



**ÇOK SERBESTLİK DERECELİ TELESKOPIK KONVEYÖR TASARIMI
VE SANAL İMALATI**

Ayfer SEÇKİN ÇELEBİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İMALAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2022

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ayfer SEÇKİN ÇELEBİ

29/06/2022

ÇOK SERBESTLİK DERECELİ TELESKOPIK KONVEYÖR TASARIMI VE SANAL İMALATI

(Yüksek Lisans Tezi)

Ayfer SEÇKİN ÇELEBİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2022

ÖZET

Günümüzde yüksek kapasitelerde dökme ve yığma malzeme taşınması, maliyeti yüksek donanım kullanmayı gerektirmekte, transmikserlerle nakliye araçları ile, zor koşullarda sağlanmaktadır. Bu çalışmada; madencilik ve yapı sektörlerinde ihtiyaç duyulan bantlı konveyörler grubundan, çok serbestlik dereceli teleskopik katlanır konveyörün tasarım prosedürü, sistematik bir hesaplama ortamı ile bilgisayar destekli mühendislik faaliyetlerinin bir sonucu olarak geliştirilmiştir. Klasik bir tasarım sürecinde, konveyörün tasarımını şekillendiren kapasite, genişlik, hız ve diğer parametrelerle yapılan hesapların çözümü oldukça karmaşık ve uzun zaman alıcı bir süreçtir. Konveyör tasarımı için gerekli unsurları ve analitik hesapları bir örnek üzerinden anlatılmış ve değişken değerler göz önünde bulundurularak parametrik tasarım esaslı yöntemine uygun eşitlikler oluşturulmuştur. Hesaplamalar neticesinde oluşturulan Excel dosyası VBA’da bir arayüze dönüştürülmüştür. Bu arayüz sayesinde yapılan çalışmalar ve tablolar bir raporda toplanmakta ve 3D model farklı uzunlukta aynı tasarıma sahip konveyörler için kullanıcı etkileşimi olmaksızın oluşturulmaktadır. Açık kaynak kodları ile program istenildiğinde parametreleri kolaylıkla değiştirilebilir halde yapılmıştır. Program ve arayüzü sonucunda tasarımcıya ve/veya kullanıcıya gerekli hesaplamaları ve tasarım çıktıları sunulurken hem zaman tasarrufu sağlanmış hem de olası hesaplama önlenmiştir.

Bilim Kodu : 91406
Anahtar Kelimeler : Bilgisayar destekli mühendislik, Konveyörler, Teleskopik konveyör, Tasarım prosedürü
Sayfa Adedi : 151
Danışman : Prof. Dr. Ahmet ÖZDEMİR

DESIGN AND VIRTUAL MANUFACTURING OF A TELESCOPIC CONVEYOR
WITH MULTIPLE DEGREE OF FREEDOM

(M. Sc. Thesis)

Ayfer SEÇKİN ÇELEBİ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2022

ABSTRACT

Nowadays, the transportation of bulk and masonry materials at high capacities requires the use of high cost equipment, and is provided with transmixers and transport vehicles under difficult conditions. In this study; the design procedure of a multi degree of freedom system telescopic foldable conveyor, from the group of belt conveyors required in the mining and construction industries, were developed as a part of computer-aided engineering activities with a systematic calculation environment. According to the classical design logic, the result of calculations made with capacity, width, speed and other parameters whose values affect the design of the conveyor is a very complex and time-consuming process. The necessary elements and analytical calculations for a telescopic conveyor design were applied by computer through an example, and the equations were formed in accordance with the parametric design-based method by taking the variable values into account. The Excel file, created as a result of the calculations, was converted into an interface in VBA. By means of this interface, the calculation results and the tables are collected in a report and the 3D model is created for conveyors with the same design of different lengths without user interaction. Due to the open source codes, the parameters of the program can be changed easily when desired. As a result of the program and its interface, while providing the necessary calculations and design outputs to the designer and/or the user, not only time is saved but also possible calculation errors are prevented.

Science Code : 91406

Keywords : Computer aided engineering, conveyors, telescopic conveyor, design procedure

Page Number : 151

Supervisor : Prof. Dr. Ahmet ÖZDEMİR

TEŞEKKÜR

Çok serbestlik dereceli teleskopik konveyör tasarımı ve sanal imalatı projesinde değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli danışmanım sayın Prof. Dr. Ahmet ÖZDEMİR hocama hem bireysel anlamda sağladığı bilgilerden hem de en zor günlerimde bana sunduğu manevi desteklerinden ötürü teşekkür ederim.

Çalışmamın tüm aşamalarında hem teknik anlamda hem de manevi desteğini her daim hissettiğim sevgili eşim Muhammed Mustafa ÇELEBİ' ye ve tüm Pİ MAKİNA Ar-ge ekibine teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak bugünlere gelmemde maddi-manevi en büyük emeği olan anneme ve rahmetli babama saygı ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
2.1. Literatürün Gözden Geçirilmesi.....	5
2.2. Literatür Araştırmasının Değerlendirilmesi	20
3. SÜREKLİ TRANSPORT MAKİNALARI.....	23
3.1. Bantlı Transport (Konveyör) Makinaları	24
3.2. Bantlı Konveyörlerin Kullanım Alanları	27
3.3. Konveyör Bant Düzenlemeleri.....	27
3.4. Bantlı Konveyörlerin Sınıflandırılması	28
3.4.1. Sabit taşıma bantlı konveyörler.....	29
3.4.2. Hareketli taşıma bantlı konveyör	30
3.4.3. Taşınabilir bantlı konveyörler	31
4. KONVEYÖR BANT BİLEŞENLERİ	33
4.1. Bant	34
4.2. Makara Grupları	35
4.3. Kafa, Kuyruk, Gergi ve Saptırma Tamburları	40
4.4. Tahrik Düzeni.....	42

	Sayfa
4.5. Gergi Düzeni	43
4.6. Şasi	45
4.7. Yükleme ve Boşaltma Düzeni.....	45
4.8. Bant Temizleme Düzeni.....	47
5. KONVEYÖRLÜ YÜK TAŞIMA SİSTEMİ TASARIMI	49
5.1. Teleskopik Konveyör Çalışma Koşullarının Belirlenmesi	50
5.2. Konveyör Kapasitesinin ve Genişliğinin Belirlenmesi	52
5.3. Konveyör Sürüş Gücünün Belirlenmesi.....	56
5.4. Konveyör Bant Gerdirme Kuvvetlerinin Belirlenmesi	65
5.5. Konveyör Bant Gergi Hesabı ve Dayanımının Kontrolü	69
5.6. Konveyör Gergi Tertibatı ve Kuvvetinin Hesabı	72
5.7. Konveyör Tambur Seçimlerinin Belirlenmesi	72
5.8. Konveyör Tahrik Tamburunda Oluşan Tork Hesabı	74
5.9. Konveyör Kalkış Süresinin Belirlenmesi.....	75
6. TELESKOİK KONVEYÖRÜN TASARIMINDA ŞARTLAR VE ÖN PARAMETRELERİN TAYİNİ	77
6.1. Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi.....	77
6.2. Konveyör Uzunlarının Mukavemet Hesapları	79
6.3. Eurucode ve AISC 360-10 Standartlarına Göre Emniyet Kontrolü.....	80
6.3.1. Beşinci uzuv statik mukavemet hesaplarının belirlenmesi	82
6.3.2. Dördüncü uzuv statik mukavemet hesaplarının belirlenmesi	89
6.3.3. Üçüncü uzuv statik mukavemet hesaplarının belirlenmesi	93
7. TELESKOİK KONVEYÖRE AİT HİDROLİK SİSTEMİN BELİRLENMESİ.....	97
7.1. Birinci Silindire Ait Piston ve Mil Çaplarının Belirlenmesi	97
7.2. İkinci Silindire Ait Piston ve Mil Çaplarının Belirlenmesi.....	99
7.3. Üçüncü Silindire Ait Piston ve Mil Çaplarının Belirlenmesi.....	100

Sayfa

8. TELESKOPİK KONVEYÖR 3D TASARIM MODELİNİN VBA YARDIMIYLA OLUŞTURULMASI.....	107
9. SONUÇ VE ÖNERİLER	111
9.1. Sonuçlar.....	111
9.2. Öneriler	113
KAYNAKLAR	115
EKLER.....	119
ÖZGEÇMİŞ	151

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Ulpolen PE1000 teknik özellikleri	39
Çizelge 5.1. Dökme malların yığın yoğunluğuna göre gruplandırılması.....	50
Çizelge 5.2. Yoğunluk ölçümleri için kesinlik verileri.....	51
Çizelge 5.3. Dökme malzemelerin tane boyutları.....	51
Çizelge 5.4. Konveyör güzergahının malzeme cinsine göre alabileceği en yüksek eğim.....	53
Çizelge 5.5. θ açısına göre C_1 katsayısının değerleri.....	53
Çizelge 5.6. Bazı yığın malzemelerin özellikleri.....	54
Çizelge 5.7. Bant genişliğine bağlı olarak taşınan malzemeler için önerilen bant hızları (m/s)	54
Çizelge 5.8. DIN ve TS Standartlarında önerilen konveyör bant genişlikleri (m),	55
Çizelge 5.10. Phoenix dokuma bantların birim ağırlıkları (kgf/m^2)	59
Çizelge 5.11. Bantlarda üst ve alt kaplama kalınlıklarının tayini	59
Çizelge 5.12. Pamuk dokuma bantlar için önerilen tabaka sayıları.....	60
Çizelge 5.13. Taşıyıcı ve Dönüş Makara Grupları Arasında Azami Aralıklar (mm).....	61
Çizelge 5.14. Konveyör Makaralarının Ağırlıkları ve Özellikleri	62
Çizelge 5.15. Motor sürüş türlerine ait verimlilik değerleri	65
Çizelge 5.16. Nominal motor güç değerleri.....	65
Çizelge 5.17. Kararlı durum çalışma koşulunda bant gerilmelerinin gösterilmesi.....	66
Çizelge 5.18. Çeşitli malzeme durumları için bantla tambur arasındaki sürtünme katsayısı.....	67
Çizelge 5.19. Tekstil ve çelik kord kayışları için güvenlik faktörü	71
Çizelge 5.20. Güç kaybı faktörü	71
Çizelge 5.21. En küçük tambur çapının tayini için değişen cTr faktörü.....	73
Çizelge 5.22. Standart Tambur Çapları.....	73
Çizelge 5.23. Standart tambur çapları için kasnak çapları.....	73

Çizelge	Sayfa
Çizelge 6.1. Uzunlukları ve kuvvetlerin Excel ortamında gösterilmesi.....	83
Çizelge 6.2. Konstrüksiyona ait uzunlukların Excel ortamında gösterilmesi.....	86
Çizelge 6.3. Dördüncü uzuv kuvvetlerinin Excel ortamında hesaplanan değerleri	90
Çizelge 6.4. Üçüncü uzuv kuvvetlerinin Excel ortamında hesaplanan değerleri	94

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Transmiklere akupile edilen konveyör bant sistemi.....	2
Şekil 2.1. Üç dönme serbestlik derecesine sahip hızlı teleskopik, genişletilebilir, hareketli bantlı konveyör- European Patent Office.....	7
Şekil 2.2. Özellikle beton mikser kamyonları için konveyör bant-European Patent Office. Patent No: 0 654 427 B1	8
Şekil 2.3. Konveyör bantlı nakliye aracı- Deutsches Patent–Und Markenamt. Patent No: DE 299 04 607 U1.....	11
Şekil 2.4. Karıştırıcı araçlar için bantlı konveyör-, European Patent Office. Patent No: 0 654 427 B1	13
Şekil 2.5. Uzun bantlı bir konveyör sisteminin mobil kule vinç ile bağlantısı.....	15
Şekil 2.6. Çok yönlü konveyörler	16
Şekil 2.7. Radyal yayıcı konveyörler	17
Şekil 2.8. Zor erişim noktalarına ulaşmak için konveyörleri askıya alan vinçler.....	18
Şekil 2.9. Karıştırıcıya monte konveyör	19
Şekil 2.10. Teleskopik kayışlı kamyonun çizimi	20
Şekil 3.1. Basit bir bantlı konveyör ve ekipmanları.....	25
Şekil 3.2. Teleskopik bantlı konveyör çalışma pozisyonu.....	26
Şekil 3.3. Teleskopik bantlı konveyör çalışma alanı uygulaması.....	26
Şekil 3.4. Çeşitli bantlı konveyör tipleri	28
Şekil 3.5. HAC sabit taşıma bantlı konveyör.....	29
Şekil 3.6. Beton santralinde kullanılan bir bantlı konveyör [Pi Makina tesisleri]	30
Şekil 3.7. Hareketli taşıma bantlı konveyör.....	31
Şekil 3.8. Taşınabilir bantlı konveyör.....	32
Şekil 4.1. Tipik bir bantlı konveyörün bileşenlerinin gösterilmesi.....	33
Şekil 4.2. İletici bantların iç yapısı	35
Şekil 4.3. Taşıyıcı makaraların gösterilmesi.....	36

Şekil	Sayfa
Şekil 4.4. Dönüş makaraların gösterilmesi	36
Şekil 4.5. Makara çeşitleri	37
Şekil 4.6. Tahrik makarasının iç yapısı.....	37
Şekil 4.7. Teleskopik konveyörde kayar malzeme ve bant görseli 33]	38
Şekil 4.8. 150 grit zımpara kâğıdı üzerinde APK, POM, UHMWPE, PA 66 ve PPS+30% GFR'nin spesifik aşınma oranlarının değişimi	40
Şekil 4.9. Farklı mühendislik reçinelerinin darbe dirençleri.....	40
Şekil 4.10. Tambur tipleri	41
Şekil 4.11. Tahrik düzenlemelerinin çeşitleri	43
Şekil 4.12. Gerdirme sistemi.....	44
Şekil 4.13. Vidalı gerdirme sistemi (Pi Makine HAC konveyörleri)	44
Şekil 4.14. Bükme sac malzemeden imal edilen şasi.....	45
Şekil 4.15. Yükleme Şutu	46
Şekil 4.16. Kayış temizleyici (üst sıra soldan sağa: Fan Kazıyıcı, Piyano Tel Sıyırıcı, Kademeli Sıyırıcı, Döner Sıyırıcı; orta sıra soldan sağa: Pulluk Sıyırıcı, Çapraz Sıyırıcı, Döner Sıyırıcı, Rapping Silindiri; Alt Sıra soldan sağa:) Kazıyıcı Kazıyıcı, Kayış devri	47
Şekil 5.1. Yatay taşıma ve 3 silindirli makara seti durumunda teorik dolgu kesiti	52
Şekil 5.2. Yatay taşıma ve 2 silindirli makara seti durumunda teorik dolgu kesiti.	55
Şekil 5.3. Konveyör hareket dirençlerinin gösterilmesi.....	57
Şekil 5.4. Sıcaklık etkisi faktörü	63
Şekil 5.5. Tahrik tamburunda meydana gelen kuvvetlerin gösterilmesi.....	66
Şekil 5.6. Farklı tambur sistemleri için sarılma açıları	68
Şekil 5.7. Eğimsiz kuyruktan tahrik yönteminde bant gergi kuvvetleri	69
Şekil 5.8. Bant gergi tertibatları ağırlık gösterimi	72
Şekil 6.1. Teleskopik konveyör denge durumu için serbest cisim diyagram.....	77
Şekil 6.2. Teleskopik konveyör pozitif ve negatif deplasman gösterimi	78
Şekil 6.3. Taşıyıcı konstrüksiyonuna ait kesit görüntü	80

Şekil	Sayfa
Şekil 6.4. Beşinci uzvun x-z yönündeki serbest cisim diyagramı.....	82
Şekil 6.5 Beşinci uzva ait kuvvet ve moment diyagramları.....	85
Şekil 6.6. En küçük kareler yöntemiyle oluşturulan polynamial eğriler.....	88
Şekil 6.7. Dördüncü uzvun x-z yönündeki serbest cisim diyagramı.....	89
Şekil 6.8. Dördüncü uzva ait kuvvet ve moment diyagramları.....	91
Şekil 6.9. Üçüncü uzvun x-z yönündeki serbest cisim diyagramı	93
Şekil 6.10. Üçüncü uzva ait kuvvet ve moment diyagramları	95
Şekil 7.1. Teleskopik konveyör tasarımı akış diyagramı	102
Şekil 8.1. Taşıyıcı konstrüksiyonun katı model ve parametrik tasarımının gösterimi....	108
Şekil 8.2. Teleskopik konveyör 3D model.....	109

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
d/dk	Devir/Dakika
kg	Kilogram
kg/ m	Kilogram/Metre
kg/ m^2	Kilogram/Metrekare
kg/ m^3	Kilogram/Metreküp
kgf/ m^2	Kilogramkuvvet/Metrekare
Kw	Kilowatt
kNmm	Kilonewtonmilimetre
kN/mm^2	Kilonewton/Milimetrekare
M	Metre
Mm	Milimetre
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp
m^3/h	Metreküp/Saat
m/s	Metre/Saniye
N	Newton
m/s^2	Metre/Saniyekare
N/mm^2	Newton/Milimetrekare
t/ m^3	Ton/Metreküp
t	Ton

Kısaltmalar	Açıklamalar
3D	3 Boyutlu
CEMA	Konveyör Ekipmanları İmalatçıları Derneği
HAC	Yüksek Açılı Konveyörler
Min	Minimum

Kısaltmalar**Açıklamalar****Max**

Maksimum

VBA

Visual Basic Application

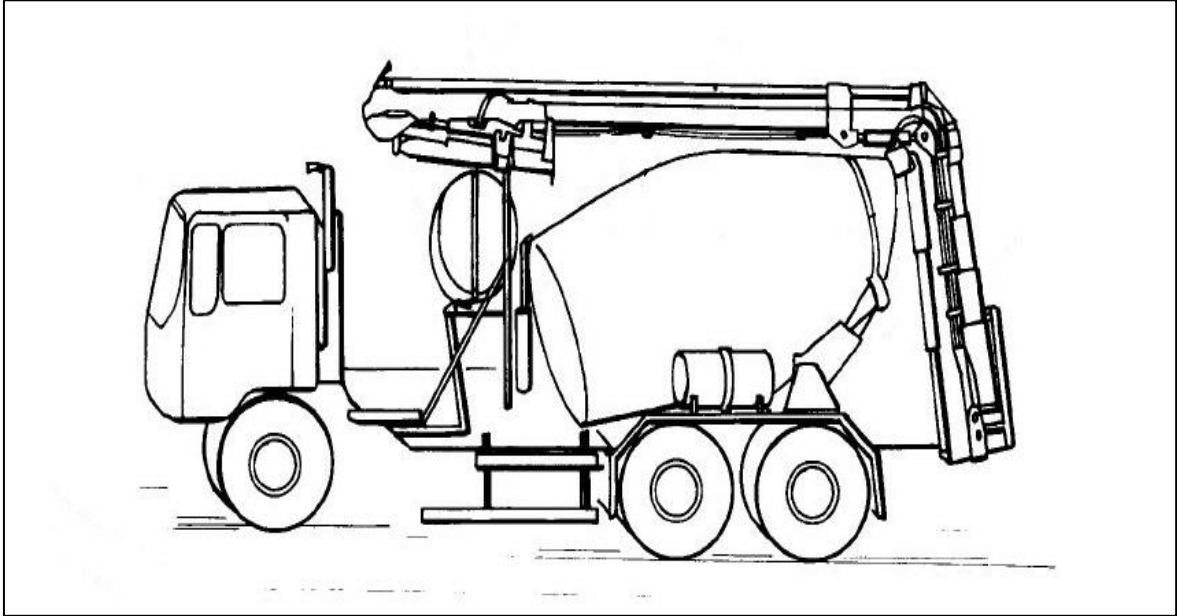
1. GİRİŞ

Endüstride ve özellikle açık işletmelerde bir malzemenin bir yerden başka bir yere taşınması endüstriyel ekonomi açısından oldukça önemli bir role sahiptir. Ülkemizin özellikle madencilik ve makine sektörlerinde ihtiyaç duyduğu bu taşıma sistemleri düşünüldüğünde konveyörlerin hem ekonomik açıdan hem de millileşme adımları açısından önemli bir payı olduğu düşünülmektedir. Bantlı konveyörler, sürekli malzeme iletiminde uygulama alanları içinde en verimli sistemi oluştururlar. Erişim mesafelerinin değişkenliği, yüksek taşıma kapasiteleri ve her geçen gün kendini yenileyen ve ilerleyen tasarımlarla bantlı konveyörler en çok tercih edilen ve en verimli taşıyıcı donanımlar haline gelmiştir.

Ülkemiz ve yabancı piyasalar araştırıldığında standart tipte kullanılan konveyörler sabit ve hareketli olarak iki gruba ayrılmaktadır. Bu bantlı konveyörler, malzemeyi yatay veya eğimli olarak yukarıya ve aşağıya nakletmektedir. Bantlı konveyörün görevi, iletecek olduğu malzemeyi yükleme bölgesinden alarak boşaltma yerine taşımaktır. Ancak, bu kapsamda düşünüldüğünde yükleme bölgesi ve taşıma bölgesi alansal olarak aynı çerçevede yer almakta ve aslında götürücünün malzemeyi aldığı nokta ile boşaltım yaptığı nokta belirli bir alanda sınırlı kalmaktadır. Özellikle madencilik sektörü; artık malzemeyi sadece belirli alanlarda taşımayı değil başka bir bölgeye transfer etmeyi ve götürücü mantığında ulaşımı zor engebeli, taşıma kapasiteleri yüksek oranda ve belli alanlarda da bu ihtiyacı gidermeyi gerektirmektedir. Örneklendirmek gerekirse beton santralinde üretilen hazır çimento sevki transmikselerle gerçekleştirilebilmekte ancak ulaştığı bölgede hareketli bir konveyörün kurulması hem ekonomik anlamda çok zor olmakta hem de istenen serbest çalışma uzayını sağlayamamaktadır. Mevcut şartlarda bu ihtiyacı gidermek için manuel yöntemler ve çoğu zaman insan gücünden faydalanılmaktadır. Amaca yönelik olarak transmiksere; arkasında bağlanan farklı özelliklerde ve tasarımlarda portatif katlanır teleskopik bantlı konveyörler tasarlanmakta ve ticari olarak temin edilebilmektedir (Şekil 1.1). Gösterilen donanımı şu an için sadece yurt dışı pazarında ve transmikseler için tasarlanmış olup ulusal düzeyde geliştirilmeye ihtiyaç duyulduğu için önem arz etmektedir.

Bu çalışmada hem mobil beton santrali hem de transmiksere kullanılabilecek şekilde teleskopik bir konveyör tasarımının yapılması ulusal düzeyde iş makinası esaslı bir ürünün millileştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışma sonunda rekabet gücü yüksek ve ekonomik bir ürün halinde iş makinası donanımı tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Teleskopik konveyör hem transmiksere hemde mobil beton santraline uyarlanarak ulaşımı zor yerlerde ve beton pompasına gerek duyulmayacak ölçülerde beton atılmasının istendiği inşaat sahalarında, karayollarında ve özel alanlarda kullanılabildiği gibi aynı zamanda portatif olması sayesinde bağlantı detayı dönüştürülerek başka bir araca da bağlanabilecek yapıda tasarlanması hedeflenmiştir. Mobil araçlı sistemlerin kara yollarına çıkabilmesi için karayolları yönetmeliğine uygun bir tasarıma sahip olmaları da çalışmada dikkate alınmıştır. Yönetmelik kapsamı (2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu 65. Maddesi) mobil teleskopik konveyör bant tasarımında da genel boyutlar bakımından kritik kısıtlardan birini barındırmaktadır. Şekil 1.1’de görüldüğü gibi transmikselerde ana taşıyıcı bant ve teleskopik bant grubu (kapalı haldeki konumuyla) kompleksi araç kasasını büyük ölçüde doldurmaktadır. Bu nedenle daha uzun erişim mesafeleri için araç üzerinde ekstra uzunluk oluşturmayacak ve istenen erişim mesafelerine ulaşacak teleskopik bir kısma daha ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca yine bu tasarımla sadece çimento gibi sıvı karışımli bir malzeme değil akışa engel bir durum teşkil etmeyecek şekilde taş, çakıl yahut granül malzemelerin de transferi için kullanılabilecek mekanik tasarım öncelikle esas alınmıştır.



Şekil 1.1. Transmiksere akuple edilen konveyör bant sistemi [1]

Çalışmada taşıyıcı sistem çeşitlerinden biri olan teleskopik bantlı konveyöre ait sistematik tasarım kriterleri belirlenmiş, çeşitli yük koşulları altında tasarımın nasıl davranış sergilediği incelenmiş ve bu davranış biçimlerine göre bir bantlı taşıyıcının sabit hızlarda çalışabilmesi için gerekli motor gücü ve seçiminin nasıl yapılacağı hususlarında bilgisayar destekli tasarım

modülü geliştirilmiştir. Konveyörlerin tasarımı örnekleri esas alınarak sonrasında dayanım ve konum analizleri yapılmış ve böylece sanal imalat prosedürünün güvenilirliği test edilmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Literatürün Gözden Geçirilmesi

Malzemenin bir yerden bir yere taşınması ve sevki çok eski zamanlardan günümüze dek önemini yitirmeyen her geçen gün gelişerek ve yeni çözümler geliştirilerek devam eden bir konudur. Ülkemizin özellikle madencilik ve makine sektörlerinde ihtiyaç duyduğu taşıma sistemlerinden olan konveyörlerin geliştirilmesi hem ekonomik açıdan hem de millileşme adımları açısından önemlidir. Konveyör bant tasarımları çeşitliliğinden ötürü yıllardan beri araştırmacıları ilgisini çekmiş, bu konu hakkında birçok araştırma yapılmış ve halen de yapılmaktadır. İlk konveyörler 19. Yüzyıl itibari ile kullanılmaya başlanmıştır. Konveyör benzeri makinaların kullanıma başlamasının 1800’lü yılların ortasına dek gittiği bilinmektedir. Konveyörler ile ilgili ilk patent 1893 tarihli Thomas Robins Jr.’a aittir. Bu patent ile Thomas Robins Jr. bantlı konveyörlerin mucidi olarak anılmaya başlamıştır [2].

Fakat geçmişte konveyörler ve tasarım esasları üzerindeki araştırmalar çoğunlukla konvansiyonel konveyörlerden ibarettir ve teleskopik çalışma prensibine sahip taşıma sistemleri ile ilgili literatür oldukça kısıtlıdır. Yine bu konu hakkındaki ulusal ve uluslararası tez, makale ve bildiri sayısı da sınırlı sayılardadır. Teleskopik konveyör ile ilgili öncelikli olarak uluslararası ve Avrupa’da geçerliliği bulunan dört adet patent incelemesi kapsamında yer almaktadır.

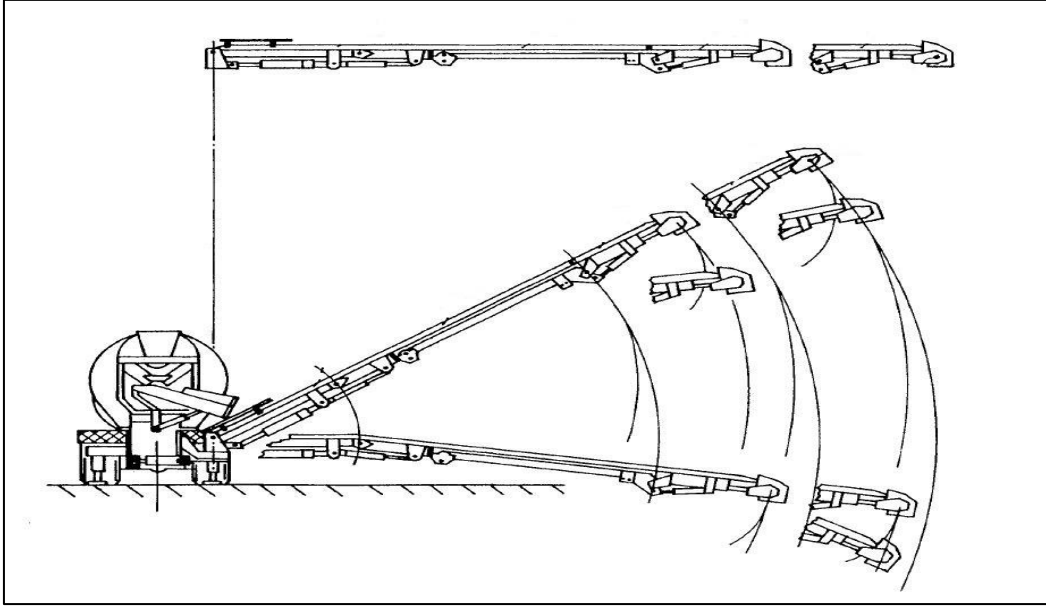
İlk patent başvuru tarihi 1989 yılında Avrupa Patent Komisyonuna yapılmıştır. “Genişletilebilir, katı veya viskoplastik malzemeleri özellikle çimento karıştırıcısı veya kamyon karıştırıcısında kullanım için üç dönme serbestlik derecesine sahip hızlı teleskopik, hareketli bantlı konveyör” başlığı ile alınmıştır. Bu patent kapsamında ise;

Bu buluş, farklı çalışma koşullarına yüksek adaptasyon kapasitesi, malzemeyi ihtiyaç duyulduğu yerde taşıma kapasitesine sahip, malzemenin bölgelere veya bölgelerden doğrudan taşınmasını mümkün kılan, malzemeler için teleskopik, ayrıca erişimi zor yerlerde hareketli bir bant konveyörü ile ilgilidir. Ayrıca, kayışın yüksek dönme hızı, zorunlu olarak katı olmayan malzemelerin de çok hızlı ve dik kaldırılmasına izin verir. Özellikle çimento karıştırıcısı veya kamyon karıştırıcısı üzerine kurulum için uygundur. Taşınabilirlik problemini çözmek veya mobil araçlara monte etmek için, bantlı konveyörler, iki veya daha

fazla bölüm birbiri üzerine katlanarak yapılmıştır. Bununla birlikte, taşınabilirlik esasları şunları içerir: kayışın çalışma uzunluğunun sınırlandırılması, daha sonra kullanımı ve etkinliği. Ayrıca, belirli bir uzunluğun ötesinde veya çok fazla eklemi olan bantlar, kayış gerginliği sorunları, kayışın sürüklenen kızaklardan çıkma eğilimi, çalışma yüksekliğinin sınırlandırılması ve yapısal sınırları gösterir. Daha kesin olarak mevcut buluş, esnek bir kayışın, çalışma pozisyonuna adaptasyonu için veya hareketsiz haldeyken katlanmaları için, destek kirişinin en az üç bölümüne sabitlenmiş makaralar üzerinde kayması ile karakterize edilen, malzemeler için bir bant konveyörü ile ilgilidir. En azından kafa kısmı teleskopik uzayabilir olup, buna göre kayışın kullanılabilir çalışma uzunluğu değişkendir.

Buluşun tercih edilen bir uygulama biçiminde taban bölümü, dikey düzlemde dönmesine ve ardından söz konusu düzlem üzerindeki eğimini yatay konuma göre pozitif veya negatif olarak değiştirmesine izin vermek için yatay eksenli bir pivot üzerine monteşelenir. Benzer şekilde, kafa bölümünün teleskopik uzantısı, tercihen ara bölüme kayan ve ayrıca kayışın destek silindirlerinin kayar teleskopik desteklerini taşıyan ve tahrik eden bir kirişe bağlı tek bir hidrolik silindir vasıtasıyla gerçekleşir. Kayış uzunluğunun ayarlanmasına ve kalıcı gerginlikte tutulmasına, gerekli çalışma uzunluğundan bağımsız olarak, bahsedilen kayışın S-şekilli katlanmasıyla, sırasıyla sabit ve hareketli kısmına sabitlenmiş iki destek silindiri vasıtasıyla izin verilir. Söz konusu kayışın teleskopik uzamasına izin vermek için baş kısmına bağlanan ara kısım, sadece sürekli esnek ve elastik bir şerit ile kendi üzerine kapatılan, teleskopik uzatma ile operasyonel gereksinimlere adaptasyonunu sağlamaktadır. Buluş konusu bantlı konveyör, sadece katı malzemelerin değil, aynı zamanda newton yasasına uymayan akışkanların, yani viskozitenin hareket halinin işlevi olduğu çimento karışımı gibi, harçlar, pençeler, çamurlar, macunsu malzemeler vb. hızlı ve dik nakliyyede kendine özgü kullanım bulmaktadır [3] (Şekil 2.1).

1994 yılında Avrupa Patent Komisyonuna yapılan konu ile alakalı ikinci patent ise “Özellikle beton mikser kamyonları için konveyör bant” başlığı ile ele alınmıştır. Bu patent kapsamında;

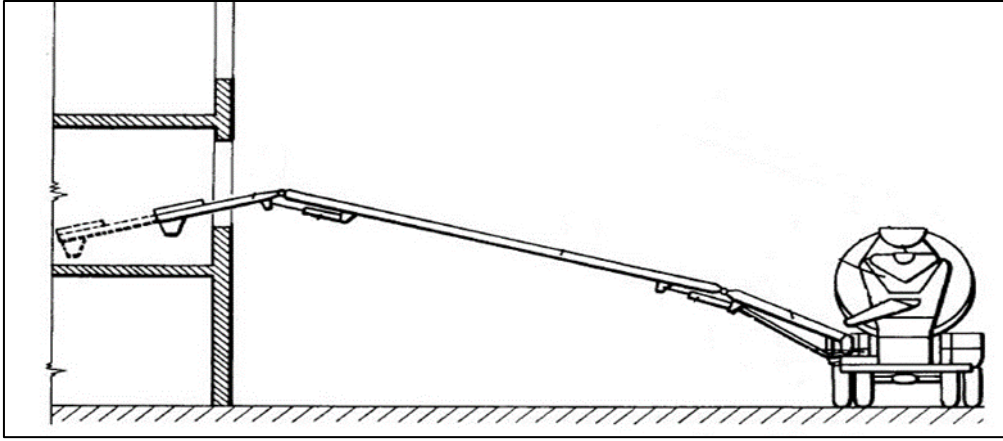


Şekil 2.1. Üç dönme serbestlik derecesine sahip hızlı teleskopik, genişletilebilir, hareketli bantlı konveyör- European Patent Office. Patent No: 0 424 591 A1 [3]

Mevcut buluş granül veya toz ürünler için konteyner taşıyan bir araç üzerine uyarlanabilen taşıyıcı ile ilgilidir, bu konteyner bir boşaltma açıklığına sahiptir ve örneğin bir beton karıştırıcısıdır. En yaygın kullanılan versiyonlarında, beton mikser kamyonları, beton mikserinin dökülme noktasının yakınında, betonun daha sonra kullanım noktasına yönlendirilecek olan bir konteynere düşmesini sağlayan basit bir şuttan sağlanır. Daha sonra başka bir inşaat yapı türü olan beton mikser kamyonu, bir şantiyeye doğrudan hizmet etmek için betonu karıştırıcıdan belirli bir mesafeye, örneğin yaklaşık on metreye taşıyabilen bir taşıyıcı ile taşır. Bu konveyör bandı, eksenleri yatay ve birbirine paralel olan eklemlerle birbirine bağlanan en az üç rijit (kuvvet veya moment etkisi altında şekil değiştirmeyen, formunu koruyan) elemandan oluşan bir şasiden oluşur, silindirler bu elemanların birbirlerine göre göreceli konumlarını değiştirebilir ve destek çerçevesi, betonu, beton karıştırıcısının dökümünün altında bulunan bir yükleme noktasından çerçevenin karşı ucuna taşıyabilen sürekli bir taşıma bandını içerir. Taşıma için şasi, aracın dış şablonundan pratik olarak çıkıntı yapmayacak şekilde katlanır.

Buna karşılık, çalışma konumunda yatay bir uzatma düzenlemesi alır. Çalışma konumunda, konveyör bandın elemanları yataydır veya oldukça hafif bir eğimle, taşıma sırasında taşıma bandına göre hareket etmemek için beton ihtiyacıyla uyumludur. İkinci eleman, genel olarak aracın uzunlamasına yanlarından biri boyunca yataydır. Üçüncü eleman, çoğunlukla ikinci

elemanın altında 180° katlanır. Bu düzenleme, araçtan daha uzak noktalara beton dökmeyi mümkün kılar. Bununla birlikte, inşaat halindeki bir bina gibi nispeten kalabalık bir şantiyede çalışırken, kullanım esnekliğinin hala yetersiz olduğu görülmektedir. Aslında, bandın beton mikser kamyonundan farklı bir seviyede bulunan dar bir pencereden geçmesi gerektiğini varsayalım, son eklemin pencere çerçevesi gibi iyi bir noktada tanımlanmış olması gerektiği açıktır. Mevcut buluş, bu problemi çözmeyi ve söz konusu sistemin taşıdığı betonu döktüğü noktanın daha fazla kontrolü ile kullanım esnekliği geliştirilmiş bir konveyör bandı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu sonucu elde etmek için mevcut buluş, uyarlanabilir bir konveyör bandı sağlar [4] (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Özellikle beton mikser kamyonları için konveyör bant-Europen Patent Office. Patent No: 0 654 427 B1 [4]

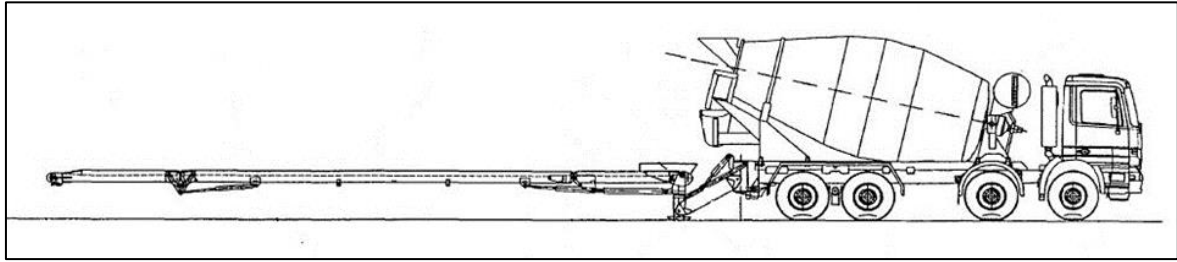
2000 yılında Alman Patent Komisyonuna yapılan konu ile alakalı üçüncü patent ise “Konveyör bantlı nakliye aracı” başlığı ile ele alınmıştır. Bu patent kapsamında;

Buluş, dökülebilir malzeme için bir nakliye aracı ile ilgilidir, örneğin beton, çakıl ve benzeri ve araç üzerinde düzenlenen bir konveyör banttır. Dökülebilir malzemenin taşınması için, özellikle nakliye mallarını, örneğin şantiyeye getirmek zorunda olan devirme araçları veya karıştırma araçları olduğu bilinmektedir. Malzemenin hedeflenen bir şekilde boşaltılmasını sağlamak için, özellikle şasisinin üzerinde bir karıştırma tamburuna sahip olan karıştırma araçlarında bir konveyör bandı sağlanmıştır. Araç her zaman taşınabilir durumdadır. Bu konveyör bandının bir ucu aracın şasisine takılır ve dökme malzemeyi boşaltmak için taşıma konumundan çalışma konumuna döndürülür. Konveyör bandının yükleme alanı bu durumda şutun altındadır, ancak şasinin üzerindedir. Konveyör bandının bu düzenlemesi, malzemenin

transfer noktasındaki tüm ağırlığın şasi tarafından absorbe edilmesi gibi bir dezavantaja sahiptir, bu da araç üzerinde önemli bir yük oluşturur. Ayrıca, konveyör bant düzenlemesinin şasinin yukarısındaki şuta nispeten yakın olması dezavantajlıdır, böylece boşaltılacak malzeme, örneğin nispeten yüksek bir viskoziteye sahip olan beton veya çakıl otomatik olarak şuttan aşağı akmaz. Daha sonra bir operatörün kürek veya benzeri bir şeyle yardımcı olması gerekir. Bu bir yandan fiziksel olarak zordur ve diğer yandan operasyonda tehlikelidir, çünkü karıştırıcının çıkış alanı, eğer malzeme temiz bir şekilde akmazsa, betonla tıkanır ve bu durumda tüm betonun katılma riski vardır. Buluş, başlangıçta tarif edildiği gibi bir nakliye aracını, boşaltılan malzemenin viskozitesinden bağımsız olarak, malzemenin güvenli bir şekilde çıkarılmasını her zaman garanti edecek şekilde geliştirme görevini kendisine tanımlamıştır. Amaca, yukarda anlatıldığı gibi bir konveyör kayışı olan bir taşıma aracı ile ulaşılır, burada taşıyıcı sistem, yükleme alanı ile nakliye aracının şasisine göre alçaltılabilir. Buluşa göre malzemeyi boşaltan oluğun sert malzemelerin akışını sağlamak için güvenli bir şekilde dışarı kadar dik ayarlanabilmesi sağlanmıştır. Şuttan bu haliyle zahmetli bir kazıma olmaz, nakliye aracının güvenli çalışması garanti edilir. Buluş, beton karıştırma araçları, yani şasileri üzerinde bir karıştırma tamburu taşıyan araçlar ile sınırlı değildir, aynı şekilde, örneğin bir devirme tertibatı ile donatılmış diğer nakliye araçlarında da kullanılabilir. Konveyör bandının yükleme alanını şasiye göre alçaltmanın bir yolu, örneğin şasi üzerinde düzenlenen ve konveyör bandının bir ucunun takılı olduğu bir asansör cihazının varlığıyla ilgilidir. Konveyör bandı önce zemine dayanana kadar alçaltılır, ancak yine de araca bağlıdır. Bandı şasiye göre alçaltmak için özel bir tasarım, karıştırıcı araç aracılığıyla ikisi arasındaki bağlantıdan oluşur. Bu şekilde, konveyör bandı, ne kadar dışarıya döndüğüne bakılmaksızın, çalışma konumuna dönme hareketi sırasında her zaman dikey konumunu korur. Karıştırıcı aracın iki bağlantı noktası araç üzerinde, üst yapılarda damper, mikser veya ayrı bir çerçeve gibi sağlanmıştır ve diğer iki bağlantı noktasını zemine oturtmak için banda bağlanır. Aracın iki sabitleme noktası avantajlı bir şekilde şasi üzerinde sağlanmıştır çünkü şasi, üzerine etki eden kuvvetleri en iyi şekilde absorbe etmektedir. Şasi işlevi nedeniyle zaten çok stabildir. Bant, yükleme alanında, bir dayanağa, örneğin zemine karşı bir destek ile güçlendirilir. Bu şekilde şasi, çarpan dökme malzemenin neden olduğu ağırlıktan kurtulur. Diğer bir düzenlemede, destek, konveyör bandına bu alanda daha fazla stabilite sağlayan destek ayakları ile sağlanabilir. Taşıyıcı bant, karşı torku oluşturan araç ile diğer ucunda serbestçe yüzer. Bu nedenle, destek üzerinde çok büyük torklar oluşur. Bu düzenlemede, desteğin yüksekliği de ayarlanabilmektedir, böylece ilgili zemine uyarlanabilir. Bu aynı zamanda oluk ile konveyör bandının yükleme alanı arasındaki

mesafeyi ayarlamayı da mümkün kılar. Paralelkenar yatay bir eksen etrafında dönebilir, böylece konveyör bandı taşıma konumunda araç üzerinde dikey olarak hizalı olarak düzenlenir. Bununla birlikte, başka bir düzenlemede, bunların aynı zamanda bir dikey eksen etrafında dönebilecek şekilde tasarlanması da sağlanmıştır. Böylelikle şasinin arka ucunda yatay pozisyonda taşıma pozisyonunda konumlandırılabilir, böylece aracı sürerken konveyör bandını istiflemek için gereken alan önemli ölçüde azalır. Karıştırıcı aracın şasi ile sabitleme alanındaki döndürülebilir tasarımı, yükleme alanının her zaman en iyi şekilde oluşun altına yerleştirilmesini veya gerekirse, zemindeki konveyör bandı için en uygun konumun aranmasını mümkün kılar. Karıştırıcı aracın taşıma bandı ile sabitleme alanında dikey bir eksen etrafında daha fazla dönebilirliği, dökme malzemenin boşaltılacağı çalışma alanını arttırır. İlk dikey eksen etrafında dönme aralığı, yani karıştırıcı araç ve şasi arasındaki sabitleme alanında yaklaşık 60° döndürülebilir. Karıştırıcı araç ile konveyör bandı arasındaki ikinci dikey eksen etrafındaki dönme aralığı, yaklaşık 270° 'lik bir açıyı kapsar (açının 270° ile sınırlandırılması, yalnızca aracın kendisinin belirli bir açısal aralığı engellediği gerçeğiyle verilir). Karıştırıcı araç, özellikle bir çalışma silindiri tarafından yükseltilir veya alçaltılır, çünkü konveyör bandının yüksek ağırlığı nedeniyle, herhangi bir işçiden manuel dönme hareketi beklenmez. Özellikle, araçtan türetilen bir hidrolik veya pnömatik tahrik amaçlanmıştır. Çalışma silindirini bir sonsuz dişli ile uzatmak burada hariç tutulmamaktadır. Taşıma bandı olarak, uzunluğu yaklaşık olarak aracın uzunluğuna tekabül eden basit bir konveyör bandı sağlanmıştır, böylece nakliye için aracın üst yapılarının yanında durur. Diğer bir düzenlemede, konveyör bandı, birbirine eklemler yoluyla bağlanan ve taşıma pozisyonlarında aracın üzerinde bir açıyla düzenlenen birkaç konveyör kayışından oluşur. Bu askılı konveyör bantları, çalışma silindirleri aracılığıyla bir hatta getirilebilir, böylece taşıma uzunluğu, aracın kendisinin uzunluğundan önemli ölçüde daha büyüktür. Konveyör bandı, uzunluğu bakımından teleskopik olacak şekilde tasarlanmıştır. Bunun avantajı, sadece taşıma uzunluğunun büyük olması değil, aynı zamanda kısa bir mesafeden ulaşabilecek en uzun mesafeye ayrı ayrı uzatılabilmesidir. Taşıma pozisyonunda, konveyör bandı en kısa boyuna getirilir, böylece en fazla aracın sonundan sürücü kabininin arkasına uzanır ve araç üst yapılarının yanında durur. Bu aynı zamanda araç ile uygulama noktası arasındaki en küçük mesafeye karşılık gelir. En büyük taşıma uzunluğu, bu en küçük uzunluğun bir katına karşılık gelebilir. Taşıma bandına sahip aracın bir başka düzenlemesi, konveyör bandının şasiden ayrılabilir hale getirilmesidir. Bunun avantajı, konveyör bandının sürekli olarak aynı kullanım yeri ile taşınmasına gerek olmamasıdır. Sonuç olarak, taşıma aracındaki yük önemli ölçüde artırılabilir, çünkü buluşa göre olan bu tür bir konveyör bandı

yaklaşık 1,2 tondur. Konveyör bandı, araca bağlı olmadığı halindeyken de kullanılabilir, çünkü yükleme alanının altında sağlanan destek, taşıma aracı olmadan da durabileceği anlamına gelir. Konveyör bandının serbest ucunda, konveyör kayışı ile daha kolay çalışmayı mümkün kılan başka bir destekle donatılmasının avantajlı olduğu bulunmuştur. Özellikle, bu destek konveyör bandı üzerinde taşınır, böylece konveyör bant bağlantısı kesildiğinde otomatik olarak kullanılabilir hale gelir [5] (Şekil 2.3).



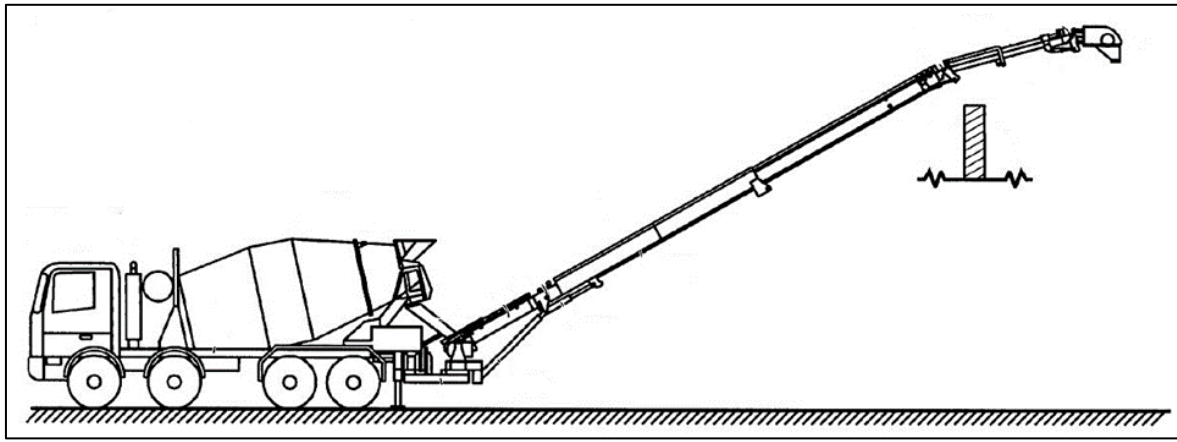
Şekil 2.3. Konveyör bantlı nakliye aracı- Deutsches Patent–Und Markenamt. Patent No: DE 299 04 607 U1 [5]

2005 yılında Amerika Birleşik Devletleri Patent Komisyonuna yapılan konu ile alakalı dördüncü patent ise “Karıştırıcı araçlar için bantlı konveyör” başlığı ile ele alınmıştır. Bu patent kapsamında;

Mevcut başvuru, karıştırıcı araçlar için bir bantlı konveyör ile ilgilidir. Bantlı konveyörler, beton, kum, taş kırıntıları veya yuvarlak çakıl gibi malzemeleri bir karıştırıcı araçtan şantiyeye taşımak için kullanılır. Beton fabrikasından şantiyeye nakliye hızlı ve ekonomik olarak işlenmelidir. Bu, uygun bir taşıma konveyörü ile donatılmış ticari bir karıştırıcı araçla sağlanabilir. İkincisi, taşıma malzemelerini karıştırıcı araçtan şantiyedeki belirli bir noktaya taşıyabilir. Örnek bir bant tipi konveyör, birbirine bağlı üç rijit [kuvvet veya moment etkisi altında şekil değiştirmeyen, formunu koruyan] elemandan oluşur. İlgili elemanlar, piston silindiri düzenlemeleri vasıtasıyla eklem konumları etrafında birbirlerine göre döndürülebilir. Bu bantlı konveyörlerin karıştırıcı araç ile alınmasına imkân vermek için, kayışlı konveyörün elemanları, ön bölümde aracın dış çevresinin ötesine sürücü kabinine çıkmayacak şekilde bir taşıma konumunda katlanabilir. Çalışma pozisyonunda, nispeten hafif eğimli bir pozisyon alırlar, böylece taşıma malzemesi konveyör bantları üzerinden taşınabilir. Ayrıca FR-A-24501.75'ten ve EP-A-0424591 de, bantlı konveyörün çalışma konumunda çalışma yarıçapını iyileştirmek için bantlı konveyörün tek tek elemanlarını teleskopik biçimde yapmak da mümkündür. EPO 654 427 B1' den bir bantlı konveyörde de

bilinmektedir ki, burada özellikle bantlı konveyörü oluşturan üç elemanın son elemanı teleskopiktir ve son elemanda bir dağıtım hunisi veya bir dağıtım kayışı düzenlenmiştir. Bunun avantajı bir şantiyede, bantlı konveyörün karıştırıcı araca göre farklı bir yükseklikte olan küçük bir pencereden de uzanabilmesidir, çünkü ikinci ve üçüncü elemanlar arasındaki bağlantı özellikle pencere açıklığının bölgesi için düzenlenmiştir. Bununla birlikte, bu bilinen düzenlemede, örneğin taşıma malzemesinin bir binaya taşınması durumunda, son elemanın bantlı konveyörün ikinci elemanına göre karşılık gelen bir dönüşü ile nispeten büyük bir 30° veya daha fazla açı benimsenebilir. Bu nedenle, taşıma malzemesinin eğimden yatay taşınmasına ani bir geçiş oluşur. Konveyör bandının bu kadar belirgin bir bükülmesiyle, beton gibi bir taşıma malzemesinin taşınmasında istenmeyen ayrılmalar meydana gelebilir. Bunu önlemek için, bantlı konveyörün taşıma hızı büyük ölçüde indirgenmiş olmalıdır. Bu nedenle, mevcut açıklamanın amacı, kayış noktasında malzeme ayrılması olmadan taşıma malzemesinin taşınması sırasında kayış hızının arttırılabileceği şekilde bir jenerik kayışlı konveyörün daha da geliştirilmesidir. Bir düzenlemede, bu amaç karıştırıcı araçtan her biri birbirine mafsallarla dönebilir şekilde bağlanan ve karıştırıcı araçtan malzemenin taşınması için tahrik edilen kayışlara sahip en az dört elemandan oluşan bir düzenek içeren, önceden belirlenmiş bir noktaya bağlı olduğu taşıyıcı için bir bant konveyör ile nakledilmesidir. Birinci eleman bir dikey eksen etrafında dönebilir şekilde desteklenir, son eleman bir dağıtım hunisine veya sürgüsüne sahiptir, burada en az bir eleman iç içe geçebilir ve elemanlar bir çalışma konumundan bir taşıma konumuna daraltılabilir, ayrıca ikinci eleman veya üçüncü eleman da yine teleskopik olabilir ve burada son eleman büyük ölçüde sabit bir uzunluğa sahiptir. Buna göre bir genel kayışlı konveyör, ikinci ve / veya üçüncü eleman iç içe geçebilen dört elemandan monte edilirken, son eleman sabit bir uzunluğa sahiptir. Dört elemanın sağlanması nedeniyle, kayışlı konveyörün uç bölgesinde, taşıma malzemesinin eğimli nakilden yatay nakline geçişi büyük ölçüde daha yumuşak yapan iki bükülme noktası sağlanabilir. Kayış hızı, böylece bükülme noktasında meydana gelen herhangi bir malzeme atlaması olmaksızın arttırılabilir. Betonun veya diğer taşıma malzemelerinin istenmeyen ayrılması güvenilir bir şekilde önlenir. Makaralar ve taşıma kayışları da burada oluşan bükülme noktaları bölgesinde ayrılmıştır. Mevcut açıklamanın bir başka avantajı, istenirse, mümkün olan en büyük taşıma yüksekliğinin arttırılabilmesidir, çünkü son bükülme noktası, kayışın ucuna yakındır. İkinci ve üçüncü elemanlar teleskopik olacak şekilde yapılırsa, en büyük taşıma yüksekliği için her iki teleskop da kullanılabilir. Burada, teleskopik olmayan nispeten kısa, dördüncü eleman, kuşkusuz, nispeten daha belirgin bir şekilde bükülmüştür. Bununla birlikte, yüksek bir

taşıma yüksekliğinin önemli olduğu bu özel durumda, taşıma malzemesinin ayrılmasını önlemek için taşıma hızı azaltılabilir. Dolayısıyla, mevcut açıklamaya göre bantlı konveyör ile daha yüksek bir esneklik ve daha büyük bir uygulanabilirlik gerçekleştirilebilir. Mevcut açıklamanın diğer ayrıntıları, alternatif düzenlemeleri ve diğer avantajları burada açıklanmaktadır. Örneğin, taşıma konumunda, birinci eleman araç gövdesine dikey olarak hizalanırken, takip eden üç eleman araç gövdesine yatay olarak hizalanmaktadır. Mevcut açıklamanın başka bir yönünde, bantlı konveyör bir platform üzerine döner şekilde alınır ve platform araç gövdesine bağlanabilir veya buradan ayrılabilir [6] (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Karıştırıcı araçlar için bantlı konveyör-, European Patent Office. Patent No: 0 654 427 B1 [6]

William C. Panarese'nin 1972'de Uzman Beton Teknolojisi Portland Çimento Derneği'nde bantlı konveyörler ile ilgili yayınlanan yazısından bahsetmek gerekirse [7];

Bantlı konveyörler, alanın sınırlı olduğu veya betonun hızlı veya büyük miktarlarda taşınması gereken yerlerde kullanılan nispeten ucuz makinelerdir. Bunlar betonu yatayda ve dikeyde sınırlı mesafelerde transfer etmek için kullanılır. Konveyörler açıkça beton kullanımını nispeten ucuz ve daha fazlasına olan ihtiyacı örneğin vinçler gibi pahalı yardımcı ekipmanları ortadan kaldırmak için yapılmıştır. Tüneller gibi sınırlı alanların yanı sıra bina yapımında da yaygın olarak kullanılır, özellikle büyük döşeme plakaları ve köprü sırt güvertelerinde çok kullanışlıdır. Büyük çaptaki kargir yapılar, hasır temeller gibi konstrüksiyon barajlar ve enerji santrallerinde büyük miktarlarda betonun gerekli olduğu yerlerde konveyörler kapasiteler nedeniyle avantajlıdır. Çimento içeriği, betonun konveyörlerle taşınmasında çok az etkiye sahiptir. Konveyörlerin en fazla agrega boyutları

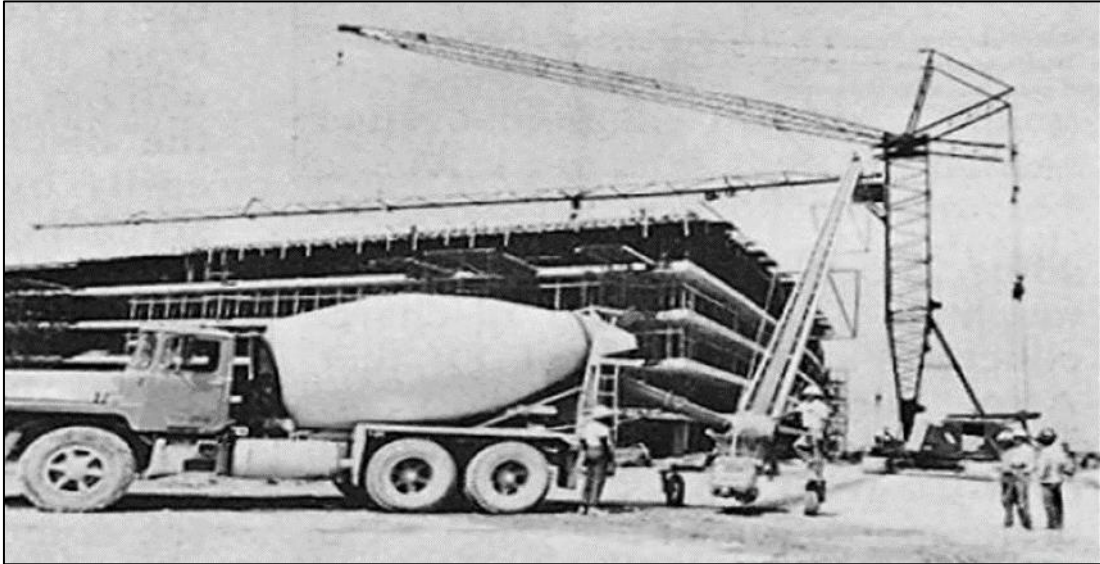
6 inçe kadardır ve 1 ila 10 inçlik slamp eklentisini operasyonel sorunlar olmadan üstesinden gelebileceği not edilmelidir. Bantlı beton konveyörleri taşınabilirlik açısından tek bir ünite olarak transferi olarak 18 metre ve daha az olarak tasarlanabilir.

Tipik konveyör uzunlukları 7,5 metre, 9 metre, 12 metre, 15 metre ve 18 metre' dir. En önemli iş karakteristiği konveyör uzunluğunun belirlenmesindedir. Örneğin, konveyörler vinç kullanımı olmaksızın 7,5 metre-12 metre mesafelerde kullanılmalıdır. Vinçler mevcutsa, uzunluğu belirleyen faktör genellikle şantiyede kolonlar veya dikmeler gibi engellerin sayısıdır. Uzun konveyörlerin en büyük avantajı daha az kayış sürücü komponent ve transferinde [betonu birinden diğerine aktaran ekipmanlar] elde edilen ekonomidir. Aynı hizmet verildiğinde ve her iki konveyör de aynı miktarda işletmeye maruz bırakıldığında, 9 metre bir konveyör 30 metre konveyörden neredeyse aynı bakıma gereksinimlerini duymaktadır. Açıkçası bu nedenle, 9 metre üç konveyör 30 metre konveyöre nazaran, üç kat daha fazla bakım gerektirir ve yaklaşık üç kez daha fazla arıza süresi verir. Ağır yapılarda, konveyörler en az transfer sayısı ile gerekli uzunluk gereksinimlerini karşılamak için modüler tasarlanarak kullanılmaktadır. Konveyörler çeşitli açıklıkları, konsollu mesafeler ve yükleri sağlamak için tasarlanmıştır.

Son zamanlarda artan sayıda özel bantlı konveyör mevcuttur. Bazı üretici, şantiye çevresinde ve işler arasında kolay hareket için tekerlekli treyler benzeri çerçevelere monte edilmiş konveyörler üretir. Bu üniteler kendi gücüyle çalışabilir veya çekilebilir. 16 metrelik bom uzunluklarına sahiptirler ve 30° ila 35° 'lik çalışma açısı ile betonu, zeminden 10 metre yüksekliğe kadar yüksek formlara kolayca taşıyabilirler. Hidrolik vinçlerin uzatılabilir bomuna tandem olarak monte edilmiş bantlı konveyörler de mevcuttur. Bu üniteler 360° 'lik tam bir salınıma sahiptir ve bazı modeller 41 metre yüksekliğe kadar uzanabilir ve 24 metre yükseklikte beton boşaltabilir. Ayrıca, geleneksel karayolu kamyonlarına monte edilmiş teleskopik konveyörler mevcuttur. Vinç monteli ünitelerde olduğu gibi, kayış betonu eğimde, eğim üstünde veya eğim altında bulunan formlara boşaltırken sallanabilir, uzanabilir ve geri çekilebilir.

Beton konveyörün yeteneklerini diğer inşaat ekipmanlarınıninkilerle birleştirmek için birçok fırsat vardır. Örneğin, bir konveyör sistemi standart bir kafes vinç bomuna uyarlanmıştır (Şekil 2.5). 150 ila 200 tonluk büyük bir vinçle, bu sistem 76 metreye kadar ulaşmak için kullanılabilir. Bu, 76 metrelik bir yarıçapta bir kepçeyi salladığında normalde saatte 40 kübik

yarda yerleştirme kapasitesine sahip olan bir vincin artık betonu bu hızın birçok katına yerleştirebileceği anlamına gelmektedir. Seri olarak kullanılan bantlı konveyörler, yüksek kapasitede nispeten uzun mesafelerde betonu yatay olarak taşıyabilir. Ortalama bir iş, yaklaşık 45 metre taşıma için beş kısa konveyörün kullanılmasını içerebilir, ancak betonu 121 metreden fazla taşımak için 10 ila 13 bantlı bir konveyör sistemi kullanan işler nadir değildir. Yüzlerce fit uzunluğa sahip modüler ünitelerle birlikte geleneksel uzunluktaki konveyörlerin kullanılmasıyla beton, yarım mil mesafeye kadar taşınmıştır. İhtiyacın ekipmana yapılan yatırımı haklı göstermesi koşuluyla, teknik olarak daha da uzun mesafeler mümkündür. Çok uzun sistemlerin kullanımı, yağış, rüzgâr, güneş veya düşük nem oranı betonun çökmesi veya sıcaklığında önemli değişikliklere neden olacak kadar şiddetli olduğunda konveyörlerin örtülmesini veya kapatılmasını gerektirebilir [7].



Şekil 2.5. Uzun bantlı bir konveyör sisteminin mobil kule vinç ile bağlantısı [7]

Yine 2000 yılında Ward R. M. yaptığı çalışmadan satır başları ise şu şekildedir [8];

Kamyona monteli veya kendinden tahrikli konveyörler, şantiyede hızlı, doğru ve verimli malzeme işlemeye izin verirken, işçilik gereksinimlerini azaltırken diğer işler için vinçleri, kızakları ve traktör veya tekerlekli yükleyicileri serbest bırakır. Büyük gözeneklerde, bu tip büyük konveyörler, bom pompalarının beton çıkışını en üst düzeye çıkarmasına yardımcı olabilir. Recchi America Inc. Proje mühendisi Don Ross'a göre, Putzmeister America Inc., Sturtevant, Wis tarafından üretilen Telebelt TB 105, Richmond, Va. Yakınlarındaki James River Köprüsü için devasa temelleri yerleştirirken, işte kullanılan iki bom pompasından

saatte yaklaşık %50 daha fazla beton sağladı. Putzmeister portatif konveyör hattı, düz işler, duvarlar, kolonlar ve yükseltilmiş döşemeler için kullanılabilen çekilebilir ve çekilmez üniteler içerir. Yüksek yoğunluklu polietilen kayar yatak, merdaneleri ortadan kaldırarak bakımı azaltır ve kayış ömrünü uzatır.

Bodrum kat alt tabanları için agrega yerleştirmek, temel duvarlarının etrafına drenaj veya dolgu yapmak maliyetli ve zaman alıcı olabilir. Çoğunlukla agrega yere dökülür ve daha sonra kürek veya makine ile yerleştirilir. Sahaya erişim zorsa, malzemelerin bu şekilde yeniden kullanılması birkaç işçiyi ve ekipmanlarını saatlerce bağlayabilir. Ek olarak, en iyi koşullar altında bile yeniden işleme, ton başına 5 \$ veya daha fazlasına mal olabilir. Aktarım sırasında dökülme nedeniyle kaybolan ve yerde kalan agrega, malzeme maliyetini % 20' ye varan oranlarda artırabilir. Ayrıca, agreganın bir kısmı, ilk istifinin yapıldığı toprakla kirlenmiş olabilir. Bu agrega yanlışlıkla kullanılırsa, çıkarılması ve değiştirilmesi gerekebilir. Kamyona monte edilmiş agrega konveyörleri ile sürücüler, agregayı erişim rampaları olmadan 60 fit uzağa nihai konumuna yerleştirebilirler. Bazı işlerde konveyör yerleştirme, erişim yollarının temiz ve açık tutulması ihtiyacını ortadan kaldırabilir. Kazılarda, sürünen boşluklarda ve yer altı tanklarının etrafına tam olarak ihtiyaç duyulan yerlere dökme malzemeleri yerleştirmenin yanı sıra, üniteler pencerelerden, kapılardan veya diğer dar alanlardan kum, çakıl veya kırma taş fırlatabilir [8].



Şekil 2.6. Çok yönlü konveyörler [8]

Amerika Beton Enstitüsü'nün 2020 yılında yayınladığı Bantlı Konveyörlerle Beton Yerleştirme Rehberi'nden dikkat çeken detaylar şu şekilde verilmektedir [9];

Radyal ayırıcılar (Şekil 2.7), boşaltma ucunu bir ark boyunca sallayan bir dirsek desteğinin üzerine yerleştirme alanına monte edilir. Aynı zamanda, yerleştirme konveyörünü önemli

bir mesafeye uzatmak ve geri çekmek için bazı önlemlere sahiptir. Konsol radyal yayıcılar, yüklenen kayış tarafından yaratılan devrilme momentine direnmek için normalde betonun üzerine döküldüğü formlar veya taban tarafından desteklenen destek ayaklarına dayanır. Bu türün en basit ve en ucuz modelleri manuel olarak çalıştırılır ve 30 ft (9 m) 'den daha uzun değildir. Dirsekli destek, konveyörü 180 derecelik bir yay boyunca sallayabiliyorsa, 60 ft'ye (18 m) kadar yerleştirme genişlikleri elde edilebilir. Bununla birlikte, 120 dereceden çok daha büyük bir yay boyunca sallanmak oldukça verimsiz hale gelir çünkü bu, tüm radyal yayma biriminin sık sık hareket ettirilmesini gerektirir. Güç altında konveyör bomunu kaldıracı veya alçaltabilen ve uzatabilen veya geri çekebilene güçlendirilmiş radyal dağıtıcılar, radyal yaymanın verimliliğini önemli ölçüde artırır.



Şekil 2.7. Radyal yayıcı konveyörler [9]

Bununla birlikte, bu güç ve erişim özelliklerinin eklenmesi, radyal yayıcının toplam ağırlığını artırır ve bu da hem yerleştirme başlamadan önce kurulumun hem de yerleştirme sırasında hareketin zorluğunu ve masrafını artırır. Radyal yayma birimlerinin erişim ve ağırlık sınırlamalarının büyük ölçüde, raylara monte edilmiş iki veya üç bölümlü teleskopik konveyörlerin veya bir hidrolik vincin teleskopik bomunun kullanılmasıyla aşılmıştır (Şekil 2.8). Küçük birimlerde 65 ft (20 m) ve en büyük birimlerde 125 ft (38 m) yarıçapa kadar ulaşabilen modeller mevcuttur. En büyük birimler, bom ile 30 derecelik bir eğim açısında

dikey olarak 75 ft (23 m) 'ye ulaşabilir. Bu tür birimler 240 yd³ / saate (185 m³ / sa) kadar yerleştirmek üzere derecelendirilmiştir. Radyal yayıcılar, nispeten hızlı kurulum süresi ve engellere ulaşma kabiliyetine sahiptir. Ayrıca yerleştirme alanının kendisinde en küçük bir engel veya tıkanıklık yaratırlar. Radyal yayıcıların bir dezavantajı, yarıçap gerekliliğinin yerleştirmenin merkezden köşeye erişim gerekliliğine göre belirlendiği dikdörtgen yer döşemelerinde verimlilik kaybıdır. Geniş yerleştirmeler için, en verimli ekipman kullanımı yöntemi ve mekanik ekipmanla son işlem için en iyi yerleştirme modeli, yandan boşaltmalı konveyörler veya düz hatlı yayıcılar ile elde edilir.



Şekil 2.8. Zor erişim noktalarına ulaşmak için konveyörleri askıya alan vinçler [9]

Teleskopik bantlar kamyonlara monte edildiğinde bantlı konveyörlü beton yerleşimler ileriye doğru büyük bir sıçrama yaptı ve yaygın olarak mevcut boyutlarda 80 ila 120 ft (25 ila 40 m) erişim sağladı. Özel sipariş ekipmanı 200 ft (60 m) mesafeye ulaşabilir. Teleskopik bantlı konveyörler, kamyonla monte konveyörün özel izinler olmadan halka açık yollarda seyahat etmek için boyutsal gereksinimleri karşılamasına izin veren bir çerçeveye sahiptir. Şantiye koşullarına bağlı olarak konveyörlerin kurulum süresi 10 dakika kadar kısa olabilir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Karıştırıcıya monte konveyör [9]

Birden fazla konveyör sıfırlaması olmadan tam yerleştirmeye izin veren kumsallara sahip kamyonu monte konveyörlerin ticari olarak kullanılabilirliği 1980'lerin ortalarında ortaya çıktı ve 1990'larda zemin kazandı. Örneğin; Panama Kanalı Genişletme, üçüncü kilit seti için beton yerleştirmek için kamyonu monte konveyörler kullandı. 2010 yılında sahaya indiler ve proje altı adet 130 ft (40 m) birim ve bir 200 ft (60 m) birim kullandı (Putzmeister 2011).

Kamyonu monte teleskopik bantlı konveyör tipik olarak kendi besleme konveyörünü taşır (Şekil 2.10). Besleme konveyörü, kamyonu monte edilmiş ana konveyörü beslemek için gerektiği gibi yerleştirilebilir. Teleskopik konveyörler, tek bir bantın kullanılmasına olanak tanıyan konveyör bantına iplik geçiren benzersiz çekme sistemlerine sahiptir. Kamyon kayışları normalde, kayış sıyrıcılarının ve makara aşınmasının en iyi şekilde kullanılmasını sağlamak için vulkanize eklemeler kullanır. Geri çekilmek ve hareket etmek için birbirleriyle etkileşime girecek çerçeve elemanlarında beton birikmesini önlemek için yerleştirmelerin sonunda teleskopik konveyörlerin temizlenmesine özen gösterilmelidir. Üniteler, operatörün kayışı hızlı bir şekilde yerine getirmesine ve etkili beton yerleştirme için gereken konum değişikliklerini devam ettirmesine olanak tanıyan uzaktan kumandalara sahip olabilir.

Her şantiyede, konveyör kamyonu yerleştirilirken dikkate alınması gereken engeller vardır ve bu, saha bazında belirlenmelidir. İlk beton yerleştirme için kamyonun en uzak noktaya ulaşmak için konveyörleri yerleştirmek ve ardından tekrar kamyonu doğru çalışmak yaygındır.



Şekil 2.10. Teleskopik kayışlı kamyonun çizimi [9]

Bu, operatörün ekipmanı uygun şekilde kullanmak için kaçınılması gereken tehlikeler açısından şantiyeyi değerlendirmesini engellemez. Ünite şantiyeye yerleştirilirken havai elektrik hatları da dikkate alınmalıdır. Konveyör ünitesini, konveyör tamamen betonla yüklendiğinde çökebilecek emniyetsiz kazıların yanına yerleştirmekten kaçınılmalıdır [9].

Buraya dek konveyörler, konveyör çeşitleri ve bu bağlamda yapılan çalışmalar anlatılmıştır. Ancak günümüze ulaşan ve hala geliştirilmeye devam eden programsal çalışmalardan da bahsetmek gerekmektedir. Bugüne dek bilgisayar destekli klasik konvansiyonel konveyörler için ulusal ve uluslararası bazı çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan bazıları; Creative Engineering CO tarafından Turbo Pascal 7.0 ile yazılmış olan "Creative Engineering Belt Conveyor, (CEBC)" programı [10], Çelebi ve arkadaşları [11] tarafından MS Quick Basic ve Assembler ile yazılmış "Açık Ocak Ekipman Seçimi" programının "Bant Konveyör" alt programı ve Tunç ve Şentürk [12] tarafından Fortran 77 ile yazılmış "Beltcon" paket programları ile "Açık Ocaklarda Bant Konveyör Tasarımı Ön Hesaplamaları İçin Bir Paket Program" başlığı ile ele alınan ve "BCDESIGNER - Belt Conveyor Designer" [13] adı verilen bu program sayılabilir. Tüm bu çalışmalarda klasik rulolu konveyörlerle ilgili ön hesaplamalar yahut ekipman seçimi için kullanıcıya/tasarımcıya kolaylık sağlanmıştır.

2.2. Literatür Araştırmasının Değerlendirilmesi

Son yıllarda teknolojinin gelişmesi ile, kullanıcıların özellikle kullanım yönünden pratik, daha az enerji harcayan makinaları öncelikli olarak tercih ettikleri yapılan araştırma, makale

ve incelemelerde açıkça görülmektedir. Piyasa ihtiyaçları da düşünüldüğünde teleskopik bant, beton santralinde üretilen betonun karıştırıcı araç ile transfer edilmek istenen bölgeye taşınması sırasında ortaya çıkan yetersizlikler sonucunda ortaya çıkan bir tasarım ve ar-ge projesidir. Şimdiye dek portatif taşıma sistemleri ve beton mikserleri ile ürün transfer edilebilmekte ve taşınan malzeme sadece manuel olarak belirli bir alanda belirli ebatlara boşaltılabilmekte idi ancak günümüzde mobil beton santralleri yahut beton pompalarının yaygın ve kullanımı kolaylaştıran ürünler olduğu düşünüldüğünde dahi bu makine ve ekipmanlar bu anlamda çözüm üretememektedir. Örneklendirmek gerekirse çok katlı bir yapının katlarında bulunan bir gözden bir boşaltım yapılamadığı gibi makine sabit kurulumu yapıldıktan sonra başka bir açıda ve uzaklıkta bulunan bir alana da yine malzeme otomatik olarak transfer edilememekte insan gücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yüzden hem bir taşıyıcı hem de tasarım çıktılarının geliştirilmesi ve otomatik bir sisteme dönüştürülmesi amaçları hedeflenerek katlanır teleskopik konveyör fikri ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmada kullanılacak yöntem için literatür araştırmaları sonrasında 2005 yılında Amerika Birleşik Devletleri Patent Komisyonu'na yapılan "Karıştırıcı araçlar için bantlı konveyör" başlığı ile ele alınan patentten yola çıkılarak bir tasarım çalışması yapılmıştır. Bu yapılan çalışma aynı zamanda ulusal ve uluslararası düzeyde bir paket programla sunulmadığından program bundan sonraki çalışmalara ışık tutacak ölçüdedir.

3. SÜREKLİ TRANSPORT MAKİNALARI

Endüstride ve işletmelerde işletme ve bakım maliyetleri göz önüne alındığında, işletme giderlerini en çok etkileyen faktörlerden birinin bantlı götürücüler/konveyörler kaynaklı maliyetler olduğu yapılan çalışmalar sonucunda görülmektedir. Uzmanlar, nakliye giderinin işletme maliyetlerinin %50'sine hatta bazı işletmeler için bu rakamın %60 değerine kadar arttığı görüşündedir [14]. Dünyada son yıllarda özellikle enerji verimliliğinin artırılması, düşük emisyonlu teknolojilerin yaygınlaşması ve maliyet azaltılması hususlarında çeşitli ve farklı çalışmalara odaklanılmıştır. Almanya'da toplam 450 taş ocağının nakliye sistemleri incelenmiş ve %90'ında konvansiyonel olarak kamyon ile nakliye sisteminin kullanıldığı görülmüştür. Ancak yapılan inceleme ve değerlendirmeler sonucunda, %41'inde bantlı konveyörler ile nakliyatın daha ekonomik olarak uygulanabilir olduğu ortaya çıkmıştır [15].

Taşıyıcı bantlar, çok ince, tozlu kimyasallardan ham cevher, kömür veya taş, toprak ve odun kütükleri (Hetzl ve Albright gibi aşırı yük) gibi dökme malzemelere kadar çeşitli dökme malzemeleri işlemek için madencilik endüstrisinde 200 yılı aşkın süredir yaygın olarak kullanılmaktadır (1941). Trenler veya kamyonlar gibi dökme katı maddeler için diğer taşıma yöntemleriyle karşılaştırıldığında, konveyör bantları, karayolu ve demiryolu altyapılarının bulunmadığı veya geliştirilmekte olduğu durumlar için son derece uygun bir seçim olmaktadır [16]. Yüzyılların tecrübesine dayanarak, konveyör bantlarının nispeten düşük ekipman, işçilik, güç ve bakım maliyetine, ancak yüksek kapasiteye ve güvenilirliğe sahip bir sistem olduğu kanıtlanmıştır. Bir konveyör bant sisteminin uzunluğu on metreden onlarca kilometreye kadar değişirken, bantın genişliği 0,2 m ile 3,2 m arasında değişmektedir. Günümüzde en yüksek kapasiteye sahip konveyör bantları saatte 40.000 t'a kadar taşıma yapmaktadır [17].

İşletme ilkeleri, tasarım özellikleri, taşımanın araç ve doğrultusu bakımından birbirinden ayrılan sürekli transport makinalarının gösterdiği büyük çeşitlilik nedeniyle, malzeme taşıma donatımının genel bir sınıflandırılmasını yapmak hemen hemen olanaksızdır. Ancak, karmaşık bir bütünü daha basit ana bölümlere ayırma yoluyla transport makinaları, ana ayırt edici niteliklerine göre sınıflandırılabilir. İşletme ilkeleri bakımından transport makinaları kesikli ve sürekli olmak üzere ikiye ayrılır. Sürekli transport makinaları, değişik türdeki sürekli taşıyıcıları, havalı ve hidrolik iletim düzeneklerini ve iletim donatımının bir bölümünü içermektedir. Sürekli transport makinalarına özgü nitelik, bunların yük taşıyıcı

elemanlarının, yükü pratik olarak kesiksiz bir akışla ya da ard arda ve toplam debiye göre küçük miktarlarda ve kesin bir biçimde belirlenmiş bir yörünge üzerinde taşımalarıdır. Bu tarz sürekli transport sistemlerinde, birim malzemeler birbirini izler biçimde iletilebilir ve yük taşıyıcı elemanları hareket halinde yüklenip boşalabilir. Taşınacak malzemenin türüne bağlı olarak makinalar, dökme yük veya birim yük sürekli taşıyıcıları ya da her iki türü taşıyan makinalar diye sınıflandırılır. Tasarım şekline göre [18]:

[a] Çekme elemanlı,

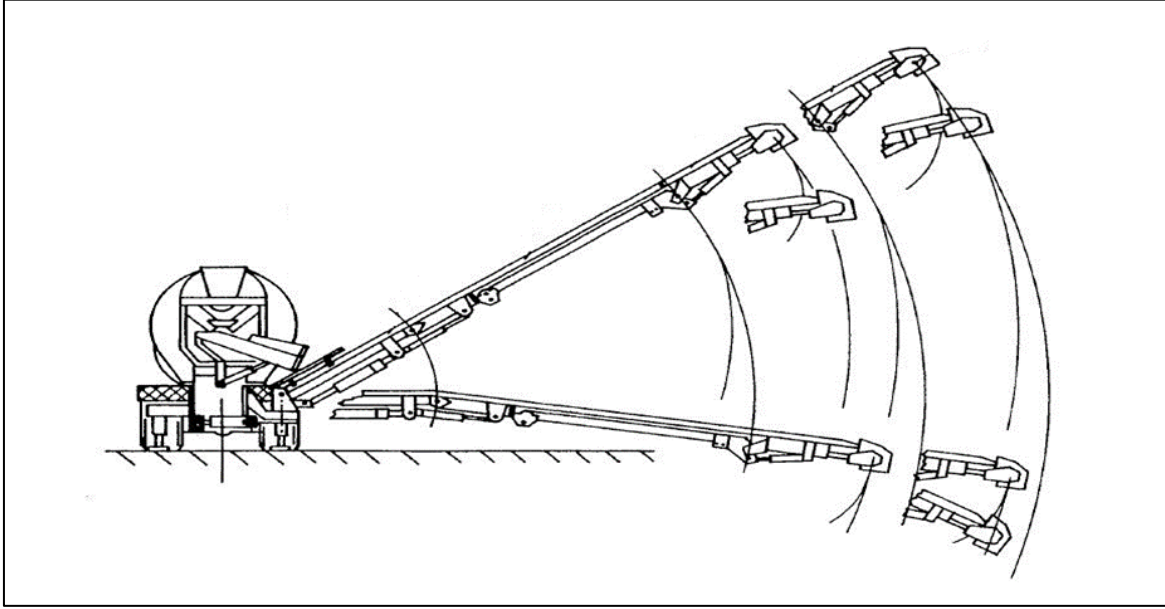
[b] Çekme elemansız

Kayışlı, paletli, kürekli, kovalı, tablalı, arabalı ve yüksek sürekli transport sistemleri ile kovalı tablalı arabalı ve kafesli yükselticiler ve yürüyen merdivenler; bükülebilir çekme elemanlı makinalardır. Bükülebilir çekme elemanı makinaların hepsinde ortak olan nitelik, yükün taşıma çevrimi boyunca çekme elemanı ile hareket etmesidir. Bükülebilir çekme elemanı hareketi, hareketli yük taşıyıcı elemanlara (kayış, palet, kelepçeler) ve bunlar tarafından taşınan yüke aktarılır. Belli tasarımlarda yük sabit kılavuz yataklar üzerinde kayar. Yük taşıyıcı elemanlar, yatay ya da eğimli kesitler boyunca hareket ederler. Bu elemanlara desteklik görevini görenler, hareketli ya da sabit masuralar ya da kılavuz yataklarıdır [18].

3.1. Bantlı Transport (Konveyör) Makinaları

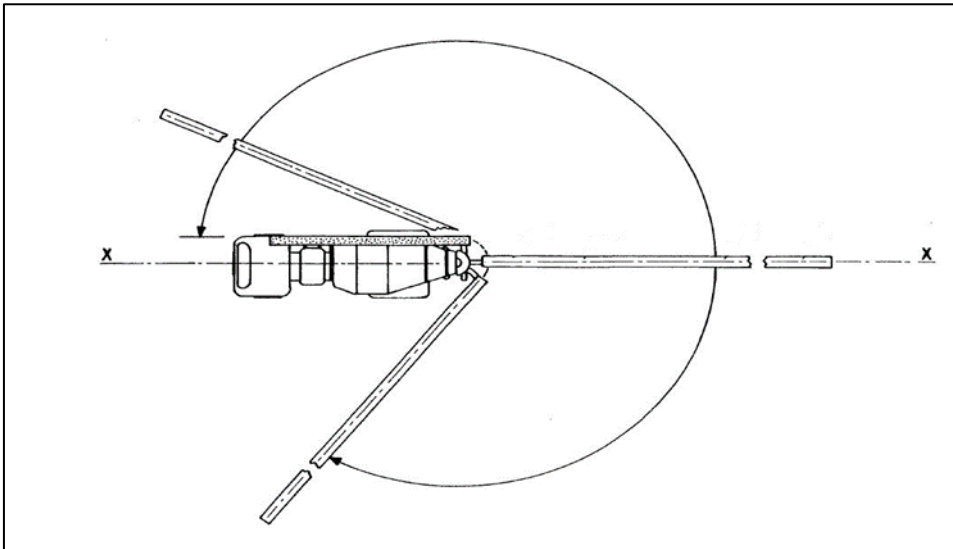
Bantlı konveyörler bantlı transport makinaları olarak değerlendirilmektedir. Konveyör bantlar, genel malları, dökme malzemeleri ve agrega ürünleri taşımak için yüzyıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır. Taşıyıcı bantlar, çok ince, tozlu kimyasallardan ham cevher ve kömür gibi dökme malzemelere ve ayrıca taş, toprak ve odun kütükleri dahil olmak üzere aşırı yüke kadar değişen dökme malzemelerin sürekli taşınmasında baskın bir konuma ulaşmıştır [16].

göstermektedir. Klasik bir bantlı konveyör gibi malzemeyi yatay bir hat boyunca taşımasının yanı sıra yerden belirtilen yüksekliklere belirtilen açılarda erişim izni ile istenen serbest çalışma uzayına malzeme taşınımını gerçekleştirebilmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Teleskopik bantlı konveyör çalışma pozisyonu [3]

Ayrıca bu yükseltinin yanı sıra malzeme döküş noktası değişmeyecek şekilde malzemeyi dökeceği alanda belirli açılarda alan tarayarak istenen noktaya malzeme akışını da sağlayabilmektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Teleskopik bantlı konveyör çalışma alanı uygulaması [3]

3.2. Bantlı Konveyörlerin Kullanım Alanları

Bantlı konveyörler malzeme naklinden başka, yükleme ve boşaltma tesislerinde, stoğa alma ve malzemeyi stoktan alma tesislerinde büyük ölçüde tercih edilmektedir. Bantlı konveyörlerin kullanıldığı başlıca yerler aşağıda verilmiştir [23]:

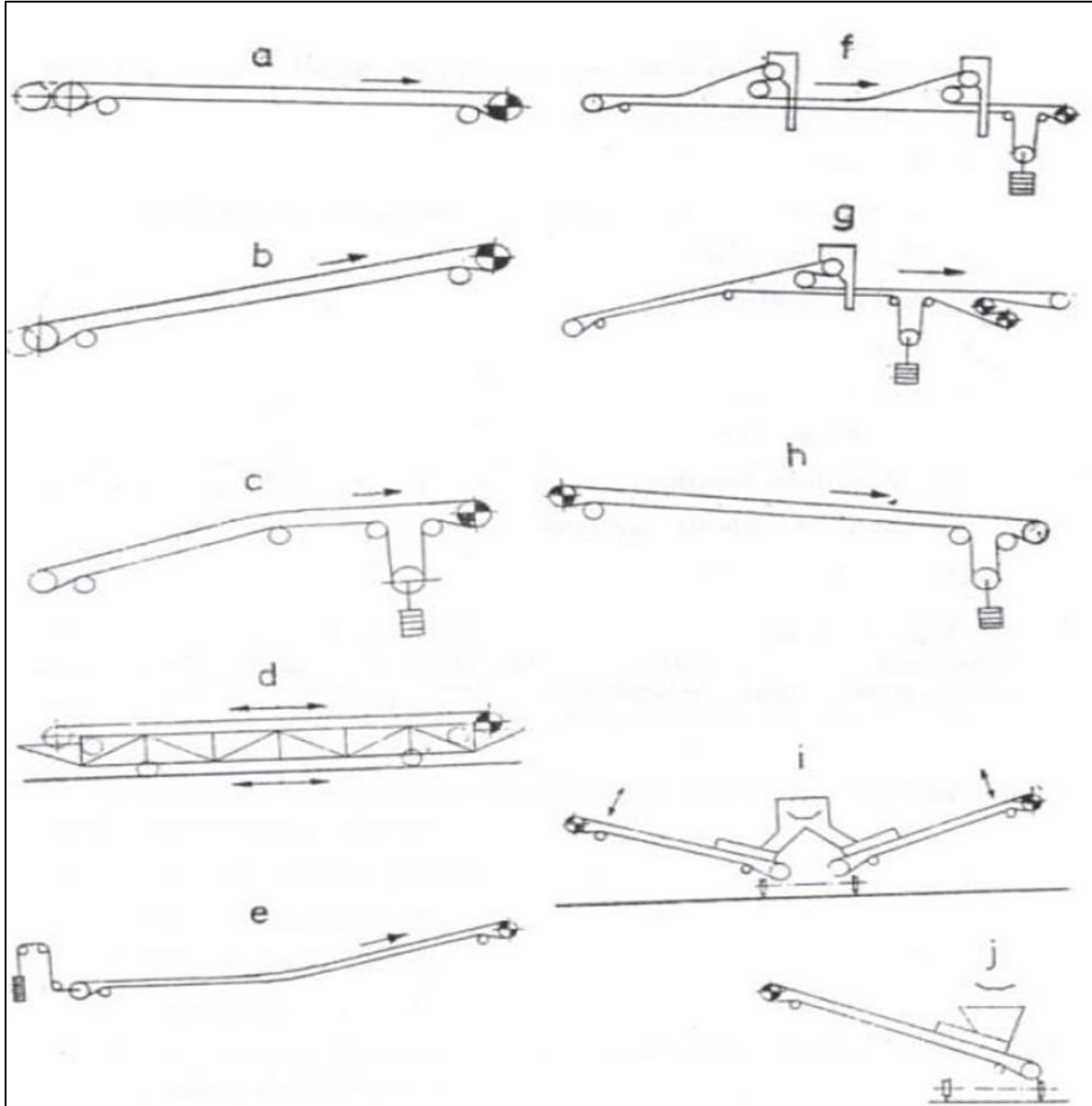
- Maden ocakları,
- Cevher hazırlama tesisleri,
- Dökümhanelerde kum hazırlama tesisleri,
- Termik santraller,
- Liman yükleme ve boşaltma tesisleri,
- Büyük inşaat tesisleri,
- Beton hazırlama tesisleri,
- Kimya, kâğıt, çimento ve şeker sanayinde,
- Tahıl silolarında,
- Gıda sanayinde gibi

3.3. Konveyör Bant Düzenlemeleri

Geleneksel bir oluklu konveyör bandı, materyali taşımak için sonsuz bir kayış içeren çeşitli bileşenlerden oluşur. Kayışı desteklemek ve tutmak için çerçeve yapısına monte edilen makaralar, kayışı tahrik etmek için kasnaklar, kayış gerginliğini kontrol etmek için bir germe cihazı ve kasnağı çalıştırmak ve çalıştırmak için bir sürücü ünitesi vardır. Her bileşenin konfigürasyonları, farklı durumlar için tasarım gereksinimlerine bağlı olarak değişir [24]. Bantlı konveyörler sonsuz sayıda profili veya yolu takip edecek şekilde düzenlenebilir. Bunlar arasında yatay, eğimli veya alçaltılmış konveyörler veya içbükey, dışbükey eğrilerin dahil edilmesiyle, bunların herhangi bir kombinasyonu bulunabilmektedir. Ayrıca, konveyöre yükleme ve boşaltma için çok sayıda düzenleme yapılması da mümkündür [25].

Kullanma maksatlarına göre çok çeşitli bantlı konveyör konstrüksiyonları yapılmıştır. Şekil 3.4’ de çeşitli bantlı konveyör tipleri gösterilmiştir. Bunlar: (a) Yatay konveyör, (b) Eğimli konveyör (a ve b de kuyruk tamburu bir vidalı tertibatla gerilmektedir), (c) Konveks bir ara parçası olan ağırlık gergili bir konveyör, (d) Tevzi konveyörü (mekik konveyör), (e) Konkav bir ara parçası olan ağırlık gergili bir konveyör, (f) Sabit triperli ve iki noktadan boşaltma

yapan bir konveyör, (g), Boşaltma arabalı (çift tahrik tamburlu ve ağırlık gergili bir konveyör), (h) Aşağı eğimli konveyör, (i) Çift kanatlı bir boşaltma arabası olan konveyör, (j) Radyal boşaltma yapan konveyör [26].



Şekil 3.4. Çeşitli bantlı konveyör tipleri [26]

3.4. Bantlı Konveyörlerin Sınıflandırılması

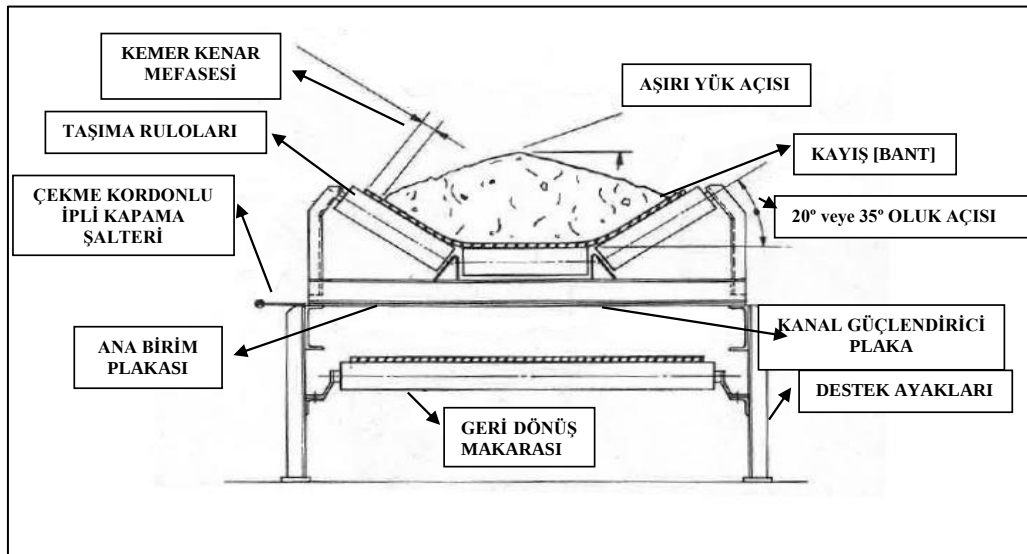
Farklı uygulamalara uyum sağlamak için çeşitli tipte konveyör bantları tasarlanmıştır. Tasarımlar; kapasite gereksinimini, hareket yoluna uyarlanabilirliği, dik açı ve yüklemeyi, boşaltma ve istifleme kapasitelerini dikkate almalıdır. Konveyör bantları kullanım amaçlarına göre aşağıdaki kategorilere ayrılabilir [24]:

- Sabit taşıma bantlı konveyör
- Hareketli taşıma bantlı konveyör
- Taşınabilir bantlı konveyör

3.4.1. Sabit taşıma bantlı konveyörler

İsminden de anlaşılacağı gibi en popüler olanlarıdır, şase bütünü hareket edemez (Şekil 3.5). Konvansiyonel oluklu konveyörler en yaygın olarak dökme malzeme naklinde yer almaktadır [24]. Sabit bantlı konveyörler, kullanım ömrü boyunca yer değiştirme gerekmediğinden tercih sebebidir. Sabit bantlı konveyörler birçok farklı tasarım formunda olabilir. Genellikle zorlu arazilerin üstesinden gelmek için karayolu konveyörleri ve beton temellere monte edilmiş sabit sürücü istasyonlarıyla ilişkili olarak yerleştirilir [27].

Yüksek açılı konveyörler (HAC) ve konveyör dağıtım noktaları sabit bantlı konveyörlerin özel bir türünü temsil eder. HAC tasarımı, 20° 'lik geleneksel taşıma açısı sınırlamalarının üstesinden gelmek amaçlanmıştır. HAC, malzemeyi çukurun dışına en kısa sürede taşımak için çukur duvarı ile mesafe arasında çeşitli şekillerde görev yapacak nitelikte tasarlanmıştır. En büyük HAC kurulumu 1992 yılında Majdanpek bakır madeninde (eski Yugoslavya), 2000 mm bant genişliğine, taşıma açısında 4000 t / saat kapasiteye sahiptir. $35,5^\circ$ ve 93,5 m kot yüksekliğini gerçekleştirilmiştir [27]. Şekil 3.6'da beton santrali tesisinde yer alan bir HAC uygulaması yer almaktadır.



Şekil 3.5. HAC sabit taşıma bantlı konveyör [28]



Şekil 3.6. Beton santralinde kullanılan bir bantlı konveyör [Pi Makina tesisleri]

3.4.2. Hareketli taşıma bantlı konveyör

Hareketli şaselerde bulunurlar (Şekil 3.8). Özellikle mineral ekstraksiyonunda kullanılırlar aynı anda hareket etmenin gerekli olduğu açık alanlarda operasyonlar veya boşaltma yapılır [29]. Tamamen mobil bantlı konveyörler, taşıma mekanizmaları (neredeyse sadece paletli) bütünleşmiş sistemle pozisyon değiştirme özelliğine sahiptir.

Ek olarak, aşağıdaki ikincil işlevler tamamen hareketli konveyörler tarafından gerçekleştirilir [27]:

- Birden fazla blok ve tezgâh çalışmasına izin vermek için hareketli konveyörler kullanılır.
- Toplam blok genişliğini ve blok yüksekliğini artırmak için de hareketli konveyörler tercih edilmektedir.

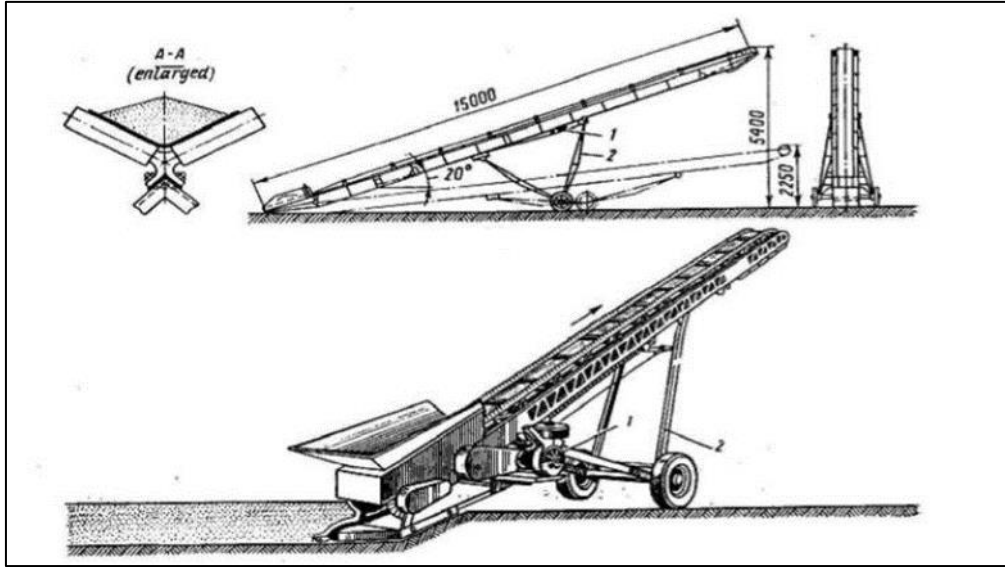


Şekil 3.7. Hareketli taşıma bantlı konveyör [29]

3.4.3. Taşınabilir bantlı konveyörler

Bu tip konveyörler tamamen sert olmayan metalik konstrüksiyondan oluşmuş bir şaseye sahiptirler ve taşınabilir konveyörler tekerleklerle veya başka tür bir kılavuzla (Şekil 3.8) taşınabilirler [29]. Kafes bağlantılı konveyörler, sınıf veya platform seviyelerinin üzerindeki konveyörler için geleneksel oluklu konveyör temel alınarak tasarlanmıştır. Hem taşıma makara hem de dönüş makara doğrudan bir kutu kafes çerçevesine monte edilir ve bu da bunların taşınabilir konveyör yapımı için yaygın bir şekilde kullanılmasına izin verilir [24].

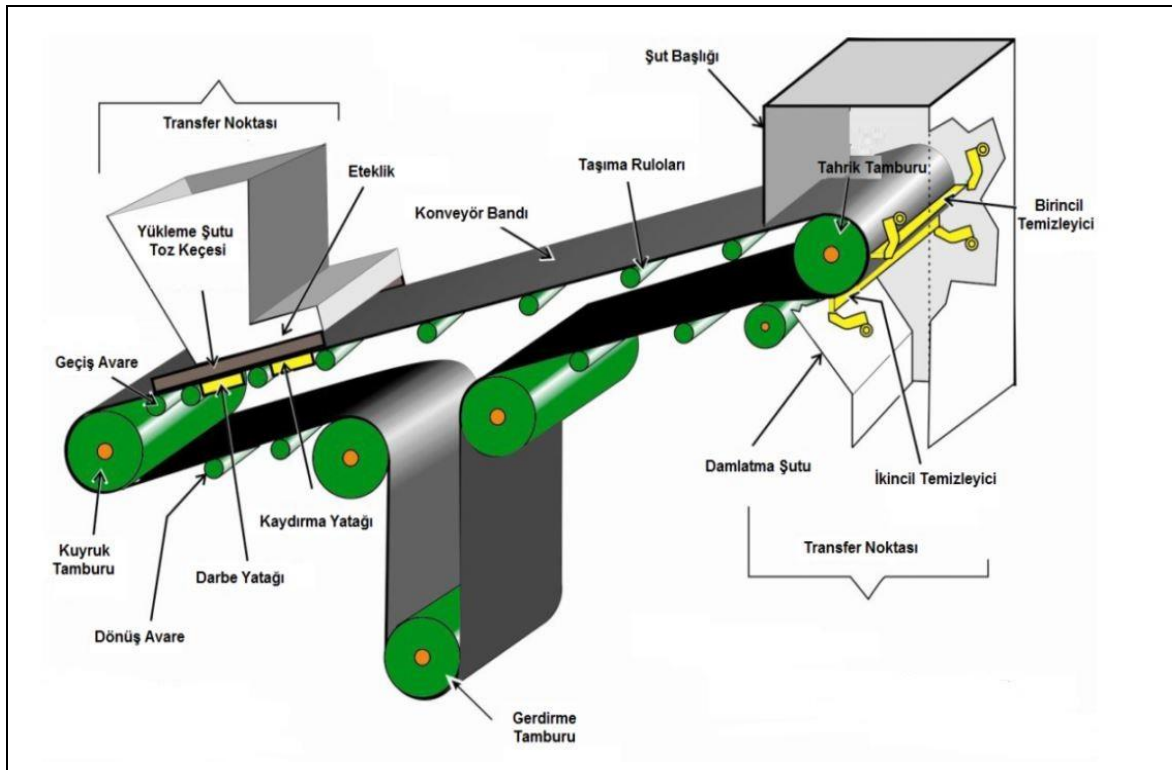
Çekirge olarak da adlandırılan taşınabilir bantlı konveyörler (Şekil 3.8), en fazla 42 m uzunluğa sahip; kuyruk kızıağı, denge noktasının yakınında bulunan motorsuz lastikler ve setten oluşmaktadırlar. İşlevleri, tamamen mobil bir çukur içi kırıcı istasyonunu konveyör sisteminin diğer bir aşamasına çalışma yüzeyinde birbirine bağlamaktır. Başka bir amaç ise taşınabilir konveyörlerin oranı, malzemeyi sistemin aşağı akış ucundan radyal bir istifleyiciye bağlandıkları etkin boşaltma / yığın alanları arasında taşımaktır. Bunlar kırıcı istasyonunu çalışma alanı boyunca hareket ederken kullanıldığı gibi kırıcı istasyonunun kendisi veya diğer mobil ekipmanlar tarafından güvenli bir mesafeye taşınması sırasında da takip edebilir. Her konveyör birimi ayrı ayrı veya iki veya üç kombinasyon halinde hareket ettirilebilir [27].



Şekil 3.8. Taşınabilir bantlı konveyör [29]

4. KONVEYÖR BANT BİLEŞENLERİ

Bir bantlı konveyör, Şekil 4.1’de gösterildiği gibi, etrafında dönen sürekli bir kayışa sahip iki veya daha fazla kasnaktan oluşur. Bir veya daha fazla kasnak, kayışı ve üzerindeki malzemeyi hareket ettiren bir elektrik motoru tarafından çalıştırılır, buna tahrik kasnağı da denir. Kayış, taşıma yolu boyunca dağıtılan avareler tarafından içbükey bir şekil oluşturmak için desteklenmekte ve daraltılmaktadır. Tipik olarak, bantın yükü ve malzemenin yükünün desteklenmesi gerektiğinden, taşıma tarafında daha fazla makara gerekir, halbuki dönüş tarafında sadece kayışın yükü mevcuttur. Yükleme oluşunda daha çok, bazen bant üzerine düşen malzemenin yükünü almak için sönümlü makara kullanılır. Taşıma sisteminin düzgün çalışmasını sağlamak için kayışın belirli bir gerilim altında tutulması gerekir. Kayışı gergin tutmak için daha fazla olasılık vardır. Şekil 4.1’de gösterildiği gibi kayış, bir kasnak aracılığıyla bir kuvvet uygulanarak sürekli gergin tutulabilir. Kayışı temiz tutmak, kayış, makara kasnaklar ve kasnaklarda aşınmayı önlemek için sıyırıcı adı verilen temizleyiciler kullanılır [30].



Şekil 4.1. Tipik bir bantlı konveyörün bileşenlerinin gösterilmesi [31]

Bir bantlı konveyörün ana elamanları Şekil 4.1' de görüldüğü gibi genel olarak şunlardır;

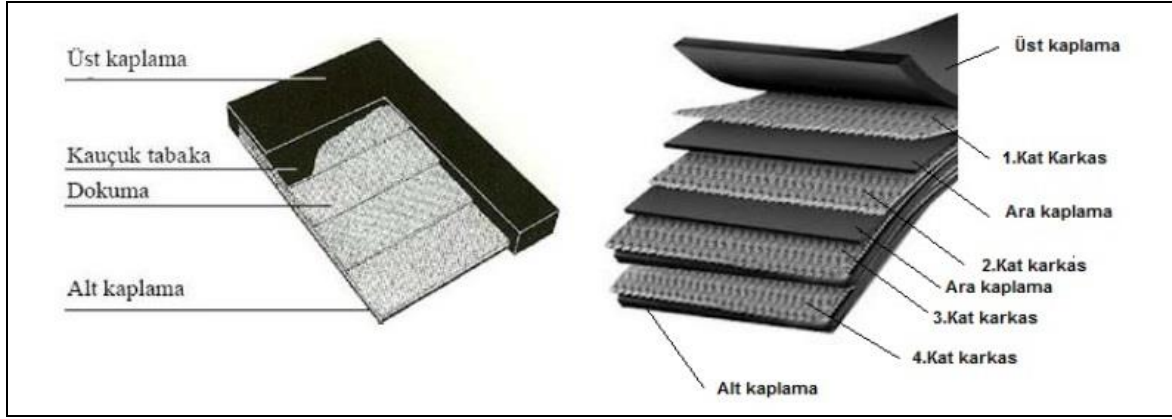
- Malzemeyi nakleden bant
- Taşıyıcı ve dönüş makaraları
- Baş, kuyruk, gergi ve saptırma tamburları
- Tahrik düzeni
- Gergi düzeni
- Şasi
- Yükleme düzeni
- Boşaltma düzeni
- Bant temizleme düzeni
- Diğer ekipmanlar

4.1. Bant

Bant, bantlı konveyör sisteminin en önemli parçasıdır. Bandın sadece yükü taşımakla kalmayıp, aynı zamanda konveyör sisteminin düzgün çalışmasını sağlamak için başlatma ve kırılma sırasında gerilimleri absorbe etmesi, yükleme noktasında darbe enerjisini absorbe etmesi, sıcaklık ve kimyasal etkilere dayanması ve güvenlik standartlarını karşılaması gerekir [30]. Bir bandın kesit görüntüsü Şekil 4.2' de gösterilmektedir.

Kasnak ve taşıyıcı yan kapak düz kauçuk veya PVC'den yapılmıştır. Taşıma yan kapak ayrıca eğimli konveyörler için profilleri, kelepçeleri veya oluklu kenarları içerebilir. Taşıma tarafı kasnak tarafından, aşınma ve darbe koruması için kasnak tarafına göre 3 kat daha kalındır. Gerilmeler ve gerinimler karkas tarafından bandın merkezinde absorbe edilir. Karkas, tekstil katı (polyester, poliamid veya aramid) veya çelik kordonlar ve tek veya çok katmanlı üretimler ile güçlendirilebilir [27]. Dokuma tabakalarını birbirine iyi bir şekilde tutturabilmek için tabakalara lastik eriyiği emdirilir. Kaplama işlemi de yapıldıktan sonra vulkanizasyon (baskı altında ısıtma işlemi) yöntemi ile tabakalar paketi bir bütüne dönüştürülür. Tabakalar arasındaki bağlantı bandın kalitesini belirleyen önemli bir faktördür. Daha sonra bandın kenarı özel bir lastik malzeme ile kaplanır [27].

Konveyörler ekipmanlarından olan bantlar, içyapılarına göre iki gruba ayrılır. Bunlar; dokuma bantlar ve çelik telli bantlardır. TS547, Konveyör Kayışları Standardı kullanılan malzemelerle ilgili özellikleri verir [27].



Şekil 4.2. İletici bantların iç yapısı [32]

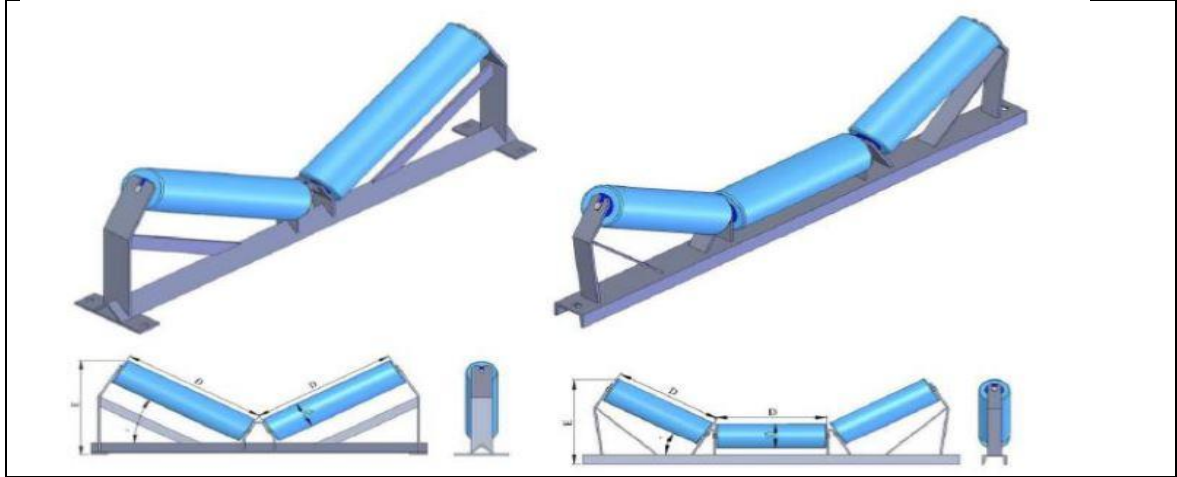
4.2. Makara Grupları

Taşıyıcı makara [rulo] grubu en basit halde genişliği banttın daha büyük olan silindirik bir rulodan ibarettir. Bu tip düz taşıyıcı makara grupları daha çok parça malzemenin naklinde veya besleyici bantlarda kullanılır. Bantlı konveyörlerde makaraların iki önemli görevleri vardır [32]:

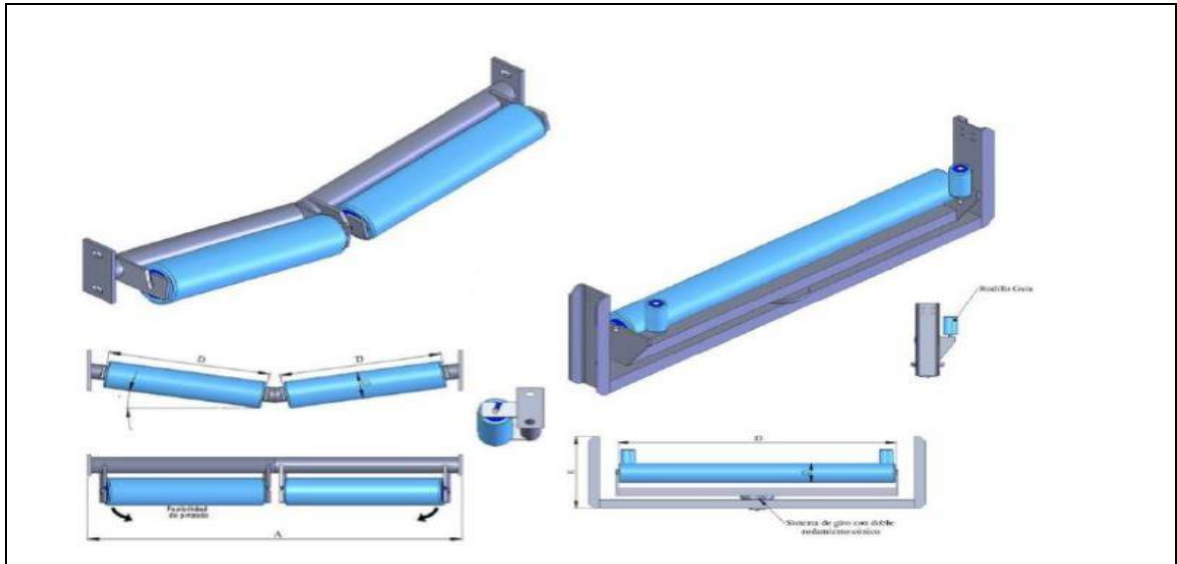
- Malzemeyi taşıyan banta veya dönüş kolunda baş banta mesnetlik etmek
- Gerektiği zaman banta oluk şekli vermek

Üzerinde malzemenin taşıdığı makaralara "taşıyıcı makaralar", alt tarafta sadece boş bant taşıyan makaralara ise "dönüş makaraları" denir [26].

Dönüş makaralarının genellikle tek ve düz bir makaradan ibaret olmasına karşılık, taşıyıcı makaralar bantın daha fazla malzeme taşımalarını temin için oluklaşmasına imkân verecek şekillerde düzenlenirler. Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te çeşitli makara tipleri gösterilmektedir.

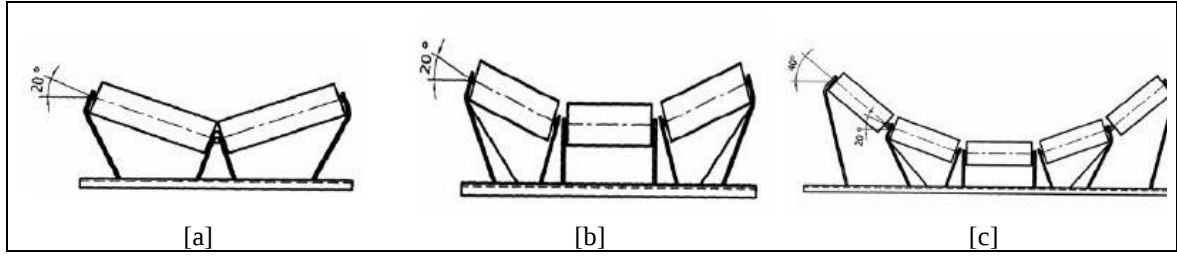


Şekil 4.3. Taşıyıcı makaraların gösterilmesi [28]



Şekil 4.4. Dönüş makaralarının gösterilmesi [28]

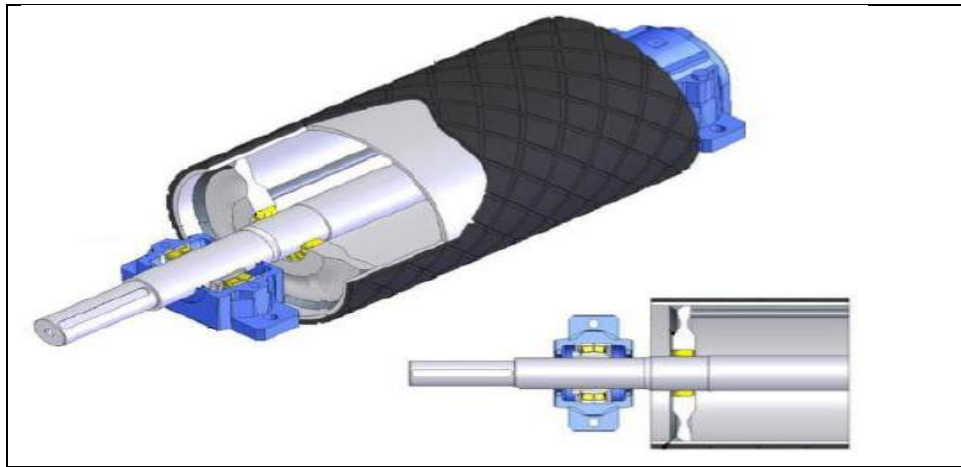
Diğer bir uygulama ise açılı bir şekilde düzenlenmiş ikili, üçlü, dördü ve beşli olarak tertiplenen makara gruplarıdır (Şekil 4.5a). Bu şekilde ileticinin taşıma kapasitesi arttırılmaktadır. Son zamanlarda yaygın olarak yatay bir rulo ve her iki yanda da yatayla açı yapan birer rulo içeren üçlü taşıyıcı makara grupları yaygın olarak tercih edilmektedir. Yan makaralarının eğiminin artması ile kapasite de artmaktadır (Şekil 4.5b). Geniş bantlarda, banda daha iyi form verebilmek amacıyla beşli rulo grupları da kullanılmaktadır (Şekil 4.5b). Beşli rulo grupları pahalı olmalarının yanı sıra konstrüksiyon ve yağlama bakımından da güçlükler doğurmaktadırlar [32].



Şekil 4.5. Makara çeşitleri [32]

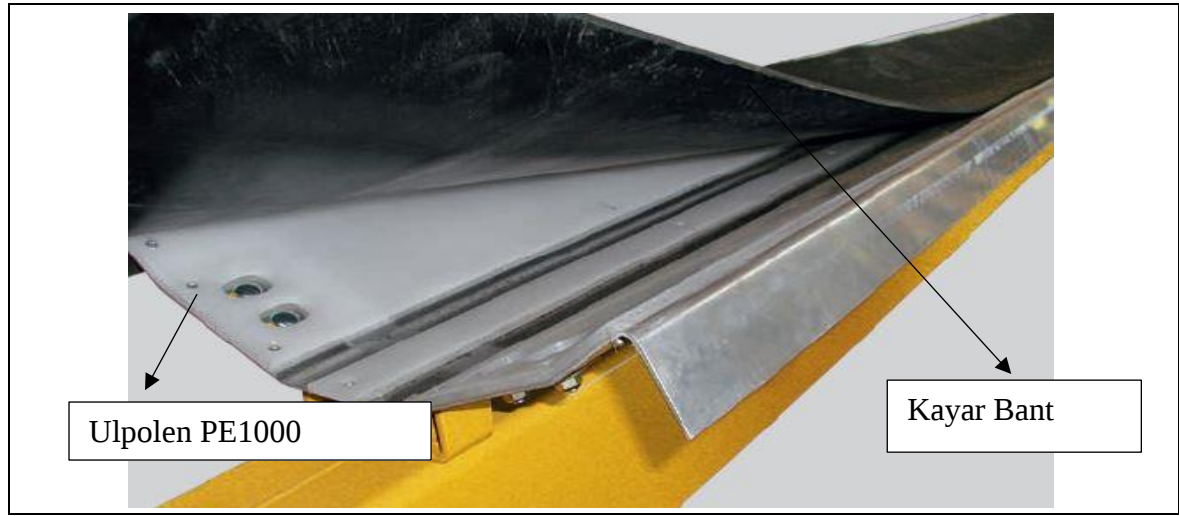
Konveyör üreticileri en geniş konveyörlerde bile standart üçlü makara grubu (20-0-20) (Şekil 4.5b) endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Üçlü bir hizada bulunan makara gruplarında, bandın sıkışmasını önlemek için makaraların üst kenarları arasındaki aralık 10 mm'den büyük olmamalıdır. Makaralar genelde çelik konstrüksiyon bir şasi üzerine mesnetlenir. Makaraları taşıyan bu şasi bant şasisine cıvatalarla bağlanır. Makaraların bant hareketine dik yönde ayarlanabilmesi için makara şasisi üzerindeki delikler oval yapılırlar. Makara şasisinin tasarımı makaraların kolayca sökülüp takılmasına imkân verecek şekilde olmalıdır. Ağır malzemelerin taşınacağı geniş bantlarda makara şasisinin yeteri kadar rijit (Kuvvet veya moment etkisi altında şekil değiştirmeyen, formunu koruyan) olmasına dikkat edilmelidir [32].

Makaralar çelik boru biçimli ham malzemeden yapılır. Makara yatağındaki sürtünmeyi azaltmak amacıyla çoğunlukla bilyeli rulmanlar kullanılır (Şekil 4.6). Yataklar özel contalar ile dış ortamın etkilerinden korunur [32].



Şekil 4.6. Tahrik makarasının iç yapısı [28]

Malzeme naklinde makara sistemlerinden yararlanılan standart konvansiyonel konveyörlerin aksine tez kapsamında tasarlanacak olan teleskopik konveyörün içeriğinde yenilikçi mühendislik plastiklerinden Ulpolen PE1000 kullanılarak iç içe geçen teleskopik kısım dizayn edilebilmiş aynı zamanda malzemenin aşağıda Çizelge 4.1’de ayrıntılı olarak değinilen teknik özelliklerinden de yararlanılarak bant kayışının malzeme üzerinden rulolu sisteme nazaran daha kolay ve aşınmasız şekilde kayması amaçlanmıştır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Teleskopik konveyörde kayar malzeme ve bant görseli 33]

UHMWPE (PE1000) aşırı yüksek moleküler ağırlığı nedeniyle aşağıda yer alan özelliklerin açığa çıkmasını sağlar [34]:

- Tüm plastik malzemeler içerisinde en yüksek darbe dayanımı
- Düşük sürtünme katsayısı (PTFE’den sonra)
- Tüm plastik malzemeler içerisinde en yüksek abrazyon dayanımı
- İyi kimyasal direnç (Güçlü oksitleyici asitler hariç)
- Yapışkanlık göstermeme, kendi kendine yağlanan yüzey
- İhmal edilebilir su absorpsiyonu
- Kimyasal olarak aktif ortamlarda korozyon direnci
- İyi gerilme kırılması dayanımı
- İyi enerji absorpsiyonu, ses ve şok azaltıcı karakteristik
- -270 ile 90°C (-454 ile 194°F) sıcaklık aralığında dikkate değer özellikler
- Mükemmel ölçüsel kararlılık
- İyi dielektrik ve yalıtıcı özellikleri

Çizelge 4.1. Ulpolen PE1000 teknik özellikleri [35]

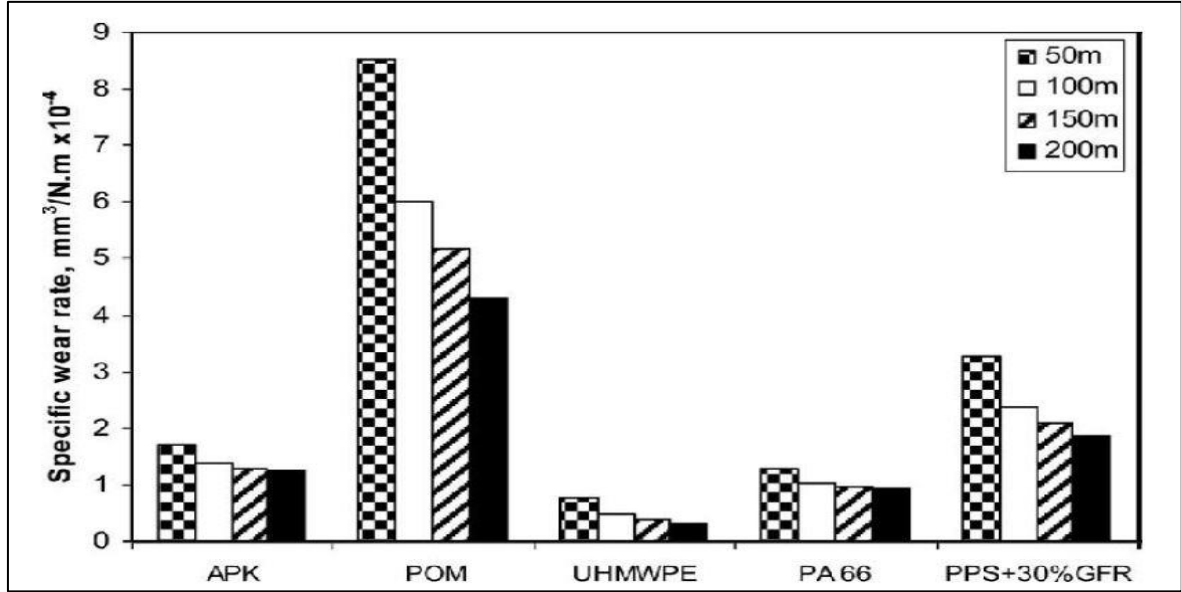
ULPOLEN® TEKNİK DEĞERLER TABLOSU					
	Test Metodu	Birim	Ulpolen® 1000	Ulpolen® 500	Ulpolen® 300
Genel Özellikler					
Yoğunluk	DIN 53479	gr/cm ³	0,94	0,94	0,94
Molekül Ağırlığı	DIN 53728-T	gr/mol	>4.000.000	500.000	300.000
Su Emme	ASTM D570	%	0	0	0
Mekanik Özellikler					
Çekme Dayanımı	DIN 53455	Kg/cm ²	250	250	250
Kopma Uzaması	DIN 53455	%	>300	>300	>300
Çentikli Darbe Dayanımı	DIN 53453	Kj/m ²	Kırılmaz	Kırılmaz	12
Charpy Çentikli Darbe Dayanımı	ISO 11542/2	Kj/m ²	>210	>25	-
Sürtünme Katsayısı			0,1-0,15	0,15-0,20	0,20-0,25
Sertlik	DIN 53505	Shore D	60-68	60-68	60-65
Termal Özellikler					
Erime Noktası	ISO 3146	°C	130-138	130-138	127-131
Minimum Kullanım Sıcaklığı		°C	-269	-100	-50
Maksimum Kullanım Sıcaklığı		°C	90	80	70
Lineer Uzama Katsayısı	DIN 53752	°C ⁻¹	2x10 ⁻⁴	2x10 ⁻⁴	2x10 ⁻⁴
Elektriksel Özellikler					
Dielektrik Dayanım	DIN 53481	KV/cm	900	900	700

AŞINMA DAYANIMI

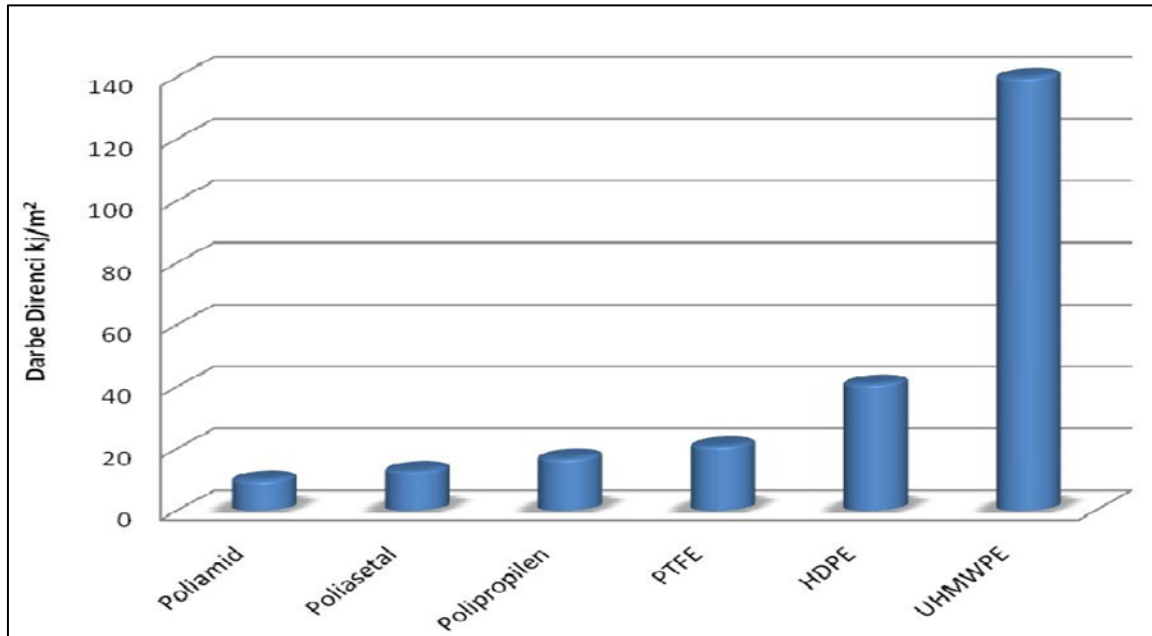
Ulpolen'in aşınma dayanımı Kum Aşınma testinde diğer malzemelerle karşılaştırmalı olarak, aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Ulpolen'in aşınması 100 olarak alınmıştır. En küçük rakam en az aşınmayı, en büyük rakam en yüksek aşınmayı gösterir.

ULPOLEN 1000	ULPOLEN 500	ULPOLEN 300	HDPE	LDPE	ÇELİK (ST37)	PASLANMAZ ÇELİK	BRONZ	NYLON	DELİRİN	PP	PVC
100	300	400	800	1600	320	550	1260	220	800	900	920

UHMWPE (PE1000), diğer ticari plastikler içerisinde en yüksek kayma abrazyonuna ve en yüksek çentikli darbe dayanımı değerini göstermektedir. Şekil 4.8.'de bazı polimerlerle UHMWPE'nin aşınma oranlarının karşılaştırılması, Şekil 4.9.'da ise darbe dirençlerinin karşılaştırılması verilmektedir [34].



Şekil 4.8. 150 grit zımpara kâğıdı üzerinde APK, POM, UHMWPE, PA 66 ve PPS+30% GFR'nin spesifik aşınma oranlarının değişimi [34]

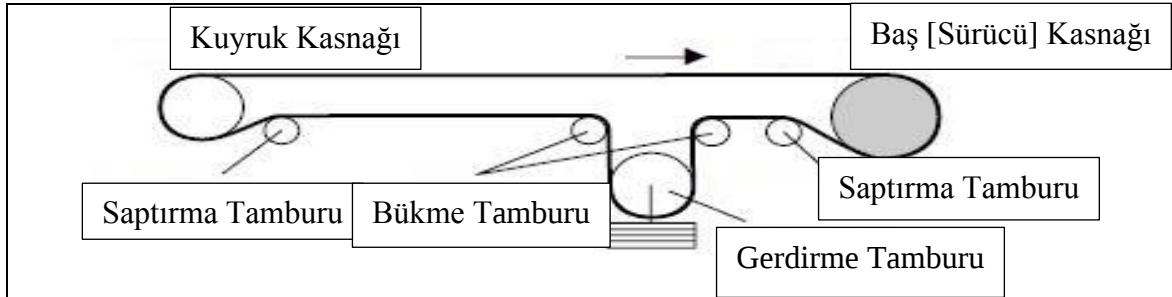


Şekil 4.9. Farklı mühendislik reçinelerinin darbe dirençleri [34]

4.3. Kafa, Kuyruk, Gergi ve Saptırma Tamburları

Tahrik sistemine ve gerdirme sistemine bağlı olarak, kayışı tahrik etmek ve yönlendirmek için birkaç tambur gereklidir. Tambur çapı, kayış yapısına, göreve ve ekleme yöntemine bağlıdır. Genel olarak, üç tambur tipi vardır. Tahrik tamburları, sisteme enerji ileten yüksek

kayış gerilimi alanlarındaki kasnaklardır. Kuyruk tamburları, düşük kayış gerilimi alanlarındaki tamburlardır ve saptırma tamburları, Şekil 4.8’de gösterildiği gibi, sarma açısı 90° 'den küçük olan tamburlardır [30].



Şekil 4.10. Tambur tipleri [36]

Banda hareket veren tambura tahrik tamburu adı verilir (Şekil 4.10). Tamburlar döküm veya sac levhadan yapılır. Şekilleri ya silindir veya orta kısmı bombeli silindir- fiçi şeklindedir. Bombeli silindirik tamburlar bant doğrultusunun korunmasında yardımcı olurlar. Bu tamburun en büyük çapı ile en küçük çapı arasındaki fark tambur eninin %0,5 'i kadardır. Tambur genişliği, bant genişliğinden 100-200 mm daha fazla olmalıdır. Tambur çapını belirleyen temel olgu ise, tamburu geçerken bantta meydana gelen içsel gerilmelerdir. Bu esnada bantın üst tabakaları çekme gerilmesi altında çalışırken, alt tabakaları basınç gerilmesi altında çalışır. Dolayısıyla; bant malzemesinin basınç ve çekme dayanımı ve bantın kalınlığı tambur çapı üzerinde etkili olan faktörlerdir. Bu düşüncelere bağlı olarak geliştirilen bir deneysel eşitlik aşağıda verilmiştir [32].

$$D_{min}: C_{Tr} \cdot z \quad ;$$

Eşitlikte yer alan z : tabaka sayısı; C_{Tr} : bir katsayıdır.

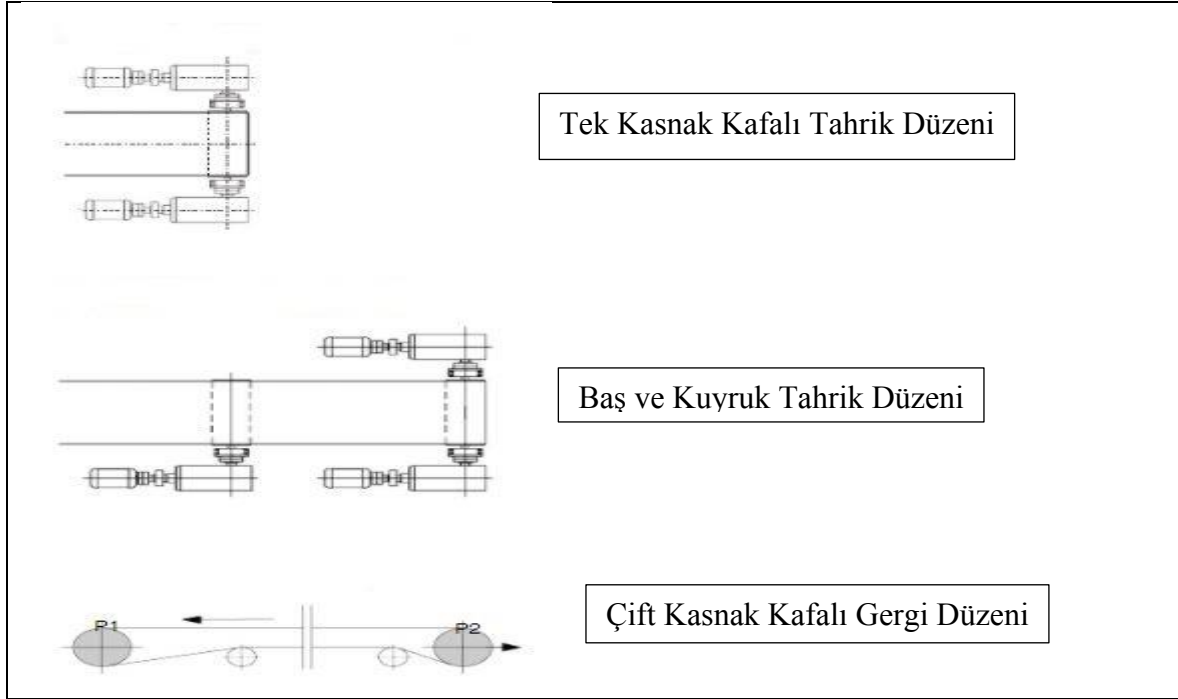
Bu bağıntıda C_{Tr} katsayısı; Çizelge 5.15’te ayrıntılı olarak gösterilmiş olup firmaya çeşitlilik gösterebilmektedir. Başka bir yaklaşıma göre tambur çapı; tahrik tamburlarında bant kalınlığının 100 katı, saptırma tamburlarında ise bant kalınlığının 80 katı olarak hesaplanır. Burada sözü edilen bant kalınlığı içine kaplama kalınlığı alınmamıştır. Hesaplanan çaplar piyasada bulunan değerlere yuvarlanır. Eğer bir bant kendi mukavemet sınırları içinde ne kadar çok zorlanıyor ise tambur çapı o kadar fazla olmalıdır. Yeterince zorlanmayan bantlarda en küçük çapın altına inilebilir [32].

Bir konveyördeki tahrik tamburu sayısı bir veya daha fazla olabilir. Tek tahrik tamburu olan bir konveyörde tahrik tamburundaki bant kuvvetleri ile sarım açısı arasında Euler (Eytelwein) bağıntısı vardır. Bu şekilde banttaki çekme kuvvetlerini arttırmak için iki yol vardır; sarım açısını ve sürtünme katsayısını büyütmek. Sarım açısı en az 180° olabilir. Tahrik tamburunun yanında bir saptırma tamburu kullanarak sarım açısı 260° 'ye kadar arttırılabilir. Sarım açısını daha da çok arttırabilmek için iki tahrik tamburu kullanılır. Böylece sarım açısını 500° 'ye kadar arttırmak mümkün olur. Çelik tamburlarda bant ile tambur arasındaki sürtünme katsayısı 0,05 ila 0,45 arasındadır [32].

Sürtünme katsayısını arttırmak sureti ile aynı gücü daha az çekme kuvveti ile nakledebilmek mümkündür. Bu amaçla tahrik tamburları bazen 10-15 mm kalınlığında lastikle kaplanır. Bu halde sürtünme katsayısı 0,20 – 0,60 arasında değişir. Hesaplarda emniyetli tarafta kalmak için; sürtünme katsayısı çıplak tamburlarda 0,25 lastik kaplılarda ise 0,35 kabul edilmektedir [32].

4.4. Tahrik Düzeni

En yaygın tahrik sistemi, orta düzeyde güç gereksinimi için tek tambur kafalı tahrik sistemidir. Bu durumda, bir motor, kaplin ve dişli kutusundan oluşan tek bir tahrik ünitesi, esnek bir kaplin, flanş veya bir uzatma dişli kutusu vasıtasıyla tahrik tamburuna bağlanır. Daha yüksek güç gereksinimleri için, sarma açısının artmasını sağlayan bir çift tahrik ünitesi ve kasnakların her iki yanında bulunan iki ila dört tahrik ünitesi kullanılabilir [30]. İşletme şartları da göz önüne alındığında tahrik çeşitleri epey farklılık gösterebilmektedir. Şekil 4.11'de tahrik düzenlemelerine ait görseller bulunmaktadır.

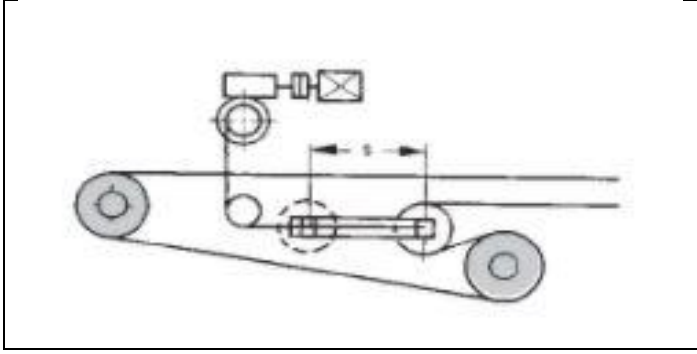


Şekil 4.11. Tahrik düzenlemelerinin çeşitleri [36]

Uzun konveyörler için tahrik gücü genellikle bant boyunca dağıtılır. Amaç, bantın en yüksek gerginliğini azaltmaktır. Baş ve kuyruk tahrikleri, uzun kurulumlarda başlatma ve kırmayı kolaylaştırır. Güzergâh boyunca büyük sürüş istasyonları bulunabilir. Diğer bir seçenek, bant boyunca birkaç, nispeten küçük sürücü birimlerini dağıtmaktır [30].

4.5. Gergi Düzeni

Başlatma sırasında titreşimleri azaltmak için özellikle uzun taşıma sistemlerinde regüle edilmiş bant gerdirme cihazları kullanılır. Sistemde, düzenlenmiş çekme vinçleri kullanılır. Vinç, bant çalıştırılmadan önce çalışmaya ayarlanmıştır. Başlatma sırasında gerilim normalin üzerinde tutulur ve sabit çalışma koşullarına ulaşıldıktan sonra azaltılır (Şekil 4.12)[30].



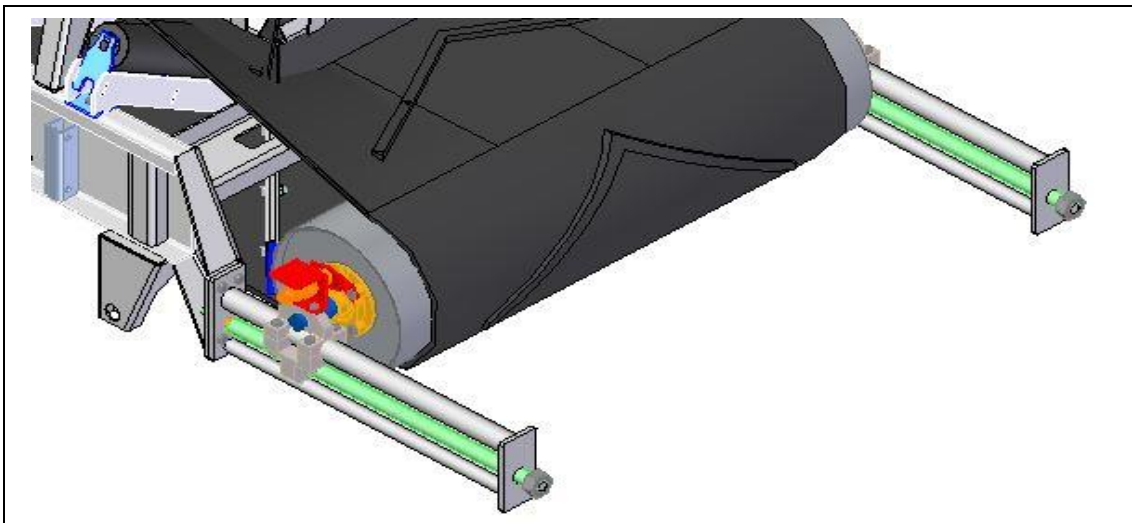
Şekil 4.12. Gerdirme sistemi [36]

Gergi düzeni kullanılmasının dört nedeni vardır;

- Bandın tahrik tamburuna kayma yapmaması için gerekli kuvvet değerlerini temin etmek.
- Bilhassa yükleme bölgesinde bant oluklaşmasının bozulmaması ve bandın makaralar arasında gerekenden fazla sarkmaması için olan asgari bant kuvvetini temin etmek.
- Bantta hasıl olan uzama ve kısalmaları karşılamak.
- Bant ekleri için bir miktar bant stoku elde etmek.

Aksi halde ek yerinin tamiri esnasında çift ek yapmak zorunluluğu ortaya çıkar [32].

Genellikle küçük kapasiteli konveyörlerde vidalı gergi düzeni (Şekil 4.13.), büyük kapasiteli olanlarda ise otomatik gergi düzeni kullanılır (Şekil 4.12.) [32].



Şekil 4.13. Vidalı gerdirme sistemi (Pi Makine HAC konveyörleri)

4.6. Şasi

Bandı taşıyan taşıyıcı ve dönüş makara grupları bir şasi üzerine tespit edilirler. Kullanma amaçlarına göre, bu şasi konstrüksiyonu farklı şekillerde olabilir. Devamlı çalışan tesislerde şasi konstrüksiyonu genellikle hadde profillerden yapılır. İnşaat işlerinde kullanılan portatif konveyör ise daha ziyade hafif profillerden veya borudan yapılmış şasi konstrüksiyonuna sahiptir [26]. Son zamanlarda bükme sac şasisi özellikle geniş ve yüksek kapasiteli bant konveyörlere de sıklıkla görülmektedir. Gerek inşaat ve yol şantiyelerinde gerekse yeraltı maden galerinde kullanılan konveyörlerin konstrüksiyonunda montaj ve sökölmenin kolay yapılabilmesine dikkat edilmelidir.



Şekil 4.14. Bükme sac malzemeden imal edilen şasi [37]

4.7. Yükleme ve Boşaltma Düzeni

Bir bantlı konveyörün iyi bir şekilde çalışabilmesi için, aşağıdaki iki şartın gerçekleşmesi şarttır [28]:

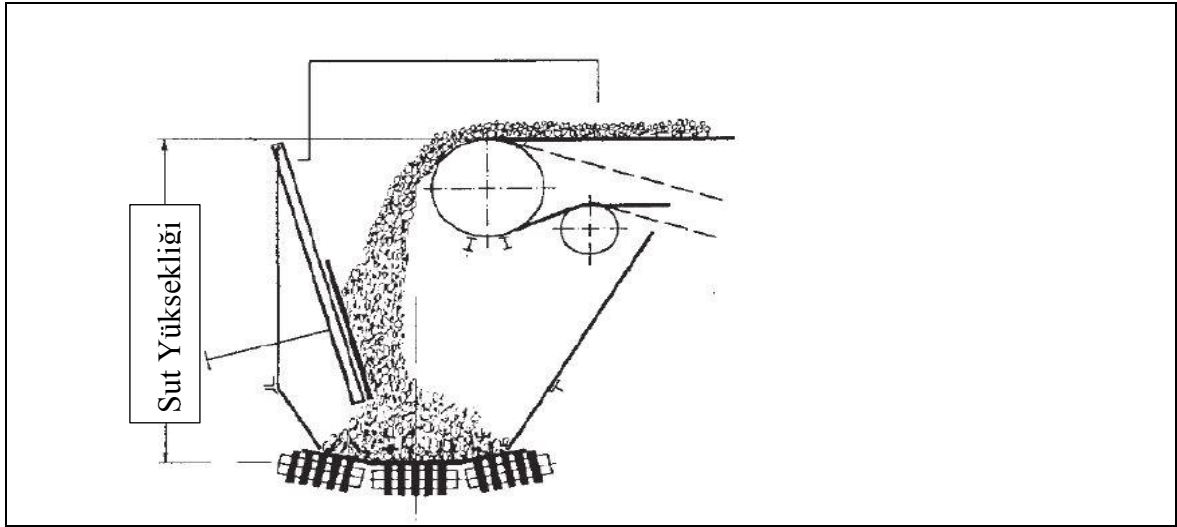
- Bantlı konveyör iyi bir şekilde yüklenmelidir.
- Bantlı konveyör iyi bir şekilde boşaltılmalıdır.

Bantlı konveyör konstrüksiyonu bu iki hususa en büyük dikkati vermelidir. Bantlı konveyörlere malzeme genellikle bir oluk vasıtası ile verilir. Oluk malzemenin etrafa

yayılmasını ve dökülmesini önleyerek, muntazam bir şekilde banda verilmesini sağlar. Malzemenin banda yüklemesinde bilhassa üç noktaya dikkat edilmelidir [28].

- Bant düzgün bir şekilde ve bant eksenine göre simetrik olarak yüklenmelidir.
- Banda gelen darbe ve aşınma tesirleri asgariye indirilmelidir.
- Malzemenin bant yönündeki hızı, bant hızına eşit olmalıdır.

Bant düzgün bir şekilde yüklenmez ise, bandın kapasitesinden tam olarak faydanılamaz ve bant kenarından malzemenin dökülmesi ihtimali artar. Bu durum özellikle yüklemenin bant eksenine dik doğrultuda olması halinde görülür. Bandın en çok tahribe uğradığı yer yükleme bölgesidir. Zira ne gibi tedbir alınıralsa alınsın, yüklenme bölgesinde malzeme banda daima yüksekte dökülür ve bu dökülmenin banda dik tesiri banda darbe şeklindeki bir zorlama yapar. Dökülme hızının banda paralel bileşeni ise, bandın aşınmasına sebep olur. Aşınma tesirini azaltmak için, malzeme bandın hareket yönüne dökülmelidir. Malzeme hızı aynı değilse, yükleme noktasında hız farkı yüzünden bir malzeme türbülansı oluşur [28].

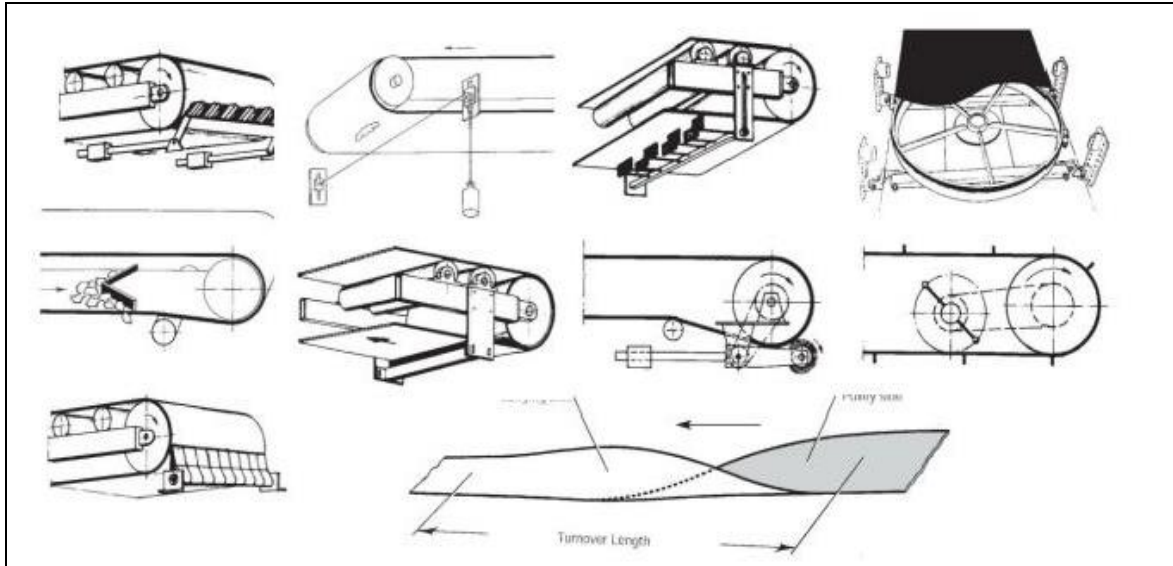


Şekil 4.15. Yükleme Şutu [36]

Banlı konveyörlerde en çok rastlanan boşalma şekli, baş tamburdan malzemenin boşaltılmasıdır. Baş tamburdan direk olarak boşaltmada malzemenin yörüngesi bir paraboldür. Boşaltma olduğunun konstrüksiyonunda malzeme yörüngesinin çizilmesi şarttır [32].

4.8. Bant Temizleme Düzeni

Bir bantlı taşıma sisteminin kayışı sürekli olarak temizlenmelidir. Çalışma sırasında, taşınan malzemenin özelliklerine bağlı olarak, artık yük malzemesi bandın taşıyıcı tarafına yapışır. Kasnaklar ve dönüş makaraları kirlenir ve bu da sürtünmenin artmasına, kayış aşınmasına, kayışın izlenmesine ve makaraların hasar görmesine neden olur. Birçok farklı tipte bant temizleme cihazı mevcuttur. Bazı popüler türler Şekil 4.16'da gösterilmektedir. Sıyırıcılar tipik olarak kasnaklardan önce veya sonra kayışın kasnak tarafını ve yük tarafını temizlemek için kullanılır. Ayrıca yüksek basınçlı su jetleri veya devirleri ile bant temizliği de mümkündür. Bir kayış sıyırıcısının düzgün çalışması, uygun bir sıyırıcı tipinin seçilmesine, sıyırıcının yapıldığı malzemeye, kayış ve sıyırıcının sertliğine ve sıyırıcının temas basıncına bağlıdır. Genel olarak sıyırıcının yapıldığı malzeme bant yüzeyinden daha sert olmamalıdır. Ayrıca sıyırıcı, mümkün olduğu kadar geniş bir yüzey alanında kayışa temas edecek şekilde tasarlanmalıdır. Oysa kayışın aşınmasını önlemek için temas basıncının kendisi düşük olmalıdır. Çoğu dökme malzeme için, sıyırıcı ile kayış arasında kayışın yırtılmasını ve aşınmasını en aza indiren küçük bir boşluk olsa bile temizleme işlemi yeterlidir [30].



Şekil 4.16. Kayış temizleyici (üst sıra soldan sağa: Fan Kazıyıcı, Piyano Tel Sıyırıcı, Kademeli Sıyırıcı, Döner Sıyırıcı; orta sıra soldan sağa: Pulluk Sıyırıcı, Çapraz Sıyırıcı, Döner Sıyırıcı, Rapping Silindiri; Alt Sıra soldan sağa:) Kazıyıcı, Kayış devri [36]

Bu çalışmada, standart tip konvansiyonel bantlı transport makina tasarımı ele alınmış kullanım esasları düşünüldüğünde ise taşınabilir ve hareketli konveyörlerin bileşiminden

oluşan bir sistem tasarlanmıştır. Ancak hem standart tip konveyörler hemde taşınabilir ve hareketli taşıma sistemlerinden farklıdır. Bu farklılıklar, ileride ayrıntılı ele alınmakla beraber standart tip konvansiyonel taşıma sistem bileşenleri ve mekanizmaları üzerinde yer almaktadır.

Standart bir konveyörü oluşturan bileşenlerinden oluşan ve şase üzerinde hem banda oluk şeklini veren hem de mesnetlik görevini yerine getiren makara ve rulo grupları; teleskopik uzanma sisteminde sorun yaratacağından dolayı konveyörde yer almamaktadır. Bunun yerine şase tasarımı bu minvalde tasarlanmış ve yenilikçi mühendislik plastiklerinden Ulpolen PE1000 kullanılarak bandın teleskop kısmından birbiri üzerinde kayması sağlanmıştır.

HAC tip konveyörlerde hareket doğrultusu uzayda X ve Y düzleminde iken bu çalışmada yönerge X, Y ve Z düzlemleri üzerinde yer almaktadır. Ayrıca Karayollarının 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu 65. Maddesi gereğince, taşıyıcı araç üzerine katlanacak şekilde bir tasarım yapılmıştır.

5. KONVEYÖRLÜ YÜK TAŞIMA SİSTEMİ TASARIMI

Konveyör hesaplamalarında kullanılan, ulusal ve uluslararası geçerliliği bulunan belli başlı yöntemler vardır. Bunlardan özellikle CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association) Metodu ve DIN 22101 standardı en yaygın olanlardır [25], [38]. Ayrıca Fenner-Dunlop ve Goodyear Metodları ve ISO 5048 ile JISB 8804 standartları da yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir [39].

DIN 22101 standardı ile CEMA kıyaslanacak olursa DIN 22101 daha basit ve sade kalmaktadır. DIN, tek ve sabit bir sürtünme katsayısı önerir ve bant bükülmesi, malzeme bükülmesi, vs. gibi ikincil dirençlerin etkilerini de tek sürtünme katsayısı altında gösterir. Bu yüzden uzun ve kompleks konveyörlerin hesaplanmasında yetersiz kalabileceğine dair eleştiriler bulunmaktadır [50]. CEMA Metodu ise pek çok değişkeni ayrı ayrı hesaplayarak göstermektedir. Ayrıca; malzeme kesit alanı hesabı, çeşitli konveyör elemanlarının direnç hesapları konusunda da DIN ile CEMA arasında çeşitli farklılıklar vardır. Fakat bunun yanı sıra DIN 22101'in bir standart olması ve CEMA'nın ise Konveyör Ekipman Üreticileri Birliği'nin önerileri niteliğinde olması sebebiyle tasarımda DIN standardına uymak; CEMA'dan farklı olarak yasal uyumsuzlukları beraberinde taşımaktadır. Bu çalışmada basitliği ve verdiği sonuçlardaki tutarlılığı göz önüne alınarak DIN 22101 standardında belirtilen metod kullanılmıştır [38].

Herhangi bir konveyör tasarımının başlangıç noktası, neyin taşınacağı, ne kadar ileri götürüleceği, üzerinde hareket ettirildiği eğim ve konveyörün tasarımında ne gibi kısıtlamalar olabileceği hakkında bilgi sahibi olmak olmalıdır. Konveyör tarafından taşınan malzemelerin çeşitliliği çok geniştir ve bu nedenle, bazıları konveyörün tasarımını etkileyebilecek çok çeşitli özellikler bulundurmaktadır. Dikkate alınması gereken belirli özellikler, malzemenin konveyöre beslenmesini ve konveyörden çıkmasını, konveyöre oturmasını ve konveyör üzerinde hareket etme şeklini etkileyebilecek özelliklerdir. Bunlar; boyut ve boyut aralığını, açısıllığı, aşındırıcılığı, bozunma veya toz üretme eğilimini ayrıca malzemenin ıslak veya yapışkan olup olmadığını da içerir.

5.1. Teleskopik Konveyör Çalışma Koşullarının Belirlenmesi

Şimdiye dek patent alınmış teleskopik bantlı konveyörler başta olmak üzere üretimi uluslararası mecrada devam eden ürünler incelendiğinde çeşitli kısıtlara ve boyutlandırma verilerine ulaşılmıştır.

Bu çalışmada tasarlanan konveyör, mobil beton santraline akuple edilebilecek bir teleskopik sisteme sahip olmakla birlikte, transmikser gibi bir taşıma aracına da monte edilebileceği göz önüne alındığından tasarımsal olarak güvende kalmak adına seçilen değerler bu bağlamda düşünülerek yapılmıştır. Teleskopik konveyör hem ıslak çimento hem de çeşitli dökme malzeme taşıyabileceği varsayılmıştır. Konveyörün konum olarak deniz seviyesinde bulunabileceği ve yıl içindeki sıcaklığın -5°C ile 35°C arasında değişebileceği düşünülmüştür. Konveyör açık alanda olacağından ve korumalı bir çalışma alanında yer almayacağından dolayı tüm atmosfer şartlarının (yağmur, kar ve rüzgâr vb.) etkisine maruz kalacaktır.

Kapasite ile güç tayininde ve bunker cidarlarına gelen yüklerin tayininde yığın halindeki malzemenin bilinmesi gerekir. Yığın malzemeler sıkıştırılınca özgül ağırlığı artar, malzemenin cinsine göre bu artma miktarı %5 – 52 arasındadır. Dökme malların yığın yoğunluğuna göre gruplandırılması Çizelge 5.1’de verilmiştir [20].

Çizelge 5.1. Dökme malların yığın yoğunluğuna göre gruplandırılması [20]

Niteleme	Yığın Özgül Ağırlık [t/m^3]	Örnek Malzemeler
Hafif	0,6’dan az	Ağaç talaşı, Turba, Kok
Orta Ağır	0,6-1,1	Buğday, Taş kömürü, Cüruf
Ağır	1,0-2,0	Kum, Kireç taşı
Çok Ağır	2,0’dan fazla	Demir cevheri, Kurşun cevheri

Hem beton santrali hem de bir beton pompası gibi istenen çalışma şartlarında taşıma yapılabilecek olan konveyör bantta taşınacak olan ıslak çimento harcının özgül yığın yoğunluğu $\rho = 2,3\text{-}2,4 \text{ ton} / \text{m}^3$ ve rutin dökme malzeme için ise özgül yığın yoğunluğu $\rho = 1,0\text{-}2,0 \text{ ton} / \text{m}^3$ ’tür. Islak çimento harcının yoğunluğu olan $\rho = 2,4 \text{ ton} / \text{m}^3$ alınmıştır. Kesinlik verileri 1987 yılında İngiltere’de yapılan deneysel çalışmanın bir kısmı olarak belirlenmiştir. Kesinlik verileri, BS 1881’de tarif edilen deneylerden elde edilmiştir [41].

Çizelge 5.2. Yoğunluk ölçümleri için kesinlik verileri [41]

Aralık	Tekrarlanabilirlik Şartları		Uyarlık Şartları	
	s_r	r	s_r	r
kg / m ³	kg / m ³	kg / m ³	kg / m ³	kg / m ³
2300-2400	5,5	15	10,2	29

Taşınacık dökme malzemenin ortalama parça boyutu ise Çizelge 5.3'te de görüleceği üzere 10-60 mm aralığında olan küçük taneli ürün grubuna girmektedir.

Çizelge 5.3. Dökme malzemelerin tane boyutları [20]

Malzeme Cinsi	Tane Boyutu, a [mm]
İri Taneli	160 'dan küçük
Orta Taneli	60-160
Küçük Taneli	10-60
Taneli	0,5-10
Tozlu	0,5 'den küçük

Mobil beton santralinde kullanılacak olan 500 planet mikserin 0,5 m³ kapasitesi [Q_p] ve 18 saniyelik boşaltım süresi istenilen ve beklenen teknik özelliklerdir. Bu teknik özellikler esas alındığında Eşitlik 5.1'de teleskopik konveyörün besleme kapasitesi gösterilmektedir.

Teleskopik konveyörün besleme kapasitesi:

$$Q_0 = \frac{Q_p}{t_s} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (5.1)$$

$$Q_0 = \frac{0.5}{18} \cdot 3600 = 100 \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

olarak tespit edilir.

Tam açık halde toplam konveyör uzunluğu ise 11,5 metre olarak belirlenmiştir. Bölüm 2.1'de William C. Panarese'nin 1972'de Uzman Beton Teknolojisi Portland Çimento Derneği'nde bantlı konveyörler ile ilgili yayınlanan yazısında da bahsettiği üzere bantlı beton konveyörleri taşınabilirlik açısından tek bir ünite olarak transferi olarak 18 metre ve daha az olarak tasarlanabilir. Tipik konveyör uzunlukları 7,5, 9, 12, 15 ve 18 metre' dir [7]. Bu nedenle teleskopik kısmın tam açık olduğu olduğu durumdaki konveyör uzunluğu 11,5 metre olarak kabul edilmiştir.

5.2. Konveyör Kapasitesinin ve Genişliğinin Belirlenmesi

Dökme yükler taşındığında, bant genişliğini belirleyen öncüller konveyörün kapasitesi ve nakledilen malzemenin boyutudur. Düz taşıyıcı rulolarla desteklenen bir konveyörün, serbest akışlı bir malzemenin ikizkenar üçgen biçimini alacağı kabul edilmektedir [20].

φ : tabii şev açısı, °

λ : oluklaşma açısı, °

$A_{1,th}$: daire kesmesi şeklindeki alan, m²

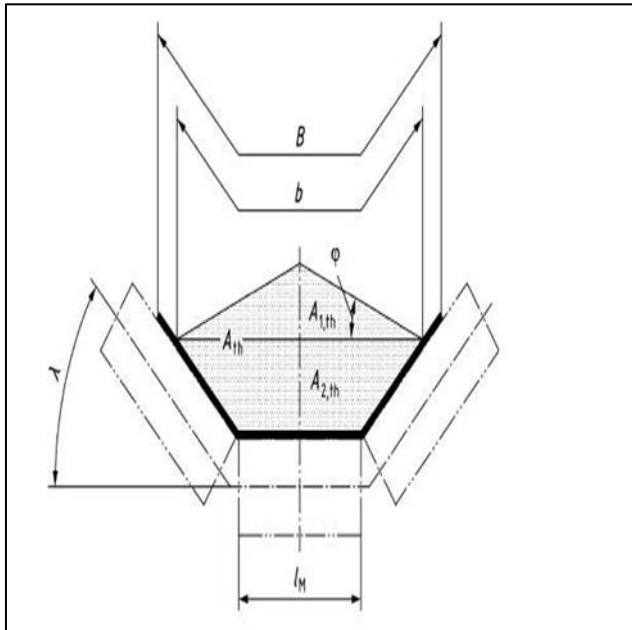
$A_{2,th}$: yamuk kesmesi şeklindeki temel alan, m²

A_{th} : daire kesmesi şeklindeki alan, m²

B: bant genişliği,

b: yamuğun paralel kenarları,

l_m : yamuk eğik kenarının yatay izdüşümü, m



Şekil 5.1. Yatay taşıma ve 3 silindirli makara seti durumunda teorik dolgu kesiti [38]

Bant kenarlarından saçılmayı önlemek için üçgenin tabanı, B bant genişliği ve φ ise yükün tabii şev açısı olmak üzere $b:0,8.B$ ve üçgenin taban açısı $\varphi_1:0,35.\varphi$ alınır. Eğimli bir konveyörde yükün muhtemel saçılmalarını önlemek için C_1 düzeltme katsayısı hesaba

katılır. Bu katsayı konveyör eğimine bağlıdır. Konveyör güzergahının malzeme cinsine göre alabileceği en yüksek eğim değerleri Çizelge 5.4'te gösterilmektedir [32].

Çizelge 5.4. Konveyör güzergahının malzeme cinsine göre alabileceği en yüksek eğim [20]

Malzeme	Konveyör Çalışma Eğim Açısı, θ , °	Malzeme	Konveyör Çalışma Eğim Açısı, θ , °
Linyit Briketi	12°	Kuru Kum	18
İri Taneli Cevher	18	Nemli Kum	27
Küçük Taneli Cevher	25	Antrasit	17
Çimento	20	Tüvenan Taş Kömürü	18
Tahıl	18	Taş Kömürü Tozu	22
Toz Kireç	23	Elenmemiş Kırma Taş	18
Elenmiş Kok	17	Kuru Toprak	20
Elenmemiş Kok	18	Nemli Toprak	25

C_1 katsayısının değeri ise konveyörün θ çalışma eğim açısına göre (Şekil 3.4 b'de eğimli konveyöre bakınız) aşağıdaki çizelgede verilmektedir.

Çizelge 5.5. θ açısına göre C_1 katsayısının değerleri [20]

Konveyörün Eğim Açısı, θ , °	0-10°	10-15°	15-20°	> 20°
C_1	1,0	0,95	0,90	0,85

Oluklu bir taşıyıcı rulo takımının desteklediği konveyör için yaklaşık debi [20];

$$Q_0 = 3600 F V \rho = 160 B^2 \rho V [3,6 C_1 \tan(0.35 \varphi) + 1] \quad (5.2)$$

olur. Bu eşitlikten bant genişliği çekilirse;

$$B = \sqrt{\frac{Q_0}{160 \rho V [3,6 C_1 \tan(0.35 \varphi) + 1]}} \quad (5.3)$$

elde edilir. Eşitliklerde; B : bant genişliği, m ; φ : Statik şev açısı, °; C_1 : düzeltme katsayısı; ρ : yığma özgül ağırlık, kg / m^3 ; V : konveyör hızı, m/s ; Q_0 : toplam gerekli teorik kapasite, t/h olarak tanımlanmaktadır.

Çizelge 5.6. Bazı yığın malzemelerin özellikleri [26]

Malzeme Özellikleri			
Malzeme Adı	Yığılma Özgöl Ağırlık [ton / m ³]	Tabii Şev Açısı, ϕ , [°]	Azami Bant Eğimi[°]
Çimento Harcı	2,13	38	20-23
Harç Islak	2,40	40	25

Çizelge 5.6’da dikkate alınarak yaklaşık bir değer olarak $\phi \approx 40^\circ$ alınmıştır [32].

Konveyör hızı; taşınan malzemenin özelliklerine, istenilen taşıma kapasitesine ve üzerine gelen kuvvetlere bağlı olarak seçilmelidir. Yükleme ve boşaltma noktalarında tozun havalanmasını önlemek maksadıyla, toz barındıran malzemeler, düşük hızla iletilmelidir. Ayrıca kırılmalan malzemelerin iletiminde de ufalanmayı önlemek bakımından, hızının düşük seçilmesi gerekmektedir. Ağır ve keskin kenarlı malzemeler orta hızlarda iletilir [40]. Maden işletmelerinde bant hızlarının alabileceği en büyük değerler konveyör tesisinin ne kadar bakımlı ve düzenli olması ile de yakından ilgilidir. Çalışma şartlarının zor olduğu, dolayısıyla en bakımsız olan işletmeler için bant hızı 1,5 m/s 'yi geçmemelidir. Konveyör çalışma sahasının temiz ve çalışma koşullarına uygunluğunun sağlandığı bakımlı bantlarda ise hız 3 m/s 'ye değerine kadar artırılabilir [42].

Bakımlı bantlar için tavsiye edilen ortalama hızlar aşağıda Çizelge 5.7’de verilmiştir [42].

Çizelge 5.7. Bant genişliğine bağlı olarak taşınan malzemeler için önerilen bant hızları (m/s)

Bant Genişliği	Buğday ve kuru kum gibi hafif ve serbest akabilen malzeme	Çakıl, ince taş ve kömür gibi elenmiş veya orta derecede serbest akan malzeme	Tüvenan kömür, kaba kırılmış taş veya cevher gibi parçalı ve orta derecede ağır veya aşındırıcı malzeme	Tüvenan taş kömürü, kok, sert cevher gibi ağır keskin köşeli veya çok aşındırıcı malzeme
mm				
300-350	2,00	1,25	-	-
400-450	2,50	1,50	1,25	-
500-650	3,00	2,00	1,75-2,00	1,25
750-900	3,75	2,50	2,00-2,25	1,50
1000-2000	4,25	2,75-3,00	2,25-2,50	1,75

DIN 22101 standardında önerilen bant hızları; 0,42; 0,52; 0,66; 0,84; 1,05; 1,31; 1,68; 2,09; 2,62; 3,35; 4,19; 5,20; 6,60 ve 8,40 m/s’dir [38]. Standart kapsamında toz veya pülverize malzemelerin hızı en fazla 1,31 m/s ve altı önerilirken, uzun mesafelerde 2,62-6,60 m/s ve fırlatıcı bantlarda da 8,40 m/s ve üzeri konveyör iletim hızları önerilmektedir [43].

Amacı bakımından tasarımın analitik hesaplamalarının çözüm ortamı olarak Excel programı tercih edilmiş ve tasarım parametrelerinin sayısal değerleri, literatürde yer alan bilgiler ve öneriler doğrultusunda aşağıda gösterildiği gibi alınmıştır.

Φ (Tabii şev açısı)	: 40°
C_1 (Düzeltme katsayısı)	: 0,85
ρ (Yığma özgül ağırlık)	: 2400 kg / m^3
V (Konveyör hızı)	: 2,62 m/s

Q_0 (Toplam gerekli teorik kapasite): $100 \text{ m}^3 / \text{h}$ olarak kabul edilen değerler için bant genişliği Eşitlik 5.2 esas alınarak hesaplanmıştır.

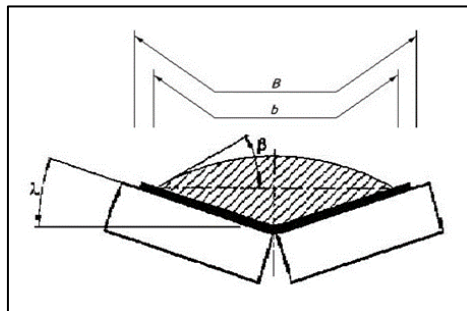
$$B = \sqrt{\frac{100}{160 \cdot 2,4 \cdot 2,62 \cdot [3,6 \cdot 0,85 \tan(0,35 \cdot 40) + 1]}}$$

$$B = 0,239 \text{ (m)}$$

Çizelge 5.8. DIN ve TS Standartlarında önerilen konveyör bant genişlikleri (m), [26]

DIN 22101	300	400	500	650	800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600
TS 5477	-	400	500	650	800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	-	-	-

Hesaplamalar sonucunda elde edilen bant genişliğine en yakın standart bant genişliğinin 400 mm olarak önerildiği yukarıdaki çizelgeden görülmektedir. Diğer taraftan, 500 mm genişliğe kadar olan dar bantlı konveyörlerde üç yerine iki silindirli makara seti durumunda tercih edilebilmektedir (Şekil 5.2). Bu durumda konveyör kapasitesi üç makaralı gruba nazaran %10'dan fazla artmakta olduğu görülmektedir.



Şekil 5.2. Yatay taşıma ve 2 silindirli makara seti durumunda teorik dolgu kesiti [26]

Şekil 5.2’de gösterilen konveyörün teorik kapasitesi [26];

$$Q_0 = 300VB^2 \quad (5.4)$$

olur. Buradan hareketle bant genişliği;

$$B = \sqrt{\frac{Q_0}{300V}} = \sqrt{\frac{100}{300 \cdot 2,62}} = 0,357$$

$$B = 0,357 \text{ [m]}$$

olarak elde edilir. Tasarım için ikili makara grubu [26] esas alındığında da üçlü makara grubu için yapılan hesaplama sonucuna çok yakın bir değer elde edildiğinden; bant genişliği standartlardaki önerilen değerlere uygun olarak 400 mm alınmıştır. Tez kapsamında yapılan çalışmaların çıktılarının Pİ MAKİNA A.Ş. firmasının tasarım ve üretim sürecinde uygulanabilir olması bakımından, konveyörün uyarlanması düşünülen taşıyıcı araç kapasitelerinin düşük olması hedeflendiğinden dolayı konveyör eninin sınırlandırılması gerektiğine dikkat edilmiştir.

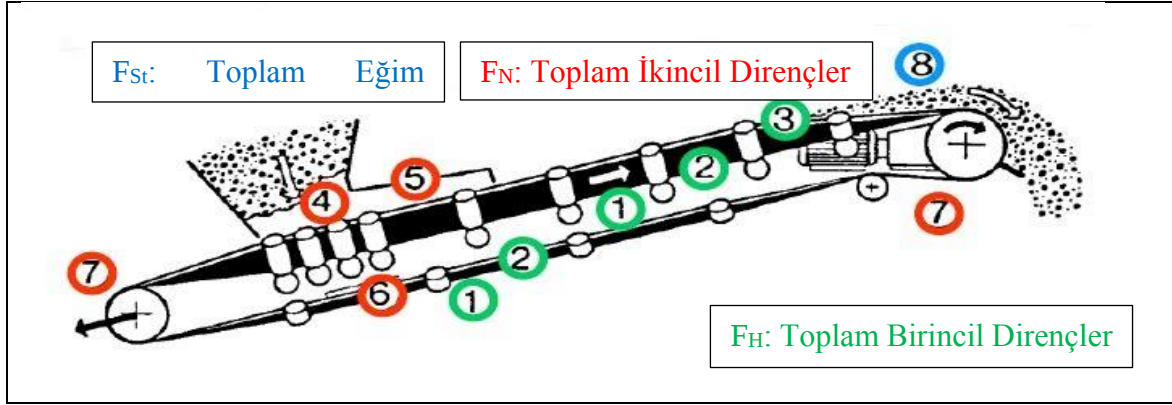
5.3. Konveyör Sürüş Gücünün Belirlenmesi

Bilgisayar destekli hesaplama prosedüründe DIN 22101 standardında belirtilen metodoloji izlenmiş ve tahrik ekipmanları bu prosedüre göre seçilmiştir [38]. Sabit çalışma sırasında, kayış hareketine direnen kuvvetler (harekete karşı dirençler) F, sürtünme, ağırlık ve kütle kuvvetlerinin toplamı ile hesaplanır. Konveyör P için gerekli güç, üst ve alt şeritlerin toplam harekete direnç gösteren yükün ve taşıma hızının V çarpımı olarak hesaplanır (Eşitlik 5.5).

Buradan konveyörün sürüş gücüne;

$$P = F \cdot V \quad (5.5)$$

ile geçilir.



Şekil 5.3. Konveyör hareket dirençlerinin gösterilmesi [44]

Harekete direnç gösteren toplam yükün alt bileşenleri Şekil 5.3.'de gösterilmiştir.

Birincil direnç, konveyör yolunun tüm uzunluğu boyunca meydana gelir. DIN 22101'e göre konveyörün hareketi için gereken etkin çevresel kuvvetin ifadesi Eşitlik 5.6'da verilmektedir.

$$F_U = F_H + F_N + F_{St} + F_S \quad (5.6)$$

Eşitlik 5.6'daki ifadelerin karşılığı ise F_H : birincil dirençler, N; F_N : ikincil dirençler, N; F_{St} : eğim direnci, N; F_S : özel dirençler, N şeklinde tanımlanmıştır.

$$F_N + F_H = C \cdot f \cdot L \cdot g(m'_R + (2m'_G + m'_L) \cos(\delta)) \quad (5.7)$$

Eşitlik 5.7'deki ifadeler, L : konveyör uzunluğu, m; f : ileticiler arası sürtünme katsayısı; m'_R : birim uzunluktaki taşıyıcı ve dönüş ruloları ağırlığı, kg/m; m'_G : birim uzunluktaki bant ağırlığı, kg/m; m'_L : birim uzunluktaki malzemenin banttaki yayılı malzeme ağırlığı, kg/m; δ : konveyörün ortalama eğimi, °; F_{Rsto} : kamber direnci, N; F_{Sch} : malzeme ile etek duvarları arasındaki sürtünme direnci, N; F_{St} : eğim direnci, N; şeklinde ifade edilir.

İkincil dirençler sadece yerel olarak yükleme istasyonunda meydana gelir. Yüklenen malzemenin yükleme noktasındaki ivmeye karşı direnci, oluğun yan duvarlarındaki sürtünmeden kaynaklanan direnci, kasnaklarda kayış esnemesinden kaynaklanan direnç ve kasnak yatak direncidir. DIN 22101'e göre, ikincil direnç, ana direncin bir kısmı olarak bir faktör C ile yaklaşılr. Artan kayış uzunluğu ile katlanarak azalan uzunluk faktörü C , Ek 1 'de gösterilen Çizelge 5.9'da (Konveyör uzunluğu > 80 m için Uzunluk faktörü C 'nin

belirlenmesi) belirlenebilir [38]. Çizelge 5.9’da da görüldüğü üzere 11,5 m konveyör uzunluğu için enterpolasyon yöntemi ile bulunan C değeri 4,25 olmaktadır.

Özel dirençler; kamber direnci ve malzeme ile etek duvarları arasında sürtünmeden kaynaklanan direnç olarak iki adet tanımlanmıştır. Oluklaştıran rulolarda, bant lastiği ekseninden kaydığına, onu eksenine geri getirmek için kanat rulolarına öne doğru 1-3 derecelik eğim verilmektedir [50]. Kamber direnci bu açıdan doğmaktadır. Bunlardan farklı olarak ek bir direnç olduğu takdirde onlar da ayrıca hesaplanarak ($F_{diğer}$) özel dirençlere eklenmektedir (Eşitlik 5.8).

$$F_S = F_{Rst0} + F_{Sch} + F_{diğer} \quad (5.8)$$

Eğim direnci; konveyörün alt ve üst kollarını hareket ettirmek için gerekli kuvveti etkilemektedir. Direnç, yükselen konveyörler için pozitif, alçalan konveyörler için negatif olarak ifade edilir. En büyük etkin kuvvet değerleri konveyör yatay konumda olduğundan yatay konumdaki konveyör hesaplamalarında eğim direnci ihmal edilmektedir.

$$F_{St} = H \cdot g \cdot m'_L = L \cdot \sin(\delta) \cdot m'_L \quad (5.9)$$

Eşitlik 5.9’daki değişkenler, H : konveyörün yükleme ve boşaltma noktalarındaki yükseklik farkı, m ; m'_L : birim uzunluktaki malzemenin banttaki yayılı ağırlığı, kg/m olarak tanımlanmaktadır.

Eşitlikler (5.7), (5.8) ve (5.9) ‘yi düzenlenirse toplam etkin direnç;

$$F_U = C \cdot f \cdot L \cdot g(m'_R + (2m'_G + m'_L) \cos(\delta)) + F_{Rst0} + F_{Sch} \quad (5.10)$$

şeklinde bulunur.

Teleskopik konveyör tasarım standardizasyonun gerçekleştirilmesi açısından özel dirençler hesaplara dahil edilmemiştir. Ek dirençlerden gelen kuvvetler ihmal edildiğinde Eşitlik 5.11 elde edilir:

$$F_U = C.f.L.g(m'_R + (2m'_G + m'_L) \cos(\delta)) \quad (5.11)$$

Birim uzunluktaki bant ağırlığı (m'_G), bandın metre uzunluğundaki bir parçasının ağırlığının dikkate alınabilmesi için bandın seçilmiş olması veya banda etkiyecek tüm kuvvetlerin belirli olması gerekir. Bant birim ağırlığının bulunması için başvurulacak yöntemlerden biri araştırmalar sonucu ortaya konulan değerleri kabul etmek yahut çeşitli firmaların katalog verilerini kullanmaktır (Çizelge 5.10). Katalog verilerini kullanarak birim ağırlığın bulunmasında izlenecek yol ise;

Çizelge 5.10. Phoenix dokuma bantların birim ağırlıkları (kgf/m^2) [22]

Tabaka Sayısı	Üst:Alt Kaplama	Pamuk-Sentetik Pamuk				Yapay Elyafı-Rayon-Polyamid-Polyester vs.				
		Z70 BZ50	Z90 BZ60	BZ80	Z125	RP160 R125	RP200	RP250	RP300	RP400
3	3:2	9,9	10,5			9,5	10,5			
	3:2	11,2	12,0	13,5		11,5	12,5	13,0	13,5	14,4
4	4:2	12,3	13,1	14,6		12,5	13,5	14,0	14,5	15,5
	5:2	13,4	14,2	15,7		13,5	14,5	15,0	15,5	16,5
	3:2	12,6	13,6	15,5	17,6	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0
5	4:2	13,7	14,7	16,6	18,6	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0
	5:2	14,8	15,7	17,7	19,7	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0
	6:2	15,9	16,8	18,8	20,8	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
	3:2		15,2	17,5	19,9		18,0	18,0	19,0	20,0
6	4:2		16,3	18,5	21,0		19,0	19,0	20,0	21,0
	5:2		17,4	19,6	22,0		20,0	20,0	21,0	22,0
	6:2		18,5	20,7	23,1		22,0	22,0	23,0	24,0

Bantlara ait alt ve üst kaplama kalınlıklarına ayrıca önerilen tabaka sayısına ilişkin detaylara Çizelge 5.11 ve Çizelge 5.12’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.11. Bantlarda üst ve alt kaplama kalınlıklarının tayini [26]

YIĞMA MALZEME		Üst Kaplama Kalınlığı, mm	Alt Kaplama Kalınlığı, mm
HAFİF	Ağaç talaşı, baca tozu, çimento tozu, çok ince kömür tozu v.s.	2,0	0,8-1,0
AZ AŞINDIRICI	Kum bitümlü kömür, -75 mm’den küçük taş veya kömür v.s.	2,0-3,0	0,8-1,0
AŞINDIRICI	Antrasit kömürü, kok sinter 250 mm’den küçük cevher, kömür veya kireçtaşı	2,5-6,0	1,6-2,0
AĞIR VE AŞINDIRICI	250 mm’den büyük taş, ağır ve keskin kenarlı cevherler, kuvarz v.s.	6,0-12,0	2,0

Çizelge 5.12. Pamuk dokuma bantlar için önerilen tabaka sayıları [22]

Bant Genişliği, mm	300	400	500	650	800	1.000	1.200	1.400	1.600
Tabaka Sayısı	3-4	3-5	3-6	3-7	4-8	5-10	6-12	7-12	8-12

Çizelge 5.11 ve Çizelge 5.12 incelendiğinde; az aşındırıcı malzemelere ilişkin 2,0-3,0 mm bant kalınlığının ve 3-5 tabaka sayısının önerildiği görülmektedir. Bu bilgiler neticesinde 4 tabakalı 4:2 alt üst kaplama kalınlığına sahip RP200 bant seçimi için birim ağırlık 13,5 kg/m²'dir [44]. Bir metre bant ağırlığını elde edebilmek için bu değerin bant genişliği ile çarpılması gerekmektedir. Böylece birim uzunluktaki bant ağırlığı Eşitlik 5.12'den;

$$m'_G = 13,5 \cdot 0,4 = 5,4 \quad \left(\frac{kg}{m}\right) \quad (5.12)$$

elde edilir.

Birim uzunluktaki malzemenin banttaki yayılı ağırlığı:

$$m'_L = \frac{Q_0}{V} \quad (5.13)$$

elde edilir.

Eşitlik 5.13'teki ifadeler şu şekilde, m'_L : birim uzunluktaki malzemenin banttaki yayılı ağırlığı, kg/m; Q_0 : toplam teorik kapasite, m³/h; V: iletim hızı, m/s olarak tanımlanmaktadır.

Konveyörün yayılı ağırlığı ise,

$$m'_L = \frac{Q_0}{V} = \frac{100 \cdot 2400}{3600 \cdot 2,62} = 25,44 \quad \frac{kg}{m} \text{ olur.}$$

Bant kayışı, taşıyıcı rulolar üzerinde değil kayar malzeme olan yenilikçi mühendislik plastiği olan Ulpolen PE1000 üzerinde hareket etmektedir. Sistem tasarımında rulolar sadece taşıyıcı aracın üzerine katlanan kısımlarında mesnetlik görevi yapması için yer almaktadır. Birim uzunluktaki taşıyıcı ve dönüş ruloları ağırlığı, m'_R , çok serbestlik dereceli teleskopik

konveyör için sadece taşıyıcı aracın katlanma kısımlarında ve bant kayışını gerdirmek amacıyla geri dönüş hattında makara yer almaktadır. Ek 2 'de gösterilen Çizelge 5.13' te makara üretici firmanın makara birim ağırlıkları verilmiştir.

$$m'_R = \frac{m'_{Ro}}{l_o} + \frac{m'_{Ru}}{l_u} \quad (5.14)$$

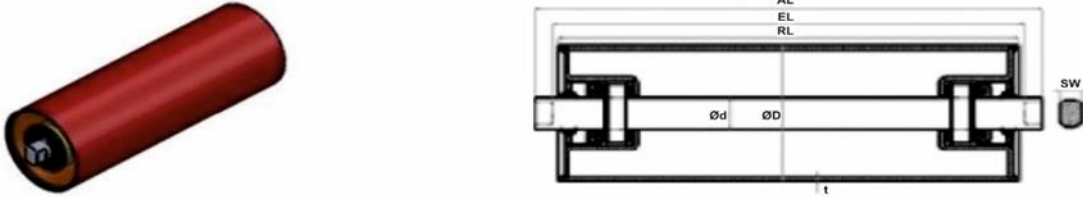
Eşitlik 5.14'deki ifadeler şu şekilde, m'_{Ro} : bir takım taşıma makara silindirinin kütlesi, kg; m'_{Ru} : bir takım dönüş makara silindirinin kütlesi, kg ; l_o : taşıma makara silindirleri arası mesafe, m; l_u : dönüş makara silindirleri arası mesafe, m tanımlanmaktadır.

Çizelge 5.13'te yer alan taşıyıcı ve dönüş makara grupları arasındaki azami aralıklar tablosundan 300-400 mm bant genişliği için ikili taşıyıcı makara ve dönüş makarası için 1.400 – 3.000 mm olarak değişmektedir [26]. Konveyör bandın, taşıyıcı görevini sadece rulolar üstlenmediğinden rulolar arası mesafeyi 3.000 mm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.13. Taşıyıcı ve Dönüş Makara Grupları Arasında Azami Aralıklar (mm) [26]

Bant Genişliği, mm	Malzemenin Özgül Ağırlığı, t/m ³						Dönüş Makarası
	0,5	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	
300-400	1.600	1.500	1.500	1.500	1.400	1.400	3.000
450-550	1.600	1.500	1.500	1.400	1.400	1.400	3.000
600-700	1.500	1.500	1.400	1.400	1.200	1.200	3.000
750-800	1.500	1.400	1.200	1.200	1.000	1.000	3.000
900	1.400	1.400	1.200	1.200	1.000	1.000	3.000
1000	1.400	1.400	1.200	1.000	1.000	900	2.700
1200	1.200	1.200	1.000	1.000	900	900	2.700
1400	1.200	1.200	1.000	1.000	900	900	2.700
1600-1800	1.200	1.000	1.000	900	900	900	2.500
2000	1.200	1.000	1.000	900	900	900	2.500

Çizelge 5.14. Konveyör Makaralarının Ağırlıkları ve Özellikleri [45]



DØ 89 Ce	AKRU1	AKRU2	AKRU3	AKRU4	AKRU5	AKRU6
d Ø Mil	20	22	25	26	30	32/30
Rulman	6204	6204	6205	6305	6206	6306
SW Anahtar Ağızı	14	14	18	18	22	22
t Boru Et Kalınlığı	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm

Norm: DIN 22212 - 2			BANT GENİŞLİĞİ			Ağırlık (Kg)					
RL	EL	AL				AKRU 1	AKRU 2	AKRU 3	AKRU 4	AKRU 5	AKRU 6
200	206	226	500	300	•	2,7	2,9	3,1	3,5	3,8	4,4
250	256	276	650	400	•	3,2	3,3	3,6	4,0	4,4	5,0
315	321	341	800	500	•	3,8	3,9	4,3	4,7	5,1	5,9
380	386	406/412	1000	650	300	4,3	4,6	5,0	5,4	6,0	6,7
465	471	491	1200	800	•	5,1	5,3	5,8	6,3	6,9	7,8
500	506	532	•	•	400	5,4	5,7	6,2	6,7	7,4	8,2
530	536	556	1400	•	•	5,6	5,9	6,5	7,0	7,8	8,6
600	606	632	•	1000	500	6,3	6,6	7,2	7,7	8,6	9,5
700	706	726	•	1200	•	7,1	7,5	8,2	8,8	9,7	10,7
750	756	782	•	•	650	7,6	8,0	8,8	9,3	10,4	11,4
800	806	832	•	1400	•	8,0	8,5	9,3	9,8	11,0	12,0
950	956	982	•	•	800	9,4	9,9	10,8	11,4	12,7	13,9
1150	1156	1182	•	•	1000	11,1	11,8	12,8	13,5	15,1	16,5
1400	1406	1432	•	•	1200	13,3	14,1	15,4	16,2	18,1	19,6
1600	1606	1632	•	•	1400	15,1	16,0	17,4	18,3	20,5	22,2

Çizelge 5.14'te ise bir takım makara setine ait ağırlıklar yer almaktadır. Bu tablodan ikili taşıyıcı rulo ağırlığı 3,6 kg ve dönüş rulosuna ait birim ağırlık ise 6,2 kg olduğu görülmektedir. Taşıyıcı rulo adedi taşıyıcı aracın katlanan kısımlarında yer aldığından 4 adet ve dönüş ruloları ise 3 adettir.

$$m'_R = \frac{m'_{Ro}}{l_o} + \frac{m'_{Ru}}{l_u} \quad (5.14)$$

Eşitlik 5.14'teki değerler, m'_{Ro} : 3,6 kg; m'_{Ru} : 6,2 kg; l_o : 3.500 mm; l_u : 3.000 mm olarak alınmış,

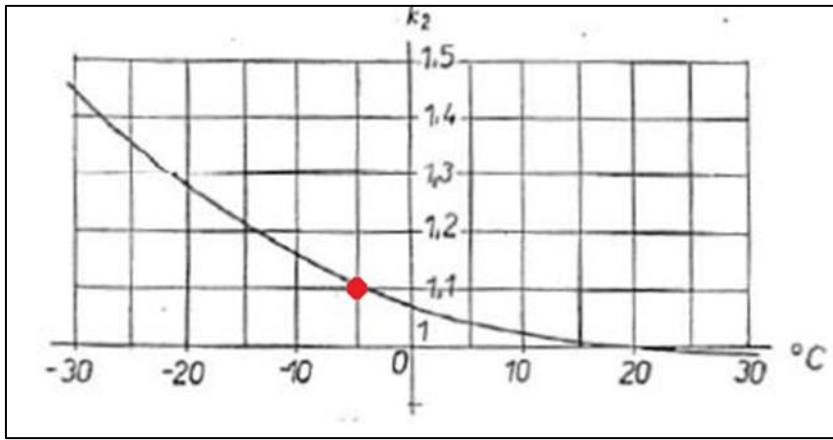
$$m'_R = \frac{m'_{Ro}}{l_o} + \frac{m'_{Ru}}{l_u} = \frac{3,6 \cdot 4}{3,5} + \frac{6,2 \cdot 3}{3} = 10,3 \frac{kg}{m}$$

olarak elde edilmiştir.

DIN 22101 standardına göre rulo ve bant kayışı arasında oluşan küresel sürtünme katsayısı $[f]$, [38],

$$f = f_1 \cdot k_2 \quad (5.15)$$

eşitliğiyle elde edilmektedir.



Şekil 5.4. Sıcaklık etkisi faktörü [43]

Burada f_1 , 20° C sıcaklıktaki sürtünme katsayısı ve k_2 , sürtünme üzerindeki sıcaklığın etkisidir. f_1 , tozsuz çalışma ortamı ve iyi bakım gibi sıradan konveyörler için 0,02 olarak kabul edilir [42]. Konveyörün çalışma ortam sıcaklığının -5 °C olduğu varsayılmış ve buna göre sıcaklık etki faktörü, Şekil 5.4'ten 1,1 olarak belirlenmiştir.

$$f = 0,02 \cdot 1,1 = 0,022$$

Çalışmada konveyör hem makaralı taşıyıcılar hemde Ulpolen PE1000 üzerinde kayarak hareket ettiği şeklinde iki farklı varsayım dikkate alındığında Ulpolen kayar kaplama malzemesine ait sürtünme katsayısı Çizelge 4.1'de de görüldüğü üzere 0,1-0,15 aralığında kalmaktadır. Tezin amacı bakımından f' değeri 0,15 olarak belirlenmiştir.

Eşitlik 5.10'da belirtilen tüm bilinmeyenler yukarıda da anlatıldığı üzere elde edildikten sonra konveyörün hareketi için gereken etkin çevresel kuvvetin değeri hesaplanırken rulo

grubu için ve yayılı yük ile banda etkiyen sürtünme katsayıları farklı olarak alınmalıdır. Bu durumda da Eşitlik 5.11 düzenlenerek aşağıdaki gibi elde edilmektedir.

$$F_U = C \cdot f \cdot L \cdot g(m'_R) + C \cdot f' \cdot L \cdot g(2m'_G + m'_L) \quad (5.11)$$

Eşitlik 5.14'teki değerler şu şekilde, C : 4,25; f : 0,022; f' : 0,15; L : 11,5 metre; g : 9,80665 m/s²; m'_R : 0; m'_G : 5,4 $\frac{kg}{m}$; m'_L : = 25,44 $\frac{kg}{m}$ alınmış ve eşitlikte yerine konularak çevresel hareket direnci 2714,08 N olarak elde edilmiştir.

$$F_U = 4,25 \cdot 0,022 \cdot 11,5 \cdot 9,80665(10,3) + 4,25 \cdot 0,15 \cdot 11,5 \cdot 9,80665((2 \cdot 5,4) + 25,44)$$

$$F_U = 2714,08 \text{ N}$$

Ortaya çıkan bu çevresel hareket direnci, temel olarak tahrik tamburunun çevresel kuvvetidir. Yüklü bir konveyörün ayrılması ve başlatılması esnasında, hareket ettirilecek kütlelerden doğan atalet dirençlerinin üstesinden gelinmesi gerekmektedir. Hızlanma sırasında kayış gerilmeleri en küçük değerde tutulmalıdır [36].

- En büyük etkin çevresel kuvvet F_A , yaklaşık (1,3 ila 1,5). F_U , sabit durumda çalışan çevresel kuvvetten büyük olmamalıdır [36].
- Taşıma boyundaki kütleleri hızlandırmak için hareket dirençlerinin en az %20' sine eşdeğer bir kuvvet bulunmalıdır [36].

$$F_A = k_A \cdot F_U \quad (5.16)$$

$$F_A = 4071,12 \text{ N}$$

Eşitlik 5.16'daki k_A başlangıç faktörü 1,5 olarak alınmıştır.

Konveyörü hareket ettirmek için gereken tahrik motor gücü artık hesaplanabilmektedir.

$$P_T = \frac{F_U \cdot V}{1000} \quad (5.17)$$

$$P_T = \frac{2714,08 \cdot 2,62}{1000} = 7,11 \text{ kW}$$

$$P_M = \frac{P_T}{\eta} \quad ; \quad F_A > 0 \quad (5.18)$$

$$P_M = \frac{7,11}{0,86} = 8,26 \text{ kW}$$

Eşitlik 5.18’de, P_T , kW cinsinden tambur gücüdür; P_M , kW cinsinden motor gücüdür; V , iletim hızı, m/s; η , motor verimlilik değeridir ve motor verimliliği tasarımı hidrolik motor kullanılacağından Çizelge 5.15’ten yararlanılarak 0,86 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.15. Motor sürüş türlerine ait verimlilik değerleri [36]

Sürücü Tipi	η
Sonsuz Dişli Sürücü	0,7-0,8
Zincir Dişli Tahrik	0,9-0,95
V Halat Sürücü	0,95
Kasnak Motoru	0,96
Normal Birleştirilmiş Sürücü	0,94
Dişli ve Hidrolik Kaplin	0,90
Hidrolik Motor	0,86
Frenli Sistemler	0,95-1,0

DIN 42973 kapsamında belirlenen standart motor güçleri listesi (Çizelge 5.16) dikkate alınmış ve tez çalışması kapsamında nominal motor gücü 11 kW olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.16. Nominal motor güç değerleri [36]

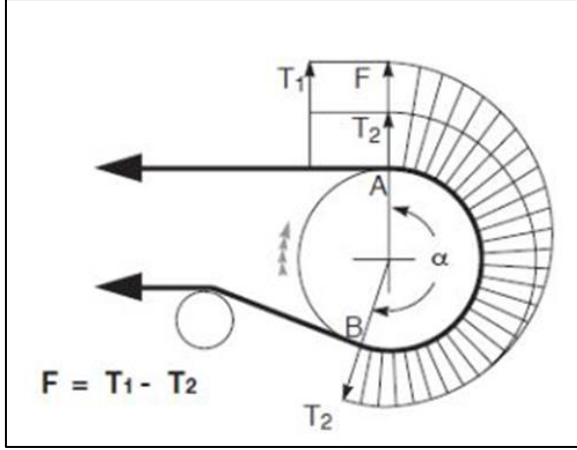
1,1	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	11	15	18,5
22	30	37	45	55	75	90	110	132
160	200	250	315	400	500	630		

5.4. Konveyör Bant Gerdirme Kuvvetlerinin Belirlenmesi

Motor tarafından tahrik edilen tamburun hareketi banda, bant ve tambur arasındaki sürtünme ile iletilmektedir [20]. Konveyörün kuyruk kısmından başlayarak dirençler artar ve tahrik tamburuna kadar bant gergisi artarak ortaya çıkar. Tahrik tamburunda, bu dirençleri karşılayacak bir kuvvet oluşur ve daha sonra tahrikten düşük bir gergi ile bant ayrılır. Konveyörü hareket ettirmek için gereken gücü ve bant hızını belirledikten sonra, banttaki gerilimi hesaplamak mümkün olmaktadır. Bir tamburun üzerine sarılan bandın kaymadan

hareket edebilmesi için banda etkiyen kuvvetler arasında Eşitlik 5.19’da verilen ilişkinin olması gerekmektedir [Eytelwein yasası].

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\mu\alpha} \quad (5.19)$$



Şekil 5.5. Tahrik tamburunda meydana gelen kuvvetlerin gösterilmesi [37]

Burada; F_A banda etkiyen kuvvetlerden büyük olanı, küçük olanı, α bandın tambura sarılma açısı ve μ ise bantla tambur arasındaki sürtünme katsayısıdır. Tamburun banda uygulayacağı teğetsel çekme kuvveti;

$$F_A = T_1 - T_2 \quad (5.20)$$

Yatay pozisyonda çalışan eğimsiz bir konveyörde bant boyunca etkiyen kuvvetler Şekil 5.5’te görülmektedir. Burada, T_1 ve T_2 kuvvetlerini sağlamak için banda bir ön gerilme verilmesi gereklidir. Bu ön gerilme, tahrik tamburunda gerekli olan en küçük T_2 kuvvetini temin edecek kadar olmalıdır. Şekil 5.5’de tahrik tamburu üzerinde oluşan bant kuvvet dağılımı gösterilmiştir. Bu kuvvet bant nakliyatında hareketi sağlayan kuvvettir. Teğetsel çekme kuvvetini artırabilmek için bantla tambur arasındaki sürtünmeyi, sarılma açısını yahut gerdirme kuvvetini dolayısıyla F_A 'yı artırabilmek gerekmektedir.

Hesaplanan çevresel kuvvetlerden F_U ve F_A en büyük bant gerilimleri T_1 ve T_2 kararlı durum çalışma koşulları için tespit edilmektedir.

Çizelge 5.17. Kararlı durum çalışma koşulunda bant gerilmelerinin gösterilmesi

$T_1 = F_U \cdot c_1$	Kararlı Durum Çalışma Koşulu
$T_2 = F_U \cdot c_2$	

Gergin taraf sürücü faktörü c_1 ;

$$c_1 = 1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \quad (5.21)$$

Gevşek taraf sürücü faktörü c_2 ;

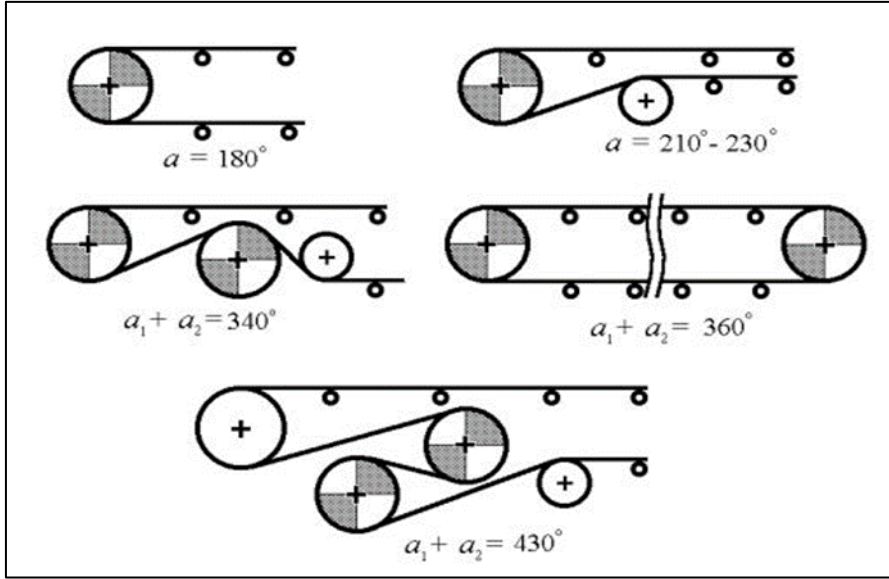
$$c_2 = \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \quad (5.22)$$

Tamburla bant arasındaki sürtünmeyi artırabilmek için tamburun üst kısmı sürtünmesi yüksek malzeme ile kaplanır. Çeşitli malzeme ile kaplanan tamburlara ait sürtünme katsayıları (μ), aşağıda Çizelge 5.18’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.18. Çeşitli malzeme durumları için bantla tambur arasındaki sürtünme katsayısı [36]

	Kuru	Islak [Temiz]	Islak [Çamurlu]
Çıplak Tambur	0,35-0,40	0,1	0,05-0,1
Poliüretan Kaplama	0,35-0,40	0,35	0,2
Lastik Kaplama	0,40-0,45	0,35	0,25-0,3
Seramik Kaplama	0,40-0,45	0,35-0,40	0,35

Çizelge 5.18’den görüldüğü üzere çimento için bu değeri seramik kaplı bir tambur için 0,35 alınmıştır. Bandın tambura sarılma açısı α , tek tamburlu sistemde 180° - 250° arasında değişir [20]. Bu değerlerin yetersiz kalması halinde çift tamburlu sisteme geçilir ve böylece sarılma açısı 430° 'ye kadar artırılabilir (Şekil 5.6). Yapılan çalışma kapsamında bandın tambura sarılma açısının 210° olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 5.6. Farklı tambur sistemleri için sarılma açıları [20]

Bant gergi kuvvetleri T_1 ve T_2 , Çizelge 5.18 'den; bant ve tambur arasındaki sürtünme katsayısı μ , 0,35 ve bandın tambura sarılma açısı α , 210° olacak şekilde değerler Eşitlik 5.21 ve 5.22'de yerine konarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$c_1 = 1 + \frac{1}{e^{[0,35[\frac{210 \cdot \pi}{180}]]}} = 1,38 \quad \text{ve} \quad c_2 = \frac{1}{e^{[0,35[\frac{210 \cdot \pi}{180}]]}} = 0,38$$

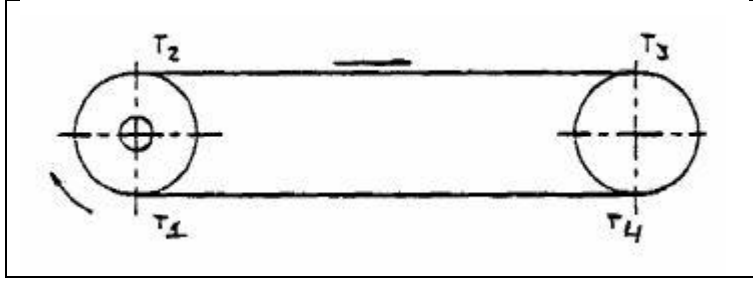
$$T_1 = F_A \cdot c_1$$

$$T_1 = 4071,12 \cdot 1,38 = 5618,14 \text{ N}$$

$$T_2 = F_A \cdot c_2$$

$$T_2 = 4071,12 \cdot 0,38 = 1547,02 \text{ N}$$

Yukarı doğru iletimde, iletilen yığının ve konveyör ağırlığının hareket yönünde dik bileşeni sürtünmeyi artırmaktadır. Bir konveyör aşağı doğru eğimli bir pozisyonda çalışıyorsa, yüklerin bu doğrultudaki bileşenleri de faydalı etkide bulunur ve kollardaki germe kuvvetlerinin daha az olmasını sağlar [20]. Bu sebeple konveyörün düz çalıştığı yatay pozisyonu için eğimsiz kuyruktan tahrik durumunda tambur dönüş yönleri ile oluşan bant gergi kuvvetleri Şekil 5.7'de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Eğimsiz kuyruktan tahrik yönteminde bant gergi kuvvetleri [20]

Eğimsiz kuyruktan tahrik modelinde ortaya çıkan T_3 ve T_4 gergi kuvvetleri;

$$T_3 = F_U + T_2 \quad (5.23)$$

$$T_4 = T_3 \quad (5.24)$$

$$T_3 = 2714,08 + 1547,02 = 4261,1 \text{ N}$$

$$T_4 = T_3 = 4261,1 \text{ N}$$

olarak elde edilmiştir.

5.5. Konveyör Bant Gergi Hesabı ve Dayanımının Kontrolü

Özellikle enerji verimliliği ile ilgili olarak, bantlı konveyör kurulumunun teknik optimizasyonu amacıyla, taşıyıcı makara merkezleri arasındaki mesafeyle ilgili hesaplanan en büyük bağıl bant sarkması, sabit çalışma koşulunda 0,01'den düşük değerlerle sınırlandırılacaktır. Taşıma hızı ne kadar yüksekse ve taşınan malzeme ne kadar topaklanırsa, sarkma o kadar küçük olmalıdır. Daha büyük taşıma hızları, ya önemli ölçüde daha düşük sarkma değerleri ya da daha büyük birincil direnç kuvvetlerinin kabul edilmesini gerektirmektedir [43]. Belirli bir en büyük kayış sarkması ve taşıma makara merkezleri arasındaki belirli bir mesafe için aşağıdaki en küçük kayış gerilimleri gerekmektedir. En küçük gergi kuvveti burada T_2 olarak görünmektedir. Fakat asıl en küçük gergiyi belirleyen faktör bant sehim oranının belirlenmesidir. Buna göre, gereken en küçük kayış gerilimleri Eşitlik 5.25'teki gibidir:

$$T_{min,üst} = \frac{(m'_L + m'_G) \cdot I_0 \cdot g}{8 \cdot h_{rel}} \quad (5.25)$$

$$T_{min,alt} = \frac{(m'_G) \cdot l_u \cdot g}{8 \cdot h_{rel}} \quad (5.26)$$

Burada, h_{rel} : sarkma oranı; m'_L : birim uzunluktaki malzemenin banttaki yayılı ağırlığı, kg/m; m'_G : birim uzunluktaki bant ağırlığı, kg/m; l_0 : taşıma makaraları arasındakı mesafe, m; g yer çekimi ivmesi, m/s² olarak ifade edilmektedir.

$$T_{min,üst} = \frac{(25,44 + 5,4) \cdot 3,5 \cdot 9,80665}{8 \cdot 0,01} = 13231,62 \text{ N}$$

$$T_{min,alt} = \frac{5,4 \cdot 3,0 \cdot 9,80665}{8 \cdot 0,01} = 1985,85 \text{ N}$$

Eşitlik 5.26'da yer alan birimler sırasıyla, m'_G : $5,4 \frac{kg}{m}$; m'_L : $25,44 \frac{kg}{m}$; l_0 : 3.500 mm; l_u : 3.000 mm; g : 9,80665 m/s²; h_{rel} : %1 olarak belirlenmiştir.

Değerler incelendiğinde, en küçük gergi kuvvetleri üst ve alt kısımlarda T_{min} , T_1 ve T_2 gergi kuvvetinin altında çıkmaktadır. Bu durumda kararlı çalışma durumu için oluşan gergi kuvvetleri taşıyıcı bantta istenen en büyük sehimden daha düşük sehim sağlamaya elverişlidir. Elde edilen en yüksek bant gergisi konveyörün yüklü olarak kalkışı sırasında, taşıyıcı tarafının tahrik tamburu noktasında oluşmaktadır. Bu noktada beklenen en yüksek gergi kuvveti ise T_1 : 5618,14 N'dur.

Elde edilen tüm sonuçlardan güvenlik faktörüne ulaşmakta mümkündür. Pamuk dokuma bantlar için emniyet katsayıları Çizelge 5.19'da verilmektedir. Bu faktör en büyük T_1 gerilimi için hesaplanacak ve böylece en kritik durumda sonucun değerinden emin olunmasını sağlayacaktır. Tez kapsamında tasarlanacak olan teleskopik konveyör bant kayışı kopma dayanımı 200 N/mm olarak katalogdan alınmıştır [44]. Bu durumda en küçük 8 olması gereken güvenlik faktörü için bant kayışı doğrulaması Eşitlik 5.27'de gösterilmektedir.

Çizelge 5.19. Tekstil ve çelik kord kayışları için güvenlik faktörü [36]

Çalışma Durumu	Güvenlik Faktörü
Olumlu: az yükleme değişikliği, büyük kasnaklar, az eğilme gerilimi değişikliği	6,7
Normal	8,0
Olumsuz: çok sayıda yükleme değişikliği, küçük kasnaklar, sık eğilme gerilimi değişiklikleri	9,5

$$S = \frac{k_N \cdot c_V \cdot B}{T_{max}} \quad (5.27)$$

$$S = \frac{200 \cdot 0,75 \cdot 400}{5618,14} = 10,68$$

Eşitlik 5.27’de, k_N : bant kayışı kopma dayanımı, N/mm; c_V : güç kaybı faktörü; B : konveyör bant genişliği, mm; T_{max} : en büyük bant gergi kuvveti, N olarak ifade edilmektedir.

Çizelge 5.20. Güç kaybı faktörü [36]

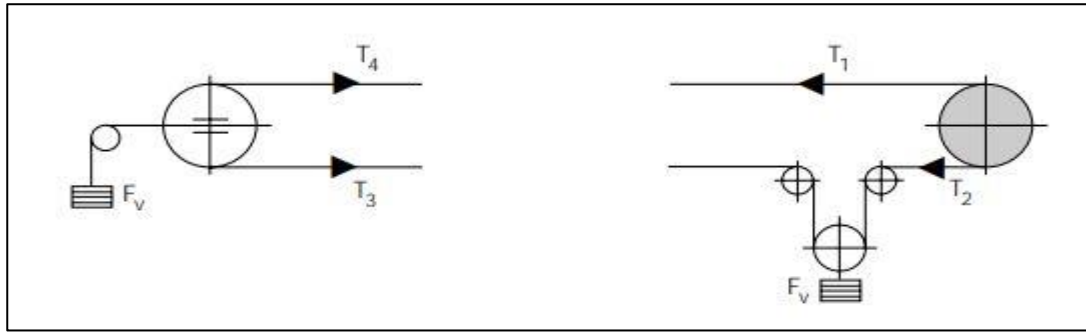
DUNLOP Kayış Tipi	Ekleme Tipi Kat Derecesi		c_V Güç Kaybı Ortak Faktörü
Dunloflex	2 kat örtü %100		1,00
	1 kat örtü %50		0,50
Trioflex	3 kat örtü %100		1,00
	2 kat örtü %67		0,67
Superfort	Kat sayısı	1	0,70
		2	0,50
		3	0,67
		4	0,75
		5	0,80
		6	0,83
Ferroflex	Zig-Zag Ekleme		0,90
Dunloplast	Parmak Ekleme		0,90
Çelik Kortlu Kayışlar	Kat sayısı	1 veya 2	1,00
		3	0,95
		4	0,90

Bu durumda sistemdeki güvenlik faktörü Çizelge 5.19’da yer alan değerlerden büyük çıktığından mukavemet kriteri yerine getirilmiştir ve seçilen kayışın tüm gereksinimleri karşıladığı görülmektedir.

5.6. Konveyör Gergi Tertibatı ve Kuvvetinin Hesabı

Tez kapsamında tasarlanan teleskopik bantlı konveyörlerde vidalı tip gergi mekanizması uygulanmaktadır. Vidalı tip gergiye sahip teleskopik konveyör uygulamalarında pratikte bir sınır mevcuttur. Bu tip uygulamaların boyu 12-15 metreyi geçememektedir [32].

Kayış stresindeki değişikliklerle, germe ağırlığı çeşitli kayış uzamalarına/uzunluk değişikliklerine göre ayarlanmaktadır. Toplama durumundaki kayış gerilimleri, her zaman sabit durum çalışma koşulu için gerekli olandan daha yüksektir. Toplama ağırlığı, sürücüye, kuyruğa veya herhangi bir yere takılabilir (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. Bant gergi tertibatları ağırlık gösterimi [36]

$$F_V = T_3 + T_4 \quad (5.28)$$

$$F_V = 4261,1 + 4261,1 = 8522,2 \text{ N}$$

Uygulamalarda eğer vida ile yapılan gerdirme bir dinamometre yardımı ile takip ediliyorsa bandın uzun ömürlü olması için, gerdirme kuvvetinin T_1 ve T_{max} ile hesaplanan F_V 'ler arasında kalmasına özellikle dikkat etmek gerekmektedir.

5.7. Konveyör Tambur Seçimlerinin Belirlenmesi

Konveyör tambur çapları seçimi konusunda tek kriter en küçük tahrik tambur çapının belirlenmesidir. İmalatçılar, bantlarının esnekliklerine göre en küçük tambur çaplarını bir tablo ile belirtmektedirler. Eşitlik 5.29 kullanılarak elde edilen en küçük tambur çapı için Dunlop firmasına ait katalog verileri alınarak kayış tipine bağlı değişen c_{Tr} faktörü Çizelge 5.21'de gösterilmektedir.

$$D_{min} : c_{Tr} \cdot z \quad (5.29)$$

Eşitlik 5.29’da, z: tabaka sayısı, mm; c_{Tr} : kayış tipine bağlı değişen bir katsayıdır.

$$D_{min} = 108 \cdot 4 = 432 \text{ mm}$$

Çizelge 5.21’den görüleceği üzere EP çoklu örtü tipi için c_{Tr} katsayısı 108 ve kat sayısı da 4 olarak önceki bölümlerde ifade edilmiştir. Çizelge 5.22’ de ise standart tambur çaplarına ait listesinden bakıldığında en küçük tambur çapı 500 mm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.21. En küçük tambur çapının tayini için değişen c_{Tr} faktörü [36]

c_{Tr}	Karkas Malzemesi Çözüğü veya Bant Tipi	
90	Polyamid [P]	
80	Dunloflex	2 kat örtü
95	Trioflex	3 kat örtü
108	Superfort	Çoklu Örtü [EP]
138	Feroflex	Çelik örgü tipi
145	Silvercord	Çelik kort tipi
100	Dunoplast	Tek katlı yapı

Çizelge 5.22. Standart Tambur Çapları [36]

D_{min}	100	125	160	200	250	315	400	500
	630	800	1000	1250	1400	1600	1800	2000

Bundan sonra tahrik tamburunun çap değerinden kıyasla diğer kuyruk ve saptırma tamburuna ilişkin standartta olması gereken ölçüler Çizelge 5.23’ten elde etmek mümkün olacaktır.

Çizelge 5.23. Standart tambur çapları için kasnak çapları [36]

Tambur Çapı D_{Tr} (mm)	Kasnak Gruplarının Çapı (mm)		
	A (Tahrik Tamburu, mm)	B (Kuyruk Tamburu, mm)	C (Saptırma Tamburu, mm)
100	100	-	-
125	125	100	-
160	160	125	100
200	200	160	125
250	250	200	160
315	315	250	200
400	400	315	250
500	500	400	315

Çizelge 5.23. (devam) Standart tambur çapları için kasnak çapları [36]

630	630	500	400
800	800	630	500
1000	1000	800	630
1250	1250	1000	800
1400	1400	1250	1000
1600	1600	1400	1250
1800	1800	1600	1400
2000	2000	1800	1600

Çizelge 5.22 ve Çizelge 5.23'ten elde edilen bilgiler neticesinde tahrik tamburu (A) 500 mm ve kuyruk tamburu (B) ve saptırma tamburu (C) sırasıyla 400 mm ve 315 mm olarak tayin edilmiştir.

Tahrik tamburu devir sayısı ise aşağıda Eşitlik 5.30'daki gibi hesaplanarak elde edilir.

$$n_T = \frac{V \cdot 60}{\pi \cdot D_{Tr}} \quad (5.30)$$

$$n_T = \frac{2,62 \cdot 60}{\pi \cdot 0,50} = 100 \text{ (d/dk)}$$

Eşitlik 5.30'da n_T : devir sayısı, d/dk; V : sürücü hızı, m/s; D_{Tr} : seçilen tambur çapı, m olarak belirtilmektedir.

5.8. Konveyör Tahrik Tamburunda Oluşan Tork Hesabı

Çevresel etkin kuvvet, tamburun dış yüzeyine, teğetsel yönde etki etmektedir. Böylelikle tahrik tamburu milinde tambur yarıçapı ile orantılı olacak şekilde bir tork oluşturmaktadır. Eşitlik 5.31 'de tambur milinde oluşan tork hesabı gösterilmektedir.

$$M_A = \frac{F_A \cdot D_{min}}{2} \quad (5.31)$$

$$M_A = \frac{4071,12 \cdot 0,50}{2} = 1017,98 \text{ Nm}$$

elde edilir.

5.9. Konveyör Kalkış Süresinin Belirlenmesi

Konveyörün yüklü durumda iken hareketi esnasında motorun çektiği yüksek akım ile, sürüş için motorun kaldıracağından daha da yüksek bir tork elde edilir. Bu artan tork, konveyörün durağan halden istenen çalışma hızına dek ivmelenmesini sağlamaktadır. Bu durumda F_{max} kuvveti bu kütleye etkiyecek ve onu ivmelendirecektir.

$$a_A = \frac{F_A - F_U}{L \cdot (m'_{Red} + 2 \cdot m_G + m_L) + \sum m'_{ARed} + \sum m'_{red}} \quad (5.32)$$

Eşitlik 5.32'de, $m'_{Red} = 0,9 \cdot m'_R$; azaltılmış makara kütlesi, $\frac{kg}{m}$; m'_{ARed} ; azaltılmış tahrik elemanları kütlesi, $\frac{kg}{m}$; m'_{red} ; tahrik edilmeyen elemanların azaltılmış kütlesi (bükülme kasnakları vb.), $\frac{kg}{m}$ olarak ifade edilmektedir.

$$a_A = \frac{4071,12 - 2714,08}{11,5 \cdot [0,9 \cdot 10,3 + 2 \cdot 5,4 + 25,44]} = 2,59 \text{ m/s}^2$$

elde edilir.

Bu ivme ile yüklü konveyörün durağan halden çalışma hızına ulaşması için geçen süre Eşitlik 5.33'te gösterilmektedir.

$$t_A = \frac{V}{a_A} \quad (5.33)$$

$$t_A = \frac{2,62}{2,6} = 1,01 \text{ s}$$

İvmelenme mesafesi ise Eşitlik 5.34'te gösterilmektedir.

$$s_A = \frac{V \cdot t_A}{2} \quad (5.34)$$

$$s_A = \frac{2,62 \cdot 1}{2} = 1,32 \text{ m}$$

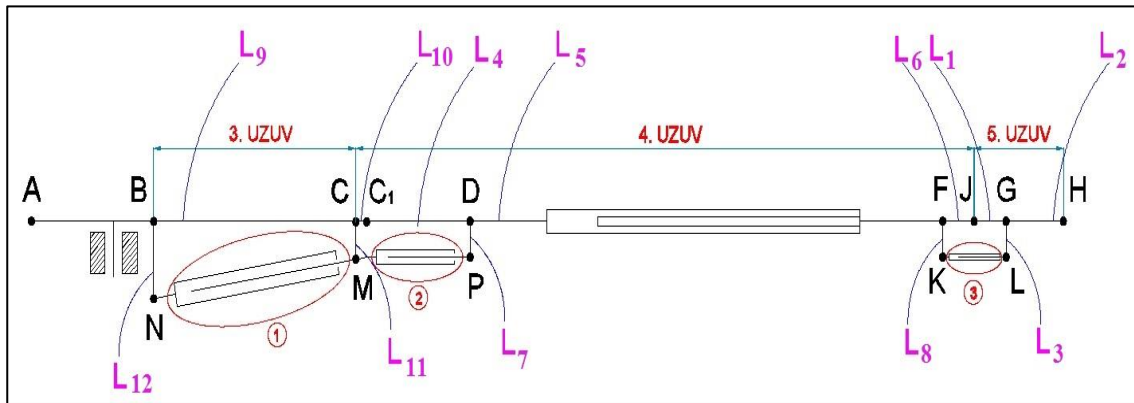
olarak elde edilir.

6. TELESKOPIK KONVEYÖRÜN TASARIMINDA ŞARTLAR VE ÖN PARAMETRELERİN TAYİNİ

Bu bölümde tasarımı esas alınan teleskopik konveyörün analitik hesaplamaları sonucunda tasarım parametreleri belirlenmiş ve yapılan çalışmalar Microsoft Excel programında oluşturulan VBA program dilinin yardımıyla bir arayüzde toplanmıştır. Böylece bazı parametrelerin sabit kabul edilmesi sağlanmış, kullanıcı tercihlili bazı değişkenler ile hesaplama yapılabilmüş ve nihai çalışma için raporlama imkânı getirilmiştir. Tasarım hesapları tamamlandıktan sonra hem imalatçı hemde tasarımcı için alternatif tasarımların değerlendirilebileceği teleskopik konveyörün 3D modellemesi kullanıcı etkileşimi olmaksızın gerçekleştirilmiştir.

6.1. Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi

Şekil 6.1’de serbest cisim diyagramı gösterilen teleskopik konveyör için aşağıda tasarım parametreleri anlatılarak sabit ve değişken değerler açıklanmıştır. Burada teleskopik konveyörün araca montajı esnasında ihtiyaç duyulan katlanma noktalarında uzuvlar belirlenerek kısımlara ayrılmıştır. Böylece değişken durumlar için sabit kabul edilen kısımlar aynı kalacak şekilde sistemsal yaklaşımın kolaylığı dikkate alınmıştır.



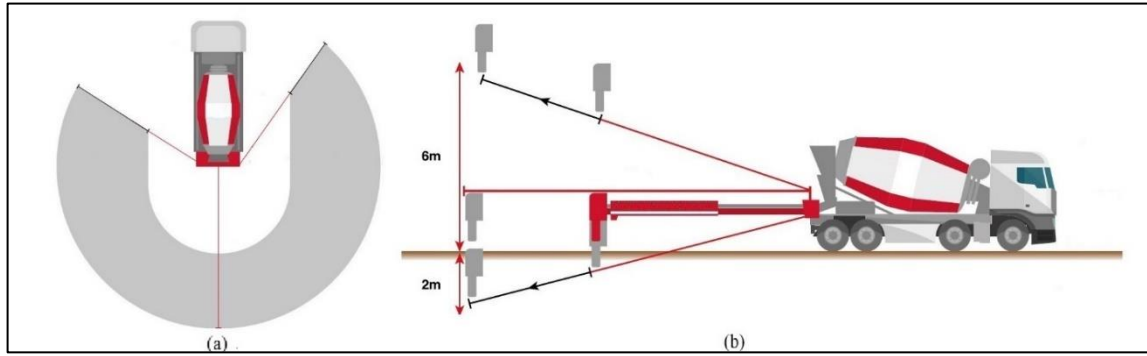
Şekil 6.1. Teleskopik konveyör denge durumu için serbest cisim diyagramı

Konveyör tasarım parametreleri ve değerleri;

- En yaygın kullanımı transmikserler olan teleskopik konveyörün adapte edileceği araçlarda taşınan çimento harcının, akışkan özelliklerini yitirmeden hızlıca şuttan

dökülebilmesi gerekmektedir. Ayrıca araçlardaki en fazla taşınabilecek malzeme kapasitesinin sınırlı olmasından dolayı (transmikserlerde 7-14 m³) döküş şutu genişlikleri sınırlı tutulmaktadır. Bu sebeple konveyör genişliği sabit kabul edilmiş ve en fazla 125 ton/h kapasitesi için 400 mm bant genişliği esas alınmıştır.

- Konveyörün kendi etrafında tarayabileceği açı değeri ise 240° olarak kabul edilmiştir (Şekil 6.2 (a)). En fazla çıkabileceği yükseklik 6 metre ve inebileceği derinlik ise 2 metre olacak şekilde tasarım koşulları belirlenmiştir (Şekil 6.2 (b)).



Şekil 6.2. Teleskopik konveyör pozitif ve negatif deplasman gösterimi

- Tam açık halde konveyör uzunluğu Bölüm 2.1 ve Bölüm 5.1'de anlatıldığı üzere 11,5 metre olarak alınmıştır. Ancak tez çalışmasında 11,5 metre uzunluk için hesaplamalar ve model oluşturulacaktır. Kullanıcı değişkenlikleri açısından ise farklı uzunluklar vb. için kullanıcıya hem değişkenleri hemde oluşturulan konveyörü için elde edilen çıktıları rapor halinde sunulacağı Excel ortamı hazırlanmıştır.
- Şekil 6.1'de 11,5 metre konveyör için uzuv uzunlukları listedeki verildiği gibi;

J-G (L ₁) uzunluğu	300 mm
G-H (L ₂) uzunluğu	1700 mm
G-L (L ₃) uzunluğu	300 mm
C ₁ -D (L ₄) uzunluğu	1000 mm
D-F (L ₅) uzunluğu	4700 mm
F-J (L ₆) uzunluğu	600 mm
D-P (L ₇) uzunluğu	400 mm
F-K (L ₈) uzunluğu	400 mm
B-C (L ₉) uzunluğu	3000 mm

C-C ₁ (L ₁₀) uzunluğu	200 mm
C-M (L ₁₁) uzunluğu	550 mm
B-N (L ₁₂) uzunluğu	1000 mm

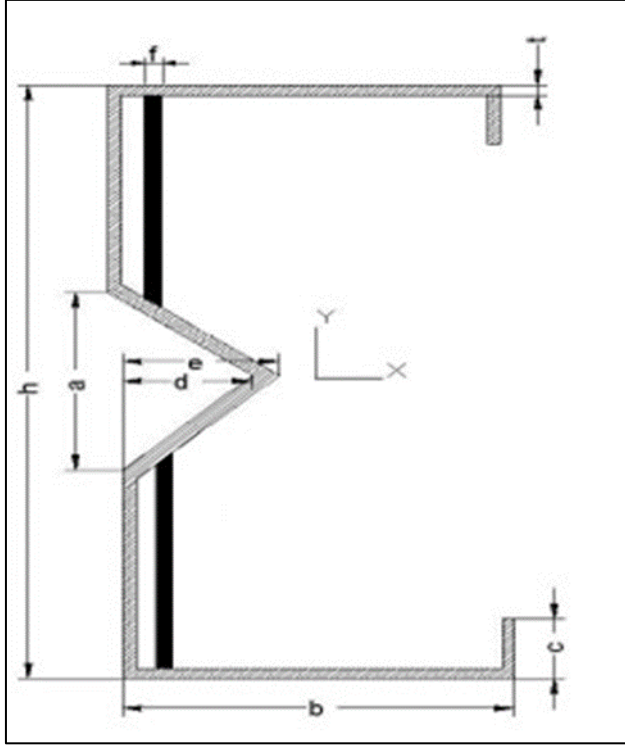
Endüstriyel bir teleskopik konveyör ürün yapısına uygun olarak tayin edilmiştir.

6.2. Konveyör Uzuvarlarının Mukavemet Hesapları

Bu çalışma kapsamındaki teleskopik konveyörler; iç içe geçen konveyör şaşılarının zincir dişli mekanizmasının tahriki sonucunda uzayabilmekte yahut kısalabilmektedir. Ayrıca teleskopik konveyör; son uzuvdan uzatmaya başlayarak çalışan bir sistem olup tek bir teleskop kısımdan oluştuğu düşünülerek mukavemet hesaplamaları bu kapsamda yapılmıştır.

Mukavemet hesaplamaları 5. uzuvdan başlanarak yapılmıştır. İlk olarak konveyörün konumu ve yük değerleri belirlenmiş kritik kesitteki gerilmeler bulunmuştur. Devamında malzeme türüne bakılarak dayanımın emniyeti hesaplanmıştır. Tüm hesaplar en büyük etkin kuvvete maruz kalma durumu için yani konveyör yatay konumda iken yapılmıştır. Buradaki en önemli faktör emniyet katsayısıdır ve bu katsayının doğru belirlenmesi gerekmektedir. Katsayının büyük dikkate alındığında malzeme ve işçilik kayıplarına neden olabileceği gibi küçük dikkate alınması halinde donanım beklenen ömür çevrimini tamamlayamamaktadır. Bu hususlar dikkate alınarak normal çevre şartlarında çalışan ve tespit edilebilen kuvvetler ile gerilmelere maruz kalan orta kaliteli malzemeler için emniyet katsayısı en az S: 2 – 2,5 47aralığında alınmasına karar verilmiştir.

Taşıyıcı konstrüksiyonuna ait kesit görüntüsünde her uzuv için emniyet katsayısı 2 kabul edilerek en düşük yükseklik (h) elde edilmektedir (Şekil 6.3). Şekil 6.3'te de gösterilen haliyle büküm sacdan imal edilecek olan şaşı formu için ticari ortamda yaygın tercih edilen S235JR çelik malzeme kullanılacaktır. S235JR kalite çelik için TS EN 10025-2:2019 standardın istediği akma mukavemeti 235 N/mm², çekme mukavemeti ise 360-510 N/mm² 'dir.



Şekil 6.3. Taşıyıcı konstrüksiyonuna ait kesit görüntü

6.3. Eurucode ve AISC 360-10 Standartlarına Göre Emniyet Kontrolü

ASD yöntemiyle malzemenin akma sınırı, belli bir katsayı ile azaltılarak malzemenin yük altında oluşan en büyük gerilmesi ile kıyaslanabilmektedir, sonucunda ise yükleme kombinasyonlarında herhangi bir arttırıcı katsayı kullanılmaz.

$$\sigma_{top} \leq \frac{\sigma_{AK}}{S} \quad (6.1)$$

Burada; σ_{top} : Dış kuvvetler etkisi ile sistemde oluşan toplam gerilme, σ_{AK} : Malzemenin akma dayanımı, S: Emniyet katsayısıdır.

Yükler, yük katsayıları ile çoğaltılmamakta, elde edilen toplam gerilme belirli bir emniyet katsayısına bölünmektedir.

$$M(\sigma_G + \Psi\sigma_L + \sigma_H) \leq \sigma_{AK}/S \quad (6.2)$$

Burada M : İşletme koşullarına bağlı gerilme yükseltme katsayısı. Genel amaçlı hesaplamalarda 1 alınmaktadır. σ_G : Ağırlık yüklerinden oluşan gerilmelerin toplamı, σ_L : Kaldırılan yükten oluşan gerilmelerin toplamı, σ_H : Yatay yüklerden oluşan gerilmelerin toplamı, ψ : Dinamik faktör. Burada sistem üzerinde kaldırılan yükün kütlesinden dolayı etkili olan dinamik yükler statik yaklaşımla bir katsayıya indirgenmektedir. Ortalama hız değerleri için dinamik faktör 1,15 alınmaktadır ve daha yüksek hızlarda malzeme nakli için ilgili standarttan yararlanılmalıdır.

Statik eğilme gerilmesi ise aşağıda yer alan eşitlikler sonucunda hesaplanmaktadır [47].

Eğilme gerilmesi;

$$\sigma_e = \sigma_G + \sigma_L \quad (6.3)$$

$$\sigma_G = \frac{M_G \cdot c_1}{I_y} \quad (6.4)$$

$$M_G = G_1 \cdot L_1 + G_2 \cdot L_2 \dots \quad (6.5)$$

$$\sigma_L = \frac{M_L \cdot c_1}{I_y} \quad (6.6)$$

$$M_L = F \cdot L \quad (6.7)$$

Burada; σ_G : Uzunların ağırlığından oluşan gerilmeler (N/mm²), σ_L : Taşınan yükten dolayı oluşan gerilmeler (N/mm²), G her bir uzvun ağırlıkları, L mesafeleri, her uzvun ağırlık merkezinden, kritik kesite kadar olan yatay mesafesi, F ise yükün ağırlığıdır. I_y elde edilmesi istenilen kritik kesitin y eksenindeki eylemsizlik momentidir. c_1 ; kritik konstrüksiyon kesidine ait yüksekliğin y eksenine olan mesafesidir. Burada kritik kesite gelen en büyük moment değeri hem yük hem de uzuv ağırlığından meydana geldiğinden ayrı ayrı hesaplanmayacaktır.

$$\sigma_e = \frac{M_{maks} \cdot c_1}{I_y} \quad (6.8)$$

Statik kesme gerilmesi ise;

$$\tau_K = \frac{F_K}{A} \quad (6.9)$$

Şeklinde elde edilir.

Bu durumda toplam gerilmeler için eğilme ve kesme gerilmeleri hesaplanarak en büyük şekil değiştirme enerjisi hipotezine göre nominal toplam gerilmeler elde edilir. Bu durumda ise;

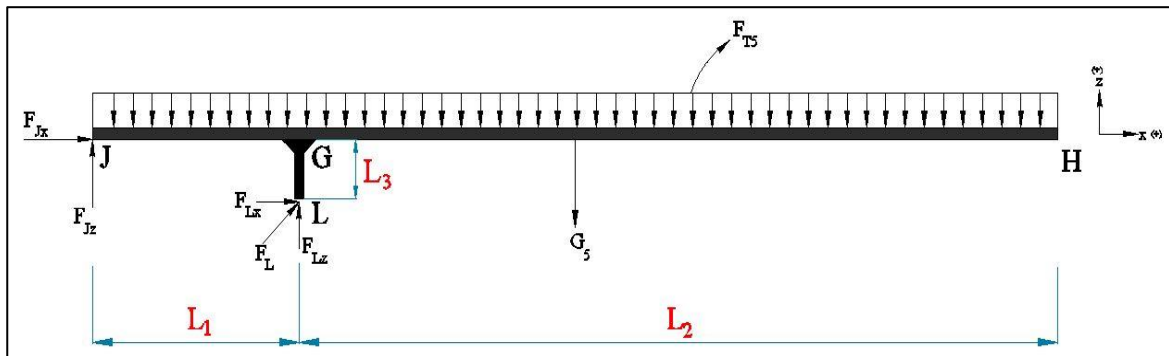
$$\sigma_{top.} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad (6.10)$$

olarak dikkate alınır.

Konstrüksiyona ait akma dayanımının ve emniyet katsayısının bilinmesi sebebiyle buradan elde edilen $\sigma_{top.}$ hesaplanarak konstrüksiyon yüksekliğine geçiş yapılır. Böylece kritik kesit için en düşük yükseklik değeri elde edilmiş olur.

6.3.1. Beşinci uzuv statik mukavemet hesaplarının belirlenmesi

İlk olarak konveyörün son uzvuna gelen yükleri belirleyerek tepki kuvvetleri hesaplanmış ve uzvun emniyet katsayısı göz önüne alınarak kritik kesitteki en büyük gerilmeler bulunmuştur. Böylece kritik kesitteki gerilmeler sonucunda konstrüksiyon için belirlenen malzemenin akma gerilmesine dayanabilecek şekilde belirlenen taşıyıcı sacın form ölçüleri düzenlenmiştir.



Şekil 6.4. Beşinci uzvun x-z yönündeki serbest cisim diyagramı

F_{Jx} : Kırılma noktasındaki x yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{Jz} : Kırılma noktasındaki z yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{Lx} : 3. Piston bağlantı noktasındaki x yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{Lz} : 3. Piston bağlantı noktasındaki z yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{T5} : 5. uzva gelen tüm yayılı yüklerin toplamı, kN

G_5 : 5. uzva ait konstrüktif ağırlık, kg

Doğrusal denklem takımının çeşitli yöntemler ile çözümü bulunmaktadır. Bu yöntemlerden biri katsayılar matrisinin tersini alarak yapılan çözümdür. A. $x = b$ şeklinde oluşturulan denklem sisteminde katsayılar matrisinin tersi A^{-1} hesaplandığında çözüm vektörü doğrudan iki matrisin çarpımından elde edilir ($x = A^{-1} \cdot b$). Bu bilgileri göz önüne alarak uzuvlarda oluşan kuvvet değerleri Excel ortamında denklem çözümleri haline getirilmiştir. Uzunlukları ya da kuvvetlerin değişmesi durumunda oluşacak kuvvetleri yeniden hesaplamak durumunda kalmadan sistemsal bir çözüm prosedürü oluşturulmuştur.

Çizelge 6.1. Uzunlukları ve kuvvetlerin Excel ortamında gösterilmesi [51]

The diagram illustrates a mechanical system with a horizontal beam and various components. Key points on the beam are A, B, C, C₁, D, F, J, G, and H. Dimensions L₁ through L₁₂ are indicated, along with distances 3. UZUV, 4. UZUV, and 6. UZUV. Components 1, 2, and 3 are shown as pistons or actuators. A curved arrow is at point A.

mL'	mG'	mR'	FT5	FT4	FT3	G5	G4	G3	α GL-FK	α DP-CM	α CM-BN
(kg/m)			(kN)			(kN)			(Rad)	(Rad)	(Rad)
0,254	0,054	0,103	0,009	0,029	0,015	1,989	6,265	2,983	0,111	0,124	0,066

L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	LTOPLAM
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	[mm]	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
300	1700	300	1000	4700	600	400	400	3000	200	550	350	11500

$$\sum M_j = 0$$

$$-F_{Lz} \cdot L_1 - F_{Lx} \cdot L_3 + G_5 \cdot \left(\frac{L_1 + L_2}{2} \right) + F_{T5} \cdot (L_1 + L_2) \cdot \left(\frac{L_1 + L_2}{2} \right) = 0$$

$$\sum F_z = 0$$

$$-G_5 - F_{T5} \cdot (L_1 + L_2) + F_{Jz} + F_{Lz} = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$-F_{Lx} + F_{Jx} = 0$$

11,5 m konveyör uzunluğu için yapılan statik hesaplar neticesinde;

$$-F_{Lz} \cdot L_1 - F_{Lx} \cdot L_3 + G_5 \cdot \left(\frac{L_1 + L_2}{2} \right) + F_{T5} \cdot (L_1 + L_2) \cdot \left(\frac{L_1 + L_2}{2} \right) = 0$$

$$-F_{Lz} \cdot 300 - F_{Lx} \cdot 300 + 1,989 \cdot \left(\frac{600+1700}{2} \right) + 0,009 \cdot (300 + 1700) \cdot \left(\frac{300+1700}{2} \right) = 0$$

$$F_{Lx} = 60,688 \text{ kN}$$

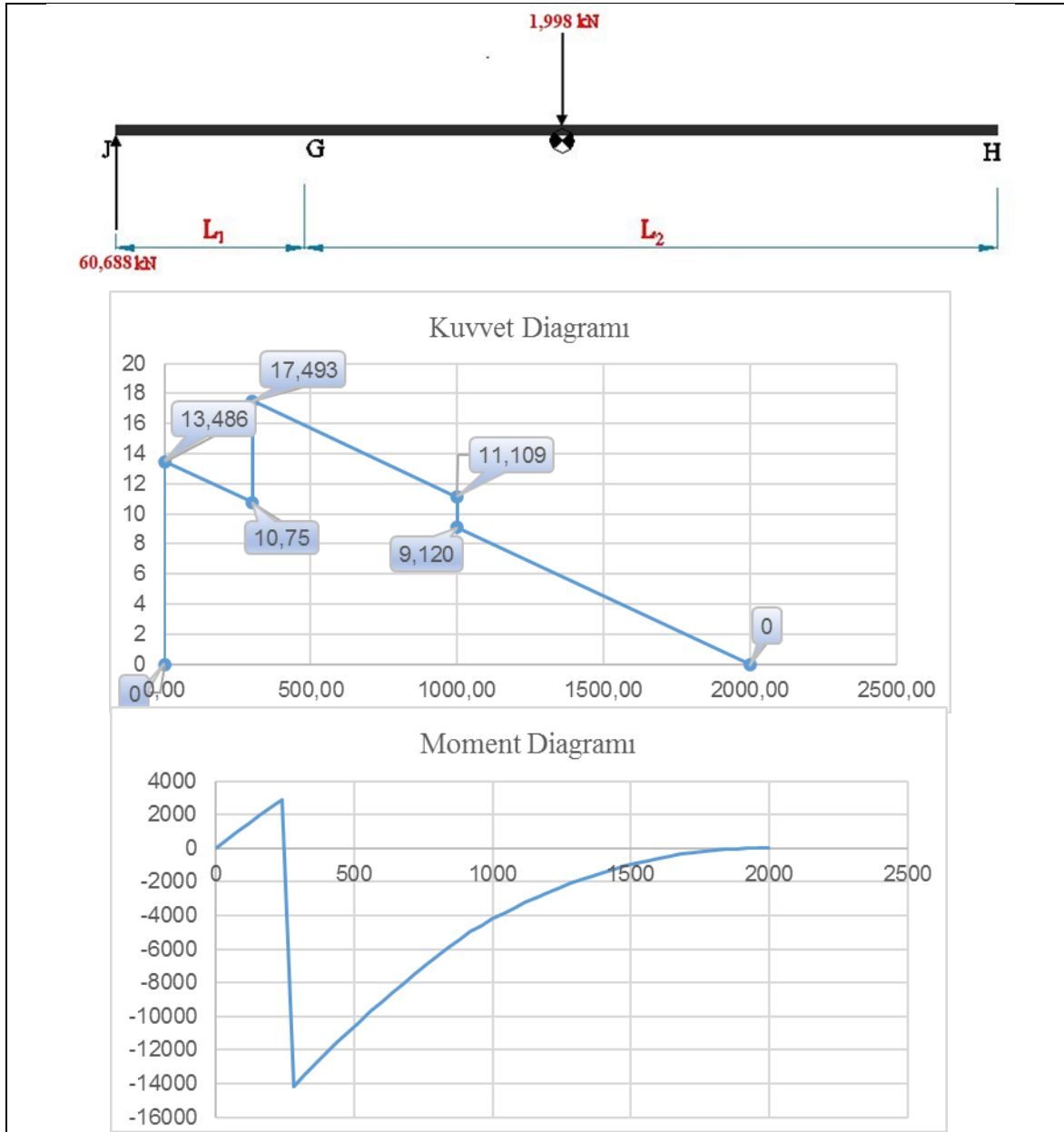
$$-G_5 - F_{T5} \cdot (L_1 + L_2) + F_{Jz} + F_{Lz} = 0$$

$$-1,989 - 0,009 \cdot (300 + 1700) + F_{Jz} + F_{Lz} = 0$$

$$F_{Jz} = 13,486 \text{ kN}$$

$$-F_{Lx} + F_{Jx} = 0$$

$$F_{Jx} = -60,688 \text{ kN}$$



Şekil 6.5. Beşinci uzva ait kuvvet ve moment diyagramları

Şekil 6.3'te görülen konstrüksiyona ait alan ve atalet momenti hesaplamaları için ise aşağıda yer alan eşitlikler dikkate alınmıştır. Konstrüksiyona ait ölçülerin sayısal değerleri ise Çizelge 6.2'de yer almaktadır.

$$A_y = \left\{ \left(b \cdot h - a \cdot \left(\frac{d}{2} \right) \right) + ((h - 2 \cdot c) \cdot t) - ((b \cdot 2t) \cdot (h - 2t)) - \left(a \cdot \left(\frac{e}{2} \right) \right) + f \cdot h - \frac{a \cdot d}{2} \right\} \quad (6.11)$$

$$I_y = \left\{ \frac{b \cdot h^3}{12} - \frac{a \cdot d^3}{36} - \frac{t \cdot (h - c)^3}{36} - \frac{(b - 2t) \cdot (h - 2t)^3}{12} + \frac{a \cdot e^3}{36} + f \cdot h^3 - \left(\frac{a}{3} \right)^3 \cdot f - \left(\frac{a}{3} \right)^3 \cdot f \right\} \quad (6.12)$$

$$I_y = \left\{ \frac{100.200^3}{12} - \frac{45.25^3}{36} - \frac{5.(200-25)^3}{36} - \frac{(200-25).(200-25)^3}{12} + \frac{45.27,5^3}{36} + 10.200^3 - \left(\frac{45}{3}\right)^3 \cdot 10 - \left(\frac{45}{3}\right)^3 \cdot 10 \right\}$$

$$I_y = 109594179,6875 \text{ mm}^4$$

$$A_y = \left\{ \left(100.200 - 45 \cdot \left(\frac{25}{2} \right) \right) + ((200 - 2.25) \cdot 5) - ((200.25) \cdot (200 - 2.5)) \right\} - \left(45 \cdot \left(\frac{27,5}{2} \right) \right) + 10.200 - \frac{45.25}{2}$$

$$A_y = 3893,75 \text{ mm}^4$$

Şekil 6.3'te gösterilen konstrüksiyona ait ölçü değerleri Çizelge 6.2 'de belirtilmiş olup bu ölçüler t (et kalınlığı) 5 mm sabit kabul edilerek h (yükseklik) belirlenmiş ve mukavemet hesapları yapılmıştır.

Çizelge 6.2. Konstrüksiyona ait uzunlukların Excel ortamında gösterilmesi

FORM ÖLÇÜLERİ (mm)							
h	b	c	a	d	e	f	t(et kalın)
100	100	25	45	25	27,5	10	5
125	100	31,25	45	25	27,5	10	5
150	100	37,5	45	25	27,5	10	5
175	100	43,75	45	25	27,5	10	5
200	100	50	45	25	27,5	10	5
225	100	56,25	45	25	27,5	10	5
250	100	62,5	45	25	27,5	10	5
275	100	68,75	45	25	27,5	10	5
300	100	75	45	25	27,5	10	5
325	100	81,25	45	25	27,5	10	5
350	100	87,5	45	25	27,5	10	5
375	100	93,75	45	25	27,5	10	5
400	100	100	45	25	27,5	10	5
425	100	106,3	45	25	27,5	10	5
450	100	112,5	45	25	27,5	10	5
475	100	118,8	45	25	27,5	10	5
500	100	125	45	25	27,5	10	5

Şekil 6.5'te de görüleceği üzere beşinci uzvun kritik kesitteki en büyük moment noktası G'dir ve 14.570,851 kNmm olarak görülmektedir. Bu noktadan hareketle bu noktaya gelen gerilmeler ise Eşitlik 6.10, Eşitlik 6.11 ve Eşitlik 6.12 kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\sigma_e = \frac{14570,851 \cdot 100}{109594179,6875} = 0,013 \frac{kN}{mm^2}$$

$$\tau_K = \frac{17,493}{3893,75} = 0,004 \frac{kN}{mm^2}$$

$$\sigma_{top.} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_{top.} = \sqrt{0,013^2 + 3 \cdot [0,004]^2}$$

$$\sigma_{top.} = 0,015 \frac{kN}{mm^2}$$

Statik hesaplar neticesinde en büyük gerilme $0,015 \frac{kN}{mm^2}$ olarak bulunmuştur. Uzva ait konstrüksiyon formun sac malzemesi S235JR olduğu için beşinci uzuv üzerinde oluşan statik emniyet katsayısı;

$$S \leq \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{top}}$$

$$S = \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{top}} = \frac{0,235}{0,015} = 15,255$$

olarak belirlenmiştir.

Bu doğrultuda et kalınlığının 5 mm olması öngörülerek yapılan hesaplar; örnekte görüldüğü üzere, emniyet katsayısının 15,255 çıkması ile güvenli alanda kalındığını göstermektedir. 5 mm için kritik kesite etkiyen kuvvetler, kuvvet-moment diagramları, atalet momentleri, alan vb. gibi hesaplar Excel'de 5, 6 ve 8 mm için Ek 2'de gösterildiği gibi düzenlenmiş böylece her bir et kalınlığı ve form ölçüleri için hesaplanan emniyet katsayısı değerleri sistemsal olarak belirlenmiştir. Kritik kesite etkiyen kayma gerilmesinin toplam gerilmeye en küçük ve en büyük değerlerinde kıyaslandığında dahi %3 etki ettiği görülmüştür. Bu sebeple toplam gerilmeden yüksekliği hesaplayacak algoritmanın matematiksel olarak daha kolay ve anlaşılır olması için kayma gerilmesi göz ardı edilmiştir.

$$\sigma_{top} \leq \frac{\sigma_{AK}}{S}$$

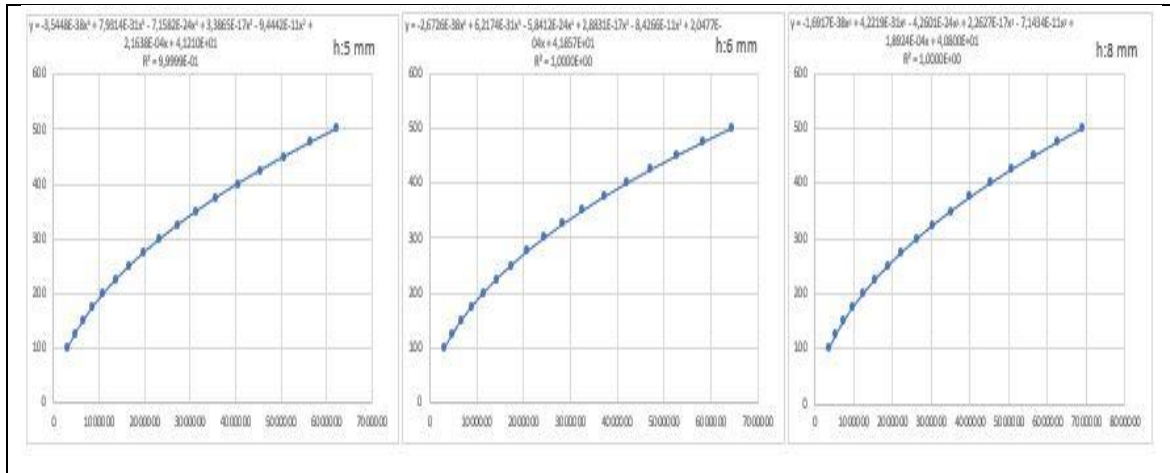
kontrol eşitliğindeki toplam gerilme, eğilme gerilmesi olarak dikkate alınırsa;

$$\frac{I_{maks.}}{c_1} = \frac{\frac{\sigma_{AK}}{S}}{M_{maks.}} \quad (6.13)$$

$$\frac{\left\{ \frac{b \cdot h^3}{12} - \frac{a \cdot d^3}{36} - \frac{t \cdot (h - c)^3}{36} - \frac{(b - 2t) \cdot (h - 2t)^3}{12} + \frac{a \cdot e^3}{36} \right\}}{h/4} = \frac{\frac{\sigma_{AK}}{S}}{M_{maks.}} \quad (6.14)$$

olur.

Eğilme gerilmesinin toplam gerilme kabul edilmesiyle oluşturulan ve Eşitlik 6.16'dan faydalanarak h (yükseklik); eşitliğin sağ taraf verilerinin bilinmesi sebebiyle oluşturulan polynamial eğriden faydalanarak [iki değişken arasındaki karşılıklı ilişkinin ve bağımlılığın derecesini ölçen istatistiksel bir hesaplama olan R²:1 ifadesinden yola çıkılarak] kritik kesit için emniyetli aralıkta kalınmak suretiyle otomatik olarak türetilmiştir (Şekil 6.6). Beşinci uzvun et kalınlığı 5 mm ve taşıyıcı konstrüksiyona ait form yüksekliği 200 mm olarak tespit edilmiştir.

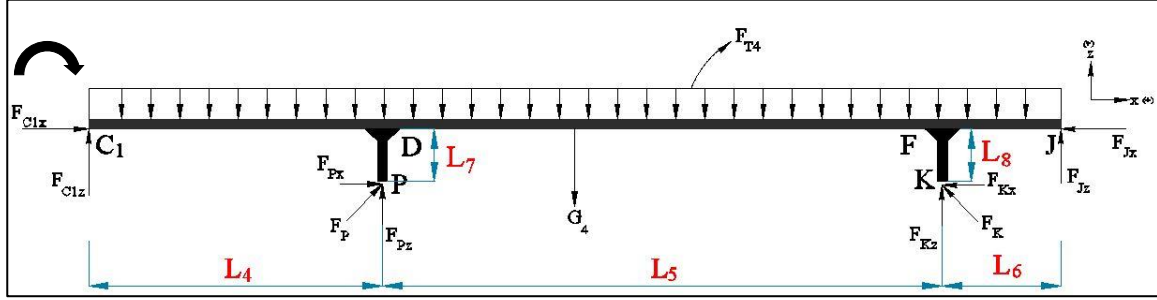


Şekil 6.6. En küçük kareler yöntemiyle oluşturulan polynamial eğriler

Ek 2'de Excel ortamındaki her bir uzuv için et kalınlığının değişmesi durumunda kaç mm bir yüksekliğin yeterli olacağı da çıkarılmıştır. Böylece imalatçının form yapısıyla ilgili alternatif et kalınlığı ve yüksekliği belirleyebilmesi sağlanmıştır.

6.3.2. Dördüncü uzuv statik mukavemet hesaplarının belirlenmesi

Dördüncü uzuv konveyörün teleskopik kısmından oluşmaktadır.



Şekil 6.7. Dördüncü uzvun x-z yönündeki serbest cisim diyagramı

F_{C1x} : Kırılma noktasındaki x yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{C1z} : Kırılma noktasındaki z yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{Px} : 2. Piston bağlantı noktasındaki x yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{Pz} : 2. Piston bağlantı noktasındaki z yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{Kx} : 3. Piston bağlantı noktasındaki x yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{Kz} : 3. Piston bağlantı noktasındaki z yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{T5} : 4. uzva gelen tüm yayılı yüklerin toplamı, kN

G_4 : Dördüncü uzva ait konstrüktif ağırlık, kg

$$\sum M_J = 0$$

$$F_{C1z} \cdot (L_4 + L_5 + L_6) + F_{Pz} \cdot [L_5 + L_6] + F_{Kz} \cdot L_8 - G_4 \cdot \left(\frac{(L_4 + L_5 + L_6)}{2} \right) - F_{T4} \cdot (L_4 + L_5 + L_6) \cdot \left(\frac{(L_4 + L_5 + L_6)}{2} \right) - F_{Px} \cdot L_7 + F_{Kx} \cdot L_8 = 0$$

$$\sum F_z = 0$$

$$F_{C1z} + F_{Pz} - G_4 - F_{T4} \cdot (L_4 + L_5 + L_6) + F_{Jz} + F_{Kz} = 0$$

$$F_{C1z} + F_{Pz} - G_4 - F_{T4} \cdot (L_4 + L_5 + L_6) + F_{Jz} + F_{Kz} = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{C1x} - F_{Px} + F_{Kx} - F_{Jx} = 0$$

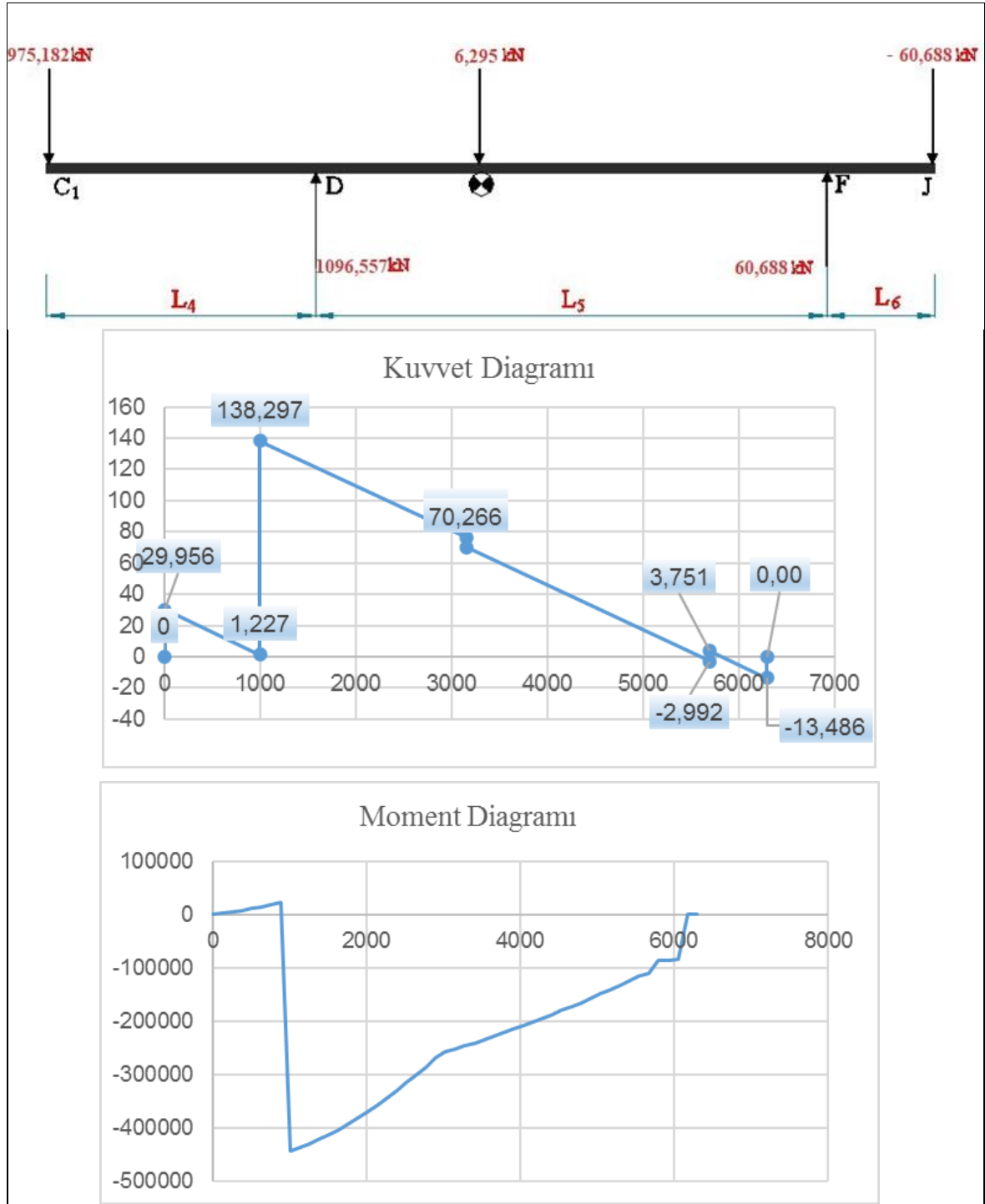
Denklemleri oluşturulan dördüncü uzva ait kuvvet değerleri için Excel ortamında oluşturulan matris yöntemiyle yapılan hesaplamalar neticesinde aşağıda Çizelge 6.3'te gösterilmektedir.

Çizelge 6.3. Dördüncü uzuv kuvvetlerinin Excel ortamında hesaplanan değerleri

	F_{Px}	F_{Pz}	F_{C1x}	F_{C1z}	SONUC
M(Left)	-400	-1000	0	0	-575692,468
F_x	1	0	1	0	121,375
F_z	0	1	0	1	167,026
tan	-0,063	-1	0	0	0

MATRİSİN TERSİ	-0,002	0	0	1,904761905
	0,000	0	0	-0,761904762
	0,002	1	0	-1,904761905
	0,000	0	1	0,761904762

ÇIKTILAR [kN]	F_{Px}	1096,577	F_P	1105,091
	F_{Pz}	137,070		
	F_{C1x}	-975,182	F_{C1}	975,642
	F_{C1z}	29,956		



Şekil 6.8. Dördüncü uzva ait kuvvet ve moment diyagramları

Dördüncü uzva ait serbest cisim, kuvvet ve moment diyagramları ise Şekil 6.8’de görülmektedir. Dördüncü uzvun kritik kesitteki en büyük moment noktası D’dir ve $423.031,070 \text{ kNm}$ olarak görülmektedir. Bir önceki bölümde de anlatıldığı üzere Eşitlik 6.16’dan yola çıkarak 5 mm et kalınlığı için en yakın yükseklik değeri 400 mm olarak bulunmuştur. Bulunan yükseklik değerinin sağlamasını yapmak için Eşitlik 6.13 ve Eşitlik

6.14'ten konstrüksiyona ait alan ve atalet momenti ile Eşitlik 6.10, Eşitlik 6.11 ve Eşitlik 6.12 kullanılarak gerilme değeri ve emniyet katsayısı dikkate alınır;

$$I_y = \left\{ \frac{100.400^3}{12} - \frac{45.25^3}{36} - \frac{5.(400-162,5)^3}{36} - \frac{(100-2,5).(400-2,5)^3}{12} + \frac{45.27,5^3}{36} + 10.400^3 + \left(\frac{45}{3} \right)^3 \cdot 10 - \left(\frac{45}{3} \right)^3 \cdot 10 \right\}$$

$$I_y = 810194179,6875 \text{ mm}^4$$

$$A_y = \left\{ \left(100.400 - 45. \left(\frac{25}{2} \right) \right) + ((400 - 2.25).5) - ((100. [2.5]). (400 - [2.5])) - \left(45. \left(\frac{27,5}{2} \right) \right) + 10.400 - \frac{45.25}{2} \right\}$$

$$A_y = 7393,75 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_e = \frac{423031,070 \cdot 200}{810194179,6875} = 0,104 \frac{kN}{mm^2}$$

$$\tau_K = \frac{138,297}{7393,75} = 0,019 \frac{kN}{mm^2}$$

$$\sigma_{top.} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_{top.} = \sqrt{0,104^2 + 3 \cdot [0,019]^2}$$

$$\sigma_{top.} = 0,109 \frac{kN}{mm^2}$$

olur.

Statik hesaplar neticesinde en büyük gerilme $0,109 \frac{kN}{mm^2}$ olarak bulunmuştur. Uzva ait konstrüksiyon formun sac malzemesi S235JR olduğu için beşinci uzuv üzerinde oluşan statik emniyet katsayısı;

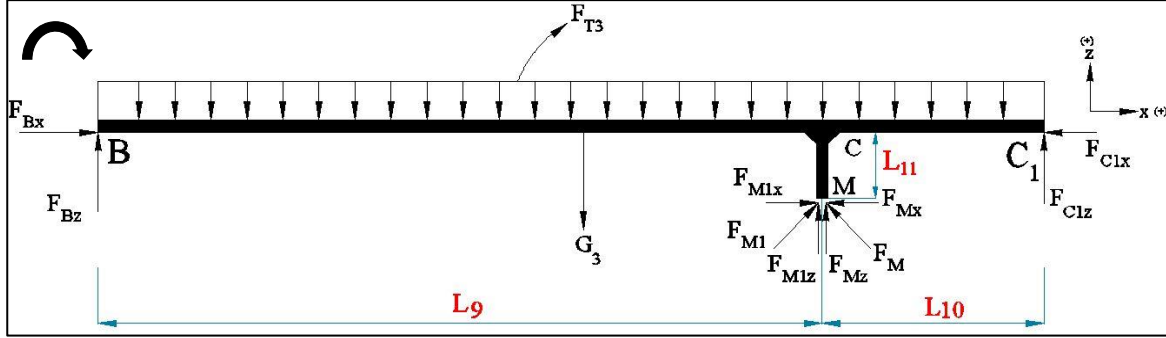
$$S \leq \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{top}}$$

$$S = \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{top}} = \frac{0,235}{0,109} = 2,149$$

olarak elde edilmiştir. Bu değer dördüncü uzuv için kritik kesitte yeterli emniyetin bulunduğu gösterilmektedir.

6.3.3. Üçüncü uzuv statik mukavemet hesaplarının belirlenmesi

Üçüncü uzuv konveyörün yükleme kısmına en yakın kısmıdır. Burada da yine diğer uzuvlardaki gibi tepki kuvvetleri bulunarak emniyetli tarafta kalınmak suretiyle kesit formun h yüksekliği bulunmaktadır (Şekil 6.9).



Şekil 6.9. Üçüncü uzvun x-z yönündeki serbest cisim diyagramı

F_{Bx} : Kırılma noktasındaki x yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{Bz} : Kırılma noktasındaki z yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{Mx} : 1. Piston bağlantı noktasındaki x yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{Mz} : 1. Piston bağlantı noktasındaki z yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{C1x} : Kırılma noktasındaki x yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{C1z} : Kırılma noktasındaki z yönünden gelen tepki kuvveti, kN

F_{T3} : 3. uzva gelen tüm yayılı yüklerin toplamı, kN

G_3 : 3. uzva ait konstrüktif ağırlık, kg

$$\sum M_B = 0$$

$$-F_{C1z} \cdot (L_9 + L_{10}) - F_{Mz} \cdot L_9 + G_3 \cdot \left(\frac{(L_9 + L_{10})}{2} \right) - F_{Mx} \cdot L_{11} + F_{T3} \cdot \left(\frac{(L_9 + L_{10})}{2} \right) = 0$$

$$\sum F_z = 0$$

$$-F_{Bz} + G_3 + F_{T3} \cdot \left(\frac{(L_9 + L_{10})}{2} \right) - F_{Mz} - F_{C1z} = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{C1x} + F_{Mx} - F_{Bx} = 0$$

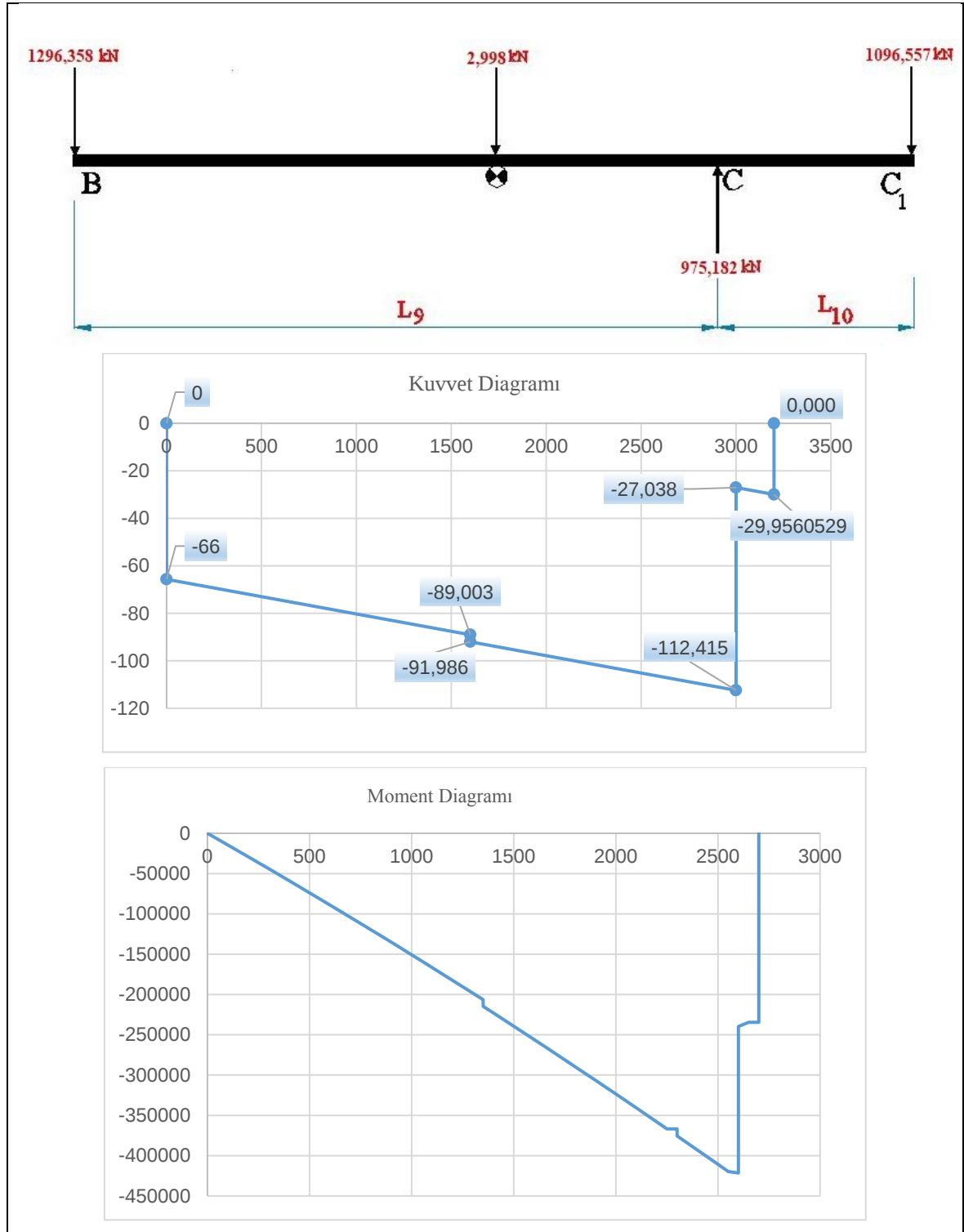
Denklemleri oluşturulan üçüncü uzva ait kuvvet değerleri için Excel ortamında oluşturulan matris yöntemiyle yapılan hesaplamalar neticesinde aşağıda Çizelge 6.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 6.4. Üçüncü uzuv kuvvetlerinin Excel ortamında hesaplanan değerleri

	F_{M1x}	F_{M1z}	F_{Bx}	F_{Bz}	SONUC
M[Left]	-550	-3000	0	0	-271383,245
Fx	1	0	1	0	2071,739
Fz	0	1	0	1	-117,347
tan	0,15	-1	0	0	0

MATRİSİN TERSİ	-0,002857	0	0	8,571428571
	0,000	0	0	- 1,571428571
	0,002857	1	0	- 8,571428571
	0,000	0	1	1,571428571

CIKTILAR [kN]	F_{M1x}	775,381	F_{M1}	777,102
	F_{M1z}	-51,692		
	F_{Bx}	1296,358	F_B	1.298,02
	F_{Bz}	-65,655		



Şekil 6.10. Üçüncü uzva ait kuvvet ve moment diyagramları

Üçüncü uzva ait serbest cisim, kuvvet ve moment diyagramları ise Şekil 6.10'da görülmektedir. Üçüncü uzvun kritik kesitteki en büyük moment noktası C'dir ve 266.807,014 kNmm olarak görülmektedir. Önceki uzuvların dayanım hesaplama prosedüründe anlatıldığı üzere Eşitlik 6.16'dan yola çıkarak 5 mm et kalınlığı için en yakın

yükseklik değeri 450 mm olarak bulunmuştur. Bulunan yükseklik değerinin sağlamasını yapmak için Eşitlik 6.13 ve 6.14'ten konstrüksiyona ait alan ve atalet momenti ile Eşitlik 6.10, Eşitlik 6.11 ve Eşitlik 6.12 kullanılarak gerilme değerleri ve emniyet katsayısı dikkate alınır;

$$I_y = \left\{ \frac{100.450^3}{12} - \frac{45.25^3}{36} - \frac{5.(450-175)^3}{36} - \frac{(100-2.5).(450-2.5)^3}{12} + \frac{45.27,5^3}{36} + 10.450^3 + \left(\frac{45}{3} \right)^3 \cdot 10 - \left(\frac{45}{3} \right)^3 \cdot 10 \right\}$$

$$I_y = 1142456992,187 \text{ mm}^4$$

$$A_y = \left\{ \left(100.450 - 45. \left(\frac{25}{2} \right) \right) + ((450 - 2.25).5) - ((100.(2.5)).(100 - (2.5))) - \left(45. \left(\frac{27,5}{2} \right) \right) + 10.450 - \frac{45.25}{2} \right\}$$

$$A_y = 8268,75 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_e = \frac{266.807,014 \cdot 225}{1142456992,187} = 0,053 \frac{kN}{mm^2}$$

$$\tau_K = \frac{112,415}{8268,75} = 0,014 \frac{kN}{mm^2}$$

$$\sigma_{top.} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma_{top.} = \sqrt{0,053^2 + 3.[0,014]^2}$$

$$\sigma_{top.} = 0,058 \frac{kN}{mm^2}$$

Statik hesaplar neticesinde en büyük gerilme $0,058 \frac{kN}{mm^2}$ olarak elde edilmiştir. Uzva ait konstrüksiyon formun sac malzemesi S235JR olduğu için beşinci uzuv üzerinde oluşan statik emniyet katsayısı;

$$S \leq \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{top}}$$

$$S = \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{top}} = \frac{0,235}{0,058} = 4,082$$

olarak elde edilmiştir. Bu değer üçüncü uzuv için kritik kesitte yeterli emniyetin bulunduğu göstermektedir.

7. TELESKOBİK KONVEYÖRE AİT HİDROLİK SİSTEMİN BELİRLENMESİ

Teorik olarak yapılan hesaplar neticesinde her bir uzva gelen yükler ve dolayısıyla teleskop kısmı için belirlenecek hidrolik silindirlere ait itme kuvvetleri bir önceki bölümde elde edilmiştir. Sistemde tercih edilecek pompanın en büyük kuvveti kaldıracağı öngörülerek sistem basıncının belirlenmesi gerekmektedir. Kullanıcının farklı yük uygulaması durumunda hidrolik sistemin basınç değerleri değişecektir. Bu bölümde verilen prosedürle, 11,5 metre teleskobik konveyör için hidrolik silindir ve sistem ihtiyacı belirlenmiştir. Teleskop uzvu en açık pozisyonda iken bulunan yük değerleri ve belirlenen stroklar için gerekli en küçük piston çapı ile pistonun mil çapı hesaplanmıştır. Bulunan değerler neticesinde Ek 3 'te yer alan Parker Hannifin marka katalog verilerine istinaden ticari olarak temin edilecek şekilde, piston ve pistonun mil çapı belirlenmiştir. Buradaki prosedür Excel ortamına aktarılmış, değişen strok ve yük değerleri için oluşan çıktılar VBA arayüzüne eklenmiştir.

7.1. Birinci Silindire Ait Piston ve Mil Çaplarının Belirlenmesi

Teleskopik konveyör tam açık halde iken birinci silindire uygulanan itme kuvveti bir önceki bölümde hesaplandığı üzere F_{M1} kuvveti 777,102 kN olarak belirlenmiştir. Buradan yola çıkarak bu kuvvete karşı hidrolik silindir içinde hareket eden pistonun çapı tespit edilmiştir.

Piston mil çapı hesaplanırken aşağıdaki eşitliklerden [48] yararlanılmıştır.

$$F_{kr} = \frac{\pi^2 E I}{L_{eş}^2} \quad (7.1)$$

$$F_{kr} = F \cdot S \quad (7.2)$$

$$L_{eş} = \frac{L_{strok}}{\sqrt{2}} \quad (7.3)$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad (7.4)$$

Eşitlik 7.1, Eşitlik 7.2 ve Eşitlik 7.3 düzenlenir ve piston çapını verecek şekilde düzenlenilerek;

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{F_{kr} \cdot L_{eş}^2 \cdot 64}{\pi^3 \cdot E}} \quad (7.5)$$

olur. Burada; F_{kr} , Eşdeğer burkulma yükü, kN; F , Silindir itme kuvveti, kN; E , çelik için elastite modülü, N/m²; S , güvenlik katsayısı; L_{strok} , belirlenen strok uzunluğu, mm; $L_{eş}$, eşdeğer burkulma uzunluğu, mm; I , dairesel kesit için atalet momentidir, mm⁴ ve η , verimi ifade etmektedir.

F_{kr} : 2719856,504 kN; F : 777,102 kN; E , çelik için elastite modülü: $2,1 \times 10^{11}$ N/m²; S , güvenlik katsayısı: 3,5; L_{strok} , belirlenen strok uzunluğu : 2000 mm ; $L_{eş}$, eşdeğer burkulma uzunluğu : 1414,213 mm olarak esas alınarak hesap yapılırsa;

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{2719856,504 \cdot 1414,213^2 \cdot 64}{\pi^3 \cdot 2,1 \times 10^{11}}}$$

$d \geq 85,511$ mm en düşük piston mil çapı elde edilir.

Bu tür hidrolik ekipmanın sıklıkla kullanıldığı sistemlerde pompa seçimine bağlı olarak genelde çalışma basıncı 250 bar veya altında seçilmektedir [46]. Basınç arttıkça sistemde yer alan boru tesisatındaki et kalınlıkları da artış göstermektedir. Sonuç olarak tesisattaki boruların üretimi basınç arttıkça zorlaşmaktadır [44]. Hidrolik grubunun çalışma basıncı Parker Hannifin silindirleri referans alındığından (Ek 3) 210 bar olarak esas alınmıştır. Bu basınca görede piston alanı ve piston çapı hesaplanmıştır. Piston çapı hesaplanırken aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır [49].

$$F_{kr} = P \cdot A_{piston} \cdot \eta \quad (7.6)$$

$$A_{piston} = \pi \frac{D_{piston}^2}{4} \quad (7.7)$$

$$D_{piston} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{kr}}{P \cdot \pi \cdot \eta}} \quad (7.8)$$

Piston çapı da yukarıda belirtildiği üzere Eşitlik 7.8'den çekilirse;

$$D_{piston} = \sqrt{\frac{4.2719856,504}{210 \times 10^5 \cdot \pi \cdot 0,85}}$$

$D_{piston} = 235,437 \text{ mm}$ bulunmuştur.

Piston ve piston mil çapı hesaplandıktan sonra Parker Hannifin firmasına ait Ek 3'te yer alan katalog değerleri [46] göz önüne alınarak Çizelge 7.1'de de gösterildiği üzere birinci silindire ait piston çapı 250 mm ve mil çapı ise 160 mm olarak belirlenmiştir.

Çapların belirlenmesi ve hidrolik sistem ile ilgili bağıntılar Excel ortamında formülleştirilerek değişen piston itme kuvvetlerine bağlı olarak ve Parker Hanifin markası kaynak alınarak piston ve mil çapını çıkaran kısım da VBA arayüze eklenmiştir.

Çizelge 7.1 Piston ve piston mil çaplarının seçimi [46]

Piston Çapı, mm [Ø]	Piston Mil No	Piston Mil Çapı, mm [Ø]	Max. Operasyon Basıncı, bar [$P_{sist.}$]
40	2	28	210
50	2	36	210
	3	28	180
63	1	28	100
	2	45	210
	3	36	210
80	1	36	130
	2	56	210
	3	45	210
100	1	45	120
	2	70	210
	3	56	210
125	1	56	140
	2	90	210
	3	70	200
160	1	70	110
	2	110	210
	3	90	210
200	1	90	130
	2	140	210
	3	110	210

7.2. İkinci Silindire Ait Piston ve Mil Çaplarının Belirlenmesi

İkinci silindire uygulanan itme kuvveti bir önceki bölümde hesaplandığı üzere F_P kuvveti 1126,351 kN olarak belirlenmiştir. Ancak kuvvetin çok büyük bir değerde olması ve tek hidrolik silindirin yeterli olmayacağı ön tasarımda öngörülerek sağ ve solda iki adet olacak

şekilde tasarım devam ettirilmiştir. Bu kuvvete karşı hidrolik silindire hareket veren silindirin ve rodun çapları belirlenmiştir.

Piston rod çapı hesaplanırken Eşitlik 7.5 düzenlenir ve piston çapını verecek şekilde düzenlenilerek;

F_{kr} : 1933908,775 kN; F : 552,545 kN; E , çelik için elastite modülü: $2,1 \times 10^{11}$ N/m²; S , güvenlik katsayısı: 3,5; L_{strok} , belirlenen strok uzunluğu: 700 mm; $L_{eş}$, eşdeğer burkulma uzunluğu: 495 mm olarak esas alınarak hesap yapılırsa,

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{(1933908,775) \cdot 0,495^2 \cdot 64}{\pi^3 \cdot 2,1 \times 10^{11}}}$$

$d \geq 46,455$ mm olarak en düşük piston mil çapı elde edilir.

Piston çapı da yukarıda belirtildiği üzere Eşitlik 7.8'den hesaplanarak;

$$D_{piston} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1933908,775}{210 \times 10^5 \cdot \pi \cdot 0,85}}$$

$D_{piston} = 140,329$ mm bulunmuştur.

Piston ve rod çapı hesaplandıktan sonra Parker Hannifin firmasına ait Ek 3'te yer alan katalog değerleri [46] göz önüne alınarak Çizelge 7.1'te de gösterildiği üzere ikinci silindire ait piston çapı 160 mm ve mil çapı ise 90 mm olarak belirlenmiş ve VBA arayüzüne eklenmiştir.

7.3. Üçüncü Silindire Ait Piston ve Mil Çaplarının Belirlenmesi

Üçüncü silindire uygulanan itme kuvvetinin bölüm 6.3.1'de anlatıldığı üzere F_L kuvveti 64,686 kN olarak belirlenmiştir. Bu kuvvete karşı hidrolik silindire hareket veren piston ve piston mil çapları belirlenmiştir.

Piston mil çapı hesaplanırken Eşitlik 7.5 düzenlenir ve piston çapını verecek şekilde düzenlenilerek;

F_{kr} : 213,713 kN; F : 61,061 kN; E , çelik için elastite modülü: $2,1 \times 10^{11}$ N/m²; S , güvenlik katsayısı: 3,5; L_{strok} , belirlenen strok uzunluğu: 500 mm; $L_{eş}$, eşdeğer burkulma uzunluğu: 354 mm olarak esas alınarak hesap yapılırsa,

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{61,061 \cdot 0,004^2 \cdot 64}{\pi^3 \cdot 2,1 \times 10^{11}}}$$

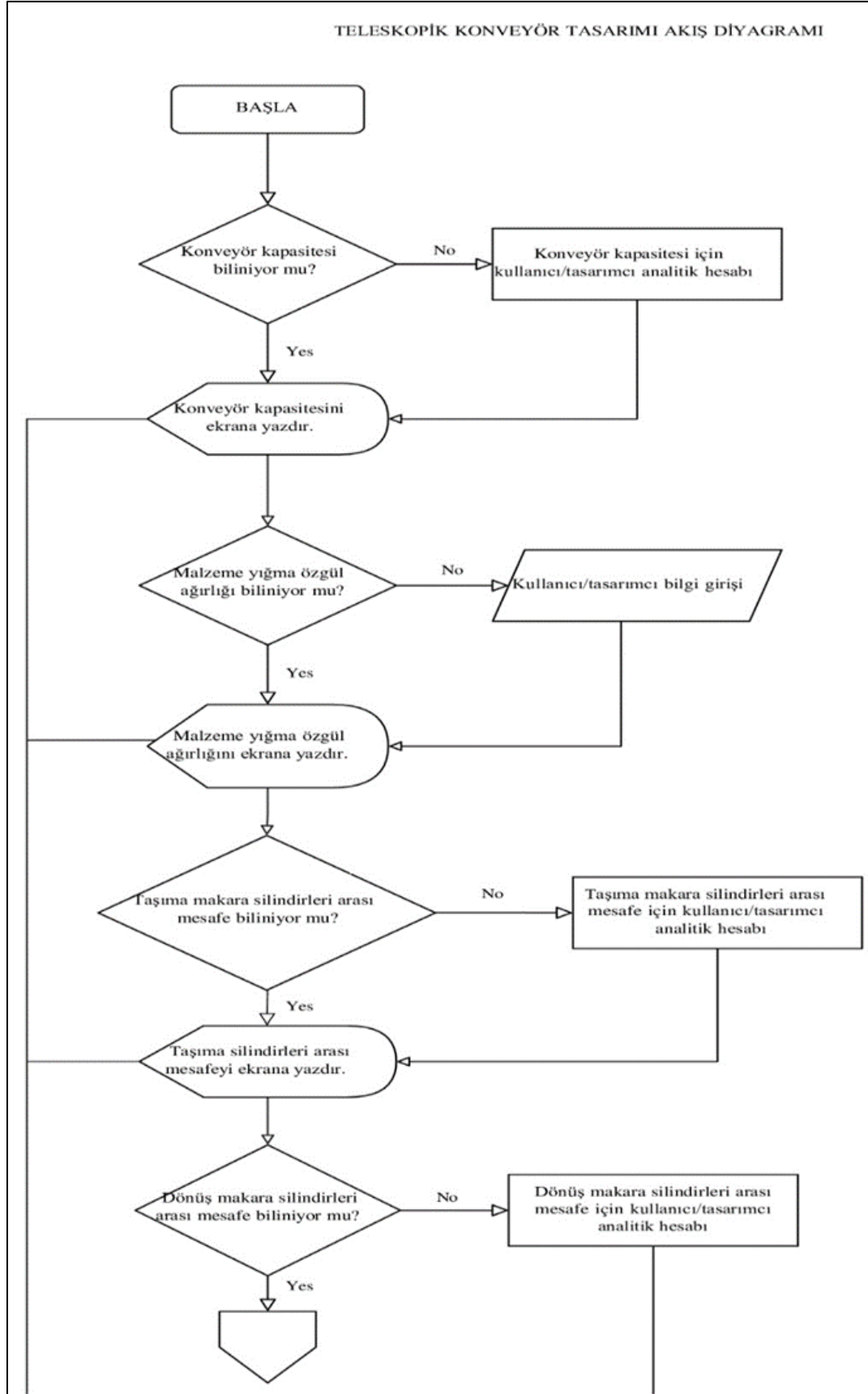
$d \geq 22,637$ mm olarak en düşük piston mil çapı elde edilir.

Piston çapı da yukarıda belirtildiği üzere Eşitlik 7.8'den hesaplanarak;

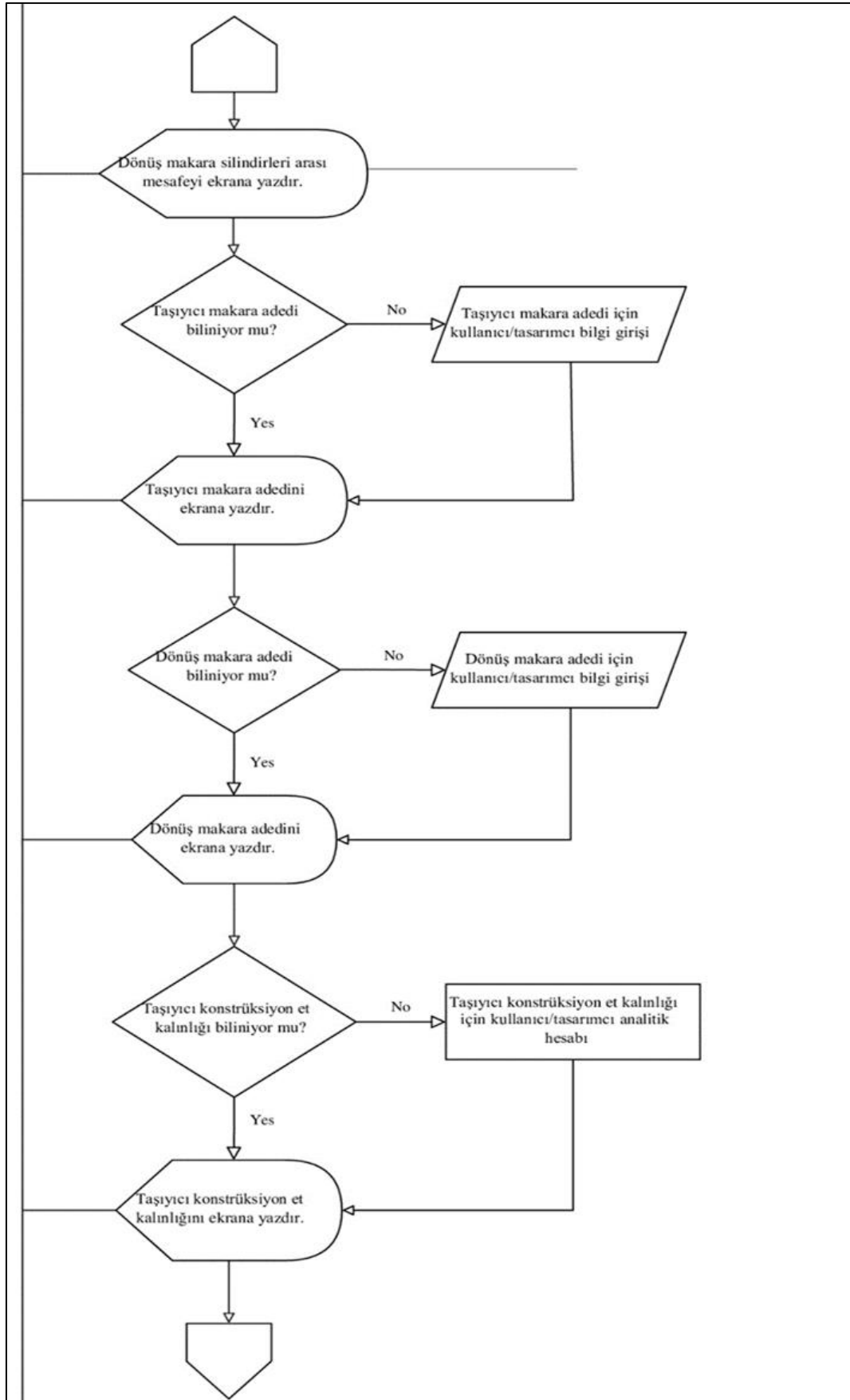
$$D_{piston} = \sqrt{\frac{4 \cdot 61,061}{210 \times 10^5 \cdot \pi \cdot 0,85}}$$

$D_{piston} = 46,666$ mm olarak bulunmuştur.

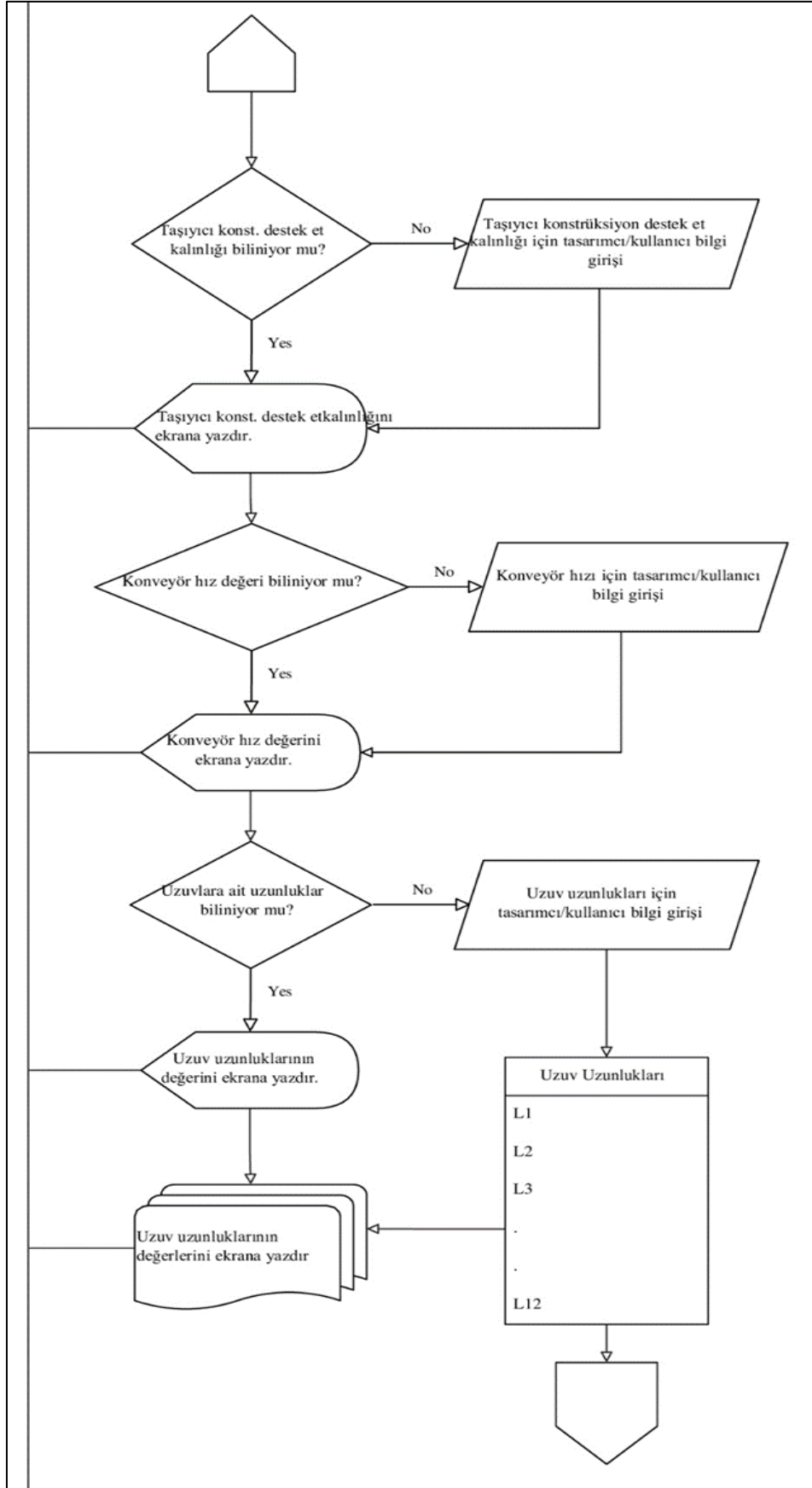
Çaplar hesaplandıktan sonra Parker Hannifin firmasına ait Ek 3'te yer alan katalog değerleri göz önüne alınarak [46] Çizelge 7.1'de de gösterildiği üzere üçüncü silindire ait piston çapı 50 mm ve mil çapı ise 36 mm olarak belirlenmiş ve VBA arayüzüne eklenmiştir. Flowchart.io programında hazırlanan akış diyagramı ise “Teleskopik konveyör tasarımı akış diyagramı” başlığı ile Şekil 7.1'de verilmiştir.



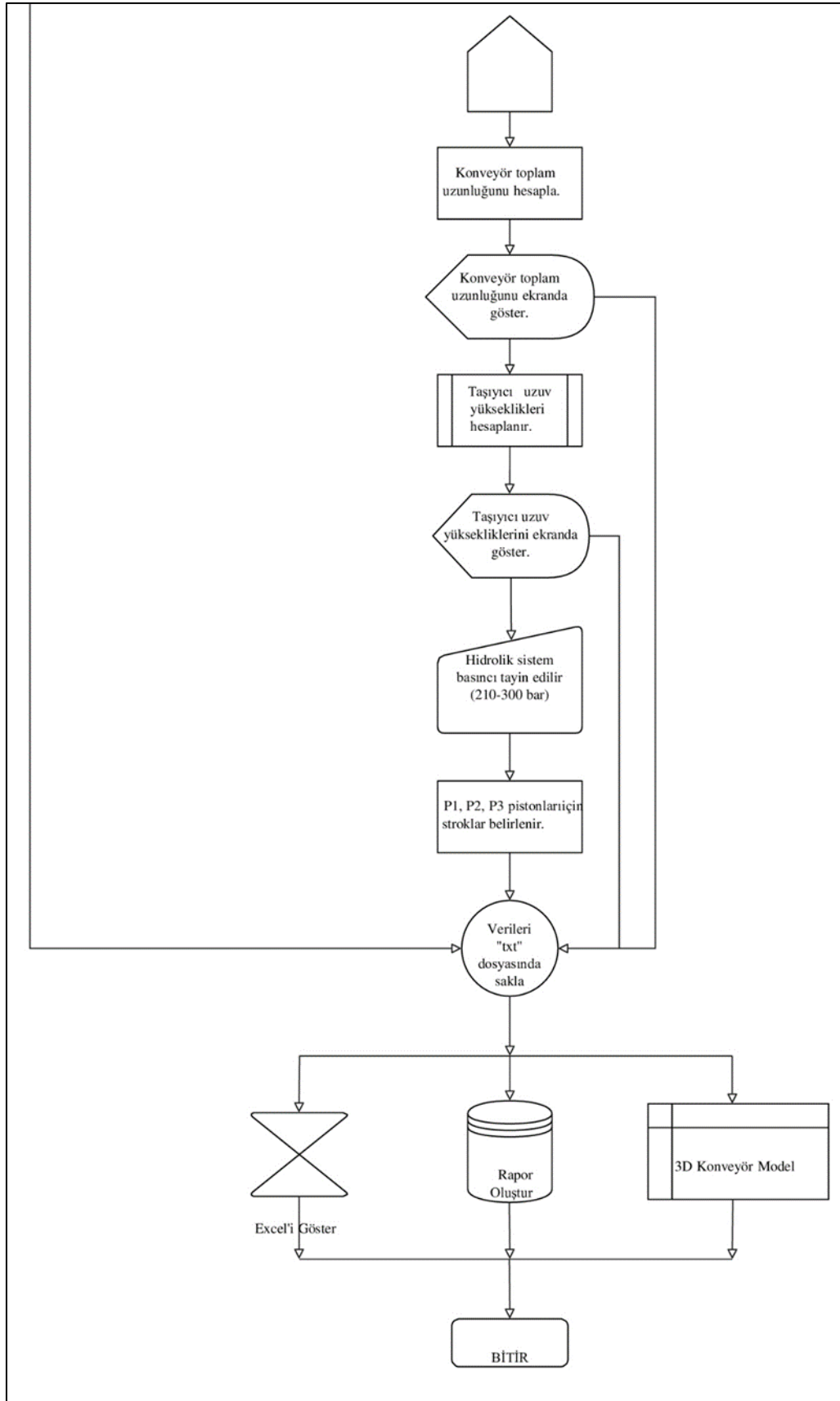
Şekil 7.1. Teleskopik konveyör tasarımı akış diyagramı



Şekil 7.1. (devam) Teleskopik konveyör tasarımı akış diyagramı



Şekil 7.1. (devam) Teleskopik konveyör tasarımı akış diyagramı

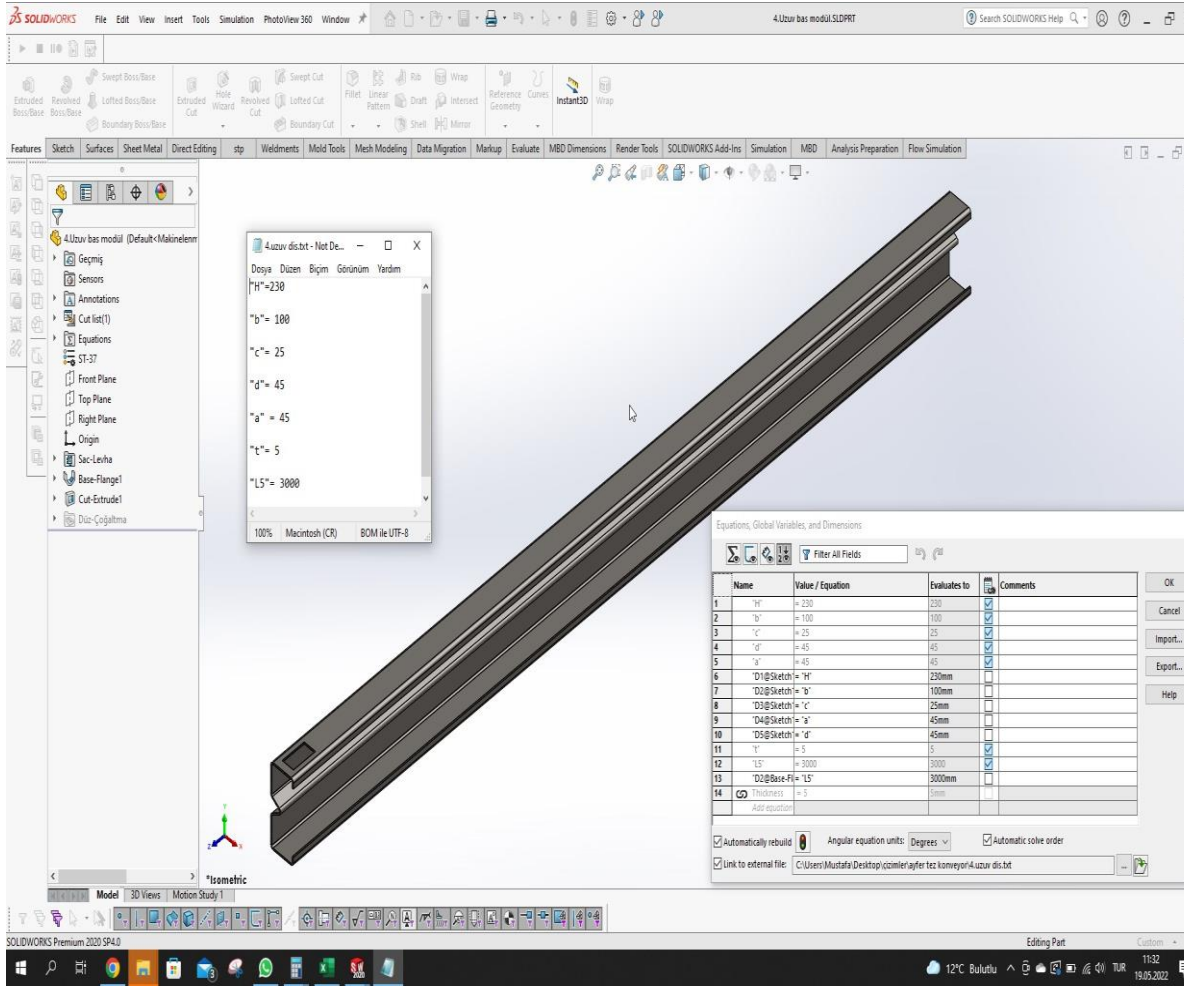


Şekil 7.1. (devam) Teleskopik konveyör tasarımı akış diyagramı

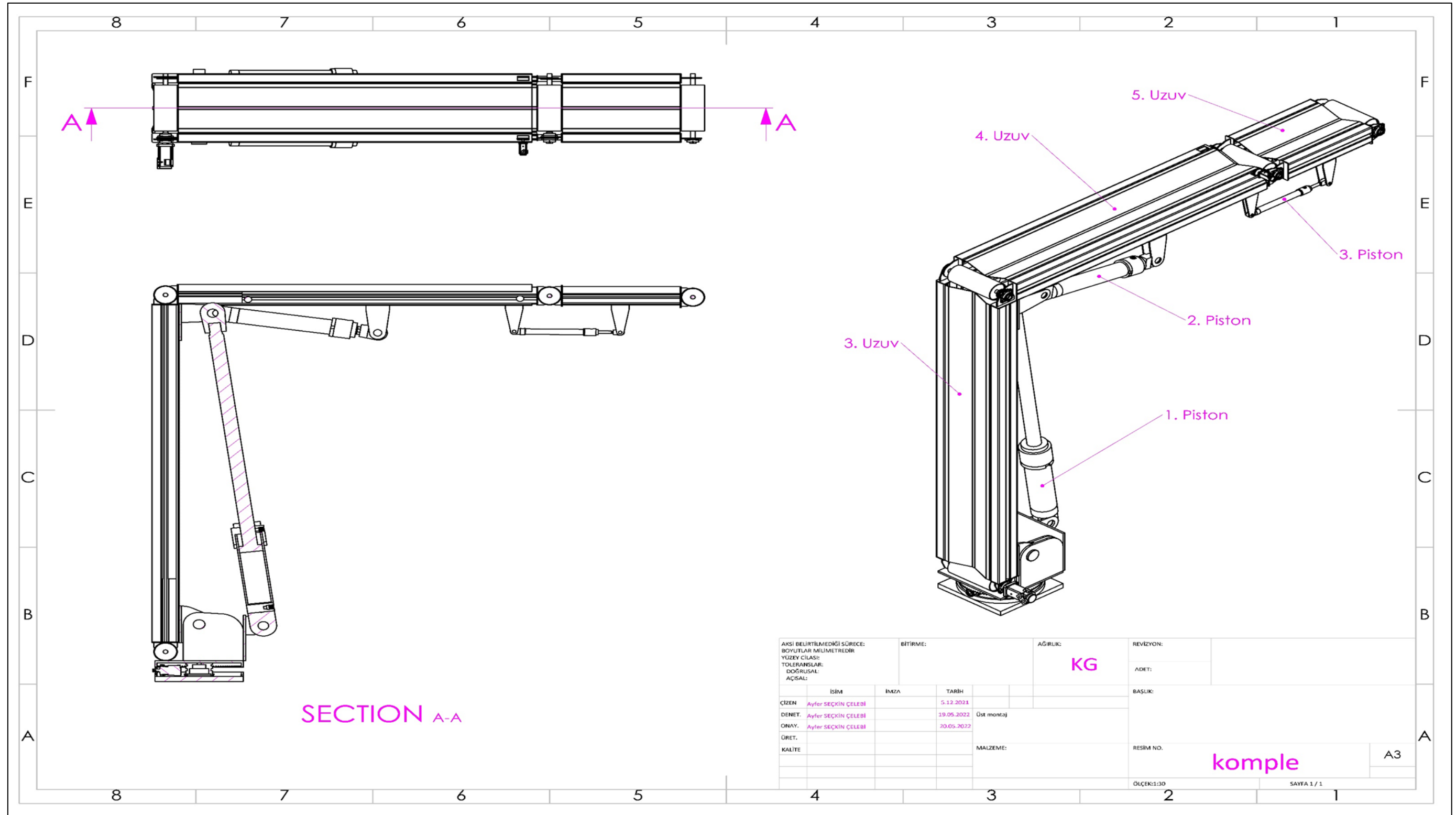
8. TELESKOPIK KONVEYÖR 3D TASARIM MODELİNİN VBA YARDIMIYLA OLUŞTURULMASI

Bu bölüme dek yapılan çalışmalar ile uzuv uzunlukları, taşıyıcı konstrüksiyonun form yapısı ve hidrolik piston değerleri bilinmektedir. Burada ise oluşturulan Excel çalışma sayfası referans alınarak bilgisayar destekli üç boyutlu model oluşturma çalışması verilmiştir. Solidworks paket programı kullanılarak ve bu program içerisinde olan makrolar aracılığıyla Excel ortamındaki değerler ile örnek hesaplarda da yer alan 11,5 metre konveyör için modelleme yapılmıştır. Ancak bu modelleme Excel dosyasından aldığı verileri kullandığından parametrik bir katı model çalışması yapılmış böylece değişen ölçüler neticesinde farklı uzunluklarda olan teleskopik konveyörler için de tasarımcıya kolaylık sunularak arayüze eklenen “3D Konveyör Model” seçeneği sayesinde kullanıcı etkileşimi olmaksızın programın montaj modülünde 3 boyutlu konveyör modelinin oluşturması sağlanmıştır.

Öncelikli olarak 11,5 metre örnek konveyör, belirlenen ölçülerdeki model için hem parça hem de montaj kısımları bir defaya mahsus olmak üzere Solidworks paket programında parametrik olarak modellenmiştir. Her parça için global değişkenler kısmından parçaların birim ölçüleri parametrik olarak belirtilmiştir (Şekil 8.1). Ardından bu değerler bilgisayarda adres yolu belirtilen bir dosya içinde “txt” uzantısına sahip bir not defterine otomatik kaydedilmektedir. Adres yolu belirtilen dosya konumunda “txt” dosyaları kayıtlı durmakta ve kullanıcı Excel ortamında ölçüler de değişim yaptığında “txt” dosyaları da otomatik değişmektedir. Bu not defterinde yer alan değerlerde Excel ortamına kodlarla bağlandığından arayüzde kullanıcı tarafından değiştirilen değerler, “txt” dosyasında ardından da Solidworks ortamında güncellenerek yeni girilen değerler neticesinde istenilen yeni katı model oluşturulmuştur. VBA’da oluşturulan açık kaynak kodları ise EK 4’te verilmiştir. Tasarım parametrelerine dayalı oluşturulan 3D modele ilişkin görsel Şekil 8.2’de görülmektedir. Programsal tabanlı yapılan işlem basamaklarının aktarıldığı ve bundan sonraki çalışmalara da ışık tutmasının düşünüldüğü bir akış diyagramı da oluşturulmuştur. Bu diyagramda program algoritması çıkarılmış böylece kullanıcının/tasarımcının basit, net ve sıralı biçimde olay örgüsünü takip edebilmesi sağlanmıştır.



Şekil 8.1. Taşıyıcı konstrüksiyonun katı model ve parametrik tasarımının gösterimi



Şekil 8.2. Teleskopik konveyör 3D model

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

9.1. Sonuçlar

Bu çalışmada gelişen teknolojinin avantajlarından yararlanmak ve daha fonksiyonel çalışmalar yapılması adına çok serbestlik dereceli teleskopik konveyör tasarımı için kullanıcı etkileşimli bir yazılım ve arayüz oluşturulmuştur. Böylece konu olan çalışmaya ait tasarım esasları, sınır çalışma şartları ve tasarım modellemeleri bilgisayar destekli tasarım uygulamalarından Solidworks paket programında kullanıcı etkileşimi olmaksızın gerçekleştirilmiş, oluşturulan örnek çalışma esas alınarak tasarımın bilgisayar yazılımı ile oluşturulması aşamasında ise Microsoft Excel VBA arayüzünden yararlanılmıştır.

Hedef alınan ve uluslararası mecrada patentleri de bulunan çok serbestlik dereceli teleskopik konveyör; araç üstü katlanabilir ve uzayabilir tasarım şartlarına sahiptir. Öncelikli olarak konveyör standartları çerçevesinde konvansiyonel oluklu konveyör sınıfı dikkate alınarak çalışma kapsamında konveyör için DIN 22101 ve CEMA standartları göz önüne alınarak analitik tasarım hesapları yapılmıştır. Kullanıcıya sistematik bir tasarım prosedürü oluşturulabilmesi adına hem konvasiyonel konveyör standartlarından hem de makina tasarımı için gerekli çeşitli (DIN 42973 ve DIN 1508 gibi) standartlardan faydanılmıştır. Teleskopik konveyör hem ulusal hem de uluslararası alanda yeni bir tasarım modeli olduğundan bu özel konveyör grubu için oluşturulmuş bir standart henüz bulunmamaktadır.

Standartlar çerçevesinde yapılan çalışmalar sonucunda;

- Konveyör kapasitesi ve genişliği belirlenmiş; yatay taşıma durumunda iki silindirli makara seti ve üç silindirli makara seti yaklaşımları teorik olarak ele alınarak iki durum için de standart da yer alan bant genişliklerinin aynı çıktığı bulunmuş ve bu yüzden iki silindirli makara grubu tasarım da kullanılmıştır. Ayrıca literatür araştırmasında da bahsi geçen patentler de incelendiğinde iki silindirli makara grubunun esas alındığı görülmektedir.
- Yeni bir konveyör tipi oluşturulan modelde artık konvansiyonel modellerden farklı olarak makaralı taşıyıcılar yerine birbiri üzerinde hareket eden yeni bir mühendislik plastiği Ulpolen tercih edilmiş ve bu malzemeye ait sürtünme katsayıları da dikkate alınarak çevresel hareket direnci hesaplanmıştır. Direnç kuvvetlerinin bilinmesinin

ardından bant tipi, kalınlığı ve tabaka sayısı belirlenmiştir. Böylece tasarım sürecine ait alt değişkenler de seçilmiştir.

- Konveyör sürüş gücü ve nominal motor güçleri de yine standartlar çerçevesinde belirlenmiştir.
- Konveyör bant lastiği için gergin ve gevşek durumlar için bant gerdirme kuvvetleri belirlenerek en büyük ve en küçük kayış gerilimleri de çıkarılmıştır. Yine buradan hareketle gergi tertibatı için gerekli kuvvete ve gergi tipine de karar verilmiştir.
- Katı modelin oluşturulmasında kullanılan tambur ve kasnak ölçüleri de standartlar esas alınarak oluşturulmuştur.
- Konveyör uzuvlara ayrılarak, uzuv uzunlukları ve taşıyıcı konstrüksiyona ait ölçüler de tanımlanarak analitik mukavemet hesapları yapılmış kritik noktalar ile bu noktalara gelen kuvvetler hesaplanmıştır. Kuvvet moment diyagramlarının da oluşturulmasının ardından konstrüksiyona ait et kalınlıkları ve et kalınlıklarına göre değişen yükseklikler emniyetli aralıkta kalınmak suretiyle çıkarılmıştır.
- Teorik hesaplamalar neticesinde her bir uzva gelen yükler bilindiğinden hidrolik sistem ve hidrolik pistonlar belirlenmiştir. Bunun sonucunda örnek konveyör için katı model tasarımında kullanılan parça, ekipman ve sistemler ortaya konulmuştur.
- Bu çalışmada teleskopik konveyör tasarım çıktıları oluşturularak ve yapılan hesaplar Excel ortamına aktarılarak VBA’da bir arayüz oluşturulmuştur. Burada girilen ölçülerin belirli aralıkta olması koşulu ile analitik hesapları ve konveyör hesaplarını veren aynı zamanda bu ölçüler sonucunda konstrüksiyonun yüksekliğini tasarımcı/kullanıcıya veren bir arayüz yapılmıştır. Bilinen ve arayüzde girilen sabit değerler neticesinde oluşacak analitik hesaplar neticesinde yeni ve uzunluk değişimleri farklı ancak üç uzuvdan oluşan örnekte de yer alan tasarımla aynı tasarıma sahip teleskopik konveyör için tasarımcının tüm hesaplamaları tekrar tekrar yapması yerine zamandan tasarruf sağlanarak belirlemesi ve alternatif seçenekleri, değişen et kalınlıklarında yahut yüksekliklerde oluşacak dayanımları, doğru bir şekilde değerlendirmesi sağlanmıştır. Arayüzde “Excel’i Göster” butonu ile yapılan analitik hesapların ayrıntıları, “Rapor Oluştur” butonu ile her bir çalışma sayfasında; gerilme, kuvvet hesapları, piston seçimi, konveyör çalışma ve çizelgeler; oluşturulan dokümanları ve “3D Konveyör Model” butonunda ise kullanıcı/tasarımcı tarafından belirlenen değerlerdeki konveyöre ait katı modelin Solidworks paket programında otomatik oluşturulan hali verilmiştir.
- Tasarım parçaları, belirlenen montaj ve alt montajlara ait tasarım dosyaları, tasarım parametreleri dikkate alınarak bilgisayar destekli tasarım kuralları çerçevesinde

yapılmıştır. Tasarım parçalarına ait malzeme bilgileri Solidworks malzeme kütüphanesinden seçilmiştir. Ayrıca her bir parça için parametrik tasarım yapılmıştır. Malzeme bilgilerinin de verilmesi bu çalışmadan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutacak ve bilgisayar destekli mühendislik programları yardımıyla yapılabilecek olan analizler için de alt yapı oluşturmuştur. Böylece “3D Konveyör Model” butonu kullanılarak oluşturulan model üzerinde tasarımcının kolay ve etkili değişimler ile inovasyonel çalışmalar yapabilmesine imkân verilmiştir.

- Ayrıca tüm bunlara ek olarak teleskopik konveyör için ulusal düzeyde bu denli kapsamlı bir programlama yapılmadığından tasarımcıya büyük bir süre avantajı sağlanmaktadır. Daha kısa sürede ve doğru çıktılarla bir tasarım mantığının oluşturulması sistemsel olarak sağlanmıştır.

9.2. Öneriler

Konvansiyonel konveyör tasarım prosedürüne yeni ve farklı bir bakış açısı getiren bu çalışmada teleskopik konveyörler için yapılabilecek daha pek çok mühendislik çalışması vardır. Bunlardan bazılarını anlatmak gerekirse;

- Konveyör modelinin birbiri üzerinde kayan yenilikçi mühendislik plastiğinin kullanılmasından dolayı, üçlü makara grubu ile sistemin çalışması ve tasarım şartları (adapte edileceği aracın döküş ağzından kaynaklı olarak) bu model için hayli zor olduğundan farklı bir tasarım modeli belirlenerek program geliştirilmeli ve yeni tasarıma uygun şekilde uyarlanmalıdır. Bu haliyle sadece ikili makara grubuna sahip model için geçerliliğini sürdürebilmektedir.
- En fazla 125 ton/h kapasiteli araçlarda ikili makara grubu yeterli olduğundan besleme kapasitesinde sınırlama bulunmaktadır. Bu sınırlama ise arayüzde kullanıcıya çalışma değerleri kısmında kapasitenin belirli değerlerde tutulması ile sunulmuştur. Kapasitenin sınırlandırılması sonucunda ise konveyör bant genişliği de bir aralıkta olmak durumunda kalmıştır. Yine burada istenilen kapasite için tasarım modeli ve program geliştirilmeye açık konumdadır.
- Tasarım ön şartları oluşturulurken üç katlanma noktasına sahip ve tek teleskopik uzuvdan oluşacak şekilde planlandığından, dört katlanma yahut iki teleskopik uzuv modelleri için arayüzün yenilenmesi gerekmektedir. Bunun en önemli nedenlerinden biri de sistem kararlı durumda iken belirlenen yükler ve mesnet noktalarından ötürü kritik

durumdaki bölgeler değişeceğinden kurgulanan çalışma bu noktada yetersiz kalacaktır. Bunun için sistemsal alt yapısı olmakla birlikte yeni bir çalışma ve programın geliştirilmesi gereklidir.

- Taşıyıcı kontrüksiyon ölçüleri için (a, b, c, d, e, f, g....) değerler belirlenmiş sabit kabul edilmiş ve burada sadece yükseklik (h) ve et kalınlığı (t) değişken kabul edilmiştir. Programın geliştirilerek her bir ölçünün kullanıcı/tasarımcıya sunulmuş olması, değiştirilebilir olması, programı detaylandırmak açısından faydalı olacaktır. Böylece kullanıcı kendi konstrüksiyonunu kendi belirlemiş olacaktır.
- Yapısal mukavemet analizleri analitik hesap yöntemi ile yapılmış ve Excel üzerinden formülleştirilerek geliştirilmiş olsa da oluşturulan tasarımın güvenilirliği açısından bilgisayar destekli mühendislik programları tercih edilerek tasarım için stress analizi, kuvvet ve kuvvet yönleri doğrultusunda oluşan deformasyonlar yahut dayanımlar ile yorulma ve burkulma analizleri simüle edilmeli böylece hem program çıktıları hem de analitik hesapların doğruluğu optimize edilmelidir. Bu yöntem ile üretimi yapılmadan evvel revize parçalar yahut kısımlar belirlenerek zaman ve maliyet açısından büyük oranda verim sağlanmış olacaktır.
- Katı model tasarlanırken (boşaltma şutu, yükleme şutu ve temizleyici gibi) detay tasarım kısımları programın oluşturacağı modele eklenmediğinden son tasarımın geliştirilmesi için tasarıma dahil edilmesi tasarımcıya/kullanıcıya fayda sağlayacaktır.
- Program içeriğinde yer alan “Rapor Oluştur” butonunda yer alan rapor sayfaları Excel dokümanından kullanıcının tüm teknik ayrıntıyı görmesi için özelleştirilmiştir. Ancak bu belge kullanıcının isteği doğrultusunda değişime açık pozisyonadadır. Burada kullanıcı kendi rapor formatını programa dahil ederek raporu bu şekilde almak istediğinde alabilecek şekilde düzenleme yapılabilir.

KAYNAKLAR

1. Roosevelt, F. (1994). Tapis transporteur, notamment pour camion-bétonnière. *European Patent Office*, Patent No: EP 0 654 427 B1.
2. Robins Jr, T. (1893). Conveyer belt. *United States Patent Office*, Patent No: 499472.
3. Belloli, F. (1989). Quick telescopic, extensible, movable belt conveyor with three rotational degrees of freedom for solid or viscoplastic materials, particularly for use in cement mixer or truck mixer, *European Patent Office*, Patent No: 0 424 591 A1.
4. Thenaud, L. (1994). Tapis transporteur, notamment pour camion-bétonnière, *European Patent Office*, Patent No: 0 654 427 B1.
5. Intermix GmbH. (2000). Transport vehicle with conveyor belt. *Deutsches Patent – Und Markenamt*, Patent No: DE 299 04 607 U1.
6. Roinhold, K., Helmut, B. and Andreas, H. (2005). Belt conveyor for agitator vehicles. *United States Patent Application Publication*, Patent No: US 2005/0247539 A1.
7. İnternet: Ward, R.M. (2000). Versatile conveyors. Hanley-Wood Incorporated Web: https://www.concreteconstruction.net/_view-object?id=00000153-8c4c-dbf3-a177-9c7d806c0000 Son Erişim tarihi: 26.06.2022.
8. İnternet: William, C.P. (1972). Belt conveyor. *Senior Concrete Technologist* Web: https://pdfhost.io/v/OSxD25m50_Concrete_Construction_Article_PDF__Belt_Conveyors Son Erişim tarihi: 26.06.2022.
9. Tarek, S.K. (2020). Guide to placing concrete with belt conveyors, *American Concrete Institute*, 6-13.
10. Gladysiewicz, I., Kawalec, W. and Hardygora, M. (1994). *Methods of calculation of belt conveyors*, Mine planning and equipment selection, Netherland, 429-432.
11. Çelebi, Y., Köse, H. ve Yalçın, E. (1994). *A computer program for selection of open pit mining equipment and economical evaluation of open pit mining*, Mine planning and equipment selection, Netherland, 417-421.
12. Tunç, M. ve Şentürk, A. (1991). *Band konveyör tasarımında bilgisayar uygulamaları*, Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 12. Kongresi, 181-196.
13. Devrim, B., Özçelik, Y., Tiryaki, B. ve Kulaksız, S. (1996, Mayıs). *Türkiye 10. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, 285-294.
14. Gamache, M. and Alarie, S. (2002). Overview of solution strategies used in truck dispatching systems for open pit mines. *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*, (16), 59-76.
15. Braun, T., Hennig, A. and Lottermoser, B. G. (2017). The need for sustainable technology diffusion in mining: Achieving the use of belt conveyor systems in the German hard-rock quarrying industry. *Journal of Sustainable Mining*, 20(2), 1-3.

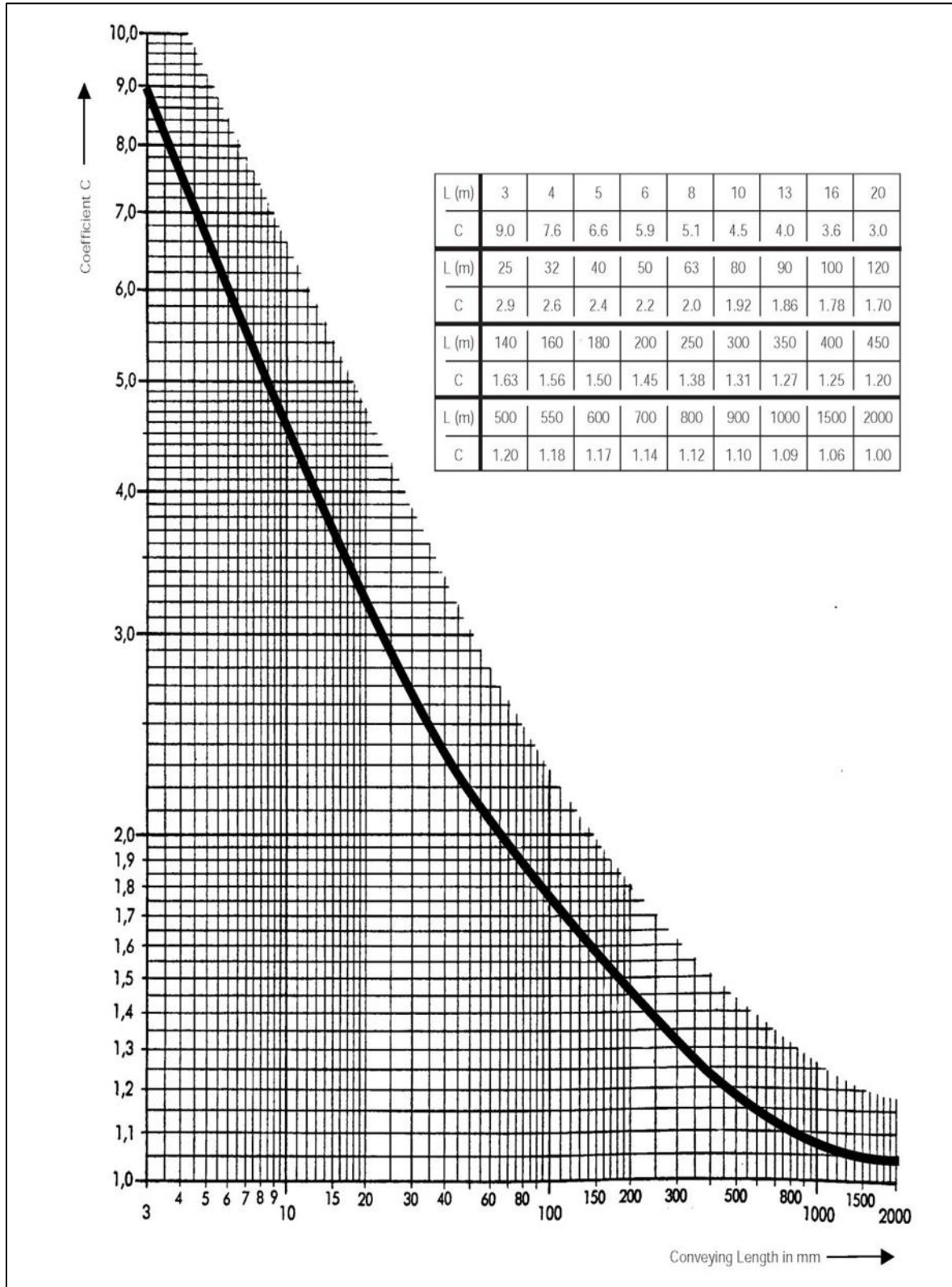
16. Pang, Y. (2010). *Intelligent belt conveyor monitoring and control*. Unpublished Master's Thesis, Delft University of Technology, Netherlands.
17. CEMA. (2007). *Belt conveyors for bulk materials* (6th ed.). Naples: Conveyor Equipment Manufacturers Association, 2-214.
18. Cengiz, C. (2012). *Bir bantlı konveyörün sonlu eleman yöntemiyle dinamik analizi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 17-43.
19. Ananth, K. N. S., Rakesh, V. and Visweswarao, P. K. (2013). Design and selecting the proper conveyor-belt, *International Journal of Advanced Engineering Technology*, 43-49.
20. Gerdemeli, İ., İmrak, C.E ve Kesikçi, M.K., (2005). *Sürekli transport sistemleri*. İstanbul, Birsan Yayınevi, 157-205.
21. Zhang, S. and Xia, X. (2009). *A new energy calculation model of belt conveyor*, Paper presented at the IEEE Africon.
22. İmrak, C.E. ve Gerdemeli, İ. (2000). Bantlı konveyörlerin bilgisayar yardımıyla simülasyonu, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(3), 79-102.
23. Zorlu, H. (2009). *Bantlı götürücülerin optimizasyonu*. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
24. Yang, B. (2014). *Fibre optic conveyor monitoring system*, A thesis submitted for the degree of Master of Philosophy at The University of Queensland.
25. CEMA, (2002). *Belt conveyors for bulk materials* (5th ed.). Naples: Conveyor Equipment Manufacturers Association, 2-214.
26. Aşık, E. (1982). *Bantlı konveyörler hesap ve konstrüksiyon esasları*. Ankara: Mühendisler Odası Yayınları, 3-305.
27. Ritter, R. (2016). *Contribution to the capacity determination of semi-mobile in-pit crushing and conveying systems*, Doktor Thesis, To the Faculty of Geosciences, Geoengineering and Mining of the Technische Universität Bergakademie Freiberg, 10-26.
28. Duncan, L.D. and Levitt, B.J. (1990). *Belt conveyors, in surface mining*. (2). Kennedy: SME, 692-705.
29. García, P.L. (2016, Haziran). *Desing and belt conveyor for iron ore*, Master's Thesis, University of Ljubljana Faculty of Mechanical Engineering, 12-24.
30. Allerstorfer, C. (2012). *Dynamic design of belt conveyors*, Diploma Thesis, Department of Product Engineering- Chair of Conveying Technology, 9-28.
31. İnternet: Bantlı konveyörlerde toz toplama sorunları ve çözümleri. Web: <http://teknofilter.com/blog/bantli-konveyorlerde-toz-toplama/> Son Erişim Tarihi: 26.06.2022

32. Şimşir, A. (2013). *Bantlı konveyörler ve tahrik mekanizmalarının incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 12-63
33. İnternet: Liebherr the truck mixer conveyor brochure's Web: <https://www.liebherr.com/external/products/products-assets/256691/liebherr-brochure-conveyors-en.pdf>. Son Erişim Tarihi: 26.06.2022
34. Kurteri, R. (2008). *Medikal UHMWPE'nin kuru ve sulu ortamlardaki sürtünme ve aşınma davranışı*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 20-45.
35. İnternet: Polikim ulpolen PE1000 teknik özellikleri Web: https://www.polikim.com.tr/images/uploads/5081efe874594fa7922d41476ccb89bd_ulpolen-teknik-ozellikler.pdf Son Erişim Tarihi: 26.06.2022
36. Dunlop-Enerka GmbH. (1994). *Conveyor belt technique-design and calculation*, Grevenbroich, Germany, 11-112.
37. İnternet: Bükme sac bant konveyörleri Web: <https://www.aymak.com/bant-konveyorler.html>. Son Erişim Tarihi: 26.06.2022
38. DIN 22101: 2011-12. Belt conveyors for bulk materials-bases for calculation and design.
39. ISO 5048 (1989). Continuous mechanical handling equipment, belt conveyors with carrying idlers, calculation of operating power and tensile forces.
40. Derikvand, Z. (2015). *Design of a drive for a belt conveyor system*, Bachelor Thesis, Czech Technical University in Prague Faculty of Mechanical Engineer, 44-67.
41. Türk Standardları Enstitüsü (2002). Beton- taze beton deneyleri- Bölüm 6: Yoğunluk - TS EN 12350-6. TSE, Ankara, 1-6.
42. İnternet: Ağır sanayiide kullanılan konveyörlerin tehkileleri ve önlemleri Web: <http://www.oktaytan.net/MAKALE/KonveyorlerinTehlikeleri.pdf>. Son Erişim Tarihi: 26.06.2022
43. Dayan, E.T. (2014). *Bantlı konveyör tasarımı ve analizi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 63-88.
44. Kulinowski, P. and Kasza, P., (2007), *Belt conveyor calculations*, Department of Mining, Dressing and Transport Machines, 1-8.
45. İnternet: Akkayalar konveyör rulo kataloğu Web: <https://www.akkayalar.com.tr/content/upload/catalog/turkce-katalog-20170923121631.pdf>. Son Erişim tarihi: 26.06.2022
46. İnternet: Parker Hannifin hidrolik silindir katalog Web: <https://www.parker.com/Literature/Cylinder%20Europe/Cylinder%20Europe%20-%20English%20Literature/Product%20Literature/2H%20Hydraulic%20Cylinders%20HY07-1110-UK.pdf>. Son Erişim Tarihi: 26.06.2022

47. İnternet: Mukavemet ve malzeme Web: http://www.guven-kutay.ch/index_9.htm Son Erişim Tarihi: 26.06.2022
48. Türk Standartları Enstitüsü (2013). Akışkan gücü sistemleri ve bileşenleri- silindirler-silindir çapları ve piston kolu çapları- Metrik seriler - TS ISO 3320, TSE, Ankara, 1-16.
49. Beypars, B. ve Bekil, B., (2021). Hidrolik pres tasarımında balans (dengeleme) silindiri kullanarak hidrolik sistemin iyileştirilmesi, *Mühendis ve Makine*, 180-203.
50. Cengiz, C. (2012). *Bir bantlı konveyörün sonlu eleman yöntemiyle dinamik analizi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 12-84.
51. Çelebi, A. ve Özdemir, A. (2022, Şubat). Teleskopik konveyör tasarım parametrelerinin bilgisayar destekli hesabı, *3. Uluslararası Mühendislik Bilimleri ve Multidisipliner Yaklaşımlar Kongresi*, 280-285.

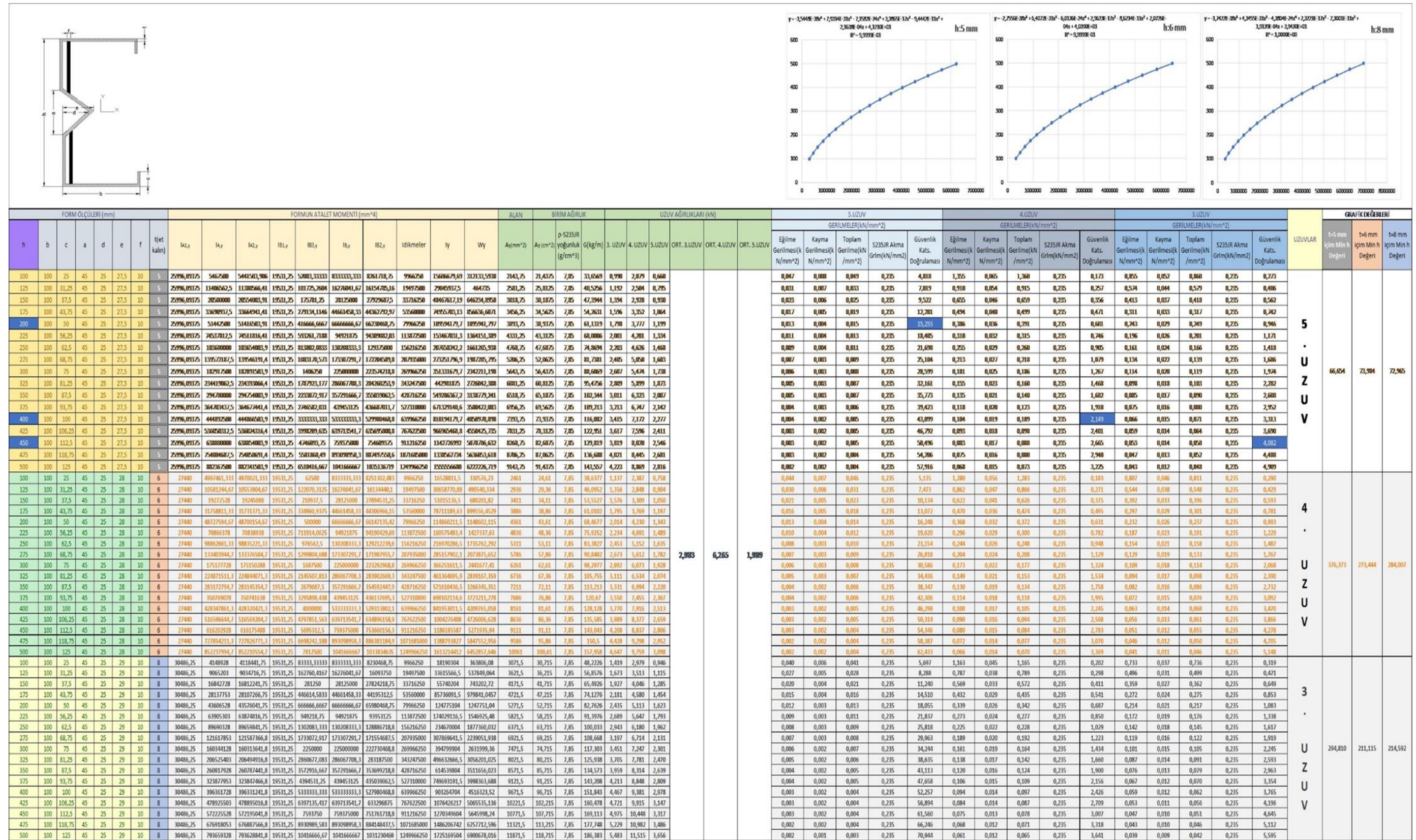
EKLER

EK-1. Konveyör uzunluğu>80m için Uzunluk faktörü C'nin belirlenmesi



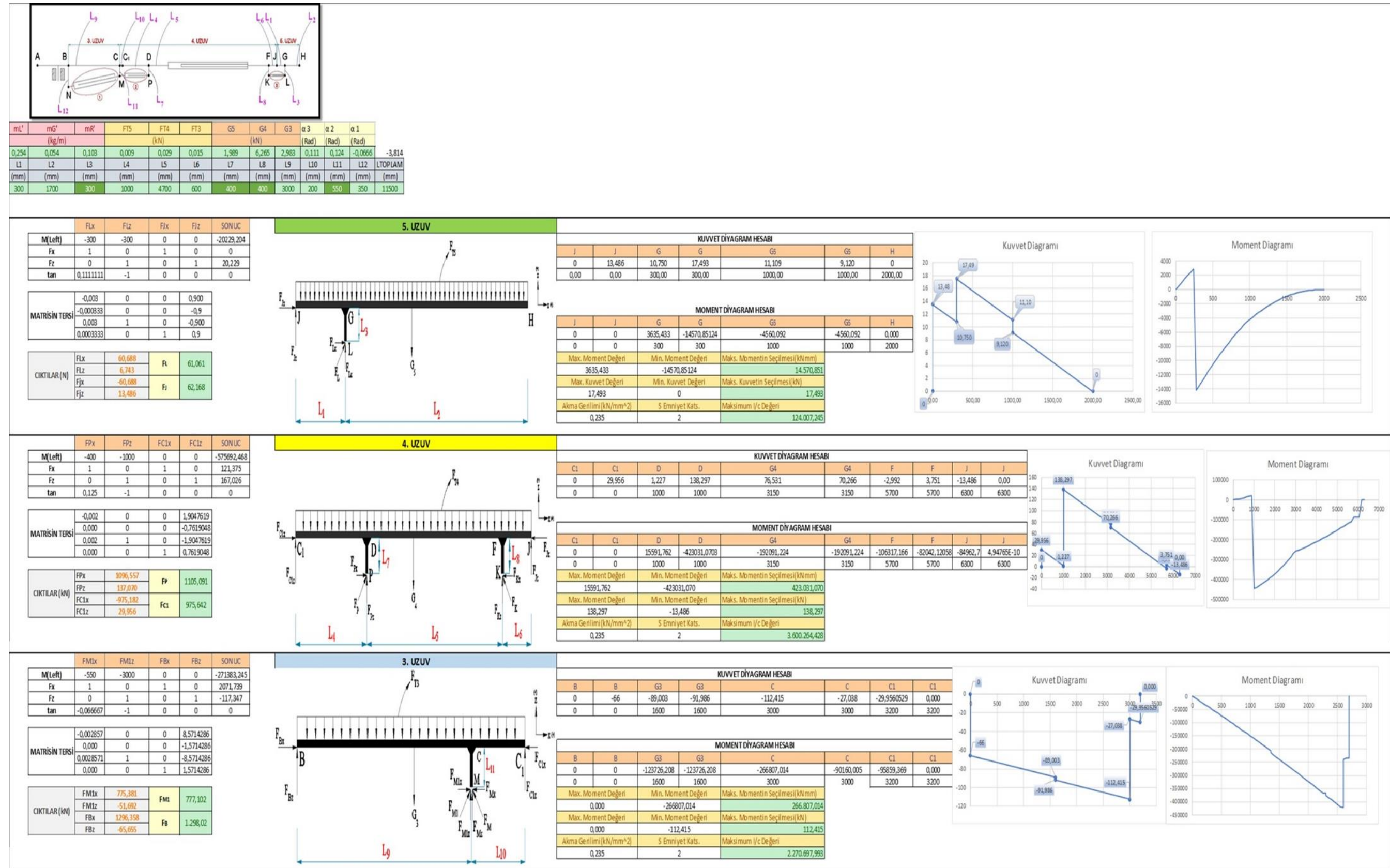
Şekil 1.1. Konveyör uzunluğu>80m için Uzunluk faktörü C'nin belirlenmesi

EK-2. Excel raporu



Şekil 2.1. Excel raporu

EK-2. (devam) Excel raporu



Şekil 2.1. (devam) Excel raporu

EK-2. (devam) Excel raporu

3. PİSTON HESABI																		
Silindir İtme Kuvveti (kN)	kN to N	Silindir İtme Kuvveti (N)	Sistem Çalışma Basıncı (bar)	bar to N/m ²	Sistem Çalışma Basıncı (N/m ²)	Verim	Piston Alanı (m ²)	Piston Çapı (m)	Piston Çapı (mm)	Belirlenen Strok (mm)	Elastite Modülü (N /m ²)	Eşdeğer Burkulma Uzunl.(m)	Güvenlik Kats.	Burkulma Yüğü (N)	Piston Mil Çapı (m)	Piston Mil Çapı (mm)	Seçilen Piston Çapı (mm)	Seçilen Mil Çapı (mm)
61,061	1000	61061,078	160	1,E+05	16000000	0,85	0,002245	0,0535	53,4629	500	2,1E+11	0,354	3,50	213713,7743	0,0226	22,637	80	36
61,061	1000	61061,078	210	1,E+05	21000000	0,85	0,00171	0,0467	46,6663	500	2,1E+11	0,354	3,50	213713,7743	0,0226	22,637	80	36
61,061	1000	61061,078	250	1,E+05	25000000	0,85	0,001437	0,0428	42,7704	500	2,1E+11	0,354	3,50	213713,7743	0,0226	22,637	80	36
2. PİSTON HESABI																		
Silindir İtme Kuvveti (kN)	kN to N	Silindir İtme Kuvveti (N)	Sistem Çalışma Basıncı (bar)	bar to N/m ²	Sistem Çalışma Basıncı (N/m ²)	Verim	Piston Alanı (m ²)	Piston Çapı (m)	Piston Çapı (mm)	Belirlenen Strok (mm)	Elastite Modülü (N /m ²)	Eşdeğer Burkulma Uzunl.(m)	Güvenlik Kats.	Burkulma Yüğü (N)	Piston Mil Çapı (m)	Piston Mil Çapı (mm)	Seçilen Piston Çapı (mm)	Seçilen Mil Çapı (mm)
552,545	1000	552545,364	160	1,E+05	16000000	0,85	0,020314	0,1608	160,8254	700	2,1E+11	0,495	3,50	1933908,775	0,0465	46,455	240	110
552,545	1000	552545,364	210	1,E+05	21000000	0,85	0,015477	0,1404	140,3799	700	2,1E+11	0,495	3,50	1933908,775	0,0465	46,455	200	110
552,545	1000	552545,364	250	1,E+05	25000000	0,85	0,013001	0,1287	128,6603	700	2,1E+11	0,495	3,50	1933908,775	0,0465	46,455	200	110
1. PİSTON HESABI																		
Silindir İtme Kuvveti (kN)	kN to N	Silindir İtme Kuvveti (N)	Sistem Çalışma Basıncı (bar)	bar to N/m ²	Sistem Çalışma Basıncı (N/m ²)	Verim	Piston Alanı (m ²)	Piston Çapı (m)	Piston Çapı (mm)	Belirlenen Strok (mm)	Elastite Modülü (N /m ²)	Eşdeğer Burkulma Uzunl.(m)	Güvenlik Kats.	Burkulma Yüğü (N)	Piston Mil Çapı (m)	Piston Mil Çapı (mm)	Seçilen Piston Çapı (mm)	Seçilen Mil Çapı (mm)
777,102	1000	777101,858	160	1,E+05	16000000	0,85	0,05714	0,2697	269,7271	2000	2,1E+11	1,414	3,50	2719856,504	0,0855	85,511	200	110
777,102	1000	777101,858	210	1,E+05	21000000	0,85	0,043535	0,2354	235,4371	2000	2,1E+11	1,414	3,50	2719856,504	0,0855	85,511	160	90
777,102	1000	777101,858	250	1,E+05	25000000	0,85	0,036569	0,2158	215,7817	2000	2,1E+11	1,414	3,50	2719856,504	0,0855	85,511	160	90

Şekil 2.1. (devam) Excel raporu

EK-3.VBA Açık kaynak kodlarının gösterilmesi

```

Private Sub CommandButton1_Click()
'saveaspdf
'export_jpg
Example1
End Sub

Private Sub CommandButton2_Click()
Dim k As Long
Dim h As Long
h = 0
Dim strFinal As String
Dim strLine As String
Dim satsut() As String
k = 0
Dim strFileName As String
Dim strFileNamebas As String
Dim strFileExists As String
strFileNamebas = "C:\Users\Mustafa\Desktop\çizimler\ayfer tez konveyor\"
.....

strFileName = strFileNamebas + "3.uzuv.txt"
k = k + 1
Close #k
Open strFileName For Input As #k
strFinal = ""
Do While Not EOF(1)
h = h + 1
Line Input #1, strLine
If strLine <> "" Then
strLine = Right(strLine, Len(strLine) - InStr(1, strLine, Chr(34)) + 1)
ReDim Preserve satsut(1, h)
satsut(0, h - 1) = Split(strLine, "=")(0)
satsut(1, h - 1) = Split(strLine, "=")(1)
End If

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

'sutunlar=split(strline
'Print #k, "deneme"
Loop
Close #k
Dim i As Integer
For i = 0 To UBound(satsut, 2) - 1
If InStr(satsut(0, i), "H") > 0 Then
satsut(1, i) = " " & Tasiyici_3_T
End If
If InStr(satsut(0, i), "L5") > 0 Then
satsut(1, i) = " " & L5_T
End If
If satsut(0, i) <> "" Then
strFinal = strFinal + satsut(0, i) + "=" + satsut(1, i) + vbCrLf
Else
strFinal = strFinal + vbCrLf
End If
Next i
Debug.Print strFinal
k = k + 1
Close #k
Open strFileName For Output As #k
Print #k, strFinal
Close #k
.....

strFileName = strFileNamebas & "3.uzuv kulak.txt"
k = k + 1
Close #k
Open strFileName For Input As #k
strFinal = ""
Do While Not EOF(1)
h = h + 1

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

Line Input #1, strLine
If strLine <> "" Then
strLine = Right(strLine, Len(strLine) - InStr(1, s, Chr(34)) + 1)
ReDim Preserve satsut(1, h)
satsut(0, h - 1) = Split(strLine, "=")(0)
satsut(1, h - 1) = Split(strLine, "=")(1)
End If
'sutunlar=split(strline
'Print #k, "deneme"
Loop
Close #k
For i = 0 To UBound(satsut, 2) - 1
If InStr(satsut(0, i), "h") > 0 Then
satsut(1, i) = " " & L11_T
End If
If satsut(0, i) <> "" Then
strFinal = strFinal + satsut(0, i) + "=" + satsut(1, i) + vbCrLf
Else
strFinal = strFinal + vbCrLf
End If
Next i
Debug.Print strFinal
k = k + 1
Close #k
Open strFileName For Output As #k
Print #k, strFinal
Close #k
.....

End Sub

Private Sub CommandButton3_Click()
Application.Visible = True
End Sub

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```
Private Sub Label37_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal  
X As Single, ByVal Y As Single)
```

```
Image1.Top = 133
```

```
Image1.Left = 6
```

```
Image1.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub UserForm_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer,  
ByVal X As Single, ByVal Y As Single)
```

```
Image1.Visible = False
```

```
Image3.Visible = False
```

```
Image4.Visible = False
```

```
Image5.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Kapasite_T_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer,  
ByVal X As Single, ByVal Y As Single)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub T_ET_T_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal  
X As Single, ByVal Y As Single)
```

```
Image3.Top = 234
```

```
Image3.Left = 0
```

```
Image3.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub D_ET_T_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal  
X As Single, ByVal Y As Single)
```

```
Image3.Top = 234
```

```
Image3.Left = 0
```

```
Image3.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Bant_Gen_T_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer,  
ByVal X As Single, ByVal Y As Single)
```

```
Image4.Top = 0
```

```
Image4.Left = 0
```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

Image4.Visible = True
End Sub

Private Sub ECK_T_MouseMove(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal
X As Single, ByVal Y As Single)
Image5.Top = 0
Image5.Left = 0
Image5.Visible = True
End Sub

Private Sub UserForm_Initialize()
UserForm1.BackColor = RGB(242, 248, 255)
Dim ctrl As Control    ' CREATE A CONTROL OBJECT.
    ' LOOP THROUGH EACH CONTROL, CHECK IF THE CONTROL IS A TEXTBOX.
For Each ctrl In Me.Controls
    If TypeName(ctrl) = "TextBox" And ctrl.Tag = "Input" Then
        ctrl.BackColor = RGB(255, 255, 204)
        ctrl.BackStyle = 1
        ctrl.BorderColor = RGB(179, 179, 0)
    End If
    If TypeName(ctrl) = "TextBox" And ctrl.Tag = "Output" Then
        ctrl.BackColor = RGB(229, 255, 204)
        ctrl.BackStyle = 1
        ctrl.BorderColor = RGB(0, 153, 0)
    End If
    If TypeName(ctrl) = "CommandButton" Then
        ctrl.BackColor = RGB(89, 89, 89)
        ctrl.ForeColor = RGB(255, 255, 255)
    End If
    If TypeName(ctrl) = "Label" And ctrl.Tag = "Label" Then
        ctrl.BackColor = RGB(255, 255, 0)
        ctrl.BackStyle = 1
        ctrl.BorderColor = RGB(0, 153, 0)
    End If

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

Next ctrl

Application.Visible = False

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("A16").Value2 = CDbL(L1_T)

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("B16").Value2 = CDbL(L2_T)

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("C16").Value2 = CDbL(L3_T)

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("D16").Value2 = CDbL(L4_T)

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("E16").Value2 = CDbL(L5_T)

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("F16").Value2 = CDbL(L6_T)

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("G16").Value2 = CDbL(L7_T)

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("H16").Value2 = CDbL(L8_T)

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("I16").Value2 = CDbL(L9_T)

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("J16").Value2 = CDbL(L10_T)

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("K16").Value2 = CDbL(L11_T)

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("L16").Value2 = CDbL(L12_T)

ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
Range("D4").Value2 = CDbL(S_B_T)

ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
Range("K16").Value2 = CDbL(P1_S_T)

ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
Range("K10").Value2 = CDbL(P2_S_T)

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```
ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
Range("K4").Value2 = CDb1(P3_S_T)
L1_T_Change
L5_T.SetFocus
End Sub

Private Sub L1_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("A16").Value2 = CDb1(L1_T)
KTU_T = Round(Range("M16").Value2, 3)
End Sub

Private Sub L2_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("B16").Value2 = CDb1(L2_T)
KTU_T = Round(Range("M16").Value2, 3)
End Sub

Private Sub L3_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("C16").Value2 = CDb1(L3_T)
KTU_T = Round(Range("M16").Value2, 3)
guncelle
End Sub

Private Sub L4_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("D16").Value2 = CDb1(L4_T)
KTU_T = Round(Range("M16").Value2, 3)
End Sub

Private Sub L5_T_Change()
On Error Resume Next
```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("E16").Value2 = CDbl(L5_T)
KTU_T = Round(Range("M16").Value2, 3)
End Sub

Private Sub L6_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("F16").Value2 = CDbl(L6_T)
KTU_T = Round(Range("M16").Value2, 3)
End Sub

Private Sub L7_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("G16").Value2 = CDbl(L7_T)
KTU_T = Round(Range("M16").Value2, 3)
guncelle
End Sub

Private Sub L8_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("H16").Value2 = CDbl(L8_T)
KTU_T = Round(Range("M16").Value2, 3)
guncelle
End Sub

Private Sub L9_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("I16").Value2 = CDbl(L9_T)
KTU_T = Round(Range("M16").Value2, 3)
End Sub

Private Sub L10_T_Change()
On Error Resume Next

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("J16").Value2 = CDbL(L10_T)
KTU_T = Round(Range("M16").Value2, 3)
End Sub

Private Sub L11_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("K16").Value2 = CDbL(L11_T)
KTU_T = Round(Range("M16").Value2, 3)
guncelle
End Sub

Private Sub L12_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KUVVET HESAPLARI").Activate
Range("L16").Value2 = CDbL(L12_T)
KTU_T = Round(Range("M16").Value2, 3)
guncelle
End Sub

Private Sub KTU_T_Change()
guncelle
End Sub

Private Sub DMA_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
Range("D19").Value2 = CDbL(DMA_T)
guncelle
End Sub

Private Sub TMA_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
Range("D18").Value2 = TMA_T
Güncelle

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```
End Sub

Private Sub TMM_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
Range("D16").Value2 = CDbI(TMM_T)
guncelle
End Sub

Private Sub Kapasite_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
Range("D4").Value2 = CDbI(Kapasite_T)
guncelle
End Sub

Private Sub YOA_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
Range("D6").Value2 = CDbI(YOA_T)
guncelle
End Sub

Private Sub DMM_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
Range("D17").Value2 = CDbI(DMM_T)
guncelle
End Sub

Private Sub Hiz_T_Change()
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
Range("D10").Value2 = CDbI(Hiz_T)
guncelle
End Sub

Private Sub S_B_T_Change()
```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
Range("D4").Value2 = CDBl(S_B_T)
guncelle
End Sub

Private Sub L1_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)
If CInt(L1_T) < 100 Then
MsgBox "Lütfen 100'den büyük değer giriniz"
L1_T = 100
End If
If CInt(L1_T) > 300 Then
MsgBox "Lütfen 300'den küçük değer giriniz"
L1_T = 300
End If
End Sub

Private Sub L2_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)
If CInt(L2_T) < 1000 Then
MsgBox "Lütfen 1000'den büyük değer giriniz"
L2_T = 1000
End If
If CInt(L2_T) > 2000 Then
MsgBox "Lütfen 2000'den küçük değer giriniz"
L2_T = 1700
End If
End Sub

Private Sub L3_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)
If CInt(L3_T) < 0 Then
MsgBox "Lütfen 0'dan büyük değer giriniz"
L3_T = 0
End If
If CInt(LL3_T) > 500 Then
MsgBox "Lütfen 500'den küçük değer giriniz"
```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```
L3_T = 300
End If
End Sub

Private Sub L4_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)
If CInt(L4_T) < 800 Then
MsgBox "Lütfen 800'den büyük değer giriniz"
L4_T = 800
End If
If CInt(L4_T) > 2000 Then
MsgBox "Lütfen 2000'den küçük değer giriniz"
L4_T = 1000
End If
End Sub

Private Sub L5_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)
If CInt(L5_T) < 3000 Then
MsgBox "Lütfen 3000'den büyük değer giriniz"
L5_T = 3000
End If
If CInt(L5_T) > 5700 Then
MsgBox "Lütfen 5700'den küçük değer giriniz"
L5_T = 4700
End If
End Sub

Private Sub L6_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)
If CInt(L6_T) < 300 Then
MsgBox "Lütfen 300'den büyük değer giriniz"
L6_T = 300
End If
If CInt(L6_T) > 1200 Then
MsgBox "Lütfen 1200'den küçük değer giriniz"
L6_T = 600
End If
```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

End Sub

Private Sub L7_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)

If CInt(L7_T) < 100 Then

MsgBox "Lütfen 100'den büyük değer giriniz"

L7_T = 100

End If

If CInt(L7_T) > 500 Then

MsgBox "Lütfen 500'den küçük değer giriniz"

L7_T = 400

End If

End Sub

Private Sub L8_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)

If CInt(L8_T) < 100 Then

MsgBox "Lütfen 100'den büyük değer giriniz"

L8_T = 100

End If

If CInt(L8_T) > 500 Then

MsgBox "Lütfen 500'den küçük değer giriniz"

L8_T = 400

End If

End Sub

Private Sub L9_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)

If CInt(L9_T) < 2000 Then

MsgBox "Lütfen 2000'den büyük değer giriniz"

L9_T = 2000

End If

If CInt(L9_T) > 4500 Then

MsgBox "Lütfen 500'den küçük değer giriniz"

L9_T = 3000

End If

End Sub

Private Sub L10_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```
If CInt(L10_T) < 0 Then
MsgBox "Lütfen 0'dan büyük değer giriniz"
L10_T = 0
End If
If CInt(L10_T) > 300 Then
MsgBox "Lütfen 300'den küçük değer giriniz"
L10_T = 200
End If
End Sub

Private Sub L11_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)
If CInt(L11_T) < 300 Then
MsgBox "Lütfen 300'den büyük değer giriniz"
L11_T = 300
End If
If CInt(L11_T) > 750 Then
MsgBox "Lütfen 750'den küçük değer giriniz"
L11_T = 550
End If
End Sub

Private Sub L12_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)
If CInt(L12_T) < 350 Then
MsgBox "Lütfen 350'den büyük değer giriniz"
L12_T = 350
End If
If CInt(L12_T) > 600 Then
MsgBox "Lütfen 600'den küçük değer giriniz"
L12_T = 600
End If
End Sub

Private Sub S_B_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)
If CInt(S_B_T) < 160 Then
MsgBox "Lütfen 160'dan büyük değer giriniz"
```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```
S_B_T = 160
```

```
End If
```

```
If CInt(S_B_T) > 330 Then
```

```
MsgBox "Lütfen 330'dan küçük değer giriniz"
```

```
S_B_T = 330
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub P1_S_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)
```

```
If CInt(P1_S_T) < 1500 Then
```

```
MsgBox "Lütfen 1500'den büyük değer giriniz"
```

```
P1_S_T = 1500
```

```
End If
```

```
If CInt(P1_S_T) > 3000 Then
```

```
MsgBox "Lütfen 3000'den küçük değer giriniz"
```

```
P1_S_T = 2000
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub P2_S_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)
```

```
If CInt(P2_S_T) < 300 Then
```

```
MsgBox "Lütfen 300'den büyük değer giriniz"
```

```
P2_S_T = 300
```

```
End If
```

```
If CInt(P2_S_T) > 1250 Then
```

```
MsgBox "Lütfen 1250'den küçük değer giriniz"
```

```
P2_S_T = 700
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub P3_S_T_Exit(ByVal Cancel As MSForms.ReturnBoolean)
```

```
If CInt(P3_S_T) < 100 Then
```

```
MsgBox "Lütfen 100'den büyük değer giriniz"
```

```
P3_S_T = 100
```

```
End If
```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

If CInt(P3_S_T) > 900 Then
MsgBox "Lütfen 900'den küçük değer giriniz"
P3_S_T = 500
End If
End Sub

Function guncelle()
Dim bant_g As Double
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
bant_g = Round(Range("D24").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("CIZELGELER").Activate
Dim i As Integer
Dim deger As Integer
For i = 1 To 14
If Cells(55, i + 10).Value > bant_g Then
deger = Cells(55, i + 10).Value
Exit For
End If
Next i
Bant_Gen_T = deger
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
CHD_T = Round(Range("D31").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
ECK_T = Round(Range("D33").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
KG_T = Round(Range("D34").Value2, 3)
Dim motor_g As Double
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
motor_g = Round(Range("D36").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("CIZELGELER").Activate
For i = 1 To 24
If Cells(2 + i, 22).Value > motor_g Then
deger = Cells(2 + i, 22).Value

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

Exit For
End If
Next i
Motor_Gucu_T = deger
Dim tahrik_g As Double
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
tahrik_g = Round(Range("D56").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("CIZELGELER").Activate
For i = 1 To 16
If Cells(45, 9 + i).Value > tahrik_g Then
deger = Cells(45, 9 + i).Value
Exit For
End If
Next i
Tahrik_TC_T = deger
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
M_Gergi_T = Round(Range("D46").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("KONVEYOR CLSM").Activate
G_K_T = Round(Range("D53").Value2, 3)
'PISTON SECIMI
Dim ii As Long
ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
P1_T = Round(Range("A16").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
P2_T = Round(Range("A10").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
P3_T = Round(Range("A4").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
Dim P1_g As Double
ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
P1_g = Round(Range("J16").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("CIZELGELER").Activate

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

For i = 1 To 20
If Cells(62 + i, 2).Value > P1_g Then
deger = Cells(62 + i, 2).Value
ii = i
Exit For
End If
Next i
P1_C_T = deger
Dim P1_M_g As Double
ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
P1_g = Round(Range("J16").Value2, 3)
P1_M_g = Round(Range("Q16").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("CIZELGELER").Activate
For i = 1 To 20
If Cells(62 + i, 2).Value > P1_g And Cells(62 + i, 4).Value > P1_M_g Then
deger_2 = Cells(62 + i, 4).Value
Exit For
End If
Next i
P1_M_C_T = deger_2
Dim P2_g As Double
ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
P2_g = Round(Range("J10").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("CIZELGELER").Activate
For i = 1 To 20
If Cells(62 + i, 2).Value > P2_g Then
deger = Cells(62 + i, 2).Value
ii = i
Exit For
End If
If i = 16 Then
P2_C_T = 200

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

End If
Next i
P2_C_T = deger
Dim P2_M_g As Double
ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
P2_g = Round(Range("J10").Value2, 3)
P2_M_g = Round(Range("Q10").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("CIZELGELER").Activate
For i = 1 To 20
If Cells(62 + i, 2).Value > P2_g And Cells(62 + i, 4).Value > P2_M_g Then
deger_2 = Cells(62 + i, 4).Value
Exit For
End If
Next i
P2_M_C_T = deger_2
Dim P3_g As Double
ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
P3_g = Round(Range("J4").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("CIZELGELER").Activate
For i = 1 To 20
If Cells(62 + i, 2).Value > P3_g Then
deger = Cells(62 + i, 2).Value
Exit For
End If
Next i
P3_C_T = deger
Dim P3_M_g As Double
ThisWorkbook.Sheets("PISTON SECIMI").Activate
P3_g = Round(Range("J4").Value2, 3)
P3_M_g = Round(Range("Q4").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("CIZELGELER").Activate
For i = 1 To 20

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

If Cells(62 + i, 2).Value > P3_g And Cells(62 + i, 4).Value > P3_M_g Then
deger_2 = Cells(62 + i, 4).Value
Exit For
End If
Next i
P3_M_C_T = deger_2
'YÜKSEKLİK
Dim t5_g As Double
ThisWorkbook.Sheets("GERILME").Activate
t5_g = Round(Range("AS23").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("CIZELGELER").Activate
For i = 1 To 17
If Cells(48, 9 + i).Value > t5_g Then
deger = Cells(48, 9 + i).Value
Exit For
End If
Next i
If deger < 200 Then
deger = 200
End If
Tasiyici_5_T = deger
Dim t4_g As Double
ThisWorkbook.Sheets("GERILME").Activate
t4_g = Round(Range("AS40").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("CIZELGELER").Activate
For i = 1 To 17
If Cells(48, 9 + i).Value > t4_g Then
deger = Cells(48, 9 + i).Value

Exit For
End If
Next i

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

If deger < 200 Then
deger = 200
End If
Tasiyici_4_T = deger
Dim t3_g As Double
ThisWorkbook.Sheets("GERILME").Activate
t3_g = Round(Range("AS57").Value2, 3)
ThisWorkbook.Sheets("CIZELGELER").Activate
For i = 1 To 17
If Cells(48, 9 + i).Value > t3_g Then
deger = Cells(48, 9 + i).Value
Exit For
End If
Next i
If deger <= Tasiyici_4_T Then
deger = Tasiyici_4_T + 50
End If
If deger < 200 Then
deger = 200
End If
Tasiyici_3_T = deger
End Function
Sub dosya_ac()
Dim strFinal As String
Dim kelime As Variant
Dim sayi() As Variant
kelime = Array("k_a_m", "k_g", "k_a_p_a_m", "k_y", "g_p_g", "p_g")
sayi = Array(TextBox1.Value, TextBox2.Value, TextBox4.Value, TextBox3.Value,
TextBox5.Value, TextBox6.Value)
'Line read from original text file
Dim strLine As String
Dim nstrLine As Variant

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

Close #1
'open the text file for reading
Open "C:\Users\Mustafa\Desktop\bülbüloğlu\veriler.txt" For Input As #1
strFinal = ""
'loop until the end of the text file is reached
While EOF(1) = False
    'read the current line from the text file
    Line Input #1, strLine
    If strLine = "" Then
        GoTo ss
    End If
    For a = 0 To UBound(kelime)
        If InStr(1, Split(strLine, "=")(0), kelime(a)) > 0 Then
            nstrLine = Split(strLine, "=")
            nstrLine(1) = sayi(a)
            strLine = nstrLine(0) + "=" + nstrLine(1)
        End If
    Next a
    'concatenate the modified line to the rest of the string
    strFinal = strFinal + strLine + vbCrLf
Wend
strFinal = Left(strFinal, Len(strFinal) - 2)
'close the file
Close #1
Open "C:\Users\Mustafa\Desktop\bülbüloğlu\veriler.txt" For Output As #1
Print #1, strFinal
'overwrite the file with the new string
Close #1
End Sub

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

Sub saveaspdf()
ThisWorkbook.Sheets(Array("GERILME", "KONVEYOR CLSM", "PISTON SECIMI",
"KUVVET HESAPLARI", "CIZELGELER")).Select
Dim filename As String
    Dim kaydet As String
    filename = Application.GetSaveAsFilename( _
InitialFileName:=Siparis_Kodu_T, _
fileFilter:="Gumiho File (*.pdf), *.pdf")
If filename = "False" Then Exit Sub
    ActiveSheet.ExportAsFixedFormat Type:=xlTypePDF, filename:= _
    filename, Quality:=xlQualityStandard, IncludeDocProperties:=True, _
    IgnorePrintAreas:=False, OpenAfterPublish:=True
"C:\tempo.pdf"
End Sub

Sub export_jpg()
Dim sSheetName As String
Dim oRangeToCopy As Range
Dim oCht As Chart
'Dim filename As String
'    Dim kaydet As String
'        filename = Application.GetSaveAsFilename( InitialFileName:=Siparis_Kodu_T,
fileFilter:="Resim dosyası (*.jpg), *.jpg")
sSheetName = "GERILME" ' worksheet to work on
Set oRangeToCopy = Worksheets(sSheetName).Range("A1:AU74") ' range to be copied
Worksheets(sSheetName).Range(oRangeToCopy).CopyPicture xlScreen, xlBitmap
Set oCht = Charts.Add
With oCht
    .Paste
    .Export filename:="C:\SavedRange.jpg", Filtername:="JPG"
End With
sSheetName = "KUVVET HESAPLARI" ' worksheet to work on
Set oRangeToCopy = Range("A1:AO72") ' range to be copied

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

Worksheets(sSheetName).Range(oRangeToCopy).CopyPicture xlScreen, xlBitmap
Set oCht = Charts.Add
With oCht
    .Paste
    .Export filename:="C:\SavedRange.jpg", Filtername:="JPG"
End With
sSheetName = "PISTON SECIMI" ' worksheet to work on
Set oRangeToCopy = Range("A1:S17") ' range to be copied
Worksheets(sSheetName).Range(oRangeToCopy).CopyPicture xlScreen, xlBitmap
Set oCht = Charts.Add
With oCht
    .Paste
    .Export filename:="C:\SavedRange.jpg", Filtername:="JPG"
End With
sSheetName = "KONVEYOR CLSM" ' worksheet to work on
Set oRangeToCopy = Range("A1:G64") ' range to be copied
Worksheets(sSheetName).Range(oRangeToCopy).CopyPicture xlScreen, xlBitmap
Set oCht = Charts.Add
With oCht
    .Paste
    .Export filename:="C:\SavedRange.jpg", Filtername:="JPG"
End With
sSheetName = "CIZELGELER" ' worksheet to work on
Set oRangeToCopy = Range("B2:Z82") ' range to be copied
Worksheets(sSheetName).Range(oRangeToCopy).CopyPicture xlScreen, xlBitmap
Set oCht = Charts.Add
With oCht
    .Paste
    .Export filename:="C:\SavedRange.jpg", Filtername:="JPG"
End With
End Sub
Sub Example1()

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

Dim i As Integer
Dim intCount As Integer
Dim objPic As Shape
Dim objChart As Chart
'copy the range as an image
intCount = Worksheets("Raporlama").Shapes.Count
For i = 1 To intCount
    Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(1).Delete
Next i
Call Worksheets("GERILME").Range("A1:AU74").CopyPicture(xlScreen, xlPicture)
Worksheets("Raporlama").Shapes.AddChart
'activate sheet2
Worksheets("Raporlama").Activate
'select the shape in sheet2
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(1).Select
Set objChart = ActiveChart
'paste the range into the chart
objChart.Paste
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(1).Width =
Worksheets("GERILME").Range("A1:AU74").Width
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(1).Height =
Worksheets("GERILME").Range("A1:AU74").Height
'save the chart as a JPEG
objChart.Export ("C:\Users\Mustafa\Desktop\ss1.jpeg")
Call Worksheets("KUVVET HESAPLARI").Range("A1:AO72").CopyPicture(xlScreen,
xlPicture)
Worksheets("Raporlama").Shapes.AddChart
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(2).Select
Set objChart = ActiveChart
'paste the range into the chart
objChart.Paste

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```

Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(2).Width      =      Worksheets("KUVVET
HESAPLARI").Range("A1:AO72").Width
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(2).Height      =      Worksheets("KUVVET
HESAPLARI").Range("A1:AO72").Height
'save the chart as a JPEG
objChart.Export ("C:\Users\Mustafa\Desktop\ss2.jpeg")
Call Worksheets("PISTON SECIMI").Range("A1:S17").CopyPicture(xlScreen, xlPicture)
Worksheets("Raporlama").Shapes.AddChart
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(3).Select
Set objChart = ActiveChart
'paste the range into the chart
objChart.Paste
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(3).Width      =      Worksheets("PISTON
SECIMI").Range("A1:S17").Width
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(3).Height      =      Worksheets("PISTON
SECIMI").Range("A1:S17").Height
'save the chart as a JPEG
objChart.Export ("C:\Users\Mustafa\Desktop\ss3.jpeg")
Call   Worksheets("KONVEYOR   CLSM").Range("A1:G64").CopyPicture(xlScreen,
xlPicture)
Worksheets("Raporlama").Shapes.AddChart
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(4).Select
Set objChart = ActiveChart
'paste the range into the chart
objChart.Paste
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(4).Width      =      Worksheets("KONVEYOR
CLSM").Range("A1:G64").Width
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(4).Height      =      Worksheets("KONVEYOR
CLSM").Range("A1:G64").Height
'save the chart as a JPEG
objChart.Export ("C:\Users\Mustafa\Desktop\ss4.jpeg")
Call Worksheets("CIZELGELER").Range("B2:Z82").CopyPicture(xlScreen, xlPicture)

```

EK-3. (devam) VBA Açık Kaynak Kodlarının Gösterilmesi

```
Worksheets("Raporlama").Shapes.AddChart
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(5).Select
Set objChart = ActiveChart
'paste the range into the chart
objChart.Paste
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(5).Width           =
Worksheets("CIZELGELER").Range("B2:Z82").Width
Worksheets("Raporlama").Shapes.Item(5).Height           =
Worksheets("CIZELGELER").Range("B2:Z82").Height
'save the chart as a JPEG
objChart.Export ("C:\Users\Mustafa\Desktop\ss5.jpeg")
End Sub
```



GAZİ GELECEKTİR...