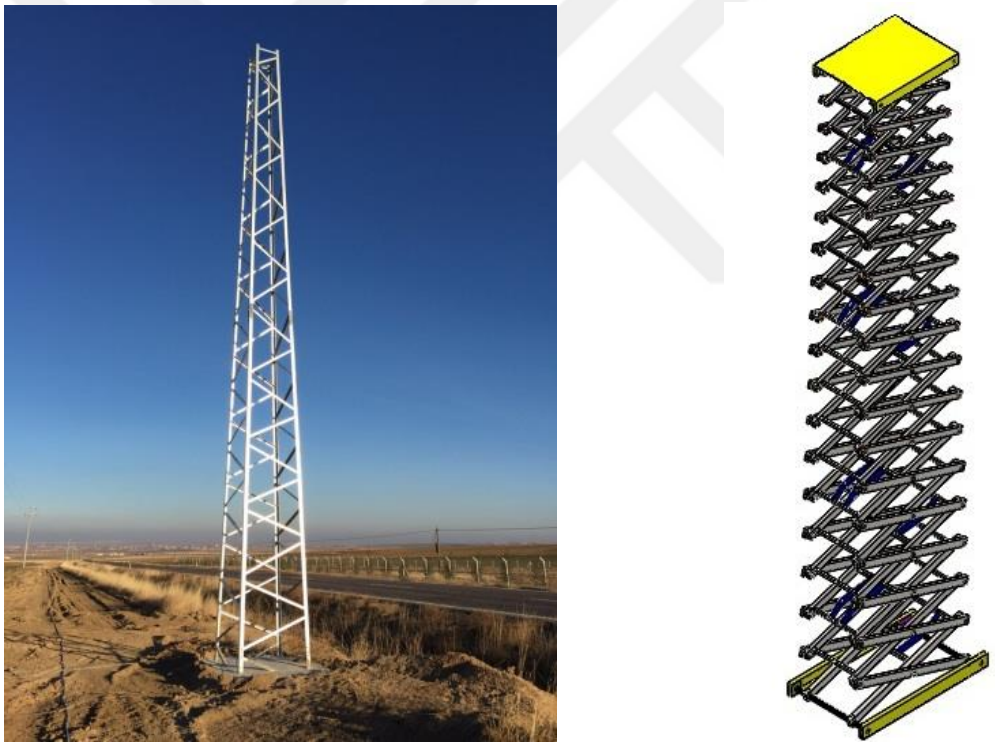


Şekil 2.10 Arazi tip makaslı platform (Instant as, b.t)

BÖLÜM ÜÇ
AKORDİYON KULE VE ALT BİLEŞENLERİ

3.1 Akordiyon Kule

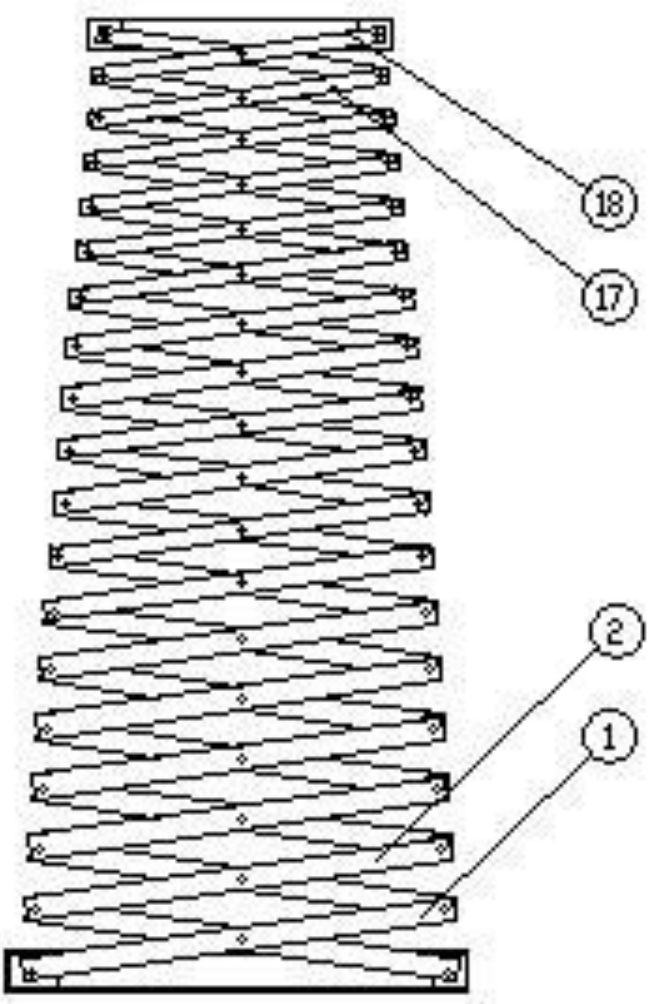
Akordiyon kule, makaslı kaldırma platformu çalışma prensibi esas alınarak tasarlanmıştır. Yük taşıma amaçlı, çok makaslı, dizel tahrikli araçla taşınabilir tip makaslı platform özelliklerini taşımaktadır. Taban ölçüsünden üstteki platforma kadar daralan ölçüdeki yapısı ile açık hali yüksek kafes direğe benzemektedir. Kule görünümü ve makasların yapısal görüntüsü de dikkate alınarak akordiyon kule adı verilmiştir (Şekil 3.1).



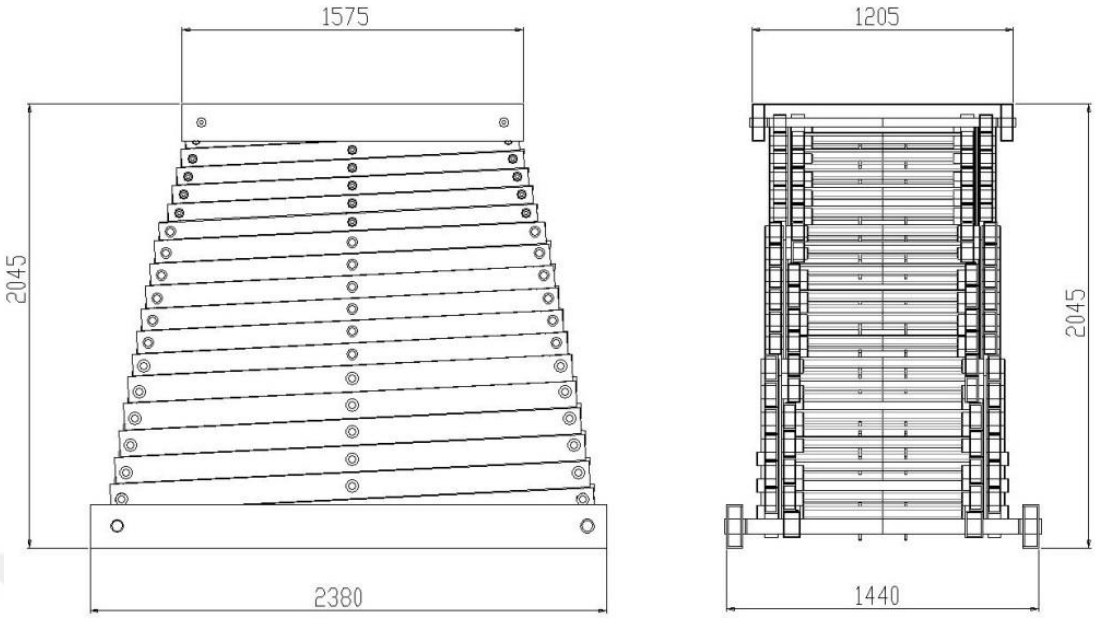
Şekil 3.1 Kafes direk (Çavuş demir, b.t) ve Akordiyon kule

Tasarımını yapmış olduğum akordiyon kule on sekiz makastan oluşmaktadır (Şekil 3.2). Yaptığım araştırmalarda bu sayıda makas içeren başka bir makaslı platforma ulaşılmamıştır.

Akordiyon kule taban ölçüleri, kamyon vinç kasası içine sığabilecek ve makasların kapalı halindeki yüksekliği araç üstünde karayollarının belirlediği azami yükseklik sınırlarını geçmeyecek boyutlarda olması sağlanmıştır (Şekil 3.3). Dolayısıyla makas sayısı artırılarak istenilen yüksekliğe ulaşılması gerekli olmuştur.

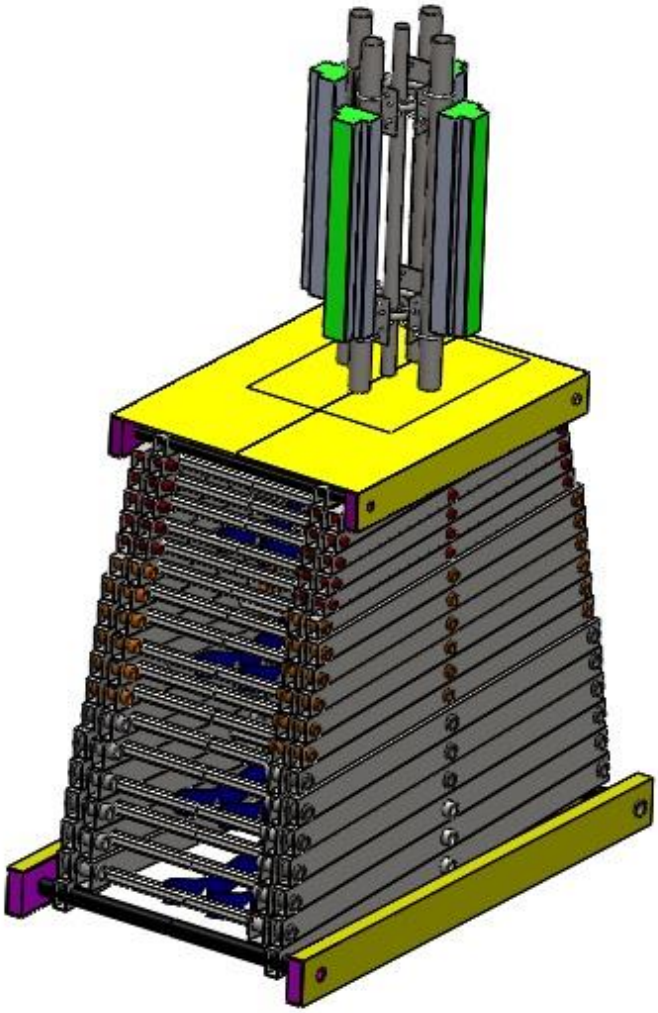


Şekil 3.2 Akordiyon kule makaslar



Şekil 3.3 Akordiyon kule kapalı boyutları

Baz istasyonları, telsiz vb. veri aktarımı için ideal yer seçimi ve aynı zamanda belirli süreli kullanım ihtiyacını hızlı ve etkin bir şekilde karşılamak için mobil uygulama kulesi amacıyla tasarlanmış olup (Şekil 3.4), istenildiğinde bu yüksekliklere parça iletimi sağlayarak montaj ve demontaj işlemlerinde de kullanılabilecektir. Bu nedenle insan taşıma amacı güdülmemiş olup yalnızca belirlenmiş ağırlıkta parça ve ekipman taşıma amacına yönelik tasarım yapılmıştır.



Şekil 3.4 Akordiyon kule mobil uygulama

Projenin bir diğer özelliği de sistemin kapalı halde iken piramit şeklindeki görüntüsüdür. Bu yapı sayesinde amaç, üst makaslarda rüzgarla temas eden yüzey alanını azaltmak ve yapıyı hafifletmektir (Şekil 3.5).

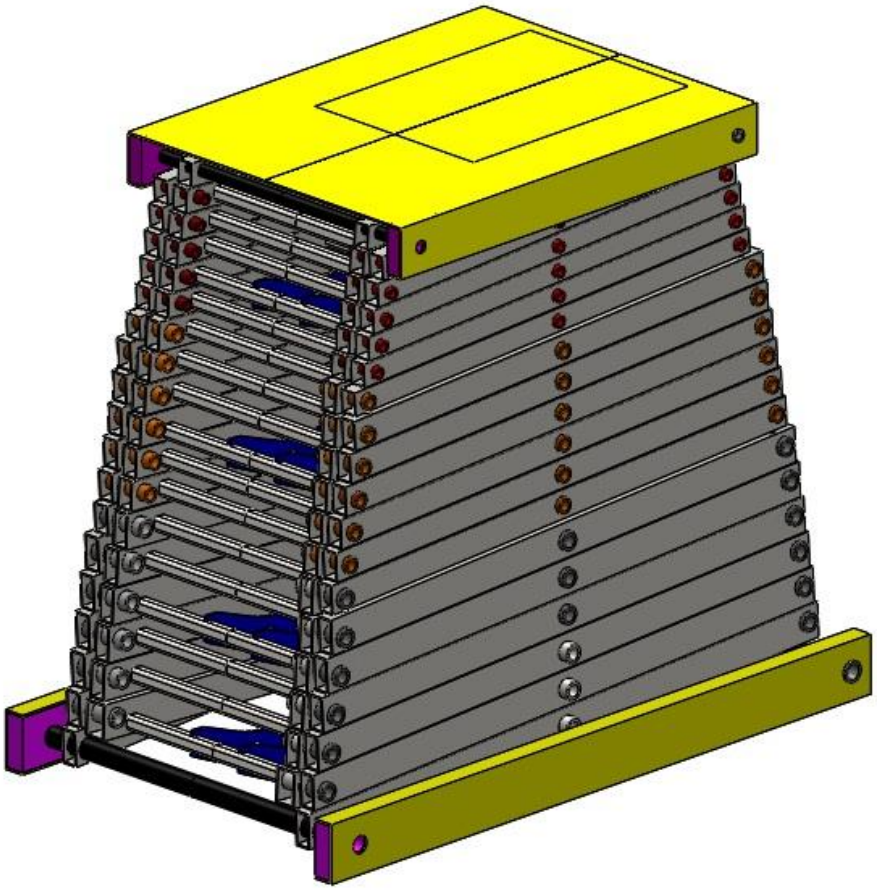


Şekil 3.5 Akordiyon kule

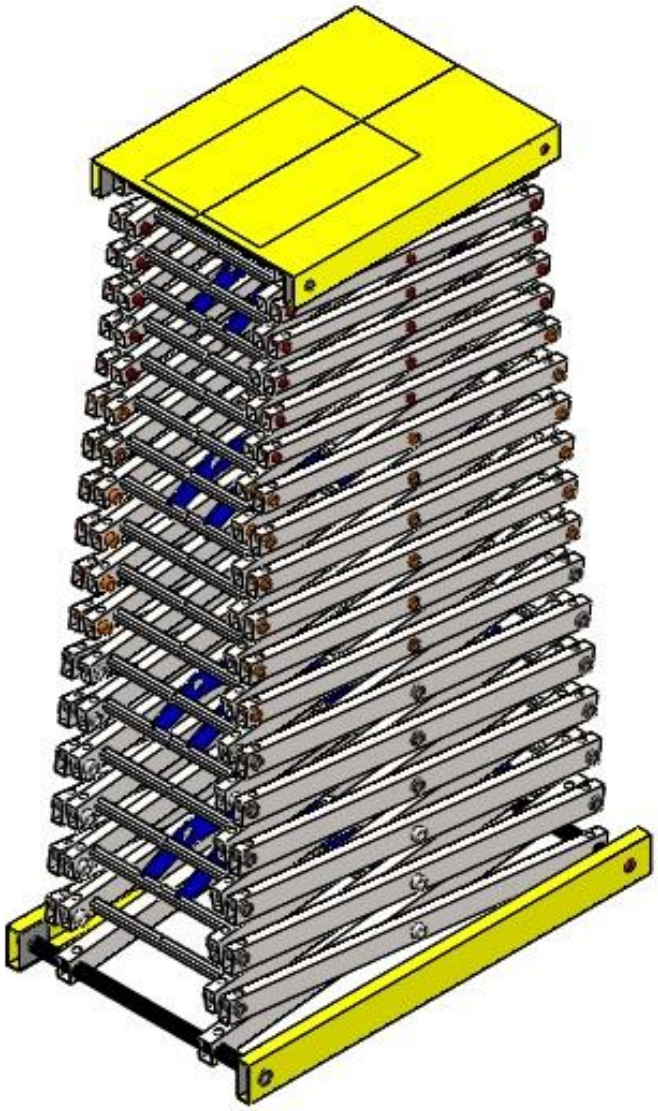
3.2 Akordiyon Kule Tasarımı

Akordiyon kule tasarımı, SolidWorks programı yardımıyla parçaların katı modellerinin oluşturulması ve montajlanması adımlarından oluşmaktadır.

Öncelikle örnek bir platform incelemesi yapılmıştır. Platformu oluşturan parçalardan kullanım amacı ve kapasite değerlerine kadar tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlar belirlenmiştir. Yapılacak yeni tasarım için tasarım kriterleri oluşturulmuştur. SolidWorks programı yardımıyla platformun parçaları uygun ölçülerde çizilmiştir. Çizilen parçaların montajı gerçekleştirilerek ürünün komple bir katı modeli ortaya çıkmıştır (Şekil 3.6). Platformun istenilen hareket kabiliyetine sahip olduğu da kullanılan bu programda gözlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.6 Akordiyon kule katı modeli

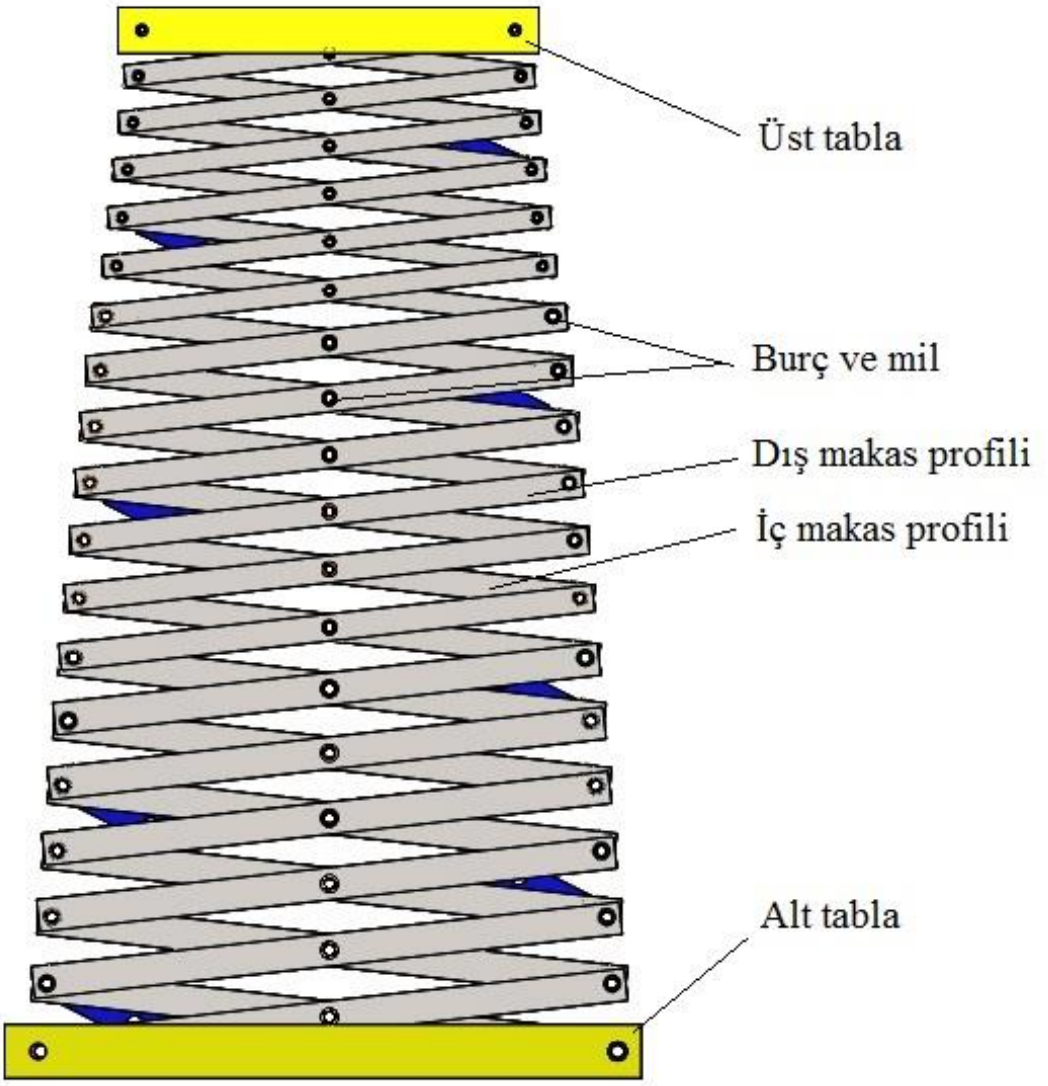


Şekil 3.7 Akordiyon kule katı modeli hareket kabiliyeti

3.3 Akordiyon Kule Alt Bileşenleri

Akordiyon kulenin yapısını oluşturan temel nitelikteki parçalar alt bileşenler olarak belirlenmiştir (Şekil 3.8). Bunlar; alt tabla (Şekil 3.9), iç makas profilleri (Şekil 3.10) ve dış makas profilleri (Şekil 3.11), yataklamalarda kullanılan burçlar (Şekil 3.12), miller (Şekil 3.13) ve üst tabla (Şekil 3.14).

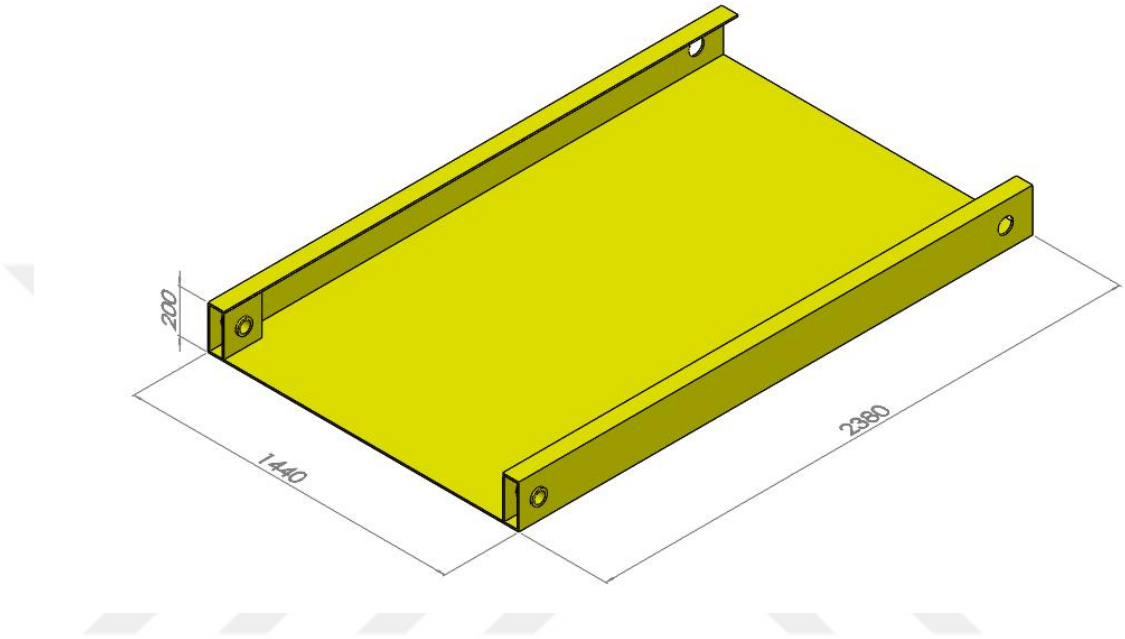
Akordiyon kule mekanizmasının çalışmasını, kulenin makaslarının açılarak yükselmesini sağlayan hidrolik silindirler dört adet olarak belirlenmiştir. Hidrolik silindirler, taşıyacakları yük ve strok göz önüne alınarak seçilecektir. Silindir detayları burada incelenmeyecektir. Yine silindirlerin çıkışlarında kullanılacak patlama valfleri ile hortumlarda patlama veya yağ kaçağı ihtimalinde kendi kendine kapanmaları engellenecektir. Silindirleri besleyecek ve mekanizmanın bir kontrol paneli ile çalışmasını sağlayacak olan hidrolik ünite için güç üretimi, dizel motor destekli mekanizma ile sağlanacaktır.



Şekil 3.8 Akordiyon kule alt bileşenleri

3.3.1 Alt Tabla

Akordiyon kule alt tabla ölçüleri, 1440x2380x200 mm ’dir. Bu ölçüler akordiyon kulenin maksimum taban boyutlarıdır.

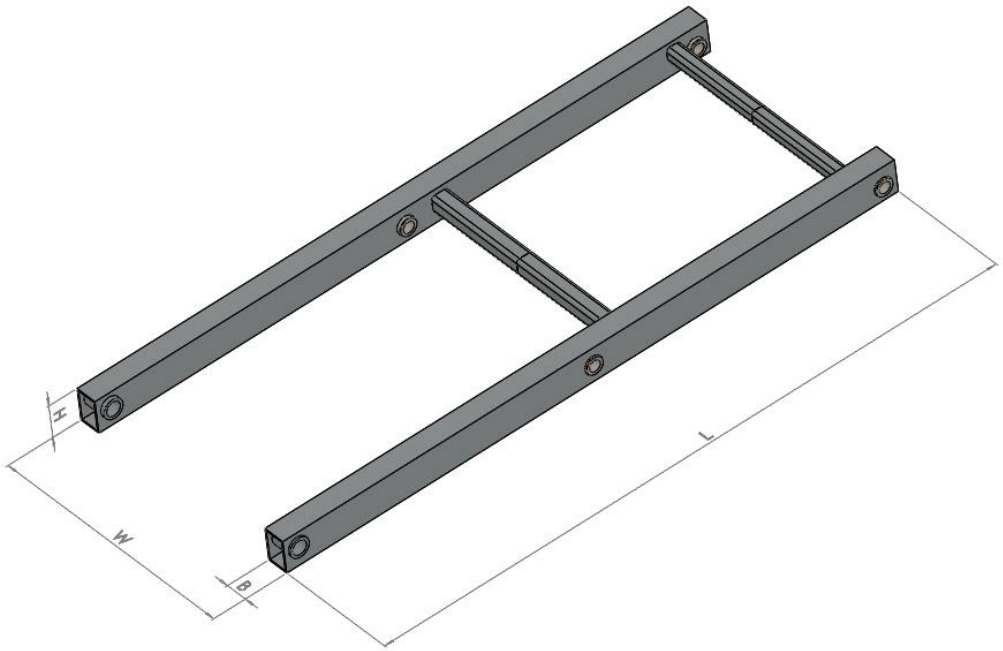


Şekil 3.9 Akordiyon kule alt tabla

3.3.2 Makas Profilleri

Kullanılan makas profilleri; iç makas profilleri (Şekil 3.10) ve dış makas profilleri (Şekil 3.11) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Makas profil ölçüleri tablo halinde listelenmiştir (Tablo 3.1) ve (Tablo 3.2).

3.3.2.1 İç Makas Profilleri



Şekil 3.10 Akordiyon kule iç makas profilleri

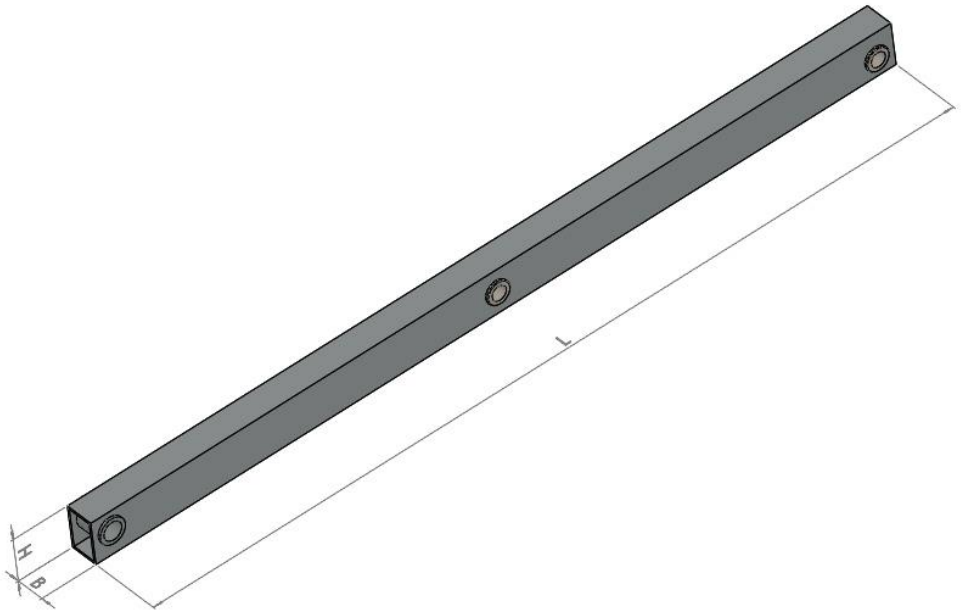
Tablo 3.1 Akordiyon kule iç makas profil ölçüleri

Profil Numarası	W (mm)	L (mm)	B (mm)	H (mm)
1	920	2250	80	120
2	920	2210	60	120
3	920	2170	60	120
4	920	2130	60	120
5	920	2090	60	120
6	880	2050	60	120
7	880	2010	60	100
8	880	1970	60	100
9	880	1925	60	100
10	880	1885	60	100
11	880	1845	60	100

Tablo 3.1 Akordiyon kule iç makas profil ölçüleri (devamı)

12	840	1805	60	100
13	840	1745	60	80
14	840	1685	60	80
15	840	1645	60	80
16	840	1600	60	80
17	840	1560	60	80
18	840	1520	60	80

3.3.2.2 Dış Makas Profilleri



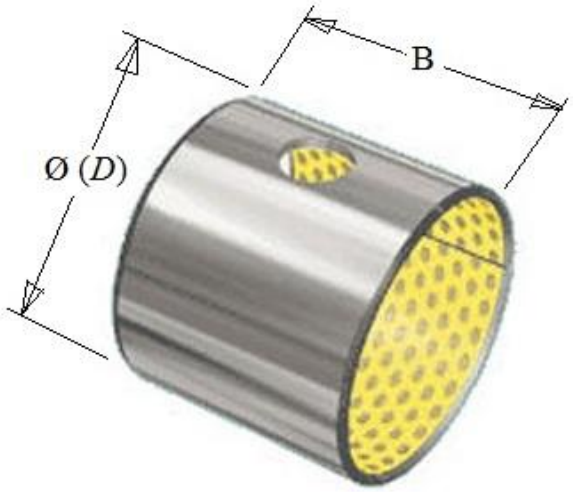
Şekil 3.11 Akordiyon kule dış makas profilleri

Tablo 3.2 Akordiyon kule dış makas profil ölçüleri

Profil Numarası	L (mm)	B (mm)	H (mm)
1	2250	60	120
2	2210	60	120
3	2170	60	120
4	2130	60	120
5	2090	60	120
6	2050	60	120
7	2010	60	100
8	1970	60	100
9	1925	60	100
10	1885	60	100
11	1845	60	100
12	1805	60	100
13	1745	60	80
14	1685	60	80
15	1645	60	80
16	1600	60	80
17	1560	60	80
18	1520	60	80

3.3.3 Burçlar

Bütün makas profillerinin miller ile çalışan kısımlarında yataklama parçası olarak burç kullanılmıştır. Kısmi dönüş ve düşük devirdeki çalışma için, aynı zamanda yağlama gerektirmeyen bu standart burçlar uygun görülmüştür (Tisen, b.t). Burçlar dört grupta listelenmiştir (Tablo 3.3).



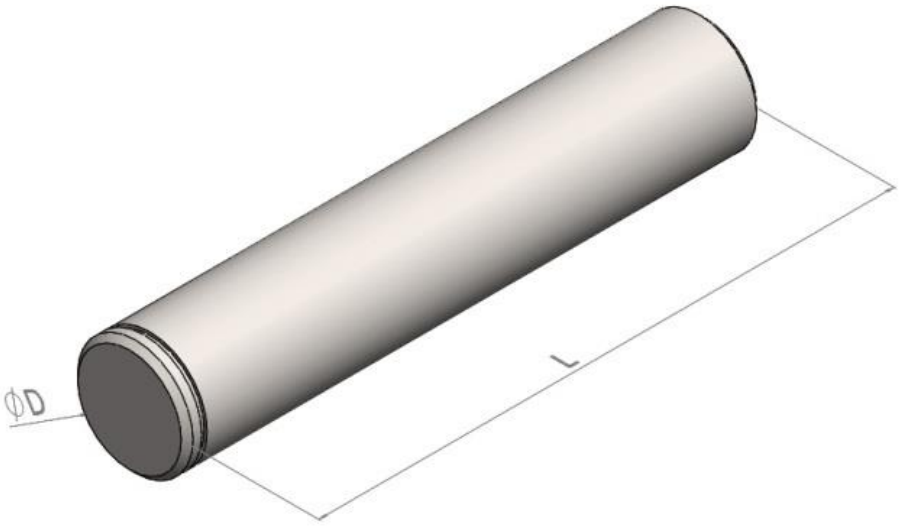
Şekil 3.12 Akordiyon kule burçlar (Oiles bushing, b.t)

Tablo 3.3 Akordiyon kule burç ölçüleri

Burç Numarası	**Ø D (mm)**	**B (mm)**
1	25	30
2	35	30
3	40	30
4	50	30

3.3.4 Miller

Akordiyon kule yataklamalarında kullanılan mil boyutları yedi grupta listelenmiştir (Tablo 3.4).



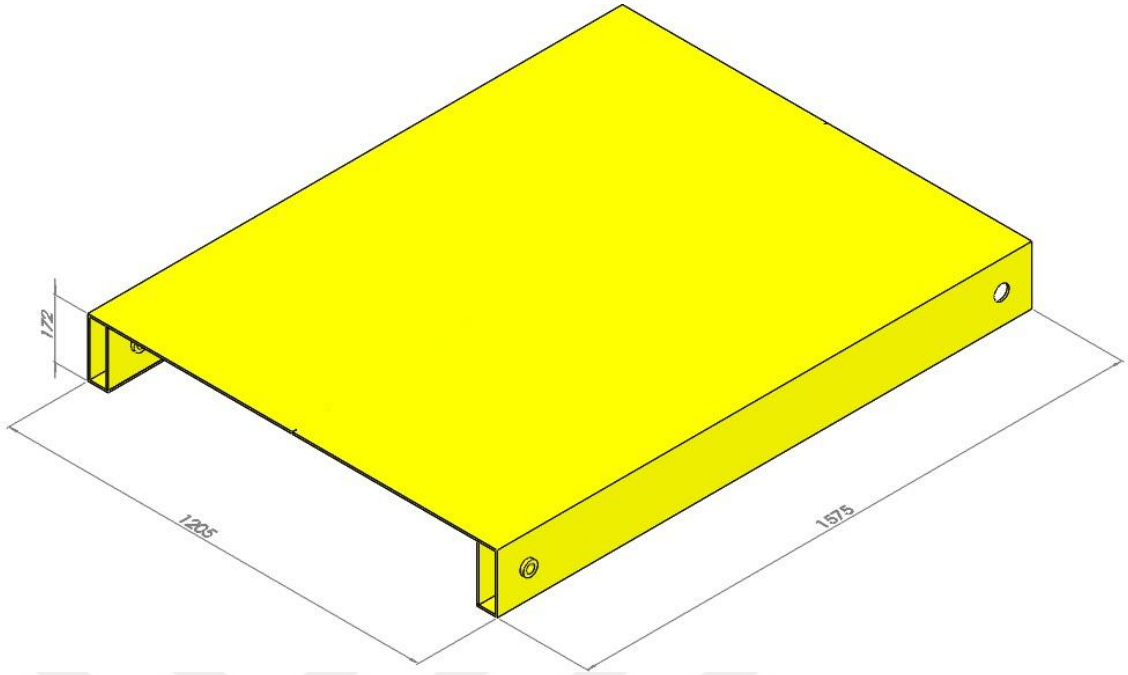
Şekil 3.13 Akordiyon kule miller

Tablo 3.4 Akordiyon kule mil ölçüleri

Mil Numarası	Ø D (mm)	B (mm)
1	25	200
2	25	1190
3	25	1225
4	35	200
5	40	200
6	50	1420
7	50	1460

3.3.5 Üst Tabla

Akordiyon kule üst tabla ölçüleri, 1205x1575x172 mm ’dir.



Şekil 3.14 Akordiyon kule üst tabla

BÖLÜM DÖRT
SONLU ELEMANLAR ANALİZİ

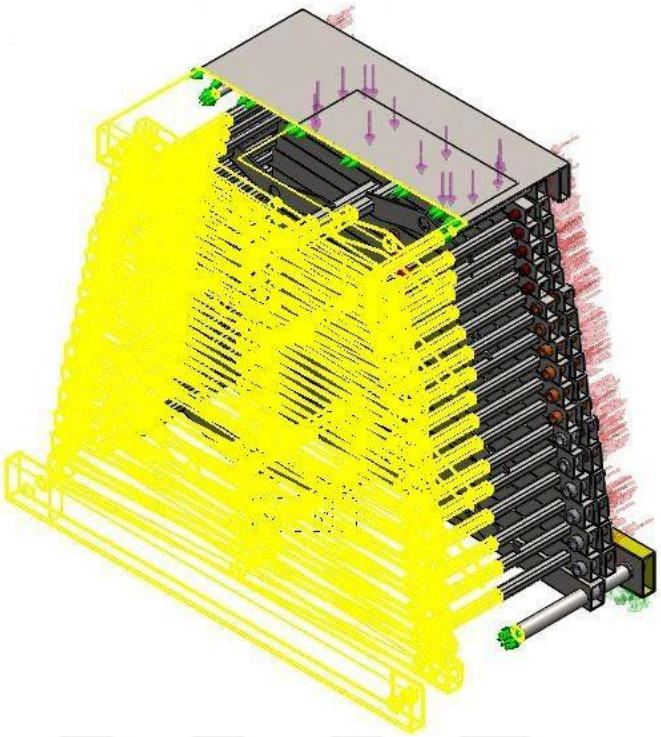
4.1 Sonlu Elemanlar Analizi

Akordiyon kule analizi, kule bileşenlerini oluşturan parçaların sayıları, profil uzunlukları, kalınlıkları gibi ürün özelliklerinin belirlenip katı modelinin SolidWorks programında hazırlanması ile başlamıştır. Tasarımda kullanılan malzemeler belirlenmiş ve tasarıma malzeme atamaları yapılmıştır. Akordiyon kule çalışma prensibine uygun olarak sabit geometri ve yük tanımlamaları yapılmıştır.

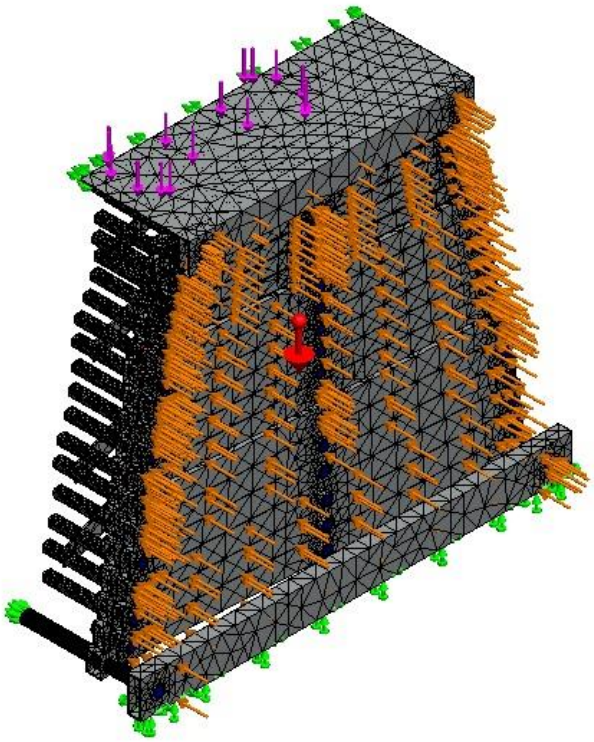
Analizini yapmış olduğum akordiyon kule tasarımı için taşıma kapasitesi ve kendi ağırlığına bağlı standart yerçekimi kuvveti yanı sıra, dış ortamda sabit yapı niteliğinde kullanım amacı olduğu için rüzgar yükü de alınmıştır. Hesaplamalarda kuleye etkiyecek rüzgar yükü, TS 498:1987 standardı "Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri" dikkate alınmıştır. Akordiyon kule tasarımı, makaslı platformlar sınıfında değerlendirilerek yapılacak analizler için TS EN 280+A1:2015 standardına ait kriterler kullanılmıştır.

Akordiyon kule analizleri SolidWorks programında yapılmıştır. İlk olarak akordiyon kulenin kapalı durumuna simetri geometri analiz özelliği kullanılarak kulenin yarısına (Şekil 4.1), üzerindeki yük ve reaksiyon kuvvetleri tanımlanarak yapılmıştır (Şekil 4.2). Daha sonra oluşturulan birer adet alt bileşenlere yük indirgemeleri yapılmış ve elde edilen reaksiyon kuvvetleri bu alt bileşenlere uygulanarak sistem çözümlemeleri yapılmıştır.

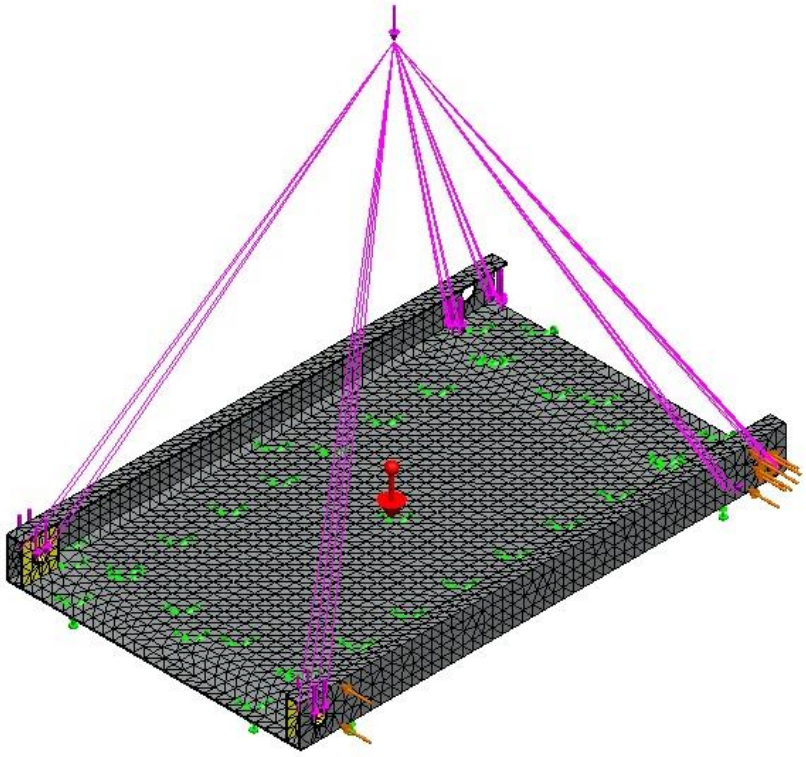
Alt bileşenlerden alt tabla analizi için kuvvet indirgemeleri (Şekil 4.3), iç makas profili analizi için kuvvet indirgemeleri (Şekil 4.4), dış makas profili analizi için kuvvet indirgemeleri (Şekil 4.5), mil analizi için kuvvet indirgemeleri (Şekil 4.6) ve üst tabla analizi için kuvvet indirgemeleri (Şekil 4.7) sırası ile uygulanmıştır.



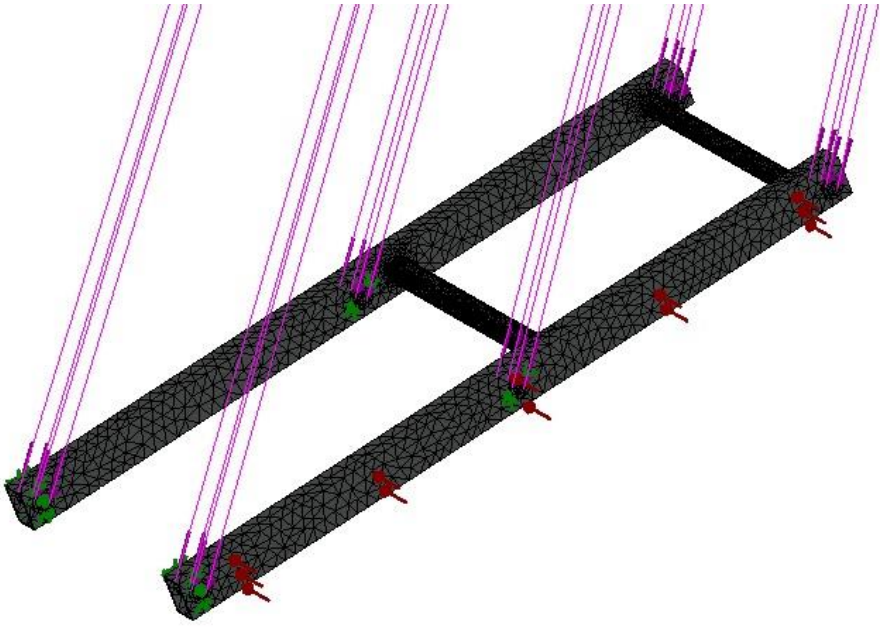
Şekil 4.1 Akordiyon kule simetri geometri özelliği



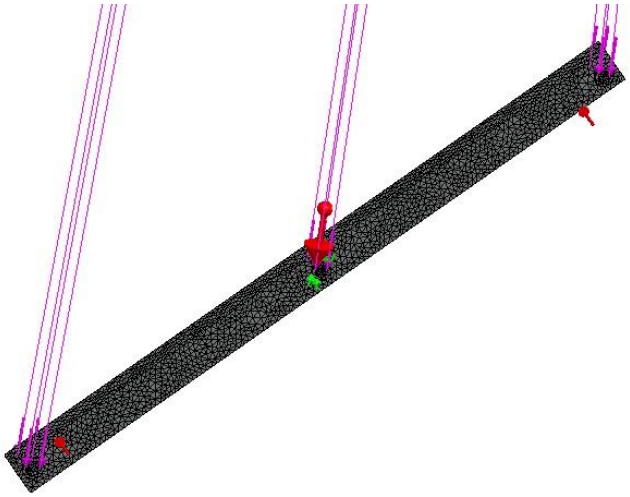
Şekil 4.2 Akordiyon kuleye etkiyen dış yükler



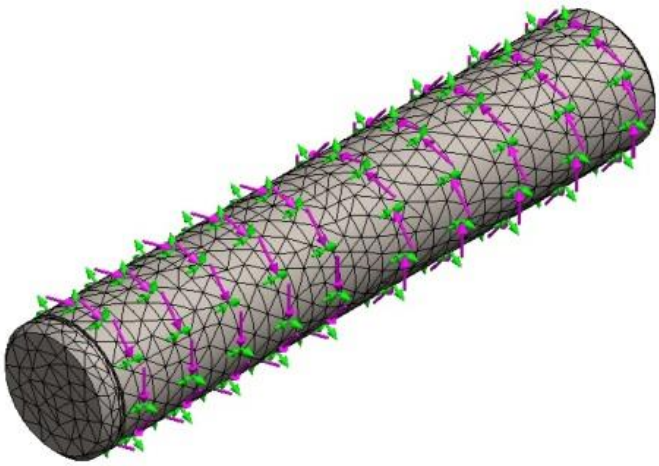
Şekil 4.3 Akordiyon kule alt tablaya etkiyen dış yükler



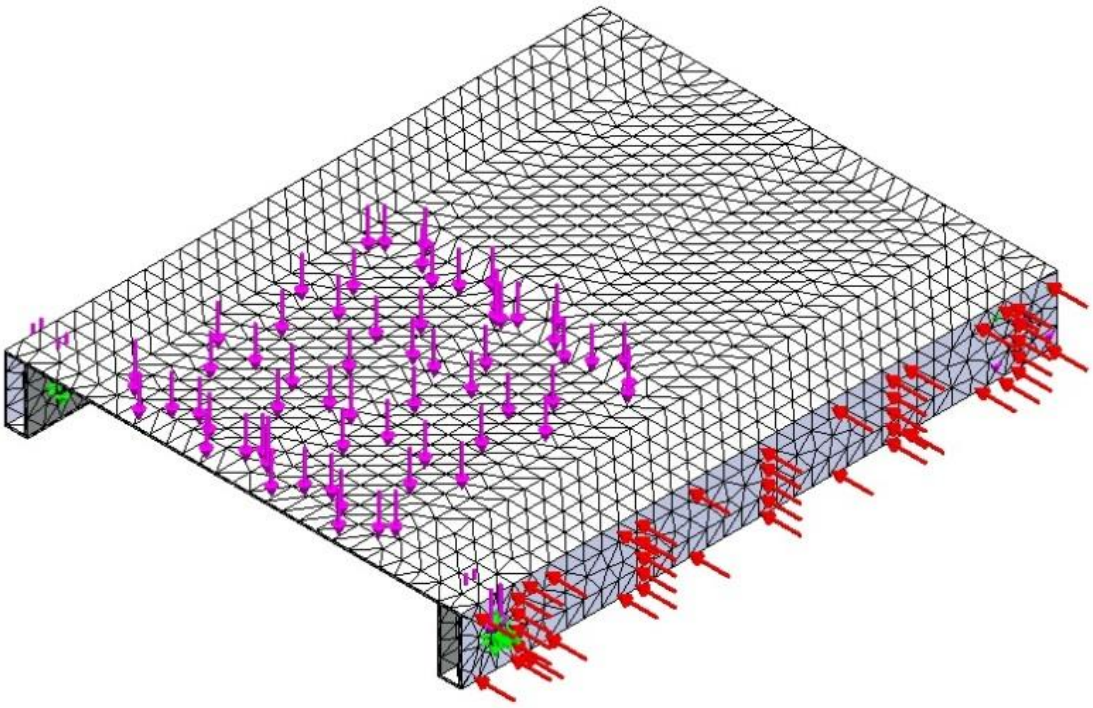
Şekil 4.4 Akordiyon kule iç makas profiline etkiyen dış yükler



Şekil 4.5 Akordiyon kule dış makas profiline etkiyen dış yükler

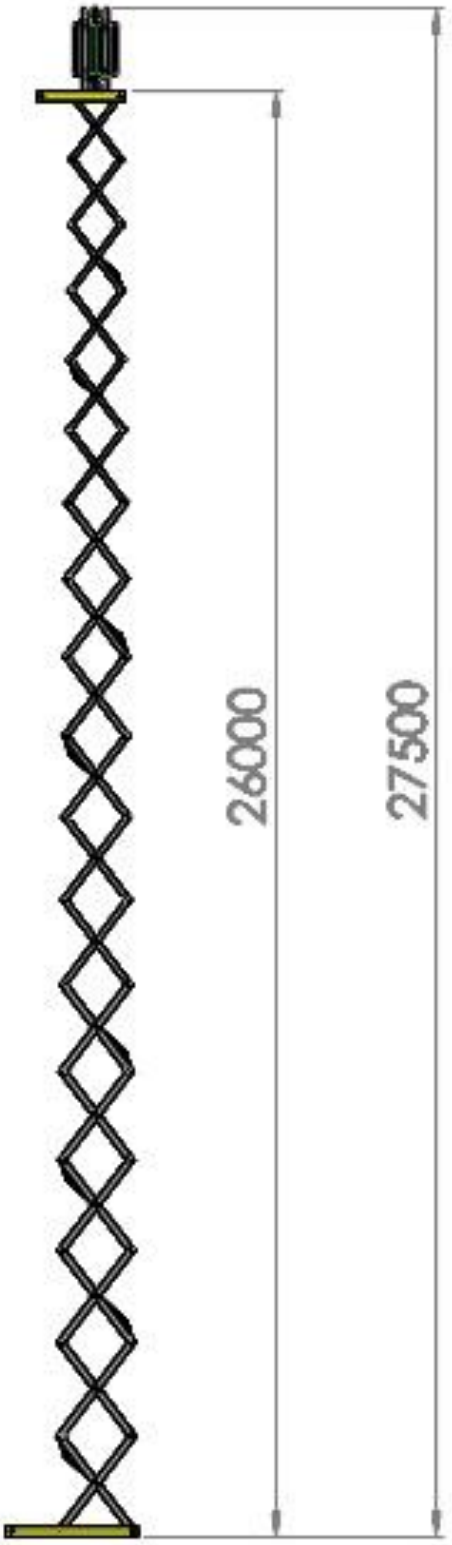


Şekil 4.6 Akordiyon kule mile etkiyen dış yükler



Şekil 4.7 Akordiyon kule üst tablaya etkiyen dış yükler

Sonlu elemanlar analizi için kullanılan akordiyon kule tasarım ölçüleri Şekil 4.8 ve özellikleri Tablo 4.1, tasarımda kullanılan malzeme özellikleri Tablo 4.2 ‘de ve malzemelere ait mekanik özellikler de Tablo 4.3 ‘te verilmiştir.



Şekil 4.8 Akordiyon kule tasarım ölçüleri

Tablo 4.1 Akordiyon kule tasarım özellikleri

TASARIM ÖZELLİKLERİ	
Platform yüksekliği (m)	26
Toplam yükseklik (m)	27,5
Taşıma kapasitesi (kg)	100

Tablo 4.2 Kullanılan malzeme özellikleri

MALZEME ÖZELLİKLERİ	
Alt tabla ve üst tabla	St 37-2
Makas profilleri ve yataklama boruları	St 37-2
Miller	C45

Tablo 4.3 Kullanılan malzeme mekanik özellikleri

MALZEME MEKANİK ÖZELLİKLERİ		
	St 37-2	**C45**
Akma mukavemeti (MPa)	215 - 235	530 - 580
Çekme mukavemeti (MPa)	360	750
Young modülü (GPa)	210	210
Poisson oranı	0,28	0,28
Yoğunluk (kg/m^3)	7800	7800

Bu kriterlerle birlikte, tasarımını yapmış olduğum akordiyon kulenin yine sonlu elemanlar analizi yaparken kullanılacak göre yapı cephelerine etkiyen rüzgar basıncı hesabı için (Türk Standartları Enstitüsü [TSE], 1997);

$$w = c_p.q \quad (4.1)$$

$$q = V^2/1600 \quad (4.2)$$

q = Yüzeye yayılı rüzgar basıncı veya emme (kN/m^2)

c_p = Yapı yüzeyinin konumuna bağlı emme katsayısı

V= Rüzgar hızı (m/s)

w = Eşdeğer statik basınç veya emme kuvveti (kN/m^2)

Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve emme değerleri Tablo 4.4 ‘te verilen Çizelge-5 yardımı ile bulunur.

Tablo 4.4 TS 498:1997, Çizelge-5 (tüm Türkiye için)

Zeminden Yükseklik (m)	**Rüzgar Hızı V (m/s)**	**Emme q (kN/m^2)**
0 - 8	28	0,5
9 - 20	36	0,8
21 - 100	42	1,1
>100	46	1,3

Akordiyon kule kullanılma ihtimali olan en kritik yükseklik ve sarp bir yamaçtaki yapıda rüzgar etkisi şiddetli olacağı düşüncesiyle emme q = 1,1 kN/m^2 alınmıştır. Yine TS 480 , sayfa 10 ‘da yer alan Çizelge-6 ‘dan Cp değeri 1,6 olarak seçilir (TSE, 1997).

Böylece tasarımı yaptığım ürün yüzey alanına etkiyen rüzgar yükü;

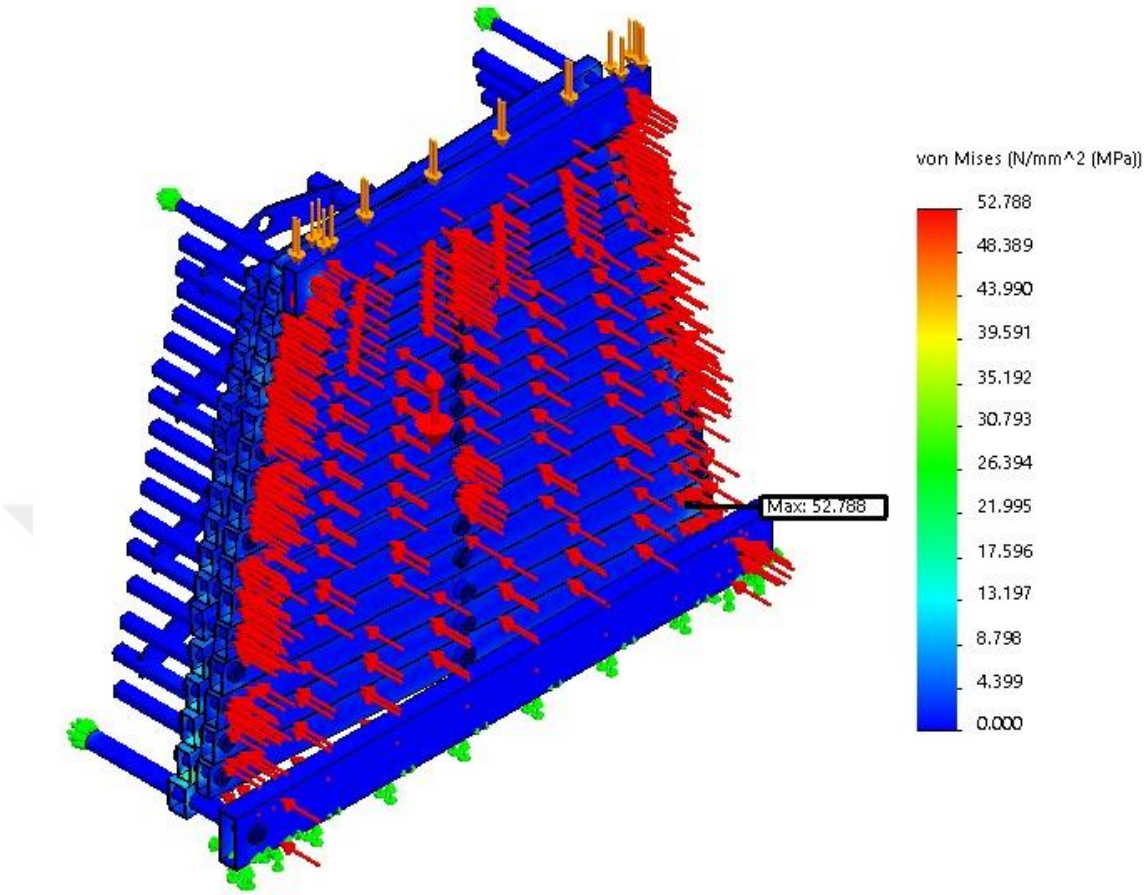
$$q = V^2/1600 = 42^2/1600 = 1{,}1\ kN/m^2 \quad (4.3)$$

$$w = c_p x q = 1{,}6 x 1{,}1 = 1{,}76\ kN/m^2 \quad (4.4)$$

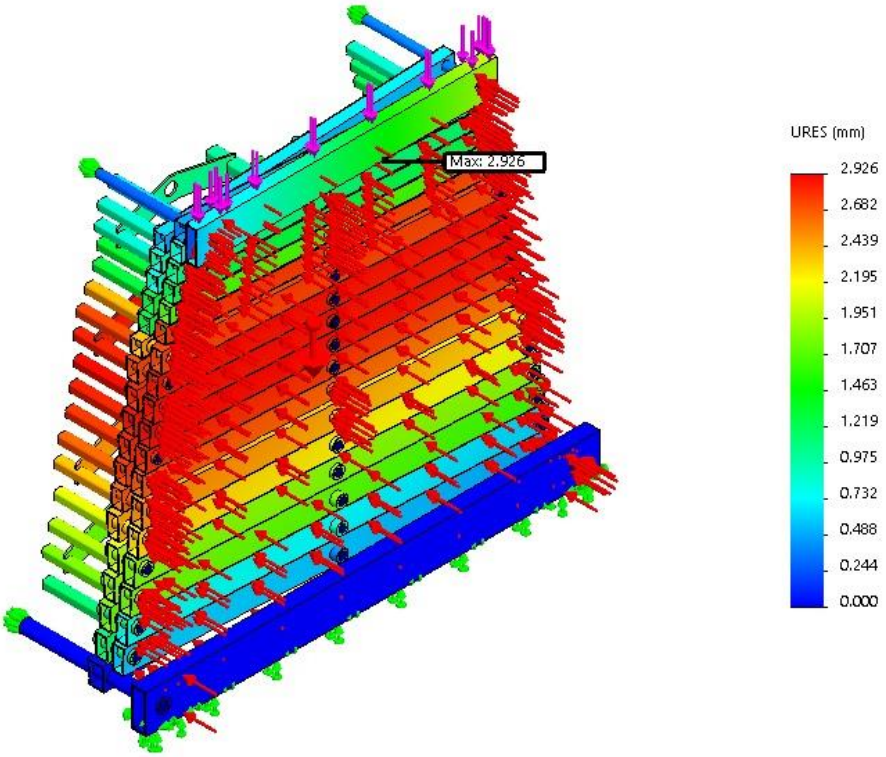
4.2 Akordiyon Kule Analizi

Akordiyon kulenin kapalı durumuna, simetri geometri analiz özelliği kullanılarak kulenin yarısına SolidWorks programında, taşıma kapasitesi 100 kg yük, 2500 kg kendi ağırlığına bağlı standart yerçekimi kuvveti yanı sıra yüzey alanına etkiyen 1760 N/m^2 rüzgar basıncı yüklerinin modellenmesi yapılarak statik analiz gerçekleştirilmiştir.

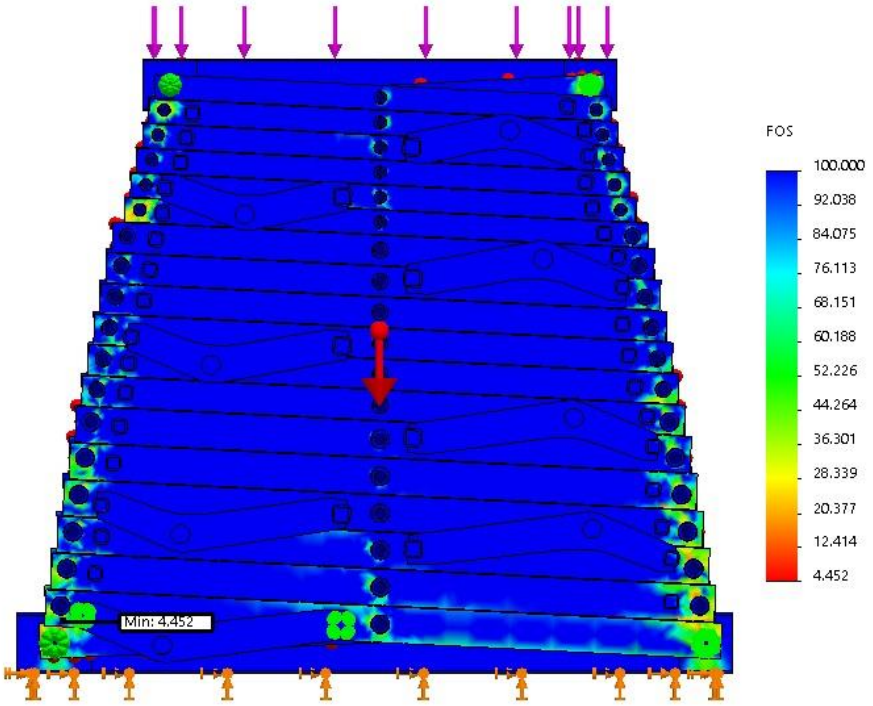
Analiz sonuçları, maksimum gerilimin değeri Şekil 4.9 ‘de, maksimum yer değiştirme değeri Şekil 4.10 ‘da, minimum emniyet katsayısı Şekil 4.11 ‘da ve maksimum gerinim değeri de Şekil 4.12 ‘da verilmiştir.



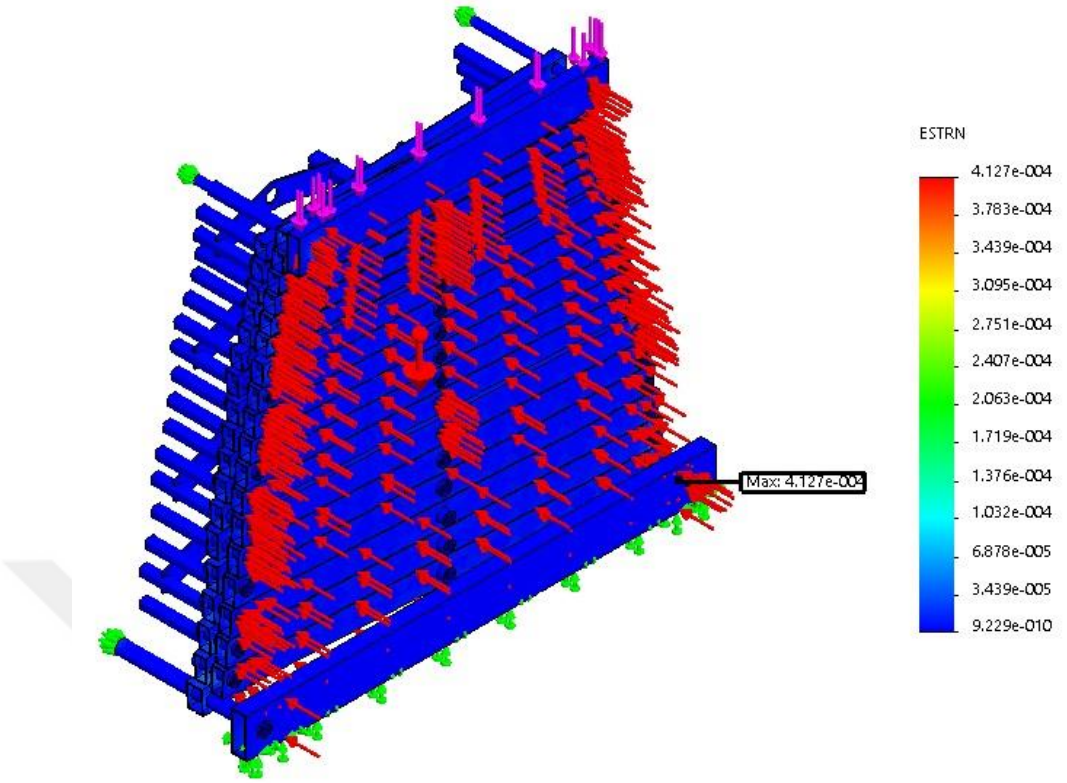
Şekil 4.9 Akordiyon kule maksimum gerilim değeri



Şekil 4.10 Akordiyon kule maksimum yer değiştirme değeri



Şekil 4.11 Akordiyon kule minimum emniyet katsayısı değeri



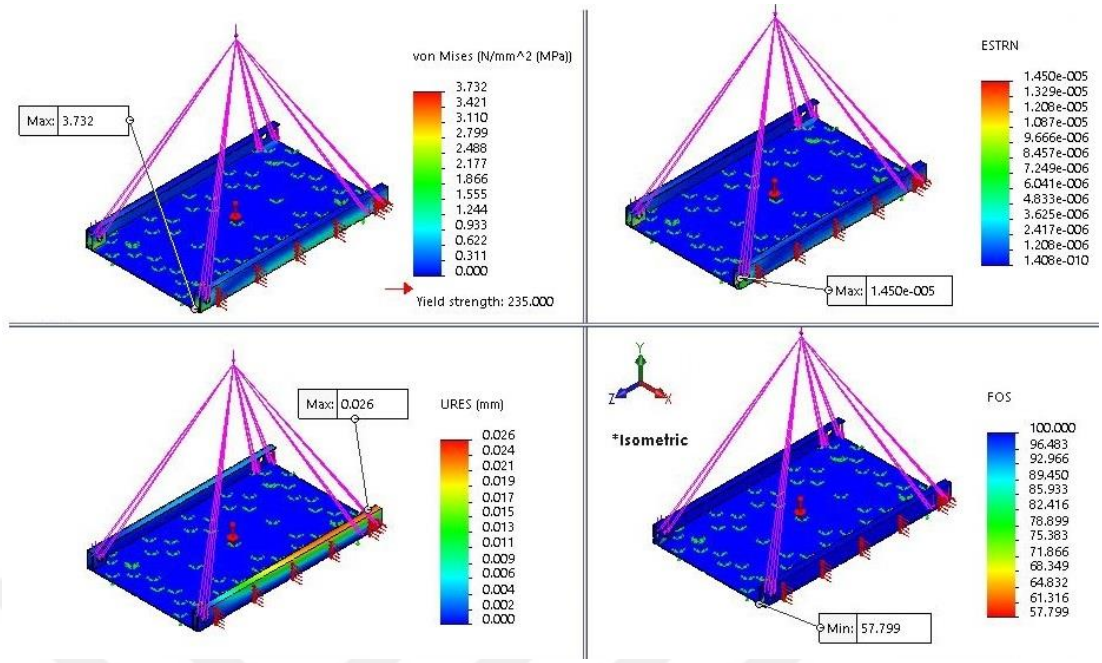
Şekil 4.12 Akordiyon kule maksimum gerinim değeri

4.3 Akordiyon Kule Alt Bileşenleri Analizi

Akordiyon kulenin tüm bileşenleriyle yapılan katı modelinin simetri geometrisine SolidWorks programı ile yapılan analiz sonrası, oluşturulan birer adet alt bileşenlere yük indirgemeleri yapılmış ve elde edilen reaksiyon kuvvetleri bu alt bileşenlere SolidWorks programı yardımı ile uygulanarak bileşen analizleri yapılmıştır.

4.3.1 Alt Tabla Analizi

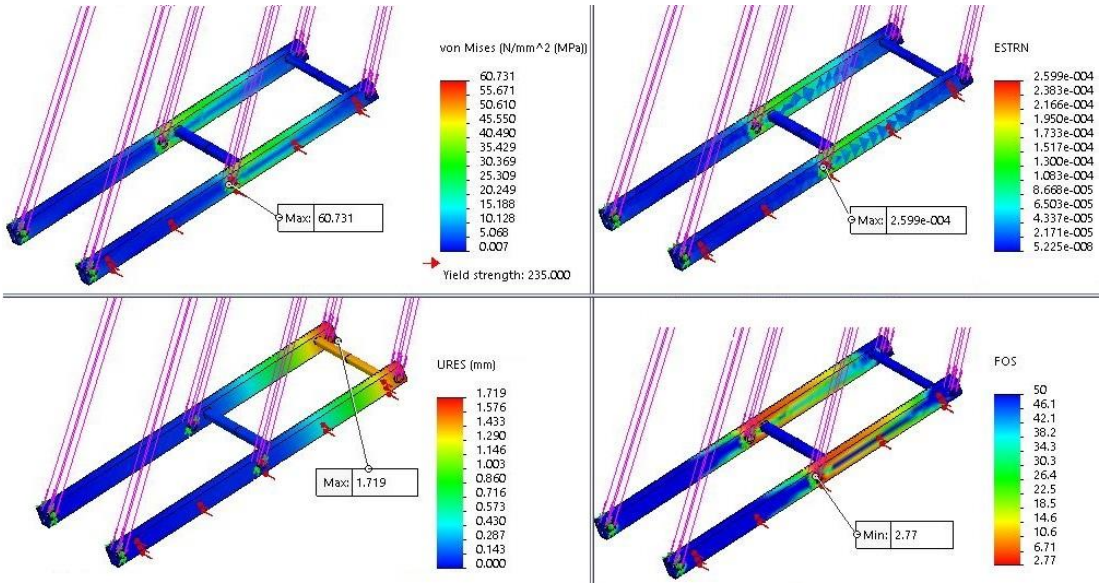
Alt tabla, zemine sabitlenen bileşendir. Diğer tüm sistemin ağırlığına maruz, tüm bileşenlerin yüklerinin üzerine etkidiği en fazla zorlanmaya maruz parçadır. Sekiz milimetre sac plakadan imal edilecek şekilde tasarlanmıştır. SolidWorks programı ile alt tabla modellemesi üzerine yapılan yük indirgemesi çözümlemesi yapılmıştır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Alt tabla analiz değerleri

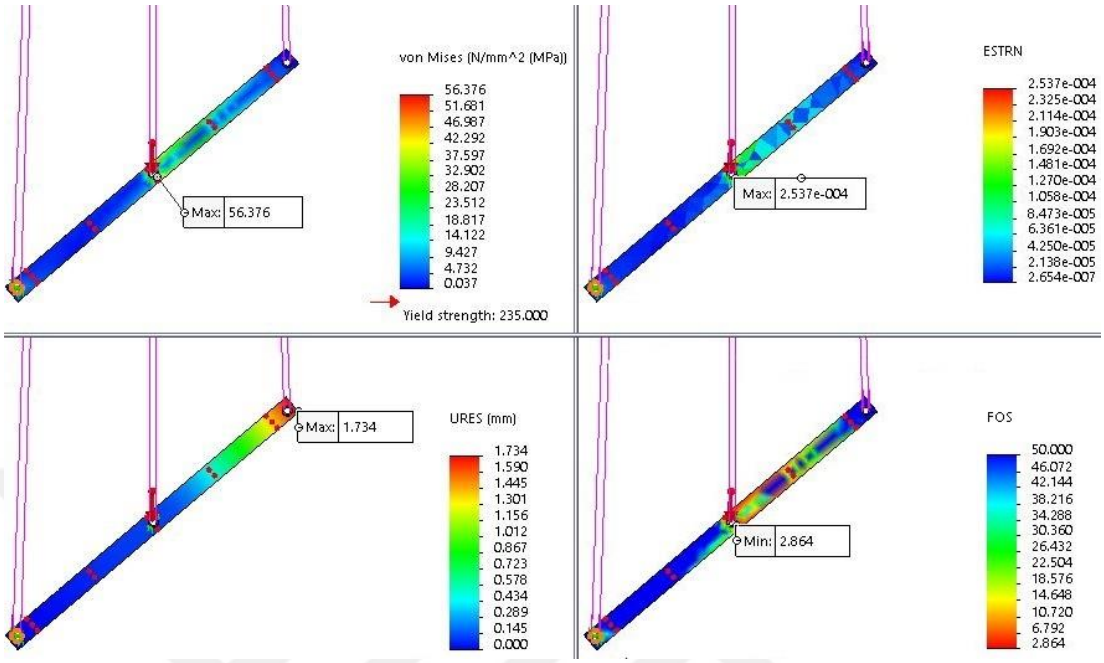
4.3.2 Makas Profilleri Analizleri

4.3.2.1 İç Makas Profili Analizi



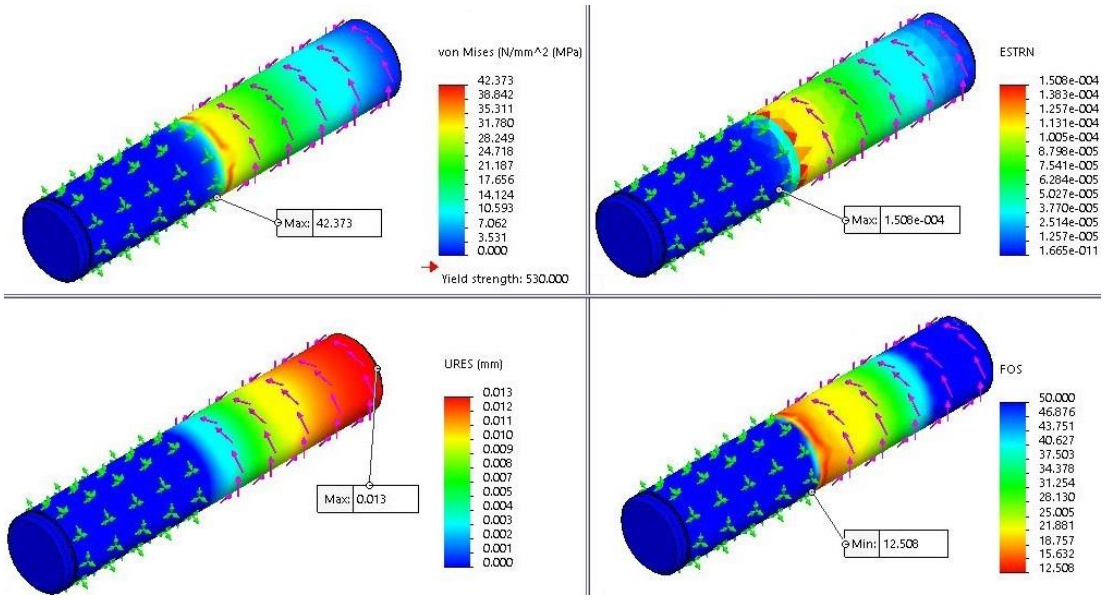
Şekil 4.14 İç makas profili analiz değerleri

4.3.2.2 Dış Makas Profili Analizi



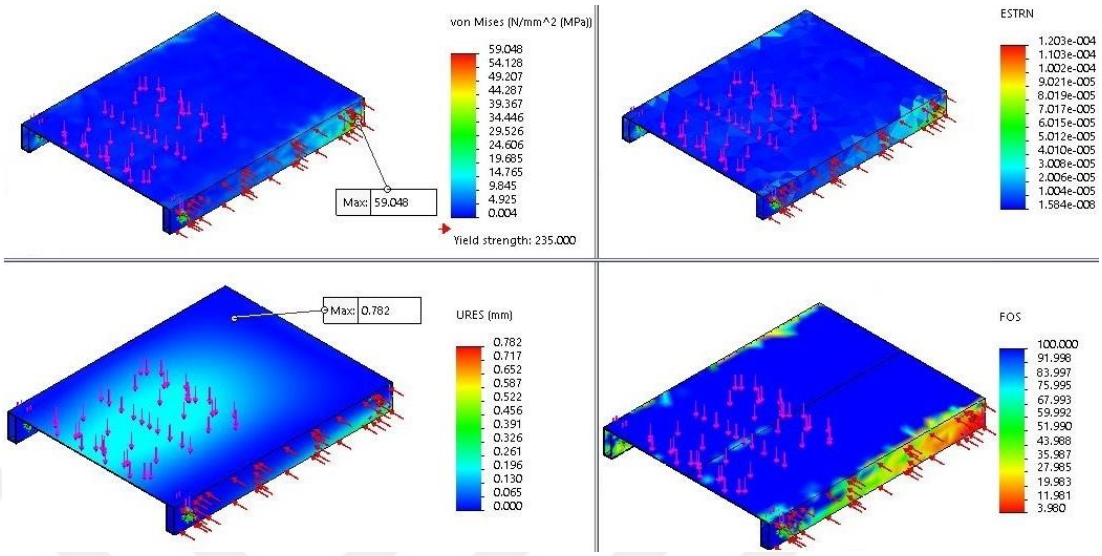
Şekil 4.15 Dış makas profili analiz değerleri

4.3.3 Mil Analizi



Şekil 4.16 Mil analiz değerleri

4.3.4 Üst Tabla Analizi



Şekil 4.17 Üst tabla analiz değerleri

Alt bileşenler için yapılan yük modellemelerinde, akordiyon kulenin açık olduğu kritik yük pozisyonu dikkate alınmıştır. Maksimum yükseklik durumunda kuleye etkiyen yükler alt parçalar üzerine indirgenmiştir. Elde edilen analiz sonuçları, maksimum gerilme, maksimum gerinim, maksimum yer değiştirme ve minimum emniyet katsayıları olarak Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17 ‘de verilmiştir.

BÖLÜM BEŞ
SONUÇLAR

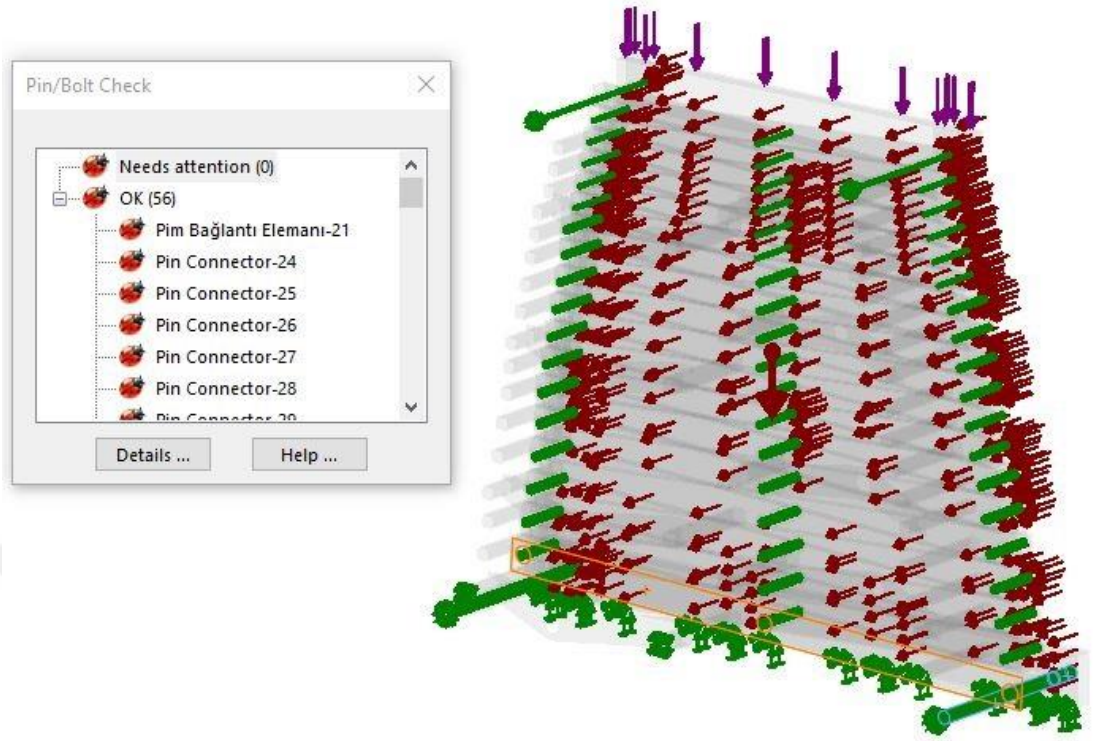
Yapılan tasarım ve analizler, SolidWorks programında gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar içinde verilen analiz sonuçları elde edilen ideal sonuçlardır. İdeal olan analiz sonuçları elde edilene kadar, tasarımın çalışmadaki kritik pozisyonlarına ait çok sayıda modelleme yapılmıştır. Yapılan bu modellemelere tüm yük durumları için çözümlemeler yaptırılmıştır. Bazı durumlar için bilgisayar çözümleme yapmada yetersiz kalmıştır.

Çalışmada verilen komple sistem modellemesine ait analiz sonuçları, akordiyon kulenin kapalı pozisyonuna ait analiz sonuçlarıdır. En kritik çalışma durumu, akordiyon kulenin tam açık pozisyonunda olacaktır. Bu durum modellenmiş, ancak bilgisayar çözümleme yapamamıştır. Bu nedenle, akordiyon kulenin her bir farklı alt bileşeni, kulenin tam açık pozisyonunda üzerine gelecek yüklere göre modellenmiş ve çözümlemeleri yapılmıştır.

TS EN 280 standardına göre emniyet katsayısı değerinin minimum 4 olması gerekmektedir (TSE, 2005). Yapılan analizler sonucunda da kritik durumda olan en alttaki makas profili dahil modellenen tüm alt bileşenlerde analiz sonuçları bu değere uygun olarak elde edilmiştir.

Makas sistemlerinde kullanılan mafsallardaki 56 adet mil yataklamalarından yalnızca bir tanesi alt bileşen olarak modellenmiş ve analizi yapılmıştır (Kıral, bt). Bunun yanı sıra, SolidWorks programının sağladığı *pim kontrol* analiz yöntemi özelliğinden yararlanılmıştır. Tüm bağlantılarda kullanılacak mil ve malzemeleri için, aynı mekanik özellikte pim ataması tanımlanmıştır ve tüm pim bağlantılarının uygunluğu alınan analiz sonucu ile doğrulanmıştır (Şekil 5.1).

Pim kontrolü analiz sonuçları EKLER sayfasında verilmiştir (EK-1).



Şekil 5.1 Akordiyon kule pim kontrol

Tasarımı belirleyen kapasite değerini farklı uygulamalar için artırmak gerekebilir. Tüm bileşenler yeniden incelenip tasarımda gerekli değişiklikler yapılarak kapasite artırımı sağlanabileceği gibi, yalnızca seçilen malzemenin mekanik özelliği değiştirilerek benzer sonuç elde edilebilir. Bu uygulama mevcut tasarım için yapılır ise emniyet faktörü artışı sağlayacaktır. Mevcut tasarımdaki malzeme seçimi St 37-2 yerine St 52-3 yapılarak yapının daha emniyetli hale getirilmesi sağlanabilir. Teorik olarak yaklaşık 1,5 kat emniyet artışı sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

Acarlar makine (b.t). *Makaslı platformlar*. 12 Nisan 2015, http://www.acarlarmakine.com/urunlerimiz/makasli-platformlar

Adel, M (2008). *Understanding scissors lift deflection.* 20 Mart 2015, http://www.autoquip.com/media/220138/scissors_lift_deflection_by_autoquip_ corporation.pdf

Aksungur, Y. ve Güler, M. A. 2013. Bir Makaslı Çalışma Platformunun Tasarımı ve Analizi. *Mühendis ve Makina, 54(643),* 36-46.

Andrea, C., Wilma, P., Luca, C. ve Costanzo C. (2011). To design a belt drive scissor lifting table. Italya *8*,515-525.

Boğaziçi platform (b.t). *Çok makaslı platform*. 20 Şubat 2016, http://www.bogaziciplatform.com/hidrolik-makasli-platformlar/

Chandrupatla, T.R. ve Belegundu, A.D. (2002). *Introduction to finite elements in engineering* (3rd ed). New Jersey: Prentice Hall.

Çavuş demir (b.t). *Kafes direk.* 11 Şubat 2016, http://www.cavusdemir.net/ TR/ galvanizli-direk-grubu.html

Çeliker makina (b.t). *Tandem makaslı platform*. 05 Mart 2016, http://celikermakina.com

Global piyasa (b.t). *Kendinden yürüyüşlü makaslı platform*. 05 Mart 2016, http://www. globalpiyasa.com/tr/ PaktasPlatform /urun/ kendinden-yuruyuslu-makasli-platformlar/44188

Güney vinç (b.t). *Tek makaslı platform*. 03 Mart 2016, http://www.guneyvinc.com/ urun/hidrolik-tek-makasli-2.html

Hasel (b.t). *Personel taşıyıcı makaslı platform*. 15 Şubat 2016, http://www.hasel.com /tr/jlg/m3369.html

Hollandlift (b.t). *Scissorslift*. 18 Eylül 2016, http://www.hollandlift.com/en/scissorlifts

Hongyu, T. ve Ziyi, Z. (2011). Design and Simulation Based on Pro/E for a Hydraulic Lift Platform in Scissors Type. *Çin 16,* 772-781.

Instant (b.t). *Arazi tip makaslı platform*, 04 Mart 2016, http://instant.as/Products/ Lifts/Scissor-lifts/Rough-terrain/Dingli-JCPT-RTI-scissor-lift

Kıral, *Z.* (b.t). *Montaj modelleme contact opsiyonları ve pimli bağlantı*. 08 Temmuz 2016, http://kisi.deu.edu.tr/userweb/zeki.kiral/mak4061/Montaj_Giri%C5%9F_ Pim_Baglanti.pdf

Kurowski, P. M. (2012). *Engineering analysis with SolidWorks simulation 2012*. Unite State of America: SDC Publications.

Lift10line (b.t). *Akülü makaslı platform*. 01 Mart 2016, http://lift10line.com

Liu, T. ve Sun, J. (2009). Simulative calculation and optimal design of scissor lifting mechanism. *Çin 1,* 2079-2082.

Momin, G. G., Hatti, R., Dalvi, K., Bargi, F. ve Devare, R. (2015). Design, manufacturing & analysis of hydraulic scissor Lift. *Nigdi 3,* 733-740.

Olenin, G. (2016). *Design of hydraulic scissors lifting platform.* Lisans Tezi, Saimaa Universitesi, Lappeenranta.

Önder lift (b.t.). *Hidrolik makaslı yük kaldırma platform*. 10 Mart 2015, http://www.onderlift.com/kategori/hidrolik-makasli-yuk-kaldirma-platformu

Sayman, O., Karakuzu, R., Zor, M. ve Şen, F.(1997). *Mukavemet II*. İzmir:D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi.

Tisen (b.t). *Kurşun içermeyen sınır kendini TSB-2Y burç DX yağlama*. 18 Eylül 2016, http://tr.oilesbushing.com/plain-bearings/low-maintenance-pom-bearings/lead-free-boundary-self-lubricating-dx-bushing-tsb.html

TSE. (1997). *TS 498-Yapı elemalarının boyurlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri* (2. Baskı). Türk Standartları Enstitüsü: Ankara

TSE. (2005). *TS EN 280-Yükseltilebilen seyyar iş platformları*. Türk Standartları Enstitüsü: Ankara.

Werkstatt technik (b.t). *Yük kaldırma makaslı platform*. 28 Şubat 2016, http://www.werkstatt-technik24.de/ scherenhebebuhnen/268-rotary-glp35-35-to.html

EKLER

Pim kontrolü

Connector Force

Study name: Static 5

Connector: All pins Units: SI

Connector type: Pin <-- -->

Type	X-Component	Y-Component	Z-Component	Resultant	Connector
Shear Force (N)	0	-11.314	-1017.4	1017.5	Pim Bağlantı Elemanı-21
Axial Force (N)	22.395	-0	-0	-22.395	Pim Bağlantı Elemanı-21
Bending moment (N.m)	0	129.17	15.351	130.08	Pim Bağlantı Elemanı-21
Torque (N.m)	-0.60885	0	0	0.60885	Pim Bağlantı Elemanı-21
Shear Force (N)	0	-5505.3	0.00028089	5505.3	Pin Connector-24
Axial Force (N)	4.576	-0	-0	-4.576	Pin Connector-24
Bending moment (N.m)	0	-0.065024	-1941.3	1941.3	Pin Connector-24
Torque (N.m)	-2.8915e-012	0	0	2.8915e-012	Pin Connector-24
Shear Force (N)	0	-5490.1	-6.3796e-009	5490.1	Pin Connector-25
Axial Force (N)	-0	0	0	0	Pin Connector-25
Bending moment (N.m)	0	2.3105e-009	-1909.3	1909.3	Pin Connector-25
Torque (N.m)	1.883e-012	-0	-0	-1.883e-012	Pin Connector-25
Shear Force (N)	0	-14.667	-713.89	714.04	Pin Connector-26
Axial Force (N)	-0.85029	0	0	0.85029	Pin Connector-26
Bending moment (N.m)	0	41.067	-3.5954	41.225	Pin Connector-26
Torque (N.m)	-2.7212	0	0	2.7212	Pin Connector-26
Shear Force (N)	0	1980.8	671.22	2091.4	Pin Connector-27
Axial Force (N)	-59.335	0	0	59.335	Pin Connector-27
Bending moment (N.m)	0	-26.053	138.58	141.01	Pin Connector-27
Torque (N.m)	-2.0199e-012	0	0	2.0199e-012	Pin Connector-27
Shear Force (N)	0	-2268.1	663.84	2363.3	Pin Connector-28
Axial Force (N)	100.5	-0	-0	-100.5	Pin Connector-28
Bending moment (N.m)	0	-19.761	-106.03	107.86	Pin Connector-28
Torque (N.m)	1.0449e-012	-0	-0	-1.0449e-012	Pin Connector-28
Shear Force (N)	0	-41.278	-862.85	863.84	Pin Connector-29
Axial Force (N)	-6.8365	0	0	6.8365	Pin Connector-29
Bending moment (N.m)	0	128.87	7.1956	129.07	Pin Connector-29
Torque (N.m)	-2.0173	0	0	2.0173	Pin Connector-29
Shear Force (N)	0	158.02	435.73	463.5	Pin Connector-30
Axial Force (N)	-16.092	0	0	16.092	Pin Connector-30
Bending moment (N.m)	0	2.6876	24.551	24.697	Pin Connector-30
Torque (N.m)	-1.9054e-012	0	0	1.9054e-012	Pin Connector-30
Shear Force (N)	0	-268.07	285.28	391.46	Pin Connector-31
Axial Force (N)	7.5713	-0	-0	-7.5713	Pin Connector-31

Close Save Help

Şekil 5.2 Pimlere etkiyen kuvvet ve moment değerleri



Type	X-Component	Y-Component	Z-Component	Resultant	Connector
Axial Force (N)	7.5713	-0	-0	-7.5713	Pin Connector-31
Bending moment (N.m)	0	-2.1122	-8.5711	8.8276	Pin Connector-31
Torque (N.m)	7.1327e-013	-0	-0	-7.1327e-013	Pin Connector-31
Shear Force (N)	0	-47.333	-602.22	604.08	Pin Connector-32
Axial Force (N)	28.193	-0	-0	-28.193	Pin Connector-32
Bending moment (N.m)	0	57.769	6.3441	58.116	Pin Connector-32
Torque (N.m)	-2.1611	0	0	2.1611	Pin Connector-32
Shear Force (N)	0	18.656	679.98	680.24	Pin Connector-33
Axial Force (N)	2.9035	0	0	2.9035	Pin Connector-33
Bending moment (N.m)	0	-15.093	-4.7424	15.821	Pin Connector-33
Torque (N.m)	1.2439	0	0	1.2439	Pin Connector-33
Shear Force (N)	0	-39.706	-463.17	464.87	Pin Connector-34
Axial Force (N)	15.405	-0	-0	-15.405	Pin Connector-34
Bending moment (N.m)	0	40.137	11.229	41.678	Pin Connector-34
Torque (N.m)	-2.4201	0	0	2.4201	Pin Connector-34
Shear Force (N)	0	3.8178	461.46	461.48	Pin Connector-35
Axial Force (N)	1.8353	0	0	1.8353	Pin Connector-35
Bending moment (N.m)	0	2.5202	0.13224	2.5237	Pin Connector-35
Torque (N.m)	0.51091	0	0	0.51091	Pin Connector-35
Shear Force (N)	0	-10.848	-428.19	428.33	Pin Connector-36
Axial Force (N)	0.74768	-0	-0	-0.74768	Pin Connector-36
Bending moment (N.m)	0	36.559	2.5004	36.645	Pin Connector-36
Torque (N.m)	-0.48097	0	0	0.48097	Pin Connector-36
Shear Force (N)	0	32.757	447.95	449.14	Pin Connector-37
Axial Force (N)	-2.7255	-0	-0	-2.7255	Pin Connector-37
Bending moment (N.m)	0	15.742	-12.715	20.236	Pin Connector-37
Torque (N.m)	0.77346	0	0	0.77346	Pin Connector-37
Shear Force (N)	0	-13.696	-451.63	451.83	Pin Connector-38
Axial Force (N)	-3.3893	0	0	3.3893	Pin Connector-38
Bending moment (N.m)	0	24.544	2.0816	24.632	Pin Connector-38
Torque (N.m)	-0.50263	0	0	0.50263	Pin Connector-38
Shear Force (N)	0	37.885	399.8	401.59	Pin Connector-39
Axial Force (N)	-11.786	-0	-0	-11.786	Pin Connector-39
Bending moment (N.m)	0	27.548	-11.366	29.8	Pin Connector-39

Şekil 5.2 Pimlere etkiyen kuvvet ve moment değerleri (devamı)



Type	X-Component	Y-Component	Z-Component	Resultant	Connector
Bending moment (N.m)	0	27.548	-11.366	29.8	Pin Connector-39
Torque (N.m)	1.3559	0	0	1.3559	Pin Connector-39
Shear Force (N)	0	48.57	-409.41	412.28	Pin Connector-40
Axial Force (N)	1.8644	-0	-0	-1.8644	Pin Connector-40
Bending moment (N.m)	0	3.2639	5.7116	6.5784	Pin Connector-40
Torque (N.m)	-1.6924	0	0	1.6924	Pin Connector-40
Shear Force (N)	0	-0.63645	204.67	204.67	Pin Connector-41
Axial Force (N)	3.2511	0	0	3.2511	Pin Connector-41
Bending moment (N.m)	0	30.464	-0.16037	30.464	Pin Connector-41
Torque (N.m)	0.74448	0	0	0.74448	Pin Connector-41
Shear Force (N)	0	-29.006	-246.19	247.89	Pin Connector-42
Axial Force (N)	10.321	-0	-0	-10.321	Pin Connector-42
Bending moment (N.m)	0	-10.649	5.4703	11.972	Pin Connector-42
Torque (N.m)	-0.22817	0	0	0.22817	Pin Connector-42
Shear Force (N)	0	14.204	150.2	150.87	Pin Connector-43
Axial Force (N)	-10.048	-0	-0	-10.048	Pin Connector-43
Bending moment (N.m)	0	11.192	-2.3494	11.435	Pin Connector-43
Torque (N.m)	0.23392	0	0	0.23392	Pin Connector-43
Shear Force (N)	0	-26.527	-243.79	245.23	Pin Connector-44
Axial Force (N)	-0.96988	0	0	0.96988	Pin Connector-44
Bending moment (N.m)	0	35.163	5.3437	35.567	Pin Connector-44
Torque (N.m)	0.17199	-0	-0	-0.17199	Pin Connector-44
Shear Force (N)	0	12.146	124.02	124.61	Pin Connector-45
Axial Force (N)	-20.983	-0	-0	-20.983	Pin Connector-45
Bending moment (N.m)	0	55.079	-1.6774	55.105	Pin Connector-45
Torque (N.m)	-0.19583	-0	-0	-0.19583	Pin Connector-45
Shear Force (N)	0	-10.132	-104.78	105.27	Pin Connector-46
Axial Force (N)	0.39682	-0	-0	-0.39682	Pin Connector-46
Bending moment (N.m)	0	1.5479	0.16989	1.5572	Pin Connector-46
Torque (N.m)	-0.58971	0	0	0.58971	Pin Connector-46
Shear Force (N)	0	-193.5	-339.27	390.58	Pin Connector-47
Axial Force (N)	39.724	0	0	39.724	Pin Connector-47
Bending moment (N.m)	0	-38.321	2.6835	38.415	Pin Connector-47
Torque (N.m)	-1.5187e-012	-0	-0	-1.5187e-012	Pin Connector-47

Şekil 5.2 Pimlere etkiyen kuvvet ve moment değerleri (devamı)



Type	X-Component	Y-Component	Z-Component	Resultant	Connector
Torque (N.m)	-1.5187e-012	-0	-0	-1.5187e-012	Pin Connector-47
Shear Force (N)	0	-132.99	423.61	444	Pin Connector-48
Axial Force (N)	-40.377	0	0	40.377	Pin Connector-48
Bending moment (N.m)	0	-3.9084	-13.54	14.093	Pin Connector-48
Torque (N.m)	-1.6448e-012	0	0	1.6448e-012	Pin Connector-48
Shear Force (N)	0	-402.19	-277.16	488.45	Pin Connector-49
Axial Force (N)	29.123	0	0	29.123	Pin Connector-49
Bending moment (N.m)	0	-29.927	-8.0179	30.983	Pin Connector-49
Torque (N.m)	-1.4215e-012	-0	-0	-1.4215e-012	Pin Connector-49
Shear Force (N)	0	-3.7674	263.83	263.85	Pin Connector-50
Axial Force (N)	-22.192	0	0	22.192	Pin Connector-50
Bending moment (N.m)	0	1.3053	8.2002	8.3035	Pin Connector-50
Torque (N.m)	-1.7536e-012	0	0	1.7536e-012	Pin Connector-50
Shear Force (N)	0	-86.485	-209.16	226.34	Pin Connector-51
Axial Force (N)	13.754	0	0	13.754	Pin Connector-51
Bending moment (N.m)	0	-18.314	17.583	25.388	Pin Connector-51
Torque (N.m)	-1.6008e-012	-0	-0	-1.6008e-012	Pin Connector-51
Shear Force (N)	0	-111.11	230.08	255.5	Pin Connector-52
Axial Force (N)	-4.9447	0	0	4.9447	Pin Connector-52
Bending moment (N.m)	0	-9.9257	-5.4106	11.305	Pin Connector-52
Torque (N.m)	-1.6522e-012	0	0	1.6522e-012	Pin Connector-52
Shear Force (N)	0	92.421	-232.26	249.98	Pin Connector-53
Axial Force (N)	-0.60573	-0	-0	-0.60573	Pin Connector-53
Bending moment (N.m)	0	-10.856	-5.7092	12.266	Pin Connector-53
Torque (N.m)	-1.4909e-012	-0	-0	-1.4909e-012	Pin Connector-53
Shear Force (N)	0	3.3619	232.24	232.26	Pin Connector-54
Axial Force (N)	17.152	-0	-0	-17.152	Pin Connector-54
Bending moment (N.m)	0	-25.322	6.7535	26.208	Pin Connector-54
Torque (N.m)	-1.4633e-012	0	0	1.4633e-012	Pin Connector-54
Shear Force (N)	0	-78.337	-182.65	198.74	Pin Connector-55
Axial Force (N)	-1.0612	-0	-0	-1.0612	Pin Connector-55
Bending moment (N.m)	0	-13.986	-5.2202	14.928	Pin Connector-55
Torque (N.m)	-1.3249e-012	-0	-0	-1.3249e-012	Pin Connector-55
Shear Force (N)	0	-46.146	116.31	125.13	Pin Connector-56

Şekil 5.2 Pimlere etkiyen kuvvet ve moment değerleri (devamı)



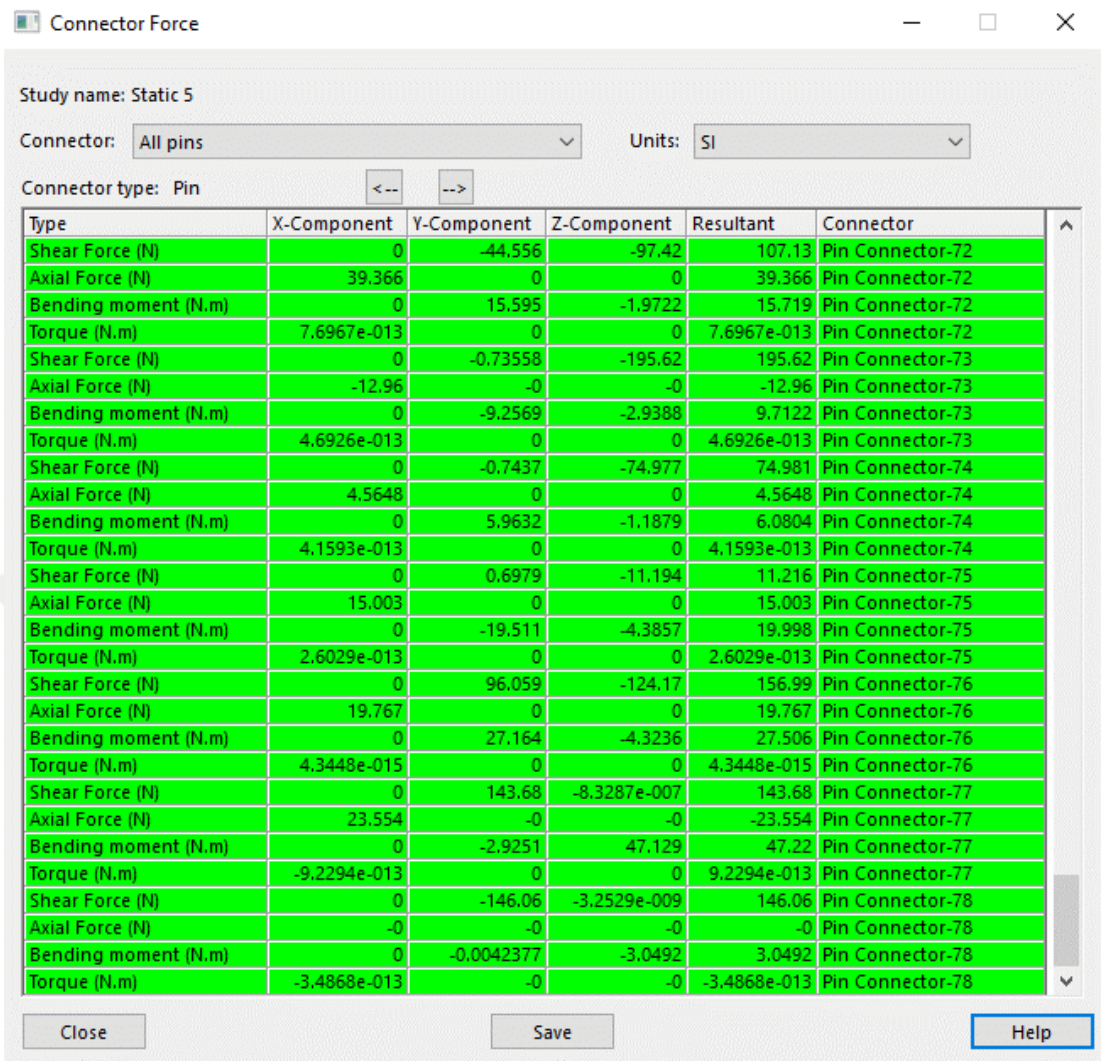
Type	X-Component	Y-Component	Z-Component	Resultant	Connector
Shear Force (N)	0	-46.146	116.31	125.13	Pin Connector-56
Axial Force (N)	42.618	-0	-0	-42.618	Pin Connector-56
Bending moment (N.m)	0	-28.907	2.7199	29.035	Pin Connector-56
Torque (N.m)	-1.6074e-012	0	0	1.6074e-012	Pin Connector-56
Shear Force (N)	0	-53.772	-96.949	110.86	Pin Connector-57
Axial Force (N)	-17.714	-0	-0	-17.714	Pin Connector-57
Bending moment (N.m)	0	-0.73829	11.569	11.592	Pin Connector-57
Torque (N.m)	-1.842e-012	-0	-0	-1.842e-012	Pin Connector-57
Shear Force (N)	0	-78.565	39.803	88.072	Pin Connector-58
Axial Force (N)	11.579	-0	-0	-11.579	Pin Connector-58
Bending moment (N.m)	0	-15.113	-3.0773	15.423	Pin Connector-58
Torque (N.m)	-1.4611e-012	0	0	1.4611e-012	Pin Connector-58
Shear Force (N)	0	7.231	-79.476	79.804	Pin Connector-59
Axial Force (N)	-17.105	-0	-0	-17.105	Pin Connector-59
Bending moment (N.m)	0	-18.897	-5.1798	19.594	Pin Connector-59
Torque (N.m)	-1.3338e-012	-0	-0	-1.3338e-012	Pin Connector-59
Shear Force (N)	0	-10.509	176.33	176.64	Pin Connector-60
Axial Force (N)	16.43	-0	-0	-16.43	Pin Connector-60
Bending moment (N.m)	0	-39.441	-2.5947	39.526	Pin Connector-60
Torque (N.m)	-1.2347e-012	0	0	1.2347e-012	Pin Connector-60
Shear Force (N)	0	-21.319	-117.99	119.91	Pin Connector-61
Axial Force (N)	-4.6327	-0	-0	-4.6327	Pin Connector-61
Bending moment (N.m)	0	-18.701	-2.2342	18.834	Pin Connector-61
Torque (N.m)	-1.1215e-012	-0	-0	-1.1215e-012	Pin Connector-61
Shear Force (N)	0	225.92	-197.9	300.34	Pin Connector-62
Axial Force (N)	-33.826	-0	-0	-33.826	Pin Connector-62
Bending moment (N.m)	0	-37.91	-12.54	39.93	Pin Connector-62
Torque (N.m)	7.6959e-013	0	0	7.6959e-013	Pin Connector-62
Shear Force (N)	0	-85.077	405.45	414.28	Pin Connector-63
Axial Force (N)	53.243	-0	-0	-53.243	Pin Connector-63
Bending moment (N.m)	0	-8.7235	5.8648	10.512	Pin Connector-63
Torque (N.m)	5.497e-013	-0	-0	-5.497e-013	Pin Connector-63
Shear Force (N)	0	466.39	-241.62	525.26	Pin Connector-64
Axial Force (N)	-27.573	-0	-0	-27.573	Pin Connector-64

Şekil 5.2 Pimlere etkiyen kuvvet ve moment değerleri (devamı)



Type	X-Component	Y-Component	Z-Component	Resultant	Connector
Shear Force (N)	0	466.39	-241.62	525.26	Pin Connector-64
Axial Force (N)	-27.573	-0	-0	-27.573	Pin Connector-64
Bending moment (N.m)	0	-27.8	-28.228	39.619	Pin Connector-64
Torque (N.m)	5.5379e-013	0	0	5.5379e-013	Pin Connector-64
Shear Force (N)	0	-271.17	-247.42	367.08	Pin Connector-65
Axial Force (N)	-29.427	-0	-0	-29.427	Pin Connector-65
Bending moment (N.m)	0	-20.435	10.552	22.998	Pin Connector-65
Torque (N.m)	7.9264e-013	0	0	7.9264e-013	Pin Connector-65
Shear Force (N)	0	-34.77	-214.68	217.48	Pin Connector-66
Axial Force (N)	-20.891	-0	-0	-20.891	Pin Connector-66
Bending moment (N.m)	0	-18.724	-5.5424	19.527	Pin Connector-66
Torque (N.m)	7.8089e-013	0	0	7.8089e-013	Pin Connector-66
Shear Force (N)	0	42.185	-235.96	239.7	Pin Connector-67
Axial Force (N)	-13.006	-0	-0	-13.006	Pin Connector-67
Bending moment (N.m)	0	-17.914	-5.274	18.674	Pin Connector-67
Torque (N.m)	7.2813e-013	0	0	7.2813e-013	Pin Connector-67
Shear Force (N)	0	-13.042	-231.04	231.41	Pin Connector-68
Axial Force (N)	-2.2197	-0	-0	-2.2197	Pin Connector-68
Bending moment (N.m)	0	-11.167	-5.1687	12.305	Pin Connector-68
Torque (N.m)	5.2538e-013	0	0	5.2538e-013	Pin Connector-68
Shear Force (N)	0	22.555	-227.82	228.94	Pin Connector-69
Axial Force (N)	-2.7793	-0	-0	-2.7793	Pin Connector-69
Bending moment (N.m)	0	-15.26	-4.8843	16.023	Pin Connector-69
Torque (N.m)	5.129e-013	0	0	5.129e-013	Pin Connector-69
Shear Force (N)	0	186.12	-175.83	256.04	Pin Connector-70
Axial Force (N)	28.935	0	0	28.935	Pin Connector-70
Bending moment (N.m)	0	8.6025	-12.107	14.852	Pin Connector-70
Torque (N.m)	4.6497e-013	0	0	4.6497e-013	Pin Connector-70
Shear Force (N)	0	-92.44	-106.73	141.19	Pin Connector-71
Axial Force (N)	2.637	0	0	2.637	Pin Connector-71
Bending moment (N.m)	0	-10.447	-0.2673	10.451	Pin Connector-71
Torque (N.m)	7.0986e-013	0	0	7.0986e-013	Pin Connector-71
Shear Force (N)	0	-44.556	-97.42	107.13	Pin Connector-72
Axial Force (N)	39.366	0	0	39.366	Pin Connector-72

Şekil 5.2 Pimlere etkiyen kuvvet ve moment değerleri (devamı)



Type	X-Component	Y-Component	Z-Component	Resultant	Connector
Shear Force (N)	0	-44.556	-97.42	107.13	Pin Connector-72
Axial Force (N)	39.366	0	0	39.366	Pin Connector-72
Bending moment (N.m)	0	15.595	-1.9722	15.719	Pin Connector-72
Torque (N.m)	7.6967e-013	0	0	7.6967e-013	Pin Connector-72
Shear Force (N)	0	-0.73558	-195.62	195.62	Pin Connector-73
Axial Force (N)	-12.96	-0	-0	-12.96	Pin Connector-73
Bending moment (N.m)	0	-9.2569	-2.9388	9.7122	Pin Connector-73
Torque (N.m)	4.6926e-013	0	0	4.6926e-013	Pin Connector-73
Shear Force (N)	0	-0.7437	-74.977	74.981	Pin Connector-74
Axial Force (N)	4.5648	0	0	4.5648	Pin Connector-74
Bending moment (N.m)	0	5.9632	-1.1879	6.0804	Pin Connector-74
Torque (N.m)	4.1593e-013	0	0	4.1593e-013	Pin Connector-74
Shear Force (N)	0	0.6979	-11.194	11.216	Pin Connector-75
Axial Force (N)	15.003	0	0	15.003	Pin Connector-75
Bending moment (N.m)	0	-19.511	-4.3857	19.998	Pin Connector-75
Torque (N.m)	2.6029e-013	0	0	2.6029e-013	Pin Connector-75
Shear Force (N)	0	96.059	-124.17	156.99	Pin Connector-76
Axial Force (N)	19.767	0	0	19.767	Pin Connector-76
Bending moment (N.m)	0	27.164	-4.3236	27.506	Pin Connector-76
Torque (N.m)	4.3448e-015	0	0	4.3448e-015	Pin Connector-76
Shear Force (N)	0	143.68	-8.3287e-007	143.68	Pin Connector-77
Axial Force (N)	23.554	-0	-0	-23.554	Pin Connector-77
Bending moment (N.m)	0	-2.9251	47.129	47.22	Pin Connector-77
Torque (N.m)	-9.2294e-013	0	0	9.2294e-013	Pin Connector-77
Shear Force (N)	0	-146.06	-3.2529e-009	146.06	Pin Connector-78
Axial Force (N)	-0	-0	-0	-0	Pin Connector-78
Bending moment (N.m)	0	-0.0042377	-3.0492	3.0492	Pin Connector-78
Torque (N.m)	-3.4868e-013	-0	-0	-3.4868e-013	Pin Connector-78

Şekil 5.2 Pimlere etkiyen kuvvet ve moment değerleri (devamı)