

ZİNCİRLİ ELEVATÖRÜN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHMET ALİ ALTUNBAŞAK

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

**MERSİN
OCAK – 2018**

ZİNCİRLİ ELEVATÖRÜN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHMET ALİ ALTUNBAŞAK

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Onur GÜVEN**

**MERSİN
OCAK – 2018**

ONAY

Mehmet Ali ALTUNBAŞAK tarafından Yrd. Doç. Dr. Onur GÜVEN danışmanlığında hazırlanan "Zincirli Elevatorün Bilgisayar Destekli Tasarımı" başlıklı çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından 19 Ocak 2018 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda oy birliği/çokluğu ile Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Görevi	Unvanı, Adı ve Soyadı	İmza
Üye	Yrd. Doç. Dr. Onur GÜVEN	
Üye	Doç. Dr. Ahmet ÇAKAN	
Üye	Yrd. Doç. Dr. Gökhan TUCCAR	

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ^{23.08}2018 tarih ve ^{2018.03}361 sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, tablo ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
- Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi

beyan ederim.

ETHICAL DECLARATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written informations and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

19 Ocak 2018 / 19 January 2018



Mehmet Ali ALTUNBAŞAK

ÖZET

ZİNCİRLİ ELEVATÖRÜN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI

Elevatör hesapları şimdiye kadar çok çeşitli çizelgelerden, tablolardan, tecrübe ve tahminlerden faydalanılarak yapılmaktadır. Uzun ve karmaşık bir hesap söz konusudur. Hesaplama esnasında alınacak yanlış bir değer hesap sonucunu değiştireceği gibi farklı bir malzeme için aynı kapasitede ve yükseklikte hesap yapmak tüm işlemlerin baştan başlaması demektir.

Bu çalışmada, toz, parça ve dökme malzemeler taşıyan ve geniş kullanım alanı olan tek sıra zincirli kovalı elevatörün tasarımını bilgisayar destekli gerçekleştiren program yapılmıştır. Elemanların boyutunun bilgisayar ortamında hesaplanması için, Visual Studio C# (C Sharp) 2017 Programlama Dili kullanılmıştır. Program Windows ortamında NET Framework üzerinde çalışan çeşitli uygulamalar oluşturmak için tasarlanmış nesnel tabanlı bir programlama dilidir.

İzlenen yöntem Tümdengelim dir. Yazılımın gerçekleştirilmesinde transport tekniği bilgileri, makine elemanları bilgileri, mukavemet ve statik temel bilgileri; eşitlik ve denklemlerin oluşturulmasında kullanılmıştır. Bu temel mühendislik bilgileri ve konuyla ilgili üretici firmaların proje çizimleri-çizelge ve tabloları harmanlanarak program hesap sonuçları ve detay bilgileri sonuç ekranında görsel olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Elevatör, Bilgisayar Destekli Tasarım, Kepçeli Götürücüler

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Onur GÜVEN, Mersin Üniversitesi, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Mersin

ABSTRACT

COMPUTER AIDED DESIGN FOR CHAINED ELEVATORS

Elevator calculations are made by using a wide variety of charts, tables, experiences and forecasts. It is a long and complicated account. An incorrect value to be taken during the calculation will change the result of the calculation, or a calculation for the same capacity and height for a different material means that all processes start from the beginning.

In this study, a computer aided design of a single row chain chained elevator with dust, pieces and bulk materials and a wide usage area was made. Visual Studio C # (C Sharp) 2017 Programming Language is used to calculate the element's size in the computer environment. Program is an object-oriented programming language designed to create various applications running on the NET Framework in Windows environment

The method being followed is deductive. In the realization of the software, transport technology information, machine component information, strength and static basic information; equations and equations. These basic engineering information and project drawings of the related manufacturer companies are combined with the charts and tables, and the program results and detailed information are displayed visually on the result screen.

Key Words: Elevator, Classical Method Design, Bucket Elevator

Advisor: Assistant Associate Prof. Dr. Onur GUVEN, University of Mersin, Department of Mechanical Engineering, Mersin

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının tamamlanmasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yardım eden ve destek olan değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Onur GÜVEN' e sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Yüksek lisans hayatım boyunca hem bilimsel hem de manevi anlamda desteklerini esirgemeyen ŞAMAN ailesine, değerli iş arkadaşlarım Özlem DOĞAN' a, Rıfat EROĞLU' na teşekkürü borç bilirim.

Hayatımın her aşamasında bana destek olan sevgili annem, babam ve kardeşlerime ayrıca hayatıma renk katan sevgili eşim ve çocuklarıma sonsuz teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	ii
ONAY	iii
ETİK BEYAN	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. ELEVATÖR TANIMI	1
1.2. AVANTAJLARI	2
1.3. ELEVATÖR TİPLERİ	2
1.3.1. Lastik Bantlı Elevatör	2
1.3.2. Zincirli Elevatörler	3
1.3.3. Tek sıra zincirli elevatör	4
1.3.4. Çift sıra zincirli elevatör	4
1.3.5. Sistem Elemanları	5
1.3.5.1. Tahrik sistemi	5
1.3.5.2. Gergi sistemi ve gergi karşı ağırlık	6
1.3.5.3. Zincir	7
1.3.5.4. Kova	11
1.3.5.5. Malzeme giriş ve döküş ağız	13
1.3.5.6. Ara gövde	15
1.3.5.7. Gözetleme ve bakım kapağı	17
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. MATERYAL	23
3.1.1. Tahrik Sistemi	23
3.1.2. Gergi Sistemi ve Gergi Karşı Ağırlık	23
3.1.3. Zincir	23
3.1.4. Kova	23
3.1.5. Kova Tipi ve Hacmi	24
3.1.6. Zincir Tipi ve Hatvesi	24
3.1.7. Zincir Dişli Çapı ve Hızı	24
	viii

3.1.8. Ara Gövde	24
3.2. YÖNTEM	25
3.2.1 Program Aşamaları	25
4.BULGULAR	32
4.1. Malzeme Seçimi	32
4.2. Kapasite Seçimi	32
4.3. Redüktör Güç Hesabı	34
4.4. Tahrik Sistemi Mil Boyutlandırması	36
4.5. Zincir Uzunluğu Hesabı	38
4.6. Aks Mesafe Hesabı	39
4.7. Zincir Baklası Kesit Hesabı	39
4.8. Tahrik Milini Etkileyen Toplam Ağırlık Hesabı	47
4.9. Tahrik Milindeki Moment Hesabı	47
4.9.1. Eğilme Momenti	48
4.9.2. Burulma Momenti	48
4.9.3. Dönme Momenti	49
4.10. Bileşke Gerilmeden Mil Çapı Hesabı	49
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	52
KAYNAKLAR	58
EKLER	60
EK I	60
ÖZGEÇMİŞ	63

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Zincir hatvesi ve kopma yükü	23
Tablo 4.1. Malzeme listesi ve özgül ağırlığı	32
Tablo 4.2. Kapasitelere göre emniyet katsayısı (Pratik Kabuller)	34
Tablo 4.3. Remas redüktör ve kaplin tipleri	35
Tablo 4.4. Remas redüktör tipleri ve SKF yatak tipleri	36
Tablo 4.5. Zincir malzemesi kopma emniyet gerilmeleri	39
Tablo 4.6. Mersin Makine A.Ş. Auto-cad projelerindeki zincir kesitleri	45
Tablo 4.7. Gergi sistemi ağırlıkları (Mersin Makine A.Ş Auto Cad Projeleri)	45
Tablo 4.8. Tahrik sistemi ağırlıkları (Mersin Makine A.Ş Auto Cad Projeleri)	47
Tablo 4.9. Mil malzemesi kayma emniyet gerilmeleri	49
Tablo 4.10. Malzeme boyut faktörü	50
Tablo 4.11. Malzeme çentik duyarlılık faktörü	50
Tablo 4.12. Malzeme yüzey faktörü	50
Tablo 4.13. Dönen miller için darbe ve aşınma katsayıları	51
Tablo 5.1. Tasarım kriterlerinin girdi tercihleri	52
Tablo 5.2. Hesap sonuçlarının karşılaştırılması	53
Tablo 5.3. Ado Madencilik Hesap Sonucu Kıyaslanması	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Tahıl taşımasında ve dökümhanelerde kullanılan elevatör	1
Şekil 1.2. Lastik banthı elevatör tahrik tamburu ve kovası	3
Şekil 1.3. Lastik banthı elevatörün genel görünüşü	3
Şekil 1.4. Çift sıra zincirli elevatör tahrik ünitesi	4
Şekil 1.5. Çift sıra zincirli elevatör tahrik grubu montajı	5
Şekil 1.6. Tahrik sistemi	5
Şekil 1.7. Tahrik sisteminin gövdeye montajı	6
Şekil 1.8. Gergi karşı ağırlık ve gergi sistemi	6
Şekil 1.9. Gergi sistemi projesi	7
Şekil 1.10. Gergi mil yataklaması (Nihard- 4 yatak)	7
Şekil 1.11. Zincir tipleri (Şaman 15, Şaman 13, Şaman 06)	8
Şekil 1.12. Zincir dizilimi	9
Şekil 1.13. Burç, zincir ve zincir dişli temas noktası	9
Şekil 1.14. Zincir kurulumu (Mersin Endüstri)	10
Şekil 1.15. Derin kova tipi	11
Şekil 1.16. Sığ kova tipi	12
Şekil 1.17. V kova tipi	12
Şekil 1.18. Zincir kova bağlantı detayı	12
Şekil 1.19. Malzemenin tabandan kepçelenerek beslenmesi	13
Şekil 1.20. Malzemenin doğrudan beslenmesi	13
Şekil 1.21. Malzemenin santrifüj boşaltması	14
Şekil 1.22. Malzemenin ağırlıkla boşaltması	14
Şekil 1.23. Malzemenin sürekli boşaltması	15
Şekil 1.24. Ara gövde imalat projesi	16
Şekil 1.25. Ara gövde katı modellemesi	17
Şekil 1.26. Tahrik sistemi gözetleme ve bakım kapağı katı modellemesi	17
Şekil 1.27. Gözetleme ve bakım kapağı imalat projesi	18
Şekil 1.28. Gergi sistemi gözetleme ve bakım kapağı katı modellemesi	18
Şekil 3.1. Microsoft visual studio c# başlangıç sayfası	25
Şekil 3.2. Microsoft visual studio c# yeni bir proje sayfası	26
Şekil 3.3. Microsoft visual studio c# program ana penceresi	27
Şekil 3.4. Hesaplamanın yapıldığı komut sayfası	28
Şekil 3.5. Komut yazılan örnek proje	28
Şekil 3.6. Komut yazılan örnek proje boş form gösterimi	29
Şekil 3.7. Komut yazılı hesap sonucu ekran form gösterimi	29
Şekil 3.8. Hesap yapılan ana pencere sonuç form gösterimi	30
Şekil 3.9. Hesap sonucu tahrik sistemi mil boyutlandırılması	30
Şekil 3.10. Hesaplamalarda kullanılan zincir karakteristik değerleri	31
Şekil 4.1. Kova tipi ve zincir dişli çapına göre kapasiteler	33
Şekil 4.2. Tahrik sistemi mil boyutlandırması	37
Şekil 4.3. Zincir ve kova sarımı	38
Şekil 4.4. A1 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti	40
Şekil 4.5. B3 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti	40
Şekil 4.6. B4 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti	41
Şekil 4.7. B5 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti	41
Şekil 4.8. Ş06 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti	42
Şekil 4.9. Ş13 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti	43
Şekil 4.10. Ş15 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti	44

Şekil 4.11. Geri karşı ağırlığı kuvvet dağılımı	46
Şekil 4.12. Tahrik milindeki kuvvet dağılımı	47
Şekil 4.13. Milde eğilme momentini oluşturan kuvvet	48
Şekil 4.14. Milde burulma etkisi	48
Şekil 5.2. Örnek 2 klasik yöntemle yapılan hesap sonuçları	53
Şekil 5.3. Örnek 2 Hesap yapılan ana pencere sonuç formu	54
Şekil 5.4. Örnek 3 klasik yöntemle yapılan hesap sonucu	54
Şekil 5.5. Örnek 3 Hesap yapılan ana pencere sonuç formu	55



KISALTMALAR VE SİMGELER

Kısaltma/Simge	Tanım
Q	İstenilen Kapasite
δ	Malzeme Özgöl Ağırlığı
Q'	Teorik Hesaplanan Kapasite
V	Kova Hacmi
v	Zincir Dişli Hızı
ζ	Redüktör Güç Hesabı İçin Emniyet Katsayısı
A	SKF Rulman kataloğundan yatak genişliğinin
B	SKF Rulman kataloğundan yatak genişliğinin
C	Remas Redüktör kataloğundan mil boyu
TD	Tahrik Zincir Dişli Çapı
D ₀	Red. Mil Çapı Ttablosunda d ₆ Olarak Verilir
E	Standart Uygulama Değeri
F	Standart Uygulama Değeri
H	Standart Uygulama Değeri
L	Yataklar Arası Mesafe
M	Remas Redüktör Mil Boyu
D ₂	Remas Redüktör Mil Çapı
D ₆	Remas Redüktör Mil Yatak Çapı
D	Mil Göbek Çapı
AA	Kova Hatvesi
BB	Zincir Hatvesi
CC	Aks Mesafesi
ZU	Zincir Uzunluğu
GZU	Gerçek Zincir Uzunluğu
A1	Zincir Tipi
B3	Zincir Tipi
B4	Zincir Tipi
B5	Zincir Tipi
Ş06	Zincir Tipi
Ş13	Zincir Tipi
Ş15	Zincir Tipi
TMA	Taşıyacak Malzeme Ağırlığı
G _G	Gergi Sistemi Ağırlığı
G _T	Tahrik Sistemi Ağırlığı
ρ	Yer Çekim İvmesi
P	Çevre Kuvvet
G	Gergi Karşı Ağırlığı
T ₁	Malzeme Dolu Tarafın Ağırlığı
T ₂	Malzeme Boş tarafın Ağırlığı
F ₁	Zincirin Taşıyacağı Ağırlık
F ₂	Milin Taşıyacağı Ağırlık
S	Zincir Bakla Kesit Alanı
S ₁	Zincir Çalışma Faktörü
S ₂	Milin Çalışma Faktörü
M _e	Eğilme Momenti
M _b	Burulma Momenti
M _d	Dönme Momenti
N	Motorun İlettiği Güç
N ₁	Motorun Devir Sayısı
N ₂	Redüktör Devir sayısı

Kısaltma/Simge	Tanım
η	Güç Aktarım Verimi
K_b	Boyut Faktörü
β_k	Çentik Duyarlılık Faktörü
K_y	Yüzey Faktörü
K_m	Darbe ve Aşınma Katsayısı
K_t	Darbe ve Aşınma Katsayısı
$\dot{I}$	Tahvil Oranı
σ_{em}	Kopma Emniyet Gerilmesi
σ_D	Dinamik Normal Gerilmesi
τ_{em}	Kayma Emniyet Gerilmesi
τ^*_{em}	Değişik Yükleme durumlarında Sınır Mukavemet Değeri
σ_{max}	Max. Gerilme
σ_{min}	Min. Gerilme

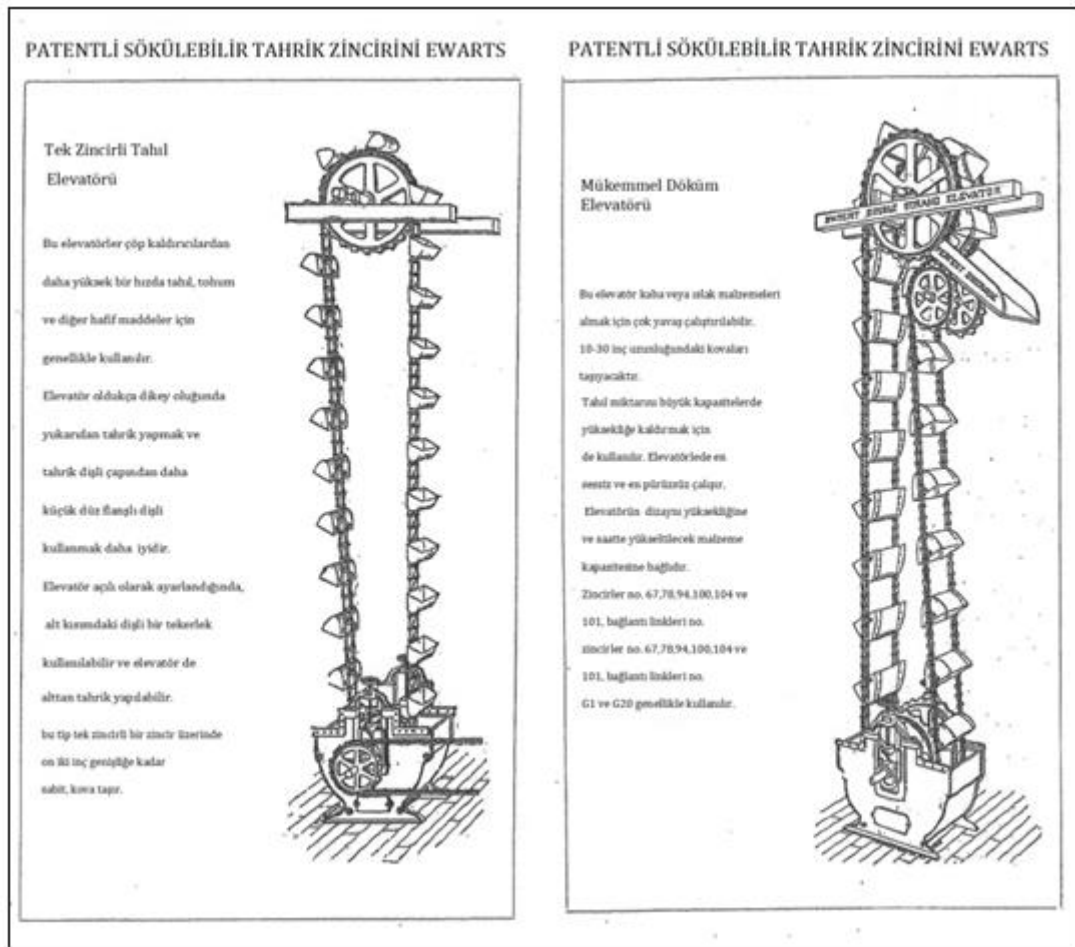
1. GİRİŞ

1.1. ELEVATÖR TANIMI

Elevatör malzemenin bir noktadan istenilen noktaya dikey olarak taşınmasında kullanılan mekanik taşıma ekipmanıdır. Özellikle ağır ve yüksek miktarda dikey taşınması gereken toz ve granül gibi yığın malzemelerin taşınmasında çok kullanışlı transfer ekipmanlarıdır [1].

TARİHÇESİ

Elevatörler de bantlı konveyörler gibi mekanik taşımada 19. yüzyılda kullanılmaya başlanmıştır [1].



Şekil 1.1. Tahıl taşınmasında ve dökümhanelerde kullanılan elevatör [2].

KULLANIM ALANLARI

Elevatörler çok değişik türde malzemelerin dikey taşınmasında günümüz dünyasında en popüler ve verimlilikte dikey taşıma sistemidir. Bundan dolayı kullanım yerleri çok yaygındır [3].

Bunlar;

- İnşaat Sektörü (Çimento fabrikaları)
- Hazırlama Tesisleri
- Dökümhaneler
- Tahıl Siloları
- Gıda Sanayi
- Kimya Sanayi
- Kâğıt, Gübre vb. Sanayi
- Depolama Tesislerinde olarak belirtilmektedir.

1.2. AVANTAJLARI

Değişik türde bant ve zincir imalatının ve kalitesinin artması nedeniyle kullanımı bütün dünyada çok hızlı bir şekilde yaygınlaşmıştır. Toz, nem gibi ağır şartlar altında kullanılabilir. Başlıca avantajları aşağıda sıralanmaktadır [3].

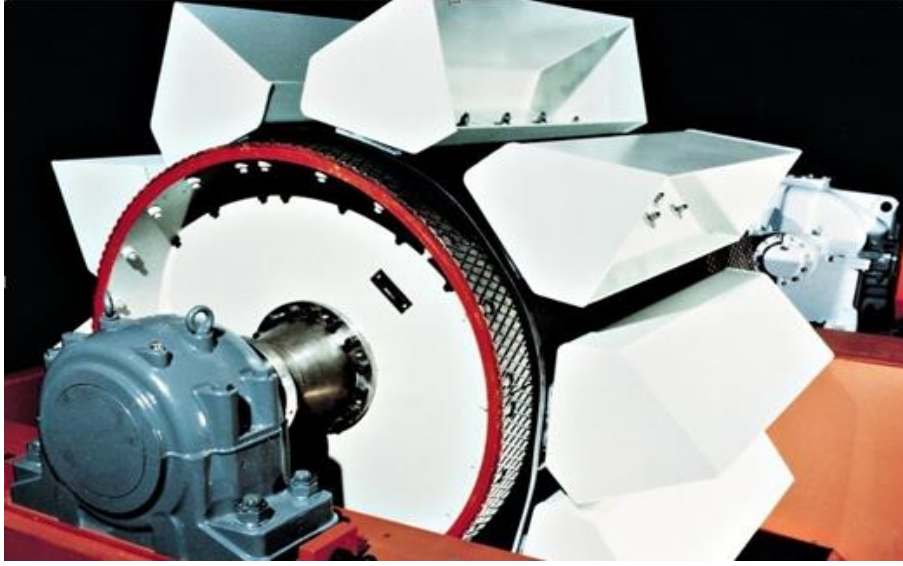
- Yük altında uzamaları azdır.
- Daha az hacme ihtiyaç duyar daha küçük yarıçaplardan dönebilirler.
- Küçük alanlarda yüksek mesafelere iletim yapabilmektedir.
- Zincir lastik banttı daha ucuzdur.
- Kovalı elevatörler kolayca kapalı bir muhafaza içine alınabilirler.
- Yükü pozitif hareketle ilettiklerinden daha emniyetlidir.
- Malzemeyi taşıyan elemanların bağlantısı emniyetli ve güçlüdür.
- Çekme dayanımları yüksektir.

1.3. ELEVATÖR TİPLERİ

Elevatörler lastik bantlı ve zincirli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Zincirli elevatörler de kendi içerisinde tek sıra zincirli ve çift sıra zincirli olmak üzere iki tiptir [9].

1.3.1. Lastik Bantlı Elevatör

Bantlı elevatör ile zincirli elevatörün gövde yapıları birbirine benzerlik gösterir. Çekme organı olarak bantlı elevatörde zincir değil bant kullanılır (Şekil 1.3). Çekme organını tahrik eden eleman olarak dişli değil tambur kullanılmasıdır(Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Lastik bantlı elevatör tahrik tamburu ve kovası [10].



Şekil 1.3. Lastik bantlı elevatörün genel görünüşü [11].

1.3.2. Zincirli Elevatörler

Zincirli elevatör ile bantlı elevatörün gövde yapıları birbirine benzerlik gösterir. Çekme organı olarak zincirli elevatörde bant değil zincir kullanılır. Çekme organını tahrik eden eleman olarak tambur değil dişli kullanılmasıdır.

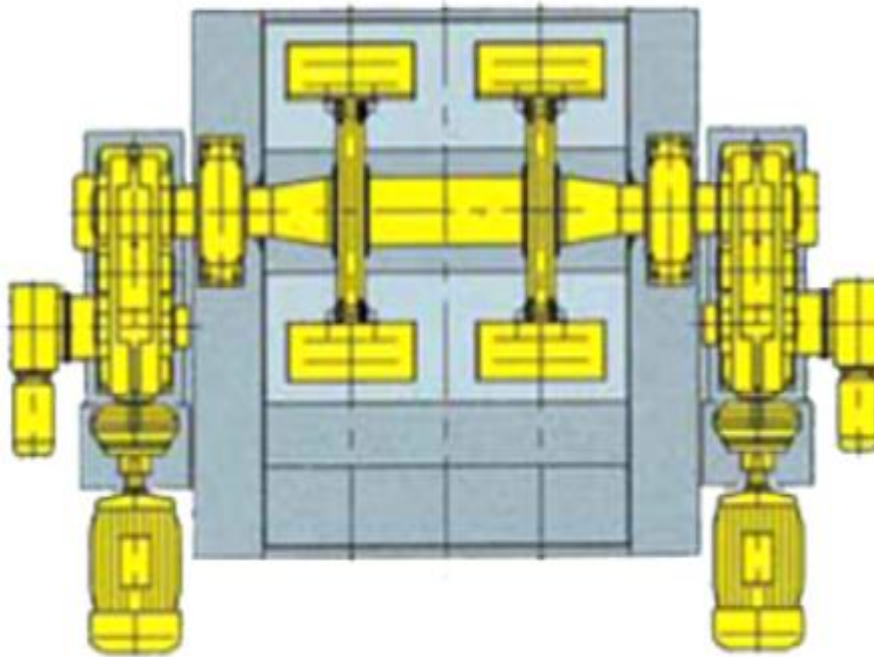
1.3.3. Tek sıra zincirli elevatör

Tek sıra zincirli elevatör, sonsuz bir zincirin iki zincir dişli arasında zincirin gerdirilerek, malzemenin yükleme noktasından boşaltma noktasına kadar transferini sağlayan ekipmandır. Yaklaşık 600 m³/h kapasiteye kadar tek sıra zincirli elevatör yapılabilmektedir.

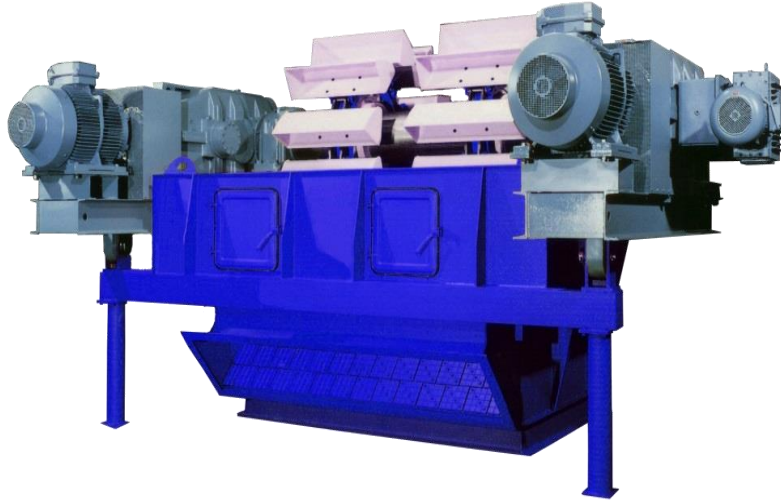
1.3.4. Çift sıra zincirli elevatör

Yüksek kapasitenin gerektirdiği yerlerde 600 m³/h'ten fazla olan kapasitelerde çift zincir veya çift kovalı olarak dizayn edilebilmektedir. Şekil 1.4'te çift sıra zincirli elevatör tahrik ünitesi bulunmaktadır.

Müşterek bir şaft üzerine yerleştirilmiş çift sıra kova ve eşit tahrik kuvveti sağlayan ikiz tahrik sistemi sayesinde kovalar eşit olarak yüklenerek yüksek kapasite ihtiyacına cevap verebilmektedir. Şekil 1.5'de çift sıra zincirli elevatör tahrik grubu montajı görülmektedir.



Şekil 1.4. Çift sıra zincirli elevatör tahrik ünitesi [9].

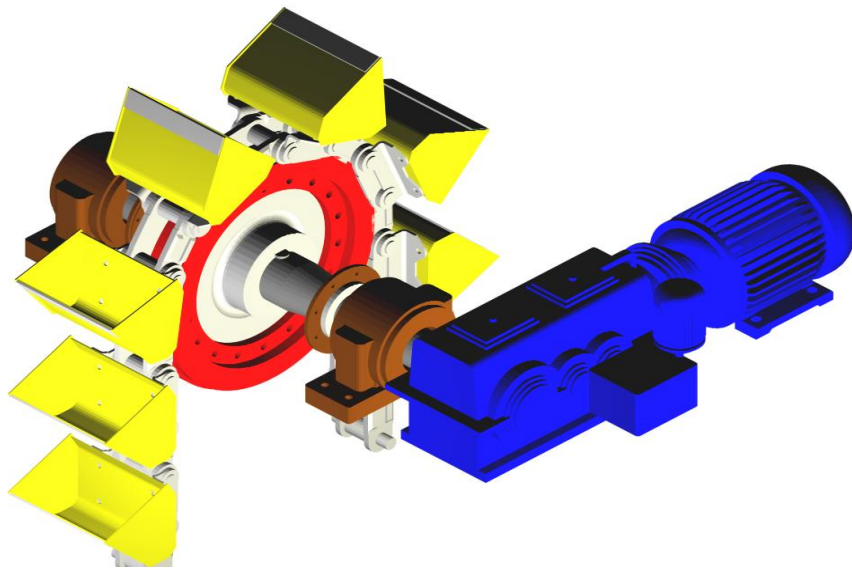


Şekil 1.5. Çift sıra zincirli elevatör tahrik grubu montajı [9].

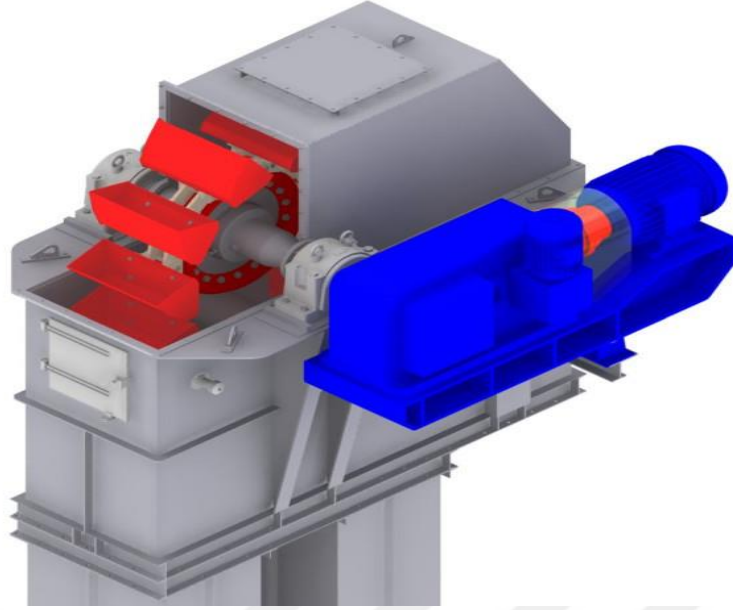
1.3.5. Sistem Elemanları

1.3.5.1. Tahrik sistemi

Tahrik sistemi iletim hattından gelen malzemenin mal giriş ağzından kovalara dolarak zincire bağlı kova vasıtasıyla yükseltilmesi ve mal döküş ağzından malzemenin dökülmesi için gerekli olan hareketi, enerjiyi veren sistemdir (Şekil 1.6). Tahrik sisteminde elektrik motoru, redüktör, yatak, mil, zincir dişli ve zincir dişli göbeği, zincir, kova, tahrik alt ve üst gövde muhafazası bulunmaktadır. Redüktör olarak Nord, Yılmaz, Remas, Flender gibi markalar, Yatak için ise SKF , FAG gibi markalar kullanılmaktadır. Şekil 1.7’de tahrik sisteminin gövdeye montajı görünmektedir.



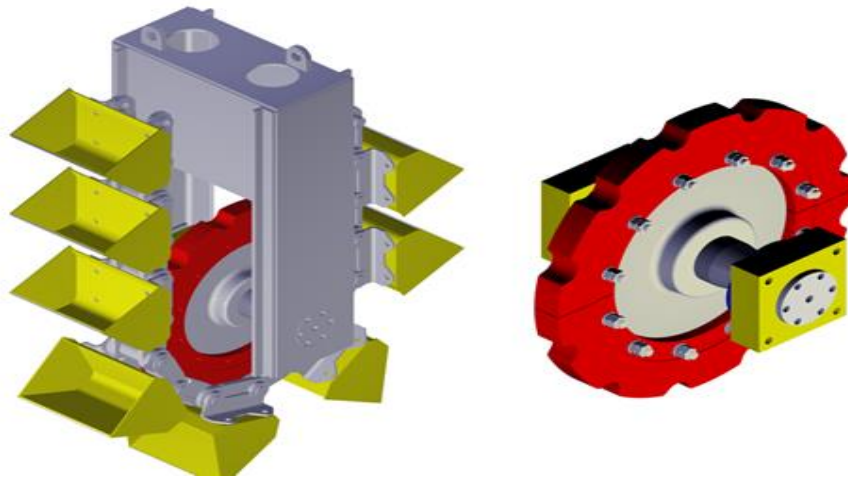
Şekil 1.6. Tahrik sistemi [18].



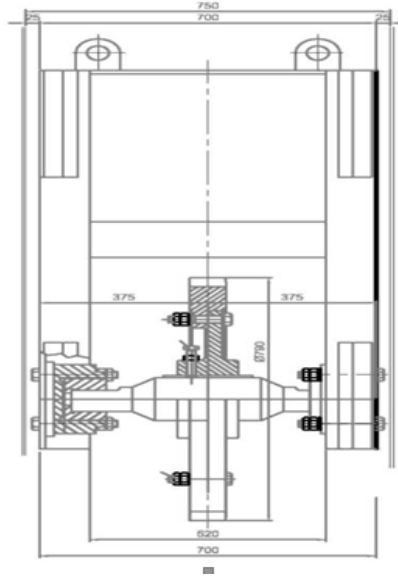
Şekil 1.7. Tahrik sisteminin gövdeye montajı [18].

1.3.5.2. Gergi sistemi ve gergi karşı ağırlık

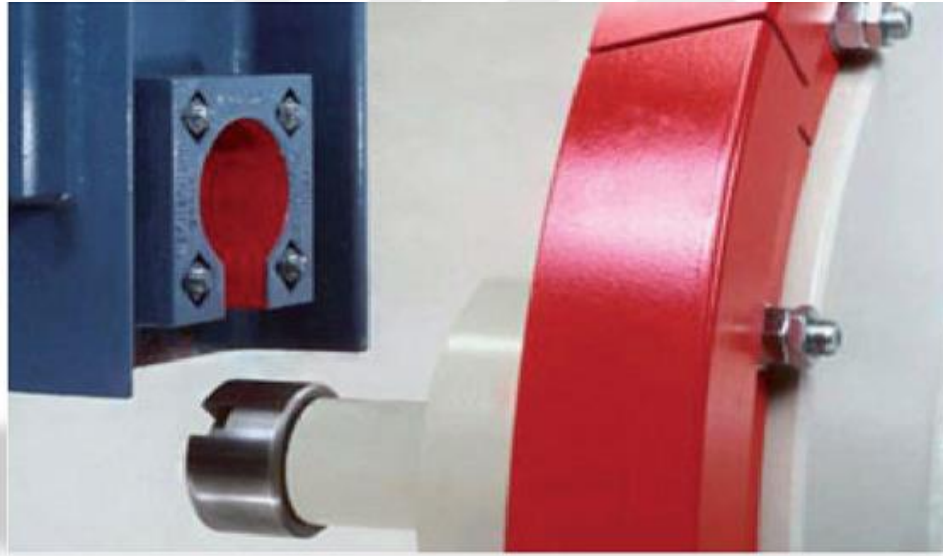
Gergi sistemi ve gergi karşı ağırlığı elevatörün alt kısmında yer almaktadır. Sistemin tek amacı zincirin zincir dişlisine tam oturmasını ve yeterli gerilimi sağlamak, aşınma sonucu ortaya çıkacak uzamayı dengeleyerek tahrik sistemin bollaşmasını engellemektir (Şekil 1.8). Gergi düzenekleri ayrıca miller arası mesafenin kısaltılmasına imkân sağladıkları için zincirin montajı, bakımı ve değiştirilmesi sırasında kolaylık sağlar. Şekil 1.10'da gergi mil yataklaması görünmektedir. Gergi düzeneğinde nihard-4 yatak, mil, zincir dişlisi ve karşı ağırlık kutusu bulunur aynı zamanda düzenek gürültü ve titreşimi azaltma noktasında da faydalıdır. Şekil 1.9' da gergi sistemi projesi bulunmaktadır.



Şekil 1.8. Gergi karşı ağırlık ve gergi sistemi [18].



Şekil 1.9. Gergi sistemi projesi [19].



Şekil 1.10. Gergi mil yataklaması (Nihard- 4 yatak) [18].

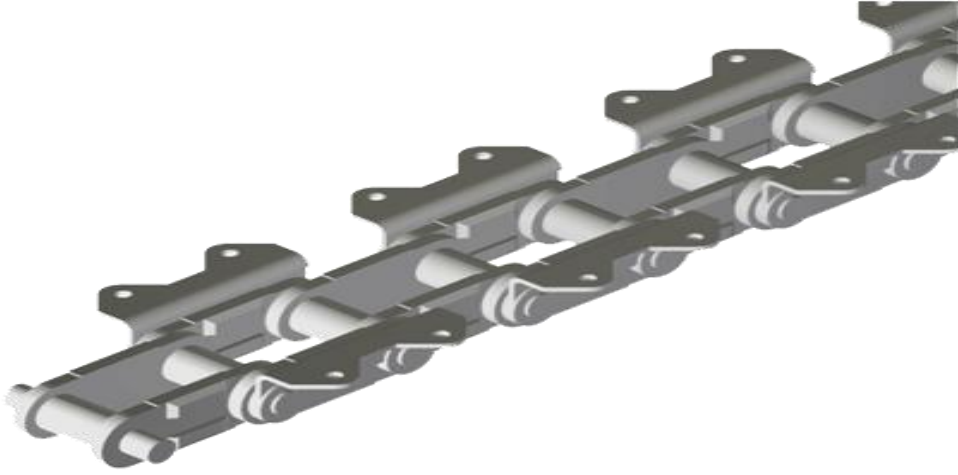
1.3.5.3. Zincir

Zincirler elevatörlerde kapalı bir gövde içerisinde çekme organı olarak kullanılan tahrik dişlisi ile hareketlendirilen malzeme iletimini sağlayan iletim makinalarıdır (Şekil 1.11). Lamel malzemesi olarak ıslah çeliği ve perno malzemesi olarak da aşınmaya dayanımı yüksek alaşımlı çelikler kullanılmaktadır. Zincirdeki bütün baklalara, mukavemet ve aşınma dayanımını arttırmak için ısıtıl işlem uygulanmaktadır. Şekil 1.12’de zincir dizilimi görülmektedir. Burçlar ve

pernolar baklalara, kontrollü sıkı geçmeyle bağlanmıştır. Bu oldukça dar sıkı geçmeler, baklaların yorulma dayanımlarını önemli ölçüde arttırmıştır. Pernolardaki sıkı geçme arttıkça baklaların yorulma dayanımı artmaktadır. Şekil 1.13’de Burç, zincir ve zincir dişli temas noktası görünmektedir. Zincirin esnek ve aynı zamanda sağlam olması eğik, yatay ve düşey taşımaların, aynı sistemde bir arada yapılmasını mümkün kıldığı sistemlerde bulunmaktadır. Montaj ve demontaj esnasında sürekli kuvvetler, mekanik veya hidrolik presler tercih edilmelidir (Şekil 1.14). Zincirler, darbelere ve aşırı yüke karşı hassas, paslanmaya karşı daha dayanıklıdır. Gürültülü çalışırlar, bu nedenle küçük hızlarda kullanılırlar.



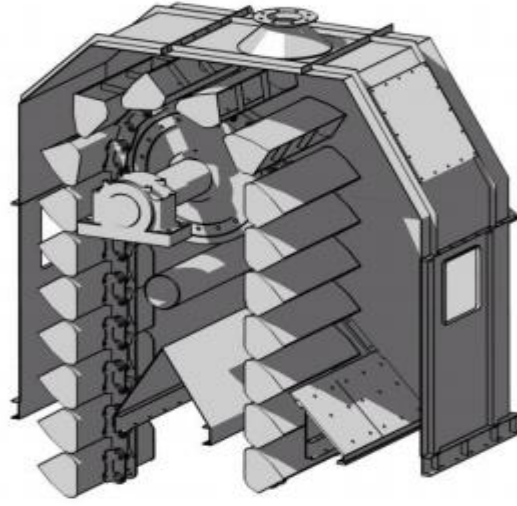
Şekil 1.11. Zincir tipleri (Şaman 15, Şaman 13, Şaman 06) [18].



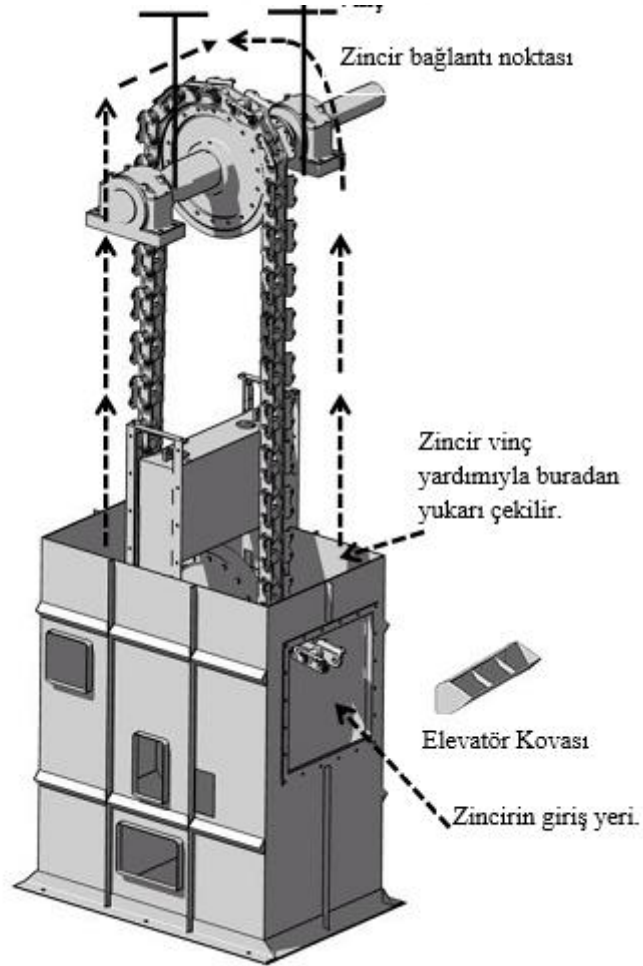
Şekil 1.12. Zincir dizilimi [18].



Şekil 1.13. Burç, zincir ve zincir dişli temas noktası[18].



Vinç



Şekil 1.14. Zincir kurulumu (Mersin Endüstri) [20].

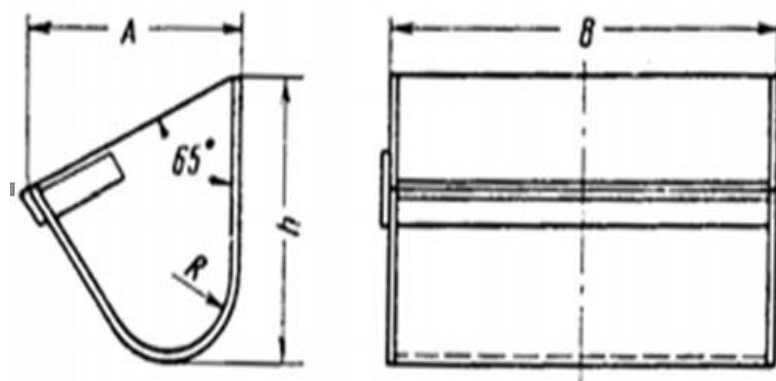
1.3.5.4. Kova

Elevatörde üç tip kova kullanılmaktadır. Bunlar derin (Şekil 1.15), yuvarlak dipli, sığ (Şekil 1.16) ve V-tipidir (Şekil 1.17). Kova türleri, ana geometrik boyutları (B genişliği, A izdüşümü ve H yüksekliği) ve kapasiteleri ile belirlenirler. Kova sac malzemesi olarak St 37 kullanılmaktadır. Aşındırıcılık özelliği olan taşınacak malzemelerde ise kova iç çeperlerine Hardox 400 malzemesi kullanılmaktadır [13]. Zincir kova bağlantı detayı (Şekil 1.18) görülmektedir.

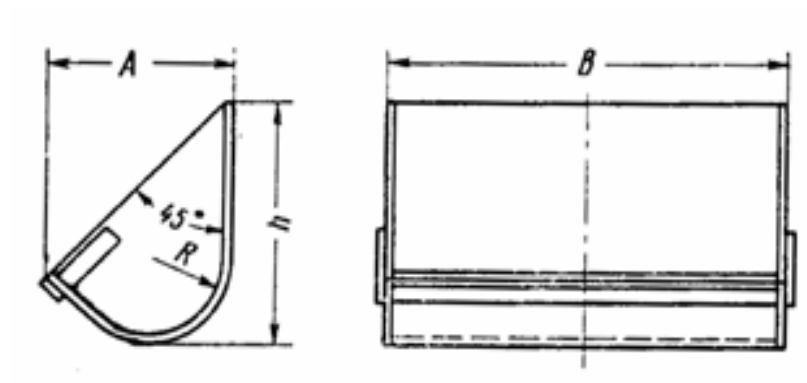
Şekil 1.15'te derin kovaların ön ağzı 65° lik bir açıda kesilmiş ve böylece önemli bir derinlik sağlanmıştır. Bu kovalar kuru ve serbest akışlı toprak, kum, tahıl ve ince kömür gibi dökme malzemelerin taşınmasında kullanılırlar. Derin kovalarda genişlik 135 - 450 mm, yükseklik 101 - 240 mm ve kapasite 0.75 - 14.5 litre arasında değişir [13].

Şekil 1.16'da sığ tür kovaların ön ağzından 45° lik bir açı ile kesilmiştir; bu nedenle kova sığdır. Bu kovalar nemli, sıkışabilir ve yavaş akışlı dökme malzemelerin taşınmasında kullanılırlar. Kovanın alçak dudağı ve sığlığı, malzemenin boşaltılmasını kolaylaştırır. Sığ kovalarda genişlik 160 - 450 mm, yükseklik 100 - 285 mm ve kapasite 0.65-15 litre arasında değişir [13].

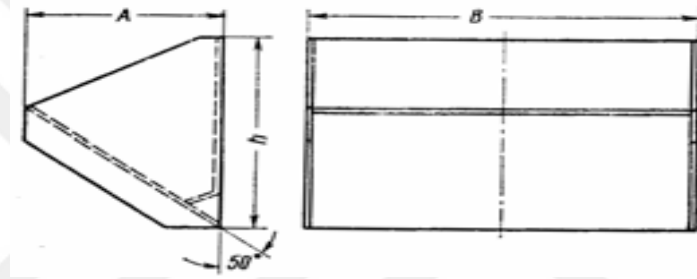
Şekil 1.17'de V-kovalar yalnızca sürekli boşaltmak tipli elevatörde ve ağır, kütleli ve aşındırıcı özelliğe sahip malzemelerin taşınmasında kullanılmaktadır. Bunlarda genişlik 160 - 900 mm, yükseklik 155 - 620 mm ve kapasite 1.5 - 130 litre arasında değişir [13].



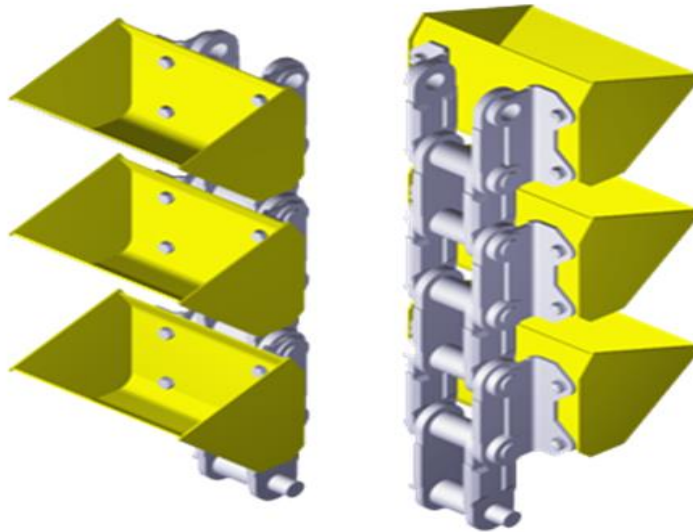
Şekil 1.15. Derin kova tipi [13].



Şekil 1.16. Sığ kova tipi [13].



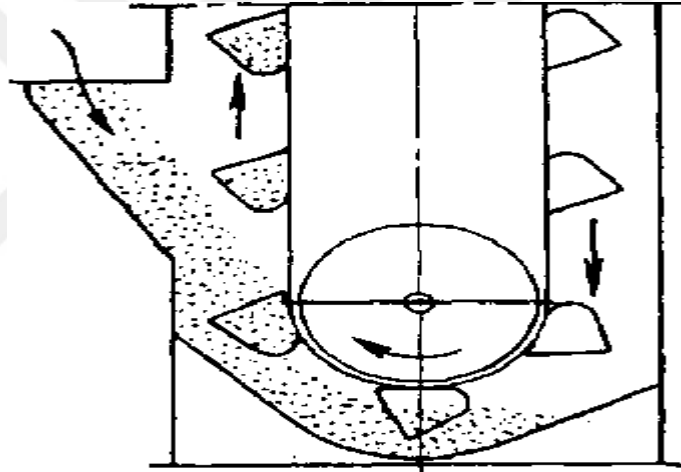
Şekil 1.17. V kova tipi [13].



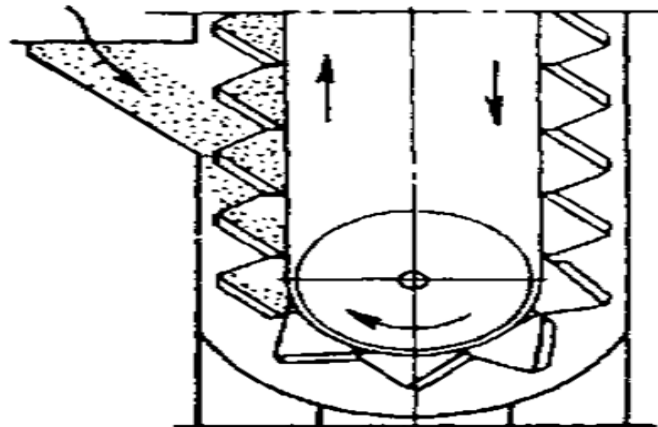
Şekil 1.18. Zincir kova bağlantı detayı [18].

1.3.5.5. Malzeme giriş ve döküş ağızı

Elevatörde malzeme girişi, tabandan kepçelemek (Şekil 1.19) ve doğrudan doğruya bir besleme oluştundan beslemek (Şekil 1.20) olmak üzere iki tiptir. Uygulamada genellikle bu iki yöntem birlikte kullanılır. Zincirli elevatörlerin pudra veya küçük parçalı ve çoğunlukla orta aşındırıcılıkta kömür tozu, turba, çimento, toprak, kum, hızar talaşı, kırılmış kömür, fosfatlı gübreler gibi malzemeler taşıyan aralıklı kovaları, genellikle tabandan kepçelenerek yükleme yöntemi ile kullanılır. Çünkü bu tür malzemeler, kepçelenmeye karşı önemli bir direnç göstermezler. Bu tür malzemeler tanımlanan bu yöntemle yüklendiğinde, elevatör 0,8 - 2 m/s arasında değişen oldukça yüksek hızlarda çalışabilir. Büyük parçalı ve çakıl, maden cevheri ve iri-parçalı kömür gibi aşındırıcı malzemeler, kepçelenmeye karşı büyük direnç gösterirler ve bu da kovanın aşınmasına hatta zincirin kopmasına neden olur. Hız genellikle 1 m/s'nin altında olur zira kovaya çarpan malzeme hız yüksekse geri sıçrayabilir. Bu nedenle, büyük parçalı ve aşındırıcı malzemeler, düşük hızda kovalara doğrudan doğruya beslenirler [12].

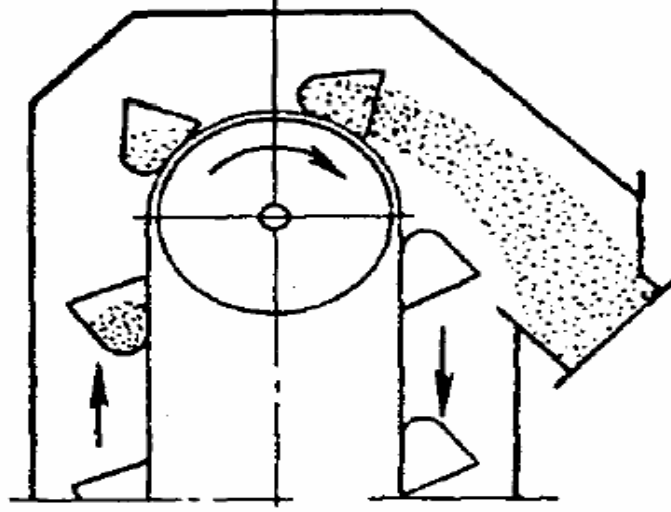


Şekil 1.19. Malzemenin tabandan kepçelenerek beslenmesi [12].



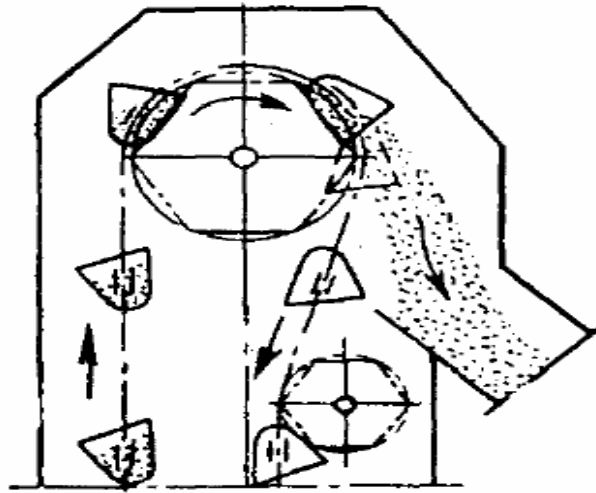
Şekil 1.20. Malzemenin doğrudan beslenmesi [12].

Malzeme boşaltılmasında en önemli etkenler hız ve kova tipidir. Öyle bir hız seçilsin ki kova içindeki tanecikler ne arkasından gelen kova tarafından geçilsin nede öndeki kova ile çarpışsın; kova tipleri de bundan dolayı farkı imalat edilmektedir. Malzemenin kovadan boşaltması Santrifüj boşaltma, Ağırlıkla boşaltma veya Sürekli boşaltmadır [14].



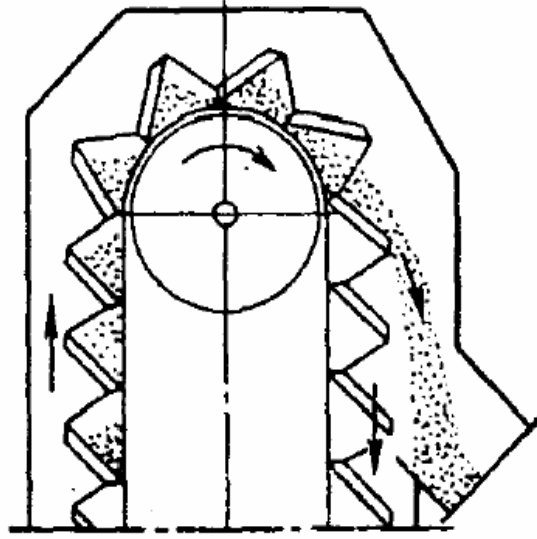
Şekil 1.21. Malzemenin santrifüj boşaltması [14].

Santrifüj boşaltmada kova dişli etrafından dönerken oluşan merkez kaç kuvveti etkisiyle malzeme kovadan savrulur ve döküş ağzına doğru yönelir. Santrifüj boşaltma, serbest akışlı pudra, taneli veya küçük parçalı malzeme taşıyan kovaların aralıklı olarak yerleştirilmesi ile yüksek hızlı elevatörlerde kullanılır. Santrifüj boşaltmalı genel amaçlı elevatörlerin kova hızı genellikle 1 - 2 m/s alınır. Yüksek hızlı elevatörlerde kova aralıkları, bir kovadan boşaltılan malzeme önceki kovaya çarpmayacak şekilde belirlenir [14].



Şekil 1.22. Malzemenin ağırlıkla boşaltması [14].

Ağırlıkla boşaltmalı da malzeme, kova ağız yere bakınca malzeme yerçekimi etkisiyle kendi ağırlığı ile dökülür. Bu tür boşaltma yavaş-akışlı pudra, nemli, ince pullu ve yağ malzemeler için (kömür tozu, tebeşir, çeşitli kimyasal maddeler, yağ kül, hızar talaşı, vb.) kullanılır. Bu tip boşaltma eğik elevatörlerde sıklıkla kullanılır. Düşey elevatörlerde ağırlıkla boşaltma çift sıra zincirli elevatörlerde ise saptırma dişlileri kullanılarak uygulanır. Saptırma dişlisinin tek amacı malzemenin gövdenin içine düşmesini önlemektir [14].



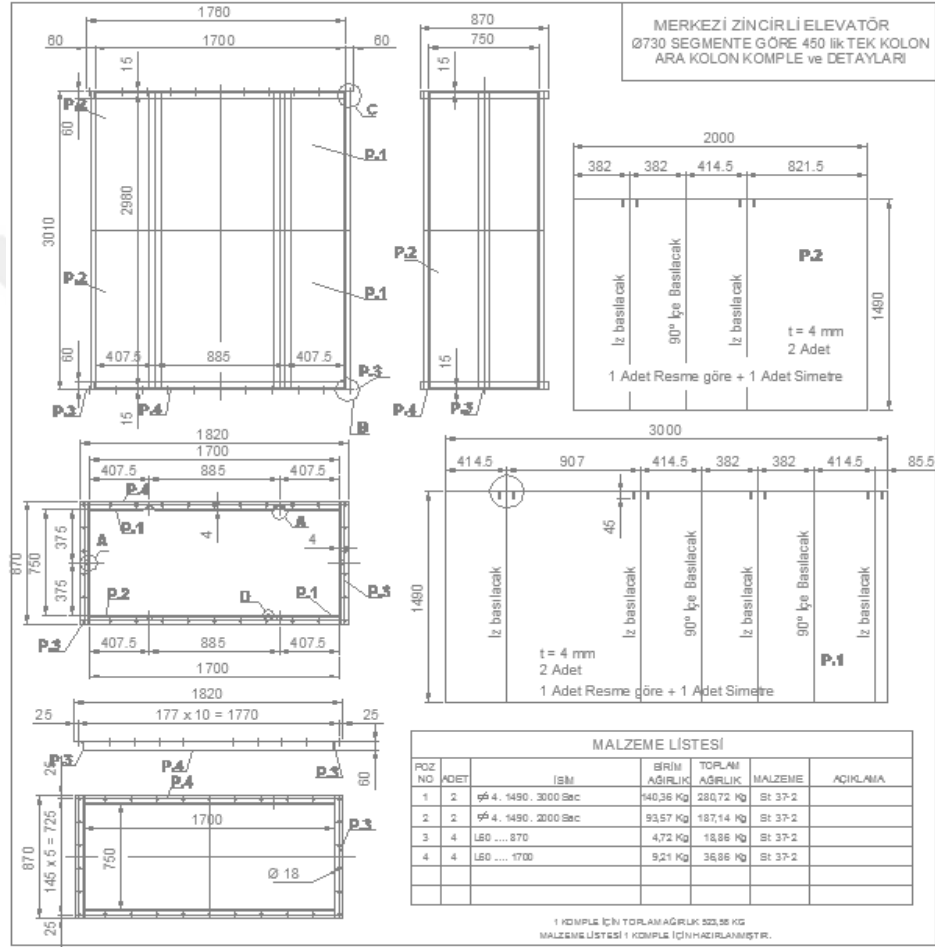
Şekil 1.23. Malzemenin sürekli boşaltması [14].

Sürekli boşaltma, düşey ve eğimli kepçeli yükselticilerde (bantlı ya da zincirli) kullanılır. Çekme elemanı tepe kasnağının ya da zincir dişlisinin çevresinde dönerken her kova bir öncekinin önüne boşalır ki bu da malzemenin ana boşaltma oluğuna akıtılması için bir şut ya da kılavuz görevi yapar. Bu tür boşaltmada, kova hızları 0,4 - 0,8 m/s arasında değişen yavaş-hızlı yükselticilerde uygulanır. Sürekli boşaltmalı elevatörler başlıca ağır, iri-parçalı, aşındırıcı ve orta derecede aşındırıcı malzemelerin (çakıl, cevher, cüruf, iri-parçalı kömür, vb.) ve ayrıca kırılarak daha küçük boyutlara indirilen ufalanabilir malzemelerin (taşlı kömür, odun kömürü, kok, vb.) taşınmasında kullanılırlar [14].

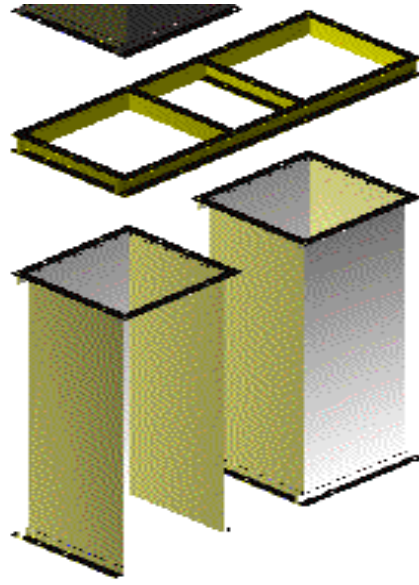
1.3.5.6. Ara gövde

L tipi bükülmüş sacların kaynaklı birleştirilmesi ya da panel şeklindeki sacların uçlarının 90° kıvrılması ile oluşturulan kutu şeklinde gövdelerden yapılır. Uçları kıvrılarak yapılan gövdelerin imalat ve montajı zor olduğundan aynı zamanda nakliye ve ambar lamada sıkıntı oluşturacağından pek tercih edilmezler. Genellikle L tipi bükülmüş sacların kaynaklı birleştirilmesi ve bunların birbirlerine flanşlar yardımıyla cıvata bağlantısı ile yapılmasıdır.

Şekil 1.25'te ara gövde katı modellemesi görünmektedir. Ara gövdeler 3 – 5 mm' lik çelik saçtan yapılır. Kenarları boyunca ve uçlarda köşebent takviye çubukları kullanılır. Ara gövde uzunlukları standart olarak 3 m yapılır ve en son gövde uzunluğu elevatör yüksekliğine göre ayarlanır (Şekil 1.24). Ara gövdeler kapalı kutu şeklinde olduğundan dolayı toz geçirmez ve emniyetlidirler. Taşıma gücü yüksek olduğundan içlerine taşıyıcı bir iskelet yapılmaz kendi kendilerini taşıyabilmektedirler [19].



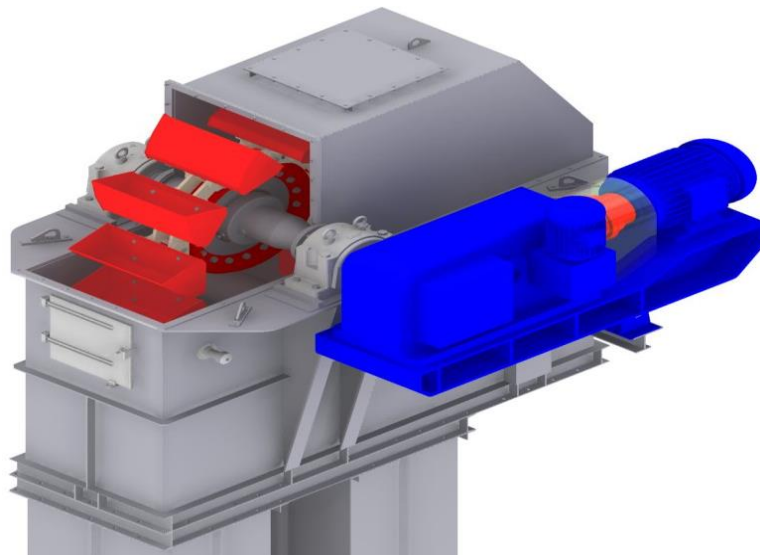
Şekil 1.24. Ara gövde imalat projesi [19].



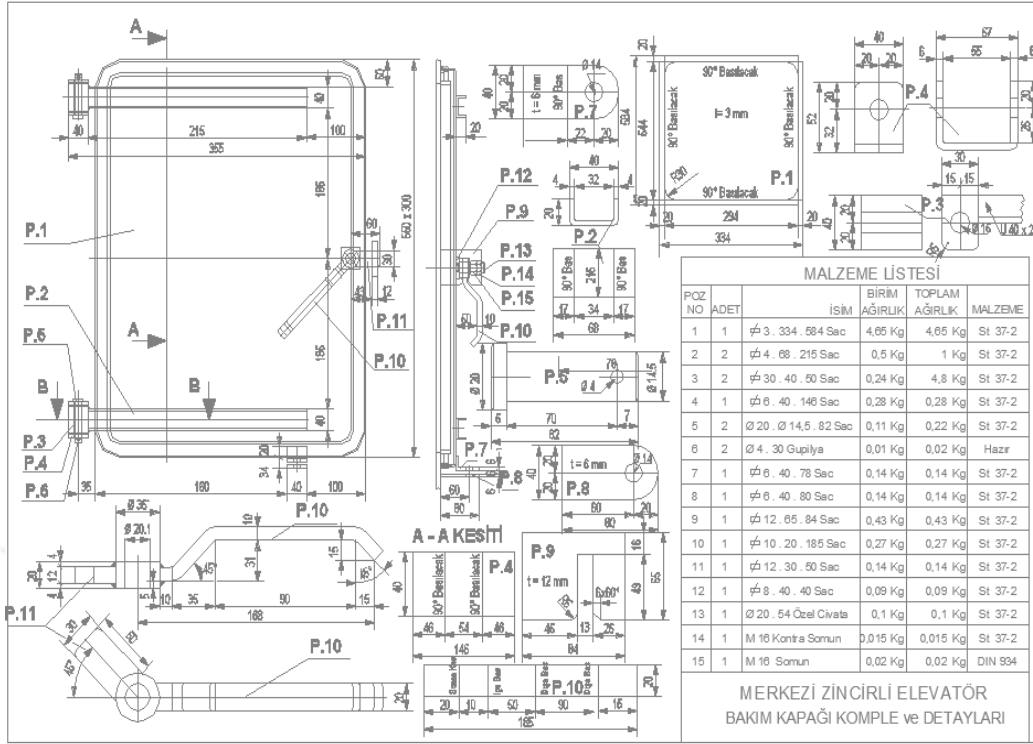
Şekil 1.25. Ara gövde katı modellemesi [18].

1.3.5.7. Gözetleme ve bakım kapağı

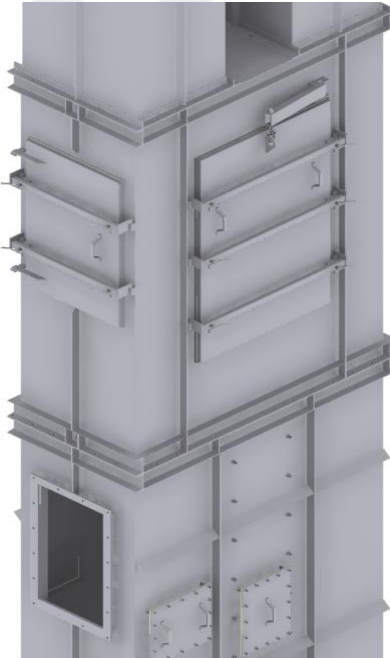
Elevatörün çalışmasını, malzemenin akışını gözlemlemek ve meydana gelen arızalarda sisteme müdahale etmek için 6 adet bulunmaktadır (Şekil 1.27). Bunlar 2' şer adet olarak tahrik sistemi (Şekil 1.26), gergi sistemi ve gergi karşı ağırlığında (Şekil 1.28) bulunmaktadır. Gözetleme ve bakım kapağı personelin ve malzemenin geçişini engellemeyecek ebatlarda yapılması gerekmektedir. Toz geçirmez ve sızdırmaz olmalıdır. Malzeme olarak ara gövdede kullanılan çelik sac kalınlıkları ile aynıdır [19].



Şekil 1.26. Tahrik sistemi gözetleme ve bakım kapağı katı modellemesi [18].



Şekil 1.27. Gözetleme ve bakım kapağı imalat projesi [19].



Şekil 1.28. Gergi sistemi gözetleme ve bakım kapağı katı modellemesi [18].

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

Kurtboğan G. [3] Yaptığı çalışmada kovalı elevatör de en önemli tasarım kriterinin hız olduğunu ifade etmiştir. Hızın, elevatörün tasarımında gerek elevatör boyutlarının gerekse maliyetin aşırı artmasına neden olduğu söylenmiştir. Elevatör tasarımında dikkat edilmesi gereken diğer önemli bir unsurun tambur çapı veya dişli çapı olduğunu belirtmiştir. Tambur veya dişli çapı büyüdükçe iletimin daha düzgün olduğunu ancak çapın çok fazla büyümesi elevatör hacminin büyümesine neden olacağından pratikte hem hız hem de tambur çapı seçiminde deneysel yolla saptanmış standart tablolardan yararlanılmasının gerektiğini belirtmiştir.

Yüksek sıcaklıklarda nispeten sert iri parçalı (maden cevheri gibi) malzeme iletiminde zincirli elevatör, toz halindeki malzemelerin (bilhassa tahıl) yüksek hızda iletiminde bantlı elevatör tercih edilmesi gerektiği söylenmiştir. Elevatörlerin çeki elemanları bu çalışma kapsamında geniş şekilde irdelenip özellikleri incelenmiş, elevatör seçiminde bu elemanlardan ortam şartlarına ve malzeme özelliklerine göre doğru zincir veya bant seçimi yapılması gerektiğini ifade etmiştir. Elevatör tasarımında hemen hemen tüm elemanlar standartlarla belirlenmiş olup tasarımda bu değerlerden yararlanılması durumunda düzgün bir iletim sağlanacağından bahsetmiştir.

Sinnott, M. D., Hilton, J. E., Bride, W. M., Cleary, P. W. [4] Yaptığı çalışmada hava akımının bir kovalı elevatörde parçacık davranışına etkisi ve deşarj dinamiği üzerindeki etkisi, birleştirilmiş DEM-CFD modeli kullanılarak araştırılacağını bahsetmiştir. Dökme malzemelerde parçacık boyutu azaltılırsa daha fazla akışkanlığa sahip olunacağı ve kovadan daha hızlı akıma ve dolayısıyla hafif bir artışa, kaba parçalarda kova içinde kalacağından bu debi hesaplamasında %6 daha fazla azalma ile daha güçlü bir boyut efekti sağladığını anlatmıştır. Gaz olmadığı zaman kova yükünün yaklaşık %80'i deşarj olduğu boşaltma kanalına bildirilen kütlenin çoğunun kovanın merkezi yarısından kaynaklandığı bilindiğini söylemektedir.

Büyük ölçekli hesaplama modellerinin temsil etme potansiyeli mekanik taşıyıcıda eşleştirilmiş gaz ve parçacık akışı ve endüstriyel uygulama için değerli bir araç olduğu ifade etmiştir. Hesaplamalı modelleme çiftli parçacık ve grid tabanlı yöntemlerin kullanılması, bu tür sistemler için ilgili fiziksel mekanizmaları iyi temsil edeceğinden bahsetmiştir.

Holbrow, P., Lunn, G. A., Tyldesley, A. [5] Bu çalışmasında kovalı elevatörlerinin havalandırmayla patlamaya karşı korunması üzerine deneysel bir programın raporu olduğunu ifade etmiştir. Projede iki kovalı elevatör kullanıldığından bahsetmiştir. Her iki elevatör de erişim seviyelerine sahip bir kuleye 2.7 m aralıklarla monte edildiğini ve bunların biri tek gövdeli elevatör diğeri ise iki gövdeli bir elevatör olduğu söylemiştir. Testte 211 bar / s'ye kadar

K_{st} değerleri ile dört toz kullanılmış ve toz enjeksiyonu ve normal çalışma ile toz bulutları üretilmiştir. Tek gövdeli elevatör için ana test programında optimum havalandırma kesit tayini için bir seri test yapıldı. Enjeksiyon basıncının şartları, toz konsantrasyonu ve en yüksek patlamaya neden olan ateşleme gecikmesi basınçları optimum koşullar boyunca kullanıldığından bahsedilmiştir. Azaltılmış patlama basınçları ölçülmüş ve sonuçlardan yol gösterilmiştir. Havalandırma delikleri arasında 6 m'lik mesafe kullanılması önerilmiştir.

Kovalı elevatörlerinin patlama havalandırması, tek gövdeli bir asansör ve bir numaralı ikiz gövdeli bir elevatör yanıcı tozlardan patlama basınçlarının azalması ölçülmüş ve sonuçlar Sağlık Bakanlığı tarafından kullanılmış olduğundan bahsetmiştir.

Bilgin, Ö., Koç, E. [6] Yaptığı çalışmada çimento hammaddeleri olan kalker ve şist'in hangi yöntemle, hangi taşıyıcı ekipmanlar yardımıyla ocaktan çıkarıldığından bahsetmiştir. Klinkerin nasıl elde edildiğini ifade etmiştir. Çimentonun ana maddesi olan yarı mamul klinker ile istenilen çimento çeşidine göre diğer katkı maddeleri ile karıştırılarak değirmende öğütülmesi sonucu toz halindeki çimentonun elde edildiğini ifade etmiştir. Çimento üretiminde kullanılan ana ekipmanlardan bahsedilmiştir. Elde edilen çimentonun yatayda havalı bant ile düşeyde Kovalı elevatörlerle taşındığından söz etmiştir. Kovalı elevatörün tanımı ifade etmiştir.

Çimento sektöründe kullanılan tüm makineler birbirine bağlı ve çok büyük makinelerdir. Tüm teknoloji üretim binası içinde bulunan merkezi kumanda odasından bilgisayarlar ile kontrol edildiğini herhangi bir aksaklık buradan rahatça tespit edilebilmekte olduğundan bunun yanı sıra merkezi kumandaya gelen üretim ve stok verileri ile de planlanan üretimin ne kadarının gerçekleştiği belirlenebilmekte olduğu ifade edilmiştir. Fabrika da merkezi kumanda sistemi de 7 gün 24 saat esasına göre çalışmaktadır. Fabrikada yalın yaklaşım, esnek üretim sistemi gibi değerler uygulandığından söz edilmiştir. Yalın yaklaşımın amacının değerlerin ilk hammaddeden başlayarak üretim süreci boyunca hiç kesintisiz akıtılarak hızla nihai müşteriye ulaştırılması olduğu söylenmektedir. Esnek üretim sisteminin fabrikada kullanıldığının en büyük kanıtı tüm fabrikanın merkezi kumandadan idare edildiğinin ifade edildiği söylenmiştir.

Manav, Y. [7] Yaptığı çalışmada zincirli konveyörler endüstride malzemelerin taşınmasında çok yaygın olarak kullanılmakta olduğunu bu tez çalışmasında kazıyıcı iletici olarak adlandırılan ve genellikle malzeme hazırlama tesislerinde kullanılan zincirli konveyörler ele alınmıştır. Süreklilik arz eden sistemlerde üretimin devamlılığı olduğundan zincirli konveyörlerin en kritik elemanları olan zincirlere etkiyen kuvvetlerin tespiti ve gerilme dağılımlarının bilinmesi önemli olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışmada kazıyıcı ileticilerde

kullanılan götürücü ve tahrik zincirlerinin analitik yöntemle ve sonlu elemanlar yöntemiyle gerilme analizi yapılmak istenildiğinden bahsedilmiştir.

Bu çalışma kapsamında ele alınan zincirli konveyörün tahrik zincirinin gerilme analizleri yapılmış olup, bunun sonucunda zincir baklasına gelem maksimum gerilmeler iki farklı analitik yöntemle ve Ansys programıyla hesaplanmasının yapılmış olduğu ifade edilmiştir. Tahrik zincir baklası gerilme sonuçlarında Ansys ve analitik yöntemlerle bulunan değerlerin birbirine çok yakın olduğu ifade edilmiştir.

Derikvand, Z. [8] Yaptığı çalışmada endüstrilerde malzeme taşınması için kullanılan ekipmanlardan bahsedilmiştir. Bu ekipmanlar arasında en yaygın ve yüksek kapasiteleri sağlayan bantlı konveyör olduğunu ve bu konveyörün uygulamasının temel amaçları ve çeşitleri anlatılmıştır. Çoğu standart konveyör, 20 ° eğimden öteye dökme katıları yükseltmek için sınırlı kapasiteye sahip olduklarını anlatmıştır. Eğim arttıkça aktarım kapasitesi azalacağından tesis düzenleri ve diğer hususlar, materyallerin nispeten kısa mesafelerde, önemli yüksekliklerde hareket etmesini gerektirdiğinden, bu amaç için özel bir ekipman geliştirilmiş olduğundan ve bu yüklemeye genellikle kovalı elevatörler denildiğinden söz etmiştir. Kovalı elevatörün hangi malzemelerde daha verimli olduğundan, kovalı, malzeme döküş şekillerinden bahsetmiştir.

Malzeme taşımayı en etkili şekilde yapmak için güçlü bir tahrik her zaman gerekli olduğundan ve tüm mekanizmanın ana etkili parçası olarak düşünüldüğünden bir elektrik motoru, dişli kutusu ve diğer transmisyon mekanizmaları bu tahrik sistemin parçaları olduğundan söz etmiştir. ISO 5048'e uygun olarak bantlı konveyörünün optimum bir hesaplamasını ve onu çalıştırmak için asgari güç hesabını ve sonuç olarak, ana parçası şanzımandan oluşan ve bu asgari gücü karşılayan bir tahrik ünitesi tasarlanacağını ifade etmiştir.

Gerdemeli İ. [12] Yaptığı çalışmada kepçeli elevatörün tiplerini ve parçalarını tanımlamıştır. Aynı zamanda taşınan malzemenin özelliğine göre elevatörün yüklenmesi ve boşaltılması hakkında bilgi vermiştir. Küçük parçalı, toz ve orta seviyede aşındırıcı özelliğine sahip kömür tozu, çimento, pudra ve toprak gibi malzemelerin taşınması için yükleme anında kepçelemeye karşı önemli bir direnç göstermeyeceğini bundan dolayı kepçeleme yöntemi ile büyük parçalı, iri ve aşındırıcı özelliğe sahip çakıl, maden cevheri, iri kömür gibi malzemelerin taşınması için ise yükleme anında kepçelemeye karşın büyük bir direnç göstereceğinden kepçelere doğrudan besleme yöntemi ile beslenmesi gerektiği ifade edilmiştir. Kepçelerin boşaltılması durumunda ise malzeme özelliklerinin yanında elevatörün hızına göre de boşaltma tiplerinden bahsetmiştir. Kepçeli elevatörün tasarımında çoğu elemanlar standartlarla

belirlenmiş olup tasarımda bu değerlerden yararlanarak teorik olarak hesaplanabileceğinden söz etmiştir.

Cerit A. M. [13] Yaptığı çalışmada yükselticide malzeme olarak çeşitli türlerde pudra, taneli ve parça malların (çimento, kum, toprak, turba, kömür, soda, refrakter, kimyasal maddeler, tahıl, un, vb.) yapı malzemelerin taşınmasının elverişli olduğundan bahsetmiştir. Yine yükselticilerin kimya endüstri tesisinde, dökümhanelerde, refrakter malzeme yapımında, metalürji fabrikalarında, un fabrikalarında, tahıl silolarında kullanıldığından söz etmiştir. Yükselticilerin parça özelliklerini anlatmıştır. Yükseltici kepçelerin derin, yuvarlak-dipli sıg ve V tipli olmak üzere üç türlü olduğunu ifade etmiştir. Çekme organı elemanı olarak kullanılan zincir veya lastik banttın kepçelere bağlanma şekillerinden bahsetmiştir. Yükseltici tiplerinden ve parçaların standartlarla belirlenmiş olan tablolar yardımıyla tasarımını sağlayan hesaplama yöntemini göstermiştir.

Demirsoy, M. [14] Yaptığı çalışmada elevatörün tanımı, elevatörün dik veya eğik çalışan, çeki organı yönünden bantlı ve zincirli olduğunu ifade etmiştir. Elevatörler birbirlerinden esas olarak kovaların beslenmeleri ve boşaltmaları yönünden farklılık gösterdiğinden söz etmiştir. Merkez kaç kuvveti yardımıyla boşalana hızlı çalışan, iletim malının ağırlığıyla boşalan sisteme yavaş çalışan tipler olduğundan bahsetmiştir. Elevatör tasarımı ile ilgili önemli DIN normlarını vermiştir.

Güven, A. [15] Yaptığı çalışmada lastik bantlı konveyörlerin tarihçesinden başlayıp günümüze kadar olan kullanım alanlarından, taşınabilecek yığın malzemelerden ve lastik bant konveyör tiplerinden bahsetmiştir. Lastik bantlı konveyörlerin bilgisayar destekli tasarımını Visual Basic 3.0 Programlama Dili ile yaparak tasarımın iş yükü bakımından, zaman açısından ergonomik olması bakımından yararlı olduğundan söz etmiştir.

Karagülle, İ. [16] Yaptığı çalışmada Visual programlamaya giriş için çok basit fakat kullanışlı iki örnek geliştirerek programcı adayın dile ilgisi sağlanmaya çalışılmış, programlama dilinin yapısı ele alınarak değişkenler, veri tipleri, döngüler, program kontrol ifadeleri, operatörler, matematiksel işlemler, fonksiyonlar, alt programlar nesne yönelimli programlama ve hata ayıklama konuları anlatılmaya çalışılmıştır.

Demirli, N., İnan, Y. [17] Yaptığı çalışmada Visual programlamaya giriş için ekran pencereleri, programlamanın temelleri, programcı adaylarına tavsiyeler, atama işlemleri, fonksiyonlar ve prosedürler, döngüler, hata yakalama işlemleri anlatılmaya çalışılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Tahrik Sistemi

Oluşturulan bilgisayar programında redüktör için Remas, yatak için ise SKF markalarının teknik özelliklerini gösteren çizelge ve tablolar veri olarak girilmiştir. Redüktör – motor gövdeye bağlıdır. Ayrıyeten bir şaseye ihtiyaç duyulmaz. Tahrik motorları 1500 d/dk. çıkış devirlidir.

3.1.2. Gergi Sistemi ve Gergi Karşı Ağırlık

Oluşturulan bilgisayar programında gergi sistemi için gergi yatak tipi olarak nihard-4 yatak tipi teknik özelliklerini gösteren çizelge tablolar veri olarak girilmiştir. Gergi yatak mil çapı remas redüktör mil çapına göre standartlaştırılmış olup, bu çaplar (Ø70, Ø90, Ø100, Ø120) olarak hesaplamalarda kullanılmış ve sonuç çıktısında gergi mil çapı olarak gösterilmiştir. Gergi karşı ağırlığı programda taşınacak malzeme ağırlığına eşit ağırlık alınarak hesaplamalara dâhil edilmiştir.

3.1.3. Zincir

Oluşturulan bilgisayar programında A1 Zincir, B3 Zincir, B4 Zincir, B5 Zincir, Şaman 06, Şaman 13 ve Şaman 15 zincir imalatları esas alınmıştır. Zincir hesaplamalarında Tablo 3.1’de belirtilen zincir tipi- hatve ve kopma yükleri veri olarak girilmiştir.

Tablo 3.1. Zincir hatvesi ve kopma yükü [18].

Tip	Zincir hatvesi(mm)	Kopma yükü (KN)
A1	140	380-420
B3	152,4	520-560
B4	152,4	780-820
B5	177,8	1150-1250
Ş06	177,8	1000-1100
Ş13	177,8	1400-1450
Ş15	177,8	1750-1800

3.1.4. Kova

Oluşturulan bilgisayar programında sonuç çıktısı penceresinde verilen kova proje çizimlerinin oluşturulmasında kova tipleri için derin, sığ ve V-tipi kova türleri esas alınmıştır. Programda 210x200, 210x250, 210x280, 210x315, 210x355, 210x400, 250x280, 250x300, 250x315, 250x355, 250x400, 250x450, 250x500, 250x560, 285x400, 285x450, 285x500, 285x560, 285x630, 285x710, 285x800, 285x900, 285x1000, 285x1100 kova tipleri kullanılmış olup hesaplamada ağırlık ve hacimleri için proje ağırlıkları ve hacimleri veri olarak girilmiştir.

3.1.5. Kova Tipi ve Hacmi

Oluşturulan bilgisayar programında kova tipi ve kova hacminin belirlenmesinde Şekil 4.1’de görülen tablo programa işlenmiş olup hesaplanan kapasite değerine bağlı olarak bu tablodan seçim yaptırılmaktadır.

3.1.6. Zincir Tipi ve Hatvesi

Oluşturulan bilgisayar programında zincir tipi ve hatvesinin belirlenmesinde Şekil 4.1’de görülen tablo programa işlenmiş olup hesaplanan kapasite değerine bağlı olarak bu tablodan seçim yaptırılmaktadır.

3.1.7. Zincir Dişli Çapı ve Hızı

Oluşturulan bilgisayar programında zincir dişli çapının ve hızının belirlenmesinde Şekil 4.1’de görülen tablo programa işlenmiş olup hesaplanan kapasite değerine bağlı olarak bu tablodan seçim yaptırılmaktadır.

3.1.8. Ara Gövde

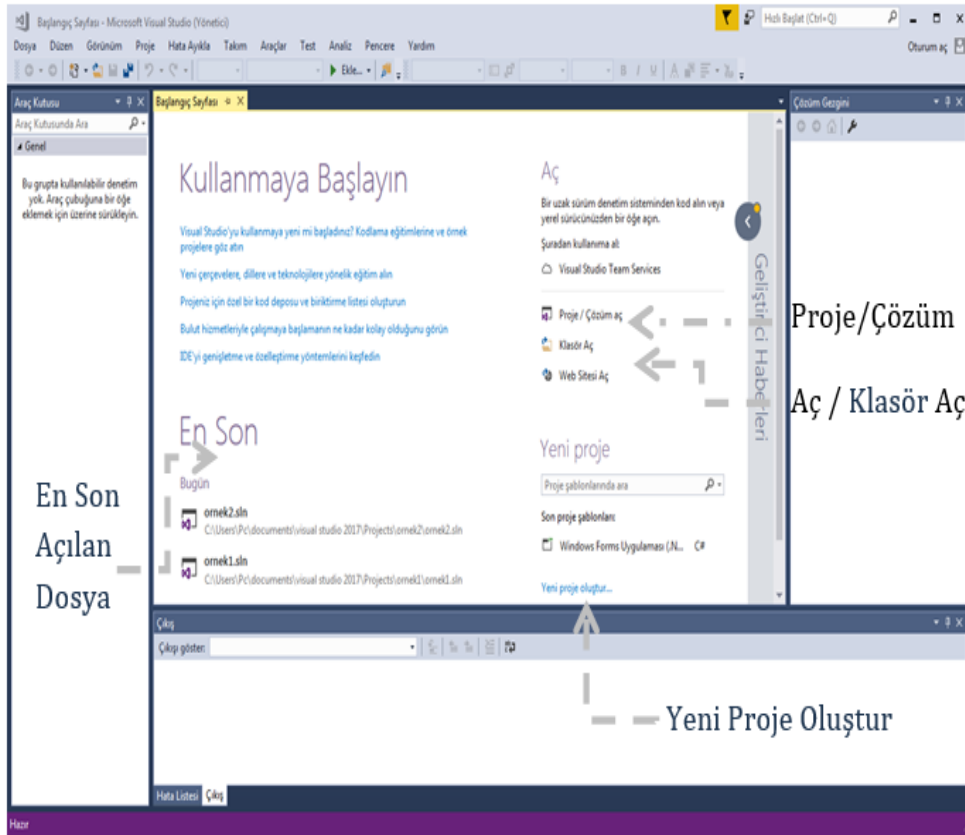
Oluşturulan yazılımda gövde hesapları ve kontrolü kapsam dışında tutulmuştur.

3.2. YÖNTEM

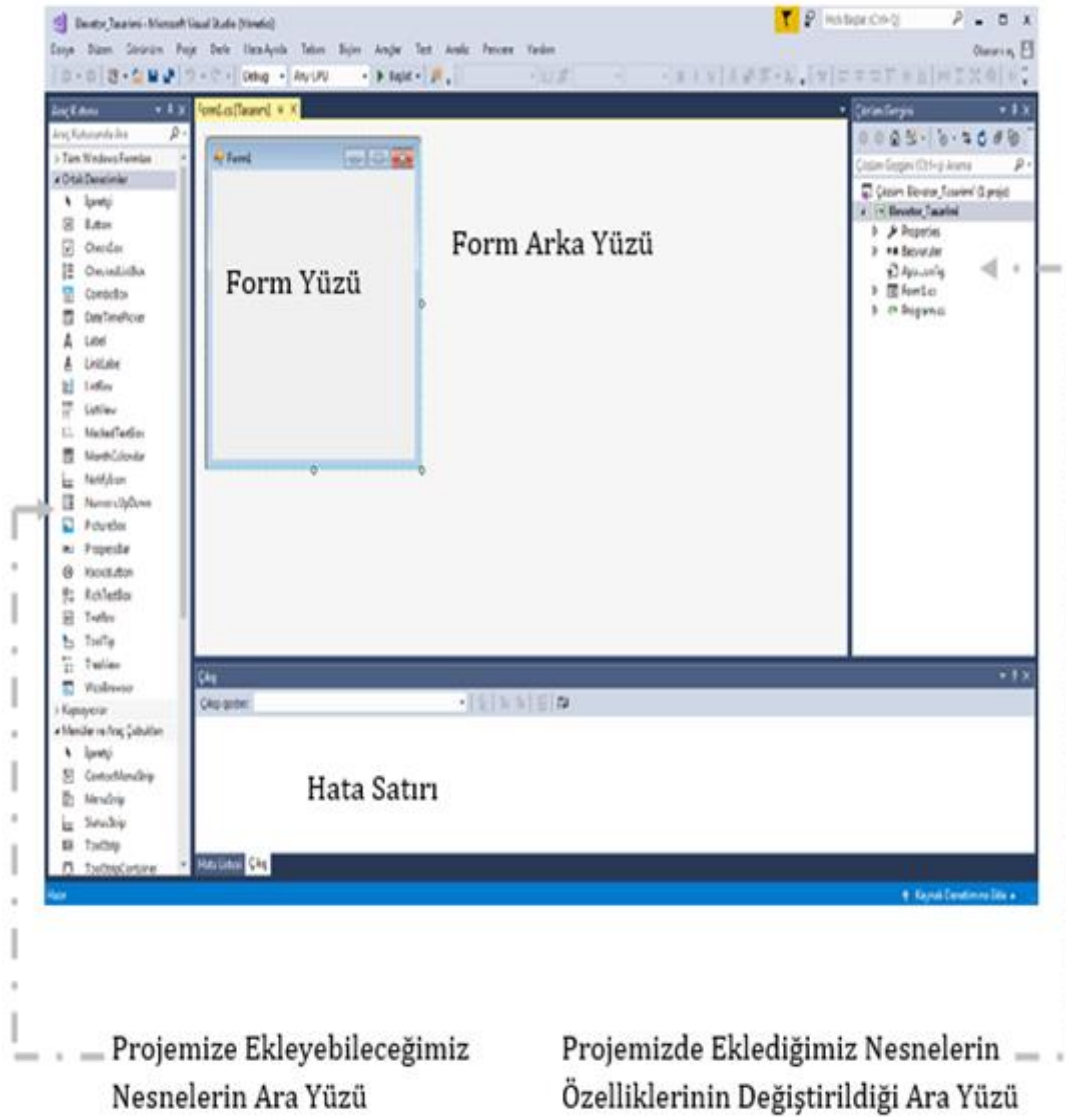
Tek sıra zincirli elevatörün bilgisayar destekli tasarımında Visual Studio C# (C Sharp) 2017 Programlama Dili kullanılmıştır. Program Windows ortamında NET Framework üzerinde çalışan çeşitli uygulamalar oluşturmak için tasarlanmış nesnel tabanlı bir programlama dilidir [21]. Program algoritması ekler bölümünde ek 1 olarak verilmiştir. İzlenen yöntem tündengelimdir. Şöyle ki yazılımın gerçekleştirilmesinde transport tekniği bilgileri, makine elemanları bilgileri, mukavemet ve statik temel bilgileri; eşitlik ve denklemlerin oluşturulmasında kullanılmıştır. Bu temel mühendislik bilgileri ve konuyla ilgili üretici firmaların proje çizimleri-çizelge ve tabloları harmanlanarak program hesap sonuçları ve detay bilgileri sonuç ekranında görsel olarak sunulmuştur.

3.2.1 Program Aşamaları

Programın giriş sayfası Şekil 3.1'de görülmektedir. Şekil 3.1'de ihtiyaca göre proje/çözüm aç veya klasör aç veya yeni proje oluştur menüsünden seçim yapılarak bir sonraki adıma gelinir. Sonraki adım olarak yeni proje oluştur menüsü seçilmiştir. Bu seçim sonrası ekrana Şekil 3.2'de görülen menü ortamı gelmektedir.



Şekil 3.1. Microsoft visual studio c# başlangıç sayfası



Şekil 3.2. Microsoft visual studio c# yeni bir proje sayfası

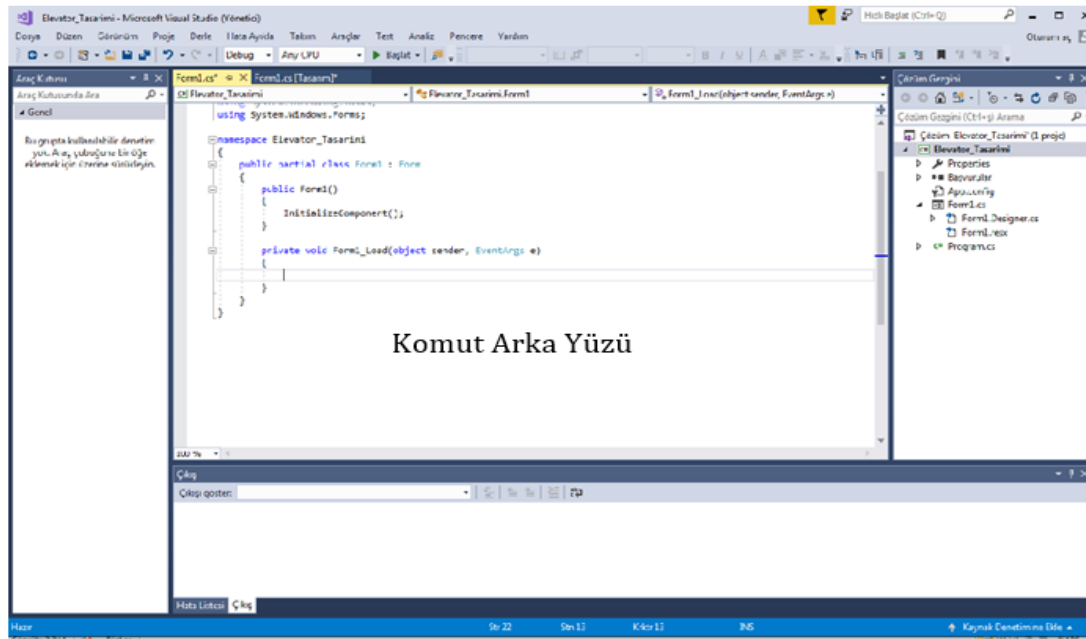
Yeni bir proje sayfasında üst tarafta Windows araç çubukları bulunmaktadır. Sol tarafta ise program içeriğini ilgilendiren nesnel tabanlı ara yüz görülmektedir. Sağ tarafta ise program içerisinde yazılmış olan formların özelliklerini düzenlemeye yarayan Microsoft Word Ofis özelliklerini destekleyen pencere vardır.

Araç çubukları menüsünde bulunan gerekli olan nesneler form yüzü penceresine sürüklenerek konulur. Oluşturulan pencere program verilerinin girildiği ve çıktıların alındığı ana menü penceresidir. Şekil 3.3'te oluşturulmuş olan ana pencere görülmektedir.

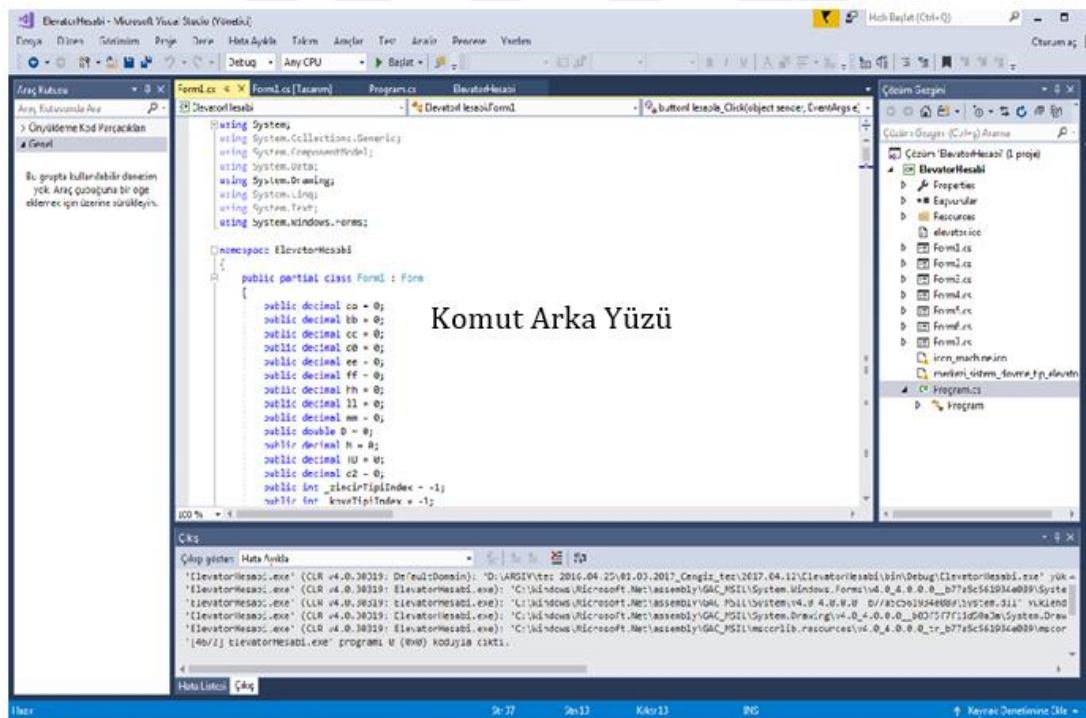
The screenshot shows a Windows application window titled "Elevatör Hesabı". The window features the Mersin University logo and the title "MERSİN ÜNİVERSİTESİ Tek Sıra Zincirli Elevatör Hesap Programı". The interface is divided into two main sections: "Girdiler" (Inputs) and "Çıktılar" (Outputs). The "Girdiler" section includes input fields for "Kapasite (t/h)", "Özgül Ağırlık (t/m3)", "Mesafe (mt)", "Mil Malzemesi", and "Zincir Malzemesi", along with buttons for "Mil Boyutlandırması", "Zincir Özellikleri", and "Genel Görünüş". A "Hesapla" (Calculate) button is also present. The "Çıktılar" section displays calculated values for "Kapasite (t/h)", "Redüktör Gücü (kw)", "Aks Mesafesi (mt)", "Kova Tipi", "Kova Adedi", "Remas Redüktör Tipi", "SKF Tahrik Yatak Tipi", "Gergi Yatak Tipi", "Zincir Tipi", "Zincir Uzunluğu (mt)", "Redüktör Mil Çapı (mm)", "Tahrik Yatak Mil Çapı (mm)", "Gergi Yatak Mil Çapı (mm)", "Zincir Dişli (Ø)", "Zincir Hızı (m/s)", "Tahrik Mil Göbek Çapı (mm)", and "SKF Rulman ve Manşon". Each output field is accompanied by a "Prj" (Print) button.

Şekil 3.3. Microsoft visual studio c# program ana penceresi

Şekil 3.3'deki program ana penceresinde hesaplama ikonuna tıklanması ile bu ana penceredeki program çıktısı olarak istenilen bilgilerin şekilde boş kutular olarak görünen kısımlarındaki bilgilerin hesaplanmasının yapıldığı program yazma sayfasına geçilmektedir. Şekil 3.4'te komut arka yüzü yani program hesaplamasının yapıldığı sayfa görünmektedir. İstenilen program burada satır satır oluşturulur. Şekil 3.5'de program hesap çıktısı olarak yazılmış ekran görüntüsü görünmektedir.



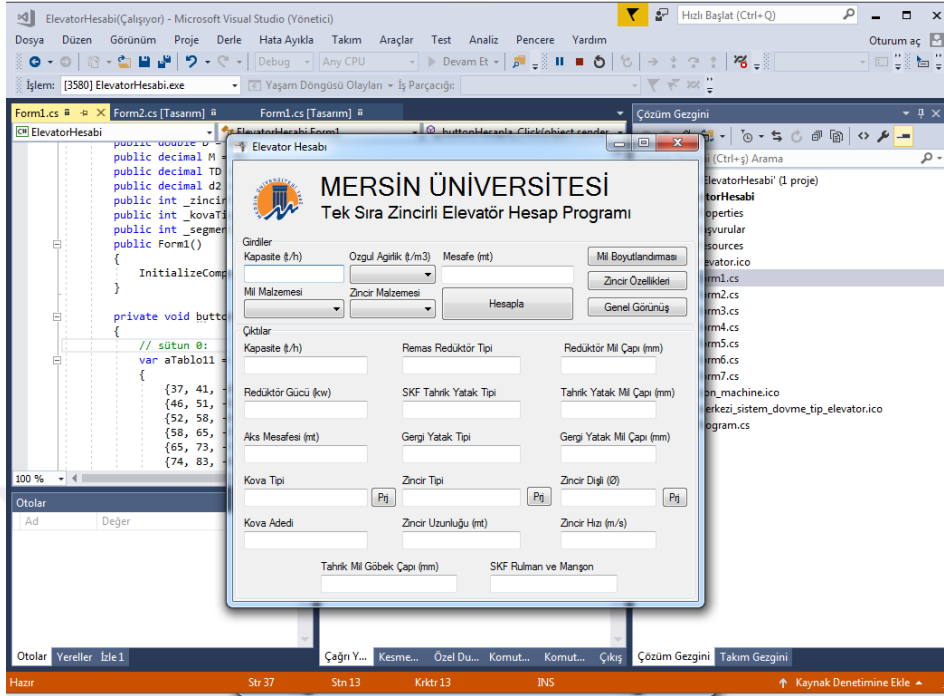
Şekil 3.4. Hesaplamanın yapıldığı komut sayfası



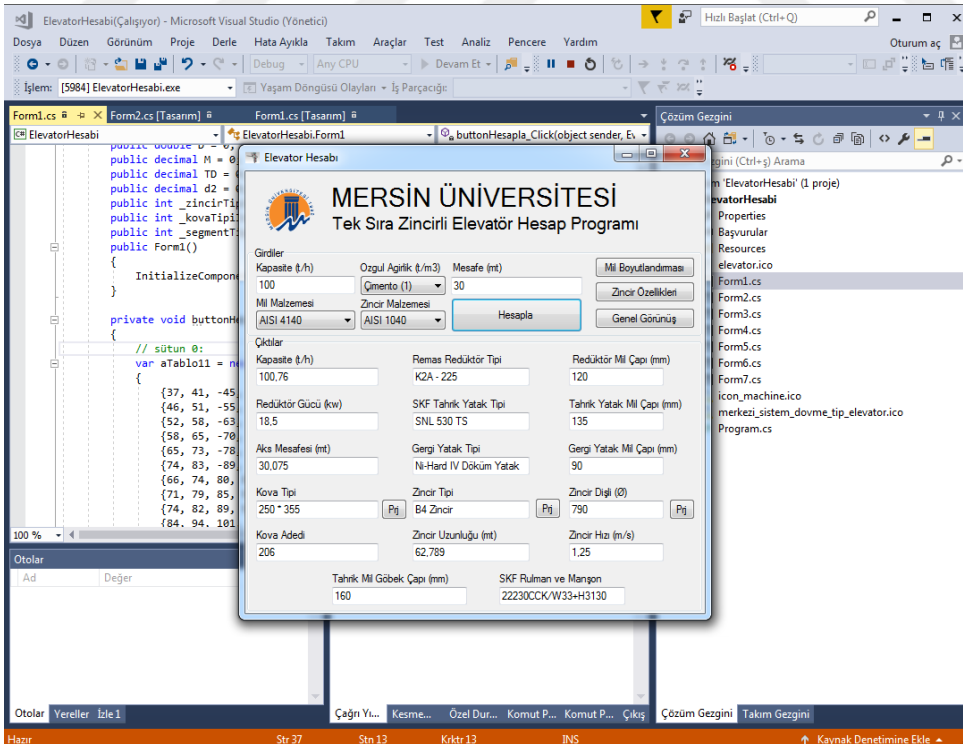
Şekil 3.5. Komut yazılan örnek proje

Yapılan tüm işlemler bittikten sonra program ran edildiğinde Şekil 3.6'daki pencere görüntüsü ekranda oluşmaktadır. Ekranda istenilen girdiler yapılarak hesapla menüsüne tıklanması ile hesap sonuçları Şekil 3.7'de görüldüğü gibi ekrana gelmektedir. İstenilen ana

pencere ekranı ve sonuç ekranı çıktılarındaki görüntü ve sayısal değerler istenilen değerlere ulaşılan kadar yazılım tekrar tekrar güncellenir.



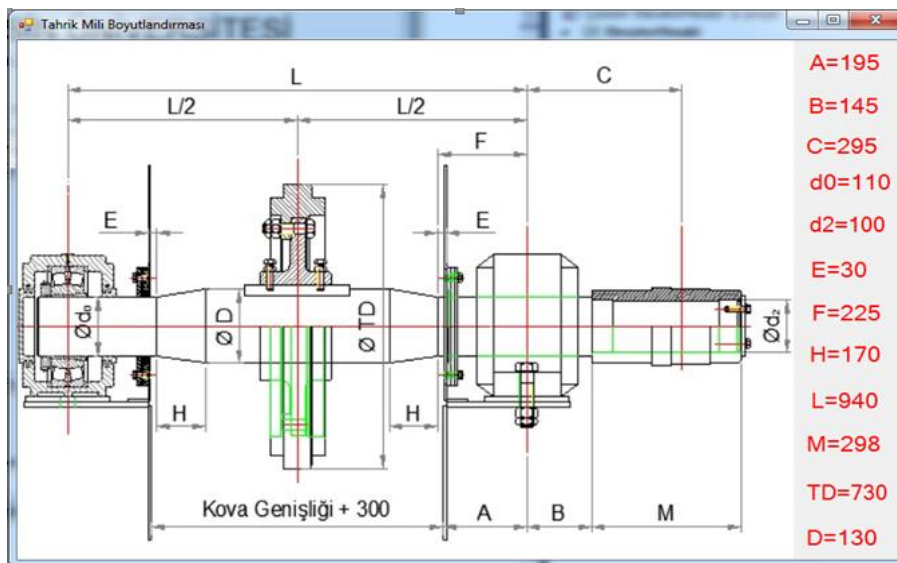
Şekil 3.6. Komut yazılan örnek proje boş form gösterimi



Şekil 3.7. Komut yazılı hesap sonucu ekran form gösterimi

Şekil 3.8’de ana pencere sonuç görüntüsü görünmektedir. Burada çıktı sonuçları olarak kapasite, aks mesafesi, kova tipi ve adeti, redüktör tipi, gücü ve mil çapı, yatak tipi ve mil çapı, zincir tipi ve uzunluğu, tambur çapı ve hızı gibi temel değerler için gerekli donelerin bulunduğu ekran görünmektedir. Aynı zamanda bu ekranda zincir karakteristik değerleri, elevatörün genel görünüşünü ve mil boyutlandırmasını gösteren ikonlar bulunmaktadır. Şekil 3.9’da tahrik sistemi mil boyutlandırılması, Şekil 3.10’da zincir karakteristik değerleri, Şekil 3.11’de elevatörün genel görünüş ve parçalarının görüntüleri bulunmaktadır.

Şekil 3.8. Hesap yapılan ana pencere sonuç form gösterimi

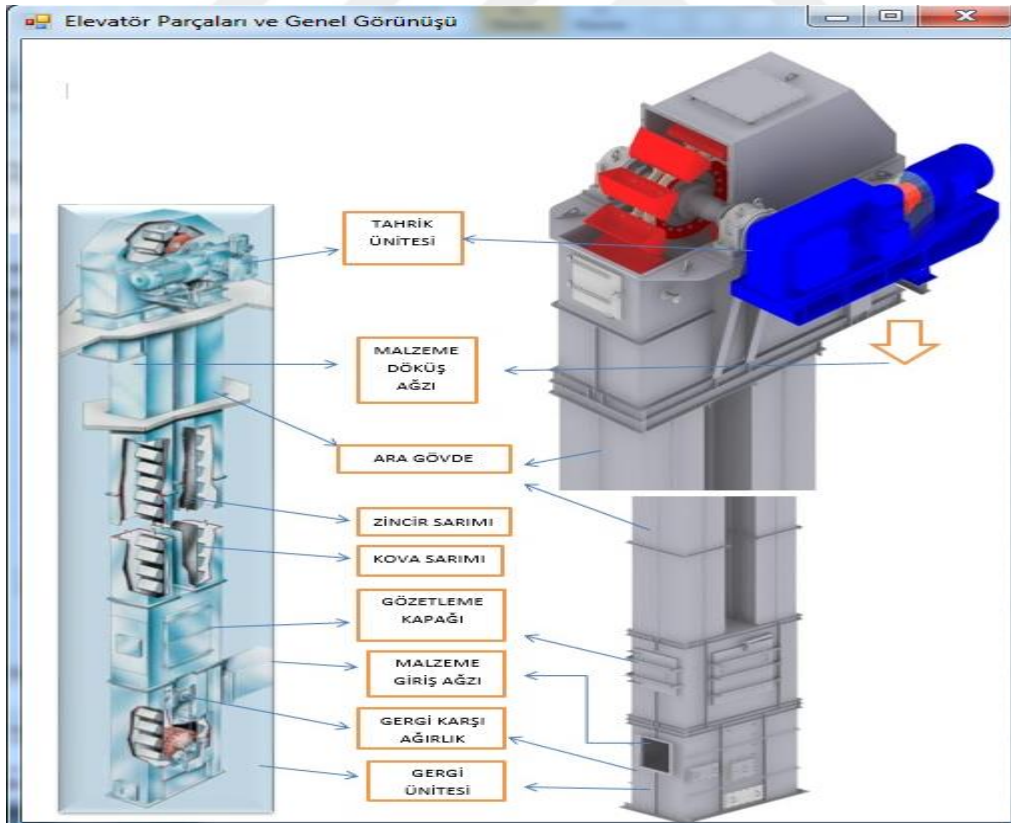


Şekil 3.9. Hesap sonucu tahrik sistemi mil boyutlandırılması

ELEVATÖR ZİNCİR KAREKTERİSTİK ÖLÇÜ VE METALURJİK DEĞERLERİ														
MODEL	DİŞ BAKLA ÖLÇÜSÜ mm	İÇ BAKLA ÖLÇÜSÜ mm	BURÇ ÇAPİ mm	BURÇ İÇ. ÇAPİ mm	BURÇ BOYU mm	PİM ÇAPİ mm	PİM BOYU mm	PİM EKSENİ mm	KOVA BAĞ. EKSENLERİ mm	KOVA BAĞ. DELİK ÇAPİ mm	BURÇ MALZ.	BURÇ S.D. mm	PİM MAL Ç.S.	PİM SERT. DERİNLİĞİ mm
A1	110 x 10 x 200 B 1,760 Kg N 1,450 Kg	60 x 10 x 215 B 1,032 Kg N 0,800 Kg	Ø38,20	Ø22,70	71	Ø22,20	100	140	100 x 100	Ø14	8620	2,0 2,2	4140 28-32 HRC	2,4-2,8 58-62 HRC
B3	150 x 12 x 240 B 3,456 Kg N 2,540 Kg	75 x 12 x 260 B 1,872 Kg N 1,340 Kg	Ø44,68	Ø26,18	95,20	Ø25,90 Ø25,40	139	152,4	200 x 130	Ø18	8620	2,2 2,4	4140 28-32 HRC	2,8-3 58-62 HRC
B4	155 x 14 x 245 B 4,253 Kg N 3,180 Kg	85 x 14 x 260 B 2,475 Kg N 1,740 Kg	Ø50,68	Ø29,38	99,20	Ø29,10 Ø28,60	147	152,4	200 x 130	Ø18	8620	2,4 2,6	4140 28-32 HRC	3,2-3,4 58-62 HRC
B5	155 x 16 x 270 B 5,356 Kg N 4,260 Kg	85 x 16 x 290 B 3,155 Kg N 2,300 Kg	Ø50,68	Ø29,38	103,20	Ø29,10 Ø28,60	155	177,8	200 x 150	Ø18	8620	2,6 2,8	4140 28-32 HRC	3,2-3,4 58-62 HRC
Ş 06	95 x 18	95 x 18	Ø58,10	Ø36,80	112	Ø36,10	193	177,8	284 x 250		8620	2,6 2,8	4140 28-32 HRC	4-5 58-62 HRC
Ş 13	95 x 18	95 x 18	Ø58,90	Ø40,50	127	Ø39,70	206	177,8	300 x 150		8620	2,6 2,8	4140 28-32 HRC	4-5 58-62 HRC
Ş 15	105 x 20,5	105 x 20,5	Ø70,90	Ø44,70	132	Ø44,10	230	177,8	300 x 150			2,6 2,8	4141 28-32 HRC	4-5 58-62 HRC

B: Burut Ağırlık (Kg)

Şekil 3.10. Hesaplamalarda kullanılan zincir karakteristik değerleri



Şekil 3.11. Zincirli elevator genel görünüşü ve parçaları

4.BULGULAR

4.1. Malzeme Seçimi

Oluşturulan program, taşınan malzeme olarak pratikte sıkça kullanılan aşağıda görülen malzemelerle sınırlandırılmıştır. Taşınacak malzemenin adı çek menüde seçilmesi ile program malzeme özgül ağırlığı değerini Tablo 4.1'den almış olmakta ve bu değeri hesaplara dâhil etmektedir.

Tablo 4.1. Malzeme listesi ve özgül ağırlığı

Malzeme Adı	Özgül Ağırlığı	Birimi
Klinker	1,4	ton/m ³
Kömür	0,8	ton/m ³
Çimento	1	ton/m ³
Farin	0,7	ton/m ³
Öğütülmüş Kalker	1,2	ton/m ³
Curuf	1,2	ton/m ³
Tras	1,3	ton/m ³
Kireç taşı	1,5	ton/m ³
Kum	1,25	ton/m ³
Kül	0,4	ton/m ³
Tuz	0,9	ton/m ³
Kek	1,8	ton/m ³

4.2. Kapasite Seçimi

Kapasite seçiminde pratik uygulamalar, deneyimler ve testler sonucu elde edilen kapasite tablosu Şekil 4.1'den seçim yapmak için istenilen kapasitenin birim dönüşümü (m³/ h) (1) nolu eşitlikten hesaplanmıştır.

$$Q = \frac{\text{Kapasite}}{\text{MalzemeOzgulgirliğı}} \frac{t / h}{t / m^3} \quad (1)$$

Şekil 4.1'de görülen tablo değerleri programa işlenmiştir. Burada sarı renkte görünen kapasite değerleri işletme şartları ve malzeme özellikleri dikkate alınarak pratik kullanımda tercih edilen ergonomik kapasite değerleridir. Renksiz olan kapasite değerlerinden de seçim yapılabilir fakat burada programa ergonomik kapasite değerinden seçim yaptırılmaktadır. Bu seçimi istenilen kapasite değerinin varsa eşiti yoksa kendisine en yakın bir üst değeri olan kapasite değeri seçtirilmektedir. Eğer, bir üst kapasite değerinden birden fazla kapasite değeri varsa burada elevatörün fiziki montaj yeri ve en önemlisi de işletme şartları göz önüne alınarak zincir dişli hızının küçük olduğu kapasite değeri seçimi yaptırılmaktadır. Seçilen kapasite

değerinin bulunduğu yerin yatay satırlarından kova tipi ve hacmi, zincir tipi ve hatvesi; düşey sütunlardan zincir dişli çapı ve hız parametreleri seçilmiş olmaktadır (Şekil 4.1).

ZİNCİR			KOVA					ZİNCİR DİŞLİ Ç A P I ve H İ Z İ						
Tip	Ağırlık (Kg/mt)	Burç Çapı (mm)	Tip	Genişlik	Hacim (Dm³)	Ağırlık (Kg)	Hatve	1,04 Ø655	1,16 Ø730	1,25 Ø790	1,4 Ø890	1,56 Ø1005	1,67 Ø1115	
A1 ZİNCİR	22	38,2	210	200	3,7	5,8	280	37	41	45	50	56	60	
				250	4,6	6,6	280	46	51	55	62	69	74	
				280	5,2	7,3	280	52	58	63	70	78	84	
				315	5,8	7,8	280	58	65	70	78	87	93	
				355	6,5	8,7	280	65	73	78	88	98	105	
				400	7,4	9,9	280	74	83	89	100	111	119	
B3 ZİNCİR	40	44,68	250	280	7,2	9	305	66	74	80	89	99	107	
				300	7,7	9,7	305	71	79	85	95	106	114	
				315	8	10,2	305	74	82	89	99	111	118	
B4 ZİNCİR	45,5	50,68		355	9,1	11,1	305	84	94	101	113	126	135	
				400	10,3	12	305	95	106	114	128	142	152	
				450	11,6	13	305	107	119	128	144	160	172	
				500	12,9	14	305	119	133	143	160	178	191	
				560	14,4	16,2	305	133	148	159	179	199	213	
B5 ZİNCİR	47,5	50,68		285	400	16,8	16,8	356	133	148	159	179	199	213
					450	18,9	18	356	149	166	179	201	224	240
Ş06 ZİNCİR	62,5	58,1			500	21	19,9	356	166	185	199	223	249	266
					560	23,5	22,5	356	186	207	223	250	278	298
					630	26,4	24,5	356	208	233	251	281	313	335
					Ş13 ZİNCİR	65	58,9		710	29,8	25,4	356	235	262
800	33,6	32,6	356						265	296	319	357	398	426
900	37,8	33,3	356						298	333	359	402	448	479
Ş15 ZİNCİR	82,5	70,9			1000	41,9	42,5	356	331	369	398	445	496	531
					1100	46,2	46,02	356	365	407	438	491	547	586
KOVA TİPİ ve ZİNCİR DİŞLİ ÇAPINA GÖRE KAPASİTELER.														
M³/ H (% 75 DOLU OLARAK DÜŞÜNÜLMÜŞTÜR)														

Şekil 4.1. Kova tipi ve zincir dişli çapına göre kapasiteler

Bu parametreler doğrultusunda kapasite (t/h) (2) nolu eşitlikten hesaplanmıştır:

$$\frac{3600(s/h) \times KovaHacmi(dm^3) \times ÖzgülAğırlık(t/m^3) \times DolulukOranı(\%75) \times Hız(m/s)}{Kova Hatvesi(mm)} \quad (2)$$

Hesaplama sonucu çıkan kapasite değeri ile istenilen kapasite kıyaslanmaktadır. Kıyas sonucu çıkan sonuç istenilen kapasiteden küçük ise tekrar kendisine en yakın diğer bir üst değeri olan kapasite değeri seçilmektedir. Kıyas sonucu çıkan sonuç istenilen kapasiteden eşit veya büyük ise işlemin diğer aşamasına geçilir.

4.3. Redüktör Güç Hesabı

Seçilen kapasite değeri ile birlikte girilen aks mesafesi dikkate alınarak redüktör gücü (Kw) aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$\frac{\text{Kapasite(Kg/s)} \times \text{Yerçekimi ivmesi(m/s}^2\text{)} \times \text{Aks Mesafesi(m)} \times \text{Katsayı(2,...2,5)}}{1000} \quad (3)$$

3 nolu eşitlikte ifade edilen katsayı (2...2,5) değerleri pratikte uygulanan kapasiteye bağlı oluşturulan Tablo 4.2'den program tarafından seçilmektedir.

Tablo 4.2. Kapasitelere göre emniyet katsayısı (Pratik Kabuller)

Elevatör Kapasitesi (T/H)	Emniyet katsayısı
$Q \geq 1200$	2,5
$Q \geq 900$	2,4
$Q \geq 700$	2,3
$Q \geq 500$	2,2
$Q \geq 100$	2,1
$Q < 100$	2

Piyasada Nord, İmak, Yılmaz, Remas ve Öztekfен gibi redüktör firmaları bulunmaktadır. Programın oluşturulmasında Remas marka redüktör verileri temel alınmıştır. Tablo 4.3'te redüktör kataloğundan redüktör gücüne göre yatay satırdan redüktör tipleri ve hidrolik kaplin tipi program tarafından seçilmektedir [22].

Tablo 4.3. Remas redüktör ve kaplin tipleri

REMAS REDÜKTÖR TAHRİK GRUBU SEÇİMİ (İ:50)			
GÜÇ/DEVİR (Kw / d/d)	REDÜKTÖR TİPİ	HİDROLİK KAPLIN	YARDIMCI TAHRİK
2,2 / 1500	K2A - 125	KRG - 7	0,25 Kw / İ:50
3,0 / 1500	K2A - 125	KRG - 8	0,25 Kw / İ:50
4,0 / 1500	K2A - 140	KRG - 8	0,37 Kw / İ:50
5,5 / 1500	K2A - 140	KRG - 9	0,55 Kw / İ:50
7,5 / 1500	K2A - 160	KRG - 9	0,75 Kw / İ:50
11 / 1500	K2A - 180	KRG - 11	1,1 Kw / İ:50
15 / 1500	K2A - 200	KRG - 11	1,5 Kw / İ:50
18,5 / 1500	K2A - 225	KRG - 12	2,2 Kw / İ:50
22 / 1500	K2A - 225	KRG - 12	2,2 Kw / İ:50
30 / 1500	K2A - 250	KRG - 13	3,0 Kw / İ:50
37 / 1500	K2A - 280	KRG - 13	4,0 Kw / İ:50
45 / 1500	K2A - 280	KRG - 15	4,0 Kw / İ:50
55 / 1500	K2A - 320	KRG - 15	5,5 Kw / İ:50
75 / 1500	K2A - 360	KRG - 17	7,5 Kw / İ:50
90 / 1500	K2A - 360	KRG - 17	11 Kw / İ:50
110 / 1500	K2A - 400	KRG - 19	11 Kw / İ:50
132 / 1500	K2A - 400	KRG - 19	15 Kw / İ:50
160 / 1500	K2A - 450	KRG - 21	15 Kw / İ:50

Remas redüktör kataloğu ve Skf yatak tipleri kataloğundan (Tablo 4.4), redüktör tipine karşılık gelen yatay satırdan redüktör mil çapı ve buna bağlı Skf kataloğundan yatak tipi, yatak mil çapı, rulman, manşon ve bunlara uygun gergi mil çapları ve gergi yatakları Tablo 4.4'ten program tarafından alınmaktadır [23].

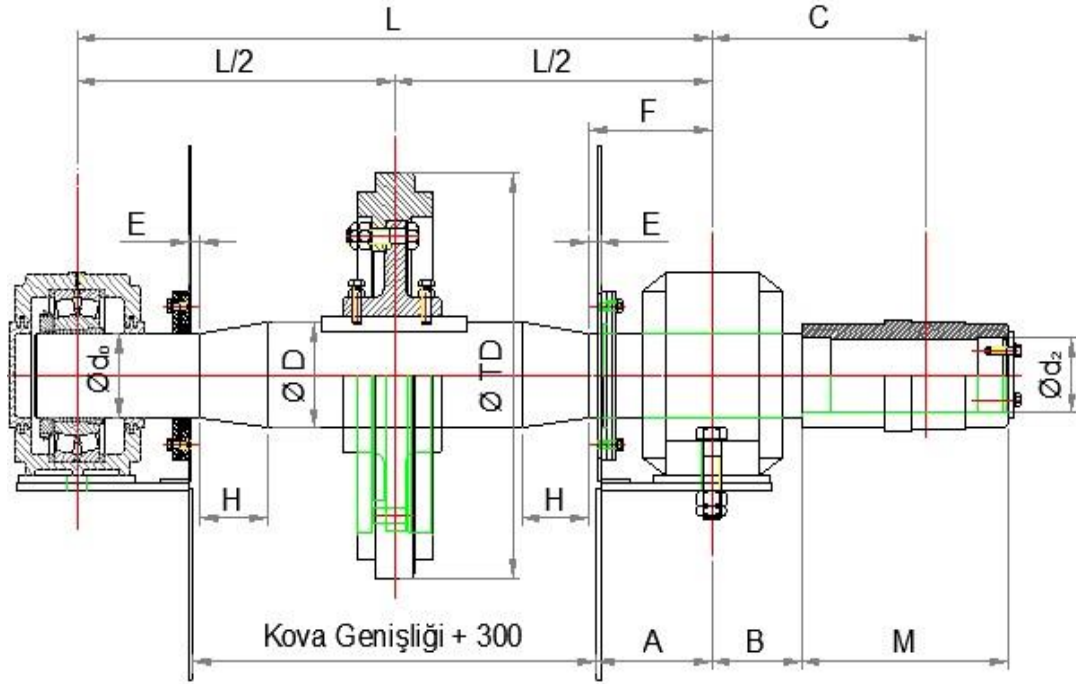
Tablo 4.4. Remas redüktör tipleri ve SKF yatak tipleri

REMAS REDÜKTÖR VE SKF YATAK TİPLERİ						
GÜÇ/DEVİR (Kw / d/d)	REDÜKTÖR TİPİ	REDÜKTÖR MİL ÇAPI	T.YATAK MİL ÇAPI	RULMANveMANŞON	G.YATAK TİPİ	G.YATAK MİL ÇAPI
2.2/1500	K2A - 125	Ø65	Ø80	22218EK+H318	Nİ-HARD IV DÖKÜM YATAK	Ø 70
3.0/1500	K2A - 125	Ø65	Ø80	22218EK+H318		
4.0/1500	K2A - 140	Ø70	Ø90	22220EK+H320		
5.5/1500	K2A - 140	Ø70	Ø90	22220EK+H320		
7.5/1500	K2A - 160	Ø85	Ø100	22222EK+H322		Ø 90
11/1500	K2A - 180	Ø100	Ø110	22224EK+H3124		
15/1500	K2A - 200	Ø110	Ø125	22228CCK/W33+H3128		
18.5/1500	K2A - 225	Ø120	Ø135	22230CCK/W33+H3130		
22/1500	K2A - 225	Ø120	Ø135	22230CCK/W33+H3130		Ø100
30/1500	K2A - 250	Ø140	Ø150	23134CCK/W33+H3134		
37/1500	K2A - 280	Ø150	Ø160	23136CCK/W33+H3136		
45/1500	K2A - 280	Ø150	Ø160	23136CCK/W33+H3136		
55/1500	K2A - 320	Ø170	Ø180	23140CCK/W33+H3140		Ø120
75/1500	K2A - 360	Ø180	Ø200	23144/W33+OH3144H		
90/1500	K2A - 360	Ø180	Ø200	23144/W33+OH3144H		
110/1500	K2A - 400	Ø200	Ø200	23148CCK/W33+OH3148H		
132/1500	K2A - 400	Ø200	Ø220	23148CCK/W33+OH3148H		
160/1500	K2A - 450	Ø230	Ø240	23152CCK/W33+OH3152H		

Program Tablo 4.4'te seçmiş olduğu redüktör tipi ve mil çapını, yatak tipi ve mil çapını, rulman ve manşon tipini, gergi yatak tipi ve mil çapını Şekil 3.9'da hesap yapılan ana pencere sonuç formunda göstermektedir.

4.4. Tahrik Sistemi Mil Boyutlandırması

Buraya kadar yapılan işlem sonuçları ve pratik kabullerde dikkate alınarak Şekil 4.2'deki tahrik sistemi mil boyutlandırması yapılmaktadır.



Şekil 4.2. Tahrik sistemi mil boyutlandırması [21-22].

A :SKF rulman kataloğundan yatak genişliğinin yarısından 100mm fazla alınmıştır.

B : SKF rulman kataloğundan yatak genişliğinin yarısından 50 mm fazla alınmıştır.

C : Remas redüktör kataloğundan mil boyu değeridir.

TD: Tahrik tambur (Zincir dişli) çapı

d_0 : Red. Mil çapı tablosunda d_6 olarak verilmiştir. Bu çapa uygun yatak seçilir.

E : Standart olarak 30 mm boşluk alınmıştır.

F : A + E mesafesi olarak alınmıştır.

H : Standart olarak 170 mm alınmıştır.

L : (Kova Genişliği + 300) + 2 x A mesafesi olarak belirlenmiştir.

M : Remas redüktör mil boyu

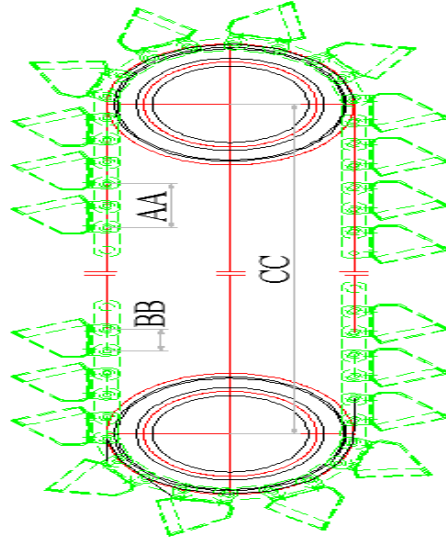
d_2 : Remas redüktör mil çapı

D : Hesap sonucu elde edilendir.

Program Şekil 4.2 ve hesaplanan değerleri Şekil 3.9'da hesap yapılan ana pencere sonuç formunda " Mil boyutlandırması" sekmesine tıklanmasıyla göstermektedir.

4.5. Zincir Uzunluğu Hesabı

Bu hesap Şekil 4.3'ye göre yapılmaktadır.



Şekil 4.3. Zincir ve kova sarımı

Zincir Uzunluğu (ZU) eşitlik (4) den hesaplanmaktadır.

$$ZU = \text{Aks mesafesi} \times 2(\text{mm}) + \text{Zincir dişli çevresi}(\text{mm}) + \text{Zincir Burcu çevresi}(\text{mm}) \quad (4)$$

AA = Kova hatvesi (Şekil 4.1'den alınan değer)

BB= Zincir hatvesi kova hatvesinin yarısına eşittir.

CC= Aks mesafesi (Programın ana ekran veri girişinden alınmaktadır)

Zincir dişli çevre hesabı aşağıdaki eşitlikten bulunmaktadır.

$$\text{Zincir dişli çevresi} = \text{Zincir dişli çapı} \times \pi \quad (5)$$

Zincir burcu çevre hesabı ise eşitlik (6) dan yapılmıştır.

$$\text{Zincir burcu çevresi} = \text{Zincir burç çapı} \times \pi \quad (6)$$

(5) ve (6) nolu bağıntılar (4) nolu denklemde yerine konularak zincir uzunluğu bulunur.

Zincir uzunluğunun doğruluğunu kontrol etmek için kova adetine bakılır. Kova adeti eşitlik (7) den hesaplanmaktadır.

$$\text{Kova adeti} = \frac{\text{Zinciruzunluğu}(\text{mm})}{\text{KovaHatvesi}(\text{mm})} \quad (7)$$

Burada kova adeti tekli sayı ya da küsuratlı bir sayı çıkması durumunda bu sayı en yakın çift sayı değeri olarak alınmaktadır. Daha sonra kova adeti ile kova hatvesi çarpılarak gerçek zincir uzunluğu (GZU) bulunmaktadır.

$$\text{GZU} = \text{Kova adeti} \times \text{Kova hatvesi} (M) \quad (8)$$

Program hesaplanan kova adeti ve zincir uzunluğu değerlerini ana pencere sonuç formunda göstermektedir.

4.6. Aks Mesafe Hesabı

Tahrik zincir dişli merkezi ile gergi zincir dişli merkezi arasındaki mesafeye aks mesafesi denilmektedir ve aks mesafesi (M) aşağıdaki eşitlikten hesaplanmaktadır.

$$\frac{\text{Gerçek Zincir Uzunluğu} - (\text{Zincir dişli çevresi} + \text{Zincir burç çevresi})}{2} \quad (9)$$

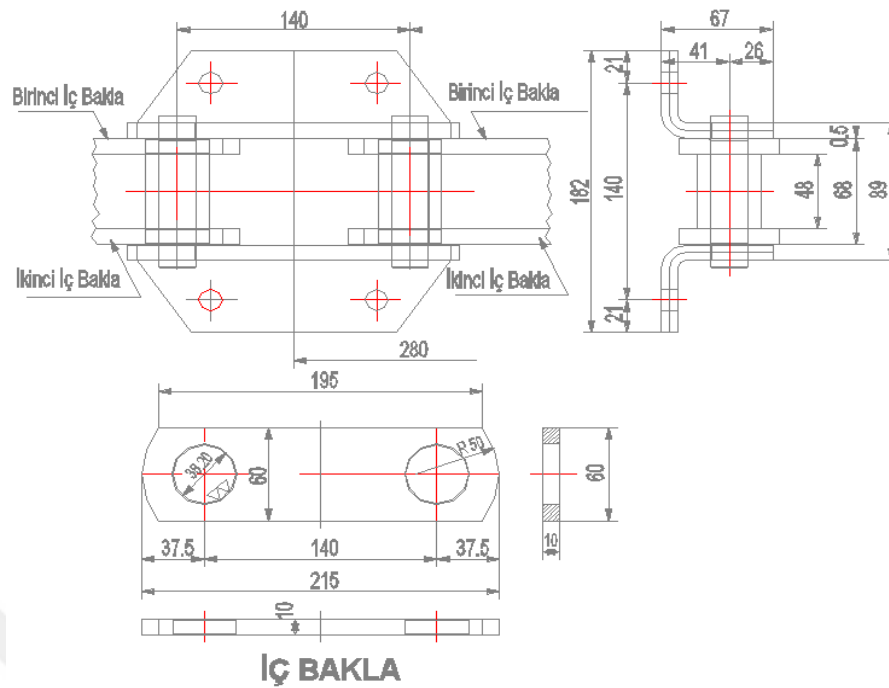
Program hesaplanan aks mesafesi değerini ana pencere sonuç formunda göstermektedir.

4.7. Zincir Baklası Kesit Hesabı

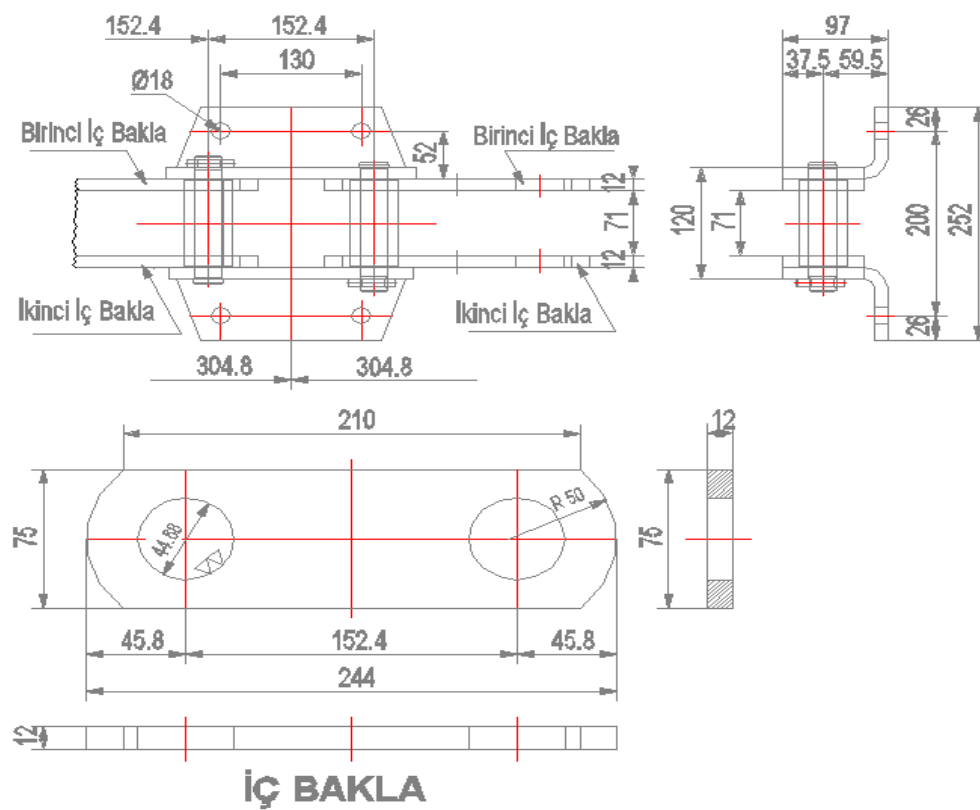
Programda Tablo 4.5'te belirtilen malzemelerin kopma emniyet gerilmeleri dikkate alınarak zincir kesit hesabı yapılmaktadır. Zincir malzemesini seçmek için programda ana pencerede bulunan çek menüde listelenen malzeme adı seçilmesi ile program malzemenin kopma emniyet gerilmesi değerini almış olmakta ve bu değeri hesaplara dahil etmektedir. Programa A1-B3-B4-B5-Ş06-Ş013-Ş15 zincir görünümleri (Şekil 4.4'ten Şekil 4.10'a kadar) ve iç bakla kesitleri işlenmiştir. Program ana pencere sonuç ekranında işlem sonucuna bağlı olarak zincir tipi proje sekmesine tıklanmasıyla görüntü olarak ekranda oluşmaktadır [19].

Tablo 4.5. Zincir malzemesi kopma emniyet gerilmeleri [24].

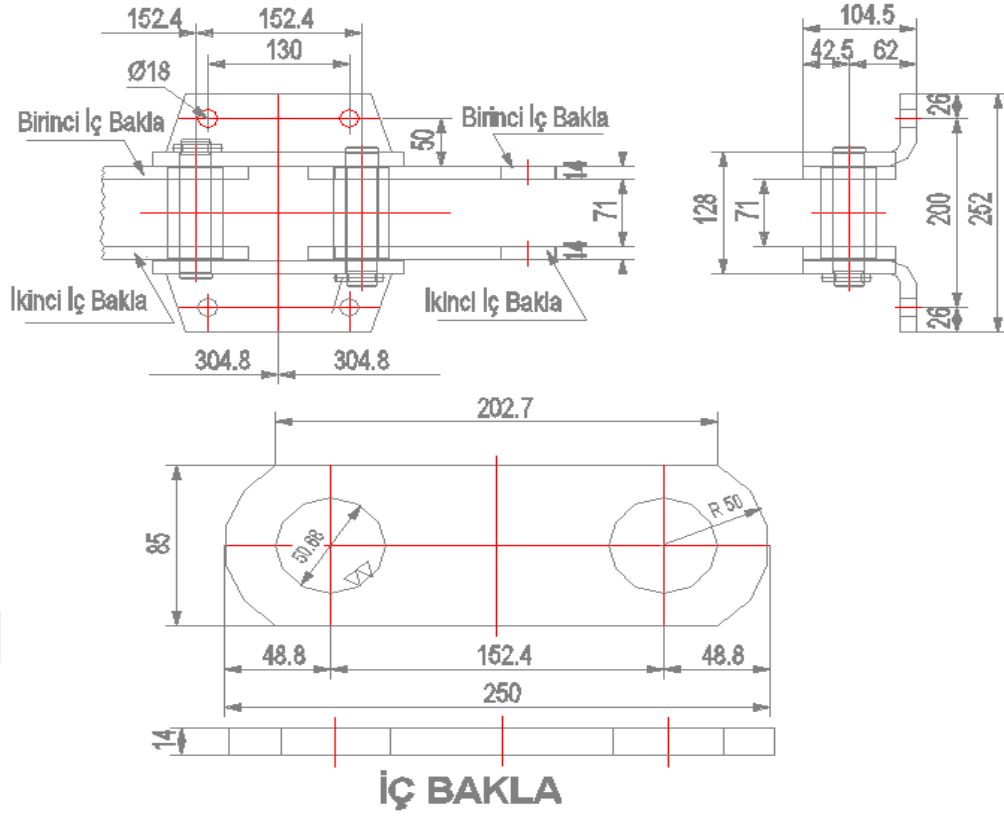
Zincir Malzemesi	Kopma Emniyet Gerilmesi (daN/cm ²)
AISI 1035	5060
AISI 1040	5340
AISI 1045	5765
AISI 1050	6325



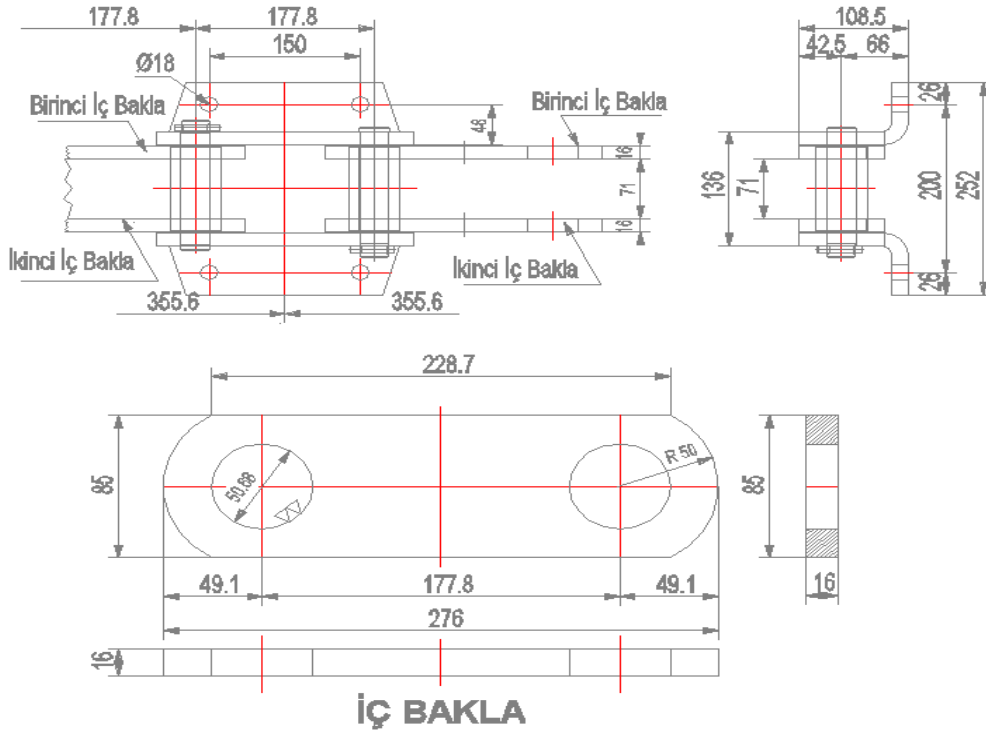
Şekil 4.4. A1 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti



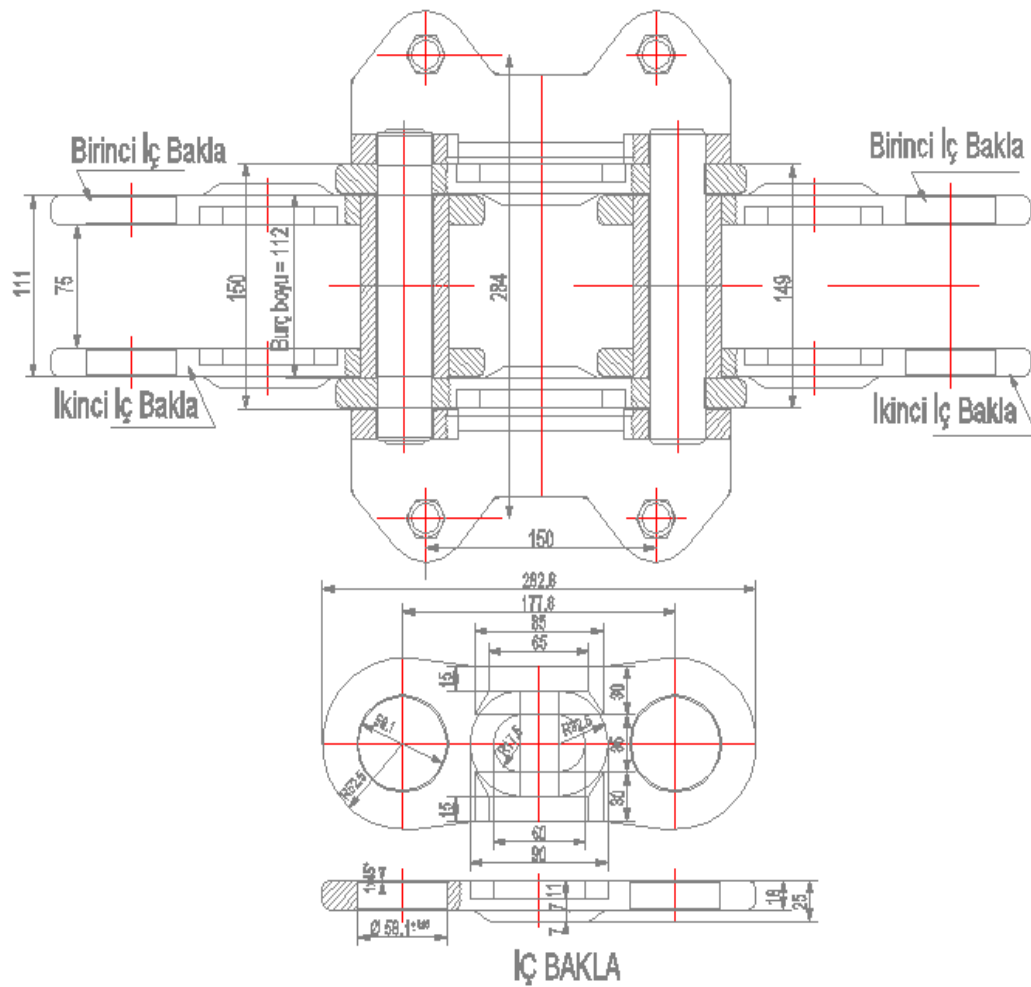
Şekil 4.5. B3 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti



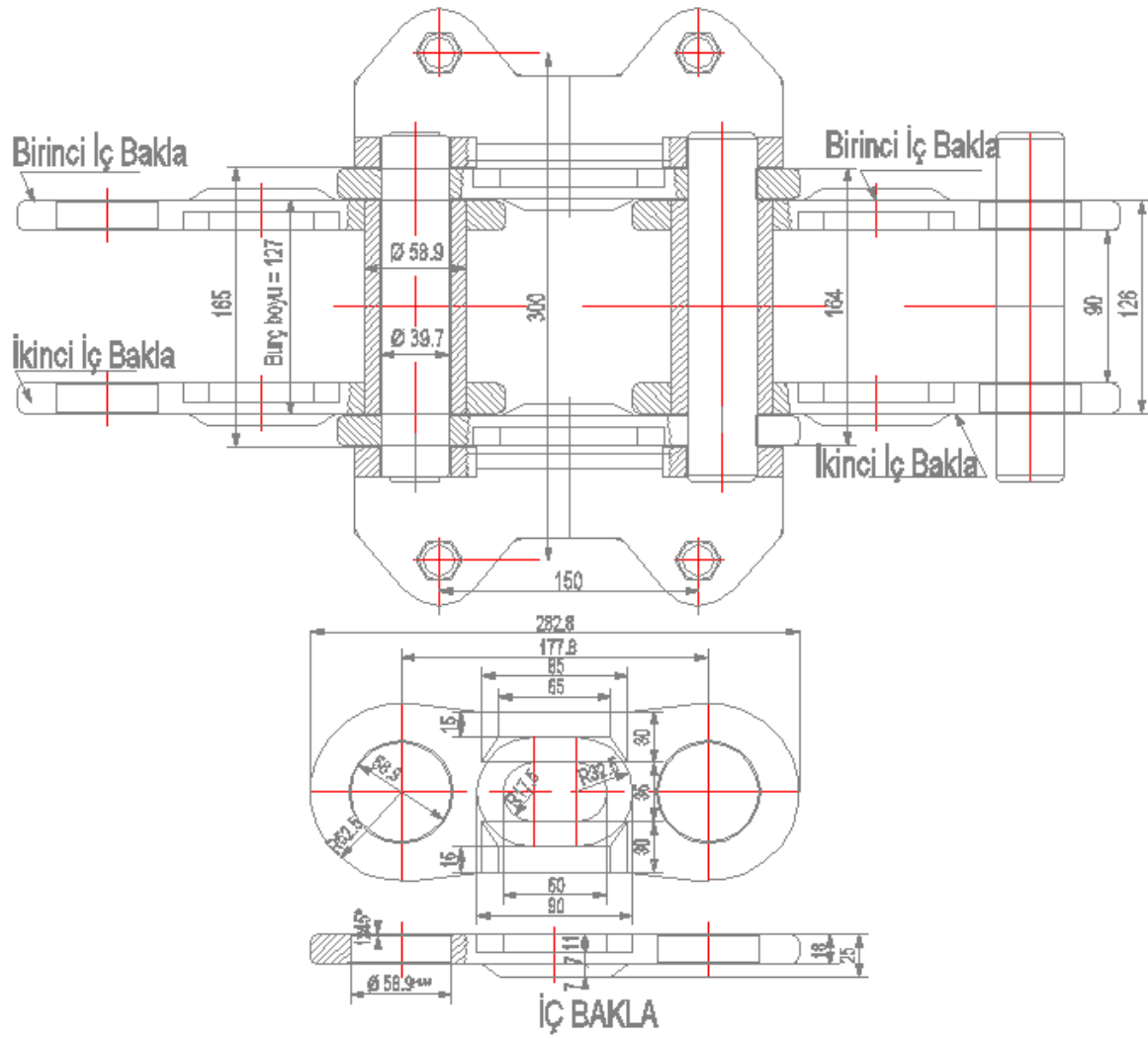
Şekil 4.6. B4 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti



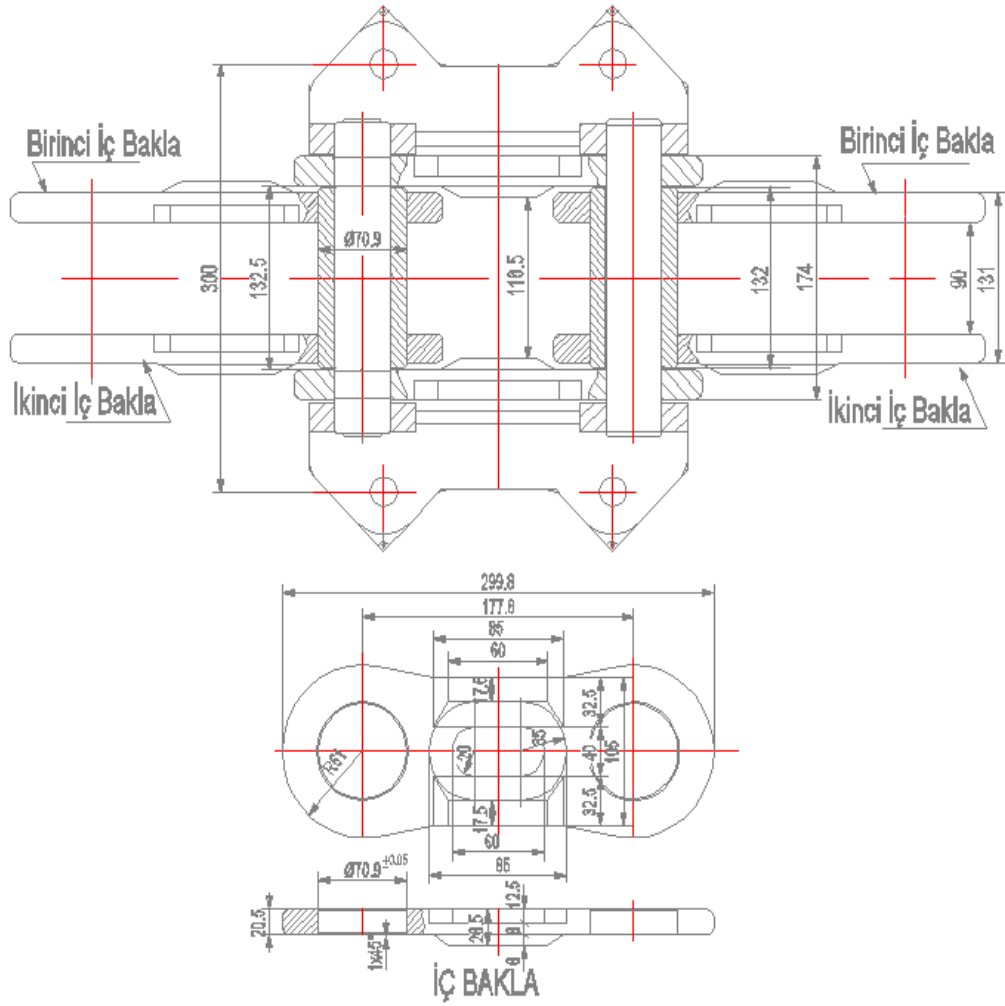
Şekil 4.7. B5 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti



Şekil 4.8. Ş06 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti



Şekil 4.9. Ş13 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti



Şekil 4.10. Ş15 Zincir görünümü ve iç bakla kesiti

Ana pencere sonuç formunda gösterilen zincir tiplerinin bakla-perno bağlantı yerindeki minimum toplam kesit alanları Tablo 4.6'da verilmiştir. Bu alan hesabı, perno merkezinden geçen yatay eksen dik eksenin baklayı kestiği kısımdaki kesit alanıdır. İç bakla ve dış bakla (ikinci iç bakla) kesit alanı toplamı toplam kesit alanı vermektedir.

Şekil 4.1'den seçim yapılan zincirin bakla kesit alanları aşağıdaki çizelgeden zincir tiplerine göre program tarafından alınmaktadır.

Tablo 4.6. Mersin Makine A.Ş. Auto-cad projelerindeki zincir kesitleri [19].

Elevatör Zincir Tipi	Zincir Bakla Kesit Toplam Alanı (mm ²)
A1 Zincir	436
B3 Zincir	727,68
B4 Zincir	960,96
B5 Zincir	1098,24
Ş06 Zincir	1328,4
Ş13 Zincir	1299,6
Ş15 Zincir	1398,1

Zincirin bakla kesit hesabını etkileyen diğer faktörler ise Toplam kovanın boş ağırlığı - Tek taraflı dolu kova malzemesinin ağırlığı (Taşınacak malzeme ağırlığı (TMA)) - Zincirin kendi ağırlığı - Gergi sistemi ve gergi karşı ağırlığıdır.

Toplam kovanın boş ağırlığı eşitlik (10) dan hesaplanmaktadır.

$$\text{Kova Adeti} * \text{Projesindeki Birim Ağırlık (Kg/Ad)} \quad (10)$$

Tek taraflı dolu kova malzemesinin ağırlığı eşitlik (11) den bulunmaktadır.

$$\text{TMA} = \frac{\text{Kova Hacmi (dm}^3\text{)} \times \text{Özgül Ağırlık (t/m}^3\text{)} \times \text{Doluluk Oranı (\%75)} \times \text{Kova Adeti}}{2} \quad (11)$$

Zincirin kendi ağırlığı eşitlik (12) den bulunmaktadır.

$$\text{Gerçek zincir uzunluğu} * \text{Projesindeki Birim Ağırlık (Kg/m)} \quad (12)$$

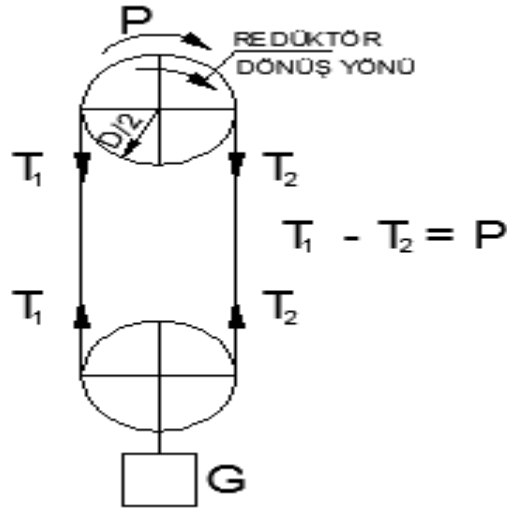
Gergi sistemi ağırlığı (G_G) için projesi çizilmiş ise proje ağırlığı (Çizim yapılan projeden alınan ağırlık + kaynak ağırlığı olarak %3 ilave edilir.) girilir. Proje çizimi yok ise programa ortalama bir ağırlık girilmesi gerekmektedir. Bu değer program tarafından Tablo 4.7'den alınmaktadır.

Tablo 4.7. Gergi sistemi ağırlıkları (Mersin Makine A.Ş Auto Cad Projeleri) [19-29-30].

ZİNCİR TİPİ	KOVA TİPİ	GERGİ SİSTEMİ AĞIRLIĞI (G _G) (Kg)
A1 ZİNCİR	210	200
B3 - B4 ZİNCİR	250	250
B5 - Ş06 - Ş13 - Ş15 ZİNCİR	285	300

Gergi karşı ağırlığı kovanın iletimini sağlayan zincirin gerginliğini; gergi ve tahrik milleri ile zincir dişlilerin yatay-dikey ve yanal seviyelerinin doğru ayarlanmasını, taşınacak

malzemenin dökülmemesini karşılayacak olan ağırlıktır. Bu ağırlık ise dolu kovalardaki toplam taşınacak malzeme ağırlığıdır.



Şekil 4.11. Gergi karşı ağırlığı kuvvet dağılımı

Zincir çevre kuvvet eşitlik (13) veya eşitlik (14) ten hesaplanmaktadır.

$$P = T_1 - T_2 \quad (\text{daN}) \quad (13)$$

$$G = \frac{Px10}{9,81} \quad (\text{Kg}) \quad (14)$$

14 nolu eşitlik aynı zamanda taşınacak malzeme kütlesine eşittir.

Program zincire etkiyen ağırlık (F_1) için Tablo 4.7 ve 10, 11, 12, 14 nolu bağıntıların sonuçlarını toplayarak zincirde oluşan statik çekme gerilmesini (σ_s) eşitlik (15) ten hesaplamaktadır.

σ_s : Statik çekme gerilmesi(daN/cm^2)

F_1 : Zincirin taşıyacağı ağırlık (daN)

S : Zincir bakla kesit alanı (cm^2)

$$\sigma_s = \frac{F_1}{S} \quad (15)$$

Sistemin duruş ve kalkışında oluşacak dinamik etkiler için çalışma faktörü S_1 : 4 değeri alınmıştır. Buna göre zincirde oluşan dinamik normal gerilme (σ_D) (daN/cm^2) eşitlik (16) den hesaplanmıştır.

$$\sigma_D = \sigma_s \times S_1 \quad (16)$$

(16) nolu denklem sonucu ile Tablo 4.5'deki zincir malzemesi kopma emniyet gerilmesi σ_{em} (daN/cm^2) eşitlik (17) de kıyaslanmaktadır.

$$\sigma_D \leq \sigma_{em} \quad (17)$$

Çıkan sonuç emniyet kopma gerilmesinden büyük ise zincir malzeme seçimi tekrarlanmaktadır. Eğer küçük veya eşit ise zincir malzemesi uygundur. Program ana pencere sonuç formunda çıktı olarak zincir tipi gösterilmektedir.

4.8. Tahrik Milini Etkileyen Toplam Ağırlık Hesabı

Tahrik milini etkileyen ağırlığının belirlenmesi için; Kovaların toplam boş ağırlığı – Dolu kovadaki toplam malzeme ağırlığı – Zincirin kendi ağırlığı – Gergi sistemi ve gergi karşı ağırlığı – Tahrik sistemi ağırlığı belirlenmelidir.

Tahrik sistemi ağırlığı dışındaki değerler daha önce belirlenmişti. Tahrik sistemi ağırlığı (G_T) için projesi çizilmiş ise proje ağırlığı (Çizim yapılan projeden alınan ağırlık + kaynak ağırlığı olarak %3 ilave edilir.) girilir. Proje çizimi yok ise programa ortalama bir ağırlık girilmesi gerekmektedir. Bu değer program tarafından Tablo 4.8'den alınmaktadır.

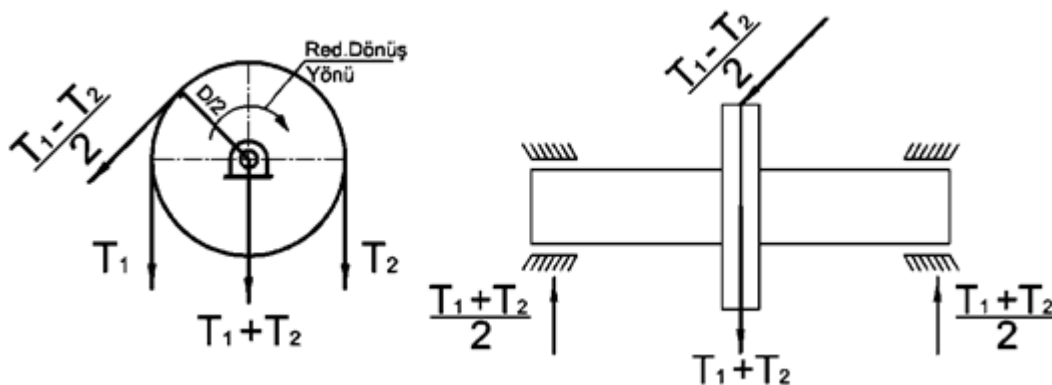
Tablo 4.8. Tahrik sistemi ağırlıkları (Mersin Makine A.Ş Auto Cad Projeleri) [19-29-30].

ZİNCİR TİPİ	KOVA TİPİ	TAHRİK SİSTEMİ AĞIRLIĞI (G _T) (Kg)
A1 ZİNCİR	210	600
B3 - B4 ZİNCİR	250	655
B5 - Ş06 - Ş13 - Ş15 ZİNCİR	285	705

Program tahrik milini etkileyen ağırlık hesabının; Tablo 4.7, Tablo 4.8 ve 10, 11, 12, 14 nolu bağıntıların sonuçlarını toplayarak yapmaktadır.

4.9. Tahrik Milindeki Moment Hesabı

Şekil 4.12’de tahrik milini etkileyen kuvvetler gösterilmiştir. Bu kuvvetler milde kesme gerilmesi, eğilme, burulma ve dönme momentleri oluşturmaktadır.



Şekil 4.12. Tahrik milindeki kuvvet dağılımı

$$T_1 = \text{Malzeme Dolu Tarafın Ağırlığı (N)}$$

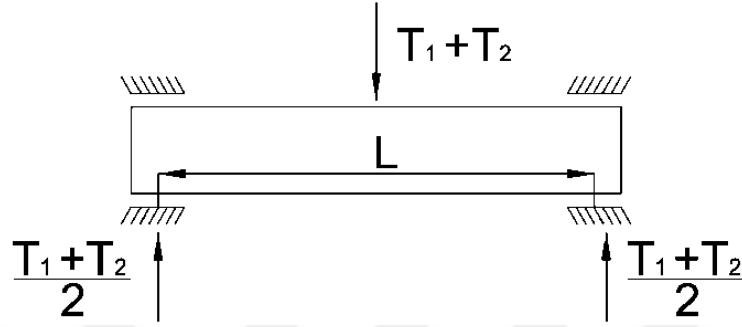
T_2 = Malzeme Boş Tarafın Ağırlığı (N)

D = Mil Göbek Çapı (cm)

4.9.1. Eğilme Momenti

Şekil 4.13’de tahrik milinde eğilmeye neden olan kuvvet gösterilmiştir. Eğilme momentini oluşturan kuvvet = $T_1 + T_2$ (N)

L = Yataklar arası mesafe (m) (Şekil 4.1)



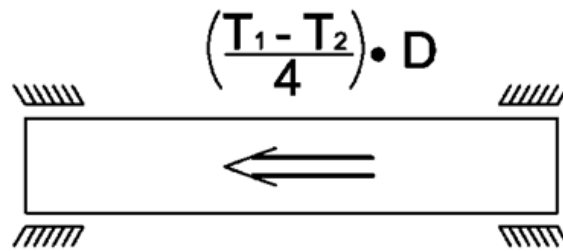
Şekil 4.13. Milde eğilme momentini oluşturan kuvvet

Milde oluşan eğilme momenti (M_e) (Nm) eşitlik (18) den hesaplanmaktadır.

$$M_e = \frac{(T_1 + T_2) \times L}{4} \quad (18)$$

4.9.2. Burulma Momenti

Milde oluşan burulma momenti (M_b) (Nm) eşitlik (19) bulunmaktadır.



Şekil 4.14. Milde burulma etkisi

$$M_b = \frac{(T_1 - T_2) \times D}{4} \quad (19)$$

D = Mil Göbek Çapı (m) (Şekil 4.2)

4.9.3. Dönme Momenti

Dönem momenti (Nm) aşağıdaki bağıntıdan hesaplanmaktadır.

$$M_d = 9550 \frac{N}{n} \quad (20)$$

N: Motorun ilettiği güç (Kw)

n: Motorun devir sayısı (d/dk)

$\eta = 0,90$ Motordan Redüktöre güç aktarım verimi

Milin dönme işleminin gerçekleşebilmesi için $M_d \geq M_b$ olmalıdır.

4.10. Bileşke Gerilmeden Mil Çapı Hesabı

Programda Tablo 4.9'da belirtilen malzemelerin kayma emniyet gerilmeleri hesaplamalara dâhil edilerek mil çap kesit hesabı yapılmaktadır

Tablo 4.9. Mil malzemesi kayma emniyet gerilmeleri [25].

Mil Malzemesi	Kayma Emniyet Gerilmesi (daN/cm ²)
AISI 4140	3700
AISI 4340	3700
AISI 5140	3300

Dinamik yükler altında milin çap tayininde en büyük kayma gerilim hipotezi (EKGH) dikkate alınarak yapılmaktadır. Normal gerilmeler (daN/cm²) eşitlik (21) den hesaplanmaktadır.

$$\sigma_{1,2} = \frac{16}{\pi \times \tau_{em}} [M_e \mp \sqrt{M_e^2 + M_b^2}] \quad \text{ve} \quad \sigma_3 = 0 \quad (21)$$

Max. gerilme aşağıdaki eşitlikten bulunmaktadır.

$$\sigma_1 = \frac{16}{\pi \times D^3} [M_e + \sqrt{M_e^2 + M_b^2}] \quad (22)$$

Min. gerilme eşitlik (23) ten bulunmaktadır.

$$\sigma_2 = \frac{16}{\pi \times D^3} [M_e - \sqrt{M_e^2 + M_b^2}] \quad (23)$$

En büyük kayma gerilme hipotezi eşitlik (24) den kıyaslanmaktadır.

$$\sigma_{\max} - \sigma_{\min} \leq \sigma_{em} \quad (24)$$

Milın kayma emniyet gerilmesi ($\tau_{em} = \frac{\sigma_{em}}{2}$) sistemin duruş ve kalkışında oluşacak dinamik yüklerden kaynaklı tam değişken zorlamada sonsuz ömür için (sürekli mukavemet hali) değişik yükleme durumlarında sınır mukavemet değeri (τ_{em}^*) basma ve kesme halinde eşitlik (25) den hesaplanmaktadır [26].

$$\tau_{em}^* = \frac{K_y \times K_b}{\beta_k \times S_2} \tau_{em} \quad (25)$$

Burada dinamik etkiler için çalışma faktörü S_2 : 2 değeri alınmıştır. Program mil malzemesi için;

Boyut faktörü (K_b) değeri için Tablo 4.10'dan, Çentik Duyarlılık Faktörü (β_k) değeri için Tablo 4.11'den, Yüzey Faktörü (K_y) değeri için Tablo 4.12'den değer almaktadır [27].

Tablo 4.10. Malzeme boyut faktörü

Boyut Faktörü K_b									
Çap d (mm)	10	15	20	25	30	40	50	60	90
Boyut faktörü (K_b)	1	0,98	0,95	0,925	0,9	0,85	0,825	0,8	0,775

Not: Ara değerler için interpolasyon yapmayınız. En yakın değeri kullanınız.

Tablo 4.11. Malzeme çentik duyarlılık faktörü

Malzeme	Çentik Duyarlılık Faktörü β_k
İmalat Çelikleri	0,4 - 0,8
İslah Çelikleri	0,6 - 0,9
Yay Çelikleri	0,9 - 1,0
Hafif Metaller	0,3 - 0,6

Tablo 4.12. Malzeme yüzey faktörü

Yüzey Faktörü K_y							
Yüzey Durumu	Malzemenin kopma mukavemeti (N/mm ²)						
	300	400	500	600	700	800	1000
Parlatılmış	1	1	1	1	1	1	1
İnce Taşlanmış	1	0,99	0,985	0,98	0,975	0,972	0,97
Taşlanmış	0,97	0,96	0,95	0,94	0,935	0,932	0,93
Hassas Tornalanmış	0,93	0,92	0,91	0,9	0,89	0,885	0,88
Tornalanmış	0,91	0,9	0,88	0,86	0,84	0,82	0,78
Tufalı	0,8	0,74	0,67	0,61	0,56	0,51	0,43

Program yazılımının yapıldığı hesaplamalarda;

Boyut Faktörü (K_b) = 0,75

Çentik Duyarlılık Faktörü (β_k) = 0,90

Yüzey Faktörü (K_y) = 0,885 değerleri alınmıştır.

Program dönen miller için eğilme, burulma momentlerine uygulanan darbe ve aşınma katsayılarını Tablo 4.13'den almaktadır [28].

K_m : Eğilme momentine uygulanan darbe ve aşınma katsayısı

K_t : Burulma momentine uygulanan darbe ve aşınma katsayısı

Tablo 4.13. Dönen miller için darbe ve aşınma katsayıları

Dönen miller için	K_m	K_t
Yavaş etkiyen yük	1,50	1.0
Aniden etkiyen yük (hafif darbe)	1.5 – 2.0	1.0 – 1.5
Aniden etkiyen yük (ağır darbe)	2.0 – 3.0	1.5 – 3.0

Program yazılımının yapıldığı hesaplamalarda;

$K_m = 2,5$

$K_t = 2$ değerleri alınmıştır.

(18), (19), (25) nolu denklemlerden elde edilen sonuçlar (21) nolu eşitlikte yerine konularak ve düzenlenerek aşağıdaki eşitlik halini almaktadır.

$$\sigma_{1,2} = \frac{16}{\pi \times \tau_{em}^*} [M_e \times K_m \mp \sqrt{(M_e \times K_m)^2 + (M_b \times K_t)^2}] \quad (26)$$

$$\sigma_3 = 0 \quad (27)$$

(26) nolu denklemden σ_1 ve σ_2 normal gerilme değerleri (24) de yazılarak eşitlik (28) elde edilir.

$$\frac{16}{\pi \times D^3} [[M_e \times K_m + \sqrt{(M_e \times K_m)^2 + (M_b \times K_t)^2}] - [M_e \times K_m - \sqrt{(M_e \times K_m)^2 + (M_b \times K_t)^2}]] \leq \sigma_{em}^* \quad (28)$$

(28) nolu eşitlikte sadeleştirme yapılırsa eşitlik (29) bulunmaktadır.

$$\sigma_{em}^* \geq \frac{2 \times 16}{\pi \times D^3} [\sqrt{(M_e \times K_m)^2 + (M_b \times K_t)^2}] \quad (29)$$

(29) nolu denklemden mil çapı (D) (cm) çekilerek eşitlik (30) bulunmuştur.

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{2 \times 16}{\pi \times \sigma_{em}^*} [\sqrt{(M_e \times K_m)^2 + (M_b \times K_t)^2}]} \quad (30)$$

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Tek sıra zincirli elevatörün klasik yöntemle hesabı yapılırken tasarımcı, tecrübe ve pratik uygulamalardan, tablolardan, çizelgelerden, kataloglardan değer alarak hesap yapar. Tasarımcı özgül yoğunluğu 1 t/m³ çimentonun 100 t/h kapasite ile 30 m yüksekliğe taşınması için Şekil 4.1'den seçim yaparken farklı tercihlerde bulunabilir. Şekil 4.1'den üç farklı değer alarak tasarımını Tablo 5.1'deki tasarım kriterlerinden tercih yapılabilir. Bu farklılıklar elevatör yüksekliğinin – elevatör boyunun ve elevatör ağırlığının değişmesine neden olacaktır.

Tablo 5.1. Tasarım kriterlerinin girdi tercihleri

	I TERCİH	II TERCİH	III TERCİH
Kapasite	99 m ³ /h	101 m ³ /h	106 m ³ /h
Zincir Tipi	B3 Zincir	B4 Zincir	B4 Zincir
Zincir Dişli	Ø 890 mm	Ø 790 mm	Ø730 mm
Zincir Hızı	1.4 m/s	1.25 m/s	1.16 m/s
Kova Tipi	250 x 315	250 x 355	250 x 400

Tez kapsamında yazımını gerçekleştiren programa işlem verilerinin girilmesi ve programın çalıştırılması sonucunda Şekil 5.1'deki ana pencere sonuç formu elde edilmektedir.

Şekil 5.1. Hesap yapılan ana pencere sonuç formu

Tablo 5.2. Hesap sonuçlarının karşılaştırılması

DURUMLAR	I TERCİH	II TERCİH	III TERCİH	PROGRAM SONUCU
Kapasite	99.21 t/h	101 t/h	106 t/h	100.76 t/h
Zincir Tipi ve Uzunluğu	B3 Zincir 62.789 m	B4 Zincir 62.789 m	B4 Zincir 62.179 m	B4 Zinciri 62.789 m
Zincir dişli Tipi	Ø 890 mm	Ø 790 mm	Ø 730 mm	Ø 790 mm
Zincir Hızı	1.4 m/s	1.25 m/s	1.16 m/s	1,25 m/s
Kova Tipi ve Adeti	250 x 315 206 Ad	250 x 355 206 Ad	250 x 400 204 Ad	250 x 355 206 Ad
Red.Gücü ve Tipi	16.22 Kw / K2A-225	17.29 Kw / K2A-225	17.29 Kw / K2A-225	18,5 Kw / K2A-225
Yataklar Arası Mesafe	L : 1035 mm	L : 1075 mm	L : 1120 mm	L : 1075 mm
Tahrik Mil	D : 14.72 cm	D : 15.11 cm	D : 15.83 cm	D : 160 mm
Göbek Çapı	~150 mm	~150 mm	~160 mm	

Tablo 5.1'deki tercihlere göre klasik yöntemle yapılan hesap sonuç değerleri ve Şekil 5.1' de program tarafından hesap yapılan ana sonuç formu değerlerinin Tablo 5.2'de karşılaştırılması yapılmaktadır.

Ado Madencilik için klasik yöntem ile tasarımı yapılmış diğer elevatör boyutları Şekil 5.2 ve Şekil 5.4'te görülmektedir.

ADO MADENCİLİK Red. tahvili 1/40 Red. çıkışı 37.5 d/d Zincir hızı 1.55 m/sn (Zincir hızı 1.65 m/sn)	125 t/h KAPASİTELİ TEK SIRA ZİNCİRLİ 355' LİK ÇİMENTO ELEVATÖRÜ				K. M. Analizi	06 - 001 / 2A			
					Tarih	06 - 01 - 2006			
					Aks Mesafesi	AA = 30.070 m			
	KOVA TİPİ				Zincir Tipi	Şaman B4 Zincir			
					E B A T	250 x 355 Kova	Sayı	206 Adet	Tambur Çapı
TAHRİK SİSTEMİ							Mil Göbek Çapı = 170 mm	Rulman Çapı = 135 mm (SKF 22230 CCK/W33 + H 3130)	
GERGİ SİSTEMİ							Mil Göbek Çapı = 130 mm	Burç iç Çapı = 90 mm	Yatak iç Çapı = 140 mm
Rediktör 22 KW, K2A-225							Şaman B4 Zincir		62.8 m

Şekil 5.2. Örnek 2 klasik yöntemle yapılan hesap sonuçları

Tez kapsamında gerçekleştirilen Ado Madencilik için verilen girdiler programa girildiğinde ve çalıştırıldığında sonuçları Şekil 5.3 ve Şekil 5.5'te ana pencere sonuç formunda görünmektedir.

Şekil 5.3. Örnek 2 Hesap yapılan ana pencere sonuç formu

ADO MADENCİLİK ELV450-1 (BE3) 1 ADET ELV450-2 (BE4) 1 ADET	200 t/h KAPASİTELİ (ELV450-1)			K. M. Analizi	06 - 001/3B,4B
	TEK SIRA ZİNCİRLİ			Tarih	16 - 01 - 2006
	450' LİK ÇİMENTO EVATÖRÜ			Aks Mesafesi	AA = 25.190 m
	KOVA TİPİ			Zincir Tipi	Şaman-B5 Zincir
	E B A T	285 x 450 Kova	Sayı 150 Adet	Tambur Çapı	Ø 890 mm
TAHRİK SİSTEMİ		Mil Göbek Çapı = 180 mm Rulman Çapı = 150 mm (SKF 22234 CCK/W33 + H 3134)			
GERGİ SİSTEMİ		Mil Göbek Çapı = 140 mm Burç iç Çapı = 90 mm Yatak iç Çapı = 140 mm			
Redüktör 30 KW, K2A-250		Şaman B5 Zincir		53.4 m	

Şekil 5.4. Örnek 3 klasik yöntemle yapılan hesap sonucu

Şekil 5.5. Örnek 3 Hesap yapılan ana pencere sonuç formu

Ado Madencilik firması için yukarıda klasik yöntem ile hesaplanan (Şekil 5.2 ve Şekil 5.4) şekilleri ile programa veri girdisi girilmesi ve çalıştırılması ile elde edilen (Şekil 5.3 ve Şekil 5.5) ana pencere sonuç formlarının kıyaslanması aşağıda aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.3. Ado Madencilik Hesap Sonucu Kıyaslanması

Ado Madencilik	KLASİK YÖNTEM		PROGRAM	
	I DURUM	II DURUM	I DURUM	II DURUM
Kapasite	125 t/h	200 t/h	128.44 t/h	200.91 t/h
Zincir Tipi ve	B4 Zincir	B5 Zincir	B4 Zincir	B5 Zincir
Uzunluğu	62.8 m	53.4 m	62.789 m	53.34 m
Zincir Dişli Tipi	Ø 790 mm	Ø 890 mm	Ø 790 mm	Ø 890 mm
Zincir Hızı	1.5 m/s	1.40 m/s	1.25 m/s	1.40 m/s
Kova Tipi ve	250 x 355	285 x 450	250 x 450	285 x 450
Adeti	206 Ad	150 Ad	206 Ad	150 Ad
Red.Gücü ve	22 Kw	30 Kw	30 Kw	30 Kw
Tipi	K2A-225	K2A-250	K2A-250	K2A-250
Yataklar Arası Mesafe	L : --- mm	L : ---- mm	L : 1180 mm	L : 1190 mm
Tahrik Göbek Çapı	Mil D : 170 mm	D : 180 mm	D : 170 mm	D : 180 mm

Sonuç olarak; tasarım esnasında işletme şartları ve malzeme özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekir tasarımı yapan deneyimli olmalıdır. Farklı iki kişi birbirinden habersiz aynı özelliklere ait elevatör tasarımını klasik yöntemle yapacak olsa farklı iki sonuç ortaya çıkabilecektir. Bu sonuçlardan biri diğerini göre daha ergonomik olacaktır. Diğer bir durum ise farklı bir malzeme için aynı kapasitede ve yükseklikte hesap yapmak tüm işlemlerin baştan başlaması demektir. Böyle bir tasarımın bilgisayar destekli yapılması ile zaman kaybı ve tasarım işlem yükü en aza inecek, optimum değerler kullanılacağı için tasarım maliyeti azalacak, hatalı tasarımın önüne geçilecek aynı zamanda işletme ve bakım maliyeti de azalmış olacaktır.



KAYNAKLAR

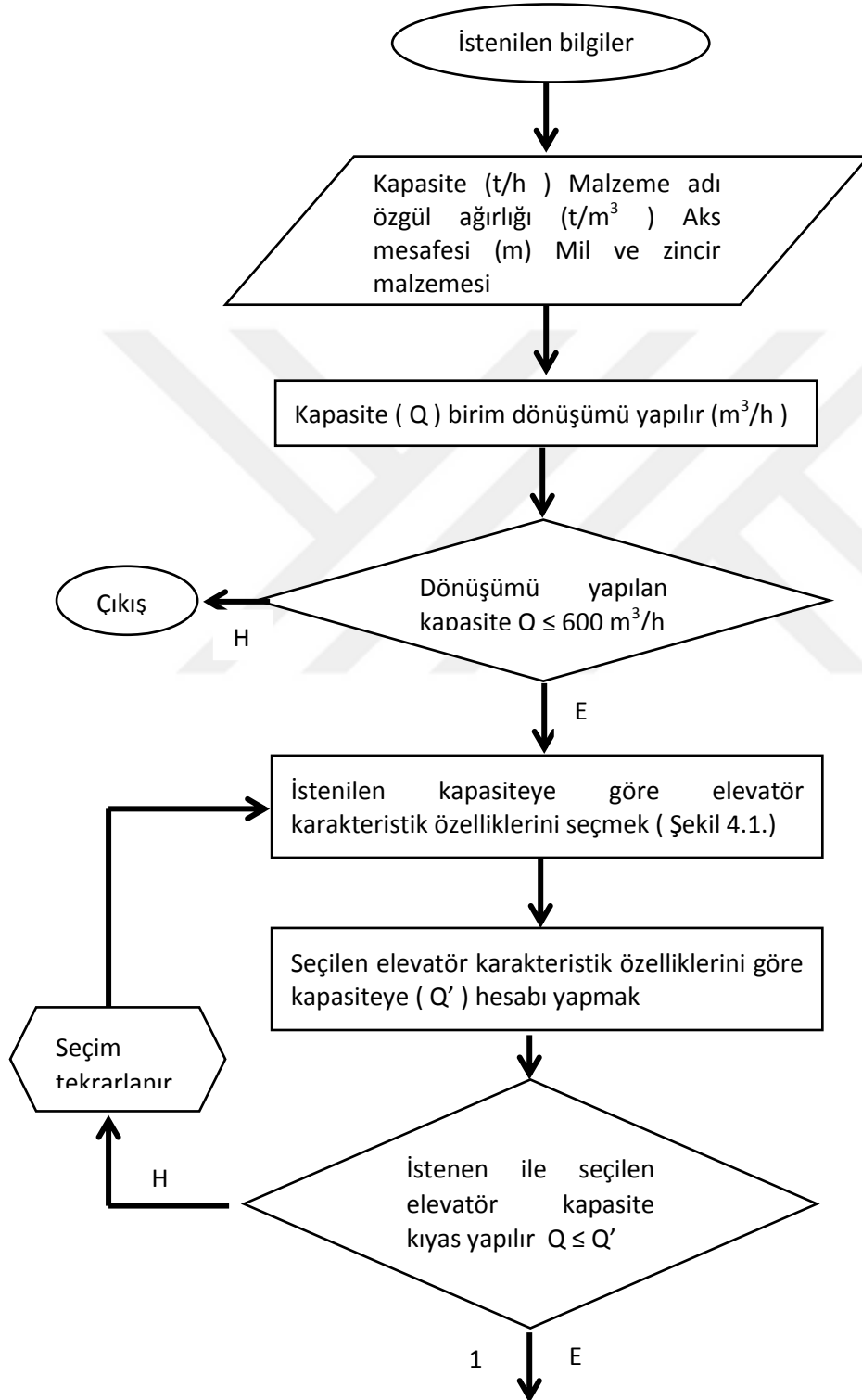
- [1]. Kovalı Elevatör [file:///C:/Users/Pc/Downloads/2014_kovalı_elevatorler%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Pc/Downloads/2014_kovalı_elevatorler%20(1).pdf) (20 09 2017).
- [2]. The Chain Belt Engineering Co. Derby. 1894. Abbreviated Catalogue <http://bonemill.org.uk/index.php/major-finds/31-chain-elevator-catalogues> (25 09 2017).
- [3]. Kurtboğan G., Zincirli ve Bantlı Elevatörler ve Bunların Tasarım Kriterlerinin İncelenmesi ve Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
- [4]. Sinnott, M. D., Hilton, J. E., Bride, W. M., Cleary, P. W., “Coupled gas-particulate discharge from a bucket elevator”, Powder Technology 314, (2017), 203–217.
- [5]. Holbrow, P., Lunn, G. A., Tyldesley, A., Explosion venting of bucket elevators, Journal of Loss Prevention in the Process Industries 15, (2002), 373–383.
- [6]. Bilgin, Ö., Koç, E., Çimento Üretim Teknolojisinde Kullanılan Ana Ekipmanlar, Yer Altı Kaynakları Dergisi, Yıl:2 Sayı: 4, 2013.
- [7]. MANAV, Y., Zincirli Konveyörlerde Zincirlerin Gerilme Dağılımlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 2008.
- [8]. Derikvand, Z., Bantlı Konveyör Sistemi için Tahrik Tasarımı, Lisans Tezi, Çek Cumhuriyeti Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Fakültesi, Prag, 2015.
- [9]. Aybars Makina Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. info@aybarsmakina.com (26 09 2016).
- [10]. Aumund Cement Industries http://www.atminerals.com/en/artikel/at_AUMUND_bucket_elevator_to_transport_Ammonium_Sulphate_2052127.html (26 09 2016).
- [11]. Kalori Tasarım & Mühendislik Hizmetleri <https://koleri.wordpress.com/odevler-ve-ders-tanitimi/transport-teknigi/7-hafta/sinif-uy-resimler/#jp-carousel-3401> (20 09 2017).
- [12]. GERDEMELİ, İ., MAK 534 Sürekli Transport Sistemleri Elevatör Tasarımı Ders Notu.; İstanbul Teknik Üniversite Makine Mühendisliği Bölümü, 16s, İstanbul, 2014.
- [13]. SPİVAKOVSKY, A., DYACHKOV, V. Çeviren Ali Münir CERİT - Mak. Y. Müh., Götürücüler (Konveyör) ve İlgili Donatımı (Kepçeli, Kefeli ve Döner Tepsili Yükselticiler); Ankara, 427s, 1984.
- [14]. DEMİRİSOY, M., Transport Tekniği (İletim Makinaları cilt 2); Birsan Yayınevi, İstanbul, 341s, 1984.
- [15]. GÜVEN, A., Lastik Bantlı Konveyörlerin Bilgisayar Destekli Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 1997.
- [16]. KARAGÜLLE, İ., Microsoft Visual C#.Net Başlangıç Rehberi.; Türkmen Kitabevi, İstanbul, 1160s, 2004.
- [17]. DEMİRLİ, N., İNAN, Y., Visual C#. Net 2005.; Palme Yayıncılık, Ankara, 1362s, 2006.
- [18]. Aybars Çimento Teknolojileri Yatırım Danışmanlığı İnşaat Bilişim Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti © 2006. https://issuu.com/aybarsltd/docs/aybars_makina_katalog_tr (26 09 2016).
- [19]. Mersin Makine San. Tic. A. Ş. (Elevatör Auto-Cad Projeleri)

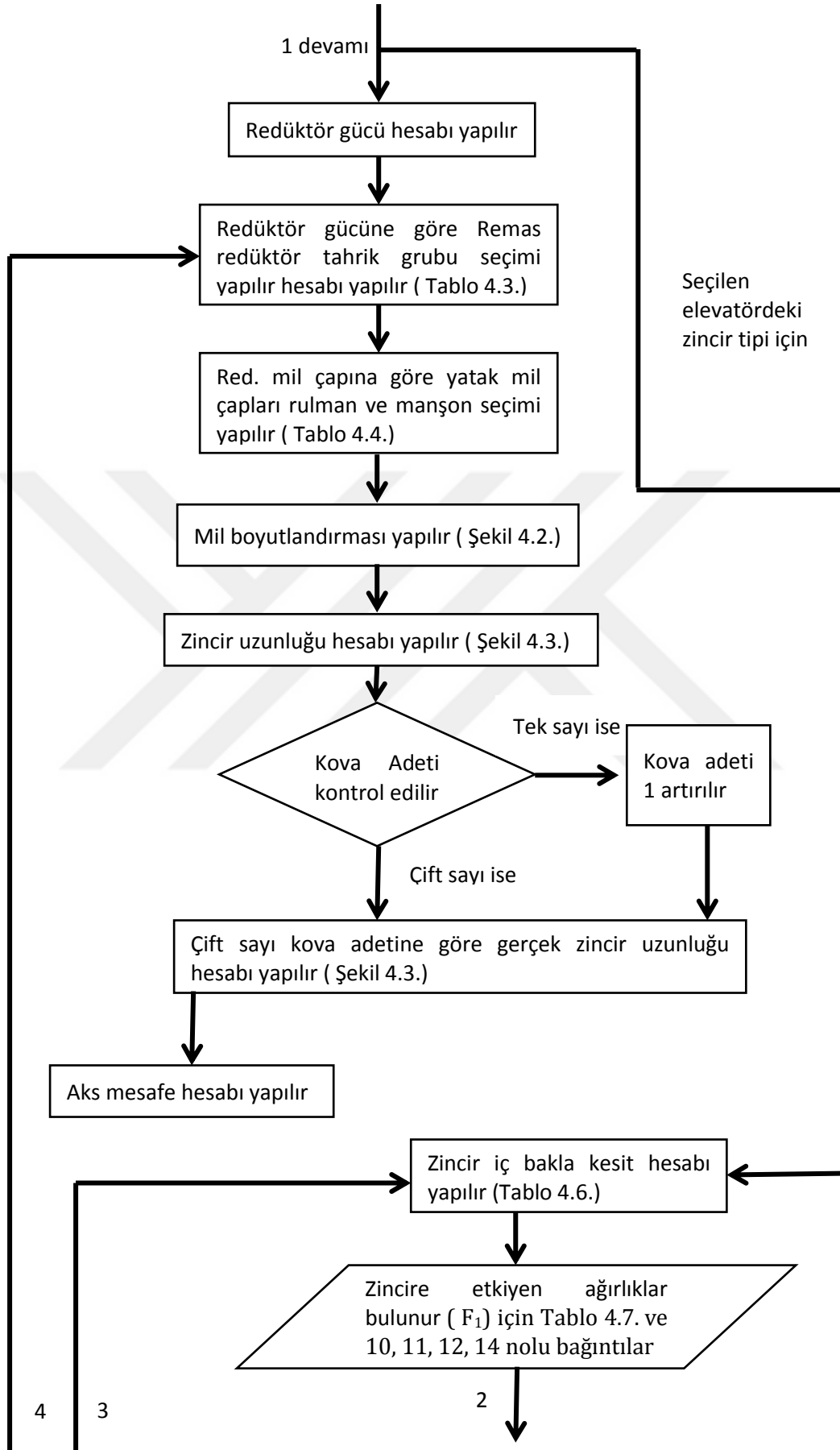
- [20]. Mersin Endüstri, http://www.mersinendustri.com/editorden_yollanan/file/kovali.pdf (12 04 2017).
- [21]. AKTAŞ, V., Her Yönü İle C# 6.0 Oku, İzle, Dinle, Öğren!.; Kodlab Yayın, İstanbul, 944s, 2014.
- [22]. Remas Redüktör Katalog <http://www.remas.com.tr/reduktorler/> (02 02 2017).
- [23]. SKF Genel Katalog <http://www.skf.com/group/system/ProductSearchResult.html> (02 02 2017).
- [24]. Mühendislik Bilgileri, <http://www.muhendislikbilgileri.com/?Bid=1180649> (02 03 2017).
- [25]. Bozca, M., Makine Elemanları-1 Tablolar Ders Notu, <http://www.a305teyim.com/dersnotlari/47/1364-makine-elemanlari-1-ders-notlari---mehmet-bozca.html> (15 01 2008).
- [26]. KOÇ, E., Makina Elemanları Çözümlü Problemler.; Nobel kitabevi, Adana, 581s, 2007.
- [27]. BOZACI, A., Makine Elemanları Cilt-1.; Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 383s, 2005.
- [28]. AŞIK, E. 1992 Kovalı Elevatörler MMO Yayınları
- [29]. Aumund Cement Industries, <http://www.aumund.com>
- [30]. Beumer Maschinenfabrik GmbH & Co.KG, BEUMER@BEUMER.com

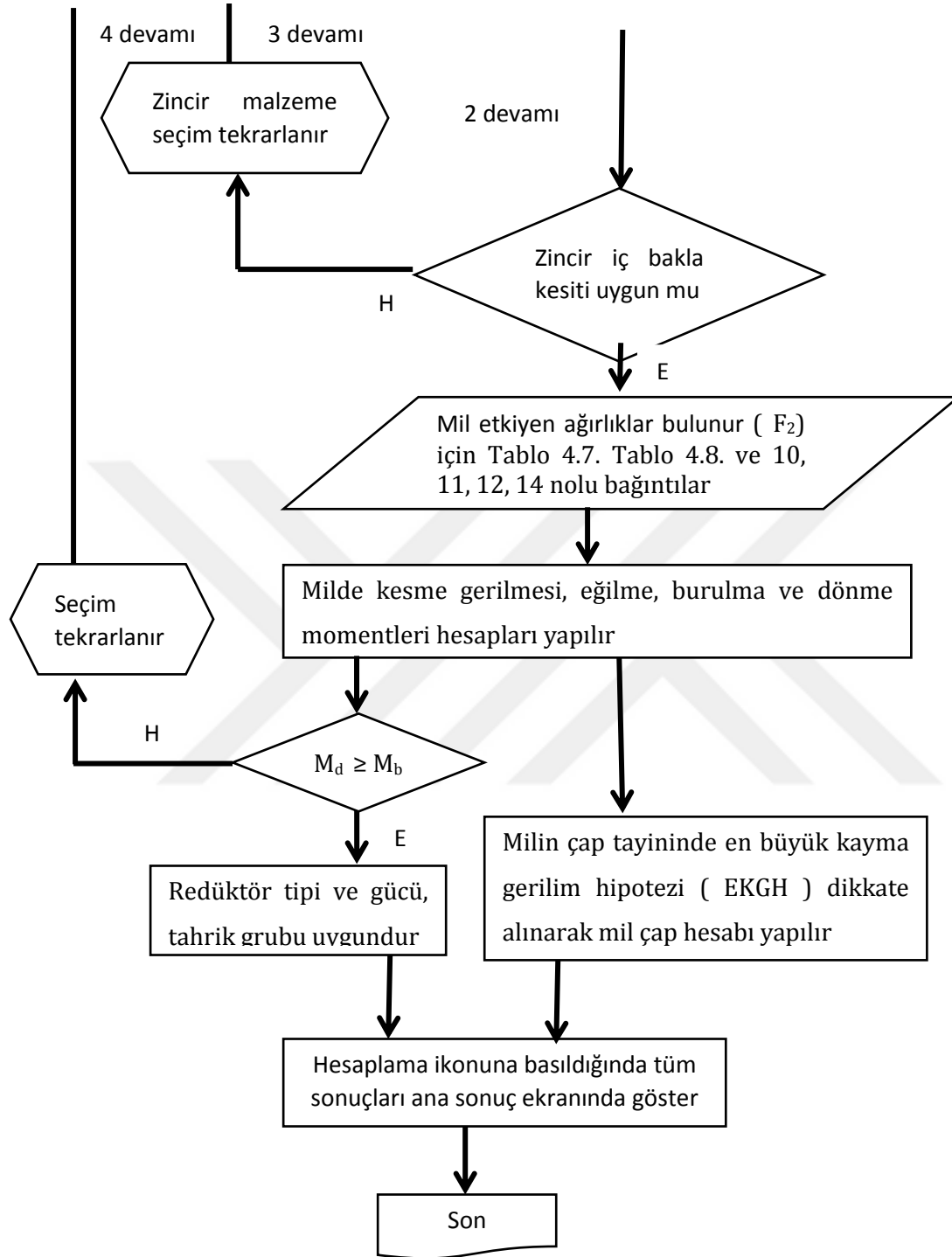
EKLER

EK I

Program Algoritması







ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : MEHMET ALİ ALTUNBAŞAK

Doğum Tarihi : 01/09/1979

E-mail : m_altunbasak@hotmail.com

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	Mersin Tevfik Sırrı Gür Lisesi		1993-1996
Lisans	Makine Mühendisliği	İnönü Üniversitesi	1999-2003
Yüksek Lisans	Makine Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2007-2018

Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Makine Mühendisi	Mersin Makine San. Tic. A.Ş. MERSİN	2005 - 2007
Proje Şefi / Makine Mühendisi	Mersin Makine San. Tic. A.Ş. MERSİN	2007 - 2008
Makine Mühendisi	Aybars Çimento Teknolojileri Yatırım Danışmanlığı İnşaat Bilişim San.ve Tic. Ltd. Şti. ANKARA	2008 - 2009
Makine Mühendisi	Aybars Makine San. Tic. Ltd. Şti. MERSİN	2009 - 2010
Şantiye Şefi / Makine Mühendisi	Teknika Teknik Taahhüt A.Ş. ANKARA	2010 - 2012
Makine Mühendisi	Adıyaman Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi ADIYAMAN	2012 - 2016
Makine Mühendisi	Adıyaman Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı ADIYAMAN	2016 - devam ediyor