T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİYEL TASARIM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MÜHENDİSLİK TASARIM YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE NC KONTROLLÜ TAŞLAMA TEZGAHI TASARIMINDA UYGULANMASI

Hazırlayan
Orhan ÇAVUŞ

Danışman
Doç. Dr. Afşın Alper CERİT

Yüksek Lisans Tezi

Haziran 2018
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİYEL TASARIM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MÜHENDİSLİK TASARIM YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE NC KONTROLLÜ TAŞLAMA TEZGAHI TASARIMINDA UYGULANMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Orhan ÇAVUŞ

Danışman
Doç. Dr. Afşın Alper CERİT

Haziran 2018
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.



Orhan Çavuş

"Mühendislik tasarım yöntemlerinin incelenmesi ve NC kontrollü taşlama tezgahı tasarımında uygulanması " adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi' ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan
Orhan ÇAVUŞ

Danışman
Doç. Dr. Afşın Alper CERİT

Endüstriyel Tasarım Mühendisliği ABD Başkanı V.

Prof. Dr. Cem SİNANOĞLU

Doç. Dr. Afşın Alper CERİT danışmanlığında **Orhan ÇAVUŞ** tarafından hazırlanan **"Mühendislik tasarım yöntemlerinin incelenmesi ve NC kontrollü taşlama tezgahı tasarımında uygulanması "** adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Endüstriyel Tasarım Mühendisliği** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

06 / 06 / 2018

JÜRİ:

Danışman : Doç. Dr. Afşın Alper CERİT .....

Üye : Prof. Dr. Cem SİNANOĞLU .....

Üye : Doç. Dr. Murat DİLMEÇ .....

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 03/07/2018 tarih ve 2018/28:05 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

03 / 07 / 2018

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasıyla elde etmiş olduğum bilgilerin mesleğime olan katkıların verdiği mutlulukla beraber tezimin bundan sonra herhangi bir şekilde ihtiyaç duyulduğunda katkıya hazır bir şekilde olduğunu bilmenin verdiği keyfi birlikte yaşamaktayım. İçeriğinde bolca teknik bilginin olduğu bu tezde bilgim olmadığı konularda da gerekli prensiplerin dışına çıkmayarak bir mühendis kimliğiyle yorum yapmaya çalıştım.

Tez çalışmam boyunca benden iyi niyetini, ilgisini ve emeğini esirgemeyen Sayın hocam Doç. Dr. Afşın Alper CERİT'e, hayatım boyunca her türlü destek ve yardımlarını esirgemeyen saygı değer hocalarıma, Taksan Makine Ar-Ge müdürüme, çalışma arkadaşlarıma ve yanımda olmalarını bir lütuf bildiğim aileme sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Orhan ÇAVUŞ

Haziran 2018, KAYSERİ

MÜHENDİSLİK TASARIM YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE NC KONTROLLÜ TAŞLAMA TEZGAHI TASARIMINDA UYGULANMASI

Orhan ÇAVUŞ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2018
Danışman: Doç. Dr. Afşın Alper CERİT

ÖZET

Hızla gelişen teknoloji ile birlikte üreticiler ürünlerini yenileme ve geliştirme ihtiyacı duyarlar. İhtiyacın ve rekabetin devamlı olarak artması, üreticilerin araştırma geliştirme (AR-GE) faaliyetlerine daha çok önem vermesine ve bu faaliyetlere daha fazla bütçe ayırmalarına sebep olmuştur. Araştırma geliştirme faaliyetlerinin en önemli aşamalarından biriside prototip üretimidir.

Bu çalışma kapsamında bütün tasarım metotlarının incelenmesi ve en uygun yöntemin NC kontrollü taşlama tezgahı tasarımında uygulanması amaçlanmıştır.

Tasarımı yapılacak olan taşlama tezgahı yatay taş milli satıh taşlama tezgahı olup, düzlem yüzeylerin ve boylamasına kanalların hassas taşlanması amacıyla dizayn edilecek bir tezgahtır.

NC Kontrollü taşlama tezgahının tasarımı için tasarım metedolojileri araştırılmış Pahl ve Beitz'in sistematik tasarımı yöntemi seçilmiştir ve seçilen bu yöntemin avantaj ve dezavantajları araştırılmıştır.

Konsept tasarım ve detaylı tasarım üç boyutlu bir tasarım programı olan Solidworks programında geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem ihtiyaç ve beklentileri karşılayacak yapıya sahiptir. Hızlı, esnek, ve hassas bir sistem geliştirilirken kullanılan NC kontrol ile de müşteri beklentileri karşılanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tasarım Metotları, NC Taşlama Tezgahı, Kavramsal Tasarım

INVESTIGATION OF ENGINEERING DESIGN METHODS AND APPLICATIONS IN THE DESIGN OF NC CONTROLLED GRINDING MACHINE

Orhan ÇAVUŞ

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, June 2018
Supervisor:Assoc. Prof. Afşın Alper CERİT

ABSTRACT

Along with the rapidly developing technology, manufacturers need to constantly renew and develop their products. The constant increase in need and competition has caused producers to pay more attention to research and development (R & D) activities and to allocate more budget to these activities. One of the most important stages of research and development activities is prototype production.

In this study, it is aimed to examine all design methods and to apply the most appropriate method in NC controlled grinding machine design.

The systematic design method of Pahl and Beitz investigated design methods for the design of the NC-controlled grinding machine was chosen and the advantages and disadvantages of this selected method are explained.

Concept design and detailed design were developed in the Solidworks program, a three-dimensional design program. The developed system has the structure to meet needs and expectations. While developing a fast, flexible and precise system, customer expectations were met with NC control.

Keywords: Design Methods, NC Grinding Machine, Conceptual Design

İÇİNDEKİLER

MÜHENDİSLİK TASARIM YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE NC KONTROLLÜ TAŞLAMA TEZGAHI TASARIMINDA UYGULANMASI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK iii
KABUL VE ONAY iv
ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR v
ÖZET vi
ABSTRACT vii
İÇİNDEKİLER viii
KISALTMALAR xiv
TABLOLAR LİSTESİ xv
ŞEKİLLER LİSTESİ xvi

1. BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Tezin Kısa Tanımı 1
1.2. NC ve CNC Nedir? 2
1.2.1. NC Nedir? 2
1.2.2. CNC Nedir? 2
1.2.3. NC Tezgahlarının Çalışma Prensibi 3
1.2.4. Nümerik Kontrolün (NC) Avantajları 3
1.3. Tezin Amacı 4
1.4. Tez Çalışmasının Yenilikçi Yönü 4

2. BÖLÜM

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1.Mühendislik Tasarım Metotları 9
2.1.1. Tasarım İşlem Modelleri 10
2.1.1.1. Cross'un tasarım işlem modeli 10
2.1.1.2. French'in tasarım işlem modeli 11

2.1.1.3. VDI 2221 tasarım işlem modeli 12
2.1.1.4. *TRİZ* (Theory of inventive problem solving) 15
2.1.1.4.1 *TRIZ*'in tarihçesi 16
2.1.1.4.2. *TRIZ* Felsefesi 16
2.1.1.5. QFD (Kalite Fonksiyon Yayılımı) 24
2.1.1.6. DFX Tasarım Metodolojileri (Design For X) 26
2.1.1.7. Üretim İçin Tasarım Metodolojisi (Design for Manufactturing-DFM) 27
2.1.1.8. Montaj İçin Tasarım (Design for Assembly-DFA) 28
2.1.1.9. Çevre İçin Tasarım Metodolojisi (DFE) 29
2.1.1.10. Geri Dönüşüm İçin Tasarım Metodolojisi (Design For Recyclability-DFR) 30
2.1.1.11. Pahl ve Beitz'in Sistematik Tasarım Yaklaşımı 31
2.2. Talaşlı İmalat ve Taşlama Tezgahı 34
2.2.1. Talaş Kaldırmayı Etkileyen Faktörler 35
2.2.2. Takım Tezgahları 36
2.2.2.1. Tornalama 37
2.2.2.2. Frezeleme 37
2.2.2.3. Delik Delme ve Delik İşleme 38
2.2.2.4. Planyalama ve Vargelleme 38
2.2.2.5. Taşlama 39
2.2.2.6. Taşlama Tezgahları 41
2.2.2.6.1. Düzlem (Satıh) Taşlama Tezgahları 43
2.2.2.6.1.1. Yatay Milli Düzlem Taşlama Tezgahları 43
2.2.2.6.1.2. Düşey Milli Düzlem Taşlama Tezgahları 44
2.2.2.6.2. Silindirik Taşlama Tezgahları 53
2.2.2.6.3. Puntasız Taşlama Tezgahları 58
2.2.2.6.4. CNC ve NC Taşlama Tezgahları 61

3. BÖLÜM
SİSTEMATİK TASARIM

3.1. Amacın Netleştirilmesi 64
3.2. Kavramsal Tasarım 65

3.2.1. İhtiyaç tanımı (Tasarım Şartnamesi) 66
3.2.1.1. Tasarımın Amacı 66
3.2.1.2. Tasarımın Tanımı 66
3.2.1.3. İhtiyaç Listesinin Belirlenmesi (Tasarım Şartnamesi) 66
3.2.2. Tanımı Genelleştirme ve Önemli İfadelere İndirgeme 73
3.2.3. Tüm Fonksiyonu Belirleme ve Gösterme (Fonksiyon yapıları geliştirme) . 74
3.2.4. Önemli Alt Fonksiyonları Belirleme 75
3.2.5. Fonksiyon Yapıları Geliştirme 75
3.2.6. Önemli Alt Fonksiyonlara Çözümler Arama ve Bir Sınıflandırma Şemasında Gösterme 76
3.2.7. Tasarım Seçenekleri (varyantlar) Oluşturma 80
3.2.8. Seçenekleri Seçim Çizelgesinde Listeleme ve Ön Değerlendirme Yapma . 81
3.2.9. Uygun bulunan seçeneklerin şematik sentezlerini (montaj) çizme 82
3.2.10. Gerekli ise, kaba hesaplar yapma 82
3.2.11. Bir Amaçlar Ağacı Oluşturma 83
3.2.12. Amaçlar Ağacında Belirlenen Değişken Ağırlıklarına Göre Uygun Görülen Seçenekler İçin İkinci Bir Değerlendirme Yapma 84
3.2.13. Seçilen Son Kavramları Değer Profil Diyagramı İle Değerlendirme ve En İyi Tasarıma Karar Verme 85
3.3. Şekillendirme Tasarımı 89
3.3.1. Vidalı mil hesaplamaları 91
3.3.1.1. Hedeflenen Vidalı Mil Ömrü 91
3.3.1.2. Hatve Hesabı (Vidalı Milin Adım Uzunluğu) 92
3.3.1.3. Yukarı Doğru Hızlanma (Fa_1) 92
3.3.1.4. Yukarı Doğru Sabit Hız (Fa_2) 92
3.3.1.5. Yukarı Doğru Yavaşlama (Fa_3) 92
3.3.1.6. Aşağı Doğru Hızlanma (Fa_4) 93
3.3.1.7. Aşağı Doğru Sabit Hız (Fa_5) 93
3.3.1.8. Aşağı Doğru Yavaşlama (Fa_6) 93
3.3.1.9. Çekme Basma Yükü Hesabı (P) 93
3.3.1.10. Kritik Devir Hesabı (N) 93
3.3.1.11. Vidalı Mil Motor Hesapları 94
3.3.1.11.1. Normal Sürüş Torku (Ta) 94

3.3.1.11.2. Ters Çalışma Torku (Tb) 94
3.3.1.11.3. Ön Yükleme Torku (Tp) 94
3.3.1.11.4. Sabit Hızda Sürüş Torku (T_1) 95
3.3.1.12. Yukarı Hızlanma Kuvveti 95
3.3.1.13. Sabit Hızda Kuvvet (Yukarı) 95
3.3.1.14. Aşağı Hızlanma Kuvveti 95
3.3.1.15. Sabit Hızda Kuvvet (Aşağı) 96
3.3.1.16. Yavaşlarken Aşağı Kuvvet 96
3.3.1.17. Vidalı Mil Çapının Belirlenmesi 96
3.3.2. Taşlama Tezgahı Kesme Kuvveti ve Tezgah Gücü 96
3.3.3. Hidrolik Hesaplamalar 98
3.3.3.1. Debi Hesabı 98
3.3.3.2. Motor Gücü Hesabı 98
3.3.3.3. Silindir Alan Hesabı 99
3.3.3.4. Silindir Piston Hızı Hesabı 99
3.4. Ayrıntılı (Detay) Tasarım 99
3.4.1. Gövde ve Sütun Tasarımı 100
3.4.1.1. Ana Gövde 100
3.4.1.2. Sütun 107
3.4.2. Z Eksen Tahrik Sistemi 108
3.4.2.1. Çapraz Kızak 110
3.4.2.2. Z Eksen Somun Yatağı 112
3.4.2.3. Z Eksen Vidalı Mil (Ball Screw) 113
3.4.2.4. Z Eksen Servo Motor 115
3.4.2.5. Z Eksen Uç Yatak Yuvası 116
3.4.2.6. Z Eksen Şok Emici Takozlar 116
3.4.2.7. Z Eksen Motor Tutucu Sistemi 117
3.4.3. Y Eksen Tahrik Sistemi 118
3.4.3.1. İş Kafası (Headstock) 120
3.4.3.1. İş Kafası Kızak Alt ve Üst Pabuçları 122
3.4.4. X Eksen Tahrik Sistemi 123
3.4.4.1. Tabla 125
3.4.4.2. V kızak ve kutu kızak sıyırıcı 126

3.4.5. Yağlama Sistemi 127
3.4.6. Hidrolik Sistem 129
3.4.7. Soğutma Sıvı Sistemi 132
3.4.8. Elektrik Sistemi 134
3.4.8.1.Kumanda Paneli 134
3.4.8.2.Elektrik Panosu 136
3.4.8.3.Gövde Elektrik Donanımı 138
3.4.9. Kontrol-Test Sistemi 138
3.4.10. Giydirme (Montaj) Sistemi 141
3.4.10.1. Tabla Muhafazası 141
3.4.10.2. Sağ ve Sol Kapı Montajı 142
3.4.11. Sevkiyat-Taşıma Sistemi 145

4. BÖLÜM

DENEYSEL ÇALIŞMA

4.1. Malzeme Seçimi 150
4.2. Malzemelerin Bileşenleri 150
4.3. Numunelerin Tasarlanması ve İmal Edilmesi 152
4.4. Deney Parametrelerinin Belirlenmesi 153
4.4.1. Tane Büyüklüğü (tbb) Seçimi 154
4.4.2. Taş Dokusunun (td) Seçimi 155
4.4.3. Taş Sertliğinin (ts) Seçimi 157
4.4.4. Tablanın Boyuna İlerleme Hızı 158
4.4.5. Taş Bileme Oranı (tbo) 158
4.4.6. Talaş Derinliği 159
4.5. Deneyin Yapılışı 160
4.6. Deney Sonuçları 163
4.7. Belirlenen Parametrelerin Etkileri 163
4.7.1. Taş Tane Boyutunun Farklı Malzemelerde Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi 163
4.7.2. Taş Dokusunun Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi 164
4.7.3. Taş Sertliğinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi 165
4.7.4. Tablanın Boyuna İlerleme Hızının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi 165
4.7.5. Talaş Derinliği ve Taş Bileme Oranının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi 165

5. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

KAYNAKÇA 173

EKLER 177

EK 1. Taşlama Tezgahı Parça Listesi 177

ÖZGEÇMİŞ 196

KISALTMALAR

SEMBOL	AÇIKLAMA
CNC	Sayısal Bilgisayar Kontrolü
NC	Nümerik Kontrol
TRIZ	Yenilikçi Problem Çözme Teorisi
QFD	Kalite Fonksiyon Yayılımı
KT	Kavramsal Tasarım
DFA	Montaj İçin Tasarım
DFM	İmalat İçin Tasarım
DFX	X İçin Tasarım
DFE	Çevre İçin Tasarım
DFR	Geri Dönüşüm İçin Tasarım
k_{em}	Emniyet Katsayısı
E	Elastiklik Modülü
P	Güç (kW)
N	Diş sayısı
n	Milin devir hızı (d/dk)
V	Mil hızı
T	Tork

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Taşlama tezgahı piyasa araştırması 5
Tablo 2. Taşlama tezgahı kalite dağılımı parametreleri 7
Tablo 3. Taşlama tezgahı kalite fonksiyonu 7
Tablo 4. Yaratıcılığın Seviyeleri 19
Tablo 5. Mühendislik parametreleri 21
Tablo 6. 40 Temel Prensip 22
Tablo 7. Müşteri İhtiyaç Listesi (NC Kontrollü Taşlama Tezgahı) 68
Tablo 8. NC Taşlama Tezgahının Alt Fonksiyonları İçin Geliştirilen Çözüm Seçenekleri 77
Tablo 9. Alt Fonksiyonlar için Çözüm Seçenekleri (varyantlar) 80
Tablo 10. NC Taşlama Tezgahının Alt Fonksiyonlara Ait Seçim Kartı 81
Tablo 11. Amaçlar Ağacı Oluşturma 83
Tablo 12. Amaçlar Ağacında Belirlenen Değişken Ağırlıklarına Göre Yapılan Değerlendirme Çizelgesi 84
Tablo 13. Vidalı mil özellikleri 89
Tablo 14. Taşlama tezgahı teknik özellikler 149
Tablo 15. 1050 Alaşımsız Yapı Çeliği Bileşenleri 151
Tablo 16. 4140 Alaşımlı Yapı Çeliği Bileşenleri 151
Tablo 17. Taşlama Taşı Tane Büyüklüğü Sınıflandırılması 155
Tablo 18. Taşların Sertliklerinin Gösterimi 157
Tablo 19. Deney Taşlarının Bileme Derinlik ve İlerleme Miktarları 159
Tablo 20. Deneyde Kullanılan Taşların Tane Büyüklükleri 159
Tablo 21. Deneyde Kullanılan Parametrelerin Değerleri 160

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Cross'un tasarım işlem modeli....11
Şekil 2. French'in tasarım işlem modeli 12
Şekil 3. VDI 2221 tasarım işlem modeli 13
Şekil 4. VDI 2206 V modeli 15
Şekil 5. Trizin hangi alanlarda kullanıldığını ve tasarımcıların kullanım oranları 20
Şekil 6. Çelişki matrisi 23
Şekil 7. TRIZ prensiplerine dayalı basit bir anten tasarımı 23
Şekil 8. Genel bir kalite evi yapısı 24
Şekil 9. Su filtre tasarımı için örnek bir kalite evi uygulaması 26
Şekil 10. Seri Ürün Geliştirme Sürecinin Aşamaları 27
Şekil 11. Eşzamanlı Ürün Geliştirme Yaklaşımı Tasarım Süreci 28
Şekil 12. Çevresel Planlama Çevrimi....30
Şekil 13. Ürün Yaşam Çevrimi Aşamaları....30
Şekil 14. Tasarım işlem basamakları 32
Şekil 15. Çeşitli Takım Tezgahları....36
Şekil 16. Takım Tezgahlarında Hareket Türleri 37
Şekil 17. Tornalama çeşitleri....37
Şekil 18. Frezeleme çeşitleri 38
Şekil 19. Delik delme tezgah çeşitleri....38
Şekil 20. (a) Planyalama , (b) Vargelleme 39
Şekil 21. Metallerin Taşlama Taşı İle İşlenerek Taşlanması 41
Şekil 22. Kesme İçin Taşın Kendi Ekseni Etrafında Dönmesi 41
Şekil 23. Taşlama Tezgahının Kısımları....42
Şekil 24. Taşlama Tezgahının Kısımları....42
Şekil 25. Düzlem (Satıh) Taşlama Tezgahları 43
Şekil 26. Yatay Milli Düzlem Taşlama Tezgahları....44
Şekil 27. Yatay Milli Düzlem Taşlama Tezgahları....45
Şekil 28. Mıknatıslı Tablalar....46
Şekil 29. Mıknatıslı Tablanın Bağlanması....47
Şekil 30. Tek ve Çift Yönlü Sinüs Cetvelli Mıknatıslı Tablalar....47

Şekil 31. Üniversal Mengene 48
Şekil 32. "V" Yatakları 48
Şekil 33. Taşlama Tezgahı Flanşı 50
Şekil 34. Zımpara taşının bilenmesi 52
Şekil 35. Silindirik Taşlama Tezgahı 53
Şekil 36. Silindirik Taşlama Tezgahı (puntalı) 54
Şekil 37. Silindirik Taşlama Çeşitleri 54
Şekil 38. Krank ve Kam Taşlama 55
Şekil 39. Dişli Taşlama 55
Şekil 40. Delik Taşlama 56
Şekil 41. Delik Taşlama İşlemleri 57
Şekil 42. Dalma Taşlama 57
Şekil 43. Profil Taşlama 58
Şekil 44. Puntasız Taşlama 58
Şekil 45. Puntasız Boyuna Taşlama 60
Şekil 46. Puntasız Dalma Taşlama (Profil Taşlama) 60
Şekil 47. Dayamalı Puntasız Taşlama 61
Şekil 48. CNC ve NC Taşlama Tezgahları 61
Şekil 49. NC Taşlama Tezgahı Ana Fonksiyonu 74
Şekil 50. NC Taşlama Tezgahı Alt Fonksiyonları 75
Şekil 51. NC Taşlama Tezgahı Y ve Z Eksen Tahrik Sistemleri 82
Şekil 52. Değer Profil Diyagramı 87
Şekil 53. NC Taşlama Tezgahının Kavramsal Modeli 88
Şekil 54. NC taşlama tezgahının ana gövdenin solidworks tasarımı 102
Şekil 55. Ana gövdenin Borvek tezgahına bağlanması 102
Şekil 56. Ana gövdenin Borvek tezgahında işlenmesi 103
Şekil 57. Ana gövde kızaklarının işlenmiş hali 103
Şekil 58. Raspa aparatının gövdeye alıştırılması 104
Şekil 59 . Ana gövde turcite-B montaj teknik resmi 105
Şekil 60. Turcite-B yapıştırıcıları 106
Şekil 61. Sütun montajı teknik resmi 107
Şekil 62. Sütunun solidworks katı resmi 108
Şekil 63. Z Eksen tahrik sistem montajı teknik resmi 109

Şekil 64. Z Eksen tahrik sistem elemanlarının gösterimi 109
Şekil 65. Çapraz kızak katı resmi 110
Şekil 66. Çapraz kızağın döküm yöntemiyle imal edilmiş hali 111
Şekil 67. Çapraz kızağın macunlanmış ve boyanmış resmi 111
Şekil 68. Çapraz kızak montajının teknik resmi 112
Şekil 69. Somun yatağı döküm parçası 113
Şekil 70. Solidworks'te çizilen dökümün işlenmiş hali 113
Şekil 71. Z eksen vidalı mil 114
Şekil 72. Z eksen vidalı milin katı resmi 115
Şekil 73. Uç yatağının katı ve imal edilmiş resmi 116
Şekil 74. Şok takozlarının katı resmi 117
Şekil 75. Katı resme göre imal edilmiş takozlar 117
Şekil 76 . Z Eksen motor tutucu sistem 117
Şekil 77. Z Eksen motor tutucu sistem teknik resmi 118
Şekil 78. Z Eksende kullanılan kayış ve kasnaklar 118
Şekil 79. Y Eksen tahrik sisteminin katı resmi 119
Şekil 80. Y Eksen tahrik sistem montajının teknik resmi 120
Şekil 81. İş kafasının solidworste çizilmiş katı resmi 121
Şekil 82. İş kafasının macunlanmış ve boyanmış hali 121
Şekil 83. Taş kafası turcite montajının teknik resmi 122
Şekil 84. Pabuçların döküm ve işlenmiş hali 123
Şekil 85. X Eksen tahrik sistem montajının teknik resmi 124
Şekil 86. Tablanın katı modeli 125
Şekil 87. Tablanın işlenmiş hali 125
Şekil 88. Sıyırıcı keçelerin katı modeli 126
Şekil 89. Sıyırıcı keçelerin tezgaha montajı 126
Şekil 90. Yağlama tankı 128
Şekil 91. Yağlama sistem katı modeli 128
Şekil 92. Yağlama sisteminin taşlama tezgahına montajı 129
Şekil 93. Hidrolik şema 130
Şekil 94. Hidrolik Silindirin katı modeli 131
Şekil 95. Hidrolik devre elemanları 131
Şekil 96. Hidrolik ünite 132

Şekil 97. Soğutma Sıvısı Tankı 133
Şekil 98.Soğutma sistem katı model montajı 134
Şekil 99. Kumanda paneli 135
Şekil 100. Kumanda paneli 136
Şekil 101. Elektrik panosu katı modeli 136
Şekil 102. Elektrik panosu 137
Şekil 103. Elektrik pano teknik resmi 137
Şekil 104. Sensör 138
Şekil 105. Çapraz kızak raspa aparatı 139
Şekil 106. Tabla kızak raspa aparatı 139
Şekil 107. Gövde raspa aparatı 139
Şekil 108. Alıştırma aparatı 140
Şekil 109. Alıştırma aparatı teknik resmi 140
Şekil 110. Giydirme katı modeli 141
Şekil 111. Tabla muhafaza kaynaklı montaj (Ana kaporta) 141
Şekil 112. Tabla muhafaza kaynaklı montaj (Ana kaporta) teknik resmi 142
Şekil 113. Sol kapı kaynaklı montaj teknik resmi 143
Şekil 114. Sol kapı montaj teknik resmi 143
Şekil 115. Sağ kapı montaj teknik resmi 144
Şekil 116. Sağ kapı kaynaklı montaj teknik resmi 144
Şekil 117. NC Kontrollü taşlama tezgahı taşıma aparatları 145
Şekil 118. NC Kontrollü Taşlama Tezgahı son halinin katı model resmi 148
Şekil 119. NC Kontrollü Taşlama Tezgahı son halinin imalat resmi 148
Şekil 120. Punta Fren Pabucu Solidworks Katı Resmi 152
Şekil 121. Punta Fren Pabucu Teknik Resmi 152
Şekil 122. Deney Numunesi 153
Şekil 123. Zımpara Taşının Genel Özellikler 156
Şekil 124. Taşlama Taşının Doku Yapısı 156
Şekil 125. Deneyde Kullanılan Taşlama Taşları 158
Şekil 126. Numunenin Taşlama Tezgahına Yerleştirilmesi 161
Şekil 127. Yüzey Pürüzlülük Cihazında Ölçüm Yapılması 162
Şekil 128. Malzemelerin Taşlanmış ve Taşlanmamış Görüntüleri 164
Şekil 129. X Eksen Motor Tutucu Parçasının Katı Modeli 167

Şekil 130. X Eksen Motor Tutucu Parçasının Döküm Resmi.....167
Şekil 132. X Eksen Motor Tutucu Parçasının Taşlanmış Resmi 168
Şekil 133. Abkantlarda Kullanılan Parçaların Taşlanmış Hali 169

1. BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Tezin Kısa Tanımı

Hızla gelişen teknoloji ile birlikte üreticiler ürünlerini devamlı yenileme ve geliştirme ihtiyacı duyarlar. İhtiyacın ve rekabetin devamlı olarak artması, üreticilerin araştırma geliştirme (AR-GE) faaliyetlerine daha çok önem vermesine ve bu faaliyetlere daha fazla bütçe ayırmalarına sebep olmuştur. Araştırma geliştirme faaliyetlerinin en önemli aşamalarından biriside prototip üretimidir.

Şu anda uygulanan bir çok prototip malzemesi ve üretim yöntemi mevcuttur. Beklentiyi karşılamak ve rekabet şartlarını karşılamak üreticilerin araştırma ve geliştirme (AR-GE) faaliyetlerine daha fazla önem vermelerini sağlamaktadır.

Araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin diğer bir önemli tarafı ise mühendislik tasarım yöntemleridir. Günümüzde çeşitli tasarım yöntemi bulunmaktadır fakat önemli olan bu yöntemler içerisinde doğru tercihin yapılması ve uygulanmasıdır.

Bu çalışmanın amacı; günümüzde kullanılan farklı tasarım yöntemlerini araştırmak ve incelemek, incelenen metotları karşılaştırmak ve seçilen en uygun tasarım metodunu NC kontrollü taşlama tezgahına uygulayarak tasarımını ve sonrasında da imalatını yapmaktır.

1.2. NC ve CNC Nedir?

1.2.1. NC Nedir?

İngilizce ‘Numeric Control’ kelimelerinin Türkçe’de kullanılan karşılığıdır ve kısaca baş harfleriyle NC olarak ifade edilmektedir. Elektronik kontrol sistemleri tarafından harekete geçirilen ve bir dizi sayı ile belirtilen talimatlarla, hareketlerin ve diğer değişik işlevlerin kontrolünü tanımlayan bir terimdir. Numerik diğer bir deyişle söylenirse sayısal demektir ve sayılarla ilgili olduğu daha iyi anlaşılmaktadır.

Nümerik kontrol (Numerical Control, NC) ile verilen bilgiler, genellikle, boyut bilgisi ve anahtarlarma bilgisi olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

İşlenecek parçanın boyutlarını belirleyen boyut bilgisi, kızağın veya iş tablasının hareketinde kullanılmaktadır. Anahtarlama bilgisi, taş kafasının aşağı veya yukarı hareket etmesi, soğutma düzeneğinin çalıştırılması gibi işlerde, ilgili devrelerin açılıp kapanmasını sağlamak için kullanılmaktadır.

1.2.2. CNC Nedir?

Bilgisayarlı Sayısal Kontrol (CNC), takım tezgahlarının sayısal komutlarla bilgisayar yardımıyla kontrol edilmesidir. CNC Tezgahlarda, NC tezgahlardan farklı olarak bir bilgisayarlı kontrol ünitesi bulunur.

Böylece NC programları, kesicilerle ilgili bazı teknik ve ofset bilgileri kalıcı olarak tezgah hafızasında saklanabilir. Ayrıca imalatın her aşamasında programa müdahale edilir ve programda istenilen değişiklikler yapılır.

Bilgisayardaki programda, tezgahların hareketlerini kontrol etmek için harfler ve sayılardan oluşan komutlar kullanılır. (G ve M harfleri)

Bilgisayarlı Nümerik Kontrol de tezgah kontrol ünitesi vasıtasıyla programların muhafaza edilebilmelerinin yanında parça üretiminin her aşamasında programı durdurma, programda gerekli olabilecek değişiklikleri yapabilme, programa kalınan yerden tekrar devam edebilme ve programı son şekliyle hafızada saklamak mümkündür. Bu nedenle programın kontrol ünitesine bir kez yüklenmesi yeterlidir. Programların tezgaha transferleri delikli kağıt şeritler, manyetik bantlar vb. veri taşıyıcılar aracılığıyla gerçekleştirilir.

1.2.3. NC Tezgahlarının Çalışma Prensibi

Sayısal kontrol (NC), takım tezgahlarının sayı harf vb. sembollerden meydana gelen ve belirli bir mantığa göre kodlanmış komutlar yardımıyla işletilmesidir. Komutlar ilgili takım tezgahına veri blokları şeklinde yüklenir. Her veri bloğu, tezgahın anlayabileceği bir dizi komuttan meydana gelir. Sayısal kontrol, metal ve metal olmayan her türlü malzemelerin talaş kaldırmak suretiyle işlenmesinde kullanılan tüm takım tezgahlarında kullanılabilir.

1.2.4. Nümerik Kontrolün (NC) Avantajları

Nümerik kontrol "kütle","parti" ve çoğu durumlarda "tek parça" üretim tiplerinde ekonomik olmaktadır. Nümerik kontrolün ekonomik oluşunda birçok etken vardır. Bunların en önemlileri aşağıda verilmiştir:

a) Ürünün şekilsel düzgünlüğü

b) Yüksek üretim hızları

c) Iskarta oranının azaltılması

d) Takım maliyetinin düşürülmesi

e) Az sayıda operatör gerekliliği

f) Karmaşık şekillerin nümerik kontrollü tezgahlarda daha kolay işlenebilmesi

Geleneksel tezgahların yerine modern teknolojinin kullanılması durumunda, daha az işçinin gerektiği bir gerçektir. Ancak bu durumda nümerik kontrol için programlama ve kontrol sistemlerini bilen, takım ayar teknikleri, iş bağlama, kesme hızları ve ilerlemeleri konusunda bilgili kalifiye teknisyenlere ihtiyaç vardır.

1.3. Tezin Amacı

Bu çalışma kapsamında bütün tasarım metotlarının incelenmesi ve en uygun yöntemin NC kontrollü taşlama tezgahı tasarımında uygulanması amaçlanmıştır.

Tasarımı yapılacak olan taşlama tezgahı yatay taş milli satıh taşlama tezgahı olup, düzlem yüzeylerin ve boylamasına kanalların hassas taşlanması amacıyla dizayn edilecek bir tezgahtır.

İlave edilecek bazı aksesuar ve aparatlarla açılı yüzeylerin de rahatlıkla taşlanması amaçlanmaktadır. Tezgah küçük ve orta kapasiteli üretimde olduğu gibi tek parçalı üretimde de kullanılabilecek, kolay ve rahat kumanda edilebilen, yüksek güvenirliğe sahip bir tezgah olma gibi gerekçeleri de karşılayabilecek şekilde tasarlanması planlanmaktadır.

1.4. Tez Çalışmasının Yenilikçi Yönü

Bu çalışmada tasarımı yapılacak olan taşlama tezgahının bir çok yenilikçi tarafı bulunmaktadır. Tez çalışmasının ilk kısmında taşlama tezgahı tasarımı ve imalatı yapan bütün firmalar detaylı şekilde araştırılmıştır. Bu araştırma sonucunda tasarımı yapılacak tezgahın parametreleri belirlenmiştir. Parametreler belirlenirken bu alanda yapılan taşlama tezgahlarının tasarım ve teknik özelliklerinin yanı sıra müşteri talepleri de dikkate alınmıştır. Taşlama tezgahı ile alakalı yapılan detaylı piyasa araştırması ve kalite fonksiyon parametreleri aşağıda gösterilmektedir.

Tablo 1. Taşlama tezgahı piyasa araştırması

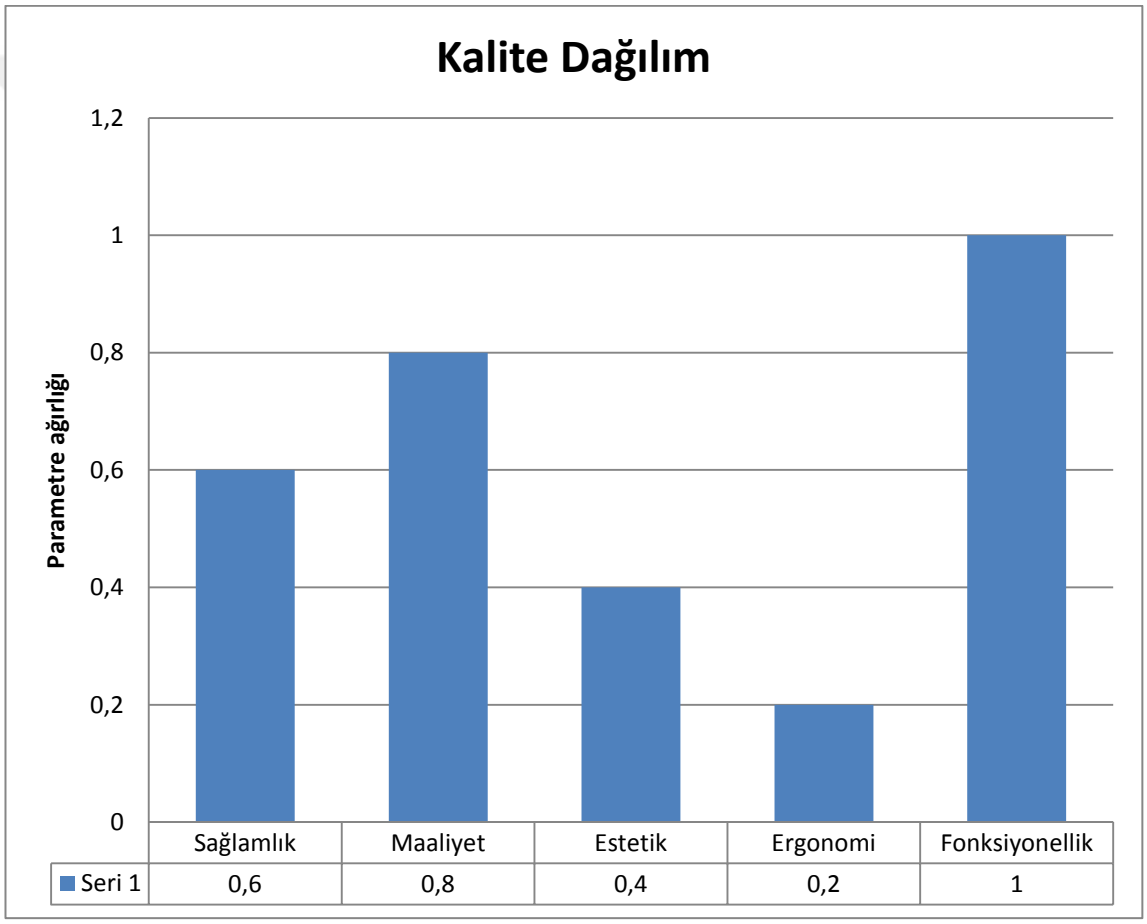
MARKA	EBAT	TİP	AĞIRLIK (kg)	SPINDLE M. G	SPINDLE DEVİR (rpm)	TABLA HIZ (m/dk)	Y EKSEN	Z EKSEN	Z HIZ (m/dk)
TAKSAN	400x850	TYT 400	3600	4	1500-2100	5-25 m/dk	AC Motor VİDALI MİL(C5)	AC Motor (opsiyonel step)	
	600x1200	TYT 600	4800	4		5-25 m/dk			
CHEVALIER (TW)	500x1000	(NC) FSG-ADIII 3 eksen otomatik	6200	5,6	1750-1450 rpm	5-25 m/dk	1 KW SERVO	1 KW SERVO, SONSUZ VİDA	0,4
	500x1500		7900	7,5					
	600x1000		8400	11					
	600x1500		9800						
	600x2000		10600						
	600x3000		17500						
	300x600	(NC) FSG-ADIII 3 eksen otomatik	2200	4	1750-1450 rpm	5-25 m/dk			0,5
	400x800		2900						
	400x1000		3500						
	150x460	UNIVERSAL 618	800	1,5	3450-2850	5-25 m/dk		VİDALI MİL, SONSUZ VİDA	
	203x457	UNIVERSAL 818	1320	1,5					
KENT	410x160	UNİVERSAL KGS 616	630	1,5	3480-2450	5-25 m/dk	NA	NA	0,3
	460x200	UNİVERSAL KGS 250	1300	1,5			AC MOTOR VİDALI MİL(C5)	AC MOTOR VİDALI MİL(C5	
	500x250	UNİVERSAL KGS 1020	1430	2,2					
	600x300	UNİVERSAL KGS 63 AH	1750	3,7					
	800x400	UNİVERSAL KGS 84 AH	2800	5,6					
	460x200	NC	1550	1,5	2850-3480	1-28 m/dk	SERVO, VİDALI MİL(C5)	SERVO, VİDALI MİL(C5)	
	500x250		1680	2,2	2850-3480				
	600x300		2200	3,7	1450-1740				
	800x400		2800	5,6	1450-1740				
	1000x500		5800	5,6	1450-1740				
	1500x600		6250	7,5	1450-1740				
	2000x600		8500	7,5	1450-1740				
	1500x700		7000	7,5	1450-1740				
	2000x800		12000	11,2	1250-1500				
	2500x800		13500	11,2	1250-1500				
	3000x800		14000	11,2	1500				
	2000x900		12000	11,2	1500				

	2500x900		14000	11,2	1500				
	3000x900		16000	11,2	1500				
SUPERTECH	150x450	UIVERSAL STP 618 SERIES	807	2,3	2850-2450	5-50 m/dk	1 m/dk ,0,25 kw AC MOTOR	0,4 kw	
	300x600	UIVERSAL STP 1428	1750	3 hp	1710-1425		0,2 hp AC MOTOR	0,25 hp	
	400x800	UIVERSAL STP 1834	3500	5 hp		3-25 m/dk	0,25 hp AC MOTOR	0,5 hp	
	300x600	NC-CNC	3300	5 hp	1800	32 m/dk	1,8 KW SERVO	1,2 KW SERVO, VİDALI MİL	4
	800x400		4100						
	300x600	CNC	3300	7,5 hp					
	800x400		4100						
	600x1200	NC-CNC	5400	15 hp	2000			1,8 KW SERVO	15
	600x1500		6210						
BLOHM- PLANOMAT (GERMANY)	400x800	NC-CNC	3900	15-(opt.24,5)	1000-1250	30-40	SERVO, VİDALI MİL	SERVO, VİDALI MİL	
	400x1200		4600						
	600x800		4900						
	600x1200		5400						
	600x1600		7000						
	600x2000		7800			30			
OKOMATO (USA)	200x551	UPZ 8 20Lİ CNC	4500	5 hp		25	SERVO, VİDALI MİL	SERVO, VİDALI MİL	

Tablo 2. Taşlama tezgahı kalite dağılımı parametreleri

Kalite Dağılım /Taşlama							
Parametreler			Sağlamlık	Maliyet	Estetik	Ergonomi	Fonksiyonellik
Sağlamlık	3	0,6	S	M	S	S	F
Maliyet	4	0,8		M	M	M	F
Estetik	2	0,4			E	E	F
Ergonomi	1	0,2				Er	F
Fonksiyonellik	5	1					F

Tablo 3. Taşlama tezgahı kalite fonksiyonu



Diğer tezgahlardan farklı olarak yapacağımız tezgah tasarımında tasarım metotları incelenecek ve belirlenen en uygun yöntem aşamalı olarak uygulanacaktır. Ayrıca diğer geliştirilen yenilikçi yönü bu taşlama tezgahının NC kontrollü olmasıdır yani Y ve Z yönlerinin hareketlerinin servo motorlarla sağlanacak iken tablanın hareket yönü olan X ekseninin hidrolik olarak kontrol edilecek olmasıdır.

Tez kapsamında geliştirilen, tasarımı ve imalatı yapılan makinenin birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlar;

- Boyut ve İş Tablasının Hareketi: Piyasada bulunan makineler genellikle endüstriyel amaçlı tasarlanmış büyük makinelerdir. Tasarlanan taşlama tezgahı özel olarak prototip üretimi amaçlanarak tasarlanmıştır. İstenilen boyutlarda oluşu gereksiz kapasite kullanımını engellemiştir. İş tablası ise 450x900 mm hareket kabiliyetinde olup maksimum taşlanabilecek alan 450x900 $mm^{2'}$dir.
- Ağırlık: Gövde, çapraz kızak, tabla, sütun ve taş kafası tamamen dökümden tasarlanmıştır. Tezgah ağırlığı (brüt-net) 4400-3600 kg olup tezgah çalışma alanı 1790 x 3100 x 1990 mm'dir.
- Kontrol: Kullanılan kontrol NC olup basit ve kullanışlıdır.
- Hareket Sahası ve Hızlar: Maksimum tabla hareketi (enine x boyuna) 450x900 mm olup taş mili ekseninin tablaya mesafesi 75/ 550 mm uzaklığındadır. Ayrıca tablanın boyuna ilerleme hızı 25 m/dak ve tablanın otomatik enine ilerleme miktarı 0.1-10 mm/strok'tur. Taş kafası hassasiyeti 0.001 mm, taş mili devri 100-1500 (50 HZ) rpm (d /dak) olup taş boyutları 350 x 127 x 40 mm'dir.
- Yüksek Hassasiyet: Taşlama tezgahının tasarımı ve imalatı kesme işleminin istenilen kalitede ve hassasiyette olacağı düşünülerek tasarlanmıştır.
- Kızak Yapısı: Taşlama tezgahının tasarımında kızak yapıları önemli yer tutmaktadır. Üç yerde kızak sistemi kullanılmıştır. Dikey eksen, tabla enine eksen ve tabla boyuna eksende kutu ve prizmatik kızaklar kullanılmıştır.

2. BÖLÜM

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

NC kontrollü taşlama tezgahı tasarımı için iki farklı kategoride kaynak araştırması yapılmıştır. Öncelikle tasarım yöntemleri araştırılarak en uygun tasarım metodu belirlenmiş daha sonra ise taşlama işlemi talaşlı bir imalat çeşidi olduğu için talaşlı imalatla alakalı literatür araştırması yapılmıştır. Öncelikle mühendisler ve tasarımcılar tarafından kullanılan tasarım metotlarını incelenmiştir.

2.1.Mühendislik Tasarım Metotları

Bilimsel veya teknolojik araştırma ve buluşların ortak amacı, insanlığa daha iyi gelecek hazırlamaktır. Bu amaçların gerçekleşmesinde tasarımın önemi çok büyüktür. Tasarım, birçok bilim dalı veya disiplinin bir arada uygulandığı faaliyet alanı olup faydalı mamul geliştirmeye çalışır. Makine, elektronik, mimari vb. gibi farklı birçok alanda tasarım uygulamaları görmek mümkündür. Sadece makine tasarımını ele alırsak; otomotivden iş makinelerine, uçak parçalarından uzaya giden araçlara, robotlardan bilgisayar parçalarına kadar değişen çok geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır. Yani, makinecilik alanı veya tasarımı diğer tüm alan veya teknolojiler üzerinde çok önemli bir yere sahiptir. Bir başka ifade ile tasarım, "fonksiyonel uzayda tanımlanan ihtiyaçları fiziki çözüm uzayında optimum karşılamak amacı ile yürütülen tüm faaliyetler" olarak tanımlanabilir. Tasarım, dört farklı çeşide de ayrılabilir [1]:

1. Özgün (orijinal) tasarımlar; aynı, benzer veya yeni bir amaçla orijinal bir çözüm prensibi uygulamayı içerir. Burada oldukça fazla yenilik ve yaratıcılık gerekir.

2. Taklit (adapte) tasarımlar; daha önce bilinen bir çözümü yeni bir tasarıma adapte etmeyi kapsar.

3. Geçiş tasarımları; gerekli bazı düzeltme veya iyileştirmelerle mevcut bir ürünün geliştirilmesidir.

4. Değişken (büyültülebilir) tasarımlar; fonksiyon veya çözüm prensibi aynı kalmak koşulu ile sistemin boyut veya oluşumunu değiştirmeyi içerir.

2.1.1. Tasarım İşlem Modelleri

Yaklaşık yarım asırlık bir zaman dilimi öncesine kadar tasarım, bir mühendislik biliminden çok sanat dalı olarak algılanıyor ve kabul ediliyordu. Buna karşın tasarımı bilimsel açıdan inceleyen çalışmalar 1850'lerde başlamıştır.

Tasarım işlem modelleri hakkındaki ilk çalışmalar Almanya, İngiltere, Amerika, Japonya, Rusya gibi gelişmiş ülkelerde 1852 ile 1961 yılları arasında başlamıştır [2].

Bugüne kadar birçok tasarım işlem modeli geliştirilmiştir. Bu kısımda en fazla bilinen tasarım işlem modelleri açıklanacak ve bu modellerinin eksik yada güçlü yönleri tartışılacaktır.

2.1.1.1. Cross'un tasarım işlem modeli

Cross'un tasarım işlem modeli dört adımdan oluşmaktadır (Şekil 1). Bunlar; keşfetme, oluşturma, değerlendirme ve iletişim adımlarıdır. Bu adımlar kısaca şöyle açıklanabilir:

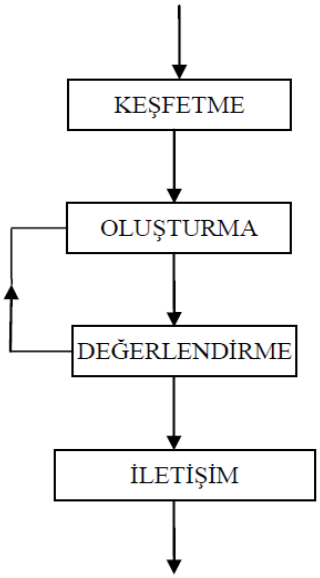
1. Keşfetme: Problem tanımları yapılır ve bunlardan zayıf olanları güçlendirilir.

2. Oluşturma: Problemlere çeşitli çözümler araştırılır. Genelde çözümler, kataloglar ve önceki deneyimlerden bulunur.

3. Değerlendirme: Tasarım amaç, ölçüt ve sınırlılıklarına göre çözümler değerlendirilir. Kesin bir çözüme karar verilir.

4. İletişim: Kesin çözümün resimleri imalat öncesi çizilir. Gerektiğinde karmaşık ve az bilinen çözümlerin 3D katı temsili oluşturulur. Burada tasarımın imalatçıya en iyi şekilde anlatımı amaçlanır.

Bulunan çözüm yeterli olmadığında yeni çözümler oluşturulur ve tekrar değerlendirilir. Bu döngü tatmin edici çözümler elde edilinceye kadar devam eder.

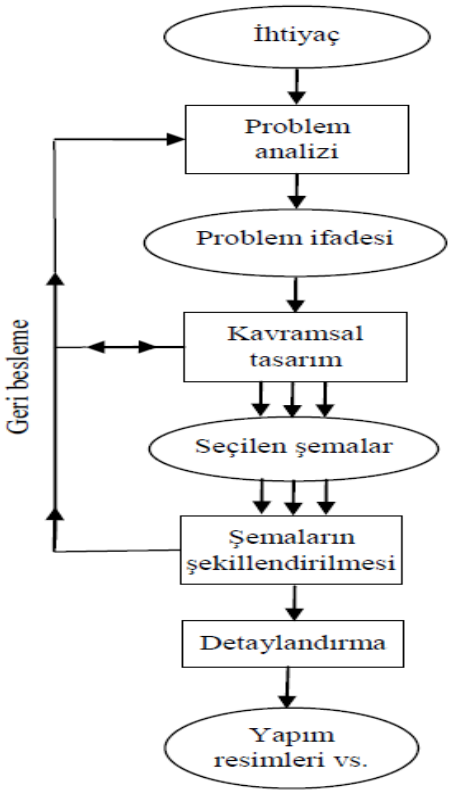


Şekil 1. Cross'un tasarım işlem modeli [3]

2.1.1.2. French'in tasarım işlem modeli

French'in işlem modeli; problem analizi, kavramsal tasarım, şematik şekillendirme ve detaylandırma olmak üzere dört aşamadan oluşur (Şekil 2). Şekildeki elipsler, elde edilen çıktıyı, dikdörtgenler ise faaliyetleri temsil eder. French, buradaki en önemli aşamanın problem analizi olduğunu belirtir. Çünkü yapılacak görev ve bu görevden çıkarılan müşteri ve mühendislik ihtiyaçları, burada belirlenmektedir. Müşteri ve mühendislik ihtiyaçları daha sonra değerlendirme adımında kullanılacaktır. Diğer üç aşamanın içeriği ise aşağıda verilmiştir.

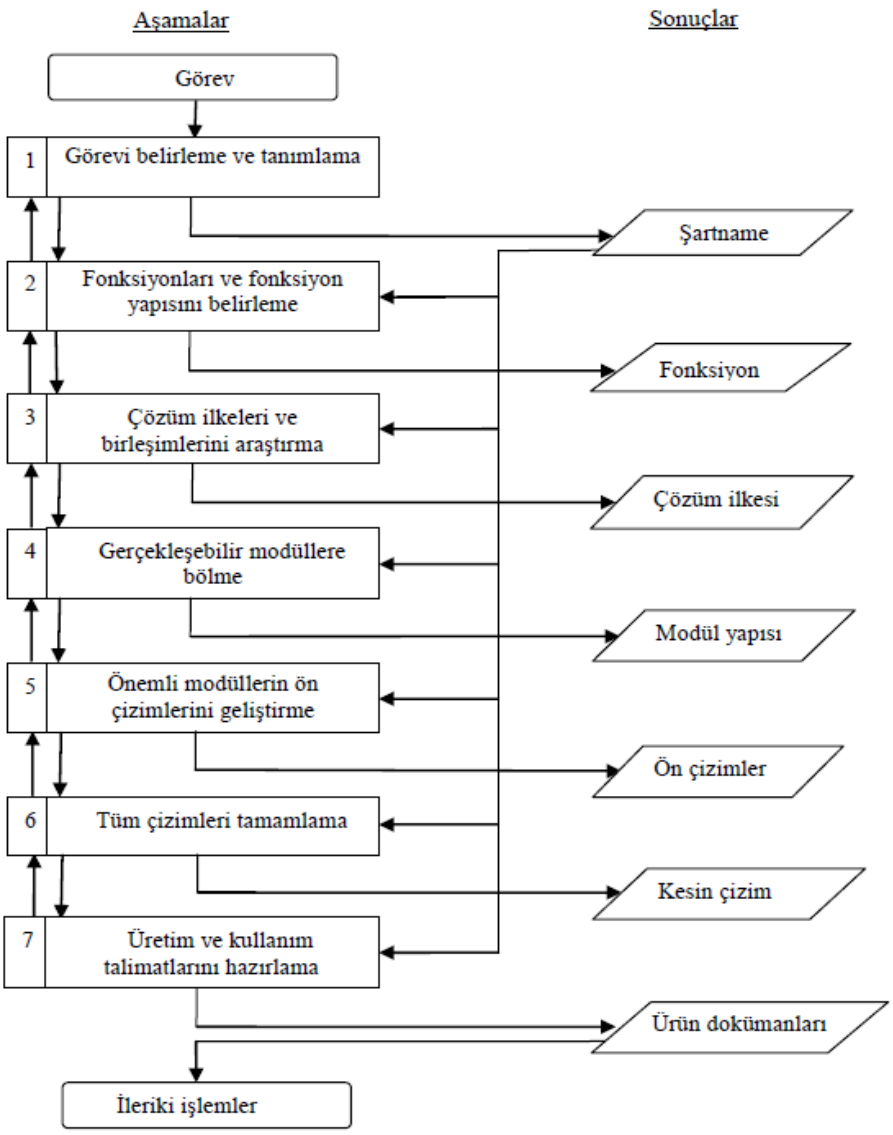
- Kavramsal tasarım: Problem ifadesiyle başlar ve pek çok çözüm üretilir. Geliştirmelerin en kapsamlı olduğu yerdir. Burada mühendislik bilimi, pratik bilgi, üretim yöntemleri ve ticari amaçlar bir araya getirilir, en önemli kararlar verilir.
- Şemaları şekillendirme: Bu aşamada detaylı şema çalışması yapılır. Şema sayısı birden fazla ise onlar arasında son bir tercih yapılır. Şema istenilen seviyeye ulaşmadıysa kavramsal tasarım aşamasına geri dönülür. Bu döngü şema tasarımı gelişinceye kadar devam eder.
- Detaylandırma: Tasarım kalitesini artırmak, hataları en aza indirmek ve diğer tüm detayları geliştirmek amaçlanır.



Şekil 2. French'in tasarım işlem modeli [4]

2.1.1.3. VDI 2221 tasarım işlem modeli

VDI 2221, Alman Mühendisler Odası tarafından yayınlanan bir kılavuzdur [5]. Bu kılavuz ürün geliştirme sürecinde kullanılabilecek bir tasarım işlem modelini içerir (Şekil 3). VDI 2221, ürün geliştirme sürecine sistematik açıdan yaklaşmaktadır. Şekil 3 incelendiğinde; bu model yedi aşama ve çıktıdan oluşmaktadır. İlk aşama, görevin netleştirilmesi ve tanımlanmasıyla başlar. Bu aşamanın çıktısı, müşteri ve mühendislik ihtiyaçlarının yer aldığı tasarım şartnamesidir. Arkasından şartnameye uygun fonksiyonlar oluşturulur ve bunların uygun birleşimleriyle fonksiyon yapıları belirlenir. Daha sonra fonksiyon yapılarına çözüm ilkeleri ve birleşimleri araştırılır. Sonraki aşamalarda çözüm ilkelerine uygun modül yapıları geliştirilir, ön çizimleri yapılır ve kesinleştirilen çözüm yapısının kesin çizimleri ve üretim dokümanları hazırlanır.



Şekil 3. VDI 2221 tasarım işlem modeli [5]

Bu kılavuz birçok ürün geliştirme prosesinde kullanılmaktadır. Bunlardan biri olan insan makine arasındaki kullanıcı ara yüzü çalışmalarında kullanılması amacıyla bisiklet gidonundaki kuvvetleri kaydedebilecek bir dinamometreyi VDI 2221 yaklaşımını kullanarak tasarlamıştır [6].

Tasarımda dinamometre içi boş bir silindirden ibarettir. Dinamometre bir tutucu ve üzerinde deplasman ölçer (strain gauge) bulunduğu ve deformasyonların ölçülebildiği iki bükülebilen kabuk şeklindeki yüzeyden oluşmaktadır. VDI 2221 kılavuzu yaklaşımıyla oluşturulan tasarım şu aşamaları içermektedir.

- Tasarım

- İmalat

- Uygulama

- Fonksiyonelliğini kanıtlama.

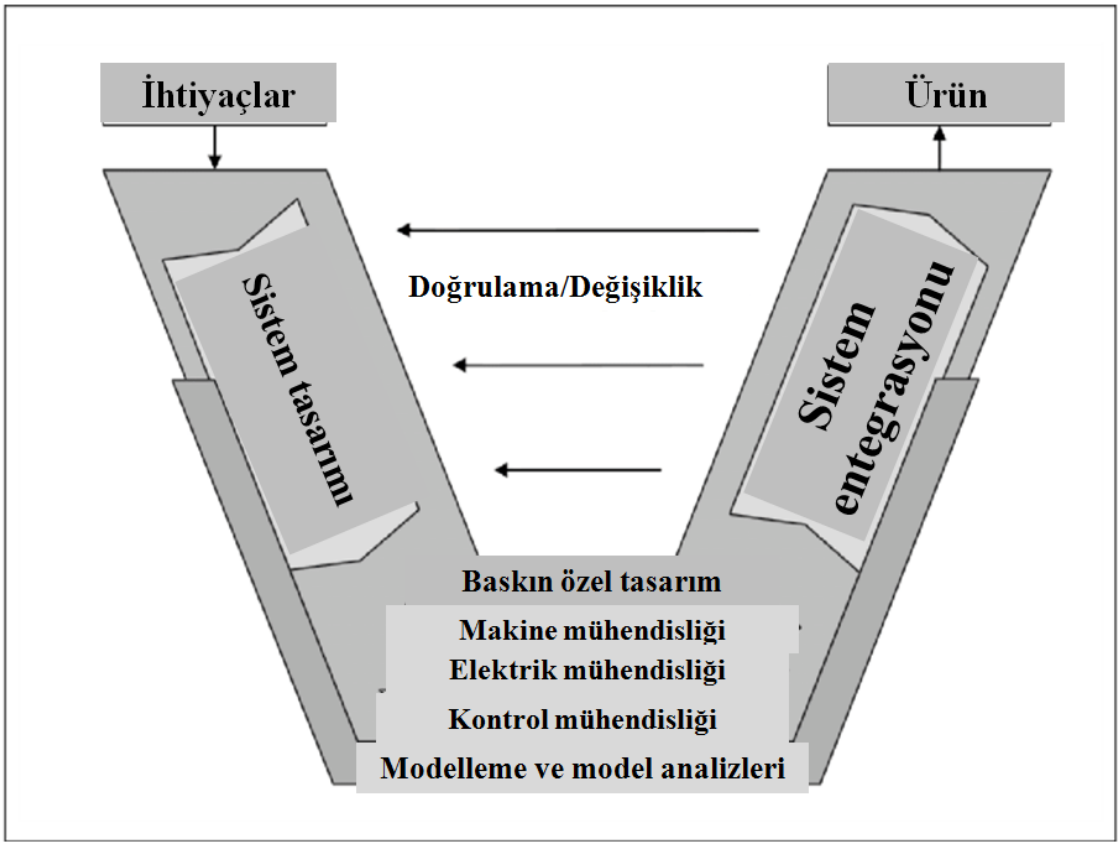
Tasarım üç adımı kapsamaktadır;

1. Planlama ve görev tanımlama (gereksinimleri belirlemek Literatür araştırması yapmak dinamometre hakkında bilgi toplamak ve tasarım ekibiyle bu konuları tartışmak.)

2. Konsept tasarım (bu bölümde dinamometrenin nasıl çalışacağı hakkında yöntem tespit edilmiştir. Bu bölümde yapı ile fonksiyonellik bir birine uyumlu olmalı ve girdiler ile çıktılar arasında bir denge bulunmalıdır.

3. Ayrıntılı tasarım. Bu bölümde konsept tasarımda belirlenen yöntemin her ayrıntısı belirlenir ve çizilerek imalat resimleri hazırlanır. Bir başka örnek olan Kam kontrol mekanizmasının fonksiyon analizi ve mekatronik tasarımı VDI kılavuzlarını kullanarak sistemin mekatronik tasarımını yapmışlardır. Bu tasarım mekanik ve elektronik tasarımı birlikte içermemektedir. Hedefi motordan hemen sonra gelen pinyon dişli ve bağlantı mekanizmasının tasarımıdır [7]. Bu mekanizma kam takip mekanizmasıdır ve sırasıyla servo motor, dönme ve öteleme dönüştürücüsü ve pinyondur. Bu çalışmanın amacı mekatronik bir sistemin tasarımının yapılarak test cihazının tasarlanmasıdır.

Sistemin modeli şekil 4’ ten anlaşıldığı gibi tasarım ve entegrasyondan oluşan iki temel kolun birbiriyle olan ilişkilerini göstermektedir.



Şekil 4. VDI 2206 V modeli [7]

2.1.1.4. *TRİZ* (Theory of inventive problem solving)

Bilimsel ve teknolojik araştırmaların temel amacı insanlığa daha rahat, kaliteli ve huzurlu bir yaşam sunmaktır. Bu araştırmalar özellikle son zamanlarda daha yoğun ve sistematik bir şekilde devam etmektedir. Gelişmiş ülkeler diğer ülkelere karşı ekonomik ve siyasal açılardan üstünlük kurmakta, çeşitli taleplerini kabul ettirebilmekte ve dünya kaynaklarını daha fazla kullanabilmektedirler. Bu çerçevede ülkelerin rekabete verdiği önem her geçen gün artmaktadır.

Günümüzde rekabetin artması sonucu firmalar; hızlı tasarım, kalite ve güçlü rekabet amacıyla yenilikçi yaklaşımlara yönelmişlerdir. Bu yaklaşımların başında Altı Sigma, TRIZ, Beyin Fırtınası vb. gelmektedir. Bunlardan en popüler ve yaygın TRIZ'dir. TRIZ[1]; Rus mühendis ve bilim adamı Genrich Altshuller tarafından geliştirilmiştir. TRIZ'in gelişimi, 1946'dan günümüze kadar sürmüştür. 1946'dan itibaren Altshuller ileri düzeyli birçok patenti incelemiş, çözümleri analiz etmiştir [8].

[1]TRIZ: Теория решения изобретательских задач (Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch) - Rusça

Altshuller yaptığı incelemeler sonucunda patentlerin dayandığı bilimsel gelişim temellerinin rastgele olmadığını tam aksine bunların birçok ilke ve kurala dayandığını tespit etmiş ve şu aksiyomu ifade etmiştir: "Tüm teknik sistemlerin gelişimi, objektif yasalar tarafından yürütülür" [9].

Altshuller bu kural ve ilkelerin (Çelişki Matrisi-40 Temel İlke, İdeallik Yasası, Teknik Gelişim Aşamaları vb.) hepsine birden TRIZ ismini vermiştir. Etkin bir şekilde TRIZ kullanılarak yaratıcı çözümler daha hızlı ve kolay bulunabilmektedir. Yani; "ilham için yıllarca beklemek yerine aynı problem TRIZ ile 15 dakikada çözülebilir" [9].

2.1.1.4.1 *TRIZ*'in tarihçesi

TRIZ; yaratıcı, yenilikçi ve özgün problem çözmeyi amaçlayan bir metodolojidir ve önceki SSCB'de yaşamış bir patent uzmanı olan Genrich Altshuller tarafından geliştirilmiştir [9]. Altshuller, 1945-1946 yıllarında Bakü'de Deniz Kuvvetleri Komutanlığına bağlı bir patent bürosunda çalışmış, patent başvurularını değerlendirmiştir. Ayrıca gelen buluşları değerlendirmede mucitlere de yardımcı olmaya çalışmıştır. Bu amaçla tüm bilimsel kütüphaneleri araştırmış, çok basit düzeyde dahi bir yöntem kitabı bulamamıştır. Bu yıllarda buluşlar genelde kazaen**,** deneme yanılma yöntemi veya kişisel yeteneklere bağlı oluyordu. Yani; yaratıcılık/mucitlik için bir metodoloji olmadığını fark etmiştir. Yine Altshuller, buluş/yaratıcılığın bazı ilkeler yardımıyla çeşitli çelişkileri ortadan kaldırmaktan başka bir şey olmadığını anlamıştır. Bunun üzerine birçok patent incelemiş, bunların ortak özellik ve geliştirme/çözüm mantığını anlamaya çalışmıştır. Böylece TRIZ alanındaki ilk önerilerini ortaya koymuştur. Arkasından SSCB Devlet Başkanı Stalin'e bir mektup yazarak teorisini ve bunun ülke kalkınmasına önemini anlatmaya çalıştı. Ancak, 1948 yılında tutuklanmış, işkenceye maruz kalmış ve 25 yıllık hapis cezasına çarptırılmıştır.

2.1.1.4.2. *TRIZ* Felsefesi

TRIZ metodolojisine göre bir sistemde belli parçanın geliştirilmesi diğer bir parçayla çelişmektedir. Bu süreç çelişen parçanın geliştirilmesiyle devam eder ve böylece mükemmele yaklaşılır. *TRIZ* temelleri aşağıdaki kavramlara dayanmaktadır:

- Kaynaklar
- Mükemmellik yasası
- Çelişkiler

Kaynaklar

Bir problemden mükemmel çözüme gidebilmek için önce problemin çevresi ve içinde yer alan her kaynaktan faydalanmak gerekir [10]. Bu kaynaklar: enerji, bilgi, sinyal, malzeme, boşluk, yapı olabilir. Örnek olarak ısıtma pompalarında toprak, yer altı suyu, hava ve atık ısı mükemmel çözüme yaklaşmada kullanılacak kaynaklardır.

Mükemmellik yasası

Bir sistemin mükemmel olabilmesi için bunun:

- Çalışma ömrü boyunca daha güvenilir, basit ve etkili olması,
- Ortamda atıl halde ve kullanılabilir kaynaklarda en yüksek düzeyde yararlanması ve
- Yeni bir mekanizma eklenmeden fonksiyonunu yerine getirmesi gerekir.

Bu kurallar, *TRIZ'*de "Mükemmellik yasası" olarak tanımlanmıştır. Bir sistemi mükemmel seviyeye taşımak için aşağıdakilere benzer hususlar uygulanabilir [9]:

- Sistemdeki fonksiyon sayısını artırmak. Örneğin; cep telefonlarına kamera, müzik, radyo vb. birçok fonksiyonun eklenmesi vb.
- Sistemde son eylemi gerçekleştiren çalışma elemanına mümkün olduğunca çok fonksiyon yüklemek. Örnek olarak kontrol kalemi ucunun hem tornavida hem de elektrik kontrolü (kontrol kalemi) amacıyla kullanılması gibi.
- Sistemin bazı fonksiyonlarını süper sistem veya dış ortama taşımak. Örneğin; bisiklet tekerleğine monte edilen dinamo ile seyir halindeki aydınlatma için elektrik enerjisi üretmek gibi.
- Mevcut ve elverişli iç ve dış kaynaklardan faydalanmak. Örneğin; ısı pompalarında hava, su ve toprak gibi doğal kaynakların kullanılması gibi.

Çelişkiler

Çelişki, genelde teknik sistemde bir parametre iyileştirirken diğer parametrenin kötüleşmesi veya bir parametrenin hem olması hem de olmaması şeklinde oluşur. Örneğin motor gücünü artırmak istediğimizde sistemin ağırlık, hacim ve maliyet açılarından artması tipik bir çelişkidir. Geliştirilen bir sistemin çelişki seviyesi bu sisteme ait zorluk derecesini, dolayısıyla yaratıcılık seviyesini belirtir.

Sorunlar Çelişkiler ve Çözüm

Her gün milyonlarca soruna Mühendislik bilimi ve uygulamalarında karşılaşılır ve bu sorunlara çözüm üretilir. Fakat sorunlar ve bu sorunlara getirilen çözümler incelendiğinde yaklaşık %90'ına daha önceden karşılaşılmış ve çözülmüş olduğu görülür. Altshuller bu genellemeyi yaratıcılık ölçütünde aşağıdaki gibi tablolaştırılmıştır [11].

Tablo 4'te görüleceği gibi her hangi bir sorunu çözmeyi amaçlayan fikirlerden yalnızca % 4 yeni kavram niteliğinde olup sadece % 1 'lik çözüm buluş niteliği taşıdığı söylenebilir. Problemler ve bu problemleri ortadan kaldırmaya yönelik geliştirilen çözümler yolları aynı zamanda bazı çelişkileri de yaratır. Başka bir ifade ile bir sorunun karşısında görünmeyen bir reaksiyon problem her zaman mevcuttur. Örneğin aksiyon sorun denizde araştırma yapan bir gemideki basınç kabinin eskimiş teknolojisi ise sorunun çözümü için basınç kabinine yeni bir cihaz veya mekanizma eklenmesi gerekebilir. Fakat oldukça büyük hacime sahip yeni cihaz kapalı alanda bir yer sorunu oluşturabilecektir. Diğer bir deyişle geliştirilen her çözüm kendisiyle beraber bir yeni problemi ortaya çıkaracaktır. Görüldüğü gibi ortaya çelişkili durumlar çıkmaktadır. Çelişkili durumun ortadan kaldırılması ise yaratıcı gerçek çözümün bulunmasıyla olur. Ancak tasarımcı için çelişkiden arınıp gerçek çözümü bulmak kolay bir iş değildir. Çünkü tasarımcı günlük karşılaştığı ve bilinçaltında alışkanlık haline getirdiği problemlerin sebep olduğu bir çeşit sanal körlük olarak kabul edilebilecek farkındalık hatası içindedir. Oysa gerçek çözüm genelde çok basittir. Altshuller' in tespit ettiği yöntemler ile uyumlu şekilde tasarımcının hemen yanı başındadır [11].

Tablo 4. Yaratıcılığın Seviyeleri

Seviye	Yaratıcılık Derecesi	Bütün Çözümler İçindeki % Değeri	Bilgi Kaynağı
1	Bilinen Çözüm	32%	Kişisel Bilgi
2	Küçük Yenilikler	45%	Kurum İçi Bilgi
3	Büyük Yenilikler	18%	Sektör İçi Bilgi
4	Yeni Kavram	4%	Sektör Dışı Bilgi
5	Buluş	1%	Tüm Bilgi

Trizin uygulamadaki avantajıyla birlikte dezavantajlarını da ele alan çalışmalar mevcuttur. Araştırmada ilk önce *Triz* metodolojisini anlamaya çalışan ve deneyen (başarılı veya başarısız) tasarımcılardan bilgi toplanılmıştır. Standart konuların dışına çıkarak çok kompleks konular üzerinde de çalışılmıştır. Çalışmanın bir diğer katkısı ise *Triz* metodolojisinin potansiyelini yeni başlayanlara göstermek ve *Trizin* hangi araçlarının öncelikle öğrenilmesi gerektiği hakkında bilgi vermektedir. Çalışmada dört farklı alanda denenmiştir bunlar [12].

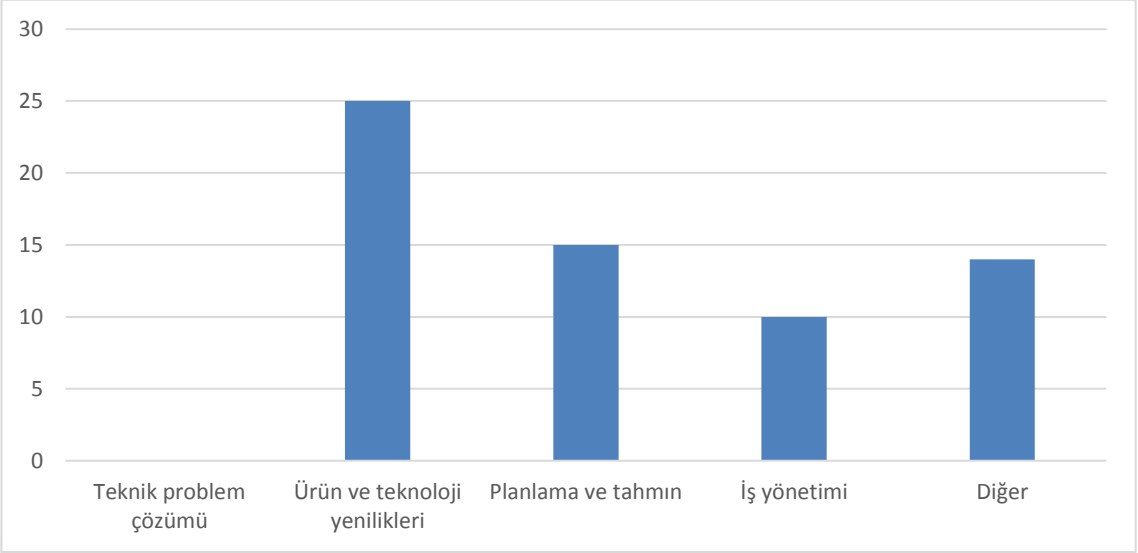
- Teknik problem çözümleri

- İnovasyon

- Teknoloji stratejileri (Tahminler ve planlama)

- İş yönetimi kırk kişi tarafından yapılan çalışmaların konulara göre dağılımı Şekil 5'te verilmiştir.

Çalışma gösteriyor ki Trizin yoğunlukla kullanıldığı alan teknik problemlerin çözümü ile inovasyondur.



Şekil 5. Trizin hangi alanlarda kullanıldığını ve tasarımcıların kullanım oranları [9]

40 Prensip ve Çelişki Matrisi

40 prensip, TRIZ'in en güçlü ve popüler araçlarından biridir. Altshuller'in uzun incelemeler sonucunda geliştirdiği 40 prensip, yapı itibariyle standart çözümlere benzemekte olup kapsam itibariyle standart çözümlerden daha geniştir. Sadece 65 mekanik çözümlere değil mekanik olmayan birçok alana da uyarlanabilir. 40 prensip temelde iki amaç için kullanılmaktadır:

1. Problemin üstesinden gelmek için özel bir durum veya sistemin kavramsal veya güncel olarak nasıl değiştirileceğine kılavuzluk eder.

2. Ayrıca prensipleri tüm çalışma alanlarına uygulanabilen kalıp setleri olarak göstererek kullanıcıları analojik düşünmede eğitir, geliştirir.

İncelenmiş patentlerin ve teknik sistemlerin çelişkileri dikkate alınarak bu çelişkileri oluşturan toplam 39 temel mühendislik parametresi belirlenmiştir (Tablo 5). Tablo 6'da ise 40 temel prensip verilmiştir. Mühendislik parametrelerinin çelişmesiyle oluşan teknik çelişkilerin çözümüne yönelik en uygun prensipler bir "çelişki matrisi" kullanarak oluşturulmuştur. Şekil 6' da çelişki matrisinin bir kısmı gösterilmiştir. Çelişki matrisinde satırlar ve sütunlarda mühendislik parametreleri bulunmaktadır. Parametrelerin çakışma noktalarında ise en uygun prensipler vardır.

Tablo 5. Mühendislik parametreleri

1. Hareketli nesnenin ağırlığı	**2**. Sabit nesnenin ağırlığı	**3**. Hareketli nesnenin uzunluğu	**4**. Sabit nesnenin uzunluğu
5. Hareketli nesnenin alanı	**6**. Sabit nesnenin alanı	**7**. Hareketli nesnenin hacmi	**8**. Sabit nesnenin hacmi
9. Hız	**10**. Kuvvet	**11**. Gerilim/ basınç	**12**. Şekil/biçim
13. Oluşum dengesi	**14**. Dayanıklılık	**15**. Hareketli nesnenin eylem zamanı	**16**. Sabit nesnenin eylem zamanı
17. Sıcaklık	**18**. Parlaklık	**19**. Hareketli nesnenin harcadığı enerji	**20**. Sabit nesnenin harcadığı enerji
21. Güç	**22**. Enerji kaybı	**23**. Madde kaybı	**24**. Bilgi kaybı
25. Zaman kaybı	**26**. Madde miktarı	**27**. Güvenilirlik	**28**. Ölçülerin doğruluğu
29. Üretimin doğruluğu	**30**. Nesneye dışarıdan etki eden zararlı faktörler	**31**. Nesneden kaynaklanan zararlı yan etkiler	**32**. Üretilebilirlik
33. Kullanım kolaylığı	**34**. Tamir edilebilirlik	**35**. Uyumluluk	**36**. Sistemin karmaşıklığı
37. Kontrol karmaşıklığı	**38**. Otomasyon seviyesi	**39**. Verimlilik/kapasite	

Teknik çelişki içeren yaratıcı bir problemi çözmek için kullanılacak adımlar aşağıdadır [9]:

1. Teknik sistem analizi. Geliştirilecek olan sistem karakteristiği veya sistemin performansını tanımlayan parametre belirlenir.

2. Teknik çelişkiyi açıklama. Geliştirilecek parametreye karşılık gelecek kötüleşen parametre belirlenir. Böylece teknik çelişki tespit edilir.

3. Teknik çelişki çözülür. Bu adımda 40 prensip ve çelişki matrisinden faydalanılır. 40 prensipten faydalanarak teknik çelişkiyi çözmenin iki yolu:

- ✓ En etkili prensipleri bulmak için çelişki matrisi kullanma ve
- ✓ Tüm prensipleri inceleme ve en uygun olanları tercih şeklinde belirtilebilir.

Her iki yol da genelde çözüm verir.

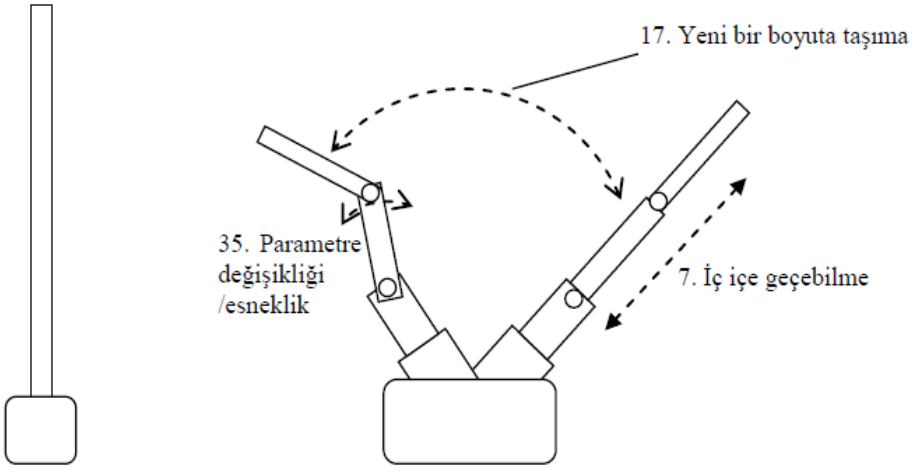
Tablo 6. 40 Temel Prensip

1. Bölme / Parçalara ayırma	**2**. Ayırma, çıkarma, geri alma	**3**. Bölgesel kalite	**4**. Asimetri
5. Birleştirme	**6**. Çok amaçlılık	**7**. İç içe geçebilme	**8**. Ağırlık dengeleme
9. Önlem alma, hataları giderme	**10**. Ön eylem	**11**. Önceden güvenilirlik sağlama	**12**. Eş potansiyellilik
13. Eylemi tersten düşünme	**14**. Küresellik	**15**. Dinamiklik	**16**. Kısmi ve aşırı eylem
17. Yeni bir boyuta taşıma	**18**. Mekanik titreşim	**19**. Periyodik eylem	**20**. Faydalı eylemi sürdürme
21. Eylemi hızlı yapma	**22**. Zararı faydaya dönüştürme	**23**. Geri besleme	**24**. Ara eleman veya nesne kullanma
25. Kendi kendine hizmet	**26**. Kopyalama	**27**. İmha edilebilme (kullanıp atma)	**28**. Mekanik sistem yerine farklı sistemler kullanma
29. Pnömatik veya hidrolik konstrüksiyon	**30**. Esnek zar veya ince filmler	**31**. Gözenekli malzemeler	**32**. Renk değiştirme
33. Homojenlik	**34**. Parçaları çıkarma ve tekrar ele alma	**35**. Özellik dönüşümü (parametre değişikliği)	**36**. Hal değişimi
37. Isıl genleşme	**38**. Kuvvetli oksitlendirme/ oksijen sağlama	**39**. Nötr (etkisiz, zararsız) çevre	**40**. Kompozit malzemeler

Örneğin bir anten tasarımı için çelişki matrisi kullanıldığında, önce teknik çelişki belirlenir. Bu amaçlı teknik çelişki tanımı: "hareketli nesnenin uzunluğunu artırmak isterken hareketli nesne hacmini de artırmak" olarak belirlenir (Şekil 6). Bu durumda "hacim artışı" istenmeyen bir özellikse matris incelendiğinde çözüm için önerilen prensipler: 7 (içi içe geçebilme), 17 (yeni bir boyuta taşıma), 4 (asimetri) ve 35 (parametre değişikliği) olabilir. Yine burada çözüm sağlayacak en uygun prensipler "iç içe geçebilme", "yeni bir boyuta taşıma" ve "parametre değişikliği" olarak düşünülebilir. Anten tasarımı bu prensiplere göre yeniden yapıldığında, Şekil 7'deki tasarım elde edilir. Bu çözümler diğer prensiplerle de geliştirilebilir olup, yenilik ve yaratıcılığa açıktır.

		Kötüleşen Özellik → / Geliştirilen Özellik ↓								
		Hareketli nesnenin ağırlığı	Sabit nesnenin ağırlığı	Hareketli nesnenin uzunlu	Sabit nesnenin uzunluğu	Hareketli nesnenin alanı	Sabit nesnenin alanı	Hareketli nesnenin hacmi	Sabit nesnenin hacmi	Hız
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Hareketli nesnenin ağırlığı	+		15, 8, 29,34		29, 17, 38, 34		29, 2, 40, 28		2, 8, 15, 38
2	Sabit nesnenin ağırlığı		+		10, 1, 29, 35		35, 30, 13, 2		5, 35, 14, 2	
3	Hareketli nesnenin uzunluğu	8, 15, 29, 34		+		15, 17, 4		7, 17, 4, 35		13, 4, 8
4	Sabit nesnenin uzunluğu		35, 28, 40, 29		+		17, 7, 10, 40		35, 8, 2,14	
5	Hareketli nesnenin alanı	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4		+		7, 14, 17, 4		29, 30, 4, 34
6	Sabit nesnenin alanı		30, 2, 14, 18		26, 7, 9, 39		+			
7	Hareketli nesnenin hacmi	2, 26, 29, 40		1, 7, 4, 35		1, 7, 4, 17		+		29, 4, 38, 34
8	Sabit nesnenin hacmi		35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14				+	
9	Hız	2, 28, 13, 38		13, 14, 8		29, 30, 34		7, 29, 34		+

Şekil 6. Çelişki matrisi [9]



Şekil 7. TRIZ prensiplerine dayalı basit bir anten tasarımı [9]

2.1.1.5. QFD (Kalite Fonksiyon Yayılımı)

Hızla artan müşteri ihtiyaçları ve hızlı gelişen teknolojiler tasarım faaliyetlerini karmaşık bir süreç haline getirmiştir. Kaliteli bir ürün için bu süreçte müşteri ihtiyaçlarının ürün geliştirme sürecine en etkin şekilde dâhil edilmesi gerekmektedir. QFD (Kalite Fonksiyon Yayılımı) bu amaca en uygun tasarım yöntemlerinden biri olup özellikle endüstride yaygın kullanılmaktadır. Yoji Akao tarafından 1966'da Japonya'da geliştirilen bu yöntemin ürün geliştirme süresini 1/2 ve 1/3 oranında kısalttığı kanıtlanmıştır [13].

QFD genel olarak ürün planlamadan üretim işlemlerine kadar tüm aşamalarda müşteri merkezli kalite yayılımı sağlar. Bu amaçla da kalite evi adlı bir grafik analiz aracı kullanır. Kalite evi herhangi iki ürün tasarım aşamasında kullanılmaktadır. Örneğin ürün planlama (müşteri ihtiyaçları) ve kavramsal tasarım aşamaları (tasarım parametreleri) arasında kullanılacak kalite evi ilk kalite yayılım faaliyetidir. Çünkü burada müşteri ihtiyaçları sonraki aşamaya ilk defa yansıtılacaktır. Arkasından kavramsal tasarım ile şekillendirme tasarımı (parçalar, bileşenler ve sistem) arasında kalite evi kullanılabilir. Bu şekilde ürünün imalat işlemlerine kadar kalite yayılımı sağlanabilir. Genel bir kalite evinin yapısı Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Genel bir kalite evi yapısı[11]

Kalite evinde en az dört pencere bulunmalıdır. Bunlar:

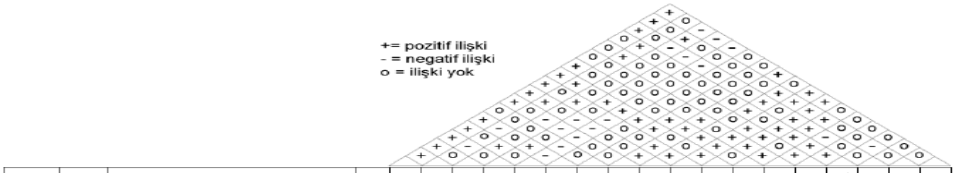
1. aşama özellikleri,

2. aşama özellikleri,

2. aşama özellikleri arasındaki korelasyon ve iki aşama özellikleri arasındaki ilişki matrisidir.

Bu pencerelere ek olarak özellikle ürün planlaması aşamasında rakip ürünlere göre rekabet analizleri eklenebilir. Örnek olarak bu tez kapsamında uygulanmış bir kalite evi, Şekil 9'da verilmiştir. Burada müşteri ihtiyaçlarının önem dereceleri tecrübe ve kaynak araştırmasına göre 0-1 arasında belirlenmiştir. Arkasından müşteri ihtiyaçları, tasarımda kullanılacak tasarım parametreleri ile A, B, C ve D düzeylerine göre ilişkilendirilmiştir. Diğer bir ifade ile müşteri ihtiyaçlarının önem dereceleri tasarım parametrelerine dengeli bir biçimde dağıtılmıştır. Bu dağıtım sonucunda hangi tasarım parametresi daha çok önemli hangisi daha az önemli olduğu kolayca görülebilecek ve buna uygun maliyet dağılımı yapılabilecektir. Arkasından mutlak önem ve bağıl önem ağırlıklarını bulmak için gerekli matematiksel formüller kolaylıkla uygulanabilmektedir.

Bunlara ek olarak tasarım parametreleri arasındaki korelasyon verilmiştir. Burada pozitif, negatif ve nötr (yok) olmak üzere üç tür ilişki tanımlanmış ve bunlara göre de bir karşılaştırma yapılmıştır. Örneğin ağırlık ile filtreleme alanı arasında negatif bir ilişki vardır. Filtreleme alanı arttıkça ağırlıkta artacaktır. Bu çelişkilerin önceden çözülmesi ve bu doğrultuda tasarımların yapılması ürün maliyetini ve tasarım süresini azaltacaktır.



	Önem derecesi (0..1)	[Fr= A, B, C, D A=9, B=5, C=3, D=1	Tasarım parametresi	Modülerlik	Ağırlık	Bulanıklık	Filtreleme alanı	Filtreleme derecesi	Filtreleme debisi	Filtreleme sürekliliği	Temizleme süresi	Enerji tüketimi	Verimlilik	Malzeme seçimi	Otomatik temizleme	Emniyet	Basitlik	İnsan ve çevre uyumu	Çalışma basıncı	Çalışma sıcaklığı	Su tüketimi
No	W_{Gn}	Müşteri ihtiyaçları		TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9	TP10	TP11	TP12	TP13	TP14	TP15	TP16	TP17	TP18
G1	0,9	Çok amaçlılık		A			C	C	C					C					C	C	
G2	0,6	Ergonomik			A				C						B		B	A			
G3	1	Minimum ağırlık		A	A							B		B	D		A	A			D
G4	1	Berraklık				A		A					B	C	A				B	C	
G5	1	TOC ve SDI				A		A			B	A	A	B	A				B	C	
G6	0,8	Filtreleme alanı		C			A		A	A	A		A	C			D				
G7	1	Filtreleme derecesi		C		A		A			B	A	A	A	B		D		B	B	C
G8	0,8	Filtreleme debisi		A			A	A	A		B	C	B	D	B				C		C
G28	0,8	Kurulum maliyeti		A	A											B	A	B			C
G29	0,8	Çalışma/bakım maliyeti		B	A						A	A		B		A	A	C			B
Mutlak önem $W_{TP}(n) = \prod_{n=1}^{n} W_{Gn} . F_n$				69,6	87,4	36	17,1	36,9	21,9	25,2	78,4	56	46,2	85,7	88,2	55,8	81,6	72,8	38,1	29,9	52,2
% Bağıl önem $\%M_n = \frac{W_{TP}(n)}{\sum_{1}^{n} W_{TP}(n)} .100$				7,11	8,93	3,68	1,75	3,77	2,24	2,57	8,01	5,72	4,72	8,75	9,01	5,7	8,34	7,44	3,89	3,05	5,33

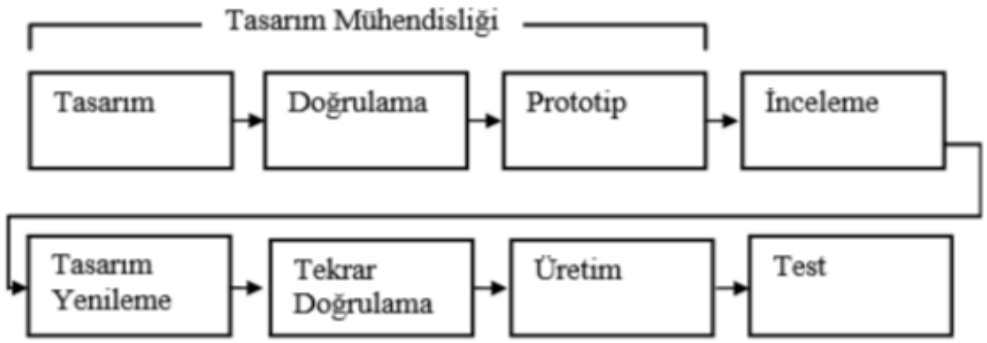
Şekil 9. Su filtre tasarımı için örnek bir kalite evi uygulaması

2.1.1.6. DFX Tasarım Metodolojileri (Design For X)

Mühendislikte tasarımın olması ve tasarımcının beklenen ömür-yaşam çevrimlerinin tamamını ilgilendiren bilgileri içeren bir metodolojidir. Tasarım süresince elde edilen bilgiler tasarımcılara rehberlik ederek tasarımın sürekli olarak değerlendirilmesini sağlar. DFX metodolojilerinin kullanım amacının, tasarım aşamasında üretilecek üründe tasarımcının olmasını istediği bütün özelliklerin üründe bulunmasını sağlamaktır. Geleneksel diğer ürün geliştirme yöntemleri ile kıyaslandığında: fabrika içerisinde bulunan her bir ekibin veya bölümün kendine ait fikirleri ve yöntemleri mevcuttur, bir ürünün gelişimi bir birini takip eden sıralı işlemlerden oluşur, geliştirme belirli denemeler sonucunda oluşur ve son tasarım detay ve toleransları esas alınarak gerçekleştirilir. Ürünün özelliklerini içeren bütün bilgiler Eş zamanlı 15 ürün geliştirme metodolojisi kullanıldığında tasarım sürecinde DFX' e göre ele alınmaktadır [14].

Tasarım sürecinde tasarımın yapılabilirliği, montaj edilebilirliği, çevreye etkileri, geri dönüşümü gibi birçok parametreye bağlı olarak tasarımın sürdürülmesi gerekmektedir. Tasarımın ve ürünün mükemmelliğe yaklaştıran bu tasarım teknikleri DFX metodolojileri olarak bilinmektedir. Hedeflenen, en iyi ürünün tasarlanması ve geliştirilmesi iken olası problemlerin tasarım aşamasında fark edilerek dikkate alınması

ve çözümlenmesidir. Şekil 10'da seri ürün geliştirme aşamaları, tasarım ve diğer süreçler görülmektedir.

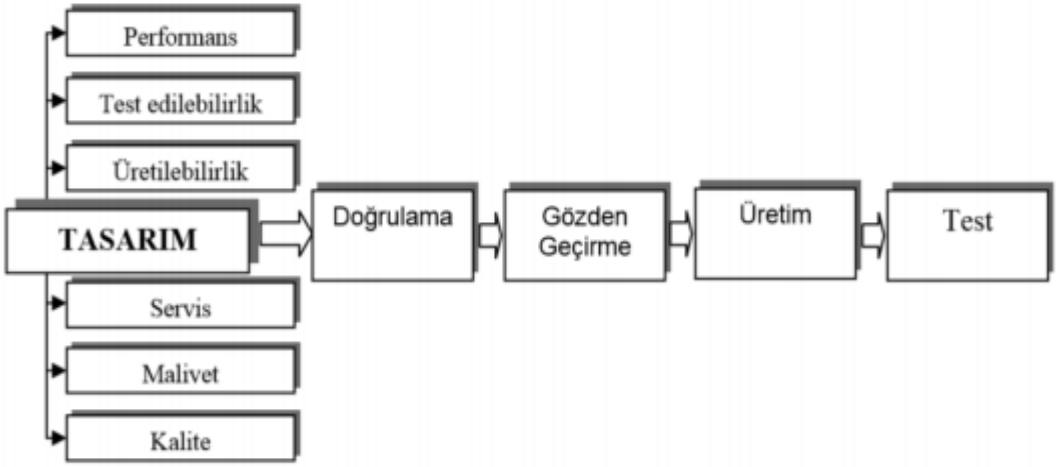


Şekil 10. Seri Ürün Geliştirme Sürecinin Aşamaları[14]

Eşzamanlı ürün geliştirme yaklaşımı, oluşabilecek problemlerin tasarım sürecinde ele alınarak çözülmesi için en uygun tasarımın oluşturulması amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle Eşzamanlı üretim yönteminin uygulanabilirliği Şekil 11 tasarım sırasında; tasarımın üretilebilirliği, montaj edilebilirliği, çevreye etkileri, geri dönüşümü, kalitesi gibi faktörlerin dikkate alınarak tasarımın hazırlanması DFX metodolojileri ile mümkündür.

2.1.1.7. Üretim İçin Tasarım Metodolojisi (Design for Manufactturing-DFM)

Tasarım esnasında üretimin planlanması, üretim yöntemlerinin seçilmesi, gerekli olan malzeme araç gereçlerin hazırlanması ve üretim sistemlerinin seçimi ve diğer bölümlerin süreçleri ile entegrasyonunu sağlar [15].



Şekil 11. Eşzamanlı Ürün Geliştirme Yaklaşımı Tasarım Süreci [15]

Xi Wei-Lin kararsızlığı artan sistemlerde üretim için tasarım çalışmasında DFM yöntemini gözden geçirmiş elektronik devre kartının üretimi üzerine yoğunlaşmış ve standart yönteme ilave olarak üretim araçlarının özelliklerinin belirlenmesi ve araçların simülasyonun yapılarak elde edilen çıktıların tasarıma girdi olarak verilmesi ve böylece tasarım ekibinin bu karakteristikleri değerlendirerek tasarımı gerçekleştirmesinin uygun olacağını tespit etmiştir [16].

DFM alanında yapılan çalışmalar göre imalat sürecinin en önemli olduğu kısımlardan biri de çok küçük ürünlerin üretilmesidir. Çok küçük parçaların üretilmesinin verdiği zorluk imalat problemlerinin tasarımda düşünülmesi gerektiği gerçeğini ortaya çıkarmıştır.

2.1.1.8. Montaj İçin Tasarım (Design for Assembly-DFA)

Bir ürünün tasarımı yapılırken sistematik bir yaklaşımla; geliştirme süreçleri, uygulamaları, ürün bileşenlerinin üretimi ve en sonunda son ürünün tamamını oluşturan bileşenlerin bir araya getirtilmesi amacıyla kullanılan bir tekniktir. Bu tekniğin amaçları; tasarlanan parçaların en basit ve hızlı bir biçimde üretilmesi, üretimden kaynaklanan kayıplarının %17 azaltılması, maliyet ve harcanan zamanın azaltılması yüksek kalitede ürün elde etme minimum parça adedi ile en kısa sürede ürünün montajını gerçekleştirilmesi şeklinde sıralanabilir. Montaj için tasarım, montajın ürün maliyetlerine etkisini azaltarak yüksek kalitenin elde edilmesinin yanı sıra tasarımın

yaratıcılığının montaj uygulamaları için uyumluluğunu sağlamak amacıyla kullanılmaktadır [17].

Whenlei Zhang ve arkadaşları uçak türbini için yapılan bir çalışmada DFA uygulayarak tasarım gerçekleştirmiş ve sonuçları değerlendirmişlerdir. Metodolojinin gerekliliğini araştırmış ve DFA üç aşamada sisteme uygulanmıştır.

- Montaj dataları ve bilgilerin yönetimi,

- Montaj planlama ve Simülasyon platformu,

- Uygulayıcılar için geliştirilmiş akıllı montaj kılavuzlarının oluşturulması

Elde edilen sonuçlar sistem ve firma gereksinimlerini fazlasıyla karşılamıştır. Montaj zamanlarında %40, işçilerin eğitilmesinde %30 ve dokümantasyonda ise %10 kazanç elde edilmiştir [18].

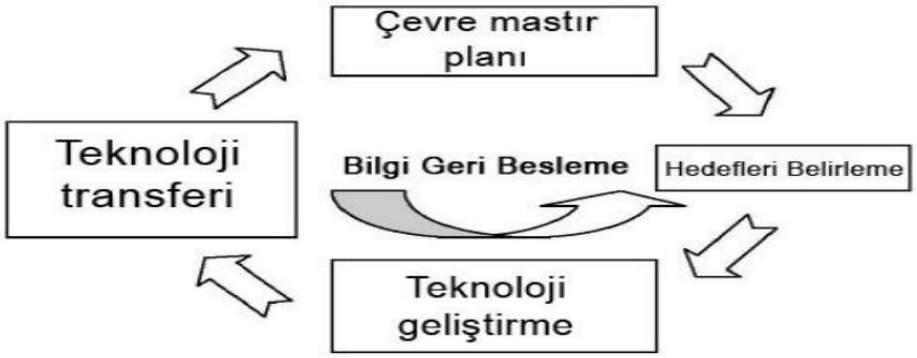
2.1.1.9. Çevre İçin Tasarım Metodolojisi (DFE)

Dünya nüfusunun artması, doğal kaynakların kullanımı ve değişen müşteri taleplerine bağlı olarak artmıştır. Günümüzde mevcut doğal kaynakların her geçen gün azalması nedeniyle geri dönüştürülebilen ürünlerin kullanımının önemi daha da artmıştır. Aynı zamanda firmaların daha az enerji kullanımı için yaptıkları çalışmalar geri dönüştürülebilen ürünlerin kullanımını artırmıştır. Bu sebeplerden dolayı çevre için tasarım ve geri dönüşüm için tasarım çalışmalarına önem verilmiştir [19]. Çevre için tasarım (DFE), üretilecek yeni ürünün tasarım aşamasında çevreye etkilerinin değerlendirilmesini sağlar. Bu metodoloji tasarım sırasında ürünün yaşam döngüsü sırasında insan sağlığı ve çevre güvenliğine olan etkisini dikkate almaktadır. Bu nedenle DFE ile ürünün çevre ile olan ilişkisi dikkate alınarak; ürünün insan sağlığına ve güvenliğine etkileri, çevresel risk yönetimi, ürün güvenliği, doğal kaynakların ve çevrenin korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve ürünün yaşamı sonunda geri kazandırılması gibi faktörlerin dikkate alınması ile tasarım gerçekleştirilir.

Mattias Lindahl ve arkadaşlarının yapmış olduğu üretim yapan şirketlerde DFE in kabullenilmesi uygulama şekilleri ve faydaları adlı çalışmada görülüyor ki DFE şirketler için çoğu zaman bir yük olarak görünmekte ve daha çok ortak olunan büyük

şirketlerin zorlamaları ve baskısı sayesinde tasarım aşamalarına eklenmektedir. Fakat uygulayan sonuçları gören şirketlerin çevre için tasarımı benimsedikleri ve faydalarını anladıkları görülmektedir. Çoğu şirket model bir ürün seçmekte bu ürünün tasarımında çevre için tasarım uygulamakta ve sonuçlarını izlemeyi tercih etmektedir. Bu durum yöntemin faydalarının çok uzun zamanda anlaşılmasına neden olmaktadır [20].

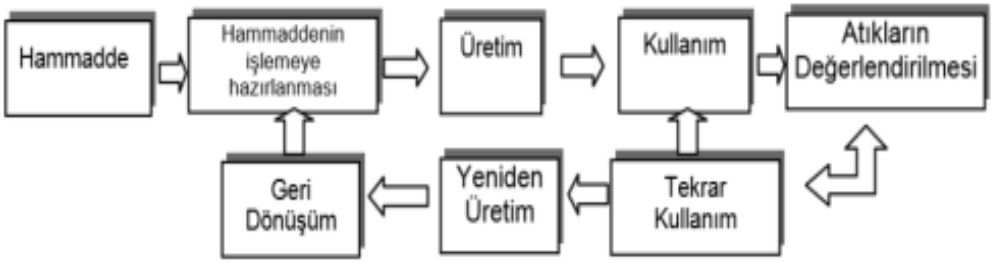
John Harland ve arkadaşları yarı iletken malzemelerin tasarımında çevre için tasarım metodolojisini uygulamıştır [21]. İlk önce çevre master planı hazırlamışlardır ve Şekil 12'de gösterilmiştir.



Şekil 12. Çevresel Planlama Çevrimi [21]

2.1.1.10. Geri Dönüşüm İçin Tasarım Metodolojisi (Design For Recyclability-DFR)

Bu metodoloji, ekonomik ömrünü tamamlamış özellikle metal ve plastiktenüretilen ürünlerin çevreye olan zararları dikkate alınarak, yeni ürünlerin hammaddesi haline getirilerek doğal kaynakların verimli bir şekilde kullanımını ve çevrenin korunmasını dikkate alan ürün tasarımları yapmayı sağlar [22]. Ürünün yaşam döngüsü Şekil 13'de verilmiştir.



Şekil 13. Ürün Yaşam Çevrimi Aşamaları 22]

2.1.1.11. Pahl ve Beitz'in Sistematik Tasarım Yaklaşımı

Pahl ve Beitz, mühendislik tasarımı için sistematik bir yaklaşım (veya kapsamlı bir tasarım işlem modeli) geliştirmiştir. 'Sistematik Tasarım Yaklaşımı', tasarımı bilimsel temeller ve izlenmesi gereken bazı kurallara bağlar. Bir başka ifade ile algoritmik yollar kullanarak tasarım işlemini, salt sezgi veya kişi yetenekleri ve yaratıcılığından bağımsız sistematik teknikler kullanarak yapabilmeyi sağlar. Böylece alt ve orta düzey tasarımcılar tarafından dahi iyi tasarımlar elde edilebilmektedir. Bu avantaj, bir tasarımın fonksiyonel özelliklerini artırmanın yanı sıra daha yüksek dayanımda, daha basit, ucuz, hafif ve az malzeme israfı ile elde edilmesini sağlayacaktır.

Yani, bilimsel temel ve belirlenmiş kurallara bağlı tasarım ile daha hızlı, kolay, ucuz, fonksiyonel ve optimum tasarımlar yapılabilecek ve kolayca değiştirilebilecektir. Tasarım kaynaklarında en çok atıfta bulunulan 'Sistematik Tasarım Yaklaşımı', şu dört ana aşamaya ayrılmaktadır [23]:

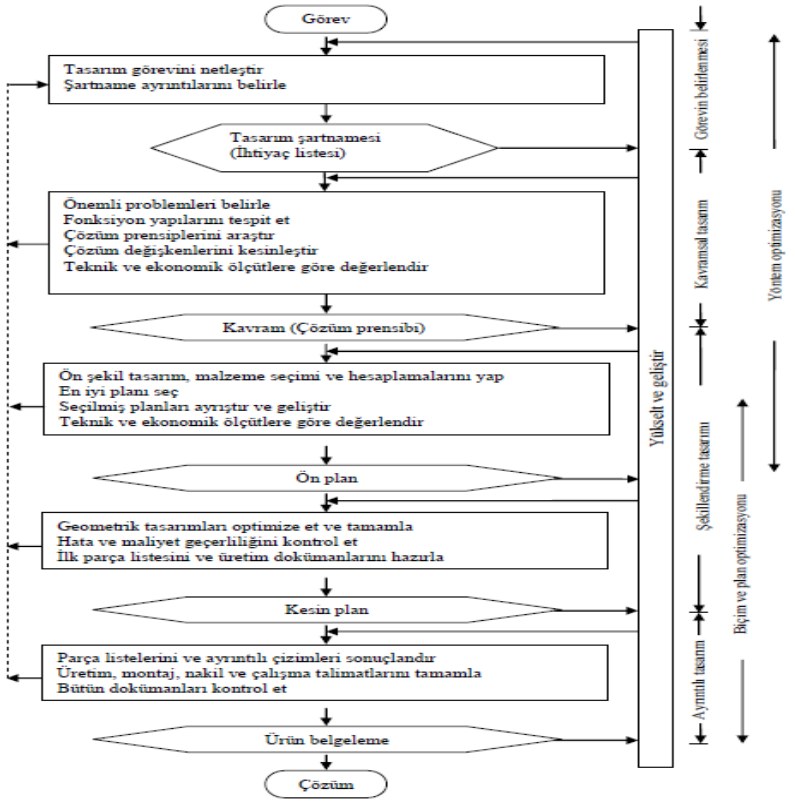
1) Amacın netleştirilmesi: İyi bir tasarım problem tanımının (ihtiyaç listesi veya şartname) yapılabilmesi için gerekli tüm bilgilerin derlenmesi (zorunlu ve isteğe bağlı ihtiyaçlar, tasarım sınırlandırmaları vb. gibi) ve bu bilgileri içeren bir tasarım şartnamesinin hazırlanması,

2) Kavramsal tasarım: Tasarım şartnamesi kapsamında bazı farklı tasarım çözümlerinin (tasarım alternatifleri) oluşturulması, gerekirse bunlara ait kaba hesap ve çizimlerin yapılması, aralarından bir veya birkaçının seçilmesi,

3) Şekillendirme tasarımı: Seçilen çözüm kavramına uygun alternatif konstrüksiyon yapılarının geliştirilmesi, bu yapının çeşitli açılardan (fonksiyon, boyutsal uygunluk, finansal uygulanabilirlik, dayanım, basitlik, açıklık ve emniyet) kontrol edilmesi, imalat işlemlerinin belirlenmesi,

4) Ayrıntılı tasarım: Geometrik şekil, boyutlar, yüzey pürüzlülüğü, toleranslar ve parçalara ait diğer imalat özelliklerle birlikte genel montaj yapısının belirlenmesi, maliyet tahminlerinin yapılması.

Yukarıda özetlenen tasarım işlemi akış şeması, Şekil 14'de gösterilmektedir.



Şekil 14. Tasarım işlem basamakları [23]

Buraya kadar, mühendislik tasarımlarında kullanılan tasarım yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Bunlardan en çok bilinen tasarım işlem modeli Pahl ve Beitz'e ait Sistematik Tasarım yaklaşımıdır [24]. Bu modelin diğerlerine göre avantajları şunlardır:

- ✓ Tasarım sürecini kapsamlı ve sistematik şekilde ele alması
- ✓ Özel tasarım yöntem ve tekniklerini modele dahil edebilmesi
- ✓ Endüstrideki tasarım faaliyetlerini esas alması
- ✓ Tasarım problemini detaylı analiz ve böylece problemi daha iyi anlama imkanı sunması
- ✓ Geniş çözüm uzayı sağlaması

Yukarıdaki önemli özellikler Sistematik Tasarım yaklaşımının niçin dünya çapında en çok kabul edilen ve atıf yapılan bir referans olduğunun önemli göstergelerindendir [25].

Ayrıca Pahl ve Beitz'e ait Sistematik Tasarım metodu aşağıdaki özelliklere sahip olmasından dolayı da tercih sebebi olmuştur:

- ✓ Probleme direkt yaklaşımı teşvik eder; sadece uzmanlık alanlarında değil, tasarım faaliyetlerinin her çeşidi için de uygulanabilir özelliktedir,
- ✓ Anlaşılabilir ve icat edilebilirliği teşvik edebilen; optimum çözümler için araştırmayı kolaylaştıran bir yöntemdir,
- ✓ Diğer tasarım metot ve kavramlarıyla uyumludur,
- ✓ Tesadüfi çözümler bulmaya dayalı değildir,
- ✓ İlgili ödevler için bilinen çözümlerin uygulamasını kolaylaştırır,
- ✓ Elektronik veri işlemiyle uyumludur,
- ✓ Kolayca öğrenilebilen ve öğretilebilen bir yöntemdir,
- ✓ Modern, ergonomi ve bilimsel etkenler kullanılarak zamandan tasarruf sağlayan, insan hatalarını en aza indirilebilen yöntemdir.

Pahl ve Beitz'e ait Sistematik Tasarım metodu; tasarım metotlarının işleyişinde olması gereken özellikler kullanılarak yapılan bir tasarım işlemi sonucunda, klasik tasarım metotlarına göre çok daha çabuk ve direkt olarak mümkün olan ürün tasarım çözümlerinin bulunabilmesinde, tasarımcılara yardım sağlayacak metottur. Diğer bir ifadeyle sistematik tasarım tekniğinde; klasik ürün tasarım tekniklerine göre daha bilimsel, bilgisayar destekli tasarımda temsil edilmesi daha kolay, sıralı, şeffaf ve düzenlemeler yapılması daha kolaydır. Ürün tasarım katalogları kullanarak ve daha önceden hazırlanmış benzer projelerin çözümlerinden mümkün olanları kullanılarak, ilgili problemin sistematik yapısı daha kolay anlaşılabilir hale getirilebilir. Sistematik ürün tasarım metotları kullanılırken, bilgisayarda uygun ürün tasarım veri tabanının oluşturularak, şartname ihtiyaçlarını karşılayan elemanlardan uygun olanlarının bilgisayar desteği sayesinde seçimi ve geri besleme esnekliğinin sağlanması son derece önemlidir. Metotsuz bilgiye dayalı olarak geliştirilen bir tasarım sisteminde; unsur modelleri kullanmak, veri tabanı oluşturmak, geometrik modelleri analiz etmek, veri akışının sürekliliğini sağlamak, farklı veri tabanları arasında bağlantılar yapmak mümkün değildir. Sistematik tasarım teknikleri kullanılarak, elde edilen tasarım veri tabanları sayesinde, bilgisayar teknolojisi üst düzeyde kullanılabilir. Bilgisayarda kullanılacak olan bilgilerin veri tabanında temsil edilmesi için uygun bir biçimde, rasyonel kullanıma sokulması sistematik tasarım teknikleriyle oldukça kolaylaştırır.

Pahl ve Beitz (1996) sistematik tasarım tekniği olarak bilinen yöntem en çok kullanılan yöntemdir. Kullanılan bu sistematik tasarım tekniği sayesinde, tasarımcılara yeni

ufuklar açılabilir ve tasarım işlemine daha geniş bir açıdan bakmaları sağlanabilir. Sistematik tasarım yaklaşımı göstermiştir ki;

• Sistematik tasarım yaklaşımları kullanılarak, birden fazla yeni çözüm bulunabilmekte ve böylelikle mümkün olan çözümler arasından en iyisi seçilebilmektedir.

• Tasarım problemlerinin daha kolay anlaşılabilmesini sağlayarak, icat edilebilirliği teşvik edebilmektedir.

• Sistematik tasarım yaklaşımı, problemlerin çözümünde kullanılabilecek orijinal ve patent alınabilecek tasarımlara tasarımcıları yönlendirebilir. Zaman içerisinde tasarımcılar kendilerine özgü sistematik tasarım yöntemleri ve stratejileri de geliştirebilirler.

Yapılan literatür araştırması sonucunda tasarım için kullanılan bir çok metot araştırılıp incelenmiştir. Bu metotlar içerisinde en çok kullanılanı ve çalışmalarda referans gösterileni Pahl ve Beitz'in sistematik tasarım metodolojisi olmakla beraber diğer metotlara göre birçok üstünlükleri tespit edilmiştir bu üstünlükler yukarıda belirtilmiştir. Bu sebeplerden dolayı NC kontrollü taşlama tezgahının tasarımında Pahl ve Beitz'in sistematik tasarım yöntemi seçilmiş ve tasarıma uygulanmıştır.

2.2. Talaşlı İmalat ve Taşlama Tezgahı

Talaşlı imalat, metal, plastik, ahşap gibi malzemelerin üzerinden veya iç kısmından talaş denilen malzeme kaldırılarak şekil verme işlemidir.

Bir malzemeye istenen özellikleri kazandırmak (yüzey, şekil ve boyut) için bir takım ve güç kullanılarak yapılan, iş parçası üzerinden tabaka şeklinde malzeme kaldırma işlemine talaşlı imalat denir. Ayrılan malzeme tabakasına da talaş denir. Talaş tipi, kullanılan kesici takım geometrisi, ilerleme ve işlenen malzemeye göre farklılıklar gösterir [26].

İmalat yöntemleri, mekanik ve fiziksel-kimyasal olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Bunlardan en önemlisi olan mekanik imalat yöntemleri, talaşsız ve talaşlı olmak üzere iki gruba ayrılır. Talaşsız imalat yöntemleri döküm, dövme, presleme, haddeleme, çekme, derin çekme, sıvama, bükme, kaynak, lehim, yapıştırma ve perçinleme, talaşlı

imalat yöntemleri ise, frezeleme, tornalama, delme, planyalama, vargelleme, broşlama, taşlama, honlama, lepleme gibi işlemleri kapsamaktadır. Talaş kaldırma, ucu (ağzı) keskin bir takımla iş parçası üzerinden malzeme kaldırma işlemidir. Bu şekilde kaldırılan malzemeye talaş denir. Talaş kaldırma işlemlerinin sistematiği, takım ile parça arasındaki izafi hareketlere, takım ucunun geometrisine ve takımların kesici uç sayılarına göre yapılabilir.

Talaş kaldırma işlemi, takım ile parça arasındaki izafi hareketlerin bir sonucudur. Takım ile parça arasında kesme, ilerleme ve yardımcı olmak üzere üç türlü hareket vardır. Kesme hareketi esas talaş kaldırma hareketidir. İlerleme hareketi, parçanın uzunluğu veya genişliği boyunca kesmenin devamını sağlayan harekettir. Yardımcı hareketler ise, takımın parçaya yaklaşma ve talaş derinliği verme hareketi, ilerleme hareketi bittikten sonra takımı başlangıç noktasına geri getirme gibi çeşitli ayar hareketlerini kapsar. Genellikle kesme hareketi dönme veya doğrusal, ilerleme ve yardımcı hareketler ise doğrusal hareketlerdir. Bu hareketlerin parça veya takım tarafından yapılması, çeşitli talaş kaldırma yöntemlerini meydana getirir [26]. Bunlar; frezeleme, tornalama, delme, planyalama ve taşlama olmak üzere temelde beş yöntemdir.

2.2.1. Talaş Kaldırmayı Etkileyen Faktörler

Talaş kaldırma işleminde kesici takımla iş parçası üzerine belirli bir kuvvetle basınç uygulandığında ve kuvvet yönünde hareket ettirildiğinde takım ucunun temas ettiği malzeme üzerinde önce elastik sonra plastik şekil değişimi oluşarak akma başlar. Gerilmeler malzemenin kopma sınırını geçtiğinde oluşan talaş iş parçası yüzeyinden kopar. Bu talaşın parçadan ayrılış şekli iş parçasının malzeme özelliklerine ve kesme şartlarına bağlı olarak değişir ve farklı talaş şekilleri oluşur. Bu nedenle talaş kaldırma işlemini etkileyen faktörlerin bilinmesi ve etkilerinin dikkate alınması gerekmektedir. Bu faktörlerin bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

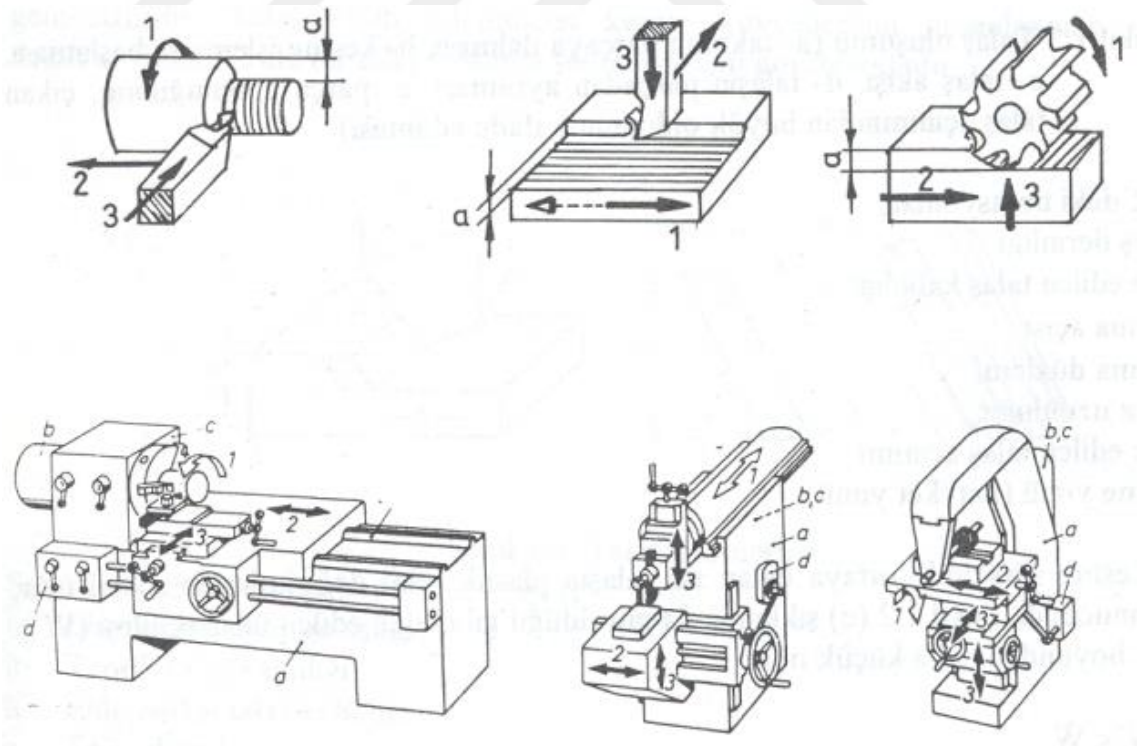
- Kesme hızı,
- İlerleme hızı,
- Talaş derinliği,
- Takım aşınması ve ömrü,
- Takım geometrisi,

- Kesme kuvveti ve gücü,
- Soğutma sıvısı,
- Titreşim,
- Takım-iş parçası malzemesi,

Yapılan çalışmalarda talaş kaldırma işleminin karmaşık yapısı nedeniyle bu faktörlerden büyük bir kısmı sabit tutularak diğer faktörlerin etkileri tespit edilebilmektedir [27].

2.2.2. Takım Tezgahları

Parçalara istenen şekli vermek amacı ile gerek tekil olarak gerekse makinelere bağlanarak kullanılan şekillendirme araçlarına takım denir. Genel anlamda tüm üretim araçlarına takım tezgahı denilebilir. Dar bir anlamda ise metal, plastik, ahşap ve taş gibi malzemeleri işleyen ve bunlara belirli bir şekil veren üretim araçlarına takım tezgahı denir [28].



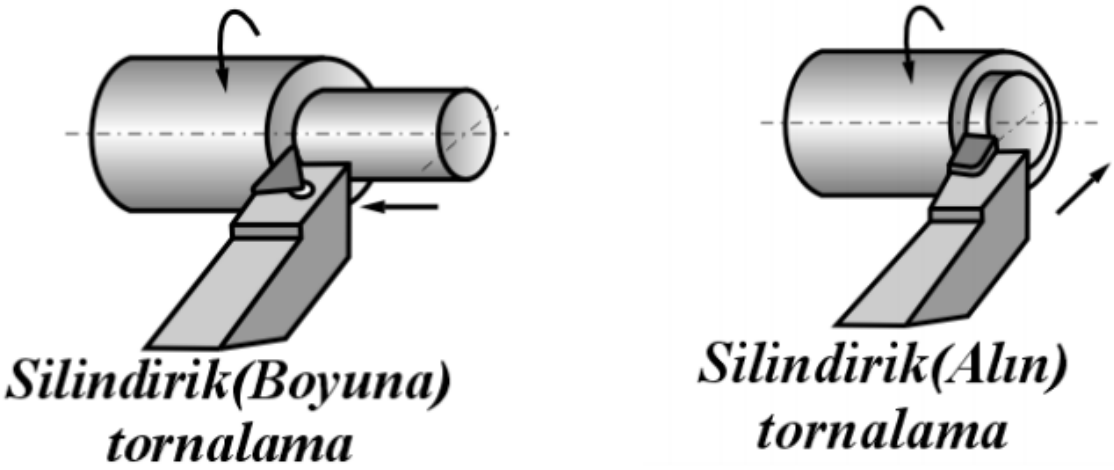
Şekil 15. Çeşitli Takım Tezgahları [28]

Tezgah	1.Kesme Hareketi	2.İlerleme Hareketi	3. Talaş Derinliği
Torna	parça: DÖNME	takım: ÖTELEME	takım: ÖTELEME
Vargel	parça: ÖTELEME	takım: ÖTELEME	takım: ÖTELEME
Freze	takım: DÖNME	parça/takım: ÖTELEME	parça/takım: ÖTELEME

Şekil 16. Takım Tezgahlarında Hareket Türleri [28]

2.2.2.1. Tornalama

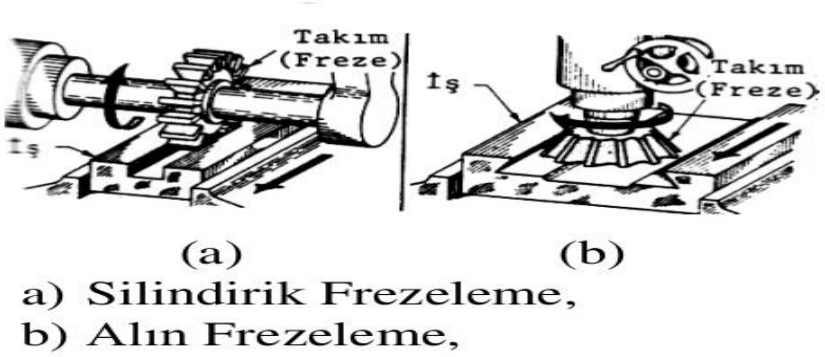
İş parçasının dönme şeklinde kesme hareketi ve kesici takımın ilerleme hareketi yaparak malzeme üzerinden talaş kaldırma işlemine tornalama denir. Burada takım parça eksenine paralel bir hareket yaptığında işleme boyuna; hareket parça eksenine dik olduğunda alın tornalama denir [28].



Şekil 17. Tornalama çeşitleri [28]

2.2.2.2. Frezeleme

Frezelemede, takım dönme şeklinde kesme ve parça ilerleme hareketini yapar; takım kesmeyi çevresinde bulunan dişlilerle yaptığı durumda işleme çevresel, alın yüzeyinde bulunan dişlilerle yaptığı durumda alın frezeleme denir [28].



Şekil 18. Frezeleme çeşitleri [28]

2.2.2.3. Delik Delme ve Delik İşleme

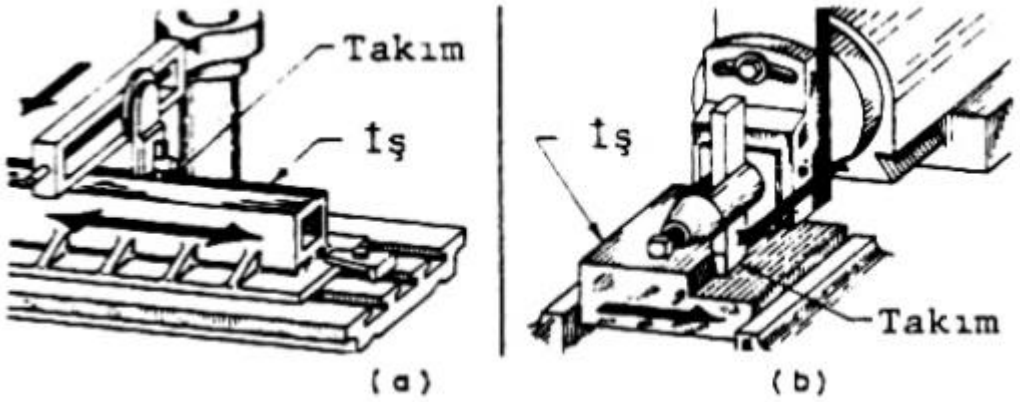
Delmede, parça sabit olup, takım hem dönme şeklinde kesme, hem de ilerleme hareketini yapar, parça hiç hareket etmez. Bu amaçla takım matkap tezgahının iş miline ve parça tezgahın tablasına tutturulur. Delik işleme; delik delme delik genişletme, raybalama, konik havşa başı açma, düzeltme, vida açma gibi işlemlerden meydana gelir. Delik işlemleri matkap denilen tezgahlarda veya küçük çapta işlemler için el aleti ile yapılır[27].



Şekil 19. Delik delme tezgah çeşitleri [27]

2.2.2.4. Planyalama ve Vargelleme

Planyalama-vargellemede, kesme hareket doğrusaldır; vargellemede bu hareket takım, planyalamada ise parça tarafından yapılmaktadır [27].



Şekil 20. (a) Planyalama , (b) Vargelleme [27]

2.2.2.5. Taşlama

Taşlamanın diğer metal işleme tekniklerine göre bazı üstünlükleri olduğundan, bunların; sert metallerin önemli kısmının işlenebilirliğinin taşlamayla sağlanması mümkündür aksi takdirde ısıl işlem sonrası çarpılmaya uğramış ve ölçü bozulması olmuş parçaların istenen hassasiyette işlenmesi mümkün olmayacaktır. Taşlama prosesinde ölçü kontrolünün daha etkin olarak kullanılabildiği ve mikro seviyede ölçü elde edilebilirliğindeki üstünlüğü olduğu, bununda taşlama işleminde yüzey ve silindirik taşlama işlemlerinde taşın bilenmesi (elmaslama) işleminin taşlamada otomatik yapılmasından ve bu aralığın kullanıcıya bağlı olmasından kondisyona göre bu işlemin ayarlanabileceğinden, taşlama taşının kendi kendini yenileme özelliği dolayısıyla son ölçüye kadar kullanılabildiği ancak diğer kesici takımlar kullanıldıktan sonra ömürleri bitmektedir. Birçok uygulamada tekrardan geriye kullanılmaları mümkün olmamaktadır şeklinde araştırmalarında belirtmişlerdir [28].

Taşlama, geometrisi belli olmayan aşındırıcı, bağ malzemesi ve boşluklardan oluşan taş denilen kesici vasıtası ile malzeme üzerinden çok ince talaş kaldırma işlemi yapan imalat yöntemlerinin son işlemidir. Bu nedenle diğer metal işleme şekillerinin çoğundan farklıdır. Bu işlemler metal kesme şeklindedir. Çünkü kesici alet birbirinden keskin kenarlar yardımıyla metal üzerinden parça koparak çalışır. Taşlamada ise aşındırıcı taneler yardımıyla iş parçası üzerinden parça koparılır. Kesici takım üzerinde bulunan taneler düzenli şekle sahip değildir. Birbirine benzemeyen bu aşındırıcı taneler iş parçasının içine işleyerek birbirine benzeyen parçalar koparırlar [29,30].

Taşlama süreci bilinen en eski üretim yöntemlerinden birisidir. Sürecin başlangıcı ahşap okların kaya üzerinde bilenmesiyle başlamıştır. Orta çağlarda su değirmeni tahrik öğütme taşları takım ve silah üretmek için kullanılmıştır.

Leonardo Da Vinci'nin 1500 'lü yıllardaki çizimlerine rağmen, ilk taşlama taşı 19. yy sonlarında üretilmiştir. Taşlamanın geçmişi incelendiğinde taşlama süreç evrimi yeni ve daha sert aşındırıcıların gelişmesi ile lineerdir. Evrim çakıldan, korundum gibi doğal oksitlere, buradan sentetik karbürlere doğru olmuştur [29].

Taşlama işlemi sonucunda 0,01 mm ile 0,002 mm arasında ölçü tamlığı ve 6,3 µm ile 0,05 µm ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri (Ra) elde etmek mümkündür [30].

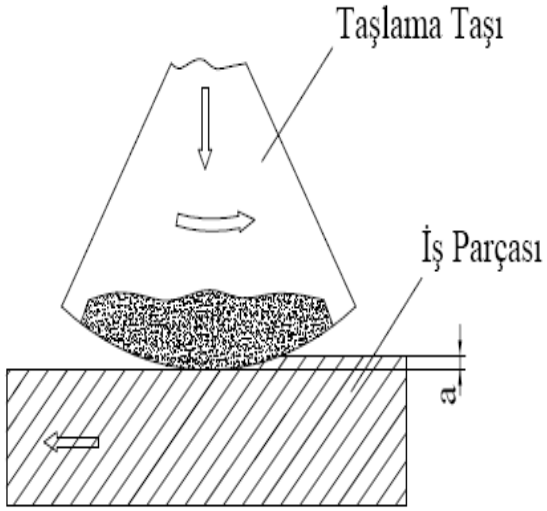
Taşlamacılık, iş parçası yüzeylerinde yüksek ölçü tamlığı ve düşük yüzey pürüzlülüğü sağlaması yönünden endüstride büyük önem taşır. Hassas makine parçalarının üretimi, öncellikle çeşitli takım tezgâhlarında işlenerek belirli bir ölçüye getirilir; sonra tamamlama işlemi olarak, taşlama işlemi yapılarak gerçekleştirilir.

Taşlamanın, endüstriyel üretimde sağladığı üstünlükler şunlardır:

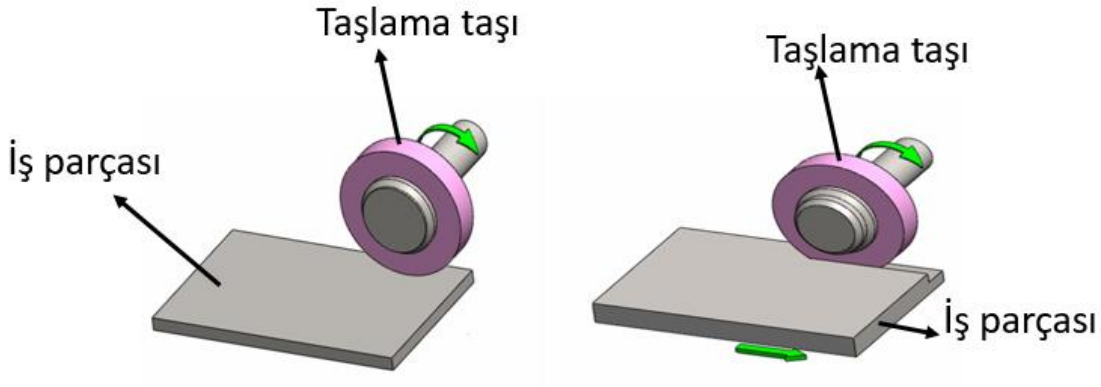
- Yüksek ölçü tamlığı
- Üstün yüzey kalitesi
- Sertleştirilmiş parçaların işlenebilmesi
- Birlikte çalışacak parçaların alıştırılması kolaylığı
- Diğer takım tezgâhlarında işlenemeyen parçaların işlenebilmesi
- Üretimde serilik
- Alet ve takım bileme vb [30].

Taşlama aşağıda belirtilen üç değişik hareketin aynı zamanda bir araya gelmesiyle gerçekleşir.

Taşlamada, metallerin taşlama taşı ile taşlanarak işlenmesi, taşlama taşının kendi ekseni etrafında dairesel dönme hareketi yaparken (Şekil 21), kesme için iş parçasının hareket etmesi (Şekil 22); bu sırada iş parçası da taşlama taşına doğru ilerleyerek kesmeyi kolaylaştırır [31].



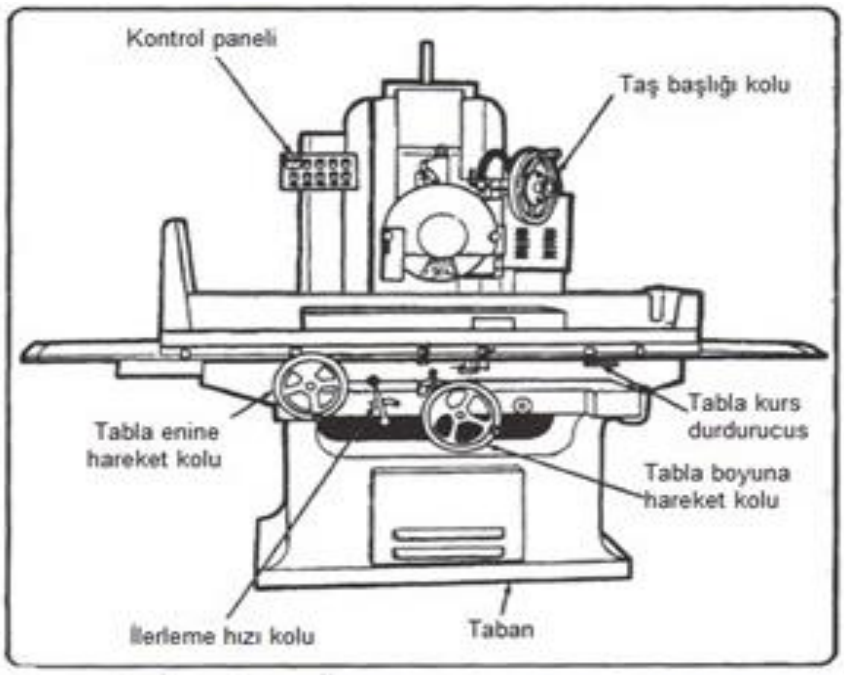
Şekil 21. Metallerin Taşlama Taşı İle İşlenerek Taşlanması [31]



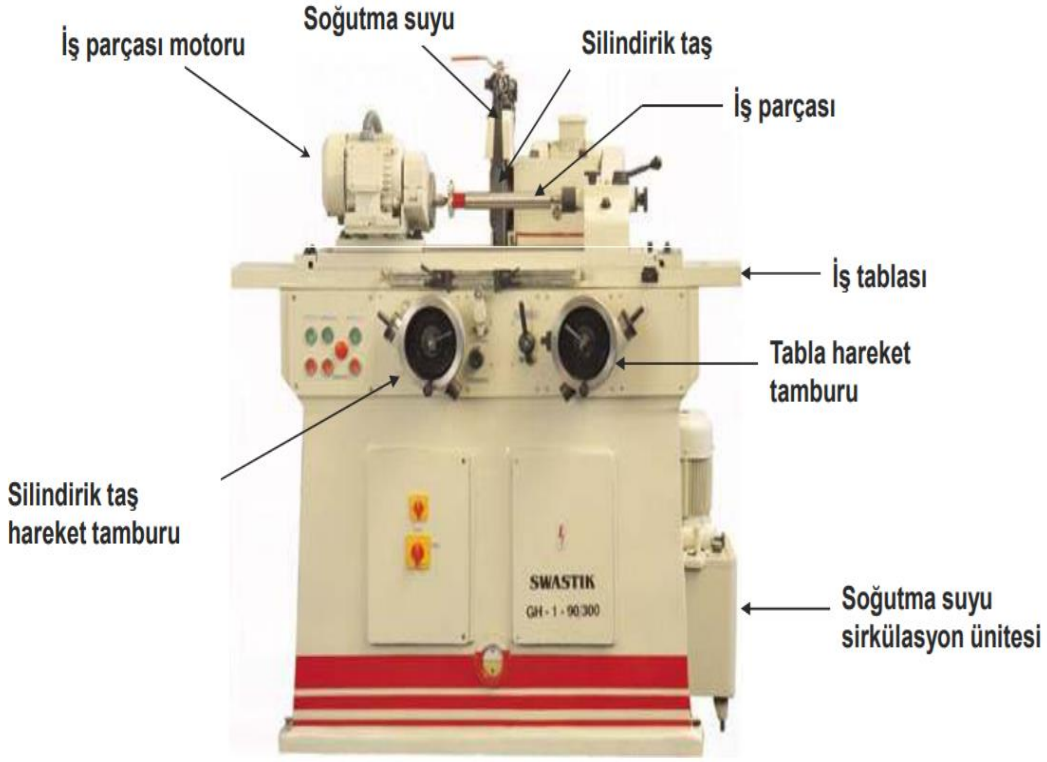
Şekil 22. Kesme İçin Taşın Kendi Ekseni Etrafında Dönmesi [31]

2.2.2.6. Taşlama Tezgahları

Taşlama, belirli bir formda imal edilmiş olan sert aşındırıcı taneler içeren kesici (Zımpara taşı) ile iş parçası üzerinden çok noktadan talaş kaldırma işlemine denir. Taşlama işleminin yapıldığı tezgahlara da taşlama tezgahları adı verilir. Taşlama tezgahları imalatta özellikle ölçüsel hassasiyeti olan ve yüzey kalitesi yüksek olan imalatlar için kullanılır [32].



Şekil 23. Taşlama Tezgahının Kısımları [32]



Şekil 24. Taşlama Tezgahının Kısımları [32]

Taşlama tezgah çeşitleri şunlardır:

- Düzlem (Satıh) Taşlama Tezgahları

- Silindirik Taşlama Tezgahları

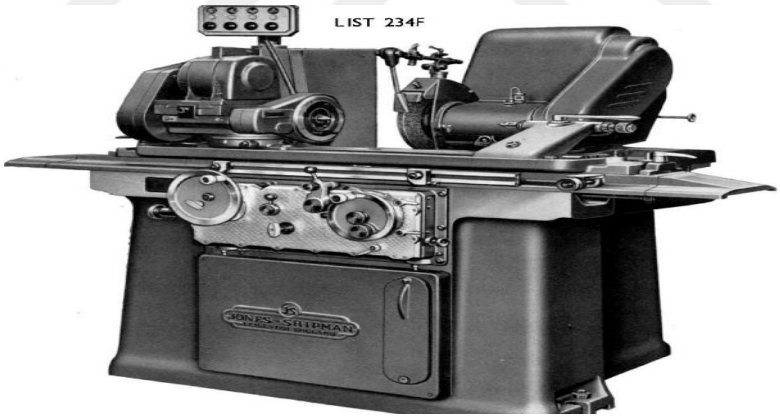
- Puntasız Taşlama Tezgahları

- CNC ve NC Taşlama Tezgahları

2.2.2.6.1. Düzlem (Satıh) Taşlama Tezgahları

İş parçalarının düz yüzeylerinin taşlanmasında kullanılan tezgahlardır. Kendi aralarında aşağıdaki gibi iki gruba ayrılırlar;

- Yatay Milli Düzlem Taşlama Tezgahları
- Düşey Milli Düzlem Taşlama Tezgahları

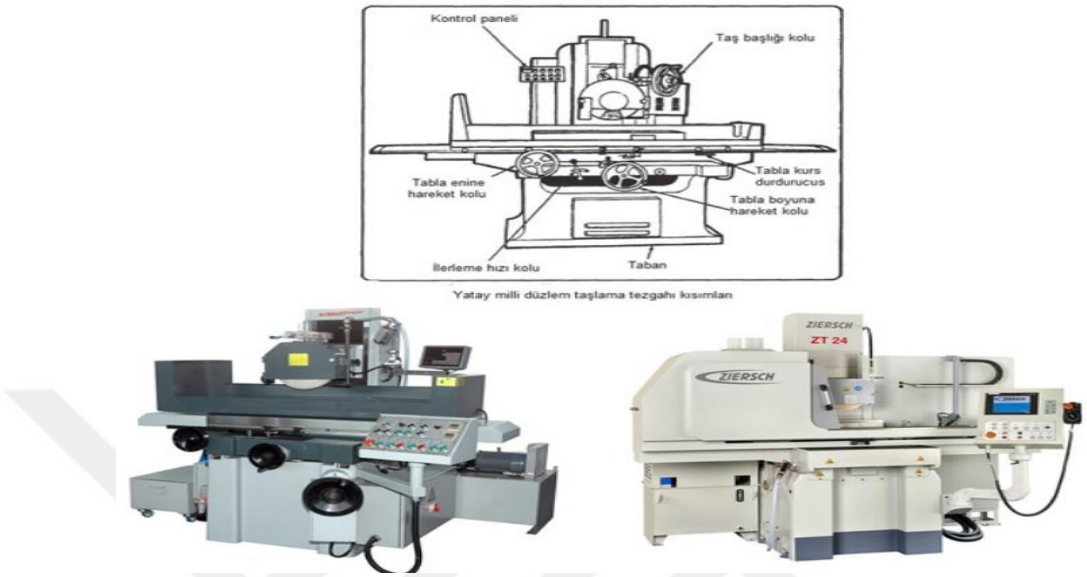


Şekil 25. Düzlem (Satıh) Taşlama Tezgahları [32]

2.2.2.6.1.1. Yatay Milli Düzlem Taşlama Tezgahları

Bu tip taşlama tezgâhları da taş mili yatay pozisyondadır. Hal böyle olunca da kesici alet olan zımpara taşı çevresiyle kesme yapar. İş parçasının bağlı olduğu tezgah tablasının sağa-sola, tezgah gövdesine doğru ileri-geri hareket etmektedir. Kesme için talaş (paso) miktarı taş başlığının aşağı-yukarı hareketi ile verilir. Taş başlığının aşağı ve yukarı hareket hassasiyeti 0,01 mm dir. Tezgâh tablası hidrolik sistemle tam veya yarı otomatik olarak çalışır. Yatay milli düzlem taşlama tezgâhları ile küçük boyutlu ve

hassas parçalar taşlanır. Ayrıca düz kanallar ve benzeri oluklar da bu tezgâhlarda taşlanır [26].



Şekil 26. Yatay Milli Düzlem Taşlama Tezgahları [31]

2.2.2.6.1.2. Düşey Milli Düzlem Taşlama Tezgahları

Bu tip taşlama tezgâhların da taş mili düşey (dikey) pozisyondadır. Hal böyle olunca da kesici alet olan zımpara taşı alın yüzeyleri ile kesme yapmaktadır. Özellikle büyük boyutlu, hacimli ve ağır iş parçalarının taşlanmasında kullanılmalarına rağmen dairesel kesitli iş parçalarının taşlanmalarında da kullanılan türleri vardır. Aşağıdaki resimlerde de görüldüğü gibi büyük boyutlu düşey milli taşlama tezgahlarında tezgah tablası tıpkı yatay milli taşlama tezgahlarında olduğu gibi doğrusaldır (sağa-sola ve ileri-geri). Ancak küçük boyutlu olanlarında ise tezgah tablasının hareketi daireseldir [27].



Şekil 27. Yatay Milli Düzlem Taşlama Tezgahları [27]

Düşey milli taşlama tezgahlarında büyük boyutlu ve geniş yüzeyli iş parçaları taşlandığı için kullanılan zımpara taşları büyük boyutlu olanlarda parçalı taşlı olarak yapılmıştır. Bu tür tezgahlarda çevreden kesme yapan tezgahlara göre verilen pasolar daha fazladır. İşleme zaman açısından önemli katkılar sağlamalarına rağmen elde edilen yüzey kaliteleri daha kabadır. Taşın sürtünme yüzeyi geniş olduğundan özellikle ince iş parçaları daha fazla ısınır ve çarpılır. Bu yüzden ince parçalar taşlanırken taşın sürtünme yüzeyini bileyerek daraltmak gerekir. Çanak taşlar kullanılıyorsa kesmesini kolaylaştırmak ve temas yüzeyini azaltmak için taş içe doğru konik bilenir. Böylece fazla ısı meydana gelmesi önlenmiş olur. Ancak, aşın kesmesi kolaylaşırken daha çabuk aşınır. Son yıllarda yukarıda açıklanan tezgah mili pozisyonlarının dışında da taşlama tezgah türleri geliştirilmiştir [27].

Düzlem Taşlama Tezgahlarında İş Parçası Bağlama Aparatları

İş parçalarının bağlanmasında kullanılan aparatlar, özellikleri ve kullanım şekilleri aşağıda açıklandığı gibidir.

- Mıknatıslı Tabla

Düzlem olarak taşlanacak iş parçaları genellikle mıknatıs kuvvetiyle bağlanırlar. Taşlama tezgahlarında kullanılan tezgah tablaları genellikle mıknatıslı olarak imal edilirler. Bu tür tezgâhlarda çalışırken doğrudan tezgâh tablasına bağlanabilecek işler için farklı bağlantı elemanları kullanmaya gerek yoktur. Bu tür parçalar, doğrudan tezgâh tablasına mıknatıslanma yöntemiyle bağlanırlar.

Mıknatıslı tabla içinde mıknatıslar bir seri yalıtkan ayırıcı ile sıraya dizilmiştir. Tablaya akım verildiği zaman, manyetik akım, tablanın çalışma yüzeyi üzerindeki iş parçasının üzerinden geçerek devresini tamamlar ve iş parçası manyetik kuvvetle tutulur. Akım kesildiği zaman manyetik tutma kuvveti sıfıra iner ve böylece iş parçası tabla üzerinden kaldırılır.



Şekil 28. Mıknatıslı Tablalar [27]

Mıknatıslı tablalar özellikle ince iş parçalarının bağlanmaları için idealdir. Bağlanan iş parçaları taşlama esnasında yerlerinden oynamamaları için iş parçasının kalınlığından az kalınlıkta parçalarla tüm çevresince desteklenmelidirler. Bu tür tablalarla ancak mıknatıslanma özelliği olan metal iş parçaları bağlanabilmektedir. Mıknatıslanma özelliği olmayan metallerin bağlanabilmeleri için vakumlu bağlama sistemleri geliştirilmiştir.

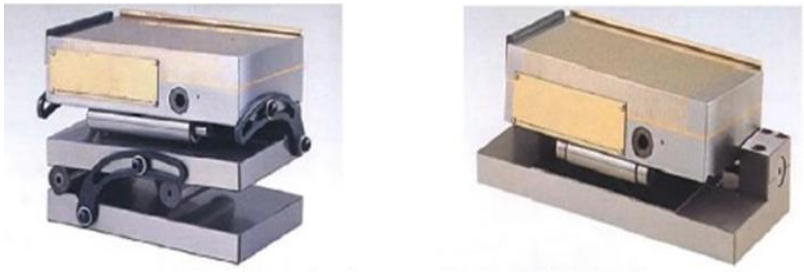


Şekil 29. Mıknatıslı Tablanın Bağlanması [27]

Mıknatıslı tablanın bağlandığı tezgâh masası hidrolik sistemle çalışır. Tablanın gidiş-geliş hızlarının aynı olması için kullanılan çift milli hidrolik silindir, hidrolik güç ünitesinden gelen basınçlı sıvı akışkanla doğrusal hareket yapar. Mıknatıslı tabla taşlama tezgâhının masasına cıvata, somun ve pabuçlarla bağlanır [32].

- Sinüs Cetvelli Mıknatıslı Tablalar

Yüksek tamlıkta bağlama sağlayan sinüs cetvelli mıknatıslı tabla, tek tarafa veya her iki tarafa döndürülerek 60º ye kadar açılı bağlama yapılır. Çalışma esnasında açısı bozulmayacak şekilde imal edilmiştir. Sinüs cetvelli mıknatıslı bağlama tertibatı, açılı yüzeylerin taşlanması için kullanıldığı gibi aynı zamanda düzlem yüzey taşlama işleri için de kullanılabilir.



Şekil 30. Tek ve Çift Yönlü Sinüs Cetvelli Mıknatıslı Tablalar [28]

- Üniversal Mengeneler

Oturma yüzeyi olmayan veya oturma yüzeyi yeterince geniş olmayan değişik biçim ve geometrilerdeki iş parçalarının açılı veya açısız olarak bağlanmasında kullanılır. Tezgâh tablasının "T" kanallarına geçen cıvatalar yardımıyla tezgâha tespit edilirler.

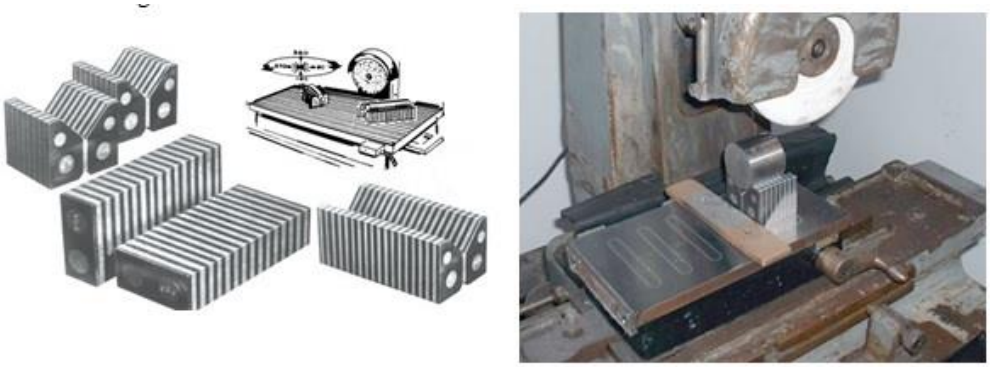
Mengene ağızları ve yüzeyleri sertleştirilmiştir. Bağlama kanalları olmayan oturma yüzeyi düzgün olan mengeneler ise mıknatıslı tablaya bağlanarak kullanılır.



Şekil 31. Üniversal Mengene [27]

- "V" Yatakları

Mıknatıslı tablaya bağlanamayan silindirik iş parçalarının bağlanmasında kullanılır. İş parçaları açısı ayarlanabilir "V" yatakları ile istenen açıda bağlanabilirler. "V" yatakları ile silindirik yüzeyler üzerine açılmış kanal veya kademeler taşlanır. V yatakları, mıknatıslı tablaya bağlanarak kullanıldıkları gibi mıknatıslı olan türleri de vardır.



Şekil 32. "V" Yatakları [28]

Düzlem Yüzey Taşlama Tezgâhlarına İş Bağlama Kuralları

- İşin tablaya oturan yüzeyi düzgün ve temiz olmalıdır.

- Mıknatıslı tablanın yüzeyi iyice temizlenmeli, cetvelle kontrol edilmelidir

- İş parçası tablanın ortasına yerleştirilmelidir.

- Bağlantı pabuçları eşit olarak sıkılmalıdır.

- Parça çok küçükse mutlaka mıknatıs alanı üzerine oturtulmasına dikkat edilmelidir. Mıknatıs iyice tutmuyorsa başka bir bağlantı şekli düşünülmelidir.

- İş tabla üzerine oturtulunca, parça elle ileri geri hareket ettirilerek sağlam bağlandığı kontrol edilmelidir.

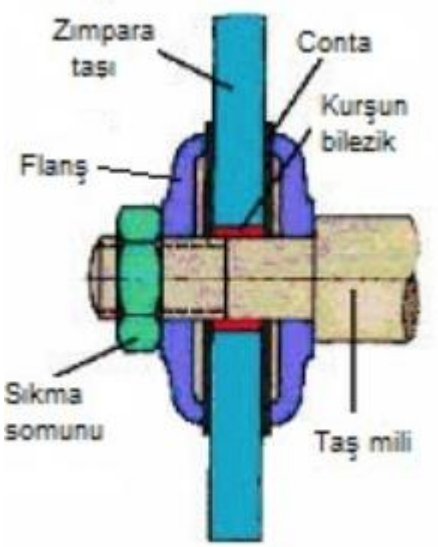
- Açılı yüzeyler mıknatıslı sinüs tablaları ile işlenmelidir.

- Açılı yüzeyleri işlemek için mıknatıslı tablaya açılı mengene bağlanacaksa mengene tabanının düzgün olmasına dikkat etmelidir.

- Gerekli ise parçanın altına paralel altlıklar konularak işin düzgün bağlanması kontrol edilmelidir.

Düzlem Yüzey Taşlama Tezgâhlarına Zımpara Taşının Bağlanması

Zımpara taşının taş mili üzerine merkezkaç kuvvetinden etkilenmeyecek şekilde dengeli ve güvenli bir şekilde takılmasına "Bağlama" denir. Zımpara taşları yüksek devirde çalışırken kaza meydana gelmemesi için güvenli bir biçimde bağlanmalı ve sağlamlığı kontrol edilmelidir. Dengeleme işlemi yapılmamış zımpara taşı taş miline kesinlikle bağlanmamalıdır. Dengelenmemiş olarak takılan taş kesme işlemini zorlaştırır ve iş parçasının paralelliğini bozar. Yataklanmış mil üzerinde dönen zımpara taşları flanş ve somun ile mile bağlanır [27].



Şekil 33. Taşlama Tezgahı Flanşı [27]

Zımpara taşının bağlanmasında kullanılan araçlar aşağıda açıklanmıştır.

Taş Mili, yüksek devirle dönen zımpara taşını üzerinde taşıyan mildir. Taş mili gövdedeki yerine çok iyi yataklanmıştır.

Flanş, zımpara taşının her iki yanında bulunur ve yan yüzeyleri ile taşa temas edip ta milinin dönme hareketini zımpara taşına aktarır. Flanşların zımpara taşına değen yüzeylerinin orta kısmı merkezden çevreye doğru boşaltılmıştır. Boşaltılan kısmın dışında kalan düzgün işlenmiş yüzeyler taşın sıkılmasını sağlar. Flanşın sıkma yüzeyi taşın her tarafına temas etmelidir. Flanşlar mile kolay ve kayarak geçmelidir.

Flanş çapları taş çapının en az 2/3 ü kadar olmalıdır. Taşı karşılıklı olarak sıkan flanşların çapları birbirine eşit olmalıdır.

Taş Mili Sıkma Somunu, taş milinin dönüş yönüne göre flanşların taş yüzeyine oturmasını ve sıkılmasını sağlar. Somunun sıkma yönü sol ise somunu sökerken bu husus göz önüne alınmalıdır. Sola çevrildiğinde sıkan somunların alın yüzeylerinde sol anlamına gelen "L" harfi vardır. Sıkıştırma somunları dönme yönünde gevşemeyecek şekilde olmalıdır.

Taş Göbeği Kurşun Bileziği, deliklerinde kurşun bulunan zımpara taşlarının delik çapları taş mili çapından küçük veya büyük olabilir. Delik çapı küçükse mile

geçebilmesi için tornalanır. Taşın mile tatlı bir sıkılıkta geçmesi için delik çapı mil çapından 0.15 ile 0.20 mm büyük yapılır.

Delik çapı mil çapından büyükse taş deliğindeki kurşun bilezik çıkarılarak tekrar kurşun dökülür ve mile tatlı bir sıkılıkta geçecek şekilde tornalanır.

Contalar, zımpara taşı ile flanş arasına konur. Flanşların taş yüzeyine yapmış oldukları sıkma basıncını taş yüzeyine eşit olarak dağıtır ve sıkmanın düzgün yapılmasını sağlar. Keçe, deri, lastik, karton gibi malzemelerden kesilir veya satın alınır. Contaların çapı, flanş çapından büyüktür; kalınlıkları 0.5 ile 0.75 mm arasında olur [32].

Zımpara Taşınlarının Tezgaha Bağlanmasında Alınacak Tedbirler

- Madeni bir kısma yapıştırılmamış veya herhangi bir şekilde mile bağlanmamış zımpara taşları, taşın çapına ve şekline uygun bir flanşla tezgâha takılmamalıdır.

- Zımpara taşları, yerlerine takılmadan önce kontrol edilmeli çatlak ve hasarlı olanlar kullanılmamalıdır.

- Zımpara taşları, tezgâha takılırken flanşla taş arasına, çapı flanş çapından küçük olmayan kâğıt, kauçuk ve deri gibi yumuşak malzemeden yapılmış contalar konmalıdır.

- Zımpara taşının takıldığı miller, tekniğe uygun yapılmış ve yataklanmış olacak, salgısız dönecek ve sıkıştırma somunları, dönme yönünde gevşemeyecek tarzda vidalanmış olmalıdır.

- Zımpara taşları, imalatçının belirttiği standartlara uymuyorsa tezgâhlarda kullanılmamalıdır.

- Zımpara taşları, imalatçının belirttiği hızın üzerinde kullanılmamalıdır.

- Taşın standart özelliklerini gösteren ve taş üzerine yapıştırılan etiket asla koparılmamalıdır.

- Düz yüzeyli zımpara taşlarının yan yüzeyleri kullanılmamalıdır.

Zımpara Taşlarının Bilenmesi

Kullanılan zımpara taşları da zamanla körlenir. Zımpara taşlarının körlenmesi daha çabuk olur. Zımpara taşının dokuları gözenekli olduğu için bu gözenekler zamanla dolar ve taneciklerin kesmesi zorlaşır. Taş gözeneklerinin bu şekilde dolmasından ve körlenen tanelerin dökülmemesinden dolayı taşın yüzeyi kayganlaşır ve yağlanmış gibi parlak olarak görünür. Böyle taşlarla kesme yapmak zordur. Yüzey kalitesi iyi çıkmaz ve yüzeylerde yanmalar meydana gelir [26].

Taşın körlenmiş olduğu taşlanan yüzeyden anlaşıldığı gibi çıkarmış olduğu sesten de anlaşılır. İş parçasının yüzeyi çok parlak ve kısmen yanmalar varsa taş körlenmiştir. Bu tür taşlar keskin tiz bir ses çıkarır. Körlenen taş, kesme yapmadığı için verilen talaş derinliklerine bağlı olarak işe dalma da yapar. Bu, hem işi bozar hem de tehlikeli sonuçlar doğurur.



Şekil 34. Zımpara taşının bilenmesi [26]

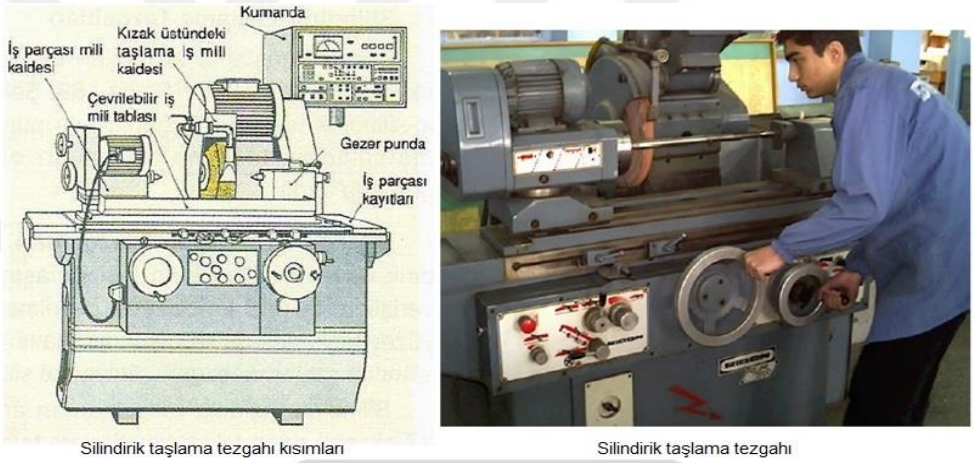
Taşın yüzeyinde yağlanma olmasa bile taş bazen kesmekte zorlanır. Taş yağlanmamasına rağmen kesme yapmıyorsa ya iri tanelidir ya da taş ile iş parçası arasındaki sürtünme yüzeyi fazladır. Taş düşük devirde çalışmasına rağmen iyi kesmiyorsa taş çok serttir.

Bileme, körlenen veya keskinliğini kaybeden taşın keskinleştirilmesine denir. İş parçasının yüzey kalitesine yani yüzeyin kabalığına ve inceliğine göre taşlar bilenmelidir. Taş kaba taşlama yüzeyi için kaba, ince taşlama yüzeyi için ince bilenir. Bileme elmasının bileme esnasındaki ilerleme hızı fazla ise taş kaba, az ise ince bileme yapar.

Elmas bileyici ile taş arasındaki ısıyı önlemek için soğutma sıvısı kullanmalıdır. Elmas bileyici veya bileme tekerini taş üzerinde ilerletirken taşın kenarlarının kırılmasını önlemek için taşı kenarlardan dışarıya kaydırmamak gerekir. Taş kenarlara yaklaşırken bileme hızı azaltılmalıdır. Düzlem yüzey taşlama tezgâhlarında taşların bilenmesi çoğu kez otomatik olarak yapılır.

2.2.2.6.2. Silindirik Taşlama Tezgahları

Silindirik iş parçalarının dış yüzeylerini silindirik veya konik olarak taşlayan tezgahtır. Kovan, pim, mil gibi silindirik veya konik olması istenen yüzeyleri taşlamak için kullanılır. Bu tür tezgahlarla aynı zamanda delik taşlama da yapılır. Delik taşlama işlemi özel delik taşlama aparatları yardımıyla yapılır [27].



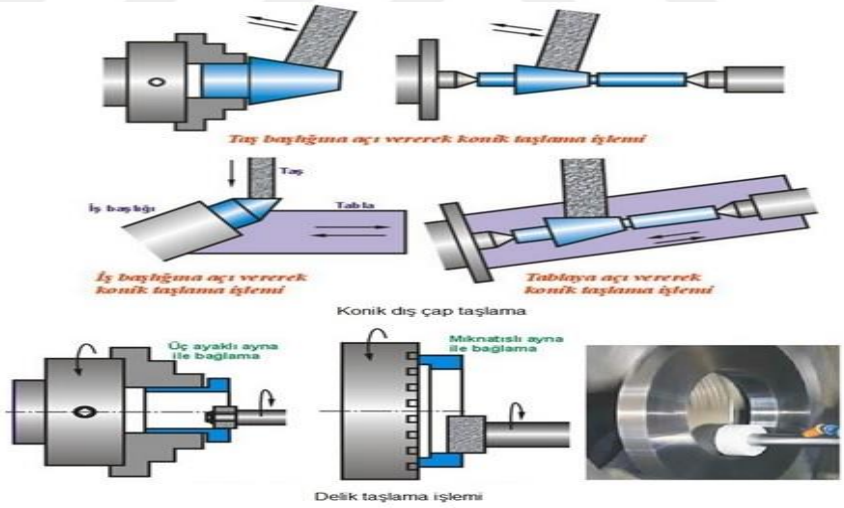
Şekil 35. Silindirik Taşlama Tezgahı [27]

Silindirik taşlama tezgahlarında iş parçalar, ayna, ayna punta arasında ve iki punta arasında olmak üzere üç farklı şekilde bağlanarak taşlanırlar. Çok uzun olan iş parçaları yataklarla da desteklenir.



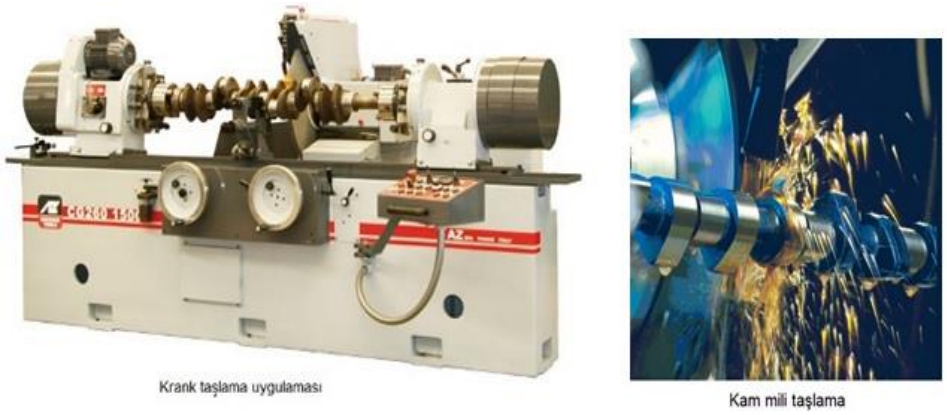
Şekil 36. Silindirik Taşlama Tezgahı (puntalı) [31]

Başlıca silindirik taşlama işlemleri silindirik dış çap taşlama, konik dış çap taşlama, delik taşlama, dalma taşlama, profil taşlama, krank ve kam taşlama ile dişli taşlama olarak sınıflandırılır.



Şekil 37. Silindirik Taşlama Çeşitleri [31]

a- Krank ve Kam Taşlama**,** krank ve kam taşlama tezgâhları, endüstride özel amaçlı kullanılan taşlama tezgâhlarıdır. Özellikle otomotiv sektöründe kullanılan kam ve krank milleri, bu tezgâhlarda taşlanarak, daha hassas olarak kullanılmaları sağlanır. Bu tezgâhlar kullanım alanlarına göre tam veya yarı otomatiktir. Hidrolik sistemle çalışır.



Şekil 38. Krank ve Kam Taşlama [27]

b- Dişli Taşlama, güç ve hareket iletme elemanlarından olan dişli çarkların, en önemli kısımları bölüm dairesi çapıdır. Çünkü dişli çarklar bu çapı üzerinde birbirleriyle temas ederek çalışırlar. Bu kısımların hassas işlenmesi, dişlilerin çalışma verimlerini artırarak güç ve hareketlerin daha rahat iletilmesini sağlar.

Dişli taşlama yöntemleri genel olarak iki çeşittir:

- Form (Biçim) taşlama

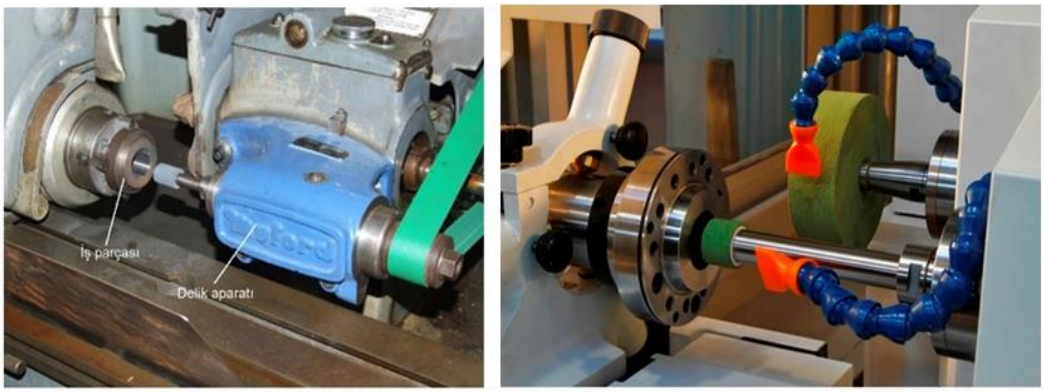
- Çizgisel (Yuvarlanma) taşlama

Yuvarlanma yöntemiyle dişli taşlama işlemi, tezgâha tek form taş veya iki çanak taş takılması ile gerçekleştirilir. Dişli çark taşın altında ileri geri hareket ederken, aynı zamanda salınım(yuvarlanma) hareketi de yapmaktadır. Dişli çarkın salınım hareketi, diş profiline uygun olarak tezgâh tablası tarafından gerçekleştirilir.



Şekil 39. Dişli Taşlama [32]

c- Delik Taşlama, silindirik taşlama tezgahlarında delik taşlama aparatları ile yapılan bir taşlama işlemidir. Delik taşlama işlemi için, silindirik dış yüzey taşlama taşı devre dışı bırakılır ve delik taşlama aparatı, tezgâhın taş başlığı üzerine tespit edilerek ayrı bir motordan hareketi alır.



Şekil 40. Delik Taşlama [32]

Delik taşlama işlemlerinde taşlama payı mümkün olan değerlerde az bırakılır. Çünkü, taşlanan delik çapına göre taş çapı küçüktür ve bu bakımdan, talaş kaldırma kapasitesi azalır. Delik taşlama mili hareketini, ya doğrudan motordan ya da kayış ve kasnaktan alır.

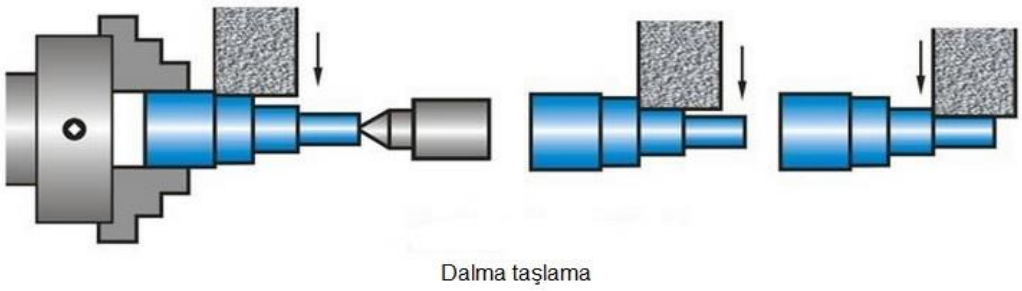
Delik taşlama işleminde kullanılan taşın özellikleri, silindirik dış yüzey taşlama işlemlerinde kullanılan taşlardan farklıdır. Delik taşlamada kullanılan taşların daha yumuşak ve daha seyrek dokulu olması gerekir. Taşın motordan hareket aldığı mil yataklarındaki boşluktan oluşan titreşim, taşın kırılmasına neden olabilir. Bu yüzden bu tip tezgâhlarda daha sert taş seçilerek kullanılmalıdır.



Şekil 41. Delik Taşlama İşlemleri [32]

d- Dalma Taşlama

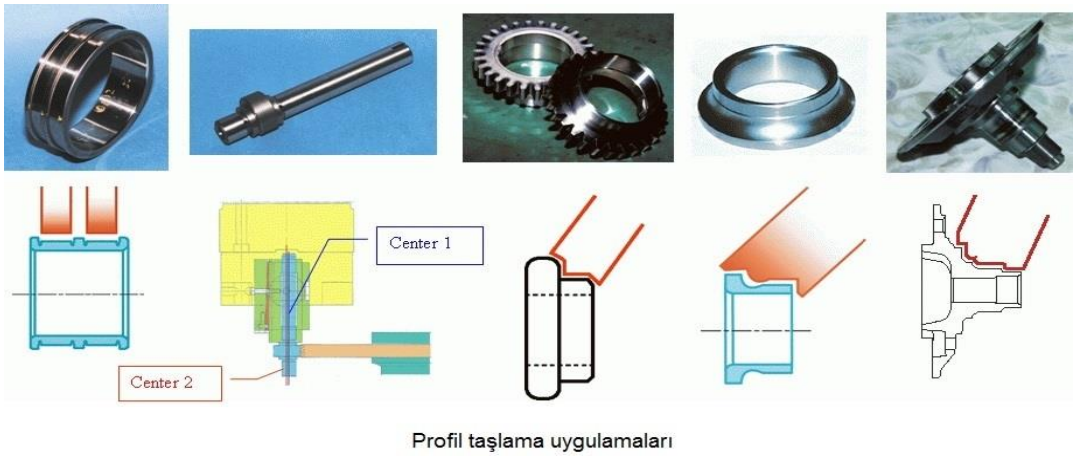
Taşın dönüş yönü ile işin dönüş yönü aynıdır. Ancak iş parçası yalnızca ekseni etrafında döner, boyuna (sağa-sola) hareket etmez. Taş parçaya talaş derinliği kadar dalar. Zımpara taşının alın yüzeyi düzdür. Yani herhangi bir profili yoktur.



Şekil 42. Dalma Taşlama [32]

e- Profil Taşlama

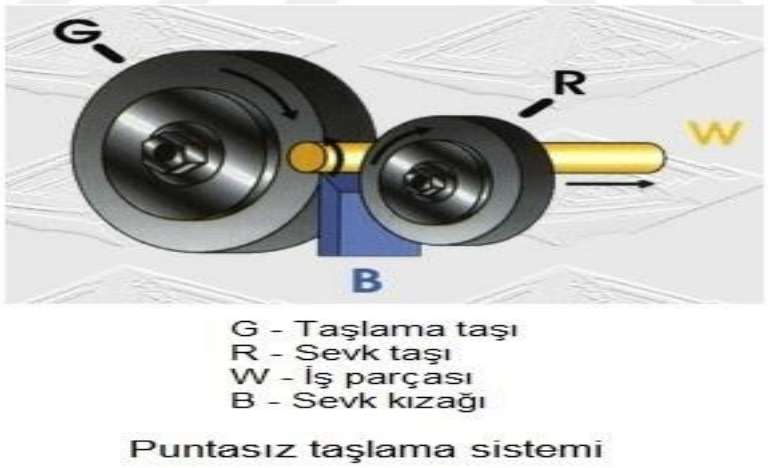
Tıpkı dalma taşlamaya benzer. Bu tür taşlamada taşın özel bir profili vardır ve bu profil taşlama esnasında iş parçasına geçer. Zımpara taşı önceden profil bileme tezgahlarında iş parçasının profilinde bilenir. Taşın ve işin hareketleri tıpkı dalma taşlamada olduğu gibidir [32].



Şekil 43. Profil Taşlama [32]

2.2.2.6.3. Puntasız Taşlama Tezgahları

Puntasız taşlamada aşağıdaki resimde görüldüğü gibi iş parçası bağlanmadan, bir sevk kızağı üzerinde, iki taş arasından geçirilerek taşlanır. İş parçası kesici taştan aldığı hızla dönerken aynı zamanda sevk taşının etkisiyle bir vida gibi boyuna ilerleme yapar [27].



Şekil 44. Puntasız Taşlama [27]

Esas taşlama işlemini taşlama taşı (kesici taş) yapar. Kesici taş, taşlama anında işe temas eder etmez işi döndürmeye başlar. Aynı zamanda işi hem sevk kızağına hem de sevk taşına bastırır. Sevk taşının görevi, frenlemek suretiyle işin dönüş hızını azaltıp işi ilerletmektir. Bu nedenle hızı çok düşüktür. Düşük devirlerde ince taşlama, yüksek devirlerde kaba taşlamalar yapılır.

İşin ilerleme hareketi için sevk taşına bir açı verilir. Bu açı ne kadar büyük olursa iş de o kadar hızlı ilerler. Sevk taşını bileme aparatına da aynı açı verilerek taş bilenir. Bu bilemenin sonucunda sevk taşının yüzeyi çukur çıkar. Fakat taşlama sırasında sevk taşı bütün yüzeyi boyunca işe temas eder. Sevk taşı işte bu iki açı sayesinde işi bir vida gibi ilerletir.

Tezgâhın taşlama kapasitesine göre her çaptaki işlerin uygun yüzey kalitesinde taşlanabilmesi için sevk taşı iki devirli (20-36 dev/dk.) olarak yapılır. Bu suretle hem kaba seri taşlama işlemleri hem de hassas ve ince yüzey kaliteli taşlama işlemleri yapılır. 6 mm çapa kadar olan ince çubuklar taşlanırken iş ekseni taş eksenini yaklaşık 3 mm altında olacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu konumda iş parçası taşlanırken sıçrama yapamaz.

Puntasız Taşlama İşlemleri

- Puntasız boyuna taşlama

- Puntasız dalma taşlama (Profil taşlama)

- Puntasız dayamalı taşlama

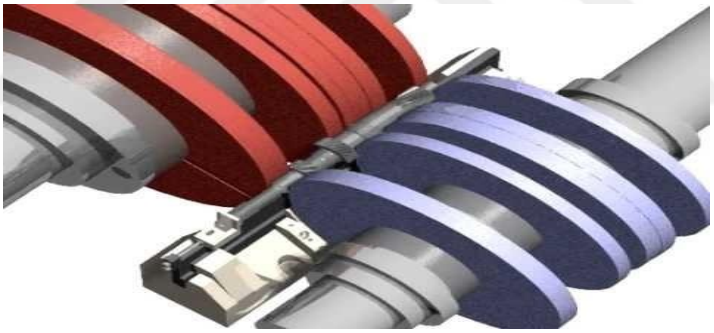
Puntasız Boyuna Taşlama, boyuna puntasız taşlamada kademesiz, boydan boya silindirik işler taşlanır. İş iki taş arasından boydan boya geçer. Miller, muylular, kavrama pimleri, bilezik ve halkalar bu sistemle taşır. Taşlamada işe verilecek ilerleme hızı seçilirken malzemenin cinsi, talaş miktarı, yüzey kalitesi, taşın cinsi, soğutma sıvısı ve tezgâhın durumu dikkate alınmalıdır. Yan desteklerin ayarlanması da ayrı bir dikkat gerektirir. Yan destekler ayarlanırken, işin, kesici taşın ve sevk taşının bütün yüzeyine oturtulması sağlanmalıdır.



Şekil 45. Puntasız Boyuna Taşlama [27]

Puntasız Dalma Taşlama (Profil Taşlama)

Değişik profildeki çok sayıda özdeş parçaların taşlanmasında kullanılır. Kademeli ve profilli miller iki taş arasına yukarıdan bırakılır. Sevk taşına 1/4-1/2º açı verilir. Bu açı yardımıyla iş yavaşça ilerleyerek karşı dayamaya dayanır. Dayama iş parçası tarafından itilince bir switch yardımıyla kesme taşı geri itilir ve parça düşer.



Şekil 46. Puntasız Dalma Taşlama (Profil Taşlama) [32]

Dayamalı Puntasız Taşlama

Bu sistemde işin ilerleme hareketi bir dayama ile sınırlandırılmıştır. İş dayamaya temas edinceye kadar sevk taşı tarafından veya elle yürütülür. Dayama, tezgâhın kullanıldığı taraftan bir manivela sistemi ile kumandalıdır. İş dayamaya temas edince, kumanda kolu vasıtası ile dayama tarafından geri itilerek alınır [32].



Şekil 47. Dayamalı Puntasız Taşlama [32]

2.2.2.6.4. CNC ve NC Taşlama Tezgahları

Silindirik ve düzlem taşlama işlemlerinde yüksek hassasiyet ve yüzey kalitesi elde edilmesi gerekir. Bu nedenle özellikle teknolojik bakımdan Nümerik kontrolün temel felsefesine çok uygundur. Ne yazıktır ki taşlama alanında CNC kullanımı diğer alanlara göre biraz gecikmiştir. Taşlama ile ilgili bazı özel problemlerini başarı ile çözümleyen imalatçı firmalar, nümerik kontrolü imalatları ile bütünleştirerek kendi CNC sistemlerini geliştirmişlerdir. Son zamanlarda NC kontrollü taşlama tezgahları daha çok tercih edilmeye başlanmıştır.



Şekil 48. CNC ve NC Taşlama Tezgahları [32]

Torna ve işleme merkezlerinde kullanılan standart kontrol tasarımları taşlama tezgâhlarında kullanışlı değildir. Bu nedenle taşlama tezgâhlarının kontrol sistemlerinde diğer tür tezgâhlardan farklı çözümlere ihtiyaç vardır. Bazen 0.1 mikrona (0.0001 mm) varan yüksek hassasiyet ve çok geniş bir ilerleme hızı alanına (İlerleme hızları 0.02 mm/dk. ile 60 m/dk.arasında değişir.) ihtiyaç vardır. Ayrıca taşlama işlemleri ile ilgili özel taşlama döngüleri (canned grinding cycles) de gerekir. Kademeli ilerleme artışı, bekleme, salınım, rutin, taş bileme vb. bu döngülere örnektir. Otomatik kesici telafisinin

zımpara taşının bilenmesinden sonra yapılması ve doğrusal (linear) ve eğrisel (circular) interpolasyon hız kesilmeden yapılmalıdır. Herhangi kontur sapmalarında zımpara taşının bilenmesi, programa sonradan yapılacak veri girişleri ve düzeltme işlemlerinin kolaylıkla yapılabilmesi de gerekir. Taşlama tezgâhlarında kullanılan kesici miktarı fazla olmadığı için telafi işlemi daha basittir [32].

3. BÖLÜM

SİSTEMATİK TASARIM

Yapılan literatür araştırması sonucunda mühendislik tasarımı için kullanılan bir çok metot araştırılmıştır. Araştırılan metotlar içerisinde en çok kullanılanı ve çalışmalarda referans gösterileni Pahl ve Beitz'in sistematik tasarım metodolojisi olmakla beraber diğer metotlara göre birçok üstünlükleri tespit edilmiştir. Belirlenen üstünlükler 2. bölümde belirtilmiştir. Bu sebeplerden dolayı NC Kontrollü Taşlama Tezgahının tasarımında Pahl ve Beitz'in sistematik tasarım yöntemi seçilmiş ve tasarıma uygulanmıştır. Bu sistemin;

- ✓ Tasarım sürecini kapsamlı ve sistematik şekilde ele alması,
- ✓ Özel tasarım yöntem ve tekniklerini modele dahil edebilmesi,
- ✓ Endüstrideki tasarım faaliyetlerini esas alması ,
- ✓ Tasarım problemini detaylı analiz ve böylece problemi daha iyi anlama imkanı sunması ,
- ✓ Geniş çözüm uzayı sağlaması gibi bir çok avantajları bulunmaktadır.

NC Kontrollü taşlama tezgahı için seçilen sistematik tasarım metodu 4 kısma ayrılarak tasarlanmıştır. Bu kısımlar şunlardır:

1) Amacın netleştirilmesi: İyi bir tasarım problem tanımının (ihtiyaç listesi veya şartname) yapılabilmesi için gerekli tüm bilgilerin derlenmesi (zorunlu ve isteğe bağlı ihtiyaçlar, tasarım sınırlandırmaları vb. gibi) ve bu bilgileri içeren bir tasarım şartnamesinin hazırlanması,

2) Kavramsal tasarım: Tasarım şartnamesi kapsamında bazı farklı tasarım çözümlerinin (tasarım alternatifleri) oluşturulması, gerekirse bunlara ait kaba hesap ve çizimlerin yapılması, aralarından bir veya birkaçının seçilmesi,

3) Şekillendirme tasarımı: Seçilen çözüm kavramına uygun alternatif konstrüksiyon yapılarının geliştirilmesi, bu yapının çeşitli açılardan (fonksiyon, boyutsal uygunluk, finansal uygulanabilirlik, dayanım, basitlik, açıklık ve emniyet) kontrol edilmesi, imalat işlemlerinin belirlenmesi,

4) Ayrıntılı tasarım: Geometrik şekil, boyutlar, yüzey pürüzlülüğü, toleranslar ve parçalara ait diğer imalat özelliklerle birlikte genel montaj yapısının belirlenmesi, maliyet tahminlerinin yapılması.

3.1. Amacın Netleştirilmesi

NC kontrollü taşlama tezgahı yatay taş milli satıh taşlama tezgahı olup, düzlem yüzeylerin ve boylamasına kanalların hassas taşlanması amacıyla tasarlanmış tezgahtır.

Bazı aksesuar ve aparatlarla açılı yüzeylerin de rahatlıkla taşlanması amaçlanmaktadır. Tezgah küçük ve orta kapasiteli üretimde olduğu gibi tek parçalı üretimde de kullanılabilecek, kolay ve rahat kumanda edilebilen, yüksek güvenirliğe sahip bir tezgah olma gibi amaçlarla da tasarlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında tasarlanan taşlama tezgahının diğer amaçları şunlardır:

- İş parçalarının belirlenen hassas tolerans aralığında işleme.
- Isıl işlem sonrası meydana gelen çarpılmaları giderme.
- Sertleştirilmiş yüzeylerden talaş kaldırma.

Bu konuda taşlama işlemi ile, tornalama ve frezeleme işlemlerine nazaran çok daha kaliteli yüzeyler elde edilir.

- Genellikle imalatta son aşama olan taşlama ayrıca kaliteli ve parlak yüzeyler elde etmek gibi amalar doğrultusunda tasarlanmıştır.

3.2. Kavramsal Tasarım

Kavramsal tasarım; bir veya daha fazla kavram modelinin ihtiyaçlardan tasarlanan bir nesnenin (sistemin) performans ve gerçek davranışının tahminine kadar geliştirme işlemidir.

Kavramsal tasarımla ilgili bu işlem; çoğunlukla şüpheli ve tam olarak anlaşılamayan bir tasarım aşamasından oluşur. Diğer tasarım metotları, kavramsal tasarımın bu aşamasını açıklamaya yeterli gelmeyebilir. Örneğin, optimizasyon yaklaşımı, nitel faktörler ihmal edilme eğiliminde iken bir nicel tabiatın problemleri için uygundur. Kavramsal tasarım konusuyla ilgili pek çok alanda çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmalar içerisinde, mekanik sistemlerin kavramsal tasarımı için sistem yapısının metodolojisinin belirlenmesi en az üzerinde inceleme yapılan bir konudur [33].

Kavramsal tasarım tekniği sayesinde, tasarımcılara yeni ufuklar açılabilir ve tasarım işlemine daha geniş bir açıdan bakmaları sağlanabilir. Yapılan tez çalışmasında kullanılan kavramsal tasarım metodu göstermiştir ki;

• Sistematik tasarım yaklaşımları kullanılarak yapılan kavramsal tasarım ile birden fazla yeni çözüm bulunabilmekte ve böylelikle mümkün olan çözümler arasından en iyisinin seçilebilmesi sağlanmıştır.

• Tasarım problemlerinin daha kolay anlaşılabilmesini sağlayarak, üretilebilirliği de kolaylaştırmıştır.

• Kavramsal tasarımla sadece NC kontrollü taşlama tezgahı tasarımının yanında teorisi ve sistematik tasarım prensiplerinin de geliştirilmesine zemin hazırlamıştır.

Bu bölümde, NC kontrollü taşlama tezgahının; ürün planlama ve ihtiyaç listesi (tasarım şartnamesi) sonrası aşağıdaki aşamayı takip eden ve ‘Sistematik Tasarım Yaklaşımı’nın’ en önemli kısımlarından biri olan kavramsal tasarımı yapılmıştır.

1- İhtiyaç tanımı (Tasarım Şartnamesi),
2- Tanımı genelleştirme ve önemli ifadelere indirgeme,
3- Tüm fonksiyonu belirleme ve gösterme,
4- Önemli alt fonksiyonları belirleme,

5- Fonksiyon yapıları geliştirme,
6- Önemli alt fonksiyonlara çözümler arama ve bir sınıflandırma şemasında gösterme,
7- Tasarım seçenekleri (varyantlar) oluşturma,
8- Seçenekleri seçim çizelgesinde listeleme ve ön değerlendirme yapma,
9- Uygun bulunan seçeneklerin şematik sentezlerini (montaj) çizme,
10- Gerekli ise, kaba hesaplar yapma,
11- Bir amaçlar ağacı oluşturma,
12- Amaçlar ağacında belirlenen değişken ağırlıklarına göre uygun görülen seçenekler için ikinci bir değerlendirme yapma ve en iyi 2 ya da 3 çözüm kavramını seçme,
13- Seçilen son kavramları, değer profil diyagramı ile değerlendirme ve en iyi tasarıma karar verme.

3.2.1. İhtiyaç tanımı (Tasarım Şartnamesi)

3.2.1.1. Tasarımın Amacı

Bir tasarım yapılırken tasarımın amacının belirlenmesi çok önemlidir. Taşlamanın imalat sektöründeki yeri göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Taşlama tezgahları imalatta özellikle ölçüsel hassasiyeti olan ve yüzey kalitesi yüksek olan imalatların gerçekleştirmek amacıyla kullanılır. Taşlama işleminde tornalama ve frezeleme işlemlerine nazaran çok daha kaliteli ve hassas yüzeyler elde edilir.

3.2.1.2. Tasarımın Tanımı

Ağırlığı azami 4400 kg olan ve NC sistemiyle kontrol edilebilen bu taşlama tezgahı yatay taş milli satıh taşlama tezgahı olup, düzlem yüzeylerin ve boylamasına kanalların hassas taşlanması için dizayn edilmiş bir tezgahtır.

3.2.1.3. İhtiyaç Listesinin Belirlenmesi (Tasarım Şartnamesi)

Tasarım işleminin amacı ve tanımı belirlendikten sonra ihtiyaçların uygun bir yöntemle düzgün bir formatta hazırlanarak tasarıma girdi olarak girilmesi gerekir. Bu girdilere ihtiyaç listesi denir ve bu listede yer alan istekler dikkate alınarak tasarım gerçekleştirilir. İhtiyaç listesi; tasarım şartnamesi olarak da adlandırılır. Hazırlanan tasarım şartnamesi eksiksiz, anlaşılır ve tasarıma uygun bir şekilde hazırlanmalıdır. NC kontrollü taşlama tezgahının tasarımı için gerekli istekler ve ihtiyaçlar her açıdan

değerlendirilmiş ve bu değerlendirmeler dikkate alınarak hazırlanmıştır. Tasarım şartnamesinde yer alan veriler, istek ve arzu olarak iki formatta hazırlanmıştır.

İstek olarak belirtilen ihtiyaçlar kesin olarak karşılanması beklenen ihtiyaçlardır. Arzular ise ekonomik ve teknolojik gelişmelerin sınırları içerisinde uygulanabilecek parametrelerdir.

İhtiyaç listesi hazırlama ise: ürün anketleri, ilişkisel yöntemler vb. şekilde olabilir. Ürün anketleri en basit yöntem olup kullanıcıya bazı sorular sormayı içerir. İlişkisel yöntemler ise senaryo türünde ve kılavuzlar ile olabilir. Kılavuzlar yöntemi kontrolün sağlandığı bir listeye dayanabilir ve daha sistematik çalışmayı sağlar. Senaryo yönteminde ise ürünün üretildikten sonra karşılaşacağı çeşitli yaşam şartları ele alınır.

Tasarım şartnamesi, özel bir tasarım çözümünün karşılaması gereken ihtiyaçları içerir. Bu ihtiyaçlar, tasarım sürecine bağlı sürekli değiştirilir ve güncellenir.

Tablo 7'de taşlama tezgahına ait ihtiyaç listesi (tasarım şartnamesi) verilmiştir. Bunu takip eden kavramsal tasarım sürecinde; önemli ve genel problemler tanımlanır, bu problemlere uygun fonksiyon yapıları geliştirilir ve çözüm prensipleri aranır, bunların optimum birleşimleri ile bazı tasarım varyantları (tasarım çözümleri) elde edilir ve bazı değerlendirme yöntemleri uygulanarak bir (veya daha fazla) kavramsal çözüm(ler) elde edilir.

Tablo 7. Müşteri İhtiyaç Listesi (NC Kontrollü Taşlama Tezgahı)

			TASARIM ŞARTNAMESİ **NC Kontrollü Taşlama Tezgahı**	
Başlıklar	**İ/A**	**Önem** **0….1**	**İhtiyaçlar**	**Notlar**
Geometri	İ A	1 0,6	Tezgahın boyutları müşteri isteği dikkate alınarak tasarlanmalı ve üretilmelidir. Tezgahın boyutları maksimum 2000 mm x1200 mm x2500 mm ebatlarında olmalı	Özellikle taşlama ebat ölçüleri beklentileri karşılamalıdır.
Kinematik	İ A	0,7 1	Taş Mili Devri 1500 (50 Hz) Rpm (dev/dak) olmalıdır Taş Kafası Otomatik Paso Verme Miktarı 0.001 mm olmalı	Talaş miktarı seviyesinin beklentileri karşılaması çok önemlidir.

Ağırlık	İ A	1 0,7	Tezgah ağırlığı 4400 – 3600 kg aralığında üretilmelidir. Tezgah ağırlığı 4500 kg'mı geçmemelidir.	
Malzeme	A	0,9	Malzeme döküm yöntemine uygun olmalı, seçilecek malzeme dayanıklı ve kullanışlı olmalıdır	Dökümden sonra boşluklar var ise boşluk giderilmelidir.
İş tablası	İ-1 İ-2	1 1	Tabla bağlama alanı= 450x900 mm olmalı Maksimum Taşlanacak Yüzey 450x900 mm olmalı	Özellikle taşlama yapılacak malzemelerin ebatları ve tezgahın yerleştirileceği alan önemli olduğundan bu ölçüler önemlidir
Hareket Sahası ve Hızlar	A-1 A-2	0,7 0,6	Maksimum Tabla hareketi (enine x boyuna) =450x900 mm olmalı Taş Mili Ekseninin Tablaya Mesafesi (Min / Max) =75x550 mm olmalı	Tablanın boyuna ilerlemesi hızının 20 m/dak olması istek olarak değerlendirilir

	A-3	0,8	Tablanın Boyuna İlerleme Hızı 25 m/dak olmalı	
Motor Güçleri	İ-1	1	Taş Mili Motoru uygun olmalıdır.	Motorların ve pompanın değerlerinin değiştirilmesi tasarım ebatlarının da değiştirilmesine sebep olacaktır. Ayrıca maliyet de önemlidir.
	İ-2	1	Hidrolik Pompa Motoru 1,8-3 kW	
	İ-3	1	Yağlama Pompası 4-220 Watt-Volt	
	İ-4	1	Soğutma Sıvısı Pompası 0,2-1 kW olmalıdır	
Esneklik	İ-1	1	Taşlama tezgahı sadece sanayi ortamı için tasarlanmamalıdır (Örn: Laboratuar)	
Ergonomi	İ-2	1	Tezgahın kullanımı kolay olmalı ve operatörü yormamalı	
			Talaş kaldırılacak parça tablaya kolay bağlanmalı ve kolay sökülmelidir	
Emniyet	A-1	0,8	Kontrol panelinde mutlaka acil stop düğmesi olmalı	

	A-2	0,9	Tezgahın güvenlik tedbirleri tam olmalı, etrafa zarar vermemeli	
	İ-3	1	Tezgah üzerindeki tabla en fazla 1 m yüksekliğinde olmalı	
Üretim ve Kontrol	İ-1	1	Tezgahın kontrolü nümerik kontrollü olmalı (NC)	Kontrol panelinin ara yüzü mümkün ise hem İngilizce hem de Türkçe olmak üzere opsiyonlu olması değerlendirilebilir istek olarak uygulanabilir
	İ-2	1	Kontrol panelinin ara yüzü kolay anlaşılır ve basit olmalı	
	İ-3	1	Tezgahta sensörler olmalı	
	A-1	0,7	Parçanın tezgah üzerine bağlandığı manyetik tablanın referansı kolay ayarlanabilir olmalı	
	A-2	0,9	Tezgahta bulunan sistemler birbiriyle uyumlu olmalı	

	A-3 A-4	0,8 0,9	(Örn. Spindle montajı ile Y eksen montajı uyumlu çalışmalıdır.) Taşlama tezgahının tasarımı sade, emniyetli ve imalat için kullanışlı olmalıdır Tasarımda kullanılan standart parçalar tezgahın yapısına uygun olmalı (Örn. Teleskopik Ray)	
Montaj ve Nakil	A	0,8	Tezgahın taşınması halatlarla ve lamalarla güvenli ve emniyetli olmalıdır	Taşıma aparatlarının malzemesinin çelik olması istek olarak değerlendirilebilir
İşleyiş ve Bakım	İ-1 İ-2 İ-3	1 1 1	Periyodik bakımları anlaşılır ve uygulanabilir olmalı Tezgahın Kullanım Kılavuzu açıklayıcı ve detaylı olmalı Tezgahta kullanılan parçalar kolay temin edilebilmeli	Tezgahın ihracat yapılacağı dikkate alınarak Kullanma Kılavuzu farklı dillere çevrilmeli

Enerji	A	0,7	Taşlama tezgahı 220 V 400 Hrz Şebeke elektriği ile çalışabilmeli	
Sinyal ve Bilgi	A-1 A-2	0,9 0,9	Eksenleri kontrol eden motorlar servo motor olmalı Hatalar geri dönüşüm sistemi ile kontrol panelinde uyarmalı	Dönme hareketini AC motor verebilir

3.2.2. Tanımı Genelleştirme ve Önemli İfadelere İndirgeme

Tasarım şartnamesine göre önemli problemler aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- ✓ Tezgahın boyutları istenen uygun ebatlarda üretilmelidir.
- ✓ Taş Mili Motoru uygun değerde, Hidrolik Pompa Motoru 2,2-4 kW,
- ✓ Yağlama Pompası 4-220 Watt-Volt, Soğutma Sıvısı Pompası 0,2-1,2 kW olmalıdır.
- ✓ Tezgahta bulunan sistemler birbiriyle uyumlu olmalı (Örn. Z Eksen montajı ile çapraz kızak hareketi uyumlu çalışmalıdır.)
- ✓ Tezgah ağırlığı uygun kg aralığında üretilmelidir.
- ✓ Taş Kafası otomatik paso verme miktarı 1 μ taşlama hassasiyetinde olmalıdır.
- ✓ Taşlama tezgahı 220 V 400 Hrz Şebeke elektriği ile çalışabilmeli,
- ✓ Tezgahın kontrolü nümerik kontrollü olmalı (NC),
- ✓ Tezgahın eksenleri servo motorlarla hareket ettirilmeli,
- ✓ Tezgahın; kullanımı kolay, talaş işlemesi seri ve maliyeti ekonomik olmalıdır.
- ✓ Tasarımı estetik, mekaniği teknolojik, sağlam ve ergonomik olmalıdır.
- ✓ Düzlemsel yüzeylerin hassas taşlanmasını sağlamalıdır.
- ✓ Seri imalatın yapıldığı sanayinin yanında üniversite gibi ortamlarda da kullanılabileceği düşünülerek tasarlanmalıdır.
- ✓ Tezgahın malzemesi korozyon, yüksek ısı, kesme sıvısının teması, titreşim gibi çalışma şartlarında oluşabilecek olumsuzluklara dayanıklı ve uzun ömürlü olmalıdır.

Problemler sadeleştiğinde;

- ✓ Taşlama tezgahı istenen ölçülerde ve NC kontrollü olarak imal edilmelidir,
- ✓ Taş kafası hassas işlenecek parçalar için istenilen hassasiyette hareket edilecek şekilde tasarlanmalıdır.
- ✓ Tasarım şartnamesine uygun tasarlanmalıdır. Sonuç olarak genel en genel tanımı ile "NC Kontrollü Taşlama tezgahı; yatay taş milli satıh taşlama tezgahı olup, düzlem yüzeylerin ve boylamasına kanalların hassas taşlanması için dizayn edilmiş bir tezgahtır. İlave edilecek bazı aksesuar ve aparatlarla açılı yüzeylerin de rahatlıkla taşlanması mümkündür. Tezgah küçük ve orta kapasiteli üretimde olduğu gibi tek parçalı üretimde de kullanılabilen, kolay ve rahat kumanda edilebilen, yüksek güvenirliğe sahip bir tezgahtır" şeklinde yapılabilir.

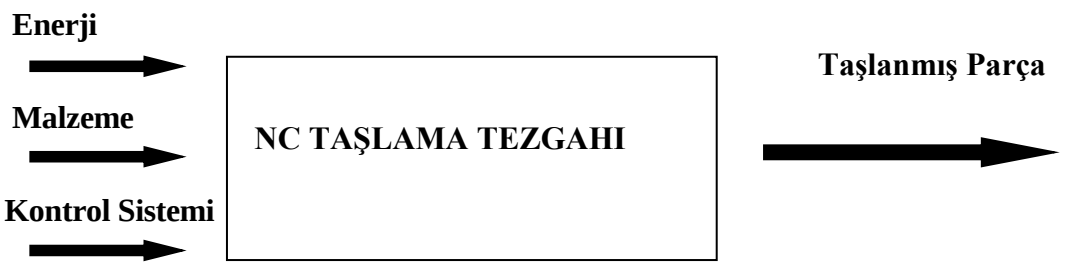
3.2.3. Tüm Fonksiyonu Belirleme ve Gösterme (Fonksiyon yapıları geliştirme)

Teknik sistemlerde fonksiyon kavramı; bir fabrika, makine veya montajda girdi ve çıktılar arası ilişki olarak tanımlanabilir.

Bir tüm fonksiyon tanımı, müşteri ihtiyaçlarının genel ve önemli ifadelere indirgenmesi ile yapılır. Bu fonksiyonun girdi kısmında: enerji, sinyal ve/veya malzeme; çıktı kısmında ise çıkış enerjisi, çıkış sinyali ve/veya işleme tabi tutulmuş malzeme yer alır.

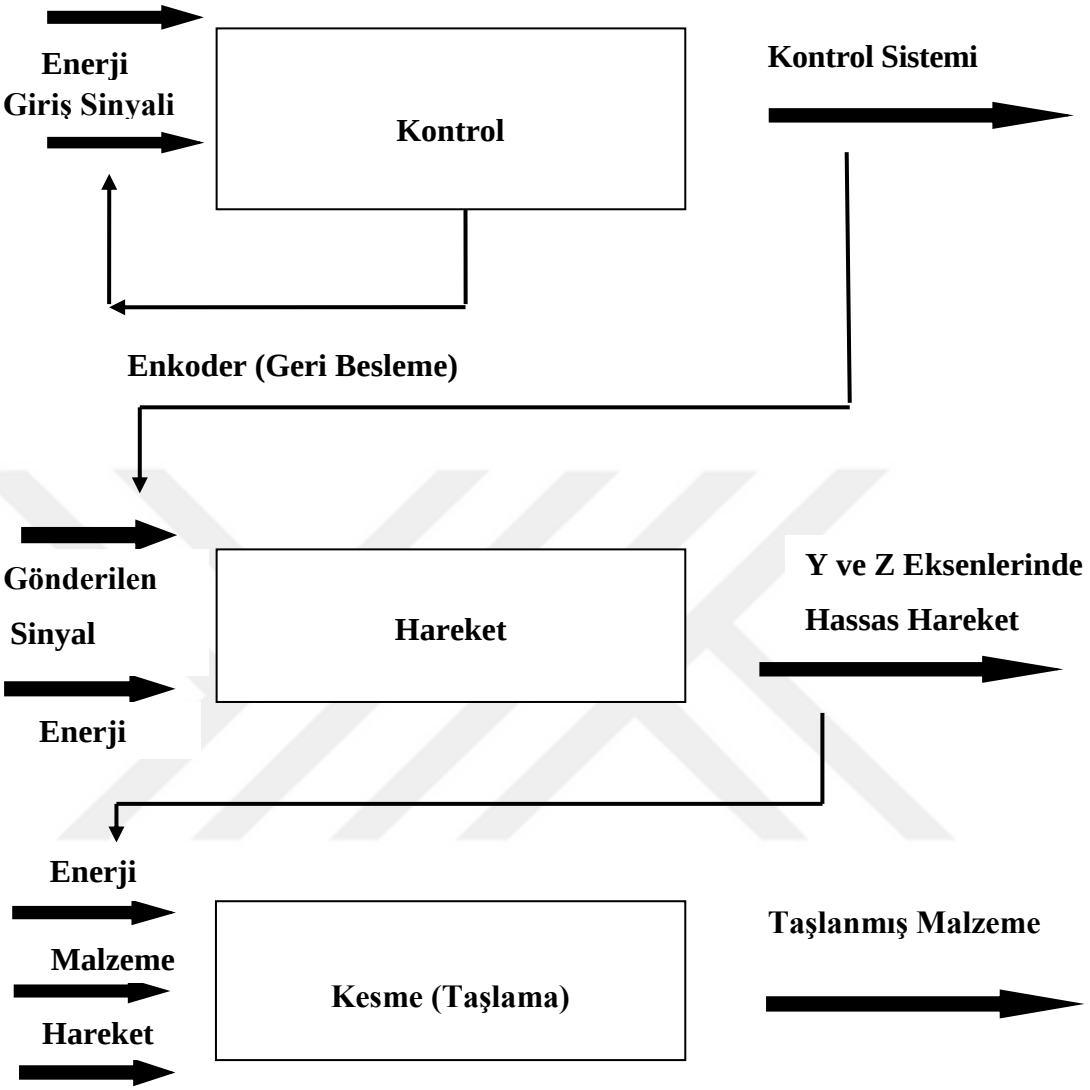
Özleştirilmiş son problem tanımı, tüm fonksiyon içeriğini tanımlar ve bu, genel tasarım problemidir.

Şekil 49 'da NC kontrollü taşlama tezgahına ait tüm fonksiyon gösterilmektedir.



Şekil 49. NC Taşlama Tezgahı Ana Fonksiyonu

3.2.4. Önemli Alt Fonksiyonları Belirleme



Şekil 50. NC Taşlama Tezgahı Alt Fonksiyonları

3.2.5. Fonksiyon Yapıları Geliştirme

Tasarımı yapılacak tezgahın ana fonksiyonu belirlendikten sonra alt fonksiyonları da belirlenmiştir. Tasarımın en iyi ve en verimli şekilde yapılması için belirlenen fonksiyonların geliştirilmesi gerekir. Böylece tasarımın eksik ya da yetersiz yönleri görülerek bu eksiklikler giderilmesi sağlanmış olur.

NC Kontrollü Taşlama tezgahına ait belirlenen ana ve alt fonksiyonlar aşağıdaki gibi geliştirilebilir:

- Hareketin daha az olduğu Y ve Z eksen kızaklarında sürtünmeyi azaltıcı maddeler kullanılmalıdır.
- Birbirine temas eden döküm parçaların daha hassas çalışması için yüzey iyileştirme işlemleri yapılmalıdır.
- Taşlama taşının montajında istenen hassasiyeti yakalamak için uç yatağı kullanılmalıdır.
- Eksenlerin hareketini sağlayan servo motorların ilerleme değerleri iyi hesaplanıp kontrol paneline girilmelidir.
- Tezgahın sağ ve sol kapılarına sıyırıcılar yerleştirilmelidir.
- Tezgahın hareketli yerlerine önlem olarak şok takozları yerleştirilmelidir.

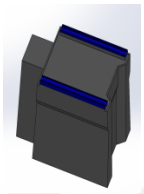
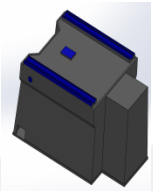
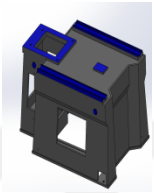
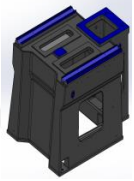
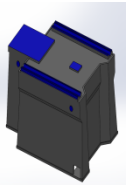
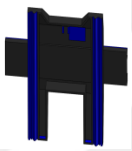
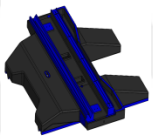
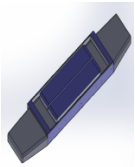
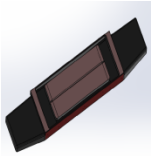
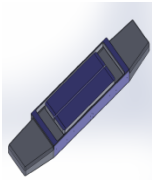
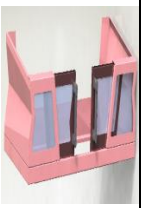
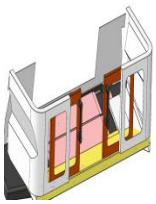
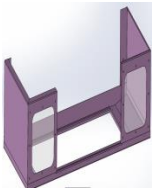
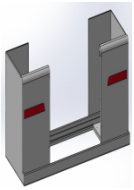
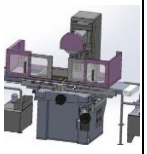
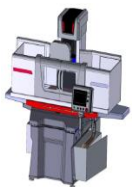
3.2.6. Önemli Alt Fonksiyonlara Çözümler Arama ve Bir Sınıflandırma Şemasında Gösterme

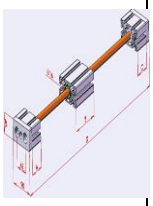
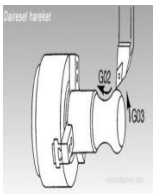
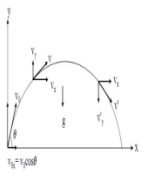
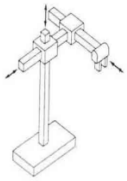
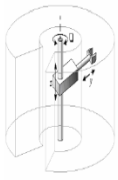
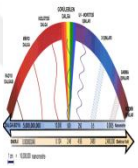
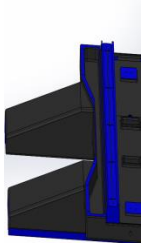
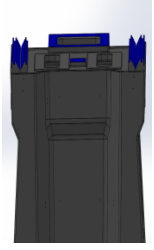
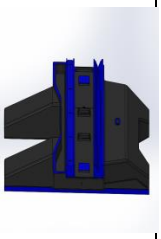
Kavramsal tasarım aşaması için tüm fonksiyon ve alt fonksiyonları üretilen sistemlerin geliştirilmesi ve çözüm sonuçlarının belirlenmesi için sınıflandırmalar yapılır.

Bu sınıflandırmalar hazırlanan bir tablo içerisine belli bir sistem içerisinde yerleştirilir (Tablo 8).

Elde edilen bu tablo sayesinde sistemin tamamının ya da belirli alt fonksiyonlarının tasarım çözümlerine ulaşmak mümkün olabilmektedir. Sınıflandırma kriter veya parametrelerinin seçimi önemlidir. Sınıflandırma şemaları sistematik tarzda ve mümkün olduğunca geniş kapsamlı oluşturulmalıdır.

Tablo 8. NC Taşlama Tezgahının Alt Fonksiyonları İçin Geliştirilen Çözüm Seçenekleri

Alt Fonksiyonlar		Çözümler / Kriterler	1.Çözüm	2.Çözüm	3.Çözüm	4.Çözüm	5.Çözüm
Tezgah Tasarımları	1	Ana Gövde					
	2	Çapraz Kızak					
	3	Tabla	450x900 mm 	600x900 mm 	450x700 mm 		
	4	Tabla Muhafaza					
	5	Giydirme Sacları					

Hareket	**6**	**Hareket Türü**	Lineer 	Dairesel 	Eğrisel 	Kartezyen 	Silindirik 
	7	**Hareket iletimi**	Vidalı Mil 	Dişli 	Kayış Kasnak 	Zincir 	Kramiyer 
	8	**Harekete Geçiren Kaynak**	Elektrik Motoru 	Hidrolik Sistem 	Pnömatik Sistem 	Elektro-Manyetik 	
	9	**Kızağın Türü**	Kutu Kızak 	Prizmatik Kızak 	Kutu ve Prizmatik Kızak 	Lineer Kızak 	Hassas Mil 
Talaş Kaldırma	**10**	**Taşlama Çeşitleri**	Düzlem Yüzey Taşlama 	Silindirik Yüzey Taşlama 	Puntasız Taşlama 		

Kontrol Sistemi	**11**	**Kontrol Sistemi**	PLC ile Kontrol 	PIC ile Kontrol 	Bilgisayar ile Kontrol 	Mikro İşlemci ile Kontrol 	
	12	**Giriş Sinyali (Input)**	PLC arayüzü 	Switchler 	Bilgisayar Arayüzü 		
	13	**Çıkış Sinyali (Output)**	Enkoder 	Manyetik Sensör 	Mekanik Sensör 		
	14	**Kontrol Türü**	Step Motor 	Servo Motor 	Hidrolik 	Pnömatik 	Elektro manyetik 

NC Taşlama tezgahının alt fonksiyonları için geliştirilen çözüm seçenekleri detaylıca araştırılıp incelendiğinde estetik, ergonomi, işlevsellik, kullanım kolaylığı, sağlamlık ve maliyet gibi bir çok etkenler göz önüne alındığında tekrar değerlendirme yapılarak bazı çözüm seçenekleri elenmiştir. Elenen çözüm seçenekleri; bazıları kullanım kolaylığı için, bazıları ise maliyet gibi nedenler etkili olmuştur.

3.2.7. Tasarım Seçenekleri (varyantlar) Oluşturma

Tablo 9. Alt Fonksiyonlar için Çözüm Seçenekleri (varyantlar)

Çözüm	Alt Fonksiyonlar için Çözüm Seçenekleri (varyantlar)
1	1.2-2.1-3.1-4.1-5.1-6.3-7.2-8.1-9.5-10.1-11.2-12.3-13.1-14.5
2	1.3-2.2-3.2-4.4-5.2-6.1-7.5-8.2-9.1-10.2-11.2-12.2-13.2-14.1
3	1.5-2.3-3.3-4.2-5.3-6.2-7.1-8.4-9.3-10.3-11.2-12.1-13.3-14.2
4	1.1-2.5-3.3-4.3-5.4-6.4-7.3-8.3-9.2-10.2-11.2-12.1-13.2-14.3
5	1.4-2.2-3.1-4.4-5.3-6.2-7.2-8.1-9.3-10.1-11.3-12.1-13.1-14.2
6	1.4-2.4-3.2-4.4-5.5-6.2-7.4-8.3-9.3-10.2-11.2-12.3-13.2-14.5
7	1.5-2.2-3.2-4.1-5.5-6.5-7.3-8.2-9.4-10.3-11.2-12.2-13.1-14.2
8	1.3-2.4-3.3-4.2-5.4-6.1-7.2-8.2-9.3-10.2-11.2-12.2-13.3-14.4
9	1.5-2.4-3.1-4.1-5.5-6.5-7.2-8.4-9.4-10.1-11.2-12.1-13.3-14.4
10	1.1-2.5-3.4-4.3-5.2-6.3-7.2-8.3-9.1-10.1-11.2-12.3-13.2-14.2
11	1.4-2.2-3.2-4.4-5.4-6.2-7.3-8.1-9.3-10.2-11.2-12.2-13.1-14.1
12	1.4-2.5-3.3-4.3-5.1-6.4-7.4-8.3-9.5-10.3-11.2-12.3-13.3-14.1
13	1.4-2.2-3.1-4.4-5.3-6.1-7.1-8.1-9.3-10.1-11.1-12.1-13.1-14.2
14	1.1-2.1-3.2-4.1-5.2-6.3-7.2-8.2-9.5-10.2-11.2-12.3-13.2-14.3
15	1.5-2.2-3.3-4.4-5.2-6.1-7.3-8.3-9.2-10.3-11.2-12.2-13.2-14.5
16	1.4-2.4-3.1-4.3-5.5-6.2-7.4-8.3-9.1-10.2-11.2-12.1-13.3-14.4
17	1.3-2.1-3.4-4.2-5.3-6.4-7.1-8.4-9.2-10.1-11.2-12.2-13.3-14.5
18	1.5-2.3-3.3-4.1-5.1-6.3-7.2-8.4-9.3-10.3-11.2-12.2-13.2-14.3
19	1.4-2.2-3.2-4.4-5.3-6.2-7.3-8.1-9.3-10.1-11.1-12.1-13.1-14.2
20	1.3-2.3-3.1-4.2-5.4-6.1-7.1-8.2-9.4-10.2-11.2-12.3-13.1-14.3

3.2.8. Seçenekleri Seçim Çizelgesinde Listeleme ve Ön Değerlendirme Yapma

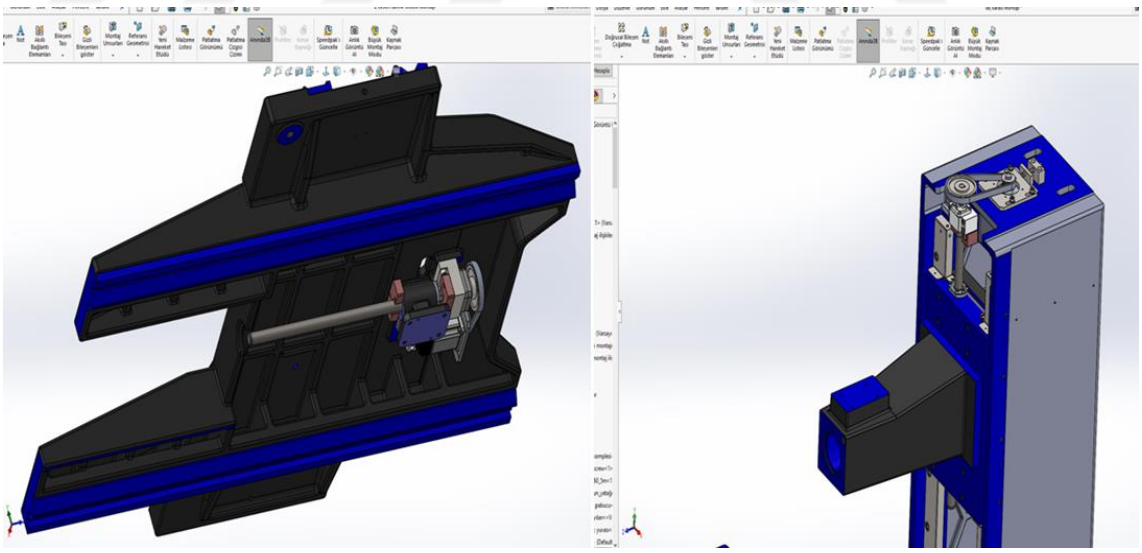
Tablo 10. NC Taşlama Tezgahının Alt Fonksiyonlara Ait Seçim Kartı

	SEÇİM KARTI (VARYATÖR)	
ÇÖZÜM VARYANTLARI	KARAR KRİTERLERİ (+) Evet (-) Hayır (?) Bilgi Eksikliği (!) Şartı Kontrol Et	KARAR KARAR KRİTERLERİ (+) Çözümü sürdür (-) Çözümü Çıkar (?) Bilgi Topla (!) Değişiklikler için Şartnameyi Kontrol Et

	A Tüm Fonksiyonla Uyumlu	B Şartname isteklerini karşılar	C Prensipte Gerçekleşebilirlik	D Müsaade Edilebilir Maliyet	E Emniyet Şartlarını Doğrudan Karşılar	F Tasarımcı Tarafından Tercih Edilir	G Yeterli Bilgi	Görüşler(Sebepler)	KARAR
Çv1	+	?	+	+	+	?	+	Geliştirilmeli	?
Çv2	+	-	+	+	+	?	+	Geliştirilmeli	?
Çv3	+	+	+	?	+	-	?	Maliyet Fazla	-
Çv4	+	+	+	-	+	-	+	Hassasiyet Düşük	-
Çv5	+	+	+	+	+	+	+	Yeterli	+
Çv6	+	?	+	+	+	-	+	Hız-Maliyet	-

Çv7	?	-	+	+	+	-	?	Hız-Maliyet	-
Çv8	?	-	+	-	+	-	?	Hassasiyet Düşük	-
Çv9	?	-	+	-	+	?	+	Hassasiyet Düşük	-
Çv10	+	?	+	?	+	?	+	Hız-Maliyet	-
Çv11	+	-	+	+	+	-	+	Geliştirilmeli	?
Çv12	?	-	+	?	+	-	+	Geliştirilmeli	?
Çv13	+	+	+	+	+	+	+	Yeterli	+
Çv14	?	-	+	+	+	-	?	Hassasiyet Düşük	-
Çv15	+	-	+	-	+	-	+	Hassasiyet Düşük	-
Çv16	+	+	+	-	+	-	+	Hız-Maliyet	-
Çv17	?	?	+	+	+	-	+	Geliştirilmeli	?
Çv18	+	+	+	+	+	?	+	Hız-Maliyet	-
Çv19	+	+	+	+	+	+	+	Yeterli	+
Çv20	?	-	+	?	+	?	+	Hız-Maliyet	-

3.2.9. Uygun bulunan seçeneklerin şematik sentezlerini (montaj) çizme



Şekil 51. NC Taşlama Tezgahı Y ve Z Eksen Tahrik Sistemleri

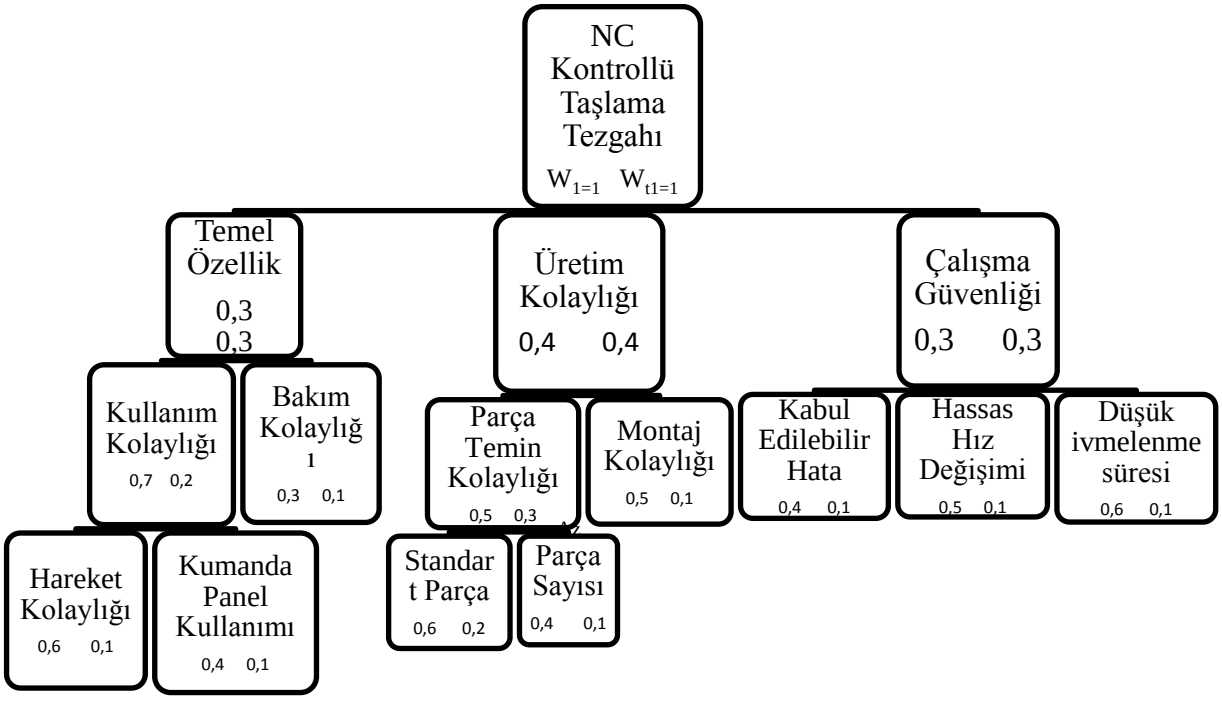
3.2.10. Gerekli ise, kaba hesaplar yapma

Taşlama tezgahı için gerekiyorsa bu kısımda kabaca hesaplar yapılabilir. Bu çalışmada kaba bir hesaba gerek görülmemiştir.

3.2.11. Bir Amaçlar Ağacı Oluşturma

Alt fonksiyonlara ait 20 çeşit tasarım seçenekleri seçim kartı vasıtasıyla değerlendirilerek seçenekler 3'e indirilmiştir. Geriye kalan üç çözüm seçeneğini daha hassas bir değerlendirebilmek için bir amaçlar ağacı oluşturulur. Genelde bu ağaç yapısı tasarım şartnamesine dayalı hazırlanır. NC Taşlama Tezgahı tasarım seçeneklerini değerlendirmede kullanılabilecek amaçlar ağacı Tablo 11'de verilmiştir. Burada her amaç için ayrı yüzde ve tüm sistem içindeki ağırlıkları belirlenmiştir. Bu değerler tasarımcı tarafından belirlenmekte ve geliştirilmeye açıktır. Diğer bir önemli husus ise değerlendirme ağaç yapısı son katmanında oluşan ihtiyaçlar esas alınmalı ve bu ihtiyaçların ağırlık değer toplamları (önem dereceleri) 1 olmalıdır.

Tablo 11. Amaçlar Ağacı Oluşturma



3.2.12. Amaçlar Ağacında Belirlenen Değişken Ağırlıklarına Göre Uygun Görülen Seçenekler İçin İkinci Bir Değerlendirme Yapma

Amaçlar ağacındaki amaçlar ve ağırlıkları kullanılarak değerlendirme tablosunda geri kalan tüm çözüm seçeneklerine ait gerekli değerler yerlerine yazılır ve son ağırlık değerleri hesaplanarak bu çözüm seçeneklerinin sistem ihtiyaçlarını ne ölçüde karşılayabilecekleri belirlenebilir (Tablo 12).

Tablo 12. Amaçlar Ağacında Belirlenen Değişken Ağırlıklarına Göre Yapılan Değerlendirme Çizelgesi

Değerlendirme Çizelgesi		W	Değişkenler	**SEÇENEK 13**			**SEÇENEK 19**			**SEÇENEK 5**		
				Oran	Değer	Ağırlık Değeri	Oran	Değer	Ağırlık Değeri	Oran	Değer	Ağırlık Değeri
1	Hareket Kolaylığı	0,1	Harcanan Güç	Orta	6	0,6	Orta	5	0,5	Yüksek	5	0,5
2	Kumanda Panel Kullanım Kolaylığı	0,1	Ara yüz Kolaylığı	Az	8	0,8	Orta	8	0,8	Az	6	0,6

3	Bakım Kolaylığı	0,1	Tasarım Karmaşıklığı	Az	9	0,9	Orta	7	0,7	Az	7	0,7
4	Montaj Kolaylığı	0,1	Sistem Karmaşıklığı	Az	9	0,9	Az	8	0,8	Az	8	0,8
5	Standart Parça	0,2	Parçanın Bulunabilme Sıklığı	Fazla	8	1,6	Fazla	7	1,4	Orta	5	1,2
6	Az Parça Sayısı	0,1	Parça Tasarrufu	Az	8	0,8	Orta	2	0,2	Az	1	0,1
7	Kabul Edilebilir Hata	0,1	Sistem Hassasiyeti	Az	9	0,9	Fazla	2	0,2	Orta	8	0,8
8	Hassas Hız Değişimi	0,1	Tasarım Hassasiyeti	Fazla	7	0,7	Orta	1	0,1	Orta	4	0,4
9	Düşük İvmelenme Süresi	0,1	Tasarım Hassasiyeti	Fazla	8	0,8	Fazla	7	0,7	Fazla	8	0,8

3.2.13. Seçilen Son Kavramları Değer Profil Diyagramı İle Değerlendirme ve En İyi Tasarıma Karar Verme

Değerlendirme tablosunda 13. ve 5. çözüm seçenekleri en yüksek puanlara sahip (dolayısı ile en iyi son iki) olarak belirlenmiştir. ÇV13 ve ÇV5 bir değer-profil diyagramında karşılaştırıldığında ve eksikleri göz önüne alındığında; 13. çözüm seçeneği, kavramsal tasarım sonucu elde edilen en iyi (optimum) çözüm kavramı olarak kabul edilebilir (Şekil 52).

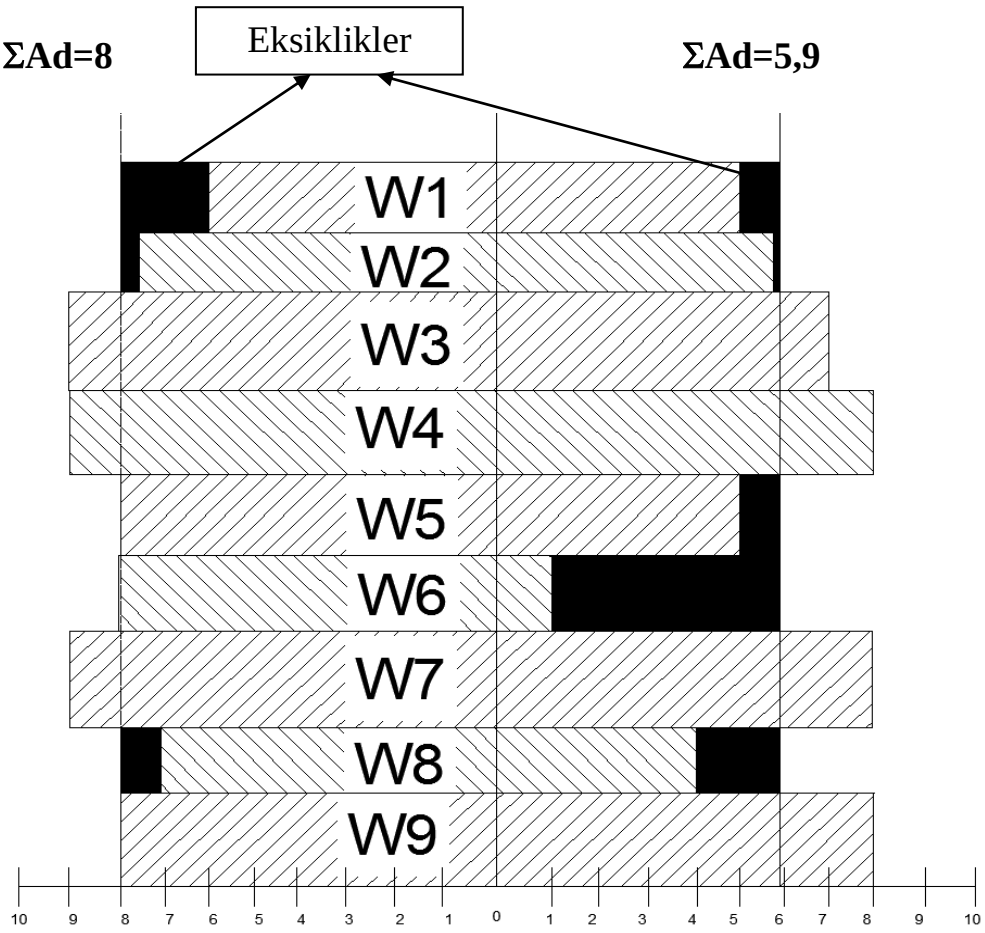
Değer profil diyagramında da görüldüğü gibi ikiye indirilen seçeneklerin eksik yönleri de karşılaştırılarak nihai seçeneğe ulaşılmıştır. Böylece kavramsal tasarım aşaması

tamamlanmıştır. Kavramsal tasarım sonucunda oluşan ürünün kavramsal modeli şekil 53'de gösterilmiştir.

Hareket lineer olarak belirlenmiştir. Ayrıca taşlama tezgahı çok hassas tolerans değerlerinde hareket edecektir. O yüzden eksen hareketlerinin hassas elemanlar ile sağlanması gerekir.

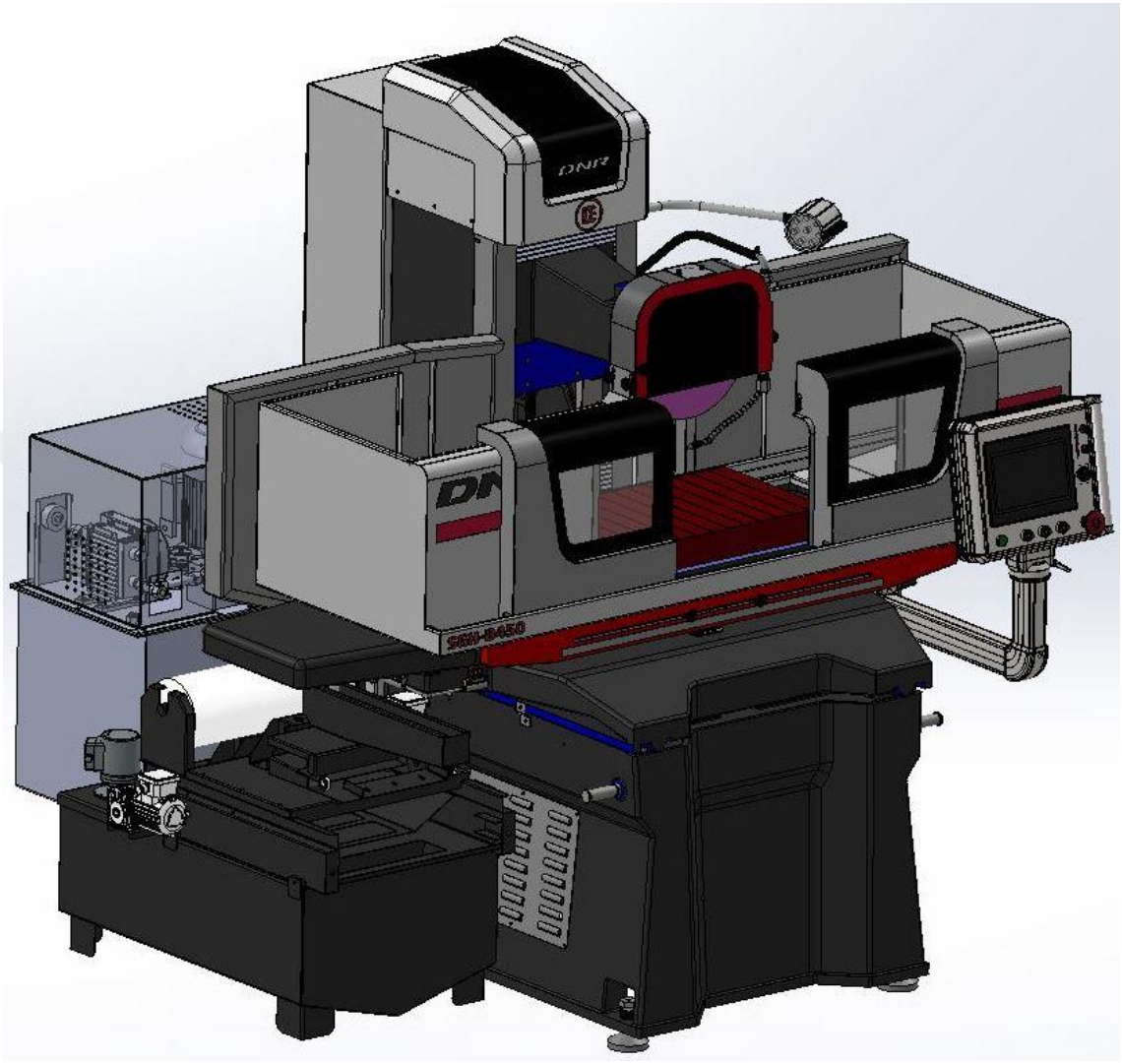
Bu hassasiyet dişli ve kayış-kasnak sistemleriyle sağlanamayacağından vidalı mil tercih edilmiştir. Y ve Z eksenlerinde hassas talaş kaldırma yapılacağı için bu eksenlerde hidrolik motor değil kontrol mekanizması olan servo motorlar kullanılmıştır. Tabla boyutu 450x900 mm olarak tasarlanmıştır.

Detaylı olarak kavramsal tasarım sonucunda 13 nolu seçenek 1.4-2.2-3.1-4.4-5.3-6.1-7.1-8.1-9.3-10.1-11.1-12.1-13.1-14.2 tercih edilmiştir. Hareketin türü olarak lineer hareket, kızak olarak kutu ve prizmatik kızak, hareket iletimi olarak vidalı mil, hareketin kaynağı olarak servo motor, kontrol sistemi olarak NC kontrol belirlenmiştir.



Şekil 52. Değer Profil Diyagramı

Sonuç



Şekil 53. NC Taşlama Tezgahının Kavramsal Modeli

3.3. Şekillendirme Tasarımı

Kavramsal tasarım çalışmaları sonucunda taşlama tezgahının hangi prensiplere dayalı çalışacağı belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle tasarımın nasıl yapılacağı belirlenmiştir. Taşlanacak parçanın iş tablasına bağlanması ve tezgahın X, Y ve Z yönlerinde hareket etmesi suretiyle tasarım yapılmıştır. Kontrol sistemi olarak NC kontrol seçilmiştir. Hareket servo motorlarla vidalı mil somun vasıtasıyla sağlanacak dönme hareketlerinde, yataklamalar için prizmatik ve kutu kızakların kullanılmasına karar verilmiştir. Tezgahın ana kısımları olan ana gövde, çapraz kızak, tabla, sütun ve iş kafası (Headstock) döküm yöntemiyle imal edilmiştir. Bu aşamaya kadar oluşturulan bilgiler sistemin nasıl çalışacağı hakkında bilgi vermektedir. Fakat herhangi bir detay içermemektedir. Ayrıntılı şekiller, ve detay çizimleri mevcut değildir. Gerekli hesaplamalar yapılmadığı için hangi güçte bir motor kullanılacağı veya hangi büyüklükteki vidalı milin kullanılacağı belirli değildir. Bu hesaplamalar şekillendirme tasarımı kısmında hesaplanmıştır. İmalat ve montaj için gerekli olan bütün detaylar ise detay tasarım kısmında anlatılacaktır.

Tezgah tasarımında hareket iletiminde kullanılan vidalı millerin taşıdığı yükün ağırlığı şekillendirme tasarımı yapılarak bulunmuştur.

Tablo 13. Vidalı mil özellikleri [34]

Model No.	Vidalı mil çapı d	Başlık ℓ	Bilyenin merk. merkeze çapı d_p	Diş dibi çapı d_3	Yüklü dizi ve devrelerin × sayısı	Temel yük değeri C_a [kN]	Temel yük değeri C_{0a} [kN]	Rijitlik[1] K [N/µm]
EBB1605-4RR	16	5	16,75	13,1	4×1	9,5	17,4	210
EBB2005-3RR	20	5	20,75	17,1	3×1	8,5	17,3	200
EBB2505-3RR	25	5	25,75	22,1	3×1	9,7	22,6	250
EBB2510-3RR	25	10	26	21,6	3×1	12,7	27,0	250
EBB2510-4RR	25	10	26	21,6	4×1	16,7	37,6	330
EBB3205-3RR	32	5	32,75	29,2	3×1	11,1	30,2	300
EBB3205-4RR	32	5	32,75	29,2	4×1	14,2	40,3	400
EBB3205-6RR	32	5	32,75	29,2	6×1	20,1	60,4	600
EBB3210-3RR	32	10	33,75	26,4	3×1	25,7	52,2	300
EBB3210-4RR	32	10	33,75	26,4	4×1	33,0	69,7	390
EBB4010-3RR	40	10	41,75	34,4	3×1	29,8	69,3	380
EBB4010-4RR	40	10	41,75	34,4	4×1	38,1	92,4	500
EBB5010-4RR	50	10	51,75	44,4	4×1	43,4	120,5	610

Somun boyutları												Vidalı mil atalet momenti (mm başına) [kg · cm²/mm]
Dış çap D	Flanş çapı D_1	Toplam uzunluk L	H	B_1	B_2	W	T	PCD	F	Delik delme şablonu	Yağ deliği A	
28	48	50	10	40	10	5	40	38	5,5	1	M6×1	$5{,}05\times10^{-4}$
36	58	45	10	35	10	5	44	47	6,6	1	M6×1	$1{,}23\times10^{-3}$
40	62	45	10	35	10	5	48	51	6,6	1	M6×1	$3{,}01\times10^{-3}$
40	62	75	10	65	16	5	48	51	6,6	1	M6×1	$3{,}01\times10^{-3}$
40	62	80	10	70	16	5	48	51	6,6	1	M6×1	$3{,}01\times10^{-3}$
50	80	47	12	35	10	5	62	65	9	1	M6×1	$8{,}08\times10^{-3}$
50	80	52	12	40	10	5	62	65	9	1	M6×1	$8{,}08\times10^{-3}$
50	80	62	12	50	10	5	62	65	9	1	M6×1	$8{,}08\times10^{-3}$
50	80	77	12	65	16	5	62	65	9	1	M6×1	$8{,}08\times10^{-3}$
50	80	89	12	77	16	5	62	65	9	1	M6×1	$8{,}08\times10^{-3}$
63	93	79	14	65	16	5	70	78	9	2	M8×1	$1{,}97\times10^{-2}$
63	93	89	14	75	16	5	70	78	9	2	M8×1	$1{,}97\times10^{-2}$
75	110	91	16	75	16	5	85	93	11	2	M8×1	$4{,}82\times10^{-2}$

Model No.	Vidalı mil çapı d	Başlık ℓ	Bilyenin merk. merkeze çapı d_p	Diş dibi çapı d_3	Yüklü dizi ve devrelerin × sayısı	Temel yük değeri		Rijitlik[1] K [N/µm]
						C_a [kN]	C_{0a} [kN]	
EPB1605-6RR	16	5	16.75	13.1	3×1	7.4	13	320
EPB2005-6RR	20	5	20.75	17.1	3×1	8.5	17.3	310
EPB2505-6RR	25	5	25.75	22.1	3×1	9.7	22.6	490
EPB2510-4RR	25	10	26	21.6	2×1	9.0	18.0	330
EPB3205-6RR	32	5	32.75	29.2	3×1	11.1	30.2	620
EPB3205-8RR	32	5	32.75	29.2	4×1	14.2	40.3	810
EPB3210-6RR	32	10	33.75	26.4	3×1	25.7	52.2	600
EPB4010-6RR	40	10	41.75	34.4	3×1	29.8	69.3	750
EPB4010-8RR	40	10	41.75	34.4	4×1	38.1	92.4	1000
EPB5010-8RR	50	10	51.75	44.4	4×1	43.4	120.5	1230

Somun boyutları												Vidalı mil atalet momenti (mm başına) [kg · cm²/mm]
Dış çapı D	Flanş çapı D_1	Toplam uzunluk L	H	B_1	B_2	W	T	PCD	F	Delik delme şablonu	Yağ deliği A	
28	48	60	10	50	10	5	40	38	5,5	1	M6×1	5.05×10^{-4}
36	58	61	10	51	10	5	44	47	6.6	1	M6×1	1.23×10^{-3}
40	62	61	10	51	10	5	48	51	6.6	1	M6×1	3.01×10^{-3}
40	62	80	10	70	16	5	48	51	6.6	1	M6×1	3.01×10^{-3}
50	80	62	12	50	10	5	62	65	9	1	M6×1	8.08×10^{-3}
50	80	73	12	61	10	5	62	65	9	1	M6×1	8.08×10^{-3}
50	80	107	12	95	10	5	62	65	9	1	M6×1	8.08×10^{-3}
63	93	109	14	95	16	5	70	78	9	2	M8×1	1.97×10^{-2}
63	93	133	14	119	16	5	70	78	9	2	M8×1	1.97×10^{-2}
75	110	135	16	119	16	5	85	93	11	2	M8×1	4.82×10^{-2}

Vidalı mil Y ve Z ekseninde kullanılmıştır.

3.3.1. Vidalı mil hesaplamaları

Motor devir sayısı: n=1000 dev/dak

Maksimum hareket mesafesi: Y= 550 mm

Maksimum hız: V= 5 m/dak

Toplam Ağırlık: 250 kg

Kayar Yüzey Sürtünme Sayısı: μ=0.1

Pozisyon Hassasiyeti(1000 mm de): p=0,003 mm

3.3.1.1. Hedeflenen Vidalı Mil Ömrü

Hedeflenen ömür =(Günlük çalışma saati) x (Yılda çalışacağı gün sayısı) x (Kaç yıl çalışacağı) x (Hareket yüzdesi) [Saat]

Hedeflenen ömür =(10) x (365) x (10) x (0,6) [Saat]

Çalışma Saat Ömrü: Lh=21900 saat

İvmelenme zaman: ta=0,1 s

Frenleme zaman: td=0,1 s

1.Dişli Oranı: $N_1=1$

2.Dişli Oranı: $N_2=3$

3.3.1.2. Hatve Hesabı (Vidalı Milin Adım Uzunluğu)

Hatve=l= (1000x60xv)/n $\Longrightarrow$ l= (1000x60x5)/1000

l=5 mm

3.3.1.3. Yukarı Doğru Hızlanma (Fa_1)

Toplam ağırlık:m=250 kg

f=mxμx9,8

Yüksüz Direnç:f=20 N

Kayar Yüzey Sürtünme Sayısı: μ=0.1

a= İvme

a= Vmax/ta $\Longrightarrow$ a= 5/0,1

a=0,83333 m/s²

Fa_1=(mxg)+f+(mxa) $\Longrightarrow Fa_1$=(250x9,8)+20+(250x0,8333)

Fa_1=2678,3333 N

3.3.1.4. Yukarı Doğru Sabit Hız (Fa_2)

Fa_2=(mxg)+f $\Longrightarrow$ Fa_2=(250x9,8)+20

Fa_2=2470 N

3.3.1.5. Yukarı Doğru Yavaşlama (Fa_3)

Fa_3=(mxg)+f-(mxa) $\Longrightarrow Fa_3$=(250xg9,8)+20-(250x0,83333)

Fa_3= 2261,67 N

3.3.1.6. Aşağı Doğru Hızlanma (Fa_4)

$Fa_4=(mxg)-f-(mxa) \Longrightarrow Fa_4=(250x9,8)-20-(250x0,83333)$

$Fa_4= 2221,67$ N

3.3.1.7. Aşağı Doğru Sabit Hız (Fa_5)

$Fa_5=(mxg)-f \Longrightarrow Fa_1=(250x9,8)-20 \Longrightarrow Fa_5= 2430$ N

3.3.1.8. Aşağı Doğru Yavaşlama (Fa_6)

$Fa_6=(mxg)-f+(mxa) \Longrightarrow Fa_6=(250x9,8)-20+(250x0,83333)$

$Fa_6= 2638,333$ N

HAREKET	Eksenel Yük	Mesafe	Zaman
Yukarı Doğru Hızlanma	2678,33333	4,1666666 67	0,1
Yukarı Doğru Sabit Hız	2470	491,6666667	5,9
Yukarı Doğru Yavaşlama	2261,66667	4,166666667	0,1
Aşağı Doğru Hızlanma	2221,66667	-4,16666667	0,1
Aşağı Doğru Sabit Hız	2430	-491,666667	5,9
Aşağı Doğru Yavaşlama	2638,33333	-4,16666667	0,1

3.3.1.9. Çekme Basma Yükü Hesabı (P)

Çekme Basma Yükü $=P=(\sigma x\pi x dr^2)/4$

σ= İzin verilen Gerilme =147 MPa

dr= Minimum Vidalı Mil Diş Çapı= 29 mm

$P=(\sigma x\pi x dr^2)/4 \Longrightarrow P=(147x\pi x29^2)/4$

P= 97096,4187 N

3.3.1.10. Kritik Devir Hesabı (N)

$N=(\lambda x dr x107)/L(b)^2$

İzin Verilen Kritik Devir Sayısı= N

Minimum Vidalı Mil Diş Çapı= dr=29 mm

Bağlantı Konumları Arasındaki Uzaklık= L(b)= 500 mm

Katsayı= λ= 15,1

$N=(\lambda x d r x 107)/L(b)^2 \Longrightarrow N=(15,1x29x107)/500^2$

N= 17516

3.3.1.11. Vidalı Mil Motor Hesapları

3.3.1.11.1. Normal Sürüş Torku (Ta)

Fa= Eksenel yük=2470 N

l= Hatve=5 mm

μ_1=Normal verimlilik=0,9

$Ta=(Faxl)/(2\pi x\mu_1) \Longrightarrow Ta=(2470x5)/(2\pi x0,9)$

Ta=2,1839595 Nm

3.3.1.11.2. Ters Çalışma Torku (Tb)

Fa= Eksenel yük=2470 N

$\mu_{2=}$ Ters Verimlilik=0,9

l= Hatve=5 mm

$Tb=(Faxlx\mu_2)/2\pi \Longrightarrow Tb=(2470x5x0,9)/2\pi$

Tb=1,76900719 Nm

3.3.1.11.3. Ön Yükleme Torku (Tp)

Fao= Ön Yükleme = 892,777778 N

k= Katsayı= 4,48399297

β= Hatve açısı= 0,04969497

$k=(0,05-\sqrt{(\tan\beta)} \Longrightarrow k=(0,05-\sqrt{(\tan 0,04969497)}$

$Tp=(kxFaoxl)/2\pi \Longrightarrow Tp=(4,48399297x892,777778x5)/2\pi$

Tp= 3,18565273 Nm

3.3.1.11.4. Sabit Hızda Sürüş Torku (T_1)

Ta= Normal Sürüş Torku=2,1839595 Nm

Tpmax= Max. Vidalı mil Sürtünme Torku

Tpmax=(Faoxkxl)(2x1000xπ) $\Longrightarrow$ Tpmax=(892,777778 x4,48399297x5)(2x1000xπ)

Tpmax= 3,18565273 Nm

N_1= 1 Numaralı Dişli=1

N_2= 2 Numaralı Dişli=3

T_1=(Ta+Tpmax)xN_1/N_2 $\Longrightarrow$ T_1=(2,1839595 +3,18565273)x1/3

T_1= 1,78987074 Nm

3.3.1.12. Yukarı Hızlanma Kuvveti

ΣF=mxa $\Longrightarrow$ F= (W_1+W_2)xg+$f_{sür}$+(W_1+W_2)xa

a=Vmax/t $\Longrightarrow$ a=2200/60x0,2

a=0,183 m/sn^2

$f_{sür}$=(W_1+W_2)xρxμ $\Longrightarrow$ $f_{sür}$=350x10x0,08

$f_{sür}$=300 N

F= (W_1+W_2)xg+$f_{sür}$+(W_1+W_2)xa $\Longrightarrow$ F= (350)x10+300+(350)x0,183

F=3864 N

3.3.1.13. Sabit Hızda Kuvvet (Yukarı)

a=0 $\Longrightarrow$ Fs= (W_1+W_2)xg+f $\Longrightarrow$ 350+300

Fs=3800 N

3.3.1.14. Aşağı Hızlanma Kuvveti

ΣF=mxa $\Longrightarrow$mxa= F-f+(W_1+W_2)xg

F= mxa+ f-(W_1+W_2)xg $\Longrightarrow$350x0,2+300-3500

F=-3136 N

3.3.1.15. Sabit Hızda Kuvvet (Aşağı)

a=0 $\Longrightarrow$ 0=F-f+(W_1+W_2)xg

F= f-(W_1+W_2)xg $\Longrightarrow$ 300-3500

F=-3200N

3.3.1.16. Yavaşlarken Aşağı Kuvvet

a=-0,183m/sn^2 $\Longrightarrow$ mxa=-F+f+(W_1+W_2)xg

F= -mxa+ f+(W_1+W_2)xg $\Longrightarrow$ 350(-0,183)+300+3500

F=3265 N

3.3.1.17. Vidalı Mil Çapının Belirlenmesi

P= Burkulma yükü

n= Devir sayısı

m= Bağlantı tipine bağlı katsayı (sabit-destekli olan vidalı mil için m=10x2)

$$d = \sqrt[4]{\frac{Pxn^2}{gxm}\,x10^{-3}}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{3864x1200^2}{9{,}8x10x2}\,x10^{-3}} \quad \Longrightarrow \quad d = \Theta 15{,}36 \text{ mm}$$

3.3.2. Taşlama Tezgahı Kesme Kuvveti ve Tezgah Gücü

A=Talaş alanı

a=Talaş derinliği

Vt=Tabla hızı

Vs=Taşın kesme hızı

F=Teğetsel kuvvet

ks=Taşlanan malzemenin özgül direnci

ks=çelik $\Longrightarrow$ 1600 N/mm^2

ks=Alüminyum $\Longrightarrow$ 800 N/mm^2

ks=Bakır $\Longrightarrow$ 1200 N/mm^2

ks=Pirinç $\Longrightarrow$ 800 N/mm^2

P=Tezgah gücü

η=Tezgah verimi

Ds=Taş çapı

ns=Taşın devri

F=Axks , A=(axsxVt)/(60xVs) , Vs=πxDsxns

P=FxVs/102xη

A= 40x0,1=4 mm^2

F=Axks $\Longrightarrow$ 4x1600= 6400N

P=FxV $\Longrightarrow$ 6400x30x1/60

P=3200 W=3,2 kw

3.3.3. Hidrolik Hesaplamalar

3.3.3.1. Debi Hesabı

	Değer	Sonuç	Birim	Simgeler	Birim	Formüller
Q		28,71	litre/dakika	Q=Debi	litre/dakika	Debinin Hesaplanması
V	22	0	cm³/devir	V=Pompanın iletim hacmi	cm³/devir	Q=(Vxnxμ)/1000
n	1450	0	devir/dakika	n=Kullanılan elektrik motorun devri	devir/dakika	
μ	0,9			μ=Pompanın volümetrik verimi(0.90-0.95)		

3.3.3.2. Motor Gücü Hesabı

	Değer	Sonuç			
P		4,277778	P=Motor Gücü	kw	**Motor Gücü Hesabı**
p	70	0	p=Pompa Basıncı	bar	P=(pxQ)/540
Q	33	0	Q=Pompa Debisi	litre/dakika	Motor verimi 0.9 kabul edilmiştir

3.3.3.3. Silindir Alan Hesabı

	Değer	**Sonuç**			
A(itme)	876,5	1256,637	A(itme)=Alan	mm²	**Alan Hesabı**
R	20	16,70325	R=Kovan yarıçapı	mm	A(itme)=πxR²
A(çekme)		876,5044	A(çekme)=Alan	mm²	A(çekme)=π(R²-r²)
r	11	20	r=Mil yarıçapı	mm	

3.3.3.4. Silindir Piston Hızı Hesabı

	Değer	**Sonuç**			
v(itme)		0,380778	v(itme)=silindir itme hızı	m/sn	**Silindir Piston Hızı Hesabı**
v(çekme)		0,545919	v(çekme)=silindir çekme hızı	m/sn	v(itme)=(Qx1000)/(A(itme)x60)
Q	70	0	Q=Pompanın Üretmesi Gereken Debi	litre/dak	v(çekme)=(Qx1000)/(A(çekme)x60)

3.4. Ayrıntılı (Detay) Tasarım

NC kontrollü taşlama tezgahının şekillendirme tasarımı yapıldıktan sonra detay tasarım aşamasına geçilmiştir. Bu kapsamda yapılacak detay tasarım 11 alt başlık altında yapılmıştır. Böylece taşlama tezgahının ana kısımlarının imalatından montaj haline gelinceye kadar ki bütün aşamaları ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bu 11 alt başlık aşağıda gösterilmiştir:

- GÖVDE VE SÜTUN TASARIMI
- Z EKSEN TAHRİK SİSTEMİ
- Y EKSEN TAHRİK SİSTEMİ
- X EKSEN TAHRİK SİSTEMİ
- YAĞLAMA SİSTEMİ
- HİDROLİK SİSTEM
- SOĞUTMA SIVI SİSTEMİ
- ELEKTRİK SİSTEMİ
- KONTROL-TEST SİSTEMİ
- GİYDİRME (MONTAJ) SİSTEMİ
- SEVKİYAT-TAŞIMA SİSTEMİ

3.4.1. Gövde ve Sütun Tasarımı

3.4.1.1. Ana Gövde

Taşlama tezgahının en önemli kısımlarından biridir. Ana gövdenin üzerine sütun ve çapraz kızak monte edilmiştir. Ana gövde 708 mm yüksekliğinde 885x 1300 mm ebatlarında tasarlanmıştır. Malzemesi 0.6020 kodlu dökme demirdir.

Bu malzeme Almanya standart DIN EN 1561'e göre düşük dereceli gri dökme demir olup, yeni standart DIN 1691'e göre EN-JL1030, 0.6020 veya GG20 olarak da yazılabilir. Bu materyal, Çin'deki HT200, FC200, İtalya'daki G20, Fransa'daki FGL200, Avustralya'daki T220, İsveç'teki O120 veya ISO 200 gibi diğer ülkelerdeki pik demir kalitelerine eşittir.

Malzemenin kimyasal bileşenleri arasında C:% 3.10-3.40, Si:% 1.90-2.30, Mn: 0.60-0.90, P ≤% 0.15, S ≤% 0.15 bulunur. Bu gri dökme demir, konut ve endüstriyel alanlarda çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Taban, çerçeve, kutu, bıçak, yatak, yatak koltuğu, masa, tekerlekler, kapak, pompa, valf, boru, volan, motor bloklar gibi orta yüklü dökümler üretmek için kullanılabilir. Silindir, dişli, taban, volan, yatak, silindir bloğu, silindir gömleği, piston, dişli kutusu, fren tekerleği, orta basınçlı vana vb. gibi daha fazla yük ve bir derece sızdırmazlık veya korozyon direncine dayanıklı dökümler yapmak için de kullanılır.

Ana gövde köpük model yöntemi denilen döküm yöntemiyle imal edilmiştir. Taşlama tezgahının diğer önemli parçaları olan sütun, çapraz kızak, tabla ve iş kafası gibi parçalar da bu döküm yöntemiyle imal edilmiştir. Strafor modelli döküm yöntemi aşağıda açıklanmıştır.

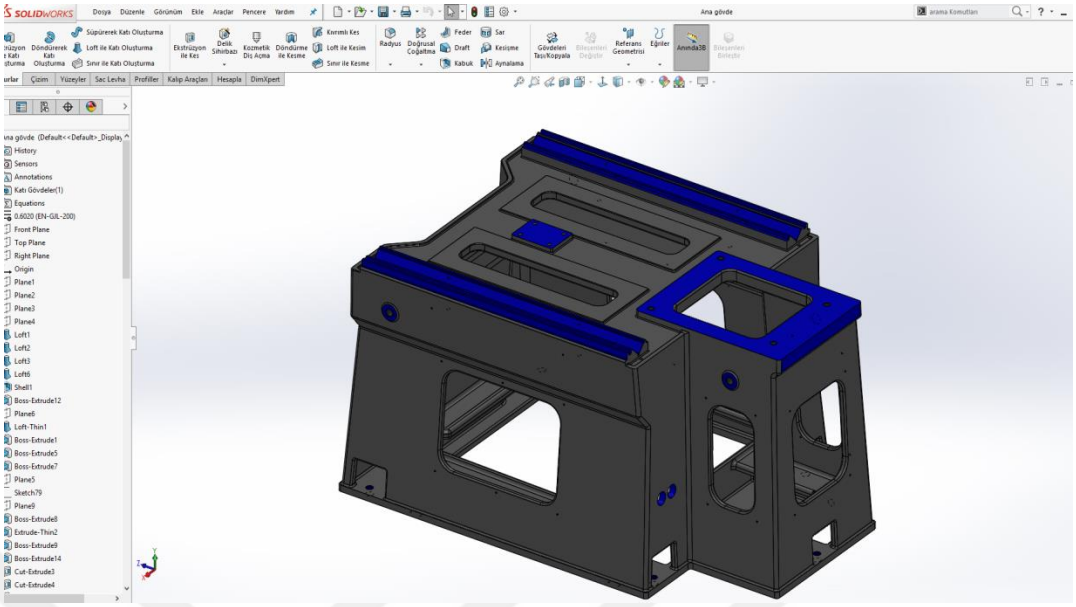
Hassas döküm yönteminin bir diğer uygulaması da içinde strafor modelin yer aldığı kum kalıba döküm yöntemidir. Strafor modelli kalıba döküm olarak isimlendirilen bu yöntemde, parçanın modeli boncuk şeklindeki polisitrenin istenen geometriyi sağlayacak şekilde sıkıştırılmasıyla elde edilir. Ayrıca modelin hazırlanmasında piyasadan temin edilen köpük malzemenin kesilerek şekillendirilmesi ve/veya yapıştırılmasıyla da modelin istenen şekli alması sağlanabilir. Daha sonra model bir sandık içine yerleştirilerek etrafına kum doldurulup sıkıştırılır. Ergimiş metal kalıba döküldüğünde, modeli buharlaştırarak uzaklaştırır ve yerine kendisi geçerek aynı şekle sahip olarak katılaşır. Buharlaşma öncesi modelin şeklini alarak katılaşan metal döküm parçası daha sonra kum kalıp bozularak çıkartılır.

Strafor modelli kalıplama tekniği kullanılarak karmaşık şekilli parçaların ve oldukça hassas toleransların elde edilmesi mümkündür. Ayrıca bu yöntem, kum kalıba döküm yöntemiyle karşılaştırıldığında, daha basit ve çabuk uygulanabildiği, düşük maliyetli olduğu ve daha az oranda çevreye zararlı atık bıraktığı söylenebilir. Bu yöntemin kullanıldığı malzemeler olarak öncelikle dökme demirler ve bazı alüminyum alaşımları göze çarpmakta olup döküm parçalan için; takım tezgahları (taşlama, torna), araç motor blokları, motor silindir kafaları, araç krank milleri, deniz motorları gövdeleri ile elektrik motorlarının gövdeleri örnek olarak verilebilir.

Bu yöntemin diğer avantajları şunlardır:

- Boyutsal hassasiyet,
- İyi yüzey kalitesi,
- Daha kompleks daha az et kalınlığıyla imal edilebilme,
- Her türlü yolluk imkanı bulunması gibi avantajları bulunmaktadır.

Ana gövdenin Solidworks programında tasarımı Şekil 54' te gösterilmiştir.



Şekil 54. NC taşlama tezgahının ana gövdenin solidworks tasarımı

Solidworks'te tasarlanan parçanın döküm resmi şekil 55 'de gösterilmiştir. Programda tasarlanan gövdenin mavi ile gösterilen kısımları borvek denilen takım tezgahında işlenerek istenilen toleranslar sağlanmıştır. Dökümden gelen ana gövdenin borvek tezgahında işlenmesi ve işlendikten sonraki son hali şekil 57'de gösterilmiştir.



Şekil 55. Ana gövdenin Borvek tezgahına bağlanması



Şekil 56. Ana gövdenin Borvek tezgahında işlenmesi



Şekil 57. Ana gövde kızaklarının işlenmiş hali

Tornalamak, frezelemek ve planyalamak suretiyle elde edilen yüzeyler üzerinde kesici aletlerin bıraktıkları pürüzler ve tabanda sert kısımda kalan yükseklikler bulunur.

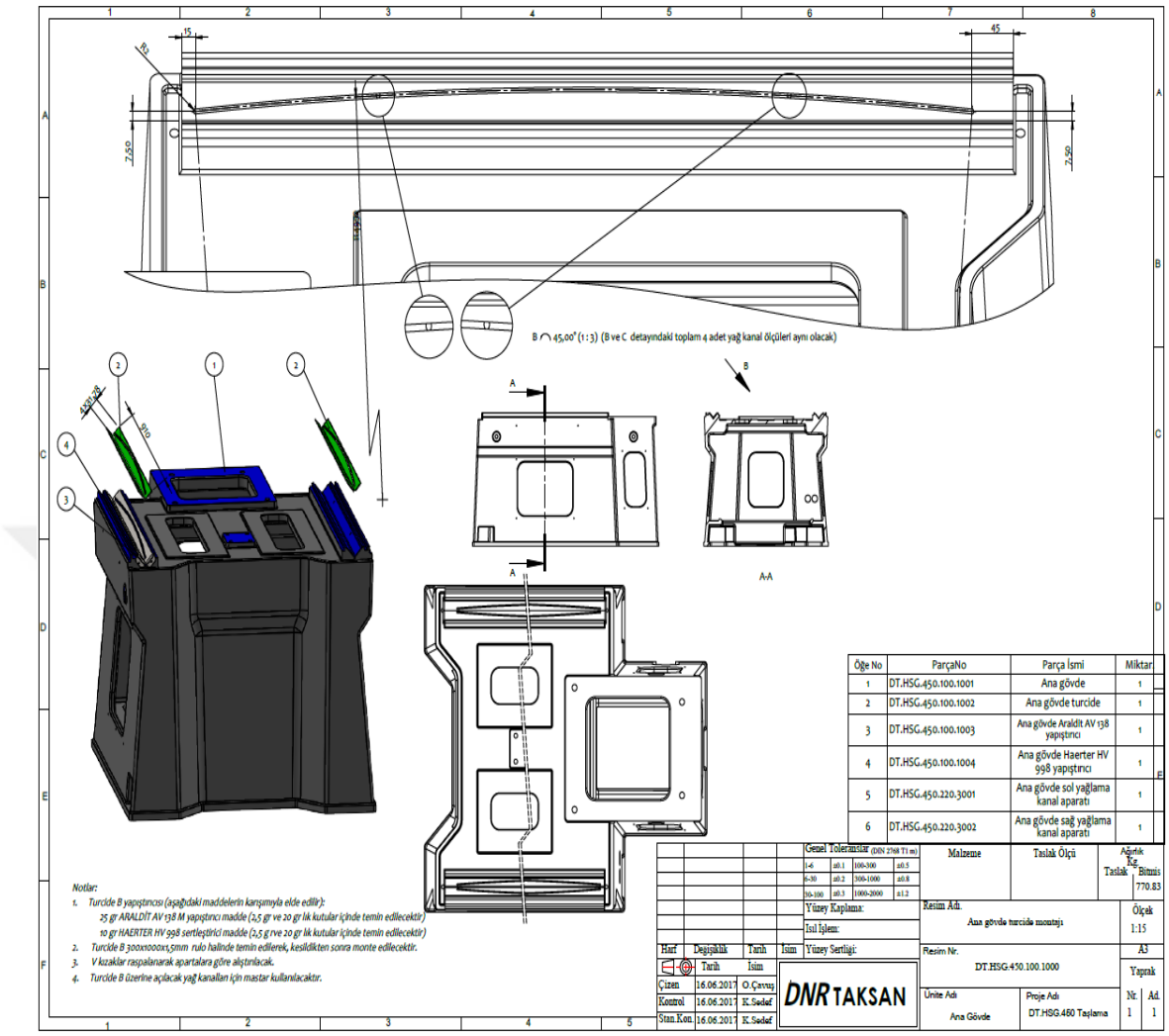
Bu yükseklikleri alarak yüzeyleri daha düzgün bir hale getirmek için yapılan işleme raspalama denir. Raspalama, raspa denen keskin kenarlı bir alet ile daha önce işlenip hazırlanmış işin yüzeyi üzerinden, küçük ve ince talaşlar kaldırmaktır denebilir.

Bu işlem daha ziyade birbiri üzerinde kayarak hareket edecek olan parçaların birbirine değen yüzeylerinin işlenmesi için yapılır. Bu yüzeyler ne kadar düzgün olursa aşınmaya karşı dayanmaları da o kadar çok olur. Ana gövde üzerinde çapraz kızak hareket edeceği için kızak yüzeylerinin raspalanarak alıştırılması gerekmektedir. O yüzden çapraz kızak işleme aparatı tasarlanarak imal edilmiştir. Ana gövdenin kızaklarına raspa boyası sürüldükten sonra raspa aparatı yukarıdaki şekildeki gibi gövdenin üzerine yerleştirilir ve ileri geri hareket ettirilir.



Şekil 58. Raspa aparatının gövdeye alıştırılması

Raspa boyasının temas ederek boyadığı aparatlar raspa ucu ile kazınır ve ana gövde yüzeyi ile aynı düzlükte olması sağlanır.



Şekil 59 . Ana gövde turcite-B montaj teknik resmi

Turcite B, Cnc ve üniversal takım tezgahları kızakları ve hareketli olan makine kısımlarının, yüzey aşındırma ve tahribat etkilerini yok etmek için kullanılmaktadır. Normal yağlama sistemleri ile çalışması gereklidir. Tezgahımızın Turcite B materyalini değiştireceğiniz zaman, yağlama sistemini de gözden geçirilmesi gerekir. Normal koşullarda 7 yıl gibi bir kullanım ömrü bulunan bu malzeme, teflon alaşımı sayesinde yağlayıcılık özellik sağlamaktadır. Sürtünmeyi azaltması, makinenin kullandığı enerji tasarrufu sağlamakta ve hassasiyeti de istenilen ölçüler dahilin de tutmaktadır. Özel alaşımlı olan bu malzemenin yeşil ya da mavi renkli tarafı yüzeyde sürtünecek şekilde, diğer kahverengi yüzeyi de özel yapıştırıcının uygulanacağı yüzeydir.

Turcite B'nin ana gövdeye yapıştırılması şu sıra ile yapılmıştır:

- Kızak yüzeyleri titizlikle temizlendi.
- Kızak yüzeylerine, çözen maddeler sürülüp (mazot, tiner, yağ çözücü), istenmeyen bütün kalıntıların temizlendi.
- Kızak uzunluğu kadar Turcite B malzemesi kesilip, ıslak bir bez ile yapıştırılarak malzeme üzerideki toz gibi yapıştırıcının temasını engelleyici maddeler uzaklaştırıldı.



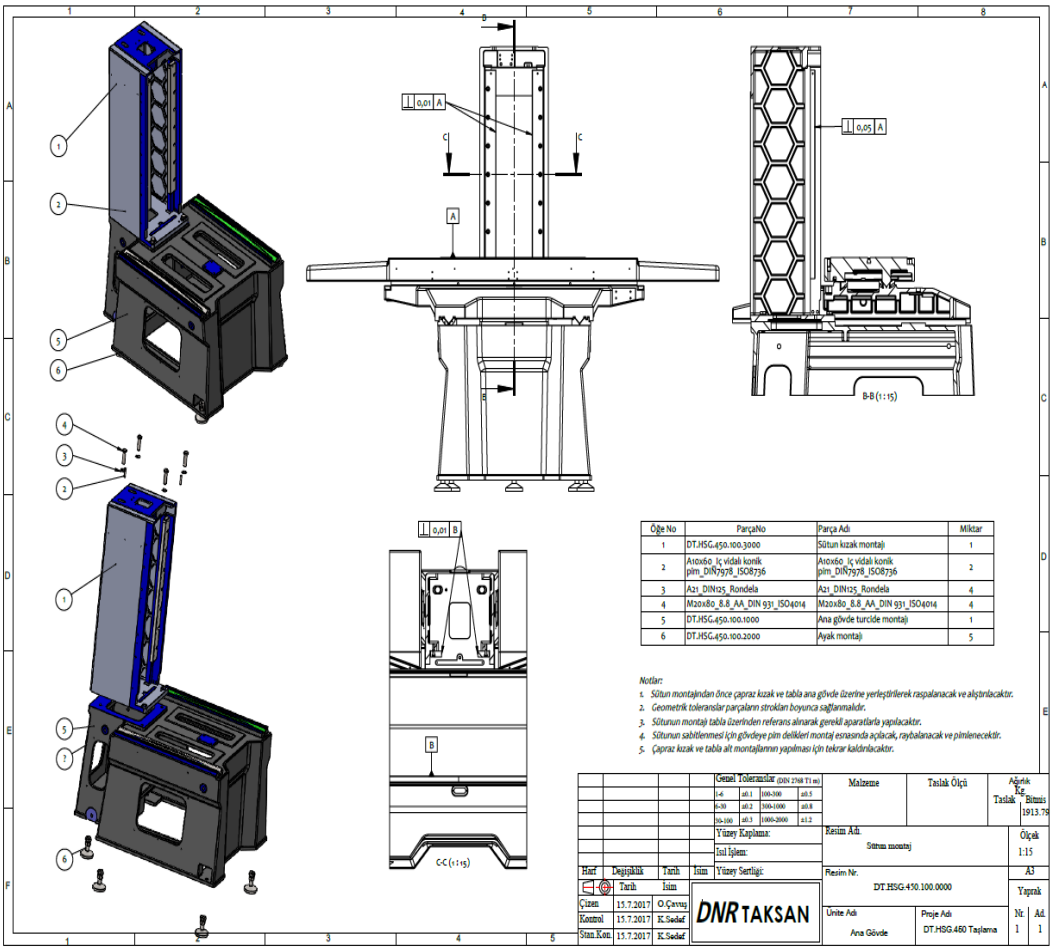
Şekil 60. Turcite-B yapıştırıcıları [35]

- Yapıştırıcısı olan araldite, çift karışımlı kimyasal yapıştırıcısı, iki tüpün de, temiz bir kap içine enjekte edilerek, homojen bir şekilde karıştırılması gerekmektedir. Bal rengini alana kadar, karıştırılan yapıştırıcı hazır hale getirilmelidir.
- Hazırlanan yapıştırıcı, hem Turcite B'ye hem de yapıştırılması istenen, temizlenmiş kızaklara, yeteri kadar miktarda sürüldü. Bu sürme işleminden sonra 15 dakika beklendikten sonra, Turcite B kızaklara yapıştırıldı.
- Yapıştırılan yüzeydeki Turcite B'nin üzerine tam oturacak şekilde bir metal ağırlık, ya da yine aynı yüzeye denk gelecek şekilde bir çubuk ile işkenceler ile sıkıldı. (Şekil.60) Yani yapıştırılan yüzeye tam bir baskı uygulanması çok önemlidir. Ağırlık ne kadar fazla olursa o kadar iyi yapışacaktır. Turcite B, basınca dayanıklı malzeme olduğundan korkmadan uygulanabilir.
- Yapıştırıcının kuruma süresi 20 saattir. Bu süreyi beklemeden uygulanan işlemlerde, malzemenin kalktığı görülmüştür. Bu yüzden 20 saat olan kuruma süresine dikkat edilmelidir.
- Kuruyan ve kızaklara sıkıca yapışan Turcirte B malzemesini, önce kızakların üzerine yerleştirip, kızaklar ile arasında kalan boşluk hesaplandı. Bu boşluk, el

ile raspalama metoduyla ya da başka bir CNC freze yardımıyla, üzerinden talaş kaldırma şeklinde işlenebilir. Her işlemeden sonra alıştırma işlemi yaparsanız, kalan boşlukları daha iyi görülebilir.

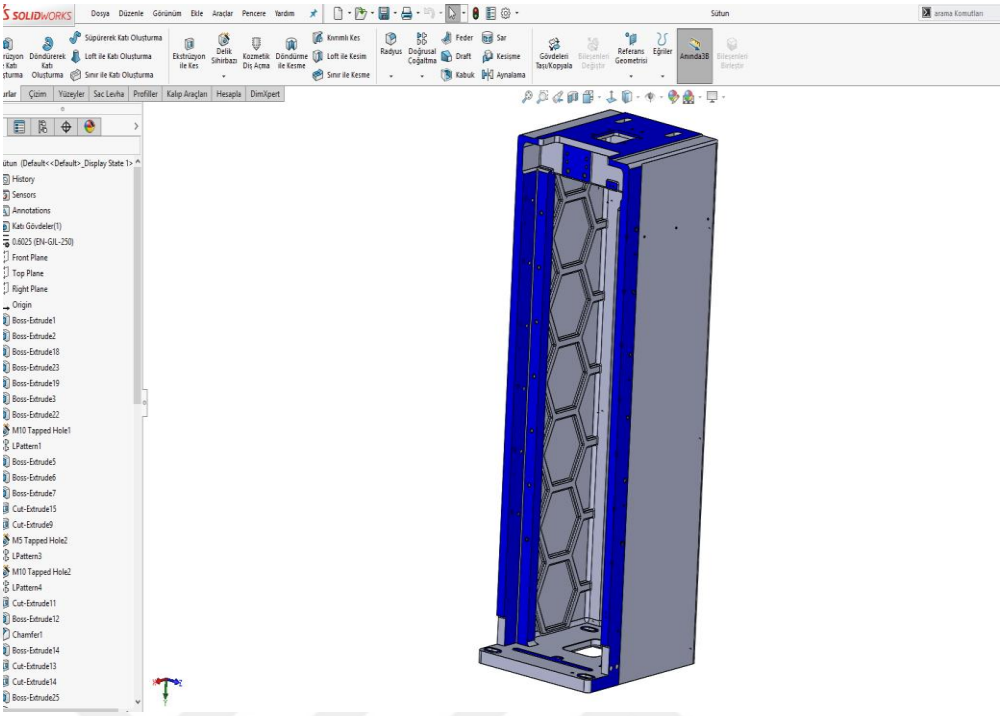
3.4.1.2. Sütun

Taşlama tezgahının bir diğer önemli kısımlarından biridir. Ana gövdenin üzerine monte edilmiştir. Ana gövde 1240 mm yüksekliğinde 400x500 mm ebatlarında tasarlanmıştır. Malzemesi ana gövde de olduğu gibi dökme demirdir. Sütun da ana gövde gibi strafor model döküm yöntemi ile imal edilmiştir. Y eksen tahrik sistemi sütunun üst kısmına monte edilir. Ayrıca iş mili montajı ve headstock sütun üzerindedir. Sütunun iç kısımları altıgen şekiller çizilerek tasarlanmıştır. Böyle bir tasarımda tezgahın çalışırken titreşiminin en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca Y eksenini kontrol eden sensörler de sütun üzerine takılmıştır.



Öğe No	ParçaNo	Parça Adı	Miktar
1	DT.HSG.450.100.3000	Sütun kızak montajı	1
2	A10x60_İç vidalı konik pim_DIN7978_ISO8736	A10x60_İç vidalı konik pim_DIN7978_ISO8736	2
3	A21_DIN125_Rondela	A21_DIN125_Rondela	4
4	M20x80_8.8_AA_DIN 931_ISO4014	M20x80_8.8_AA_DIN 931_ISO4014	4
5	DT.HSG.450.100.1000	Ana gövde tarcide montajı	1
6	DT.HSG.450.100.2000	Ayak montajı	5

Şekil 61. Sütun montajı teknik resmi



Şekil 62. Sütunun solidworks katı resmi

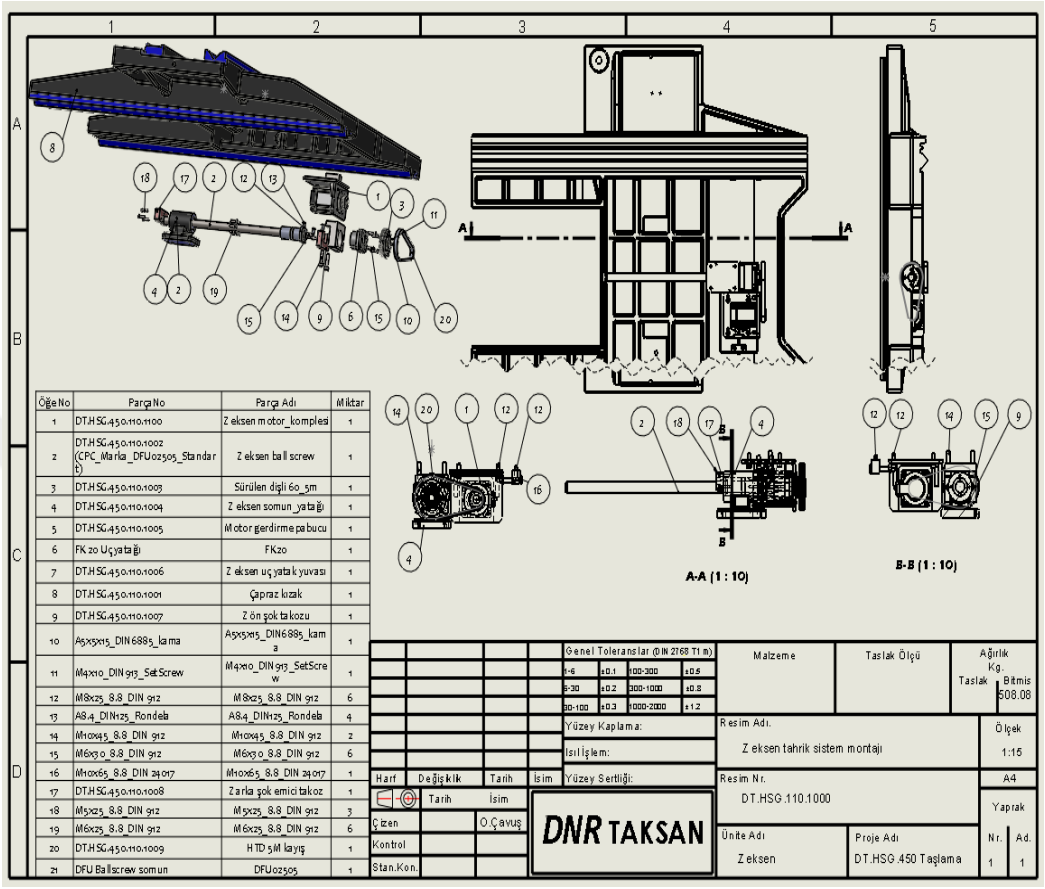
3.4.2. Z Eksen Tahrik Sistemi

Z eksen tahrik düzeni çapraz kızak ve üzerindeki iş tablasını tezgah gövdesi üzerinde öne arkaya doğru hareket ettiren sistemdir. Bu hareket çapraz kızağa yataklandırılmış bir "ball-screw"in döndürülerek tahrik edilmesiyle gerçekleştirilir. Dönme hareketi ve buna bağlı olarak gerçekleşen Z eksen hareketi ball-screwin döndürülmesi vasıtasıyla elektrik motoru vasıtasıyla döndürülmesi ile otomatik olarak sağlanır. Z eksen tahrik sistemi şekil 63'de gösterilmiştir.

Somun yatağı içerisinde bulunan ball-screw'in uç kısmında kasnak bulunmaktadır. Somun yatağı cıvatalarla tezgah gövdesi üzerine monte edilmiştir ve ball-screw somunu bu parça içerisine sabitlenmiştir.

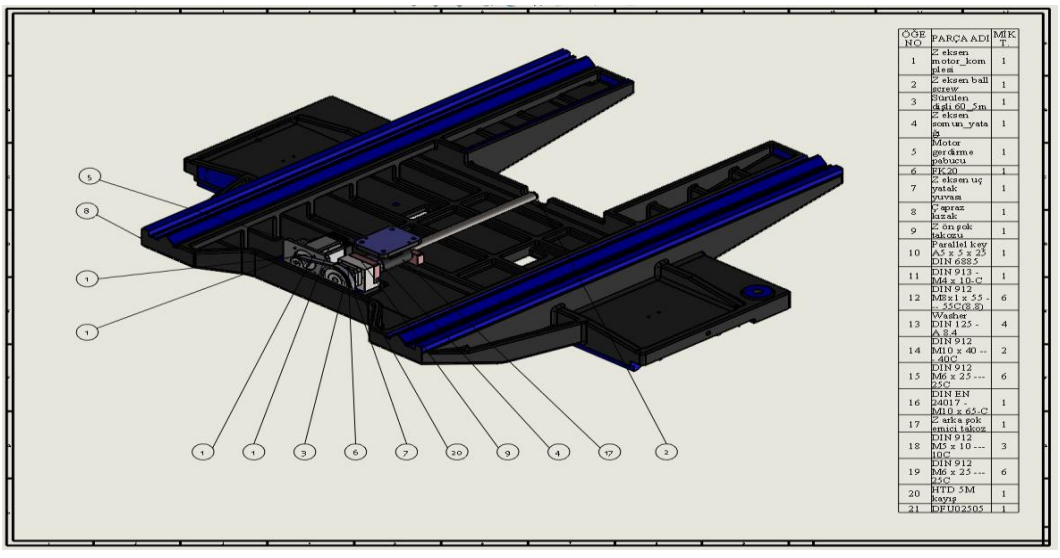
Ball-screw; 12 rulman yatağı içerisine yataklanmış olup, rulman yatağı da çapraz kızak ön yüzeyine cıvatalarla monte edilmiştir. Bilezik, kama ile ball-screw uç kısmına monte ediliştir. Ball-screwi tahrik eden elektrik motoru, motor plakası vasıtasıyla çapraz kızak alt yüzeyine monte edilmiştir.

Motor mili ucunda motor kasnağı bulunmakta olup dönme hareketi bu kasnaktan kasnağa zaman kayış tarafından aktarılır.



Öğe No	Parça No	Parça Adı	Miktar
1	DT.HSG.450.110.1100	Z eksen motor_komplesi	1
2	DT.HSG.450.110.1002 (CPC_Marka_DFU02505_Standart)	Z eksen ball screw	1
3	DT.HSG.450.110.1003	Sürülen dişli 60_5m	1
4	DT.HSG.450.110.1004	Z eksen somun_yatağı	1
5	DT.HSG.450.110.1005	Motor gerdirme pabucu	1
6	FK 20 Uçyatağı	FK20	1
7	DT.HSG.450.110.1006	Z eksen uç yatak yuvası	1
8	DT.HSG.450.110.1001	Çapraz kızak	1
9	DT.HSG.450.110.1007	Z ön şok takozu	1
10	A5x5x15_DIN6885_kama	A5x5x15_DIN6885_kama	1
11	M4x10_DIN913_SetScrew	M4x10_DIN913_SetScrew	1
12	M8x25_8.8_DIN 912	M8x25_8.8_DIN 912	6
13	A8.4_DIN125_Rondela	A8.4_DIN125_Rondela	4
14	M10x45_8.8_DIN 912	M10x45_8.8_DIN 912	2
15	M6x30_8.8_DIN 912	M6x30_8.8_DIN 912	6
16	M10x65_8.8_DIN 24017	M10x65_8.8_DIN 24017	1
17	DT.HSG.450.110.1008	Zarla şok emici takoz	1
18	M5x25_8.8_DIN 912	M5x25_8.8_DIN 912	3
19	M6x25_8.8_DIN 912	M6x25_8.8_DIN 912	6
20	DT.HSG.450.110.1009	HTD 5M kayış	1
21	DFU Ballscrew somun	DFU02505	1

Şekil 63. Z Eksen tahrik sistem montajı teknik resmi



ÖĞE NO	PARÇA ADI	MİK T.
1	Z eksen motor_komplesi	1
2	Z eksen ball screw	1
3	Sürülen dişli 60_5m	1
4	Z eksen somun_yatağı	1
5	Motor gerdirme pabucu	1
6	FK 20	1
7	Z eksen uç yatak yuvası	1
8	Çapraz kızak	1
9	Z ön şok takozu	1
10	Parallel key A5 x 5 x 25 DIN 6885	1
11	DIN 913 - M4 x 10-C	1
12	DIN 912 M8x1 x 55 - ...55C(8.8)	6
13	Washer DIN 125 - A 8.4	4
14	DIN 912 M10 x 40 -- 40C	2
15	DIN 912 M6 x 25 --- 25C	6
16	DIN EN 24017 - M10 x 65-C	1
17	Z eksen şok emici takoz	1
18	DIN 912 M5 x 10 --- 10C	3
19	DIN 912 M6 x 25 --- 25C	6
20	HTD 5M kayış	1
21	DFU02505	1

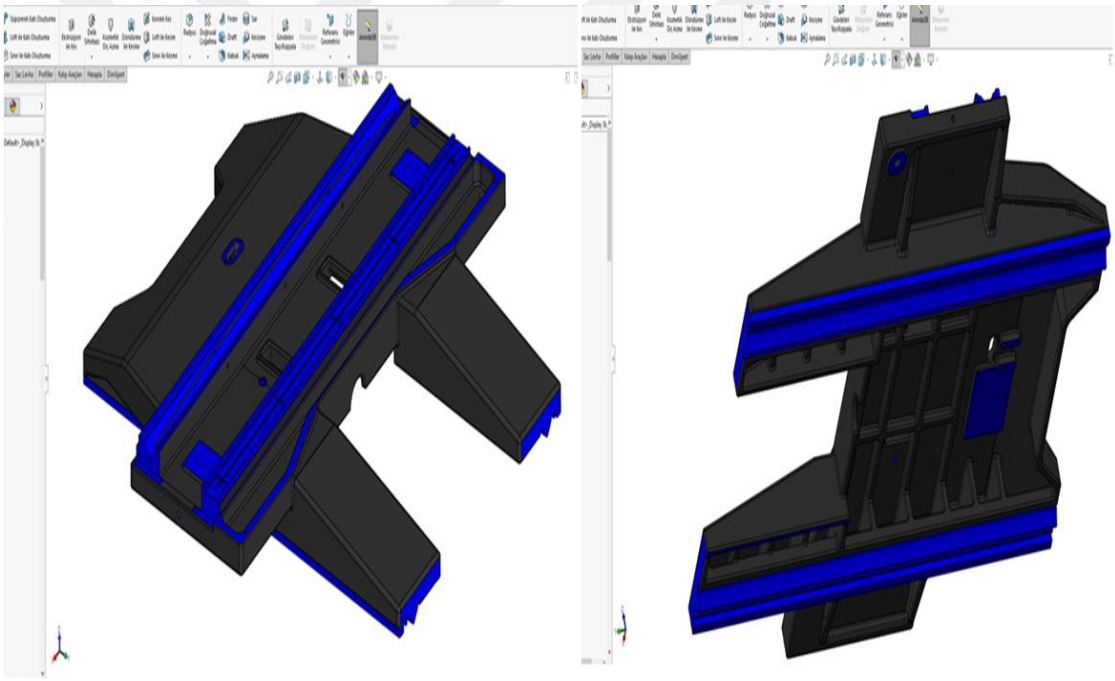
Şekil 64. Z Eksen tahrik sistem elemanlarının gösterimi

Z eksen tahrik sistemi aşağıdaki parçalardan oluşmaktadır:

3.4.2.1. Çapraz Kızak

Taşlama tezgahının döküm ile imal edilen parçalarından biridir. Tezgahın Z ekseninde hareket ettirilmesini sağlayan tahrik sistemi çapraz kızağın altına monte edilmiştir. Çapraz kızak ana gövde üzerinde 420 mm hareket etme kabiliyetine sahiptir. Çapraz kızağın ölçüleri 185x1400x1530 mm ebatlarındadır. Ana gövdeye gelen kısımlarında(alt kısımda) prizmatik, tablaya gelen kısımlarında (üst kısımda) kutu ve prizmatik kızaklar bulunur.

Solidworks programında tasarımı yapılan çapraz kızak şekil'65 de gösterilmiştir.



Şekil 65. Çapraz kızak katı resmi

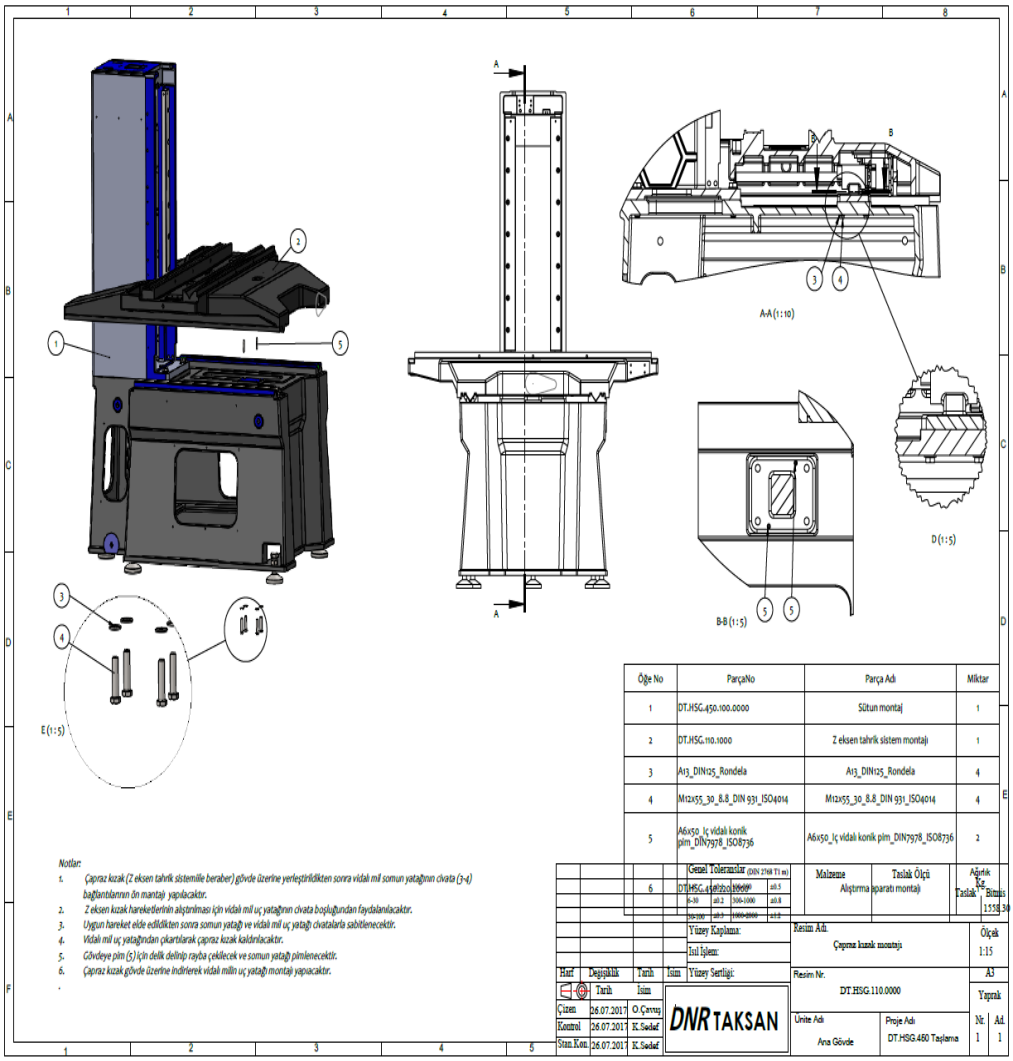
Solidworks'te tasarlanan parçanın döküm resmi şekil 66 'dadir. Programda tasarlanan gövdenin mavi ile gösterilen kısımları borvek denilen takım tezgahında işlenerek istenilen yüzeyler sağlanmıştır. Dökümden gelen ana gövdenin borvek tezgahında işlenmesi ve işlendikten sonraki son hali şekil 67 'de gösterilmiştir.



Şekil 66. Çapraz kızağın döküm yöntemiyle imal edilmiş hali



Şekil 67. Çapraz kızağın macunlanmış ve boyanmış resmi



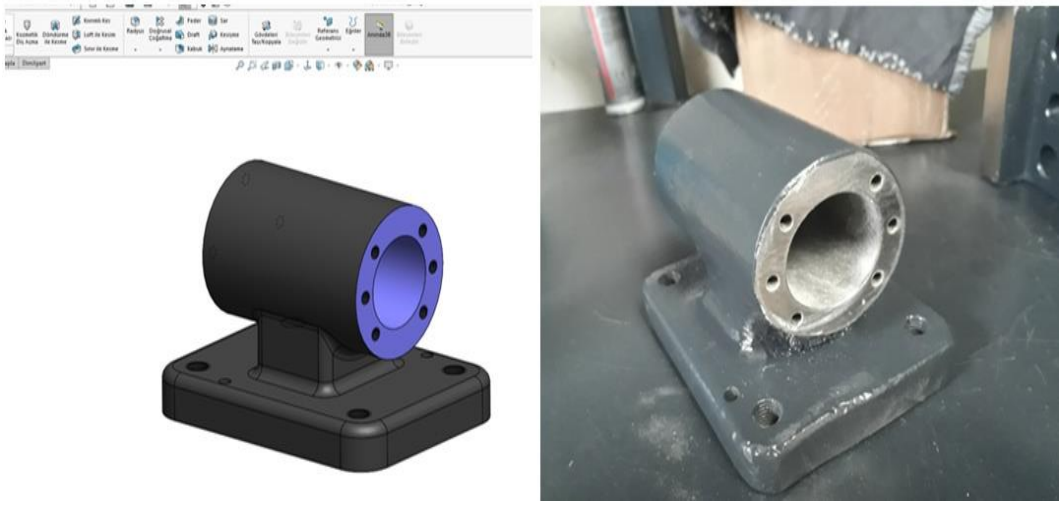
Şekil 68. Çapraz kızak montajının teknik resmi

3.4.2.2. Z Eksen Somun Yatağı

Ana gövdenin üzerine monte edilerek Z eksen hareket sistemi için yataklık görevi yapan parçadır. Dökümden imal edilmiştir. Bu parçanın vidalı milin içinden geçtiği parça olduğu için hassasiyeti önemlidir.



Şekil 69. Somun yatağı döküm parçası

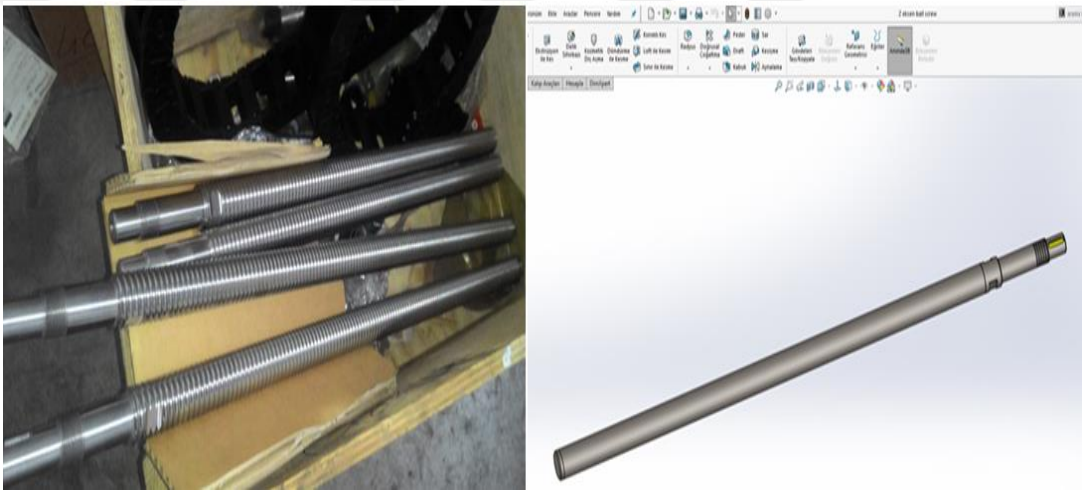


Şekil 70. Solidworks'te çizilen dökümün işlenmiş hali

3.4.2.3. Z Eksen Vidalı Mil (Ball Screw)

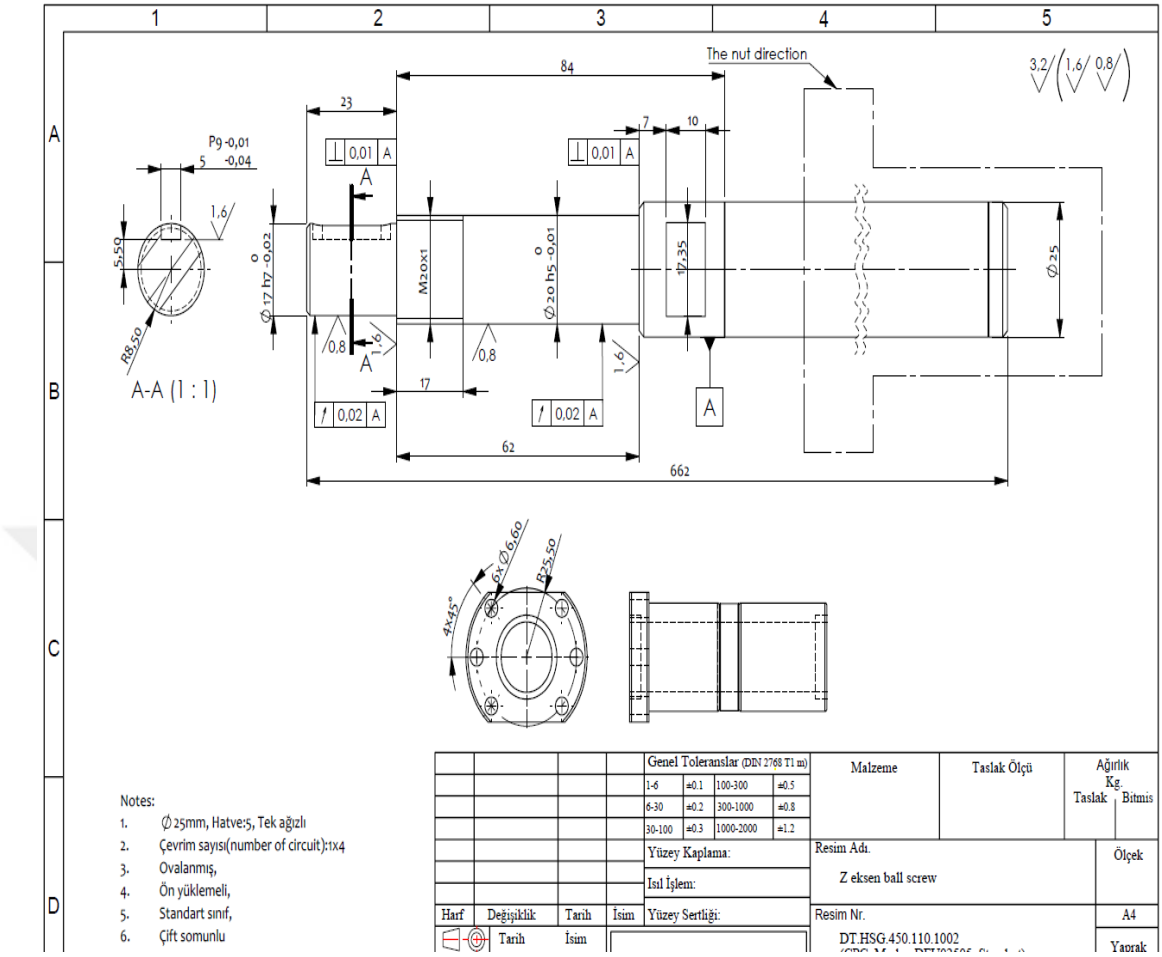
Vidalı mil, bilye yataklı bir somunun vida dişleri açılmış bir mil üzerindeki sistem sayesinde dönme hareketini doğrusal harekete çeviren makine elemanıdır. Bu hareket esnasında sürtünmenin azaltılabilmesi amacıyla somun ile mil arasında yer alan boşlukta yataklanan bilyeler mevcuttur. Bir iletim hareketi komponenti olan vidalı miller, doğrusal hareketi bu sayede daha az sürtünme ile iletirler. Hassas bir vida olarak yapılan dişli mil ise helezonik yapıdaki kanalları sayesinde bilye yataklarının rahat hareketine olanak tanır. Düşük sürtünme özelliği sayesinde yüksek mekanik verim elde edilir.

Çeşitli özellikleri sayılabilecek vidalı miller yüksek hassasiyete sahip, uzun ömürlü kullanımları olan ve düşük kirlilik üreten makine elemanlarıdır. Spesifik özellikleri nedeni ile hassas pozisyonlama ve makine sanayindeki hassas ölçüm sistemlerinde önemli bir yere sahip olan vidalı miller, robotlarda, çok hassas ekipmanlar da ve daha birçok endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Diğer mekanik komponentler gibi vidalı miller de dikkatlice muhafaza edilmelidirler. Bu sayede kir ve aşındırıcı parçacıklardan korunmalıdırlar. Bu amaçla, çalışma yüzeyini örten kauçuk veya deri körük kullanılmaktadır. Son derece kullanışlı ve yüksek verim elde edilebilen özellikleri sayesinde vidalı millerin çeşitli sanayi dallarında çok büyük bir öneme sahip komponentler olduğu aşikardır.



Şekil 71. Z eksen vidalı mil

Taşlama tezgahının Z ekseninde 662 mm uzunluğunda vidalı mil kullanılmıştır.



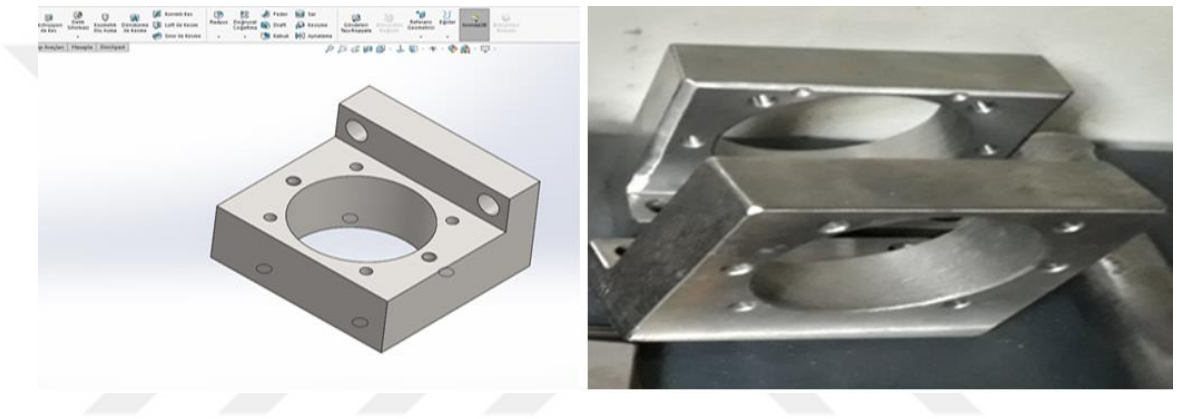
Şekil 72. Z eksen vidalı milin katı resmi

3.4.2.4. Z Eksen Servo Motor

Servo, herhangi bir mekanizmada oluşabilecek olan bir hatayı kısa sürelerde algılayan, bu hatayı denetleyen ve hatayı ortadan kaldıran otomatik cihazlardır. İçeriğinde kompanzasyon sargısı yer alan, kuvvetli bir manyetik alana sahip olan, uzun doğru akım motoruna servo motor denir. Servo motorların yapılış şekilleri DC motorlar gibidir. 1 devir- dakika ile hız bölgesinin daha altında çalışabilen ve hız kontrolünü sağlayabilen yardımcılardır teknolojik anlamda sık şekilde kullanılır. Servo motor sistemi pnömatik, hidrolik, elektronik ve mekanik şekilde kullanılabilir. Servo motor düzenekleri, sürücüler tarafından; hız ya da mekaniksel açıdan kontrol edilmektedir. Ayrıca kontrol devrelerini ve motor sürücüsünü de içinde barındırmaktadır. Birçok avantajlarından dolayı Y ve Z yönlerinin hareketlerinde servo motorlar kullanılmıştır.

3.4.2.5. Z Eksen Uç Yatak Yuvası

FK Serisi vidalı miller ile birlikte kullanılmaktadır. Vidalı mil motor tarafına yerleştirilerek sistem üzerindeki yüklerin gövdeye aktarılmasını sağlamaktadır. Vidalı mil uç yatakları FK serisi 4 çelik civata ile gövdeye sabitlenir. Yatak içerisinde yer alan rulmanlar ile yüksek devirlere dayanmasının yanı sıra yatay hareketli vidaların yataklanmasını da sağlar. Vidanın bir ucu kontra somun ile bu yatağa sabitlemektedir. Bu sayede eksenel ve radyal yükler karşılanmaktadır. Aynı zamanda hareket esnasındaki hassas konumlama bu yatak tarafından gerçekleştirilmektedir.



Şekil 73. Uç yatağının katı ve imal edilmiş resmi

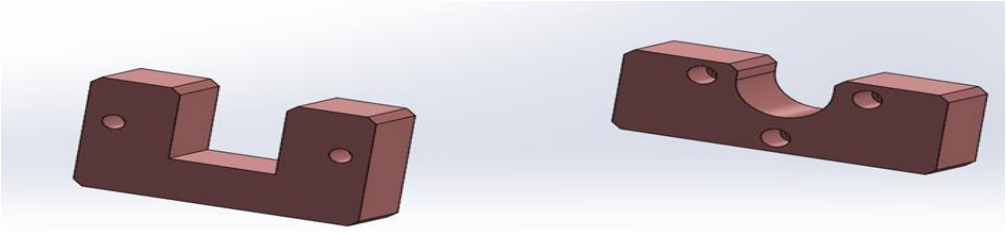
FK serisi uç yatağı soğutma sıvısı, kızak yağı gibi kimyasal etkilere maruz kaldığı için bu kimyasallara karşı dirençli olmalı ve çabuk tepkimeye girerek kimyasal özelliğini kaybetmemelidir. Bu yüzden bu parçaya fazladan bir ısıl işlem uygulanarak korozyona ve kimyasal etkilere karşı yüksek direnç göstermesi sağlanmalıdır. Uç yatağı gibi birebir kesme sıvısı, kızak yağıyla temas eden parçalara karartma denilen ısıl işlem uygulanmıştır.

Karartma işlemi; malzemeyi yüksek sıcaklığa kadar ısıtarak yüzeyinde ince bir tabaka oluşturma işlemidir.

3.4.2.6. Z Eksen Şok Emici Takozlar

Eksenlerin hareketleri sırasında olası hareket sınırlarından çıkıldığında devreye giren elemanlardır. Taşlama tezgahı çalışırken servo motorlar verilen hareket mesafesinden çıktığında mil ve mile bağlı elemanlar tezgaha çarpar ve ciddi zararlar ortaya çıkar.

Bunu önlemek için direk tezgaha çarpmadan takozlara çarparak tezgahın zarar görmesi engellenmiş olur. Takozlar vulkanize kauçuktan imal edilmiştir.



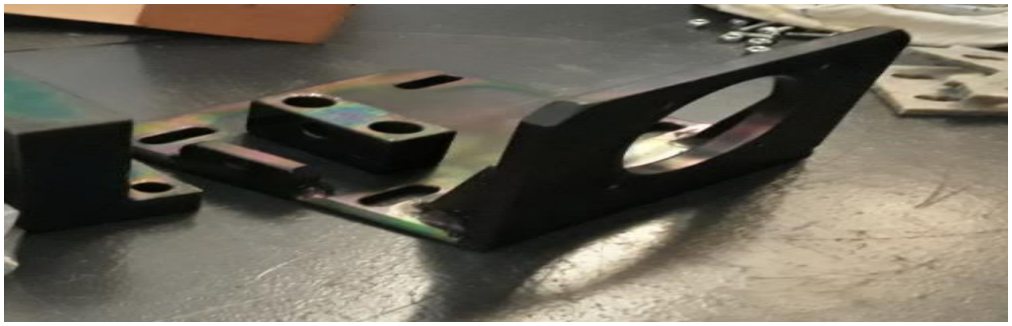
Şekil 74. Şok takozlarının katı resmi



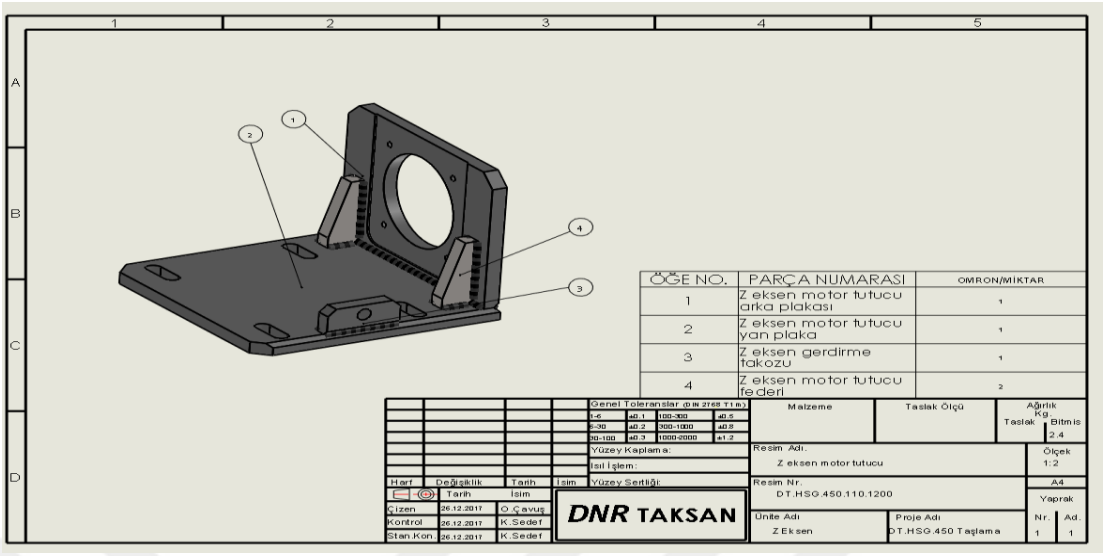
Şekil 75. Katı resme göre imal edilmiş takozlar

3.4.2.7. Z Eksen Motor Tutucu Sistemi

Aşağıdaki montaj resminde motorun bağlanması için çelik malzemesinden üretilen kaynaklı montaj görülmektedir. Bu parçalar kaynağı yapıldıktan sonra karartma işlemi uygulanmıştır. Karartma işleminin hangi amaçla yapıldığı daha önce açıklanmıştı.

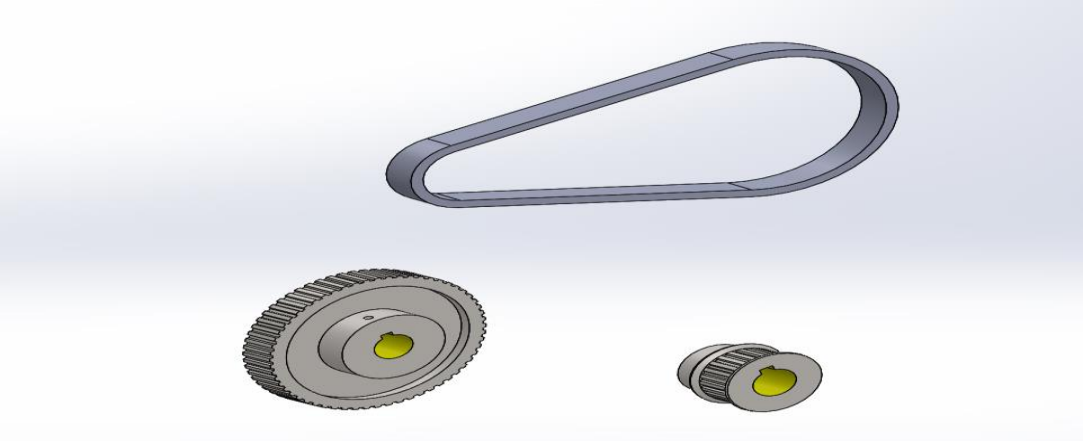


Şekil 76 . Z Eksen motor tutucu sistem



Şekil 77. Z Eksen motor tutucu sistem teknik resmi

Ayrıca motordan gelen dairesel hareketi ileten elemanlar olan dişliler ve kayışın resimleri şekil 78 'de gösterilmiştir.

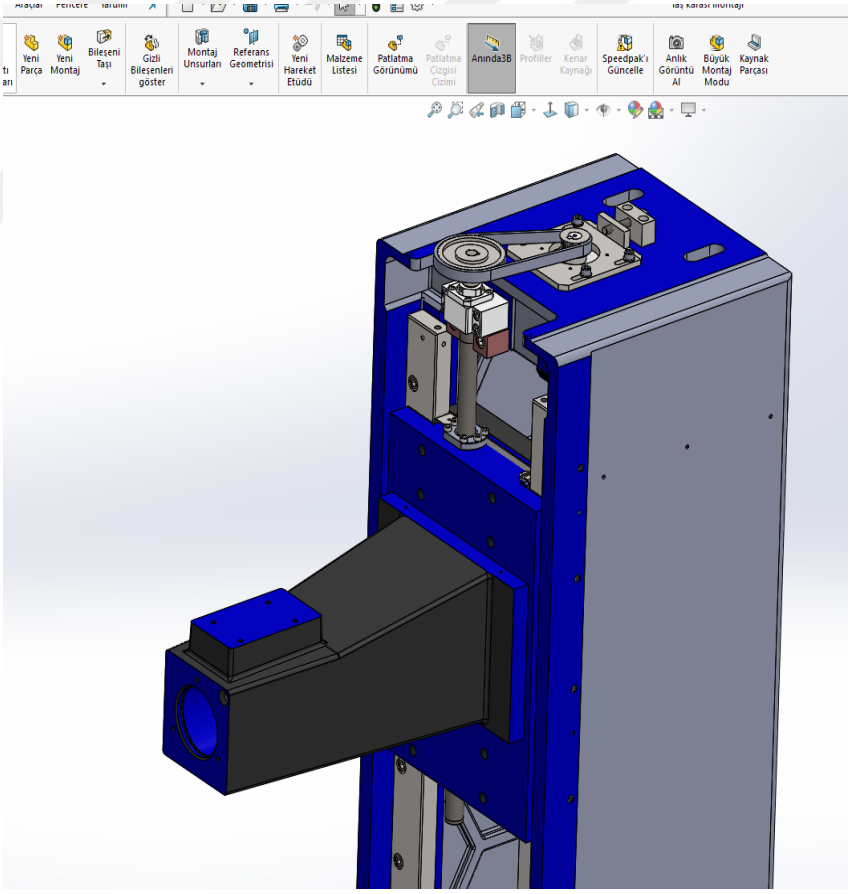


Şekil 78. Z Eksende kullanılan kayış ve kasnaklar

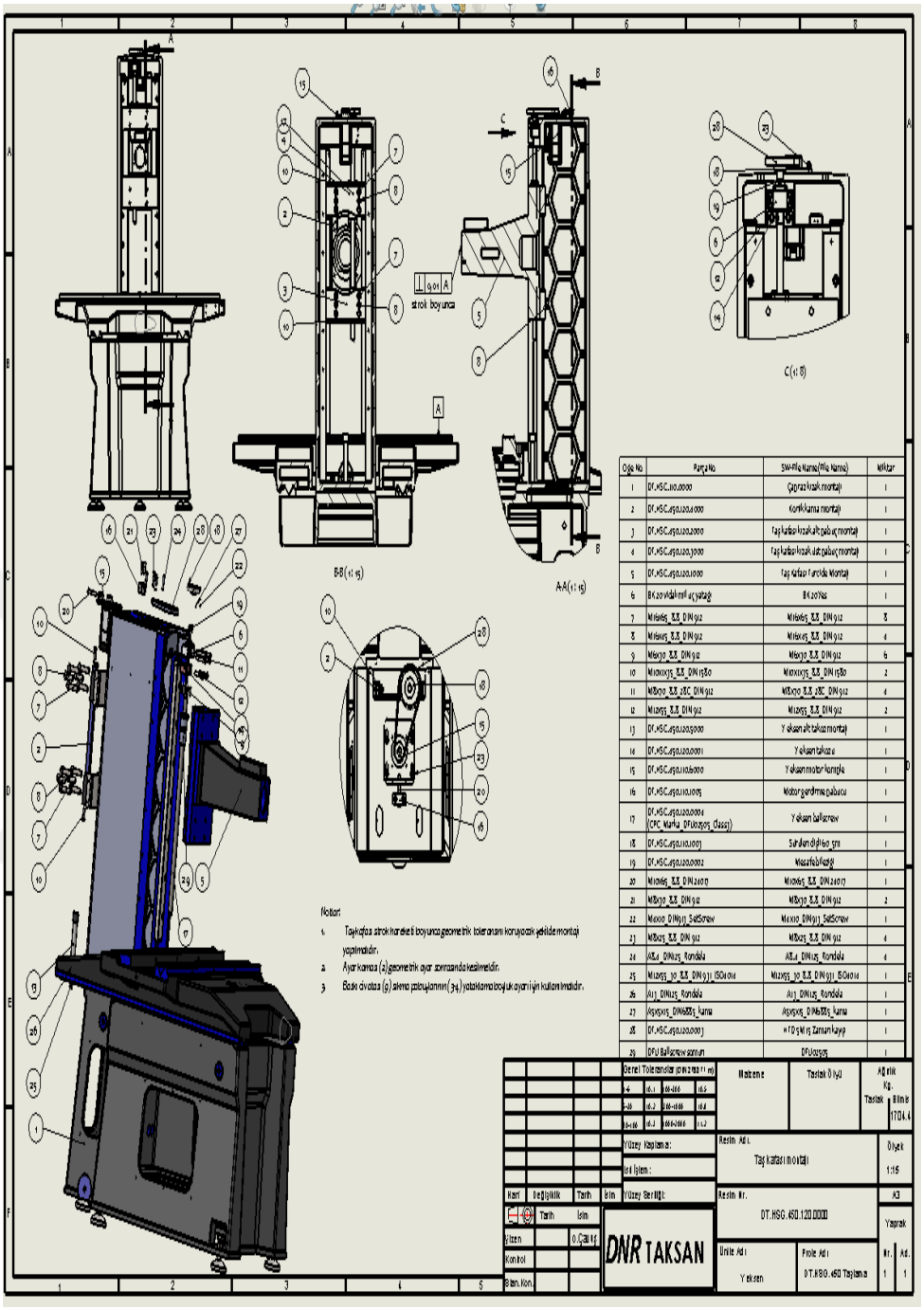
3.4.3. Y Eksen Tahrik Sistemi

İş mili komplesi ve taşlama taşının monte edildiği iş kafasının sütun üzerinde aşağı-yukarı yönde hareketine denir. Y eksen seri hareket düzeni monte edilmiş taşlama tezgahında servo motor ile gerçekleştirilmektedir. Y eksen tahrik sistemi şekilde gösterilmiştir. Sütun üzerine takma kızaklar monte edilmiş olup iş kafası bu kızaklar üzerinde alt kızak pabucu tarafından da yataklanmak suretiyle hareket eder. İş kafasının kızaklar üzerindeki rahat hareketini gerçekleştirecek olan uygun boşluk değeri pabuçlar,

cıvatalarla sıkılmak ve gerdirmek suretiyle temin edilir. Bu cıvatalar montaj esnasında yeterli ve uygun değerlerde sıkılmış olup daha sonra bunların ayarları ile oynanması tavsiye edilmez. Dikey mil-somun komplesi vasıtasıyla hareketi iş kafasına ileten tespit plakası iş kafası alt yüzeyine cıvatalarla monte edilmiş olup konik pim ile de dikey mile sabitlenmiştir. Dikey mil somununa yataklık eden yatak, tezgah gövdesi üzerine monte edilmiş olup ayrıca üzerinde rulmanları ve konik spiral dişlileri taşır. Y eksen tahrik sistemi taşlama operasyonu esnasında oluşacak olan radyal ve eksenel yüklere karşı, çok iyi yataklanmış olup bu mükemmel yataklama sayesinde erişilen, minimum salgı ve vibrasyonla dönen taşlama taşı ile ideal bir taşlama yüzeyi kalitesine erişmek mümkündür. Rulmanlar montaj esnasında sonsuz ömürlü bir rulman (SNR LUB GV) gresi ile yağlanmış olup bakım ve yağ değişimi gerektirmez.



Şekil 79. Y Eksen tahrik sisteminin katı resmi

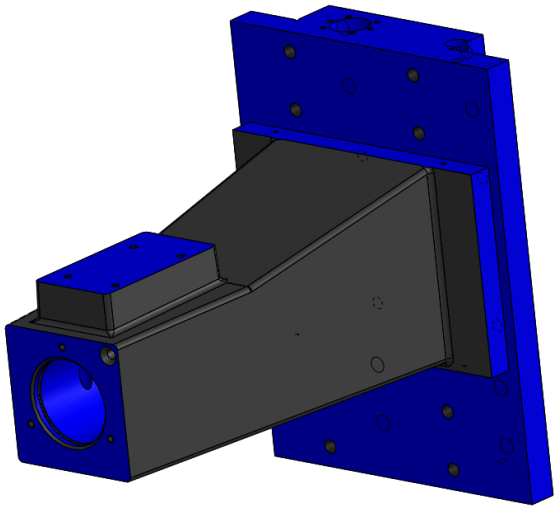


Şekil 80. Y Eksen tahrik sistem montajının teknik resmi

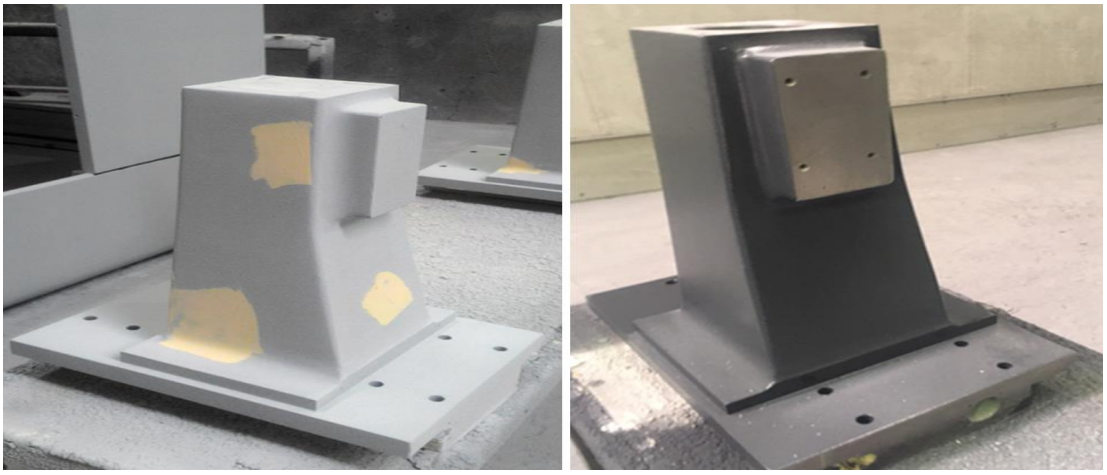
3.4.3.1. İş Kafası (Headstock)

Taşlama tezgahının döküm ile imal edilen parçalarından biridir. Y ekseninde hareket etmek için sütun üzerine monte edilmiş olan kızaklar kullanılır. Sütuna bağlanır. Kesme taşının bağlandığı kısımda iş kafasıdır. Hassas yüzey işlemlerinin yapıldığı taşlama tezgahında en önemli ve hassas kısmın montajı bu sistemin montajıdır. Eğer bu kısmın

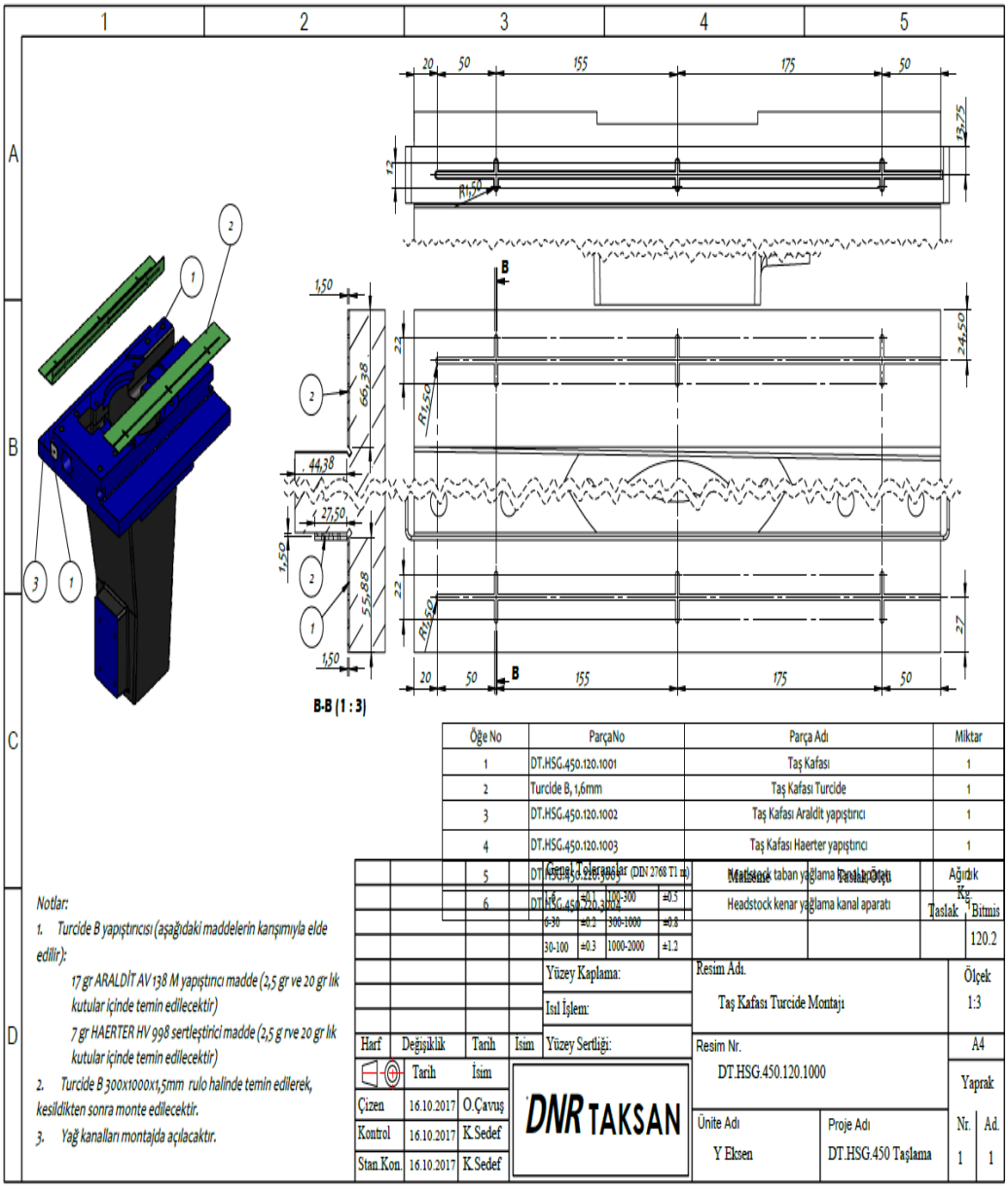
montajı dikkat edilerek yapılmazsa istenilen toleransta talaş kaldırma işlemi yapılamaz. Boyutları 530 x 450 x 325 mm’dir. İş kafasının Y eksenindeki strok mesafesi 550 mm'dir.



Şekil 81. İş kafasının solidworste çizilmiş katı resmi



Şekil 82. İş kafasının macunlanmış ve boyanmış hali



Şekil 83. Taş kafası turcite montajının teknik resmi

3.4.3.1. İş Kafası Kızak Alt ve Üst Pabuçları

Y ekseni tahrik sisteminin önemli parçalarından biridir. Headstock'un (İş kafası) kızaklar üzerinde hareket etmesini sağlayan elemandır. Alt ve üst olmak üzere iki parça şeklinde tasarlanan pabuçlar döküm yöntemiyle imal edilmiştir.



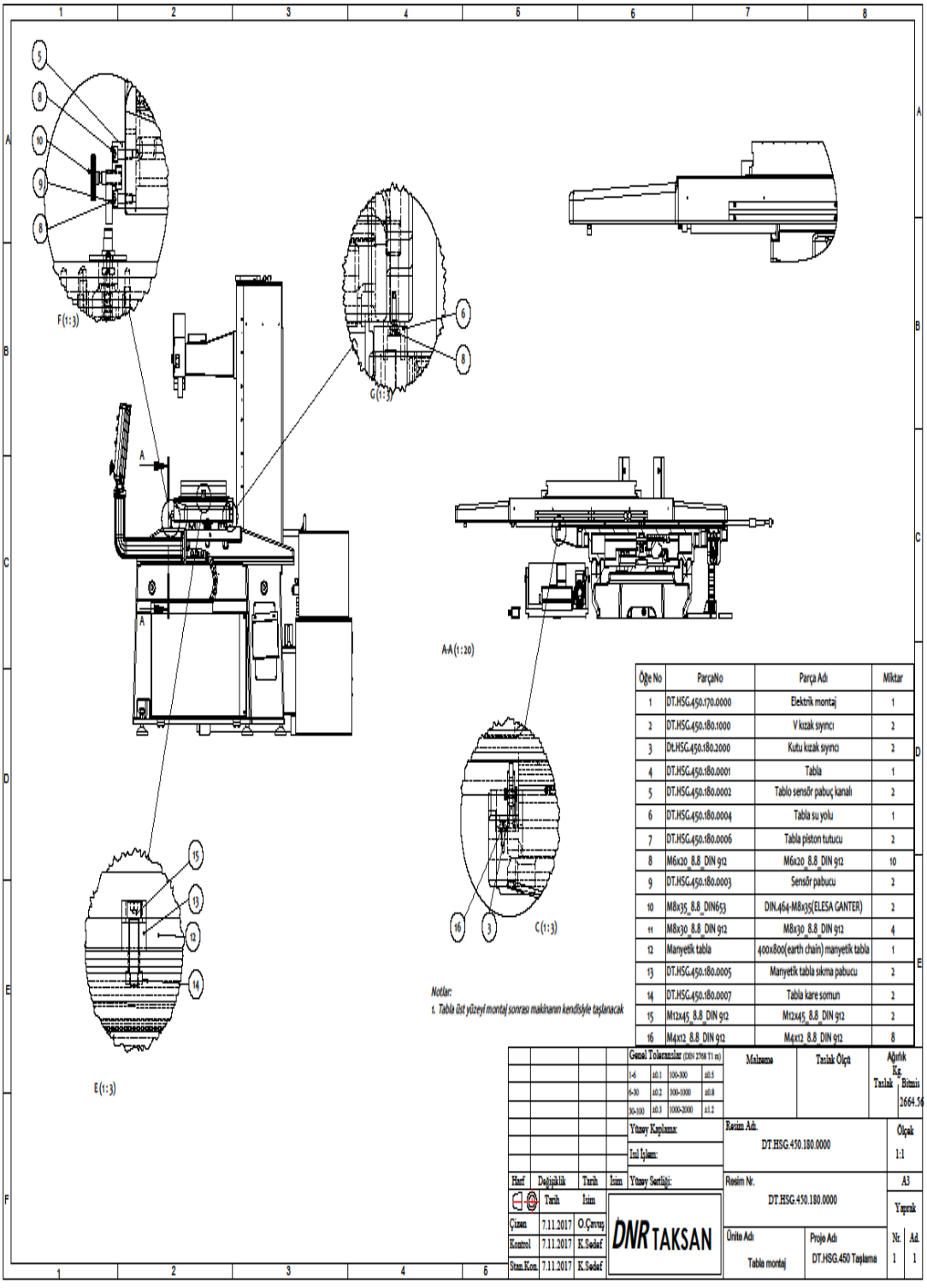
Şekil 84. Pabuçların döküm ve işlenmiş hali

Ayrıca Z eksende kullanılan servo motor, şok emici takoz, kayış, kasnak, vidalı mil, çektirme ve gerdirme parçaları gibi makine elemanları Y ekseninin tahrik sisteminde de kullanılmıştır. Bu elemanlar Z ekseninde anlatıldığı için tekrar anlatılmamıştır.

3.4.4. X Eksen Tahrik Sistemi

Tezgahta, X ekseninin yani iş tablasının tahriki hidrolik olarak gerçekleşmektedir. Gövde üzerindeki çapraz kızağın düz ve prizmatik kızakları üzerinde, iş tablasının hareketini (X eksen hareketi) temin eden hidrolik silindir, çapraz kızağa cıvatalarla her iki uçtan tutturulmuştur. Hidrolik silindirin piston kolları ise iş tablasının her iki ucu alt yüzeylerine, cıvatalarla monte edilmiştir. Piston kolları uçlarına ani darbeleri absorbe etmesi için şok emici takozlar konulmuştur. Çapraz kızak alt yüzeyine hidrolik blok komplesi ve hidrolik blok ile hidrolik tanktan gelen hortumlar arasında bağlantı görevini gören bağlantı parçası yerleştirilmiştir. Hidrolik blok, çapraz kızağa cıvatalarla gerdirilerek bağlanmıştır. Çapraz kızak üst yüzeyinde hidrolik bloğun bağlandığı bölgede; plaka, tabla yön değiştirme valfi mandalı ve kısma valfi kolu bulunmaktadır.

Tabla üzerinde bulunan sıyırıcı keçe ve saclar tablanın düz ve prizmatik kızaklarındaki fazla yağın strok sonlarında yere damlamasını sıyırarak önlemektedir. Buradaki keçeler zamanla bozulabilir. O zaman bu keçelerin değiştirilmesi gerekmektedir. Eğer değiştirilmezse tablanın düz ve prizmatik kızakları strok sonlarında yere yağ damlatır.

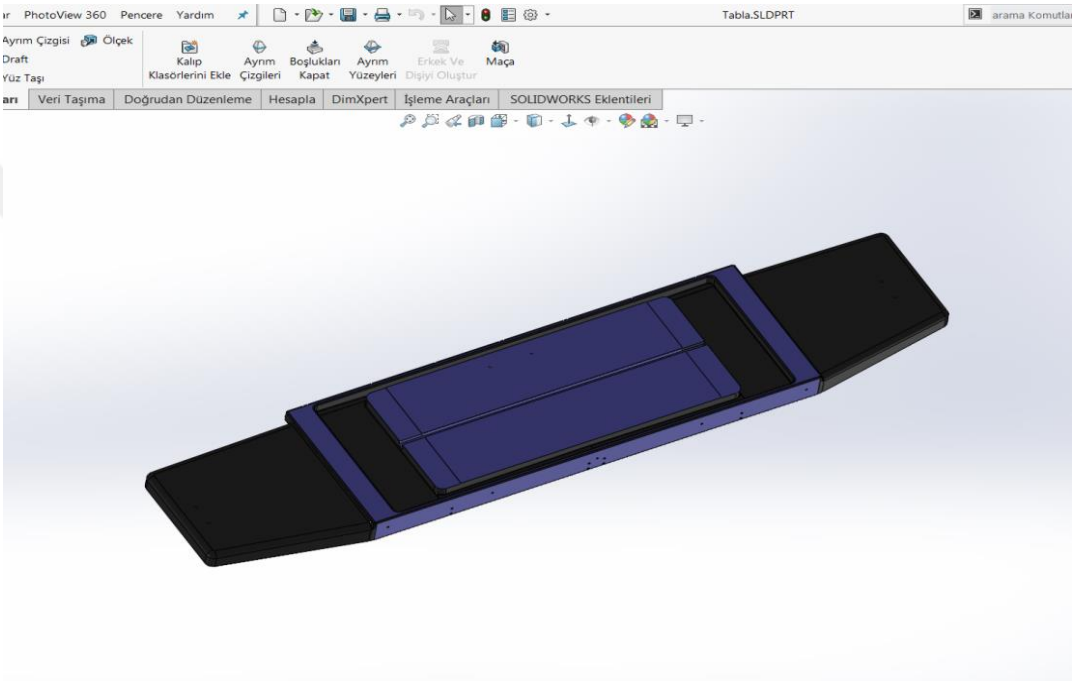


Öğe No	ParçaNo	Parça Adı	Miktar
1	DT.HSG.450.170.0000	Elektrik montaj	1
2	DT.HSG.450.180.1000	V kızak sıyırıcı	2
3	Dt.HSG.450.180.2000	Kutu kızak sıyırıcı	2
4	DT.HSG.450.180.0001	Tabla	1
5	DT.HSG.450.180.0002	Tablo sensör pabuç kanalı	2
6	DT.HSG.450.180.0004	Tabla su yolu	1
7	DT.HSG.450.180.0006	Tabla piston tutucu	2
8	M6x20_8.8_DIN 912	M6x20_8.8_DIN 912	10
9	DT.HSG.450.180.0003	Sensör pabucu	2
10	M8x35_8.8_DIN653	DIN.464-M8x35(ELESA GANTER)	2
11	M8x30_8.8_DIN 912	M8x30_8.8_DIN 912	4
12	Manyetik tabla	400x800(earth chain) manyetik tabla	1
13	DT.HSG.450.180.0005	Manyetik tabla sıkma pabucu	2
14	DT.HSG.450.180.0007	Tabla kare somun	2
15	M12x45_8.8_DIN 912	M12x45_8.8_DIN 912	2
16	M4x12_8.8_DIN 912	M4x12_8.8_DIN 912	8

Şekil 85. X Eksen tahrik sistem montajının teknik resmi

3.4.4.1. Tabla

Taşlama tezgahının döküm parçalarından biridir. Tezgahın X ekseninde hareket etmesini sağlayan hidrolik silindirin bağlandığı kısımdır. Çapraz kızağın üzerine monte edilmiştir. Çapraz kızak ana gövde üzerinde 450 mm sağa ve 450 mm sola olmak üzere toplam 900 mm strok mesafesine sahiptir. Tablanın ölçüleri 540x900 mm ebatlarındadır.



Şekil 86. Tablanın katı modeli

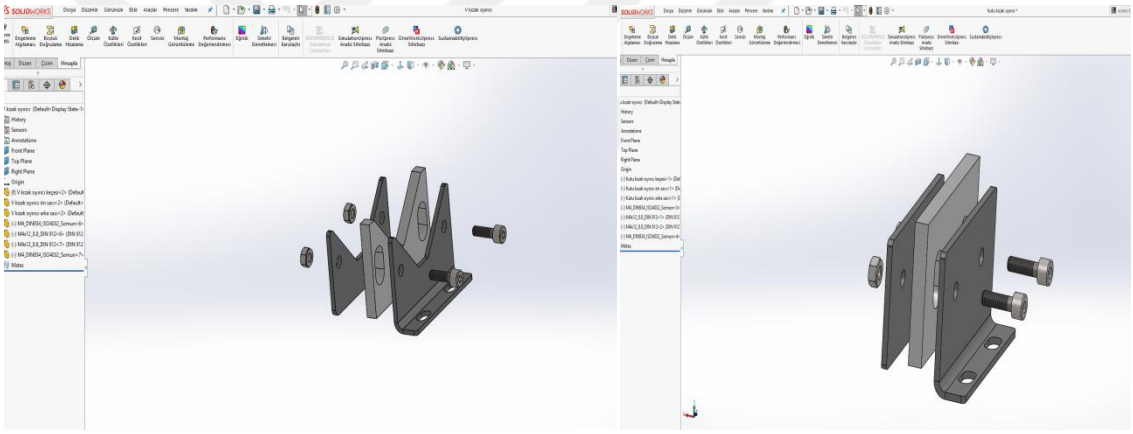


Şekil 87. Tablanın işlenmiş hali

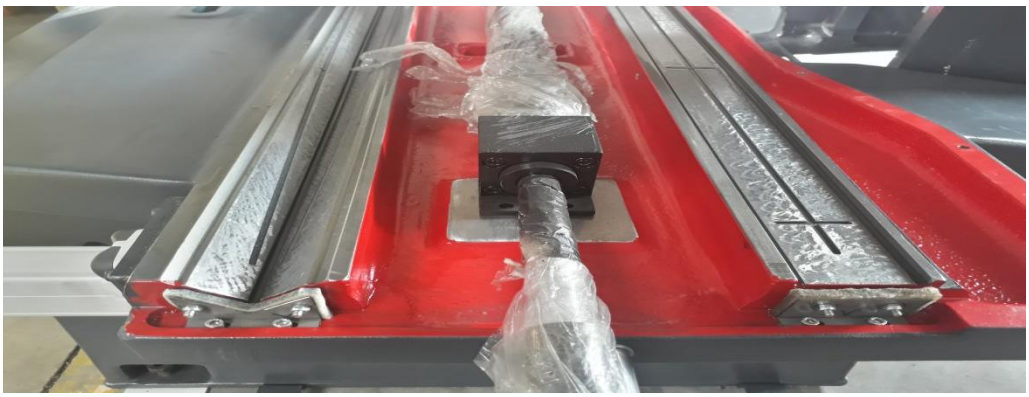
3.4.4.2. V kızak ve kutu kızak sıyırıcı

Taşlama tezgahında kızak yerlerinin belli aralıklarla yağlanması gerekir. Eğer tezgah gerektiği şekilde yağlanmaz, kızak yolları yağsız kalırsa çok ciddi hasarlar oluşabilir. Tabla üzerinde bulunan sıyırıcı keçe ve saclar tablanın düz ve prizmatik kızaklarındaki fazla yağın strok sonlarında yere damlamasını sıyırarak önlemektedir. Buradaki keçeler zamanla bozulabilir. O zaman bu keçelerin değiştirilmesi gerekmektedir. Eğer değiştirilmezse tablanın düz ve prizmatik kızakları strok sonlarında yere yağ damlatır.

Ayrıca tabla üzerinde sensörlerin takılması için sensör sacları, biriken yağların çapraz kızağa akmasını sağlayan tabla su yolu gibi ekipmanlarda X eksen tahrik sistemine entegre olarak monte edilmiştir.



Şekil 88. Sıyırıcı keçelerin katı modeli



Şekil 89. Sıyırıcı keçelerin tezgaha montajı

3.4.5. Yağlama Sistemi

Takım tezgahları birbirleriyle bir düzen dahilinde çalışırlar. Devamlı yük altında veya darbeli olarak çalışan tezgahın verimli olarak iş görebilmeleri için temas eden yüzeylerin yağlanması zorunludur. Taşlama tezgahında bulunan rulmanlar, birbirleri üzerinde çalışan kaymalı yataklar, mafsallar veya hareket ileten dişli sistemlerinin verimini arttırabilmek ancak periyodik olarak yağlanmaları ile mümkündür.

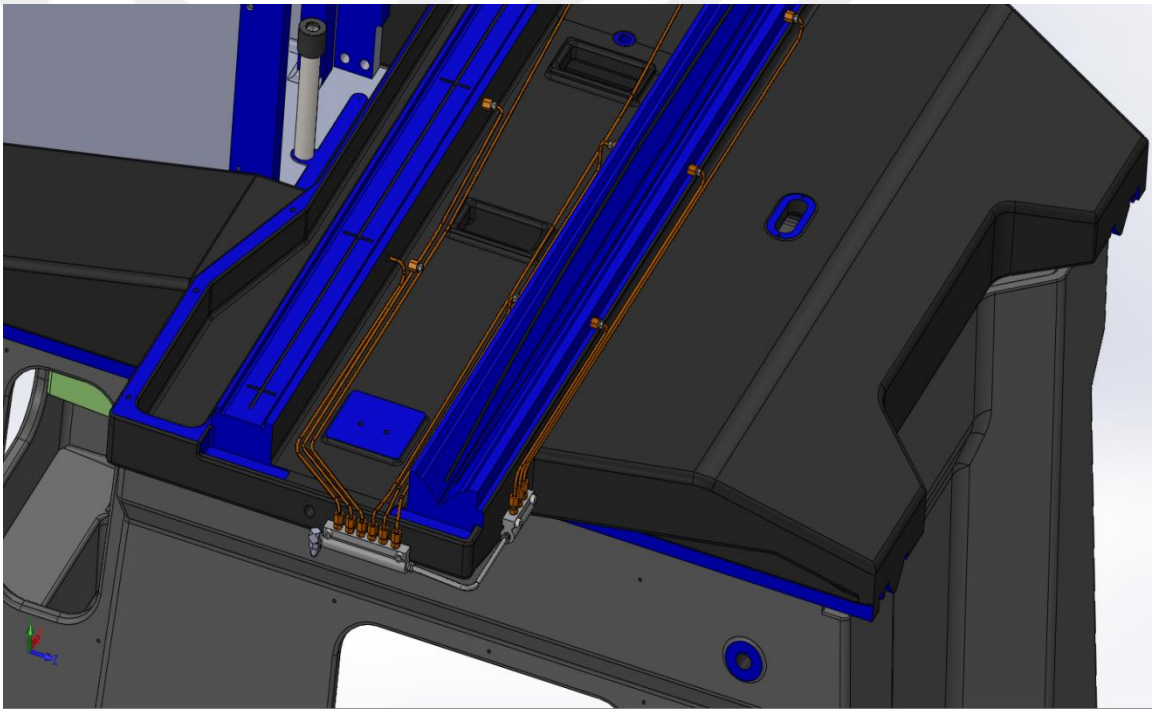
Yağ, metal yüzeylerin birbirleri üzerinde çalışmasını önler. Yağlama sayesinde temas eden yüzeyler arasında ince bir film tabakası oluşturulur. Oluşturulan yağ filmi sürtünmeden meydana gelen ısınmayı ve oluşacak arızaları önler bu sayede verimli çalışmayı ve daha az enerji harcanmasını sağlar.

Bazı elemanlarının verimli çalışabilmeleri için en düşük düzeyde sürtünme değerleriyle çalışmaları gerekir. Çalışan makine elemanları birbirleri üzerlerinde dönerek veya kayarak çalışırlar. Bu hareketlerde meydana gelen sürtünme dirençlerinin en düşük düzeyde kalabilmesi için makine elemanlarının sürtünen yüzeyleri yağ ile korunmalıdır.

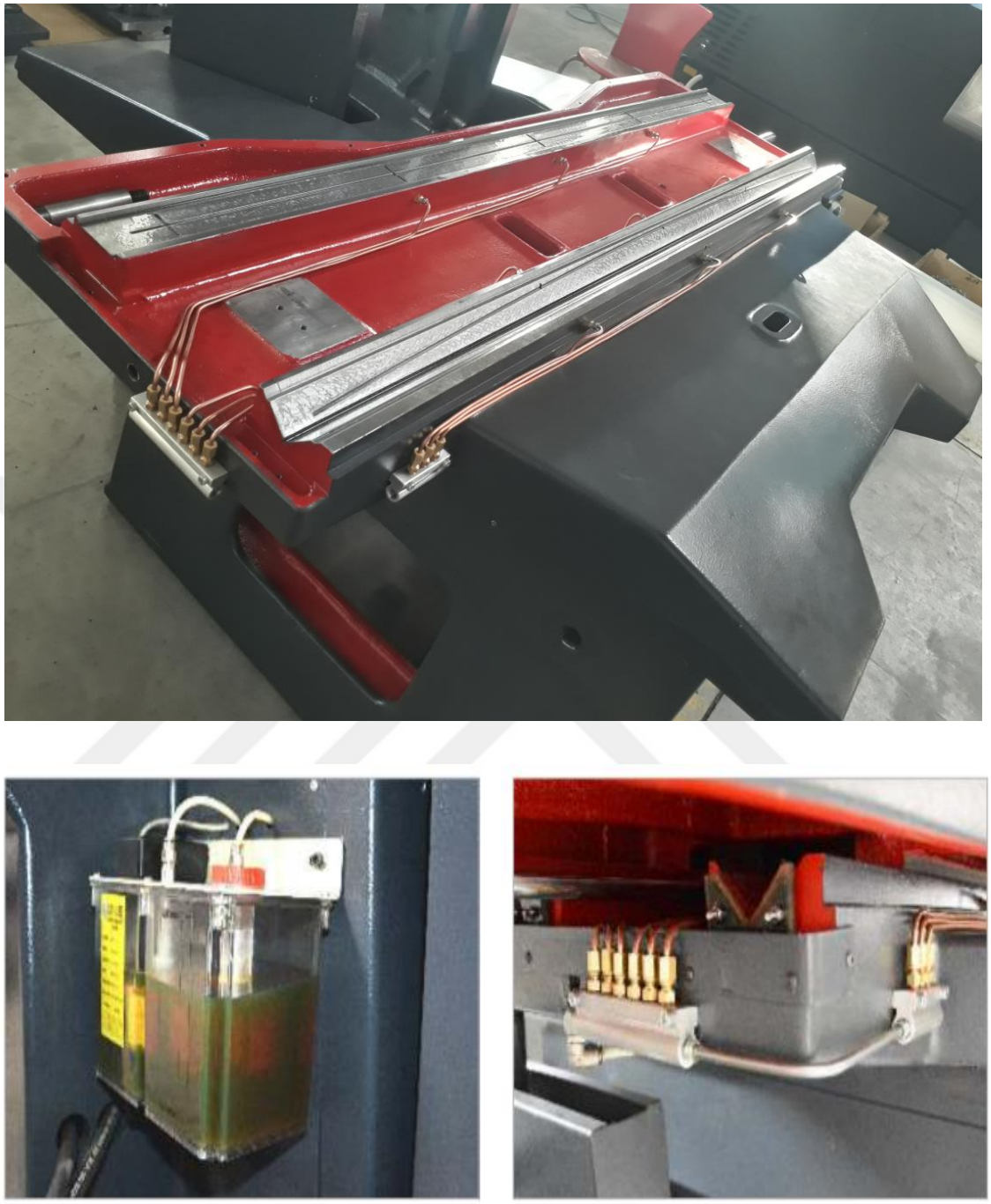
Tezgahta yağlanması gereken yerler ikiye ayrılmıştır. Birincisi fazla yağ gerektirmeyen; sütun ve gövde kızakları, Y ekseni tahrik mili, dikey hareket tahrik milidir. İkincisi fazla yağ gerektiren; tabla düz ve prizmatik kızak yollarıdır. Az yağ gerektiren yerlere 10 dakikada 3-6 CC yağ basan bir otomatik pompa ile yağ gönderilmekte fazla yağ gerektiren yerlere ise ayrı sistemden yağ gönderilmektedir. O yüzden yağlama tankına iki adet pompa yerleştirilmiştir. Birinci pompadan tabla kızak yollarını da yağlayabilecek özellikte Mobil Vacuoline 1405 ve Shell Torna T 32 özel yağlardan birisi kullanılmaktadır. Yağ pompası dakikada 3-6 CC arasında yağı sisteme pompalamaktadır. Pompalanan yağın miktarı pompa üzerinden ayarlanabilir. Fakat bu ayar tezgahın montajı esnasında yapılmış olduğundan değiştirilmemesi gerekir. Ayarlanan değerin değiştirilmesi durumunda ya; tezgahtaki çalışan kısımlar yağsız kalarak telafisi çok masraflı arızalara yol açabilir ya da lüzumundan fazla yağ sarfiyatı olur. Yağ haznesi şeffaf olup içindeki yağ miktarı dışarıdan bakıldığında görülebilmektedir. Haznenin üzerindeki yağ seviyesinin max. ve min. seviyeleri işaretlenmiştir. Yağ seviyesi min. seviyeye geldiğinde derhal yağ ikmali yapılmalıdır. Tezgah çalışmaya başlamadan önce yağ pompası manuel olarak 5-6 defa çalıştırılmalıdır.



Şekil 90. Yağlama tankı



Şekil 91. Yağlama sistem katı modeli

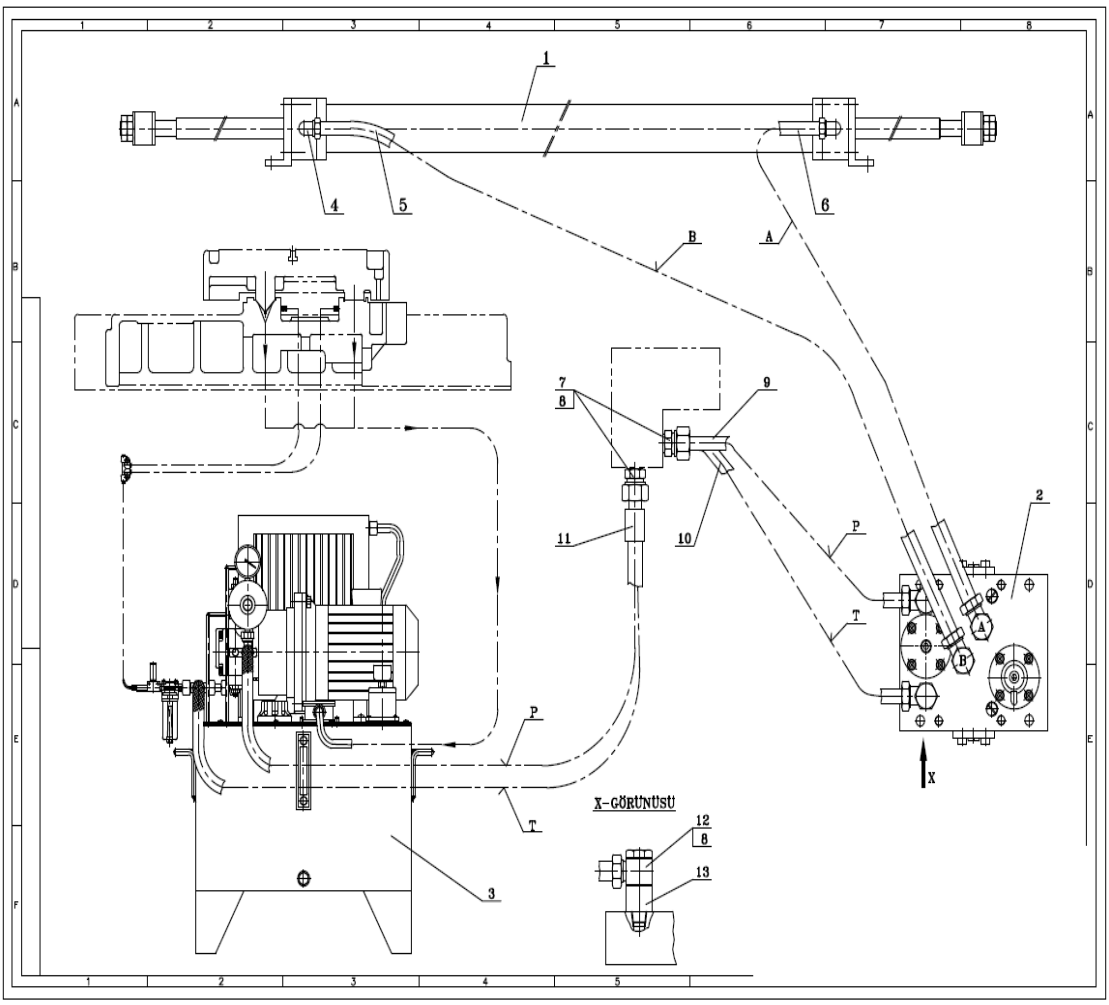


Şekil 92. Yağlama sisteminin taşlama tezgahına montajı

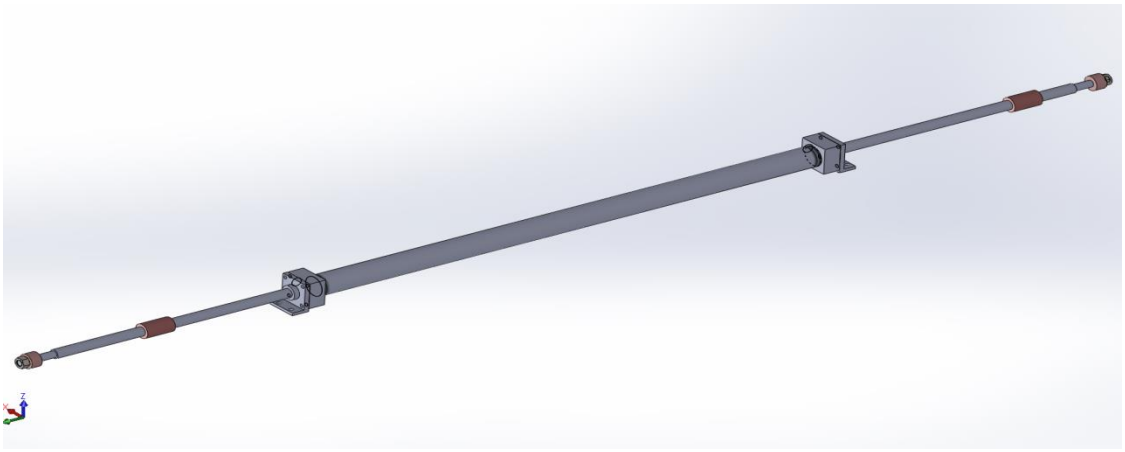
3.4.6. Hidrolik Sistem

Hidrolik sistem başlıca üç alt kompleden oluşmaktadır. Bunlar hidrolik silindir komplesi, hidrolik blok komplesi ve hidrolik tanktır. Hidrolik sistemde, pompa tarafından debisi ve basıncı ayarlanmış yağ sisteme pompalanır. Sistemde çalışma basıncı 30 – 35 bar arasındadır. Hidrolik blok komplesi, tezgahta çapraz kızağın alt

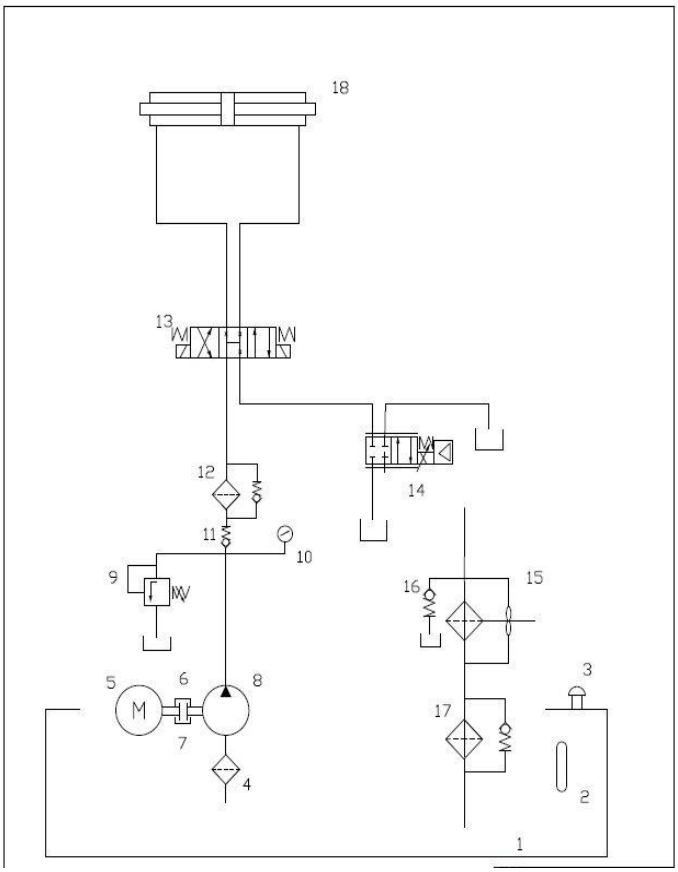
yüzeyine monte edilmiş olup, içerisinde iş tablasının hareket yönünü değiştiren yön değiştirme valfi, yön değiştirme valfine kumanda eden uyarı valfi ve kısma valfi bulunmaktadır. Bu hidrolik blok içerisinde, yönü ve akış hızı ayarlanan hidrolik akışkan hidrolik silindir komplesine gelir ve iş tablası hareketi gerçekleşir. Hidrolik silindirden tanka dönen akışkanı soğutmak için dönüş hattına bir soğutucu ünite eklenmiştir. Soğutucudan çıkan akışkan filtreden geçtikten sonra tanka döner. Ayrıca tabla kızak yollarının yağlanması da hidrolik tanktan olmaktadır. Dönüş hattındaki soğutucuya girişten kısma valfi ile alınan yağ tabla kızak yollarına göndermektedir. Dönüşünde de filtre edilerek tanka döndürülmektedir.



Şekil 93. Hidrolik şema

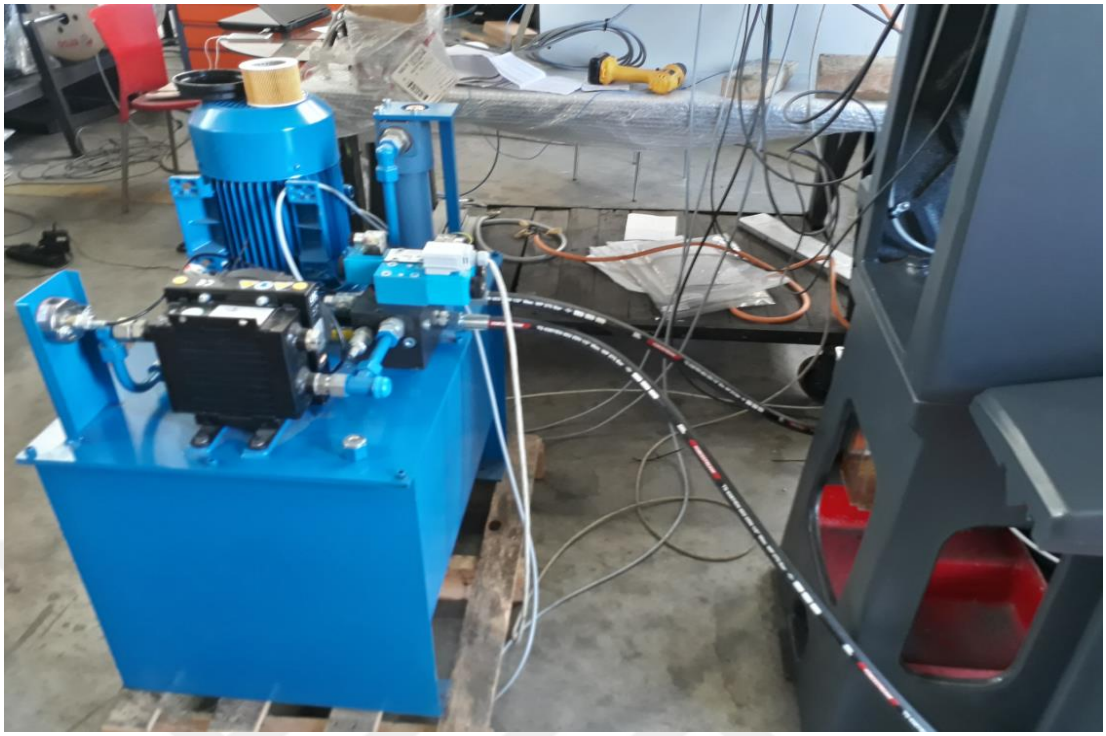


Şekil 94. Hidrolik Silindirin katı modeli



	ÜNİTE İÇERİĞİ
1	HİDROLİK YAĞ TANKI
2	SICAKLIK VE SEVİYE GÖSTERGESİ
3	DEPO KAPAĞI-HAVALIK
4	BOŞALTMA VANASI
5	BASINÇ FİLTRESİ
6	HAVALI SOĞUTUCU
7	DİŞLİ POMPA
8	ELEKTRİK MOTORU
9	IŞIKLI SOKET
10	KAMPANA
11	KAPLİN
12	KONTROL BLOĞU
13	EMNİYET VALFİ
14	YÖN VALFİ DG 2/2
15	ORANSAL HIZ AYAR VALFİ KTG
16	ORANSAL VALF KARTI
17	YÖN KONTROL VALFİ DG4V 3
18	HİDROLİK SİLİNDİR Q32/20-1000mm ÇİFT MİLLİ

Şekil 95. Hidrolik devre elemanları



Şekil 96. Hidrolik ünite

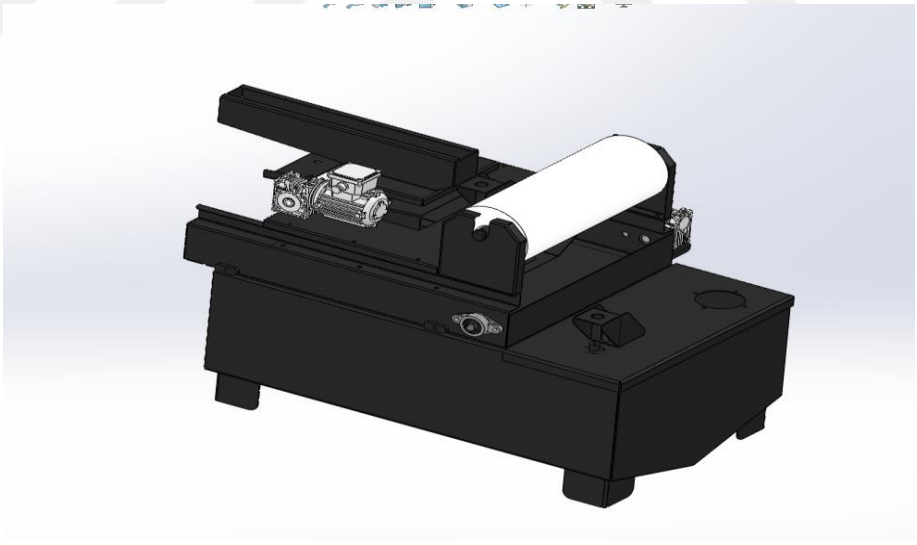
3.4.7. Soğutma Sıvı Sistemi

Takım tezgahlarında iş parçasından talaş kaldırma esnasında sürtünme meydana gelmektedir. Bu sürtünmenin sonucunda da ortaya çıkan sıcaklığın hem iş parçası hem de takım üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu etkilerden kurtulmak, ortaya çıkan bu ısıyı kesme anında ortadan kaldırmak veya minimize etmek için kesme sıvıları kullanılır. Soğutma sıvısı;

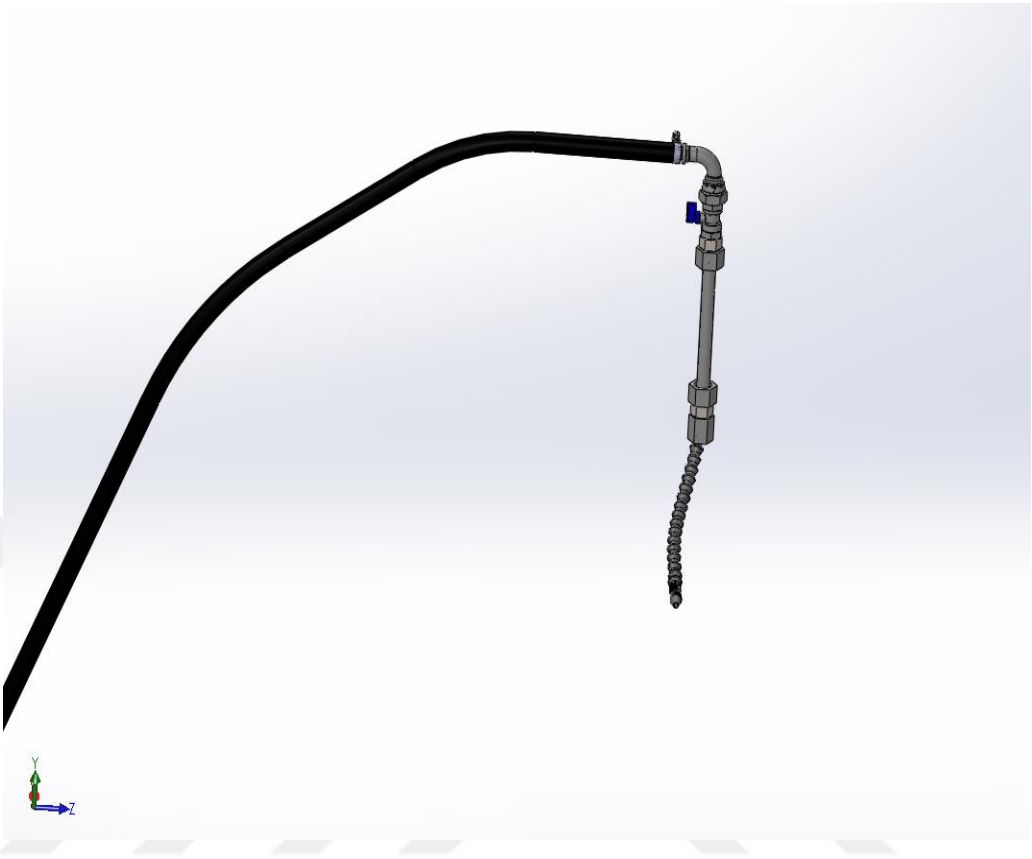
- Kesici takımın ve iş parçasının ısınmasını önler.
- Kesici takımın daha az aşınmasını sağlar.
- Kesici takımın hep aynı performansta kesmesine yardımcı olur.
- Çıkan talaşları kesme bölgesinden hızla uzaklaştırır.
- Kesme bölgesinin sürekli olarak temiz olmasını sağlar.
- İş parçası yüzeyinin istenilen kalitede olmasını sağlar.
- NC tezgah için aynı zamanda yağlama görevi görür.

Soğutma sıvısı donanımı tezgahla birlikte standart aksesuar olarak verilmektedir. Soğutma sıvısı donanımı soğutma sıvısı tankı ve tank kapağına bağlı soğutma sıvı

pompası, dağıtım için boru hattı ve su çıkış ağzından ibarettir. Su çıkış ağzı taş muhafaza üzerine monte edilmiştir. Soğutma sıvısı tankı tezgah üzerinden ayrı bir ünite olarak dizayn edilmiştir. Soğutma sıvısı, yaklaşık 100 litre kapasiteli tanktan, bir dalgıç pompası ile çekilip boru hattı vasıtasıyla taşlama taşına ulaşır. Dönüşte tabladan çapraz kızaktaki özel kanalına inen soğutma sıvısı, çapraz kızaktan da soğutma sıvısı tankına bir boru vasıtasıyla tahliye edilir. Soğutma sıvısı tankı, 1:40 ila 1:50 oranında emülsiyon yağları ile (Transpalet-A) doldurulur. Tezgaha özel bir iş yapılacaksa işin niteliğine göre başka cins bir soğutma sıvısı da kullanılabilir. Tanka doldurulan soğutma sıvısı, direkt olarak yüzey kalitesini etkileyeceğinden sıvı mümkün olabilen maksimum saflıkta olmalıdır. Soğutma sıvısı tezgah parçaları ve iş parçasında korozyona neden olmamalı, insan sağlığına ve çevreye zararlı etkileri olmamalıdır. Yüksek kaliteli bir taşlama işlemi için, soğutma sıvısını sürekli olarak temizleyen ve Taksan tarafından özel aksesuar olarak verilen manyetik filtreleme ünitesi soğutma sıvısı tankı üzerine monte edilmektedir. Soğutma sıvısı pompanın teorik debisi 25 lt/dak. olup vana tarafından bu debi istenilen değere ayarlanabilir.



Şekil 97. Soğutma Sıvısı Tankı



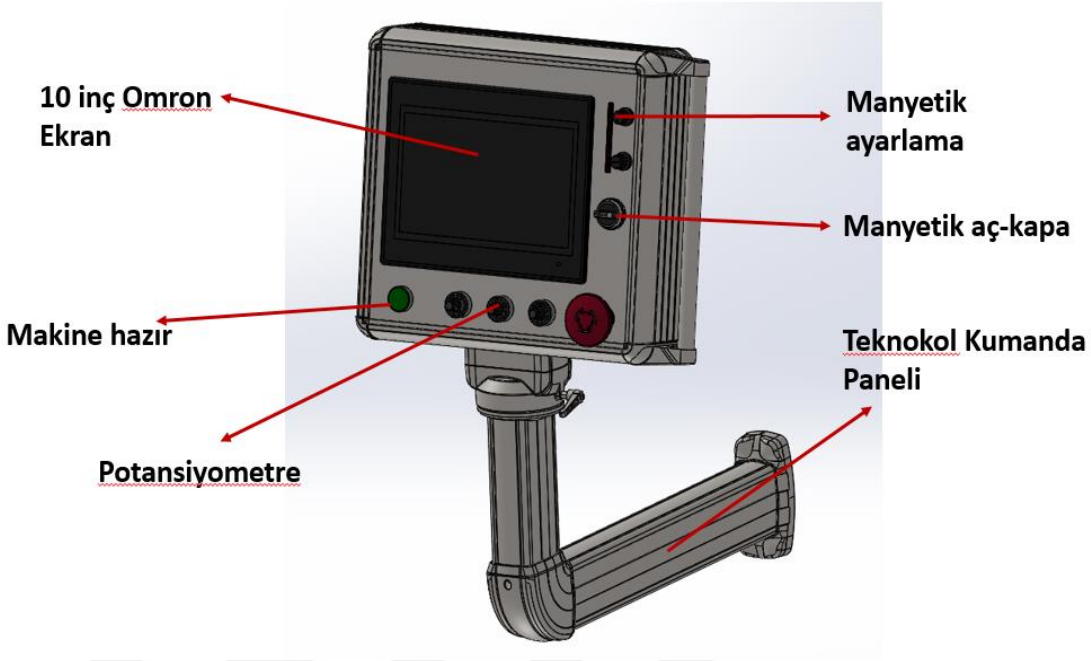
*Şekil 98.*Soğutma sistem katı model montajı

3.4.8. Elektrik Sistemi

NC Kontrollü taşlama tezgahının fonksiyonları tamamen elektriksel olarak kontrol edilebilen elemanlarla sağlanmaktadır. Bu elemanlardan oluşan elektrik sistemi 3 ana gruptan oluşmaktadır.

3.4.8.1.Kumanda Paneli

Tezgahın ön kısmında çapraz kızak üzerine monte edilmiştir. Üzerinde tezgah fonksiyonlarının kontrol edilmesini sağlayan butonlar bulunur. Çapraz kızakla beraber hareket ederek operatöre ergonomik bir kullanım sağlar.



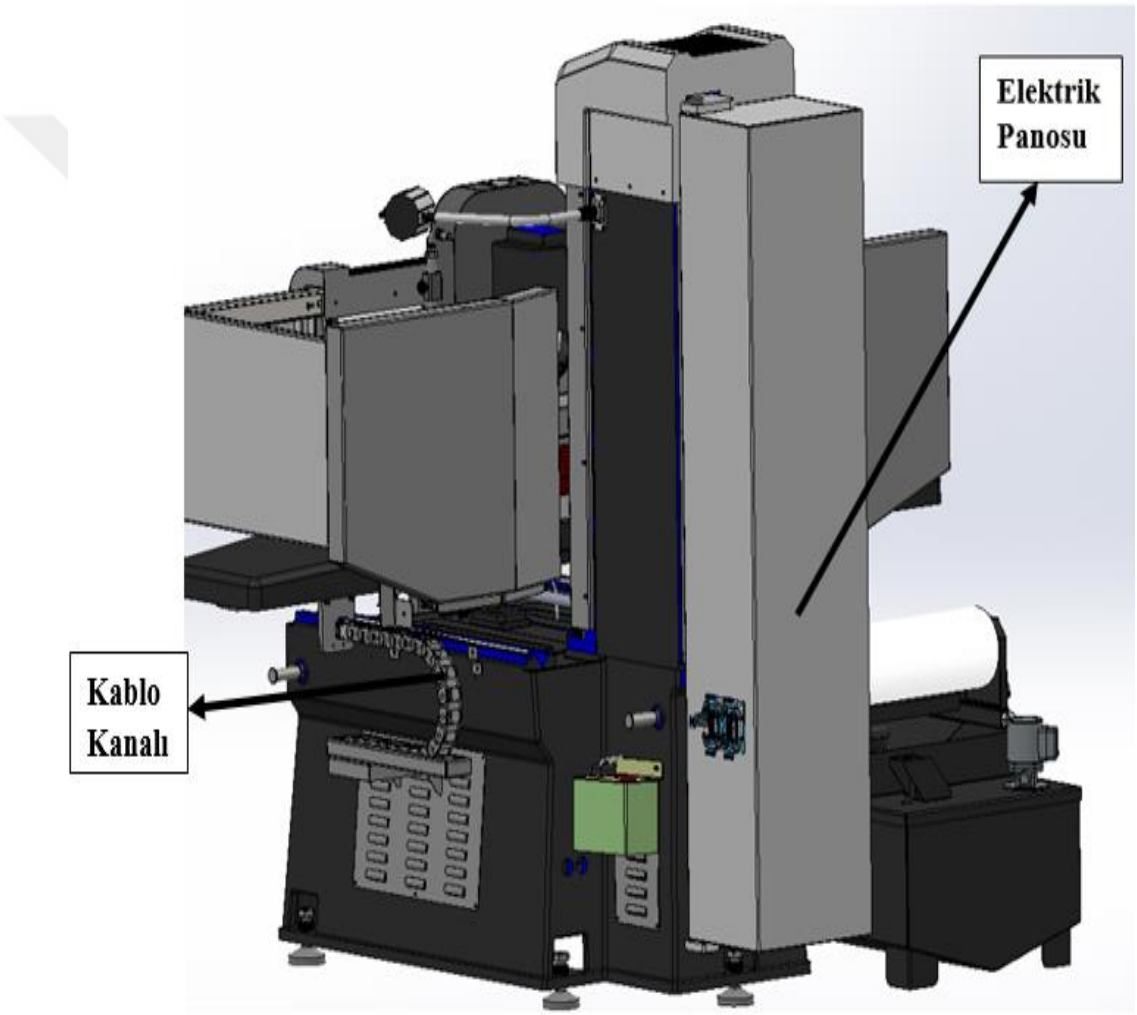
Şekil 99. Kumanda paneli



Şekil 100. Kumanda paneli

3.4.8.2.Elektrik Panosu

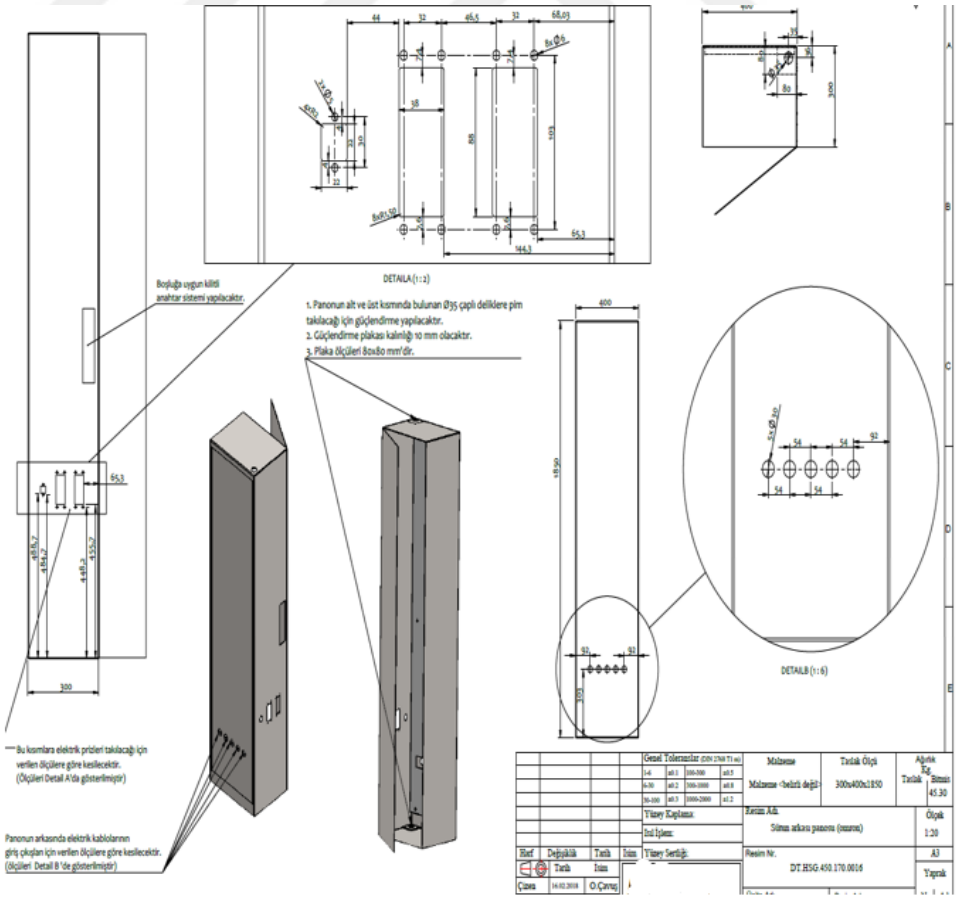
Tezgahın arka kısmına monte edilmiştir. Tezgah üzerindeki motorlar ve diğer ünitelerin çalışması için gerekli devre elemanları elektrik dolabı içerisine yerleştirilmiştir.



Şekil 101. Elektrik panosu katı modeli



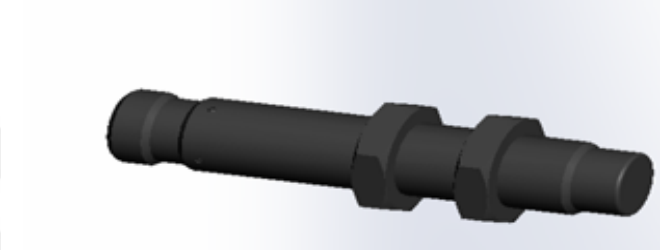
Şekil 102. Elektrik panosu



Şekil 103. Elektrik pano teknik resmi

3.4.8.3.Gövde Elektrik Donanımı

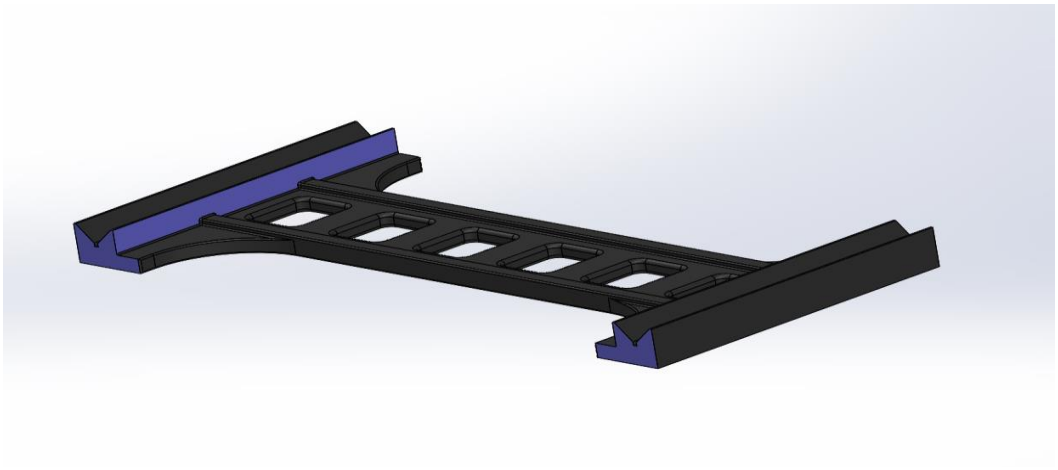
Gövde üzerine monte edilmiştir. X, Y ve Z eksenleri hareketli olduğu için bu kısımlara sensörlerin monte edilmesi gerekir. Motorlar bu hareket aralığında bulunan sensörlerin belirlediği hareket alanı içerisinde sınırlanmış olur. Çapraz kızak üzerinde 2, sütun üzerinde 2 ve tabla üzerinde 2 olmak üzere toplam 6 adet sensör kullanılmıştır. Sütun üzerinde kullanılan sensörler iş milinin verilen strok aralığında kontrolünü sağlamak için monte edilmiştir. Çapraz kızak üzerindeki sensörler Z ekseninin strok mesafesi için kullanılmıştır. X ekseninin kontrolü için ise tabla üzerine 2 adet sensör monte edilmiştir.



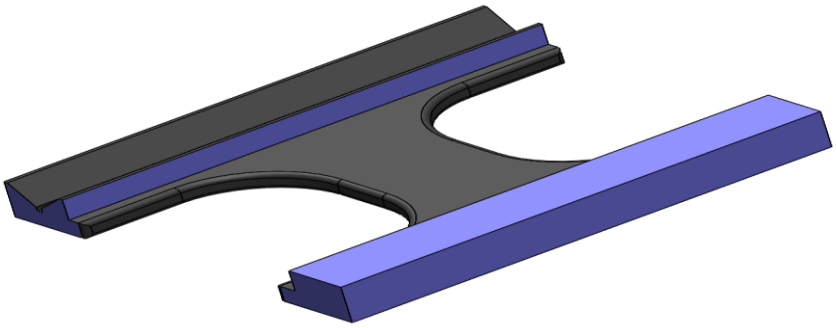
Şekil 104. Sensör

3.4.9. Kontrol-Test Sistemi

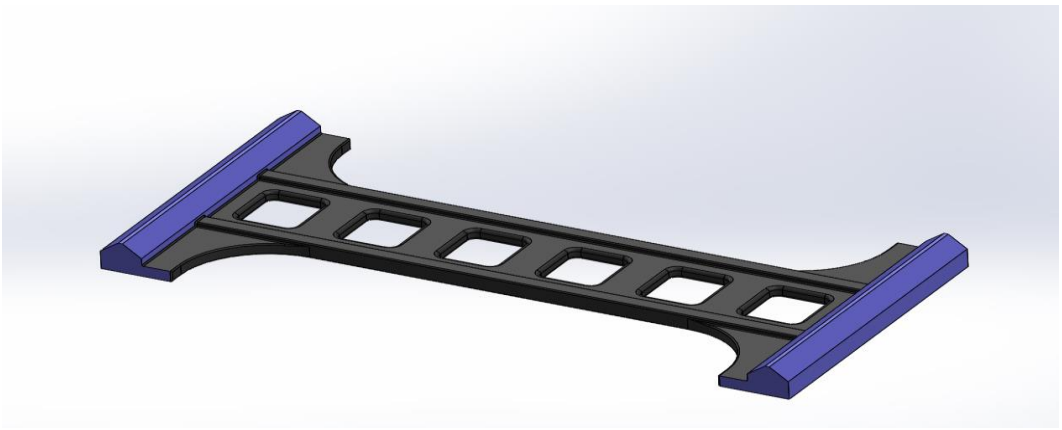
Taşlama tezgahı tasarımının önemli bir kısmını da kontrol ve test aparatları oluşturur. Tezgah hassas işleme yapmak amacıyla tasarlandığı için kontrol ve test aparatları çok önemlidir. Ana gövde, çapraz kızak ve tabla üzerinde bulunan kutu ve prizmatik kızakların birbiri üzerinde çok hassas şekilde çalışması gerekmektedir. Daha önce de anlatıldığı gibi birbiri üzerinde çalışan makine parçalarının istenen düzlük ve hassasiyette çalışabilmesi için raspalama işlemi yapılmaktadır. Bu yöntemle çapraz kızağın ana gövdeye, tablanın da çapraz kızağa hassas bir şekilde alıştırılması gerekir. Döküm parçalar çok ağır olduğu için birbiri üzerine sık sık monte edilip kaldırılamaz. Bu sebeple dökümlerin üzerindeki kızaklarla aynı olacak şekilde kontrol aparatları tasarlanmıştır. Raspa aparatları raspa boyasıyla boyanarak ilgili yere yerleştirilir. İleri geri hareket ettirilerek kızak yüzeylerinin istenen düzlük ve hassasiyete gelmesi sağlanır.



Şekil 105. Çapraz kızak raspa aparatı

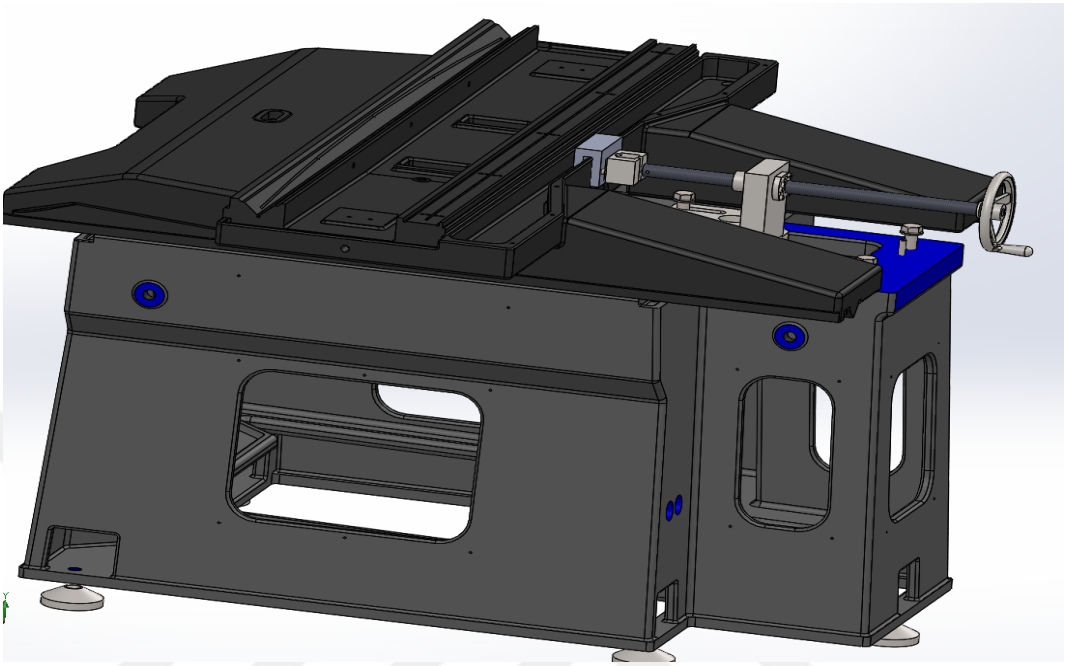


Şekil 106. Tabla kızak raspa aparatı

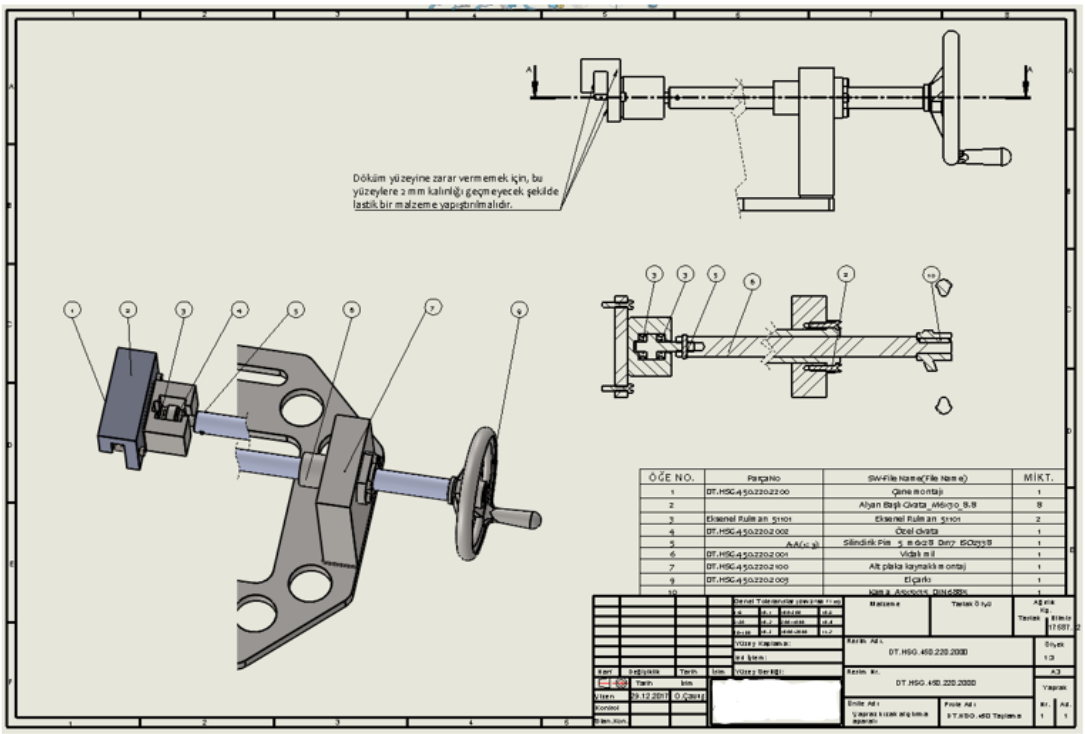


Şekil 107. Gövde raspa aparatı

Ayrıca çapraz kızağın gövde üzerinde rahat hareket etmesi için alıştırma aparatı tasarlanmıştır.



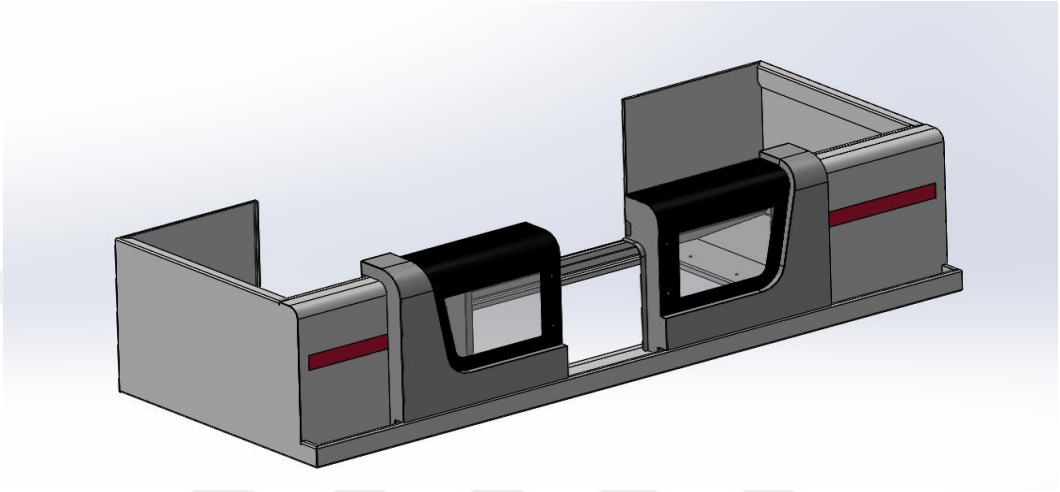
Şekil 108. Alıştırma aparatı



Şekil 109. Alıştırma aparatı teknik resmi

3.4.10. Giydirme (Montaj) Sistemi

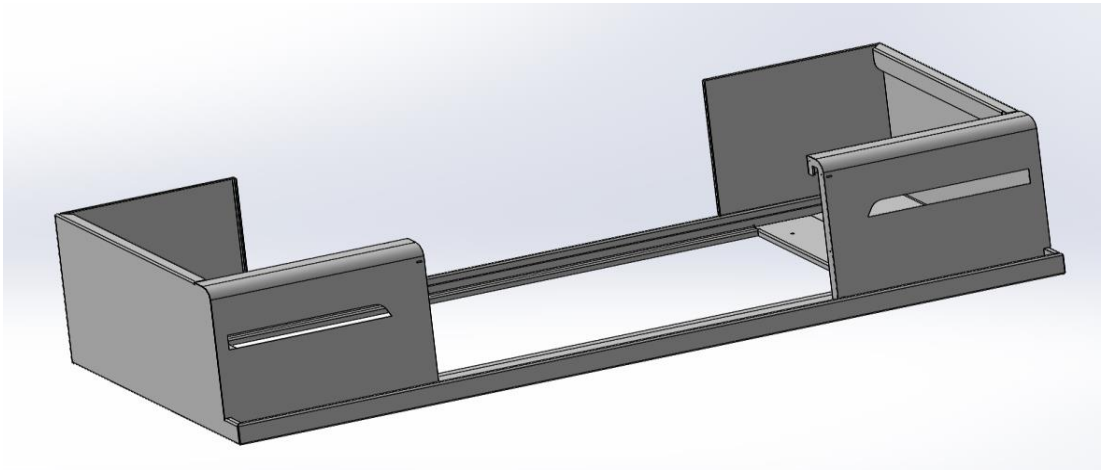
Taşlama tezgahının bütün sistemlerinin tasarımları tamamlandığında en son işlem olarak sac giydirilmesi gerçekleştirildi. 186 adet sacın bükülmesi kesilmesiyle genel montaj tamamlanmış oldu.



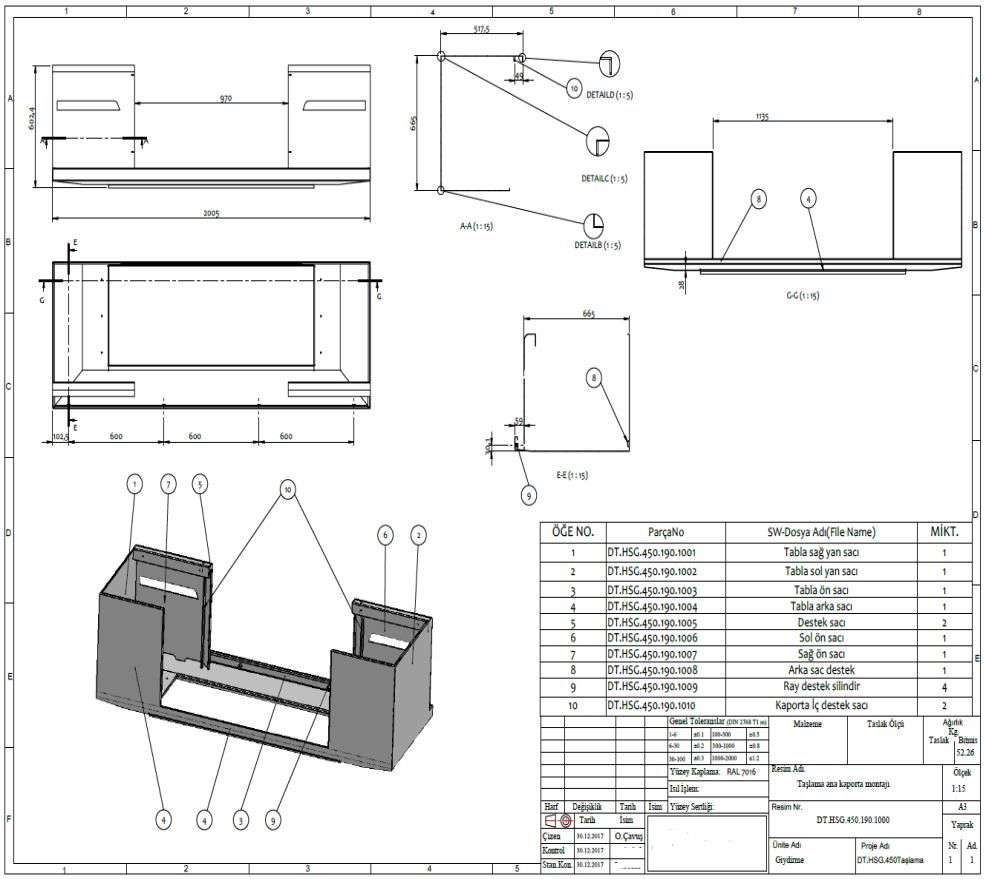
Şekil 110. Giydirme katı modeli

3.4.10.1. Tabla Muhafazası

Tezgahın ana kaporta kısmını oluşturan ve kaynaklı montaj ile birleştirilen kısımdır. 10 çeşit sacdan oluşmaktadır.



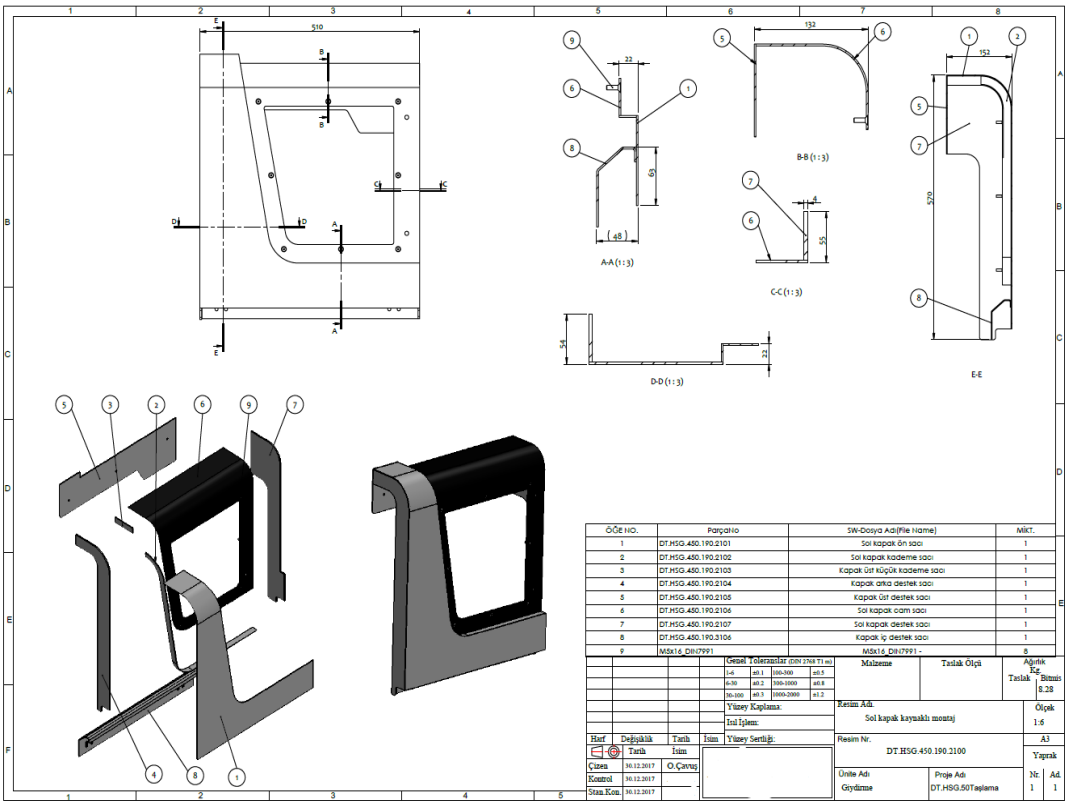
Şekil 111. Tabla muhafaza kaynaklı montaj (Ana kaporta)



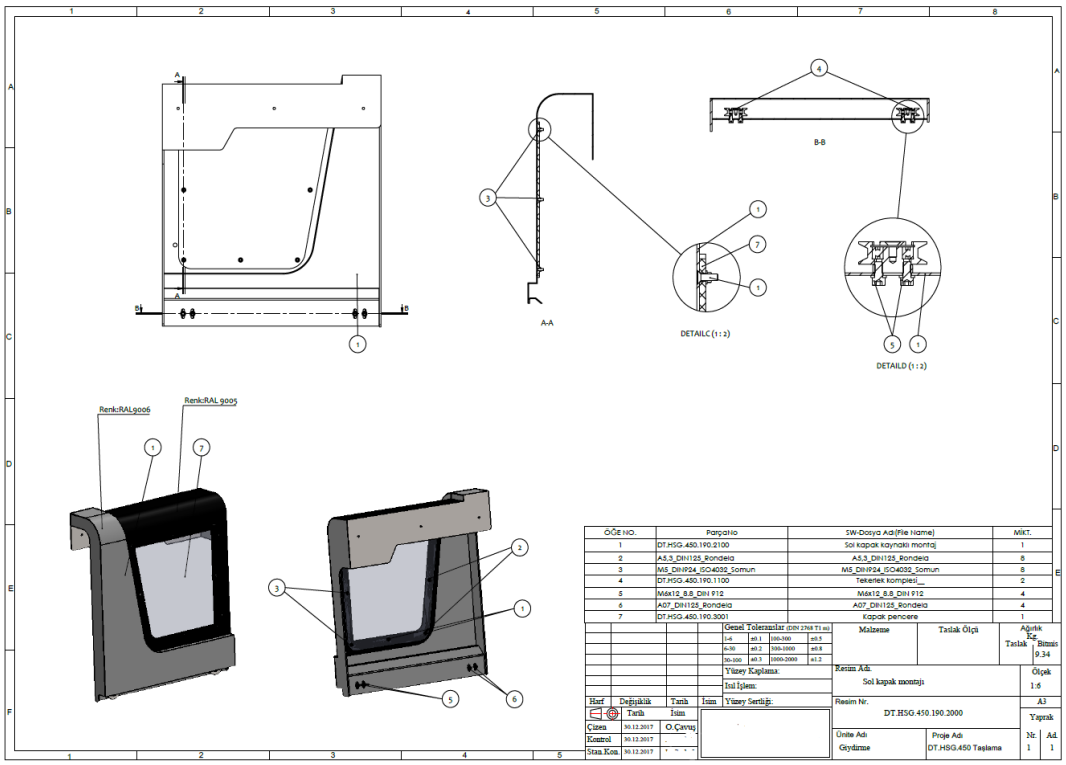
Şekil 112. Tabla muhafaza kaynaklı montaj (Ana kaporta) teknik resmi

3.4.10.2. Sağ ve Sol Kapı Montajı

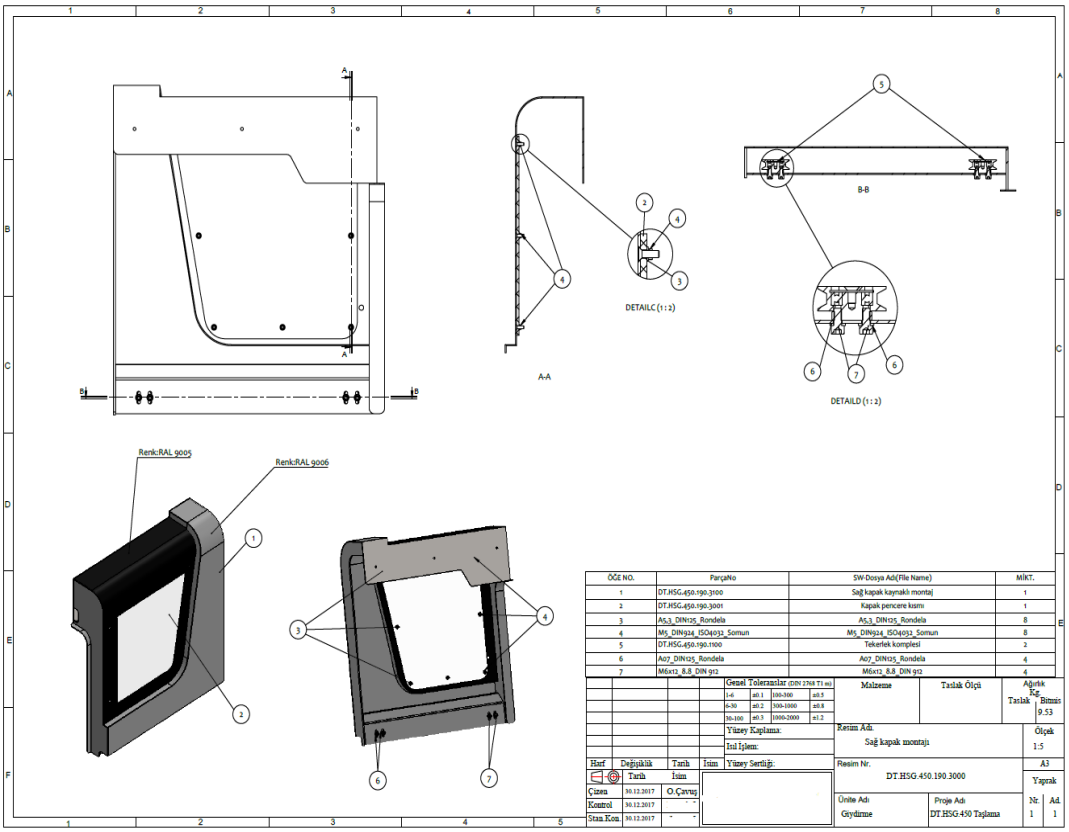
Ana kaporta üzerine monte edilmiştir. Parça işleme esnasında tam kapanmasını sağlayan kapı sensörü de bu kapıların içine yerleştirilmiştir. Tezgah hareket halindeyken kapılarda sarsıntı olmaması için iç kısımlarına destek sacları kaynatılarak güçlendirilmiştir.



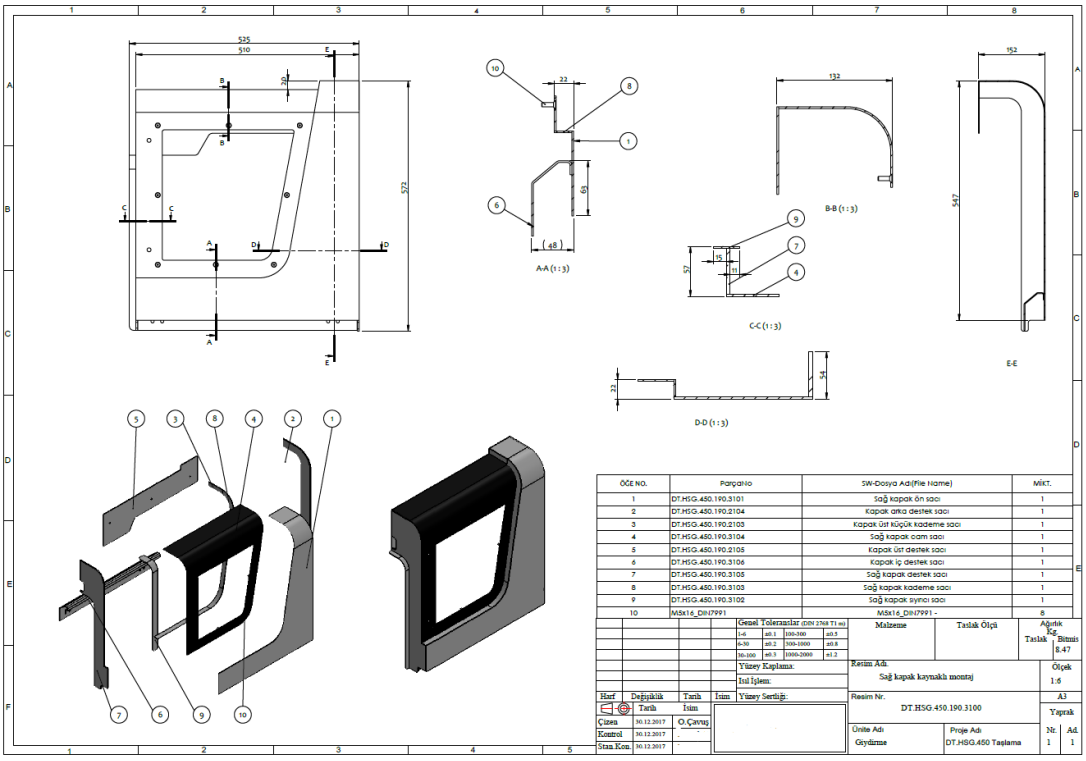
Şekil 113. Sol kapı kaynaklı montaj teknik resmi



Şekil 114. Sol kapı montaj teknik resmi



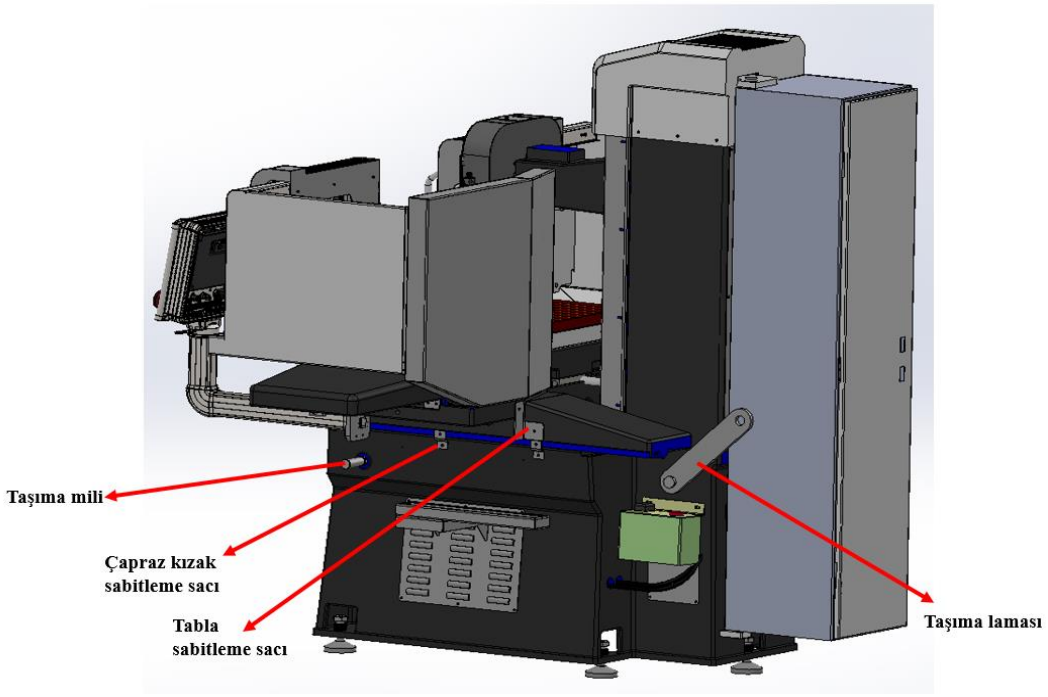
Şekil 115. Sağ kapı montaj teknik resmi



Şekil 116. Sağ kapı kaynaklı montaj teknik resmi

3.4.11. Sevkiyat-Taşıma Sistemi

Tezgahın nakli için, ilk önce tezgahın bütün hareketli parçalarının emniyete alınması gerekir. İş kafası olabildiğince aşağı çekilerek, iş tablasına araya bir takoz koymak suretiyle temas ettirilmelidir. Çapraz kızak sütuna doğru strokunun sonuna kadar götürülmelidir. İş tablası ise strokunun orta konumuna getirilmelidir. Çapraz kızak ve iş tablası sabitleme saclarıyla sabitlenmelidir. Tezgahın kaldırılması, yeterli boydaki çelik tel halatla, vinç ile yapılır. Vinç ile kaldırma halatlar altlıklara uygun şekilde geçirilerek yapılabileceği gibi, tezgah gövdesi üzerinde bulunan kaldırma cıvatalarından yararlanarak da olabilir. Kaldırma cıvataları tezgah üzerinde 4 adet olup tezgahın kaldırılması için yeterli dayanıklılıktadır. Tezgahın kaldırılması esnasında, çıkıntılı kısımların hasara uğramamasına özen gösterilmeli, halatın tezgaha temas ettiği noktalar tahta veya lastik gibi ara parçalarla desteklenmelidir. Kaldırma esnasında önce halatların boşlukları alınıp gerdirilmeli ve halatların istenilen şekilde görev yapıp yapmadıkları gözlenmeli sonra tezgah sadece birkaç santimetre kadar yüksekliğe kaldırılıp bir sorun olup olmadığı yeniden gözden geçirilmeli ve daha sonra kaldırılmalıdır. Tezgahın nakliye işlemi tamamlanıp çalıştırılacağı yere geldiğinde ilk önce nakliye esnasında tezgahın bir hasar görüp görmediği kontrol edilmelidir.



Şekil 117. NC Kontrollü taşlama tezgahı taşıma aparatları

Tezgahın kurulacağı yerin seçimi yapılırken çevre sıcaklığının mümkün olduğu kadar az değiştiği yerler tercih edilmelidir. Tezgah kapı ağızlarına ya da direkt güneş ışığına maruz kalan bölgelere yerleştirilmemelidir. Tezgahın üniform olarak ısınmaması, bağımsız işleyen kısımlarda ve değişik malzemelerde farklı ısıl genleşmeler doğuracak, bu da tezgahın taşlama hassasiyetini etkileyecektir. Tezgah yeri seçiminde vibrasyon kaynaklarına da çok özen gösterilmeli, çarparak, titreşerek çalışan makinelerden mümkün olabildiğince uzağa yerleştirilmelidir. Tezgahın yerleştirilmesi için ihtiyaç duyulan alan, yaklaşık olarak 4 x 3 m^2 'dir.

Yer seçimi yapıldıktan sonra en önemli husus seçilen yerde temel hazırlanmasıdır. Tezgahın hassas çalışmasında tezgahın yerleştiği zeminin önemli bir yeri vardır. O yüzden temel hazırlanmasında aşağıdaki noktaların dikkate alınması gerekir.

Temelin hazırlanmasında amacımız şunlardır:

- Temele dayanan tezgah kısımlarının sağlamlığını artırmak,
- Etraftan tezgaha gelecek olan istenilmeyen vibrasyonları önlemek,
- Temel kütlesi ile özellikle taşlama kalitesini etkileyen dinamik kuvvetlerin sönümlenmesine büyük ölçüde katkıda bulunmak.

Temelin ne kadar derinlikte yapılması gerektiği konusunda yaklaşık olarak şu formüller kullanılır.

Temelin ağırlığı Gz= (0.6/1.5)Gs

Gz= Temel Ağırlın (ton)

Gs= Tezgahın iş parçasıyla birlikte ağırlığı (ton)

0.6 değeri iyi taşıma kapasitesine sahip (0.4 Mpa) topraklar içindir. Daha düşük taşıma kapasiteli topraklar için ise toprağın durumuna göre bu değer 1.5'e kadar alınabilir.

h = Gz / 2.2 x S

h=Temelin Derinliği (metre) ,

S= Temelin Alanı(metre kare),

2.2= Temelin özgül ağırlığı ile ilgili sabit değer

Hazırlanan temelin altındaki toprağın basınç kontrolünün yapılması:

P= Gz + Gs / 10 x S

P= Toprağa Uygulanan Özgül Basınç (MPa)

Müsaade edilen özgül basınç değeri toprağın kalitesine ve kapasitesine bağlıdır. Bu konuda bilgi için şu değerler göz önüne alınabilir.

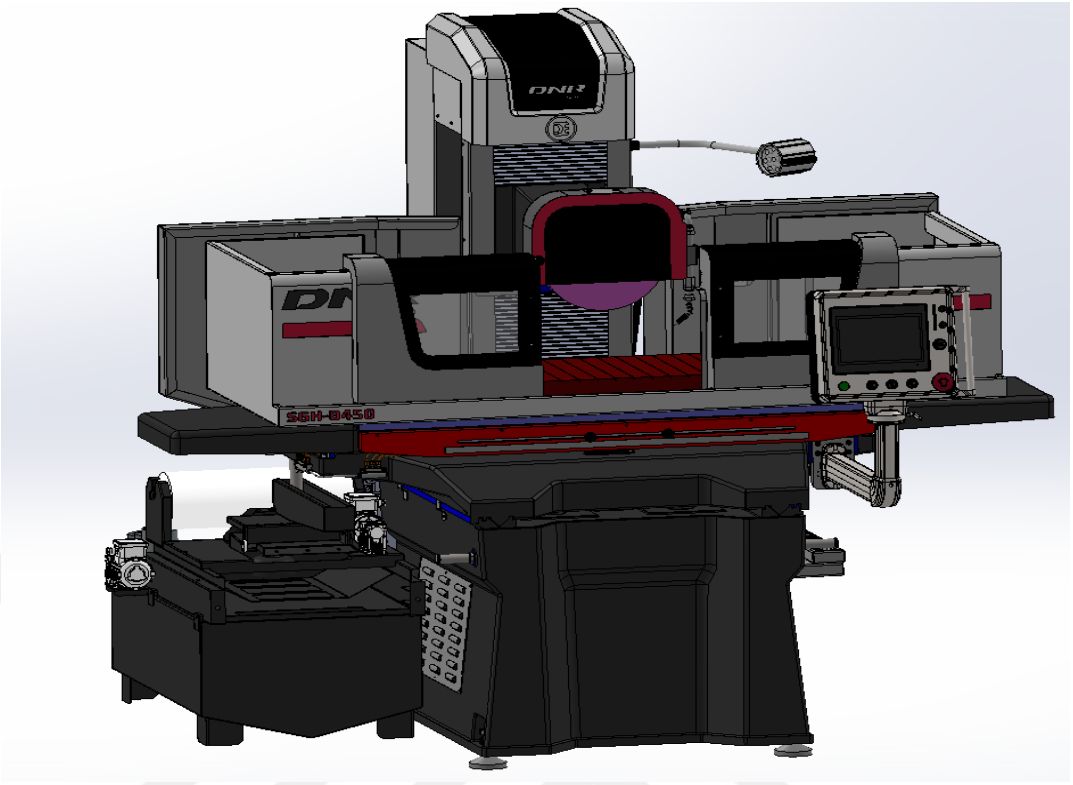
- Sıkı üniform kum zemin: 0.2 MPa
- Kaba taneli kum zemin: 0.3 MPa
- Çakılı zemin: 0.4 MPa
- Katı, sık (güç yoğrulabilen) zemin: 0.1MPa
- Yarı sert (yoğrulunca ufalanan) zemin: 0.1 MPa - 0.2 MPa
- Sert (yoğrulmayan) zemin: 0.3 MPa

0.1 MPa ve daha yüksek kapasiteli topraklar için (taşıma kapasitesi değeri çoğu durumda tahmini olarak bu alınabilir) beton tabakası derinliği yaklaşık 40 cm olacaktır. Toprağın daha düşük taşıma değeri için temel derinliğinde yapılacak değişikliğe statik hesap yapılarak karar verilmelidir.

Tezgaha dışarıdan gelen sarsıntı ve vuruntuları önlemek için yapılan temelin çevresi bir izolasyon tabakası ya da hava boşluğu ile çevreden izole edilmelidir.

Tezgah çalışma ortam sıcaklığı: 0 – (+) 45^{o}C

Tezgah çalışma ortamı için bağıl nem: %10 – 80



Şekil 118. NC Kontrollü Taşlama Tezgahı son halinin katı model resmi



Şekil 119. NC Kontrollü Taşlama Tezgahı son halinin imalat resmi

Tablo 14. Taşlama tezgahı teknik özellikler

NC YATAY MİLLİ YÜZEY TAŞLAMA TEZGAHI		
Teknik Özellikler	**SGH-B450**	**Birim**
İŞ TABLASI		
TABLA BAĞLAMA ALANI	450x900	mm
MX. TAŞLANAN YÜZEY	450x900	mm
T-KANAL SAYISI / BOYUTU	1 / 14H7	Adet/mm
MAX. İŞ PARÇASI AĞIRLIĞI	250	Kg
HAREKET SAHASI VE HIZLAR		
MAX. TABLA HAREKETİ (ENİNE x BOYUNA)	450 x 900	mm
TAŞ MİLİ EKSENİNİN TABLAYA MESAFESİ (MİN / MAX)	75 x 550	mm
TABLANIN BOYUNA İLERLEME HIZI	25	m/dak
TABLANIN OTOMATİK ENİNE İLERLEME MİKTARI	0.1 - 10	mm/strok
TAŞ KAFASI HASSASİYET	0.001	mm
TAŞ MİLİ DEVRİ	100-1500	Rpm (dev/dak)
TAŞ BOYUTLARI	350 x 127 x 40	mm
ELÇARKI İLERLEMELERİ		
ENİNE HAREKET EL TEKERİNİN İKİ SKALA ARASI	0.001	mm
DİKEY HAREKET EL TEKERİNİN İKİ SKALA ARASI	0.001	mm
MOTOR GÜÇLERİ		
TAŞ MİLİ MOTORU	4	kW
HİDROLİK POMPA MOTORU	2.2	kW
OTOMATİK ENİNE İLERLEME MOTORU	0.18	kW
TAŞ KAFASI SERİ HAREKET MOTORU	0.25	kW
YAĞLAMA POMPASI	4 - 220	Watt - Volt
KAĞIT FİTRE BESLEME MOTORU	0.18	kW
MANYETİK TEMİZLEME MOTORU	0.18	kW
YAĞ SIYIRICI TEMİZLEME MOTORU	5 -220	Watt - Volt
SOĞUTMA SIVISI POMPASI	0.2	kW
AĞIRLIK VE BOYUTLAR		
TEZGAH AĞIRLIĞI (BRÜT - NET)	4400 - 3600	Kg
TEZGAH ÇALIŞMA ALANI	1790 x 3100 x 1990	mm
KIZAK YAPISI		
DİKEY EKSEN	KUTU KIZAK	
TABLA ENİNE EKSEN	KUTU KIZAK	
TABLA BOYUNA EKSEN	KUTU KIZAK	
KONTROL		
OMRON	CP1E-N40S1DT1-D	

4. BÖLÜM

DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu bölümde tasarımı, imalatı ve test aşamaları tamamlanan NC kontrollü taşlama tezgahı ile deneysel çalışmalar yapılmıştır. Deneysel çalışma için kullanılacak parçalar Solidworks programında çizilmiş ve imal edilmiştir.

4.1. Malzeme Seçimi

Deneyler gerçek çalışma ortamında, Taksan makine fabrikasında HSG-450 Taşlama tezgahında yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışmada sanayi tarafından geniş kullanım alanına sahip, üretimi en fazla yapılan 1050 Alaşımsız yapı çeliği (Karbonlu çelik) ve 4140 Alaşımlı yapı çeliği (Islah çeliği) olmak üzere iki farklı özelliklere sahip malzemeler kullanılmıştır.

4.2. Malzemelerin Bileşenleri

Deney malzemesi olarak kullanılan 1050 Alaşımsız yapı çeliği (Karbonlu çelik) ve 4140 Alaşımlı yapı çeliği (Islah çeliği) kimyasal analizleri Ergin Model&Makine Sanayi firmasında yaptırılmıştır. Yapılan malzemelerin kimyasal analizleri Tablo 15, Tablo 16'da gösterilmiştir. 1050 Alaşımsız yapı çeliği (Karbonlu çelik) ve 4140 Alaşımlı yapı çeliği (Islah çeliği) numuneleri fırınlama ile Kayseri Metalin Isı firmasında sertleştirilmiştir.

Tablo 15. 1050 Alaşımsız Yapı Çeliği Bileşenleri

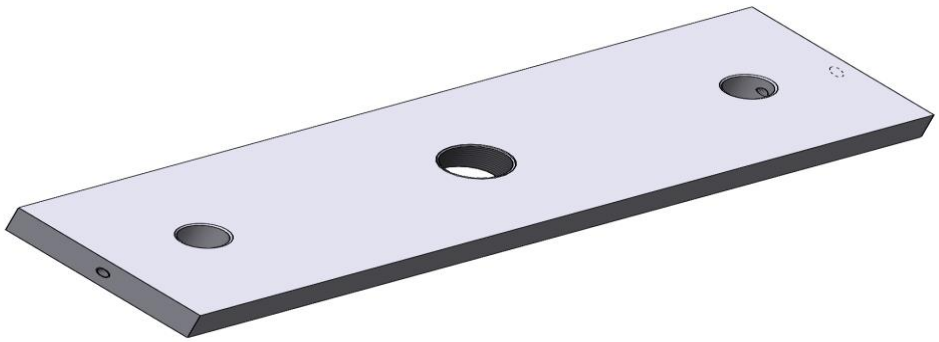
ELEMENT	**%**	**ELEMENT**	**%**	**ELEMENT**	**%**
KARBON (C)	0,536	SİLİSYUM (Si)	0,214	MANGAN (Mn)	0,806
FOSFOR (P)	0,0205	KÜKÜRT (S)	0,0405	KROM (Cr)	0,138
MOLİBDEN (Mo)	0,0213	NİKEL (Ni)	0,111	ALÜMİNYUM(Al)	0,0216
KOBALT (Co)	0,0147	BAKIR (Cu)	0,327	NİOBİUM (Nb)	0,00267
TİTANYUM (Ti)	0,00320	VANADYUM (V)	0,00571	WOLFRAM (W)	<0,0070
KURŞUN (Pb)	<0,00101	KALAY (Sn)	0,0171	ARSENİK (As)	0,0116
ZİRKONYUM(Zr)	<0,00092	ANTİMON (Sb)	<0,0022	DEMİR (Fe)	97,7

Tablo 16. 4140 Alaşımlı Yapı Çeliği Bileşenleri

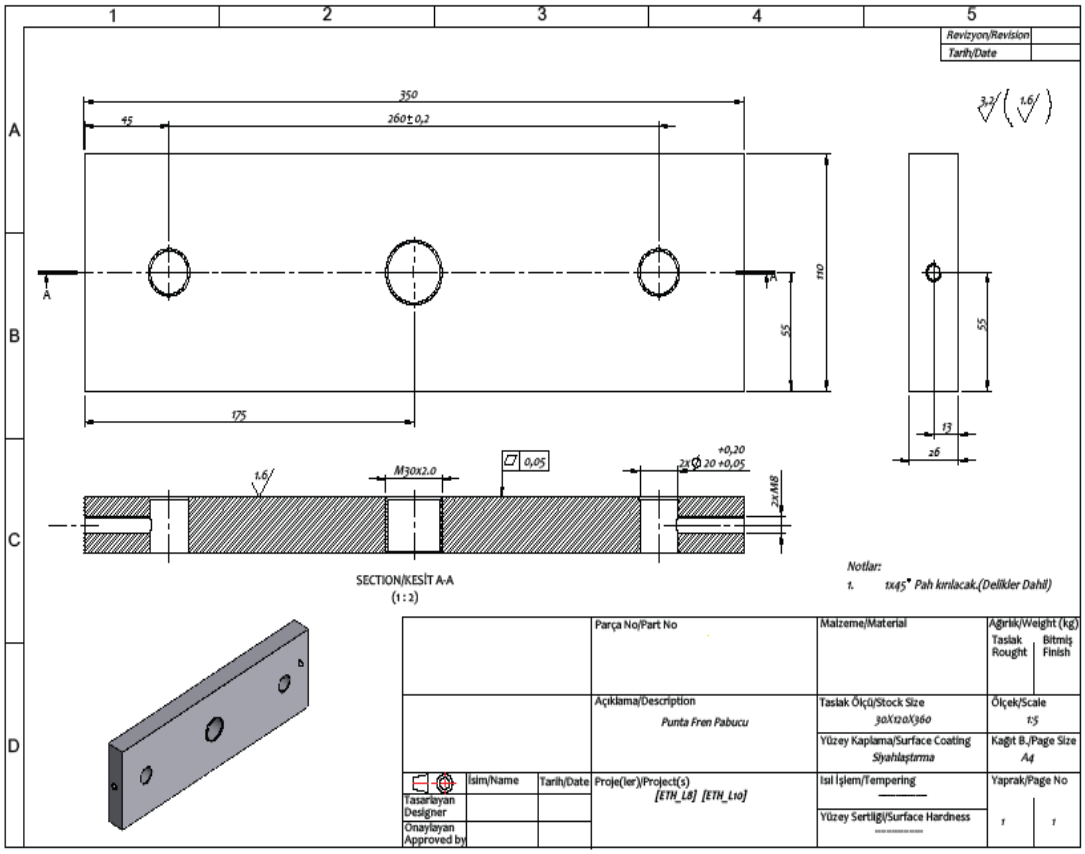
ELEMENT	**%**	**ELEMENT**	**%**	**ELEMENT**	**%**
KARBON (C)	0,420	SİLİSYUM (Si)	0,241	MANGAN (Mn)	0,932
FOSFOR (P)	0,0189	KÜKÜRT (S)	0,0243	KROM (Cr)	0,960
MOLİBDEN (Mo)	0,188	NİKEL (Ni)	0,121	ALÜMİNYUM (Al)	0,00726
KOBALT (Co)	0,0158	BAKIR (Cu)	0,200	NİOBİUM (Nb)	0,00270
TİTANYUM (Ti)	0,00323	VANADYUM (V)	0,0195	WOLFRAM (W)	<0,0070
KURŞUN (Pb)	<0,00100	KALAY (Sn)	0,0117	ARSENİK (As)	0,00853
ZİRKONYUM(Zr)	<0,00060	ANTİMON (Sb)	<0,0022	DEMİR (Fe)	96,8

4.3. Numunelerin Tasarlanması ve İmal Edilmesi

Deney kapsamında incelenecek çelik malzemelerin ebatları 30x120x360 mm olacak şekilde Solidworks programında tasarlanmış ve imal edilmiştir.



Şekil 120. Punta Fren Pabucu Solidworks Katı Resmi



Şekil 121. Punta Fren Pabucu Teknik Resmi



Şekil 122. Deney Numunesi

4.4. Deney Parametrelerinin Belirlenmesi

Deney parametreleri belirlenirken taşlama taşının seçiminde pek çok hususun göz önünde bulundurulması gerekir. Orta sertlik ve orta tane büyüklüğünde bir taş seçilerek hassasiyeti ve yüzey kalitesi fazla önemsenmeyen bir iş yapılabilirse de hassasiyet ve kalite isteyen bir işi, ekonomik olarak taşlamak için taş seçimi çok önemlidir. Taş seçiminde taşlamacı bilgi, beceri ve tecrübelerini de ön plana çıkararak aşağıdaki faktörleri göz önünde bulundurulmalıdır. Deneysel parametreler belirlenirken diğer önemli unsurlar şunlardır:

1- Taşlanacak malzemenin cinsi ve özellikleri,
2- Taşlanacak malzemenin adedi, biçimi, boyutsal ölçüleri, talaş miktarı,
3- Taşlama operasyonunun cinsi ve özellikleri,
4- Taşın iş parçası ile olan temas genişliği, talaş derinliği,
5- Tablanın hareket mesafesi ve hızı,
6- Taşın devir sayısı.

Ayrıca taşlama taşı seçiminde şu özelliklerin de belirlenmesi gerekir.

1- Aşındırıcının cinsi,
2- Aşındırıcının tane büyüklüğü,
3- Birleştirme aracının cinsi,
4- Taşın sertliği,
5- Taşın dokusu.

Taşlama işleminde KARBOSAN'nın ürettiği değişik özelliklerde alüminyum oksit taşlar kullanılmıştır. Tez çalışması kapsamında yapılan deneysel çalışma da bazı parametreler belirlenmiştir. Taşlama işleminde taşın özellikleri, taşın devir sayısı, tabla hareketinin çalışma hızı, kesme sıvısının kullanımı vb. parametreler hassasiyetin ve yüzey pürüzlülüğünün elde edilmesinde önemli parametrelerdir.

Bu çalışmada farklı özellikteki malzemelere 7 adet bağımsız parametre belirlenmiş ve belirlenen parametreler malzemelere uygulanarak hassasiyet ve yüzey özellikleri gözlemlenmiştir. Deneysel çalışma için belirlenen parametreler şunlardır:

Taşlama taşının tane büyüklüğü,

Taşlama taşının dokusu,

Taşlama taşının sertliği,

Deney malzemeleri,

Tablanın boyuna ilerleme hızı,

Taş bileme oranı,

Talaş derinliği.

4.4.1. Tane Büyüklüğü (tbb) Seçimi

Kaba Taneler (20 -36) : Kaba taşlama işlemlerinde tercih edilir.

Orta Taneler (46-80): Fazla talaş kaldırmaya ihtiyaç duyulan düzgün yüzey oluşması gereken orta sertlikte malzemelerde tercih edilir.

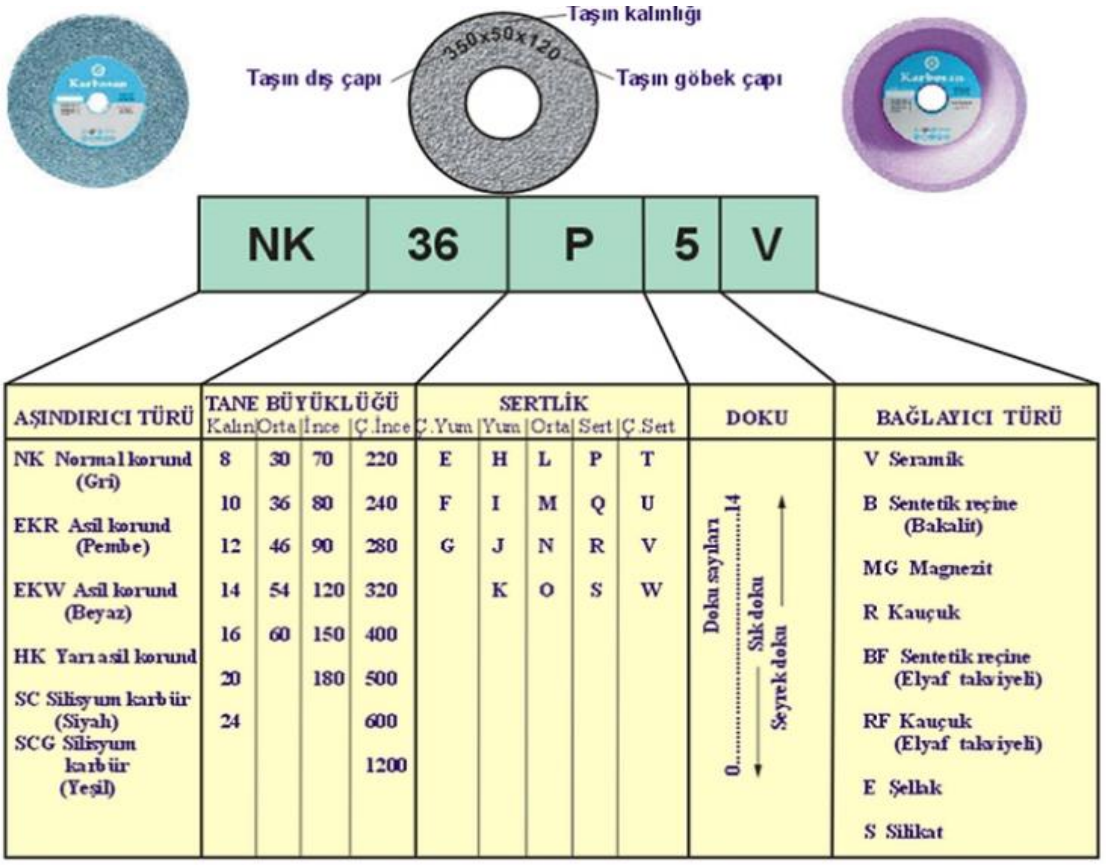
İnce Taneler (100-200): Kaba taşlaması yapılmış olan malzemelerin ince taşlama işlemlerinde sert ve kırılan malzemelerin taşlanmasında kullanılır. Aşındırıcı taneler tane büyüklüğüne göre Tablo 17'de gösterilmiştir. Taşlama işlemlerinde en çok kullanım alanı olanlar ince ve orta grubunu oluşturan değerlerdir. Deneysel çalışmada bu hususlar dikkate alınarak taşın tane büyüklükleri 36, 46 ve 90 seçilmiştir.

Tablo 17. Taşlama Taşı Tane Büyüklüğü Sınıflandırılması

Kaba Taneler	Orta Taneler	İnce Taneler	Çok İnce Taneler
6	30	70	220
8	**36**	80	240
10	40	**90**	280
12	**46**	100	320
14	54	120	400
16	60	150	500
18		180	600
20			800
24			1000
			1200

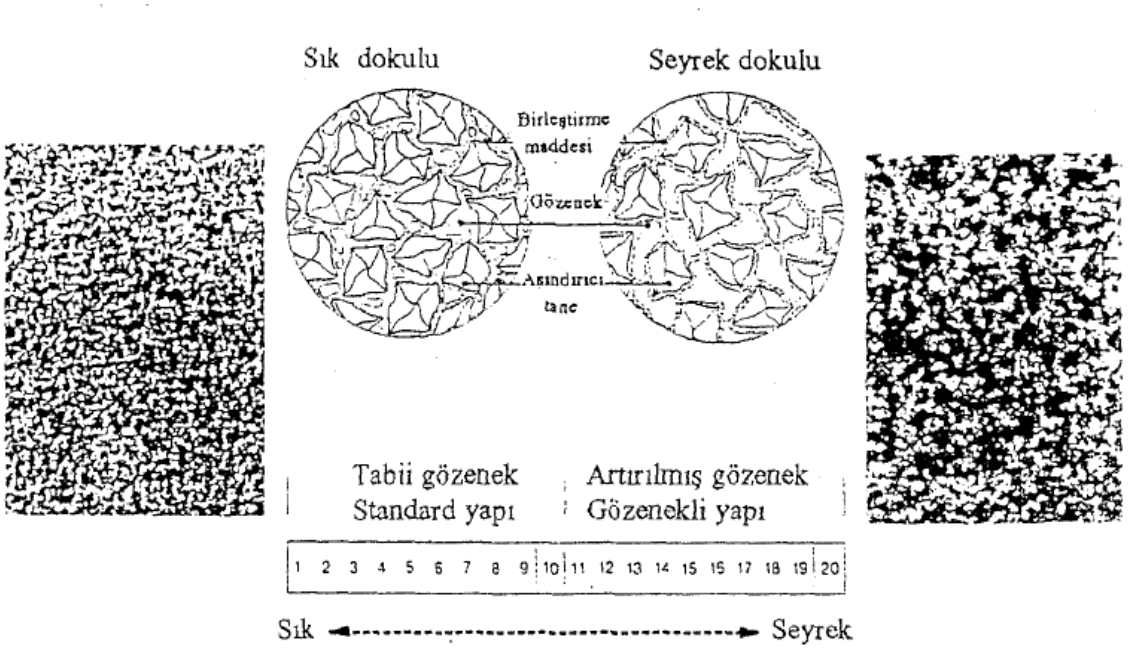
4.4.2. Taş Dokusunun (td) Seçimi

Aşındırıcı tanelerin bağlayıcılar vasıtasıyla şekillendirilmesi sırasında tanelerin birbirine olan uzaklığı sıkıştırılma kuvvetine bağlı olarak farklı şekillerde oluşur. Oluşan bu mesafelere göre taşın yapısında gözenekler oluşur. En sık taş dokusu 1 ile sembolize edilirken en seyrek doku da 20 rakamı ile gösterilir [36].



AŞINDIRICI TÜRÜ	TANE BÜYÜKLÜĞÜ				SERTLİK					DOKU	BAĞLAYICI TÜRÜ
	Kalın	Orta	İnce	Ç.İnce	Ç.Yum	Yum	Orta	Sert	Ç.Sert		
NK Normal korund (Gri)	8	30	70	220	E	H	L	P	T	Doku sayıları 14 … 0 (Sık doku — Seyrek doku)	V Seramik
EKR Asil korund (Pembe)	10	36	80	240	F	I	M	Q	U		B Sentetik reçine (Bakalit)
EKW Asil korund (Beyaz)	12	46	90	280	G	J	N	R	V		MG Magnezit
HK Yarı asil korund	14	54	120	320		K	O	S	W		R Kauçuk
SC Silisyum karbür (Siyah)	16	60	150	400							BF Sentetik reçine (Elyaf takviyeli)
SCG Silisyum karbür (Yeşil)	20		180	500							RF Kauçuk (Elyaf takviyeli)
	24			600							E Şellak
				1200							S Silikat

Şekil 123. Zımpara Taşının Genel Özellikler [36]



Şekil 124. Taşlama Taşının Doku Yapısı [37]

Doku numarası 5 olan taşlama taşının ideal olduğu kabul edilmektedir [37]. Bu deneysel çalışmada ideal taş dokusu olan 5 numaralı doku ile birlikte 3 ve 7 numara dokuya sahip taşlar seçilmiştir.

4.4.3. Taş Sertliğinin (ts) Seçimi

Aşındırıcı taneleri bir arada tutarak taşın şeklini oluşturan birleştirici maddelerdir. Birleştirici maddeler genel olarak seramik, organik ve metal birleştiriciler olmak üzere üç gruba ayrılır.

Gerek kullanım yaygınlığı gerekse kimyasal özelliklerinden dolayı seramik birleştirici taş kullanılmıştır. Taşların sertlik miktarları A'dan Z'ye olacak şekilde kodlanmıştır. A en yumuşak taşı, Z ise en sert taşı göstermektedir. En yaygın kullanılan taşlar yumuşak, orta sert ve sert olarak tanımlanan gruplardaki taşlardır. Bu deney çalışmasında yumuşak gruptan H, orta sertlik grubundan M ve sert grubundan da R dereceleri seçilmiştir.

Tablo 18. Taşların Sertliklerinin Gösterimi

SERTLİK	SERTLİK İŞARETLERİ
AŞIRI YUMUŞAK	A B C D
ÇOK YUMUŞAK	E F G
YUMUŞAK	**H** I J K
ORTA SERT	L **M** N O
SERT	P Q **R** S
ÇOK SERT	T U V W
AŞIRI SERT	Z X Y



Şekil 125. Deneyde Kullanılan Taşlama Taşları

4.4.4. Tablanın Boyuna İlerleme Hızı

Taşlama tezgahında tablanın ilerleme hızı 5 m/dak ve 15 m/dak olarak belirlenmiş ve bu hareket hızlarında iş parçalarına olan etkileri incelenmiştir.

4.4.5. Taş Bileme Oranı (tbo)

Taşlama işlemlerinde kullanılan taşlar yapısı gereği milyonlarca sayılarla ifade edilen taneciklerle kesme işlemi yapar. Talaşlı imalatta kullanılan kesici takımlar köreldikten sonra yenisi ile değiştirilir fakat taşlama tezgahlarında yeniden bilenmesi belirlenen bu parametrenin önemini göstermektedir.

Taşın bilenmesinde taşın tane büyüklüğü, yapılacak taşlamanın türü, elde edilmek istenen pürüzlülük değeri gibi etkenler etkili olmaktadır.

Taş bileme oranı; taşın bilenmesinde bileyiciye verilen bileme derinliğinim (bd) taşın her devirde bileyicinin taş önünden geçerek aldığı yola (bi) oranıdır.

$$tbo = \frac{\mathrm{bd}}{bi}$$

do= Ortalama teorik tane çapı [mm]

$$do = \frac{25{,}4}{ttb}$$

dg= Ortalama gerçek tane büyüklüğü [mm]

dg=0,65xdo [mm]

Bileme adımı ve ilerlemesi seçilirken dg esas alınmıştır. tbo=0,25 ve bi/dg=0,5 olarak belirlenmiştir. Deneyde kullanılan taşlama taşları için bileme derinlik ve adımları Tablo 19'da gösterilmiştir.

Tablo 19. Deney Taşlarının Bileme Derinlik ve İlerleme Miktarları

ttb	do (mm)	dg (mm)	tbo=bd/bi=0,25		tbo=bd/bi=0,50	
			bd (mm)	bi (mm/dev)	bd(mm)	bi (mm/dev)
36	0,705	0,458	0,057	0,229	0,114	0,229
46	0,552	0,359	0,045	0,180	0,090	0,180
90	0,282	0,183	0,023	0,092	0,046	0,092

4.4.6. Talaş Derinliği

Taşlama işleminde talaş derinliği; taşı oluşturan tane büyüklüğü ile ilgilidir. Taşlama yüzeyinde tanenin en az yarısının taş gövdesinde olduğu düşünüldüğünde diğer yarısı da kesme ucu olarak düşünülür. Bu çalışmada 36, 46 ve 90 taneli taşlar belirlenmişti. Belirlenen bu taşların tane büyüklükleri 25.4/36=0,705 mm, 25.4/46=0,552 mm ve 25.4/90=0,282 mm'dir. Bunların yarı değerleri ise sırasıyla 0,352 mm, 0,276 mm ve 0,141 mm olarak bulunmuştur.

Seçilen malzemenin sertliğine göre verilecek talaş miktarı farklıdır. Taşlama işlemi imalatta genellikle son işlem olarak kullanıldığı için talaş derinliği az seçilmelidir. Maksimum talaş derinlik sınırı zorlanmamalıdır. Deneysel çalışmada 0,01 mm, 0,02 mm, 0,03 mm, 0,04 mm ve 0,05 mm talaş derinlik değerleri parametre olarak belirlenmiştir.

Tablo 20. Deneyde Kullanılan Taşların Tane Büyüklükleri

Tane Büyüklüğü	Maksimum Talaş Kaldırma Kapasitesi
25,4/36=0,707 mm	0,707/2=0,352 mm
25,4/46=0,552 mm	0,552/2=0,276 mm
25,4/90=0,282 mm	0,282/2=0,141 mm

4.5. Deneyin Yapılışı

Taşlama işleminde diğer talaşlı imalat türlerinde olduğu gibi seçilen parametreler ve bu parametrelere bağlı olarak elde edilen deneysel sonuçlar vardır.

NC kontrollü taşlama tezgahında yapılan deneysel çalışmada farklı malzemelere uygulanmak üzere 7 bağımsız parametre (Taşlama taşının tane büyüklüğü, taşlama taşının dokusu, taşlama taşının sertliği, deney malzemeleri, tablanın boyuna ilerleme hızı, taş bileme oranı, talaş derinliği) belirlenmiştir. Bu parametrelere göre taşlanan malzemelerin ortalama pürüzlülük değeri Ra ölçülmüştür.

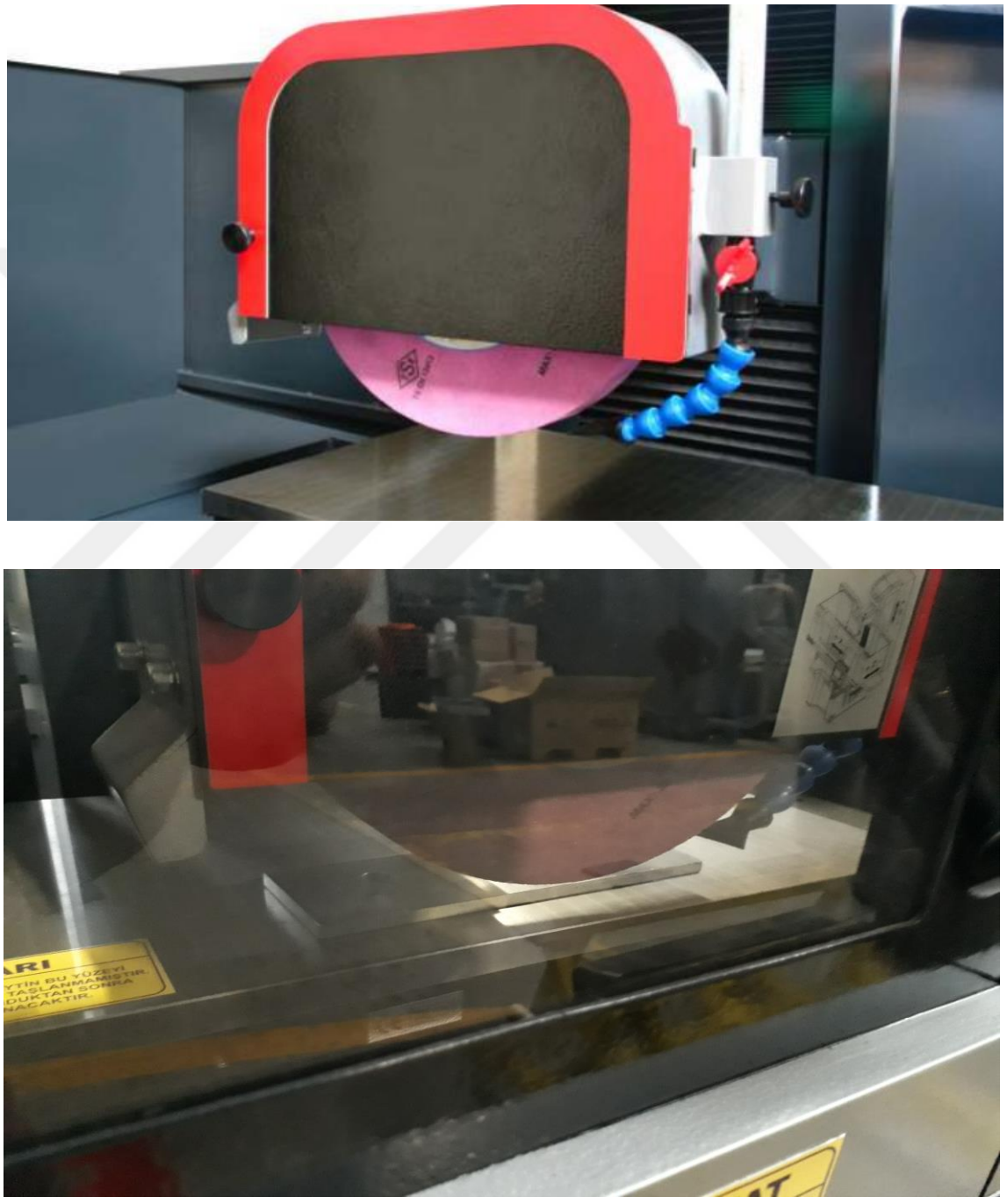
Deney için belirlenen parametreler gerçek çalışma ortamı için de gerekli olan parametrelerdir. Her bir parametrenin taşlama işleminde ayrı bir yeri olup birinin eksik olması istenen taşlama yüzey hassasiyetini etkiler niteliktedir. Ayrıca bu deneyler sırasında taşlama tezgahı için soğutma sıvısı, kızakların yağlanması gibi önemli kriterler sabit tutulmuştur.

Tablo 21. Deneyde Kullanılan Parametrelerin Değerleri

Seçilen Parametreler	**Değerler**
Taş tane büyüklüğü (ttb)	36, 46, 90
Taş dokusu (td)	3, 5, 7
Taş sertliği (ts)	H, M, R
Deney malzemeleri	1050 Alaşımsız yapı çeliği (Karbonlu çelik), 4140 Alaşımlı yapı çeliği (Islah çeliği)
Tablanın boyuna ilerleme hızı	5 m/dak , 15 m/dak
Taş bileme oranı (tbo)	0,25, 0,50
Talaş derinliği	0,01 mm, 0,02 mm, 0,03 mm, 0,04 mm ve 0,05 mm

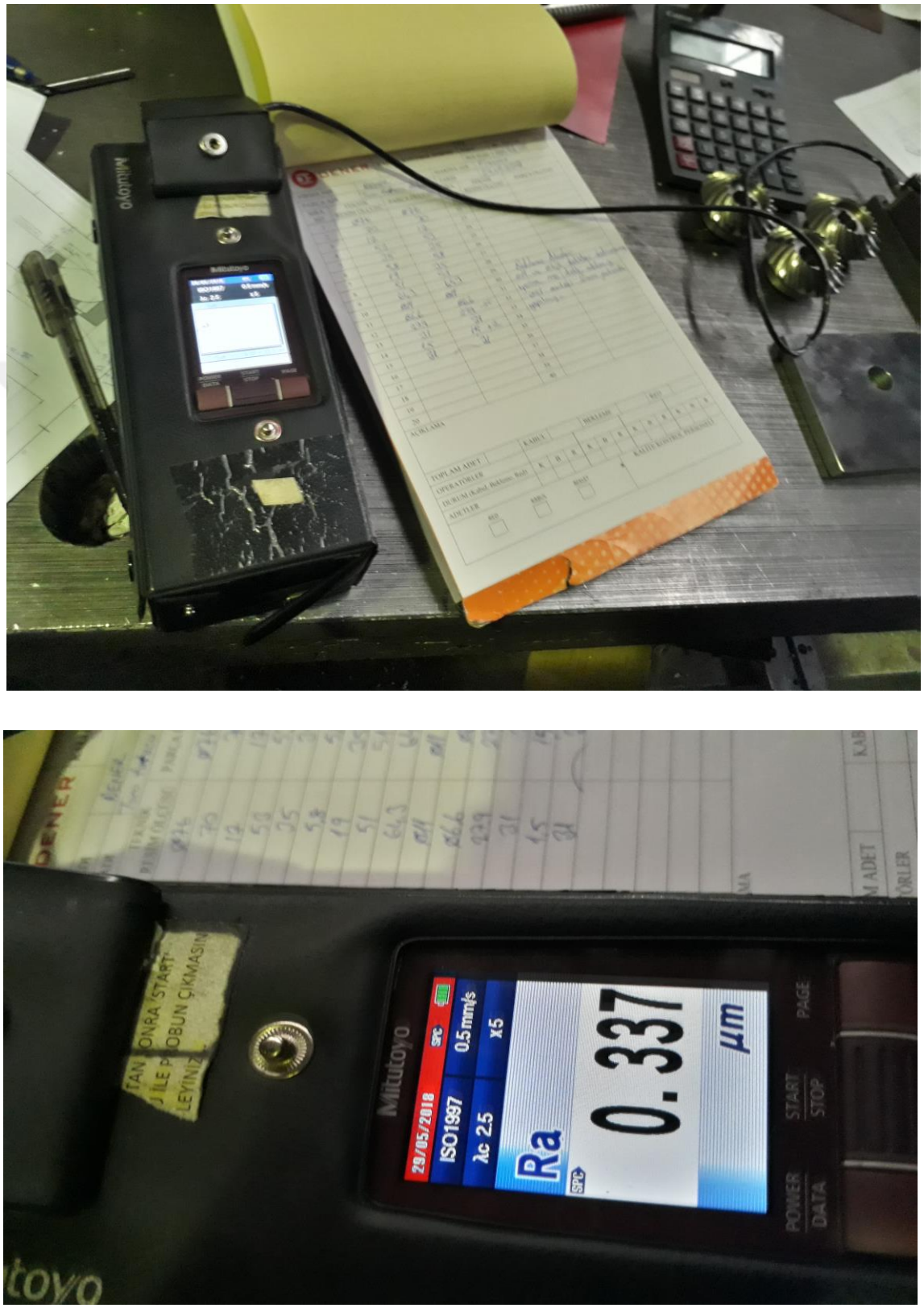
Deneyler gerçek çalışma ortamında Taksan Makine AŞ'de bulunan DT.HSG.450 Taşlama tezgahında yapılmıştır. Taşlama işleminde kullanılan taşlar statik dengeleme ile dengelenmiştir. Dengelenen taşlar tezgahın ana miline flanş kullanılarak bağlanmış ve balans aparatı kullanılarak salgısı alınmıştır.

Tabla hızını kontrol etmek için kontrol panelinin yanında el çarkı da kullanılmıştır. El çarkı 0,001 mm ilerleme yapabilecek şekildedir. Deney için kullanılan taşlama taşının devir sayısı Lutron DT-2268 - optik&değmeli takometre ile ölçülmüştür. Yapılan deneylerde taşın devir sayısı 1500 dev/dk alınmıştır.



Şekil 126. Numunenin Taşlama Tezgahına Yerleştirilmesi

Taşlanan malzemeler yüzey pürüzlülük ölçme aleti PCE-RT 10 cihazı ile ölçülmüştür.



Şekil 127. Yüzey Pürüzlülük Cihazında Ölçüm Yapılması

4.6. Deney Sonuçları

Taşlama tezgahları imalatta çok kullanılan takım tezgahlarından biridir. Taşlama taşı ile talaş kaldırmak suretiyle parçaların istenen hassasiyet ve yüzey pürüzlülük getirmek amacıyla kullanılır. İstenen değerlerin elde edilmesinde birçok parametre etkili olmaktadır. Bu deneysel çalışmada farklı cinsteki malzemelere belirlenen parametrelerin yüzey pürüzlülüğüne etkileri incelenmiştir. Tezgah çalışırken taşın devir sayısı, soğutma sıvısı, kızak ve sütunun yağlanması sabit tutulup torna tezgahında kullanılan ve malzemesi 1050 ile 4140 çelik olan parçalar taşlanmıştır.

4.7. Belirlenen Parametrelerin Etkileri

Taşlama işleminin temel amacı malzemelere istenilen hassasiyeti ve pürüzlülük değerini elde etmektir. Taşlanacak malzemeler kullanıldıkları yerlere göre mekanik ve fiziksel özellikleri farklı olacak şekilde seçilmiştir.

4.7.1. Taş Tane Boyutunun Farklı Malzemelerde Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

1050 Alaşımsız yapı çeliği (Karbonlu çelik) ile yapılan deneyde taş tane büyüklüğü 36, 46 ve 90 taneli taşlarla 0,01-0,06 mm kesme derinliklerinde yapılan taşlama işlemlerinde elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri ölçülmüştür. Taş tane büyüklüğü değiştirilerek yapılan deneylerde yüzey pürüzlülük değerleri 36 taneli taşta 0,58-1,15 µm, 46 taneli taşta 0,42-0,74 µm, 90 taneli taşta 0,34-0,63 µm aralığında değerler almıştır. Çıkan sonuçlara göre en düşük pürüzlülük değeri 90 taneli taşla elde edilmiştir. Bu da gösteriyor ki taş tane büyüklüğünün yüzey pürüzlülüğüne önemli bir etkisi bulunmaktadır. Taşlama işleminde kesme işini yapan taşın tane yapısının büyümesi yüzey pürüzlülük değerinin artmasına sebep olmuştur. Diğer bir ifadeyle taşın tane yapısının büyümesi taşın tane aralıklarının ve kaldırılan talaşın kesitinin de büyümesi anlamına gelmektedir. Tane büyüklüğünün artması yüzey kalitesini de azaltmaktadır. Taş tane büyüklüğünün azalması yüzey pürüzlülük değerinin de azalmasını sağlamıştır.
Orta tane boyutlu taş ile yapılan deneylerde 4140 Alaşımlı yapı çeliği (Islah çeliği) malzemesinin yüzey pürüzlülük değerleri farklı kesme derinliklerinde 1050 Alaşımsız yapı çeliği malzemesinde oluşan yüzey pürüzlülük değerlerine %8 civarında yaklaştığı görülmüştür. 1050 çeliğinde olduğu gibi taş tane boyutunun küçülmesinden sonra yüzey pürüzlülük değeri azalmıştır. Taş tane boyutunun daha da küçülmesiyle ve özellikle

küçük kesme derinliklerinde her iki malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri yaklaşık olarak aynı seviyelerde ölçülmüştür. Fakat kesme derinliği artırıldığında 4140 Alaşımlı yapı çeliğinin yüzey pürüzlülük değerinin 1050 Alaşımsız yapı çeliğine göre yüksek çıkmıştır. Bu durumun ortaya çıkmasında 4140 Alaşımlı yapı çeliğinin içerisinde bulunan alaşım elementleri etkili olmuştur.

1050 Alaşımsız yapı çeliği ve 4140 Alaşımlı yapı çeliğinde oluşan yüzey pürüzlülük değerlerinde kesme derinliği etkili olmakla beraber taşlama taşının tane boyutunun daha fazla etkili olduğu bu deneylerden anlaşılmıştır.



Şekil *128.* Malzemelerin Taşlanmış ve Taşlanmamış Görüntüleri

4.7.2. Taş Dokusunun Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Deneysel çalışmada farklı özellikteki çelik malzemelerin taşlanması ve farklı yüzey pürüzlülük değerlerinin elde edilmesindeki bir önemli parametre taşlama taşının dokusuydu. Yapılan bu çalışmada 3,5 ve 7 dokulu taşlarla düşük tabla hızında 1050 Alaşımsız yapı çeliği ve 4140 Alaşımlı yapı çeliğinin taşlanmasında oluşan taşlama kuvvetlerinde önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Ancak tabla hızını artırdığımızda her iki malzemede taş dokusu küçük olan taşlarda malzeme üzerinden kaldırılan talaşın tahliyesi zorlaşmıştır. Bu durumda taşlama kuvvetini artırma ihtiyacı doğmuştur. Taş dokusuna göre yapılan taşlama işlemlerinde taşlama kuvveti açısından en düzenli sonuçlar ve pürüzlülük değerleri orta doku olan 5 numaralı taş dokusunda elde edilmiştir.

4.7.3. Taş Sertliğinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

4140 Alaşımlı yapı çeliğinin M sertliğindeki taşla yapılan taşlama işleminde yüzey pürüzlülük değeri R sertliğindeki taşla elde edilen yüzey pürüzlülük değerine oranla fazla olduğu ve aynı kesme derinliklerinde H sertliğindeki taşla yapılan taşlama işleminden elde edilen yüzey pürüzlülük değerinin ise diğer yumuşak taşlarla elde edilen yüzey pürüzlülük değerine göre % 40 daha fazla olduğu ölçülmüştür.

0,01-0,06 mm kesme derinliklerinde taş tane boyutu 46 olan M ve R sertliğindeki taşlarla 1050 Alaşımsız yapı çeliğinde yapılan taşlama işlemleriyle elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinde önemli bir farkın olmadığı yapılan ölçümlerle anlaşılmıştır. H sertliğindeki taşla elde edilen yüzey pürüzlülük değerler diğer M ve R taşlarıyla elde edilen pürüzlülük değerlerine göre daha fazla olduğu ölçülmüştür.

4.7.4. Tablanın Boyuna İlerleme Hızının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Tabla hızındaki artış ile taşlama kuvvetinin doğru orantılı olarak arttığı gözlemleniştir. Tabla hızının artmasıyla (5 m/dak'dan 15 m/dak'ya) 90 taneli taşla yapılan deneysel çalışmada taşlama için gereken kuvvet 36 ve 46 taneli taşlara göre daha fazladır. Taşlama kuvvetinin fazla olması tabla hızının da artması anlamına gelmektedir. Tabla hızının artmasıyla daha küçük taneli taşlarda tane başına birim zamanda kaldıracakları talaş miktarı da artmıştır. 3, 5, 7 dokulu taşlarla düşük tabla hızındaki (5 m/dak) taşlamalarda 1050 Alaşımsız yapı çeliği ve 4140 Alaşımlı yapı çeliğinin yüzey pürüzlülük değerlerinde ciddi farklar ölçülmemiştir. Kesme derinliğinin artmasıyla taşlama için gereken kuvvet artmış ve özellikle taş dokusunun etkisi ile pürüzlülük değerlerinde artma ve azalma gözlemlenmiştir.

4.7.5. Talaş Derinliği ve Taş Bileme Oranının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Talaş derinliği diğer bir ifadeyle paso miktarı taşlama işlemlerinde önemli faktörlerden biridir. 1050 Alaşımsız yapı çeliği ve 4140 Alaşımlı yapı çeliğinin taşlanmak suretiyle elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri belirlenen bütün kesme derinliklerinde farklılıklar göstermiştir. Orta taneli taşla yapılan taşlamalarda oluşan yüzey pürüzlülük değeri her iki malzeme için de azalmıştır. Her iki malzeme için de yüzey pürüzlülük değerleri birbirine yakın ölçülmüştür. Taş tane boyutunun daha da küçülmesiyle (90 taneli) her iki malzeme için düşük kesme derinliğinde pürüzlülük değerleri yakın

olmakla beraber kesme derinliği (paso miktarı) arttığında 4140 Alaşımlı yapı çeliğinde ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri 1050 Alaşımsız yapı çeliğinde ölçülen yüzey pürüzlülük değerlerine oranla daha fazla olduğu görülmüştür. 4140 Alaşımlı yapı çeliğinin yapısında bulunan alaşım elementlerinin yüzey pürüzlülük değerlerine olumsuz etkisi olmuştur.

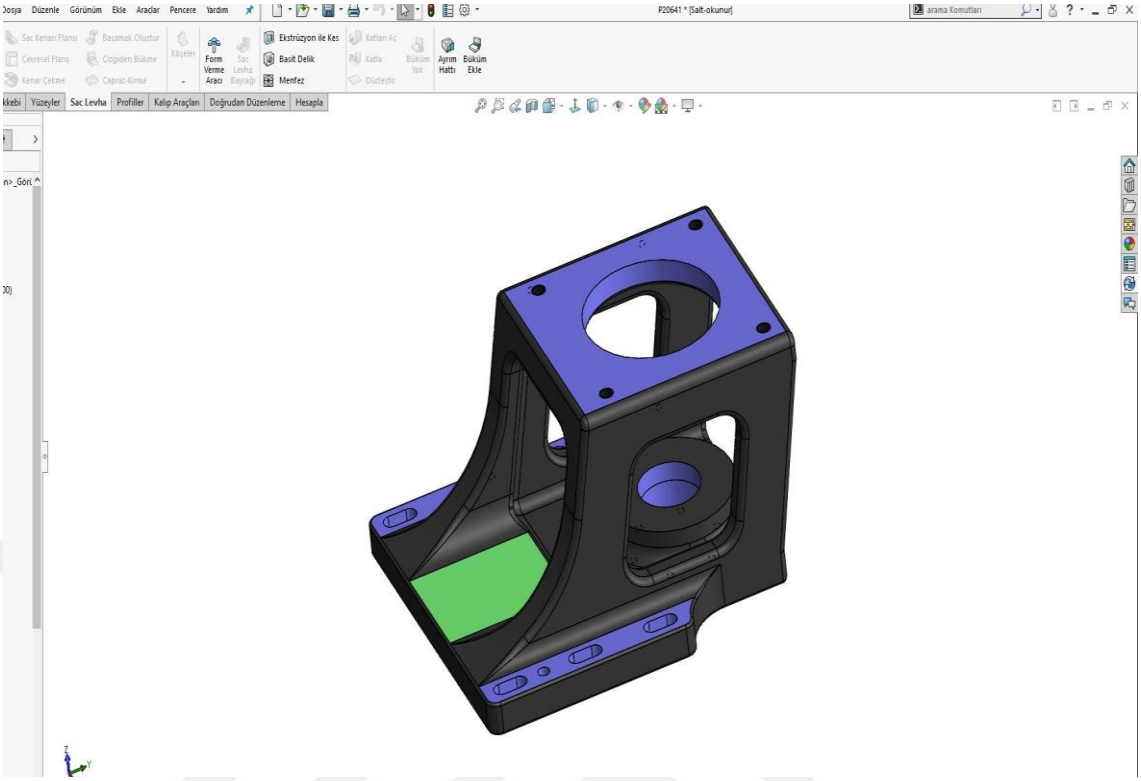
1050 Alaşımsız yapı çeliği ve 4140 Alaşımlı yapı çeliği malzemelerinde ölçülen yüzey pürüzlülük değerlerinde, taş tane boyutunun, taşın sertlik derecesinin ve taş bileme oranının kesme derinliğine oranla daha etkili ve fazla olduğu anlaşılmıştır.

Paso miktarının artırılması yüzey kalitesinin iyileştirilmesinde etkili olduğu görülmüştür.

Belirlenen faktörlerin dışında soğutma sıvısının kullanılması da pürüzlülük değerlerinde etkili olmaktadır. Soğutma sıvısı kullanılarak elde edilen yüzey pürüzlülük paso miktarının artmasıyla az ve orantılı olarak artarken, kuru olarak taşlanan malzemelerden elde edilen pürüzlülük değerleri daha fazla artmıştır. Soğutma sıvısı taşın ısınmasını önlediği için direkt olarak malzemenin pürüzlülüğünü de etkilemektedir.

Soğutma sıvısı kullanılarak yapılan deneylerde taşın yüzeyine çok az talaşın yapıştığı görülmüştür. Ancak soğutma sıvısının kullanılmaması ve kuru olarak taşlamanın yapılması sonucu taşın gözenekleri tamamen dolarak kirli bir görüntü oluşmuştur. Taş gözeneklerinin dolması sonucu malzemeden kaldırılan talaşların temizlenmesi ve tezgahtan uzaklaştırılması zorlaşmış taş kesme yerine kazıma işlemini yaptığı için malzemenin yüzey pürüzlülüğü ciddi şekilde artmıştır. Deneysel çalışma göstermiştir ki soğutma sıvısı da taşlama işlemlerinde yüzey pürüzlülük değerlerinde önemli bir yere sahiptir.

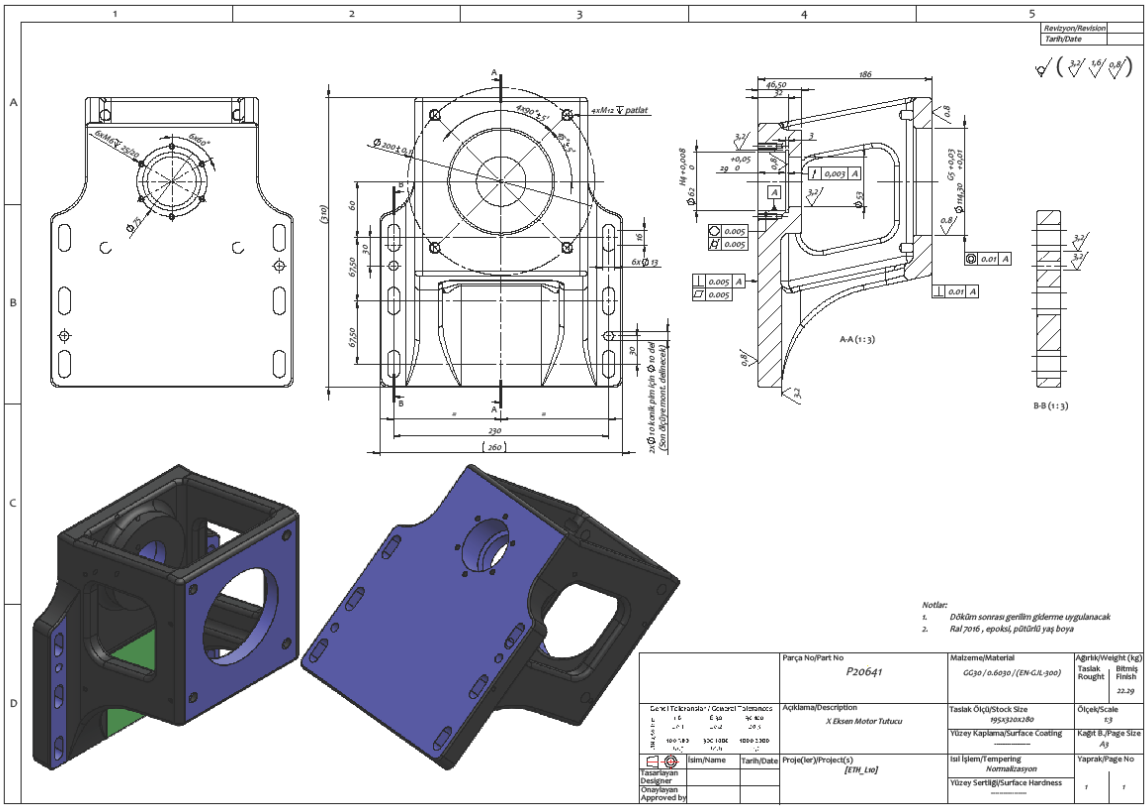
Farklı malzemelere uygulanan taşlama işlemlerinin yanı sıra torna tezgahında kullanılan dökme demirden döküm yoluyla imal edilen parçanın istenen hassasiyet ve yüzey kalitesi de NC Kontrollü taşlama tezgahında elde edilmiştir.



Şekil 129. X Eksen Motor Tutucu Parçasının Katı Modeli



Şekil 130. X Eksen Motor Tutucu Parçasının Döküm Resmi

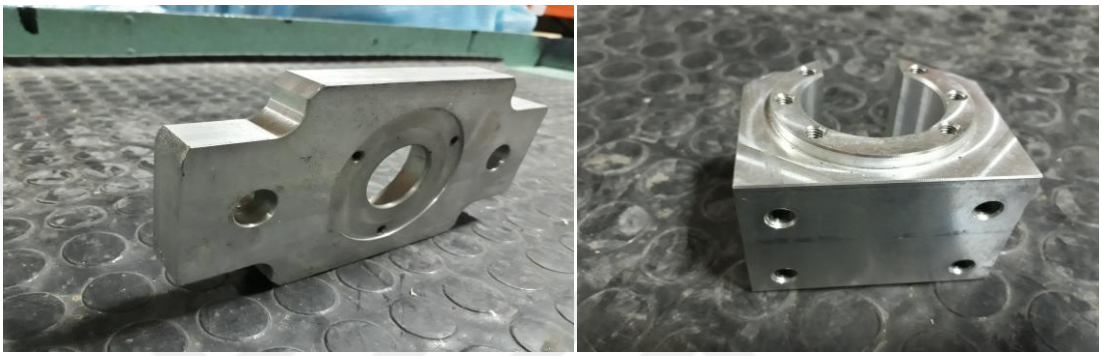


Şekil 131. X Eksen Motor Tutucu Parçasının Teknik Resmi



Şekil 132. X Eksen Motor Tutucu Parçasının Taşlanmış Resmi

Tornanın döküm parçasından başka abkant sac büküm makinesinde kullanılan alüminyum malzemesinden imal edilen X eksen hareketli enkoder rulman yataklama flanş parçası ile aynı malzemeden imal edilen X eksen vidalı mil somun tutucusunun da yüzey taşlama işlemleri NC kontrollü taşlama tezgahında yapılmıştır. Alüminyum malzemesi manyetik tablaya yapışmadığı için mengene kullanılarak sıkıştırılarak sabitlenmiş ve taşlanmıştır.



Şekil 133. Abkantlarda Kullanılan Parçaların Taşlanmış Hali

Yapılan deneyler ışığında bundan sonra yapılacak deneysel çalışmalar için öneriler geliştirilebilir;

- Farklı takım tezgahlarında kullanılan ve taşlama işlemi istenen daha farklı malzemeler seçilebilir.
- Taşlama işleminde istenen kesme derinliğinin bir pasoda alınamaması sebebiyle paso sayısına bağlı olarak taşlama kuvvetlerinin hesaplanmasını sağlayan farklı bir yüzey pürüzlülük modeli geliştirilebilir.
- Taşlama taşının belli bir süreden sonra körelmeye başlaması sebebiyle taş bileme oranı önemli bir prametre olarak tespit edilmiştir. Taş bileme oranının değerleri yüzey pürüzlülük değerleri için incelenebilir ve araştırılabilir.
- Kesme sıvısının taşlama parametresine etkisinin önemi yukarıda anlatılmıştır. Farklı soğutma sıvısı ve debilerinin taşlanmış yüzeylere etkileri incelenebilir.
- Taş tanesi, taş dokusu ve taşın sertlik dereceleri gibi taşlama taşının özelliklerini belirleyen faktörler daha derinlemesine incelenerek ölçülen değerler karşılaştırılabilir.
- Taş dokusu ve taş tanesi küçük olan taşlarda fazla kesme (paso miktarı) derinliğinden kaçınılmalı böylece taşlanan yüzeylerde oluşan çizikler, çarpılmalar giderilebilir.

5. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında NC kontrollü taşlama tezgahının tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Taşlama tezgahı özellikle sanayi sektöründe çok kullanılan takım tezgahıdır. Özellikle talaşlı imalattan sonra hassasiyet istenen yüzeylerin işlenmesinde kullanılır. Tasarımı yapılan NC kontrollü taşlama tezgahı sağlamlık, maliyet, estetik, ergonomi ve fonksiyonellik gibi parametreleri karşılayabilen teknolojik makinedir. Tez çalışmasının her aşamasında mühendislik yaklaşımı ile çözümler geliştirilmiştir. Tasarıma başlamadan önce sektörle alakalı çok geniş bir piyasa araştırılması yapılmıştır. Böylece bu alanda imal edilebilecek en uygun ölçü ve özellikler belirlenmiştir. Tasarımı yapılacak tezgahın ölçüleri ve mekanik özellikleri belirlendikten sonra tasarım yönteminin belirlenmesine geçilmiştir. Bu yöntemler detaylıca araştırılmıştır. Bu yöntemlerden önemli olan tasarım metotları literatür araştırması bölümünde etraflıca incelenmiş, avantaj ve dezavantajları belirtilmiştir. İncelenen metotlar içinde en uygun yöntem belirlenmiştir. Tasarım yöntemi olarak sistematik tasarım yönteminin de tez çalışması için en uygun olduğu görülmüştür. Pahl-Beitzin sistematik tasarım yöntemi referans alınarak NC kontrollü taşlama tezgahının kavramsal tasarım, şekillendirme tasarımı ve detaylı tasarımı aşama aşama gerçekleştirilmiştir. Mühendislik tasarım yöntemleri incelendiğinde sistematik tasarım yönteminin dünyada en çok kullanılan tasarım yöntemi olduğu görülmüştür. Probleme direkt yaklaşımı teşvik etmesi, sadece uzmanlık alanlarında değil tasarım faaliyetlerinin her çeşidi için de uygulanabilir özellikte olması, anlaşılabilir ve icat edilebilirliği teşvik etmesi, optimum çözümler için araştırmayı kolaylaştıran bir yöntem olması, kolayca öğrenilebilen ve öğretilebilen bir

metot olması, modern, ergonomi ve bilimsel etkenler kullanılarak zamandan tasarruf sağlaması, insan hatalarını en aza indirilebilen bir yöntem olması gibi diğer tasarım yöntemlerine göre bir çok üstünlükleri bulunmaktadır. Ayrıca bu yöntem diğer tasarım metotlarıyla da uyumludur.

NC kontrollü taşlama tezgahının tasarım aşamalarında sistematik tasarımın uygulanması bu çalışma için çok verimli olmuştur. Özellikle kavramsal tasarım aşaması tasarımcıya çok farklı seçenekler sunmuştur. Böylece deneme-yanılma yapılarak tasarım için en uygun yol bulunmuştur. Ayrıca bu yöntemde tasarımın eksiklikleri de giderilmiş oldu.

Taşlama tezgahının tasarlanması müşterilerin talepleri ve ihtiyaç listesinin belirlenmesi ile başlamıştır. Belirlenen müşteri taleplerine göre kavramsal tasarımı yapılmıştır. İhtiyaç listesinden sonra tasarıma ait ana fonksiyon ve alt fonksiyon belirlenmiştir. Belirlenen alt fonksiyonlara çözüm önerileri geliştirilmiştir. Daha sonraki adımda tasarım için belirlenen parametreler çelişkiler matrisi kullanılarak değerlendirilmiş ve çeşitli eleme yöntemleri ile son kavramsal tasarım oluşturulmuştur.

Kavramsal tasarım yönteminde belirlenen parametreler belirlenirken en çok kullanılan üç boyutlu CAD tasarım programı olan Solidworks programı kullanılmıştır. Taşlama tezgahında bulunan bütün parçalar tek tek çizilerek montaj resmi oluşturulmuştur. Geliştirilen tasarım sadece bir kavram olmakla birlikte herhangi bir detay veya hesaplama bulunmamaktadır. Gerekli detaylar ve hesaplamalar diğer kısımlarda işlenmiştir.

Taşlama tezgahının kavramsal tasarımı yapıldıktan sonra detay tasarım kısmına geçilmiştir. Tezgahın ana elemanları olan gövde, çapraz kızak, tabla, sütun ve iş kafası gibi döküm parçalarının imalattan en son montaj kısmına kadar olan bütün evreleri detay tasarımda anlatılmıştır. Özellikle dökümlerin takım tezgahlarında işlenmesi, istenen hassasiyete getirilmesi, boyanması, raspalanması, raspa için kontrol ve test aparatlarının tasarlanması, imal edilmesi, kızak kısımlarına turcide-B ile kaplanması ve gerekli yere monte edilmesi gibi işlemler tek tek anlatılmıştır. Detay tasarımda kullanılacak hazır makine elemanları belirlenmiş ve hız, ivme, tork, vidalı mil, motor gücü gibi birçok mühendislik hesaplaması detaylarıyla yapılarak tasarımın son şeklini almıştır. Giydirme sacları lazer tezgahında kesilip abkant (bükme) makinesinde

bükülmüştür. Kaynaklı montaj olacak saclar kaynak yöntemi ile birleştirilmiştir. Tasarımı tamamlanan NC taşlama tezgahının imalat ve montaj resimleri hazırlanmıştır. Resimler; montaj resimleri, parça resimleri ve teknik resimler olarak üç kategoride yapılmıştır. Montaj resimleri kaynaklı montaj ve genel montaj olmak üzere iki şekilde hazırlanmıştır. Genel montaj resminde bağlantı elemanları (cıvata, somun, rondela) kullanılmıştır. İmalat ve montaj kısımları sistematik tasarıma uygun şekilde yapılmış ve sorunsuz bir şekilde tamamlanmıştır.

Montajı tamamlanan tezgahın devreye alınarak, test ve denemelerine geçilmiş birçok malzemenin taşlaması yapılarak tezgah test edilmiştir. Yapılan taşlama işlemi ile istenen ve belirlenen hassasiyete ulaşılıp ulaşılmadığı tespit edilmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında yapılan literatür araştırmaları ve bu araştırmalar ışığında tasarlanan tezgah ile elde edilen bilgiler göstermiştir ki tasarım yöntemleri tasarımcıya büyük ölçüde yardımcı olan, tasarımın çok hızlı, etkili ve verimli olmasını sağlayan, tasarım sürecinin sistematik düzen içerisinde yapılmasını sağlayan yöntemlerdir. Ayrıca her tasarım yönteminin avantaj ve dezavantajları vardır. Önemli olan bu avantaj ve dezavantajları iyice analiz etmek ve tasarım için en uygun yöntemi belirlemektir.

Tasarlanan NC taşlama tezgahı özellikle makine sektöründe çok büyük ihtiyacı karşılamaktadır. Özellikle talaşlı imalatta önemli bir yeri bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında tasarlanan taşlama tezgahında kutu ve prizmatik kızaklar kullanılmıştır. Bu kızaklara birbiri üzerinde çalıştığı için raspalama işlemi yapılmıştır. Raspalama işlemi uzun ve maliyetli bir işlemdir. Daha sonraki tasarımlarda kutu ve prizmatik kızaklar yerine lineer kızaklar kullanılabilir. Fakat lineer ekipmanlar daha maliyetlidir. Ayrıca kutu ve prizmatik kızaklar kullanım açısından uzun ömürlüdür. Tezgahın kullanılmaya başlanması ile bazı kusurlar ve eksiklikler gözlemlenebilir.

Gözlemlenen bu veriler ışığında yapılacak ar-ge çalışmalarıyla taşlama tezgahının daha da geliştirilmesi mümkündür.

KAYNAKÇA

1. Börklü, H.R., "Makina Mühendisliğinde Tasarım ve Tasarım İşlem Modelleri", **Makina Tasarım ve İmalat Dergisi, 3** (1): 35-41 (1995).

2. Birkhofer, H., "The Future of Design Methodology 1st ed.", Springer, London, UK, 1-314 (2011).

3. Cross, N., "Engineering Design Methods: Strategies for Product Design (fourth edition), John Wiley and Sons Ltd., Chichester, 29-41 (2008).

4. French, M. J., "Conceptual Design for Engineers", London, **The Design Council,10**-200 (1985).

5. VDI, "Systematic Approach to the Development and Design of Technical Systems and Products", Beuth Verlag, **VDI-Guideline 2221**, Berlin, 1-44 (1993).

6. Nagy, L., & Jakab, E. (2014). "Functional analysis and mechatronic design of a cam controlled mechanism". **Procedia Engineering, 96**(2), 302–309.

7. Altshuller, G. (1996), "And suddenly the inventor appeared: TRIZ, the theory of inventive problem solving", Technical Innovation Center, Worcester, MA, 1-151

8. Altshuller, G., "And Suddenly the Inventor Appeared: TRIZ, the Theory of Inventive Problem Solving", Technical Innovation Center, Worcester, MA, 1-151 (1996).

9. Altshuller, G., "TRIZ Keys to Technical Innovation", **Technical Innovation Center, Worcester, 7**-131 (2005).

10. Rantanen, K. and Domb, E., "Simplified TRIZ : new problem-solving applications for engineers & manufacturing professionals", CRC Press, USA, 7-8 (2002).

11. Ercan S. ve Hacıevliyagil N. K. (2004), Integration of QFD and TRIZ in product design as a new quality improvement tool, Proceedings of 10th International

.Symposium on Quality Function Deployment Conference, **Technologico De .Monterrey**, 143-156

12. Ilevbare, I. M., Probert, D., & Phaal, R. (2013). A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. **Technovation, 33**(2-3), 30–37.

13. Akao, Y., ed. "Quality Function Deployment", Productivity Press, Cambridge MA, 11-100 (1990).

14. Chen, K. (2005). Data warehouse design for manufacturing execution systems. IEEE International Conference on Mechatronics, 751–756.

15. Nezar, a., & Creighton, M. (2005). "System on chip: Challenges and design for manufacturing, invited. Fifth International Workshop on System-on-Chip for Real-**Time Applications (IWSOC'05)**, 54–59.

16. Lin, X.-W. L. X.-W. (2005). Design for manufacturing with increasing variability. 2005 6th International Conference on ASIC, 1, 38–42.

17. Mascle, C., Mdcanique, D. D. G., Montrial, E. P. De, & Centre-ville, S. (2003). "Decision support system in a design for assembly and disassembly methodology". **5th IEEE International Symposium Assembly and Task Planing**, 10-11.216-211.

18. Zhang, W. Z. W., Wang, C. W. C., & Yu, J. Y. J. (2009). "A design for assembly system for aero engine". (2009) **International Conference on Computer and .Automation Engineering**, 328–331.

19. Lo, S. W., Huang, W. Y., Qiu, S. F., Lin, Y. C., Lin, K. H., Lin, H., & Kuo, T. W.(2011). "A QoS guaranteed cache design for environment friendly computing . Proceedings" - 2011 IEEE/ACM **International Conference on Green Computing and Communications**, GreenCom,62–68.

20. Lindahl, M., Hjelml, O., Sundin, E., & Thuresson, L. (2005). "A guidance system for selecting and appropriate eco-design checklist in the early stage of product

developmant" **International Conferance on Green Copmuting and Com.24**(26), 232–237

21. Harland, J., Harman, D., & Drago, L. (2007). "Design for environment in new semiconductor manufacturing technologies". Proceedings of the 2007 IEEE **International Symposium on Electronics and the Environment**, 91–96.

22. Freiberger, S. (2005). "Design for recycling and remanufacturing of fuel cells". Proceedings - Fourth International Symposium on Environmentally Conscious .**Design and Inverse Manufacturing, Eco Design**, 466–471

23. Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. and Grote, K.H., "Engineering Design – A Systematic Approach", Third Edition, Translated and Edited by Wallace, K., Blessing, L. Springer-Verlag London Limited, London, 10-420 (2007).

24. Tomiyama, T., Gu, P., Jin, Y., Lutters, D., Kind, C. and Kimura, F., "Design methodologies: Industrial and educational applications", **CIRP Annals - Manufacturing Technology, 58** (2): 543-565 (2009).

25. Xu, C., "Computational Foundations for Computer Aided Conceptual Design of Multiple Interaction-State Mechatronic Devices", Doktora Tezi, University of Maryland, 1-201 (2005).

26. Akkurt, M., 1996. "Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları". Birsen Yayınevi, İstanbul, 347 s.

27. Şahin, Y., 2000. Talaş Kaldırma Prensipleri 1, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. ŞTİ., ANKARA 562 S.

28. Çakır M. Cemal, Talaşlı İmalat Yöntemlerinin ve Kesici Takımların Tarihsel Gelişimi Bölüm I, MAKİNE TEK, EYLÜL 1996, Sayı 18, 66 – 69.

29. Kalpakjian, s.,(1991), "Manufacturing Proces For Engineering Materils", Addison-Wesley, New York, S120-121.

30. Güllü, A., (1995), “Silindirik Taşlamada İstenen Yüzey Pürüzlülüğünü Elde Etmek İçin Taşlama Parametrelerinin Bilgisayar Yardımıyla Optimizasyonu”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

31. Kaya, E., (2007),”Silindirik Taşlamada Helisel Kanallı Taşların Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü /Kütahya.

32. **http://www.hamitarslan.com/taslama-tezgahlari.html** (Erişim tarihi: Ocak 2017).

33. Bakerjian, R. 1992. Tool and Manufacturing Engineers Handbook, Society of Manufacturing Engineers, 1,30-58.

34. **http://www.endolineer.com** (Erişim tarihi: Nisan 2017).

35. **http:// www.detamak.com** (Erişim tarihi: Mayıs 2017).

36. TS 291 “Taşlama Taşları “, Türk Standartları, Ankara, 2014

37. Stuart C. SALMON, “Modern Grinding Process Technology” , Mcgraw-Hill. INC. 1992

EKLER

EK 1. Taşlama Tezgahı Parça Listesi

DT.HSG.450 NC TAŞLAMA TEZGAHI PARÇA LİSTESİ						
No	Parça No	Parça Adı	Malzeme	Stok Boyutu	Miktar	S: STANDART ÜRÜN R: RESİMLE İMAL ETTİRİLECEK ÜRÜN
1	DT.HSG.450.100.3001	Sütun	0.6025 (EN-GJL-250)	402x425x1260	1	R
2	DT.HSG.450.100.3003	Sağ sütun kızağı	1.0601 (C60)	30x65x951	1	R
3	DT.HSG.450.100.3002	Sol sütun kızağı	1.0601 (C60)		1	R
4	M10x50_8.8_Civata_DIN 912	M10x50_8.8_Civata_DIN 912			14	S
5	M10x30_SetScrew_DIN 915	M10x30_SetScrew_DIN 915			12	S
6	A10x60_Iç vidalı konik pim_DIN7978_ISO8736	A10x60_Iç vidalı konik pim_DIN7978_ISO8736			2	S
7	A21_DIN125_Rondela	A21_DIN125_Rondela			4	S
8	M20x80_8.8_AA_DIN 931_ISO4014	M20x80_8.8_AA_DIN 931_ISO4014			4	S
9	DT.HSG.450.100.1001	Ana gövde	0.6020 (EN-GJL-200)	750x920x1370	1	R
10	DT.HSG.450.100.1002	Ana gövde turcide	PTFE (general)	1,5x31,82x910	1	R

11	DT.HSG.450.100.1003	Ana gövde Araldit AV 138 yapıştırıcı	Araldit AV 138 M	0,10x25 ,94x31, 82	1	R
12	DT.HSG.450.100.1004	Ana gövde Haerter HV 998 yapıştırıcı	Haerter HV 998	0,10x23 ,42x31, 82	1	R
13	DT.HSG.450.220.3001	Ana gövde sol yağlama kanal aparatı	1,0037 (S235JR)	2x38x9 25	1	R
14	DT.HSG.450.220.3002	Ana gövde sağ yağlama kanal aparatı	1.0037 (S235JR)	2x38x9 25	1	R
15	DT.HSG.450.100.2002	Ayak takozu	1.0503 (C45)	Ø110x4 5	5	R
16	DT.HSG.450.100.2001	Ayak ayar civatası	1.0038 (S235JR G2)	Ø24x95	5	R
17	M24_Somun_DIN924 _ISO4032	M24_Somun _DIN934_ISO 4032			5	S
18	DT.HSG.450.110.1001	Çapraz kızak	0.6020 (EN-GJL-200)	205x14 10x154 0	1	R
19	DT.HSG.450.180.0001	Tabla	0.6020 (EN-GJL-200)	540x11 8x2440	1	R
20	DT.HSG.450.110.1201	Z eksen motor tutucu arka plakası	St 37 (S235JR)	10x105 x145	1	R
21	DT.HSG.450.110.1202	Z eksen motor tutucu yan plaka	St 37 (S235JR)	10x151 x151	1	R
22	DT.HSG.450.110.1204	Z eksen gerdirme takozu	St 37 (S235JR)	10x20x 45	1	R
23	DT.HSG.450.110.1203	Z eksen motor tutucu federi	1.0037 (S235JR)	10x20x 50	2	R
24	M6x20_8.8_DIN 912	M6x20_8.8_ DIN 912			10	S
25	M4x5_DIN913_SetScr ew	M4x5_DIN91 3_SetScrew			2	S

26	Omron Servo Motor(R88M_G75030H_S2)	R88M_G75030H_S2			1	S
27	DT.HSG.450.110.1101	Tahrik dişlisi 24_5m	1,0050 (E295)		2	R
28	M5x20_8.8_DIN 912	M5x20_8.8_DIN 912			8	S
29	A5,3_DIN125_Rondela	A5,3_DIN125_Rondela			33	S
30	DT.HSG.450.110.1002 (CPC_Marka_DFU02505_Standart)	Z eksen ball screw			1	R
31	DT.HSG.450.110.1003	Sürülen dişli 60_5m	1.0503 (C45)		2	R
32	DT.HSG.450.110.1004	Z eksen somun_yatağı	0.6020 (EN-GJL-200)	20x100x104	1	R
33	DT.HSG.450.110.1005	Motor gerdirme pabucu	1.0501 (C35)	23x31x60	2	R
34	FK 20 Uç yatağı	FK20			1	S
35	DT.HSG.450.110.1006	Z eksen uç yatak yuvası	1.0501 (C35)	51x85x86	1	R
36	DT.HSG.450.110.1007	Z ön şok takozu	Vulkalize Kauçuk	25x60x95	1	R
37	A5x5x15_DIN6885_kama	A5x5x15_DIN6885_kama			2	S
38	M4x10_DIN913_SetScrew	M4x10_DIN913_SetScrew			2	S
39	M8x25_8.8_DIN 912	M8x25_8.8_DIN 912			20	S
40	A8.4_DIN125_Rondela	A8.4_DIN125_Rondela			24	S
41	M10x45_8.8_DIN 912	M10x45_8.8_DIN 912			2	S
42	M6x30_8.8_DIN 912	M6x30_8.8_DIN 912			12	S
43	M10x65_8.8_DIN 24017	M10x65_8.8_DIN 24017			2	S
44	DT.HSG.450.110.1008	Z arka şok emici takoz	Vulkalize Kauçuk	20x45x105	1	R
45	M5x25_8.8_DIN 912	M5x25_8.8_			3	S

		DIN 912				
46	M6x25_8.8_DIN 912	M6x25_8.8_ DIN 912			6	S
47	DT.HSG.450.110.1009	HTD 5M kayış			1	R
48	DFU Ballscrew somun	DFU02505			2	S
49	A13_DIN125_Rondela	A13_DIN125 _Rondela			9	S
50	M12x55_30_8.8_DIN 931_ISO4014	M12x55_30_ 8.8_DIN 931_ISO4014			5	S
51	A6x50_Iç vidalı konik pim_DIN7978_ISO873 6	A6x50_Iç vidalı konik pim_DIN797 8_ISO8736			2	S
52	DT.HSG.450.220.2101	Alt plaka	1.0037 (S235JR)	15x210 x420	1	R
53	DT.HSG.450.220.2102	Somun tutucu	1.0037 (S235JR)	45x125 x165	1	R
54	DT.HSG.450.220.2001	Vidalı mil	1.0503 (C45)		1	R
55	DT.HSG.450.220.2201	Çene	1.0503 (C45)	0	1	R
56	DT.HSG.450.220.2202	Kılavuz blok	Plain Carbon Steel	0	1	R
57	Eksenel Rulman_51101	Eksenel Rulman_511 01			2	S
58	DT.HSG.450.220.2002	Özel civata	1.0503 (C45)	Ø35x75	1	R
59	DT.HSG.450.220.2003	El çarkı	Materia l <not specifie d>		1	R
60		Kama_A5x5x 35_DIN6885		5x5x35	1	S
61		Silindirik Pim_5_m6x2 8_Dın7_ISO2 338		Ø5x30	1	S
62		Alyan Başlı Civata_M6x3			8	S

		0_8.8				
63	DT.HSG.450.120.4001	Konik kama	0.6020 (EN-GJL-200)	15x24x450	1	R
64	DT.HSG.450.120.4002	Konik kama turcide		1,5x24x450	1	R
65	DT.HSG.450.120.4003	Konik kama Araldit yapıştırıcı	Araldit AV 138 M	0,10x4,55x24	1	R
66	DT.HSG.450.120.4004	Konik kama Haerter yapıştırıcı	Haerter HV 998	0,10x3,33x24	1	R
67	DT.HSG.450.220.3007	Konik kama yağlama kanal aparatı	1,0037 (S235JR)	2x40x495	1	R
68	DT.HSG.450.120.2001	Taş kafası kızak alt pabuç	0.6025 (EN-GJL-250)	55x100x265	1	R
69	DT.HSG.450.120.2002	Taş kafası kızak pabuç turcide	PTFE (general)	1,5x36x100	2	R
70	DT.HSG.450.120.2003	Taş kafası kızak pabuç Araldit yapıştırıcı	Araldit AV 138 M	0,10x5,60x36	2	R
71	DT.HSG.450.120.2004	Taş kafası kızak pabuç Haerter yapıştırıcı	Haerter HV 998	0,10x4,71x36	2	R
72	DT.HSG.450.220.3006	Alt pabuç yağlama kanal aparatı	1,0037 (S235JR)	2x115x340	1	R
73	DT.HSG.450.120.3001	Taş kafası kızak üst pabucu	0.6025 (EN-GJL-250)	55x100x265	1	R
74	DT.HSG.450.220.3005	Üst pabuç yağlama kanal aparatı	1,0037 (S235JR)	2x120x335	1	R
75	DT.HSG.450.120.1001	Taş Kafası	0,6025 (EN-GJL-250)	336x541x460	1	R

76	Turcide B, 1,6mm	Taş Kafası Turcide		1,5x67x450	1	S
77	DT.HSG.450.120.1002	Taş Kafası Araldit yapıştırıcı	Araldit AV 138 M	0,01x32x56	1	R
78	DT.HSG.450.120.1003	Taş Kafası Haerter yapıştırıcı	Haerter HV 998	0,01x17x56	1	R
79	DT.HSG.450.220.3003	Headstock taban yağlama kanal aparatı	1,0037 (S235JR)	2x54x517	2	R
80	DT.HSG.450.220.3004	Headstock kenar yağlama kanal aparatı	1,0037 (S235JR)	2x28x517	1	R
81	BK 20 vidalı mil uç yatağı	BK 20Yes			1	S
82	M16x65_8.8_DIN 912	M16x65_8.8_DIN 912			10	S
83	M16x45_8.8_DIN 912	M16x45_8.8_DIN 912			4	S
84	M10x1x35_8.8_DIN 1580	M10x1x35_8.8_DIN 1580			2	S
85	M8x70_8.8_28C_DIN 912	M8x70_8.8_28C_DIN 912			4	S
86	M12x55_8.8_DIN 912	M12x55_8.8_DIN 912			6	S
87	DT.HSG.450.120.5001	Y eksen alt şok silindiri	1,0501 (C35)	Ø25x150	1	R
88	DT.HSG.450.120.5002	Y eksen alt şok takozu	Vulkalize Kauçuk	Ø35x35	1	R
89	M10x35_8.8_DIN 912	M10x35_8.8_DIN 912			1	S
90	DT.HSG.450.120.0001	Y eksen takozu	Vulkalize Kauçuk	30x45x95	1	R
91	DT.HSG.450.120.6101	Y motor tutucu flanş	1,0037 (S235JR)	20x145x155	1	R
92	DT.HSG.450.110.6102	Motor çektirme takozu	1,0037 (S235JR)	15x30x70	1	R
93	Omron Motor(R88M_G75030	R88M_G75030H_BS2			1	S

	H_BS2)					
94		5000778 - Servo_Motor_0,75kW_3000dd_HF-KN73J	Material <not specified>		1	S
95	DT.HSG.450.120.0004 (CPC_Marka_DFU02505_Class3)	Y eksen ballscrew	AISI 4340 Steel, normalized		1	R
96	DT.HSG.450.120.0002	Mesafe bileziği	1,0503 (C45)	Ø30x25	1	R
97	M8x30_8.8_DIN 912	M8x30_8.8_ DIN 912			10	S
98	DT.HSG.450.120.0003	HTD 5M 15 Zaman kayışı			1	R
99	G95.07A.002.A62_Spindle_CELLS	G95.07A.002.A62_Spindle_CELLS			1	S
100	DT.HSG.450.140.1002	Taş ön flanş	1,0503 (C45)	Ø35x77	1	R
101	DT.HSG.450.140.1001	Taş arka flanş	1,0503 (C45)	Ø160x20	1	R
102	DT.HSG.450.140.1003	Taş balans pabucu	1,0503 (C45)	Ø150-Ø100x20	3	R
103	M8x55_8.8_DIN 912	M8x55_8.8_ DIN 912			6	S
104	M6x12_DIN 912_SetScrew	M6x12_DIN 912_SetScrew			3	S
105	350x127x40-EKR46H(veyaK)6V13	Kesme taşı		350x127x40	1	S
106	DT.HSG.450.140.0001	Taş somunu	1,0503 (C45)	Ø50x20	1	R
107	Dt.HSG.450.140.0002	Taş sıkma civatası	1,7225 (42CrMo4)	Ø15x30	1	R
108	4kw_1500 rpm_p112-3F-B5	4kw_1500 rpm_p112-3F-B5			1	S
109	A6x6x22_DIN6885_kama	A6x6x22_DIN6885_kama		6x6x22	1	S
110	DT.HSG.450.140.0005	Taş mufaza		Ø12x22	1	R

		kapak sıkma civatası				
111	DIN 471_8_08_Dış Segman	DIN 471_8_08_Dış Segman			1	S
112	M5x10_DIN464_Tırtıl başlı civata	M5x10_DIN464_Tırtıl başlı civata			2	S
113	M8x12_DIN464_Tırtıl başlı civata	M8x12_DIN464_Tırtıl başlı civata			1	S
114	M8x35_8.8_DIN 912	M8x35_8.8_ DIN 912			3	S
115	DT.HSG.450.140.0007	Spindle arka sıkma pabucu	2,0321 (CuZn37)	Ø35x25	2	R
116	DT.HSG.450.140.0008	Spindle ön sıkma pabucu	2,0321 (CuZn37)	Ø30x30	2	R
117	DT.HSG.450.140.0009	Spindle sıkma rondelası	1.0402 (C22)		2	R
118	DT.HSG.450.140.0010	Spindle tapası	Polyamid 6	Ø30x30	2	R
119	DT.HSG.450.140.2001	Taş muhafaza gövde kısmı	1,0037 (S235JR)	2x105x885	1	R
120	DT.HSG.450.140.2005	Taş muhafaza erkek menteşe	1,0503 (C45)	Ø10x30	2	R
121	DT.HSG.450.140.2006	Soğutma sistem tutucusu	1,0503 (C45)	35x35x65	1	R
122	DT.HSG.450.140.2007	Taş muhafaza kapak somunu	1,0503 (C45)	12x22x26	1	R
123	DT.HSG.450.140.2008	Sol Destek parça sacı	1,0037 (S235JR)	4x177x276	1	R
124	DT.HSG.450.140.2002	Taş muhafaza arka kapak	1,0037 (S235JR)		1	R
125	DT.HSG.450.140.2003	Taş muhafaza	1,0037 (S235JR	10x130x130	1	R

		montaj plakası	)			
126	DT.HSG.450.140.2009	Taş muhafaza sensör sacı	1.0037 (S235JR)		1	R
127	DT.HSG.450.140.2004	Sağ Destek parça sacı	1,0037 (S235JR)	4x177x 276	1	R
128	M8 Altıgen Perçin Somun	M8 Altıgen Perçin Somun			4	S
129	DT.HSG.450.140.3001	Taş muhafaza ön sacı	1,0037 (S235JR)	2x278x 424	1	R
130	DT.HSG.450.140.3002	Taş muhafaza dişi menteşe	1,0503 (C45)	Ø10x20	2	R
131	DT.HSG.450.140.3003	Taş muhafaza kapağı sensör tutucu	1,0037 (S235JR)	2x35x4 1	1	R
132	DT.HSG.450.140.4001	Su siperi ön sacı	1,0037 (S235JR)	2x98x1 38	1	R
133	DT.HSG.450.140.4002	Su siper yan sacı	1,0037 (S235JR)	2x33x3 5	2	R
134	DT.HSG.450.140.0006	Taş bileme kapağı	St 37 (S235JR)	2x80x1 00	1	R
135	M5x10_8.8_DIN 7380_ISO7380	M5x10_8.8_ DIN 7380_ISO738 0			32	S
136		Silindir Montaj(ENTE K)	Materia l <not specifie d>		1	S
137	DT.HSG.450.140.2000	Hidrolik Güç Ünitesi (Entek)	Materia l <not specifie d>		1	R
138	DT.HSG.450.160.1000	Soğutma sıvı sistemi			1	R

139	DT.HSG.450.170.0006	Pano bağlantı sacı	1,0037 (S235JR)	5x65x240	2	R
140	M8x30_8.8_AA__ISO4015	M8x30_8.8_AA__ISO4015			4	S
141	DT.HSG.450.170.0001 (Damla pano)	Elektrik panosu		220x460x850	1	R
142	DT.HSG.450.170.0004	Z eksen arka sensör dogu	1.0037 (S235JR)	2x65x70	1	R
143	M12 Sensor (pizzato-IS_212MM_4NO_4N0_S12)	IS_212MM_4NO_4N0_S12			6	S
144	DT.HSG.450.170.0007	Çapraz kızak sensör tutma sacı	1.0037 (S235JR)	3x55x100	1	R
145	DT.HSG.450.170.0002	Y eksen alt sensör tutucu	1.0037 (S235JR)	2x75x140	1	R
146	DT.HSG.450.170.0003	Y eksen üst sensör tutucu	1.0037 (S235JR)	2x40x140	1	R
147	M4x10_8.8_DIN 7380_ISO7380 (Mercimek BC)	M4x10_8.8_DIN 7380_ISO7380 (Mercimek BC)			6	S
148	DT.HSG.450.170.0008	Kablo kanalı sacı	1.0037 (S235JR)	1,5x705x195	1	R
149	Taş muhafaza sensörü 2/2 (pizzato-ZF_STEP_SM_Axxx_A08)	ZF_STEP_SM_Axxx_A08			1	S
150	M4x12_8.8_DIN 912	M4x12_8.8_DIN 912			30	S
151	DT.HSG.450.170.0005	Z eksen ön sensör dogu	1.0037 (S235JR)	2x65x150	1	R
152	M6x15_8.8_DIN 912	M6x15_8.8_DIN 912			4	S
153	Hareketli kablo kanalı (igus-0_828m_2400_03_125_0___24101_03_1_	0_828m_2400_03_125_0___24101_03_1_A___2			1	S

	A___2030_4PZ__A_1)	030_4PZ__A_1				
154	M8x25_8.8_DIN 912	M8x20_8.8_DIN 912			6	S
155	M8x15_8.8_DIN 912	M8x15_8.8_DIN 912			2	S
156	M8_DIN924_ISO4032_Somun	M8_DIN934_ISO4032_Somun			4	S
157	DT.HSG.450.170.0009	Kumanda panel plakası	1,0037 (S235JR)	15x114 x160	1	R
158	DT.HSG.450.170.1100	Kumanda Paneli (Teknokol)			1	S
159	DT.HSG.450.170.1201	Kumanda panel ön sacı	1,0037 (S235JR)	2x305x 340	1	R
160	Taş muhafaza sensörü 1/2 (pizzato-ZF_STEP_SR_ADxxALK_A08)	ZF_STEP_SR_ADxxALK_A08			1	S
161	M4x16_8.8_DIN 912	M4x16_8.8_DIN 912			2	S
162	M4_DIN924_ISO4032_Somun	M4_DIN934_ISO4032_Somun			18	S
163	DT.HSG.450.180.1003	V kızak sıyırıcı keçesi	Yün keçe	5x40x65	2	R
164	DT.HSG.450.180.1001	V kızak sıyırıcı ön sacı	St 37 (S235JR)	2x50x65	2	R
165	DT.HSG.450.180.1002	V kızak sıyırıcı arka sacı	St 37 (S235JR)	2x40x65	2	R
166	Dt.HSG.450.180.2003	Kutu kızak sıyırıcı keçesi	Yün keçe	5x45x65	2	R
167	Dt.HSG.450.180.2001	Kutu kızak sıyırıcı ön sacı	St 37 (S235JR)	2x55x65	2	R
168	Dt.HSG.450.180.2002	Kutu kızak sıyırıcı arka sacı	St 37 (S235JR)	2x40x65	2	R
169	DT.HSG.450.180.0002	Tablo sensör	1,0501	2x50x1	2	R

		pabuç kanalı	(C35)	50		
170	DT.HSG.450.180.0004	Tabla su yolu	1,0402 (C22)	30x30x 165	1	R
171	DT.HSG.450.180.0006	Tabla piston tutucu	1,0501 (C35)	20x40x 145	2	R
172	DT.HSG.450.180.0003	Sensör pabucu	1,0501 (C35)	15x21x 40	2	R
173	M8x35_8.8_DIN653	M8x35_8.8_ DIN653_Tırtıl başlı civata			2	S
174	Manyetik tabla	400x800(eart h chain) manyetik tabla		80x400 x800	1	S
175	DT.HSG.450.180.0005	Manyetik tabla sıkma pabucu	1,0503 (C45)	40x40x 60	2	R
176	DT.HSG.450.180.0007	Tabla kare somun	1,0503 (C45)	10x25x 25	2	R
177	M12x45_8.8_DIN 912	M12x45_8.8 _DIN 912			2	S
178	Kozanli_20170124	Kozanli_2017 0124			1	S
179	M4x10_8.8_DIN 7380_ISO7380	M4x10_8.8_ DIN 7380_ISO738 0			8	S
180	DT.HSG.450.190.0001	Sütun körük sağ sacı	1,0037 (S235JR)	2x180,7 4x990	1	R
181	DT.HSG.450.190.0002	Sütun sol körük sacı	1,0037 (S235JR)	2x0180, 74x990	1	R
182	DT.HSG.450.190.4001	Tabla sensör koruma	St 37 (S235JR)	2x135,0 6x1460	1	R
183	DT.HSG.450.190.4002	Sol tabla sensör sacı	St 37 (S235JR)	2x60,03 x262,45	1	R
184	DT.HSG.450.190.4003	Sağ tabla sensör sacı	St 37 (S235JR)	2x60,03 x262,45	1	R
185	DT.HSG.450.190.0003	Sağ çapraz kızak sacı	1,0037 (S235JR)	2x906x 940,6	1	R

186	DT.HSG.450.190.0004	Sol çapraz kızak sacı	1,0037 (S235JR)	2x906x940,6	1	R
187	DT.HSG.450.190.1001	Tabla sağ yan sacı	1.0037 (S235JR)	2x720x946	1	R
188	DT.HSG.450.190.1002	Tabla sol yan sacı	1.0037 (S235JR)	2x720x946	1	R
189	DT.HSG.450.190.1003	Tabla ön sacı	1.0037 (S235JR)	2x314x2001	1	R
190	DT.HSG.450.190.1004	Tabla arka sacı	1.0037 (S235JR)	2x627x2005	1	R
191	DT.HSG.450.190.1005	Destek sacı	1.0037 (S235JR)	4x73x573,19	2	R
192	DT.HSG.450.190.1006	Sol ön sacı	1.0037 (S235JR)	2x520x675	1	R
193	DT.HSG.450.190.1007	Sağ ön sacı	1.0037 (S235JR)	2x520x675	1	R
194	DT.HSG.450.190.1008	Arka sac destek	1.0037 (S235JR)		1	R
195	DT.HSG.450.190.1009	Ray destek silindir	1.0501 (C35)	Ø20x22	4	R
196	DT.HSG.450.190.2101	Sol kapak ön sacı	1.0037 (S235JR)	2x510x663,5	1	R
197	DT.HSG.450.190.2102	Sol kapak kademe sacı	1,0037 (S235JR)	2x70x776,36	1	R
198	DT.HSG.450.190.2103	Kapak üst küçük kademe sacı	1.0037 (S235JR)	2x20x78	2	R
199	DT.HSG.450.190.2105	Kapak üst destek sacı	1.0037 (S235JR)	2x140x510	2	R
200	DT.HSG.450.190.2106	Sol kapak cam sacı	1.0037 (S235JR)	2x419,6x535	1	R
201	DT.HSG.450.190.2107	Sol kapak destek sacı	1.0037 (S235JR	4x148x548	1	R

			)			
202	DT.HSG.450.190.3106	Kapak iç destek sacı	1,0037 (S235JR)	2x124,24x501	2	R
203	M5x16_DIN7991	M5x16_DIN7991 -			16	S
204	A5,3_DIN125_Rondela	A4,3_DIN125_Rondela			12	S
205	M5_DIN924_ISO4032_Somun	M5_DIN924_ISO4032_Somun			22	S
206	DMC-U1100-140-3001	Alt kapı tekeri	1,0503 (C45)	Ø55x20	4	R
207	SKF 6002 Rulman	SKF 6002 Rulman			4	S
208	DMC-U1100-140-3002	Kapı altı teker pimi	1,0503 (C45)	Ø32 x 22	4	R
209	DIN472_D32_iç_segman	DIN472_D32_iç_segman			4	S
210	M6x12_DIN7991	M6x12_DIN7991			4	S
211	DMC-U1100-140-3003	Alt Kapı Tekeri Rondela	1,0037 (S235JR)	Ø20 x 4	4	R
212	M6x12_8.8_DIN 912	M6x12_8.8_DIN 912			8	S
213	A07_DIN125_Rondela	A07_DIN125_Rondela			8	S
214	DT.HSG.450.190.3001	Kapak pencere	Acrylic (Medium-high impact)	5x349,1x358	2	R
215	DT.HSG.450.190.3101	Sağ kapak ön sacı	1.0037 (S235JR)	DT.HSG.450.190.3101	1	R
216	DT.HSG.450.190.2104	Kapak arka destek sacı	1.0037 (S235JR)	4x148x570	2	R
217	DT.HSG.450.190.3104	Sağ kapak cam sacı	1.0037 (S235JR)	2x419,6x535	1	R
218	DT.HSG.450.190.3105	Sağ kapak destek sacı	1.0037 (S235JR)	4x148x548	1	R
219	DT.HSG.450.190.3103	Sağ kapak	1.0037	2x70x7	1	R

		kademe sacı	(S235JR)	76,36		
220	DT.HSG.450.190.3102	Sağ kapak sıyırıcı sacı	1.0037 (S235JR)	2x30x492,63	1	R
221	DT.HSG.450.190.0005	Sağ pleksiglass	Acrylic (Medium-high impact)	4x76x433	1	R
222	DT.HSG.450.190.0006	Sol pleksiglass	Material <not specified>	6x76x433	1	R
223	DT.HSG.450.190.0007	Sütun arka panjurlu sac	1.0037 (S235JR)	2x380x1030	1	R
224	DT.HSG.450.190.0008	Yan panjurlu sac	1.0037 (S235JR)	2x380x440	1	R
225	DT.HSG.450.190.0009	Gövde sağ yan panjur sacı	1.0037 (S235JR)	2x189,76x348,46	1	R
226	DT.HSG.450.190.0010	Gövde sol yan panjur sacı	1.0037 (S235JR)	2x189,76x348,46	1	R
227	DT.HSG.450.190.0011	Arka panjurlu sac	1.0037 (S235JR)	2x290x340	1	R
228	M4_15_15_E tipi (Alkan Kauçuk)	M4_15_15_E tipi (Alkan Kauçuk)	Material <not specified>	Ø15x20	4	S
229		lfs57-0500_01_1	Material <not specified>		2	S
230	DT.HSG.450.190.0012	Çapraz kızak destek sacı	1.0037 (S235JR)	6x90x490	2	R
231	M5x10_8.8_DIN 912	M5x10_8.8_DIN 912			13	S
232	M8x15_8.8_DIN 912	M8x12_8.8_DIN 912			4	S
233	ELESA+GANTER GN 428-AL-28-250-A-SW	ELESA+GANTER GN 428-AL-28-250-A-	Material <not specifie		2	S

		SW	d>			
234	M10x20_8.8_DIN 912	M10x20_8.8_DIN 912			4	S
235	A10_DIN125_Rondela	A10_DIN125_Rondela			4	S
236	DT.HSG.450.190.5001	Sıyırıcı destek sacı	1,0037 (S235JR)	2x75x560	2	R
237	DT.HSG.450.190.6001	Sıyırıcı sac	1.0037 (S235JR)	2x20x622,66	2	R
238	DT.HSG:450.190.0013	Sütun Tacı	Fibergl as, Kompozit	305x456x520	1	R
239	DT.HSG.450.190.7002	Ray Sacı	1.0037 (S235JR)	4x42,86x1947	1	R
240	DT.HSG.450.190.7001	Ray Mili	1,0503 (C45)	Ø12x1947	1	R
241	M6x12_DIN7991	M6x12_DIN7991_			4	S
242	M6_DIN934_ISO4032_Somun	M6_DIN934_ISO4032_Somun			4	S
243		M5x12DIN_7991			6	S
244	3RV2011-1JA10	MOTOR KORUMA ŞALTERİ-7-10A			1	SIEMENS
245	3RV2011-0KA10	MOTOR KORUMA ŞALTERİ-0,9-1,25A			1	SIEMENS
246	3RV2011-0FA10	MOTOR KORUMA ŞALTERİ-0,35-0,5A			1	SIEMENS
247	3RT2017-1BB41	KONTAKTÖR-24VDC,10A			1	SIEMENS
248	3RH2122-1BB40	KONTAKTÖR-24VDC,8A			1	SIEMENS
249	3RH2131-1BB40	KONTAKTÖR-24VDC,8A			1	SIEMENS

250	3SK1111-1AB30	GÜVENLİK ROLESİ			1	SIEMENS
251	S8VK-C48024	GÜÇ KAYNAĞI-220V AC - 24V DC			1	OMRON
252	5SL6101-7	SİGORTA-1A			1	SIEMENS
253	5SL6102-7	SİGORTA-2A			2	SIEMENS
254	5SL6104-7	SİGORTA-4A			2	SIEMENS
255	5SL6106-7	SİGORTA-6A			1	SIEMENS
256	5SL6110-7	SİGORTA-10A			1	SIEMENS
257	3UG4513-1BR20	FAZ KONTROL ROLESİ			1	SIEMENS
258	TRS 24V DC 1CO	ROLE			12	WEIDMULLER
259	BPR10K	POTANSİYOMETRE-HIZ KONTROLLERİ İÇİN 10k			2	EMAS
260	BPR01K	POTANSİYOMETRE-1k			1	EMAS
261	B100AA20	ANAHTARLI MANDAL BUTON 0-1 POZİSYON 1NO			1	EMAS
262	PSA050AK341E	PAKO ŞALTER			2	EMAS
263	B200E-E	ACİL STOP BUTONU			3	EMAS
264	CM100DY	BAS ÇEK BAŞLAT BUTONU			4	EMAS
265	BA22	1NK KONTAK BLOK - ACİL BUTONU İÇİN			1	EMAS
266	3RV2901-1B	YARDIMCI KONTAK TERMİK İÇİN-YANDAN MONTAJLI 2NO			1	SIEMENS

267	3RV2901-1E	YARDIMCI KONTAK TERMİK İÇİN-ÜSTTEN MONTAJLI 1NO 1NC			2	SIEMENS
268	CB5 / CK5	LED- HAZIR BUTONU İÇİN			1	EMAS
269		ÇEVİRİCİLER-DC24V-DC10V ANALOG GİRİŞ POT'LARI İÇİN			1	
270		ÇEVİRİCİLER-DC24V-DC5V EL ÇARKI İÇİN			1	
271	EMR4-I15-2-A	AKIM ROLESİ-MANYETİK TABLA İÇİN			1	MOELLER
272	Q3E112M4D	İŞ MİLİ MOTORU			1	WAT
273	CP1W-MAD42	PLC			1	OMRON
274	RE13-SAC	TEMASSIZ GÜVENLİK ANAHTARI-OPERATOR KAPISI SENSÖR			1	SICK
275	DOL-0804-W05M	TEMASSIZ GÜVENLİK ANAHTARI-KABLO			1	SICK
276	IME12-04BPSZCOK	SENSÖR-EKSEN SINIRLARI İÇİN			6	SICK
277	I14-M0213	GÜVENLİK ŞARTELİ-MEKANİK KİLİTLEME İÇİN			1	SICK

278	IE14S1	GÜVENLİK ŞARTELİ-AKTUATOR			1	SICK
279	NB10W-TW01B	DOKUNMATİK EKRAN-10 INCH			1	OMRON
280	HD-335A	MANYETİK KONTROLOR			1	HOLDING
281	EET-4080	MANYETİK TABLA			1	
282	3G3MX2-A4040-E	İŞ MİLİ MOTOR SÜRÜCÜSÜ			1	OMRON
283	R88D-GP08H	EKSEN SERVO MOTOR SÜRÜCÜSÜ			1	OMRON

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Orhan Çavuş
Uyruğu: Türkiye (T.C)
Doğum Tarihi ve Yeri: 30.04.1988 - Kayseri
Medeni Durum: Bekar
e-mail: cavusorhan38@hotmail.com
Yazışma Adresi: Mimarsinan mah. Nefi cad. Zap sok. Ender Ap. No:12/2 Kocasinan/Kayseri

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği	2018
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Makine Mühendisliği	2016
Lise	Melikgazi Mustafa Eminoğlu Anadolu Lisesi, Kayseri	2006

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2017-Halen	Taksan Makine	2017
2006-2017	MH Yapı Denetim	2016

YABANCI DİL

İngilizce