İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TERSANE VERİMLİLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: GEMİ İNŞAATINDA MODERN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ VE BELİRSİZLİK SÜREÇLERİNİN UYGULANMASI

DOKTORA TEZİ

Murat ÖZKÖK

Anabilim Dalı : **Gemi İnşaat Mühendisliği**

Programı : **Gemi İnşaat Mühendisliği**

MART 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TERSANE VERİMLİLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: GEMİ İNŞAATINDA MODERN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ VE BELİRSİZLİK SÜREÇLERİNİN UYGULANMASI

DOKTORA TEZİ

Murat ÖZKÖK
(508042005)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08 Ocak 2010
Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Mart 2010

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Metin TAYLAN (İTÜ)
Eş Danışman : Doç. Dr. İsmail H. HELVACIOĞLU(İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Alim YILDIZ (İTÜ)
Prof. Dr. Muhittin SÖYLEMEZ (İTÜ)
Prof. Dr. Ataç SOYSAL (Doğuş Ü.)
Prof. Dr. Ercan KÖSE (KTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Yalçın ÜNSAN (İTÜ)

MART 2010

ÖNSÖZ

Günümüzde, rekabet ortamının oldukça zor olması, üretim yapan firmaların özellikle de tersanelerin üretim süreçlerini yeniden gözden geçirmesini ve belirli bir sürede daha fazla ürünü üretmesini zorunlu kılmıştır. Tersanelerin, özellikle uzakdoğulu rakipleriyle başa çıkmasının yolu bundan geçmektedir. Üretim süreçleri detaylı bir şekilde incelenip, iş istasyonlarının iş akış şemaları belirlenerek, iyileştirilmesi gereken süreçler belirlenmeli ve verimlilik artırılmalıdır. Böylece, daha fazla üretim hedeflenebilir ve bu yapıldığında, tersaneler önemli bir rekabet avantajı elde edebilir.

Yukarıda bahsedilen durumlar gözönüne alındığında, tersanelerde üretim süreçlerinin iyileştirilmesi ile ilgili bir çalışmanın yapılması ihtiyacı hissedilmiş ve bu doğrultuda bu tez çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada, belirli bir blok ele alınarak bu bloğun üretim süreçlerinin oluşturulan bir modelle iyileştirilmesi ve çıktının artırılması amaçlanmıştır. Bunun yanısıra, arıza açısından kritik istasyonlar da belirlenerek, başlangıçta belirlenen üretim hedeflerine ulaşabilmek için planlamacıların önceden almaları gereken tedbirler araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, endüstrinin kullanımına sunulacak şekilde değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın oluşturulmasında bana yol gösteren ve sonsuz destek veren tez danışmanım değerli hocam merhum Prof. Dr. A. Yücel ODABAŞI'na, tezin son aşamasında tez danımanlığımı ve eş danışmanlığımı yapan Prof. Dr. Metin TAYLAN ve Doç. Dr. İsmail H. HELVACIOĞLU'na ve tez çalışmalarım sırasında bana manevi destek sağlayan sevgili anneme, babama ve eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2010 Murat ÖZKÖK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ……	**iii**
İÇİNDEKİLER……	**v**
KISALTMALAR……	**xi**
ÇİZELGE LİSTESİ……	**xiii**
ŞEKİL LİSTESİ……	**xv**
ÖZET……..	**xvii**
SUMMARY……	**xxi**
1. GİRİŞ……	**1**
1.1 Tezin Amacı……..	3
1.2 Literatür Özeti……..	5
1.3 Tezin İçeriği……..	10
2. ÇİFT DİP BLOĞU ÜRETİMİ ve PROSES ANALİZİ (MEVCUT DURUM)…….	**13**
2.1 Çift Dip Bloğu Yapısı……..	14
2.1.1 Çelik tekne yapısı……	14
2.1.1.1 A üretim kademesi……..	14
2.1.1.2 B üretim kademesi……	15
2.1.1.3 C üretim kademesi……	15
2.1.1.4 D üretim kademesi……	16
2.1.1.5 E üretim kademesi…….	16
2.1.1.6 F üretim kademesi……	16
2.1.1.7 G üretim kademesi…….	17
2.1.1.8 H üretim kademesi……	17
2.1.1.9 J üretim kademesi……..	18
2.1.1.10 K üretim kademesi……..	18
2.1.2 Teçhiz yapısı……	19
2.1.2.1 Manhol…….	19
2.1.2.2 Merdiven……...	19
2.1.2.3 Lavra tapası……..	20
2.1.2.4 Tutya…….	20
2.1.2.5 Konteyner dablingleri……	20
2.1.2.6 Sintine kuyusu kapakları……...	21
2.1.3 Boru sistemi yapısı…….	21
2.2 Çift Dip Bloğu Üretiminin Yapıldığı İstasyonlar……	22
2.2.1 Kenar kesim istasyonu (I1)……...	23
2.2.1.1 Kenar kesim istasyonu genel yerleşimi…….	23
2.2.1.2 Kenar kesim istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri…….	24
2.2.1.3 Kenar kesim istasyonunda işlem görecek parçalar……	25
2.2.1.4 Kenar kesim istasyonu işlem süreleri ve proses analizi……..	26
2.2.1.5 Kenar kesim istasyonu bitiş süresi……	26
2.2.2 Pah açma-taşlama istasyonu (I2)……..	26

2.2.2.1 Pah açma-taşlama istasyonu genel yerleşimi……. 26
2.2.2.2 Pah açma-taşlama istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri…… 27
2.2.2.3 Pah açma-taşlama istasyonunda işlem görecek parçalar…… 28
2.2.2.4 Pah açma-taşlama istasyonu işlem süreleri ve proses analizi…… 28
2.2.2.5 Pah açma-taşlama istasyonu bitiş süresi……. 28
2.2.3 Panel imalat istasyonu (I3)…… 29
2.2.3.1 Panel imalat istasyonu genel yerleşimi……. 29
2.2.3.2 Panel imalat istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri……. 30
2.2.3.3 Panel imalat istasyonunda işlem görecek parçalar…… 31
2.2.3.4 Panel imalat istasyonu işlem süreleri ve proses analizi……. 31
2.2.3.5 Panel imalat istasyonu bitiş süresi……. 31
2.2.4 Panel kesim istasyonu (I4)……... 32
2.2.4.1 Panel kesim istasyonu genel yerleşimi……. 32
2.2.4.2 Panel kesim istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri…….. 32
2.2.4.3 Panel kesim istasyonunda işlem görecek parçalar…… 33
2.2.4.4 Panel kesim istasyonu işlem süreleri ve proses analizi……. 33
2.2.4.5 Panel kesim istasyonu bitiş süresi……. 34
2.2.5 Profil punto kaynak istasyonu (I5)…….. 34
2.2.5.1 Profil punto kaynak istasyonu genel yerleşimi……. 34
2.2.5.2 Profil punto kaynak istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri……. 35
2.2.5.3 Profil punto kaynak istasyonunda işlem görecek parçalar…… 36
2.2.5.4 Profil punto kaynak istasyonu işlem süreleri ve proses analizi… 37
2.2.5.5 Profil punto kaynak istasyonu bitiş süresi……. 37
2.2.6 Profil gazaltı kaynak istasyonu (I6)…….. 37
2.2.6.1 Profil gazaltı kaynak istasyonu genel yerleşimi…… 37
2.2.6.2 Profil gazaltı kaynak istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri…… 38
2.2.6.3 Profil gazaltı kaynak istasyonunda işlem görecek parçalar…….. 38
2.2.6.4 Profil gazaltı kaynak istasyonu işlem süreleri ve proses analizi... 39
2.2.6.5 Profil gazaltı kaynak istasyonu bitiş süresi…….. 39
2.2.7 C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu (I7)……. 39
2.2.7.1 C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu genel yerleşimi 39
2.2.7.2 C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri…… 40
2.2.7.3 C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonunda işlem görecek parçalar……..…….. 42
2.2.7.4 C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu işlem süreleri ve proses analizi…… 43
2.2.7.5 C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu bitiş süresi…… 43
2.2.8 C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonu (I8)…… 43
2.2.8.1 C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonu genel yerleşimi 43
2.2.8.2 C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri…… 44
2.2.8.3 C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonunda işlem görecek parçalar……..…….. 44
2.2.8.4 C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonu işlem süreleri ve proses analizi…… 45
2.2.8.5 C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonu bitiş süresi….. 45
2.2.9 Panel hattı sonu taşlama istasyonu (I9)…… 45
2.2.9.1 Panel hattı sonu taşlama istasyonu genel yerleşimi…….. 45
2.2.9.2 Panel hattı sonu taşlama istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri…….. 46

2.2.9.3 Panel hattı sonu taşlama istasyonunda işlem görecek parçalar…. 46
2.2.9.4 Panel hattı sonu taşlama istasyonu işlem süreleri ve proses analizi…… 47
2.2.9.5 Panel hattı sonu taşlama istasyonu bitiş süresi……. 47
2.2.10 Profil kesim istasyonu (I10)……... 47
2.2.10.1 Profil kesim istasyonu genel yerleşimi…… 47
2.2.10.2 Profil kesim istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri…… 48
2.2.10.3 Profil kesim istasyonunda işlem görecek parçalar…….. 49
2.2.10.4 Profil kesim istasyonu işlem süreleri ve proses analizi……... 50
2.2.10.5 Profil kesim istasyonu bitiş süresi…….. 51
2.2.11 Profil eğim istasyonu (I11)……. 51
2.2.11.1 Profil eğim istasyonu genel yerleşimi……. 51
2.2.11.2 Profil eğim istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri……. 52
2.2.11.3 Profil eğim istasyonunda işlem görecek parçalar…… 53
2.2.11.4 Profil eğim istasyonu işlem süreleri ve proses analizi……..... 53
2.2.11.5 Profil eğim istasyonu bitiş süresi…… 53
2.2.12 Nest kesim istasyonu (I12)……. 54
2.2.12.1 Nest kesim istasyonu genel yerleşimi……. 54
2.2.12.2 Nest kesim istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri……. 55
2.2.12.3 Nest kesim istasyonunda işlem görecek parçalar…… 57
2.2.12.4 Nest kesim istasyonu işlem süreleri ve proses analizi……..... 58
2.2.12.5 Nest kesim istasyonu bitiş süresi……. 58
2.2.13 Ön imalat istasyonu (I13)……... 59
2.2.13.1 Ön imalat istasyonu genel yerleşimi……... 59
2.2.13.2 Ön imalat istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri…… 60
2.2.13.3 Ön imalat istasyonunda işlem görecek parçalar……. 62
2.2.13.4 Ön imalat istasyonu işlem süreleri ve proses analizi……..... 63
2.2.13.5 Ön imalat istasyonu bitiş süresi…….. 63
2.2.14 Jig istasyonu (I14)…….. 63
2.2.14.1 Jig istasyonu genel yerleşimi…….. 63
2.2.14.2 Jig istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri…….. 64
2.2.14.3 Jig istasyonunda işlem görecek parçalar……. 65
2.2.14.4 Jig istasyonu işlem süreleri ve proses analizi……..... 65
2.2.14.5 Jig istasyonu bitiş süresi…….. 65
2.2.15 Saç eğim istasyonu (I15)…… 66
2.2.15.1 Saç eğim istasyonu genel yerleşimi…… 66
2.2.15.2 Saç eğim istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri…… 66
2.2.15.3 Saç eğim istasyonunda işlem görecek parçalar…….. 67
2.2.15.4 Saç eğim istasyonu işlem süreleri ve proses analizi……..... 67
2.2.15.5 Saç eğim istasyonu bitiş süresi…… 68
2.2.16 Blok montaj istasyonu (I16)……... 68
2.2.16.1 Blok montaj istasyonu genel yerleşimi……... 68
2.2.16.2 Blok montaj istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri…… 69
2.2.16.3 Blok montaj istasyonunda işlem görecek parçalar……. 70
2.2.16.4 Blok montaj istasyonu işlem süreleri ve proses analizi……... 70
2.2.16.5 Blok montaj istasyonu bitiş süresi…….. 70
3. MODEL …….. 71
3.1 Modern Süreçler……. 71
3.1.1 Sürekli iyileştirme (Kaizen)……. 71
3.1.2 Darboğaz teorisi……... 76

3.1.3 Simülasyon…….. 78
3.2 İyileştirme Süreci Modeli…… 81
3.2.1 Kalite çemberinin belirlenmesi (problemin belirlenmesi)…….. 83
3.2.2 Kalite çemberinin seçilme nedenleri…… 83
3.2.3 Kalite kontrol ekibinin oluşturulması…….. 83
3.2.4 Balık kılçığı diyagramının (sebep-sonuç diyagramı) oluşturulması… 83
3.2.5 Mevcut durumun elde edilmesi…… 84
3.2.6 Mevcut durumun değerlendirilmesi ve kritik istasyonun (darboğaz) belirlenmesi…… 84
3.2.7 Mevcut durum öneriler…… 84
3.2.8 Önerilerin mevcut duruma yansıtılması ve Yeni Durum N'nin elde edilmesi…… 84
3.2.9 Yeni Durum N'nin değerlendirilmesi ve kritik istasyonun bulunması…… 85
3.2.10 Arıza hallerinin mevcut durum-ideal duruma uygulanması ve çıktıya olan etkilerinin karşılaştırılması…… 85
4. UYGULAMA…….. 87
4.1 Konunun Seçilmesi……..... 87
4.2 Konunun Seçilme Nedenleri……... 87
4.3 Kalite Kontrol Ekibinin Oluşturulması…….. 88
4.4 Balık Kılçığı Diyagramının (Sebep-Sonuç Diyagramı) Oluşturulması…. 88
4.5 Mevcut Durum Analizi…….. 91
4.6 Mevcut Durumun Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun (Bottleneck) Belirlenmesi…… 101
4.7 Mevcut Durum Üzerine Öneriler …….. 102
4.8 Önerilerin Mevcut Sisteme Yansıtılması (Yeni Durum1'in Elde Edilmesi)……. 104
4.9 Yeni Durum1'in Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi…. 107
4.10 Yeni Durum1 Üzerine Öneriler…… 108
4.11 Önerilerin Yeni durum1'e Yansıtılması (Yeni Durum2'nin Elde Edilmesi)……... 108
4.12 Yeni Durum2'nin Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi. 110
4.13 Yeni Durum2 Üzerine Öneriler……. 111
4.14 Önerilerin Yeni Durum2'e Yansıtılması (Yeni Durum3'ün Elde Edilmesi)……... 111
4.15 Yeni Durum3'ün Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi.. 113
4.16 Yeni Durum3 Üzerine Öneriler…… 114
4.17 Önerilerin Yeni Durum3'e Yansıtılması (Yeni Durum4'ün Elde Edilmesi)……... 114
4.18 Yeni Durum4'ün Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi.. 115
4.19 Yeni Durum4 Üzerine Öneriler…… 116
4.20 Önerilerin Yeni Durum4'e Yansıtılması…….. 116
4.21 Yeni Durum5'in Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi.. 117
4.22 Yeni Durum5 Üzerine Öneriler……. 118
4.23 Önerilerin Yeni Durum5'e Yansıtılması (Yeni Durum6'nın Elde Edilmesi)……... 118
4.24 Yeni Durum6'nın Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi. 119
4.25 Yeni Durum6 Üzerine Öneriler …… 120
4.26 Önerilerin Yeni Durum6'a Yanısıtılması (Yeni Durum7'nin Elde Edilmesi)……... 120

4.27 Yeni Durum7'nin Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi. 122
4.28 Mevcut Durum-Yeni Durum7 Karşılaştırması ve Ideal Durumun Belirlenmesi…….. 123
4.29 Arıza Hallerinin Mevcut Durum-Ideal Duruma Uygulanması ve Çıktıya Olan Etkilerinin Karşılaştırılması……. 138
4.29.1 Mevcut duruma uygulanan arıza halleri…….. 139
4.29.2 Yeni durum1'e uygulanan arıza halleri…… 143
4.29.3 Yeni durum2'e uygulanan arıza halleri…… 147
4.29.4 Yeni durum3'e uygulanan arıza halleri…… 151
4.29.5 Yeni durum4'e uygulanan arıza halleri…… 155
4.29.6 Yeni durum5'e uygulanan arıza halleri…… 159
4.29.7 Yeni durum6'a uygulanan arıza halleri…… 163
4.29.8 Yeni durum7'e uygulanan arıza halleri…… 167
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER…… 173
KAYNAKLAR…… 181
EKLER…… 185

KISALTMALAR

ABD	**:** Amerika Birleşik Devletleri
CNC	**:** Computer Numerical Control
M.D.	**:** Mevcut Durum
NSRP	**:** National Shipbuilding Research Programme
TEU	**:** Twenty Foot Equivalent Unit
Y.D.1	**:** Yeni Durum1
Y.D.2	**:** Yeni Durum2
Y.D.3	**:** Yeni Durum3
Y.D.4	**:** Yeni Durum4
Y.D.5	**:** Yeni Durum5
Y.D.6	**:** Yeni Durum6
Y.D.7	**:** Yeni Durum7

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Suprarex P-5000 kesim tezgahının hız değerleri…….. 24
Çizelge 2.2 : I1 istasyonu vinçleri……. 25
Çizelge 2.3 : I1 istasyonunda kenar kesim sonucu üretilen parçalar……. 25
Çizelge 2.4 : I2 istasyonu vinçleri…….. 28
Çizelge 2.5 : I2 istasyonunda işlem görecek parçalar ve ait oldukları yapılar…….. 28
Çizelge 2.6 : IMG tozaltı kaynak tezgahı hız değerleri……. 30
Çizelge 2.7 : I3 istasyonunda işlem görecek parçalar ve ait oldukları yapılar…… 31
Çizelge 2.8 : Telerex 14500 tezgah özellikleri…….. 33
Çizelge 2.9 : I5 istasyonunda kullanılan vincin özellikleri……. 36
Çizelge 2.10 : I5 istasyonunda işlem görecek olan parçalar ve ait oldukları yapılar…….. 36
Çizelge 2.11 : I6 istasyonunda işlem görecek olan parçalar ve ait oldukları yapılar…… 38
Çizelge 2.12 : Ekiplere atanan yapılar ve parçalar……. 40
Çizelge 2.13 : I7 istasyonunda kullanılan elektrod kaynagı ve özellikleri……. 41
Çizelge 2.14 : I7 istasyonunda kullanılan taşlama motoru ve özellikleri…….. 41
Çizelge 2.15 : I7 istasyonunda kullanılan vinç ve özellikleri…… 42
Çizelge 2.16 : I7 istasyonunda işlem görecek olan yapılar ve tekil parçalar…….. 42
Çizelge 2.17 : I8 istasyonu ekiplere atanan yapılar ve parçalar…….. 44
Çizelge 2.18 : I8 istasyonunda işlem görecek olan yapılar ve tekil parçalar……. 44
Çizelge 2.19 : I9 istasyonu ekiplere atanan yapılar ve parçalar…….. 46
Çizelge 2.20 : I9 istasyonunda işlem görecek parçalar…….. 46
Çizelge 2.21 : I10 istasyonunda kullanılan vinçler…… 48
Çizelge 2.22 : IMG profil kesim tezgahı özellikleri…… 49
Çizelge 2.23 : I10 istasyonunda işlenecek profiller ve üretilen profiller…… 50
Çizelge 2.24 : I11 istasyonunda kullanılan tavan vinci özellikleri..... 53
Çizelge 2.25 : I11 istasyonunda işlem görecek profiller…… 53
Çizelge 2.26 : Suprarex P-8500 tezgah özellikleri……. 56
Çizelge 2.27 : I12'de kullanılan vinçlerin özellikleri…… 57
Çizelge 2.28 : I12 nest kesim istasyonunda işlem görecek parçalar……. 57
Çizelge 2.29 : I13 istasyonu yapılara atanan işçi sayıları……. 60
Çizelge 2.30 : I13 istasyonu kaynak teçhizleri…….. 60
Çizelge 2.31 : I13 istasyonunda kullanılan elektrod kaynagı ve özellikleri……. 61
Çizelge 2.32 : I13 istasyonunda kullanılan tavan vinçleri……. 61
Çizelge 2.33 : I13 istasyonunda işlem görecek parçalar ve yapıları……. 62
Çizelge 2.34 : I14 istasyonunda kullanılan vinçler…… 65
Çizelge 2.35 : I14 istasyonunda işlem görecek parçalar……. 65
Çizelge 2.36 : I15 istasyonunda kullanılan vinçler……. 67
Çizelge 2.37 : I15 istasyonunda işlem görecek parçalar…… 67
Çizelge 2.38 : I16 istasyonunda kullanılan vinçler……. 70
Çizelge 2.39 : I16 istasyonunda işlem görecek parçalar…… 70

Çizelge 4.1 : Çift dip bloğu üretiminin yapıldığı istasyonlar 91
Çizelge 4.2 : Istasyonlar arasındaki malzeme akış ilişkisi……. 92
Çizelge 4.3 : Mevcut durum'da belirlenen istasyon bitiş süreleri……. 124
Çizelge 4.4 : Yeni Durum1'de belirlenen istasyon bitiş süreleri…… 124
Çizelge 4.5 : Yeni Durum2'de belirlenen istasyon bitiş süreleri…… 125
Çizelge 4.6 : Yeni Durum3'de belirlenen istasyon bitiş süreleri…… 125
Çizelge 4.7 : Yeni Durum4'de belirlenen istasyon bitiş süreleri…… 126
Çizelge 4.8 : Yeni Durum5'de belirlenen istasyon bitiş süreleri…… 126
Çizelge 4.9 : Yeni Durum6'de belirlenen istasyon bitiş süreleri…… 127
Çizelge 4.10 : Yeni Durum7'de belirlenen istasyon bitiş süreleri…….. 127
Çizelge 4.11 : Her durum için üretilen blok sayısı (deterministik, normal ve beta dağılımlı)…… 128
Çizelge 4.12 : Her durum için blok üretim süresi (deterministik, normal ve beta dağılımlı)……. 128
Çizelge 4.13 : Arıza hallerinin mevcut durum üzerindeki etkisi (deterministik)…... 139
Çizelge 4.14 : Arıza hallerinin Yeni Durum1 üzerindeki etkisi (deterministik)…… 143
Çizelge 4.15 : Arıza hallerinin Yeni Durum2 üzerindeki etkisi (deterministik)…… 147
Çizelge 4.16 : Arıza hallerinin Yeni Durum3 üzerindeki etkisi (deterministik)…… 151
Çizelge 4.17 : Arıza hallerinin Yeni Durum4 üzerindeki etkisi (deterministik)…… 155
Çizelge 4.18 : Arıza hallerinin Yeni Durum5 üzerindeki etkisi (deterministik)…… 159
Çizelge 4.19 : Arıza hallerinin Yeni Durum6 üzerindeki etkisi (deterministik)…… 163
Çizelge 4.20 : Arıza hallerinin Yeni Durum7 üzerindeki etkisi (deterministik)…… 167
Çizelge 5.1 : Yapılan değişikliklerin ekipman ve işçi sayıları üzerindeki etkisi… 176
Çizelge A.1 : Çift dip bloğu çelik tekne bölümü saç malzeme listesi…….. 187
Çizelge A.2 : Çift dip bloğu çelik tekne bölümü stifner malzeme listesi…….. 189
Çizelge A.3 : Çift dip bloğu çelik tekne bölümü profil malzeme listesi…… 190
Çizelge A.4 : Çift dip bloğu teçhiz malzeme listesi……... 191
Çizelge A.5 : Çift dip bloğu boru malzeme listesi……. 192
Çizelge L.1: Üretim sistemi çıktı miktarı (deterministik)……. 217
Çizelge L.2: Üretim sistemi çıktı miktarı (normal dağılım)……. 217
Çizelge L.3: Üretim sistemi çıktı miktarı (beta dağılımı)……. 217
Çizelge M.1: Mevcut Durum kuyruk bekleme süreleri……. 219
Çizelge M.2: Yeni Durum1 kuyruk bekleme süreleri…… 219
Çizelge M.3: Yeni Durum2 kuyruk bekleme süreleri…… 220
Çizelge M.4: Yeni Durum3 kuyruk bekleme süreleri…… 220
Çizelge M.5: Yeni Durum4 kuyruk bekleme süreleri…… 221
Çizelge M.6: Yeni Durum5 kuyruk bekleme süreleri…… 221
Çizelge M.7: Yeni Durum6 kuyruk bekleme süreleri…… 222
Çizelge M.8: Yeni Durum7 kuyruk bekleme süreleri…… 222

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : 312 nolu çift dip bloğunun gemi üzerindeki konumu…… 14
Şekil 2.2 : Tekil profil parçası……. 15
Şekil 2.3 : Tekil saç parçası…… 15
Şekil 2.4 : C üretim kademesi yapısı……... 15
Şekil 2.5 : D üretim kademesi yapısı……... 16
Şekil 2.6 : E üretim kademesi yapısı……... 16
Şekil 2.7 : F üretim kademesi yapısı……... 17
Şekil 2.8 : G üretim kademesi yapısı……... 17
Şekil 2.9 : H üretim kademesi yapısı……... 18
Şekil 2.10 : J üretim kademesi yapısı……. 18
Şekil 2.11 : K üretim kademesi yapısı……. 18
Şekil 2.12 : Manholün şematik görünümü……. 19
Şekil 2.13 : Merdivenin şematik görünümü…… 19
Şekil 2.14 : Lavra tapasının şematik görünümü…… 20
Şekil 2.15 : Tutyanın şematik görünümü…… 20
Şekil 2.16 : Konteyner dablinginin şematik görünümü…….. 20
Şekil 2.17 : Sintine kuyusu kapağının şematik görünümü…….. 21
Şekil 2.18 : Bir boru sisteminin şematik görünümü…… 22
Şekil 2.19 : Kenar kesim istasyonu (I1) genel yerleşimi…… 23
Şekil 2.20 : Pah açma-taşlama istasyonu (I2) genel yerleşimi…… 26
Şekil 2.21 : Panel imalat istasyonu (I3) genel yerleşimi…… 29
Şekil 2.22 : Panel kesim istasyonu (I4) genel yerleşimi……. 32
Şekil 2.23 : Profil punto kaynak istasyonu (I5) genel yerleşimi……. 34
Şekil 2.24 : Profil boğaz kaynak istasyonu (I6) genel yerleşimi……. 37
Şekil 2.25 : C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu (I7) genel yerleşimi…….. 39
Şekil 2.26 : C ve D kademe ürünleri gazaltı kaynak istasyonu (I8) genel yerleşimi……. 43
Şekil 2.27 : Panel hattı sonu taşlama istasyonu (I9) genel yerleşimi….. 45
Şekil 2.28 : Profil kesim istasyonu (I10) genel yerleşimi……. 47
Şekil 2.29 : Profil eğim istasyonu (I11) genel yerleşimi……... 51
Şekil 2.30 : Nest kesim istasyonu (I12) genel yerleşimi……... 54
Şekil 2.31 : Ön imalat istasyonu (I13) genel yerleşimi……. 59
Şekil 2.32 : Jig istasyonu (I14) genel yerleşimi…… 63
Şekil 2.33 : Pres (saç eğim) istasyonu (I15) genel yerleşimi…… 66
Şekil 2.34 : Blok montaj istasyonu (I16) genel yerleşimi……. 68
Şekil 3.1 : Balık kılçığı diyagramının şematik gösterimi…… 74
Şekil 3.2 : Arena create modülü……. 79
Şekil 3.3 : Arena process modülü…… 80

Şekil 3.4 : Arena assign modülü…… 80
Şekil 3.5 : Arena decide modülü…… 80
Şekil 3.6 : Arena batch modülü…….. 80
Şekil 3.7 : Arena seperate modülü…….. 81
Şekil 3.8 : Arena dispose modülü…… 81
Şekil 3.9 : İyileştirme süreci modeli…… 82
Şekil 4.1 : Balık kılçığı diyagramı…… 90
Şekil 4.2 : Mevcut durum istasyon bitiş süreleri…….. 101
Şekil 4.3 : Yeni Durum1 istasyon bitiş süreleri……. 107
Şekil 4.4 : Yeni Durum2 istasyon bitiş süreleri……. 110
Şekil 4.5 : Yeni Durum3 istasyon bitiş süreleri……. 113
Şekil 4.6 : Yeni Durum4 istasyon bitiş süreleri……. 115
Şekil 4.7 : Yeni Durum5 istasyon bitiş süreleri……. 117
Şekil 4.8 : Yeni Durum6 istasyon bitiş süreleri……. 119
Şekil 4.9 : Yeni Durum7 istasyon bitiş süreleri……. 122
Şekil 4.10 : Bütün durumlar için üretilen blok sayısı (deterministik)... 128
Şekil 4.11 : Bütün durumlar için üretilen blok sayısı (normal dağılım) 129
Şekil 4.12 : Bütün durumlar için üretilen blok sayısı (beta dağılım)… 129
Şekil 4.13 : Bütün durumlar için blok üretim süresi (deterministik)… 129
Şekil 4.14 : Bütün durumlar için blok üretim süresi (normal dağılım). 130
Şekil 4.15 : Bütün durumlar için blok üretim süresi (beta dağılım)….. 130
Şekil 4.16 : Mevcut durum üretilen blok sayısı…… 131
Şekil 4.17 : Yeni Durum1 üretilen blok sayısı…….. 131
Şekil 4.18 : Yeni Durum2 üretilen blok sayısı…….. 132
Şekil 4.19 : Yeni Durum3 üretilen blok sayısı…….. 132
Şekil 4.20 : Yeni Durum4 üretilen blok sayısı…….. 133
Şekil 4.21 : Yeni Durum5 üretilen blok sayısı…….. 133
Şekil 4.22 : Yeni Durum6 üretilen blok sayısı…….. 133
Şekil 4.23 : Yeni Durum7 üretilen blok sayısı……... 134
Şekil 4.24 : Mevcut durum blok üretim süresi……. 134
Şekil 4.25 : Yeni Durum1 blok üretim süresi…… 135
Şekil 4.26 : Yeni Durum2 blok üretim süresi…… 135
Şekil 4.27 : Yeni Durum3 blok üretim süresi…… 135
Şekil 4.28 : Yeni Durum4 blok üretim süresi…… 136
Şekil 4.29 : Yeni Durum5 blok üretim süresi……. 136
Şekil 4.30 : Yeni Durum6 blok üretim süresi…… 136
Şekil 4.31 : Yeni Durum7 blok üretim süresi…… 137
Şekil 4.32 : Mevcut durum sistem çıktısını değiştiren arıza oranları… 140
Şekil 4.33 : Yeni Durum1 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları….. 144
Şekil 4.34 : Yeni Durum2 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları….. 148
Şekil 4.35 : Yeni Durum3 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları….. 152
Şekil 4.36 : Yeni Durum4 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları….. 156
Şekil 4.37 : Yeni Durum5 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları….. 160
Şekil 4.38 : Yeni Durum6 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları….. 164
Şekil 4.39 : Yeni Durum7 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları….. 168
Şekil 5.1 : Mevcut durum'dan Yeni Durum7'e olan geçişler……. 175

TERSANE VERİMLİLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ: GEMİ İNŞAATINDA MODERN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ VE BELİRSİZLİK SÜREÇLERİNİN UYGULANMASI

ÖZET

Global çapta üretim yapan şirketler için rekabet ortamı gün geçtikçe daha da zorlaşmaktadır. Tersanelerin global çapta rakiplerine üstünlük sağlayabilmesi için, diğer endüstriyel kuruluşlarda olduğu gibi, üretim sistemlerini ve süreçlerini gözden geçirmesi ve sistem üzerinde bazı iyileştirmeleri yapması ve sürekli iyileştirme ilkesini benimsemesi gerekmektedir.

Sistemler, kendi hallerine bırakıldıklarında, sürekli olarak bir kötüye gidiş sözkonusu olmaktadır. Hiçbir sistem, üzerinde iyileştirme yapılmaksızın kendiliğinden süreçlerini mükemmele götüremez. Sistemlerin sürekli olarak daha iyiye gidebilmesi için değişikliklere ve iyileştirmelere ihtiyaçları vardır.

Sürekli iyileştirme süreci, özellikle, uzakdoğu ülkelerinde yaşam politikası olarak hayatın içine girmiştir. İnsanlar, sürekli iyileştirme politikasını günlük hayatlarına uyguladıkları gibi, şirketler de kendi süreçlerine uygulamaktadırlar. Böylelikle, insanlar hayat kalitelerini, şirketler ise süreçlerini sürekli olarak daha iyiye götürmektedirler.

Süreçlerin iyileştirilmesi sürekli olarak yapılmalıdır. Sürekli iyileştirme ilkesi bütün şirket çalışanları tarafından benimsenmeli ve sürekli olarak sistemin çıktısını artırmaya yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Tersaneler, üretim süreçlerini iyileştirdiklerinde ve daha verimli ve hızlı bir şekilde üretim yaptıklarında, yıllık gemi üretim sayılarını artıracaklar ve önemli bir rekabet avantajı elde edeceklerdir. Yıllık gemi üretim sayısının artırılması, tersanelerin cirosunu artıracak ve daha fazla nakit girişinin olmasını sağlayacaktır. Ayrıca, çalışanların moral ve motivasyonu da artacaktır. Bunların olabilmesi için, tersanelerin, diğer üretim kademeleri ile birlikte belirli bir sürede ürettikleri blok sayısını artırması gerekmektedir. Sistem çıktısını artırabilmek için, mevcut sistem üzerinde bazı değişikliklerin ve iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir.

İyileştirme sürecinde, öncelikle, mevcut sistem analizi yapılmalıdır. Mevcut durumdaki üretim süreçleri veya prosesleri detaylı bir biçimde analiz edilmeli ve süreçler üzerinde çalışmalar yapılarak bazı iyileştirmelerin yapılmasına çalışılmalıdır. Yapılan bu iyileştirmeler, sistem çıktısını yani belirli bir sürede üretilebilecek ürün miktarını artıracak nitelikte olmalıdır.

Çalışmanın temelde iki amacı vardır. Birincisi, ele alınan bir üretim sistemini, oluşturulan bir iyileştirme süreci modeli ile sürekli iyileştirme ilkelerini uygulayarak sistemin çıktı değerini artırmaktır. İkinci amaç ise, planlayıcıların, sistem üzerinde meydana gelebilecek arıza durumlarında, önceden önlem alabilmeleri için arızaya karşı hassas istasyonları belirlemektir.

Bu çalışmada, 1150 TEU'luk konteyner gemisine ait 312 nolu çift dip bloğu ve bu bloğun üretim süreçleri ele alınmıştır. Bu blok, sandviç yapısının yanısıra, kutu bloklara da sahip olduğu için, üretiminde, tersanede çelik üretiminin yapıldığı hemen hemen bütün iş istasyonları görev yapmaktadır. Dolayısıyla, üretim süreci analizinde, çelik üretiminin yapıldığı iş istasyonları sürece dahil olacak ve çalışmanın sahası genişletilmiş olacaktır. Bu çalışmada, bu bloğun ele alınmasının en önemli sebebi budur.

Çalışmanın başlangıç aşamasında, öncelikle bir iyileştirme süreci modeli oluşturulmuştur. Bu iyileştirme süreci modeli, Kaizen, darboğaz teorisi ve Arena simülasyon gibi modern yöntemleri içermektedir. Model oluşturulduktan sonra, ele alınan çift dip bloğunun çevrim süresinin kısaltılması problem olarak belirlenmiştir. Bu problemi çözebilmek yani çift dip bloğunun çevrim süresini kısaltabilmek için, oluşturulan iyileştirme süreci modeli adım adım takip edilmiştir.

Model içersinde, mevcut durumun detaylı olarak proses analizinin yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada ele alınan çift dip bloğu çelik montaj işlemleri 16 adet istasyonda gerçekleştirilmektedir. Mevcut durum analizinde, bütün bu istasyonlarda meydana gelen iş akışları detaylı bir şekilde analiz edilmiş ve herbir istasyon için bir akış şeması oluşturulmuştur. Oluşturulan bu akış şemaları, paralel ve seri iş öğelerini içermektedir. Paralel ve seri iş öğeleri dikkate alınarak herbir iş istasyonunun istasyon bitiş süreleri belirlenmiştir. Daha sonra, simülasyonda iş istasyonları modellenerek, sistem belirli bir süre çalıştırılmış ve çalıştığı sürede kaç adet çift dip bloğu üretimi yapıldığı ve darboğaza neden olan iş istasyonları belirlenmiştir. Mevcut sistem üzerinde darboğaza neden olan istasyon gözönüne alınarak sistem üzerinde birtakım değişiklikler yapılmıştır. Yapılan bu değişiklikler, mevcut sistem üzerine yansıtılarak Yeni Durum1 elde edilmiştir. Yeni Durum1'deki iş akışları dikkate alınarak yine aynı şekilde her bir istasyonun istasyon bitiş süreleri belirlenmiştir. Daha sonra, simülasyonda yeni durum1 modellenerek, Yeni Durum1'in belirli bir sürede ne kadarlık çift dip blok üretimi yaptığı ve darboğaz neden olan istasyon belirlenmektedir. Darboğaza neden olan istasyon dikkate alınarak Yeni Durum1 üzerinde bazı değişikler yapılarak Yeni Durum2 elde edilmiştir. Yeni Durum2 aynı şekilde simülasyonda modellenmiş ve Yeni Durum2 üzerinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu döngü sürekli olarak devam ettirilerek iyileştirme süreci modeli sonunda Yeni Durum1-Yeni Durum2-Yeni Durum3-Yeni Durum4-Yeni Durum5-Yeni Durum6 ve Yeni Durum7 gibi üretim sistemleri elde edilmiştir. Her bir durumun, deterministik, normal dağılım ve beta dağılımlı durumda, belirli bir sürede kaç adet çift dip bloğu ürettiği belirlenmiştir. Bunun sonucunda, Yeni Durum4-Yeni Durum5-Yeni Durum6 ve Yeni Durum7'de aynı sayıda blok üretimi yapıldığı görülmüştür. Yeni Durum7, iyileştirme süreci modelinde ulaşılan en son durumdur ve ideal durum olarak alınmaktadır. Oluşturulan iyileştirme süreci modeli sonunda elde edilen Yeni Durum7'de, mevcut sistemde üretilen blok sayısının 2 katı kadar fazla blok ürettiği görülmüştür. Yani, çıktı miktarı %100 oranında artırılmıştır. Dolayısıyla, başlangıçta hedeflenen sistem çıktısını

artırma hedefi, iyileştirme süreci modeli temel alınarak yapılan değişikliklerle ve önerilerle gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın ikinci amacı, arıza durumlarında, sistem çıktısını en çok etkileyen iş istasyonlarının belirlenmesi ve planlamacıların başlangıçta önlemlerini almalarını sağlamaktır. Bunun için, iyileştirme süreci modeli sonunda, elde edilen her durum için (Mevcut Durum-Yeni Durum1-Yeni Durum2-Yeni Durum3-Yeni Durum4-Yeni Durum5-Yeni Durum6 ve Yeni Durum7), birtakım arıza senaryoları uygulanmıştır. Uygulanan arıza senaryoları sonunda, özellikle, profil kesim ve saç eğim istasyonlarında meydana gelebilecek olan düşük oranlı arıza kaynaklı gecikmelerin sistem çıktısını değiştirdiği görülmüştür. Dolayısıyla, planlamacıların, başlangıçta, profil kesim ve saç eğim istasyonlarında meydana gelebilecek arıza ihtimallerine karşı hazırlıklı olmaları gerekmektedir. Bunun için, başlangıçta hedeflenen blok sayısının üretimini aksamadan gerçekleştirebilmek için, bu istasyonlarda ekstra bir buffer alanın ayrılması ve bu ayrılan buffer alanlarda, belirli miktarda ara ürün bulundurulması gerekmektedir.

Tezin son bölümünde elde edilen bulgular değerlendirilmiş, uygulanan iyileştirme modelinin sonuçları tartışılmıştır. Özellikle, tersanelerde, üretim süreçlerini planlayan mühendislere yön gösterecek şekilde çıkarımlar yapılmıştır. Tez, ileride bu konuda araştırma yapacak olan üretim mühendislerine tavsiye niteliğinde verilen gelecekte yapılacak çalışmalar kısmıyla son bulmaktadır.

IMPROVEMENT OF SHIPYARD EFFICIENCY: APPLICATION OF MODERN INDUSTRY ENGINEERING AND DELAY PROCESSES IN SHIPBUILDING

SUMMARY

The competition environment is becoming harder for the companies manufacturing in global extend. The shipyards have to improve their own manufacturing systems and processes, then to carry out some improvements on their systems and, finally, to maintain continuous process improvement so that they may have competitive advantages against their rivals.

The systems tend to go worst continuously if they are left on their own. None of the systems can improve themselves towards a better situation without outside involvement. The systems require some changes and improvements so that they can progress.

The continuous improvement process is a way of life in the far eastern countries. Not only the people apply the continuous improvement process in their daily life, but also the companies apply it on their processes and work flows. By applying the continuous improvement process, the people progress their own life standards and the companies progress their processes as well.

The process improvements have to be carried out continuously and the company workers and the top managers must understand this politics. They have to focus on the processes in the direction of continuously increasing system throughput.

The shipyards gain an important competitive advantage and increase their annual number of ship production if they improve their processes and manufacture the ships faster and more effective way. If the number of ships per year increases, earnings in the shipyard increase as well. Moreover, the motivation of the workers in company improves at the same time. In order to realize these outcomes, the shipyards need to increase the number of the blocks that are manufactured in a given period. Some changes have to be done on the current processes in order to increase the system throughput.

In the improvement process, firstly, the current process analysis has to be carried out. The production processes have to be analyzed in detail and some changes on the processes have to be identified and applied. The proposed improvements should change the system throughput.

There are two main goals of this study. The first one is to increase the system throughput on the current production system by applying continuous improvement technique with a developed model. The second aim is to carry out the sensitivity

analysis on the delay time of the workstations so that the planners should know and take necessary actions in advance.

In this study, a double bottom block (number 312) of a 1150 TEU container ship has been considered. This block has a sandwich structure and a box shape. All the workstations used in steel production are considered in the improvement process. It was decided that all workstations in the double bottom block production have rooms in the improvement process.

In the beginning of the study, a new improvement process model has been developed. This model contains Kaizen, bottleneck theory (OPT: Optimised Production Techniques) and the process simulation. After developing the model, a problem has to be identified. The problem was defined as “Shortening of the cycle time of the double bottom block”. The created improvement process model has been followed step by step to be able to shorten the cycle time of the double bottom block.

In the model, the analysis of the current situation has to be done in detail. For the steel production of the double bottom block considered here, 16 work stations have been used. In the current situation analysis, the work flows in all these stations have been analyzed in detail and the flow charts for each work station have been created. These flow charts contain parallel and serial work activities. By considering parallel and serial work activities, the finishing times for each station have been determined. Then, the work stations have been modelled in Arena simulation programme and the created model in Arena has been operated in a given period. From Arena, some results, such as how many double bottom blocks have been manufactured in a given period and what stations lead to bottleneck, have been determined. Some changes on the current system have done by considering the stations that lead to bottleneck. After these changes, new case1 has been obtained. By considering the work flows of new case1, in the same way, the finishing time of each station has been determined. Then, new case1 has been modelled in Arena simulation program and some results have been obtained. The obtained results have identified the bottleneck stations and the number of the double bottom blocks manufactured in the system. By considering the work stations leading to bottleneck, some changes on new case1 have been applied and new case2 has been created. New case2 has been modelled in Arena and some changes on new case 2 have been done and eventually new case3 has been created. This cycle has been continued until the new case7 reached. Each case represents a production model. In the deterministic, Gaussian and Beta distributions, for each case, how many blocks the system manufactured in a given time has been determined. As a result, from new case4 to new case7, it’s been seen that the system has manufactured the same number of blocks in a given period. New case7 is the latest case reached at the end of improvement process model. New case7 has been considered an ideal case. It’s seen that new case7 can manufacture twice more blocks than current case. In other words, throughput has increased 100%. So, the target of increasing system throughput in early phase, has been realized.

The second aim in the study is to determine the sensitive work stations against delay so that the planners should know and take necessary actions in advance. For each case obtained from improvement process model, some delay scenarios have been applied. It’s been seen that, at the end of delay scenarios, especially, the little delays in the profile cutting and plate bending stations have changed the system throughput.

So, the planners should be on alert in case of the delays in the profile cutting and plate bending stations. In order to reach the planned production throughput in early phase, in the profile cutting and plate bending stations, extra buffer areas should be separated and these buffer areas should contain interim products.

In the final section of the thesis, some recommendations have been presented for the shipyards and researchers. Moreover, the future studies for this subject have been proposed.

1. GİRİŞ

Günümüz rekabet koşullarında, tersaneler, gemiyi oluşturan blokları ve dolayısıyla gemiyi minimum sürede üreterek diğer rakiplerine karşı bir rekabet avantajı elde etmek istemektedirler. Bu amacı gerçekleştirebilmek için, tersanelerin mevcut üretim sistemlerini gözden geçirerek, üretim süreçlerini iyileştirmeleri gerekmektedir. Bir geminin üretimini etkileyen en önemli üretim süreci blok üretim aşamasıdır. Blokların üretim süresi kısaltıldığında, önemli bir rekabet avantajı elde edilecektir.

Gemi üretim süreçleri de dahil olmak üzere imalat teknolojisindeki son trendlerden biri, üretim süreci boyunca termin süresinin yani çevrim süresinin kısaltılmasıdır [1]. Üretim sürecini iyileştirmek ve sonuçta termin sürelerini kısaltmak için, tersanelerin varolan üretim sistemlerinin detaylı bir biçimde incelenmesi ve her bir iş istasyonunun iş yükünün bulunması gerekir. Bu detaylı süreç veya proses analizi sonucunda elde edilen iş istasyonları süreleri incelenerek blokların imalat süreleri belirlenebilir. Termin sürelerinin belirlenmesi sonucunda bir bloğun ne kadar sürede üretimden çıktığı bilinmiş olur. Sonraki aşamada, bulunan bu sürenin nasıl kısaltılabileceği üzerinde çalışmalar yapılmalıdır. Bu çalışmalar, proses analizi sonucunda belirlenmiş olan iş akışları ve iş öğeleri üzerinde olmalıdır. İş öğeleri üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, bazı değişiklikler yapılabilir ve yapılan bu değişikliklerin üretim sistemini oluşturan istasyonların hepsi bütünüyle ele alındığında, nihai ürünün imalat süresini kısaltması gerekir. İş öğeleri üzerinde bazı değişikliklerin yapılabilmesinin ilk şartı, sürekli iyileştirme ilkesinin tersaneler tarafından benimsenmesidir. Özellikle de, şirket yöneticileri, sürekli iyileştirme sürecini iyi bir şekilde anlama sorumluluğuna sahip olmaları beklenir [2].

Üretim sistemleri kurulduktan sonra, zaman içersinde sistem kendi haline bırakıldığında, sürekli olarak kötüye doğru bir gidiş söz konusu olacaktır. Sistemler, ilk kuruldukları gibi bırakılıp, üzerinde herhangi bir şekilde değişiklik veya iyileştirme yapılmazsa günden güne kötüleşecektir. Prosesler veya süreçler, dizayn edilip kurulduğundan itibaren sürekli olarak iyileştirilmelidir [3]. Bu iyileştirmeler, sistemin en azından kötüye gidişini engelleyecektir. Zaman içersinde, her an

iyileştirmenin düşünülmesi gerekmektedir. Yapılan iyileştirmelerin boyutu önemli değildir. Önemli olan, küçük de olsa iyileştirmelerin sürekli olarak yapılmasıdır. Yapılan bu küçük ama sürekli iyileştirmeler, üst üste konulduğunda belirli bir zaman sonra büyük iyileştirmeleri ortaya çıkaracaktır. Bu sürekli iyileştirme çalışmaları, endüstride faaliyet gösteren ve global çapta üretim yapan şirketler için özellikle de tersaneler için çok önemli bir faaliyettir.

Amerikan tersanelerinin üretim maliyetleri uzak doğu tersanelerine göre çok daha yüksek olduğu için rekabet şansları çok zayıftır. Bu yüzden, Amerikalı tersane sahipleri, özellikle Amerikan devletine yapılan savaş gemilerinin maliyetlerini azaltma amacına yönelik olarak süreç iyileştirmenin önemini farketmişlerdir [4]. Dolayısıyla, sürekli iyileştirme ilkelerinin bütün sektörlerde faaliyet gösteren şirketlerde olduğu gibi tersanelerde de uygulanması ve bu kültürün yerleştirilmesi gerekmektedir. Norveç'te yapılan bir araştırmada, tersanelerde, prosesleri daha basite indirgemek ve proses içersine Kaizen aktivitelerini ve ilkelerini yerleştirmek gerektiği bildirilmiştir [5].

Gemi inşaatı gerçek bir global rekabet endüstrisidir. Özellikle, ticari gemilerin üretiminde bu rekabet üst düzeydedir. Rekabetin çok zor olmasının önemli nedenlerinden birisi gemi inşa sektöründe, arz ve talep arasında bir dengenin olmamasıdır. Arz, talepten daha fazladır. Böyle bir gemi inşa pazarında, uluslar arası boyutta rekabet edemeyen bir tersaneye yer yoktur. Rekabet edemeyen tersaneler, genellikle, düşük verimlilikte çalışmaktadırlar.

Rekabeti artırabilmek için, tersanelerin rekabeti etkileyen faktörleri gözönüne alması gerekmektedir. Rekabeti; fiyat, teslim zamanı, pazarlama, kalite, verimlilik gibi birçok faktör etkilemektedir [6]. Bu faktörler arasında en önemlilerinden birisi, teslim zamanıdır. Tersanenin, ürettikleri gemileri zamanında üretmesi ve hatta daha kısa sürede üretmesi çok önemlidir. Böyle yapıldığında, tersanenin, yıllık çelik işleme kapasitesi artacak ve daha fazla sayıda gemi teslimatı yapacaktır. Bunun sonucunda şirket cirosu artacak, ayrıca, çalışanların moral ve motivasyonu da artacaktır. Teslim zamanının, kısaltılabilmesi için, tersanelerin mevcut üretim süreçlerini incelemesi ve özellikle blokların çevrim sürelerini kısaltması gerekir. Bu amaç doğrultusunda, tersane içersinde sürekli iyileştirme süreçlerinin uygulanması gerekmektedir.

Geoje Samsung Tersanesi, Kore'de, yıllık 40 adet gemi üretmektedir ve dünya gemi inşa endüstrisinde, en büyük üretim verimliliğine sahip tersanesi olarak kabul edilmektedir [7]. Amerikan tersaneleri ile kıyaslandığında arada maliyet açısından bir uçurum vardır. Samsung tersanesi, Amerikan tersanelerinde üretilen gemilerin üçte biri daha ucuz olarak gemileri satmaktadır. Bunun anlamı, müşteriler çok daha ucuza Samsung Tersanesinden gemi satın alabilmektedirler. Diğer bir ifade ile, Kore, Amerikan tersanelerinin malzemelere ödediği paradan daha az bir fiyata bir gemiyi satabilmektedir. Geoje Samsung Tersanesi ve Amerikan tersaneleri arasındaki verimlilik uçurumu, Amerikan tersanelerinde süreç iyileştirme için bir potansiyel olduğunu göstermektedir. Verimlilikteki bu büyük fark, Amerikan tersaneleri üzerinde rekabet açısından büyük bir baskı oluşturmaktadır. Bu durumun önüne geçebilmek için, Amerikan gemi inşa sektöründe bazı süreç iyileştirme metodlarının uygulanmasına çalışılmaktadır. Bu süreçler; darboğaz teorisi, altı sigma (six sigma), Yalınlık (Lean)'dır [7]. Bu süreçler içersinde, sürekli proses iyileştirmede kullanılan etkin yöntemlerden biri darboğaz teorisidir [8].

Gemi inşa endüstrisi, dünya ölçeğinde rekabet eden global bir endüstridir [9]. Dolayısıyla, tersaneler ayakta kalabilmek ve özellikle de uzakdoğulu rakipleriyle rekabet edebilmek için, kendi üretim süreçlerini detaylı bir biçimde inceleyip, süreçleri üzerinde bazı iyileştirmeler yapmak durumundadırlar. 2001 yılında, Amerikan tersaneleri için hazırlanan bir projede, tersanelerin performansının artırılabilmesi için tersane içersinde bazı iyileştirmelerin yapılması gerektiği öngörülmüştür [10]. Tersaneler, eğer bunu yapabilirlerse, daha verimli bir şekilde üretim yapacaklar ve dolayısıyla rekabet güçlerini artıracaklardır. Dolayısıyla, rekebet gücünü artırabilmek için daha verimli bir şekilde üretim yapmak gerekmektedir. Verimlilik ise, sadece çıktıyı artırarak veya adam saatleri azaltarak iyileştirilebilir [11].

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmada, Sedef tersanesinde üretilen 1150 TEU'luk konteyner gemisine ait 312 nolu çift dip bloğu ele alınmış ve bu bloğun tüm üretim süreçleri gözönüne alınarak mevcut sistemin iyileştirilmesine ve bazı önerilerin sunulmasına çalışılmıştır. Bu yapılırken, Sürekli İyileştirme (Kaizen), Darboğaz Teorisi ve Simülasyon gibi bazı yöntemler kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, mevcut durumda belirli bir sürede üretilen çift dip bloğu sayısını yani çıktı miktarını yapılacak iyileştirmelerle birlikte

artıracak süreçler topluluğunu ortaya koymak ve uygulanan arıza senaryoları ile birlikte, planlayıcıların başlangıçta sistemin çıktı miktarını değiştirecek düşük oranlı arıza kaynaklı gecikmelerin hangi istasyonlarda gerçekleştiğini bilmelerini sağlamak amaçlanmıştır. Böylelikle, iyileştirilmiş bir üretim sistemi süreci ortaya konulacak ve ikinci aşamada yapılan arıza senaryoları sonucunda arızaya karşı hassas olan istasyonlarda önceden önlem alınması sağlanacaktır.

Çalışmada, sürekli iyileştirme, darboğaz teorisi ve simülasyonu içeren bir iyileştirme süreci modeli ortaya konulmuş ve modeldeki adımlar takip edilerek çift dip bloğu üzerinde bir uygulama yapılmıştır. Bu çalışma ile birlikte, ele alınan çift dip bloğunun, önerilen üretim sistemiyle daha kısa bir sürede imalatının yapılması amaçlanmaktadır. Öncelikle, çift dip bloğunun üretiminin yapıldığı 16 adet istasyonun her biri detaylı bir şekilde incelenmiş ve her bir istasyon için çok detaylı akış diyagramları ortaya çıkarılmıştır. Bu şekilde, mevcut durum belirlenmiş ve her bir istasyonun işlem süresi bu akış diyagramlarından hesaplanarak, mevcut durumdaki istasyon bitiş süreleri teorik olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu istasyon bitiş süreleri ile birlikte 16 adet istasyon Arena simülasyon programında modellenmiş ve sistem 720 saat çalıştırılarak, bu süre içersinde mevcut durumun ne kadarlık blok üretimi yaptığı ve darboğaz istasyonu belirlenmiştir. Darboğaz istasyonun olduğu istasyon darboğaz ilkesine göre baz alınarak onun üzerinde bir takım iyileştirme önerileri yapılmıştır. Yapılan bu öneriler mevcut sisteme yansıtılarak yeni durum elde edilmiş ve bu yeni durumun akış diyagramları belirlenmiştir. Yine bu akış diyagramlarından yararlanılarak, yeni durumda istasyonların bitiş süreleri belirlenmiş ve yeni durum Arena simülasyon programında modellenmiştir. Sistem, tıpkı mevcut durumda olduğu gibi 720 saat çalıştırılmış ve bu süre sonunda yeni durumun kaç adet blok ürettiği ve darboğaz istasyonu simülasyondan yararlanılarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, darboğaz istasyonu darboğaz ilkesine göre ele alınarak, bu doğrultuda iyileştirme önerileri yapılmaya çalışılmıştır. Bu süreç devam ettirilerek en yüksek çıktı (throughput) elde edilinceye kadar iyileştirme süreci devam ettirilmiştir. Sonuçta, en yüksek çıktıyı verecek süreçler topluluğunun elde edilmesi amaçlanmaktadır. Buradaki süreçler uygulandığında, tersanenin aynı sürede daha fazla blok üretimi yapacağı düşünülmüştür.

Çalışmanın diğer aşamasında, iyileştirme süreci modelinden elde edilen bütün durumlar için arıza senaryoları uygulanacaktır. Buradaki amaç, başlangıçta yani arızasız durumda hedeflenen çıktı miktarına arızalı durumda da ulaşabilmek ve üretim hedeflerinden geri kalınmamasını sağlamaktır. Ayrıca, her bir istasyon için çıktı miktarını değiştirecek tolere edilebilir arıza oranlarını belirlemek diğer bir amaçtır. Bununla birlikte, hangi istasyonların arızadan kaynaklanan ne kadarlık gecikmelerde, sistem çıktısının ne kadar değişeceği belirlenecek ve arızadan kaynaklanan gecikmelerde sistem açısından kritik istasyonlar bulunacaktır. Dolayısıyla, yöneticiler veya üretim planlama mühendisleri, ona göre önlemlerini alacaklar ve arıza açısından kritik istasyonlarda ayrıca önlemlerini alacaklardır.

1.2 Literatür Özeti

Süreç iyileştirme çalışmaları, birçok alanda uygulanabilmektedir. Gemi inşa sektörünün yanısıra, otomotiv sektörü, madencilik sektörü, temizlik ürünleri sektörü gibi imalat sektörlerinin yanısıra, bankacılık, sağlık gibi hizmet sektörlerinde de uygulama alanına sahiptir.

Bu bölümde, öncelikle, gemi inşa sanayisi dışındaki bazı sektörlerde uygulanan sürekli iyileştirme çalışmaları hakkında bilgi verildikten sonra, gemi inşa sanayisindeki uygulamalardan bahsedilecektir.

Gemi inşa sanayisi dışındaki sektörlerde uygulanan bazı proses iyileştirme çalışmaları şunlardır:

Mercedes Benz Türk A.Ş. de İyileştirme Süreci Uygulaması: Günümüzde, Mercedes Benz Türk, her 4 haftada bir Kaizen uygulaması yapmaktadır. Bu çalışmalar atölye çalışmaları şeklinde olmaktadır ve her atölye çalışması bir istasyonu kapsamaktadır. Bu iyileştirme faaliyetleri 4-5 gün sürmektedir. Bu çalışmalar grup seviyesinde olmaktadır. Kaizen çalışmaları için bir ekip belirlenir ve bu ekip problemi çözmeye çalışır. Üretim sistemi içersinde ele alınan şanzuman ve ön aks ön montaj istasyonunda yapılan Kaizen çalışmaları sonucunda, istasyon bitiş süresi 552 dk'dan 522 dk'a indirilmiştir. Dolayısıyla, verimlilik yaklaşık 5% artırılmıştır. Bu yapılırken, ilgili istasyondaki iş akışı detaylı bir biçimde analiz edilmiş ve değişikliğin yapılacağı prosesler belirlenerek, bu değişiklikler yapılmış ve sisteme yansıtılmıştır. Bunun sonucunda verimlilik artışı sağlanmıştır [12].

Özel Bir Bankanın Genel Merkezinde İyileştirme Süreci Uygulaması: Yine, özel bir bankanın genel merkezinde, müşterilerin, telefonda beklemelerini azaltmak için bir Kaizen çalışması yapılmış ve bunun sonucunda, müşterilerin telefonda bekleme süreleri kısaltılmıştır [12].

Bir Şirketin İnsan Kaynakları Bölümünde İyileştirme Süreci Uygulaması: Bu çalışmada, bir şirketin insan kaynakları yönetim süreçlerinden "işe alma ve yerleştirme" ele alınmış, mevcut durum tespiti yapıldıktan sonra, birtakım iyileştirici öneriler sunulmuş, bu öneriler mevcut duruma yansıtılarak ilgili bölüm için süreçlerin iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Yapılan öneriler mevcut sisteme yansıtılmış, daha sonra kontrol tablolarıyla işleyişi izlenmiş ve sonuçta süreçlerde iyileştirmelerin olduğu görülmüştür [13].

Arçelik A.Ş. Malzeme Kaynakları Yönetim Sürecine İyileştirme Süreci Uygulaması: Bu çalışmada, iyileştirme çalışmaları, Arçelik A.Ş. Malzeme Kaynakları Yönetim Sürecine uygulanmıştır. Burada kullanılan yöntem anket yöntemidir. Mevcut sistemde, hem işletme içinde, hem de işletme dışındaki dış müşterilere (tedarikçi, müşteri) bir takım anket formları verilmiş ve bu anket formlarının doldurulmasıyla, mevcut sistemdeki aksaklıklar belirlenmiştir. Daha sonra, belirlenen bu aksaklıkların iyileştirilmesi için birtakım öneriler sunulmuştur [14].

Toz Deterjan Üreten Bir Firmanın Satınalma Bölümüne İyileştirme Süreci Uygulaması: Bu çalışmada, toz deterjan üreten bir firmanın Satın Alma Bölümü ele alınmıştır. Satın alma bölümünde, mevcut durumdaki süreçler belirlenmiştir. Ancak bunların süreleri belirlenmemiştir. Mevcut durum analizi yapıldıktan sonra, Satın Alma Bölümünde bazı aksayan iş süreçleri tespit edilmiştir. Daha sonra, mevcut durum üzerinde birtakım önerilerde bulunulmuş ve bu öneriler mevcut duruma yansıtılarak yeni durum elde edilmiştir. Bu yeni durum incelenmiş ve mevcut duruma göre satın alma bölümünde bazı iyileştirmeler sağlanmıştır [15].

Ferro Döküm A.Ş. Döküm Süreçlerine İyileştirme Süreci Uygulaması: Bu çalışmada, Ferro Döküm A.Ş. döküm süreçleri incelenmiş ve mevcut süreçte meydana gelen hataların önlenmesi amacıyla bir takım önerilerde bulunulmuştur [16].

Mühendislik Tasarımlarına İyileştirme Süreci Uygulaması: Bu çalışmada, sürekli iyileştirme proseslerinin mühendislik tasarımlarına da uygulanabileceğinden bahsetmektedir [17].

The Academy of the Pasific Rim School'da İyileştirme Süreci Uygulaması: Bu çalışmada, The Academy of the Pacific Rim Charter Public School'da kaizen yani sürekli iyileştirme ilkeleri uygulanarak mevcut eğitim sisteminin her aşamada iyileştirilmesini anlatmaktadır [18].

Müşteri Tatminine Yönelik Sağlık Sektöründe Yapılan Bir İyileştirme Süreci Uygulaması: Bu çalışmada, Kaizen, sağlık sektörüne uygulanmış ve iyileştirme süreçleri müşteri tatminini sağlamaya yönelik gerçekleştirilmiştir. Müşterilere sık sık anket dağıtılmış ve orada aksayan yönler görülmüş ve o aksayan yönlerin iyileştirilmesine çalışılmıştır [19].

Sağlık Sektöründe Uygulanan Diğer Bir İyileştirme Süreci Uygulaması: Bu çalışmada, The University of Iowa Hospitals and Clinics'de bir kaizen yani sürekli iyileştirme prosesi uygulanmıştır. Burada, hastaneye gelen reçete yenileme isteklerinin mümkün olan en kısa zaman içinde tamamlanması için bir iyileştirme süreci uygulanmış ve kaizen sonrası belirli bir iyileştirme görülmüştür [20].

Gemi inşa sektöründe uygulanan bazı iyileştirme çalışmaları ise şunlardır:
Bir Tersanenin Boya Atölyesinde İyileştirme Süreci Uygulaması: Bu çalışmada, Sedef Tersanesi ile Hollandalı Schalekamp tersanesinin boya atölyelerinde gerçekleştirilen boya prosesleri birbirleriyle karşılaştılmış ve bu karşılaştırma sonunda Sedef tersanesi boya atölyesinde yapılabilecek bazı iyileştirme önerileri yapılmıştır.

Öncelikle, Sedef tersanesi boya atölyesinde yapılan iş akış şeması gözlem sonucuna dayanarak ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra, Hollandalı Schalekamp tersanesi boya atölyesi proses analizi yapılmıştır. İki tersanede gerçekleştirilen işlemler ve süreleri karşılaştırılmış ve Sedef tersanesi boya atölyesinde yapılan işlemler üzerinde Hollandalı tersanenin iyi olduğu yönler alınarak, Sedef tersanesine önerilmiştir. Bütün bu yapılan işlemler Kaizen sürekli iyileştirme metoduna dayandırılmıştır [21].

Senesco Tersanesinde Yapılan İyileştirme Uygulaması: Bu çalışmada, Senesco tersanesinin, belirli teknoloji yatırımları yaptıktan sonra, sürekli iyileştirme ilkesini benimsediğini, bunu yaparken çalışanları, yönetimi, tedarikçilerini ve teknoloji

faktörlerini biraraya getirip bir ekip çalışmasıyla verimliliğini %50 oranında artırdığı belirtilmiştir [22].

Bir Tersanenin CNC Tezgahlarının Çalışma Verimliliği Üzerinde İyileştirme Süreci Uygulaması: Bu çalışmada, CNC tezgahlarına dizayn bölümünden gelen tasarım resimlerinin RS274D dosyası yerine, STEP-NC dosyası şeklinde gelmesinin CNC parça programını daha etkin hale getirdiğini ve kesim işleminin daha kısa süre içersinde ve daha etkin bir şekilde yapılabildiğinden bahsetmektedir [23].

Bir Tersanede Blok İnşaatında Kullanılan Malzemelerin Olduğu Alana ve İskelelerin (scaffold) Depolandığı Alana İyileştirme Süreci Uygulaması: Alan üzerine yapılan iyileştirme çalışmaları genellikle Kaizen'in bir unsuru olan 5S'i içermektedir. Bu çalışmada, 5S ilkesi blok inşaatında kullanılan malzemelerin olduğu alana ve iskelelerin (scaffold) depolandığı alana uygulanmıştır [24].

Küçük ve Orta Ölçekli Gemi Üretim Tesislerinin Yerleşimlerine İyileştirme Süreci Uygulaması: Bu çalışmada, faaliyet gösteren bir Türk tersanesi ele alınmış, üzerindeki tesisler arasında bir ilişki diagramı ortaya çıkarılmış ve daha sonra, farklı yerleşim alternatifleri denenerek en uygun yerleşim ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Ayrıca, iş istasyonları arasında hat dengelemesi işlemi de yapılmıştır. Bu uygulama, tersaneyi oluşturan iş istasyonlarının yerleşimlerinin iyileştirilmesine yönelik bir çalışma olarak karşımıza çıkmaktadır [25].

Marmara Tersanesinde Uygulanan Gemi Üretim Tesislerinin Yerleşimine Uygulanan İyileştirme Süreci: Bu çalışma, Marmara tersanesi için yapılan bir projedir. Burada, tersaneyi oluşturan istasyonlar ele alınmış ve belirlenen hedef çerçevesinde birtakım yerleşim alternatifleri ortaya konulmuştur. Daha sonra, istasyonların kapasitelerinin dengelenmesi için ihtiyaç duyulan kaynaklar belirlenmiş ve bir hat dengeleme çalışması yapılmıştır [26].

Todd Pacific Shipyards'da Uygulanan Sürekli İyileştirme Süreci: Todd Pacific Shipyards'da Kaizen prensibi içersinde yer alan 5S ilkesi uygulanmıştır. Tersanenin, tehlikeli malzeme ve atıkların elleçlendiği ve depolandığı bölümde bazı iyileştirme çalışmalarının yapılması gerek görülmüştür. Dolayısıyla, bu bölüme süreç iyileştirme uygulanmıştır. Yapılan iyileştirme faaliyetleri sonucunda, taşıma araçlarının aldığı mesafe %50 oranında azaltılmıştır. Malzeme ve atık kontrolü kolaylaştırılmıştır. Enerji kullanımı azaltılmıştır. Taşıma araçlarının çalışması esnasında ortaya çıkan

yağ sızıntıları en aza indirgenmiştir. Sonuçta, tersanenin belirli bir bölümüne uygulanan iyileştirme çalışmalarının olumlu etkileri görülmüştür [27].

Bender Shipbuilding and Repair Company'de Uygulanan Bir İyileştirme Süreci Uygulaması: Bender Shipbuilding and Repair Company'de bir Kaizen çalışması yapılmıştır. Tersanede yapılan kaynak işlemleri sırasında, çok fazla miktarda emisyonun dışarı çıktığını ve çalışanları çok rahatsız ettiği farkedilmiştir. Bunun sonucunda, bu konu bir kalite çemberi yani bir sorun olarak kabul edilmiş ve sorunun düzeltilmesi için bir iyileştirme çalışması başlatılmıştır. Bu iyileştirme süreci sonunda, kaynak sırasında ortaya çıkan duman emisyonunu azaltmak amaçlamıştır. Bunun için, öncelikle sorunu çözecek olan bir kalite kontrol grubu oluşturulmaya çalışılmıştır. Kalite kontrol grubuna 13 kişi katılmıştır. Takım, fazladan yapılan aşırı kaynak işlemlerini azaltmaya odaklanmış ve kaynak boyutlarını azaltmaya çalışmıştır. Sonuçta, daha az kaynak duman emisyonu elde edilmiştir [27].

Bath Iron Works Şirketi'nde Uygulanan İyileştirme Çalışmaları : Bath Iron şirketi, üretim sistemi içersinde bazı proseslerin işlem sürelerinde çok fazla miktarda sapma tespit etmiştir. Bu durum, şirketin sağlıklı bir üretim planlaması yapmasını engellemektedir. Bu durumu çözebilmek için, şirket çalışanlarının önerilerini dikkate alarak, sapmaları en aza indirgemek ve süreleri ve prosesleri standart hale getirmek amacıyla iyileştirme çalışmaları yapmaktadır [27].

Tersanelerde uygulanan bazı simülasyon örnekleri aşağıdaki gibidir:
Simülasyon, endüstrinin birçok kolunda ve hizmet sektöründe uygulanmaktadır. Gemi inşa sektöründe, özellikle, 2006 yılında başlayan va hala devam eden Michigan üniversitesi ile Seoul ulusal üniversitesinin birlikte oluşturduğu bir ekip tarafından yürütülen çalışmada, tersaneyi oluşturan bütün proseslerin, geliştirilecek bir simülasyon programında modellenmesi ve sistem üzerinde yapılacak bir değişikliğin etkisinin rahatlıkla görülebilmesi amaçlanmıştır [28].

Üç boyutlu simülasyon CAD sistemlerini kullanarak kızak montaj planlama, bir merdivenin yerleştirilmesi, iskelenin güvenle yerleştirilmesi gibi konular üç boyutlu olarak görsel bir şekilde modellenebilmekte ve sistem üzerinde yapılan değişimlerin etkisi görülebilmektedir [29].

Gemi inşa sektöründe uygulanan diğer bir çalışmada, alt montaj hattını oluşturan istasyonlar simülasyon kullanılarak modellenmiş ve alt montaj hattına robot

yerleştirildiğinde verimliliğin %26 oranında arttığı simülasyonla belirlenmiştir. Ayrıca, yeni kaynak ilavelerinde, darboğazların yerlerinin değiştiği gözlemlenmiştir [30].

Gemi inşa sektöründeki diğer bir simülasyon uygulaması, tersaneyi oluşturan iş istasyonlarının optimum şekilde yerleştirilmesine yönelik olarak yapılan çalışmadır. Yapılan çalışmada, simülasyon kullanılarak tersane üzerindeki bazı iş istasyonlarının en ideal şekilde biraraya gelmesi için uygulanan simülasyon yönteminden bahsedilmektedir [31].

Gemi inşa sektöründe yapılan bir diğer çalışmada, geliştirilen özel bir yazılımla gemi inşa prosesleri simüle edilmiş ve planlamacıların daha iyi karar vermelerine yardımcı olmak amaçlanmıştır [32].

Gemi inşa endüstrisinde yapılan diğer bir simülasyon çalışması, bir tersanenin profil kesim istasyonunda yapılan bir çalışmadır. Bu çalışmada bir tersanenin çelik işleme atölyesinde yer alan profil kesim istasyonu ele alınmıştır. Profil kesim istasyonunda ele alınan ürün, bir geminin çift dip bloğuna ait olan profillerdir. Profil kesim istasyonundaki kaynaklar ve iş akışı ele alınarak bunlar, simülasyon programında modellenmiştir. İş aktivitelerinin süreleri stokastik olarak ele alınmıştır. Simülasyon modeli kurulduktan sonra, sistem analizi yapılmıştır. Profil kesim istasyonu içersinde, kaynaklarda belirli değişiklikler yapılarak, yapılan bu değişikliklerin sistem performansını nasıl değiştirdiği incelenmiştir. Diğer bir ifadeyle, profil kesim istasyonu içersinde, bazı alt iş istasyonları arasında yer alan buffer alanı gibi bazı parametrelerde değişiklik yapılmak suretiyle, sistem çıktısının değişimi izlenmiştir. Bu şekilde, oluşturulan simülasyon modelinin, tersanedeki planlamacılara bir karar desteği sağlaması amaçlanmıştır [33].

Yapılan bir diğer çalışmada, panel imalatının yapıldığı istasyon darboğaz istasyonu olarak ele alınmış ve süreçler simülasyon programında modellenmiştir. Daha sonra sistem üzerinde birtakım değişiklikler yapılarak istasyon optimize edilmeye çalışılmıştır [34].

1.3 Tezin İçeriği

Bu çalışma giriş bölümü ile birlikte toplam beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünden sonra, ikinci bölümde bir çift dip bloğunun mevcut durumda detaylı bir üretim analizi yapılacaktır. Üçüncü bölümde ise, bu çalışmada uygulanacak

iyileştirme süreci modeli kısaca tanıtıldıktan sonra, dördüncü bölümde bu modelin bir uygulaması yapılacaktır. Beşinci ve son bölümde ise bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ve gelecekte yapılabilecek çalışmalardan bahsedilecektir.

Bölüm 2'de, bu çalışmada ele alınan çift dip bloğunun mevcut durumda üretiminde yer alan istasyonlar tanıtılmıştır. Çift dip bloğu çelik üretiminde toplam 16 adet istasyon görev almaktadır. Bu istasyonlar; kenar kesim istasyonu (I1), pah açma-taşlama istasyonu (I2), panel imalat istasyonu (I3), panel kesim istasyonu (I4), profil punto kaynak istasyonu (I5), profil gazaltı kaynak istasyonu (I6), C ve D kademesi ürünleri punto kaynak istasyonu (I7), C ve D kademesi ürünleri gazaltı kaynak istasyonu (I8), panel hattı sonu taşlama istasyonu (I9), profil kesim istasyonu (I10), profil eğim istasyonu (11), nest kesim istasyonu (I12), ön imalat istasyonu (I13), jig istasyonu (I14), saç eğim istasyonu (I15) ve blok montaj istasyonu (I16)'dur. Bu bölümde, herbir istasyonun öncelikle, genel yerleşim düzeni anlatılacaktır. İstasyonların genel yerleşim düzenlerinin açıklanması, istasyondaki iş akışının anlaşılması açısından oldukça önemlidir. İstasyonların genel yerleşim düzenleri ve iş akış mantığı anlatıldıktan sonra, herbir istasyonda çalışan işgücü adedi ve teçhizlerin özellikleri verilecektir. Bunun ardından istasyonlarda, işlem görecek olan parçaların listesi belirtilecektir. Bu şekilde, herbir iş istasyonunda hangi parçaların işlem göreceği anlaşılmış olacaktır. İstasyon parça listeleri verildikten sonra, istasyonlarda gerçekleştirilen işlemlerin süreleri ve proses analizinden kısaca bahsedilecektir. Ancak, işlemlerle ve proses analizleriyle ilgili olarak detaylı veriler bu bölümde yer almayacaktır. Bu veriler, ekler bölümünde sunulmaktadır. Son olarak, her bir iş istasyonunun bitiş süresi verilmektedir. İş istasyonların bitiş süreleri, ekler bölümünde verilen paralel ve seri iş aktiviteleri gözönüne alınarak hesaplanmıştır. Bu bölümün sonunda, bir çift dip bloğunun mevcut durumda üretiminin yapıldığı istasyonların genel yerleşim düzeni ve iş akış mantığı, kullanılan işgücü ve teçhizlerin özellikleri, işlem görecek olan parçalar, işlem süreleri ve iş akış diyagramları ve son olarak istasyon bitiş süresi bilinmiş olacaktır.

Bölüm 3'te, bu çalışmada ortaya konulan iyileştirme süreci modeli tanıtılacaktır. Model çeşitli adımlardan oluşmaktadır. Model içersinde sürekli iyileştirme ilkesinin yanısıra, darboğaz ilkesi ve simülasyon gibi kavramları içermektedir. Bu bölümde, iyileştirme süreci modeli şematik olarak gösterilecek, daha sonra, modeli oluşturan

adımlar teker teker kısaca anlatılacaktır. Uygulamadan önce, modelin nasıl işlediği ve hangi adımlardan oluştuğunun tanıtılması bu bölümün konusudur.

Bölüm 4'te, Bölüm 3'te anlatılan iyileştirme süreci modelinin çift dip bloğu üzerinde bir uygulaması yapılacaktır. Uygulamanın ilk aşamasında, kalite çemberi yöntemiyle problem belirlenecektir. Bu çalışmaya konu olan problem çift dip bloğunun çevrim süresinin uzun oluşudur. Problem tanımlandıktan sonra, bu problemin seçim nedenleri belirtilmiştir. Seçim nedenleri belirtildikten sonra, probleme neden olan sebepler değerlendirilmiş ve bir balık kılçığı (sebep-sonuç) diyagramı ortaya konulmuştur. Probleme sebep olabilecek nedenler tahmini olarak belirtildikten sonra, mevcut durum analizi yapılmış ve bu analiz sonucu istasyon bitiş süreleri belirlenmiştir. Mevcut durum, simülasyonda modellendikten sonra, model belirli bir süre koşturulmuş ve simülasyon sonucunda bazı veriler elde edilmiştir. Bu veriler değerlendirilerek darboğaz ilkesi gözönüne alınarak, mevcut sistem üzerinde bazı iyileştirme önerilerinde bulunulmuş ve bu öneriler mevcut duruma yansıtılarak Yeni Durum1 elde edilmiştir. Bu döngü devam ettirilerek, iyileştirme süreci modeli sonunda 7 ayrı Yeni Durum elde edilmiştir. Bu durumlar değerlendirilerek ideal durumların hangisi olabileceği belirlenmiştir. Daha sonraki aşamada ise, mevcut durum dahil olmak üzere iyileştirme sürecinden elde edilen bütün durumlar üzerinde birtakım arıza halleri uygulayarak arızaya karşı hassas istasyonların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bölümün sonunda, en yüksek çıktıyı veren durumun belirlenmesi ve arıza durumlarına karşı sistem çıktısı açısından hassas olan istasyonların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bölüm 5'de bu çalışmadan çıkarılan sonuçlar ile gelecekte yapılabilecek çalışmaların neler olabileceği konusundan bahsedilecektir. Elde edilen sonuçlar, özellikle, bir çift dip bloğunun çevrim süresinin büyük oranda kısaltılması ve planlamacıların arızaya karşı hangi istasyonların hassas olduğunu bilmeleri ve buna göre başlangıçta önlemlerini almaları konusunda önemli bilgiler vermektedir. Ayrıca, tezde sözü edilen modelin geliştirilmesi için yapılabilecek çalışmalar bu bölümde yer almaktadır.

2. ÇİFT DİP BLOĞU ÜRETİMİ VE PROSES ANALİZİ (MEVCUT DURUM)

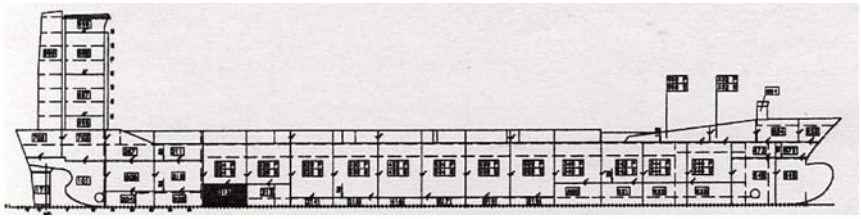
Bir geminin yapısı çeşitli tipte bloklardan oluşmaktadır. Yeni nesil tersanelerde, gemi üretimi yapılırken, planlamalar, blok bazında gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla, bir gemide bloklar, planmaya esas teşkil eden ünitelerdir. Bu planlama üniteleri yani bloklar biraraya gelerek gemiyi oluşturmaktadırlar. Yeni nesil tersanelerde, bloklar, kızağa çıkmadan, kızaktan önceki iş istasyonlarında üretilir. Blokların, çelik montaj, teçhiz montaj ve boru montaj işlemleri kızağa çıkmadan önce sahada yapılır. Montaj işlemleri tamamlanmış olan bloklar daha sonra boya atölyesine oradan da kızağa gönderilir. Kızağa gelen blokların burada birbirleriyle montajı yapılır ve gemi yapısı ortaya çıkar. Sonuçta, gemi farklı tipteki blokların kızak üzerinde birbirleriyle montajları sonucunda oluşan bir taşıma aracıdır.

Bir konteyner gemisi ele alındığında 5 farklı blok tipi karşımıza çıkmaktadır. Bunlar:

a. Baş blok,
b. Kıç blok,
c. Yan duvar blokları,
d. Perde blokları,
e. Çift dip blokları.

Baş ve kıç blokları geminin ön ve arka yapısını oluşturmaktadır. Yan duvar blokları geminin borda kısmında bulunur ve geminin yan kısımlarını oluşturur. Perde blokları geminin enine giden bloklarıdır ve gemiyi ambarlarını bölmelendirir. Çift dip blokları ise geminin büyük oranda su altında çalışan ve alt kısmında bulunan bloklardır.

Bu çalışmada 1150 TEU'luk konteyner gemisini oluşturan 312 nolu çift dip bloğu ele alınacaktır. Aşağıdaki şekilde, 312 nolu çift dip bloğunun gemi üzerinde bulunduğu konumu göstermektedir.



Şekil 2.1: 312 nolu çift dip bloğunun gemi üzerindeki konumu.

Şekil 2.1'den görüldüğü gibi, 312 nolu çift dip bloğu konteyner gemisinin arka tarafına daha yakın olan bir konumda bulunmaktadır.

2.1 Çift Dip Bloğu Yapısı

Bu bölümde, bir çift dip bloğunun yapısı hakkında bilgi verilecektir. Bu çalışmaya konu olan, 1150 TEU'luk konteyner gemisine ait 312 nolu çift dip bloğunun yapısından bahsedilecektir. Bu bloğun işlenmesinde, tersaneyi oluşturan hemen hemen bütün iş istasyonları görev almaktadır. Bu bloğun bu çalışmaya konu olmasının yani seçilmesinin nedeni de budur. Bu bloğun seçilmesiyle birlikte, tersaneyi oluşturan bütün ana iş istasyonları sürece dahil edilmiş ve çalışma daha geniş bir alana yayılmıştır.

Çift dip bloğunun yapısına bakıldığında, üç ana yapıdan oluştuğu görülmektedir. Bunlar:

a. Çelik tekne,
b. Teçhiz,
c. Boru donanımı

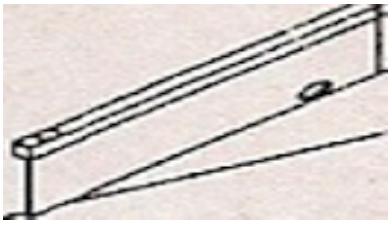
2.1.1 Çelik tekne yapısı

Çift dip bloğunun çelik tekne yapısı, çeşitli üretim kademelerine ayrılmıştır. Bu üretim kademeleri isimleri, çift dip bloğunun çeşitli üretim kademelerini temsil etmektedir. Bu üretim kademelerinin isimlendirilmesi, bloğun çelik yapısının daha sistematik ve anlaşılır bir şekilde olmasını sağlar. Bu üretim kademeleri şunlardır:

2.1.1.1 A üretim kademesi

Bu üretim kademesi, tersaneye hazır olarak gelmiş olan profillerin kesilmesi sonucu ortaya çıkan, belirli boyutlara sahip olan tekil profil parçalarını temsil etmektedir.

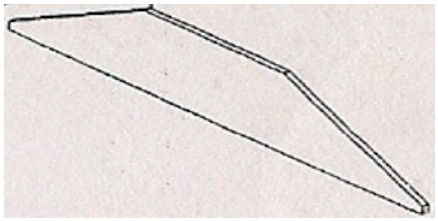
Bu çalışmada, A üretim kademesini oluşturan parçalar, profil kesim istasyonunda (I10) üretilen tekil profillerdir. Şekil 2.2, bir A üretim kademesine ait olan tekil bir profili göstermektedir.



Şekil 2.2: Tekil profil parçası.

2.1.1.2 B üretim kademesi

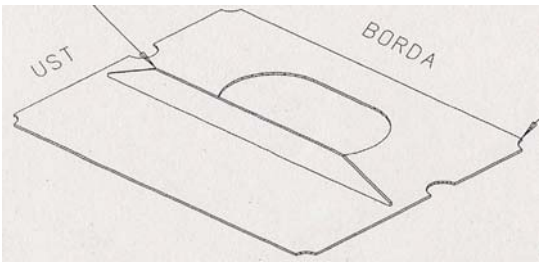
Bu üretim kademesi, tersaneye hazır olarak gelmiş olan saçların kenar kesim ve nest kesimi sonucu ortaya çıkan tekil saç parçalarını göstermektedir. Bu çalışmada, B üretim kademesini oluşturan parçalar, kenar kesim istasyonu ve nest kesim istasyonunda (I12) üretilmektedir. Şekil 2.3, bir B üretim kademesine ait olan tekil bir saç parçasını göstermektedir.



Şekil 2.3: Tekil saç parçası.

2.1.1.3 C üretim kademesi

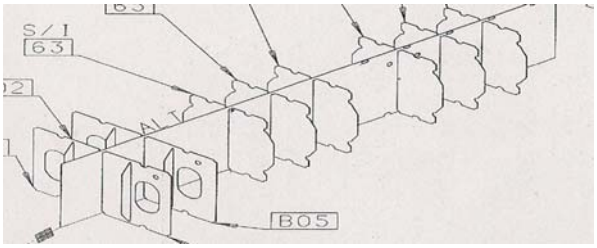
A ve B kademesini oluşturan tekil parçaların birbirleriyle montajı sonucu ortaya çıkan yapıyı temsil etmektedir. Bu çalışmada, C üretim kademesini oluşturan yapılar, ön imalat istasyonunda (I13) üretilmektedir. Şekil 2.4, bir C üretim kademesine ait olan bir yapıyı göstermektedir.



Şekil 2.4: C üretim kademesi yapısı.

2.1.1.4 D üretim kademesi

C kademesini oluşturan en az iki yapının biraraya gelip montajının yapılması sonucu ortaya çıkan yapılar, D üretim kademesini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, C üretim kademesini oluşturan yapılar, ön imalat istasyonunda (I13) üretilmektedir. Şekil 2.5, bir D üretim kademesi yapısını göstermektedir.



Şekil 2.5: D üretim kademesi yapısı.

2.1.1.5 E üretim kademesi

Kenar kesimi sonucu üretilen saçların birbirleriyle montajlarının yapılmasıyla oluşan panel, E üretim kademesini temsil etmektedir. Çift dip bloğunda, P01 tanktop paneli ile, P02 dış kaplama panelleri E üretim kademesini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, D üretim kademesini oluşturan yapılar, ön imalat istasyonunda (I13) üretilmektedir. Şekil 2.6, bir E üretim kademesi yapısını üstten görünüm şeklinde göstermektedir.

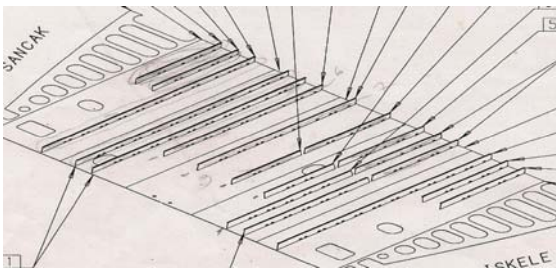


Şekil 2.6: E üretim kademesi yapısı (üstten görünüş).

2.1.1.6 F üretim kademesi

Kenar kesim sonucu üretilmiş olan saçların biraraya getirilip kaynağının yapılması sonucu ortaya çıkan panelin (E kademesi) üzerine profillerin montajının yapılmasıyla ortaya çıkan yapı, F üretim kademesini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, F üretim kademesini oluşturan yapılar, profil punto kaynak (I5) ve profil gazaltı kaynak (I6)

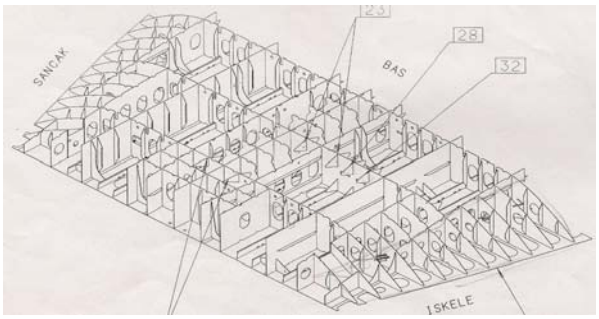
istasyonlarında üretilmektedir. Şekil 2.7, bir F üretim kademesi yapısını göstermektedir.



Şekil 2.7: F üretim kademesi yapısı.

2.1.1.7 G üretim kademesi

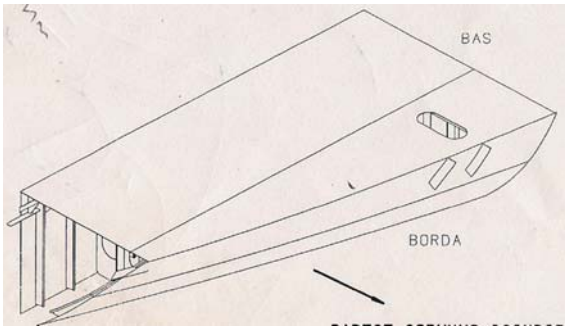
Panelin üzerine profillerin montajı ile ortaya çıkan elemanlı panel (F kademesi) üzerine C ve D üretim kademesini oluşturan yapıların (seksiyonların) montajı sonucu ortaya çıkan elemanlı ve gruplu panel, G üretim kademesini temsil etmektedir. Bu çalışmada, G üretim kademesini oluşturan yapılar, C ve D kademe ürünleri punto kaynak (I7) ve C ve D kademe ürünleri gazaltı kaynak (I8) istasyonlarında üretilmektedir. Şekil 2.8, bir G üretim kademesi yapısını göstermektedir.



Şekil 2.8: G üretim kademesi yapısı.

2.1.1.8 H üretim kademesi

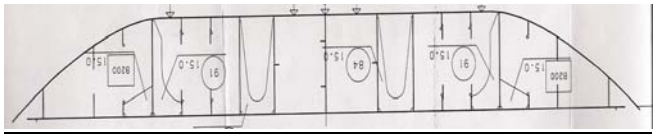
Eğrisel panel üzerine eğrisel profillerin ve grupların montajı sonucu ortaya çıkan yapı, H üretim kademesini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, H üretim kademesini oluşturan yapılar, jig istasyonunda (I14) üretilmektedir. Şekil 2.9, bir H üretim kademesi yapısını göstermektedir.



Şekil 2.9: H üretim kademesi yapısı.

2.1.1.9 J üretim kademesi

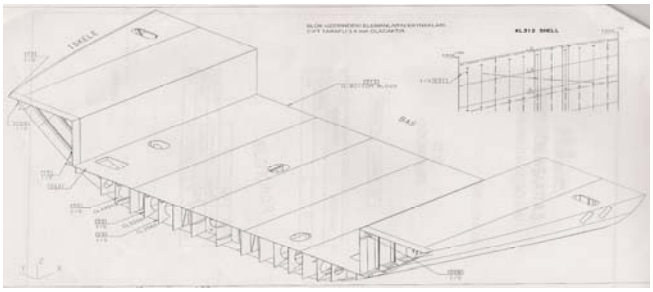
Blok montaj sahasında, elemanlı ve gruplu tanktop paneli üzerine, elemanlı dış kaplama panelinin montajı sonucu ortaya çıkan yapı J üretim kademesini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, J üretim kademesini oluşturan yapılar, blok montaj istasyonunda (I16) üretilmektedir. Şekil 2.10, bir J üretim kademesi yapısını göstermektedir.



Şekil 2.10: J üretim kademesi yapısı.

2.1.1.10 K üretim kademesi

Blok montaj sahasında J üretim kademesini oluşturan yapının ters çevrilip, kutu blok ve tekil parçaların montajının yapılmasıyla ortaya çıkan çift dip bloğu K üretim kademesini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, K üretim kademesini oluşturan yapılar, blok montaj istasyonunda (I16) üretilmektedir. Şekil 2.11, bir K üretim kademesi yapısını göstermektedir.



Şekil 2.11: K üretim kademesi yapısı.

Bu çalışmada ele alınan 1150 TEU'luk konteyner gemisine ait 312 nolu çift dip bloğu çelik kısmına ait parça listesi EK.A'da verilmektedir.

2.1.2 Teçhiz yapısı

Bu çalışmaya konu olan çift dip bloğunun teçhiz kısmını şu parçalar oluşturmaktadır:

2.1.2.1 Manhol

Manholler, çift dip bloğunun tanktop paneli üzerinde yer almaktadır. Manholler, çift dip bloğunun içine rahatlıkla girip çıkmak için tasarlanmışlardır. Tanktop paneli üzerine açılan manhol deliklerine manhol kapakları yerleştirilir. Çift dip bloğunda 4 adet manhol bulunmaktadır. Şekil 2.12, bir manholün görünümünü göstermektedir.



Şekil 2.12: Manholün şematik görünümü.

2.1.2.2 Merdiven

Merdivenler, manhol kapaklarının hemen altında yer almaktadırlar ve dik olarak yerleştirilmişlerdir. Merdivenler, tanktop paneli üzerinden çift dip bloğunun zeminine yani dış kaplama paneli üzerine inilmesini sağlamaktadır. Çift dip bloğunda 4 adet merdiven bulunmaktadır. Şekil 2.13, bir merdivenin şematik olarak görünümünü vermektedir.



Şekil 2.13: Merdivenin şematik görünümü.

2.1.2.3 Lavra tapası

Lavra tapaları, dış kaplama paneli üzerine açılan deliklere monte edilir. Temel fonksiyonları, çift dip bloğu zemininde biriken su vs gibi istenmeyen maddelerin dışarı akıtılmasını sağlar. Çift dip bloğunda 2 adet lavra tapası bulunmaktadır. Şekil 2.14, bir lavra tapasının şematik görünümünü göstermektedir.



Şekil 2.14: Lavra tapasının şematik görünümü.

2.1.2.4 Tutya

Tutyalar, çift dip bloğu çelik yapısının korozyonda daha az etkilenmesine yol açan malzemelerdir. Çift dip bloğunun değişik yerlerine monte edilir. Dış kaplama paneli üzerinde altı adet, C ve D kademe ürünleri üzerinde 32 adet ve kutu bloklar üzerinde 4 adet olmak üzere toplamda çift dip bloğunda 42 adet tutya bulunmaktadır. Şekil 2.15, bir tutyanın şematik olarak görünümünü göstermektedir.



Şekil 2.15: Tutyanın şematik görünümü.

2.1.2.5 Konteyner dablingleri

Konteyner dablinglerinin temel görevi, tanktop paneli üzerine oturacak olan konteynerlerin alttan desteklenmesidir. Tanktop paneli üzerine monte edilir ve toplamda 20 adet bulunmaktadır. Şekil 2.16, bir konteyner dablinginin şematik görünümünü göstermektedir.



Şekil 2.16: Konteyner dablinginin şematik görünümü.

2.1.2.6 Sintine kuyusu kapakları

Sintine kuyusu tanktop paneli üzerinde biriken atık suların toplandığı bir havuzdur. Bir D kademe ürünleri olan R10 ve R11 yapıları, sintine kuyusunu oluşturmaktadır. Sintine kuyusu kapakları, sintine kuyusunu üstten örtmektedir ve tanktop paneli üzerine monte edilirler. Toplamda 2 adet sintine kuyusu kapakları bulunmaktadır. Şekil 2.17, bir sintine kapağının şematik gösterimini vermektedir.



Şekil 2.17: Sintine kuyusu kapağının şematik görünümü.

Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen teçhiz parçalarının teçhiz atölyesinde daha önceden üretildiği ve montajının yapılacağı istasyonda hazır olarak bekledikleri kabul edilecektir. Yani, ilgili istasyonda teçhiz parçalarının gelmesinin beklenmesi gibi bir durum olmayacaktır.

Teçhiz yapılarının malzeme listesi EK.A da verilmektedir.

2.1.3 Boru sistemi yapısı

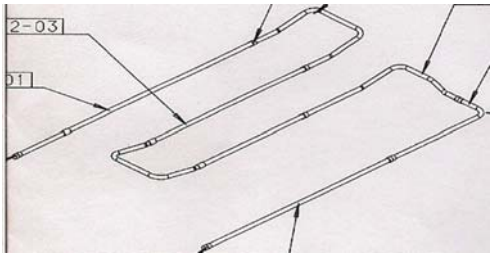
Çift dip bloğu, 35 adet boru sisteminden oluşmaktadır. Her bir boru sistemi, belirli miktarda boru parçasına sahiptir. Örneğin, bir boru sistemi 5 adet boru parçasına, başka bir boru sistemi 3 adet boru sistemine sahip olabilir. 35 adet boru sisteminden 26 adedi çift dip bloğunun sandviç yapısı yani tanktop ve dış kaplama panellerinin arasında yer alırken, 9 adedi kutu blokların içersinde yer almaktadır.

Boru sistemlerini oluşturan boru parçaları birbirleriyle bilezik denilen parçalarla bağlanmaktadır. Bu şekilde boru sistemleri ortaya çıkar. Boru parçası, bileziğe önce punto kaynakla bağlanır, daha sonra punto kaynakların taşlama işlemi gerçekleştirilir. Bunun arkasından, gazaltı kaynak ve sonrasında gazaltı kaynak sonrası taşlama işlemleri yapılır. Böylece, boru sistemleri ortaya çıkarılmış olur.

Boru sistemlerini oluşturan boru parçaları, çift dip bloğu içersinde tanktop ve dış kaplama panelleri arasındaki sandviç yapı içersindeki posta ve döşeklerden geçebilir. Bu durumda, döşek ve posta yuvasına ilave bir bilezik kaynağı gerekmektedir.

Döşeklerden ve postalardan geçen boru parçarının kaynak işlemleri bu yerleştirilen ilave bilezikler üzerine yapılmaktadır.

Boru sistemlerin oluşturan boru parçalarının bazılarının uçlarında yer alan bilezikler boru atölyesinde sadece punto kaynakla boruya bağlanmıştır. Bu şekilde boru atölyesinden gelen boru parçalarının resimlerinin üzerine alıştırma diye not düşülmüştür. Bu durumda, boru atölyesinden, montajının yapılacağı ilgili istasyona gelen bu tip boruların ucundaki bileziklere gazaltı ve gazaltı kaynak sonrası taşlama işlemlerinin uygulanması gerekmektedir. Şekil 2.18, belirli sayıda borudan oluşan bir boru sisteminin şematik görünümünü gösermektedir.



Şekil 2.18: Bir boru sisteminin şematik görünümü.

Bu çalışmada, tıpkı teçhiz parçalarında olduğu gibi, boru sistemlerini oluşturan boru parçalarının boru atölyesinde daha önceden üretildiği ve montajının yapılacağı istasyonda hazır olarak bekledikleri kabul edilecektir. Yani, ilgili istasyonda boru parçalarının gelmesinin beklenmesi gibi bir durum olmayacaktır.

Boru sistemlerini oluşturan boru parçalarının listesi EK.A da verilmektedir.

2.2 Çift Dip Bloğu Üretiminin Yapıldığı İstasyonlar

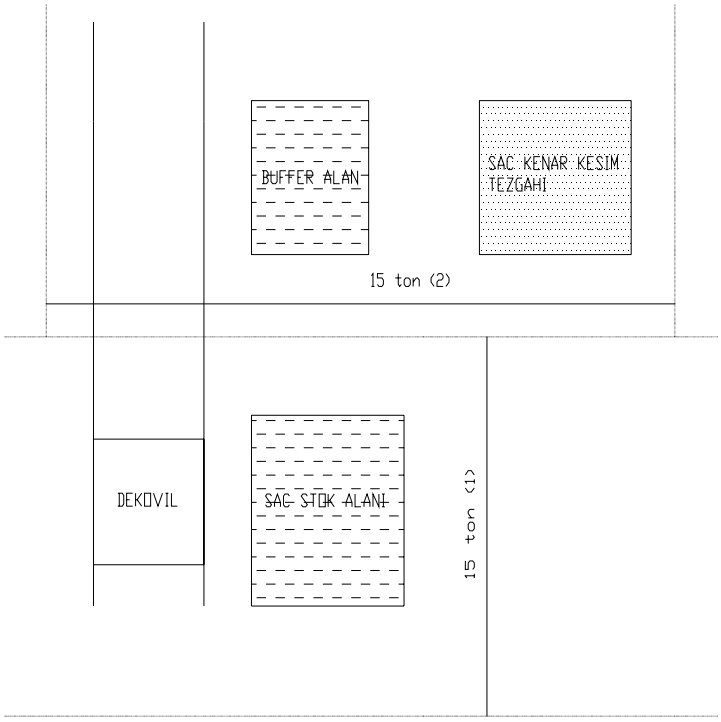
Bu bölümde, ele alınan çift dip bloğunun üretiminin yapılacağı iş istasyonları tanıtılacak ve her bir istasyonda hangi iş aktivitelerinin yapıldığı belirlenecektir. Bu, mevcut durumun analizi için gerekli olan bir çalışma olacaktır. Bu bölümdeki amaç, mevcut sistemde çift dip bloğunun üretimi için her bir istasyonun hangi iş aktivitelerini yerine getirdiği, bu aktivitelerin sürelerinin hesaplanması ve paralel ve seri iş aktivitelerinin belirlenmesidir. Bu bölümdeki diğer bir amaç ise, her bir istasyonun bitiş süresini diğer bir değişle parçaların veya yapıların ilgili istasyondaki kalış sürelerinin hesaplanmasıdır.

Bu çalışmada, aktiviteler belirlendikten sonra, bu aktivitelerin süreleri hesaplanacaktır. Bu aktivitelerden en önemlileri ve toplam aktiviteler içersinde

büyük bir yer kaplayan gazaltı kaynak işlemidir. Gazaltı kaynak işlemi süreleri hesaplanırken, gerekli olan bazı değerler için, kaynak elektrodu ve makineleri üreticisi olan ESAB şirketinin yayınladığı dökümanlardan [35] ve [36], kişisel görüşmelerden [37] ve [38] yararlanılmıştır. Tezgahların işlem süreleri hesaplanırken ise, BALİ MAKİNE A.Ş'den elde edilen verilerden [39] ve [40] faydalanılmıştır. Ayrıca, vinç hızları ile ilgili veriler [41]'den yararlanılarak belirlenmiştir. Tezgah hızları ve taşlama hızları ile ilgili ihtiyaç duyulan bazı veriler dökümanlar şeklinde elde edilememiştir. Bu yüzden, ölçüm yoluyla ihtiyaç duyulan hız değerleri elde edilmiştir.

2.2.1 Kenar kesim istasyonu (I1)

2.2.1.1 Kenar kesim istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.19: Kenar kesim istasyonu (I1) genel yerleşimi.

Şekil 2.19'da kenar kesim istasyonunun (I1) genel yerleşim düzeni görülmektedir. I1 istasyonunda çift dip bloğunun tanktop ve dış kaplama panellerinin oluşturan saçların kenar kesim işlemi yapılmaktadır.

Saç stok alanındaki tanktop (E-P01) ve dış kaplama (E-P02) panellerini oluşturan saçlar (1) numaralı vinç tarafından dekovil olarak isimlendirilen raylı taşıma aracına teker teker taşınmaktadır. Saç stok alanından dekovile tanktop ve dış kaplama

panellerini oluşturan bütün saçlar taşındıktan sonra operatör toplu olarak bütün saçları dekovil vasıtasıyla saç kenar kesim alanına taşımaktadır. Bu taşıma işlemi bittikten sonra, operatör (2) numaralı tavan vinci yardımıyla ilgili saçları kenar kesim tezgahı üzerine taşıyacaktır. Bu taşıma işlemi bittikten sonra tezgah ayarlarını yapar ve ilgili sacın kenar kesim işlemini gerçekleştirir. Kenar kesim işlemi biten sacın firelerini fire kutusuna atar ve sacın hangi panele (tanktop veya dış kaplama) ait olduğunu belirtmek için markalama kalemi ile sacın üzerine marka atar. Kesim ve markalama işlemi biten sac (2) nolu vinç yardımı ile buffer alana atılır ve I2 istasyonuna gitmek için hazır durumda bekler. Her saç için aynı işlemler tekrarlanır.

2.2.1.2 Kenar kesim istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

Kenar kesim istasyonunda (I1) bir adet işçi çalışmaktadır ve hem taşımadan hem de tezgahın çalıştırılmasından sorumludur. Dolayısıyla, bu istasyon için paralel bir iş öğesi yoktur.

Kenar kesim istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şu şekildedir.

Kenar kesim tezgahı (Suprarex P-5000): Kenar kesim istasyonunda kullanılan kesim tezgahı Suprarex P-5000 kesim tezgahıdır. Bu tezgah kuru kesim yapmaktadır. Bu tezgahın kesim hızı saç kalınlığına göre değişmektedir. Tezgahın saç kalınlığına göre kesim hız değerleri aşağıdaki çizelgede görülebilmektedir.

Çizelge 2.1: Suprarex P-5000 kesim tezgahının hız değerleri.

Malzeme kalınlığı (mm)	Q(quality) modu (m/dk)	S(speed) modu (m/dk)
5	5.5	7
6---7	4.3	6.6
8---9	3.7	5.8
10---11	2.9	5
12---14	2.5	4.3
15	2.35	3.8
16---19	2.2	3.2
20---24	2.1	3
25---29	1.5	2
30---39	1.1	1.2
40	0.95	1

Kullanılan vinçler: I1 istasyonunda toplam iki adet vinç kullanılmaktadır. Kullanılan her iki vinç tavan vinci olup 15 ton'luk kaldırma kapasitelerine sahiptir. (1) ile gösterilen vinç tanktop ve dış kaplama panellerine ait saçları dekovile yükler. (2) ile

gösterilen vinç ise saçları dekovilden kesim tezgahına, kesim tezahından buffer alana taşımaktadır.

Çizelge 2.2: I1 istasyonu vinçleri.

Vincin cinsi	Tavan vinci (1) ve (2)
Kaldırma kapasitesi (ton)	15
Vincin boş yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin boş iniş hızı(m/dk)	4
Vincin malzemeye tutunma süresi(sn)	10
Vincin dolu kalkış hızı(m/dk)	4
Vincin dolu yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin dolu iniş hızı(m/dk)	4
Vincin malzemenin yüzeyinden ayrılma süresi (sn)	5
Vincin boş kalkı hızı(m/dk)	4

Dekovil: Dekovil, raylı taşıma aracı olarak adlandırılmaktadır. I1 istasyonunda, dekovilin görevi saç stok alanından aldığı tanktop ve dış kaplama panellerine ait saçları kenar kesim alanına taşımaktır. Dekovil, 15 ton taşıma kapasitesine sahiptir. Boş hızı 17.5 m/dk, dolu hızı ise, 8.8 m/dk'dır.

Markalama kalemi: Markalama kalemi, kenar kesimi yapılmış olan sacların hangi panele ait olduğunu göstermek amacıyla saçların üzerine makaların atılmasında kullanılan bir araçtır. Buradaki amaç, saçların kimliklerinin üzerlerine yazılmasıyla herhangi bir aksaklığın veya parça kayıplarının olmamasını sağlamaktır.

2.2.1.3 Kenar kesim istasyonunda işlem görecek parçalar

Kenar kesim istasyonunda kesimi yapılacak olan parçalar ve numaraları aşağıdaki gibidir.

Çizelge 2.3: I1 ist.da kenar kesim sonucu üretilen parçalar ve yapılar.

Kademe	Levhalar	Pozisyon no	Parça boyu(mm)	Parca gen.(mm)	Kalınlıklar(mm)
E -P01	1(levha)	1	8272	2481	12
	2(levha)	2	8272	2481	12
	3(levha)	3	8272	2481	12
	4(levha)	4	8272	2781	12
	5(levha)	5	8272	2781	12
	6(levha)	6	8272	2711	11
	7(levha)	7	8272	2711	11
E -P02	1(levha)	901	8070	2750	13
	2(levha)	901	8070	2750	13
	3(levha)	900	8070	1380	13
	4(levha)	902	8070	2608	13
	5(levha)	902	8070	2608	13

2.2.1.4 Kenar kesim istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

I1 kenar kesim istasyonunda, kesim ve markalama işlemleri gerçekleştirilecektir. Kesim işlemi istasyonda bulunan plazma kesim tezgahı ile otomatik olarak yapılacaktır. Markalama işlemi ise, istasyonda bulunan işçi tarafından manuel olarak tebeşir ile yapılacaktır. I1 kenar kesim istasyonunda yapılan işlemlerin süreleri EK.B'de verilmektedir.

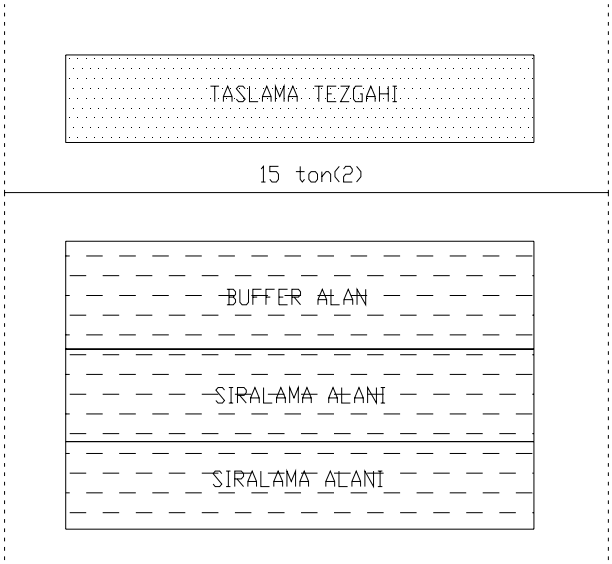
I1 kenar kesim istasyonunda gerçekleştirilen iş aktivitelerinin detaylı analizi EK.C'de verilmektedir.

2.2.1.5 Kenar kesim istasyonu bitiş süresi

EK-C'de verilen proses analizinde, paralel ve seri iş aktiviteleri değerlendirilerek istasyon bitiş süreleri hesaplanabilmektedir. Bu değerlendirmenin sonunda, I1 kenar kesim istasyonu bitiş süresi P01 tanktop paneli için 111.5 dk, P02 dış kaplama paneli için ise 79 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.2 Pah açma-taşlama (Kenar temizleme ve sıralama) istasyonu (I2)

2.2.2.1 Pah açma-taşlama istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.20: Pah açma-taşlama istasyonu (I2) genel yerleşimi.

Şekil 2.20, pah açma-taşlama istasyonunun genel yerleşimini göstermektedir. I2 istasyonunda I1 istasyonundan gelen kenar kesimi yapılmış ve markalanmış saçların

pah açma ve taşlama işlemleri yapılmaktadır. 312 nolu çift dip bloğunun saçları arasındaki kalınlık farkı 3 mm'den küçük olduğu için pah açma işlemi uygulanmamaktadır. Sadece, kesilen yüzeylere taşlama işlemi uygulanacaktır.

I1 istasyonunun buffer alanından alınan saçlar, I2 istasyonu sıralama alanlarına getirilir. Burada, sıralama alanları tanktop paneli ile dış kaplama panellerini oluşturan saçlara ayrılmıştır. I1 istasyonu buffer alanından (2) nolu tavan vinci yardımıyla alınan saçlar hangi panele aitse ilgili sıralama alanına taşınır. Örneğin, tanktop paneline ait (E-P01) saçlar birinci sıralama alanına, dış kaplama paneline ait saçlar (E-P02) ikinci sıralama alanına yerleştirilir. Bu sıralama işlemi gerçekleştirildikten sonra, panele giriş sırasına göre ilgili panele ait saçlar sırasına göre taşlama masasına taşınır. Bu taşıma işlemi de yine (2) nolu tavan vinci yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Taşlama tezgahına alınan saçlar, taşlama motoru ile taşlanır. Taşlanan saçlar, (2) nolu tavan vinci yardımıyla buffer alana taşınır. Daha sonra, buffer alanından alınan saçlar, sırasıyla ilgili panele göre tozaltı kaynak tezgahına taşınır.

2.2.2.2 Pah açma-taşlama istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

I2 istasyonunda iki adet işçi çalışmaktadır. Birinci işçi, I1 istasyonu buffer alanından saçları alıp, I2 istasyonu sıralama alanına taşır ve burada sıralama işlemini gerçekleştirdikten sonra, saçları taşlama tezgahına çıkarır. Taşlanan saçları daha sonra I2 istasyonu buffer alanına taşır ve buradan da I3 istasyonu alanına taşır. Yani, birinci işçi taşıma ve elleçleme işlerinden sorumludur. İkinci işçi ise, taşlama işlemini yapar.

Pah açma-taşlama istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şunlardır:

Taşlama motoru: Taşlama motoru, kenar kesimi yapılmış olan saçların kesim yüzeyleri boyunca taşlama işlerini yapar. Taşlamadaki amaç, saçların kaynak işlemlerinin daha sağlıklı bir şekilde yapılmasını sağlamaktır. Kullanılan taşlama motoru 2.5 m/dk'lık taşlama hızına sahiptir.

Kullanılan vinçler: I2 istasyonunda da I1 istasyonunda kullanılan (2) nolu tavan vinci kullanılmaktadır. (2) nolu tavan vinci, I2 istasyonundaki taşıma işlerini veya diğer bir tabirle elleçleme işlemlerini gerçekleştirir. I1 istasyonunda kenar kesimine uğramış olan saçların I1 istasyonu buffer alanından alıp I2 istasyonu sıralama alanına,

sıralama alanından taşlama masasına, taşlama masasından I2 istasyonu buffer alanına, I2 istasyonu buffer alanından I3 istasyonuna taşınmasıyla ilgili faaliyetleri gerçekleştirir.

Çizelge 2.4: I2 istasyonu vinçleri.

Vincin cinsi	Tavan vinci(2)
Kaldırma kapasitesi(ton)	15
Vincin boş yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin boş iniş hızıI(m/dk)	4
Vincin malzemeye tutunma süresi(sn)	10
Vincin dolu kalkış hızı(m/dk)	4
Vincin dolu yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin dolu iniş hızı(m/dk)	4
Vincin malzemenin yüzeyinden ayrılma süresi(sn)	5
Vincin boş kalkış hızı(m/dk)	4

2.2.2.3 Pah açma-taşlama istasyonunda işlem görecek parçalar

Çizelge 2.5: I2 ist.da işlem görecek parçalar ve ait oldukları yapılar.

Kademe	Levhalar	Pozisyon no	Parça boyu(mm)	Parca gen.(mm)	Kalınlıklar(mm)
E -P01	1(levha)	1	8272	2481	12
	2(levha)	2	8272	2481	12
	3(levha)	3	8272	2481	12
	4(levha)	4	8272	2781	12
	5(levha)	5	8272	2781	12
	6(levha)	6	8272	2711	11
	7(levha)	7	8272	2711	11
E -P02	1(levha)	901	8070	2750	13
	2(levha)	901	8070	2750	13
	3(levha)	900	8070	1380	13
	4(levha)	902	8070	2608	13
	5(levha)	902	8070	2608	13

2.2.2.4 Pah açma-taşlama istasyonunda işlem süreleri ve proses analizi

I2 pah açma ve taşlama istasyonunda, taşlama veya kenar temizleme işlemleri gerçekleştirilecektir. I2 pah açma ve taşlama istasyonunda yapılan işlemlerin süreleri EK.B'de verilmektedir. I2 pah açma ve taşlama istasyonunda gerçekleştirilen iş aktivitelerinin detaylı analizi EK.C'de verilmektedir

2.2.2.5 Pah açma-taşlama istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I2 istasyonu bitiş süresi P01 tanktop paneli için 119 dk, P02 dış kaplama paneli için 84 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.3 Panel imalat istasyonu (I3)

2.2.3.1 Panel imalat istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.21: Panel imalat istasyonu (I3) genel yerleşimi.

Şekil 2.21, I3 panel imalat istasyonunun genel yerleşimini göstermektedir. I3 istasyonunda, tanktop ve dış kaplama panellerini oluşturan saçların tozaltı kaynağı ile birleştirilmesi ve panel oluşturma işlemleri yapılmaktadır. I2 istasyonunda taşlanan saçlar, hangi panel imal edilecekse (tanktop veya dış kaplama) ilgili panel içindeki sırasına göre, I2 istasyonu buffer alanından alınarak konveyore taşınır. Bu alan, yani sacın konveyöre konulduğu alan, otomatik panel hattının başlangıcıdır. Bu alana indirilen saçlar, panel hattına sabitlenir. Sabitlemedeki amaç, sacın konveyor üzerinde taşınırken, sağa sola hareketini önlemektir. Saç panel hattına sabitlendikten sonra, tolerans levhalarının saca kaynağı için tolerans levha kaynak alanına taşınır. Tolerans levhaları, teçhiz atölyesinden gelen ilave teçhiz saçlarıdır. Bu ilave saçların paneli oluşturan saçlara kaynak edilmesinin sebebi, tozaltı kaynağının başlangıcında ortaya çıkabilecek düzensizlikleri tolere etmektir. Böylelikle, kaynak, saça gelene kadar, bu ilave teçhiz saçları sayesinde kararlı hale gelecek ve kaynağın kalitesi artacaktır. İlave teçhiz saçlarının kaynağının ardından, saçlar, tozaltı kaynak tezgahına taşınarak tezgahın alt kısmına sabitlenir ve arkasından gelen diğer saçla birleştirilir. Bu şekilde, saçlar arka arkaya belirli sırada kaynak yapılarak panel imalatı gerçekleştirilmiş olur. Bu istasyon sonunda, tanktop ve dış kaplama panelleri imal edilmiş olur. İmal edilen paneller, I3 istasyonu buffer alanına yine konveyor ile taşınır.

2.2.3.2 Panel imalat istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

Bu istasyonda, iki işçi görev yapmaktadır. Birinci işçi, paneli oluşturan saçların panel hattına sabitlenmesinden, ilave teçhiz saçlarının panel saçlarına montajından, IMG tozaltı kaynak tezgahını kullanmaktan sorumludur. İkinci işçi ise, konveyoru kullanmaktan, saçların IMG tezgahı altında doğru yerde konumlandırılmasından, torcun bakımından ve torcu hareket ettirmekten sorumludur. Panel imalat istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şunlardır:

Elektrod kaynağı: I3 istasyonunda kullanılan elektrod kaynakları, ilave teçhiz saçlarının panel saçlarına kaynak edilmesinde ve panel saçlarının tozaltı kaynakları öncesi birbirlerine tutturulmasında kullanılır. Kullanılan elektrod kaynağının punto kaynaklar arasındaki geçiş süresi yani punto kaynak öncesi hazırlık süresi 10 sn, punto kaynak süresi ise 9 sn'dir.

Tozaltı kaynak tezgahı (IMG): I3 istasyonunda kullanılan tozaltı kaynağı, saçları birbirlerine bağlayarak yani kaynaklarını yaparak panel imalatını gerçekleştirir. Birleştirilmek üzere gelen saçlar, öncelikle bu tezgah altında sabitlenir. Bu sabitleme donanımı tezgahı bünyesindeki bir donanımdır. Bu sabitleme donanımı, ayaklardan oluşur. Bu ayaklar saca basarak sacı sabitler. Diğer saç geldiğinde diğer ayaklarla ikinci sacı sabitler. Bu sabitlemenin ardından punto ile saçlar birbirine birleştirilir. Daha sonra bu sabitleyici ayaklar havaya kalkar ve toz altı kaynak torcu ile tozaltı kaynak yöntemiyle saçlar birbirlerine sırayla birleştirilir ve panel üretilmiş olur.

Çizelge 2.6: IMG tozaltı kaynak tezgahı hız değerleri.

Saç kalınlığı(mm)	Amperaj	Voltaj	Yol hızı(m/dk)
6x6	710	36	0.47
7x7	710	36	0.46
8x8	750	37	0.47
9x9	815	37	0.37
10x10	840	38	0.35
11x11	840	38	0.33
12x12	850	38	0.31
13x13	860	38	0.29
14x14	880	38	0.28
17x17	860	37	0.36
20x20	870	37	0.34
22x22	870	36	0.35
25x25	875	37	0.35
27x27	875	37	0.35
30x30	880	36	0.35
35x35	920	36	0.34

Konveyor: Konveyor, panel hattı üzerindeki hareketi sağlayan donanımdır. Üzerindeki yapıları (panel vs) panel hattı boyunca hareket ettirir. Taşıma hızı 15 m/dk'dır.

2.2.3.3 Panel imalat istasyonunda işlem görecek parçalar

Çizelge 2.7: I3 ist.da işlem görecek parçalar ve ait oldukları yapılar.

Kademe	Levhalar	Poz. no	Parça boyu(mm)	Parca gen.(mm)	Kalınlık(mm)
E -P01	1(levha)	1	8272	2481	12
	2(levha)	2	8272	2481	12
	3(levha)	3	8272	2481	12
	4(levha)	4	8272	2781	12
	5(levha)	5	8272	2781	12
	6(levha)	6	8272	2711	11
	7(levha)	7	8272	2711	11
E -P02	1(levha)	901	8070	2750	13
	2(levha)	901	8070	2750	13
	3(levha)	900	8070	1380	13
	4(levha)	902	8070	2608	13
	5(levha)	902	8070	2608	13

2.2.3.4 Panel imalat istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

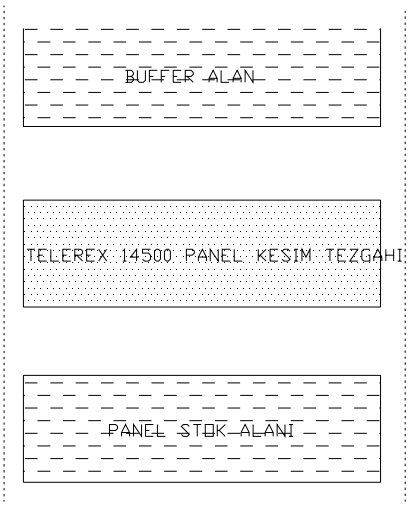
I3 panel imalat istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. I3 panel imalat istasyonu detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.3.5 Panel imalat istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I3 istasyonu bitiş süresi P01 tanktop paneli için 369 dk, P02 dış kaplama paneli için ise 253 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.4 Panel kesim istasyonu (I4)

2.2.4.1 Panel kesim istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.22: Panel kesim istasyonu (I4) genel yerleşimi.

Şekil 2.22, panel kesim istasyonunun (I4) genel yerleşim düzenini göstermektedir. I3 panel imalat istasyonunda imal edilen tanktop ve dış kaplama panelleri bu istasyona gelir. I4 istasyonu paneli gerçek boyutlarında keser. Bununla birlikte, raspalama, markalama işlemleri de yapılmaktadır. Bu istasyondaki temel amaç, tanktop ve dış kaplama panellerini gerçek boyutlarında kesmek yani son şeklini vermektir. Ayrıca, paneller üzerine gelecek olan profil, C ve D kademe ürünleri ve tekil parçaların geleceği yerler markalanır. Böylece, panel üzerine gelecek olan parçaların panelin hangi kısmına geleceği bilinmiş olur. Tezgahın marka atmasının yanında, operatör yardımcısı, markaların üzerine gelecek olan parçaları markalama kalemi ile yazar. Böylece hangi markanın üzerine hangi parçanın geleceği açıkca belirtilmiş olur. Raspalama işlemi ise, panel üzerine gelecek olan parçaların kaynak sırasında sorun oluşturabilecek olan boyayı veya raspayı ortadan kaldırmak için yapılan bir işlemdir. Raspalanmış, markalanmış, kesilmiş ve elle markalanmış tanktop ve dış kaplama panelleri I5 istasyonuna gönderilmektedir.

2.2.4.2 Panel kesim istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

Bu istasyonda iki işçi çalışmaktadır. Bunlardan biri operatör diğeri ise operatör yardımcısıdır. Operatör tezgahı kullanırken, operatör yardımcısı ise ona yardımcı olur. Temel görevi panel üzerine markaları atmaktır.

Panel kesim istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şunlardır:

Panel kesim tezgahı (Telerex 14500): Bu tezgah, panel üstünde, sırasıyla, raspalama, markalama, iç kesim ve dış kesim işlemlerini gerçekleştirmektedir. Bu tezgahın özellikleri aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir.

Çizelge 2.8: Telerex 14500 tezgah özellikleri.

	Kesim hızı(m/dk)				
Malzeme kal.(mm)	Q(quality)	S(speed)	Mark.hızı(m/dk)	Rasp.hızı(m/dk)	Boş hızı(m/dk)
5	5.5	7	18	6	25
6---7	4.3	6.6	18	6	25
8---9	3.7	5.8	18	6	25
10---11	2.9	5	18	6	25
12---14	2.5	4.3	18	6	25
15	2.35	3.8	18	6	25
16---19	2.2	3.2	18	6	25
20---24	2.1	3	18	6	25
25---29	1.5	2	18	6	25
30---39	1.1	1.2	18	6	25
40	0.95	1	18	6	25

Markalama kalemi: Markalama kalemi, panel üzerinde tezgahın işleri bittikten sonra operatörün markalar üzerine gelecek olan parçaların isimlerini belirtmek amacıyla kullandığı bir araçtır.

Konveyor: Konveyor, panel hattı üzerindeki hareketi sağlayan donanımdır. Üzerindeki yapıları (panel vs) panel hattı boyunca hareket ettirir. Taşıma hızı 15 m/dk'dır.

2.2.4.3 Panel kesim istasyonunda işlem görecek parçalar

I4 panel kesim istasyonunda, çift dip bloğunu oluşturan P01 tanktop ve P02 dış kaplama panelleri işlem görecektir. Her iki blok da, raspalama, markalama ve kesim işlemlerine tabi tutulacaktır.

2.2.4.4 Panel kesim istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

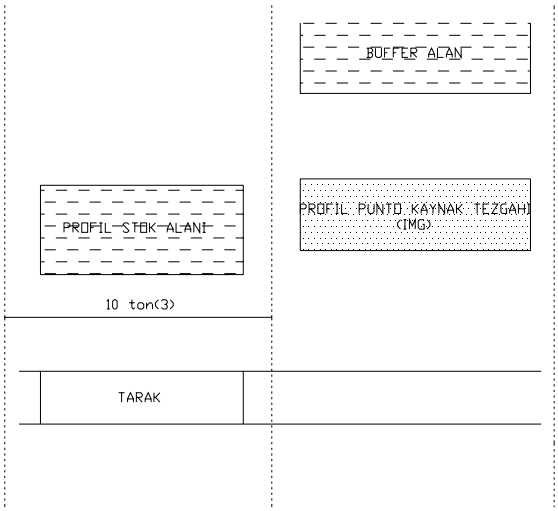
I4 panel kesim istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.4.5 Panel kesim istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I4 istasyonu bitiş süresi P01 tanktop paneli için 227 dk, P02 dış kaplama paneli için ise 129 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.5 Profil punto kaynak istasyonu (I5)

2.2.5.1 Profil punto kaynak istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.23: Profil punto kaynak istasyonu (I5) genel yerleşimi.

Şekil 2.23, profil punto kaynak istasyonunun genel yerleşim düzenini göstermektedir. Bu istasyonda, I4 numaralı istasyondan gelen raspalanmış, markalanmış ve kesime uğramış olan tanktop ve dış kaplama panellerinin üzerine profillerin montajı yapılmaktadır. Profil stok alanından ilgili panele ait olan profiller (3) nolu tavan vincinin yardımıyla tarak veya bant olarak ifade edilen taşıma araçlarına taşınır. Tarağa yüklenmiş olan profiller profil punto kaynak istasyonu alanına getirilir. Daha sonra, profil punto kaynak makinesi çalıştırılarak tarak üzerinden ilgili profil alınarak panel üzerindeki ilgili yerine taşınır. Profil panel üzerindeki ilgili yerine geldiğinde punto kaynak tezgahı profili yerine indirir. Tezgah, profili tam olarak markasının üzerine indirir. Markasının üzerine indirilen profilin üzerine tezgahın bünyesindeki sabitleyici donanım indirilir ve profil markası üzerine sabitlenir. Profil gönyeye alındıktan ve profilin tam olarak markasının üzerine indiğinden emin olunduktan sonra, tezgahın punto kaynak aparatı kaynak yerine gelir ve belirli aralıklarla çift taraflı olarak punto kaynak atmak suretiyle

profili panel üzerine sabitler. Bu işlem yapılmadan önce tezgahın bünyesindeki mıknatıs profil ile panel arasındaki boşluğu alır. Bu işlemden sonra punto kaynak işlemi yapılır. Diğer profiller için de aynı işlemler gerçekleştirilir. Böylece panel üzerine profillerin punto kaynakla montajı yapılmış olur. Elemanlı panel daha sonra konveyor ile buffer alana taşınır.

2.2.5.2 Profil punto kaynak istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

I5 istasyonunda üç işçi görev yapmaktadır. Birinci işçi, profilleri stok alanından tarağa taşımada kullanılan (3) nolu tavan vincini kullanır. Ayrıca, tarağı da kullanarak profillerin tarak aracılığıyla profil punto kaynak alanına taşınmasını sağlar. IMG punto kaynak tezgahını çalıştırır. Profilleri taraktan alıp panel üzerindeki ilgili yerine taşır. Yani, IMG tezgahının operatörlüğünü yapar. Tezgahın torcunu temizler. İkinci ve üçüncü işçi ise, profillerin vince tutunmasını ve vinçten ayrılmasını sağlar ve profilleri tarağa yerleştirir. Bununla birlikte IMG tezgahını kullanan işçiye profilin geleceği ilgili yeri gösterirler ve profillerin panele ilgili markası üzerine oturmasını ve gönyeye alma işlemlerini gerçekleştirirler. Bununla birlikte ikinci veya üçüncü işçiden bir tanesi konveyoru çalıştırarak profil montajı yapılmış olan paneli buffer alana taşırlar.

Panel imalat istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şunlardır:

Punto kaynak tezgahı (IMG): IMG tezgahı, profillerin panel üzerine montajını gerçekleştirir. Profili panel üzerindeki markasının üzerine sabitler ve torcu ile çift taraflı olarak belirli aralıklarda punto kaynak atarak profili panel üzerine sabitler. Burada, profil ile panel arasında herhangi bir boşluk olsun istenmez. Boşluk olursa, punto kaynak tam olarak atılamaz. IMG tezgahı, profille panel arasındaki boşluğu almak için üzerinde bir mıknatıs donanımı bulunmaktadır. Tezgah, punto kaynak atmadan önce profille panel arasındaki boşluğu gidermek için bir mıknatıs donanımı panel üzerine iner ve paneli profile doğru sıkıştırarak aradaki boşluğu alır ve punto kaynak işlemini gerçekleştirir. IMG punto kaynak tezgahının punto kaynak süresi 9 sn, punto kaynaklar öncesi hazırlık süresi ise 13 sn'dir.

Tarak (bant): Profil punto kaynak istasyonunda, tarak profil stok alanı ile punto kaynak istasyonu arasındaki malzeme akışını temin etmektedir. Tarak, üzeri profillerin yerleştirilmesine uygun yuvaları olan bir taşıma aracıdır. 312 çift dip

bloğu için herbir panelin üzerine gelecek olan bütün profilleri aynı anda taşıyabilir. Dolayısıyla, tarak profil punto kaynak istasyonuna bir panel için sadece bir kez yüklü olarak geçer. Tarağın dolu profil taşıma hızı 17.5 m/dk'dır.

Kullanılan vinçler: I5 istasyonunda, (3) nolu tavan vinci kullanılmaktadır. Bu tavan vincinin görevi profilleri stok alanından teker teker alıp tarak üzerine yerleştirmektir.

Çizelge 2.9: I5 istasyonunda kullanılan vincin özellikleri.

Vincin cinsi	Tavan vinci(3)
Kaldırma kapasitesi(ton)	10
Vincin boş yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin boş iniş hızıI(m/dk)	4
Vincin malzemeye tutunma süresi(sn)	24
Vincin dolu kalkış hızı(m/dk)	4
Vincin dolu yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin dolu iniş hızı(m/dk)	4
Vincin malzemenin yüzeyinden ayrılma süresi(sn)	7
Vincin boş kalkış hızı(m/dk)	4

Konveyor: Konveyor, panel hattında malzemenin taşınmasını sağlayan bir aktarma aracıdır. Panel hattının tamamında paneli hareket ettirmek için kullanılır. Konveyörün taşıma hızı 15 m/dk'dır.

2.2.5.3 Profil punto kaynak istasyonunda işlem görecek parçalar

Çizelge 2.10: I5 ist.da işlem görecek olan parçalar ve ait oldukları yapılar.

Kademe	Pozisyon no	Kalınlıklar(mm)	Yukseklik(mm)	Uzunluk(mm)
F 312-1-51-P01	500,4x501	10	240	8232
	503	10	240	6140
	504	10	240	6130
	2x505	10	240	4812
	2x512,513	10	240	3340
	514,515,516,517,518	10	240	3330
	522	10	240	2700
	523	10	240	2699
F 312-1-P02	751,753	10	260	2709
	752,754	10	260	3329
	755,757	10	260	4808
	756,758	10	260	3329
	2x760	10	260	3326
	770,771	10	260	6129
	772,773	10	260	8229
	2x775,2x776	11	280	2786
	2x777	11	280	516

2.2.5.4 Profil punto kaynak istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

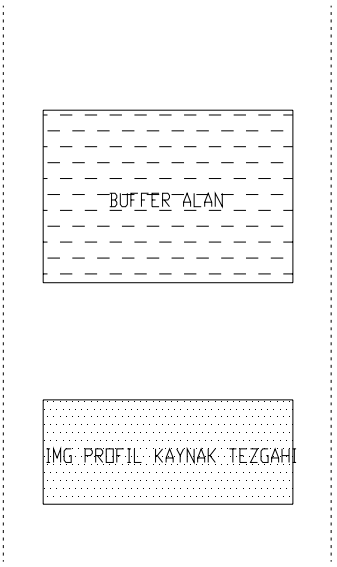
I5 profil punto kaynak istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.5.5 Profil punto kaynak istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I5 istasyonu bitiş süresi P01 tanktop paneli için 175 dk, P02 dış kaplama paneli için 197 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.6 Profil boğaz kaynak istasyonu (I6)

2.2.6.1 Profil boğaz kaynak istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.24: Profil boğaz kaynak istayonu (I6) genel yerleşimi.

Şekil 2.24, profil boğaz kaynak istasyonunun genel yerleşim düzenini göstermektedir. Bu istasyonda, I5 istasyonunda punto kaynakla panele bağlanmış olan profillerin kaynak işlemleri tamamlanır. I6 istasyonuna elemanlı paneller konveyor ile taşınır ve bu istasyonda profillerin çift taraflı boğaz kaynakları yapılır ve elemanlı panelin kaynak işlemleri tamamlanmış olur. Burada kullanılan kaynak yöntemi gazaltı kaynak yöntemidir. IMG tezgahını kullanan operatör tezgahın torcunu kaynak bölgesine indirir ve gerekli tezgah ayarlarını yaparak kaynak işlemini başlatır. IMG tezgahı kaynağı otomatik olarak yapar. Her kaynak sonunda torçlar

temizlenir ve diğer kaynağa hazır hale getirilir. Boğaz kaynağı tamamlanmış olan elemanlı paneller ilgili istasyona konveyor ile taşınır ve seksiyonlar panel hattı üzerindeki ilerlemelerini sürdürür. Elemanlı tanktop paneli (F-P01) C ve D kademe ürünleri montajı yapılmak üzere I7 stasyonuna, elemanlı dış kaplama paneli (F-P02) ise taşlanmak üzere I9 istasyonuna gönderilirler.

2.2.6.2 Profil boğaz kaynak istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

Profil boğaz kaynak istasyonunda bir adet işçi bulunmaktadır. Bu işçinin görevi elemanlı panelleri konveyor ile hareketini sağlamak ve IMG profil kaynak tezgahını kullanmaktır.

Profil boğaz kaynak istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şunlardır:

Profil kaynak tezgahı (IMG): IMG profil gazaltı kaynak tezgahı 260 amperlik bir akım değerinde çalışmaktadır. Kullanılan elektrod tipi OK TUBROD 15.14 (E71 T-1)'dir. Kullanılan bu elektrodun çapı ise 1.2 mm'dir.

Konveyor**:** Konveyor, panel hattında malzemenin taşınmasını sağlayan bir aktarma aracıdır. Panel hattının tamamında paneli hareket ettirmek için kullanılır. Konveyörün taşıma hızı 15 m/dk'dır.

2.2.6.3 Profil boğaz kaynak istasyonunda işlem görecek parçalar

Çizelge 2.11: I6 ist.da işlem görecek olan parçalar ve ait oldukları yapılar.

Kademe	Pozisyon no	Kalınlıklar(mm)	Yukseklik(mm)	Uzunluk(mm)
F 312-1-51-P01	500,4x501	10	240	8232
	503	10	240	6140
	504	10	240	6130
	2x505	10	240	4812
	2x512,513	10	240	3340
	514,515,516,517,518	10	240	3330
	522	10	240	2700
	523	10	240	2699
F 312-1-P02	751,753	10	260	2709
	752,754	10	260	3329
	755,757	10	260	4808
	756,758	10	260	3329
	2x760	10	260	3326
	770,771	10	260	6129
	772,773	10	260	8229
	2x775,2x776	11	280	2786
	2x777	11	280	516

2.2.6.4 Profil boğaz kaynak istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

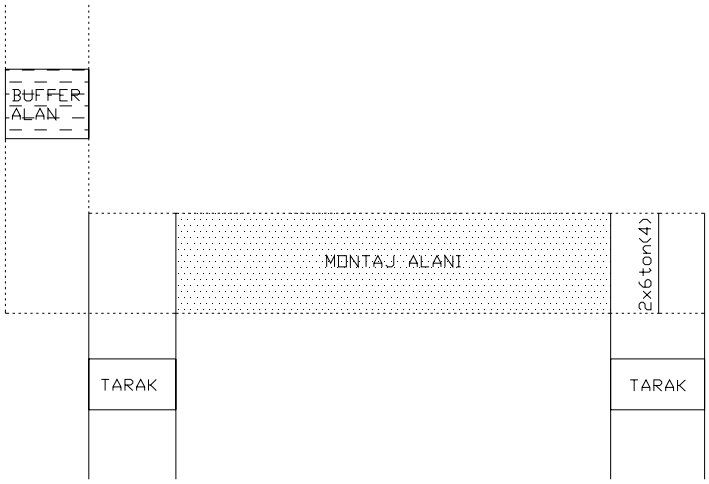
I6 profil gazaltı kaynak istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.6.5 Profil boğaz kaynak istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I6 istasyonu bitiş süresi P01 tanktop paneli için 215 dk, P02 dış kaplama paneli için ise 199 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.7 C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu (I7)

2.2.7.1 C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.25: C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu (I7) genel yerleşimi.

Şekil 2.25, C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonunun (I7) genel yerleşim düzenini göstermektedir. I7 istasyonunda, elemanlı tanktop panelinin (F-P01) üzerine gelecek olan yapıların montajı yapılmaktadır. C ve D kademe ürünleri montajının yanısıra, tekil parçaların da montajı bu istasyonda gerçekleştirilmektedir. I13 ön imalat istasyonundan gelen yapılar tarağa konulur ve daha sonra, I7 istasyonu montaj alanına çekilir. (4) numaralı tavan vinci yardımıyla, ilgili yapı taraktan alınarak, F-P01 elemanlı panel üzerindeki ilgili yerine taşınır ve markasının üzerine yerleştirilir. Markanın üzerine yerleştirilen yapıların punto kaynak öncesi sabitlenmesi gerekmektedir. Bu sabitleme işlemi için, yapıya bir köşebent çakılır ve bir adet punto

kaynak yapılarak yapının markasının üzerinden dışarı çıkması önlenmiş olur. Sabitlenen yapı daha sonra ilgili ekip tarafından punto kaynak ile F-P01 elemanlı panelin üzerine tutturulur. Yapı hem yatay doğrultuda hem de dikey doğrultuda punto kaynak işlemine tabi tutulur. Yatay yönde, panel ile yapı arasındaki açıklığı almak için cırcır veya kriko kullanılır. Dikey yönde yapıyı sabitlemek için de yine cırcır (opçik) denen mekanizmalar kullanılır. Punto kaynak işlemi yapılan C ve D kademe yapıları daha sonra taşlama işlemine tabi tutulur. Bu işlemler diğer bütün yapılar ve tekil parçalar için de tekrarlanır. I7 istasyonunda ayrıca, bloğun dış alanda döndürülmesinde kullanılan 4 adet mapanın da punto kaynağı yapılır. Punto kaynakları yapılmış ve taşlanmış olan G-P01 ürünü daha sonra konveyor ile buffer alana taşınır.

2.2.7.2 C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

Bu istasyonda, montaj işi yapan toplam 6 ekip bulunmaktadır. Her bir ekipte iki işçi bulunmaktadır. Bu işçilerden biri, yapıyı punto kaynak öncesi sabitlerken (cırcır, kriko kullanarak) diğer bir işçi ise punto kaynakları ve taşlama işini yapar. Yani her ekip iki kişiden oluşur ve kendilerine gösterilen C ve D kademe ürününü veya tekil parçaların montajını gerçekleştirirler. Dolayısıyla, montaj ve taşlama işlemi toplam 12 kişiden oluşan bir ekip tarafından gerçekleştirilir. Bazı büyük yapıların (R03, R08 ve R09) iki ekip yani toplam 4 kişi verilir. Ayrıca bu 12 kişinin dışında (4) nolu vinci kullanan bir transferci bulunmaktadır. Bu transferci hem (4) nolu vinci kullanır hem de konveyoru kullanarak bitmiş gruplu paneli buffer alan taşır. Tekil parça montajını 6 ekip, mapa montajını ise 1 ekip gerçekleştirmektedir. R11, R10, R03, B13, B11, S07, S06, S03, S04, B09, B07, S05, R05, S02, R04, B17, B15, S09, S08, R09, R07, R06, R08 şeklinde C ve D kademe ürünlerinin montaj sırası vardır.

Çizelge 2.12: Ekiplere atanan yapılar ve parçalar.

Ekip no	Yapı no	Tekil parça no	Mapa no
1	R11,S03,R05,S09,R08	1---4,29---34	
2	R10,S04,R04,S08,R08	1---4,29---34	
3	R03,B09,B15,R06	5----28	
4	R03,B07,B17,R07	5----28	
5	B13,S07,S02,R09	5----28	
6	B11,S06,S05,R09	5----28	1---4

C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şunlardır:

Cırcır (opçik): Cırcır veya opçik punto kaynak öncesinde yapıların (C ve D kademe ürünleri) veya parçanın sabitlenmesinde kullanılır. Buradaki amaç punto kaynak yaparken yapının veya parçanın kaymamasıdır. Bununla birlikte cırcır, punto kaynak yapılacak olan yüzeyler arasındaki boşluğun alınmasında kullanılır. Punto kaynak yapılacak yüzeyler arasındaki boşluk punto kaynağın kalitesini düşüreceği için boşluğun alınması önemlidir. Cırcır, punto kaynak yapılacak olan parçalara tutulur ve bünyesindeki zincir mekanizmasıyla bu parçalar birbirlerine doğru çekilir. Bu şekilde punto kaynak yapılacak parçalar arasındaki boşluk ortadan kaldırılır. Yatay ve dikey punto kaynaklar öncesi cırcır kullanılır. I7 istasyonunda ekiplere yetecek kadar cırcır mevcuttur.

Kriko: Diğer bir punto kaynak öncesi sabitleyici ve boşluk alıcı ekipmanlardan biri krikodor. Cırcırın kullanımasının mümkün olmadığı durumlarda kullanılabilir. Panelin altına yerleştirilerek paneli yukarı doğru kaldırır ve panelle üzerine gelecek olan parça arasındaki boşluğu ortadan kaldırır. I7 istasyonunda yeterince kriko mevcuttur.

Elektrod kaynağı: Elektrod kaynağı kullanılarak yapıların ve tekil parçaların panel üzerine montajı gerçekleştirilir. Önce yatay, daha sonra dikey punto kaynaklar yapılır.

Çizelge 2.13: I7 istasyonunda kullanılan elektrod kaynağı ve özellikleri.

Teçhiz adı	Elektrod kaynagı
Adet	6
1 adet punto kaynak süresi(sn)(yatay)	9
Pun.kaynak ön hazırlık süresi(sn)(yatay)	10
1 adet punto kaynak süresi(sn)(dikey)	9
Pun. kaynak ön hazırlık süresi(sn)(dikey)	15

Taşlama motoru: Kullanılan taşlama motorunun özellikleri aşağıdaki gibidir:

Çizelge 2.14: I7 istasyonunda kullanılan taşlama motoru ve özellikleri.

Teçhiz adı	Taslama motoru
Adet	6
Taşlama süresi(sn/adet)(yatay)	6
Herbir taşlama öncesi hazırlık süresi(sn)(yatay)	5
Taşlama süresi(sn/adet)(dikey)	9
Herbir taşlama öncesi hazırlık süresi(sn) (dikey)	7

Tarak: I7 istasyonunda kullanılan tarak, ön imalat istasyonunda üretilmiş olan yapıları, punto kaynak istasyonuna yani yapı montaj alanına getirir. Tarağın dolu taşıma hızı 17.5 m/dk'dır.

Konveyor: Panel hattında kullanılan konveyörün taşıma hızı 15 m/dk'dır.

Vinçler: I7 istasyonunda kullanılan tavan vincinin iki adet kancası vardır. Fakat bu kancalardan sadece bir tanesi kullanılmaktadır. Tavan vincinin ağızları kurt ağızlıdır. Kurt ağızlar yapıyı kavramada kolaylık sağlamaktadırlar.

Çizelge 2.15: I7 istasyonunda kullanılan vinç ve özellikleri.

Vincin cinsi	Tavan vinci(4)
Kaldırma kapasitesi(ton)	2X6
Vincin boş yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin boş iniş hızıI(m/dk)	4
Vincin malzemeye tutunma süresi(sn)	20
Vincin dolu kalkış hızı(m/dk)	4
Vincin dolu yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin dolu iniş hızı(m/dk)	4
Vincin malzemenin yüzeyinden ayrılma süresi(sn)	20
Vincin boş kalkış hızı(m/dk)	4

2.2.7.3 C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonunda işlem görecek parçalar

Çizelge 2.16: I7 istasyonunda işlem görecek olan yapılar ve tekil parçalar.

Üretim kademesi	Tekil parçalar	Tekil parça pozisyon numarası
D 312-1-51-R03	1 (levha)	22
C 312-1-51-S02	2 (levha)	22
C 312-1-51-S03	3 (levha)	27
C 312-1-51-S04	4 (levha)	31
C 312-1-51-S05	5 (levha)	85
C 312-1-51-S06	6 (levha)	85
C 312-1-51-S07	7 (levha)	86
C 312-1-51-S08	8 (levha)	86
C 312-1-51-S09	9 (levha)	87
C 312-1-51-B07	10 (levha)	87
C 312-1-51-B09	11 (levha)	88
C 312-1-51-B11	12 (levha)	88
C 312-1-51-B13	13 (levha)	89
C 312-1-51-B15	14 (levha)	89
C 312-1-51-B17	15 (levha)	90
C 312-1-51-R04	16 (levha)	90
C 312-1-51-R05	17 (levha)	91
D 312-1-51-R06	18 (levha)	91
C 312-1-51-R06-B19	19 (braket)	200
D 312-1-51-R07	20 (braket)	200

Çizelge 2.16 (devam): I7 istasyonunda işlem görecek olan yapılar ve tekil parçalar.

Üretim kademesi	Tekil parçalar	Tekil parça pozisyon numarası
C 312-1-51-R07-B23	21 (braket)	200
C 312-1-51-R08	22 (braket)	200
C 312-1-51-R08-B29	23 (braket)	200
C 312-1-51-R08-B33	24 (braket)	200
C 312-1-51-R09	25 (braket)	4x201
C 312-1-51-R09-B36	26,27,28 (braket)	2x202
C 312-1-51-R09-B40	29,30,31(braket)	2x203
D 312-1-51-R10	32,33,34 (braket)	2x206
D 312-1-51-R11	35,36,37,38 (mapa)	

2.2.7.4 C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

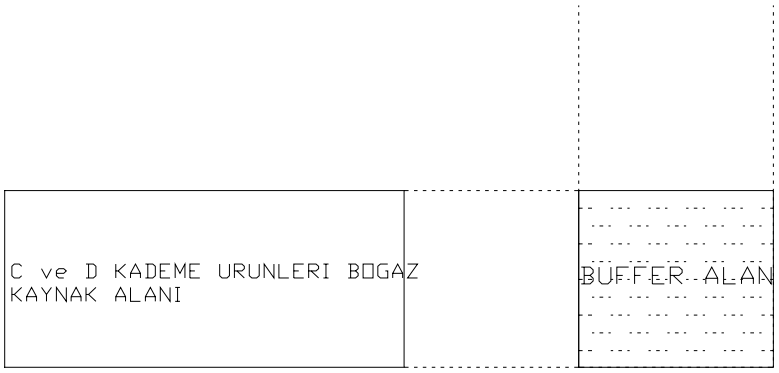
C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.7.5 C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I7 istasyonu bitiş süresi 501 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.8 C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonu (I8)

2.2.8.1 C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.26: C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonu (I8) genel yerleşimi.

Şekil 2.26, C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonunun (I8) genel yerleşim düzenini göstermektedir. I7 istasyonundan gelen G-51 gruplu panelinin bu istasyonda kaynak işlemleri gerçekleştirilecektir. Gruplu paneldeki yapıların ve tekil

parçaların boğaz kaynak işlemleri yapılacaktır. Bütün kaynaklar çift taraflı olarak gerçekleştirilecektir.

2.2.8.2 C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

I8 istasyonunda 14 işçi çalışmaktadır. Herbir ekip 2 kişiden oluşmaktadır ve toplamda 7 ekip bulunmaktadır. Bu işçilerin herbiri gazaltı kaynağı yapmaktadır.

Çizelge 2.17: I8 istasyonu ekiplere atanan yapılar ve parçalar.

Ekip no	Yapı adı	Tekil parça sayısı	Mapa sayısı
1	R11,S03,R04,R09,R08		
2	R10,S04,B15,R08		
3	R03,S05,S08		2
4	R03,R05,S09	34	2
5	B13,S06,S02,R07		
6	B11,B07,R09		
7	S07,B09,B17,R06		

C ve D kademe ürünleri gazaltı kaynak istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şunlardır:

Kaynak makinesi: I8 istasyonunda 15 adet kaynak makinesi kullanılmaktadır. I8 istasyonunda kullanılan kaynak makineleri gazaltı kaynağı yapmaktadırlar. Bu makineler 260 amperlik bir akım değerine sahiptir. Kullanılan elektrod E71 T-1 tipinde olup, 1.2 mm'lik bir çapa sahiptir.

Konveyor: Konveyörün taşıma hızı 15 m/dk'dır.

2.2.8.3 C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonunda işlem görecek parçalar

Çizelge 2.18: I8 istasyonunda işlem görecek olan yapılar ve tekil parçalar.

Üretim kademesi	Tekil parçalar	Tekil parça pozisyon no.
D 312-1-51-R03	1 (levha)	22
C 312-1-51-S02	2 (levha)	22
C 312-1-51-S03	3 (levha)	27
C 312-1-51-S04	4 (levha)	31
C 312-1-51-S05	5 (levha)	85
C 312-1-51-S06	6 (levha)	85
C 312-1-51-S07	7 (levha)	86
C 312-1-51-S08	8 (levha)	86
C 312-1-51-S09	9 (levha)	87
C 312-1-51-B07	10 (levha)	87
C 312-1-51-B09	11 (levha)	88

Çizelge 2.18 (devam): I8 istasyonunda işlem görecek olan yapılar ve tekil parçalar.

Üretim kademesi	Tekil parçalar	Tekil parça pozisyon no.
C 312-1-51-B11	12 (levha)	88
C 312-1-51-B13	13 (levha)	89
C 312-1-51-B15	14 (levha)	89
C 312-1-51-B17	15 (levha)	90
C 312-1-51-R04	16 (levha)	90
C 312-1-51-R05	17 (levha)	91
D 312-1-51-R06	18 (levha)	91
D 312-1-51-R07	19,20,21,22,23,24,25,26 (braket)	6x200
C 312-1-51-R08	27,28,29,30,31,32,33,34 (braket)	4x201
C 312-1-51-R09	35,36,37,38 (mapa)	2x202
D 312-1-51-R10		2x203
D 312-1-51-R11		2x206

2.2.8.4 C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

C ve D kademe ürünleri gazaltı kaynak istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.8.5 C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I8 istasyonu bitiş süresi 660 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.9 Panel hattı sonu taşlama istasyonu (I9)

2.2.9.1 Panel hattı sonu taşlama istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.27: Panel hattı sonu taşlama istasyonu (I9) genel yerleşimi.

Şekil 2.27, panel hattı sonu taşlama istasyonunun genel yerleşimini göstermektedir. Bu istasyonda, I8 istasyonundan gelen gruplu panel (G-51) ile I6 istasyonundan gelen elemanlı dış kaplama panelinin (F-P02) taşlama işlemi gerçekleştirilmektedir.

Gruplu paneli oluşturan profil, tekil parça ve yapıların ayrı ayrı taşlama işlemleri yapılır. Ayrıca elemanlı dış kaplama panelini oluşturan profillerin de taşlama işlemleri yapılır. Bu istasyon otomatik panel hattının en son istasyonudur. Burada taşlanan gruplu panel ve elemanlı dış kaplama panelleri blok inşa alanına yani I16 nolu istasyona gönderilir.

2.2.9.2 Panel hattı sonu taşlama istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

I9 istasyonunda 7 işçi çalışmaktadır. Bu işçilerin herbiri taşlama yapmaktadır.

Çizelge 2.19: I9 istasyonu ekiplere atanan yapı ve parçalar.

İşçi no	Yapı adı	Tekil parça sayısı	Profil sayısı
1	R11,S04,S09	34	18
2	R10,B09,B17,R07		
3	R03,S05,R09		
4	R03,R05,S08		
5	B13,S06,S02,R06		
6	B11,S03,R04,R09,R08		
7	S07,B07,B15,R08		

Panel hattı sonu taşlama istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şunlardır:

Taşlama motoru: Kullanılan taşlama motoru 2.5 m/dk'lık kaynak hızına sahip olup toplam 7 adettir.

Konveyor: Panel hattında kullanılan konveyörün taşıma hızı 15 m/dk'dır.

2.2.9.3 Panel hattı sonu taşlama istasyonunda işlem görecek parçalar

Çizelge 2.20: I9 istasyonunda işlem görecek parçalar.

Kademe	Tekil parçalar	Tekil parça poz.no.	Profller(P01)	Profiller(P02)
D 312-R03	1(levha)	22	500	751
C 312-S02	2(levha)	22	501	752
C 312-S03	3(levha)	27	501	753
C 312-S04	4(levha)	31	501	754
C 312-S05	5(levha)	85	503	755
C 312-S06	6(levha)	85	504	756
C 312-S07	7(levha)	86	505	757
C 312-S08	8(levha)	86	505	758
C 312-S09	9(levha)	87	512	760
C 312-B07	10(levha)	87	512	760
C 312-B09	11(levha)	88	513	770
C 312-B11	12(levha)	88	514	771
C 312-B13	13(levha)	89	515	772
C 312-B15	14(levha)	89	516	773

Çizelge 2.20 (devam): I9 istasyonunda işlem görecek parçalar.

Kademe	Tekil parçalar	Tekil parça poz.no.	Profller(P01)	Profiller(P02)
C 312-B17	15(levha)	90	517	775
C 312-R04	16(levha)	90	518	775
C 312-R05	17(levha)	91	522	776
D 312-R06	18(levha)	91	523	776
D 312-R07	19,20,21,22,23,24(braket)	6x200		777
C 312-R08	25,26,27,28,29,30 (braket)	4x201		777
C 312-R09	31,32 (braket)	2x202		
D 312-R10	33,34(braket)	2x203		
D 312-R11		2x206		

2.2.9.4 Panel hattı sonu taşlama istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

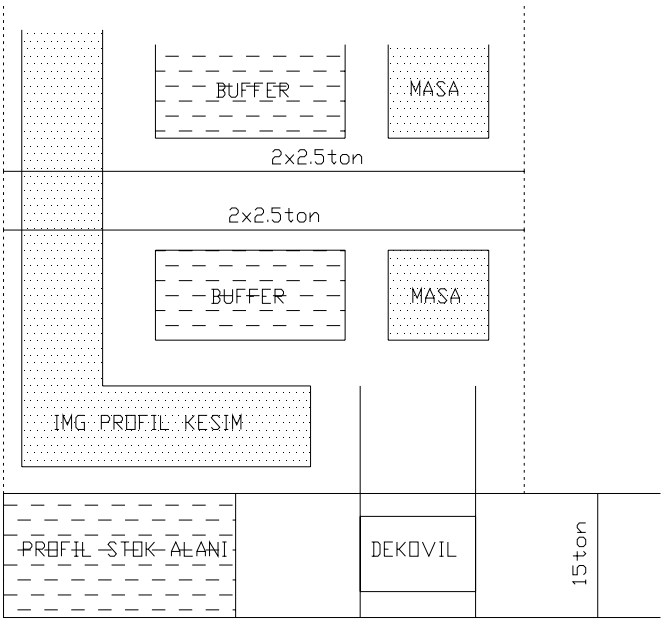
I9 panel hattı sonu taşlama istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.9.5 Panel hattı sonu taşlama istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I9 istasyonu bitiş süresi P01 tanktop paneli için 85 dk, P02 dış kaplama paneli için ise 14 dk'dır.

2.2.10 Profil kesim istasyonu (I10)

2.2.10.1 Profil kesim istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.28: Profil kesim istasyonu (I10) genel yerleşimi.

Şekil 2.28, profil kesim istasyonunun (I10) genel yerleşim düzenini göstermektedir. Bu istasyonda, tersaneye hazır olarak gelen 12 m'lik profillerden (hollanda profili) ihtiyaç duyulan boyutlarda profiller kesilerek ilgili istasyonlara gönderilir. Bu hazır profiller, profil stok alanında bekletilmektedir. 15 ton'luk tavan vinci kullanılarak, kesilecek olan profiller profil stok alanından alınıp dekovilin üzerine yerleştirilirler. Kesilecek profillerin tamamı dekovil üzerine yerleştirildikten sonra, dekovil profil kesim tezgahına doğru hareket ettirilir. Burada ise, dekovil üzerinden alınan profiller, 2x2.5 tonluk vinçler yardımı ile IMG profil kesim tezgahına taşınır. Tezgah, bu profillerden kendisine yüklenen programa uygun olarak çeşitli ebatlarda profiller üretir. Profillere kenar temizleme, markalama, kesme, delme gibi işlemler uygulanır. Tezgahın sonunda çıkan çeşitli boyut ve sayıdaki profiller masa üzerine çıkarılarak daha sonra taşlama işlemine alınır ve taşlanan profiller buffer alana konulur ve ilgili istasyona gitmek üzere bekletilirler. Buffer alanların birinde dış kaplama ve tanktop panelleri üzerine gelecek olan profiller stoklanırken diğerinde, ön imalat, profil eğim ve dış sahaya gidecek olan profiller stoklanır. Dış sahaya ve ön imalata gidecek olan profiller sepetlerin içinde stoklanır. Burada da prensip, aynı istasyona gidecek olan profiller aynı yerde stoklanır.

2.2.10.2 Profil kesim istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

I10 istasyonunda 5 işçi çalışmaktadır. Bunlarda biri operatör diğerleri ise, işlenen profillerin taşlanması ve taşınmalarından sorumludurlar. Profil kesim istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şunlardır:

Taşlama motoru: I10 profil kesim istasyonunda kullanılan taşlama motoru 2.5 m/dk'lık bir taşlama hızına sahiptir. Bu istasyonda kullanılan vinçler ise Çizelge 2.21'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.21: I10 istasyonunda kullanılan vinçler.

Vincin cinsi	Tavan vinci	Tavan vinci
Kaldırma kapasitesi(ton)	2x2.5	2x2.5
Vincin boş yürüme hızı(m/dk)	16	16
Vincin boş iniş hızıI(m/dk)	8	8
Vincin malzemeye tutunma süresi(sn)	15	15
Vincin dolu kalkış hızı(m/dk)	8	8
Vincin dolu yürüme hızı(m/dk)	16	16
Vincin dolu iniş hızı(m/dk)	8	8
Vincin malzemenin yüzeyinden ayrılma süresi(sn)	15	15
Vincin boş kalkış hızı(m/dk)	8	8

Profil kesim tezgahı (IMG): Bu tezgah, profil kenar temizleme, kesim, delme ve markalama gibi işlemler yapmaktadır. Kesilecek olan profil öncelikle taşlanır. Taşlanan profil daha sonra kesim işlemi için kesim yoluna girer. Operatör bu profile uygun kesim programını seçer ve kafa hareket ederek profili iter ve kesim yerine getirir. Profil ilgili işlem sırasına göre markalama, kesme ve delme gibi işlemlere tabi tutulur. Bu işlemlerden sonra çeşitli ebatlarda ve sayıda profil üretilir. Bu profiller daha sonra masaya çıkarılarak taşlanır ve buffer alanına taşınır.

Çizelge 2.22: IMG profil kesim tezgahı özellikleri.

Teçhiz adı	IMG profil kesim
Adet	1
Kenar temizleme hızı(m/dk)	7.5
Boş geçiş hızı(m/dk)	15
Markalama süresi (sn)	10
Kesim hızı(m/dk)	0.78
Delme süresi(sn)	10
Makaranın taşıma hızı(m/dk)	15
Aktarma hızı(m/dk)	5
Kafanın hızı(m/dk)	17.1
Tezgah sonu makara taşıma hızı(m/dk)	33.1

Dekovil: Dekovil, raylı taşıma aracı olarak adlandırılmaktadır. I10 istasyonunda, dekovilin görevi profil stok alanından aldığı profilleri profil kesim alanına taşımaktır. Dekovil 17.5 m/dk'lık boş taşıma hızına ve 8.8 m/dk'lık dolu taşıma hızına sahiptir.

Lamba (oksijen kesim)**:** Kesim seçeneklerinden birisi oksijenle kesimdir. Oksijenle kesim işlemi lamba olarak isimlendirilen bir alete gerçekleştirilebilmektedir. Lambanın kesim hızı 1.2 m/dk'dır.

Elektrod kaynağı: Kullanılan elektrod kaynağının punto kaynak süresi 9 sn, her punto kaynak öncesi hazırlık süresi ise 10 sn olarak belirlenmiştir.

2.2.10.3 Profil kesim istasyonunda işlem görecek parçalar

Profil kesim istasyonunda, tersaneye dışarıdan hazır olarak getirilmiş olan ham profillerin kesim işlemleri yapılmaktadır. Bu ham profillerden belirli boyutlara sahip tekil profil parçaları elde edilmektedir. Çizelge 2.23, profil kesim istasyonunda kesilen ham profiller ve elde edilen tekil profil parçalarını göstermektedir.

Çizelge 2.23: I10 istasyonunda işlenecek profiller ve üretilen profiller.

İşlenecek profiller	Kalınlık(mm)	Yükseklik(mm)	Uzunluk(mm)	Üretilen profiller
1	10	260	12000	772,761
2	10	260	12000	773,761
3	10	260	12000	771,751,753
4	10	260	12000	770,757
5	10	260	12000	752,754,755
6	10	260	12000	756,758,760
7	10	260	12000	760
8	11	280	12000	775,775,776,776,777
9	11	280	12000	774,774,777
10	9	200	12000	762,763,764
11	9	200	12000	762,763,764
12	9	200	12000	765,766,767
13	9	200	12000	765,766,767
14	9	200	12000	768,768,769
15	9	200	12000	769
16	9	200	12000	526,526,526,526,526
17	9	200	12000	526,526,526,526,526
18	9	200	12000	526,526,526,526,526
19	9	200	12000	509,509,506
20	9	200	12000	507,507,510
21	9	200	12000	526,520,519,511
22	9	200	12000	510,508,506
23	9	200	12000	519,511,508
24	9	200	12000	520
25	10	240	12000	500,512
26	10	240	12000	501,512
27	10	240	12000	501,513
28	10	240	12000	501,514
29	10	240	12000	503,505
30	10	240	12000	504,505
31	10	240	12000	515,516,517
32	10	240	12000	518,522,523
33	7	160	12000	524,527,532,524,537,537
34	7	160	12000	524,524,524,524,530
35	7	160	12000	524,524,524,524,530
36	7	160	12000	524,524,525,525,543
37	7	160	12000	550,529,541,527,532,543,550,529
38	7	160	12000	541,550,550
39	10	200	12000	533,533,533,533,533,533,534,533
40	10	200	12000	533,533,533,533,533,534

2.2.10.4 Profil kesim istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

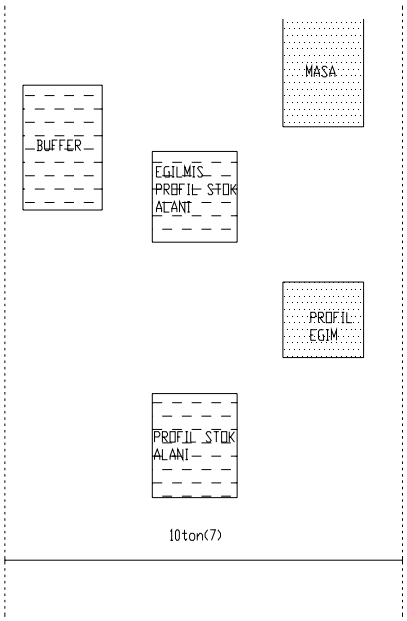
I10 profil kesim istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.10.5 Profil kesim istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I10 istasyonu bitiş süresi 410 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.11 Profil eğim istasyonu (I11)

2.2.11.1 Profil eğim istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.29: Profil eğim istasyonu (I11) genel yerleşimi.

Şekil 2.29, profil eğim istasyonunun (I11) genel yerleşim düzenini göstermektedir. I10 profil kesim istasyonundan iskele-sancak olarak birbirlerine punto kaynakla bağlanmış olan profil çiftleri profil stok alanına gelir. (7) nolu tavan vinci kullanılarak profil çiftleri profil eğim tezgahına çıkarılır. Burada profile verilecek eğime bağlı olarak kullanılacak kalıp seçilir ve profil çiftinin üzerine konularak markalama kalemiyle eğik çizgiler çizilir. Daha sonra profil eğim tezgahıyla profil çifti eğilir. Eğim işlemi profil çiftinin üzerindeki çizgiler düz hale gelinceye kadar devam ettirilir. Eğik çizgiler düz hale geldiğinde eğim işlemi sona erdirilir ve eğilmiş olan profil çiftleri profil eğim tezgahından alınarak eğilmiş profil stok alanına taşınır. Bütün profil çiftleri bu işlemden geçirilir ve eğilmiş olan bütün profiller eğilmiş profil stok alanına getirilir. Daha sonra yine (7) nolu vinç kullanılarak eğilmiş profiller eğilmiş profil stok alanından alınarak masaya çıkarılır. I10 istasyonunda

birbirlerine punto kaynakla bağlanmış olan profil çiftleri lamba ile birbirlerinden ayrılır. Birbirlerinden ayrılan profillerin eğim kontrolü yapılır. Eğim kontrolü yapılan profiller kesileceği yerlerden markalanırlar ve yine lamba ile markalandıkları yerlerden kesilirler. Kesilen profillerin kesime uğramış yüzeyleri taşlanır. Taşlama işlemi bittikten sonra birbirlerinden ayrılan profil çiftleri (7) nolu vinç kullanılarak masa üstünde birbirlerinin üstüne çıkarılır ve yine iskele-sancak olarak profil çiftlerinin bir arada kalması sağlanır. Bu profil çiftleri buffer alanına taşınır. Buffer alanından ise, I14 numaralı jig istasyonuna giderler.

2.2.11.2 Profil eğim istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

I11 istasyonunda 4 işçi çalışmaktadır. Bu işçilerden iki tanesi profil çiftlerinin eğimi ile ilgilenir. Diğer iki işçi ise, profil çiftlerinin birbirinden ayrılması kesilmesi ve taşlanması gibi işlemlerle ilgilenmektedir. Eğim işlemleri tamamlanmış olan profillerin hepsi eğilmiş profil stok alanında toplandıktan sonra profillerin kesilmesi taşlanması gibi işlemlere başlanır. Yani bir profil çifti eğildikten sonra, bu profil çiftinin kesim ve taşlama gibi işlemleri hemen yapılmaz. Diğer bütün profillerin eğim işlemlerinin bitmesi beklenir. Ondan sonra kesim ve taşlama işlemlerine başlanır. Buradaki önemli nokta, kesim ve taşlama işlemleri profillerin tamamı eğildikten sonra başlamasıdır. Profil eğim istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şunlardır:

Taşlama motoru: 2.5 m/dk kesim hızına sahip taşlama motoru kullanılmaktadır.

Lamba (oksijen kesim): Lambanın kesim hızı 1.2 m/dk'dır.

Profil eğim tezgahı: Profil eğim tezgahı, profil çiftinin eğim işleminde kullanılan bir tezgahtır. Bu tezgah, bir profil çiftini ortalama 15 dk'da eğebilmektedir.

Profil eğim istasyonunda kullanılan tavan vinci, profil çiftini kavrayabilecek şekilde bir tutma aparatına sahiptir. Tavan vinci, profil çiftini kavrayarak profil eğim tezgahına taşımakta ve tezgahtaki uygun yere indirmektedir. Profil çiftinin eğim işlemi tamamlandıktan sonra, tavan vinci profil çiftini tezgahtan alarak ara stok alanına yerleştirmektedir. Bu istasyonda, kullanılan tavan vincinin özellikleri ise Çizelge 2.24'te gösterilmektedir.

Çizelge 2.24: I11 istasyonunda kullanılan tavan vinci özellikleri.

Vincin cinsi	Tavan vinci(7)
Kaldırma kapasitesi(ton)	10
Vincin boş yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin boş iniş hızıI(m/dk)	4
Vincin malzemeye tutunma süresi(sn)	40
Vincin dolu kalkış hızı(m/dk)	4
Vincin dolu yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin dolu iniş hızı(m/dk)	4
Vincin malzemenin yüzeyinden ayrılma süresi(sn)	30
Vincin boş kalkış hızı(m/dk)	4

2.2.11.3 Profil eğim istasyonunda işlem görecek parçalar

Çizelge 2.25: I11 istasyonunda işlem görecek profiller.

Kademe	Pozisyon no	Kalınlıklar(mm)	Yukseklik(mm)	Uzunluk(mm)
D 312-R01	762	9	200	3601
	763	9	200	3603
	764	9	200	3502
	765	9	200	3503
	766	9	200	3451
	767	9	200	3305
	768	9	200	3302
	769	9	200	3252
D 312-R02	762	9	200	3601
	763	9	200	3603
	764	9	200	3502
	765	9	200	3503
	766	9	200	3451
	767	9	200	3305
	768	9	200	3302
	769	9	200	3252

2.2.11.4 Profil eğim istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

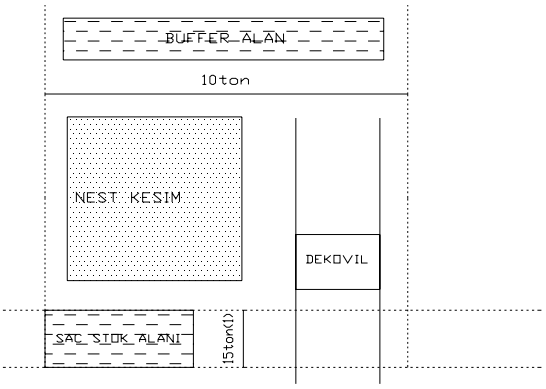
I11 profil eğim istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.11.5 Profil eğim istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I11 istasyonu bitiş süresi 350 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.12 Nest kesim istasyonu (I12)

2.2.12.1 Nest kesim istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.30: Nest kesim istasyonu (I12) genel yerleşimi.

Şekil 2.30, nest kesim istasyonunun (I12) genel yerleşim düzenini göstermektedir. Saç stok sahasından çeşitli boyutlardaki saçlar (1) nolu tavan vinci kullanılarak dekovile taşınır. Daha sonra yüklü durumdaki dekovil nest kesim alanına getirilir. 10 tonluk vincin yardımı ile saçlar plazma kesim tezgahına (Suprarex P-8500) taşınır. Plazma kesim tezgahına taşınan saçlar kesilir ve tekil parçalar ortaya çıkar. Bu tekil parçalar markalama kalemi ile markalanırlar ve metotları (köprü) kesilerek birbirlerinden ayrılırlar. Daha sonra, 10 tonluk vincin yardımı ile bu tekil parçalar buffer alanına taşınırlar. Tekil parçalar taşınırken çeşitli şekillerde taşınır. Parçaların boyutlarına ve ağırlıklarına göre; palet, çektirmeli L (kanca) veya mıknatısla (magnet) taşınırlar. Eğer parça boyutları ufak ise, taşıma şekli olarak palet tercih edilmektedir. Eğer parça ebatları büyükse o takdirde tek parça taşımak şartıyla mıknatısla taşınabilir. Diğer seçenek ise orta büyüklükte parçalar varsa, yani paletle taşınmayacak kadar büyükse veya mıknatısla taşınmayacak kadar küçükse o takdirde bu parçalar üst üste istiflenerek çektirmeli L (kanca) ile taşınabilmektedir.

Burada, parçalar gidecekleri istasyonlara göre istiflenirler. Örneğin, bir sacın kesilmesi sonucu ortaya çıkan tekil parçaların bir bölümü I13 istasyonuna giderken diğer bölümü I15 veya I16'e gidebilir. Bu durumda, I13'e giden parçalar birarada aynı şekilde I15 ve I16'a gidecek olan parçalar birarada istiflenirler. Bu şekilde, aynı istasyona gidecek olan parçalar aynı istifte yer alırlar. Bunun nedeni, buffer alandaki parçaların gidecekleri istasyonlara etkin bir şekilde gönderimini sağlamaktır ve buffer alanda vakit kaybını önlenmektedir.

I12 istasyonu, bir tersanenin beynidir. Çünkü bütün tekil parçalar bu istasyonda üretilir. Bu istasyonda lamalar ve tekil saç parçaları üretilir. Burada üretilen parçalar, tersanenin ihtiyaç duyulan istasyonuna gönderilmektedir. Bu yüzden kritik bir istasyondur. Çünkü, bu istasyondaki bir darboğaz veya sıkıntı halinde bundan bütün iş istasyonları etkilenecektir.

2.2.12.2 Nest kesim istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

I12 nolu istasyonda aktif olarak görev yapan üç işçi vardır. Bu işçilerden biri plazma kesim tezgahını kullanan operatördür. Diğer iki işçi ise tekil parçaların markalanmasını ve metotların kesilmesini ayrıca tekil parçaların buffer alana taşınmasını sağlar. Nest kesim istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şunlardır:

Plazma kesim tezgahı (Suprarex P-8500): Bu tezgahın fonksiyonu, çeşitli ebatlardaki saçlardan tekil parçalar üretmektir. Bu tezgah, kesim işlemini otomatik olarak yapmaktadır. Tezgah kendisine yüklenen kesim programına uygun olarak üzerindeki sacı kesmeye başlar ve çeşitli ebatlarda ve şekillerde tekil saç ve lama parçaları oluşturur. Tezgahı kullanan operatör öncelikle, kesimi yapılacak olan sacın boyutlarını ve kalitesini kontrol eder. Kesilecek olan saçların üzerinde boyutları ve kalitesi yazmaktadır. Operatör doğru sacı kesip kesmeyeceğinden emin olmalıdır. Bu yüzden boyut ve kalite kontrolü yapar. Boyut ve kalite kontrolü yapıldıktan sonra, sacta olabilecek muhtemel bir düzensizliği kontrol etmek amacıyla operatör tezgahla birlikte sacın boyu doğrultusunda lazerle sacın boyut kaçıklıklarını kontrol eder. Bu işlemin ardından operatör yine tezgahla birlikte hareket ederek sacın üzerine üç adet referans noktası işaretler. Böylece, tezgah sacın üzerinde hareket edeceği alanı okur. Bu işlemlerin ardından ilgili kesim programı girilerek tezgah işlemlere başlar. Öncelikle markalama işlemini yapar. Markalama işlemi, sacın kesilmesinden sonra ortaya çıkacak olan tekil parçaların üzerine gelebilecek parçaların nereye konulacağını göstermek amacıyla yapılır. Markalama işleminde tezgah, boş gezmeler de yapar. Bununla birlikte herbir markaya başlarken belirli bir süre geçer. Markalama süresi hesaplanırken bunlar dikkate alınmalıdır. Markalama işleminin ardından tezgah iç kesim (mahhol, küçük delikler vs) işlemine başlar. İç kesim işleminin ardından dış kesim yaparak işlemi sonlandırır. Tekil parçalar birbirlerine metot

denilen köprülerle bağlıdır. Kesim işleminin ardından diğer işçi tekil parçaların üzerine hangi yapıya ait olduklarını ve tezgahın markaladığı yerlerin üzerine hangi parçanın geleceğini yazar. Daha sonra, metotlar kesilerek aynı istasyona gidecek olan parçalar aynı istifte olacak şekilde paketlenip buffer alana gönderilir.

Çizelge 2.26: Suprarex P-8500 tezgah özellikleri.

	Kesim hızı(m/dk)			
Malzeme kalınlığı (mm)	Q(quality)	S(speed)	Markalama hızı(m/dk)	Boş hızı(m/dk)
5	4.95	6.3	15	24
6---8	3.87	5.94	15	24
8---9	3.33	5.22	15	24
10---11	2.61	4.5	15	24
12---14	2.25	3.87	15	24
15	2.115	3.42	15	24
16---19	1.98	2.88	15	24
20---24	1.89	2.7	15	24
25---29	1.35	1.8	15	24
30---39	0.99	1.08	15	24
40	0.855	0.9	15	24

Lamba: Lamba, oksijen kesim aparatı olarak ifade edilebilir. Oluşan tekil parçaların kesim sonrası birbirlerine bağlı oldukları metotlardan kesilerek birbirlerinden ayrılmasını sağlar. Lamba, bir metodu 5 sn'de kesebilmektedir. Metotlar arası geçiş süresi veya herbir metodu kesim öncesi hazırlık süresi ise 6 sn olarak belirlenmiştir.

Markalama kalemi: Markalama kalemi nest kesim sonucu ortaya çıkan tekil parçaların hangi yapıya ait olduğunu belirtmek amacıyla parçaların üzerine marka atar. Ayrıca, tekil parçaların üzerine plazma kesim tezgahı tarafından atılan markaların üzerine hangi parçanın geleceğini belirtmek için de tezgahın markasının üzerine gelecek parçanın numarasını yazar. Markalama kaleminin bir parçayı markalama süresi 10 sn, parçalar arası geçiş süresi veya parça başına hazırlık süresi ise 6 sn olarak belirlenmiştir.

Dekovil: Dekovilin boş hızı 17.5 m/dk, dolu taşıma hızı ise 8.8 m/dk'dır.

Vinçler: I12 istasyonunda iki adet vinç kullanılmaktadır. (1) nolu tavan vinci saçların dekovile taşınması işini yaparken diğer vinç ise, saçları dekovil üzerinden alarak plazma kesim tezgahı üzerine yerleştirmektedir. Ayrıca, kesim sonucu oluşan tekil parçaların buffer alana taşınmasını sağlamaktadır. Bu istasyonda kullanılan tavan vincinin özellikleri Çizelge 2.27'de verilmektedir.

Çizelge 2.27: I12'de kullanılan vinçlerin özellikleri.

Vincin cinsi	Tavan vinci (1)	Tavan vinci
Kaldırma kapasitesi(ton)	15	10
Vincin boş yürüme hızı(m/dk)	20	20
Vincin boş iniş hızıI(m/dk)	4	4
Vincin malzemeye tutunma süresi(sn)	10	10
Vincin dolu kalkış hızı(m/dk)	4	4
Vincin dolu yürüme hızı(m/dk)	20	20
Vincin dolu iniş hızı(m/dk)	4	4
Vincin malzemenin yüzeyinden ayrılma süresi(sn)	5	5
Vincin boş kalkış hızı(m/dk)	4	4

2.2.12.3 Nest kesim istasyonunda işlem görecek parçalar

Yukarıda da belirtildiği gibi I12 istasyonunun temel fonksiyonu belirli boyutlara sahip olan ve tersaneye hazır olarak gelmiş saçlardan çeşitli ebatlarda tekil lama ve saç parçalar üretmektir. Tekil parçaların üretilmesini sağlayan ve tersaneye hazır olarak gelen bu saçlar ve kesilmeleri sonucu üretilen tekil parçalar aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2.28: I12 nest kesim istasyonunda işlem görecek parçalar.

Saç no	Boy(mm)	Gen.(mm)	Kal.(mm)	Kes.uz.(m)	Mar.uz.(m)	Kes.baş.ad.	Mar. Baş..ad.	Par.ad.
2x31201	8000	2700	9	72.8	48.9	13	45	20
31202	9000	2800	9.5	74.5	59.7	1	27	23
31202	9000	2800	9.5	74.5	59.7	1	27	2
2x31203	8000	2000	10	94.8	29.6	12	34	37
2x31204	8000	2000	10	68.2	24.4	11	33	11
31205	8300	2700	10	116.9	47.2	9	40	56
31206	9000	2600	10.5	41.7	79	3	66	2
2x31207	9000	2600	10.5	21	61.9	1	25	3
31208	8000	2500	11	111.5	38.9	16	42	36
31209	8000	2500	11	87.8	21.5	10	29	21
31210	8000	3050	11	92.4	46.5	21	64	11
31211	8000	3050	11	191.5	23.3	15	27	44
31212	9100	3050	11	48.1	75.7	1	51	4
31214	8300	2800	11	166.3	25.3	14	21	38
2x31215	8900	2000	13	20.7	47.9	1	22	1
2x31216	8900	2000	13	21.8	30.4	1	23	2
2x31222	10500	3050	14	98	62.3	18	70	7
31224	8050	2800	15	96.2	3.3	1	6	47
2x31226	9500	2150	12.5	31.8	32.6	2	18	7
31227	9500	2150	12.5	24	39.1	1	24	2
31227	9500	2150	12.5	24	39.1	1	24	2
31228	8000	2800	10	349.8	0	1	0	144

2.2.12.4 Nest kesim istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

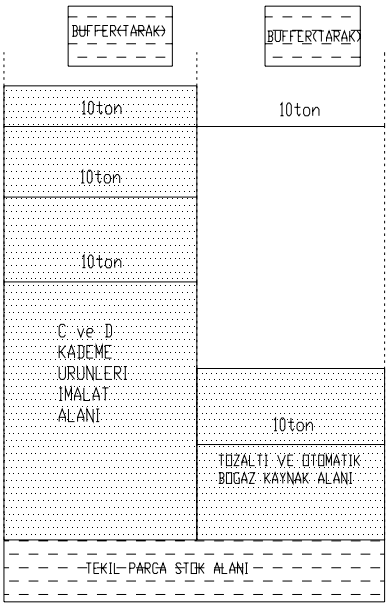
I12 nest kesim istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Nest kesim istasyonunda, birçok işlem yapılmaktadır. Tezgah üzerine konulan saçlar üzerine plazma kesim tezgahı markalama işlemini uygular. Markalama süresi hesaplanırken, tezgahın markalama hızından yararlanılmaktadır. Bununla birlikte markalama uzunluğunun da bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca, tezgahın markalama torcunun boş gezim hızı ve boş gezim uzunluğu da bilinmelidir. Bu verilerden yararlanılarak tezgahın saç üzerindeki markalama süresi belirlenmiş olmaktadır. Saç üzerine atılan markalama işleminin ardından, tezgah bünyesine su alır ve saç bu su içersine gömülür. Su içersine gömülen saç, tezgah tarafından kesim işlemine tabi tutulur. Kesim süresi hesaplanırken, tezgahın kesim torcunun kesim hızı ve kesim uzunluğu ile birlikte, kesim torcunun boş gezim hızı ile birlikte boş gezim uzunluğunun da bilinmesi gerekmektedir. Saçların kesilmesi sonucu ortaya çıkan tekil parçalar birbirlerinden oksijen kesim makinesi ile ayrılırlar. Metot veya köprülerin toplam kesim süresi ise, bir adet köprünün kesim süresi ile köprü sayısının bilinmesi ile belirlenmektedir. Daha sonraki işlem ise, saçların kesilmesi sonucu ortaya çıkan tekil parçaların ve bu tekil parçaların üzerine gelecek olan diğer tekil parçaların isimlerinin el ile yazılması işlemidir. Bu işlem mevcut durumda tebeşir ile el ile yapılmaktadır. Bir adet yazı markalamasının süresi ile toplam yazı markalama sayısının belirlenmesiyle, toplam yazı markalama süresi belirlenmektedir. Böylelikle, I12 nest kesim istasyonunda gerçekleştirilen aktivitelerin süreleri belirlenmiş olmaktadır.

2.2.12.5 Nest kesim istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden, paralel ve seri iş aktivitelerinden yararlanılarak I12 nest kesim istasyonunun istasyon bitiş süresi 653 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.13 Ön imalat istasyonu (I13)

2.2.13.1 Ön imalat istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.31: Ön imalat istasyonu (I13) genel yerleşimi.

Şekil 2.31, ön imalat istasyonunun (I13) genel yerleşim düzenini göstermektedir. Ön imalat istasyonunda, C ve D kademe ürünlerinin (yapıların) imalatı yapılır. Nest kesim ve profil kesimden gelen tekil parçalar tekil parça stok alanında tutulur. Nest ve profil kesim istasyonlarının yanısıra bazı flençli parçalar teçhiz atölyesinden gelmektedir. Dolayısıyla, tekil parça stok alanı, nest kesim, profil kesim ve teçhiz istasyonlarından gelen parçalarla doludur. Buradaki parçaların tamamı 312 nolu çift dip bloğuna aittir ve montajları yapılmak üzere beklerler. Bu parçaların hepsi belli bir C ve D kademe ürününe ait olan parçalardır. Bu parçalar üst üste ve karışık durumda olduğu için, öncelikle bu parçaların yere serilmesi gerekmektedir. Parçalar yere serildikten sonra, ilgili yapının parçaları toplanarak toplu halde yapı imalat alanındaki uygun yere veya tozaltı veya otomatik boğaz kaynak makinesine girmesi gerekiyorsa tozaltı ve otomatik boğaz kaynak alanına gönderilir. Örneğin, R03 yapısına ait olan bütün parçalar toplanır, uygun şekilde istif edilir ve mümkünse tek seferde yapıların imalat alanındaki uygun yerine gönderilmeye çalışılır. Belirli bir yapıya ait ilgili parçalar yapı imalat alanındaki belirli bir yere gönderildikten sonra bu yapının imal edilmesine çalışılır. Öncelikle küçük gruplar oluşturulur ve sonra bu küçük gruplar ve eğer varsa tekil parçalar birbirleriyle montajı yapılmak suretiyle yapının imalatı yapılmış olur. Parçaların montajı için öncelikle montaj edileceği yere

sabitlenmesi gerekir. Bu sabitleme işi vinç, punto kaynak ve köşebent ile yapılır. Eğer, büyük ebatlarda profil varsa bunun sabitlenmesi köprü ile yapılır. Sabitlenen parça, öncelikle punto kaynak işlemi ile montajı yapılır. Punto kaynağın ardından punto kaynakların taşlanması gerekir ve punto kaynak sonrası taşlama işlemi yapılır. Punto kaynak sonrası taşlama işleminin ardından, boğaz kaynak yapılır ve boğaz kaynak işleminin ardından boğaz kaynak sonrası taşlama işi yapılır ve parçanın montajı bitirilmiş olur. Aynı işlemler diğer parçalar için de yapılarak montaj işlemleri gerçekleştirilmiş olur. Montaj işlemi biten parçalar buffer alandaki tarakların üzerine çıkarılır. Jige gidecek olan yapılar istiflenip jig alanına gönderilir.

2.2.13.2 Ön imalat istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

I13 istasyonunda toplam 74 işçi çalışmaktadır. Herbir işçinin hem taşlama hem de kaynak işlemlerini yaptığı kabul edilecektir.

Çizelge 2.29: I13 istasyonu yapılara atanan işçi sayısı.

Yapı adı	B07	B09	B11	B13	B15	B17	S02	S03	S04	S05	S06	S07	
İşçi sayısı	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Yapı adı	S08	S09	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11
İşçi sayısı	3	3	7	7	6	2	2	3	3	5	5	2	2

Ön imalat istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şunlardır:

Kaynak teçhizleri: Ön imalat istasyonunda iki tip kaynak yöntemi uygulanmaktadır. Bunlar tozaltı kaynağı ve boğaz kaynağıdır. Tozaltı kaynağı iki sacın birbirleriyle birleştirilip panel oluşturulmasında kullanılır. Boğaz kaynağı ise diğer montaj işlemlerinde yapılmaktadır. Bununla birlikte, uzun profillerin panele montajında otomatik boğaz kaynak makinesi kullanılmaktadır.

Çizelge 2.30: I13 istasyonu kaynak teçhizleri.

Kaynak yöntemi	Gazaltı	Gazaltı(çift taraflı otomatik)	Tozaltı
Kullanılan kaynak elektrodu	E71 T-1	E71 T-1	F7A4-EC1
Kullanılan elektrod capı(mm)	1.2	1.2	3.2
Yatay pozisyon amperaj(A)	180	520	350(üst taraf) 500-600(alt taraf)
Dikey pozisyon amperaj (A)	120		

Elektrod kaynağı: I13 ön imalat istasyonunda kullanılan punto kaynak işlemi yapan makinelerin özellikleri Çizelge 2.31'de verilmektedir.

Çizelge 2.31: I13 istasyonunda kullanılan elektrod kaynağı ve özellikleri.

Teçhiz adı	Elektrod kaynağı
Adet	6
1 adet punto kaynak süresi(sn)(yatay)	9
Punto kaynak öncesi hazırlık süresi(sn)(yatay)	10
1 adet punto kaynak süresi(sn)(dikey)	9
Punto kaynak öncesi hazırlık süresi(sn)(dikey)	15

Köprü: Köprü, uzun profillerin kaynak öncesinde ilgili sac veya panel üzerine sabitlenmesini sağlayan ekipmanlardır. Ayakları saç üzerine monte edilir ve punto kaynak işlemi bittikten sonra saç üzerinden çıkarılır.

Köşebent: Diğer bir sabitleme donanımıdır. Parçaların kaynak edileceği saç üzerine sabitlenmesini sağlar. Parçayı destekleyerek kaynak işlemi sırasında parçanın oynamasını önler. Punto kaynak işlemi bittikten sonra çıkarılır.

Tavan vinçleri: Ön imalat istasyonunda kullanılan vinçlerin özellikleri aşağıdaki gibidir.

Çizelge 2.32: I13 istasyonunda kullanılan tavan vinçleri.

Vincin cinsi	Tavan vincleri
Kaldırma kapasitesi(ton)	10
Vincin boş yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin boş iniş hızı(m/dk)	4
Vincin dolu kalkış hızı(m/dk)	4
Vincin dolu yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin dolu iniş hızı(m/dk)	4
Vincin boş kalkış hızı(m/dk)	4

Taşlama motoru: I13 ön imalat istasyonunda kullanılan taşlama motorlarının hızı 2.5 m'dk'dır.

Tarak: Montajı bitmiş olan yapılar, tarak veya kaset denilen teçhizler üzerine yerleştirilirler. Yapılar, yan çevrilmiş halde yani dikey olarak tarakların üzerinde dururlar. Taraklar, I7 istasyonuna hareket ederek yapıların elemanlı tanktop paneline montaj yapılacağı alana gidebilmektedirler.

2.2.13.3 Ön imalat istasyonunda işlem görecek parçalar

Çizelge 2.33: I13 istasyonunda işlem görecek parçalar ve yapıları.

Yapı adı	Levha numarası	Stifner no	Profil numarası
C 312-R01-D01	15, 16	3x553	506,507,508,509,510,511,519,520
C 312-R01-D02	44	2x553, 554	8x526
C 312-R01-D03	62	2x627	524,527,532
C 312-R01-D04	75	628	2x524,525,537,543,550
C 312-R01-D05	83	629	3x524,529,530,541,550
C 312-R01-D06	45	521,562,625	
C 312-R02-D07	15,16	3x553	506,507,508,509,510,511,519,520
C 312-R02-D08	44	2x553, 554	8x526
C 312-R02-D09	62	2x627	524,527,532
C 312-R02-D10	75	628	2x524,525,537,543,550
C 312-R02-D11	83	629	3x524,529,530,541,550
C 312-R02-D12	45	521,562,625	
D 312-R03	2x(63,65,68,76,77,78)		
C 312-R03-B01	51	535	
C 312-R03-B02	56	535	
C 312-R03-B04	51	535	
C 312-R03-B05	56	535	
C 312-R03-S01	17	20x566,2x569,2x573	
C 312-1-51-S02	18	4x566,573	
C 312-1-51-S03	19	2x567,3x536	
C 312-1-51-S04	20	2x(568,569,570,536)	
C 312-1-51-S05	18	4x566, 573	
C 312-1-51-S06	19	3x536,2x567	
C 312-1-51-S07	20	2x(536,568,569,570)	
C 312-1-51-S08	34	567,568,569,570,571	6x533,534
C 312-1-51-S09	34	567,568,569,570,571	6x533,534
C 312-1-51-B07	24,42,59	2x538	
C 312-1-51-B09	24,42,59	2x538	
C 312-1-51-B11	72	4x538	
C 312-1-51-B13	71,2x21,26,30		
C 312-1-51-B15	80	4x538	
C 312-1-51-B17	80	4x538	
C 312-1-51-R04	25,57,52,84		
C 312-1-51-R05	25,57,52,84		
D 312-1-51-R06	38		
C 312-R06-B19	61	539,546,574	
C 312-R06-B20	64	545	
C 312-R06-B21	66	542	
C 312-R06-B22	69	540	
D 312-1-51-R07	38		
C 312-R07-B23	61	539,546,574	
C 312-R07-B24	64	545	
C 312-R07-B25	66	542	
C 312-R07-B26	69	540	
C 312-R08-B27	67	556	
C 312-R08-B28	70	555	
C 312-R08-B29	39,40,74	538,549,574	
C 312-R08-B30	8	558,552	
C 312-R08-B31	9	557,560	

Çizelge 2.33 (devam): I13 istasyonunda işlem görecek parçalar ve yapıları.

Yapı adı	Levha numarası	Stifner no	Profil numarası
C 312-R08-B32	10	559,502	
C 312-R08-B33	82	3x538,544,547,572,574	
C 312-R08-S10	43	2x(569,564,563,570),3x566,573,565	
C 312-R09-B34	67	556	
C 312-R09-B35	70	555	
C 312-R09-B36	39,40,74	538,549,574	
C 312-R09-B37	8	558,552	
C 312-R09-B38	9	557,560	
C 312-R09-B39	10	559,502	
C 312-R09-B40	82	3x538,544,547,572,574	
C 312-R09-S11	43	2x(569,564,563,570),3x566,573,565	
D 312-R10	36,37,41,53,92		
C 312-R10-B41	55	548	
C 312-R10-B42	50	551	
D 312-R11	36,37,41,53,92		
C 312-R11-B43	55	548	
C 312-R11-B44	50	551	

2.2.13.4 Ön imalat istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

I13 ön imalat istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.13.5 Ön imalat istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I13 istasyonu bitiş süresi 448 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.14 Jig istasyonu (I14)

2.2.14.1 Jig istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.32: Jig istasyonu (I14) genel yerleşimi.

Şekil 2.32, jig istasyonunun genel yerleşim düzenini göstermektedir. Jig istasyonu, nest kesim istasyonundan, ön imalat istasyonundan, profil eğim istasyonundan ve pres istasyonundan gelen yapılar ve parçalarla yani kutu bloğu oluşturan parçalarla beslenmektedir. Bu C ve D kademe ürünleri ve parçalar öncelikle C ve D kademe ürünleri ve tekil parça stok alanında depolanırlar. Daha sonra 25 tonluk vinç yardımıyla yapılar ve tekil parçalar teker teker yapı montaj alanına taşınırlar ve burada yapıların ve tekil parçaların montajıyla kutu bloğun dış kaplama ve profil montaj dışındaki bütün yapılarının montajı yapılır. Daha sonra 5 tonluk vincin yardımıyla pres istasyonundan gelen eğrisel saçlar yapı ve tekil parça stok alanından alınarak jig üstüne çıkarılırlar. Burada, saçlar birbirlerine seramik altlık kullanılarak kaynak edilir. Aynı zamanda, eğrisel profiller bu saçların üzerine kaynak edilir. Oluşturulan elemanlı eğrisel panel yerde duran ana yapının üzerine kapatılır ve kaynağı yapılır. En son taşlama işlemi yapılarak, I16 nolu blok montaj istasyonuna gönderilirler.

2.2.14.2 Jig istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

Bu istasyonda bir kutu bloğun başına 4 işçi verilmektedir. Bu 4 işçi hem kaynak hem de taşlama işlemi yapmaktadır.

Jig istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şu şekildedir.

Elektrod kaynağı: I14 jig istasyonunda kullanılan elektrod, bir adet punto kaynağını 9 sn'de yapmaktadır ve punto kaynaklar arası geçiş süresi veya herbir punto kaynak öncesi hazırlık süresi yatay yönde 10 sn, dikey yönde ise 15 sn'dir.

Kaynak makinesi: I14 jig istasyonunda kullanılan gazaltı kaynakları 180 amper'de çalışmaktadır. Kullanılan elektrod OK TUBROD 15.14 (E71 T-1) tipindedir ve 1.2 mm'lik bir çapa sahiptir.

Kiremit: Kiremit, eğrisel saçların birbirlerine birleştirmede kullanılan ve kaynak yapılacak bölgenin arkasına punto kaynakla belirli aralıkla monte edilen ve arasına seramik altlığın yerleştirildiği metal yapıdır.

Kullanılan vinçler: Bu istasyonda kullanılan vinçlerin özellikleri Çizelge 2.34'te gösterilmektedir.

Çizelge 2.34: I14 istasyonunda kullanılan vinçler.

Vincin cinsi	Tavan vinci	Ayaklı
Kaldırma kapasitesi(ton)	5	25
Vincin boş yürüme hızı(m/dk)	20	20
Vincin boş iniş hızıI(m/dk)	4	4
Vincin malzemeye tutunma süresi(sn)	5	5
Vincin dolu kalkış hızı(m/dk)	4	4
Vincin dolu yürüme hızı(m/dk)	20	20
Vincin dolu iniş hızı(m/dk)	4	4
Vincin malzemenin yüzeyinden ayrılma süresi(sn)	1	1
Vincin boş kalkış hızı(m/dk)	4	4

Jig: Jigler, yükseklikleri ayarlanabilir borulardır. Eğrisel yapıların şekline göre şekil alabilirler ve yerde düz zeminde yapının eğriliğinden dolayı yapılamayacak işlemler jig yapıların üzerinde rahatlıkla yapılabilmektedir.

Taşlama motoru: I14 jig istasyonunda kullanılan taşlama motoru 2.5 m/dk'lık taşlama süresine sahiptir.

2.2.14.3 Jig istasyonunda işlem görecek parçalar

Çizelge 2.35: I14 istasyonunda işlem görecek parçalar.

Yapılar	Tekil parçalar	Eğrisel saçlar	Eğrisel profiller
C 312-R01-D01	46,47,48,49	905	762
C 312-R01-D02	2x204,3x208,210,211	906	763
C 312-R01-D03	213,2x214,5x215,218		764
C 312-R01-D04	219,220,221,222,223		765
C 312-R01-D05	224,3x226,4x227,229		766
C 312-R01-D06			767,768,769

2.2.14.4 Jig istasyonu işlem süreleri

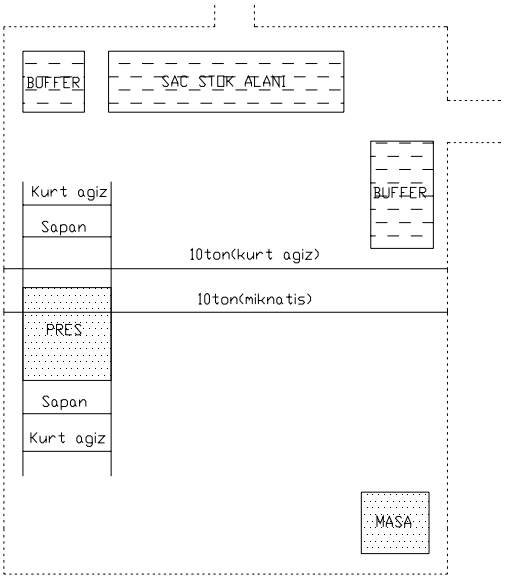
I14 jig istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.14.5 Jig istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I14 istasyonu bitiş süresi 1522 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.15 Pres (saç eğim) istasyonu (I15)

2.2.15.1 Pres istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.33: Pres (saç eğim) istasyonu (I15) genel yerleşimi.

Şekil 2.33, pres istasyonunun genel yerleşim düzenini göstermektedir. I12 nolu nest kesim istasyonundan römorkörle gelen 8 adet sintine sacı 10 tonluk kurt ağızlı vinç yardımıyla kitle halinde tek seferde alınarak saç stok alanına indirilir. Daha sonra yine 10 tonluk kaldırma kapasitesine sahip olan mıknatıslı vinç saç stok alanına giderek saçlardan birini alır ve masaya taşır. Masada saca, kaynak ağzı açma işlemi uygulanmaktadır. Kaynak ağzı açılan saç, yine mıknatıslı vinç yardımıyla masadan alınıp pres tezgahının önüne indirilir. Pres tezgahının önüne eğilmek üzere indirilen saç, daha sonra 10 tonluk kurt ağızlı vinç ve bu vince pres tezgahına ait olan sapan ve kurt ağız yardımıyla pres tezgahına konulur ve ilgili kalıplar kullanılarak ve pres tezgahının basma yüksekliği ayarlanarak sacın eğim işlemi yapılır. Eğim işlemi tamamlanan saç yine 10 tonluk magnetli vinç yardımıyla buffer alana taşınır. Aynı işlemler diğer saçlar için de tekrarlanır.

2.2.15.2 Pres istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

Bu istasyonda, toplam 4 kişi çalışmaktadır. Birinci işçi, saç kitlesini römorkörün üzerinden alarak saç stok alanına indirir ve saçları masaya taşıyarak kaynak ağzı açma işlemini yapar. Kaynak ağzı açılmış olan saçları daha sonra pres tezgahının

önüne indirir. Diğer 3 işçi ise, saçların eğim işlemini yapar. Bu işçiden birisi tezgah operatörüdür. Diğer ikisi ise sacın pres tezgahı içinde konumlandırılmasından sorumludur. Ayrıca, bu işçiden birisi, eğilmiş sacı vinç yardımıyla buffer alanına taşır.

Blok montaj istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şu şekildedir.

Kaynak ağzı açma makinesi: I15 pres yani saç eğim istasyonunda kullanılan kaynak ağzı açma makinesinin (LMP), kaynak ağzı açma hızı 0.5 m/dk'dır.

Pres tezgahı: I15 pres istasyonunda kullanılan pres makinesinin basma ağırlığı 375 ton ve ortalama saç eğim süresi ise 2.5 saattir.

Kullanılan vinçler: Bu istasyonda kullanılan vinçlerin özellikleri Çizelge 2.36'da verilmektedir.

Çizelge 2.36: I15 istasyonunda kullanılan vinçler.

Vincin cinsi	Mıknatıs	Kurt agız
Kaldırma kapasitesi(ton)	10	10
Vincin boş yürüme hızı(m/dk)	20	20
Vincin boş iniş hızı(m/dk)	4	4
Vincin dolu kalkış hızı(m/dk)	4	4
Vincin dolu yürüme hızı(m/dk)	20	20
Vinci dolu iniş hızı (m/dk)	4	4
Vincin boş kalkış hızı(m/dk)	4	4

2.2.15.3 Pres istasyonunda işlem görecek parçalar

Çizelge 2.37: I15 istasyonunda işlem görecek parçalar.

Yapı	Poz. no	Parça boyu(mm)	Parca geniş.(mm)	Kal.(mm)
J 312-1	903	8070	1809	13
J 312-1	903	8070	1809	13
J 312-1	904	8070	1982	13
J 312-1	904	8070	1982	13
D 312-R01	905	8070	1908	12.5
D 312-R02	905	8070	1908	12.5
D 312-R01	906	8070	1809	12.5
D 312-R02	906	8070	1809	12.5

2.2.15.4 Pres istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

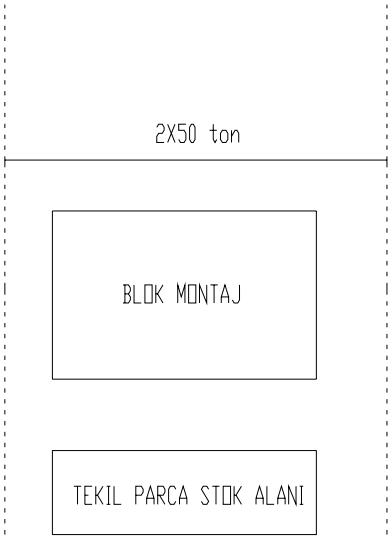
I15 saç eğim (pres) istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.15.5 Pres istasyonu bitiş süresi

EK.B'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I15 istasyonu bitiş süresi 1317 dk olarak belirlenmiştir.

2.2.16 Blok montaj istasyonu (I16)

2.2.16.1 Blok montaj istasyonu genel yerleşimi



Şekil 2.34: Blok montaj istasyonu (I16) genel yerleşimi.

Şekil 2.34, blok montaj alanının genel yerleşim düzenini göstermektedir. Blok montaj alanına, I9 istasyonundan gruplu tanktop paneli ve elemanlı dış kaplama paneli, I12 istasyonundan tekil parçalar (braket vs), I15 istasyonundan eğilmiş sintine saçları ve I14 istasyonundan kutu blokları gelmektedir. I12 ve I15 istasyonundan gelen tekil parçalar tekil parça stok alanına boşaltılır ve ihtiyaç duyulan parça buradan alınır. Örümcekle I16 istasyonuna getirilen gruplu tanktop paneli vincin yardımıyla düz jigin üzerine oturtulur. Yine örümcekle getirilen elemanlı dış kaplama paneli vinç yardımıyla gruplu tanktop panelinin üzerine oturtulur. Dış kaplama panelinin üzerine ağırlık koyarak boşluk alınır ve elamanlı dış kaplama paneli ile gruplu tanktop paneli punto kaynakla birleştirilir. Tekil parçalarında punto kaynakları yapılır ve sintine saçları ters duran bloğa monte edilir ve sintine saçlarının kaynak işlemleri tamamlanır. Vinç yardımıyla ters duran blok düz hale getirilir, punto kaynaklar taşlanır ve gaz altı kaynak işlemi ve sonrasında taşlama işlemi yapılarak düz haldeki bloğun kaynak işlemleri tamamlanır. I14 istasyonundan gelen

kutu bloklar ve tekil parçalar düz duran bloğa monte edilerek 312 nolu çift dip bloğu oluşturulmuş olur.

Çelik tekne montaj işlemleri bitirildikten sonra, teçhiz montajları yapılır. Çift dip bloğu, 4 adet manhol, 4 adet merdiven, 2 adet lavra tapası, 42 adet tutya, 20 adet konteyner dablingleri ve 2 adet sintine kapağından oluşmaktadır.

Teçhiz montajları bitirildikten sonra ise, 35 adet boru sisteminin montaj işlemleri yapılır. Böylelikle, çift dip bloğununun montaj işlemleri tamamen bitirilmiş olur.

2.2.16.2 Blok montaj istasyonu işçi sayısı ve teçhizleri

Bu istasyonda, 312 nolu çift dip bloğunun kaynak işlemleri için 4 adet işçi görev yapmaktadır. Bununla birlikte taşlama işlemleri için ise 8 adet taş işçisi çalışmaktadır. Kaynak işlemlerinde görev yapan 4 işçi sintine saçlarının ve çift dip bloğunun montajı sırasında 2 si iskeleye diğer ikisi sancak kısmına geçerek ayrılırlar. Yine aynı şekilde iskele ve sancak kısımlarının taşlama işlemlerinde taşlama işçileri de 4'erli olarak iki grup oluştururlar. 4'ü iskeleye diğer 4'ü sancağa geçerek taşlama işlemlerini gerçekleştirirler.

Çift dip bloğu çelik tekne montaj işlemleri tamamlandıktan sonra teçhizlerin montaj işlemleri yapılır. Teçhiz montajında 2 ekip bulunmaktadır. Her bir ekipte 2 kişi bulunmaktadır. Dolayısıyla, toplamda 4 kişi teçhiz montaj işlemlerini gerçekleştirecektir. Her bir ekipte, 1 adet punto kaynak makinesi, 2 adet taşlama motoru ve 2 adet gazaltı kaynak makinesi bulunmaktadır.

Teçhiz montaj işlemleri bitirildiken sonra, boru montaj işlemleri yapılacaktır. Boru montaj işlemleri, yine 2 ekip tarafından yapılacaktır. Her ekipte 2 kişi vardır ve toplamda 4 kişi boru montaj işlemlerini yapacaktır. Her bir boru montaj ekibinde, 2 adet punto kaynak makinesi, 2 adet taşlama motoru ve 2 adet gazaltı kaynak makinesi bulunmaktadır.

Blok montaj istasyonunda kullanılan teçhizler ve özellikleri şu şekildedir.

Elektrod kaynağı: I16 blok montaj istasyonunda kullanılan elektrod kaynağı, bir punto kaynağını 9 sn'de yapmaktadır. Punto kaynak makinesinin herbir punto kaynak öncesi hazırlık süresi yatay yönde 10 sn, dikey yönde ise 15 sn olarak belirlenmiştir.

Kaynak makinesi: I16 blok montaj istasyonunda kullanılan gazaltı kaynak makinesi 180 amperde çalışmaktadır. Kullanılan elektrod OK TUBROD 15.14 (E71 T-1) tipinde olup, tel çapı 1.2 mm'dir.

Kiremit: Kiremit, eğrisel saçların birbirlerine birleştirmede kullanılan ve kaynak yapılacak bölgenin arkasına punto kaynakla belirli aralıkla monte edilen ve arasına seramik altlığın yerleştirildiği metal yapıdır.

Kullanılan vinçler: Bu istasyonda kullanılan vinçlerin özellikleri Çizelge 2.38'de verilmektedir:

Çizelge 2.38: I16 istasyonunda kullanılan vinçler.

Vincin cinsi	Ayaklı
Kaldırma kapasitesi(ton)	2X50
Vincin boş yürüme hızı(m/dk)	20
Vincin boş iniş hızı(m/dk)	4
Vincin dolu kalkış hızı(m/dk)	4
Vincin dolu yürüme hızı(m/dk)	20
Vinci dolu iniş hızı (m/dk)	4
Vincin boş kalkış hızı(m/dk)	4

2.2.16.3 Blok montaj istasyonunda işlem görecek parçalar

Çizelge 2.39: I16 istasyonunda işlem görecek parçalar.

Yapılar	Tekil parçalar	Eğrisel saçlar	Profiller
D312-R01	2x23,28,32	903	761
D312-R02	2x(207,54,58)	903	761
G312-1-51	12x(209,226)	904	774
F312-1-P02	2x250	904	774

2.2.16.4 Blok montaj istasyonu işlem süreleri ve proses analizi

I16 blok montaj istasyonu işlem süreleri EK.B'de verilmektedir. Detaylı proses analizi ise EK.C'de verilmektedir.

2.2.16.5 Blok montaj istasyonu bitiş süresi

EK.C'de verilen detaylı proses analizinden yararlanılarak I16 istasyonu bitiş süresi 2196 dk olarak belirlenmiştir.

3. MODEL

Bu bölümde, ele alınan çift dip bloğunun çevrim süresinin iyileştirilmesi amacıyla, bir iyileştirme süreci modeli belirlenecektir. Burada, iyileştirme süreci modeli, sürekli iyileştirme (kaizen), darboğaz teorisi ve Arena simülasyon programını içine almaktadır. Modele bakıldığında, modelin ana hatlarını kaizen sürekli iyileştirme ilkesi oluşturmaktadır. Ortaya konulan durumlar, Arena simülasyon programında modellenecek ve buradan birtakım sonuçlar elde edilecektir. Model içersinde, simülasyon, ortaya konulan yeni durumların ve başlangıçta belirlenen mevcut durumun performansı ile ilgili veriler sağlayacaktır. Burada, ortaya konulan durumların performans kriteri olarak sistemin ürettiği çıktı miktarı dikkate alınacaktır. Oluşturulan ve ortaya konulan yeni durumların performansı, ürettikleri çıktı miktarına göre değerlendirilecektir.

Darboğaz (bottleneck) ilkesi, bilindiği gibi, sistemi oluşturan iş istasyonlarından çok, sistemin bütününün performansı ile ilgilenmektedir. Yani bir üretim sistemi içersinde, o üretim sisteminin nihai olarak ne kadarlık çıktı ürettiği önemli bir faktördür. Darboğaz ilkesi, üretim sistemi içersinde, istasyonların boş beklemesi ile çok fazla ilgilenmemektedir. Önemli olan sistemin nihai çıktısıdır. Bu iyileştirme süreci modeli içersinde, bu ilke dikkate alınmıştır. Arena simülasyon programından gelen darboğaza neden olan istasyon belirlendikten sonra, sistemdeki iyileştirmeler bu darboğaza neden olan istasyon üzerinden yapılacaktır. Böylelikle, darboğaz ilkesi burada uygulanmaya çalışılmıştır.

Aşağıda, iyileştirme süreci modeli içersinde yer alan ve yukarıda bahsedilen bazı kavramlardan kısaca bahsedilmiştir:

3.1 Modern Süreçler

3.1.1 Sürekli iyileştirme (Kaizen)

Kaizen, sürekli iyileştirme anlamına gelmektedir [42]. Kaizen felsefesinde, iyileştirmeler, küçük ama sürekli olmaktadır. En küçük bir iyileştirme bile dikkate

alınır ve eğer faydalı ise sisteme yansıtılarak uygulanır. Yapılan bu küçük iyileştirmeler, üst üste geldiğinde sistem içersinde belirli bir zaman sonra gözle görülür iyileştirmelerin olduğu görülmektedir.

Bir sistem içersinde, bir problemin çözümü bir anda büyük teknolojik yatırımlarla yapılabilir. Bu, ilgili yeniliğin yapıldığı istasyondaki çalışanları bir şok etkisi yapmaktadır. Çünkü bu ani yenilik, çalışanların önceki alışkanlıklarını ani bir şekilde değiştirebilecektir. Ancak, Kaizen'de değişiklikler büyük teknolojik yatırımlarla aniden gerçekleşmez. Küçük ama sürekli değişimlerle sistemin iyileştirilmesi amaçlanır.

Kaizen üç seviyede gerçekleştirilmektedir. Bunlar:

a. Yönetim seviyesinde Kaizen:
b. Grup seviyesinde Kaizen
c. Birey seviyesinde Kaizen

a. Yönetim seviyesinde Kaizen: Yönetim seviyesinde Kaizen'de, iyileştirme işlerini yöneticiler yapmaktadır. Yani sistem üzerindeki problemler yöneticiler tarafından çözülmeye çalışılmaktadır. Bir yöneticinin performansı, bu iyileştirme faaliyetlerine ayırdığı sürenin, rutin işleri yapmak için ayırdığı süreye oranlanmasıyla bulunur.

b. Grup seviyesinde Kaizen: Grup seviyesinde Kaizen'de iyileştirme faaliyetleri işletme içinden seçilen gönüllü kişilerin oluşturduğu bir ekip tarafından yapılmaktadır. Bu ekip, ele alınan problemin çözümünde birlikte çalışır ve sorunu iyileştirmek için bazı önerilerde bulunur ve eğer bu öneriler üst yönetim tarafından onaylanırsa uygulamaya geçirilir.

c. Birey seviyesinde Kaizen: Birey seviyesinde Kaizen'de, öneriler birey bazında gerçekleştirilir. Bunun için bir öneri sistemi oluşturulur ve birey kişisel önerisini sunabilir ve eğer onay alınırsa önerisi uygulamaya geçirilir. Bireyin önerisi başarılı olursa, öneriyi yapan kişi ödüllendirilir.

Kaizen sürekli iyileştirme felsefesi içersinde yer alan en önemli öğelerden biri 5S ilkesidir. 5S ilkesi genellikle belirli bir alan üzerinde uygulanan iyileştirme faaliyetlerini içermektedir. Buradaki temel unsur, iyileştirme yapılacak belirli bir alanın mümkün olduğu kadar yalın kalmasını sağlamaktır. 5S'in unsurları şunlardır:

a. Sınıflandırma
b. Düzenleme
c. Temizlik
d. Standartlaşma
e. Disiplin

Sınıflandırma, bir üretim istasyonunda kullanılan ve kullanılmayan eşyaların birbirinden ayrılması ve kullanılmayan eşyaların ortadan kaldırılması ilkesine dayanmaktadır. Kullanılan eşyalar için ise, her bir eşya için bir yer belirlenir ve ilgili yere ilgili eşyalar yerleştirilir. Bu düzenleme ilkesidir. Bulunulan işyeri ortamının temiz tutulması temizlik ilkesine girmektedir. Standartlaşma, oluşturulan düzene ve temizliğe sadık kalıp bunu sürekli bir hale getirmektir. Disiplin ise, işyerindeki kurallara uymaktır. Bu 5 ilkenin uygulanması, bir işyeri alanında işlerin daha kısa sürede bitirilmesine yardımcı olacak, dolayısıyla bir iyileşme sağlanacaktır.

Kaizen'deki temel amaç verimliliktir. İşletme içinde yapılan bütün değişimlerin verimliliği artırıcı yönde olması istenmektedir.

Kaizen, sürece öncelik tanıyan bir yönetim tarzını esas almaktadır çünkü, sonuçların daha iyi olabilmesi için, önce süreçlerin iyileştirilmesi gerekir.

Kaizen'nin belli başlı hedefleri şunlardır:

a. Hızlı teslimat,
b. Verimlilik artışı,
c. Kalitenin artırılması,
d. Ciro artışı,
e. Karlılık artışı.

Kaizen metodu ile, verimlilik ve kalitede büyük oranda artış sağlanırken, üretim ve teslimat süresinde kısalmalar sağlanmaktadır. Bu da şirketin ciro ve karlılık oranını artırır.

Hızlı ve kaliteli ürün teslimatı, özellikle müşteri memnuniyeti açısından son derece önemlidir. Eğer, müşterinin talebi, hızlı bir şekilde ve zamanında müşteriye ulaştırılırsa, bu hem müşteri memnuniyetini sağlar hem de kısa zamanda teslimat gerçekleştirildiğinde şirketin cirosu ve karı artırılabilmektedir.

Verimlilik son derece önemlidir. Üretilen bir ürününün etkili bir şekilde daha kısa bir zamanda üretilmesi önemli bir unsurdur.

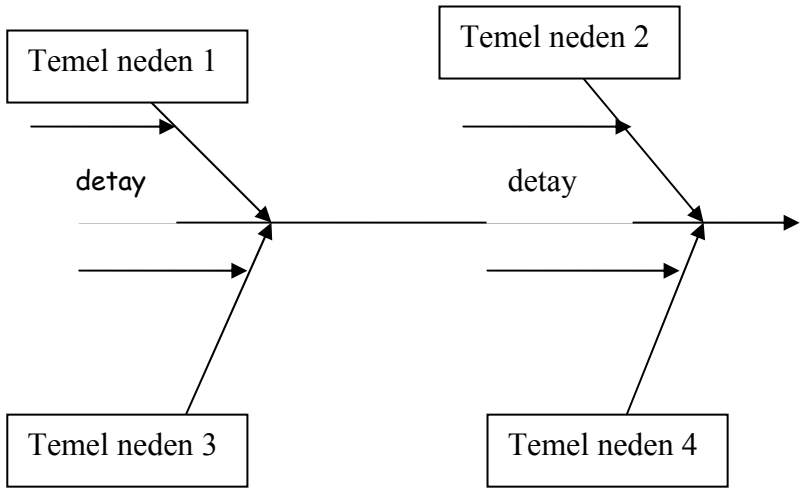
Kaizen tekniğinin uygulanmasında belli bir sıralama takip edilmelidir. Bu sıralama şu şekildedir [42]:

a. Kalite çemberinin seçilmesi: Kalite çemberi işletme içersinde mevcut olan problemin belirlenmesidir. İşletme içersinde varolan bir problem yazılı olarak belirtilir.

b. Konunun seçilme nedenleri: Kalite çemberi yani problem belirlendikten sonra, bu problemin veya konunun neden seçildiğinin belirtilmesi gerekir.

c. Kalite kontrol grubunun belirlenmesi: Bu aşamada, problemi çözecek olan kalite grubu seçilir. Genellikle, işletme içersinden gönüllü kişilerce oluşturulur. Gönüllü kişilerin oluşturduğu bu grup, ilgili problemi çözmek için biraraya gelirler ve beyin fırtınası yaparlar.

d. Balık kılçığı diyagramının (sebep-sonuç diyagramı) oluşturulması: Biraraya gelen kalite kontrol grubu problemin nedenleri ile ilgili olarak beyin fırtınası yaparlar ve birçok fikir ortaya atılır. Bütün bu fikirler, yazılı olarka not edilir ve bir balık kılçığı diyagramı ortaya çıkar. Aşağıda örnek bir balık kılçığı diyagramı görülmektedir.



Şekil 3.1: Balık kılçığı diyagramının şematik gösterimi.

Öncelikle, problemin ana nedenleri ortaya konulmaya çalışılır. Ana nedenler ortaya konulduktan sonra, bunların detayına inilir. Örnek olarak, telefonda bekleyen müşterilerin bekleme nedenleri arasında, operatörden kaynaklanan nedenler olabilir. Yani telefondaki beklemelerin ana nedeni operatör olabilir. Detaya inildiğinde,

operatörün yerinde olmaması, operatör sayısının az olması gibi detay nedenler ortaya çıkacaktır.

e. Mevcut durumun belirlenmesi: Balık kılçığı diyagramındaki nedenler tamamen tahmini nedenlerdir. Bu nedenlerde bir kısmı veya büyük kısmı gerçek nedeni yansıtmayabilir. Dolayısıyla gerçek nedenleri öğrenmek için mevcut durumun analizini yapmak gerekmektedir. Detaylı bir mevcut durum analizi yaptıktan sonra, problemin gerçek nedenleri bulunabilir.

f. Mevcut durumun değerlendirilmesi: Mevcut durum ortaya konulduktan sonra, sıra mevcut durumun değerlendirilmesine gelmiştir. Bu değerlendirme sonrasında problemin gerçek nedeni bulunacaktır.

g. Öneriler: Problemin nedeni belirlendikten sonra, bu problemi tamamen veya kısmen ortadan kaldıracak önerilerin yapılması gerekmektedir.

h. Önerilerin mevcut duruma yansıtılması ve yeni durumun elde edilmesi: Yapılan öneriler mevcut duruma yansıtılarak yeni durum elde edilir.

i. Karşılaştırma: Bu aşamada, mevcut durum ile yapılan öneriler sonucu elde edilen yeni durum karşılaştırılır ve iyileştirmenin boyutları belirlenir.

Yukarıda, belirtilen sıralama, sürekli iyileştirmenin adımlarını vermektedir. Öncelikle, işletme içersindeki problemin seçilmesi gerekmektedir. Bu problem, Kaizen'de kalite çemberi olarak anılmaktadır. Daha sonra, bu problemin neden seçildiği sorusunun cevaplanması gerekir. Bu yapıldığında, problemin öneminin şirket çalışanları tarafından daha rahat bir şekilde anlaşılması sağlanmaktadır. Kaizen'de belirlediğiniz konu yani kalite çemberi, şirket içinde üzerine odaklanılmış bir iyileştirme projesidir. Bu iyileştirme projesi, belirli amaçları yerine getirecek bir takım tarafından gerçekleştirilir [43]. Bu takım, işletme içersinden, çeşitli seviyelerden seçilmektedir. Bu takım biraraya gelerek belirlenen kalite çemberinin yani problemin çözülmesine çalışır. Oluşturulan bu takıma, kalite kontrol grubu da denilmektedir. Oluşturulan bu kalite kontrol grubu daha sonra kendi aralarında beyin fırtınası yaparak, yani akla gelen her fikir söylenerek, bir balık kılçığı diyagramı veya sebep-sonuç diyagramı ortaya çıkarılır. Bu balık kılçığı diyagramında ortaya çıkan ve probleme neden olabilecek nedenler, başlangıç aşaması için problemin nedenleri hakkında bir fikir vermektedir. Daha sonra, gerçek durum analiz edilerek mevcut durum analiz edilir. Mevcut durum değerlendirilerek, probleme neden olan

sebepler belirlenir ve mevcut durum üzerinde birtakım öneriler sunulur. Yapılan bu öneriler, mevcut duruma yansıtılarak, ortaya çıkan yeni durum analiz edilir. Mevcut durum ve ortaya çıkan yeni durum değerlendirilerek, sistemde sağlanan iyileştirme değerlendirilir.

NSRP'de, bir sürekli proses iyileştirme modelinde olması gereken bazı aşamalardan ve adımlardan bahsedilmiştir [44]. Buna göre, ilk aşamada, bir proses dökümantasyonu ortaya çıkarılmalıdır. Yani, detaylı bir proses analizi yapılmalıdır. İkinci aşamada, düzeltilmesi veya iyileştirilmesi gereken aktivitelerin ve proseslerin neler olduğuna ve kim tarafından yapılması gerektiğine karar verilmelidir. Bunun yapılabilmesi için, üst yönetimin desteğinin alınması gerekmektedir. Üçüncü aşamada ise, ortaya konulan değişiklik ve önerilerin, prosesleri iyileştirip iyileştirmediğini belirlemek amacıyla sonuçların ölçülmesi lazımdır. Bu aşamada, önerilerin mevcut duruma yansıtılmasıyla elde edilen yeni durum için ölçülen sonuçlar, mevcut durumla kıyaslanmalıdır ve sağlanan iyileştirme belirlenmelidir [44].

3.1.2 Darboğaz teorisi

Darboğaz teorisi, 1979 yılında, ABD'de tanınmaya başlanmış ve üretim planlama ve programlamada bir araç olarak büyük ilgi yaratmıştır [45]. Darboğaz teorisinin ilkeleri, kritik kaynakların kullanımını ve çıktıyı maksimize eder, süreç içi stokları azaltır, imalat temin süresini veya çıktı süresini (throughput time) minimize eder [46].

Bir üretim sisteminde, nihai ürünü mümkün olan en kısa zaman içinde üretmek son derece önemlidir. Piyasadan gelen talebe cevap verebilmek ve teslimatı zamanında yapmak gerekmektedir. Çıktı miktarı artırıldığında sistem içersine daha fazla nakit girdisi sağlanmaktadır. Ayrıca, sistem içersindeki stok miktarının azaltılması istenmektedir.

Üretim sistemini oluşturan istasyonlar arasında işlem sürelerinde farklılıklar varsa bu durumda işlem süresi küçük olan istasyonda bir bekleme söz konusu olacaktır. Yani, bir atıl süre söz konusudur. İşlem süresi küçük olan istasyon çalıştırılmaya devam ederse bu takdirde süreç içi stok seviyesinde artışlar olacaktır. Yani, atıl zaman

proses zamanına çevrildiğinde, süreç içi stok seviyesi artacaktır. Darboğaz tekniğinde, istasyondaki boş beklemeler kabul edilebilmektedir.

Darboğaz tekniğinde, piyasadan gelen talep değerlendirildiğinde, bu talebin karşılanabilmesi için bütün istasyonların kapasitelerini değiştirmek yerine, darboğaza (bottleneck) neden olan istasyonun kapasitesinde değişiklik yapılmaktadır. Çünkü, darboğaz tekniğine göre, darboğaza neden olan istasyonda yapılan bir değişiklik doğrudan doğruya çıktı miktarını değiştirmektedir.

Darboğaz teorisinde, çıktı miktarı artırılırken, stok seviyesinde ve çalışma maliyetlerinde azalmanın olması istenir. Sistem içersinde yapılan her değişimin, doğrudan doğruya sistemin çıktı miktarını artırması gerekmektedir. Aksi takdirde, yapılan değişimlerin sistem açısından bir faydası yoktur.

Darboğaz teorisi, "what if?" sorularına çabuk bir şekilde cevap verme yeteneğine sahiptir. Mevcut üretim sisteminde, herhangi bir kaynak ilavesinde veya çıkarılmasında, her değişimin çıktı, stok ve teslimat performansını nasıl değiştirdiğini gösterir [47].

Darboğaz tekniğinin en önemli ilkeleri şunlardır [48]:

a. Akışı dengele, kapasiteyi değil,
b. Darboğaz olmayan bir istasyondaki kaynağın kullanımı o kaynğın potansiyeline değil, sistem içersindeki kısıtlara bağlıdır,
c. Daboğaz olmayan bir istasyondaki bir saatlik kazancın sistemin bütünü açısından hiçbir anlamı yoktur,
d. Bir kaynağın kullanımı ile aktivasyonu aynı şeyler değildir,
e. Darboğaz olan bir istayondaki bir saatlik bir kayıp bütün sistem için bir saatlik kayıp demektir,
f. Darboğaz istasyonu sistemin çıktısını ve stok seviyesini yönetir,
g. Yapılan plan ve programlari darboğaz istasyonu gözönüne alınarak yapılmalıdır.

Bir üretim sisteminde, eğer, piyasa talebi üretilen ürünün temin süresinden küçükse, o üretim sisteminde bir yerlerde darboğaz yani bottleneck var demektir. Üretilen ürünün temin süresini, piyasa talebine eşitlemek için yapılması gereken iş, o üretim

sistemini oluşturan bütün iş istasyonlarının kapasitelerini değiştirmek değil, sadece darboğaz olan istasyonun kapasitesini değiştirmektir. Dolayısıyla, darboğaz istasyonunun kapasitesini değiştirmek suretiyle, çıktı süresi değiştirilebilir. Böylelikle, piyasa talebi ile ürünün temin süresi dengelenmeye çalışılır.

Darboğaz olmayan istasyonda sağlanan bir saatlik kazancın sistemin bütünü ele alındığında hiçbir etkisi yoktur. Bu, sadece, o istasyonda bir saatlik daha atıl beklemeye neden olacaktır. İşlem süreleri, 4 ve 6 saat olan iki istasyon düşünüldüğünde, işlem süresi 4 saat olan istasyondaki iş bittiğinde, işlem süresi 6 saat olan istasyonda hala 2 saatlik iş vardır. Bu durumda, birinci istasyon yani işlem süresi 4 saat olan istasyon 2 saat atıl olarak bekleyecektir. Birinci istasyonda yapılan bir değişiklik veya yenilik sonucunda işlem süresi 3 saate indirildiğinde, bu, sadece, birinci istasyonun 2 saat yerine 3 saat atıl beklemesine neden olacaktır ve ürün yine 6 saat sonra sistemden çıkacaktır. Yani, darboğaz olmayan bir istasyonda yapılan değişikliğin ürünün temin süresine bir etkisi olmamakta, sadece daha fazla atıl beklemelere neden olacaktır. Darboğaz olmayan istasyondaki kaynak, bu atıl sürelerde de çalıştırılırsa, bu durumda süreç içi stok seviyeleri artacaktır. Darboğaz yönteminde, atıl beklemeler kabul edilebilmektedir. Buradan anlaşılacağı üzere, darboğaz olmayan bir istasyondaki kaynağın kullanım oranı, kendi potansiyeline değil, doğrudan doğruya sistem içindeki kısıtlara bağlıdır. Yukarıda bahsedilen durumda, 4 saatlik işlem süresine sahip istasyondaki kaynağın kullanımını kısıtlayan 6 saatlik işlem süresine sahip olan istasyondur.

Darboğaz olan istasyondaki bir saatlik kayıp, bütün sistem üzerindeki bir saatlik kayıp anlamına gelmektedir. Çünkü, bir üretim sistemi içersinde çıktıyı yöneten darboğaz istasyonudur. Dolayısıyla, darboğaz istasyonundaki her kazanç veya kayıp doğrudan doğruya nihai ürünün temin süresini azaltacak veya artıracaktır. Bu nedenle, yapılacak her plan ve programlamaların darboğaz istasyonundaki kaynaklar gözönüne alınarak yapılması gerekmektedir. Darboğaz istasyonundaki kaynaklar, planlama ve programlamada temel alınmalıdır. Çünkü, darboğaz istasyonu üretim sisteminde çıktıyı yönetir.

3.1.3 Simülasyon

Simülasyon özellikle global ölçekte üretim yapan firmalar için çok önemli bir yere sahiptir. Günümüz rekabet ortamında, üretim sistemlerinde yapılabilecek değişimler

ve bu değişimlerin şirket performansını etkileyip etkilemeyeceği önemli bir problem olarak karşımıza gelmektedir. Üretim sisteminde yapılacak bir değişimin, sistem performansı açısından nasıl bir değişikliğe yol açacağını bilmek, şirket yöneticileri için hayati bir önemdedir. Üretim sisteminde yapılacak bir değişikliği, gerçekte uygulamak ve bunun sonucunu görmek son derece pahalı ve maliyetli bir iştir. Bunun yerine, yapılacak olan değişimlerin bilgisayar ortamda yapılıp etkilerini yine bilgisayar ortamında görmek yöneticilere çok büyük avantaj sağlayacaktır. Bu hem pratik hem de daha ucuz bir yöntemdir. İşte burada, simülasyon yani benzetim bu kolaylığı sağlamaktadır.

Günümüzde birçok simülasyon yazılımı geliştirilmiştir. Bu çalışmada, çift dip bloğunun üretiminin gerçekleştirileceği 16 adet istasyon Arena simülasyon programında modellenecektir.

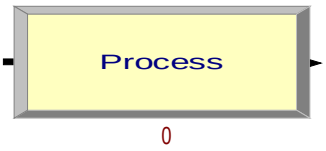
Arena simülasyon programı, bir üretim sistemini modellemede kullanılan etkin bir araçtır. Arena içersinde yer alan modüller ile modelleme yapılmaktadır. Her bir modül belirli bir fonksiyona sahiptir. Bu modüller belli bir mantıksal sıra ile oluşturulduktan sonra birbirlerine bağlanırlar. Daha sonra sistem çalıştırılarak birtakım sonuçlar rapor haline görülebilmektedir. Arena simülasyon programı içersinde kullanılan belli başlı modüller şunlardır [49]:

a. Create Modülü: Bu modül, üretim sistemi içersine giren malzemelerin geliş süresi ve miktarını tanımlar. Şekil 3.2, bir process modülünün şematik gösterimini vermektedir.



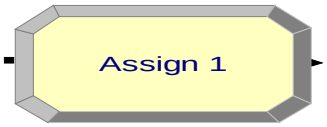
Şekil 3.2: Arena create modülü.

b. Process Modülü: Bu modül, sistem içersindeki iş istasyonlarını tanımlar. Modül içersinde, istasyona gelen parça ile ilgili olarak çeşitli seçenekler verilmektedir. Burada, "parçanın yakalanması, işlem görmesi ve işlem gören parçanın bırakılması" seçeneği tercih edilmektedir. Modül içersine ayrıca, gelen parçanın işlem süresinin girilmesi gerekmektedir. Şekil 3.3, bir process modülünün şematik gösterimini vermektedir.



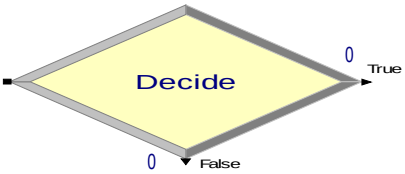
Şekil 3.3: Arena process modülü.

c. Assign Modülü: En önemli modüllerden biridir. Bir iş istasyonundan çıkan parçaların atamalarını yapar. Ayrıca, montaj işlemlerinde de kullanılan bir modüldür. Şekil 3.4, bir assign modülünün şematik gösterimini vermektedir.



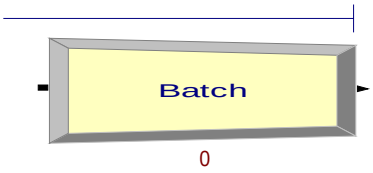
Şekil 3.4: Arena assign modülü.

d. Decide Modülü: Bir iş istasyonundan çıkan parçaların gidecekleri istasyonlara onları yönlendiren bir modüldür. Şekil 3.5, decide modülünü göstermektedir.



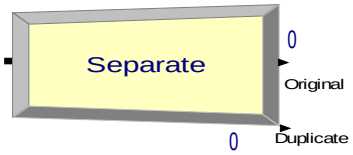
Şekil 3.5: Arena decide modülü.

e. Batch Modülü: Montaj işlemlerinde kullanılan bir modüldür. Montaj işleminden önce, montaj yapılacak parçaların birleştirilmesi sağlar. Şekil 3.6, Arena batch modülününün şematik gösterimini vermektedir.



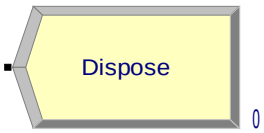
Şekil 3.6: Arena batch modülü.

f. Seperate Modülü: Bir ana parçadan birden fazla parça çıkmasını sağlayan bir modüldür. Özellikle kesim işleminden sonra kullanılan bir modüldür. Şekil 3.7, Arena batch modülününün şematik gösterimini vermektedir.



Şekil 3.7: Arena seperate modülü.

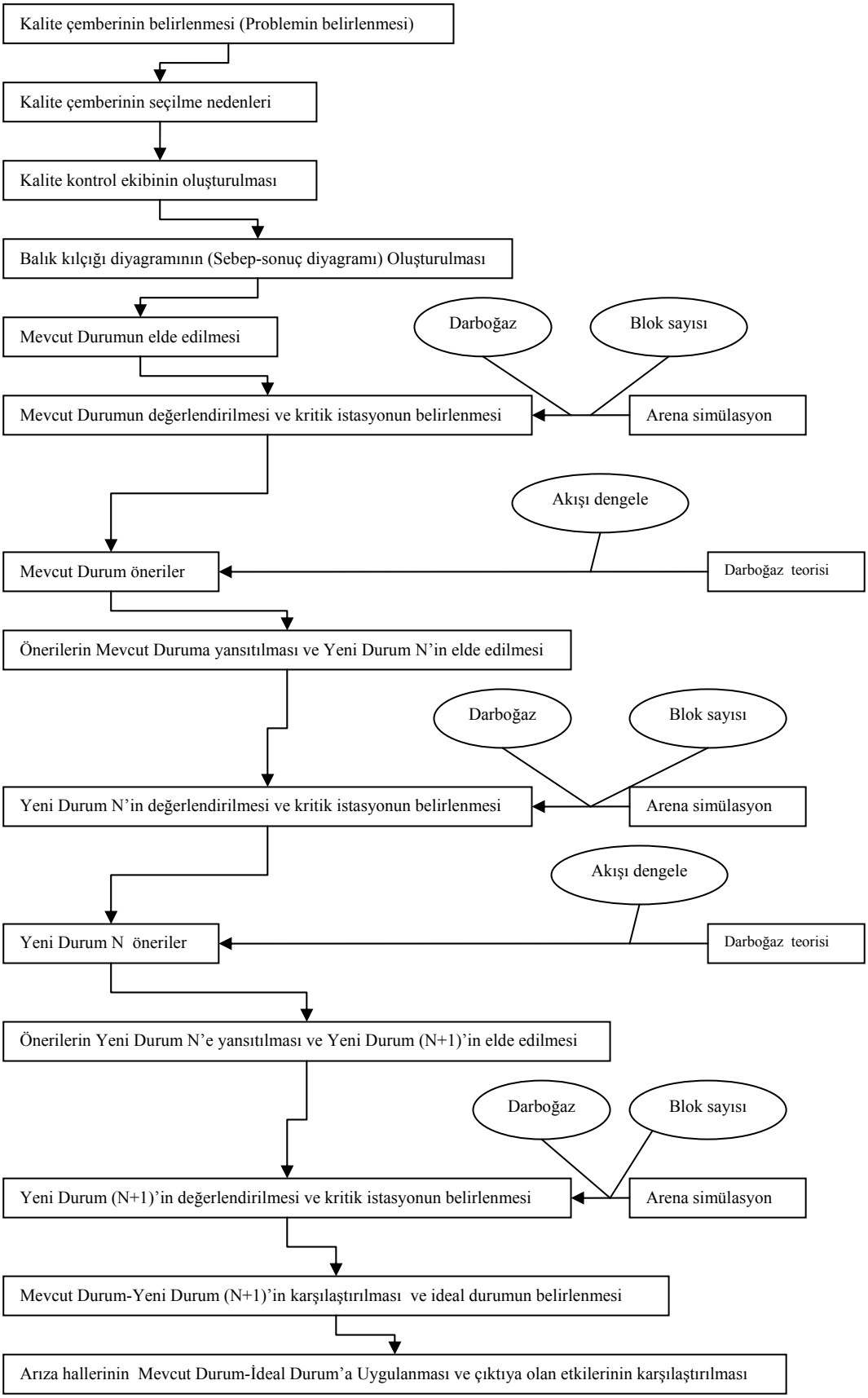
g. Dispose Modülü: Sistemin sonunda kullanılan ve sistemin çıkışını gösteren bir modüldür. Şekil 3.8, Arena batch modülününün şematik gösterimini vermektedir.



Şekil 3.8: Arena dispose modülü.

3.2 İyileştirme Süreci Modeli

Çift dip bloğunun çevrim süresini iyileştirmek amacıyla, aşağıda belirtilen iyileştirme süreci modeli uygulanacaktır. Modelde belirtilen adımlar sırayla takip edilerek en fazla çıktıyı veren sürecin elde edilmesine çalışılacaktır.



Şekil 3.9: İyileştirme süreci modeli.

İyileştirme süreci modeli, çeşitli aşamalardan oluşmaktadır. Bu aşamalar şunlardır:

3.2.1 Kalite çemberinin belirlenmesi (Problemin belirlenmesi)

Bu aşama, iyileştirme süreci modelinin ilk safhasını oluşturmaktadır. Bu aşamada, iyileştirmeye konu olacak olan problem belirlenecektir. Problemin ortaya konulması, tüm çalışanların sorunun ne olduğunu anlaması açısından önemlidir. Ortaya konulan yani belirlenen probleme kalite çemberi de denilmektedir. Bu aşamada, problemin tanımının açık bir şekilde ortaya konulması ve yazılması gerekmektedir.

3.2.2 Kalite çemberinin seçilme nedenleri

Problem ortaya konulduktan sonra, diğer bir aşama bu problemin neden seçildiğinin belirlenmesidir. Ele alınan problemin seçilme nedenlerinin açık bir şekilde belirtilmesi, problemin öneminin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Ayrıca sorunun seçilme nedenlerinin belirtilmesi, iyileştirme süreci sonunda ulaşılmak istenen nihai noktanın da anlaşılmasına imkan sağlamaktadır. Dolayısıyla, bu aşamada, 3.1'de belirlenen problemin seçilme nedenleri ortaya konulacaktır.

3.2.3 Kalite kontrol ekibinin oluşturulması

Problemin seçilme nedenleri belirlendikten sonra, bu problemi çözecek olan kişilerin seçilmesi gerekmektedir. Problemi çözecek olan kişiler işletme içinden olduğu kadar işletme dışından da seçilebilmektediler. Burada, problemi çözecek olan kişilerin oluşturduğu gruba kalite kontrol grubu da denilmektedir. Kalite kontrol grubu sık sık biraraya gelerek durum değerlendirmesi yapmalıdırlar.

3.2.4 Balık kılçığı diyagramının (sebep-sonuç diyagramı) oluşturulması

Problemi çözecek olan kalite kontrol grubu oluşturulduktan sonra, bu grubun biraraya gelerek sorunu tartışması gerekmektedir. Grup üyeleri biraraya geldiklerinde, soruna neden olan etmenler üzerinde tartışmalıdırlar. Grup içersinden gelen önemli veya önemsiz her fikir not edilmelidir. Yani bir beyin fırtınası oluşturulmalıdır. Probleme neden olabilen her etmenin üzerinde düşünülmesi gerekmektedir. Ortaya çıkan görüşler, bir balıkkılçığı diyagramında gösterilmektedir. Balık kılçığı diyagramı, sebep-sonuç diyagramı olarak ta adlandırılmaktadır.

3.2.5 Mevcut durumun elde edilmesi

Balık kılçığı diyagramı oluşturulurken, yapılan beyin fırtınası sonucunda, problemin neden kaynaklandığı konusunda birçok fikir ortaya atılmaktadır. Ancak, bu fikirlerin bir kısmı veya birçoğu, problemin gerçek nedenlerini ortaya koyamayabilmektedir. Dolayısıyla, problemin gerçek nedenlerinin ortaya konulabilmesi için, mevcut durumun detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir. Bu aşamada, mevcut durum detaylı olarak ortaya konulacaktır.

3.2.6 Mevcut durumun değerlendirilmesi ve kritik istasyonun (darboğaz) belirlenmesi

Mevcut durum detaylı bir biçimde ortaya konulduktan sonra, bu aşamada, mevcut durumun analizinin yapılması ve problemin gerçek nedeninin belirlenmesine çalışılmaktadır. Mevcut durum, Arena simülasyon programı ile modellenmekte ve simülasyon sonucu elde edilen sonuçlara göre, probleme neden olan istasyon belirlenmektedir. Arena simülasyon programından, darboğaza neden olan istasyon ile birlikte sistemin ürettiği blok sayısı da veri olarak elede edilecektir. Darboğaz olan istasyon kritik istasyondur.

3.2.7 Mevcut durum öneriler

Mevcut durum üzerinde yapılacak olan öneriler, bütün istasyonlar üzerinde değil, sadece kritik istasyon üzerinde yapılacaktır. Çünkü, darboğaz teorisi ilkelerine göre, iyileştirmelerin bütün istasyon üzerinde değil sadece belirlenen kritik istasyon (darboğaz) üzerinde yapılması gerekmektedir. Bu aşamada yapılan öneriler, kritik istasyon (darboğaz) temel alınarak yapılacak öneriler olacaktır.

3.2.8 Önerilerin mevcut duruma yansıtılması ve yeni durum N'nin elde edilmesi

3.2.7'de, 3.2.6'da bulunan kritik istasyon üzerinde bazı iyileştirme önerileri yapılmaktadır ve yapılan bu öneriler bu aşamada, mevcut duruma yansıtılmaktadır. Bunun sonucunda Yeni Durum N elde edilmektedir.

3.2.9 Yeni durum N'nin değerlendirilmesi ve kritik istasyonun bulunması

Bu aşamada, elde edilen Yeni Durum N, yine Arena simülasyon programı ile modellenir ve darboğaza neden olan istasyonlar belirlenir. Belirlenen kritik istasyon yani darboğaz üzerinde bazı iyileştirici öneriler yapılır. Yapılan bu öneriler darboğaz teorisi ilkeleri gözönüne alınarak sadece kritik istasyon üzerinde yapılır. Kritik istasyon üzerinde yapılan iyileştirme önerileri Yeni Durum N'e yansıtılır ve bu aşamada Yeni Durum (N+1) elde edilir. Elde edilen Yeni Durum (N+1) Arena simülasyon programında modellenir ve simülasyon sonucunda kritik istasyon belirlenir.

Daha sonra, mevcut durumdan Yeni Durum (N+1)'e kadar olan bütün durumlar ele alınır. Modelde, iyileştirme süreçleri iş aktivitelerinin deterministik değerleri göz önüne alınarak yapılmıştır. Dolayısıyla, iyileştirme süreci sonunda, her durum için deterministik olarak sistemin kaç adet blok ürettiği zaten bilinmektedir. Sonraki aşamada, mevcut durumdan Yeni Durum (N+1)'e kadar olan bütün hallerde iş akviteleri normal ve beta dağılımlı olarak dikkate alınıp, her durumda sistemin kaç adet blok ürettiği belirlenecektir. Bunun için, mevcut durumdan Yeni Durum (N+1)'e kadar olan bütün durumlar, tekrardan Arena'da modellecektir. Sonuçta, mevcut durum ve iyileştirme sürecinde ortaya çıkan her durum için, deterministik, normal ve beta dağılımlı durumda, sistemin kaç adet blok ürettiği belirlenecek ve bir karşılaştırma yapılacaktır.

3.2.10 Arıza hallerinin mevcut durum-ideal duruma uygulanması ve çıktıya olan etkilerinin karşılaştırılması

Elde edilen ideal durum ve ideal duruma gelene kadar elde edilen ara durumlara bir takım arıza halleri uygulanacak ve bunun sonucunda, arızalardan meydana gelen gecikme durumlarında, hangi istasyonların çıktıyı daha çok etkilediği saptanacak ve bir karşılaştırma yapılacaktır.

4. UYGULAMA

Bu bölümde, yukarıda belirtilen iyileştirme süreci modeli, bir çift dip bloğunun çevrim süresinin iyileştirilmesi problemine uygulanacaktır. Model içersinde belirtilen herbir aşama sırasıyla takip edilerek en fazla çıktıyı veren sürecin belirlenmesine çalışılacaktır.

4.1 Konunun Seçilmesi (Kalite Çemberi)

İyileştirme sürecinin ilk aşaması, iyileştirilecek olan problemin belirlenmesidir. Belirlenen problem, kalite çemberi olarak adlandırılmaktadır. Burada seçilen problem "çift dip bloğu üretim süresinin kısaltılması" problemidir.

4.2 Konunun Seçilme Nedenleri

Aşağıda, belirtilen problemin neden seçildiğini gösteren maddeler bulunmaktadır.

a. Hızlı gemi teslimatı yapmak,
b. Blok montaj sahasını hızlı tahliye etmek,
c. Yıllık gemi üretim sayısını artırmak,
d. Ciro artışı,
e. Rekabet gücünü artırmak,
f. Çalışanların moral ve motivasyonunu artırmak.

Problemin seçim nedenlerinden birincisi, hızlı gemi teslimatı yapmaktır. Eğer, bu çalışmada ele alınan çift dip bloğunun imalat temin süresi yani çevrim süresi kısaltılabilirse, blok daha kısa süre içersinde kızağa çıkabilecektir. Dolayısıyla, blok montaj istasyonundan (I16) bloğun daha kısa bir sürede üretilmesi, blokların daha kısa sürede kızağa çıkmasını sağlayacak ve dolayısıyla, gemi daha kısa sürede denize indirilecektir.

İkinci neden, blok montaj sahasının hızlı bir şekilde tahliye edilmesidir. Bloğun hızlı bir şekilde, bu çalışmada ele alınan nihai istasyon olan blok montaj istasyonundan (I16) çıkması, blok montaj sahasının daha hızlı bir şekilde tahliye edilmesine neden

olacaktır. Bu durum, blok montaj sahasında meydana gelebilecek ara ürün stoklarının azalmasını sağlayacak ve blok montaj sahası daha etkin olarak kullanılabilecektir.

Gemiyi daha kısa bir sürede üretmek, yıllık bazda, daha fazla sayıda geminin üretilmesine yani yıllık çelik işleme kapasitesinin artmasına neden olacaktır. Bu, hem tersanenin ciro artışına neden olacak hem de tersanenin global çapta rekabet gücünü artıracaktır. Sonuç olarak, geminin hızlı bir şekilde teslimatının yapılması, ciro artışına, yıllık gemi üretim sayısının artmasına ve çalışanların moral ve motivasyonlarının artmasına neden olacaktır.

4.3 Kalite Kontrol Ekibinin Oluşturulması

İyileştirme süreci modelindeki bu aşamada, yukarıda belirtilen problemi çözecek bir kalite kontrol grubunun oluşturulması gerekmektedir. Oluşturulan bu grup, problemin çözümü için zaman zaman biraraya gelir ve çalışmalar yapar. Bu çalışmada, yukarıda belirtilen problem, bu çalışmayı yapan araştırıcı tarafından çözülecektir.

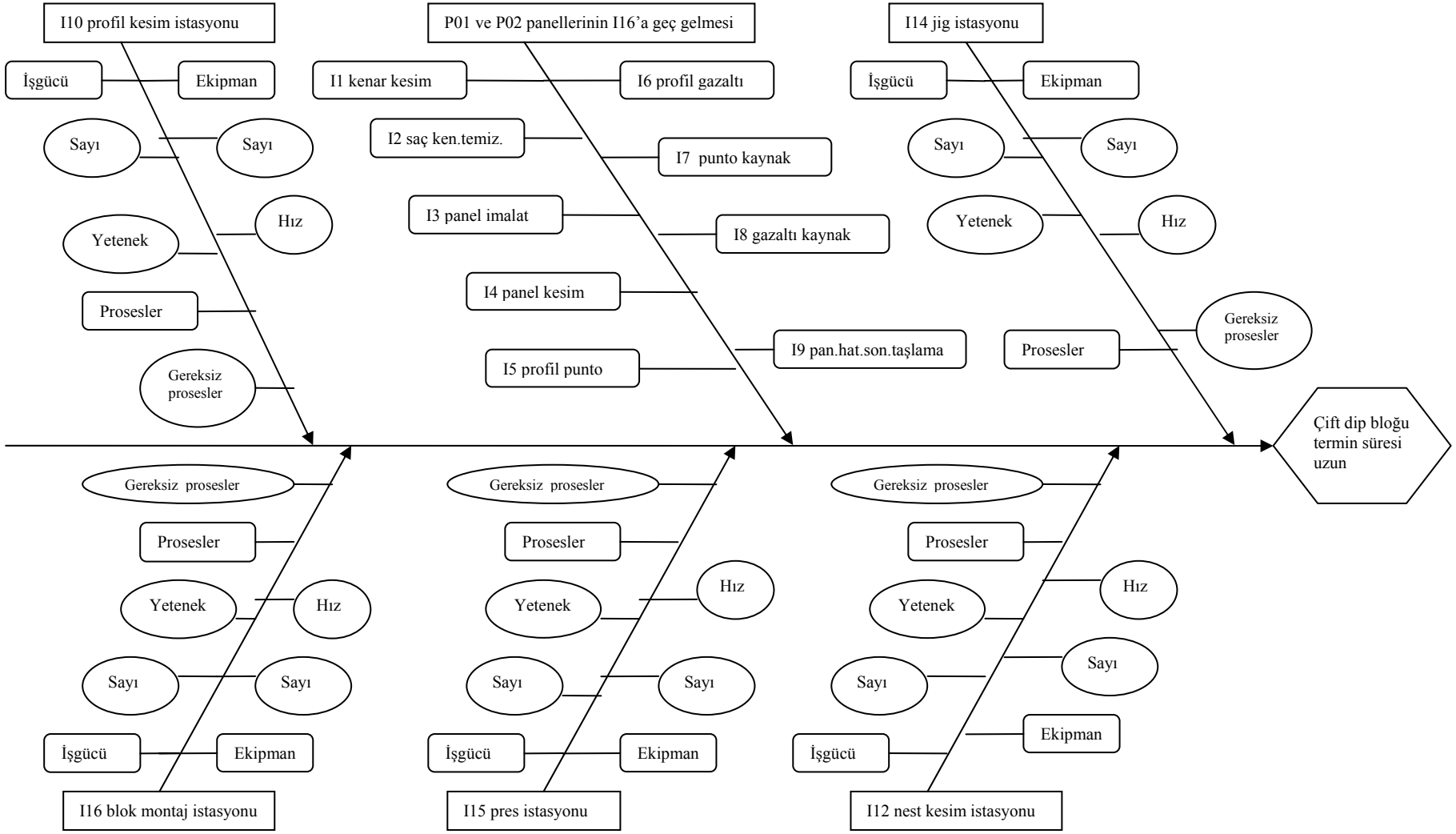
4.4 Balık Kılçığı Diyagramının (Sebep-Sonuç Diyagramı) Oluşturulması

Çift dip bloğunun imalat temin süresinin neden uzun olduğu ile ilgili olarak bir takım ön düşünceler sebep-sonuç diyagramında yani balık kılçığı diyagramında verilmektedir. Uygulamada ele alınan problem, bu çalışmadan ele alınan çift dip bloğunun çevrim süresinin uzun olmasıydı. Balık kılçığı diyagramında, bu probleme neden olabilecek ana sebepler belirlenmeye çalışılmıştır. Çevrim süresinin uzun olmasına neden olabilecek problemler, çift dip bloğunun ana yapılarının üretiminin uzun olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bu bağlamda, öncelikle, blok montaj istasyonundan (I16) kaynaklanan nedenlerin çift dip bloğunun çevrim süresini uzattığı tahmin edilmiştir. Çünkü, bu istasyonda, çift dip bloğunu oluşturan elemanlı-gruplu tanktop paneli, elemanlı dış kaplama paneli ve kutu blokları gibi ana yapılar ile tekil parçaların montajı yapılacaktır. Bütün parçaların tamamı, zamanında blok montaj sahasına gelse dahi, istasyondaki işgücü, ekipman ve yanlış proseslerde kaynaklanan nedenlerden ötürü çift dip bloğunun çevrim süresi yani imalat temin süresi uzayabilmektedir. Bununla birlikte, çevrim süresinin uzun olmasının diğer bir nedeni, elemanlı-gruplu tanktop paneli ile elemanlı dış kaplama panelinin panel

hattından blok montaj istasyonuna geç gelmesi olabilmektedir. Bu iki ana yapının yani elemanlı-gruplu tanktop paneli ve elemanlı dış kaplama panelinin panel hattından geç çıkması, panel hattını oluşturan kenar kesim istasyonu (I1), pah açma-taşlama istasyonu (I2), panel imalat istasyonu (I3), panel kesim istasyonu (I4), profil punto kaynak istasyonu (I5), profil gazaltı kaynak istasyonu (I6), C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu (I7), C ve D kademe ürünleri gazaltı kaynak istasyonu (I8) ve panel hattı sonu taşlama istasyonu (I9) gibi istasyonlardaki gecikmelerden kaynaklanabilmektedir. Panel hattını oluşturan her bir istasyondaki gecikmenin nedeni, o istasyondaki ekipman, işgücü yetersizliğinden veya yanlış proseslerin uygulanması olabilmektedir. Çift dip bloğu çevrim süresinin uzun olmasının diğer bir nedeni, kutu blokların jig istasyonunda (I14), blok montaj istasyonuna (I16) geç gelmesi olabilmektedir. Kutu blokların jig istasyonundan blok montaj istasyonuna geç gelmesinin nedeni, jig istasyonundaki istasyon bitiş süresinin uzunluğudur. İstasyon bitiş süresinin uzunluğu, jig istasyonundaki, ekipman ve işgücü yetersizliği ile yanlış ve zaman alıcı proseslerin uygulanmasından kaynaklanabilmektedir. Ayrıca, pres yani saç eğim istasyonundan (I15), blok montaj istasyonuna (I16) eğilmiş saçların geç gelmesi, çevrim süresini uzatan diğer bir neden olarak karşımıza çıkabilmektedir. Yine burada, pres istasyonundaki ekipman ve işgücü yetersizliği ile zaman alıcı işlemler gecikmeye neden olabilmektedir. Bununla birlikte, nest kesim istasyonundan (I12) tekil saç parçalarının ve profil kesim istasyonundan (I10) tekil profillerin, blok montaj istasyonuna (I16) geç gelmesi de çift dip bloğunun çevrim süresini uzatmaktadır.

Yukarıda belirtilenler ön düşüncelerdir. Yani başlangıç aşaması için, probleme neden olabilecek sebeplerdir ve tahminleri yansıtmaktadır. Çift dip bloğunun çevrim süresinin uzun olmasına neden olan gerçek nedenler, ancak çift dip bloğunun mevcut durumdaki üretim sürecinin detaylı olarak incelenmesi ve proses analizlerinin yapılmasıyla mümkün olacaktır.

Şekil 4.1, yukarıda belirtilen ön düşünceleri gösteren balık kılçığı (sebep-sonuç) diyagramını göstermektedir.



Şekil 4.1: Balık kılçığı diyagramı.

4.5 Mevcut Durum Analizi

Yukarıda, çift dip bloğunun çevrim süresinin uzun olmasına neden olabilecek bir takım sebepler balık kılçığı diyagramında gösterilmişti. Bu sebepler, başlangıç aşaması için bir ön fikir vermekteydi. Ancak, gerçekte, probleme neden olan sebepleri bulabilmek için, mevcut üretim sisteminin detaylı bir şekilde incelenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir.

Bu bölümde, çift dip bloğunun mevcut sistemde detaylı bir proses analizi yapılacak ve her bir istasyondaki bitiş süresi belirlenecektir. Daha sonra, bulunan süreler, Arena simülasyon programında analiz edilecek ve bu analizden belirli bir sürede ne kadarlık bloğun üretildiği ve darboğaza neden olan istasyonlar belirlenecektir.

Çift dip bloğunun üretimi toplamda 16 adet istasyonda gerçekleştirilmektedir. Bu istasyonlar aşağıdaki tablodan görülebilmektedir:

Çizelge 4.1: Çift dip bloğu üretiminin yapıldığı istasyonlar.

Istasyon no	Istasyon adı
I1	Kenar kesim
I2	Pah açma-taşlama (Kenar temizleme ve sıralama)
I3	Panel imalat
I4	Panel kesim
I5	Profil punto kaynak
I6	Profil boğaz (gazaltı) kaynak
I7	C ve D kademe ürünleri punto kaynak
I8	C ve D kademe ürünleri gazaltı kaynak
I9	Panel hattı sonu taşlama
I10	Profil kesim
I11	Profil eğim
I12	Nest kesim
I13	Ön imalat
I14	Jig
I15	Saç eğim (pres)
I16	Blok montaj

Yukarıdaki tabloda verilen istasyonlarda, çift dip bloğunun üretimi için gerekli olan faaliyetler gerçekleştirilmektedir. Bu bağlamda, herbir istasyon farklı bir fonksiyonu yerine getirecektir. Diğer bir değişle herbir istasyonun farklı görevi vardır. İstasyonlar bu görevleri yerine getirirken birbirleri arasında da malzeme geçişleri olacaktır. Yani, istasyonlar kendine düşen görevi yaptıktan sonra, ilgili yapıyı ilgili istasyona göndermektedir. İstasyonlar arasındaki malzeme akış ilişkisi aşağıdaki tablodadır:

Çizelge 4.2: İstasyonlar arasındaki malzeme akış ilişkisi.

	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16
I1		X														
I2			X													
I3				X												
I4					X											
I5						X										
I6							X									
I7								X								
I8									X							
I9																X
I10					X						X		X			X
I11														X		
I12							X						X	X	X	X
I13							X							X		
I14																X
I15														X		X
I16																

Çizelge 4.2 çift dip bloğunun üretiminde görev alacak olan istasyonların birbirleri arasındaki malzeme akış ilişkisini göstermektedir. Örneğin, I1 kenar kesim istasyonundan çıkan yapı, I2 kenar temizleme ve taşlama istasyonuna, I2'den çıkan yapı ise I3 panel imalat istasyonuna gitmektedir. Böylece, istasyonların birbirleri arasındaki malzeme akış ilişkileri bu diyagramdan görülebilmektedir.

Çift dip bloğunun üretiminin gerçekleştiği 16 adet istasyonun fonksiyonları kısaca şu şekildedir:

Kenar kesim istasyonu (I1): Saç stok alanındaki tanktop (P01) ve dış kaplama (P02) panellerini oluşturan saçlar vinç tarafından dekovil olarak isimlendirilen raylı taşıma aracına teker teker taşınmaktadır. Saç stok alanından dekovile tanktop ve dış kaplama panellerini oluşturan bütün saçlar taşındıktan sonra operatör toplu olarak bütün saçları dekovil vasıtasıyla saç kenar kesim alanına taşımaktadır. Bu taşıma işlemi bittikten sonra, operatör tavan vinci yardımıyla ilgili saçları kenar kesim tezgahı üzerine taşır. Bu taşıma işlemi bittikten sonra tezgah ayarlarını yapar ve ilgili sacın kenar kesim işlemini gerçekleştirir. Kenar kesim işlemi biten sacın firelerini fire kutusuna atar ve sacın hangi panele (tanktop veya dış kaplama) ait olduğunu belirtmek için markalama kalemi ile sacın üzerine marka atar. Kesim ve markalama işlemi biten saç vinç yardımı ile buffer alana atılır ve I2 istasyonuna gitmek için hazır durumda bekler. Her saç için aynı işlemler tekrarlanır.

Pah açma-taşlama (kenar temizleme ve sıralama) istasyonu (I2): I2 istasyonunda I1 istasyonundan gelen kenar kesimi yapılmış ve markalanmış saçların kenar temizleme, sıralama ve eğer gerekli ise pah açma işlemleri yapılmaktadır. 312 nolu çift dip bloğunun saçları arasındaki kalınlık farkı 3 mm'den küçük olduğu için pah açma işlemi uygulanmamaktadır. Sadece, kesilen yüzeylere kenar temizleme işlemi uygulanacaktır.

I1 istasyonunun buffer alanından alınan saçlar, I2 istasyonu sıralama alanına getirilir. Burada, sıralama alanları tanktop paneli ile dış kaplama panellerini oluşturan saçlara ayrılmıştır. I1 istasyonu buffer alanından tavan vinci yardımıyla alınan saçlar hangi panele aitse ilgili sıralama alanına taşınır. Örneğin, tanktop paneline ait (P01) saçlar birinci sıralama alanına, dış kaplama paneline ait saçlar (P02) ikinci sıralama alanına yerleştirilir. Bu sıralama işlemi gerçekleştirildikten sonra, panele giriş sırasına göre ilgili panele ait saçlar sırasına göre kenar temizleme masasına taşınır. Bu taşıma işlemi de yine tavan vinci yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Kenar temizleme tezgahına alınan saçlar, taşlama motoru ile kenar temizleme işlemine tabi tutulur. Kenar temizliği yapılan saçlar, tavan vinci yardımıyla buffer alana taşınır. Daha sonra, buffer alanından alınan saçlar, sırasıyla ilgili panele göre tozaltı kaynak tezgahına taşınır.

Panel imalat istasyonu (I3): I3 istasyonunda, tanktop ve dış kaplama panellerini oluşturan saçların tozaltı kaynağı ile birleştirilmesi ve panel oluşturma işlemleri yapılmaktadır. I2 istasyonunda kenar temizleme işlemi yapılan saçlar, hangi panel imal edilecekse (tanktop veya dış kaplama) ilgili panel içindeki sırasına göre, I2 istasyonu buffer alanından alınarak konveyore taşınır. Bu alan, yani sacın konveyöre konulduğu alan, panel hattının başlangıcıdır. Bu alana indirilen saçlar, panel hattına sabitlenir. Sabitlemedeki amaç, sacın konveyor üzerinde taşınırken, sağa sola hareketini önlemektir. Saç panel hattına sabitlendikten sonra, tolerans levhalarının saca kaynağı için tolerans levha kaynak alanına taşınır. Tolerans levhaları, teçhiz atölyesinden gelen ilave teçhiz saçlarıdır. Bu ilave saçların paneli oluşturan saçlara kaynak edilmesinin sebebi, tozaltı kaynağının başlangıcında ortaya çıkabilecek düzensizlikleri tolere etmektir. Böylelikle, kaynak, saça gelene kadar, bu ilave teçhiz saçları sayesinde kararlı hale gelecek ve kaynağın kalitesi artacaktır. İlave teçhiz saçlarının kaynağının ardından, saçlar, tozaltı kaynak tezgahına taşınarak tezgahın alt

kısmına sabitlenir ve arkasından gelen diğer saçla birleştirilir. Bu şekilde, saçlar arka arkaya belirli sırada kaynak yapılarak panel imalatı gerçekleştirilmiş olur. Bu istasyon sonunda, tanktop ve dış kaplama panelleri imal edilmiş olur. İmal edilen paneller, I3 istasyonu buffer alanına yine konveyor ile taşınır.

Panel kesim istasyonu (I4): I3 panel imalat istasyonunda imal edilen tanktop ve dış kaplama panelleri bu istasyona gelir. I4 istasyonu paneli gerçek boyutlarında keser. Bununla birlikte, raspalama, markalama işlemleri de yapılmaktadır. Bu istasyondaki temel amaç, tanktop ve dış kaplama panellerini gerçek boyutlarında kesmek yani son şeklini vermektir. Ayrıca, paneller üzerine gelecek olan profil, C ve D kademe ürünleri ve tekil parçaların geleceği yerleri markalamaktır. Böylece, panel üzerine gelecek olan parçaların panelin hangi kısmına geleceği bilinmiş olur. Tezgahın marka atmasının yanında, operatör yardımcısı, markaların üzerine gelecek olan parçaları markalama kalemi ile yazar. Böylece hangi markanın üzerine hangi parçanın geleceği açıkca belirtilmiş olur. Raspalama işlemi ise, panel üzerine gelecek olan parçaların kaynak sırasında sorun oluşturabilecek olan boyayı veya raspayı ortadan kaldırmak için yapılan bir işlemdir. Raspalanmış, markalanmış, kesilmiş ve elle markalanmış tanktop ve dış kaplama panelleri I5 profil punto kaynak istasyonuna gönderilmektedir.

Profil punto kaynak istasyonu (I5): Bu istasyonda, I4 numaralı istasyondan gelen raspalanmış, markalanmış ve kesime uğramış olan tanktop ve dış kaplama panellerinin üzerine profillerin montajı yapılmaktadır. Profil stok alanından ilgili panele ait olan profiller tavan vincinin yardımıyla tarak veya bant olarak ifade edilen taşıma araçlarına taşınır. Tarağa yüklenmiş olan profiller, profil punto kaynak istasyonu alanına getirilir. Daha sonra, profil punto kaynak makinesi çalıştırılarak tarak üzerinden ilgili profil alınarak panel üzerindeki ilgili yerine taşınır. Profil panel üzerindeki ilgili yerine geldiğinde punto kaynak tezgahı profili yerine indirir. Tezgah, profili tam olarak markasının üzerine indirir. Markasının üzerine indirilen profilin üzerine tezgahın bünyesindeki sabitleyici donanım indirilir ve profil markası üzerine sabitlenir. Profil gönyeye alındıktan ve profilin tam olarak markasının üzerine indiğinden emin olunduktan sonra, tezgahın punto kaynak aparatı kaynak yerine gelir ve belirli aralıklarla çift taraflı olarak punto kaynak atmak suretiyle profili panel üzerine sabitler. Bu işlem yapılmadan önce tezgahın bünyesindeki

mıknatıs profil ile panel arasındaki boşluğu alır. Bu işlemden sonra punto kaynak işlemi yapılır. Diğer profiller için de aynı işlemler gerçekleştirilir. Böylece panel üzerine profillerin punto kaynakla montajı yapılmış olur. Elemanlı panel daha sonra konveyor ile I6 profil boğaz kaynak istasyonuna taşınır.

Profil boğaz kaynak istasyonu (I6): Bu istasyonda, I5 istasyonunda punto kaynakla panele bağlanmış olan profillerin kaynak işlemleri tamamlanır. I6 istasyonuna elemanlı paneller konveyor ile taşınır ve bu istasyonda profillerin çift taraflı boğaz kaynakları yapılır ve elemanlı panelin kaynak işlemleri tamamlanmış olur. Burada kullanılan kaynak yöntemi gazaltı kaynak yöntemidir. IMG tezgahını kullanan operatör tezgahın torcunu kaynak bölgesine indirir ve gerekli tezgah ayarlarını yaparak kaynak işlemini başlatır. IMG tezgahı kaynağı çift taraflı olarak otomatik yapar. Her kaynak sonunda torçlar temizlenir ve diğer kaynağa hazır hale getirilir. Boğaz kaynağı tamamlanmış olan elemanlı paneller ilgili istasyona konveyor ile taşınır ve seksiyonlar panel hattı üzerindeki ilerlemelerini sürdürür. Elemanlı tanktop paneli (F-P01) üzerine yapıların montajı yapılmak üzere I7 stasyonuna, elemanlı dış kaplama paneli (F-P02) ise taşlanmak üzere I9 istasyonuna gönderilirler.

C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu (I7): I7 istasyonunda, elemanlı tanktop panelinin (F-P01) üzerine gelecek olan C ve D kademe ürünlerinin (yapıların) montajı yapılmaktadır. Yapı montajının yanısıra, tekil parçaların da montajı bu istasyonda gerçekleştirilmektedir. I13 ön imalat istasyonundan gelen yapılar tarağa (bant) konulur ve daha sonra, I7 istasyonu montaj alanına çekilir. Tavan vinci yardımıyla, ilgili yapı taraktan alınarak, elemanlı tanktop panelinin (F-P01) üzerindeki ilgili yerine taşınır ve markasının üzerine yerleştirilir. Markanın üzerine yerleştirilen yapının punto kaynak öncesi sabitlenmesi gerekmektedir. Bu sabitleme işlemi için, yapıya bir köşebent çakılır ve bir adet punto kaynak yapılarak yapının markasının üzerinden dışarı çıkması önlenmiş olur. Sabitlenen yapı daha sonra ilgili ekip tarafından punto kaynak ile P01 elemanlı tanktop paneli üzerine tutturulur. Yapı hem yatay doğrultuda hem de dikey doğrultuda punto kaynak işlemine tabi tutulur. Yatay yönde, panel ile yapı arasındaki açıklığı almak için cırcır veya kriko kullanılır. Dikey yönde yapıyı sabitlemek için de yine cırcır (opçik) denen mekanizmalar kullanılır. Punto kaynak işlemi yapılan yapılar daha sonra taşlama işlemine tabi tutulur. Bu işlemler diğer bütün yapılar ve tekil parçalar için de

tekrarlanır. I7 istasyonunda ayrıca, bloğun dış alanda döndürülmesinde kullanılan 4 adet mapanın da punto kaynağı yapılır. Punto kaynakları yapılmış ve taşlanmış olan elemanlı ve gruplu tanktop paneli (G-P01) daha sonra konveyor ile I8 istasyonuna taşınır.

C ve D kademe ürünleri boğaz kaynak istasyonu (I8): I7 istasyonundan gelen G-P01 elemanlı-gruplu tanktop panelinin bu istasyonda gazaltı kaynak işlemleri gerçekleştirilecektir. Gruplu paneldeki yapıların ve tekil parçaların gazaltı kaynak işlemleri yapılacaktır. Bütün kaynaklar çift taraflı olarak gerçekleştirilecektir.

Panel hattı sonu taşlama istasyonu (I9): Bu istasyonda, I8 istasyonundan gelen elemanlı-gruplu tanktop panel (G-P01) ile I6 istasyonundan gelen elemanlı dış kaplama panelinin (F-P02) taşlama işlemi gerçekleştirilmektedir. Gruplu paneli oluşturan profil, tekil parça ve yapıların ayrı ayrı taşlama işlemleri yapılır. Ayrıca elemanlı dış kaplama panelini oluşturan profillerin de taşlama işlemleri yapılır. Bu istasyon panel hattının en son istasyonudur. Burada taşlanan elemanlı-gruplu tanktop paneli ve elemanlı dış kaplama panelleri I16 blok montaj sahasına gönderilir.

Profil kesim istasyonu (I10): Bu istasyonda, tersaneye hazır olarak gelen 12 m'lik profillerden (hollanda profili) ihtiyaç duyulan boyutlarda profiller kesilerek ilgili istasyonlara gönderilir. Bu hazır profiller, profil stok alanında bekletilmektedir. 15 ton'luk tavan vinci kullanılarak, kesilecek olan profiller profil stok alanından alınıp dekovilin üzerine yerleştirilirler. Kesilecek profillerin tamamı dekovil üzerine yerleştirildikten sonra, dekovil profil kesim tezgahına doğru hareket ettirilir. Burada ise, dekovil üzerinden alınan profiller, 2x2.5 tonluk vinçler yardımı ile IMG profil kesim tezgahına taşınır. Tezgah, bu profillerden kendisine yüklenen programa uygun olarak çeşitli ebatlarda profiller üretir. Profillere kenar temizleme, markalama, kesme, delme gibi işlemler uygulanır. Tezgahın sonunda çıkan çeşitli boyut ve sayıdaki profiller masa üzerine çıkarılarak taşlama işlemine alınır ve taşlanan profiller buffer alana konulur ve ilgili istasyona gitmek üzere bekletilirler. Buffer alanların birinde dış kaplama ve tanktop panelleri üzerine gelecek olan profiller stoklanırken diğerinde, ön imalat, profil eğim ve dış sahaya gidecek olan profiller stoklanır. Dış sahaya ve ön imalata gidecek olan profiller sepetlerin içinde stoklanır. Burada da prensip, aynı istasyona gidecek olan profiller aynı yerde stoklanır.

Profil eğim istasyonu (I11): I10 profil kesim istasyonundan iskele-sancak olarak birbirlerine punto kaynakla bağlanmış olan profil çiftleri I11 istasyonu profil stok alanına gelir. Tavan vinci kullanılarak profil çiftleri profil eğim tezgahına çıkarılır. Burada profile verilecek eğime bağlı olarak kullanılacak kalıp seçilir ve profil çiftinin üzerine konularak markalama kalemiyle eğik çizgiler çizilir. Daha sonra profil eğim tezgahıyla profil çifti eğilir. Eğim işlemi profil çiftinin üzerindeki çizgiler düz hale gelinceye kadar devam ettirilir. Eğik çizgiler düz hale geldiğinde eğim işlemi sona erdirilir ve eğilmiş olan profil çiftleri profil eğim tezgahından alınarak eğilmiş profil stok alanına taşınır. Bütün profil çiftleri bu işlemden geçirilir ve eğilmiş olan bütün profiller eğilmiş profil stok alanına getirilir. Daha sonra yine vinç kullanılarak eğilmiş profiller eğilmiş profil stok alanından alınarak masaya çıkarılır. I10 istasyonunda birbirlerine punto kaynakla bağlanmış olan profil çiftleri lamba ile birbirlerinden ayrılır. Birbirlerinden ayrılan profillerin eğim kontrolü yapılır. Eğim kontrolü yapılan profiller kesileceği yerlerden markalanırlar ve yine lamba ile markalandıkları yerlerden kesilirler. Kesilen profillerin kesime uğramış yüzeyleri taşlanır. Taşlama işlemi bittikten sonra birbirlerinden ayrılan profil çiftleri vinç kullanılarak masa üstünde birbirlerinin üstüne çıkarılır ve yine iskele-sancak olarak profil çiftlerinin bir arada kalması sağlanır. Bu profil çiftleri I11 istasyonu buffer alana taşınır. Buffer alandan ise, I14 numaralı jig istasyonuna giderler.

Nest kesim istasyonu (I12): Saç stok sahasından çeşitli boyutlardaki saçlar tavan vinci kullanılarak dekovile taşınır. Daha sonra yüklü durumdaki dekovil nest kesim alanına getirilir. Vincin yardımı ile saçlar plazma kesim tezgahına taşınır. Plazma kesim tezgahına taşınan saçlar kesilir ve tekil parçalar ortaya çıkar. Bu tekil parçalar markalama kalemi ile markalanırlar ve metotları (köprü) kesilerek birbirlerinden ayrılırlar. Daha sonra, vincin yardımı ile bu tekil parçalar buffer alanına taşınırlar. Tekil parçalar taşınırken çeşitli şekillerde taşınır. Parçaların boyutlarına ve ağırlıklarına göre; palet, çektirmeli L (kanca) veya mıknatısla taşınırlar. Eğer parça boyutları ufak ise, taşıma şekli olarak palet tercih edilmektedir. Eğer parça ebatları büyükse o takdirde tek parça taşımak şartıyla mıknatısla taşınabilir. Diğer seçenek ise orta büyüklükte parçalar varsa, yani paletle taşınamayacak kadar büyükse veya mıknatısla taşınamayacak kadar küçükse o takdirde bu parçalar üst üste istiflenerek çektirmeli L (kanca) ile taşınabilmektedir.

Burada, parçalar gidecekleri istasyonlara göre istiflenirler. Örneğin, bir sacın kesilmesi sonucu ortaya çıkan tekil parçaların bir bölümü I13 istasyonuna giderken diğer bölümü I15 veya I16'a gidebilir. Bu durumda, I13'e giden parçalar birarada aynı şekilde I15 ve I16'a gidecek olan parçalar birarada istiflenirler. Bu şekilde, aynı istasyona gidecek olan parçalar aynı istifte yer alırlar. Bunun nedeni, buffer alandaki parçaların gidecekleri istasyonlara etkin bir şekilde gönderimini sağlamak ve buffer alanda vakit kaybını önlemektir.

I12 nest kesim istasyonu, tersanenin beynidir. Çünkü bütün tekil parçalar bu istasyonda üretilir. Bu istasyonda lamalar ve tekil saç parçaları üretilir. Burada üretilen parçalar, tersanenin ihtiyaç duyulan istasyonuna gönderilmektedir. Bu yüzden kritik bir istasyondur. Çünkü, bu istasyondaki bir darboğaz veya sıkıntı halinde bundan bütün iş istasyonları etkilenecektir.

Ön imalat istasyonu (I13): Ön imalat istasyonunda, C ve D kademe ürünlerinin (yapıların) imalatı yapılır. Nest kesim ve profil kesimden gelen tekil parçalar I13 ön imalat istasyonu stok alanında tutulur. Nest ve profil kesim istasyonlarının yanısıra bazı flençli parçalar teçhiz atölyesinden gelmektedir. Dolayısıyla, tekil parça stok alanı, nest kesim, profil kesim ve teçhiz istasyonlarından gelen parçalarla doludur. Buradaki parçaların tamamı 312 nolu çift dip bloğuna aittir ve montajları yapılmak üzere beklerler. Bu parçaların hepsi belli bir yapıya ait olan parçalardır. Bu parçalar üst üste ve karışık durumda olduğu için, öncelikle bu parçaların yere serilmesi gerekmektedir. Parçalar yere serildikten sonra, ilgili yapının parçaları toplanarak toplu halde yapı imalat alanındaki uygun yere veya tozaltı veya otomatik boğaz kaynak makinesine girmesi gerekiyorsa tozaltı ve otomatik boğaz kaynak alanına gönderilir. Örneğin, R03 yapısına ait olan bütün parçalar toplanır, uygun şekilde istif edilir ve mümkünse tek seferde yapı imalat alanındaki uygun yerine gönderilmeye çalışılır. Belirli yapıya ait ilgili parçalar yapı imalat alanındaki belirli bir yere gönderildikten sonra bu yapının imal edilmesine çalışılır. Öncelikle küçük gruplar oluşturulur ve sonra bu küçük gruplar ve eğer varsa tekil parçalar birbirleriyle montajı yapılmak suretiyle yapının imalatı yapılmış olur. Parçaların montajı için öncelikle montaj edileceği yere sabitlenmesi gerekir. Bu sabitleme işi vinç, punto kaynak ve köşebent ile yapılır. Eğer, büyük ebatlarda profil varsa bunun sabitlenmesi köprü ile yapılır. Sabitlenen parça, öncelikle punto kaynak işlemi ile montajı yapılır.

Punto kaynağın ardından punto kaynakların taşlanması gerekir ve punto kaynak sonrası taşlama işlemi yapılır. Punto kaynak sonrası taşlama işleminin ardından, boğaz kaynak yapılır ve boğaz kaynak işleminin ardından boğaz kaynak sonrası taşlama işi yapılır ve parçanın montajı bitirilmiş olur. Aynı işlemler diğer parçalar için de yapılarak montaj işlemleri gerçekleştirilmiş olur. Montaj işlemi biten yapılar buffer alandaki tarakların üzerine çıkarılır. Jige gidecek olan yapılar istiflenip jig alanına gönderilir.

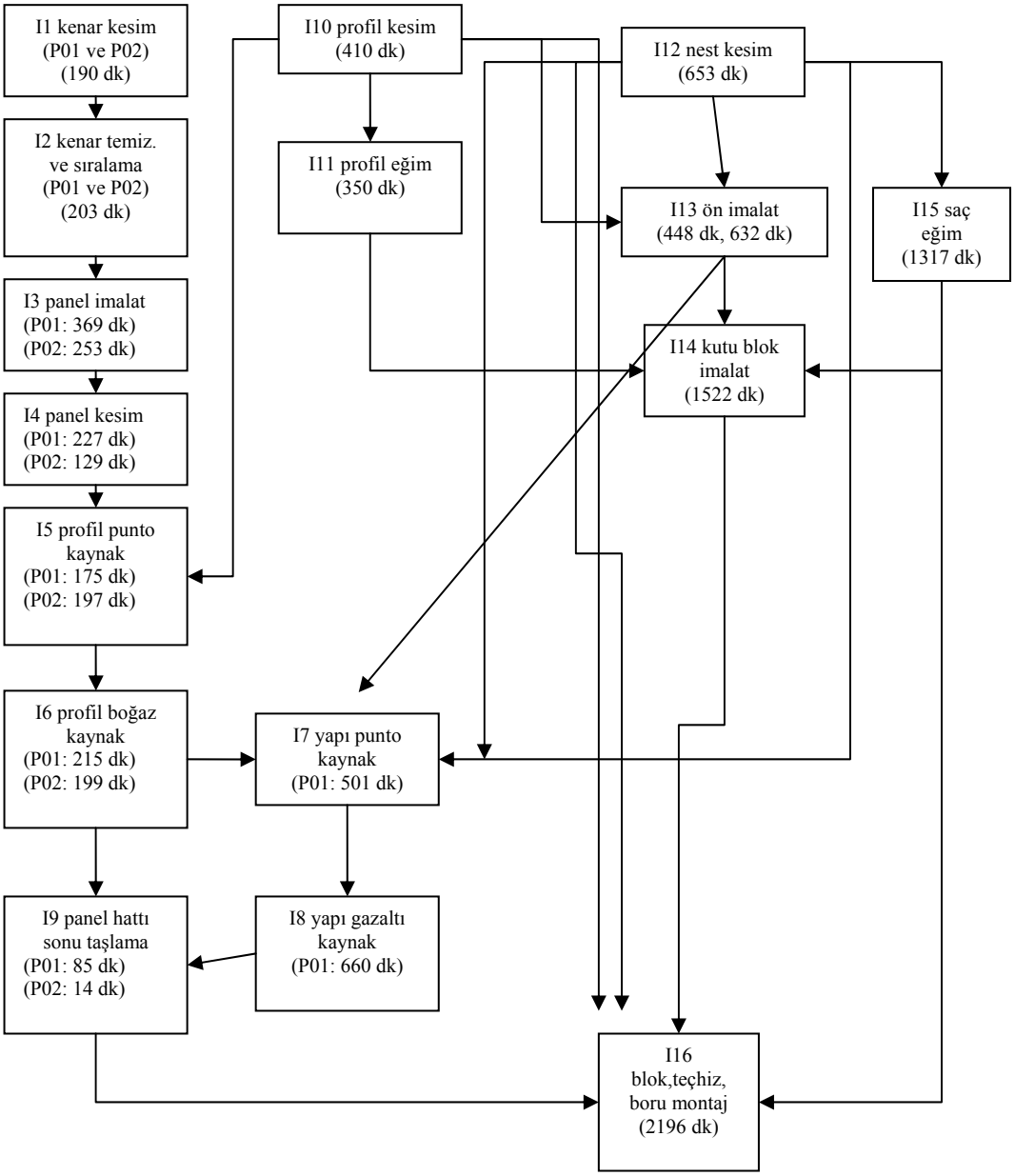
Jig istasyonu (I14): Jig istasyonu, nest kesim istasyonundan, ön imalat istasyonundan, profil eğim istasyonundan ve pres istasyonundan gelen yapılar ve parçalarla yani kutu bloğu oluşturan parçalarla beslenmektedir. Bu yapı ve parçalar öncelikle yapı ve tekil parça stok alanında depolanırlar. Daha sonra vinç yardımıyla yapılar ve tekil parçalar teker teker yapı montaj alanına taşınırlar ve burada yapıların ve tekil parçaların montajıyla kutu bloğun dış kaplama ve profil montaj dışındaki bütün yapılarının montajı yapılır. Daha sonra vincin yardımıyla pres istasyonundan gelen eğrisel saçlar yapı ve tekil parça stok alanından alınarak jig üstüne çıkarılırlar. Burada, saçlar birbirlerine seramik altlık kullanılarak kaynak edilir. Aynı zamanda, eğrisel profiller bu saçların üzerine kaynak edilir. Oluşturulan elemanlı eğrisel panel yerde duran ana yapının üzerine kapatılır ve kaynağı yapılır. En son taşlama işlemi yapılarak, I16 nolu blok montaj istasyonuna gönderilirler.

Pres (saç eğim) istasyonu (I15): I12 nolu nest kesim istasyonundan römorkörle gelen 8 adet sintine sacı kurt ağızlı vinç yardımıyla kitle halinde tek seferde alınarak saç stok alanına indirilir. Daha sonra, mıknatıslı vinç saç stok alanına giderek saçlardan birini alır ve masaya taşır. Masada saca, kaynak ağzı açma işlemi uygulanmaktadır. Kaynak ağzı açılan saç, yine mıknatıslı vinç yardımıyla masadan alınıp pres tezgahının önüne indirilir. Pres tezgahının önüne eğilmek üzere indirilen saç, daha sonra kurt ağızlı vinç ve bu vince pres tezgahına ait olan sapan ve kurt ağız yardımıyla pres tezgahına konulur ve ilgili kalıplar kullanılarak ve pres tezgahının basma yüksekliği ayarlanarak sacın eğim işlemi yapılır. Eğim işlemi tamamlanan saç yine mıknatıslı vinç yardımıyla buffer alana taşınır. Aynı işlemler diğer saçlar için de tekrarlanır.

Blok montaj istasyonu (I16): Blok montaj alanına, I9 istasyonundan elemanlı-gruplu tanktop paneli (P01) ve elemanlı dış kaplama paneli (P02), I12 istasyonundan tekil parçalar (braket vs), I10 istasyonundan profiller, I15 istasyonundan eğilmiş sintine saçları ve I14 istasyonundan kutu blokları gelmektedir. I10, I12 ve I15 istasyonundan gelen tekil parçalar tekil parça stok alanına boşaltılır ve ihtiyaç duyulan parça buradan alınır. Örümcekle I16 istasyonuna getirilen elemanlı-gruplu tanktop paneli (P01) vincin yardımıyla düz jigin üzerine oturtulur. Yine örümcekle getirilen elemanlı dış kaplama paneli (P02) vinç yardımıyla gruplu tanktop panelinin üzerine oturtulur. Dış kaplama panelinin üzerine ağırlık koyarak boşluk alınır ve elemanlı dış kaplama paneli ile gruplu tanktop paneli punto kaynakla birleştirilir. Tekil parçalarında punto kaynakları yapılır ve sintine saçları ters duran bloğa monte edilir ve sintine saçlarının kaynak işlemleri tamamlanır. Vinç yardımıyla ters duran blok düz hale getirilir ve punto kaynaklar taşlanır ve gaz altı kaynak işlemi ve sonrasında taşlama işlemi yapılarak düz haldeki bloğun kaynak işlemleri tamamlanır. I14 istasyonundan gelen kutu bloklar ve tekil parçalar düz duran bloğa monte edilerek 312 nolu çift dip bloğu oluşturulmuş olur.

Bu istasyonda, ayrıca, teçhiz ve boru montaj işlemleri yapılacaktır. Blok montaj sahasında, çelik işleri bitip blok oluşturulduktan sonra, önce teçhiz işleri yapılacaktır. Teçhiz işleri; 4 adet manhol, 4 adet merdiven, 2 adet lavra tapası, 20 adet konteyner dablingi, 42 adet tutya ve 2 adet sintine kuyusunun montaj işlerini içerir. Teçhiz montaj işlemleri tamamlandıktan sonra, boru montaj işleri yapılacaktır (35 adet boru sistemi) ve böylece blok montaj sahasında blok, teçhizli ve boru montajları yapılmış şekilde bitirilecektir.

Mevcut durumun analizi sonucunda, her bir istasyondaki akış diyagramları detaylı bir şekilde belirlenecektir. Mevcut durumun detaylı proses analizi, Bölüm 2'de verilmişti. Mevcut durum için belirlenen detaylı proses analizi ve akış diyagramları EK.C'de verilmektedir. Buradaki, akış diyagramları analiz edildiğinde, herbir istasyonun bitiş süresi belirlenecektir. Şekil 4.2, mevcut durumda belirlenen istasyon bitiş sürelerini ve istasyonlar arasındaki akış ilişkilerini göstermektedir.



Şekil 4.2: Mevcut durum istasyon bitiş süreleri.

4.6 Mevcut Durumun Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun (Bottleneck) Belirlenmesi

Mevcut durum değerlendirilirken Arena simülasyon programı kullanılacaktır. Mevcut durumun Arena'da modellenmesi sonucunda, I16 blok montaj istasyonu önünde kuyruklar meydana geldiği görülmüştür. Dolayıyla, burada kritik istasyon I16 blok montaj istasyonudur. Mevcut durumdaki üretim sistemi 720 saatlik çalışmanın sonucunda, 18 adet blok üretecektir. Bunun anlamı, mevcut durumda her 40 saatte bir (2400 dk) çift dip bloğu üretimi yapılmaktadır. Mevcut Durum'un

Arena modeli EK.K'dan, üretilen blok sayısı EK.L'den ve oluşan kuyruk değerleri ise EK.M'den görülebilmektedir.

4.7 Mevcut Durum Üzerine Öneriler

Mevcut durum incelendiğinde, kritik istasyonun I16 blok montaj istasyonu olduğu görülmüştür. Dolayısıyla yapılacak değişikliklerin bu istasyondan başlaması gerekmektedir. Çünkü, darboğaz teorisine göre, sistem üzerinde yapılacak iyileştirmelerin, darboğaza neden olan istasyon üzerinde yapılması gerekmektedir. Darboğaz teorisinin burada dayanılan ilkesi, "akışı dengele, kapasiteyi değil" ilkesidir. Burada, blok montaj istasyonu (I16) baz alınarak bazı iyileştirmeler yapılacaktır. Ancak yapılacak öneriler ve değişikliklerin gerçekleştirilmesi için, blok montaj istasyonunun dışındaki diğer istasyonlarda da bazı değişikliklerin yapılması gerekebilmektedir. Örneğin, blok montaj sahasında mevcut durumda sandviç yapı içersinde gerçekleştirilen boru montajını, önceki istasyonlarda, örneğin ön imalat istasyonunda yapmak istendiğinde, ön imalat istasyonunda da bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Mevcut durum üzerinde önerilen değişiklikler şunlardır:

a. Teçhiz montajlarının:

   a.1. Panel kesim (I4) istasyonunda yapılması;

   - P01 tanktop paneli üzerine 4 adet manholün montajı ve bir tarafının kaynak işleminin bitirilmesi,
   - P02 dış kaplama paneli üzerine 2 adet lavra tapasının montajı ve bir tarafının kaynak işleminin bitirilmesi,
   - P02 dış kaplama paneli üzerine 6 adet tutyanın montajı,
   - 1 adet punto kaynak , 2 adet gazaltı kaynak ve 2 adet taşlama motoru ilavesi.

   a.2. Ön imalat istasyonunda (I13) yapılması;

   - 3 adet merdivenin ilgili yapıya montajı,
   - 32 adet tutyanın ilgili yapıya montajı,

   a.3. Blok montaj istasyonunda (I16) yapılması;

   - Blok ters durumdayken 1 adet merdivenin montajı,

- Blok ters durumdayken 2 adet lavra tapası kaynak işlemlerinin tamamlanması,
- Blok düz durumdayken 4 adet manholün kaynak işlemlerinin tamamlanması,
- Blok düz durumdayken 20 adet konteyner dablinginin montajı,
- Blok düz durumdayken 2 adet sintine kuyusu montajı,
- Blok düz durumdayken 4 adet tutyanın montajı.

b. Boru montajlarının:

   b.1. Ön imalat istasyonunda (I13) üretilen modüle 26 adet boru sisteminin montajı,

   b.2. Jig istasyonunda (I14) üretilen kutu bloklara 9 adet boru sisteminin montajı,

c. Boru montajlarının yapılabilmesi için, I13 ön imalat istasyonunda modül üretiminin yapılması,

d. Blok montaj istasyonunda (I16) teçhiz montajları ile çelik tekne montaj işlemlerinin birbirlerine paralel olarak yürütülmesi,

e. Blok montaj istasyonunda (I16), çelik montaj işleminde, gazaltı kaynakçı sayısı 14'ten 16'a, punto kaynakçı sayısı 14'ten 16'a çıkarılacaktır. Punto kaynak ve gazaltı kaynak işlemlerini aynı işçiler yapacaktır. Ekipman sayıları da aynı şekilde artırılacaktır. Gazaltı kaynak makinesi sayısı 14'ten 16'a, punto kaynak makine sayısı 14'ten 16'a çıkarılacaktır.

f. C ve D kademe ürünleri (yapıları) punto kaynak istasyonunda (I7) yapıların montajı yerine modül montajı yapılacaktır.

Burada, mevcut durum üzerinde yapılacak değişiklikler, darboğazın olduğu blok montaj istasyonu (I16) baz alınarak yapılacaktır. Öncelikle, mevcut durumda blok montaj sahasında yapılan teçhiz montajının, önceki istasyonları kaydırılması düşünülmüştür. Burada, birkaç tutyanın, lavra tapası ve manhollerin kısmi montajının panel kesim istasyonunda (I4) yapılması önerilmiştir. Yine, ön imalat istasyonunda teçhizli yapı üretimi ve bu teçhizli yapıların birleştirilmesi ile birlikte bir iç yapı modülünün oluşturulması düşünülmüştür. Oluşturulan bu teçhizli modüle,

iç yapıya monte edilmesi gereken boru sistemlerinin montajı yapılacaktır. C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonunda, ön imalat istasyonunda üretilen bu teçhizli ve boru sistemleri monte edilmiş modül bütün olarak monte edilecektir. Kutu bloklara monte edilecek boru sistemleri ise, jig istasyonunda yapılacaktır. Bunlar yapıldığında, blok montaj istasyonunda, herhangi bir şekilde boru montajı işlemleri yapılmayacaktır. Ancak, kısmi teçhiz montajları yapılacaktır. Kısmi teçhiz montajları ise, çelik montaj işlemleri ile paralel olarak yapılacaktır. Bu şekilde, blok montaj sahasında teçhiz montajlarına, fazladan ayrıca bir vakit ayrılmayacaktır. Diğer bir değişle, blok montaj sahasında, çelik montaj işlemleri bittiğinde, teçhiz montaj işlemleri de bitmiş olacaktır.

4.8 Önerilerin Mevcut Sisteme Yansıtılması (Yeni Durum1'in Elde Edilmesi)

Mevcut durum üzerinde yapılan önerilerden; panel kesim (I4), C ve D kademe ürünleri punto kaynak (I7), ön imalat (I13), jig (I14) ve blok montaj (I16) istasyonları etkilenmektedir.

Panel kesim istasyonu (I4) (Kaizen öncesi): Panel kesim istasyonunda, mevcut durumda, teçhiz montajları yapılmamaktadır. Panellerin kesim, raspalama ve markalama işlemleri yapıldıktan sonra, I5 profil punto kaynak istasyonuna gönderilmektedir.

Panel kesim istasyonu (I4) (Kaizen sonrası): Yapılan değişiklikler sonucunda, panel kesim istasyonunda, tanktop (P01) ve dış kaplama (P02) panellerinin kesim, raspalama ve markalama işlemleri bittikten sonra teçhiz montajları el altı olarak yapılacaktır. P01 tanktop paneli üzerine 4 adet manholün montajı ve tek tarafının bütün işlemleri (Punto kaynak, punto kaynak sonrası taşlama, gazaltı kaynak ve gazaltı kaynak sonrası taşlama) bu istasyonda yapılacaktır. Ayrıca, P02 dış kaplama paneli üzerine 2 adet lavra tapasının tek tarafının bütün işlemleri (Punto kaynak, punto kaynak sonrası taşlama, gazaltı kaynak ve gazaltı kaynak sonrası taşlama) bitirilecektir. P02 dış kaplama paneli üzerine ayrıca, 6 adet tutyanın bütün montaj işlemleri (punto kaynak) bu istasyonda bitirilecektir.

P02 tanktop paneli ve P02 dış kaplama paneli üzerine montajı yapılan 4 adet manhol ve 2 adet lavra tapasının geri kalan kaynak işlemleri I16 blok montaj istasyonunda, çelik montajı ile paralel olarak yine el altı olarak tamamlanacaktır.

I4 istasyonuna, 1 adet punto kaynak makinesi, 2 adet gazaltı kaynak makinesi ve 2 adet taşlama motoru ilavesi yapılacaktır.

C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu (I7) (Kaizen öncesi): Bu istasyonda, mevcut durumda, I12 nest kesim istasyonundan gelen tekil parçalar ile I13 ön imalat istasyonundan gelen yapıların dikey ve yatay yönde punto kaynak işlemleri ile punto kaynak sonrası taşlama işlemleri ayrı ayrı yapılmaktadır.

C ve D kademe ürünleri punto kaynak istasyonu (I7) (Kaizen sonrası): Yapılan değişiklikler sonucunda, bu istasyonda, I13 ön imalat istasyonunda üretilen teçhizli ve boru donanımlı modülün montajı yapılacaktır. Böylece, mevcut durumdaki gibi yapıların ayrı ayrı yerine konulup montajı yapılacağı yerde, yeni durumda, yapıların oluşturduğu modül tek seferde monte edilecektir. Bu durumda, dikey punto kaynak ve dikey punto kaynak sonrası taşlama işlemine gerek kalmamaktadır. Sadece yatay yönde punto kaynak ve punto kaynak sonrası taşlama işlemi yapılacaktır.

Ön imalat istasyonu (I13) (Kaizen öncesi): Mevcut durumda, I13 ön imalat istasyonunda, P02 tanktop paneli üzerine gelecek olan iç yapıyı oluşturan yapıların imalatı yapılmaktadır. Ayrı ayrı imalatı yapılan yapılar daha sonra teker teker I7 istasyonunda bulunan taraklara taşınır ve monte edilmek üzere bekletilir.

Ön imalat istasyonu (I13) (Kaizen sonrası): Önerilen değişimler sonucunda, ön imalat istasyonunda, modül imalatı yapılacaktır. Öncelikle, iç yapıyı oluşturan yapıların teçhizli olarak imalatı yapılır. Yani, yapılar üretilirken, ilgili yapılara, 32 adet tutya ve 3 adet merdivenin montaj işlemleri el altı olarak yapılır. İmalatı yapılan teçhizli yapılar daha sonra biraraya getirilerek montajları yapılır ve modül oluşturulur. Modül oluşturulduktan sonra, modül üzerine 26 adet boru sisteminin montajı yapılır. Böylelikle, teçhizli ve boru donanımlı bir modül üretilmiş olur.

Jig istasyonu (I14) (Kaizen öncesi): Mevcut durumda, jig istasyonunda, ana yapı grubu (D01, D02, D03, D04, D05 ve D06) ile elemanlı eğrisel panelin jig üzerinde

imalatı yapıldıktan sonra, iki yapı birleştirilerek kutu bloklar oluşturulur. Mevcut durumda, herhangi bir teçhiz veya boru montaj işlemi yoktur.

Jig istasyonu (I14) (Kaizen sonrası): Yeni Durum1'de, mevcut durumdaki gibi kutu bloklar üretildikten sonra, kutu blok1'e 5 adet, kutu blok2'e ise 4 adet boru sisteminin montajı yapılır.

Blok montaj istasyonu (I16) (Kaizen öncesi): Mevcut durumda, I16 blok montaj istasyonunda, çelik tekne montajında, 14 adet punto kaynakçı, 14 adet gazaltı kaynakçı ve 12 adet taşlamacı bulunmaktadır. Bu işçiler, P01 elemanlı-gruplu tanktop paneli ile P02 elemanlı dış kaplama panelini birleştireceklerdir. Daha sonra, sintine saçlarının ve kutu bloklarının montaj işlemlerini yapacaklardır. Çift dip bloğunun çelik montaj işi bittikten sonra teçhiz ve son olarak boru montajları yapılacaktır.

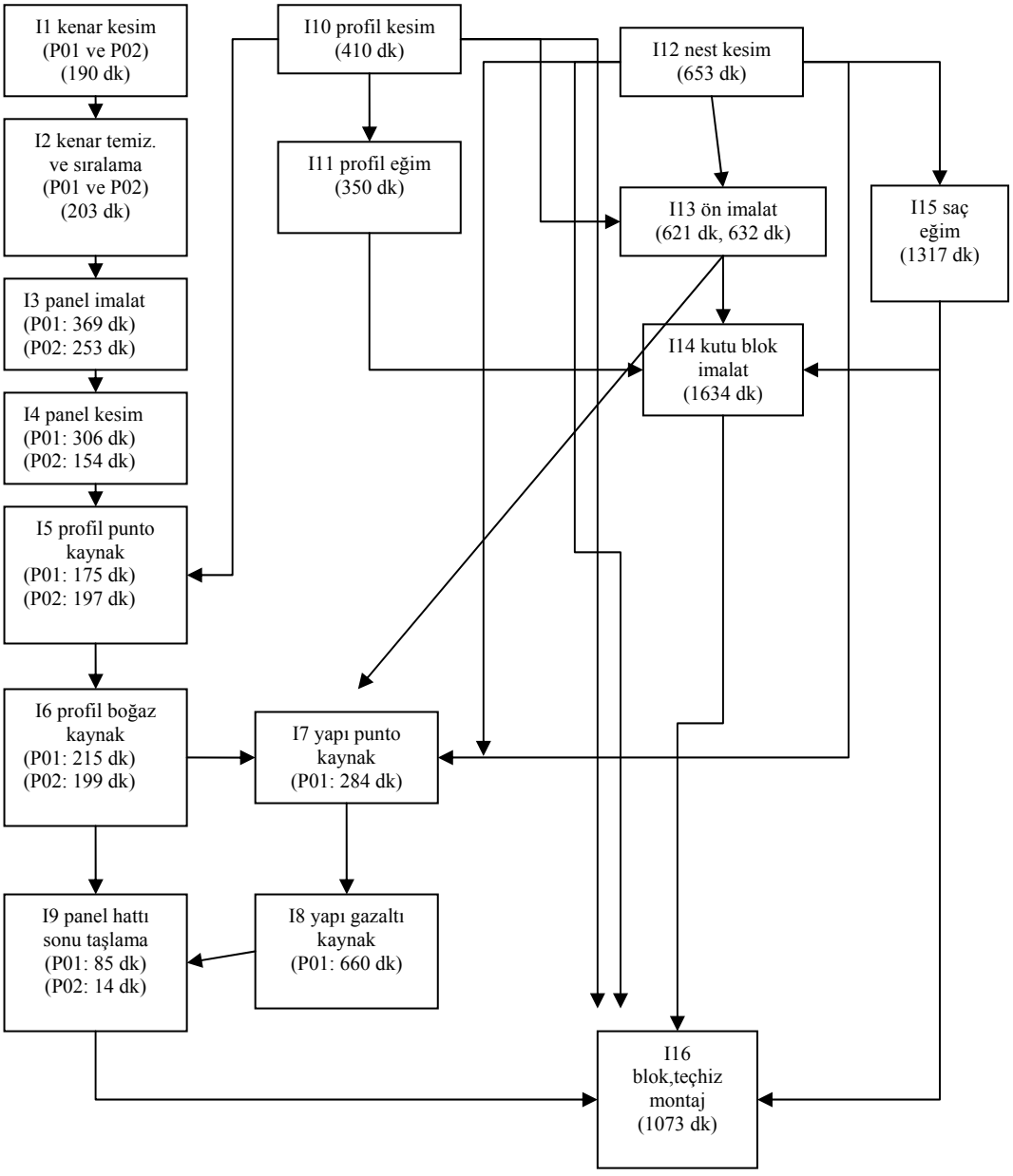
Blok montaj istasyonu (I16) (Kaizen sonrası): Yeni durumda, punto kaynak ve gazaltı kaynak işlemininin her ikisini 16 kişi yapacaktır. Dolayısıyla punto kaynak ve gazaltı kaynak makineleri sayısı 16'a çıkarılacaktır. Buradaki amaç, çift dip bloğu çelik montajının hızlı bir şekilde bitirilmesini sağlamaktır.

Yeni durumda, teçhiz montaj işlemleri çelik montaj işleriyle aynı anda yapılacaktır. Blok ters durumdayken, yani çift dip bloğunu oluşturan P01 elemanlı-gruplu tanktop paneli, P02 elemanlı dış kaplama paneli ve sintine saçlarının montajı yapılırken buna paralel olarak 1 adet merdivenin montaj işlemleriyle, 2 adet lavra tapasının diğer tarafının kaynak işleri yapılacaktır. Blok düz duruma getirildiğinde, 4 adet manholün kaynak işlemleri tamamlanacaktır. Ayrıca blok düz durumdayken, 20 adet konteyner dablinginin, 2 adet sintine kuyusunun ve 4 adet tutyanın montaj işlemleri tamamlanacaktır. Bütün teçhiz montaj işlemleri el altı olarak yapılacaktır.

Yeni durumda, I16 blok montaj istasyonunda boru montajları yapılmayacaktır. Çünkü boru sistemlerinin montajları I13 ve I14 istasyonlarında tamamlanmış olacaktır.

Yukarıda, mevcut sistem üzerinde yapılan değişikliklerden bahsedilmiştir. Yapılan bu değişiklikler mevcut duruma yansıtılacaktır. Dolayısıyla, mevcut durumda belirlenen detaylı akış diyagramları üzerinde bir takım değişiklikler yapılacaktır. Bu

yapılarak, Yeni Durum1 elde edilecektir. Yeni Durum1'i oluşturan detaylı akış diyagramları EK.D'de verilmektedir. EK.D'deki detaylı akış diyagramları değerlendirildiğinde, Yeni Durum1 için her bir istasyonun istasyon bitiş süresi belirlenecektir. Şekil 4.3, Yeni Durum1'de her bir istasyonun istasyon bitiş süresini ve istasyonlar arasındaki akış ilişkisini göstermektedir.



Şekil 4.3: Yeni Durum1 istasyon bitiş süreleri.

4.9 Yeni Durum1'in Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi

Yeni Durum1 değerlendirilirken Arena simülasyon programı kullanılacaktır. Yeni Durum1'in Arena'da modellenmesi sonucunda, I14 jig istasyonu önünde kuyruklar

meydana geldiği görülmüştür. Dolayısıyla, burada kritik istasyon I14 jig istasyonudur. Yeni Durum1'de üretim sistemi 720 saatlik çalışmanın sonucunda, 24 adet blok üretecektir. Bunun anlamı, Yeni Durum1'de her 30 saatte bir (1800 dk) çift dip bloğu üretimi yapılmaktadır. Yeni Durum1'in Arena modeli EK.K'dan, üretilen blok sayısı EK.L'den ve oluşan kuyruk değerleri ise EK.M'den görülebilmektedir.

4.10 Yeni Durum1 Üzerine Öneriler

Yeni Durum1'de kutu blokların imalatının yapıldığı I14 jig istasyonu, çift dip bloğunun bitiş süresini belirleyecektir. Dolayısıyla, I14 jig istasyonu üzerinde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Önerilen değişiklikler şunlardır:

a. I14 jig istasyonunda seri olarak yapılan ana yapı grubu (D01, D02, D03, D04, D05, D06) ile elemanlı eğrisel panelin montaj işlemleri birbirlerine paralel olarak yapılacaktır,

b. Paralel olarak imalatı yapılan ana yapı grubunun ve elemanlı eğrisel panelin, birbirlerine montajlarının her iki grubun montajında çalışan işçiler tarafından birlikte yapılması,

c. İşçi sayısının 4'ten 8'e, punto kaynak makine sayısının 4'ten 8'e, gazaltı kaynak makine sayısının 4'ten 8'e, ve taşlama motoru sayısının 4'ten 8'e çıkarılması.

4.11 Önerilerin Yeni Durum1'e Yansıtılması (Yeni Durum2'nin Elde Edilmesi)

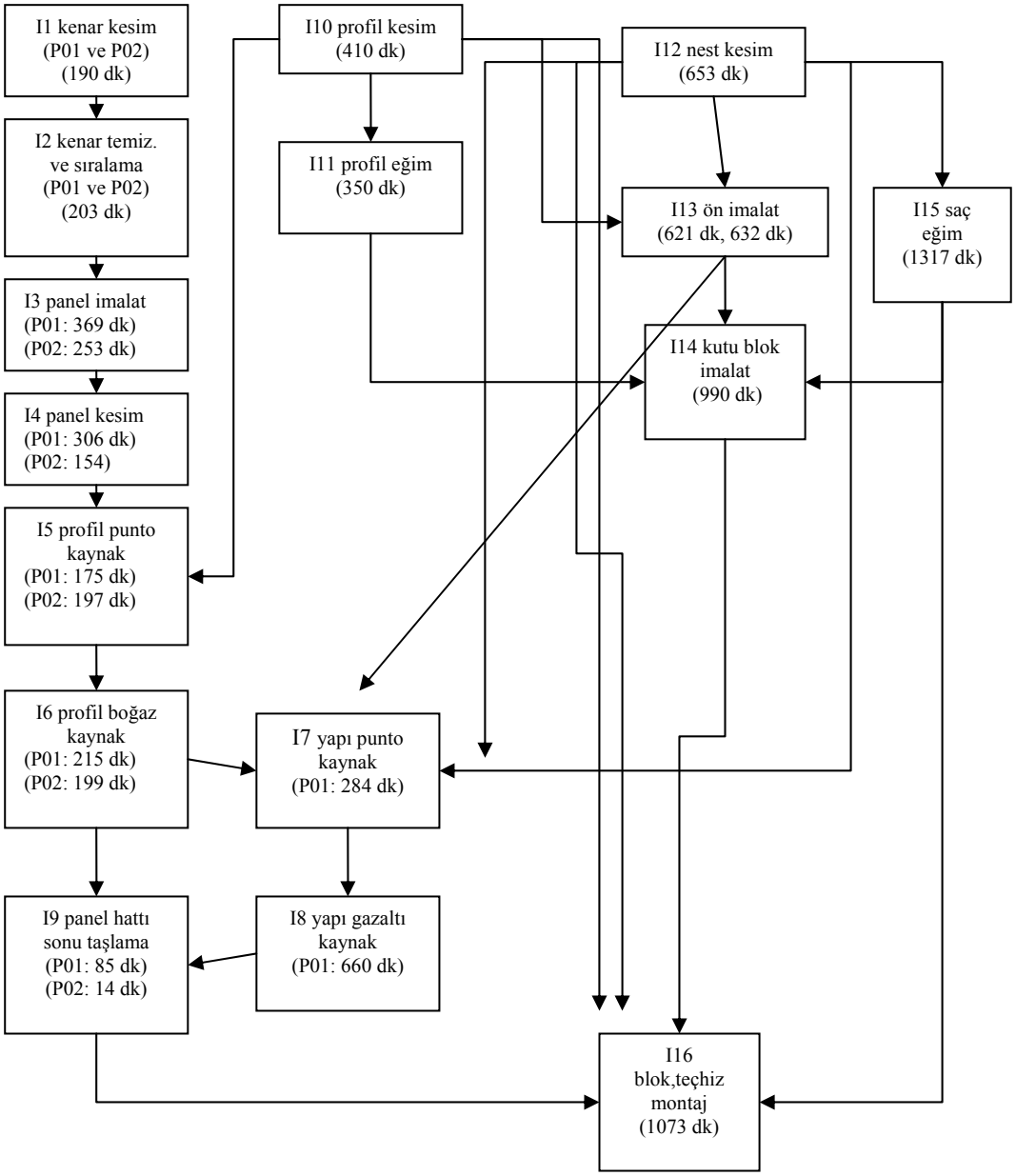
Yeni Durum1 üzerinde yapılan önerilerden I14 jig istasyonu etkilenecektir.

Jig istasyonu (I14) (Kaizen öncesi): Yeni Durum1'de, I14 jig istasyonunda, ana yapı grubunun (D01, D02, D03, D04, D05, D06) montajı ile jig üstünde elemanlı eğrisel panelin imalatı seri olarak yapılmaktadır. Yani, ana yapı grubunun montajı bittikten sonra, elemanlı eğrisel panel imalatı yapılır ve sonra bu iki yapı birleştirilir. Bu işleri 4 işçi yapar. Bu 4 işçi; 4 adet punto kaynak makinesi, 4 adet gazaltı kaynak makinesi ve 4 adet taşlama motoru kullanır.

Jig istasyonu (I14) (Kaizen sonrası): Yeni Durum2'de, ana yapı grubunun montaj işleri ile elemanlı eğrisel panelin montaj işleri birbirlerine paralel olarak yapılacaktır.

Hem ana yapı grubunun montajı hem de elemanlı eğrisel panel montajı aynı anda 4'er kişi tarafından yapılacaktır. Daha sonra, bu iki yapı, montajlarında görev yapan toplam 8 kişi tarafından birleştirilecektir. İstasyonda toplam 8 adet punto kaynak makinesi, 8 adet gazaltı kaynak makinesi ve 8 adet taşlama motoru bulunacaktır.

Yeni Durum1 üzerinde sadece jig istasyonunda (I14) değişiklik yapılacaktır. Bu istasyonda yapılan değişikliğin Yeni Durum1 üzerine yanıtılmasıyla birlikte Yeni Durum2 elde edilecektir. Yeni Durum2'nin Yeni Durum1'den tek farkı, jig istasyonundaki akış diyagramlarında yapılan değişiklik olacaktır. Yeni Durum2 için her bir istasyonun akış diyagramları EK.E'de verilmektedir. EK.E'deki akış diyagramlarından yararlanılarak, her bir istasyonun istasyon bitiş süresi belirlenmiştir. Şekil 4.4, Yeni Durum2 için istasyon bazında bitiş sürelerini ve istasyonlar arasındaki akış ilişkisini göstermektedir.



Şekil 4.4: Yeni Durum2 istasyon bitiş süreleri.

4.12 Yeni Durum2'nin Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi

Yeni Durum2 değerlendirilirken Arena simülasyon programı kullanılmıştır. Yeni Durum2'in Arena'da modellenmesi sonucunda, panel hattından I16 blok montaj istasyonuna P01 ve P02 panellerinin geç geldiği görülmüştür. Dolayısıyla, burada kritik istasyonlar panel hattı istasyonlarıdır. Yeni Durum2'de üretim sistemi 720 saatlik çalışmanın sonucunda, 30 adet blok üretecektir. Bunun anlamı, Yeni Durum2'de her 24 saatte bir (1440 dk) çift dip bloğu üretimi yapılmaktadır. Yeni

Durum2'nin Arena modeli EK.K'dan, üretilen blok sayısı EK.L'den ve oluşan kuyruk değerleri ise EK.M'den görülebilmektedir.

4.13 Yeni Durum2 Üzerine Öneriler

P01 elemanlı-gruplu tanktop paneli ile P01 elemanlı dış kaplama panelinin daha kısa sürede I16 blok montaj istasyonuna gelmesini sağlamak gerekmektedir. Bu amaçla yapılan değişiklikler şunlardır:

a. I4 panel kesim istasyonunda markalama ve raspalama işlemleri farklı zamanlarda yapılmaktadır. Ancak, markalama ve raspalama torçları aynı anda hareket edebilmektedir. Eğer bu sağlanabilirse, markalama ve raspalama işlemleri aynı anda yapılacak ve böylelikle, her iki işlem (markalama ve raspalama işlemleri) aynı anda bitirilecektir.

b. C ve D kademe ürünleri gazaltı kaynak istasyonunda (I8) ekip sayısı 7'den 16'a çıkarılacaktır. Gazaltı kaynak makine sayısı ise, 14'ten 32'e çıkarılacaktır.

4.14 Önerilerin Yeni Durum2'e Yansıtılması (Yeni Durum3'ün Elde Edilmesi)

Yeni Durum2 üzerinde yapılan önerilerden panel kesim (I4) ve C ve D kademe ürünleri gazaltı kaynak (I8) istasyonları etkilenecektir.

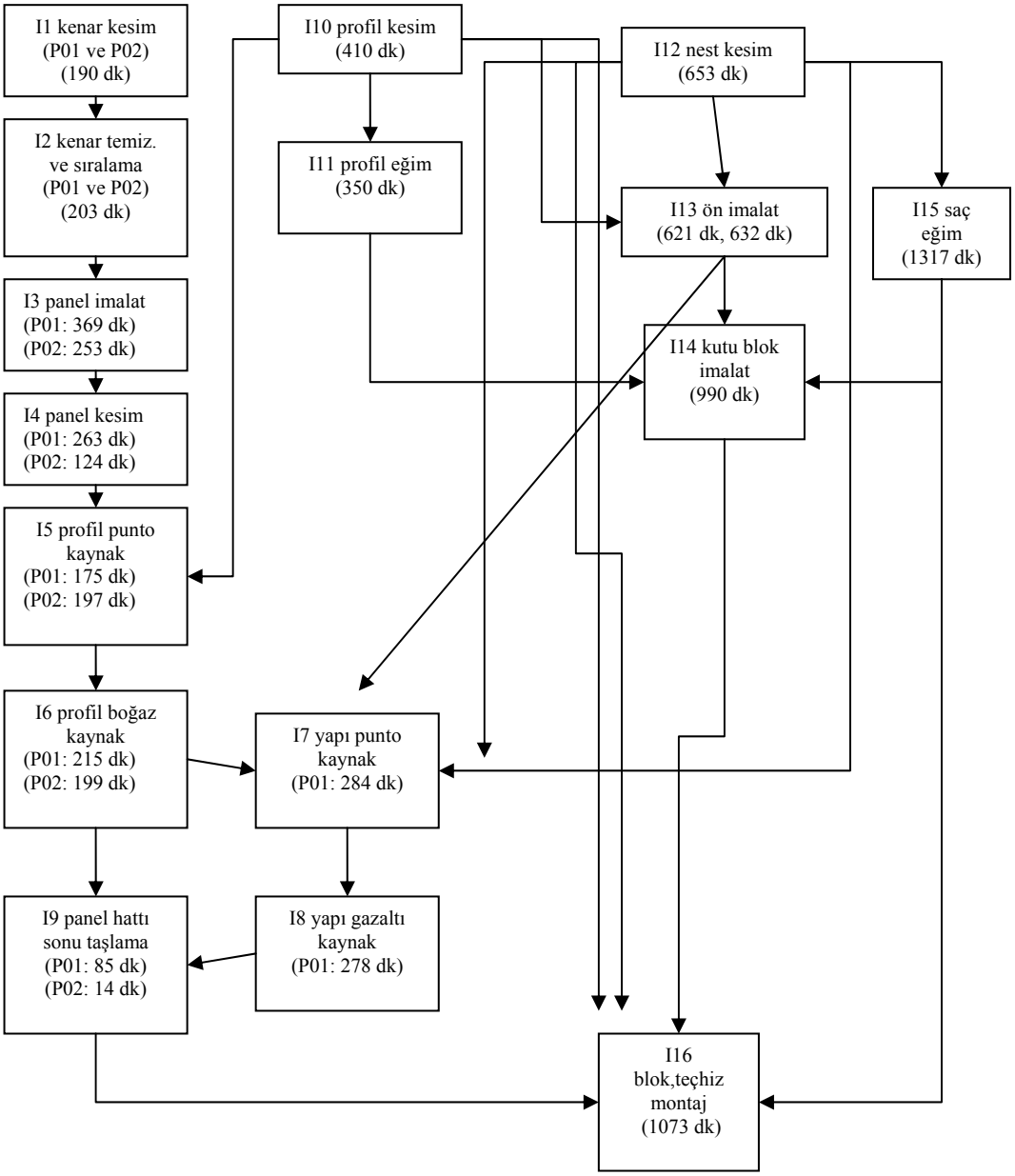
Panel kesim istasyonu (I4) (Kaizen öncesi): Yeni Durum2'de, raspalama ve markalama işlemleri ayrı zamanlarda yapılmaktadır. Öncelikle raspalama torcu hareket eder ve panel üzerinde raspalama işlemini yapar. Raspalama işlemi bittikten sonra ise, markalama torcu hareket eder ve panel üzerinde markalama işlemini yapar. Dolayısıyla, raspalama ve markalama işlemleri farklı zamanlarda gerçekleştirilir.

Panel kesim istasyonu (I4) (Kaizen sonrası): Yeni Durum3'te, raspalama ve markalama torçları panel üzerinde aynı anda hareket edeceklerdir. Dolayısıyla raspalama ve markalama işlemleri aynı anda yapılacaktır. Böylece, her iki işlemin farklı zamanlar alması önlenecektir.

C ve D kademe ürünleri gazaltı kaynak istasyonu (I8) (Kaizen öncesi): Yeni Durum2'de, I8 istasyonunda, yapı ve tekil parçaların gazaltı kaynak işlemlerinde toplam 14 işçi ve 14 gazaltı kaynak makinesi bulunmaktadır.

C ve D kademe ürünleri gazaltı kaynak istasyonu (I8) (Kaizen sonrası): Yeni Durum3'te ise, I8 istasyonunda, 32 işçi yani 32 adet gazaltı kaynak makinesi bulunacaktır. Burada amaç, I8 istasyonu bitiş süresini kısaltmaktır.

Yukarıda da belirtildiği gibi, Yeni Durum2 üzerinde, sadece panel kesim (I4) ve C ve D kademe ürünleri gazaltı kaynak (I8) üzerinde değişiklikler yapılmıştır. Yapılan değişiklikler Yeni Durum2 üzerinde, panel kesim ve C ve D kademe ürünleri gazaltı kaynak istasyonları akış diyagramlarına yansıtılarak Yeni Durum3 elde edilmiştir. Elde edilen Yeni Durum3'ü oluşturan akış diyagramları, EK.F'de verilmektedir. EK.F'de verilen akış diyagramlarından yararlanılarak, Yeni Durum3'ü oluşturan her bir istasyonun istasyon bitiş süresi belirlenmiştir. Şekil 4.5, Yeni Durum3 için elde edilen istasyon bitiş sürelerini ve istasyonlar arasındaki akış ilişkisini göstermektedir.



Şekil 4.5: Yeni Durum3 istasyon bitiş süreleri.

4.15 Yeni Durum3'ün Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi

Yeni Durum3 değerlendirilirken Arena simülasyon programı kullanılmıştır. Yeni Durum3'ün Arena'da modellenmesi sonucunda, I15 pres istasyonu önünde kuyruklar görülmüştür. Dolayıyla, burada kritik istasyon I15 pres istasyonudur. Yeni Durum3'de üretim sistemi 720 saatlik çalışmanın sonucunda, 30 adet blok üretecektir. Bunun anlamı, Yeni Durum3'de her 24 saatte bir (1440 dk) çift dip bloğu üretimi yapılmaktadır. Yeni Durum3'ün Arena modeli EK.K'dan, üretilen blok sayısı EK.L'den ve oluşan kuyruk değerleri ise EK.M'den görülebilmektedir.

4.16 Yeni Durum3 Üzerine Öneriler

Yeni Durum3 üzerinde yapılan değişiklik; I15 saç eğim (pres) istasyonuna ikinci bir pres tezgahının alınmasıdır.

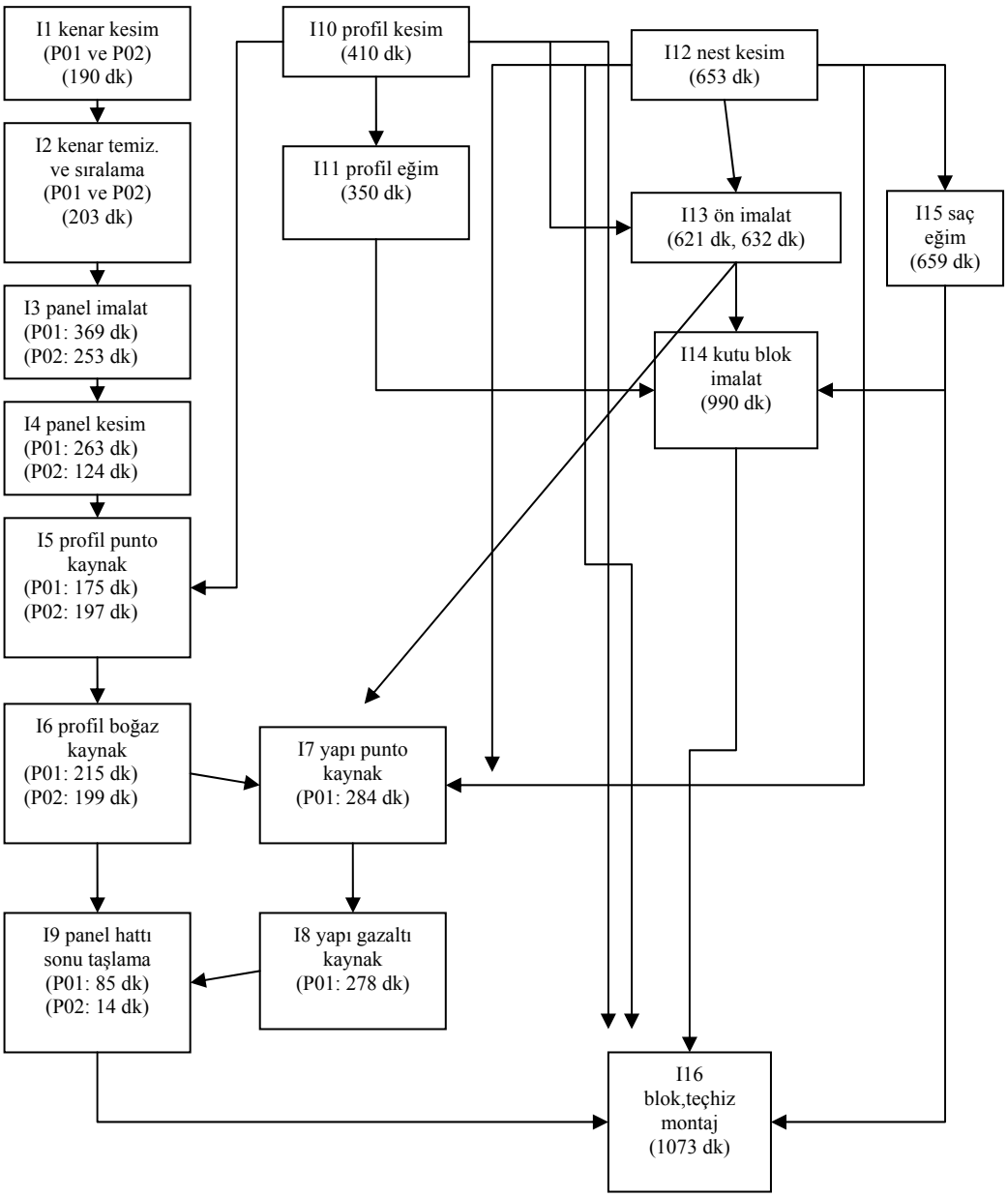
4.17 Önerilerin Yeni Durum3'e Yansıtılması (Yeni Durum4'ün Elde Edilmesi)

Yeni Durum3 üzerinde yapılan önerilerden I15 pres istasyonu etkilenecektir.

Pres (saç eğim) istasyonu (I15) (Kaizen öncesi): Yeni Durum3'te, I15 pres istasyonunda, bir adet pres tezgahı bulunmaktadır.

Pres (saç eğim) istasyonu (I15) (Kaizen sonrası): Yeni Durum4'te, I15 pres istasyonunda, 2 adet pres tezgahı bulunacaktır.

Yukarıda da görüldüğü gibi, Yeni Durum3 üzerinde sadece, pres yani saç eğim istasyonunda (I15) değişiklik yapılacaktır. Yeni Durum3 üzerinde yapılan değişiklik sonucunda Yeni Durum 4 elde edilecektir. Elde edilen Yeni Durum 4'ü oluşturan akış diyagramları EK.G'de verilmektedir. EK.G'deki akış diyagramlarından yararlanılarak, Yeni Durum4 için istasyon bazında istasyon bitiş süreleri hesaplanacaktır. Şekil 4.6, Yeni Durum 4 için istasyon bitiş sürelerini ve istasyon arasındaki akış ilişkilerini göstermektedir.



Şekil 4.6: Yeni Durum4 istasyon bitiş süreleri.

4.18 Yeni Durum4'ün Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi

Yeni Durum4 değerlendirilirken Arena simülasyon programı kullanılmıştır. Yeni Durum4'ün Arena'da modellenmesi sonucunda, I12 nest kesim istasyonu önünde kuyruklar görülmüştür. Dolayısıyla, burada kritik istasyon I12 nest kesim istasyonudur. Yeni Durum4'de üretim sistemi 720 saatlik çalışmanın sonucunda, 37 adet blok üretecektir. Bunun anlamı, Yeni Durum4'de her 19.5 saatte bir (1168 dk) çift dip bloğu üretimi yapılmaktadır. Yeni Durum4'ün Arena modeli EK.K'dan,

üretilen blok sayısı EK.L'den ve oluşan kuyruk değerleri ise EK.M'den görülebilmektedir.

4.19 Yeni Durum4 Üzerine Öneriler

Yeni Durum4 üzerinde yapılan öneri; I12 nest kesim istasyonunda kesim tezgahına inkjet yazı markalama torcunun ilave edilmesidir.

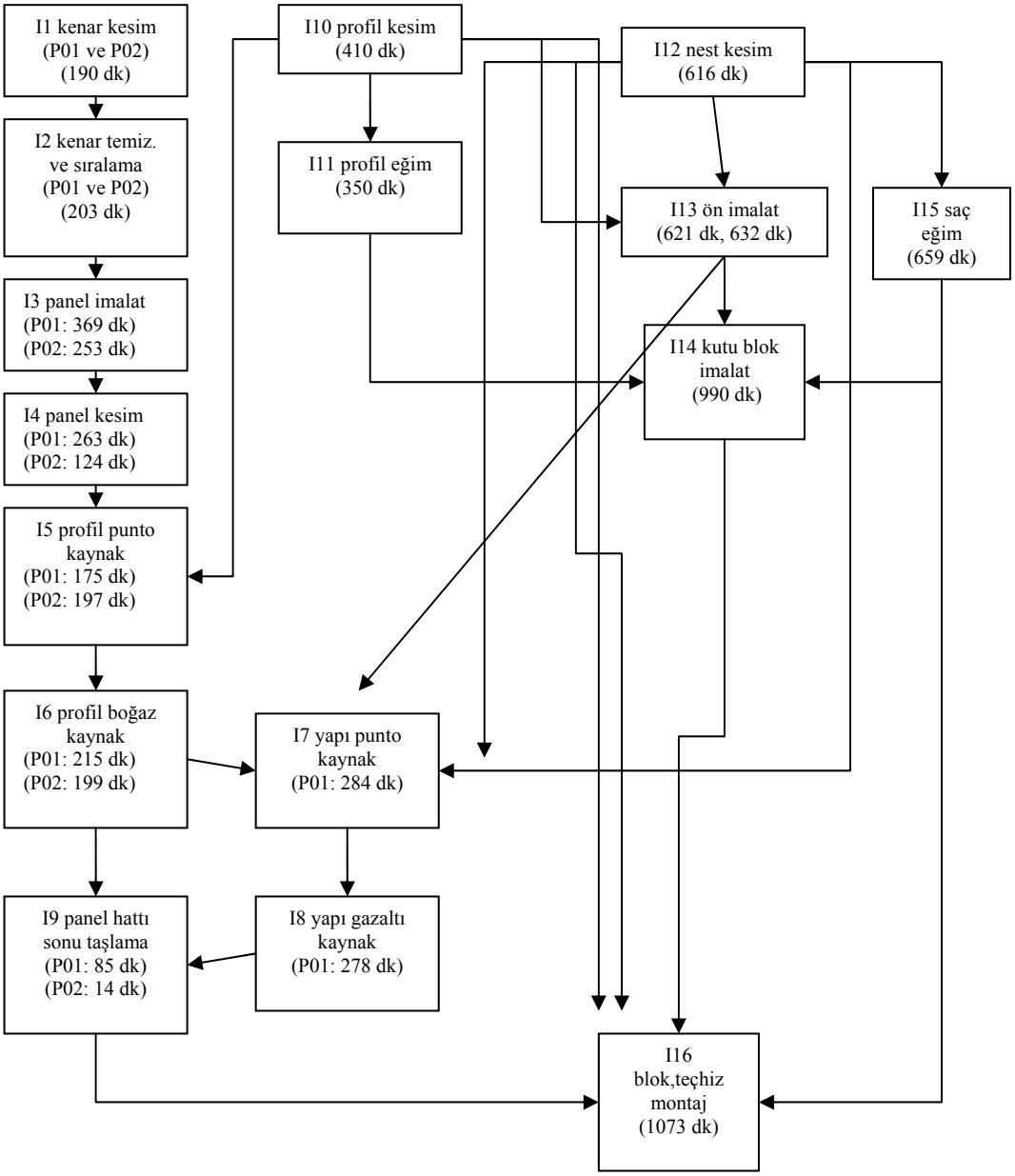
4.20 Önerilerin Yeni Durum4'e Yansıtılması (Yeni Durum5'in Elde Edilmesi)

Yeni Durum4 üzerinde yapılan önerilerden I12 nest kesim istasyonu etkilenmektedir.

Nest kesim istasyonu (I12) (Kaizen öncesi): Yeni Durum4'te, I12 nest kesim istasyonunda, kesim sonucunda oluşan tekil parçaların isimleri ve üzerlerine gelecek olan parça isimleri manuel olarak markalama kalem ile işçiler tarafından yazılmaktadır.

Nest kesim istasyonu (I12) (Kaizen sonrası): Yeni Durum5'te, plazma kesim tezgahına yazı markalama inkjet torçları ilave edilecektir. Böylece, kesim sonucu oluşan tekil parçaların ve üzerlerine gelecek diğer tekil parçaların isimleri daha kısa bir zaman içinde yazılacaktır.

Yukarıda da görüldüğü gibi, Yeni Durum4'te sadece nest kesim istasyonu (I12) üzerinde değişiklik yapılacaktır. Yeni Durum4 üzerinde yapılan değişiklik sonucu Yeni Durum5 elde edilecektir. Yeni Durum5'i oluşturan akış diyagramları EK.H'de verilmektedir. EK.H'deki akış diyagramlarından yararlanılarak Yeni Durum5 için istasyon bazında istasyon bitiş süreleri hesaplanacaktır. Şekil 4.7, Yeni Durum5 için, istasyon bitiş sürelerini ve istasyonlar arasındaki akış ilişkilerini göstermektedir.



Şekil 4.7: Yeni Durum5 istasyon bitiş süreleri.

4.21 Yeni Durum5'in Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi

Yeni Durum5 değerlendirilirken Arena simülasyon programı kullanılmıştır. Yeni Durum5'in Arena'da modellenmesi sonucunda, I3 panel imalat istasyonu önünde kuyruk oluşumu görülmektedir. Dolayısıyla, burada kritik istasyon I3 panel imalat istasyonudur. Yeni Durum5'de,Yeni Durum4'te olduğu gibi, üretim sistemi 720 saatlik çalışmanın sonucunda, 37 adet blok üretecektir. Bunun anlamı, Yeni Durum5'de her 19.5 saatte bir (1168 dk) çift dip bloğu üretimi yapılmaktadır. Yeni

Durum5'in Arena modeli EK.K'dan, üretilen blok sayısı EK.L'den ve oluşan kuyruk değerleri ise EK.M'den görülebilmektedir.

4.22 Yeni Durum5 Üzerine Öneriler

Yeni Durum5 üzerinde yapılan öneri; I3 panel imalat istasyonunda punto kaynak işlemlerinin istasyonda çalışan iki işçi tarafından birlikte yapılmasıdır.

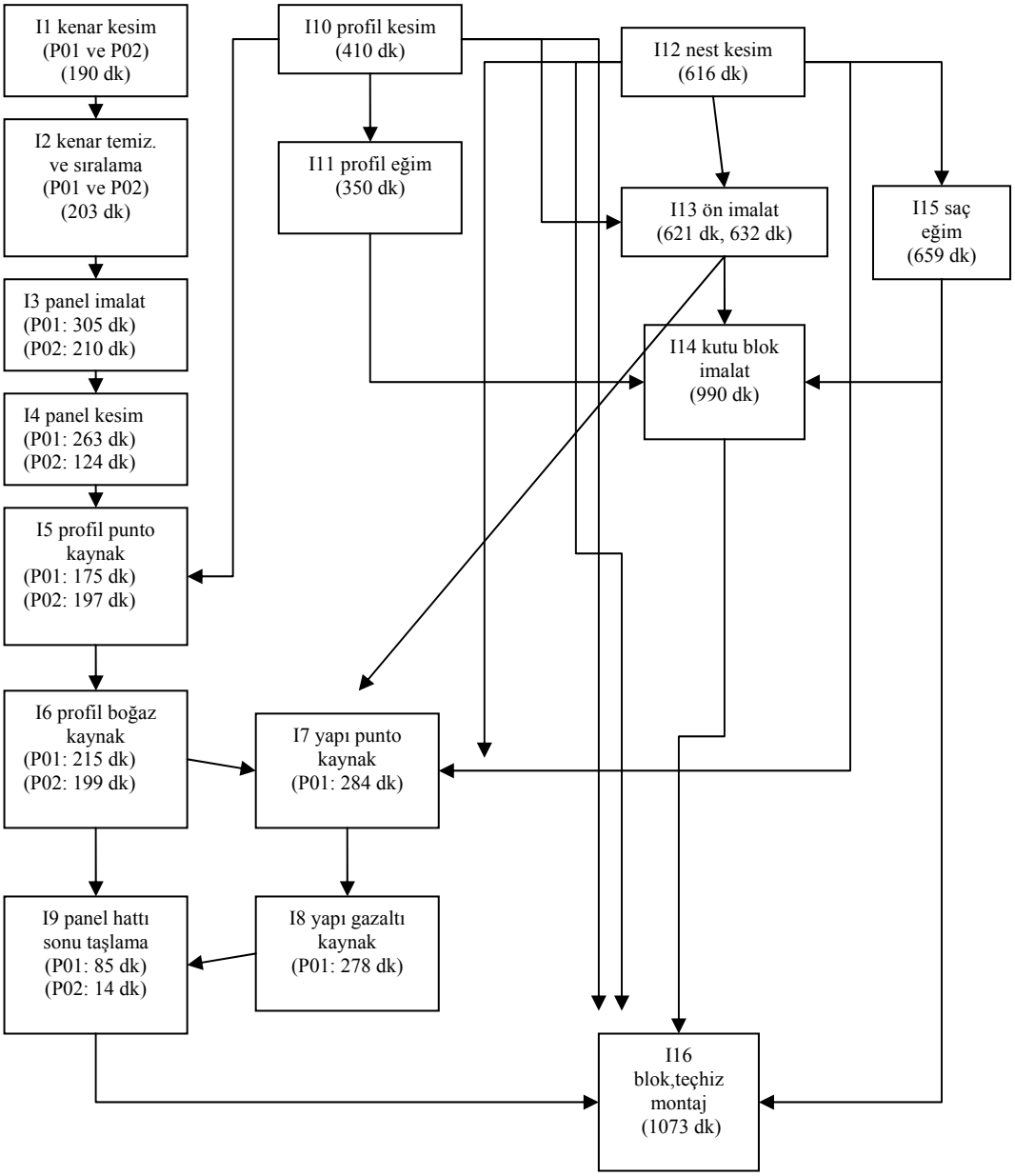
4.23 Önerilerin Yeni Durum5'e Yansıtılması (Yeni Durum6'nın Elde Edilmesi)

Yeni Durum5 üzerinde yapılan önerilerden sadece I3 panel imalat istasyonu etkilenmektedir.

Panel imalat istasyonu (I3) (Kaizen öncesi): Yeni Durum5'te, I3 panel imalat istasyonunda, tolerans saçlarının paneli oluşturan saçlara bağlanmasını (punto kaynak ile) ve saçların tozaltı kaynak öncesi birbirlerine bağlanması işlemini operatör tek başına yapmaktadır. İstasyonda 2 adet punto kaynak makinesi bulunmaktadır.

Panel imalat istasyonu (I3) (Kaizen sonrası): Yeni Durum6'da, I3 panel imalat istasyonunda, tolerans saçlarının paneli oluşturan saçlara bağlanması ve saçların tozaltı kaynak öncesi birbirine bağlanması işlemini operatör ve operatör yardımcısı birlikte 2 adet punto kaynak makinesi ile yapacaklardır.

Görüldüğü gibi Yeni Durum5'de sadece panel imalat (I3) istasyonu üzerinde değişiklik yapılmıştır. Yeni Durum5 üzerinde yapılan değişiklik sonucu Yeni Durum6 elde edilmiştir. Yeni Durum6'ı oluşturan akış diyagramları EK.I'da verilmektedir. EK.I'daki akış diyagramlarından yararlanarak, Yeni Durum6 için istasyon bitiş süreleri elde edilmiştir. Şekil 4.8, Yeni Durum6'da elde edilen istasyon bitiş sürelerini ve istasyonlar arasındaki akış ilişkilerini göstermektedir.



Şekil 4.8: Yeni Durum6 istasyon bitiş süreleri.

4.24 Yeni Durum6'nın Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi

Yeni Durum6 değerlendirilirken Arena simülasyon programı kullanılmıştır. Yeni Durum6'nın Arena'da modellenmesi sonucunda, I12 nest kesim istasyonu önünde kuyruk oluşumu görülmektedir. Ayrıca, P01 panelinin I7 istasyonunda bir miktar beklediği görülmüştür. Dolayıyla, burada kritik istasyon I12 nest kesim istasyonudur. Yeni Durum6'da üretim sistemi 720 saatlik çalışmanın sonucunda, 37 adet blok üretecektir. Bunun anlamı, Yeni Durum6'da her 19.5 saatte bir (1168 dk) çift dip

bloğu üretimi yapılmaktadır. Yeni Durum6'nın Arena modeli EK.K'dan, üretilen blok sayısı EK.L'den ve oluşan kuyruk değerleri ise EK.M'den görülebilmektedir.

4.25 Yeni Durum6 Üzerine Öneriler

Aşağıda, Yeni Durum6 üzerinde yapılan öneriler verilmektedir:

a. I1 kenar kesim istasyonunda sintine saçlarının da kesim işleminin yapılması,

b. I12 nest kesim istasyonunda sintine saçlarının kesiminin yapılmaması,

c. I13 ön imalat istasyonunda modül montajında çalışan işçi sayısının 12'den 20'e çıkarılması,

d. I13 ön imalat istasyonunda modül imalatında yapıların yanyana getirilme işleminin 5 dk'dan 3 dk'a indirilmesi,

e. I13 ön imalat istasyonunda modül montajında punto kaynak makine sayısının 12'den 20'e, taşlama motoru sayısının 12'den 20'e çıkarılması.

4.26 Önerilerin Yeni Durum6'a Yanısıtılması (Yeni Durum7'nin Elde Edilmesi)

Yeni Durum6 üzerinde yapılan önerilerden I1, I12 ve I13 istasyonları etkilenecektir.

Kenar kesim istasyonu (I1) (Kaizen öncesi): Yeni Durum6'da, I1 kenar kesim istasyonunda, sadece P01 tanktop ve P02 dış kaplama panellerini oluşturan saçlarının kenar kesim işlemleri yapılmaktadır.

Kenar kesim istasyonu (I1) (Kaizen sonrası): Yeni Durum7'de, I1 kenar kesim istasyonunda, P01 tanktop ve P02 dış kaplama panellerini oluşturan saçlara ilave olarak sintine saçlarının da kenar kesim işlemleri yapılacaktır.

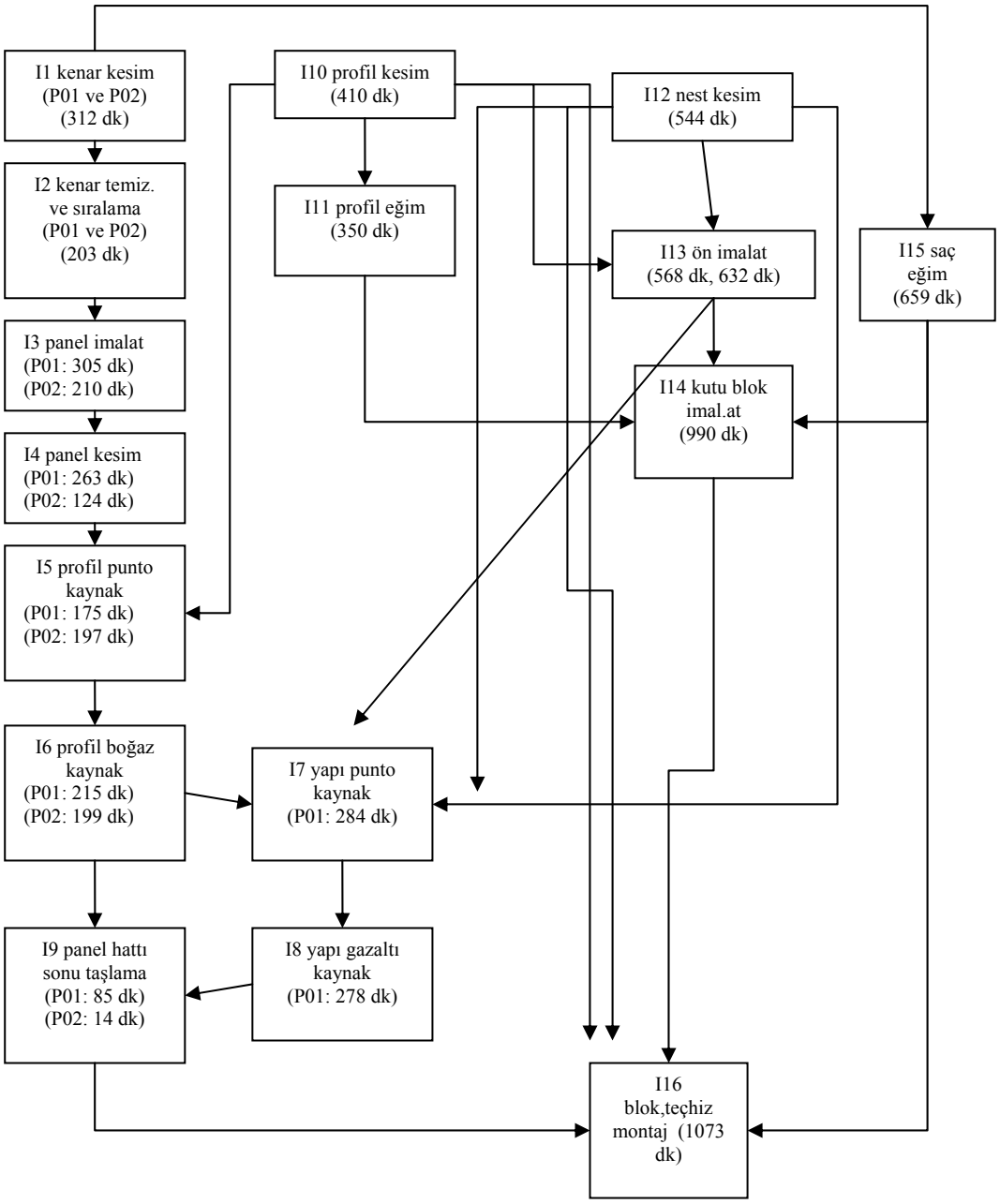
Nest kesim istasyonu (I12) (Kaizen öncesi): Yeni Durum6'da, I12 nest kesim istasyonunda, sintine saçlarının kenar kesim işlemleri de yapılmaktadır.

Nest kesim istasyonu (I12) (Kaizen sonrası): Yeni Durum7'de, I12 nest kesim istasyonunda, sintine saçlarının kenar kesim işlemleri yapılmayacaktır.

Ön imalat istasyonu (I13) (Kaizen öncesi): Yeni Durum6'da, modül montajında, 12 adet işçi bulunmaktadır ve modül montajı 12 adet punto kaynak makinesi ve 12 adet taşlama motoru ile yapılmaktadır. Modül imalatında, teçhizli yapıların birbirlerine sabitlenmeleri ise yapı başına 5 dk'lık bir süre almaktadır.

Ön imalat istasyonu (I13) (Kaizen sonrası): Yeni Durum7'de, modül montajında, 20 adet işçi çalışacaktır. Dolayısıyla, modül montajında, 20 adet punto kaynak makinesi ve 20 adet taşlama motoru kullanılacaktır. Ayrıca, modül imalatında yapıların birbirlerine sabitlenmeleri 3 dk'da yapılacaktır.

Yukarıda bahsedildiği gibi, Yeni Durum6 üzerinde, kenar kesim istasyonu, nest kesim istasyonu ve ön imalat istasyonunda değişiklikler yapılacaktır. Bu istasyonlarda yapılan değişiklikler Yeni Durum6 üzerinde yansıtılarak Yeni Durum7 elde edilecektir. Yeni Durum7'i oluşturan detaylı akış diyagramları EK.J'de verilmektedir. EK.J'deki akış diyagramlarından yararlanılarak, Yeni Durum7 için, istasyon bazında bitiş süreleri elde edilmiştir. Şekil 4.9, Yeni Durum7'nin istasyon bazında bitiş sürelerini ve istasyonlar arasındaki akış ilişkisini göstermektedir. Yeni Durum7, istasyonlar arasındaki akış ilişkisi açısından diğer durumlardan farklıdır. Çünkü, Yeni Durum7'de, saç eğim istasyonunu (I15), kenar kesim istasyonu (I1) beslemektedir. Bu açıdan, istasyonlar arası akış ilişkisi açısından diğer durumlardan farklıdır.



Şekil 4.9: Yeni Durum7 istasyon bitiş süreleri.

4.27 Yeni Durum7'nin Değerlendirilmesi ve Kritik İstasyonun Belirlenmesi

Yeni Durum7 değerlendirilirken Arena simülasyon programı kullanılmıştır. Yeni Durum7'de üretim sistemi 720 saatlik çalışmanın sonucunda, 37 adet blok üretecektir. Bunun anlamı, Yeni Durum7'de her 19.5 saatte bir (1168 dk) çift dip bloğu üretimi yapılmaktadır. Yeni Durum7'nin Arena modeli EK.K'dan, üretilen blok sayısı EK.L'den ve oluşan kuyruk değerleri ise EK.M'den görülebilmektedir.

4.28 Mevcut Durum-Yeni Durum7 Karşılaştırması ve Ideal Durumun Belirlenmesi

Görüldüğü gibi, iyileştirme süreci modelinden yararlanarak, mevcut durum üzerinde yapılan değişikliklerle Yeni Durum7'e kadar gelinmiştir. Bu bölümde, iyileştirme süreci modelinden elde edilen her durum değerlendirilecek ve bu çalışma için ideal sistem belirlenecektir. İyileştirme süreci modelinde, akış diyagramlarındaki iş öğelerinin süreleri hesaplanabilir değerlerdir. Dolayısıyla, bu değerler deterministiktir. Arena simülasyon programından elde edilen değerler, iş öğelerinin deterministik değerleriyle belirlenmiştir. Burada elde edilen her durum için (Mevcut Durum, Yeni Durum1, Yeni Durum2, Yeni Durum3, Yeni Durum4, Yeni Durum5, Yeni Durum6 ve Yeni Durum7), deterministik değerlerle, 720 saatlik çalışma süresinde kaç adet blok üretildiği belirlenmiştir. İyileştirme sürecinde göz önüne alınan durumlar arasında kıyaslama yapılırken, süreler sadece deterministik olarak değil, normal dağılıma ve beta dağılımına uyduğu varsayılarak yeniden hesaplanmıştır. Her bir durumun 720 saatlik çalışma süresinde ne kadarlık blok ürettiği ve dolayısıyla bir bloğun ne kadar sürede bir üretildiği sadece deterministik değil, aynı zamanda belli bir olasılıkla gerçekleştiği varsayılarak aralarında bir kıyaslama yapılacaktır.

Aşağıdaki çizelgelerde, deterministik, normal ve beta dağılımlı durumlarda, Mevcut Durum, Yeni Durum1, Yeni Durum2, Yeni Durum3, Yeni Durum4, Yeni Durum5, Yeni Durum6 ve Yeni Durum7 için istasyon bitiş süreleri verilmektedir. Normal dağılımlı durumda, her bir iş aktivitesinin %10'luk bir standart sapmaya sahip olduğu kabul edilmiştir. Bu standart sapmalar, akış diyagramlarındaki iş öğelerine yansıtılmış ve sistemin standart sapmaları belirlenmiştir. Beta dağılımlı durumda, beklenen değer ((alt sınır+üst sınır)/2) denkleminden hesaplanmıştır. Alt sınır 0.8To, üst sınır ise 1.8To olarak alınmış ve beklenen değer 1.3 To olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.3, mevcut durumda, Çizelge 4.4 Yeni Durum1'de, Çizelge 4.5 Yeni Durum2'de, Çizelge 4.6 Yeni Durum3'te, Çizelge 4.7 Yeni Durum4'te, Çizelge 4.8 Yeni Durum5'te, Çizelge 4.9 Yeni Durum6'da, ve Çizelge 4.10 Yeni Durum7'de her üç dağılım için istasyon bitiş sürelerini göstermektedir.

Çizelge 4.3: Mevcut Durum'da belirlenen istasyon bitiş süreleri.

	Deterministik	Normal dağılım		Beta dağılım
Istasyon	Bitiş süresi (dk)	Ort.bitiş süresi (dk)	Standart sapma	Bekl.zaman bitiş sür.(dk)
I1	190	190	5	247
I2	203	203	8	264
I3	P01 (369) P02 (253)	P01 (369) P02 (253)	P01 (18) P02 (12)	P01 (480) P02 (329)
I4	P01 (227) P02 (129)	P01 (227) P02 (129)	P01 (12) P02 (7)	P01 (295) P02 (168)
I5	P01 (175) P02 (197)	P01 (175) P02 (197)	P01 (7) P02 (8)	P01 (228) P02 (256)
I6	P01 (215) P02 (199)	P01 (215) P02 (199)	P01 (16) P02 (14)	P01 (280) P02 (259)
I7	501	501	8	651
I8	660	660	24	858
I9	P01 (85) P02 (14)	P01 (85) P02 (14)	P01 (2) P02 (1)	P01 (111) P02 (18)
I10	410	410	3	533
I11	350	350	13	455
I12	653	653	47	849
I13	Sek.(448) R01 (632)	Sek.(448) R01 (632)	Sek.(16) R01 (19)	Sek. (582) R01 (822)
I14	1522	1522	27	1979
I15	1317	1317	43	1712
I16	2196	2196	141	2855

Çizelge 4.4: Yeni Durum1'de belirlenen istasyon bitiş süreleri.

	Deterministik	Normal dağılım		Beta dağılım
Istasyon	Bitiş süresi (dk)	Ort.bitiş süresi (dk)	Standart sapma	Bekl.zaman bitiş sür.(dk)
I1	190	190	5	247
I2	203	203	8	264
I3	P01 (369) P02 (253)	P01 (369) P02 (253)	P01 (18) P02 (12)	P01 (480) P02 (329)
I4	P01 (306) P02 (154)	P01 (306) P02 (154)	P01 (12) P02 (7)	P01 (398) P02 (200)
I5	P01 (175) P02 (197)	P01 (175) P02 (197)	P01 (7) P02 (8)	P01 (228) P02 (256)
I6	P01 (215) P02 (199)	P01 (215) P02 (199)	P01 (16) P02 (14)	P01 (280) P02 (259)
I7	284	284	8	369
I8	660	660	24	858
I9	P01 (85) P02 (14)	P01 (85) P02 (14)	P01 (2) P02 (1)	P01 (111) P02 (18)
I10	410	410	3	533
I11	350	350	13	455
I12	653	653	47	849
I13	Modul (621) R01 (632)	Modul (621) R01 (632)	Modul (6) R01 (19)	Modul (807) R01 (822)
I14	1634	1634	27	2124
I15	1317	1317	43	1712
I16	1073	1073	36	1395

Çizelge 4.5: Yeni Durum2'de belirlenen istasyon bitiş süreleri.

	Deterministik	Normal dağılım		Beta dağılım
Istasyon	Bitiş süresi (dk)	Ort.bitiş süresi (dk)	Standart sapma	Bekl.zaman bitiş sür.(dk)
I1	190	190	5	247
I2	203	203	8	264
I3	P01 (369) P02 (253)	P01 (369) P02 (253)	P01 (18) P02 (12)	P01 (480) P02 (329)
I4	P01 (306) P02 (154)	P01 (306) P02 (154)	P01 (12) P02 (7)	P01 (398) P02 (200)
I5	P01 (175) P02 (197)	P01 (175) P02 (197)	P01 (7) P02 (8)	P01 (228) P02 (256)
I6	P01 (215) P02 (199)	P01 (215) P02 (199)	P01 (16) P02 (14)	P01 (280) P02 (259)
I7	284	284	8	369
I8	660	660	24	858
I9	P01 (85) P02 (14)	P01 (85) P02 (14)	P01 (2) P02 (1)	P01 (111) P02 (18)
I10	410	410	3	533
I11	350	350	13	455
I12	653	653	47	849
I13	Modul (621) R01 (632)	Modul (621) R01 (632)	Modul (6) R01 (19)	Modul (807) R01 (822)
I14	990	990	18	1287
I15	1317	1317	43	1712
I16	1073	1073	36	1395

Çizelge 4.6: Yeni Durum3'de belirlenen istasyon bitiş süreleri.

	Deterministik	Normal dağılım		Beta dağılım
Istasyon	Bitiş süresi (dk)	Ort.bitiş süresi (dk)	Standart sapma	Bekl.zaman bitiş sür.(dk)
I1	190	190	5	247
I2	203	203	8	264
I3	P01 (369) P02 (253)	P01 (369) P02 (253)	P01 (18) P02 (12)	P01 (480) P02 (329)
I4	P01 (263) P02 (124)	P01 (263) P02 (124)	P01 (12) P02 (6)	P01 (342) P02 (161)
I5	P01 (175) P02 (197)	P01 (175) P02 (197)	P01 (7) P02 (8)	P01 (228) P02 (256)
I6	P01 (215) P02 (199)	P01 (215) P02 (199)	P01 (16) P02 (14)	P01 (280) P02 (259)
I7	284	284	8	369
I8	278	278	11	361
I9	P01 (85) P02 (14)	P01 (85) P02 (14)	P01 (2) P02 (1)	P01 (111) P02 (18)
I10	410	410	3	533
I11	350	350	13	455
I12	653	653	47	849
I13	Modul (621) R01 (632)	Modul (621) R01 (632)	Modul (6) R01 (19)	Modul (807) R01 (822)
I14	990	990	18	1287
I15	1317	1317	43	1712
I16	1073	1073	36	1395

Çizelge 4.7: Yeni Durum4'de belirlenen istasyon bitiş süreleri.

	Deterministik	Normal dağılım		Beta dağılım
Istasyon	Bitiş süresi (dk)	Ort.bitiş süresi (dk)	Standart sapma	Bekl.zaman bitiş sür.(dk)
I1	190	190	5	247
I2	203	203	8	264
I3	P01 (369) P02 (253)	P01 (369) P02 (253)	P01 (18) P02 (12)	P01 (480) P02 (329)
I4	P01 (263) P02 (124)	P01 (263) P02 (124)	P01 (12) P02 (6)	P01 (342) P02 (161)
I5	P01 (175) P02 (197)	P01 (175) P02 (197)	P01 (7) P02 (8)	P01 (228) P02 (256)
I6	P01 (215) P02 (199)	P01 (215) P02 (199)	P01 (16) P02 (14)	P01 (280) P02 (259)
I7	284	284	8	369
I8	278	278	11	361
I9	P01 (85) P02 (14)	P01 (85) P02 (14)	P01 (2) P02 (1)	P01 (111) P02 (18)
I10	410	410	3	533
I11	350	350	13	455
I12	653	653	47	849
I13	Modul (621) R01 (632)	Modul (621) R01 (632)	Modul (6) R01 (19)	Modul (807) R01 (822)
I14	990	990	18	1287
I15	659	659	43	857
I16	1073	1073	36	1395

Çizelge 4.8: Yeni Durum5'de belirlenen istasyon bitiş süreleri.

	Deterministik	Normal dağılım		Beta dağılım
Istasyon	Bitiş süresi (dk)	Ort.bitiş süresi (dk)	Standart sapma	Bekl.zaman bitiş sür.(dk)
I1	190	190	5	247
I2	203	203	8	264
I3	P01 (369) P02 (253)	P01 (369) P02 (253)	P01 (18) P02 (12)	P01 (480) P02 (329)
I4	P01 (263) P02 (124)	P01 (263) P02 (124)	P01 (12) P02 (6)	P01 (342) P02 (161)
I5	P01 (175) P02 (197)	P01 (175) P02 (197)	P01 (7) P02 (8)	P01 (228) P02 (256)
I6	P01 (215) P02 (199)	P01 (215) P02 (199)	P01 (16) P02 (14)	P01 (280) P02 (259)
I7	284	284	8	369
I8	278	278	11	361
I9	P01 (85) P02 (14)	P01 (85) P02 (14)	P01 (2) P02 (1)	P01 (111) P02 (18)
I10	410	410	3	533
I11	350	350	13	455
I12	616	616	47	801
I13	Modul (621) R01 (632)	Modul (621) R01 (632)	Modul (6) R01 (19)	Modul (828) R01 (843)
I14	990	990	18	1287
I15	659	659	43	857
I16	1073	1073	36	1395

Çizelge 4.9: Yeni Durum6'da belirlenen istasyon bitiş süreleri.

	Deterministik	Normal dağılım		Beta dağılım
Istasyon	Bitiş süresi (dk)	Ort.bitiş süresi (dk)	Standart sapma	Bekl.zaman bitiş sür.(dk)
I1	190	190	5	247
I2	203	203	8	264
I3	P01 (305) P02 (210)	P01 (305) P02 (210)	P01 (17) P02 (12)	P01 (397) P02 (273)
I4	P01 (263) P02 (124)	P01 (263) P02 (124)	P01 (12) P02 (6)	P01 (342) P02 (161)
I5	P01 (175) P02 (197)	P01 (175) P02 (197)	P01 (7) P02 (8)	P01 (228) P02 (256)
I6	P01 (215) P02 (199)	P01 (215) P02 (199)	P01 (16) P02 (14)	P01 (280) P02 (259)
I7	284	284	8	369
I8	278	278	11	361
I9	P01 (85) P02 (14)	P01 (85) P02 (14)	P01 (2) P02 (1)	P01 (111) P02 (18)
I10	410	410	3	533
I11	350	350	13	455
I12	616	616	47	801
I13	Modul (621) R01 (632)	Modul (621) R01 (632)	Modul (6) R01 (19)	Modul (828) R01 (843)
I14	990	990	18	1287
I15	659	659	43	857
I16	1073	1073	36	1395

Çizelge 4.10: Yeni Durum7'de belirlenen istasyon bitiş süreleri.

	Deterministik	Normal dağılım		Beta dağılım
Istasyon	Bitiş süresi (dk)	Ort.bitiş süresi (dk)	Standart sapma	Bekl.zaman bitiş sür.(dk)
I1	312	312	6	406
I2	203	203	8	264
I3	P01 (305) P02 (210)	P01 (305) P02 (210)	P01 (17) P02 (12)	P01 (397) P02 (273)
I4	P01 (263) P02 (124)	P01 (263) P02 (124)	P01 (12) P02 (6)	P01 (342) P02 (161)
I5	P01 (175) P02 (197)	P01 (175) P02 (197)	P01 (7) P02 (8)	P01 (228) P02 (256)
I6	P01 (215) P02 (199)	P01 (215) P02 (199)	P01 (16) P02 (14)	P01 (280) P02 (259)
I7	284	284	8	369
I8	278	278	11	361
I9	P01 (85) P02 (14)	P01 (85) P02 (14)	P01 (2) P02 (1)	P01 (111) P02 (18)
I10	410	410	3	533
I11	350	350	13	455
I12	544	544	43	707
I13	Modul (568) R01 (632)	Modul (568) R01 (632)	Modul (5) R01 (19)	Modul (738) R01 (822)
I14	990	990	18	1287
I15	659	659	43	857
I16	1073	1073	36	1395

Aşağıdaki çizelgelerde, herbir durum için (Mevcut Durum, Yeni Durum1, Yeni Durum2, Yeni Durum3, Yeni Durum4, Yeni Durum5, Yeni Durum6 ve Yeni Durum7), deterministik, normal ve beta dağılımlı durumlarda, sistemlerin 720 saatlik çalışma süresinde ne kadarlık blok ürettiği ve bir bloğun üretim süresi görülmektedir. Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12, deterministik, normal dağılımlı ve beta dağılımlı durumlar için, Mevcut Durum, Yeni Durum1, Yeni Durum2, Yeni Durum3, Yeni Durum4, Yeni Durum5, Yeni Durum6 ve Yeni Durum7'de 720 saatlik çalışma

sonucunda üretilen blok sayısını ve bir bloğun üretim süresini karşılaştırmalı olarak göstermektedir.

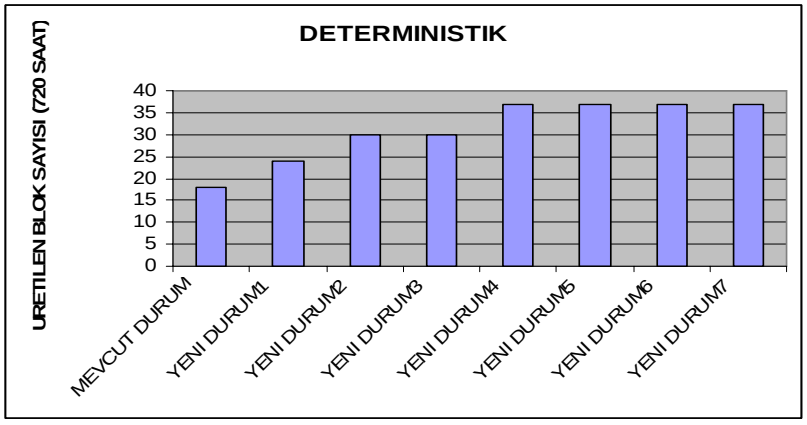
Çizelge 4.11: Her durum için üretilen blok sayısı.

	Deterministik (adet)	Normal dağılım (adet)	Beta dağılımı (adet)
Mevcut Durum	18	18	13
Yeni Durum1	24	24	18
Yeni Durum2	30	30	23
Yeni Durum3	30	30	23
Yeni Durum4	37	37	28
Yeni Durum5	37	37	28
Yeni Durum6	37	37	28
Yeni Durum7	37	37	28

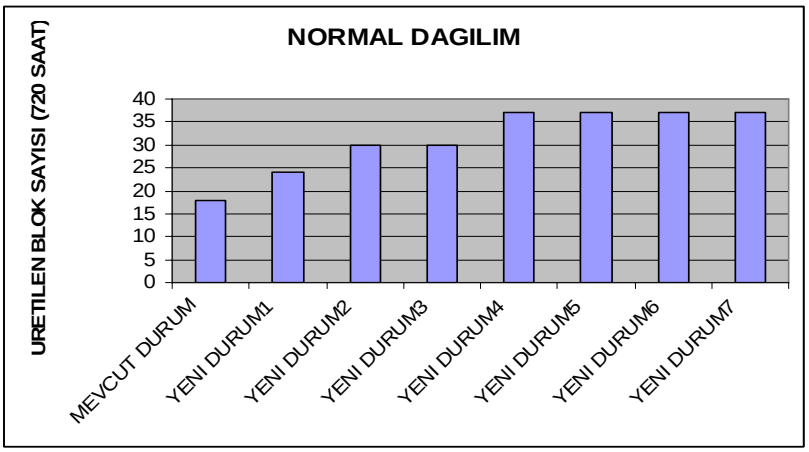
Çizelge 4.12: Her durum için blok üretim süresi.

	Deterministik (dk)	Normal dağılım (dk)	Beta dağılımı (dk)
Mevcut Durum	2400	2400	3323
Yeni Durum1	1800	1800	2400
Yeni Durum2	1440	1440	1878
Yeni Durum3	1440	1440	1878
Yeni Durum4	1168	1168	1543
Yeni Durum5	1168	1168	1543
Yeni Durum6	1168	1168	1543
Yeni Durum7	1168	1168	1543

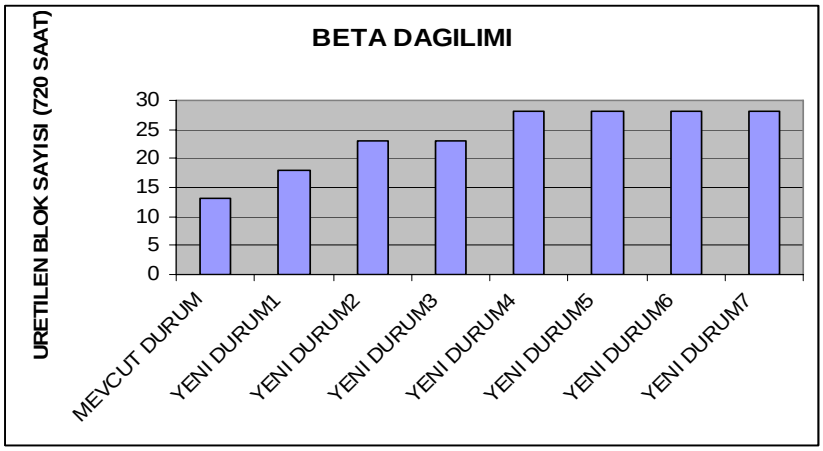
Şekil 4.10, 4.11 ve 4.12, Mevcut Durum, Yeni Durum1, Yeni Durum2, Yeni Durum3, Yeni Durum4, Yeni Durum5, Yeni Durum6 ve Yeni Durum7 için, iş aktivitelerinin deterministik, normal ve beta dağılımlı olması durumlarında, 720 saatlik çalışma periyodunda sistemin kaç adet blok ürettiğini göstermektedir.



Şekil 4.10: Bütün durumlar için üretilen blok sayısı (deterministik).

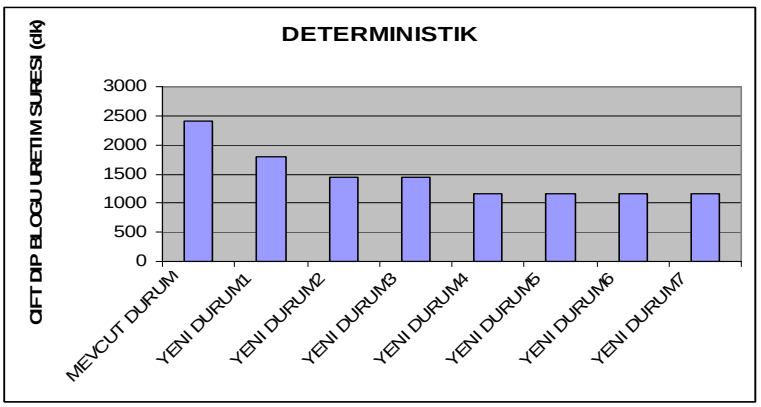


Şekil 4.11: Bütün durumlar için üretilen blok sayısı (normal dağılım).

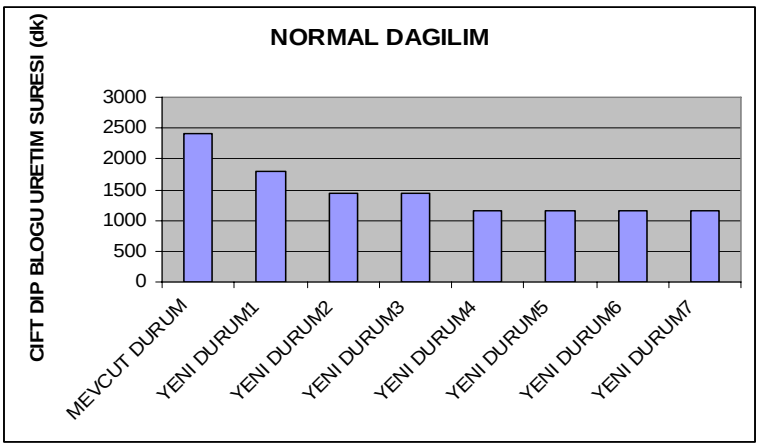


Şekil 4.12: Bütün durumlar için üretilen blok sayısı (beta dağılım).

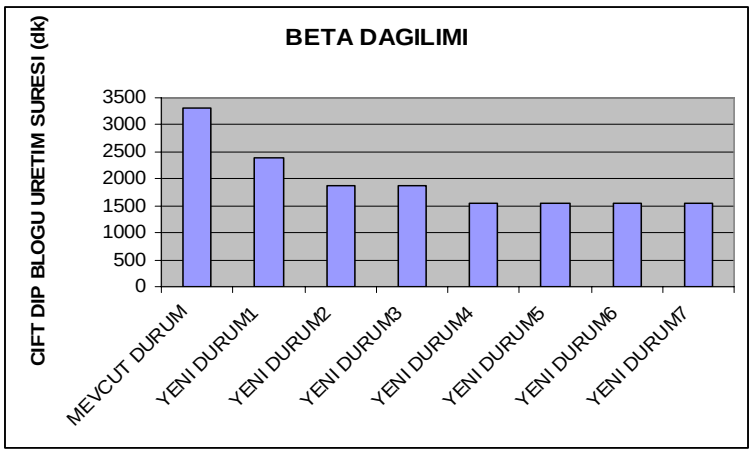
Şekil 4.13, 4.14 ve 4.15, Mevcut Durum, Yeni Durum1, Yeni Durum2, Yeni Durum3, Yeni Durum4, Yeni Durum5, Yeni Durum6 ve Yeni Durum7 için, iş aktivitelerinin deterministik, normal ve beta dağılımlı olması durumlarında, 720 saatlik çalışma periyodunda bir bloğun ne kadarlık sürede üretildiğini göstermektedir.



Şekil 4.13: Bütün durumlar için blok üretim süresi (deterministik).

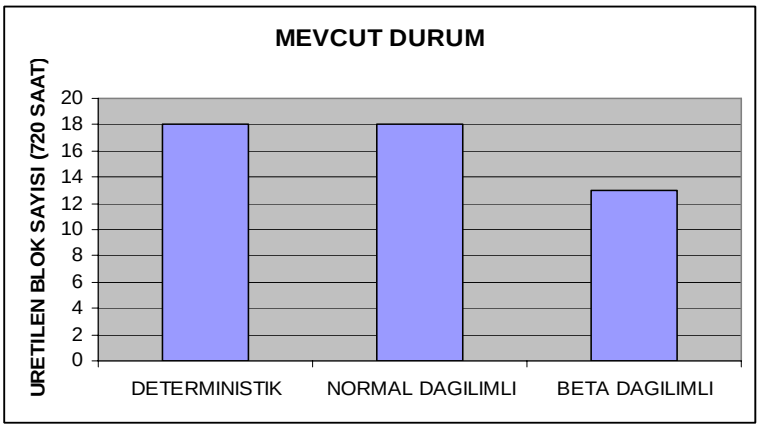


Şekil 4.14: Bütün durumlar için blok üretim süresi (normal dağılım).



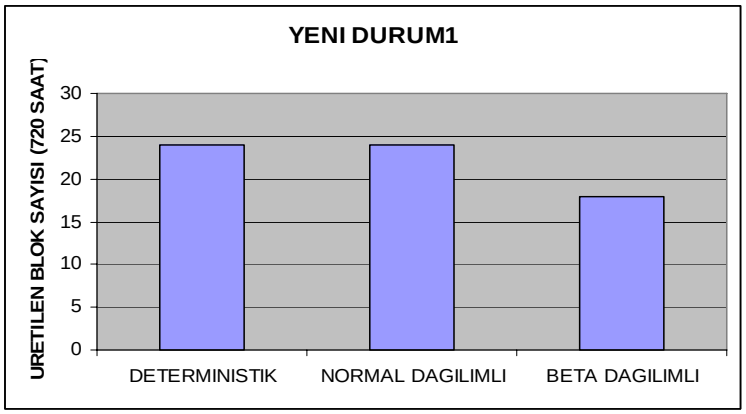
Şekil 4.15: Bütün durumlar için blok üretim süresi (beta dağılım).

Şekil 4.16'a bakıldığında, mevcut durum ele alınmıştır. Mevcut durumda, her üç dağılım için, 720 saatlik çalışma sonunda, sistemin kaç adet blok ürettiği görülmektedir. Buna göre, mevcut durumda, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde sistem 720 saatlik çalışma sonucunda 18 adet çift dip bloğu üretebilmektedir. Dolayısıyla, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde, sistem çıktısı değişmemektedir. Beta dağılımlı durumda ise, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 13 adet çift dip bloğu üretmektedir.



Şekil 4.16: Mevcut durum üretilen blok sayısı.

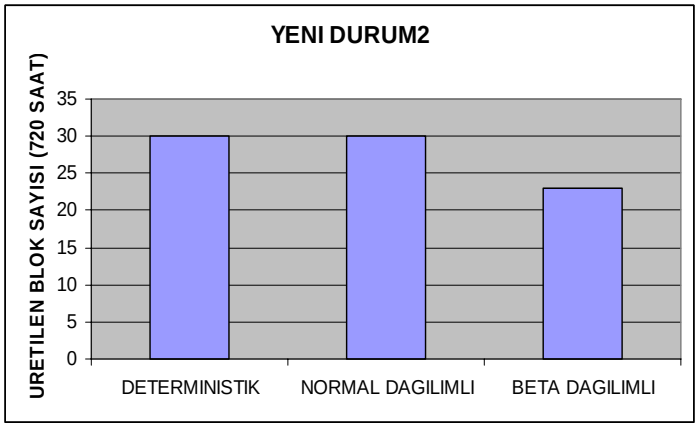
Şekil 4.17'de, Yeni Durum1 ele alınmıştır. Yeni Durum1'de, her üç dağılım için, 720 saatlik çalışma sonunda, sistemin kaç adet blok ürettiği görülmektedir. Buna göre, Yeni Durum1'de, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde sistem 720 saatlik çalışma sonucunda 24 adet çift dip bloğu üretebilmektedir. Dolayısıyla, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde, sistem çıktısı değişmemektedir. Beta dağılımlı durumda ise, sistem 720 saatlk çalışma sonunda 18 adet çift dip bloğu üretmektedir. Dolayısıyla, mevcut duruma göre bir artış söz konusudur.



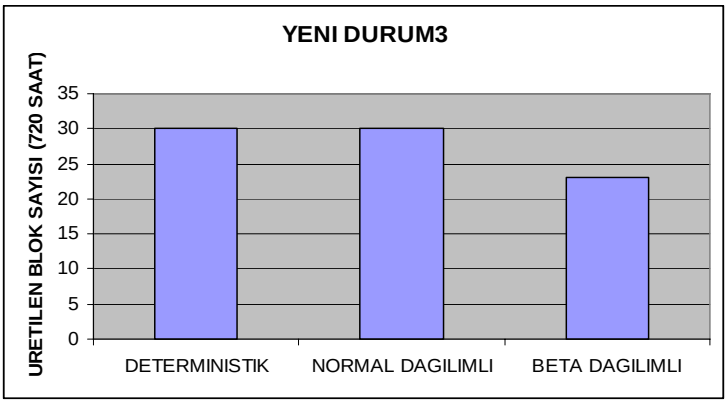
Şekil 4.17: Yeni Durum1 üretilen blok sayısı.

Şekil 4.18 ve 4.19, Yeni Durum2 ve Yeni Durum3'de, her üç dağılım için, 720 saatlik çalışma sonunda, sistemin kaç adet blok ürettiğini göstermektedir. Buna göre, Yeni Durum2 ve Yeni Durum3'de, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde sistem 720 saatlik çalışma sonucunda 30 adet çift dip bloğu üretebilmektedir. Dolayısıyla, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde, sistem çıktısı değişmemektedir. Beta dağılımlı durumda ise, sistem 720 saatlk çalışma sonunda 23 adet çift dip bloğu üretmektedir. Dolayısıyla, Yeni Durum2 ve Yeni Durum3'deki

aktivitelerin oluşturduğu üretim sistemi, Yeni Durum1'deki üretim sistemine göre daha fazla sayıda blok üretecektir.

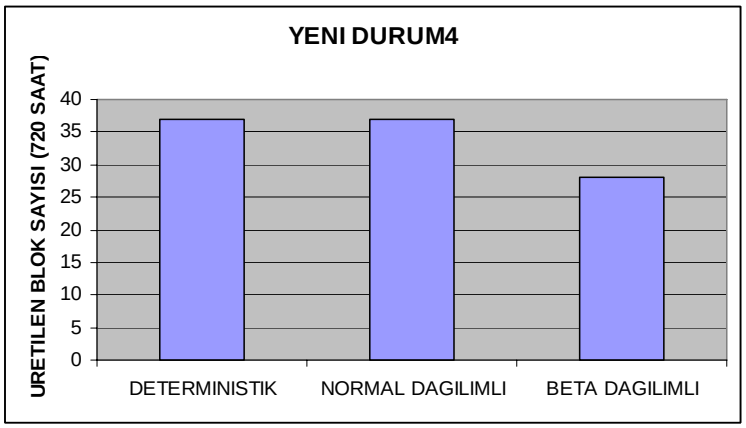


Şekil 4.18: Yeni Durum2 üretilen blok sayısı.

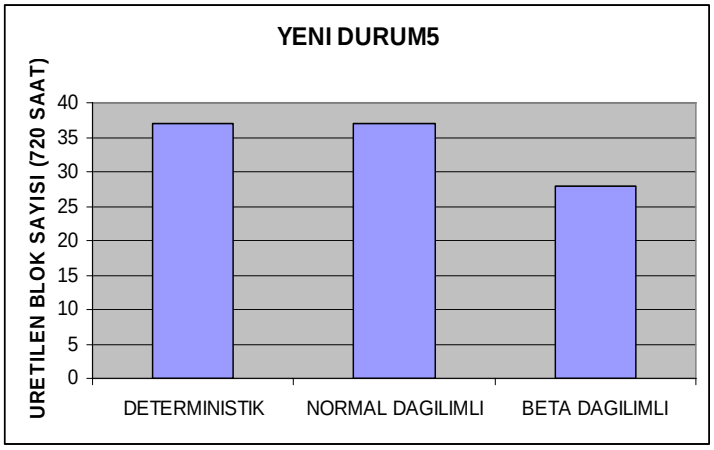


Şekil 4.19: Yeni Durum3 üretilen blok sayısı.

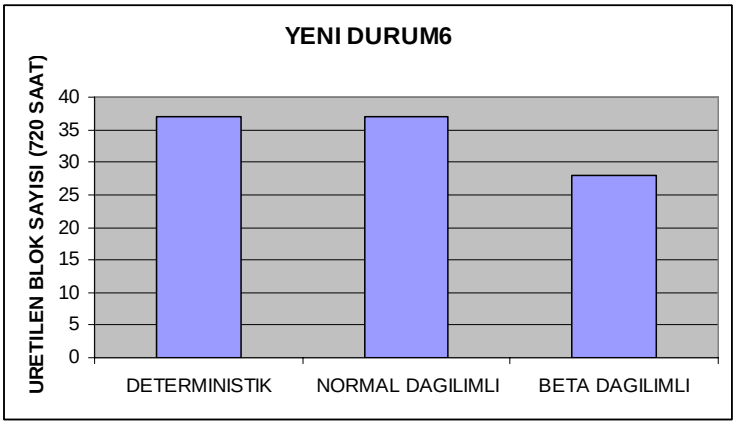
Şekil 4.20, 4.21, 4.22 ve 4.23, Yeni Durum4, Yeni Durum5, Yeni Durum6 ve son olarak Yeni Durum7'de, her üç dağılım için, 720 saatlik çalışma sonunda, sistemin kaç adet blok ürettiğini göstermektedir. Her dört durumda da, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde sistem 720 saatlik çalışma sonucunda 37 adet çift dip bloğu üretebilmektedir. Dolayısıyla, her dört durum için, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde, sistem çıktısı değişmemektedir. Beta dağılımlı durumda ise, sistem her dört durum için de 720 saatlik çalışma sonunda 28 adet çift dip bloğu üretmektedir. Dolayısıyla, Yeni Durum4, Yeni Durum5, Yeni Durum6 ve Yeni Durum7'de, önceki durumlarda üretilen blok sayısına göre bir artış sözkonusu olacaktır.



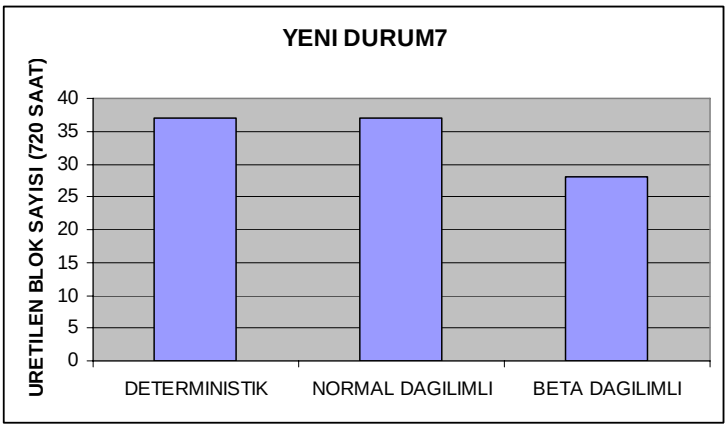
Şekil 4.20: Yeni Durum4 üretilen blok sayısı.



Şekil 4.21: Yeni Durum5 üretilen blok sayısı.

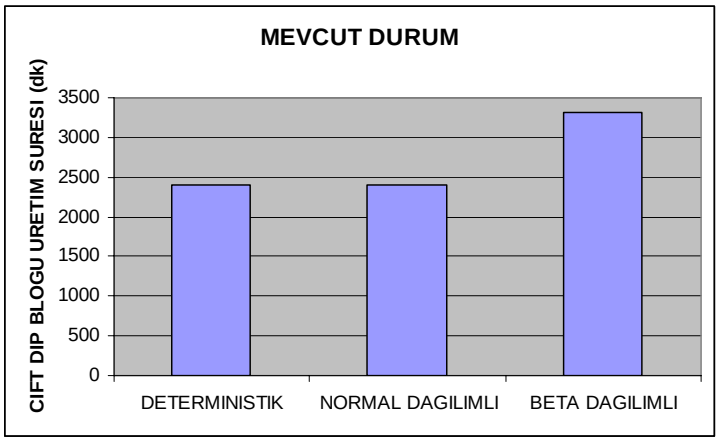


Şekil 4.22: Yeni Durum6 üretilen blok sayısı.



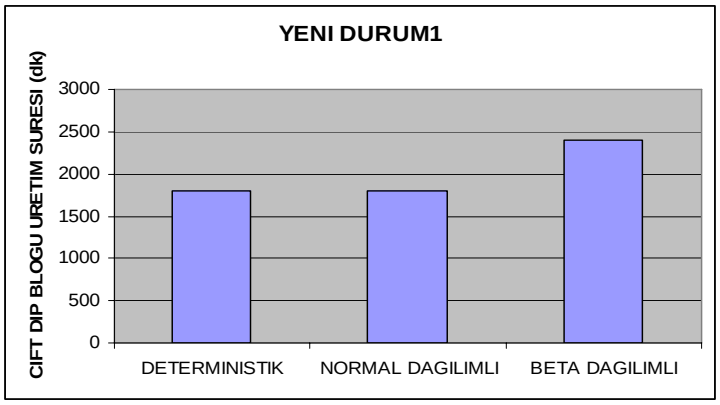
Şekil 4.23: Yeni Durum7 üretilen blok sayısı.

Şekil 4.24'de, mevcut durumda, her üç dağılım için, 720 saatlik çalışma sonunda, sistemin bir bloğu ne kadarlık sürede ürettiği görülmektedir. Buna göre, mevcut durumda, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde sistem 720 saatlik çalışma sonucunda sistem bir bloğu 2400 dk'da üretebilmektedir. Dolayısıyla, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde, bir bloğun üretim süresi değişmemektedir. Beta dağılımlı durumda ise, sistem 720 saatlik çalışma sonunda bir bloğu 3323 dk'da üretmektedir.



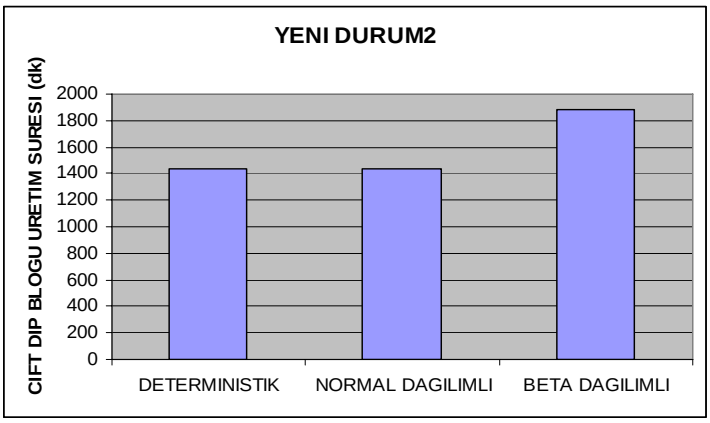
Şekil 4.24: Mevcut durum blok üretim süresi.

Şekil 4.25'de, Yeni Durum1'de, her üç dağılım için, 720 saatlik çalışma sonunda, sistemin bir bloğu ne kadarlık sürede ürettiği görülmektedir. Buna göre, mevcut durumda, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde sistem 720 saatlik çalışma sonucunda sistem bir bloğu 1800 dk'da üretebilmektedir. Dolayısıyla, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde, bir bloğun üretim süresi değişmemektedir. Beta dağılımlı durumda ise, sistem 720 saatlik çalışma sonunda bir bloğu 2400 dk'da üretmektedir.

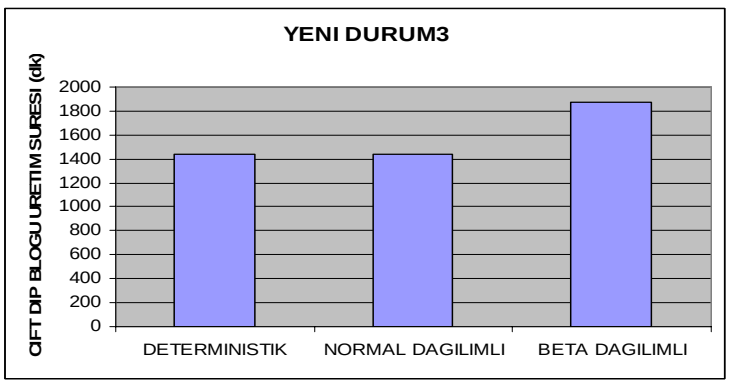


Şekil 4.25: Yeni Durum1 blok üretim süresi.

Şekil 4.26 ve 4.27, Yeni Durum2 ve Yeni Durum3'te, her üç dağılım için, 720 saatlik çalışma sonunda, sistemin bir bloğu ne kadarlık sürede ürettiğini göstermektedir. Buna göre, mevcut durumda, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde her iki durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonucunda sistem bir bloğu 1440 dk'da üretebilmektedir. Dolayısıyla, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde, bir bloğun üretim süresi değişmemektedir. Beta dağılımlı durumda ise, her iki durumda da, sistem 720 saatlik çalışma sonunda bir bloğu 1878 dk'da üretmektedir.

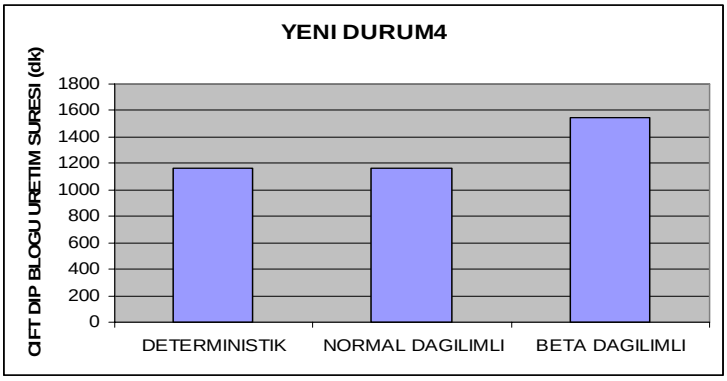


Şekil 4.26: Yeni Durum2 blok üretim süresi.

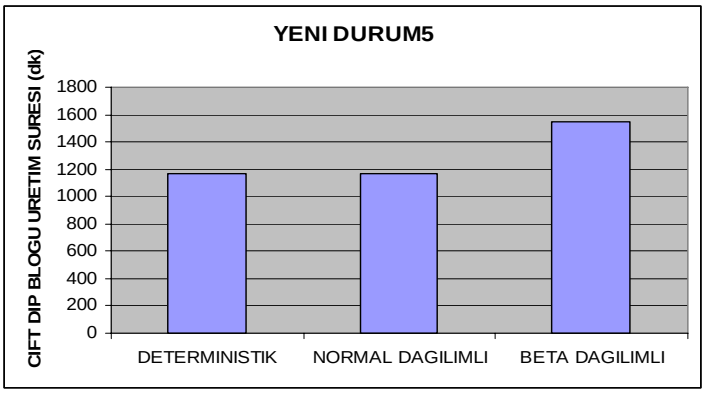


Şekil 4.27: Yeni Durum3 blok üretim süresi.

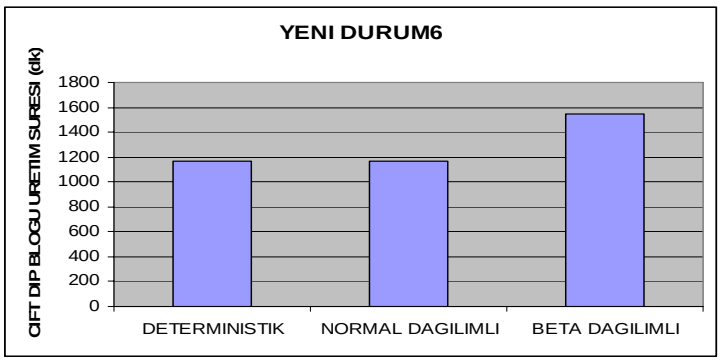
Şekil 4.28, 4.29, 4.30 ve 4.31, Yeni Durum4, Yeni Durum5, Yeni Durum6 ve Yeni Durum7'de, her üç dağılım için, 720 saatlik çalışma sonunda, sistemin bir bloğu ne kadarlık sürede ürettiğini göstermektedir. Buna göre, mevcut durumda, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde her dört durum için sistem 720 saatlik çalışma sonucunda bir bloğu 1168 dk'da üretebilmektedir. Dolayısıyla, deterministik ve normal dağılımlı aktivitelerde, bir bloğun üretim süresi değişmemektedir. Beta dağılımlı durumda ise, sistem 720 saatlk çalışma sonunda bir bloğu 1543 dk'da üretmektedir.



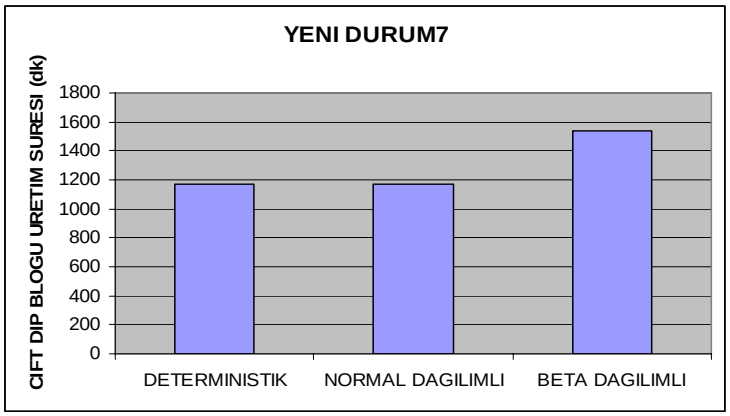
Şekil 4.28: Yeni Durum4 blok üretim süresi.



Şekil 4.29: Yeni Durum5 blok üretim süresi.



Şekil 4.30: Yeni Durum6 blok üretim süresi.



Şekil 4.31: Yeni Durum7 blok üretim süresi.

Yukarıdaki, çizelge ve grafiklerden, en ideal durumların Yeni Durum4, Yeni Durum5, Yeni Durum6 ve Yeni Durum7 olduğu görülebilmektedir. Çünkü, bu durumlarda, üretilen çift dip bloğu sayısı, diğer durumlardan daha fazladır ve dolayısıyla çift dip bloğu üretim süresi daha kısadır. Bu çalışmada, ideal üretim sürecini oluşturan durum olarak Yeni Durum7 alınmıştır.

Mevcut durumda, 720 saatlik çalışmada deterministik iş öğeleri ele alındığında 18 adet, normal dağılımlı iş öğelerinde 18 adet ve beta dağılımlı iş öğelerinde ise 13 adet çift dip blok üretimi yapılırken yapılan kademeli iyileştirmelerle birlikte yine aynı çalışma süresinde Yeni Durum7'de deterministik iş öğeleri dikkate alındığında 37 adet, normal dağılımlı iş öğelerinde 37 adet ve beta dağılımlı iş öğeleri dikkate alındığında 28 adet çift dip blok üretimi yapılmaktadır. Dolayısıyla, yapılan kademeli iyileştirmeler sonucunda blok üretim sayısı 720 saatlik çalışma süresinde deterministik iş öğelerinde 18'den 37'e, normal dağılımlı iş öğelerinde yine 18'den 37'e ve beta dağılımlı iş öğelerinde 13'ten 28'e çıkmıştır.

Ayrıca, mevcut üretim sisteminde deterministik iş öğeleri ele alındığında bir blok yaklaşık 2400 dk'da, normal dağılımlı iş öğelerinde yine 2400 dk'da ve beta dağılımlı iş öğeleri ele alındığında ise 3323 dk'da bir üretilirken, önerilen en son durum olan Yeni Durum7'de deterministik durumda 1168 dk'da, normal dağılımlı iş öğelerinde yine 1168 dk'da ve beta dağılmlı iş öğelerinde 1543 dk'da bir blok üretimi gerçekleştirilecektir. Yeni Durum7'de önerilen üretim sistemi çift dip bloğunun üretim süresini büyük oranda azaltmaktadır. Dolayısıyla, belirli bir sürede daha fazla sayıda çift dip bloğu üretimi gerçekleştirilecektir ve sonuç olarak çıktı miktarı artacaktır.

4.29 Arıza Hallerinin Mevcut Durum-Yeni Durum7 Uygulanması ve Çıktıya Olan Etkilerinin Karşılaştırılması

Bu aşamada, elde edilen Yeni Durum7 ve Yeni Durum7'e gelene kadar elde edilen ara durumlar üzerinde birtakım arıza halleri uygulanacaktır. Uygulanan her arıza halinde, sözkonusu arızanın meydana geldiği istasyondaki tezgahın yapacağı işlemin süresi belirli oranlarda artırılmak suretiyle hangi artış oranında sistemin çıktısının değiştiği belirlenecektir.

Aşağıda; uygulanan arıza halleri verilmektedir:

a. I1 kenar kesim istasyonunda çalışan plazma tezgahındaki arıza,
b. I3 panel imalat istasyonunda çalışan tezgahtaki arıza,
c. I4 panel kesim istasyonunda çalışan tezgahtaki arıza,
d. I5 profil punto kaynak istasyonunda çalışan tezgahtaki arıza,
e. I6 profil boğaz kaynak istasyonunda çalışan tezgahtaki arıza,
f. I10 profil kesim istasyonunda çalışan tezgahtaki arıza,
g. I11 profil eğim istasyonunda çalışan tezgahtaki arıza,
h. I12 nest kesim istasyonuna çalışan tezgahtaki arıza,
i. I15 saç eğim istasyonunda çalışan tezgahtaki arıza.

Buna göre, Mevcut Durum, Yeni Durum1, Yeni Durum2, Yeni Durum3, Yeni Durum4, Yeni Durum5, Yeni Durum6 ve Yeni Durum7 için belirlenen ve ekler bölümünde verilen akış diyagramları gözönüne alınacaktır. Kenar kesim istasyonunda (I1) meydana gelebilecek bir tezgah arızasının, kenar kesim istasyonu iş akış diyagramında, tezgahın doğrudan yaptığı faaliyetleri geciktireceği kabul edilecektir. Buna göre, kenar kesim istasyonundaki plazma kesim tezgahında meydana gelebilecek bir arıza, iş akış diyagramında plazma kesim tezgahının doğrudan doğruya yaptığı aktivite olan kesim işlemini geciktirecektir. Panel imalat istasyonunda (I3) tozaltı kaynak tezgahında meydana gelen bir arıza tozaltı kaynak işleminde , panel kesim istasyonunda (I4) kesim tezgahında meydana gelebilecek bir arıza raspalama-markalama-kesim işlemlerinde, profil punto kaynak istasyonundaki (I5) tezgahta meydana gelen bir arıza profil punto kaynak işleminde, profiil gazaltı kaynak istasyonundaki (I6) tezgahta meydana gelebilecek bir arıza profil gazaltı

kaynak işleminde, profil kesim istasyonundaki (I10) tezgahta meydana gelebilecek bir arıza istasyondaki bütün aktivitelerde, profil eğim istasyonundaki (I11) tezgahta meydana gelebilecek bir arıza eğim işleminde, nest kesim istasyonundaki (I12) tezgahta meydana gelebilecek bir arıza markalama-kesim işlemlerinde, pres istasyonundaki (I15) tezgahta meydana gelebilecek bir arıza saç eğim işleminde gecikmelere neden olacaktır. Burada, sadece profil kesim istasyonunda (I10) meydana gelebilecek bir arızanın istasyon içindeki bütün aktivitelerde gecikmeye neden olacağı kabul edilecektir. Çünkü, profil kesim istasyonunda bulunan profil kesim tezgahı, istasyonda yapılan iş aktivitelerinin büyük bir kısmnı yapmaktadır. Bu yüzden, tezgahın yaptığı işlemlerle, istasyondaki diğer işlemler birbirinden ayrılmayacak, her bir aktivitenin doğrudan doğruya arızadan etkileneceği düşünülecektir.

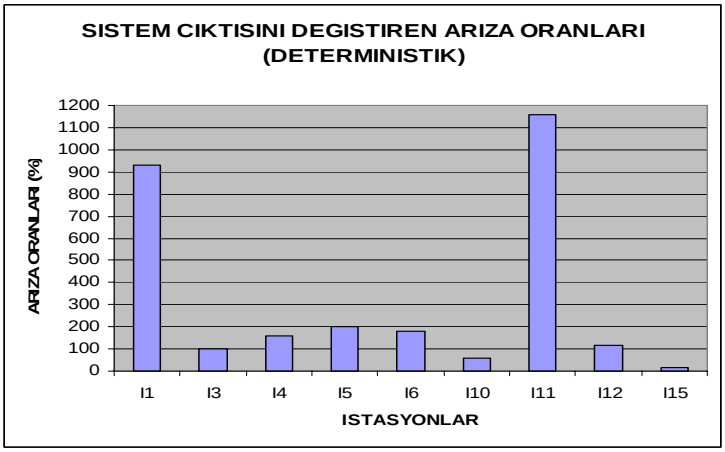
Burada, istasyon bitiş süreleri, bu gecikmelerden etkilenecektir. Her bir istasyondaki tezgahta meydana gelebilecek arızalardan kaynaklanan gecikmeler, belirli oranlarda artırılacak ve sistem çıktısını değiştiren arıza oranları belirlenmeye çalışılacaktır Burada, her bir istasyondaki arıza durumları tek başına etki ettirilecektir.

4.29.1 Mevcut durum'a uygulanan arıza halleri

Çizelge 4.13 ve şekil 4.32, mevcut durumda, deterministik iş aktiviteleri gözönüne alınarak uygulanan arıza hellerinin mevcut durum üzerindeki etkileri görülmektedir.

Çizelge 4.13: Arıza hallerinin Mevcut Durum üzerindeki etkisi (deterministik).

Arıza ist.	İst.bit.sür.(dk)	Arıza oran	İst.bit.sür.arıza(dk)	M.D. blok say.	M.D.blok.say.arıza
I1	190	%930	760	18	17
I3	P01 (369) P02 (253)	%100	P01(530) P02 (364)	18	17
I4	P01 (227) P02 (129)	%160	P01(548) P02 (312)	18	17
I5	P01 (175) P02 (197)	%200	P01(435) P02 (494)	18	17
I6	P01 (215) P02 (199)	%180	P01(505) P02 (450)	18	17
I10	410	%57	643	18	17
I11	350	%1160	1740	18	17
I12	653	%116	840	18	17
I15	1317	%15	1500	18	17



Şekil 4.32: Mevcut durum sistem çıktısını değiştiren arıza oranları.

I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde yani kesim işleminde blok başına %930'luk bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 760 dk olacaktır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 17 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 18 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %930 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %930 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I1 kenar kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına olan %930'luk işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %100'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 530 dk ve P02 dış kaplama paneli için 364 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 17 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 18 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %100 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %100 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I3 panel imalat istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %100'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %160'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 548 dk ve P02 dış kaplama paneli için 312 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 17 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 18 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %160 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %160 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I4 panel kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %160'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %200'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 435 dk ve P02 dış kaplama paneli için 494 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 17 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 18 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %200 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %200 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I5 profil punto kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %200'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %180'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 505 dk ve P02 dış kaplama paneli için 450 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 17 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 18 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %180 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %180 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I6 profil boğaz kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %180'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %57'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 643 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 17 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 18 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %57 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %57 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %57'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %1160'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1740 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 17 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 18 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %1160 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %1160 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I11 profil eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %1160'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %116'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 840 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 17 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 18 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %116 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %116 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I12 nest kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %116'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %15'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1500 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 17 adet çift dip

bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 18 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %15 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %15 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I15 saç eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %15'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

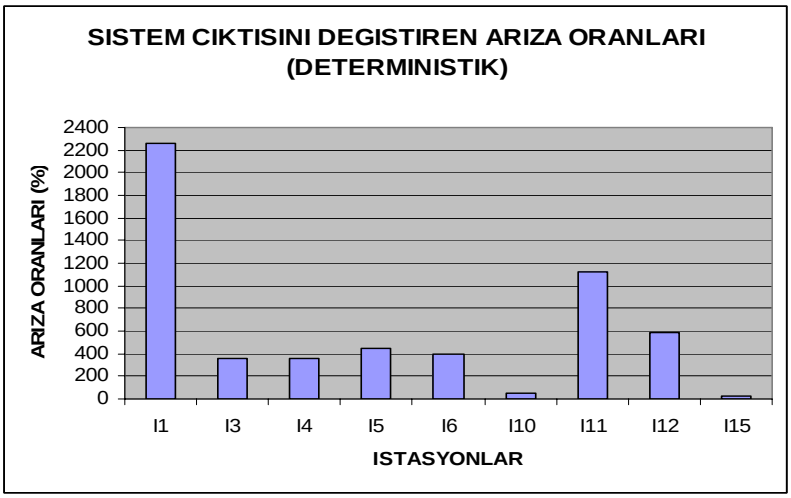
I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonlarındaki tezgahlarda meydana gelebilecek arızalardan kaynaklanan düşük oranlı gecikmeler sistemin çıktısını değiştirecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonları arıza açısından kritik istasyonlardır. Bu istasyonlarda meydana gelebilecek arızaların sistem çıktısına etkisini önleyebilmek için, yani, arızasız halde 720 saatlik çalışma sonucunda elde edilen 18 adetlik blok üretim sayısına ulaşabilmek için, bu istasyonlarda ekstra bir buffer alan ve bu alan üzerinde en az 1 blokluk malzemenin bulundurulması gerekmektedir.

4.29.2 Yeni Durum1'e uygulanan arıza halleri

Çizelge 4.14 ve şekil 4.33, Yeni Durum1'de, deterministik iş aktiviteleri gözönüne alınarak uygulanan arıza hellerinin Yeni Durum1 üzerindeki etkileri görülmektedir.

Çizelge 4.14: Arıza hallerinin Yeni Durum1 üzerindeki etkisi (deterministik).

Arıza ist.	İst.bit.sür.(dk)	Arıza oran	İst.bit.sür.arıza(dk)	Y.D.1 blok say.	Y.D.1 blok say.arıza
I1	190	%2262	1570	24	23
I3	P01 (369) P02 (253)	%360	P01(949) P02 (653)	24	23
I4	P01 (306) P02 (154)	%360	P01(1026) P02 (564)	24	23
I5	P01 (175) P02 (197)	%450	P01(760) P02 (864)	24	23
I6	P01 (215) P02 (199)	%400	P01(859) P02 (758)	24	23
I10	410	%56	641	24	23
I11	350	%1118	1690	24	23
I12	653	%586	1600	24	23
I15	1317	%30	1680	24	23



Şekil 4.33: Yeni Durum1 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları.

I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde yani kesim işleminde blok başına %2262'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1570 dk olacaktır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 23 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 24 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %2262 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %2262 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I1 kenar kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına olan %2262'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %360'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 949 dk ve P02 dış kaplama paneli için 653 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 23 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 24 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %360 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %360 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I3 panel imalat istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %360'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %360'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 1026 dk ve P02 dış kaplama paneli için 564 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 23 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 24 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %360 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %360 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I4 panel kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %360'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %450'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 760 dk ve P02 dış kaplama paneli için 864 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 23 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 24 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %450 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %450 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I5 profil punto kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %450'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %400'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 859 dk ve P02 dış kaplama paneli için 758 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 23 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 24 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %400 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %400 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I6 profil boğaz kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %400'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %56'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 641 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 23 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 24 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %56 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %56 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %56'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %1118'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1690 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 23 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 24 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %1118 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %1118 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I11 profil eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %1118'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %586'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1600 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 23 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 24 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %586 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %586 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I12 nest kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %586'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %30'luk bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1680 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 23 adet çift dip

bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 24 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %30 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %30 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I15 saç eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %30'luk işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

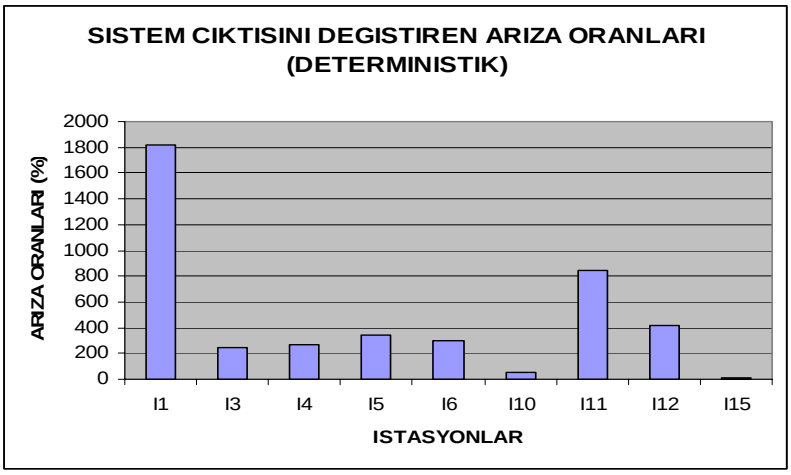
I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonlarındaki tezgahlarda meydana gelebilecek arızalardan kaynaklanan düşük oranlı gecikmeler sistemin çıktısını değiştirecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonları arıza açısından kritik istasyonlardır. Bu istasyonlarda meydana gelebilecek arızaların sistem çıktısına etkisini önleyebilmek için, yani, arızasız halde 720 saatlik çalışma sonucunda elde edilen 18 adetlik blok üretim sayısına ulaşabilmek için, bu istasyonlarda ekstra bir buffer alan ve bu alan üzerinde en az 1 blokluk malzemenin bulundurulması gerekmektedir.

4.29.3 Yeni Durum2'e uygulanan arıza halleri

Çizelge 4.15 ve şekil 4.34, Yeni Durum2'de, deterministik iş aktiviteleri gözönüne alınarak uygulanan arıza hellerinin Yeni Durum2 üzerindeki etkileri görülmektedir.

Çizelge 4.15: Arıza hallerinin Yeni Durum2 üzerindeki etkisi (deterministik).

Arıza ist.	İst.bit.sür.(dk)	Arıza oran	İst.bit.sür.arıza(dk)	Y.D.2 blok say.	Y.D.2 blok say.arıza
I1	190	%1820	1300	30	29
I3	P01 (369) P02 (253)	%250	P01(772) P02 (531)	30	29
I4	P01 (306) P02 (154)	%270	P01(846) P02 (462)	30	29
I5	P01 (175) P02 (197)	%340	P01(617) P02 (701)	30	29
I6	P01 (215) P02 (199)	%300	P01(698) P02 (618)	30	29
I10	410	%55	637	30	29
I11	350	%843	1360	30	29
I12	653	%420	1330	30	29
I15	1317	%6	1390	30	29



Şekil 4.34: Yeni Durum2 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları.

I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde yani kesim işleminde blok başına %1820'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1300 dk olacaktır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %1820 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %1820 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I1 kenar kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına olan %1820'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %250'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 772 dk ve P02 dış kaplama paneli için 531 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %250 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %250 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I3 panel imalat istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %250'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %270'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 846 dk ve P02 dış kaplama paneli için 462 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %270 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %270 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I4 panel kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %270'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %340'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 617 dk ve P02 dış kaplama paneli için 701 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %340 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %340 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I5 profil punto kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %340'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %300'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 698 dk ve P02 dış kaplama paneli için 618 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %300 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %300 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I6 profil boğaz kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %300'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %55'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 637 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %55 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %55 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %55'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %843'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1360 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %843 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %843 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I11 profil eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %843'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %420'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1330 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %420 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %420 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I12 nest kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %420'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %6'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1390 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip

bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %6 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %6 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I15 saç eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %6'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

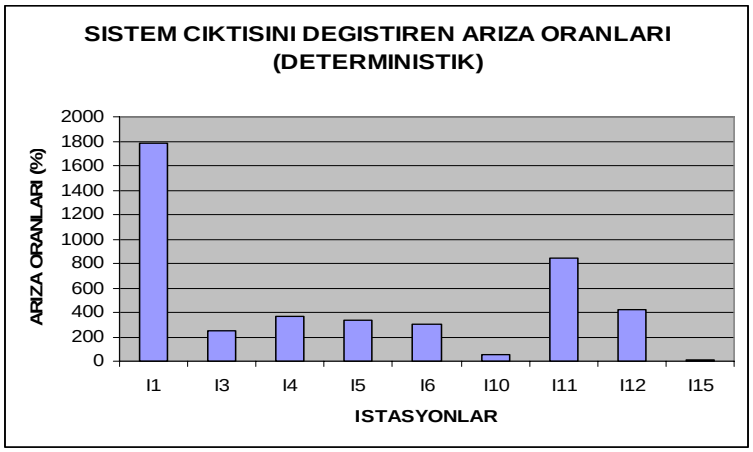
I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonlarındaki tezgahlarda meydana gelebilecek arızalardan kaynaklanan düşük oranlı gecikmeler sistemin çıktısını değiştirecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonları arıza açısından kritik istasyonlardır. Bu istasyonlarda meydana gelebilecek arızaların sistem çıktısına etkisini önleyebilmek için, yani, arızasız halde 720 saatlik çalışma sonucunda elde edilen 18 adetlik blok üretim sayısına ulaşabilmek için, bu istasyonlarda ekstra bir buffer alan ve bu alan üzerinde en az 1 blokluk malzemenin bulundurulması gerekmektedir.

4.29.4 Yeni Durum3'e uygulanan arıza halleri

Çizelge 4.16 ve şekil 4.35, Yeni Durum3'de, deterministik iş aktiviteleri gözönüne alınarak uygulanan arıza hellerinin Yeni Durum3 üzerindeki etkileri görülmektedir.

Çizelge 4.16: Arıza hallerinin Yeni Durum3 üzerindeki etkisi (deterministik).

Arıza ist.	İst.bit.sür.(dk)	Arıza oran	İst.bit.sür.arıza(dk)	Y.D.3 blok say.	Y.D.3 blok say.arıza
I1	190	%1786	1280	30	29
I3	P01 (369) P02 (253)	%250	P01(772) P02 (531)	30	29
I4	P01 (263) P02 (124)	%370	P01(844) P02 (440)	30	29
I5	P01 (175) P02 (197)	%340	P01(617) P02 (701)	30	29
I6	P01 (215) P02 (199)	%300	P01(698) P02 (618)	30	29
I10	410	%55	636	30	28
I11	350	%843	1360	30	29
I12	653	%420	1330	30	29
I15	1317	%6	1390	30	29



Şekil 4.35: Yeni Durum3 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları.

I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde yani kesim işleminde blok başına %1786'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1280 dk olacaktır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %1786 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %1786 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I1 kenar kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına olan %1786'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %250'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 772 dk ve P02 dış kaplama paneli için 531 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %250 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %250 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I3 panel imalat istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %250'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %370'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 844 dk ve P02 dış kaplama paneli için 440 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %370 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %370 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I4 panel kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %370'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %340'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 617 dk ve P02 dış kaplama paneli için 701 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %340 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %340 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I5 profil punto kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %340'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %300'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 698 dk ve P02 dış kaplama paneli için 618 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %300 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %300 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I6 profil boğaz kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %300'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %55'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 636 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 28 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %55 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %55 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %55'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %843'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1360 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %843 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %843 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I11 profil eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %843'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %420'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1330 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %420 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %420 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I12 nest kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %420'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %6'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1390 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 29 adet çift dip

bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 30 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %6 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %6 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I15 saç eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %6'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

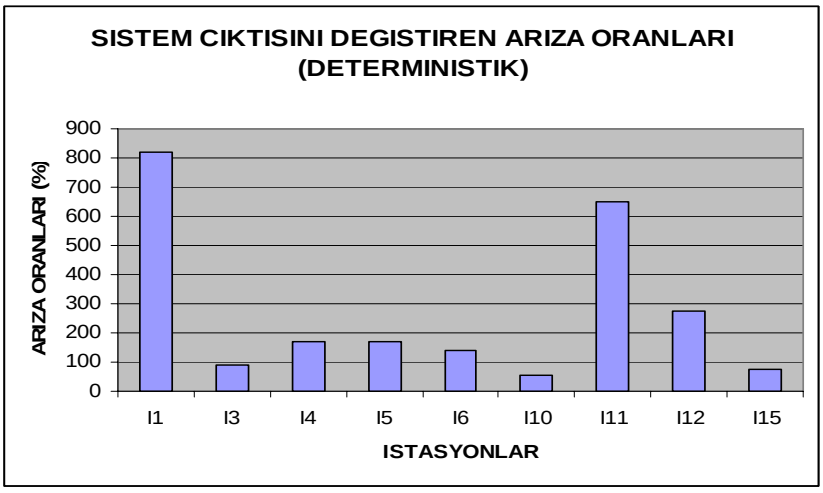
I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonlarındaki tezgahlarda meydana gelebilecek arızalardan kaynaklanan düşük oranlı gecikmeler sistemin çıktısını değiştirecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonları arıza açısından kritik istasyonlardır. Bu istasyonlarda meydana gelebilecek arızaların sistem çıktısına etkisini önleyebilmek için, yani, arızasız halde 720 saatlik çalışma sonucunda elde edilen 18 adetlik blok üretim sayısına ulaşabilmek için, bu istasyonlarda ekstra bir buffer alan ve bu alan üzerinde en az 1 blokluk malzemenin bulundurulması gerekmektedir.

4.29.5 Yeni Durum4'e uygulanan arıza halleri

Çizelge 4.17 ve şekil 4.36, Yeni Durum4'de, deterministik iş aktiviteleri gözönüne alınarak uygulanan arıza hellerinin Yeni Durum4 üzerindeki etkileri görülmektedir.

Çizelge 4.17: Arıza hallerinin Yeni Durum4 üzerindeki etkisi (deterministik).

Arıza ist.	İst.bit.sür.(dk)	Arıza oran	İst.bit.sür.arıza(dk)	Y.D.4 blok say.	Y.D.4 blok say.arıza
I1	190	%820	690	37	36
I3	P01 (369) P02 (253)	%90	P01(514) P02 (353)	37	36
I4	P01 (263) P02 (124)	%170	P01(530) P02 (270)	37	36
I5	P01 (175) P02 (197)	%170	P01(396) P02 (450)	37	36
I6	P01 (215) P02 (199)	%140	P01(440) P02 (394)	37	36
I10	410	%54	633	37	36
I11	350	%651	1130	37	36
I12	653	%277	1100	37	36
I15	659	%74	1100	37	36



Şekil 4.36: Yeni Durum4 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları.

I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde yani kesim işleminde blok başına %820'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 690 dk olacaktır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %820 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %820 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I1 kenar kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına olan %820'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %90'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 514 dk ve P02 dış kaplama paneli için 353 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %90 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %90 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I3 panel imalat istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %90'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %170'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 530 dk ve P02 dış kaplama paneli için 270 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %170 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %170 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I4 panel kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %170'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %170'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 396 dk ve P02 dış kaplama paneli için 450 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %170 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %170 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I5 profil punto kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %170'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %140'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 440 dk ve P02 dış kaplama paneli için 394 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %140 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %140 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I6 profil boğaz kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %140'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %54'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 633 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %54 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %54 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %54'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %651'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1130 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %651 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %651 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I11 profil eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %651'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %277'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1100 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %277 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %277 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I12 nest kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %277'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %74'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1100 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip

bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %74 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %74 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I15 saç eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %74'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

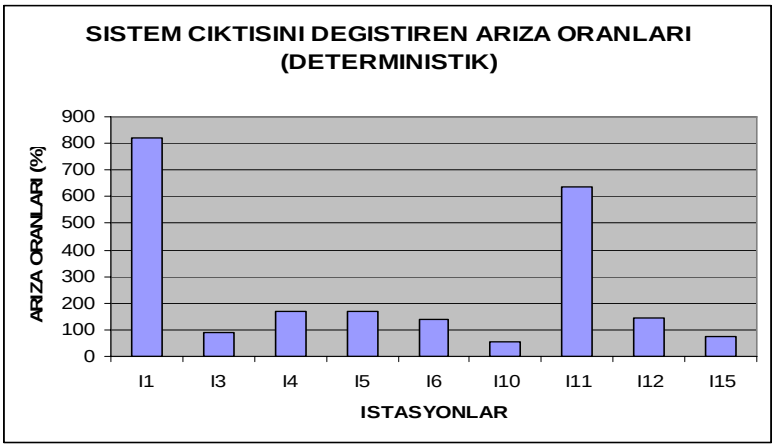
I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonlarındaki tezgahlarda meydana gelebilecek arızalardan kaynaklanan düşük oranlı gecikmeler sistemin çıktısını değiştirecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonları arıza açısından kritik istasyonlardır. Bu istasyonlarda meydana gelebilecek arızaların sistem çıktısına etkisini önleyebilmek için, yani, arızasız halde 720 saatlik çalışma sonucunda elde edilen 18 adetlik blok üretim sayısına ulaşabilmek için, bu istasyonlarda ekstra bir buffer alan ve bu alan üzerinde en az 1 blokluk malzemenin bulundurulması gerekmektedir.

4.29.6 Yeni Durum5'e uygulanan arıza halleri

Çizelge 4.18 ve şekil 4.37, Yeni Durum5'de, deterministik iş aktiviteleri gözönüne alınarak uygulanan arıza hellerinin Yeni Durum5 üzerindeki etkileri görülmektedir.

Çizelge 4.18: Arıza hallerinin Yeni Durum5 üzerindeki etkisi (deterministik).

Arıza ist.	İst.bit.sür.(dk)	Arıza oran	İst.bit.sür.arıza(dk)	Y.D.5 blok say.	Y.D.5 blok say.arıza
I1	190	%820	690	37	36
I3	P01 (369) P02 (253)	%90	P01(514) P02 (353)	37	36
I4	P01 (263) P02 (124)	%170	P01(530) P02 (270)	37	36
I5	P01 (175) P02 (197)	%170	P01(396) P02 (450)	37	36
I6	P01 (215) P02 (199)	%140	P01(440) P02 (394)	37	36
I10	410	%54	633	37	36
I11	350	%635	1110	37	36
I12	616	%142	1100	37	36
I15	659	%74	1100	37	36



Şekil 4.37: Yeni Durum5 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları.

I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde yani kesim işleminde blok başına %820'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 690 dk olacaktır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %820 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %820 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I1 kenar kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına olan %820'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %90'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 514 dk ve P02 dış kaplama paneli için 353 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %90 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %90 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I3 panel imalat istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %90'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %170'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 530 dk ve P02 dış kaplama paneli için 270 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %170 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %170 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I4 panel kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %170'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %170'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 396 dk ve P02 dış kaplama paneli için 450 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %170 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %170 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I5 profil punto kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %170'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %140'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 440 dk ve P02 dış kaplama paneli için 394 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %140 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %140 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I6 profil boğaz kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %140'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %54'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 633 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %54 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %54 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %54'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %635'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1110 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %635 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %635 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I11 profil eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %635'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %142'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1100 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %142 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %142 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I12 nest kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %142'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %74'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1100 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip

bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %74 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %74 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I15 saç eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %74'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

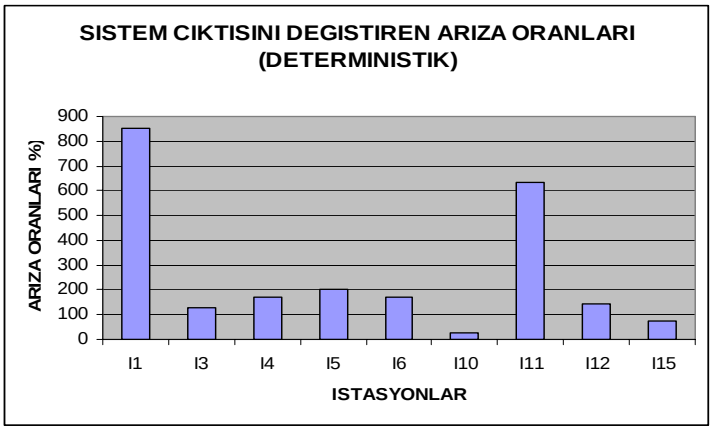
I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonlarındaki tezgahlarda meydana gelebilecek arızalardan kaynaklanan düşük oranlı gecikmeler sistemin çıktısını değiştirecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonları arıza açısından kritik istasyonlardır. Bu istasyonlarda meydana gelebilecek arızaların sistem çıktısına etkisini önleyebilmek için, yani, arızasız halde 720 saatlik çalışma sonucunda elde edilen 18 adetlik blok üretim sayısına ulaşabilmek için, bu istasyonlarda ekstra bir buffer alan ve bu alan üzerinde en az 1 blokluk malzemenin bulundurulması gerekmektedir.

4.29.7 Yeni Durum6'a uygulanan arıza halleri

Çizelge 4.19 ve şekil 4.38, Yeni Durum6'da, deterministik iş aktiviteleri gözönüne alınarak uygulanan arıza hellerinin Yeni Durum6 üzerindeki etkileri görülmektedir.

Çizelge 4.19: Arıza hallerinin Yeni Durum6 üzerindeki etkisi (deterministik).

Arıza ist.	İst.bit.sür.(dk)	Arıza oran	İst.bit.sür.arıza(dk)	Y.D.6 blok say.	Y.D.6 blok say.arıza
I1	190	%852	710	37	36
I3	P01 (305) P02 (210)	%130	P01(514) P02 (354)	37	36
I4	P01 (263) P02 (124)	%170	P01(530) P02 (270)	37	36
I5	P01 (175) P02 (197)	%200	P01(435) P02 (494)	37	36
I6	P01 (215) P02 (199)	%170	P01(489) P02 (436)	37	36
I10	410	%29	528	37	34
I11	350	%635	1110	37	36
I12	616	%142	1100	37	36
I15	659	%74	1100	37	36



Şekil 4.38: Yeni Durum6 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları.

I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde yani kesim işleminde blok başına %852'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 710 dk olacaktır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %852 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %852 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I1 kenar kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına olan %852'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %130'luk bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 514 dk ve P02 dış kaplama paneli için 354 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %130 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %130 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I3 panel imalat istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %130'luk işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %170'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi

P01 tanktop paneli için 530 dk ve P02 dış kaplama paneli için 270 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %170 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %170 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I4 panel kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %170'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %200'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 435 dk ve P02 dış kaplama paneli için 494 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %200 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %200 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I5 profil punto kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %200'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %170'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 489 dk ve P02 dış kaplama paneli için 436 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %170 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %170 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I6 profil boğaz kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %170'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %29'luk bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş

süresi 528 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %29 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %29 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %29'luk işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %635'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1110 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %635 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %635 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I11 profil eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %635'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %142'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1100 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %142 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %142 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I12 nest kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %142'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %74'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1100 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana

gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %74 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %74 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I15 saç eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %74'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

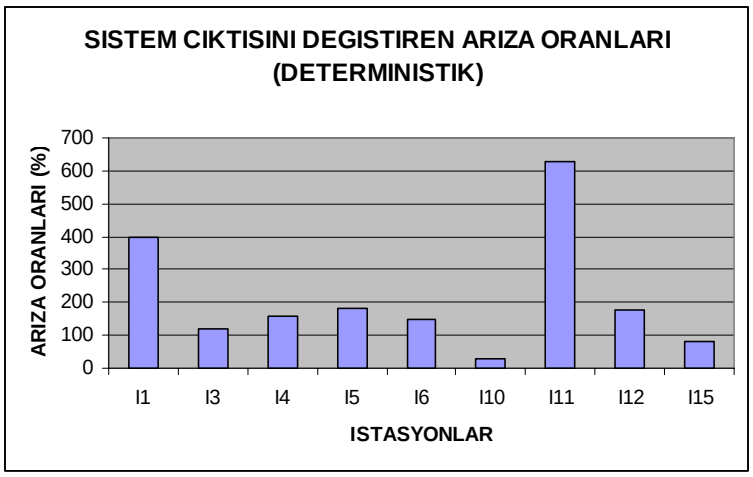
I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonlarındaki tezgahlarda meydana gelebilecek arızalardan kaynaklanan düşük oranlı gecikmeler sistemin çıktısını değiştirecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonları arıza açısından kritik istasyonlardır. Bu istasyonlarda meydana gelebilecek arızaların sistem çıktısına etkisini önleyebilmek için, yani, arızasız halde 720 saatlik çalışma sonucunda elde edilen 18 adetlik blok üretim sayısına ulaşabilmek için, bu istasyonlarda ekstra bir buffer alan ve bu alan üzerinde en az 1 blokluk malzemenin bulundurulması gerekmektedir.

4.29.8 Yeni Durum7'e uygulanan arıza halleri

Çizelge 4.20 ve şekil 4.39, Yeni Durum7'de, deterministik iş aktiviteleri gözönüne alınarak uygulanan arıza hellerinin Yeni Durum7 üzerindeki etkileri görülmektedir.

Çizelge 4.20: Arıza hallerinin Yeni Durum7 üzerindeki etkisi (deterministik).

Arıza ist.	İst.bit.sür.(dk)	Arıza oran	İst.bit.sür.arıza(dk)	Y.D.7 blok say.	Y.D.7 blok say.arıza
I1	312	%400	710	37	36
I3	P01 (305) P02 (210)	%120	P01(498) P02 (343)	37	36
I4	P01 (263) P02 (124)	%160	P01(514) P02 (259)	37	36
I5	P01 (175) P02 (197)	%180	P01(409) P02 (463)	37	36
I6	P01 (215) P02 (199)	%150	P01(456) P02 (409)	37	36
I10	410	%30	531	37	35
I11	350	%630	1110	37	36
I12	544	%176	1100	37	36
I15	659	%80	1139	37	35



Şekil 4.39: Yeni Durum7 sistem çıktısını değiştiren arıza oranları.

I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde yani kesim işleminde blok başına %400'lük bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 710 dk olacaktır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I1 kenar kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %400 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %400 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I1 kenar kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına olan %400'lük işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %120'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 498 dk ve P02 dış kaplama paneli için 343 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I3 panel imalat istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %120 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %120 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I3 panel imalat istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %120'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %160'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 514 dk ve P02 dış kaplama paneli için 259 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I4 panel kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %160 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %160 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I4 panel kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %160'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %180'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 409 dk ve P02 dış kaplama paneli için 463 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I5 profil punto kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %180 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %180 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I5 profil punto kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %180'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %150'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi P01 tanktop paneli için 456 dk ve P02 dış kaplama paneli için 409 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I6 profil boğaz kaynak istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %150 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %150 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I6 profil boğaz kaynak istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %150'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %30'luk bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 531 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 35 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I10 profil kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %30 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %30 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %30'luk işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %630'luk bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1110 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I11 profil eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %630 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %630 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I11 profil eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %630'luk işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %176'lık bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1100 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 36 adet çift dip bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I12 nest kesim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %176 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %176 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I12 nest kesim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %176'lık işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelebilecek bir arıza tezgahın işlem süresinde blok başına %80'lik bir gecikmeye neden olursa, istasyonun bitiş süresi 1139 dk olmaktadır. Bu durumda, sistem 720 saatlik çalışma sonunda 35 adet çift dip

bloğu üretecektir. Arıza hali olmadan sistem 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet çift dip blok üretimi yapmaktaydı. Yani, I15 saç eğim istasyonundaki tezgahta meydana gelen arıza, tezgahın yapacağı işlemi blok başına %80 oranında geciktirirse, bu takdirde sistemin çıktısı değişecektir. Blok başına %80 oranının altında meydana gelebilecek gecikmeler, sistemin çıktısını değiştirmeyecektir. Dolayısıyla, I15 saç eğim istasyonu için tezgah işlem süresindeki blok başına %80'lik işlem süresi gecikmesi sistem çıktısı açısından sınır kabul edilebilir.

I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonlarındaki tezgahlarda meydana gelebilecek arızalardan kaynaklanan düşük oranlı gecikmeler sistemin çıktısını değiştirecektir. Dolayısıyla, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonları arıza açısından kritik istasyonlardır. Bu istasyonlarda meydana gelebilecek arızaların sistem çıktısına etkisini önleyebilmek için, yani, arızasız halde 720 saatlik çalışma sonucunda elde edilen 37 adetlik blok üretim sayısına ulaşabilmek için, bu istasyonlarda ekstra bir buffer alan ve bu alan üzerinde en az 2 blokluk malzemenin bulundurulması gerekmektedir.

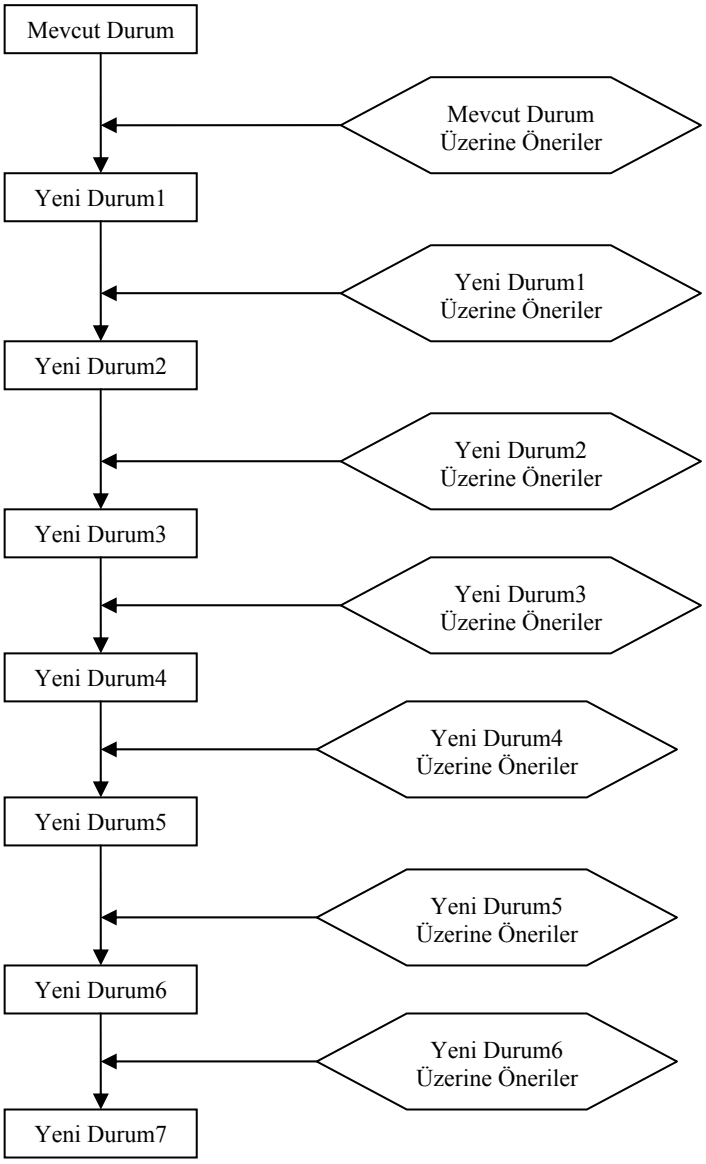
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, bir çift dip bloğunun üretim süreçleri ele alınmış ve süreçlerin iyileştirilmesiyle en fazla çıktıyı elde etmek ve çeşitli arıza senaryolarının uygulanmasıyla birlikte, planlamacıların başlangıçta arıza durumlarına karşı önceden önlemlerini almaları amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, bir iyileştirme süreci modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu iyileştirme süreci modeli sürekli iyileştirme (Kaizen), darboğaz teorisi ve Arena simülasyon programı uygulamasını içermektedir. Modelde öncelikle, problem tanımlanmış ve bu problemin seçilme nedenleri belirtildikten sonra, bu probleme neden olabilecek etmenler bir sebep-sonuç yani balık kılçığı diyagramında gösterilmiştir. Daha sonra, mevcut durum için, bütün iş istasyonları detaylı bir şekilde incelenerek, her bir istasyon için akış diyagramları belirlenmiş ve sonuçta her istasyonun istasyon bitiş süreleri ortaya çıkarılmıştır. Mevcut durumdaki istasyon bitiş süreleri elde edildikten sonra, mevcut sistem Arena simülasyon programında modellenerek, mevcut durumun 720 saatlik çalışma süresinde ne kadarlık çıktı ürettiği yani kaç adet çift dip bloğu üretimi yaptığı ve darboğaza neden olan istasyonlar belirlenmiştir. Mevcut durum üzerinde, darboğaz istasyonu belirlendikten sonra, darboğaz teorisi ilkesine göre, önerilen değişiklikler darboğaz istasyonu gözönüne alınarak yapılmıştır. Mevcut durum üzerinde yapılan bu değişiklikler, mevcut durumdaki akış diyagramlarına yansıtılarak, yeni istasyon bitiş süreleri elde edilmiş ve böylece Yeni Durum1 oluşturulmuştur. Aynı şekilde, Yeni Durum1, Arena'da modellenerek ne kadarlık çıktı meydana getirdiği ve Yeni Durum1 üzerinde darboğaza neden olan istasyon belirlenmiştir. Yeni Durum1 üzerinde yapılacak değişiklikler de yine darboğaz teorisi ilkesine göre darboğaza neden olan istasyon üzerinde yapılmıştır. Bu şekilde, iyileştirme sürecinde en son Yeni Durum7 elde edilecektir. Dolayısıyla, mevcut durumdan başlayarak sürekli iyileştirmelerle en iyi çıktıyı sağlayan üretim süreçlerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Sonuçta, en iyi çıktıyı sağlayan durumun Yeni Durum7'i oluşturan üretim süreçleri olduğu belirlenmiştir. Yeni Durum7, iyileştirme sürecinde oluşturulan ideal durum olarak kabul edilmiştir. Diğer bir deyişle, Yeni Durum7'deki üretim süreçleri uygulandığında, tersane belirli bir sürede daha fazla sayıda çift dip

bloğu üretecektir (yaklaşık %100'lük artış) ve teslimatın daha kısa sürede gerçekleşmesi sağlanacaktır. Böylelikle, hem müşteri memnuniyeti sağlanacak hem de yıllık gemi üretim sayısı artacaktır. Yıllık gemi üretim sayısındaki artış, tersanenin yıllık cirosunu artıracak ve yıl sonunda tersaneye daha fazla miktarda nakit girişi sağlanacaktır. Ayrıca, tersane çalışanlarının moral ve motivasyonları da olumlu şekilde etkilenecektir.

İyileştirme modelinde, daha sonraki adımda, mevcut durum'dan, elde edilen Yeni Durum7'e kadar olan her durum üzerinde bazı arıza halleri uygulanarak, söz konusu arıza hallerinden en çok etkilenen istasyonlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmada, yukarıda da bahsedildiği gibi çift dip bloğunun çevrim süresinin kısaltılması için mevcut sistem üzerinde kademeli olarak iyileştirmeler yapılmaya çalışılmış ve yapılan her değişiklik veya değişiklikler sonucunda yeni istasyon süreleri elde edilmiştir. Her değişiklik sonucu ortaya çıkan yeni durumlar değerlendirilmiş ve çift dip bloğu çevrim süresi belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 5.1: Mevcut Durum'dan Yeni Durum7'e olan geçişler.

Yukarıdaki şekilde belirtilen her durum, bir önceki durumda yapılan değişiklik veya değişiklikler sonucu elde edilmiştir. Yapılan her değişiklik bir önceki durumda belirlenen iş akış diyagramlarına yansıtılarak yeni istasyon bitiş süreleri elde edilmiş ve sonuçta yeni durumlar ortaya çıkmıştır.

Elde edilen ideal üretim sistemi yani Yeni Durum7'deki üretim süreçleri uygulandığında, mevcut durum'a göre belirli bir sürede daha fazla sayıda çift dip bloğu üretimi yapılacaktır. Mevcut durum'da deterministik durum gözönüne alındığında 720 saatlik çalışma sonunda sistem 18 adet blok üretmekteydi. Yapılan değişikliklerle birlikte, Yeni Durum7 gözönüne alındığında sistem yine aynı çalışma süresinde yani 720 saatlik çalışma sonunda 37 adet blok üretmektedir. Diğer bir

deyişle, mevcut durum'da sistem her 2400 dk'da bir çift dip bloğu üretirken, iyileştirme süreci sonunda ortaya çıkan Yeni Durum7'de sistem her 1168 dk'da bir çift dip bloğu üretecektir. Yani, çift dip bloğu üretim süresi kısalacak ve sistemin çıktı miktarı artacaktır. Yine, iş aktivitelerinin normal ve beta dağılımlı olduğu düşünüldüğünde de üretim miktarının arttığı görülmüştür. Sonuç olarak, yapılan iyileştirmeler sonucunda yaklaşık olarak %100'lük bir iyileştirme sağlanmıştır.

İyileştirme sürecinde yapılan değişikliklere bakıldığında, mevcut durumdan Yeni Durum7'e gelene kadar 27 adet değişiklik yapılmıştır. Yapılan bu değişikliklerden 17 adedi, herhangi bir şekilde ekipman sayısını değiştirmemektedir. Yani, yeni ekipman alımı gerektirmemektedir. Yapılan değişikliklerden 21 adedi, işgücü sayısını değiştirmemektedir. Sonuçta, yapılan değişikliklerin büyük bir bölümünde, herhangi bir ekipman yatırımı veya fazladan bir işgücü ihtiyacına gerek duyulmamaktadır. Aşağıdaki tablo, iyileştirme süreci boyunca yapılan değişiklikleri ve bunların ekipman ve işgücü sayısı üzerindeki etkilerini göstermektedir.

Çizelge 5.1: Yapılan değişikliklerin ekipman ve işçi sayıları üzerindeki etkisi.

DEG.NO	DEG.IST.	DEGISIKLIK ADI	EK.SAY.	IS.SAY.
1	I1	Sintine saçlarının kesim işlemlerinin yapılması	→	→
2	I3	Tol.saç.ve toz.kay.ön.saç.pun.kay.bağ.işl.ope.ve ope.yard.taraf.yap.	→	→
3	I4	Raspalama ve markalama işlemlerinin aynı anda yapılması	→	→
4	I4	Tank.Pan.(P01) üzerine 4 adet manholün tek taraflı kaynak işlemlerinin yap.	↑	→
5	I4	Dış kaplama paneli üzerine (P02) 2 adet lavra tapası montajının yapılması	↑	→
6	I4	Dış kaplama paneli üzerine (P02) 6 adet tutyanın montajının yapılması	↑	→
7	I7	Modül montajının yapılması	→	→
8	I8	Ekip sayısının 7'den 16'a çıkarılması	↑	↑
9	I12	Sintine saçlarının kesim işleminin yapılmaması	→	→
10	I12	Plazma kesim tezgahına inkjet torcu ilavesi	↑	→
11	I13	Teçhizli yapı imalatında 3 adet merdiven montajı	→	→
12	I13	Teçhizli yapı imalatında 32 adet tutyanın montajı	→	→
13	I13	Üretilen teçhizli yapıların birleştirilip modül oluşturulması	→	→
14	I13	Üretilen modül üzerine 26 adet boru sisteminin montajı	→	→
15	I14	Ana yapı grub.ve elemanlı eğrisel panelin imalatlarının paralel olarak yap.	↑	↑
16	I14	Ana yapı grub.ve ele.eğr.pan.mont.iki yapı.üret.görev yap. İşçi. Taraf.birlik.yap.	→	→
17	I14	Üretilen kutu bloklara 4'er ve 5'er adet boru sisteminin montajının yapılması	→	→
18	I15	Pres tezgah ilavesi	↑	↑
19	I16	Blok ters durumdayken 2 adet lavra tapasının montaj işlemlerinin tamam.	→	→
20	I16	Blok ters durumdayken 1 adet merdivenin montajının tamamlanması	→	→
21	I16	Blok düz durumdayken 4 adet manholün montajının tamamlanması	→	→
22	I16	Blok düz durumdayken 20 adet konteyner dablinginin montajının tamam.	→	→
23	I16	Blok düz durumdayken 2 adet sintine kuyusu kapağının montajının tamam.	→	→
24	I16	Blok düz durumdayken 4 adet tutyanın montajının tamamlanması	→	→
25	I16	Boru montaj işlemlerinin yapılmaması	↓	↓
26	I16	Çelik montaj işlemlerinde gazaltıcıların sayısının artırılması	↑	↑
27	I16	Çelik montaj işlemlerinde punto kaynakçıların sayısının artırılması	↑	↑

*: →: Değişim yok, ↓: Azalma var, ↑: Artış var.

Bir üretim sistemini oluşturan iş istasyonlarında bulunan tezgahlarda meydana gelebilecek bir takım arızalar, doğal olarak gecikmelere neden olacaktır. Meydana gelen arızalar, istasyonda yapılan işlerin geç bitmesine neden olacaktır. Arızanın olduğu istasyonda meydana gelen bu gecikmeler sistemin bütününü etkileyerek, başlangıçta belirli bir süre içersinde hedeflenen üretim miktarından sapmalara neden olabilecektir. Bu istenen bir durum değildir. Meydana gelebilecek arızalara karşı hazırlıklı olmak ve başlangıçta belirli bir sürede üretilmesi planlanan çıktı miktarını gerçekleştirebilmek çok önemlidir. Bunun için, başlangıçta, üretim sistemini oluşturan iş istasyonlarında meydana gelebilecek arıza hallerinin sistemin çıktısını nasıl değiştirdiği belirlenmelidir. Bu şekilde, hangi istasyonların arıza açısından kritik istasyon olduğu belirlenebilir ve bu şekilde bazı önlemler almak mümkün olabilir. Eğer, herhangi bir iş istasyonunda meydana gelen arızadan kaynaklanan düşük oranlı gecikmeler, sistemin çıktı miktarını değiştiriyorsa, bu takdirde o istasyon arıza açısından kritik bir istasyon olarak kabul edilebilir ve başlangıçta hedeflenen çıktı değerine ulaşabilmek için, arızanın meydana gelebileceği istasyonda ilave bir buffer alan oluşturulabilir. Bu ilave buffer alan üzerinde, o istasyonda üretilen parçalar fazladan yedeklenebilir. Böylelikle, o istasyonda meydana gelebilecek bir arıza durumunda, üretimin aksamaması için ilave buffer alanda bulunan ve daha önceden yedeklenmiş olan istasyon çıktı ürünü kullanılabilir. Böylelikle, hedeflenen sistem çıktı miktarından sapılmamış olur.

Bu çalışmada, iyileştirme sürecinde karşılaşılan her durum için, yani mevcut durum'dan, elde edilen Yeni Durum7'e kadar olan her durumun üzerinde çeşitli arıza halleri uygulanmıştır. Uygulanan her arıza halinde, söz konusu arızanın meydana geldiği istasyondaki tezgahın yapacağı işlemin süresi belirli oranlarda artırılmak suretiyle hangi artış oranında sistemin çıktısının değiştiği belirlenecektir. Bu arıza senaryolarının neler olduğu Bölüm 4'de bir uygulama üzerine gösterilmiştir.

Bölüm 4'te yapılan uygulamadan da görülebildiği gibi, mevcut durum'da, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonlarında meydana gelebilecek arızalardan kaynaklanan düşük oranlı gecikmeler sistemin çıktısını değiştirecektir. I10 profil kesim istasyonunda meydana gelebilecek bir arıza eğer blok başına işlem süresini %57 oranında geciktiriyorsa, bu durumda sistem çıktısı değişecektir. Diğer bir değişle, I10 profil kesim istasyonunda meydana gelebilecek bir arızadan kaynaklanan blok başına %56'a varan gecikmeler sistem çıktısını değiştirmemektedir. Ancak, gecikmeler blok

başına %57'e ulaştığı an sistem çıktısı değişecektir. Dolayısıyla bu oran, sistem çıktısı açısından kritik bir orandır. I15 pres istasyonunda ise bu kritik oran %15'dir. Dolayısıyla, mevcut durum için, I10 ve I15 istasyonlarına ilave bir buffer alan ayırmak ve bu alanda en az bir blokluk malzemenin yedeklenmesi gerekmektedir.

Yeni Durum1, Yeni Durum2, Yeni Durum4, Yeni Durum5'te yine, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonları arıza açısından kritik istasyonlardır. Her iki istasyonda da, arıza ihtimaline karşılık en az bir blokluk malzemenin yedeklenebileceği ekstra bir buffer alanın ayrılması gerekmektedir.

Yeni Durum3'de, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonları arıza açısından kritik istasyonlardır ve arıza ihtimaline karşılık I10 profil kesim istasyonunda en az iki blokluk, I15 saç eğim istasyonunda ise en az bir blokluk malzemenin yedeklenebileceği ekstra bir buffer alana ihtiyaç vardır.

Yeni Durum6'da, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonları arıza açısından kritik istasyonlardır ve arıza ihtimaline karşılık I10 profil kesim istasyonunda en az üç blokluk, I15 saç eğim istasyonunda ise en az bir blokluk malzemenin yedeklenebileceği ekstra bir buffer alana ihtiyaç vardır.

Yeni Durum7'de, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonları arıza açısından kritik istasyonlardır ve arıza ihtimaline karşılık her iki istasyonda da en az iki blokluk malzemenin yedeklenebileceği ekstra bir buffer alana ihtiyaç vardır.

Arıza durumlarına bakıldığında, bir çift dip bloğunun üretiminde, I10 profil kesim ve I15 saç eğim istasyonlarında meydana gelebilecek küçük oranlı gecikmeler sistemin çıktısını değiştirmektedir. Dolayısıyla, üretim mühendisleri bu istasyonları sürekli olarak dikkatle gözlemlemeli ve herhangi bir arızanın oluşmamasına gayret göstermelidirler. Ayrıca, meydana gelebilecek arızalara karşı, başlangıçta koyulan üretim hedefine ulaşabilmek ve üretimin akışını aksatmamak için, bu iki istasyonda da ekstra buffer alanlar ayrılmalı ve bu buffer alanları üzerinde bu istasyonlarda üretilen ara ürünler arıza meydana geldiğinde kullanılmak üzere yedeklenmelidir.

Bu çalışma sonunda , bir iyileştirme süreci modeli esas alınarak bir çift dip bloğunun çevrim süresinin yapılan önerilerle nasıl kısaltıldığı teorik olarak gösterilmiştir. Ayrıca, bazı arıza senaryoları yine teorik olarak uygulanmış ve arıza durumlarında sistem çıktısını en çok veya en çabuk etkileyen kritik istasyonlar belirlenmiştir. Tersaneler, bu çalışmada ele alınan iyileştirme süreci modelini, kendi tersaneleri için

kullanabilir ve tersane içersindeki her türlü üretim problemlerinin çözümünde bu modeldeki adımları uygulayabilirler. Böylelikle, süreçlerini sürekli olarak kontrol altında tutabilir ve iyileştirebilirler.

Sonraki çalışmalarda, burada teoride yapılan önerilerin tersanelere tatbik edilmesi ve alınacak sonuçların incelenmesi yapılabilir. Bunun için, burada anlatılan veya buna benzer üretim hatlarına sahip olan bir pilot tersanenin belirlenmesi ve bu çalışmada yapılan önerilerin bu pilot tersanenin iş istasyonlarına uygulanması gerekmektedir. Ancak bunun için, tersane yöneticilerinin değişime açık olması gerekmektedir. Tersane yöneticileri ikna edilebilir ve burada önerilen değişimler tersanelere adapte edilebilirse sistem çıktısı olarak gözle görülür bir iyileşmenin sağlanacağına inanılmaktadır.

Bu çalışmada ele alınan iyileştirme süreci modelinde, mevcut durum üzerinde yapılan iyileştirmeler sonucunda yedi adet yeni durum elde edilmiştir. Tersane süreçleri üzerinde iyileştirilebilecek başka aktiviteler de bulunabilir. Araştırmacıların, bu tezde verilen iş süreçlerini teker teker inceleyerek, iyileştirme yapılabilecek başka noktaları da bulmaları mümkündür.

KAYNAKLAR

[1] **Bookman, A. C.,** 1985: Toward more-productive naval shipbuilding-results of an assessment by the national research council, *Journal of Ship Production*,Vol.**1**, No.3, August, pp.157-161.

[2] **Sredni, J.,** 1992: Design of experiments: A tool for continuous process improvement, *IEEE / IRPS*, pp.1-2 , Resource optimization institute.

[3] **Santella, R.,** 1989: The role of test in a "continuous improvement" enviroment, *International Test Conference*, pp.304-308, GenRad Inc.

[4] **Koenig, P.C., Narita, H., and Baba, K.,** 2003: Shipbuilding productivitiy rates of change in east asia, *Journal of Ship Production*, Vol.**19**, No.1, February, pp.32-37.

[5] **Dugnas, K.,** 2007: Implementation of LC, *Molde Research Institute*, A report on the latest research in Norway, October.

[6] **Rashwan, A.M., Naguib, A.,** 2006: Toward improving the cost competitive position for shipbuilding yards, *Alexandria Engineering Journal*, Vol.**45**, No.5, pp. 537-543, September.

[7] **Inozu, B., etal.,** 2006: New horizons for shipbuilding process improvement, *Journal of Ship Production*, Vol.**22**, No.2, May, pp.87-98.

[8] **U.S. Department of Defence**, 2006: Continuous Process Improvement Transformation Guidebook, May.

[9] **Frankel, E.G.,** 1985: Impact of technological change on shipbuilding productivitiy, *Journal of Ship Production*, Vol.**1**, No.3, August, pp.174-183.

[10] **NSRP**, 2001. Benchmarking of U.S. Shipyards, *Overall Industry Reports*, January.

[11] **Sverdrup, C.F.,** 1985: Considerations regarding improved productivitiy based on experience for series production of merchant ships, *Journal of Ship Production*, Vol.**1**, No.3, August, pp.149-156.

[12] **Url-1** <*http://www.businews.eu/icerik.aspx.?ID.*, alındığı tarih Nisan 2009.

[13] **Pamir, G.,** 1997: Süreç yönetimi ve bir süreç geliştirme uygulaması, *Yüksek lisans tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran.

[14] **Demir, B.,** 1998: Süreç özdeğerlendirmesi için bir model önerisi, *Yüksek lisans tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Şubat.

[15] **Çetin, A.,** 2000: Süreç geliştirme siparişten sevkiyata makro süreç uygulaması, *Yüksek lisans tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran.

[16] **Özdemir, D.,** 2006: Süreç analizi: Bir metalurji firmasında inceleme, *Yüksek lisans tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Aralık.

[17] **Middleton, N.T.,** 1996: Applying the continuous improvement process to engineering design in the laboratory, *IEEE*, 1996, pp.1429-1433, Division of Engineering, Colorado School of Mines.

[18] **Blasdale, S.,** 2004: From theory to practise: Kaizen and The Academy of the Pacific Rim, *Journal of Education*, Vol.**185**, No.2, pp.1-10.

[19] **Friesner, D.,** 2009: How to improve patient satisfaction when patients are already satisfied:A continuous process improvement approach, *Hospital Topics:Research and Perspectives on Healthcare*, Vol.**87**, No.1, pp.24-40.

[20] **Hummer, J, and Daccarett, C.,** 2009: Improvement in prescription renewal handling by application of the lean process, *Nursing Economics*, Vol.**27**, No.3, June, pp.197-201.

[21] **Eker, E.,** 1999: Proses iyileştirme kavramının boya prosesine uygulanması, *Yüksek lisans tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Şubat.

[22] **Gebhardt, L., Jarvis, R.,** 2003: Productivitiy improvement at the Senesco Shipyard, *Journal of Ship Production*, Vol.**19**, No.3, August, pp.187-193.

[23] **Hardwick, M., Kassel B., Crump, B., and Garret, S.,** 2005: Improving shipyard manufacturing processes using STEP-NC, *Journal of Ship Production*, Vol.**21**, No.3, August, pp.170-176.

[24] **DiBarra, C.,** 2002: 5S-A tool for culture change in shipyards, *Journal of Ship Production*,Vol.**18**, No.3, August, pp.143-151.

[25] **Odabaşı, A.Y., Alkaner, S., Ölçer, A. and Sukas, N.,** 1997: Reengineering of small and medium-sized ship production facilities: An example for Turkish Shipbuilding industry, *Journal of Ship Production*, Vol.**13**, No.1, February, pp.8-15.

[26] **Odabaşı, A.Y., etal.**, 1993: Development and Evaluation of Marmara Shipyard's Expansion Programme, *Contract Report*, July, İstanbul, (commercial in confidence)

[27] **Larson, T., and Tice, J.,** 2005: Lean and EMS Integration Workshop, *Environmental Technologies*, Ship Production Panels, June.

[28] **Lamb, T.,** 2006: Simulation-based performance improvement for shipbuilding processes, *Journal of Ship Production*, Vol. **22**, No. 2, May, pp.49-65.

[29] **Okumoto, Y., Hiyoku, K., and Uesug, N.,** 2006: Simülation-based ship production using three-dimensional CAD, *Journal of Ship Production*, Vol.**22**, No.3, August, pp.155-159.

[30] **Shin, J.G.,** 2004: A modeling and simülation of production process in subassembly lines at a shipyard, *Journal of Ship Production*, Vol.**20**, No.2, May, pp.79-83.

[31] **Shin, J.G.,** 2009: A concept and framework for a shipyard layout design based on simülation, *Journal of Ship Production*, Vol.**25**, No.3, August, pp.126-135.

[32] **Alfeld, L.E., Pilliod, C.S., and Wilkins, J.R.,** 1998: The virtual shipyard: A simülation model of the shipbuilding process, *Journal of Ship Production*, Vol.**14**, No.1, February, pp.33-40.

[33] **Alkaner, S.,** 1998: Gemi üretiminin benzetim ile modellenmesi ve analizi: Vaka çalışması, *Doktora tezi*, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Ekim.

[34] **Greenwood A.G., Hill, H.W.,** 2005: Simulation Optimization Decision Support System for Ship Panel Shop Operations, Proceedings of the 2005 *Winter Simulation Conference*, pp. 2078-2086.

[35] **ESAB,** 2005. Consumables for Manual and Automatic Welding, *Welding Handbook*, Eighth editon, pp. 521-523.

[36] **ESAB,** 1999. OK TUBROD Cored Wires Product Brief, pp.19-62.

[37] **Özdemir, T.,** 2007. Kişisel görüşme.

[38] **Az, S.,** 2007. Kişisel görüşme.

[39] **Yurtçu, S.,** 2007. Kişisel görüşme.

[40] **Önen, M.,** 2007. Kişisel görüşme.

[41] **Trabzonlu, S.,** 2007. Kişisel görüşme.

[42] **Url-2,** <*www.scribd.com*, alındığı tarih Mayıs 2008.

[43] **Farris, J.A.,** 2008: Learning from less successful kaizen events:a case study, *Engineering Management Journal*, Vol.**20**, No.3, September, pp.10-20.

[44] **NSRP (national shipbuilding research programme)**, 1997: *Ship Production Symposium*, Implementation of Integrated CAD/CAM Systems in Small and Medium Sized Shipyards: A Case Study, Paper no.4, April.

[45] **Jacobs, F.R.,** 1985: OPT Uncovered: Many Production Planning and Scheduling Concepts can be applied with or without the software, New Approaches to Material Flow and Inventory Control, Indiana University.

[46] **Aggarwal, S.C.,** 1985: Special reports: MRP, JIT, OPT, FMS?, Harvard Business Review, September-October, pp.8-16.

[47] **Fox R.E.,** 1982: MRP, KANBAN, OR OPT?: What is the best?, *The Magazine for Materials Management*, Vol.**2**, No.4, July-August, pp.8-16.

[48] **Goldratt, E.M., Cox, J.,** 1992: *The goal: A process of ongoing improvement*, Second Revised Edition, North River Press.

[49] **Kelton, W.D., Sadowski, R.P., and Sturrock D.T.,** 1998: *Simulation with Arena*, Third edition, McGraw-Hill.

EKLER

EK.A : Çift Dip Bloğunu Oluşturan Parçaların Listesi.
EK.B : Mevcut Durum İstasyon İşlem Süreleri (CD içersinde).
EK.C : Mevcut Durum İş Akış Diyagramları (CD içersinde).
EK.D : Yeni Durum 1 İş Akış Diyagramları (CD içersinde).
EK.E : Yeni Durum 2 İş Akış Diyagramları (CD içersinde).
EK.F : Yeni Durum 3 İş Akış Diyagramları (CD içersinde).
EK.G : Yeni Durum 4 İş Akış Diyagramları (CD içersinde).
EK.H : Yeni Durum 5 İş Akış Diyagramları (CD içersinde).
EK.I : Yeni Durum 6 İş Akış Diyagramları (CD içersinde).
EK.J : Yeni Durum 7 İş Akış Diyagramları (CD içersinde).
EK.K : Arena Simülasyon Modelleri (CD içersinde).
EK.L : Simülasyon Sonucu Elde Edilen Sistem Çıktı Miktarları.
EK.M : Simülasyon Sonucu Elde Edilen Bekleme Zamanları.

EK.A: Çift Dip Bloğunu Oluşturan Parçaların Listesi.

Çizelge A.1: Çift dip bloğu çelik tekne bölümü saç malzeme listesi.

Kademe	Adet	Cinsi	Pozisyon no	Boy(mm)	Genişlik(mm)	Kalın.(mm)
K 312 (Blok montaj)	2	levha	54	652	300	10
	2	levha	58	894	300	10
	12	Braket	209	674	225	10
	12	Braket	226	240	200	9
	2	levha	250	648	500	15
	20	Yap.levha	350,353,353,354,362,000			20
J 312	4	levha	23,28,32	500	460	12
	2	Braket	207	756	296	10
	2	levha	903	8070	1809	13
	2	levha	904	8070	1982	13
G 312	4	levha	22,27,31	500	460	12
	10	levha	85,86,88,89,91	1460	630	15
	2	levha	87	1290	630	15
	2	levha	90	1290	630	15
	6	Braket	200	630	450	15
	4	Braket	201	620	450	15
	2	Braket	202	1019	480	10
	2	Braket	203	933	442	10
	2	Braket	206	756	296	10
	4	Mapa		0.6	0.4	20
E 312--P02	2	levha	901	8070	2750	13
	1	levha	900	8070	1380	13
	2	levha	902	8070	2.608	13
E 312-P01	3	levha	1,2,3	8272	2481	12
	2	levha	4,5	8272	2781	12
	2	levha	6,7	8272	2711	11
D 312-R01 ve R02	1	levha	46	964	650	10
	1	levha	47	3090	662	10
	1	levha	48	2981	695	10
	1	levha	49	700	677	10
	2	Braket	204	581	300	10
	3	Braket	208	500	300	12
	1	Braket	210	400	294	10
	1	Braket	211	300	291	9
	1	Braket	213	300	285	8
	2	Braket	214	310	307	9
	5	Braket	215	290	290	9
	1	Braket	218	424	187	10
	1	Braket	219	300	252	10
	1	Braket	220	300	253	10
	1	Braket	221	300	252	10
	1	Braket	222	300	250	10
	1	Braket	223	300	250	10
	1	Braket	224	300	248	10

Çizelge A.1 (devam): Çift dip bloğu çelik tekne bölümü saç malzeme listesi.

Kademe	Adet	Cinsi	Pozisyon no	Boy(mm)	Genişlik(mm)	Kalın.(mm)
D 312-R01 ve R02	3	Braket	226	240	200	9
	4	Braket	227	276	128	10
	1	Braket	229	200	200	10
	2	levha	905, 906	8070	1908	12.5
C 312-R01-D01 ve D07	1	levha	15	7930	2561	10.5
	1	levha	16	7930	1908	10.5
C 312-R01-D02 ve D08	1	levha	44	7930	2638	9.5
C 312-R01-D03 ve D09	1	levha	62	3371	2639	9
C 312-R01-D04 ve D10	1	levha	75	3966	2639	9
C 312-R01-D05 ve D11	1	levha	83	4358	2639	9
C 312-R01-D06 ve D12	1	levha	45	2791	350	10
D 312-1-51-R03	12	levha	63,65,68,76,77,78	1500	750	11
C 312-R03-B01 ve B04	1	levha	51	1500	1148	11
C 312-R03-B02 ve B05	1	levha	56	1500	1205	11
C 312-R03-S01	1	levha	17	8266	1500	10
C 312-S02 ve S05	1	levha	18	2093	1500	14
C 312-S03 ve S06	1	levha	19	2789	1500	14
C 312-S04 ve S07	1	levha	20	3369	1500	10
C 312-S08 ve S09	1	levha	34	8268	1500	11
C 312-B07 ve B09	1	levha	24	1000	450	11
	1	levha	42	1420	503	10
	1	levha	59	3824	1500	11
C 312-B11	1	levha	72	3824	1500	11
C 312-B13	1	levha	71	3824	1500	11
	4	levha	21,26,30	1420	503	10
C 312-B15 ve B17	1	levha	80	3824	1500	11
C 312-R04 ve R05	1	levha	25	2086	1500	14
	1	levha	57	1500	683	11
	1	levha	52	1500	739	11
	1	levha	84	1450	763	15
D 312-R06 ve R07	1	levha	38	3489	1499	10
C 312-R06-B19	1	levha	61	3521	1500	14
C 312-R06-B20	1	levha	64	2472	1376	14
C 312-R06-B21	1	levha	66	1435	1270	11
C 312-R06-B22	1	levha	69	1476	1270	11
C 312-R08-B27 ve B34	1	levha	67	1415	945	11
C 312-R08-B28 ve B35	1	levha	70	1634	1055	11
C 312-R08-B29 ve B36	1	levha	39	1000	447	11
	1	levha	40	1309	500	10
	1	levha	74	4404	1500	14
C 312-R08-B30 ve B37	1	levha	8	2046	1244	11
C 312-R08-B31 ve B38	1	levha	9	2238	1323	11
C 312-R08-B32ve B39	1	levha	10	2422	1385	11
C 312-R08-B33 ve B40	1	levha	82	5159	1500	14
C 312-R08-S10 ve S11	1	levha	43	5466	1472	10
D 312-R10 ve R11	1	levha	36	1127	688	10
	1	levha	37	1232	688	12
	1	levha	41	1388	654	15
	1	levha	53	767	398	11
	1	levha	92	1277	688	12
C 312-R10-B41 ve B43	1	levha	55	2044	1241	11
C 312-R10-B42 ve B44	1	levha	50	1144	1135	12

Çizelge A.2: Çift dip bloğu çelik tekne bölümü stifner malzeme listesi.

Yapı adı	Adet	Stifner no	Stifner kal. (mm)	Stifner yuk.(mm)	Stif.kay.uz.(m)	Stif.kes.uz.(m)
C 312-R01-D01 ve D07	3	553	10	100	0.692	1.584
C 312-R01-D02 ve D08	2	553	10	100	0.691	1.582
	1	554	10	100	0.679	1.558
C 312-R01-D03 ve D09	2	627	12	100	0.58	1.36
C 312-R01-D04 ve D10	1	628	12	100	0.6	1.4
C 312-R01-D05 ve D11	1	629	12	100	0.535	1.27
C 312-R01-D06 ve D12	1	521	16	120	2.791	5.782
	2	562,625	10	100	0.35	0.9
C 312-R03-B01 ve B02	1	535	10	150	1.4	3.1
C 312-R03-B04 ve B05	1	535	10	150	1.4	3.1
C 312-R03-S01	24	566,569,573	10	100	0.629	1.458
C 312-S02 ve S05	5	566,573	10	100	0.631	1.462
C 312-S03 ve S06	2	567	10	100	2.729	4.758
	3	536	10	100	1.4	3
C 312-S04 ve S07	2	568	10	100	1.085	2.37
	2	569	10	100	0.629	1.458
	2	570	10	100	1.289	2.778
	2	536	10	100	1.4	3
C 312-S08 ve S09	1	567	10	100	2.729	4.758
	1	568	10	100	1.085	2.37
	1	569	10	100	0.606	1.412
	1	570	10	100	1.289	2.778
	1	571	10	100	1.615	3.43
C 312-B07 ve B09	2	538	10	150	1.3	3.14
C 312-B11,B15 ve B17	4	538	10	150	1.3	2.9
C 312-R06-B19 ve B23	1	539	10	150	1.268	2.836
	1	546	10	150	0.945	2.19
	1	574	10	150	1.23	2.76
C 312-R06-B20 ve B24	1	545	10	150	1.049	2.398
C 312-R06-B21 ve B25	1	542	10	150	1.147	2.594
C 312-R06-B22 ve B26	1	540	10	150	1.229	2.758
C 312-R08-B27 ve B34	1	556	10	150	0.497	1.294
C 312-R08-B28 ve B35	1	555	10	150	0.633	1.566
C 312-R08-B29 ve B36	2	538,574	10	150	1.3	2.9
	1	549	10	150	0.782	1.884
C 312-R08-B30 ve B37	1	558	10	150	0.897	2.094
	1	552	10	150	0.53	1.36
C 312-R08-B31 ve B38	1	557	10	150	1	2.3
	1	560	10	150	0.658	1.616
C 312-R08-B32 ve B39	1	559	10	150	0.777	1.854
	1	502	10	150	1.095	2.49
C 312-R08-B33 ve B40	4	538	10	150	1.3	2.9
	1	544	10	150	1.175	2.65
	1	547	10	150	0.885	2.07
	1	572	10	100	0.5	1.2
C 312-R08-S10 ve S11	10	569	10	100	0.626	1.452
	2	570	10	100	1.289	2.778
	1	565	10	100	0.7	1.6
C 312-R10-B41 ve B43	1	548	10	150	0.834	1.968
C 312-R10-B42 ve B44	1	551	10	150	0.704	1.708

Çizelge A.3: Çift dip bloğu çelik tekne bölümü profil malzeme listesi.

Yapı adı	Adet	Pozisyon no	Kalınlıklar(mm)	Yukseklik(mm)	Uzunluk(mm)
J 312-1	2	761	10	260	3415
	2	774	11	280	2100
F 312-1-P02	2	751,753	10	260	2709
	2	752,754	10	260	3329
	2	755,757	10	260	4808
	2	756,758	10	260	3329
	2	760	10	260	3326
	2	770,771	10	260	6129
	2	772,773	10	260	8229
	4	775,776	11	280	2786
	2	777	11	280	516
F 312-P01	4	500,501	10	240	8232
	2	503,504	10	240	6140
	2	505	10	240	4812
	3	512,513	10	240	3340
	5	514,515,516,517,518	10	240	3330
	2	522,523	10	240	2700
D 312-R01 ve R02	2	762,763	9	200	3601
	2	764,765	9	200	3502
	1	766	9	200	3451
	2	767,768	9	200	3305
	1	769	9	200	3252
C 312-R01-D01 ve D07	1	506	9	200	4203
	1	507	9	200	4112
	1	508	9	200	4012
	1	509	9	200	3777
	1	510	9	200	3641
	1	511	9	200	3492
	1	519	9	200	3156
	1	520	9	200	2964
C 312-R01-D02 ve D08	8	526	9	200	2308
C 312-R01-D03 ve D09	1	524	7	160	2509
	1	527	7	160	2308
	1	532	7	160	1696
C 312-R01-D04 ve D10	2	524	7	160	2509
	1	525	7	160	2431
	1	537	7	160	1300
	1	543	7	160	1103
	1	550	7	160	723
C 312-R01-D05 ve D11	3	524	7	160	2509
	1	529	7	160	1985
	1	530	7	160	1922
	1	541	7	160	1095
	1	550	7	160	723
C 312-1-51-S08 ve S09	6	533	10	200	1420
	1	534	10	200	1417

Çizelge A.4: Çift dip bloğu teçhiz malzeme listesi.

Teçhiz adı	Adet	Teçhiz no	Kaynak uzunluğu (m)
Konteyner dablingi	4	312-12200.3001	2.8
	4	312-12200.3002	2.3
	6	312-12200.3003	2.3
	4	312-12200.3004	1.8
	2	312-12200.3005	1.8
Lavra tapası	2	312-35210.0403	1.11
Manhole	4	312-35200.0303	5.12
Merdiven	2	312-35260.0101	0.64
	2	312-35260.0102	0.64
Sintine kuyusu	2	312-15310.3002	
Tutya	10	312-11330.3001	
	6	312-11330.3002	
	26	312-11330.3002	

Çizelge A.5: Çift dip bloğu boru malzeme listesi.

Boru no	Kaynak çifti	Kay.et kal.(mm)	Kay.kal.(mm)	Kay.uz.(mm)	Pos.gec.cifti	Et.kal.(mm)	Kay.(mm)	Kay.uz.(mm)	Kel. ad.	Alıştırma	Alış.kay.(mm)
801BL03-01									3		
803BG03	BG03-01(bil.)	11//11	4.5	1216					3		
803BG03-01	BG03-02(dıs bil.)										
803BG03-02											
803BG05	BG05-01(bil.)	11//11	4.5	1216					3		
803BG05-01	BG05-02(dıs bil.)										
803BG05-02											
803BG04	BG04-01(bil.)	11//11	4.5	1216					3		
803BG04-01	BG04-02(dıs bil.)										
803BG04-02											
803BG06	BG06-01(bil.)	11//11	4.5	1216					3		
803BG06-01	BG06-02(dıs bil.)										
803BG06-02											
821S006-01									1	S006-01(bil.kay.)	1970
803BG01	BG01-3(bil.)	12.5(bil.)//8.8(boru)	4.5	877							
803BG01-2	BG01-2										
803BG01-3											
641T072	T072-01/T072-02(bil.)	4.5(boru)//5(bil.)	4.5	303	T072-01(eks.)/B07	5(bil.)/11	4.5	379(cift),303(cift)			
641T072-01	T072-02(bil.)/T072-03	5(bil.)//4.5(boru)	4.5	303	T072-03(eks.)/B07	5(bil.)/11	4.5	379(cift),303(cift)			
641T072-02	T072-03/T072-04(bil.)	4.5(boru)//5(bil.)	4.5	303	T072-03(eks.)/B07	5(bil.)/11	4.5	379(cift),303(cift)			
641T072-03	T072-04(bil.)/T072-05	5(bil.)//4.5(boru)	4.5	303	T072-06(eks.)/B07	5(bil.)/11	4.5	379(cift),303(cift)			
641T072-04	T072-05(bil.)/T072-06	5(bil.)//4.5(boru)	4.5	303	T072-06(eks.)/B04	5(bil.)/11	4.5	379(cift),303(cift)			
641T072-05					T072-06(eks.)/B05	5(bil.)/11	4.5	379(cift),303(cift)			
641T072-06											
641T062	T062-01/T062-02(bil.)	5(boru)//12.5(bil.)	4.5	379	T062-02()/B13	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift)	2		
641T062-01											
641T062-02											
641T062	T062-03/T062-04(bil.)	5(boru)//12.5(bil.)	4.5	379	T062-04()/B13	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift)	2		
641T062-03											

Çizelge A.5 (devam): Çift dip bloğu boru malzeme listesi.

Boru no	Kaynak çifti	Kay.et kal.(mm)	Kay.kal.(mm)	Kay.uz.(mm)	Pos.gec.cifti	Et.kal.(mm)	Kay.(mm)	Kay.uz.(mm)	Kel. ad.	Alıştırma	Alış.kay.(mm)
641T062-04											
641T040	T040-01/T040-02(bil.)	5(boru)//12.5(bil.)	4.5	379	T040-02()/B13	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift)	2		
641T040-01											
641T040-02											
641T040	T040-03/T040-04(bil.)	5(boru)//12.5(bil.)	4.5	379	T040-04()/B13	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift)	2		
641T040-03											
641T040-04											
641T030	T030-01/T030-02(bil.)	5(boru)//12.5(bil.)	4.5	379	T030-02()/B13	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift)	2		
641T030-01											
641T030-02											
641T030	T030-04/T030-03(bil.)	5(boru)//12.5(bil.)	4.5	379	T030-03()/B13	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift)	2		
641T030-03											
641T030-04											
701F062	F062-01/F062-02(bil.)	5(boru)//11(bil.)	4.5	718	F062-01(eks.)/B02	11(bil.)/11	4.5	877(cift),718(cift)	2	F062-01(bil.kay.)	718(cift)
701F062-01											
701F062-02											
701F060	F060-01/F060-02(bil.)	5(boru)//11(bil.)	4.5	718	F060-01(eks.)/B07	11(bil.)/11	4.5	877(cift),718(cift)	2	F060-01(bil.kay.)	718(cift)
701F060-01											
701F060-02											
701F030	F030-01/F030-02(bil.)	5(boru)//11(bil.)	4.5	718					2	F030-01(bil.kay.)	718(cift)
701F030-01											
701F030-02											
701F040	F040-01/F040-02(bil.)	5(boru)//11(bil.)	4.5	718					2	F040-01(bil.kay.)	718(cift)
701F040-01											
701F040-02											
701F061	F061-01/F061-02(bil.)	5(boru)//11(bil.)	4.5	718					2	F061-01(bil.kay.)	718(cift)
701F061-01											
701F061-02											
641T070	T070-5(bil.)/T070-4	12.5(bil.)//5(boru)	4.5	379	T070-5(eks.)/B07	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift),379(cift)			

Çizelge A.5 (devam): Çift dip bloğu boru malzeme listesi.

Boru no	Kaynak çifti	Kay.et kal.(mm)	Kay.kal.(mm)	Kay.uz.(mm)	Pos.gec.cifti	Et.kal.(mm)	Kay.(mm)	Kay.uz.(mm)	Kel. ad.	Alıştırma	Alış.kay.(mm)
641T070-1	T070-4(bil.)/T070-3	12.5(bil.)//5(boru)	4.5	379	T070-4(eks.)/B11	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift),379(cift)			
641T070-2	T070-3(bil.)/T070-2	12.5(bil.)//5(boru)	4.5	379	T070-3(eks.)/S04	12.5(bil.)/10	4.5	558(cift),379(cift)			
641T070-3	T070-2(bil.)/T070-1	12.5(bil.)//5(boru)	4.5	379	T070-3(eks.)/R03	12.5(bil.)/10	4.5	558(cift),379(cift)			
641T070-4					T070-2(eks.)/S07	12.5(bil.)/10	4.5	558(cift),379(cift)			
641T070-5											
641T070	T070-7(bil.)/T070-6	12.5(bil.)//5(boru)	4.5	379	T070-6(eks.)/B07	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift),379(cift)			
641T070-6					T070-6(eks.)/B11	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift),379(cift)			
641T070-7					T070-7(eks.)/B15	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift),379(cift)			
641T070	T070-8(bil.)/T070-9	12.5(bil.)//5(boru)	4.5	379	T070-8(eks.)/B15	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift),379(cift)			
641T070-8					T070-9(eks.)/B17	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift),379(cift)			
641T070-9											
641T070					T070-10(eks.)/B15	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift),379(cift)			
641T070-10					T070-10(eks.)/B15	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift),379(cift)			
641T060	T060-01(bil.)/T060-06	12.5(bil.)//5(boru)	4.5	379	T060-01()/B07	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift)	2		
641T060-01	T060-06/T060-02(bil.)	5(boru)//12.5(bil.)	4.5	379							
641T060-06											
641T060-02											
641T060	T060-03(bil.)/T060-05	12.5(bil.)//5(boru)	4.5	379	T060-03()/B07	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift)	2		
641T060-03	T060-05/T060-04(bil.)	5(boru)//12.5(bil.)	4.5	379							
641T060-05											
641T060-04											
641T061	T061-01(bil.)/T061-06	12.5(bil.)//5(boru)	4.5	379	T061-01()/B07	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift)	2		
641T061-01	T061-06/T061-02(bil.)	5(boru)//12.5(bil.)	4.5	379							
641T061-06											
641T061-02											
641T061	T061-03(bil.)/T061-05	12.5(bil.)//5(boru)	4.5	379	T061-03()/B07	12.5(bil.)/11	4.5	558(cift)	2		
641T061-03	T061-05/T061-04(bil.)	5(boru)//12.5(bil.)	4.5	379							
641T061-05											
641T061-04											

Çizelge A.5 (devam): Çift dip bloğu boru malzeme listesi.

Boru no	Kaynak çifti	Kay.et kal.(mm)	Kay.kal.(mm)	Kay.uz.(mm)	Pos.gec.cifti	Et.kal.(mm)	Kay.(mm)	Kay.uz.(mm)	Kel. ad.	Alıştırma	Alış.kay.(mm)
821S007-01									1	821-01(bil.kay.)	1970
803BG02	BG01-3(bil.)/BG01-2	12.5(bil.)//8.8(boru)	4.5	877							
803BG02-2											
803BG02-3											
801BL04-01									3		
803BG08	BG08-01(bil.)	11//11	4.5	1216					3		
803BG08-01	BG08-02(dıs bil.)										
803BG08-02											
803BG07	BG07-01(bil.)	11//11	4.5	1216					3		
803BG07-01	BG07-02(dıs bil.)										
803BG07-02											
803BG09	BG09-01(bil.)	11//11	4.5	1216					3		
803BG09-01	BG09-02(dıs bil.)										
803BG09-02											
821-S0701-01									2		
821-S0702-01									2		

EK.B: Mevcut Durum İstasyon İşlem Süreleri.

(Bu bölümde, işlem sürelerinin nasıl hesaplandığını gösteren çizelgeler bulunmaktadır. Çizelgeler EKLER CD'si içersinde EK.B başlığı ile verilmektedir ve 88 sayfadan oluşmaktadır)

Indeks

- İstasyon işlem süreleri.pdf

EK.C: Mevcut Durum İş Akış Diyagramları.

(Bu bölümdeki şekiller EKLER CD'inde verilmiştir ve toplam 267 sayfadan oluşmaktadır.)

Indeks

- I1 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I2 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I3 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I4 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I5 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I6 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I7 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I8 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I9 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I10 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I11 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I12 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I13 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I14 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I15 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf
- I16 istasyonu mevcut durum akış diyagramı.pdf

EK.D: Yeni Durum 1 İş Akış Diyagramları.

(Bu bölümdeki şekiller EKLER CD'inde verilmiştir ve toplam 206 sayfadan oluşmaktadır)

Indeks

- I1 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I2 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I3 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I4 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I5 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I6 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I7 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I8 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I9 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I10 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I11 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I12 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I13 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I14 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I15 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf
- I16 istasyonu yeni durum1 akış diyagramı.pdf

EK.E: Yeni Durum 2 İş Akış Diyagramları.

(Bu bölümdeki şekiller EKLER CD'inde verilmiştir ve toplam 216 sayfadan oluşmaktadır)

Indeks

- I1 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I2 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I3 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I4 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I5 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I6 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I7 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I8 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I9 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I10 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I11 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I12 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I13 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I14 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I15 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf
- I16 istasyonu yeni durum2 akış diyagramı.pdf

EK.F: Yeni Durum 3 İş Akış Diyagramları.

(Bu bölümdeki şekiller EKLER CD'inde verilmiştir ve toplam 207 sayfadan oluşmaktadır)

Indeks

- I1 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I2 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I3 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I4 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I5 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I6 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I7 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I8 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I9 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I10 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I11 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I12 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I13 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I14 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I15 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf
- I16 istasyonu yeni durum3 akış diyagramı.pdf

EK.G: Yeni Durum 4 İş Akış Diyagramları.

(Bu bölümdeki şekiller EKLER CD'inde verilmiştir ve toplam 212 sayfadan oluşmaktadır)

Indeks

- I1 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I2 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I3 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I4 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I5 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I6 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I7 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I8 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I9 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I10 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I11 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I12 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I13 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I14 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I15 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf
- I16 istasyonu yeni durum4 akış diyagramı.pdf

EK.H: Yeni Durum 5 İş Akış Diyagramları.

(Bu bölümdeki şekiller EKLER CD'inde verilmiştir ve toplam 212 sayfadan oluşmaktadır)

Indeks

- I1 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I2 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I3 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I4 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I5 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I6 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I7 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I8 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I9 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I10 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I11 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I12 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I13 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I14 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I15 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf
- I16 istasyonu yeni durum5 akış diyagramı.pdf

EK.I: Yeni Durum 6 İş Akış Diyagramları.

(Bu bölümdeki şekiller EKLER CD'inde verilmiştir ve toplam 209 sayfadan oluşmaktadır.)

Indeks

- I1 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I2 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I3 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I4 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I5 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I6 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I7 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I8 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I9 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I10 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I11 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I12 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I13 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I14 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I15 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf
- I16 istasyonu yeni durum6 akış diyagramı.pdf

EK.J: Yeni Durum 7 İş Akış Diyagramları.

(Bu bölümdeki şekiller EKLER CD'inde verilmiştir ve toplam 212 sayfadan oluşmaktadır)

Indeks

- I1 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I2 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I3 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I4 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I5 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I6 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I7 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I8 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I9 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I10 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I11 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I12 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I13 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I14 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I15 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf
- I16 istasyonu yeni durum7 akış diyagramı.pdf

EK.K: Arena Simülasyon Modelleri.
(Bu bölümdeki şekiller EKLER CD'inde verilmektedir)

Indeks

- Arena simülasyon modelleri.pdf

EK.L: Simülasyon Sonucu Elde Edilen Sistem Çıktı Miktarları.

Çizelge L.1: Üretim sistemi çıktı miktarı (deterministik).

Durumlar	Çalışma süresi (saat)	Üretilen çift dip blok sayısı (adet)
Mevcut Durum	720	18
Yeni Durum1	720	24
Yeni Durum2	720	30
Yeni Durum3	720	30
Yeni Durum4	720	37
Yeni Durum5	720	37
Yeni Durum6	720	37
Yeni Durum7	720	37

Çizelge L.2: Üretim sistemi çıktı miktarı (normal dağılım).

Durumlar	Çalışma süresi (saat)	Üretilen çift dip blok sayısı (adet)
Mevcut Durum	720	18
Yeni Durum1	720	24
Yeni Durum2	720	30
Yeni Durum3	720	30
Yeni Durum4	720	37
Yeni Durum5	720	37
Yeni Durum6	720	37
Yeni Durum7	720	37

Çizelge L.3: Üretim sistemi çıktı miktarı (beta dağılımı).

Durumlar	Çalışma süresi (saat)	Üretilen çift dip blok sayısı (adet)
Mevcut Durum	720	13
Yeni Durum1	720	18
Yeni Durum2	720	23
Yeni Durum3	720	23
Yeni Durum4	720	28
Yeni Durum5	720	28
Yeni Durum6	720	28
Yeni Durum7	720	28

EK.M: Simülasyon Sonucu Elde Edilen Bekleme Zamanları.

Çizelge M.1: Mevcut Durum kuyruk bekleme süreleri.

İstasyon adı	Bekleme süresi (saat)
Kenar kesim (I1)	6.78
Pah açma ve taşlama (I2)	22.86
Panel imalat (I3)	240.51
Panel kesim (I4)	0.00
Profil punto kaynak (I5)	0.17
Profil gazaltı kaynak (I6)	0.15
Yapı punto kaynak (I7)	0.00
Yapı gazaltı kaynak (I8)	7.88
Panel hattı sonu taşlama (I9)	0.05
Profil kesim (I10)	18.45
Profil eğim (I11)	0.00
Nest kesim (I12)	122.56
Ön imalat (I13)	56.67
Ön imalat2 (I13)	24.45
Jig (I14)	286.13
Pres (I15)	177.07
Blok montaj (I16)	314.1 (Kritik istasyon)

Çizelge M.2: Yeni Durum1 kuyruk bekleme süreleri.

İstasyon adı	Bekleme süresi (saat)
Kenar kesim (I1)	6.78
Pah açma ve taşlama (I2)	22.86
Panel imalat (I3)	240.51
Panel kesim (I4)	0.44
Profil punto kaynak (I5)	0.17
Profil gazaltı kaynak (I6)	0.15
Yapı punto kaynak (I7)	0.00
Yapı gazaltı kaynak (I8)	156.51
Panel hattı sonu taşlama (I9)	0.04
Profil kesim (I10)	18.45
Profil eğim (I11)	0.00
Nest kesim (I12)	143.23
Ön imalat (I13)	56.67
Ön imalat2 (I13)	24.45
Jig (I14)	291.04 (Kritik istasyon)
Pres (I15)	177.07
Blok montaj (I16)	0.00

Çizelge M.3: Yeni Durum2 kuyruk bekleme süreleri.

İstasyon adı	Bekleme süresi (saat)
Kenar kesim (I1)	6.78
Pah açma ve taşlama (I2)	22.86
Panel imalat (I3)	240.51
Panel kesim (I4)	0.44
Profil punto kaynak (I5)	0.17
Profil gazaltı kaynak (I6)	0.15
Yapı punto kaynak (I7)	0.00
Yapı gazaltı kaynak (I8)	252.01 (Kritik istasyon)
Panel hattı sonu taşlama (I9)	0.04
Profil kesim (I10)	18.45
Profil eğim (I11)	0.00
Nest kesim (I12)	143.23
Ön imalat (I13)	56.67
Ön imalat2 (I13)	24.45
Jig (I14)	0.00
Pres (I15)	177.07
Blok montaj (I16)	0.00

Çizelge M.4: Yeni Durum3 kuyruk bekleme süreleri.

İstasyon adı	Bekleme süresi (saat)
Kenar kesim (I1)	6.78
Pah açma ve taşlama (I2)	22.86
Panel imalat (I3)	240.51
Panel kesim (I4)	0.08
Profil punto kaynak (I5)	0.42
Profil gazaltı kaynak (I6)	0.15
Yapı punto kaynak (I7)	0.00
Yapı gazaltı kaynak (I8)	0.00
Panel hattı sonu taşlama (I9)	0.04
Profil kesim (I10)	18.45
Profil eğim (I11)	0.00
Nest kesim (I12)	143.23
Ön imalat (I13)	56.67
Ön imalat2 (I13)	24.45
Jig (I14)	0.00
Pres (I15)	177.07 (Kritik istasyon)
Blok montaj (I16)	0.00

Çizelge M.5: Yeni Durum4 kuyruk bekleme süreleri.

İstasyon adı	Bekleme süresi (saat)
Kenar kesim (I1)	6.78
Pah açma ve taşlama (I2)	22.86
Panel imalat (I3)	240.51
Panel kesim (I4)	0.08
Profil punto kaynak (I5)	0.42
Profil gazaltı kaynak (I6)	0.15
Yapı punto kaynak (I7)	0.00
Yapı gazaltı kaynak (I8)	0.00
Panel hattı sonu taşlama (I9)	0.04
Profil kesim (I10)	18.45
Profil eğim (I11)	0.00
Nest kesim (I12)	143.23 (Kritik istasyon)
Ön imalat (I13)	56.67
Ön imalat2 (I13)	24.45
Jig (I14)	0.00
Pres (I15)	3.2
Blok montaj (I16)	34.75

Çizelge M.6: Yeni Durum5 kuyruk bekleme süreleri.

İstasyon adı	Bekleme süresi (saat)
Kenar kesim (I1)	6.78
Pah açma ve taşlama (I2)	22.86
Panel imalat (I3)	240.51 (Kritik istasyon)
Panel kesim (I4)	0.08
Profil punto kaynak (I5)	0.42
Profil gazaltı kaynak (I6)	0.15
Yapı punto kaynak (I7)	0.00
Yapı gazaltı kaynak (I8)	0.00
Panel hattı sonu taşlama (I9)	0.00
Profil kesim (I10)	18.45
Profil eğim (I11)	0.00
Nest kesim (I12)	126.08
Ön imalat (I13)	44.38
Ön imalat2 (I13)	22.43
Jig (I14)	0.00
Pres (I15)	3.2
Blok montaj (I16)	34.75

Çizelge M.7: Yeni Durum6 kuyruk bekleme süreleri.

İstasyon adı	Bekleme süresi (saat)
Kenar kesim (I1)	6.78
Pah açma ve taşlama (I2)	22.86
Panel imalat (I3)	217.03
Panel kesim (I4)	0.44
Profil punto kaynak (I5)	0.42
Profil gazaltı kaynak (I6)	0.15
Yapı punto kaynak (I7)	0.00
Yapı gazaltı kaynak (I8)	0.00
Panel hattı sonu taşlama (I9)	0.05
Profil kesim (I10)	18.45
Profil eğim (I11)	0.00
Nest kesim (I12)	126.08 (Kritik istasyon)
Ön imalat (I13)	2.83
Ön imalat2 (I13)	8.93
Jig (I14)	115.85
Pres (I15)	22.93
Blok montaj (I16)	30.93

Çizelge M.8: Yeni Durum7 kuyruk bekleme süreleri.

İstasyon adı	Bekleme süresi (saat)
Kenar kesim (I1)	11.13
Pah açma ve taşlama (I2)	0.00
Panel imalat (I3)	141.26
Panel kesim (I4)	0.44
Profil punto kaynak (I5)	0.42
Profil gazaltı kaynak (I6)	0.15
Yapı punto kaynak (I7)	0.00
Yapı gazaltı kaynak (I8)	0.00
Panel hattı sonu taşlama (I9)	0.05
Profil kesim (I10)	18.45
Profil eğim (I11)	0.00
Nest kesim (I12)	85.14
Ön imalat (I13)	15.00
Ön imalat2 (I13)	49.13
Jig (I14)	118.92
Pres (I15)	187.96
Blok montaj (I16)	34.48

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Murat ÖZKÖK

Doğum Yeri ve Tarihi: Karabük 1979

Adres: Kirazlı Mah.Zübeyde Hanım Cad. No:4 D:12 Bağcılar/İstanbul

Lisans Üniversite: Karadeniz Teknik Üniversitesi

Yayın Listesi:

- Baki, B., Tanyaş M., Özkök M., "The Effects Of Economic Crisis On Third Party Logistics Providers (3 PL) In Turkey", *10th World Conference On Transport Research,* Istanbul, (2004).
- Baki, B., Tanyaş M., Özkök M., "The Logistics Education In The Universities of Turkey", *International Logistics Congress,* Izmir, 2-3 December, Volume I, 409-419, (2004).
- Baki, B., Tanyaş M., Özkök M., "The Problems of The Logistics Sector In Turkey and Solution Suggestions", *International Logistics Congress,* Izmir, 2-3 December, Volume II, 962-970, (2004).