

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TV MONTAJ HATLARINDA SİMULASYON
YAKLAŞIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Y. Müh. A.Hakan COŞKUNTÜRK**

Anabilim Dalı: ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı: MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ

HAZİRAN 2006

TV MONTAJ HATLARINDA SİMULASYON YAKLAŞIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Y. Müh. A.Hakan COŞKUNTÜRK
(507011159)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 8 Mayıs 2006
Tezin Savunulduğu Tarih: 12 Haziran 2006

Tez Danışmanı: Y.Doç.Dr.Cafer Erhan BOZDAĞ

Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Ziya ULUKAN (G.Ü.)

Y.Doç.Dr.Murat BASKAK

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanması sırasında benden her konuda bilgi, yardım ve desteklerini esirgemeyen çok değerli Tez Danışman Hocam Sayın Yrd.Doç.Dr.Cafer Erhan BOZDAĞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmalarım sırasında bana destek verip yardımcı olan aileme,arkadaşlarıma ve Beko Elektronik çalışanlarına da teşekkür ederim.

Bu çalışmanın ilgilenen kişilere yararlı bir kaynak olmasını temenni ederim.

Mayıs,2006

Ahmet Hakan COŞKUNTÜRK

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	x
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Simulasyon	1
1.1.1. Simulasyon Nedir?	1
1.1.2. Simulasyon Modeli ve Nitelikleri	1
1.1.3. Simulasyonun Tarihsel Gelişimi	2
1.1.4. Simulasyonun Kullanım Sebepleri	3
1.1.5. Simulasyon Kullanmanın Yararları	3
1.1.6. Simulasyon Uygulama Alanları	4
1.2. Simulasyon Çalışması Nasıl Yapılır	5
1.3. Simulasyon Modelleme Süreci	6
1.3.1. Çalışmanın Amacı	6
1.3.2. Sistemin Tanımı	6
1.3.3. Modelin Formülasyonu	7
1.3.4. Veri Derleme	7
1.3.5. Bilgisayar Modelinin Kurulması	8
1.3.6. Modelin Geçerliliği	8
1.3.6.1. Doğrulama	8
1.3.6.2. Değerlendirme	9
1.3.7. Uygulama	10
2. SİSTEM ANALİZİ	11
2.1. Beko Elektronik Tarihçe	11
2.2. Problemin Tanımı	14
2.3. Neden Simulasyon	14
2.4. Sistemin Açıklaması	15
3. SİMULASYON MODELİ	19
3.1. Sistemin ARENA Blok Diagramları ile Açıklaması	19
4. VERİ ANALİZİ	24

5. DENEY TASARIMI	39
5.1. Ana Hattın Analizi	39
5.1.1. Şasi Manuel Montaj ve Test Ayar Hat Analizi	39
5.1.2. Şasinin Önçerçeye Montaj Hattının Analizi	45
5.1.3. Arka Kapak ve Son Montaj ve Artwork Hattının Analizi	52
5.2. Tüp ve Önçerçeye Hazırlık ve Montaj Hattının Analizi	61
5.3. Talep Artması Durumunda Hatların Analizi	74
6. DEĞERLENDİRME	77
6.1. Şasi Manuel Montaj ve Test Ayar Hattı	77
6.2. Şasinin Önçerçeye Montaj Hattı	78
6.3. Arka Kapak ve Son Montaj ve Artwork Hattı	78
6.4. Önçerçeye ve Tüp Hazırlık ve Montaj Hattı	79
6.5. Talep Artışı Olması Durumunda Hatların Analizi	81
KAYNAKLAR	83
EKLER	84
ÖZGEÇMİŞ	93

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 4.1.	Sisteme girişlerin dağılım fonksiyonu.....	25
Tablo 4.2.	Manuel dizgi ve test ayar hattında ölçülen sürelerin dağılım fonksiyonları.....	28
Tablo 4.3.	Önçerçeve, tüp ve şasi montaj hattında ölçülen sürelerin dağılım fonksiyonları.....	30
Tablo 4.4.	Arka kapak, son montaj ve artwork hattında ölçülen sürelerin dağılım fonksiyonları.....	33
Tablo 4.5.	Önçerçeve hazırlık hattı için ölçülen sürelerin dağılım fonksiyonları.....	35
Tablo 4.6.	Tüp hazırlık hattı için ölçülen sürelerin dağılım fonksiyonları.....	37
Tablo 4.7.	Tüpün önçerçeveye vidalanması ve isim plaketi ve program ses PCB montajı için ölçülen sürelerin dağılım fonksiyonları.....	38
Tablo 5.1.	Tuner montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	40
Tablo 5.2.	Kristal ve elektrolitik montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	42
Tablo 5.3.	Şasi etiketi yapıştırma montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	43
Tablo 5.4.	SW yükleme istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	44
Tablo 5.5.	Şasinin şasi kızıağına montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	46
Tablo 5.6.	Şebeke kablo soketi ve degauss soketinin takılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	47
Tablo 5.7.	Tüp şasi kablolarının takılması ve kısaltılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	48
Tablo 5.8.	Anten ve şebeke kablosunun takılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	49
Tablo 5.9.	Beyaz ve geometri ayar istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	50
Tablo 5.10.	Anten ve şebeke kablosunun çıkarılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	52
Tablo 5.11.	Arka kapak montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	54
Tablo 5.12.	Yüksek gerilim kontrol istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	55
Tablo 5.13.	Arka kapak ve tüp üstü etiketlerinin yapıştırıldığı istasyon için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	56
Tablo 5.14.	Aksesuar torbasının arka kapağa bantlandığı istasyon için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	57
Tablo 5.15.	Şebeke kablosunun katlanıp arka kapağa bantlandığı istasyon için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	58
Tablo 5.16.	TV kutuya yerleştirme istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	59
Tablo 5.17.	Barkod etiketinin yapıştırılması ve ambalaj kutusunun bantlanması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	60
Tablo 5.18.	Panel montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	62
Tablo 5.19.	Mas telinin takılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	63
Tablo 5.20.	Hoparlör montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	65
Tablo 5.21.	Tüpün kulaklarına yayların takılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	65
Tablo 5.22.	Tuş takım plastiği montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	67
Tablo 5.23.	Degauss kulakçıklarının takılması montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	67
Tablo 5.24.	Şasi kızıağının takılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	69
Tablo 5.25.	Degauss bobininin takılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	69
Tablo 5.26.	Tüpün önçerçeveye montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	70
Tablo 5.27.	İsim plakentinin takıldığı istasyon için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	71

Tablo 5.28.	Program ses PCB montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler.....	72
Tablo 5.29.	Talep artışı olması durumunda ana hatta her bir deney için beklemlerin en fazla olduğu istasyonlar ve mevcut durumdaki çalışan ve yeni çalışan sayıları.....	74
Tablo A.1.	Manuel dizgi ve test ayar hattında ölçülen süreler.....	84
Tablo A.2.	Şasinin önçerçeveye montaj hattı için ölçülen süreler.....	85
Tablo A.3.	Arka kapak ve son montaj ile artwork hattı için ölçülen süreler.....	86
Tablo A.4.	Önçerçeve hazırlık hattı için ölçülen süreler.....	88
Tablo A.5.	Tüp hazırlık hattı için ölçülen süreler.....	89
Tablo A.6.	Tüpün önçerçeveye vidalanması ve isim plaketi ve program ses PCB montajı için ölçülen süreler.....	90
Tablo A.7.	Önçerçeve ve tüp gelişleri için hesaplanan süreler.....	91
Tablo A.8.	14"-15" şasilerin hesaplanan geliş süreleri.....	91
Tablo A.9.	20"-21" şasilerin hesaplanan geliş süreleri.....	91
Tablo A.10.	28"-29" şasilerin hesaplanan geliş süreleri	92
Tablo A.11.	32"-33" şasilerin hesaplanan geliş süreleri.....	92

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	:Sistemin genel yapısı.....	15
Şekil 3.1	:ARENA ile sistemin genel olarak modellemesi.....	19
Şekil 3.2	:ARENA ile şasi manuel dizgi ve test ayar hat modellemesi.....	20
Şekil 3.3	:ARENA ile önçerçeve tüp ve şasi montaj hat modellemesi.....	20
Şekil 3.4	:ARENA ile son montaj ve artwork hat modellemesi.....	21
Şekil 3.5	:ARENA ile genel olarak önçerçeve ve tüp montaj hat modellemesi.....	22
Şekil 3.6	:ARENA ile önçerçeve hazırlık hat modellemesi.....	22
Şekil 3.7	:ARENA ile tüp hazırlık hat modellemesi.....	22
Şekil 3.8	:ARENA ile tüpün önçerçeveye montaj hattı modellemesi.....	23
Şekil 3.9	:ARENA ile tüpün önçerçeveye vidalanmasının modellemesi.....	23
Şekil 4.1	:Önçerçeve ve tüp için giriş süreleri dağılım grafiği.....	24
Şekil 4.2	:14"-15" şasiler için giriş süreleri dağılım grafiği.....	24
Şekil 4.3	:20"-21" şasiler için giriş süreleri dağılım grafiği.....	25
Şekil 4.4	:28"-29" şasiler için giriş süreleri dağılım grafiği.....	25
Şekil 4.5	:32"-33" şasiler için giriş süreleri dağılım grafiği.....	25
Şekil 4.6	:Şasi rewrok için ölçülen sürelerin dağılım grafiği.....	26
Şekil 4.7	:Tuner montaj için ölçülen sürelerin dağılım grafiği.....	26
Şekil 4.8	:14"-21" şasiler için elektrolitlerin montaj süreleri dağılım grafiği.....	26
Şekil 4.9	:28"-33" şasiler için elektrolitlerin montaj süreleri dağılım grafiği.....	27
Şekil 4.10	:Manuel şasi rework için sürelerin dağılım grafiği.....	27
Şekil 4.11	:Şasi etiketi yapıştırma süreleri dağılım grafiği.....	27
Şekil 4.12	:SW yükleme ve test ayar için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	27
Şekil 4.13	:Şasinin şasi kazağına vidalanması için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	28
Şekil 4.14	:Şebeke kablo soketi ve degauss soketinin takılmasına ait sürelerin dağılım grafiği.....	28
Şekil 4.15	:Tüp şasi kablolarının takılması ve kabloların kısaltılmasına ait sürelerin dağılım grafiği.....	29
Şekil 4.16	:Anten ve şebeke kablosunun takılmasına ait sürelerin dağılım grafiği.....	29
Şekil 4.17	:Şebeke düğmesi reworkü için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	29
Şekil 4.18	:Beyaz ve geometri ayarı için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	29
Şekil 4.19	:Anten ve şebeke kablosunun çıkarılmasına ait sürelerin dağılım grafiği.....	30
Şekil 4.20	:Arka kapak montaj süreleri için dağılım grafiği.....	30
Şekil 4.21	:Yüksek gerilim kontrolü için ölçülen süreler için dağılım grafiği.....	31
Şekil 4.22	:Arka kapak etiketi ve tüpüstü etiketinin yapıştırılması için ölçülen süreler için dağılım grafiği.....	31
Şekil 4.23	:Aksesuar torbasının arka kapağa bantlanması için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	31
Şekil 4.24	:Şebeke kablosunun katlanıp arka kapağa takılması için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	32
Şekil 4.25	:TV'nin kutuya yerleştirilmesine ait sürelerin dağılım grafiği.....	32
Şekil 4.26	:Kutuya barkod etiketinin yapıştırılması ve bantlanması için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	32
Şekil 4.27	:Gelen önçerçevelerin kozmetik reworklerinin yapılması için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	33
Şekil 4.28	:Panel montaj için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	33
Şekil 4.29	:Tek hoparlör monte edilmesi durumunda geçen sürelerin dağılım grafiği.....	34
Şekil 4.30	:Çift hoparlör kullanılması durumu için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	34
Şekil 4.31	:Tuş takımı plastiğinin montajı için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	34
Şekil 4.32	:Şasi kazağının takılması için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	35
Şekil 4.33	:Mas telinin takılması için ölçülen sürelerin dağılım grafiği.....	35

Şekil 4.34	:Tüpün sağ ve sol kulaklarına yayların takılması işlemi için ölçülen sürelerin dağılım grafiği.....	36
Şekil 4.35	:Degauss kulakçıklarının takılması işlemi için ölçülen sürelerin dağılım grafiği.....	36
Şekil 4.36	:Degauss bobininin takılması için geçen sürelerin dağılım grafiği.....	36
Şekil 4.37	:Tüp rework için ölçülen sürelerin dağılım grafiği.....	37
Şekil 4.38	:Tüpün ön çerçeveye montajı için ölçülen sürelerin dağılım grafiği.....	37
Şekil 4.39	:İsim plakettinin takılması için ölçülen sürelerin dağılım grafiği.....	38
Şekil 4.40	:Program ses PCB montajı için ölçülen sürelerin dağılım grafiği.....	38
Şekil 5.1	:Tuner montaj istasyonu için simulasyon sonucu çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen şasi adedi ve çıkan şasiler arası ortalama süre.....	41
Şekil 5.2	:Kristal ve elektrolit montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen şasi adedi ve çıkan şasiler arası ortalama süre.....	42
Şekil 5.3	:Şasi etiketi yapıştırma montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen şasi adedi ve çıkan şasiler arası ortalama süre.....	43
Şekil 5.4	:SW yükleme istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen şasi adedi ve çıkan şasiler arası ortalama süre.....	44
Şekil 5.5	:Şasinin şasi kazağına montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen şasi adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	46
Şekil 5.6	:Şebeke kablo soketi ve degauss soketinin takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre....	47
Şekil 5.7	:Tüp şasi kablolarının takılması ve kısaltılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	48
Şekil 5.8	:Anten ve şebeke kablosunun takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	49
Şekil 5.9	:Beyaz ve geometri ayar istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	51
Şekil 5.10	:Anten ve şebeke kablosunun çıkarılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	53
Şekil 5.11	:Arka kapak montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	54
Şekil 5.12	:Yüksek gerilim kontrol istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	55
Şekil 5.13	:Arka kapak ve tüp üstü etiketlerinin yapıştırıldığı istasyon için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	56
Şekil 5.14	:Aksesuar torbasının arka kapağa bantlandığı istasyon için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	57
Şekil 5.15	:Şebeke kablosunun katlanıp arka kapağa bantlandığı istasyon için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	58
Şekil 5.16	:TV kutuya yerleştirme istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	59
Şekil 5.17	:Barkod etiketinin yapıştırılması ve ambalaj kutusunun bantlanması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	60
Şekil 5.18	:Panel montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	63
Şekil 5.19	:Mas telinin takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	64
Şekil 5.20	:Hoparlör montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	65
Şekil 5.21	:Tüpün kulaklarına yayların takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	66
Şekil 5.22	:Tuş takım plastiği montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	67

Şekil 5.23	:Degauss kulakçıklarının takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	68
Şekil 5.24	:Şasi kızıağının takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	69
Şekil 5.25	:Degauss bobinini takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	70
Şekil 5.26	:Tüpün önçerçeveye montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	71
Şekil 5.27	:İsim plakentinin takıldığı istasyon için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	72
Şekil 5.28	:Program ses PCB montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre.....	73

ÖZET

TV MONTAJ HATLARINDA SİMULASYON YAKLAŞIMI

Bu çalışmada, TV montaj hatlarının simulasyon yaklaşımı ile analizi yapılmıştır. İlk bölümde simulasyon tanımı ve yöntemi kısaca tanıtılmış daha sonra belirtilen yöntem yaklaşımı, Beko Elektronik A.Ş.'de CRT TV montaj hatlarında uygulanmıştır. Problem olarak mevcut üretim adetlerinin satış kapasitesini karşılayamaması sebebi ile şirketin üretim kapasitesini arttırmak istemesidir. Yıllık 4 milyon CRT TV üretim adedine ulaşabilmek için şirket, her iş istasyonunda çalışan adedini belirlemek ve buna bağlı olarak da her hat yapısını ve adedini belirlemek istemektedir. Bunun için öncelikle mevcut durum incelenerekten sistemin tanıtımı ve sistemin analizi için kullanılan ARENA simulasyon programı ile sistemin modellenmesi yapılmıştır. Daha sonra mevcut üretimde her iş istasyonu için ölçümler yapılarak elde edilen verilerin dağılım fonksiyon ve grafikleri ARENA INPUT ANALYZER ile çıkarılmıştır. Her montaj ve hazırlık hattı için işlem sürelerinin dağılım fonksiyonları ARENA programına girilmiş ve öncelikle her istasyonda bir çalışanın bulunması durumunda sistem simule edilerek beklemeler ve mevcut durum için üretilebilecek en yüksek TV adedi hesaplanmıştır. Daha sonra iş istasyonlarındaki çalışan sayıları değiştirilerekten simulasyon tekrar edilmiş, her hat için, istenilen yıllık üretim kapasitesini sağlayabilen en düşük çalışan sayıları belirlenmeye çalışılmıştır. En son bölümde de hat sayıları ve yapıları ile ilgili tavsiyelerde bulunulmuştur.

SUMMARY

USING SIMULATION APPROACH IN TV ASSEMBLY LINES

In this study, TV assembly lines was analysed with simulation approach. In the first stage, definition of simulation and method was briefly explained and that method was applied to CRT TV assembly lines in Beko Elektronik A.S. The problem is that the present production number cannot meet the need of sale capacity, and the firm wants to increase this number. In order to reach 4 million CRT production capacity per year , company should determine labour number and line structure and unit related to man power. To do this, firstly, the modelling of the system with ARENA simulation program, which is used to introduce and analyze the system, is done by analyzing the existing situation. After that distrubition function of values and graphics which was obtained by measuring at each line current production, got arena input analyser. For Each assembly and preparation lines, distributed functions of process periods was entered to ARENA program and firstly waitings and maximum production quantity was calculated by simulation under one person at each line. After that, the simulation is repeated by changing the number of employees in each assembly lines and the minimum number of employee numbers for each lines is tried to be found. And lastly, the recommendations about the number of lines and the structure of lines are found.

1. GİRİŞ

1.1 Simulasyon

1.1.1 Simulasyon Nedir?

Sistemin bir ögesi üzerinde değişiklikler yapmak, sistemin tümünde değişimlere neden olacaktır. Sistem yaklaşımı olarak adlandırılan bu yaklaşım, yöneticilerin en önemli yardımcılarının biridir. Sistem yaklaşımının karmaşık sistemlerin analizinde ve tasarımında yararlandığı en önemli araçlardan biri de simulasyondur.

Simulasyon kantitatif bir süreçtir. Belirli bir nesnenin modeli veya temsili bir simulasyondur.

Bir sistemin simulasyonu, bu sistemi temsil edebilecek bir model oluşturma işlemidir.

Bir tanıma göre simulasyon “Gerçek sistem modelinin tasarlanması ve bu model ile sistemin işletilmesi amacına yönelik olarak, sistemin davranışını anlayabilmek veya değişik stratejileri değerlendirebilmek için deneyler yürütülmesi sürecidir.

1.1.2 Simulasyon Modeli ve Nitelikleri

Çeşitli işletme sistemlerinin çok karmaşık yapıda olmaları, bunların çözümlerine matematik ve istatistik çözüm tekniklerini uygulama imkanı vermemekte ve bilgisayarlarla çözüme şansına sahip olan simulasyon modellerine kayma zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır.

Simulasyon modelleri, matematik modellerde karşılaşılan yapısal sırayı izler. Yalnız, model matematik denklemlere değil, denemelere de dayanır. Ayrıca simulasyon modelleri matematik modellerde olduğu gibi optimum sonuçlar ortaya çıkarmaz.

Simulasyon çalışması ve modelinin karakteristikleri şunlardır:

1. Simulasyon, sistemin işleyişi ile ilgilidir.
2. Simulasyon gerçek dünya problemlerinin çözümleri ile ilgilidir.

3. Simulasyon, sistemin denetimindeki ve sistemin davranışına ilişkin hizmetlerin yararlarına yöneliktir.

İyi bir simulasyon modeli kullanıcı tarafından kolayca anlaşılır, tam ve hedef yönlü olmalıdır. Ayrıca kullanıcı tarafından denetimi ve işletilmesi kolay, model değişikliği ve güncelleştirilmesi için kolaylıkla uyarlanabilir olmalıdır.

Yeni bir sistemi kurmadan veya işletme politikalarını test etmeden önce bilgisayarda sistemi modellemek, sistem ilk çalıştırıldığında karşılaşılabilecek bir çok tuzağı önceden görmemize yardımcı olur. Devreye alma aşamasında iyi ürün elde etmek için aylar belki de yıllar süren çalışmalar simulasyonla günlere hatta saatlere sıkıştırılmış olur.

Simulasyonun çok fazla sayıda ve çok fazla özellikli değişkeni tek bir modelde toplayabilme özelliği, bugünkü kompleks sistemlerin dizaynı için vazgeçilmez bir araç olmasını sağlamaktadır. Bir üretim sisteminde; iş parçalarının, aletlerin, paletlerin, taşıma araçlarının, taşıma yollarının, işlemlerin vs..., mümkün olan kombinasyonları, permütasyonları ve bunların sonucundaki performans değerlendirmeleri neredeyse sonsuzdur. Pratik sistemleri dizayn etmek için bilgisayar sistemi bir gereklilik olmuştur.

1.1.3 Simulasyonun Tarihsel Gelişimi

Simulasyon tarihi “WEICH” şeklinde adlandırılan Çin Savaş Oyunlarından, 5000 yıl öncesinden gelir ve 1780'lere kadar devam eder. Ta ki Prussian'lar bu oyunları ordularındaki trenlerde kullanana kadar. O zamandan beri, tüm askeri güçlerin başkanları, simule edilmiş çevre koşulları altında askeri stratejileri test etmek için savaş oyunlarını kullanmışlardır.

2. Dünya Savaşı esnasında büyük matematikçi Jhon Van Neumann tarafından bu teknik, askeriyeden ve operasyonel oyunlardan, yeni bir teknik olan Monte Carlo Simulasyon Tekniğine dönüştürülmüştür. Oyun yapısı nedeni ile Van Neumann kanunların değişimi çalışmasını Monte Carlo Modeli olarak adlandırdı.

1950'lerde iş bilgisayarlarının gelişi ve birleşik kullanımı ile simulasyon bir yönetim aracı olarak geliştii. Uzmanlaşıp özelleşen bilgisayar dilleri, geniş ölçülü problemleri daha etkili ele almak için 1960'larda geliştirildi. 1980'lerden itibaren bilgisayar dillerinin gelişmesi ile değişik adlarla bir çok simulasyon programı yazılmıştır.

1.1.4 Simulasyonun Kullanım Sebepleri

Simulasyonun yöneticilere çok çeşitli nedenlerden dolayı getirileri vardır:

1. Oldukça esnek ve doğrudur.
2. Çok fazla alanda kullanılır.
3. Bazı durumlarda simulasyon kullanılabilecek tek modeldir. NASA'da ulusal hava pilotunun idaresinde, Satürn'ün çevresini gözlemlemek güç olduğunda simulasyona ihtiyaç duyulur.
4. Simulasyon modelleri yönetim problemlerinde kurulur ve bu modellerin kurulması için yönetim girdileri gereklidir. Kantitatif analiz yöneticilerle yeterince görüşülmelidir. Böylece model kurulumunun başarılması için sorun çıkmaz ve kullanılmaktan kaçınılmaz.
5. Simulasyon çeşitli tipteki sorulara cevap arar. Yönetici, hangi seçeneklerin cazip geleceğini önceden bilmek ister.
6. Simulasyonda denemeler model üzerinde yapılır.
7. Simulasyonda zaman kısıtlaması yapılabilir.
8. Simulasyon birçok kantitatif analizde çözümlenemeyecek karmaşık gerçek dünya problemlerinin çözümüne izin verir.

1.1.5 Simulasyon Kullanmanın Yararları

Simulasyon kullanmanın bir çok yararı vardır. Bunlardan bazıları şu şekildedir:

1. Sistem analistini daha genel ve daha geniş düşünmeye zorlar.
2. Sistemlerin evrenselliğini ortaya çıkararak, dinamik yapılarının incelenmesini sağlar.
3. Dinamik sistemlerin gerçek zamanları, daraltılmış veya genişletilmiş süre içinde incelenebilir.
4. Matematik modeller ile analitik çözümler bulunduktan sonra, simulasyon analitik çözümlerin doğruluğunu gerçeklemek üzere kullanılabilir.
5. Herhangi bir sistemin içsel etkileşimlerini inceleme ve üzerinde deneyler yapma olanağı verebilir.

6. Değişen koşullar ve/veya yeni durumlar altında sistemin göstereceği davranışı inceleyebiliriz.
7. Simulasyon için gerekli veriler çoğu kez çok kolay elde edilir.
8. Sistemin verileri yetersiz olduğunda simulasyon yöntemleri bu boşluğu kapatabilir.
9. Simulasyon modeli kurulduktan sonra sistemin farklı durumlarının incelenmesi için istenen süre kadar kullanılabilir.

1.1.6 Simulasyon Uygulama Alanları

Üretim simulasyonu ile bir çok alanı kapsayan çalışmalar yapılabilir. Genel uygulama alanlarına örnek olarak;

- 1- Kapasite analizi ve planlaması
- 2- Ekipman ve personel planlaması
- 3- Kaynak ihtiyaç analizi ve planlaması
- 4- Darboğaz ve kısıt analizi
- 5- Üretim planlaması
- 6- Çizelge optimizasyonu
- 7- Envanter yönetimi
- 8- Lojistik planlaması
- 9- Yerleşim optimizasyonu
- 10- Bakım ve koruma düzenlemesi
- 11- Detaylı ve karmaşık kaynak modellemesi
- 12- Teslimat performansı analizi
- 13- Mühendis ve teknisyen işbaşı ve süreç eğitimi
- 14- Yeni operatör eğitimi

verilebilir. Simulasyon çalışması;

- Hangi sayıda ve tipte makina veya iş merkezi kullanılmalı
- Ne kadar alet ve kalıba ihtiyaç var

- Mevcut sistemin üretim kapasitesi ne kadar
- İş merkezlerinin en iyi yerleşim planı ne
- Optimum yükleme miktarı ne
- Bir süreç ya da metod üzerinde yapılan değişikliğin bütün üretime olan etkisi ne
- İş akışı ne kadar dengelenmiş
- Makina arızalarının üretime olan etkisi ne
- Makina kurma zamanlarının üretime olan etkisi ne
- Kaç tane bakım elemanına ihtiyaç var
- Üretim ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli vardiya sayısı ne
- Optimum üretim parti büyüklüğü ne
- Kaynakları belirli işler arasında dağıtmanın en iyi yolu ne
- Değişik ürün kombinasyonlarının üretim üzerine etkisi ne
- Bir üretim, planının ne kadarı karşılanıyor

gibi sorulara cevap vermek için kullanılabilir.

1.2 Simulasyon Çalışması Nasıl Yapılır?

Simulasyon yaklaşımının tercih edilmesi, uygulanması ve başarılı olması için çalışma koşullarının sahip olacağı özellikler vardır. Bu özellikleri şöyle sıralayabiliriz:

1. Belirsizlik: Çevre koşullarında ve iç olaylardaki belirsizlik öğeleri fazladır ve yönetsel kararlar bu belirsizlik şartları altında verilir.
2. Rassallık: Çevresel gelişmeler rassal olarak oluşur.
3. Deneysellik: Çevre koşulları ve iç yapıdaki değişkenler, parametreler ve sistemi sınırlandıran kısıt ve varsayımlarda değişiklik yaparak alternatif plan, karar ve yön oluşturma gereksinimleri bulunur.
4. Davranış Analizi: Yönetim ve karar sistemlerinin farklı politikalara gösterdiği tepkilerin analizidir

5. Sistem Görüşü: Yapı, sistem ve olayların bir bütün olarak ve çok yönlü geniş bir görüşle inceleme gereksinimi bulunur.
6. Evrimsellik: Yapı, sistem ve olayların zaman içindeki nicel ve nitel değişimlerinin inceleme zorunluluğunun bulunmasıdır.

1.3 Simulasyon Modelleme Süreci

Bir çalışma mevcut ihtiyacı karşılayacak ya da bir problemi çözecek şekilde hazırlanmamışsa, detaylı ve eksiksiz olması bir anlam ifade etmez. İyi bir model, gelecek ihtiyaçları da gözönüne alarak, sistemin diğer parçalarını da kolayca içine alacak şekilde tasarlanmış olmalıdır. Fakat içinde fazlalık ve gereksiz bilgilerin bulunduğu bir model bilgisayar üzerinde diğer modellere göre daha yavaş çalışabilir ve maliyeti daha yüksek olabilir. Simulasyon yaklaşımı çok sayıda değişik türden probleme uygulanmaktadır. Simulasyon çalışmasının aşamaları aşağıdaki gibi ele alınabilir.

1.3.1 Çalışmanın amacı

Herhangi bir çalışmanın ilk adımı, yürütülen çalışmanın amacının açık ve tam olarak belirlenmesidir. Çalışmanın amacı tanımlanırken, neyi optimize etmek istediğimiz tam ve açık olarak belirlenmelidir. Simulasyon çalışmasının amaçları, genellikle ele alınan problem tarafından belirlenir.

Çalışma sonucu ile ilgilenen tek kişi genellikle sadece modeli oluşturan kişi değildir. Mühendisler, yöneticiler, operatörler ve bir çok çalışanın, oluşturulan model ve yapılan çalışmadan değişik beklentileri vardır. Çalışmanın yapısı ve içeriği hakkında genel bir tanım oluşturmak, bu kişilerden gelecek verilerin ve gerekli desteğin daha kolay elde edilmesini sağlamaktadır.

1.3.2 Sistemin Tanımı

Sistem, aralarında bir ilişkiler kümesi sergileyen, karşılıklı etkileşim içinde belli bir amaca doğru yönelmiş olan öğeler kümesidir. Bu aşama, sistemin sınırlarını, kısıtlarını ve etkinlik ölçüsünü belirleme aşamasıdır. Bu aşama, sisteme ilişkin öğelerin yani bileşen, değişken ve parametreler ile bunlar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi demektir. Bu aşamanın önemli bir noktası sistem içindeki olayların sırasal ilişkilerinin belirlenerek şematik olarak ifade edilmesidir.

1.3.3 Modelin Formülasyonu

Bu aşama sistemi soyutlamak veya indirgemek için mantıksal bir akış diyagramına aktarma işidir. Modelleme bir soyutlamadır ve bu soyutlamanın ölçüsü çalışmanın amacı tarafından belirlenir.

Ele alınacak sistemin bir taslağının ya da yerleşim düzenine ait bir çizimin kurulması, çalışmaya çeşitli faydalar sağlar. Ayrıca, sistemi anlamayı kolaylaştırmak için, sistemdeki akışlar ve etkileşimler bu çizimler üzerinde gösterilebilir. Sistemdeki operatörlerin, malzeme taşıyıcıların izledikleri güzergah ve kullandıkları yollar da bu çizimler üzerine aktarılabilir.

1.3.4 Veri Derleme

Özellikle büyük ölçekli sistemlerin simulasyon çalışmaları için veriye gereksinim vardır. Hangi tür verinin gerekli olduğu belirlenmelidir ve sistem parametreleri, değişkenlerin davranışı ve sistemdeki ilişkilerin biçimi doğru olarak bilinmelidir. Veri olmadan simulasyon modellerinin geçerliliğini araştırmak çok zordur. Toplanan veriler, rassal değişkenlerin dağılım türünün belirlenmesi, dağılım parametrelerinin belirlenmesi, sistemin bileşenleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla kullanılır. Deney içine almak istediğimiz her faktörün sabit veya rassal olup olmadıkları araştırılmalıdır.

Toplanan verilerin doğruluğunun, elde edilen sonuç üzerine etkisi büyüktür. Yapılan ilk plan içerisinde; gerekli olan verilerin, bilgi kaynaklarının ve bu bilgilerin nasıl elde edileceği belirlenmelidir. Yetersiz veya eksik veri bulunması durumunda modeli kuran kişi sisteme en hakim kişilerden yardım alabilir, verileri kendisi toplayabilir veya verilerle ilgili tahminler yapabilir. Ancak tahmini verilerin kullanılması durumunda, bu verilerin sistem üzerindeki etkilerini anlamak için, değişik değerler kullanılmalı ve verilerin uç değerleri, toleransları çok iyi analiz edilmelidir.

Önce sistemle ilgili temel verilerin ve istatistiklerin toplanması gerekir. Bu makro verilerin amacı, modelin giriş parametreleriyle ve daha sonraki çalışmalarda kullanılacak olan verilerin toplanmasıyla ilgili detayları içeren parametrelerin temelini oluşturmaktır.

Veri toplanması sürekli olarak yapılması gereken bir işlemdir. Simulasyon çalışması ilerledikçe ve makro veriler sisteme girildikçe, mikro verilerin toplanması önem kazanır.

1.3.5 Bilgisayar Modelinin Kurulması

Geçerliliği irdelenmiş matematik model, bilgisayar dili ile kodlanmaya hazır duruma gelmiş demektir. Modelleme, genellikle sistemin soyut bir ortamının oluşturulmasıyla başlar ve gittikçe daha detaylı bilgilerin eklenmesiyle devam eder. Bu soyut model, sistemin mantıksal bir modelidir ve sistemdeki olaylar arasındaki ilişkileri tanımlar. Bilgisayar üzerinde kurulan bu modelin gerçekleştirilebilmesi için, modeli kuran kişinin gerçek sistemin yapısını soyut olarak düşünebilmesi gerekir. Simulasyon programının bilgisayar ile yapılması şu adımlardan oluşur:

1. Akış diyagramının çizilmesi
2. Kodlama
 - a. Genel amaçlı derleyici
 - b. Çok amaçlı derleyici (özel amaçlı simulasyon dilleri)
3. Hataların ayıklanması
4. Verilerin kullanılması ve başlangıç koşullarının belirlenmesi
5. Verilerin üretilmesi
6. Çıktı raporlarının üretilmesi

1.3.6 Modelin Geçerliliği

Kurulan model, incelenen sistemi temsil etmelidir. Gerçeği tam olarak temsil eden bir sistemin kurulması beklenemez fakat incelenen sistemin belirleyici özellikleri modelde yer almalıdır. Ayrıca simulasyon sonuçları anlaşılabilir olmalıdır. Dikkatle yapılacak tam bir belgeleme modelin ömrünü uzatır. İyi bir belgeleme programların hatalarının bulunmasına ve düzeltilmesine imkan verir. Modele güvenilirliğin sağlanmasında iki önemli aşama doğrulama ve değerlendirmedir.

1.3.6.1 Doğrulama

Model, modeli kuran kişinin amaçları doğrultusunda çalışıyorsa doğrulanmış demektir. Modelin doğrulanması, simulasyonun çalıştırılması ve işlemlerin

gözlemlenmesiyle yapılabilir. Kompleks modeller birkaç kez muhtemel hataların düzeltilmesini gerektirebilir. Çalışmanın hedefleriyle paralel çıkan sonuçlar, modelin doğrulandığını gösteren en önemli kanıtlardır.

Modelin doğrulanmasında ve hataların düzeltilmesinde bir kaç yardımcı araçtan yararlanılabilir. Örneğin, sistemdeki parçaların hareketlerinin sağlıklı olarak görülebileceği bir hızda animasyon yapılabilir. Fakat animasyon tek başına bir doğrulama aracı olarak kullanılmamalıdır. Değişkenler ve sayaçlar istenilen sonuçların bir göstergesi olarak animasyonda kullanılabilir. Diğer bir doğrulama sistemi de, model yapısının bir başka kurucu tarafından incelenmesidir. Simulasyon sonuçları, daha önce yapılmış model sonuçları ile karşılaştırılabilir. Modelin sonucu değişik durumlar altında test edilebilir.

1.3.6.2 Değerlendirme

Değerlendirme, kurulan modelin, üzerinde çalışılan sistemdeki problemi yansıtip yansıtmadığının belirlenmesidir. Değerlendirme testi, modeli kuran kişinin diğer potansiyel kullanıcılar ve sistemdeki işlemlerle ilgili kişilerle yapacağı ortak bir çalışma olmalıdır.

Modeli kuran kişi genellikle modeli ve modelin gerçek sistemle olan ilişkisini gösteren yapısal bir plan çıkarır. Modeli kuran kişi aynı zamanda modelde kullanılan tahmini verilerin olası etkilerini ve önemini de açıklar. Sistemi iyi bilen kişilerden alacağı yardımla da bu tahmini verilerin doğruluğunu kontrol etmelidir. Animasyon genellikle doğrulamadan sonra yapılırsa da, bir değerlendirme aracı olarak da kullanılabilir.

Giriş verilerini değiştirerek, kurulan modelin sonuçlarıyla sistemin kendi çıktılarını karşılaştırmak, test etme yollarından biridir. Giriş parametrelerinin değerlerini arttırıp azaltarak sistem üzerindeki etkilerini incelemek, modelin gerçek sistemle olan benzerliğinin belirlenmesinde kullanılabilir.

Bir başka yaklaşım da, sistemi çok iyi bilen uzmanların sistemle model arasındaki benzerlik ve farklılıkları bulmalarıdır. Bu işlem “turing test” olarak adlandırılır. Buna benzer başka bir yöntem ise, geçmiş verilerin model üzerinde denenerek, model sonuçlarının gerçek sisteme ait sonuçlarla karşılaştırılmasıdır.

1.3.7 Uygulama

Uygulama, gerçekte simulasyon projesi ile başlar. Büyük projelerde, önerilerin uygulanabilmesi, izlenen adımların uygunluğuna bağlıdır. Modeli kuran kişi ve diğer ilgili personel, simulasyon projesinin uygulanmasında rehberlik etmelidir.

Proje için bir bitiş zamanı belirlense de, iyi oluşturulmuş modeller proje bitiminden sonra rafa kaldırılmaz, genellikle sistemin başka parçalarını da içine alacak şekilde geliştirilir ya da başka modeller entegre edilip sürekli iyileştirme çalışmalarında kullanılırlar. Bu aşamada model kurucu, model mantığını ve varsayımlara ilgili dökümantasyonu sürekli iyileştirme çalışmaları için saklamalı ve yapılan çalışmalara göre güncellemelidir.

2. SİSTEM ANALİZİ

Daha önce de tanımlandığı gibi, sistem, aralarında bir ilişkiler kümesi sergileyen, karşılıklı etkileşim içinde belli bir amaca doğru yönelmiş olan öğeler kümesidir.

Tez için ele alınacak olan sistem Beko Elektronik CRT TV üretim hatlarının sistemidir.

2.1 Beko Elektronik Tarihçe

Beko Elektronik A.Ş., 22 Eylül 1966'da Bekoteknik Sanayi A.Ş. adıyla İstanbul'da kurulmuştur. Hızla değişen dünyada rekabet edebilmenin ön koşulunun sürekli değişmek ve ilerlemek olduğu bilinciyle; 1996 yılına kadar Bekoteknik olan adını Beko Elektronik olarak değiştirmiş. Türkiye'nin en büyük elektronik üreticilerinden biri olan kuruluş halen, İstanbul Beylikdüzü'ndeki toplam 125,000 metrekarelik modern tesislerinde, yurtiçi ve yurtdışı pazarlar için çeşitli tip ve modellerde televizyon, yazar kasa, uydu alıcı ve PC üretmekte, müzik seti, DVD, video ve diğer ürünleri pazarlayarak servis vermektedir.

Beko Elektronik, 1988-93 arasında gerçekleştirdiği büyük modernizasyon projesiyle bugün Avrupa'nın en modern ve gelişmiş televizyon fabrikasına sahiptir. Bu proje kapsamında, "flexible manufacturing-esnek üretim olanağı" yaratılarak, üretilen televizyon modeli sayısı 250'yi bulmuştur. Böylece ihracat pazarları için gerekli her tip ve modelde televizyon üretilmesi sağlanmıştır.

Üretimindeki otomasyon oranı yüzde 95'i bulan Beko Elektronik, aynı zamanda Türkiye'de ve dünyada bilgisayar robotlu nihai ürün ambarlama ve yükleme tesisine ilk sahip olan televizyon üreticilerinden biridir.

Beko Elektronik ayrıca 1987 yılında, toplam 7000 metrekarelik bir alanda, Türkiye'de ilk kez kompüterize plastik enjeksiyon makineleriyle donanmış plastik enjeksiyon fabrikasını, 1994'de ise bilgisayar robotlu malzeme ve depolama sistemini işletmeye açmıştır.

Beko Elektronik'in modernizasyon programı kapsamında gerçekleştirdiği önemli bir atılımı da AR-GE konusunda olmuştur. 2000 metrekairelik bir alanı kapsayan, yetişmiş insan gücü ve yazılım ile donatılan AR-GE departmanları, uluslararası standartlara sahip, dünya çapında bir teknoloji laboratuvarı olarak çalışmaktadır.

1983 yılında, ülkemizde ilk defa Kalite Çemberleri uygulamasıyla kalite yolculuğuna başlayan Beko Elektronik, 1990'lı yılların başında Toplam Kalite Yönetimi anlayışını benimsemiş ve "Topyekün Mükemmelleşme" sloganıyla çalışanlarına yaygınlaştırmıştır.

1992 yılından bu yana, Koç 2000 Müşteri Odaklı Stratejik Planlama Modeli ile Toplam Kalite Yönetimi'ni uygulayan Beko Elektronik, 1997 yılında Beko Elektronik Stratejik Yönetimi (BEST) Modeli'ne geçerek Toplam Kalite Yönetimi uygulamalarını daha katılımcı ve uzun perspektifli bir yaklaşıma dönüştürmüştür. Yirmibirinci yüzyılın eşiğine gelindiğinde, dünyada yaşanan hızlı değişim ve giderek yoğunlaşan rekabet, sistemlerin ve yaklaşımların gözden geçirilmesi ihtiyacını doğurmuş ve bugüne kadar üç yıllık bir perspektifte ele alınan ve uygulanan Koç 2000'in ötesinde, ancak onu da kapsayacak yeni bir yaklaşım uygulamaya alınmıştır.

Beko Elektronik, 1993 yılında TÜSİAD-KalDer Kalite Ödülü'ne ilk başvuran kuruluşlar arasındadır ve o tarihten bu yana her yıl özdeğerlendirme çalışmalarını yaparak kendini sürekli geliştirmeyi benimsemiştir. Bu çalışmaların sonucunda Beko Elektronik, koyduğu hedefi yakalayarak 1999 TÜSİAD-KalDer Başarı Ödülü'nün sahibi olmuştur.

2001 yılında Beko Elektronik, Toplam Verimlilik Yönetimi (TPM) aktivitelerini en iyi şekilde uygulayan, dünyanın en verimli şirketlerinin sahip olduğu TPM Mükemmellik Ödülü'nü almıştır. TPM mükemmellik Ödülü'nü kazanan Beko Elektronik, bu ödülle sahip yüzde 100 Türk sermayeli ilk Türk şirkettir.

Beko Elektronik tarihçesi ve Toplam Kalite yolculuğunda önemli kilometre taşları

- 1966 Bekoteknik'in kuruluşu
- 1967 Radyo ve ticari dolap imalatı
- 1968 İlk televizyonun Kızılay (Ankara)'daki teşhiri
- 1976 Beylikdüzü Mevkii'ne taşınma
- 1983 Kalite Çemberleri eğitimi ve uygulamanın başlatılması

- 1988 Yan sanayi denetim sisteminin kurulması
- 1989 ISO 9000 çalışmalarının başlatılması
- 1991 ISO 9001 Belgesinin alınması (SGS Yarsley)
- 1992 ISO 9001 Belgesinin alınması (TSE)
- 1992 Koç 2000 “Topyekün Mükemmelleşme” çalışmalarının başlatılması
- 1993 BS 7750 çalışmalarının başlatılması
- 1993 TÜSİAD-KalDer Kalite Ödülü başvurusu
- 1994 Yan Sanayi Planlı Geliştirme faaliyetlerinin başlatılması
- 1994 BS 7750 Belgesinin alınması (SGS Yarsley)
- 1996 TS EN ISO-14001 Belgesinin alınması
- 1997 BS 7750 Belgesi’nin ISO-14001’e çevrilmesi (SGS Yarsley)
- 1997 Beko Elektronik Stratejik Yönetimi (BEST) Modeli
- 1999 ISO Çevre Büyük Ödülü’nün alınması
- 1999 TÜSİAD-KalDer Başarı Ödülü’nün alınması
- 2001 ISO 9001:2000 Sertifikası (SGS Yarsley) 2001 TPM Mükemmellik Ödülü’nün alınması

Bugün BEKO markalı televizyonlar, Tüm Avrupa’nın yanı sıra Afrika’da da tanınmaya başlamıştır. Afrika kıtasında, ilk olarak 1992 yılında Fildişi Sahili, Botswana ülkeleri ile başlatılan ihracat genişleterek BEKO birçok ülkede tercih edilen marka haline gelmiştir. Söz konusu Afrika ülkelerinde de ağırlıklı olarak BEKO markası ile satış yapılmaktadır. Ayrıca bu ülkelerin bazıları ile de TV ihracatının yanı sıra teknolojik işbirliği de söz konusudur. Örneğin Mısır’a sadece TV değil, teknoloji de ihraç edilmiştir.

Beko Elektronik’in kendi ürün tasarım teknolojisi mevcuttur. Ürün dizaynlarını kendi yapmaktadır. Elektronik, kozmetik ve software yazılım tasarımları üzerinde çalışmaktadır. Üretim teknolojisinde ise dünya çapındaki fabrikalarla boy ölçüşebilir düzeydedir. Kendi otomasyon sistemlerini tasarlayabilmekte ve üretmektedir.

Bu konudaki gücü ve başarısı, üretimini BEKO'ya teslim eden Grundig ve Lucky Goldstar (yani LG) markalarının ürünlerindeki elektronik devrelerde kendi tasarımları yerine Beko Elektronik tasarımlarını tercih etmiş olmalarıyla ispat edilmiştir. Avrupa'nın ve Uzak Doğu'nun bu saygın ve güçlü markaları için üretim yapmak, özellikle bu üretimde teknoloji satın almadan, dışarıdan transfer etmeden kendi yarattığı özgün teknolojiyi kullanmak, yani bir anlamda teknoloji de satıyor olmak gurur vericidir.

2.2 Problemin Tanımı

Beko Elektronik A.Ş., artan CRT TV talepleri üzerine üretim adetlerini arttırmaya karar vermiştir. Beko Elektronik Türkiye'nin en büyük TV üreticilerinden biri olduğundan, gelen talepleri karşılamak, müşterilerini kaybetmemek istemektedir. Üretim miktarlarını arttırmak için gerekli olan hat sayısını ve bunun için gerekli olan maliyetleri belirlemek istemektedir. Yıllık 4 milyon TV üretim adedine ulaşmak için gerekli olan bekleme sürelerinin minimum olduğu optimum üretim hat sayısı ve istihdam edilmesi gerekli eleman sayısının belirlenmesi istenmektedir. Bu da ortalama 365 gün ve günde 21 saat üretim yapıldığı durum için 6.9 saniyede bir TV üretilmesini gerektirmektedir.

2.3 Neden Simulasyon

Simulasyon kullanılmasının birçok sebebi vardır. En önemli nedeni girilecek maddi yükümlülüktür. Simulasyon yapılmadan kurulacak olan üretim hatlarının yapısı ve sayısı ileride üretim miktarlarını karşılamasına rağmen girilecek olan maddi yükümlülüğünden dolayı şirketi zarara uğratabilir. Ayrıca talepten fazla üretim hattı kurulması durumunda da üretim hatlarında bekleme süreleri olacak bu da şirkete ek mali yükümlülük getirecektir. Yetersiz miktarda üretim hattı kurulması durumunda da müşteri talepleri karşılanamayacaktır. Dolayısıyla ile simulasyon, bu maddi yükümlülüğe girilmeden en optimum çözümü bulmada yardımcı olacaktır. Ayrıca simulasyon sayesinde hatların, bekleme sürelerinin fazla olduğu noktalarında rahatlıkla iyileştirmeler yapılabilecek, bu sayede de gerekli olan hat yapısı ve sayısı belirlenecektir.

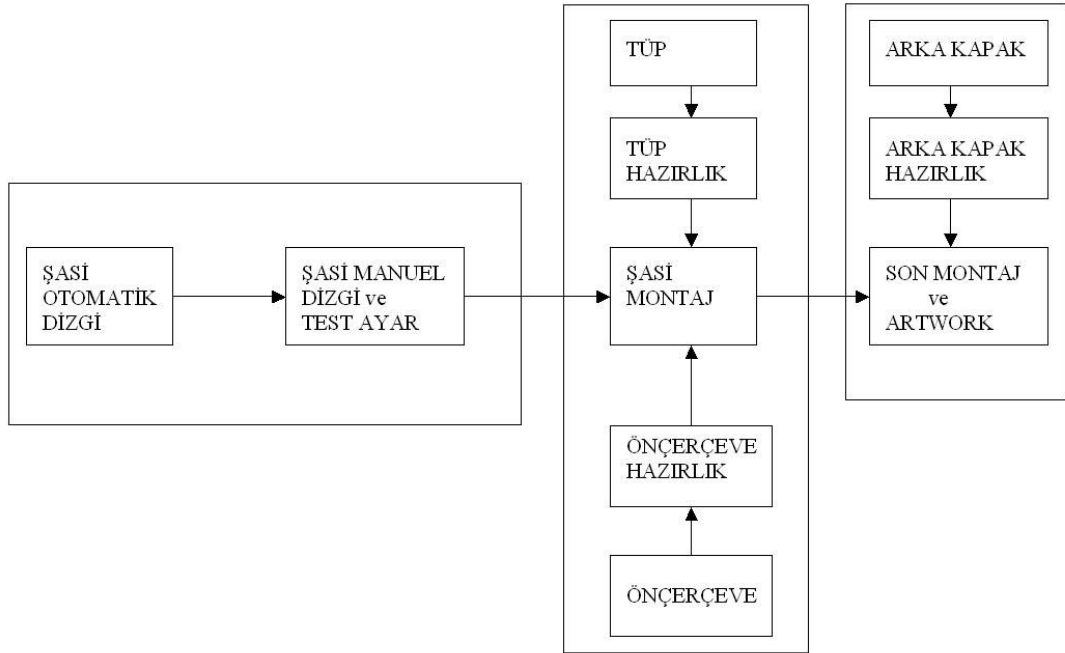
CRT TV üretim süreleri ekran boyutu, TV özellikleri ve hat yapısına bağlı olduğundan dolayı sabit sürelerle üretim yapılamamaktadır. Ayrıca gelen taleplerin de değişik ekran boylarında olmasından dolayı değişken süreler için simülasyon yaklaşımına gidilmesi gereklidir.

Diğer analiz yöntemleri, taleplerin ve üretim sürelerinin sabit olmamasından dolayı kullanılamamaktadır. Simülasyon birçok kantatif analizde çözümlenemeyecek probleme çözüm bulmak için kullanılan bir yöntemdir.

2.4 Sistemin Açıklanması

Ele alınacak olan sistem CRT TV üretim sistemidir. Bu uygulamada ele alınacak olan CRT TV üretim hatları temel olarak 3 bölümden oluşur. Bunlar,

- Şasi otomatik ve manuel dizgi ve test ayar
- Tüp ve önçerçevenin hazırlanması ve şasinin montajı
- Arka kapak hazırlık, son montaj ve artwork



Şekil 2.1 : Sistemin genel yapısı

Her bölümün kendi içerisinde birçok prosesi bulunmaktadır. Bu proseslerin sürelerinin bir kısmı tüm TV ekran boyları için aynı iken bazıları da ekran boylarına göre farklılık göstermektedir.

Manuel dizgi; ekran boylarına, şasi tiplerine ve çalışanların performansına bağlıdır. Manuel dizgiden gelen şasiler test ayar kısmında gerekli olan ayarları yapılıp, bir hata ya da sorunla karşılaşılması durumunda önçerçevelere takılmak üzere montaj hattına gönderilir.

Bu sırada önçerçeve hazırlık aşamasında önçerçevesi kozmetik olarak kontrol edilip montaj paleti üzerine yerleştirilir. Önçerçeveye panelin montajından sonra hoparlörler monte edilir. Bir sonraki montaj hattında önçerçeveye tuş takım plastiği vidalanır. Bu işlemler yapılırken konveyörden alınan tüpe de mas teli takılır. Daha sonra tüpün sağ ve sol kulaklarına yaylar geçirilir ve mas teline takılır. Degauss kulakçıkları tüpün sağ ve sol kulaklarına takılır ve degauss bobini kulakçıklara geçirilir. Hazırlanan önçerçeveye tüp vidalanır. Önçerçevenin ön yüzüne isim plaketi takılır/yapıştırılır ve program ses PCB'si monte edilir.

Manuel dizgi hattından gelen şasiler bir sonraki montaj hattında önçerçeveye vidalanır. Şebeke kablosu ve degauss soketi şasiye takılır ve tüp şasi kabloları kısaltılır. Anten ve şebeke kablosu takılıp şebeke düğmesi test edilir. Gerekli görülmesi halinde şebeke düğmesi rework yapılır. Daha sonra beyaz ve geometri ayarları yapılıp televizyon 30 dk süre ile ısı bandına gönderilir. Burada TV'ler 30 dk süre ile çalıştırılır ve tekrar üretim bandına gelen TV'lerin şebeke kablosu ve anteni çıkarılır. Bu sırada yan sanayiden hazırlanmış olarak gelen arka kapak TV'lere vidalanır. Yüksek gerilim kontrolü yapılan TV'lere arka kapak etiketleri ve istenmesi durumunda tüp üstü etiketleri yapıştırılır. Aksesuar torbasının kutuya yerleştirilmesi ve şebeke kablosunun katlanıp arka kapaktaki kısıpca takılmasının ardından TV kutuya yerleştirilir. TV kutusunun üstüne barkod etiketi yapıştırılır ve bantlanan ambalaj kutusu müşteriye sevk edilmek üzere mamul ambara götürülür.

Uygulamada incelenecek olan sistem için bazı varsayımlar yapılmıştır. Bunlar;

- Şasi, otomatik dizginin üretimin yapılacağı günden bir gün önce yapılacağı varsayılmaktadır. Bu durumda da otomatik dizgi için simulasyon incelemesi yapılmamaktadır. Şasilerin manuel dizgi bantlarına otomatik dizgileri yapılmış olarak geldikleri varsayılmaktadır. (Gelen şasilerde hata olması durumunda şasi reworkleri simulasyon uygulamasında incelenmektedir.)
- Arka kapak ve önçerçeve BEKO Elektronik A.Ş. içerisinde değil de yan sanayide basıldığından dolayı bu malzemeler için simulasyon çalışması

yapılmamıştır. Bu malzemeler BEKO'ya sünger ve vizolin bantları takılmış olarak gelmektedir. Bu sebepten dolayı bu malzemelerin hazırlanma süreleri simülasyon çalışmasına alınmamıştır. Hoparlörlerin küçük ekran boyları için 1 veya 2 adet olması durumu söz konusudur. Büyük ekran boylarında ise 2 hoparlör bulunmaktadır. Toplam gelen ürünlerin %85 gibi bir kısmında 2 hoparlör, kalan kısmında da tek hoparlör kullanılmaktadır.

- Tüp hazırlık kısmı da simülasyon çalışmasında incelenmiştir. Hazırlanan tüplerle önçerçevenin simülasyon çalışmasında monte edildiği, daha sonra da şasinin vidalanma işleminin yer aldığı şekilde gösterilmiştir. Ancak tüp hazırlık bandı için de 6.9 saniye kısıtı ayrı olarak incelenmiştir. Bunun sebebi tüplerin direk olarak BEKO'ya gelmesi ve hazırlığının BEKO'da yapılması ve bunun için de hat ayrılması sebebidir. Tüpler için de 6.9 saniyede bir tüp hazır olması koşulunu sağlayacak tüp hazırlık bant sayısının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca tüplerde hatalı takılan kablolar için rework süreleri de simülasyon çalışmasına alınmıştır. Bununla birlikte bu hatla önçerçevenin hatalı gelmesinden dolayı yapılan reworkler ve önçerçeve montaj kısımları ve tüpün önçerçeveye montajı için gerekli olan süre de burada incelenmiştir. 6.9 saniyeyi sağlayan optimum hat sayısı, şasilerin önçerçeveye monte edildiği hattın beklemesini minimum yapmaktadır.
- TV, arka kapak montajdan önce 30 dakika ısı testine tutulmaktadır. Bu süre simülasyonu etkilemekle birlikte sabit olduğundan, hat sayısını etkilemediğinden ve ısı testi için kapasite limiti olmadığından sadece 30 dk gecikme ile simülasyon limitini zorlayacağından simülasyon çalışmasına alınmamıştır.
- Tüplerde olabilecek hatalı malların giriş kaliteden geçmediği, arka kapak ve önçerçevelerin de kullanılamayacak seviyede hatalı olanlarının da yan sanayiden gelmeyeceği varsayılmaktadır.
- Şasiler için otomatik dizgiden gelen şasiler kontrol edildikten sonra hatalı olan bir kısım şasi hataların düzeltilmesi sonucu kullanılabilirken bir kısım şasi de mevcut üretimde kullanılamayacak durumda olduğundan dolayı ayrılmaktadır.

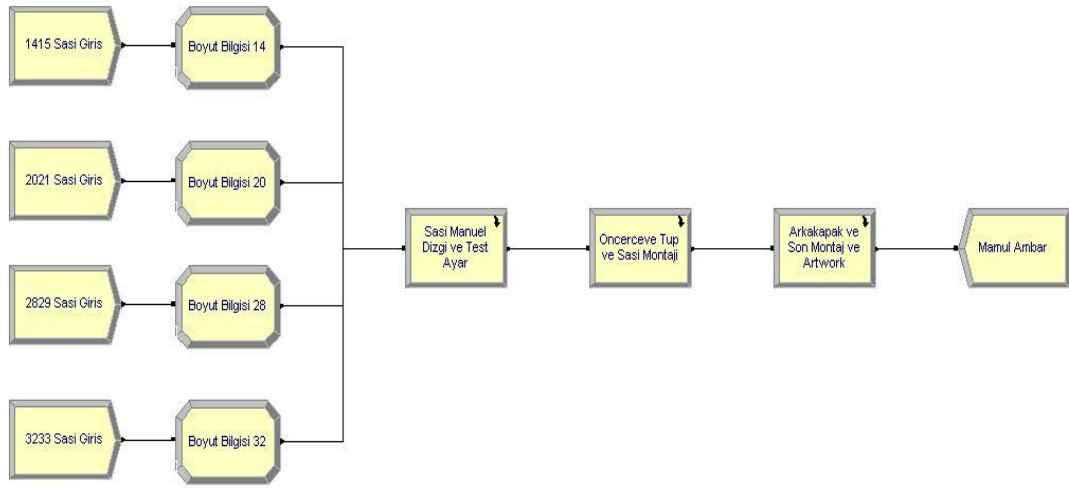
- Tüp üstü etiketi, arka kapak etiketi ve ambalaj kutusu gibi artworklerin de üretim bandına hazır ve doğru geldiği varsayılmaktadır.
- Simulasyon çalışması için blok diagram tek bir hattın var olması gibi gösterilse de aslında bir TV üretimi birkaç hattan oluşmaktadır. Bundan dolayı optimum hat sayısı değil optimum hat sayıları aranmaktadır. Ayrıca durma beklemelerin fazla olduğu bazı işlemlerde de aynı hat içinde bu işlemler için çoklama yapılmaktadır. Bu da simulasyon çalışmasında ayrıca incelenmektedir.
- Malzeme temin sıkıntısından dolayı durma beklemelerin olmadığı varsayılmaktadır.

3. SİMULASYON MODELİ

Simulasyon çalışması için ARENA simulasyon programı kullanılacaktır.

3.1 Sistemin ARENA Blok Diagramları ile Açıklaması

Arena programı ile yapılacak olan çalışma için genel blok diagramı şu şekildedir.

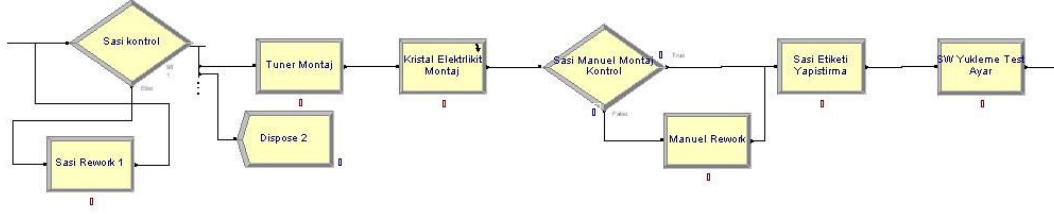


Şekil 3.1 : ARENA ile sistemin genel olarak modellenmesi

Kullanılacak sistem için esas girdiler şasıdır ve şasi boylarına göre süreler değişmektedir. Dolayısı ile 14-15", 20-21", 28-29" ve 32-33" ekran boyları için süreler belirlenmiştir.

Daha sonra şasiler manuel dizgi ve test ayarları yapılmak üzere manuel montaj hattına getirilmektedir. Bu aşamadan sonra şasinin önçerçeveye montajı ve arka kapak ve son montaj ve artwork hatları bulunmaktadır. Kutulanıp bantlanan mamuller daha sonra ambar depoya sevkedilmek üzere gönderilir.

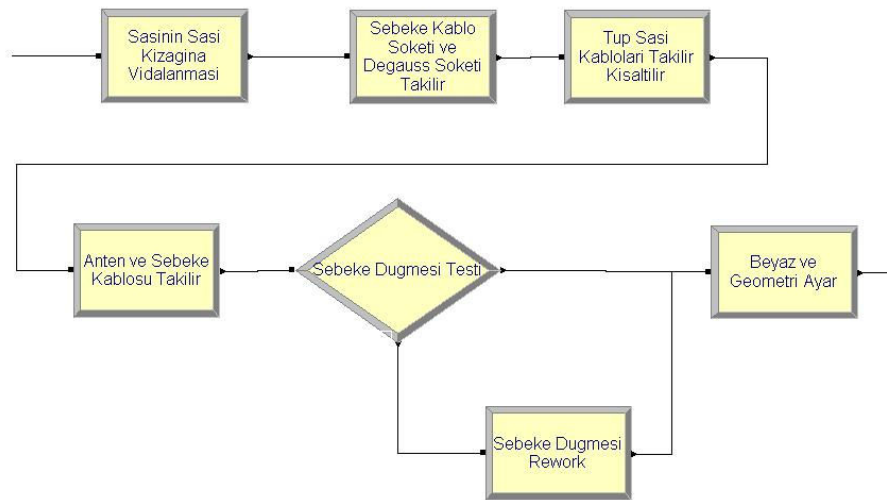
Görüleceği gibi sistem modelinde SUBMODEL kullanılmıştır. Bunlar sistem analizinin daha rahat incelenebilmesi için yapılmıştır. "Şasi Manuel Dizgi ve Test Ayar" modülü şu alt modülleri içermektedir:



Şekil 3.2 : ARENA ile şasi manuel dizgi ve test ayar hat modellemesi

Şasiler otomatik dizgiden gelince önce gözle kontrol edilmektedir. Gözlemlenen veriler sonucunda %98 olasılıkla şasilerin sorunsuz olduğu, %1 olasılıkla rework gerektiği ve %1 olasılıkla da o üretim için kullanılamayacak seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Daha sonra şasilere tuner montajı yapılmaktadır. Tuner montajından sonra şasilere otomatik dizgi makinalarında dizilemeyen elektrolit kondansatör, direnç ve kristal gibi malzemeler elle dizilmektedir. Daha sonra şasiler tekrar bir kontrolden geçirilip gerekmesi durumunda tuner ya da büyük malzemeler için rework yapılmaktadır. Bundan sonra şasi tipi, ekran boyu, özellikleri belirten şasi etiketleri şasilere yapıştırılmakta ve en son istasyonda da şasilere yapıştırılan etiketlere özgü software'ler yüklenmektedir. Daha sonra şasiler önçerçeve montajı yapılmak üzere diğer montaj hattına götürülür. Bu hatta şasilerle işlem yapıldığından dolayı hat çoklamasının yapılması veya hat içinde işlemlerin çoklamasının yapılması mümkündür.

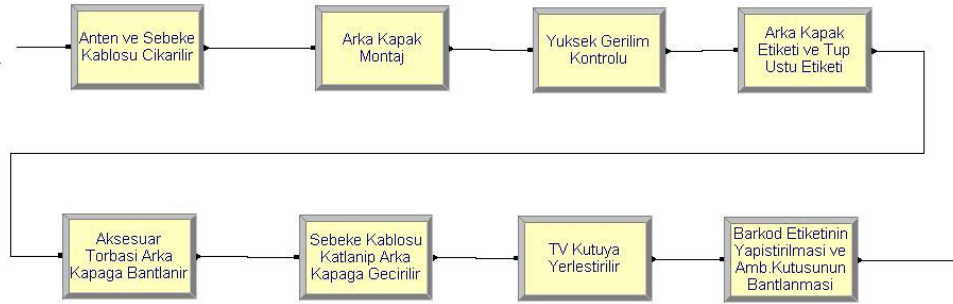
Bir sonraki montaj hattı önçerçeve tüp ve şasi montaj hattıdır. Bu montaj hattı için ARENA programında kullanılan proses şu şekildedir:



Şekil 3.3 : ARENA ile önçerçeve tüp ve şasi montaj hat modellemesi

Gelen şasiler önçerçeve şasi kızıağına monte edilir. Daha sonra önçerçeveye panel montajı yapılır. Bundan sonra şebeke kablo soketi ve degauss soketi takılır ve tüp şasi kabloları kısaltılır. Bir sonraki istasyonda anten ve şebeke kablosu takılır ve gerekiyorsa şebeke düğmesi kontroller neticesinde rework yapılır. Beyaz ve geometri ayarları yapıldıktan sonra arka kapak montajından önce 30 dakika ısı testine tabii tutulur.

TV'lerin hazırlanmasında bir sonraki montaj hattı arka kapakların monte edildiği son montaj ve artwork hattıdır. Bu montaj hattının ARENA programı ile simülasyonu şu şekilde modellenmiştir:

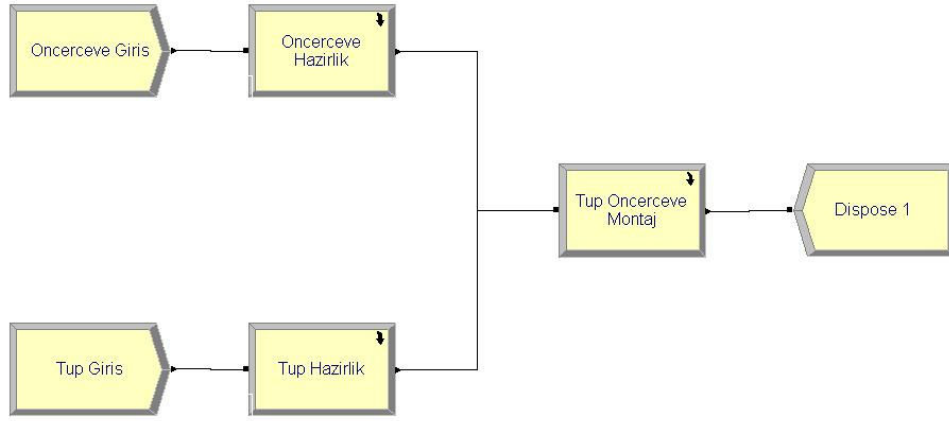


Şekil 3.4 : ARENA ile son montaj ve artwork hat modellemesi

Isı testinden gelen TV'lerin arka kapakları takılmak üzere anten ve şebeke kablosu çıkarılır. Daha sonra arka kapak monte edilip yüksek gerilim kontrolünden geçirilir. Tamamen hazır olan TV için artwork olarak arka kapak ve tüp üstü etiketleri yapıştırılır ve arka kapağa kullanma kılavuzu ve kumandanın da içinde bulunduğu aksesuar torbası bantlanır. Şebeke kablosu katlanıp arka kapağa geçirilir ve kutuya stroporlarla birlikte TV yerleştirilir. Ambalaj kutusuna TV'nin marka, ülke ve özellik gibi bilgilerinin bulunduğu barkod etiketlerinin yapıştırılması ve kutunun bantlanmasından sonra TV sevk edilmek üzere mamül ambara yollanır.

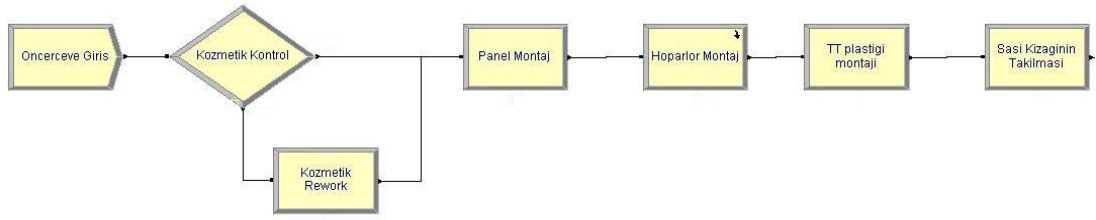
Modelde ayrıca önçerçeve ve tüp montajı da bulunmaktadır. Tüp ve önçerçeve hazırlık ve tüp montaj hatları için de ayrıca simülasyon çalışması yapılmaktadır.

Bu montaj hattı için de genel blok diagramı şu şekildedir:



Şekil 3.5 : ARENA ile genel olarak önçerçeve ve tüp montaj hat modellemesi

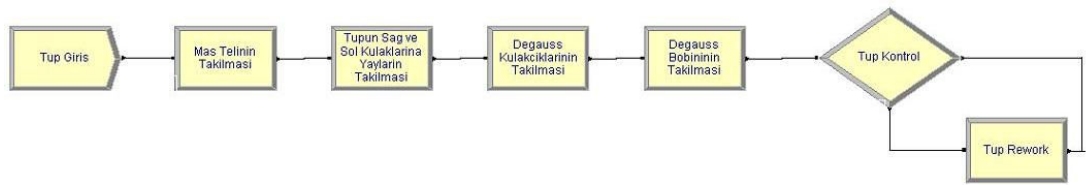
Bu montaj hattı incelenirken de SUBMODEL’den faydalanılmıştır. Önçerçevenin yan sanayiden süngerleri takılı olarak gelmesinin ardından önçerçeve hazırlık kısmı bulunmaktadır. Bu kısmın ARENA ile modellenmesi şu şekilde yapılmıştır:



Şekil 3.6 : ARENA ile önçerçeve hazırlık hat modellemesi

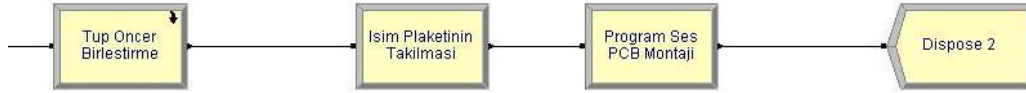
Gelen önçerçeveler kozmetik olarak kontrol yapıp gerekli ise rework yapılarak hazırlık bandına verilmektedir. Önçerçeveye panel montajından sonra üretimlerin %85’inin çift hoparlör ile yapıldığı kabul edilerek önçerçeveye hoparlörler monte edilmektedir. Daha sonra tuş takımı plastiği takılır ve şasinin monte edileceği şasi kızağı önçerçeveye vidalanır.

Bu işlemler yapılırken tüp de üretimde kullanılmak üzere hazırlanmaktadır. Bu hazırlık aşaması da ARENA’da şu şekilde modellenmiştir:



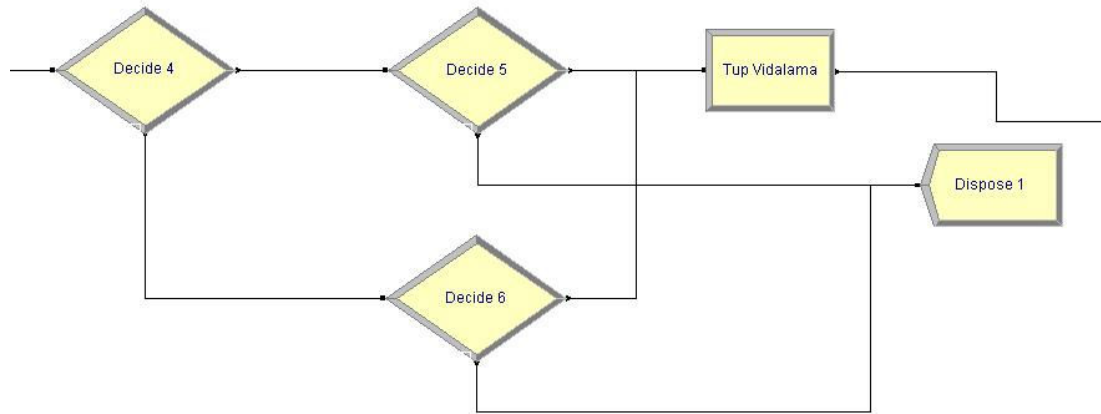
Şekil 3.7 : ARENA ile tüp hazırlık hat modellemesi

Gelen tüplerin üretimde kullanılmayacak gibi olanlarının giriş kalite tarafından onayı verilmemektedir. İlk aşamada tüpe de mas teli takılır. Daha sonra tüpün sağ ve sol kulaklarına yaylar geçirilir ve mas teline takılır. Degauss kulakçıkları tüpün sağ ve sol kulaklarına takılır ve degauss bobini kulakçıklara geçirilir. Hazırlanan tüp önçerçeveye vidalanır ve isim plaketi ve program ses PCB'si monte edilir. Tüp önçerçeve montaj olarak belirtilen kısım da ARENA'da şu şekilde modellenmiştir:



Şekil 3.8 : ARENA ile tüpün önçerçeveye montaj hattı modellenmesi

Tüp ve önçerçeve birleştirme işlemi için kullanılan alt modelde;

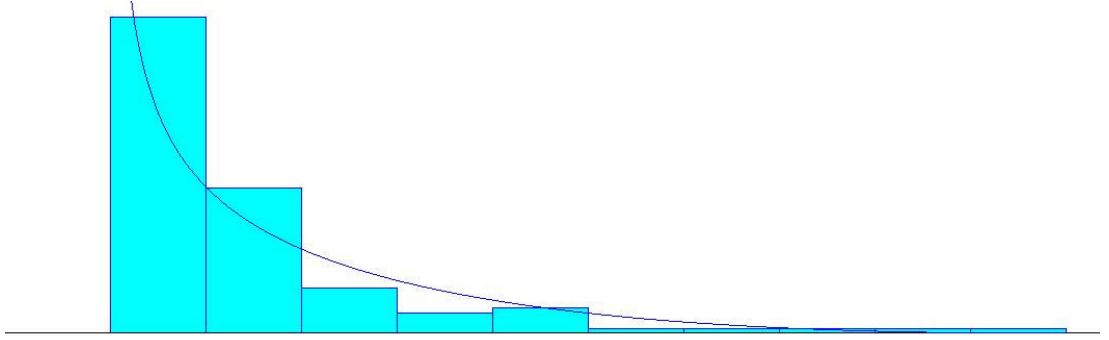


Şekil 3.9 : ARENA ile tüpün önçerçeveye vidalanmasının modellenmesi

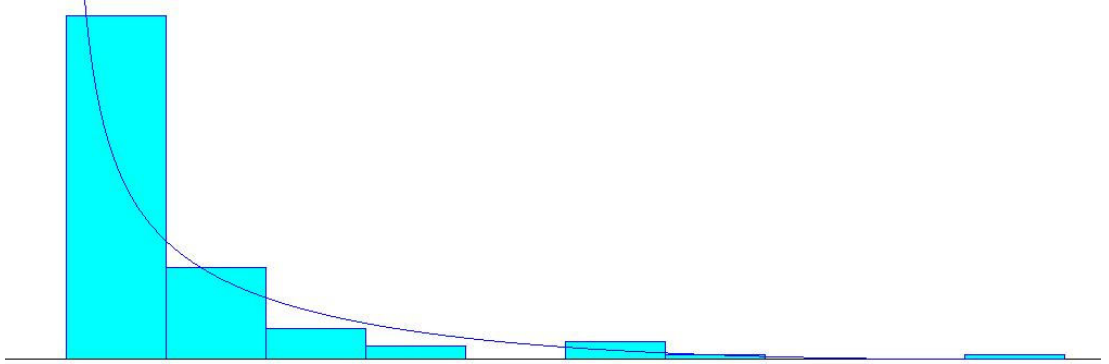
şeklinde gösterilmiştir. Burada önce gelen malzemeler tüp ve önçerçeve olarak ayrılmakta, daha sonraki DECIDE modülünde bir önceki DECIDE modülüne bakılarak minimum çıkış sayısına sahip olan malzeme PROCESS modülüne girmekte, maksimum çıkış sayısına sahip olan malzeme simülasyondan çıkarılmaktadır. Bunun yapılmasının sebebi gelen malzemelerin aynı anda gelmemesi, daha fazla gelen malzemenin diğer tip malzemeyi beklemesi ve diğer malzemenin gelmesi ile birleştirme işleminin yapılabilmesidir.

4. VERİ ANALİZİ

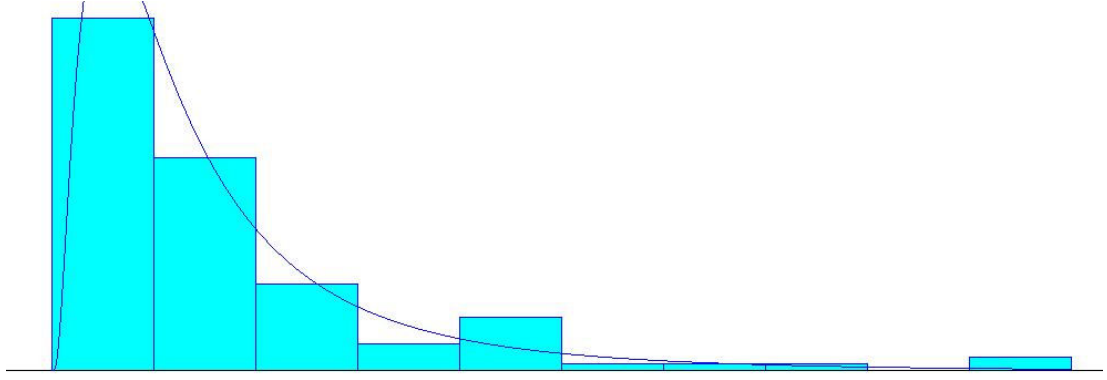
ARENA simülasyon programı ile modellenen sistem için verilerin analizi için de ARENA INPUT ANALYZER programı kullanılmıştır. Veriler üretim bantları gözlemlenerek elde edilmiştir. Elde edilen veriler EK-A'da gösterilmiştir. Mümkün olduğu kadar farklı boyutlarda ve farklı özelliklerde TV'ler için inceleme yapılmış ve süreler tutulmuştur. Şasi girişleri için veriler üretim adetlerine göre, önçerçeve ve tüp girişleri de toplam adetlere göre hesaplanmıştır. Bu değerler de EK-A'da gösterilmiştir. Buna göre her bir işlem ve giriş için dağılım şekil ve fonksiyonları şu şekildedir:



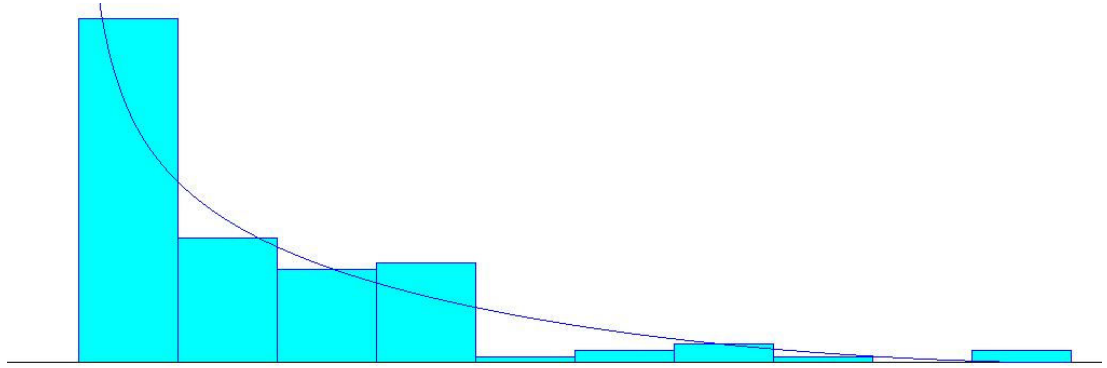
Şekil 4.1 : Önçerçeve ve tüp için giriş süreleri dağılım grafiği



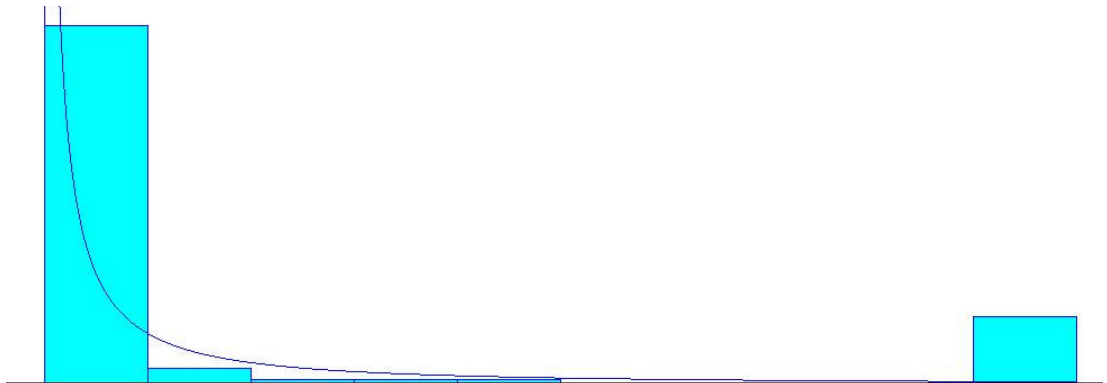
Şekil 4.2 : 14''-15'' şasiler için giriş süreleri dağılım grafiği



Şekil 4.3 : 20''-21'' şasiler için giriş süreleri dağılım grafiği



Şekil 4.4 : 28''-29'' şasiler için giriş süreleri dağılım grafiği



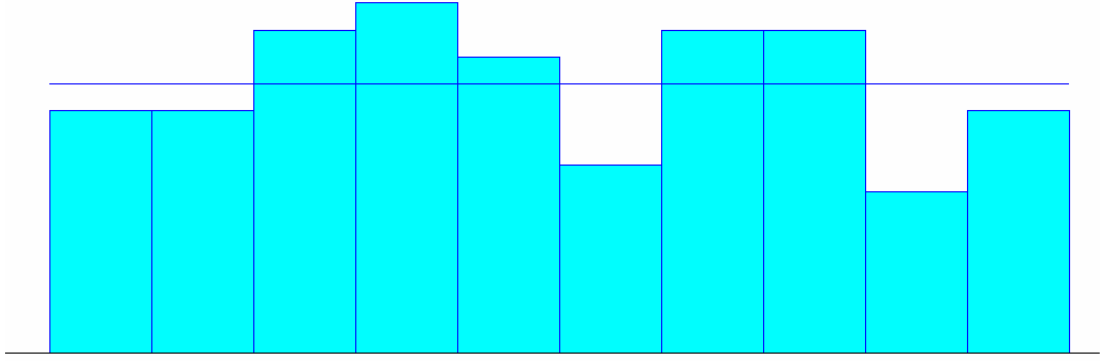
Şekil 4.5 : 32''-33'' şasiler için giriş süreleri dağılım grafiği

Bu dağılımlar için dağılım fonksiyonları da AREA INPUT ANALYZER ile hesaplama sonuçlarına göre dağılım fonksiyonları Tablo 4.1. ile verilmiştir:

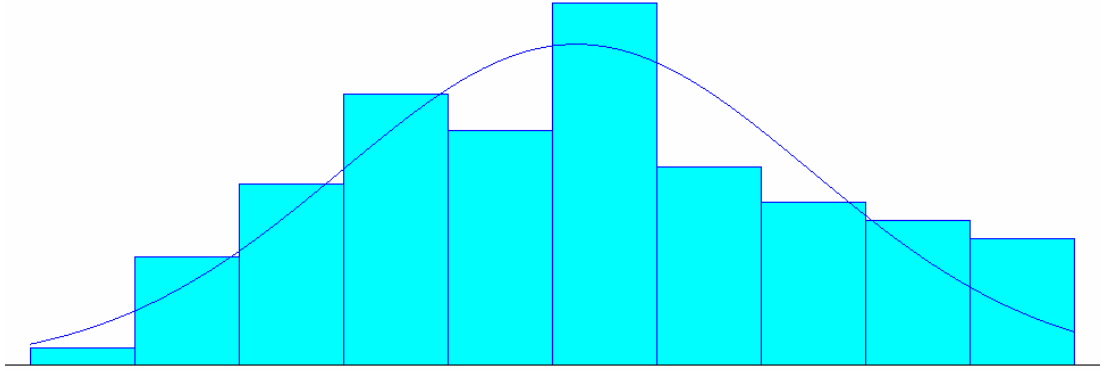
Tablo 4.1. Sisteme girişlerin dağılım fonksiyonları

ONCERCEVE/TUP	$3 + 19 * \text{BETA}(0.582, 3.23)$
14-15 ŞAŞİ	$7 + 172 * \text{BETA}(0.463, 3.36)$
20-21 ŞAŞİ	$7 + \text{LOGN}(12.8, 14)$
28-29 ŞAŞİ	$8 + 42 * \text{BETA}(0.65, 2.72)$
32-33 ŞAŞİ	$31 + \text{WEIB}(1.99\text{e}+003, 0.339)$

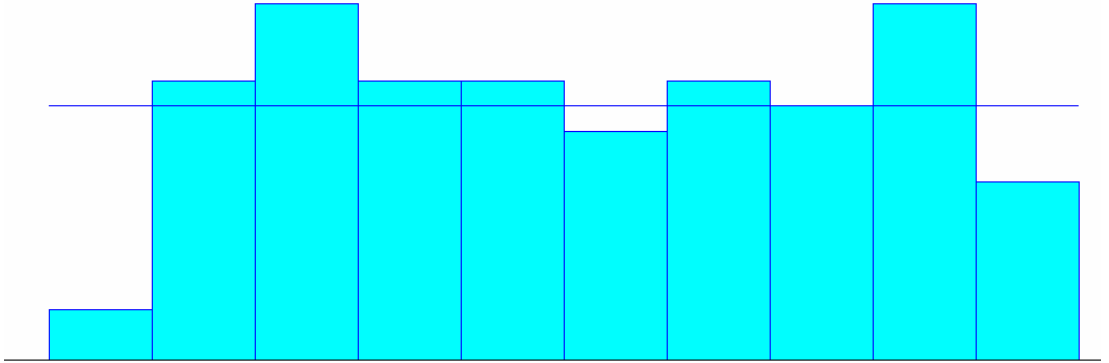
Manuel dizgi ve test ayar, önçerçeve tüp ve şasi montaj ve arka kapak son montaj ve artwork hatları için dağılım şekil ve fonksiyonları da şu şekildedir:



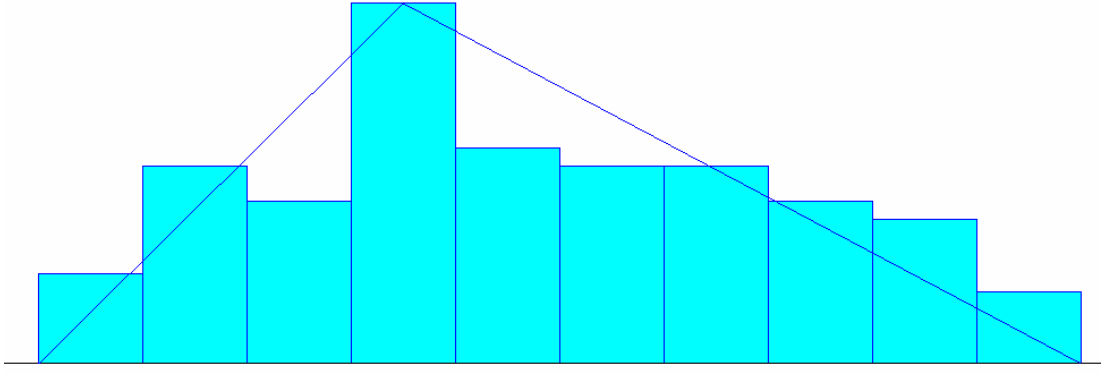
Şekil 4.6 : Şasi rework için ölçülen sürelerin dağılım grafiği



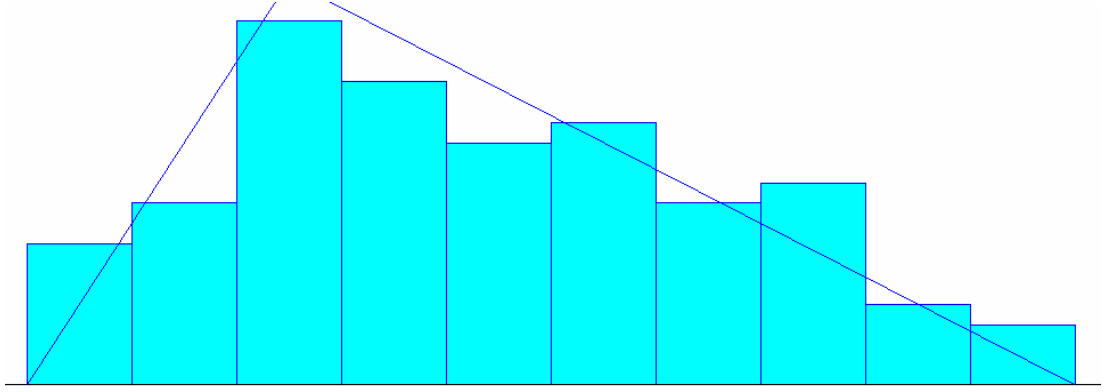
Şekil 4.7 : Tuner montaj için ölçülen sürelerin dağılım grafiği



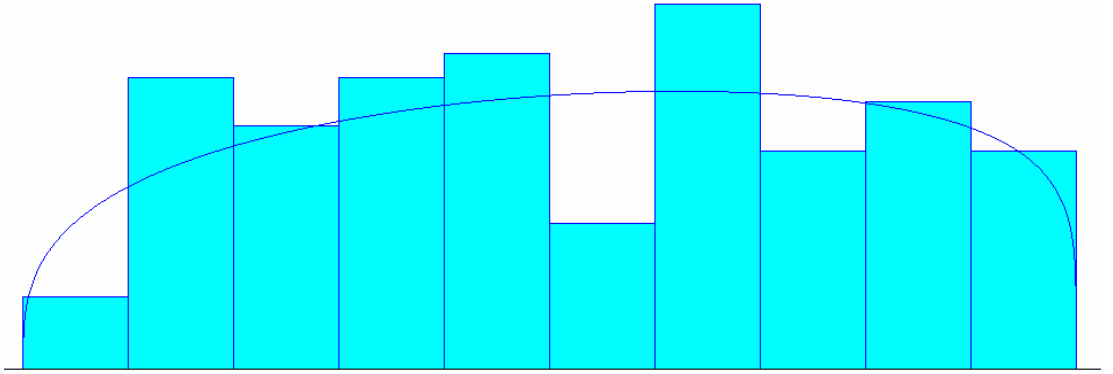
Şekil 4.8 : 14''-21'' şasiler için elektrolitlerin montaj süreleri dağılım grafiği



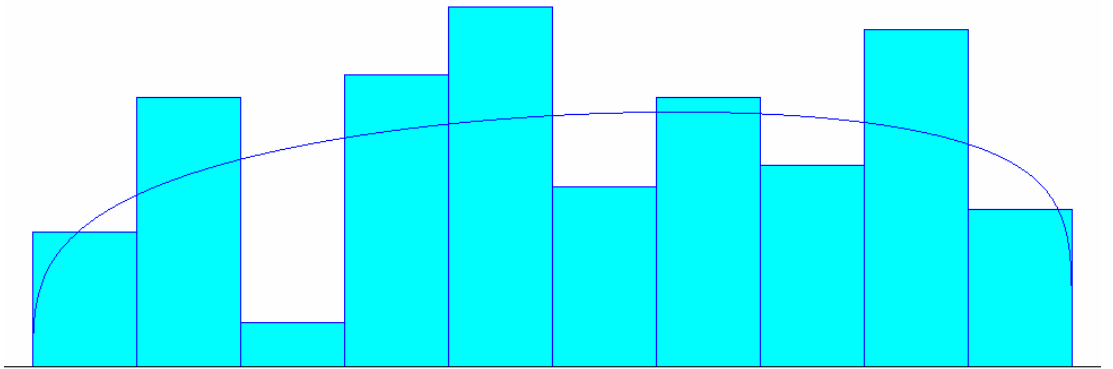
Şekil 4.9 : 28''-33'' şasiler için elektrolitlerin montaj süreleri dağım grafiği



Şekil 4.10 : Manuel şasi rework için sürelerin dağılım grafiği



Şekil 4.11 : Şasi etiketi yapıştırma süreleri dağılım grafiği



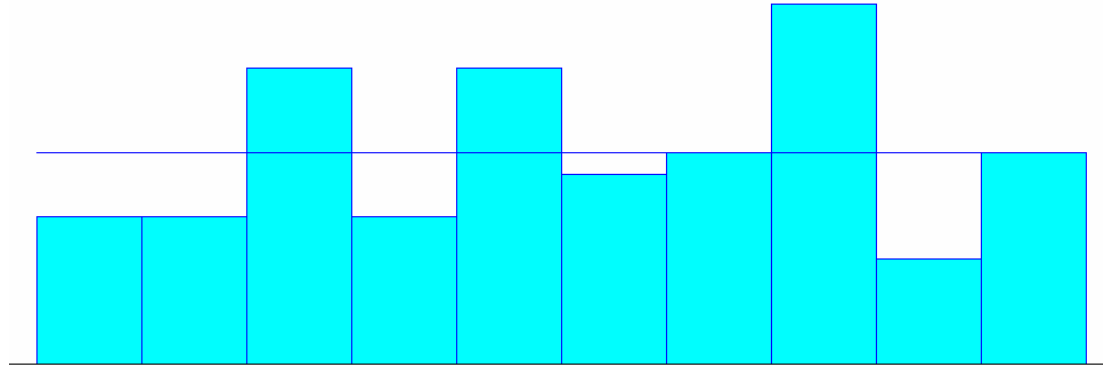
Şekil 4.12 : SW yükleme ve test ayar için geçen sürelerin dağılım grafiği

Bu sürelerle ait ARENA INPUT ANALYZER ile hesaplanan dağılım fonksiyonları da Tablo 4.2.'de verilmiştir:

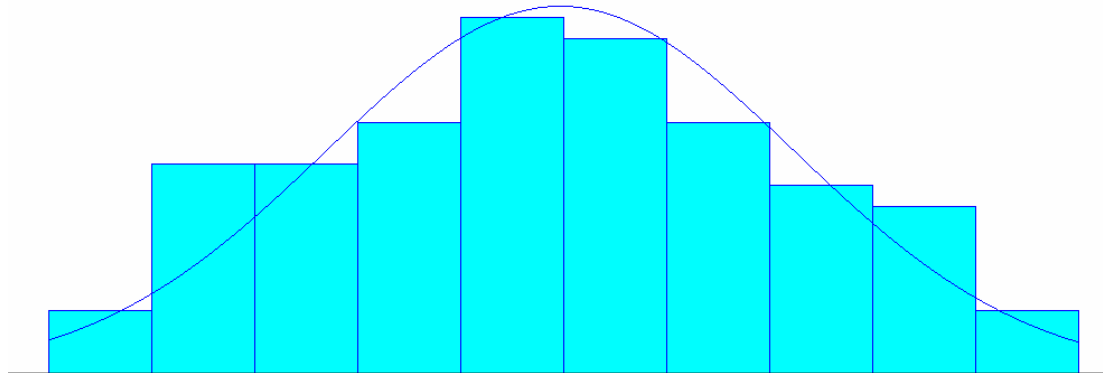
Tablo 4.2. Manuel dizgi ve test ayar hattında ölçülen sürelerin dağılım fonksiyonları

Şasi Rework	UNIF(278, 487)
Tuner Montaj	NORM(20.1, 5.62)
Kristal Elektrolit Montaj 14-21	UNIF(23, 55)
Kristal Elektrolit Montaj 28-33	TRIA(34, 46.6, 70)
Manuel Şasi Rework	TRIA(99, 125, 201)
Şasi Etiketleri Yapıştırma	$8 + 21 * \text{BETA}(1.32, 1.2)$
SW Yükleme Test Ayar	$24 + 23 * \text{BETA}(1.3, 1.19)$

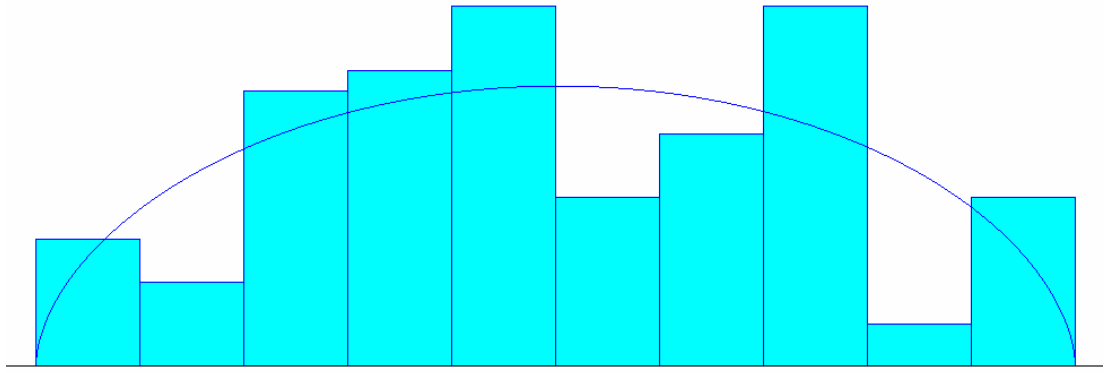
Bir sonraki hat olan önçerçeve, tüp ve şasi montaj hattı için hesaplanan sürelerin dağılım grafikleri şu şekildedir:



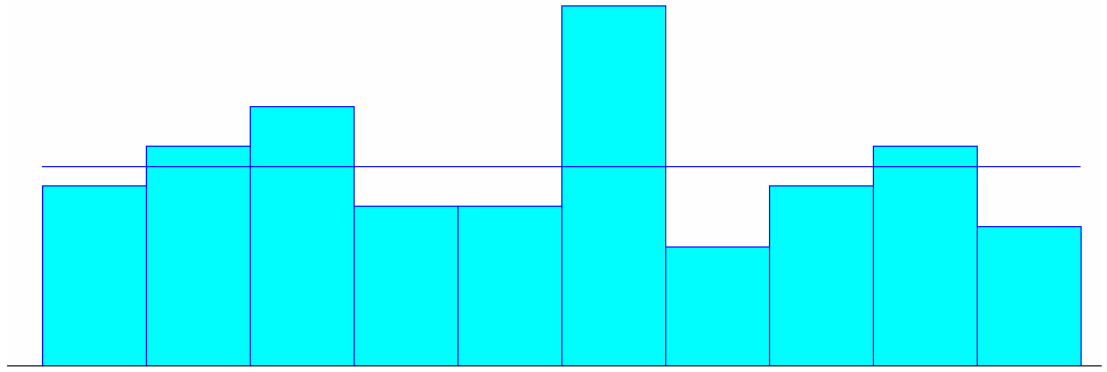
Şekil 4.13 : Şasinin şasi kızıağına vidalanması için geçen sürelerin dağılım grafiği



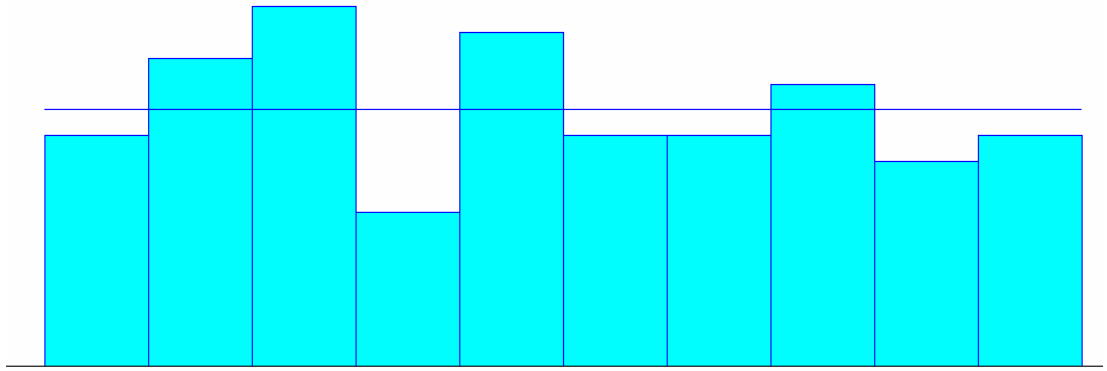
Şekil 4.14 : Şebeke kablo soketi ve degauss soketinin takılmasına ait sürelerin dağılım grafiği



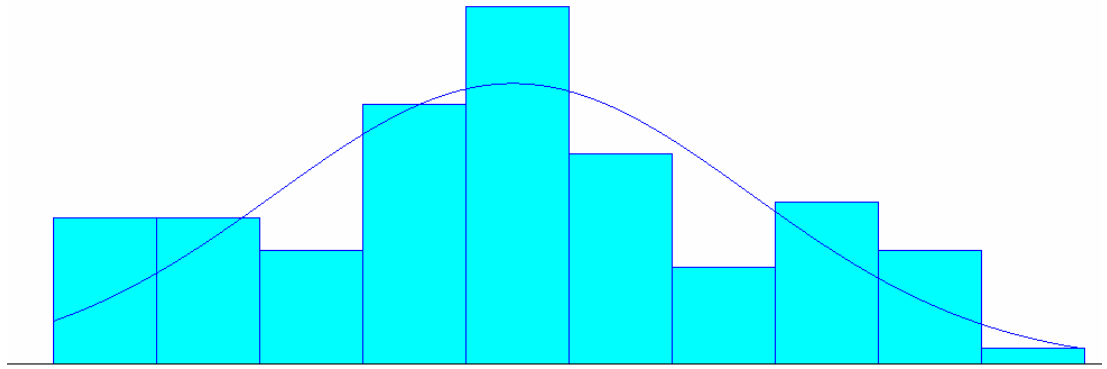
Şekil 4.15 : Tüp şasi kablolarının takılması ve kabloların kısaltılmasına ait sürelerin dağılım grafiği



Şekil 4.16 : Anten ve şebeke kablosunun takılmasına ait sürelerin dağılım grafiği



Şekil 4.17 : Şebeke düğmesi reworkü için geçen sürelerin dağılım grafiği



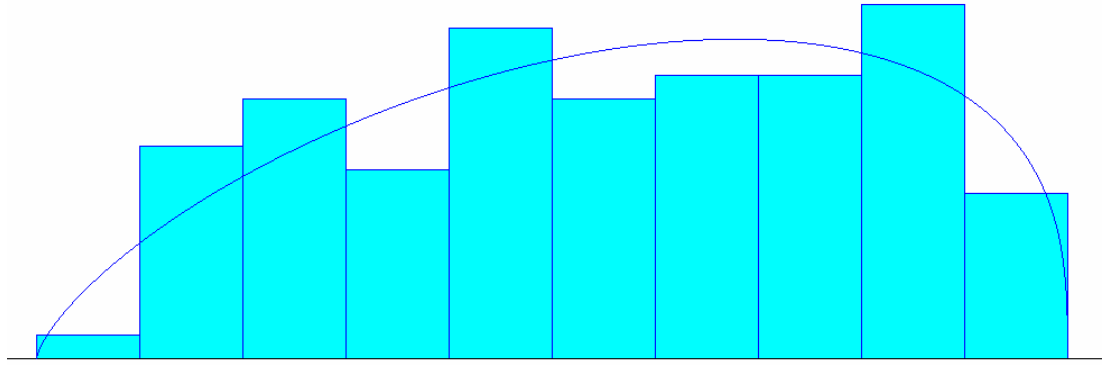
Şekil 4.18 : Beyaz ve geometri ayarı için geçen sürelerin dağılım grafiği

Bu dağılım grafiklerine ait ARENA INPUT ANALYZER ile hesaplanan fonksiyonlar Tablo 4.3.'de verilmiştir.

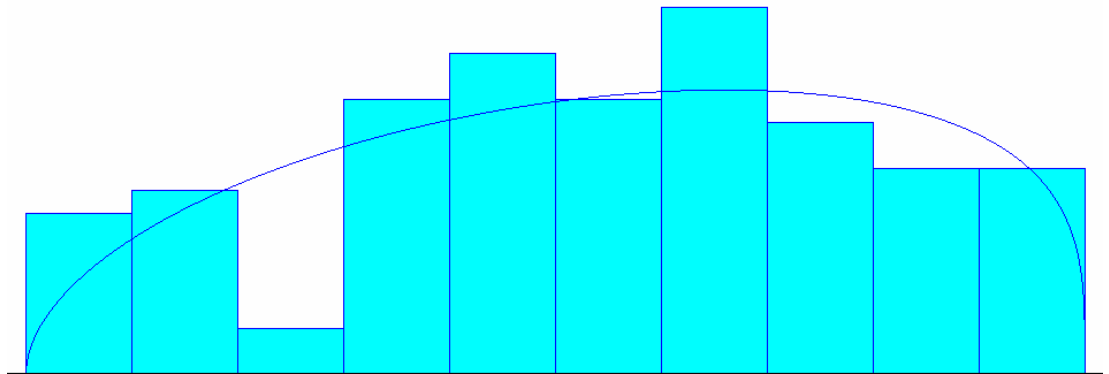
Tablo 4.3. Önçerçeve, tüp ve şasi montaj hattında ölçülen sürelerin dağılım fonksiyonları

Şasinin Şasi Kızağına Vidalanması	UNIF(10, 31)
Şebeke Kablo Soketi ve Degauss Soketi Takılması	NORM(22.4, 4.77)
Tüp Şasi Kabloları Takılması ve Kabloların Kısaltılması	$9 + 27 * \text{BETA}(1.56, 1.56)$
Anten ve Şebeke Kablosunun Takılması	UNIF(9, 31)
Şebeke Düşmesi Rework	UNIF(223, 375)
Beyaz ve Geometri Ayar	NORM(41.7, 7.61)

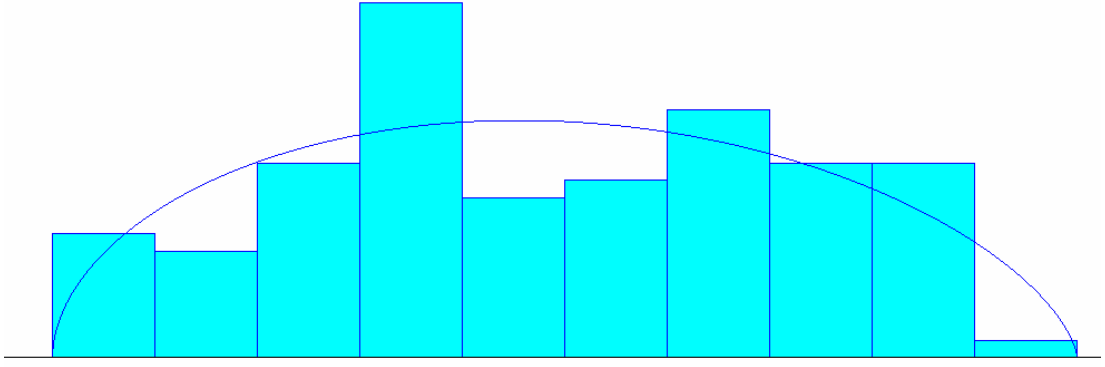
Arka kapak, son montaj hattı için de farklı ekran boylarının işlem süreleri ölçülmüştür. Bu sürelerle ait dağılım grafikleri şu şekildedir:



Şekil 4.19 : Anten ve şebeke kablosunun çıkarılmasına ait sürelerin dağılım grafiği

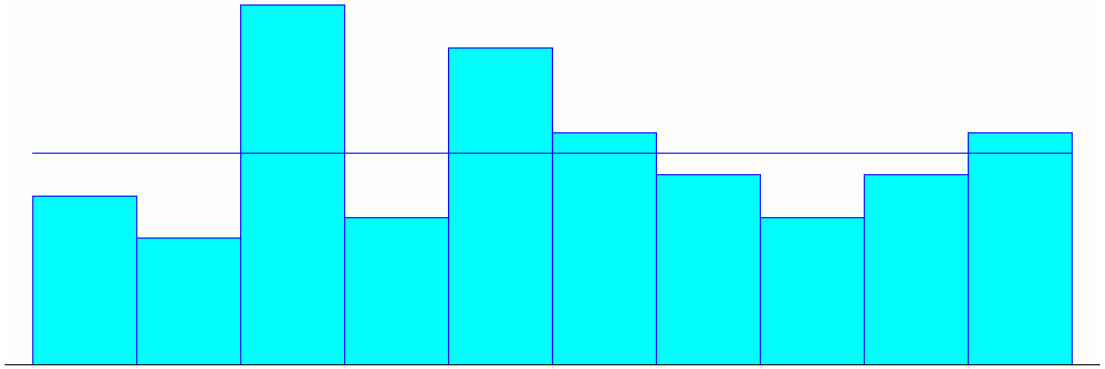


Şekil 4.20 : Arka kapak montaj süreleri için dağılım grafiği

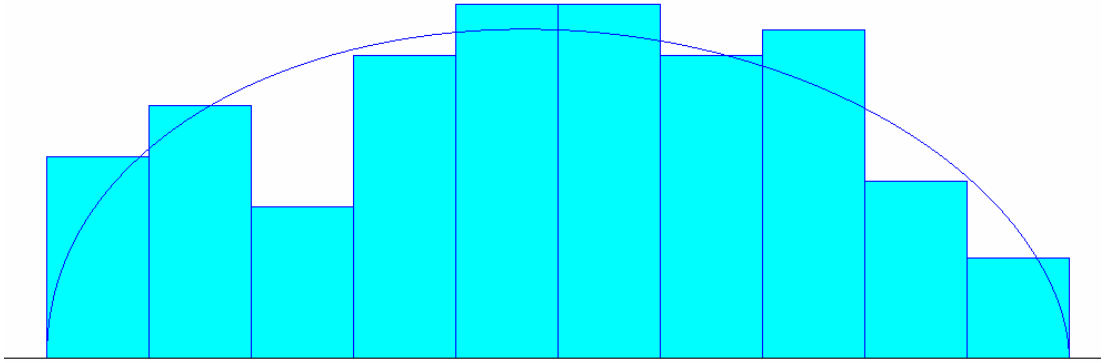


Şekil 4.21 : Yüksek gerilim kontrolü için ölçülen süreler için dağılım grafiği

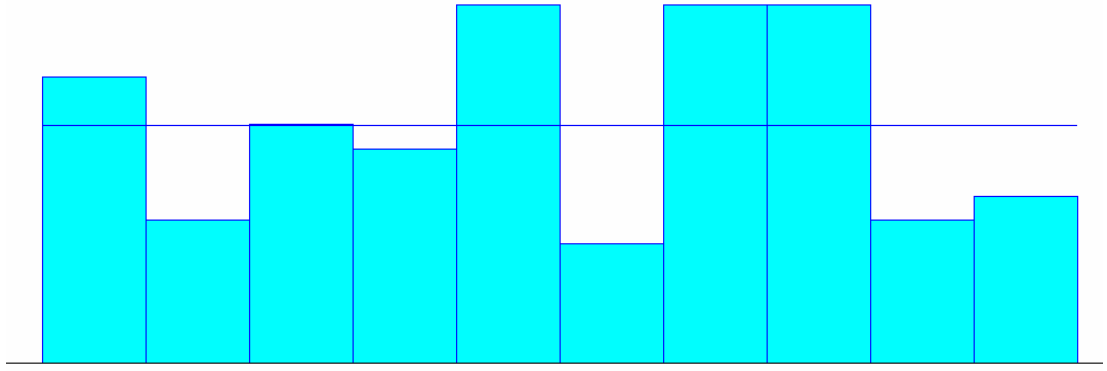
Arka kapak montajdan sonra artwork kısımları için ölçülen süreler için dağılım grafikleri de şu şekildedir:



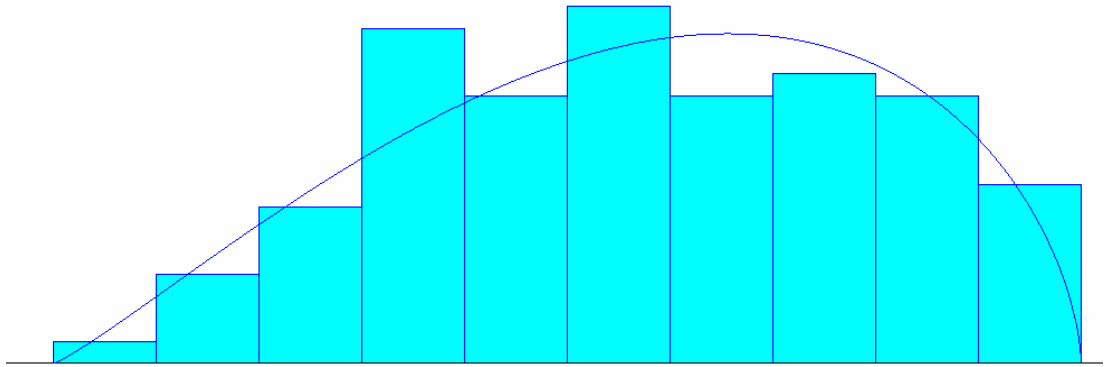
Şekil 4.22 : Arka kapak etiketi ve tüpüstü etiketinin yapıştırılması için ölçülen süreler için dağılım grafiği



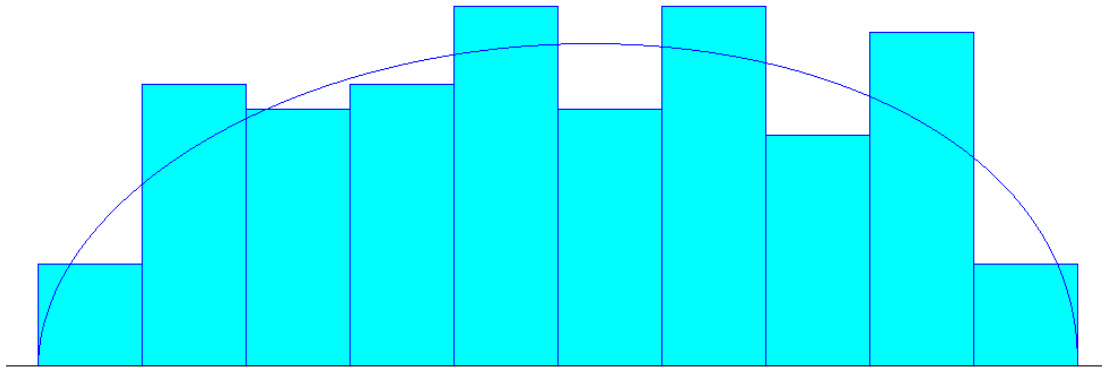
Şekil 4.23 : Aksesuar torbasının arka kapağa bantlanması için geçen sürelerin dağılım grafiği



Şekil 4.24 : Şebeke kablosunun katlanıp arka kapağa takılması için geçen sürelerin dağılım grafiği



Şekil 4.25 : TV'nin kutuya yerleştirilmesine ait sürelerin dağılım grafiği



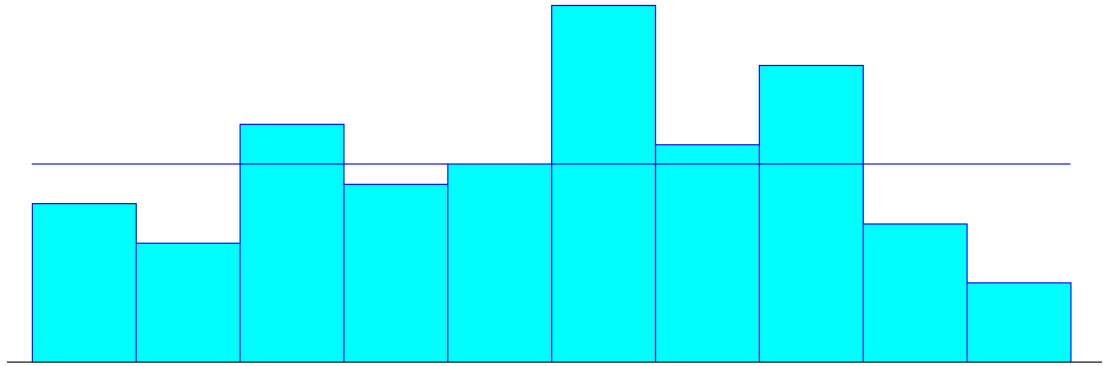
Şekil 4.26 : Kutuya barkod etiketinin yapıştırılması ve bantlanması için geçen sürelerin dağılım grafiği

Arka kapak ve son montaj ile artwork hattı için ölçülen sürelerin ARENA INPUT ANALYZER ile hesaplanan dağılım fonksiyonları Tablo 4.4.'de gösterilmiştir.

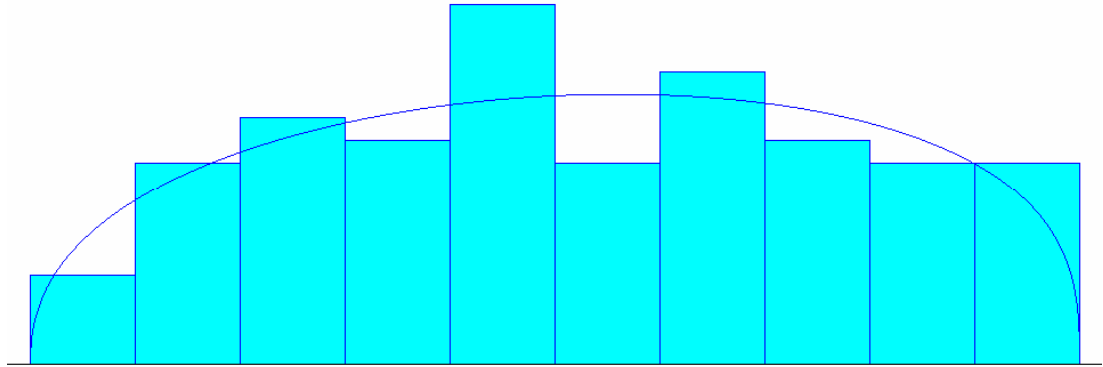
Tablo 4.4. Arka kapak, son montaj ve artwork hattında ölçülen sürelerin dağılım fonksiyonları

Anten ve Şebeke Kablosunun Çıkarılması	$9 + 25 * \text{BETA}(1.71, 1.34)$
Arka Kapak Montaj	$20 + 20 * \text{BETA}(1.54, 1.28)$
Yüksek Gerilim Kontrolü	$15 + 33 * \text{BETA}(1.53, 1.64)$
Arka Kapak Etiket ve Tüpüstü Etiketinin Takılması	$\text{UNIF}(11, 35)$
Aksesuar Torbasının Arka Kapağa Bantlanması	$10 + 24 * \text{BETA}(1.48, 1.54)$
Şebeke Kablosu Katlanıp Arka Kapağa Bantlanması	$\text{UNIF}(13, 32)$
TV Kutuya Yerleştirilmesi	$10 + 22 * \text{BETA}(2.16, 1.61)$
Barkod Etiketinin Yapıştırılması ve Amb.Kutusunun Bantlanması	$12 + 21 * \text{BETA}(1.52, 1.46)$

Önçerçeve hazırlık için ölçülen sürelerle ait dağılım grafikleri ARENA INPUT ANALYZER programı ile şu şekilde bulunmuştur:

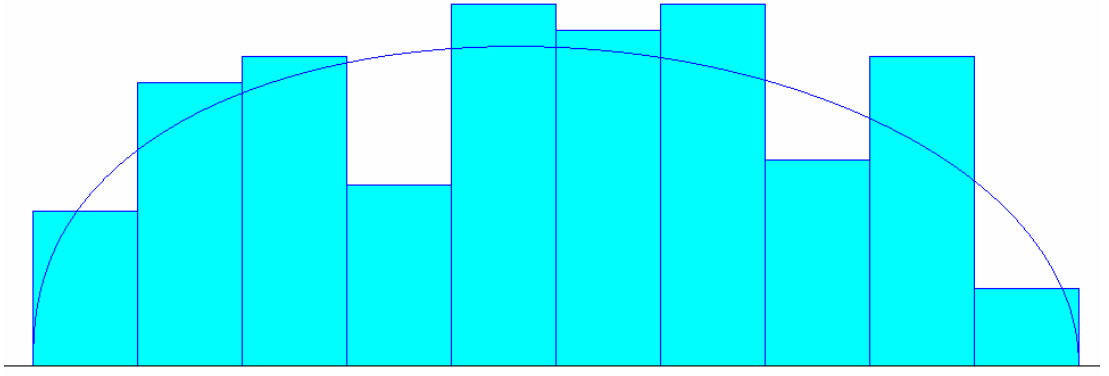


Şekil 4.27 : Gelen önçerçevelerin kozmetik reworklerinin yapılması için geçen sürelerin dağılım grafiği

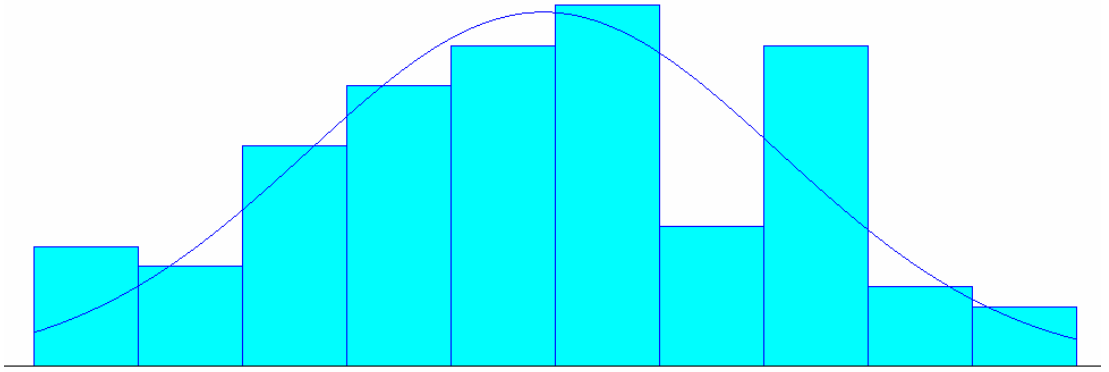


Şekil 4.28 : Panel montaj için geçen sürelerin dağılım grafiği

Panel montaj istasyonundan sonra TV'lerin bir kısmına tek hoparlör, bir kısmına ise çift hoparlör monte edilir. Bunlara ait dağılım grafikleri aşağıdadır:

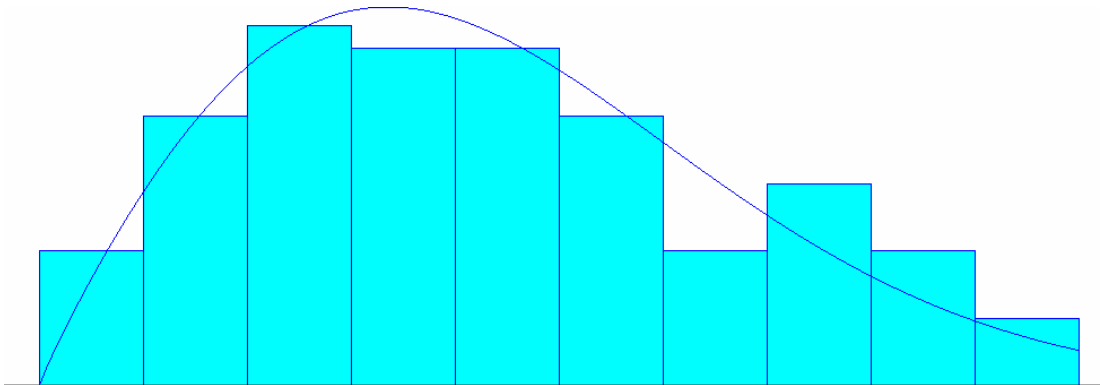


Şekil 4.29 : Tek hoparlör monte edilmesi durumunda geçen sürelerin dağılım grafiği

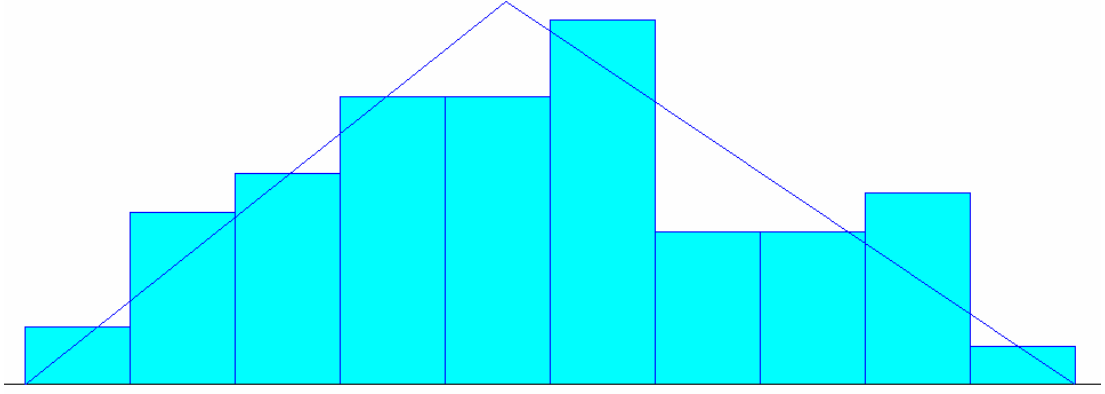


Şekil 4.30 : Çift hoparlör kullanılması durumu için geçen sürelerin dağılım grafiği

Daha sonra tuş takımı plastiği ve şasi kızıağı montajı yapılır. bu istasyonda ölçülen sürelerin dağılım grafikleri de şu şekildedir:



Şekil 4.31 : Tuş takımı plastiğinin montajı için geçen sürelerin dağılım grafiği



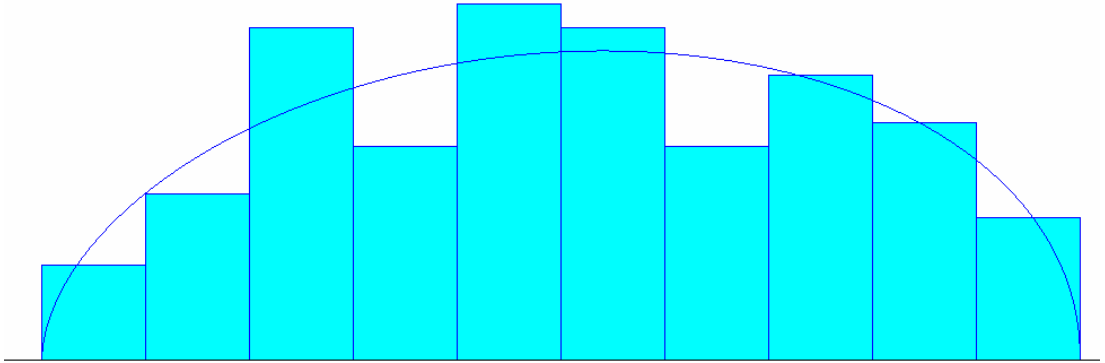
Şekil 4.32 : Şasi kızıağının takılması için geçen sürelerin dağılım grafiği

Önçerçeve hazırlık aşaması için ölçülen sürelerin ARENA INPUT ANALYZER ile hesaplanan dağılım fonksiyonları Tablo 4.5.'de gösterilmiştir.

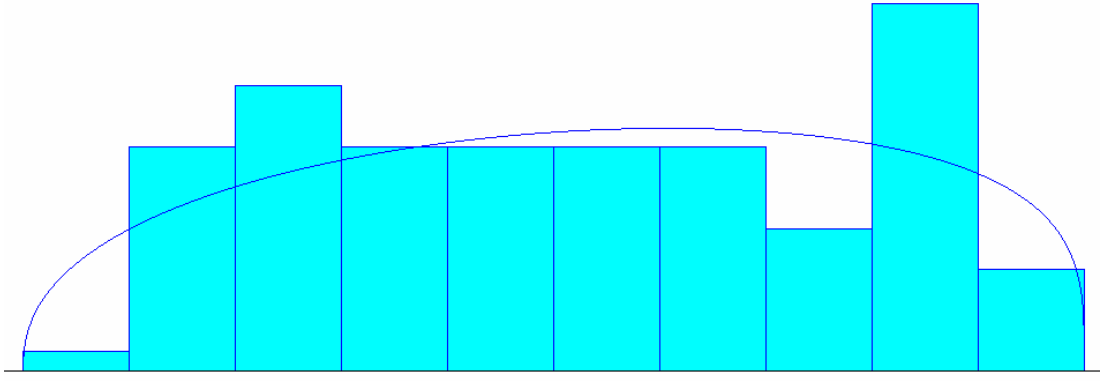
Tablo 4.5. Önçerçeve hazırlık hattı için ölçülen sürelerin dağılım fonksiyonları

Önçerçeve Kozmetik Rework	UNIF(337, 464)
Panel Montaj	$9 + 22 * \text{BETA}(1.43, 1.34)$
Hoparlör Montaj (tek)	$13 + 22 * \text{BETA}(1.42, 1.49)$
Hoparlör Montaj (çift)	NORM(28.2, 5.19)
TT Plastiği Montajı	$15 + \text{WEIB}(10.4, 1.91)$
Şasi Kızıağının Takılması	TRIA(9, 19.5, 32)

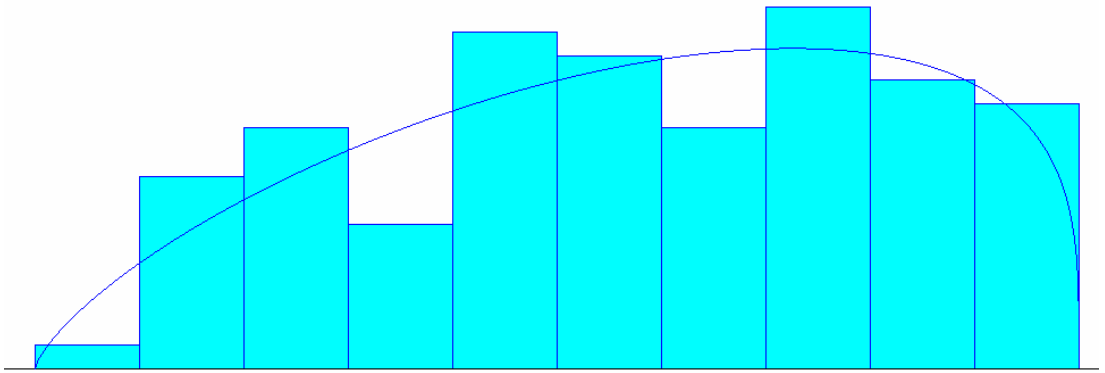
Tüp hazırlık hattı için iş istasyonlarında ölçülen işlem süreleri için ARENA INPUT ANALYZER ile dağılım grafikleri aşağıdadır:



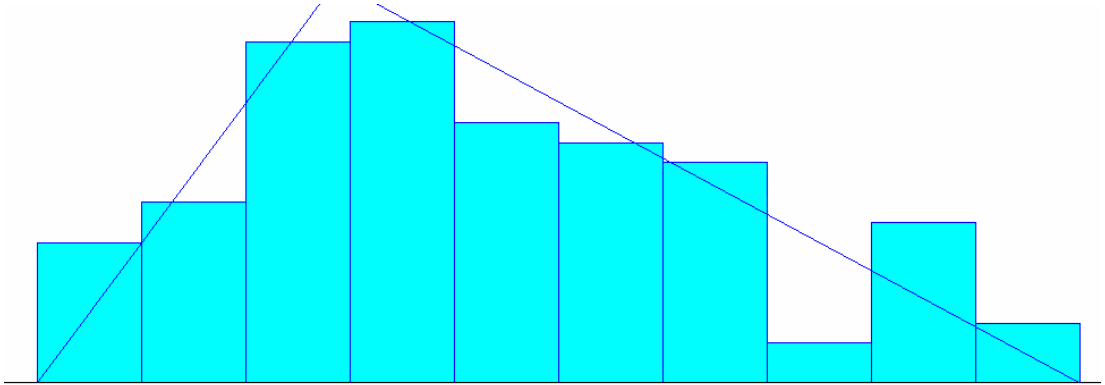
Şekil 4.33 : Mas telinin takılması için ölçülen sürelerin dağılım grafiği



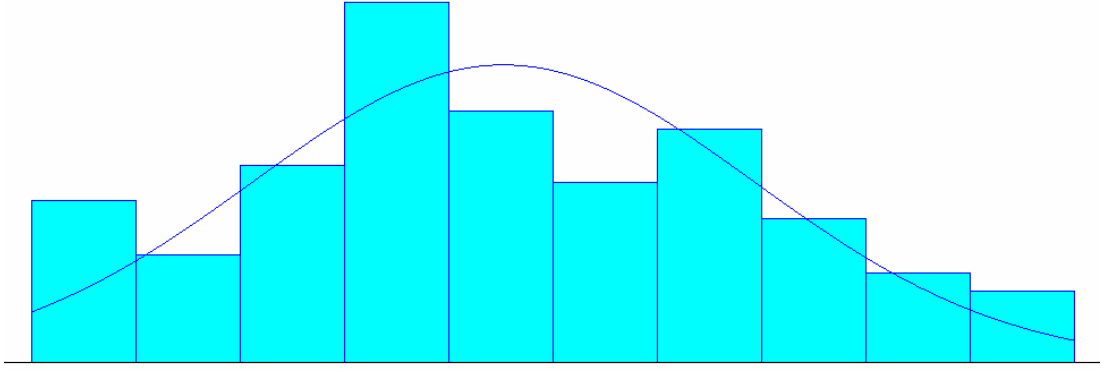
Şekil 4.34 : Tüpün sağ ve sol kulaklarına yayların takılması işlemi için ölçülen sürelerin dağılım grafiği



Şekil 4.35 : Degauss kulakçıklarının takılması işlemi için ölçülen sürelerin dağılım grafiği



Şekil 4:36 : Degauss bobininin takılması için geçen sürelerin dağılım grafiği



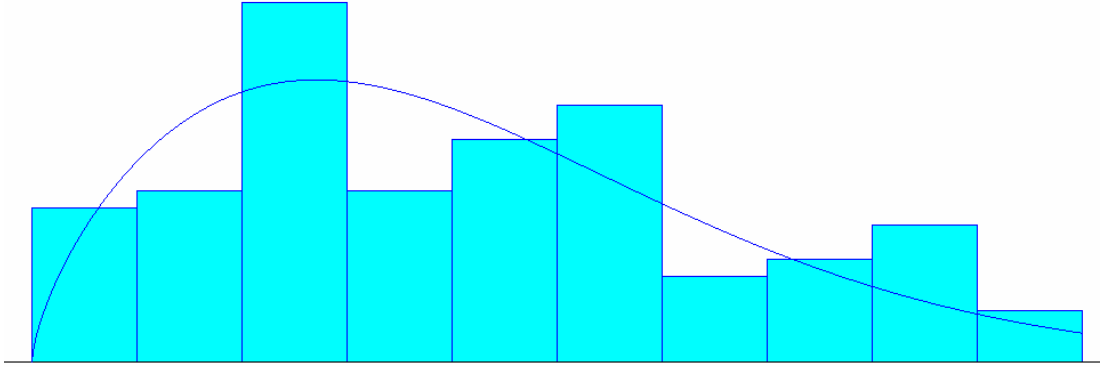
Şekil 4.37 : Tüp rework için ölçülen sürelerin dağılım grafiği

Tüp hazırlık için ölçülen sürelerin ARENA INPUT ANALYZER ile hesaplanan dağılım fonksiyonları Tablo 4.6.'da gösterilmiştir.

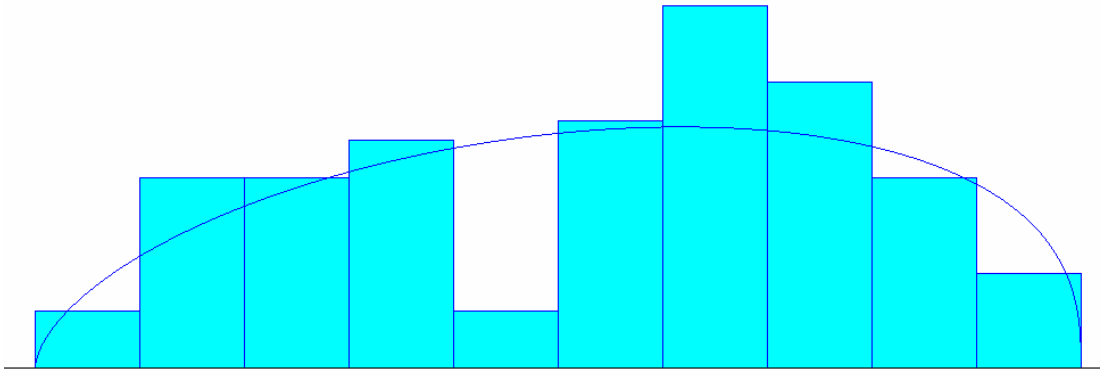
Tablo 4.6. Tüp hazırlık hattı için ölçülen sürelerin dağılım fonksiyonları

Mas Telinin Takılması	$8 + 26 * \text{BETA}(1.55, 1.47)$
Tüpün Sağ ve Sol Kulaklarına Yayların Takılması	$13 + 25 * \text{BETA}(1.42, 1.27)$
Degauss Kulakçıklarının Takılması	$11 + 24 * \text{BETA}(1.72, 1.27)$
Degauss Bobininin Takılması	$\text{TRIA}(14, 20.9, 38)$
Tüp Rework	$\text{NORM}(183, 15.4)$

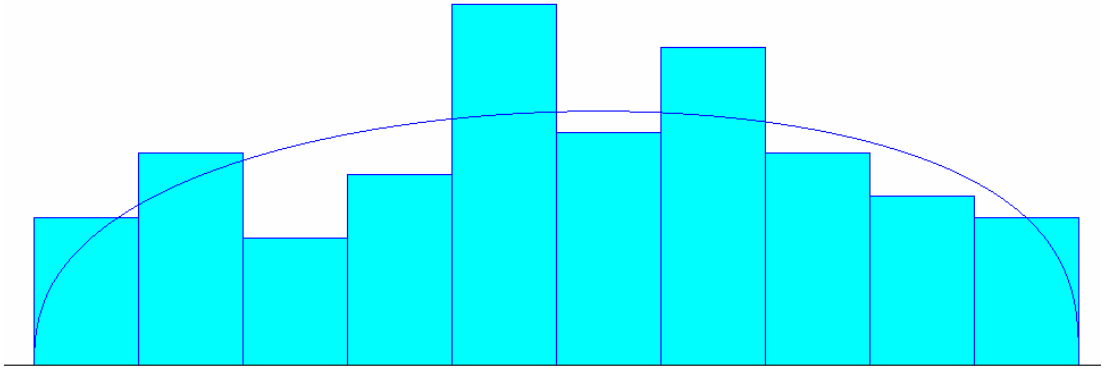
Hazırlanan tüp, hazırlanan ön çerçeveye monte edilir ve ön çerçeveye isim plaketi ve program ses PCB'si takılır. Bu iş istasyonlarında ölçülen sürelerin dağılım grafikleri şu şekildedir:



Şekil 4.38 : Tüpün ön çerçeveye montajı için ölçülen sürelerin dağılım grafiği



Şekil 4.39 : İsim plakentinin takılması için ölçülen sürelerin dağılım grafiği



Şekil 4.40 : Program ses PCB montajı için ölçülen sürelerin dağılım grafiği

Tüpün önçerçeveye monte edilmesi ve şasi montaj öncesi isim plaketi ve program ses PCB'sinin takılması için geçen süreler için dağılım fonksiyonları Tablo 4.7.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Tüpün önçerçeveye vidalanması ve isim plaketi ve program ses PCB montajı için ölçülen süreler için dağılım fonksiyonları

Tüpün Önçerçeveye Montajı	$19 + WEIB(9.85, 1.67)$
İsim Plaketinin Takılması	$11 + 19 * BETA(1.59, 1.37)$
Program Ses PCB Montajı	$10 + 25 * BETA(1.41, 1.35)$

5. DENEY TASARIMI

Deney tasarımı 2 bölüm halinde ele alınacaktır. Bunlar ARENA programı ile genel olarak Şekil 3.1’de verilen hat ve Şekil 3.5’de verilen üretim hatlarının analizi ve taleplerde %15’lik bir artış olması durumunda hatların bu durum karşısında olacağı yapının analizidir. Öncelikle Şekil 3.1’de verilen hattın istenen kısıtı sağlaması durumunda yapısı incelenecek daha sonra da Şekil 3.5’teki montaj hattı incelenecektir ve bunların ayrı ayrı istenen kısıt olan 6.9 saniyede bir malzeme çıktısı için gerekli olan optimum hat sayı ve yapılarının bulunmasına çalışılacaktır. Şekil 3.1 şasinin izlediği ana hattı, Şekil 3.5 ise önçerçeve ve tüp hazırlık ve montaj hattını içermektedir.

5.1 Ana Hattın Analizi

Şekil 3.1’de modellenen hat analizi yapılırken öncelikle bütün iş istasyonlarından birer adet olduğu ve her iş istasyonunda da bir kişinin çalıştığı, yani aynı anda aynı işlemin sadece bir şasiye uygulandığı durum için analiz yapılmıştır. Bir günde 3 vardiya olduğu ve her üç vardiyanın 15 dakikadan 2 çay molası 30 dakikadan da yemek molası olduğu göz önüne alınırsa toplam çalışılan net süre bir gün için 21 saattir. Bu durumda 4 milyon yıllık üretim adedi için 365 günde 21 saat çalışılması durumunda 6.9 saniyede bir ürünün mamül ambara yollanması gerekmektedir. Ayrıca her istasyon için bekleyen şasi adetleri en fazla 1 olması istenmektedir. Simulasyon çalışması 30 tekrar olarak çalıştırılmakta ve değerlerin ortalaması ve yarı güven aralıkları alınmaktadır.

5.1.1 Şasi Manuel Montaj ve Test Ayar Hat Analizi

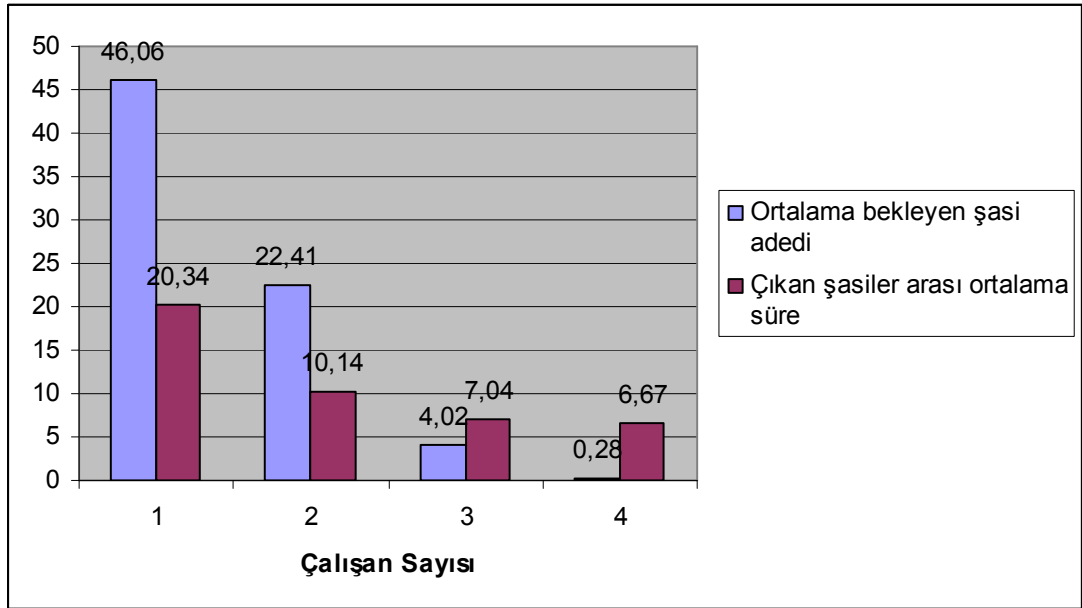
Şasilerin otomatik dizgiden sonra geldikleri ilk hat olan şasi montaj ve test ayar hat analizi için istasyonların her birinin tek tek 6.9 saniyede bir malzeme çıkarması için gerekli olan eleman ihtiyaçları aranmıştır. Kullanılan programın öğrenci versiyonu olmasından dolayı kuyrukta bekleme kısıtı vardır. Bu sebeple öncelikle 15 dakika

için simülasyon çalıştırılmış daha sonra tüm hat için bulunan sonuçlarla 20 saatlik çalışma yapılmış ve sonuçlar alınmıştır. Bu durumda;

- Şasi Rework istasyonu için inceleme daha sonra yapılacaktır. Bunun sebebi bu istasyonun ana hat üzerinde olmaması ve ana hattı çok etkilememesidir. Buradaki beklemler hat genel olarak analiz edilirken incelenecek ve gerekirse bu istasyon için de güncellemeler yapılacaktır.
- Tuner montaj istasyonu için öncelikle bir şasi kapasitesi için çalışma yapılmış ve 20.34 saniyede bir şasinin bu istasyondan çıktığı gözlemlenmiştir. Bu istasyonda bekleyen ortalama şasi sayısı da 15 dakika için 46,06 olarak hesaplanmıştır. Kapasitenin, yani aynı anda işlem gören şasi sayısının ikiye çıkması durumunda ortalama 10.14 saniyede bir şasi bu istasyonu terk etmektedir. Bu durumda bekleyen şasi sayısı ortalama 22,41 olmuştur. Kapasite ya da diğer bir deyişle çalışan sayısı üç yapılırsa ortalama 7.04 saniyede bir şasi çıkmaktadır. Bekleyen şasi sayısı ise ortalama 4.02 olmuştur. Bu değer bizim için yeterli olmadığından çalışan sayısını dörde çıkarmak gerekmektedir. Bu durumda 6.67 saniyede bir şasi bu istasyondan çıkabilmektedir ve bekleyen şasi sayısı 0.28 olarak kritik değer olan 1'in altına inmiştir.

Tablo 5.1. Tuner montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Şasi Adedi		Çıkan Şasi Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
TUNER MONTAJ	1	0,0859	46,06	1,94	44,23	0,64	20,34
	2	0,041	22,41	1,85	88,7	0,95	10,14
	3	0,0072	4,02	0,9	126,03	1,89	7,04
	4	0,0005	0,28	0,05	133,37	2,75	6,67
	5						
	6						
	7						

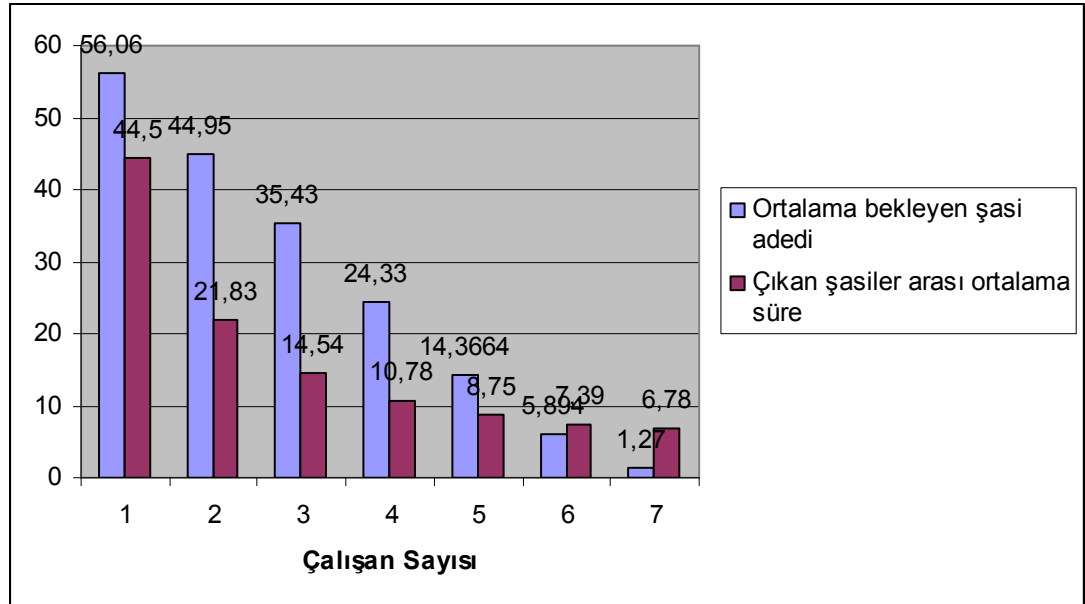


Şekil 5.1 : Tuner montaj istasyonu için simülasyon sonucu çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen şasi adedi ve çıkan şasiler arası ortalama süre

- Bir sonraki istasyon kristal ve elektrolitlerin takıldığı iş istasyonudur. Burada 14"-21" arası TV'ler için farklı sürelerle, daha büyük ekran boyları için farklı sürelerle şasiler hazır olduğundan dolayı iki adet PROCESS modülü bulunmaktadır. Fakat programda sadece bir RESOURCE buraya rezerve edilmiştir. Bu durumda ilk önce 1 adet şasinin işlem görmesi için simülasyon programı çalıştırılmış ve 44.5 saniyede bir şasinin hazır olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumda istasyonda bekleyen ortalama toplam şasi adedi 56.06 olmuştur. Çalışan sayısı dörde çıkarıldığı zaman ortalama 10.78 saniyede bir şasi hazır olmaktadır. Çalışan sayısı ya da aynı anda dizilebilecek şasi sayısı altı yapıldığı zaman ortalama olarak 7.39 saniyede bir şasi hazır olmaktadır. Bu durumda bekleyen ortalama şasi adedi 5.894 bulunmuştur. Çalışan sayısı yedi yapıldığı zaman bu sayı 6.78 olmaktadır. Bu sonuç bizim yıllık hedeflediğimiz toplam üretim adedi için yeterli bir sonuçtur. Bu durumda bekleyen toplam ortalama şasi adedi ise 1.27'dir. Bu bizim kritik değer olan 1'in üzerinde olmasına rağmen farklı işlem süreleri olduğundan bu toplam bekleyen şasi adedi olarak düşünülmüştür ve bu değer yıllık hedefi de sağlamasından dolayı kabul edilmiştir.

Tablo 5.2. Kristal ve elektrolit montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Şasi Adedi		Çıkan Şasi Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
KRISTAL MONTAJ	1	0,21	56,06	2,8	19,4	0,46	44,5
	2	0,1661	44,95	2,1	39,06	0,63	21,83
	3	0,133	35,43	2,18	58,53	0,73	14,54
	4	0,0917	24,33	1,78	78,7	0,73	10,78
	5	0,0054	14,3664	1,52	96,9	0,99	8,75
	6	0,021	5,894	1,24	114,67	1,14	7,39
	7	0,004	1,27	0,38	125,1	1,98	6,78



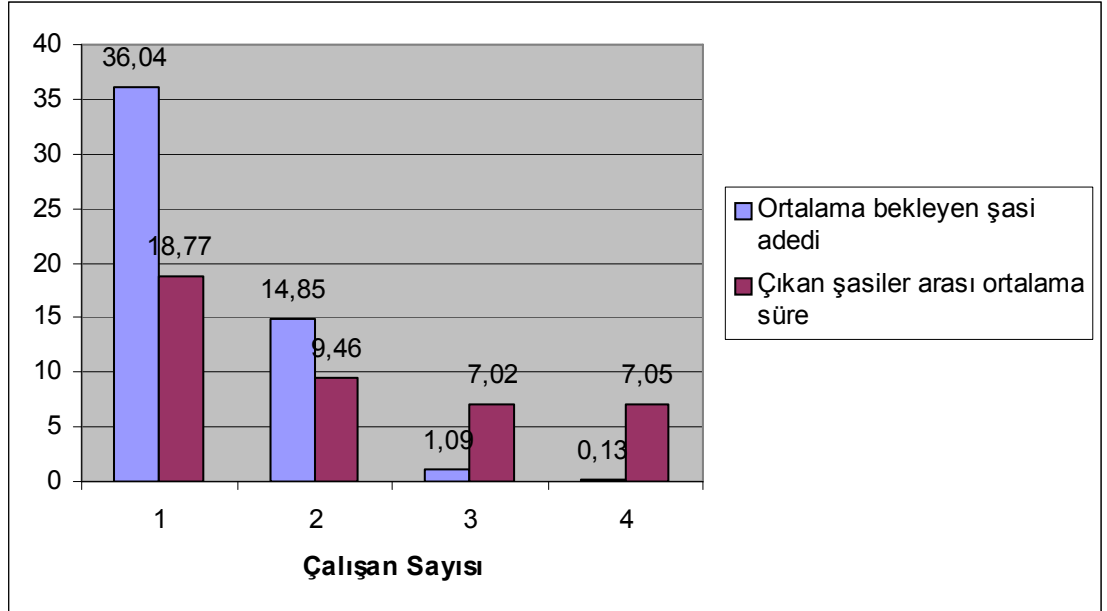
Şekil 5.2 : Kristal ve elektrolit montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen şasi adedi ve çıkan şasiler arası ortalama süre

- Şasilerin dizgi sonrası kontrol edilip olabilecek hatalarının giderilmesi için bulunan manuel montaj rework istasyonu için mevcut değer olan bir kişinin bulunması şu an için şasi rework istasyonunda olduğu gibi yeterlidir ve hat genel olarak analiz edilirken bu istasyon incelenecektir.
- Sorunsuz gelen ve manuel reworkten çıkan şasiler, özelliklerinin belirtildiği ve yüklenecek olan SW'in de bulunduğu etiketleri yapıştırılmak üzere bir sonraki istasyona gelir. Burası için de öncelikle bir şasi kapasitesi için simülasyon çalıştırılmıştır. Sonuçta 18.77 saniyede bir adet şasinin, şasi etiketinin yapıştırıldığı görülmektedir. Bu durumda ortalama 36.04 şasi bu

işlem için beklemektedir. Kapasite üç çıkarıldığı zaman ortalama olarak 7.02 saniyede bir şasiye etiket yapıştırıldığı sonucu çıkmaktadır ve çalışan sayısı üç olduğu durum için ortalama 1.09 şasi işlem için beklemektedir. Çalışan sayısı dört yapıldığında ise bu değerler sırası ile 7.05 saniye ve 0.13 şasi olmaktadır. Ortalama 7.05 saniyede bir şasiye şasi etiketi yapıştırıldığı sonucuna varılmasına rağmen bekleyen şasi sayısı kritik kabul edilen 1'den küçük olduğundan çalışan sayısının dört olması durumunda istenilen üretim adedine ulaşılabacaktır.

Tablo 5.3. Şasi etiketi yapıştırma montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Şasi Adedi		Çıkan Şasi Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
ŞASİ ETİKETİ YAPIŞTIRMA	1	0,072	36,04	1,28	44,5	0,68	18,77
	2	0,029	14,85	1,42	87,9	1,07	9,46
	3	0,0021	1,09	0,22	118,3	2,08	7,02
	4	0,0002	0,13	0,02	118,27	2,53	7,05
	5						
	6						
	7						

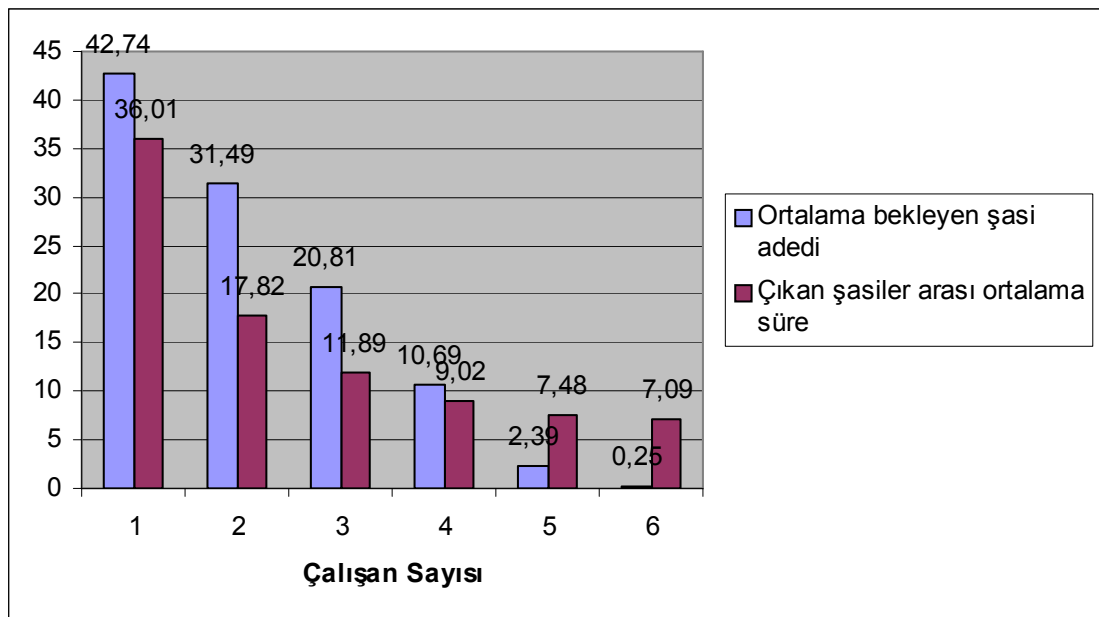


Şekil 5.3 : Şasi etiketi yapıştırma montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen şasi adedi ve çıkan şasiler arası ortalama süre

- Manuel montaj hattı için en son istasyon SW'lerin yüklendiği istasyondur. Bu istasyon için de öncelikle bir şasiye SW yüklendiği durum için inceleme yapılmış ve 36.01 saniyede bir şasiye SW yüklenmiş olarak hazır olduğu görülmüştür. Bu durumda bekleyen ortalama şasi adedi 42.74 çıkmıştır. Kapasite dört yapıldığında bu sonucun 9.02 saniyede bir şasi ve 10.69 adet bekleyen şasi olduğu görülmüştür. Kapasite bir arttırılıp beş yapıldığında ise 7.48 saniye ve ortalama 2.39 bekleyen şasi çıkmaktadır. Yükleme işleminin aynı anda altı şasiye yapılması durumunda ise 7.09 saniyede bir şasi SW yüklenmiş olarak hazır olmaktadır. Bu durumda da 0.25 şasi SW yüklenmesi için beklemektedir ve kritik değer olan 1'in altındadır.

Tablo 5.4. SW yükleme istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Şasi Adedi		Çıkan Şasi Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
SW YÜKLEME	1	0,089	42,74	0,84	22,4	0,39	36,01
	2	0,065	31,49	0,86	44,96	0,53	17,82
	3	0,043	20,81	1,23	67,1	0,67	11,89
	4	0,0223	10,69	0,88	88,03	0,72	9,02
	5	0,0049	2,39	0,56	106,2	1,44	7,48
	6	0,0005	0,25	0,06	112,17	2,03	7,09
	7						



Şekil 5.4 : SW yükleme istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen şasi adedi ve çıkan şasiler arası ortalama süre

Bu sonuçlarla hat yapısı şu şekilde olmaktadır:

- Şasi rework 1 çalışan
- Tuner montaj 4 çalışan
- Kristal elektrolikt montaj 7 çalışan
- Şasi manuel rework 1 çalışan
- Şasi etiketi yapıştırma 4 çalışan
- SW yükleme 6 çalışan

Bu sonuçlarla simulasyon tüm hat için 20 saat süre ile çalıştırılmış ve şu sonuçlar elde edilmiştir:

- Toplam hatta gelen şasi sayısı : 10711 şasi
- Hattan çıkan toplam şasi sayısı : 10550 şasi
- Ortalama 6.81 saniyede bir şasi hazır olmaktadır.
- Ortalama 107 şasi otomatik dizgiden hatalı gelip kullanılamayacak seviyededir.
- Ortalama 108 şasi otomatik dizgiden hatalı gelip rework yapılmaktadır
- Ortalama 498 şasi manuel dizgide hatalı dizilip rework yapılmaktadır
- Manuel montajda, şasi etiketi yapıştırma ve kristal montaj istasyonlarında bekleme olmaktadır ama bu bekleme üretimi aksatmayacak seviyede olduğundan gözardı edilmektedir.

5.1.2 Şasinin Önçerçeveye Montaj Hattının Analizi

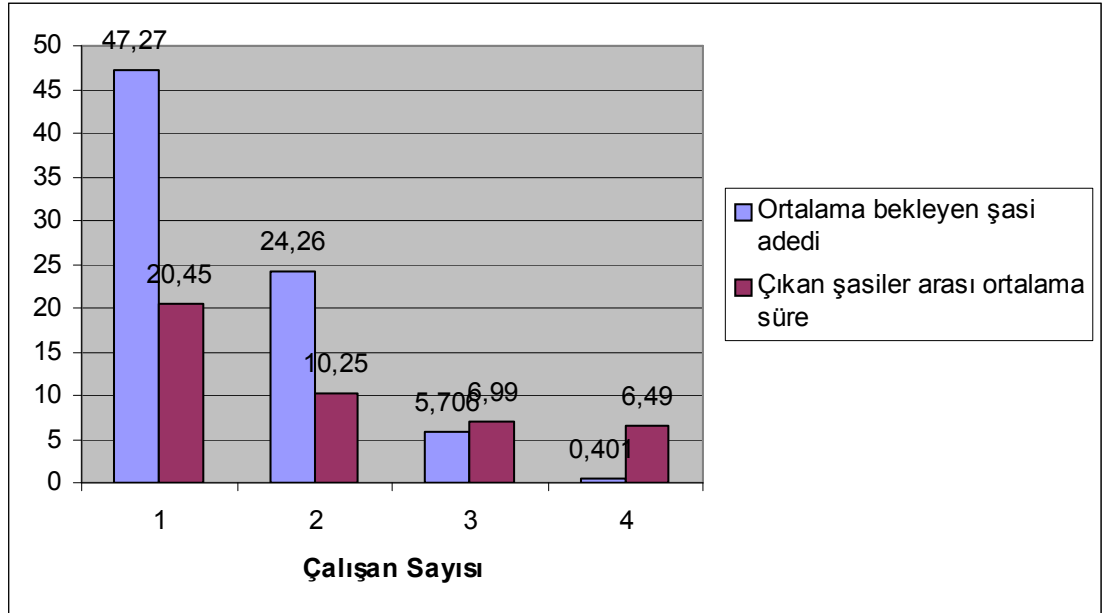
Bu hat incelenirken öncelikle bir önceki hattın optimum çözümü ele alınmış ve bu hatta bulunan bütün iş istasyonların kapasitesi bir olarak kabul edilip 15 dakika süre ile simulasyon çalışması yapılmıştır. Her iş istasyonu tek tek incelenmiş ve bir önceki hat ile birlikte 6.9 saniye kısıtının olması için gerekli olan çalışan sayıları bulunmaya çalışılmıştır. Buna göre her iş istasyonu için şu sonuçlar elde edilmiştir:

- Manuel dizgiden gelen şasi, tüpün de vidalanmış olarak hazır beklediği önçerçeveye vidalanır. Bunun için öncelikle aynı anda sadece bir şasinin

vidalanabildiği yani sadece bir çalışanın bulunduğu durum için simülasyon yapılmış ve ortalama olarak 20.45 saniyede bir şasinin vidalandığı ve 47.27 ortalama şasinin istasyonda beklediği gözlemlenmiştir. Çalışan sayısı üçe çıkarıldığı zaman ortalama olarak 6.99 saniyede bir şasinin vidalandığı gözlemlenmiştir ve bekleyen şasi adedi 5.70 olarak görülmüştür. Çalışan sayısı dört yapıldığı zaman ise 6.49 saniye süre ile şasiler önçerçeveye vidalanmakta ve bu istasyonda ortalama bekleyen şasi adedi de 0.40 olmaktadır.

Tablo 5.5. Şasinin şasi kızağına montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Şasi Adedi		Çıkan Şasi Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
ŞASININ ŞASI KIZAĞINA VIDALANMASI	1	0,088	47,27	1,66	43,6	0,79	20,45
	2	0,0445	24,26	1,01	86,63	1,16	10,25
	3	0,0102	5,706	1,18	126,83	1,24	6,99
	4	0,0007	0,401	0,08	137,23	3,25	6,49
	5						
	6						
	7						



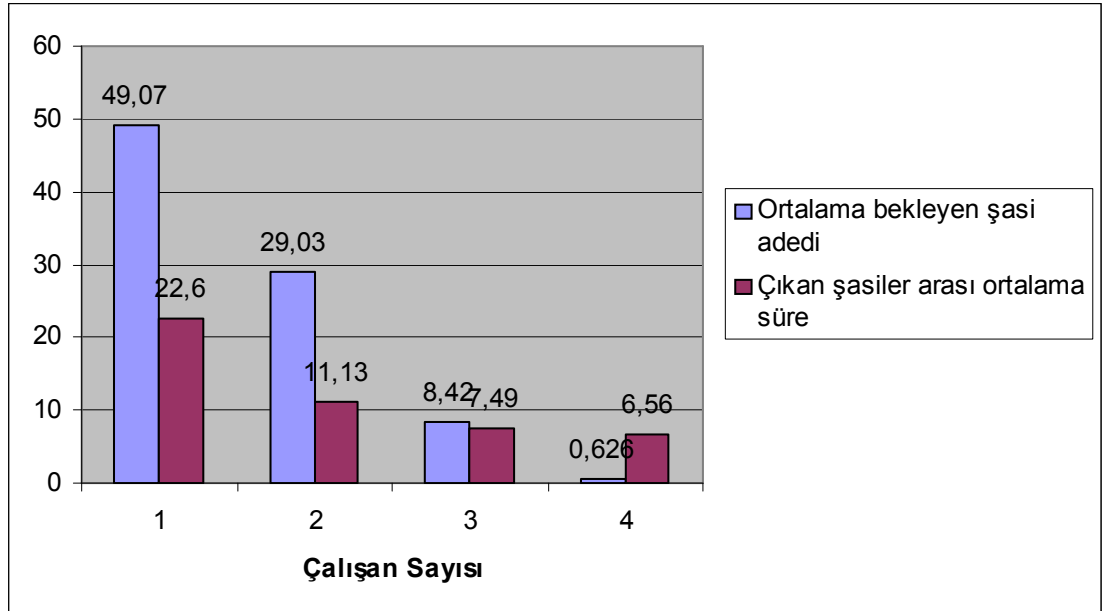
Şekil 5.5 : Şasinin şasi kızağına montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen şasi adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Bir sonraki istasyon şebeke kablo soketi ve degauss soketinin takıldığı istasyondur. Burada da öncelikle bir adet çalışan için değerler ölçülmüştür.

Ortalama olarak 22.6 saniyede bir mamülün şebeke kablo soketi ve degauss soketi takılmakta ve ortalama olarak 49.07 yarı mamül beklemektedir. Çalışan sayısı üç yapılmış 7.49 saniyede bir ürün bu istasyondan çıkmakta ve ortalama 8.42 yarı mamül beklemektedir. Çalışan sayısı dört yapıldığında ise 6.56 saniyede bir ürün bu istasyonu terk etmektedir. Ortalama bekleyen yarı mamül sayısı da kritik değer kabul edilen 1'in altına düşüp 0.626 olmaktadır.

Tablo 5.6. Şebeke kablo soketi ve degauss soketinin takılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
ŞEBEKE KABLO SOKETİ VE DEGAUSS SOKETİNİN TAKILMASI	1	0,0902	49,07	1,77	38,73	0,43	22,6
	2	0,05296	29,03	1,64	77,83	0,63	11,13
	3	0,0153	8,42	1,6	115,6	0,85	7,49
	4	0,00112	0,626	0,17	132,13	2,58	6,56
	5						
	6						
	7						



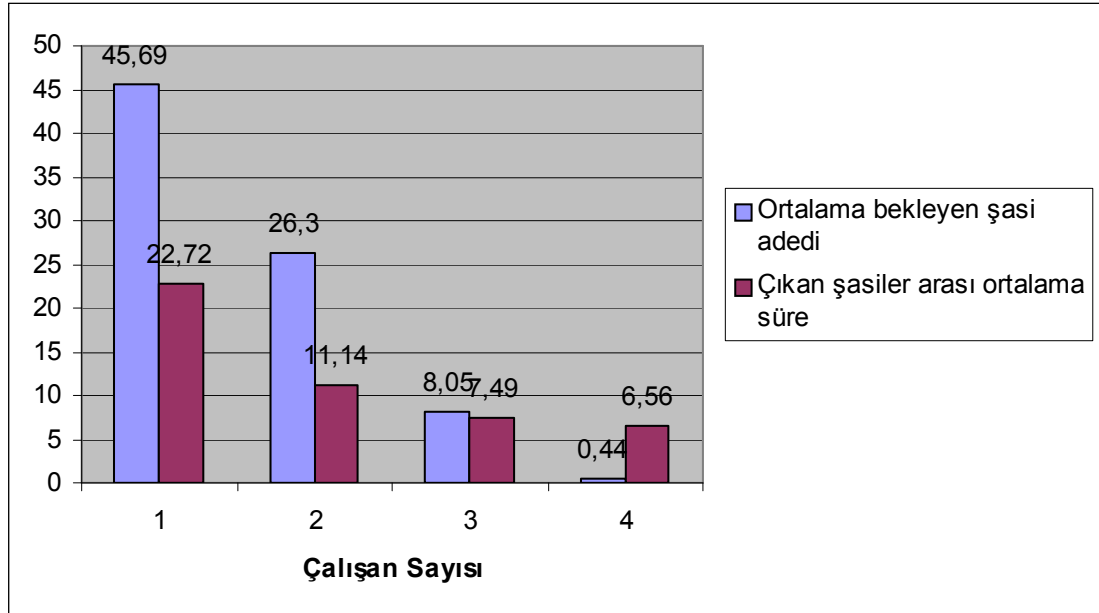
Şekil 5.6 : Şebeke kablo soketi ve degauss soketinin takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Şebeke kablo soketi ve degauss soketi takılmış olarak gelen yarı mamüllere bir sonraki istasyonda tüp kabloları takılır ve gerek varsa bu kablolar kısaltılır. Öncelikle bu istasyonda bir kişinin bulunması durumu incelenmiş

ve ortalama olarak 22.72 saniyede bir şasiye tüp kablosunun takılıp kısıltıldığı sonucu elde edilmiştir. Bu durumda bekleyen yarı mamül adedi ortalama 45.69 olarak gözlümlenmiştir. Daha sonra bu istasyona üç kişi daha istihdam edilip dört kişi ile simulasyon tekrar edilmiştir. Bu sefer ortalama 6.56 saniye çıkmıştır ve bekleyen yarı mamül sayısı ortalama 0.44 olarak gözlemlenmiştir.

Tablo 5.7. Tüp şasi kablolarının takılması ve kısıltılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
TÜP ŞASI KABLolarının TAKILMASI VE KISALTILMASI	1	0,0847	45,69	0,98	37,7	0,67	22,72
	2	0,0486	26,3	1,6	76,23	0,83	11,14
	3	0,0149	8,05	1,51	112,73	1,29	7,49
	4	0,0008	0,44	0,1	128,8	1,97	6,56
	5						
	6						
	7						



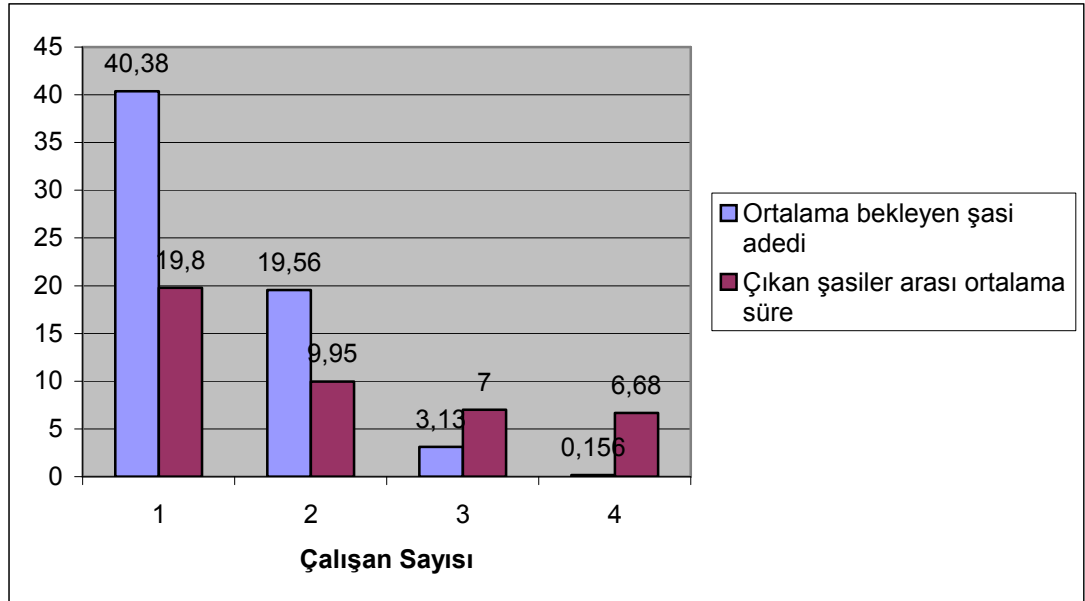
Şekil 5.7 : Tüp şasi kablolarının takılması ve kısıltılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Bir sonraki istasyonda anten ve şebeke kablosu takılır. Bu istasyon için de öncelikle bir çalışanın bulunması durumu incelenmiştir. Bu durumda 15 dakika için ortalama 19.80 saniyede bir şasiye anten ve şebeke kablosu

takılmaktadır. Bu durumda ortalama olarak 40.38 yarı mamül beklemektedir. Çalışan sayısı üç yapıldığında ise ortalama olarak 7 saniyede bir yarı mamül bu istasyondan çıkmaktadır ve ortalama 3.13 yarı mamül beklemektedir. Çalışan sayısı dört yapıldığında ise ortalama bekleyen yarı mamül sayısı 0.156 ve ortalama 6.68 saniyede bir yarı mamül bu istasyonu terk etmektedir.

Tablo 5.8. Anten ve şebeke kablosunun takılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
ANTEN VE ŞEBEKE KABLOSUNUN TAKILMASI	1	0,0771	40,38	1,06	42,03	0,56	19,8
	2	0,0383	19,56	1,33	83,46	1,2	9,95
	3	0,0059	3,13	0,79	118,43	2,22	7
	4	0,0003	0,156	0,03	124,17	2,32	6,68
	5						
	6						
	7						



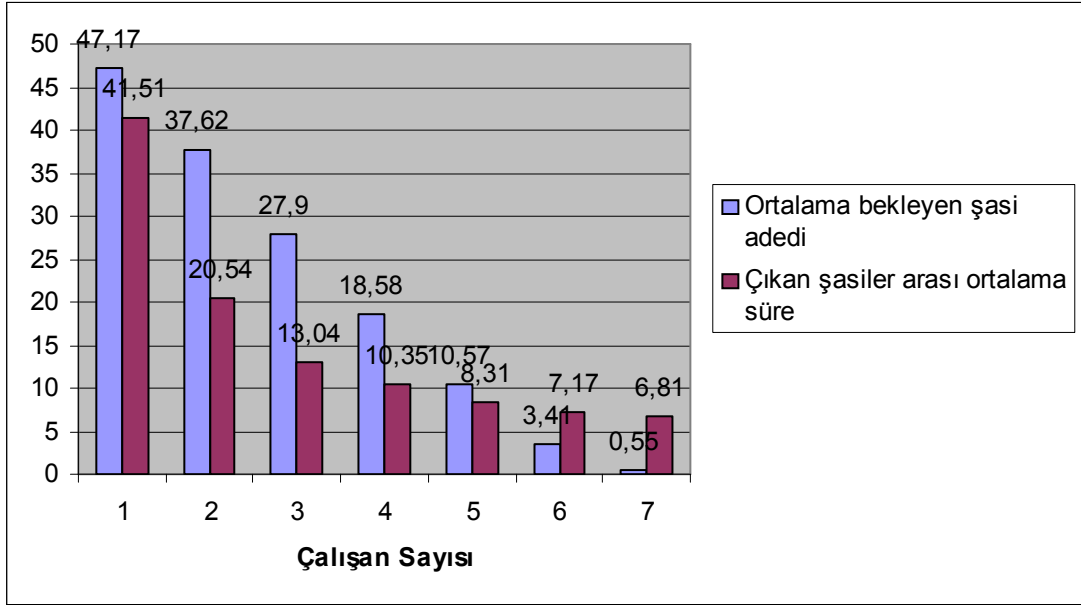
Şekil 5.8 : Anten ve şebeke kablosunun takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Şebeke düğmesinin rework iş istasyonu için şasi rework iş istasyonlarında olduğu gibi hattın genel olarak analizinde bir sorun çıkması durumunda çalışan sayısında güncelleme yapılacaktır.

- Isı testinden önceki son istasyon, beyaz ve geometri ayarın yapıldığı istasyondur. Bu istasyon için de öncelikle bir çalışan bulunması durumunda analiz yapılmış ve ortalama olarak 41.51 saniyede bir TV için beyaz ve geometri ayarın yapıldığı ve 47.17 yarı mamülün de bu istasyonda beklediği görülmüştür. Çalışan sayısı dört yapıldığı zaman ortalama olarak 10.35 saniyede bir bu istasyondan ısı testine TV gitmektedir. Aynı anda altı TV'nin beyaz ve geometri ayarı yapılması durumunda ise ortalama olarak 7.17 saniyede bir TV ısı testine gitmekte ve bekleyen yarı mamül sayısı da ortalama 3.41 olmaktadır. Çalışan sayısı yedi yapılması durumunda ise ortalama olarak 6.81 saniyede bir şasi bu istasyondan ayrılıp ısı testine girmektedir ve 0.55 yarı mamül de beyaz ve geometri ayarın yapılabilmesi için beklemektedir.

Tablo 5.9. Beyaz ve geometri ayar istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
BEYAZ VE GEOMETRİ AYAR	1	0,0929	47,17	1,15	19,43	0,25	41,51
	2	0,0745	37,62	1,24	38,76	0,46	20,54
	3	0,0552	27,9	1,5	57,96	0,7	13,04
	4	0,0371	18,58	1,08	76,16	0,78	10,35
	5	0,0211	10,57	1,2	95,16	0,78	8,31
	6	0,0067	3,41	0,81	110,33	1,55	7,17
	7	0,0011	0,55	0,15	116,03	2,64	6,81



Şekil 5.9 : Beyaz ve geometri ayar istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

Bu sonuçlarla hat yapısı şu şekilde olmaktadır:

- Şasinin şasi kızıağına vidalanması 4 çalışan
- Şebeke kablo soketi ve degauss soketinin takılması 4 çalışan
- Tüp kablolarının takılıp gerekli ise kısaltılması 4 çalışan
- Anten ve şebeke kablusunun takılması 4 çalışan
- Şebeke düğmesi rework işlemi 1 çalışan
- Beyaz ve geometri ayar 7 çalışan

gerekmektedir. Bu durumda, şasi manuel montaj da dahil tüm hat için 20 saat süre ile simulasyon yapılmış ve şu sonuçlar elde edilmiştir.

- Hatta giren toplam şasi sayısı : 10533
- Hattan çıkıp ısı testine giren toplam TV adedi : 10509
- Isı testine giren TV'ler arası ortalama süre : 6.85 saniye
- Yapılan ortalama şebeke rework sayısı : 203
- Ortalama adet olarak beklemenin en fazla olduğu istasyon şebeke düğmesinin rework yapıldığı istasyondur. Fakat bu istasyon genel olarak hattın performansını etkilemediğinden gözardı edilmektedir.

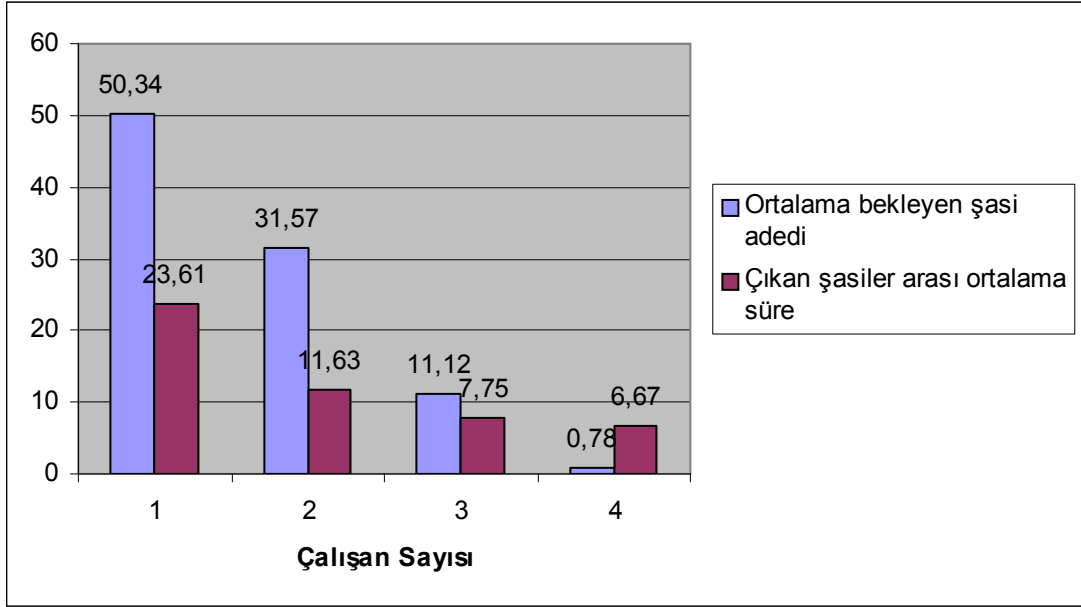
5.1.3 Arka Kapak ve Son Montaj ve Artwork Hattının Analizi

Isı testinden çıkan televizyonlara bir sonraki üretim hattında arka kapakları takılır ve son montajları ile artwork kısımları yapılır. Bu üretim hattının da analizi önceki hatlarla birlikte incelenir. Şasi manuel dizgi hattı ve şasinin önçerçeveye takıldığı hat için bulunan minimum çalışan sayıları ile birlikte bu hattaki istasyonlar da tek tek incelenir ve yıllık üretim kısıtını sağlayan minimum çalışan sayıları bu istasyonlar için de bulunmaya çalışılır. Program kısıtından dolayı her istasyon için bir çalışan ve 15 dakika için simulasyon çalıştırılmıştır ve şu sonuçlar elde edilmiştir:

- Anten ve şebeke kablosunun çıkarıldığı iş istasyonu için bir çalışan bulunması durumunda ortalama 23.61 saniyede bir TV istasyondan çıkmaktadır ve istasyonda ortalama 50.34 TV beklemektedir. Çalışan sayısı üç yapılması durumunda ortalama olarak 7.75 saniyede bir TV bu istasyondan çıkmaktadır. Çalışan sayısı dört yapılması durumunda ise 6.67 saniyede bir TV bu istasyondan hazır olarak çıkmakta ve bekleyen mamül adedi ortalama 0.78 olmaktadır.

Tablo 5.10. Anten ve şebeke kablosunun çıkarılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
ANTEN VE ŞEBEKE KABLOSUNUN ÇIKARILMASI	1	0,0917	50,34	1,63	37,63	0,56	23,61
	2	0,0568	31,57	1,73	75,9	0,86	11,63
	3	0,0201	11,12	1,78	114,03	0,96	7,75
	4	0,0013	0,78	0,14	133,07	2,8	6,67
	5						
	6						
	7						

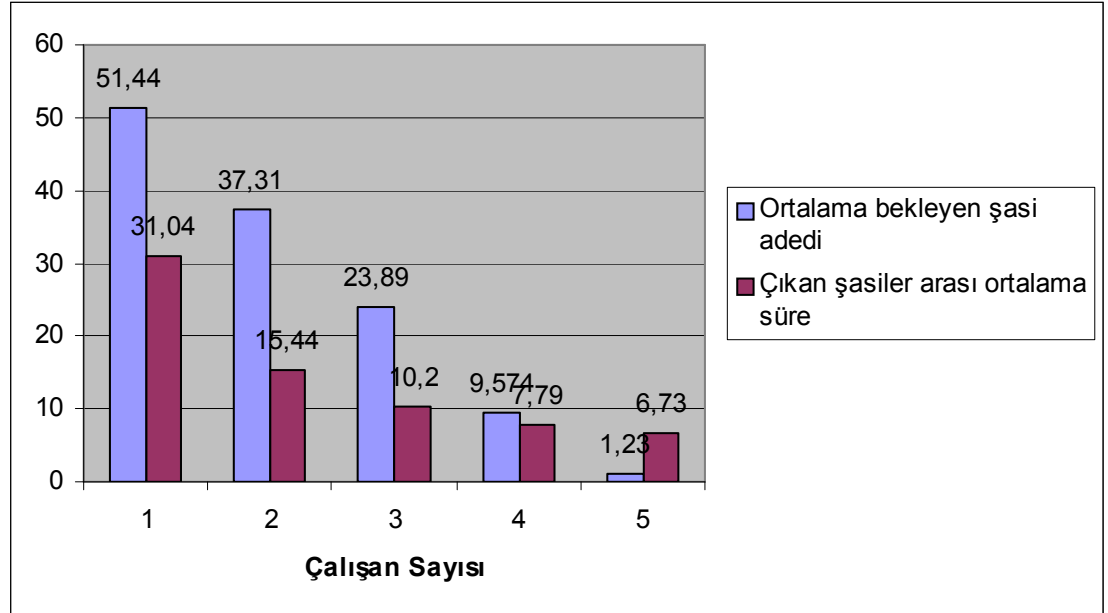


Şekil 5.10 : Anten ve şebeke kablosunun çıkarılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Bir sonraki istasyonda arka kapak monte edilir. Bu istasyon için de öncelikle bir çalışan için 15 dakika süre ile simülasyon yapılmıştır. Bu durumda 31.04 saniyede bir arka kapak montajı yapılmaktadır. Bekleyen mamül sayısı ise ortalama 51.44 olmaktadır. Çalışan sayısı üçe çıkarıldığı zaman ortalama olarak 10.2 saniyede bir TV bu istasyondan çıkmaktadır. Çalışan sayısı dört yapılırsa 7.79 saniyede bir TV'ye arka kapak monte edilmiş olmaktadır. bu durumda bekleyen mamül sayısı ise 9.574'dür. Çalışan sayısı beş yapılırsa bu durumda ortalama olarak 6.73 saniyede bir TV istasyonu terk etmekte ve bekleyen mamül sayısı ortalama 1.23 olmaktadır. Bu sayı kritik olarak kabul edilen 1'den büyüktür ancak ortalama olarak 6.73 saniyede bir arka kapağın montajı tamamlandığı için çalışan sayısının beş olması durumu kabul edilmiştir.

Tablo 5.11. Arka kapak montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
ARKA KAPAK MONTAJ	1	0,0961	51,44	1,66	28,09	0,29	31,04
	2	0,0691	37,31	1,37	55,63	0,45	15,44
	3	0,0433	23,89	1,58	84,03	0,62	10,2
	4	0,0176	9,574	1,45	109,97	1,05	7,79
	5	0,0022	1,23	0,29	127,27	2,14	6,73
	6						
	7						

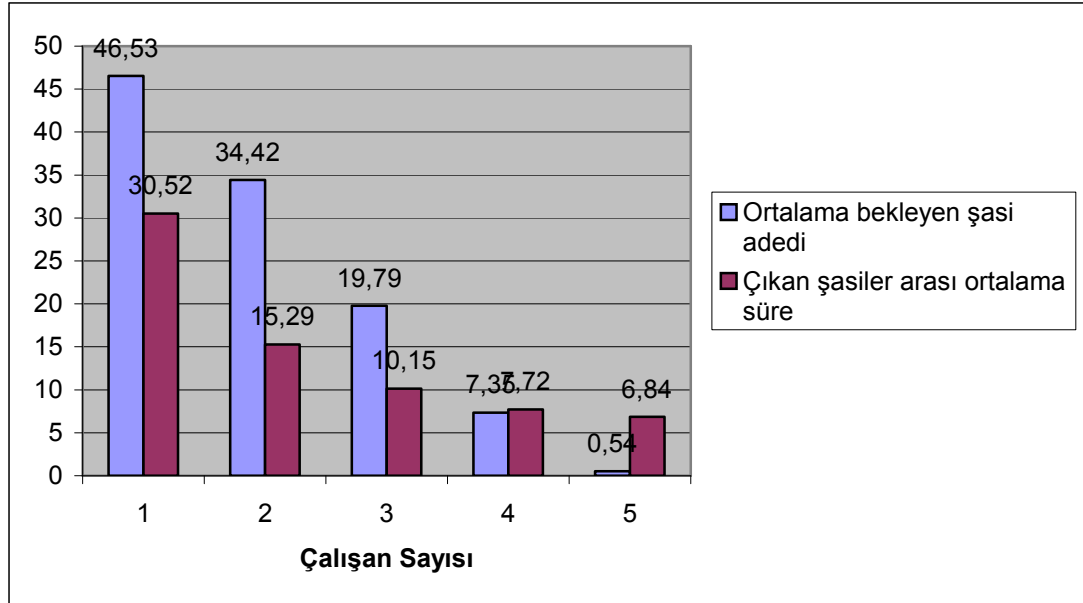


Şekil 5.11 : Arka kapak montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Arka kapağı takılmış olan TV'ler daha sonra yüksek gerilim kontrolüne tabi tutulmaktadır. Bu istasyon için de öncelikle bir çalışan ve 15 dakika için simulasyon yapılmış ve ortalama olarak bu hattan çıkan mamüller arasında 30.52 saniye faz farkı bulunmaktadır. Bekleyen mamül adedi ise ortalama olarak 46.53 olarak gözlemlenmiştir. Çalışan sayısı üç yapılması durumunda ise faz farkı 10.15 saniye olmaktadır. Çalışan sayısının beş olması durumunda ise ortalama 6.73 saniyede bir TV yüksek gerilim kontrolünden geçmektedir. Bekleyen mamül adedi ise ortalama 0.54 olmaktadır.

Tablo 5.12. Yüksek gerilim kontrol istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
YÜKSEK GERİLİM KONTROL	1	0,0917	46,53	1,34	27,46	0,57	30,52
	2	0,0663	34,42	1,18	54,16	0,68	15,29
	3	0,0388	19,79	1,25	81,5	0,92	10,15
	4	0,0144	7,35	1,03	107,1	0,92	7,72
	5	0,0005	0,54	0,12	120,93	2,11	6,84
	6						
	7						

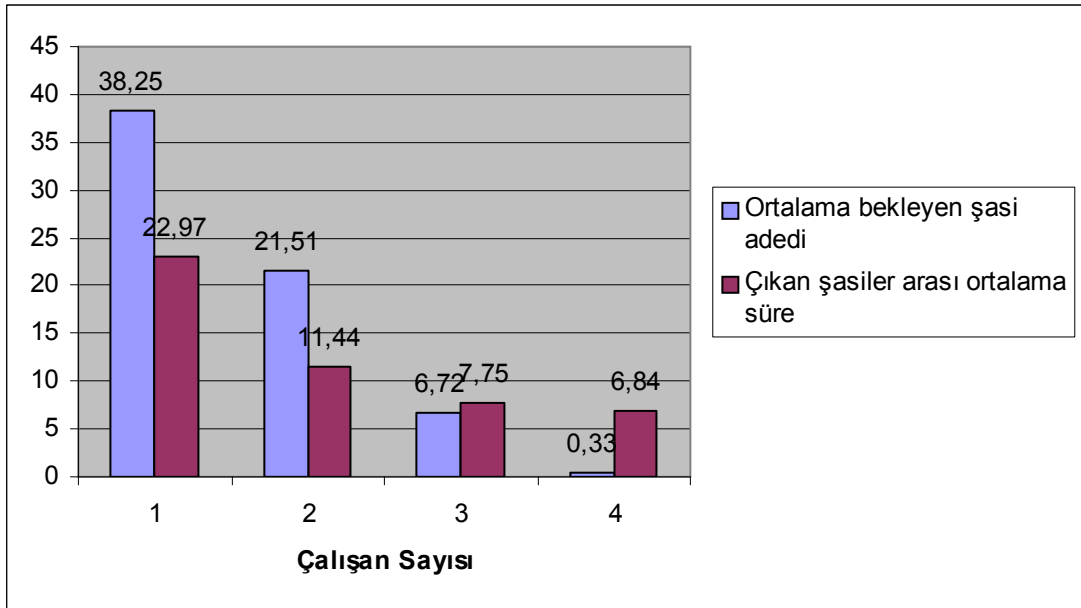


Şekil 5.12 : Yüksek gerilim kontrol istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Yüksek gerilim kontrolünden geçen TV'lere model numaraları ve bilgilerinin bulunduğu arka kapak etiketleri ve özelliklerinin bulunduğu tüp üstü etiketleri yapıştırılır. Bu istasyon için de öncelikle tek çalışan için 15 dakika süre ile simulasyon yapılmıştır. 22.97 saniye faz farkı ile bu istasyondan TV'ler çıkmaktadır. Bekleyen mamül adedi ise ortalama 38.25 olarak gözlemlenmektedir. Çalışan sayısı üç yapıldığı durumda 7.75 saniyede bir TV'ye arka kapak etiketi ve tüp üstü etiketi yapıştırılır. Çalışan sayısının dört yapılması durumunda ise 6.84 saniye ortalama ile TV'ler bu istasyondan çıkmaktadır. Bu durumda da bekleyen mamül sayıları ortalama 0.33 olmaktadır.

Tablo 5.13. Arka kapak ve tüp üstü etiketlerinin yapıştırıldığı istasyon için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
ARKA KAPAK VE TÜP ÜSTÜ ETİKETLERİNİN TAKILMASI	1	0,0776	38,25	1,14	35,46	0,56	22,97
	2	0,0448	21,51	1,13	70,66	0,77	11,44
	3	0,0136	6,72	0,99	104,03	1,1	7,75
	4	0,0006	0,33	0,06	117,8	2,09	6,84
	5						
	6						
	7						

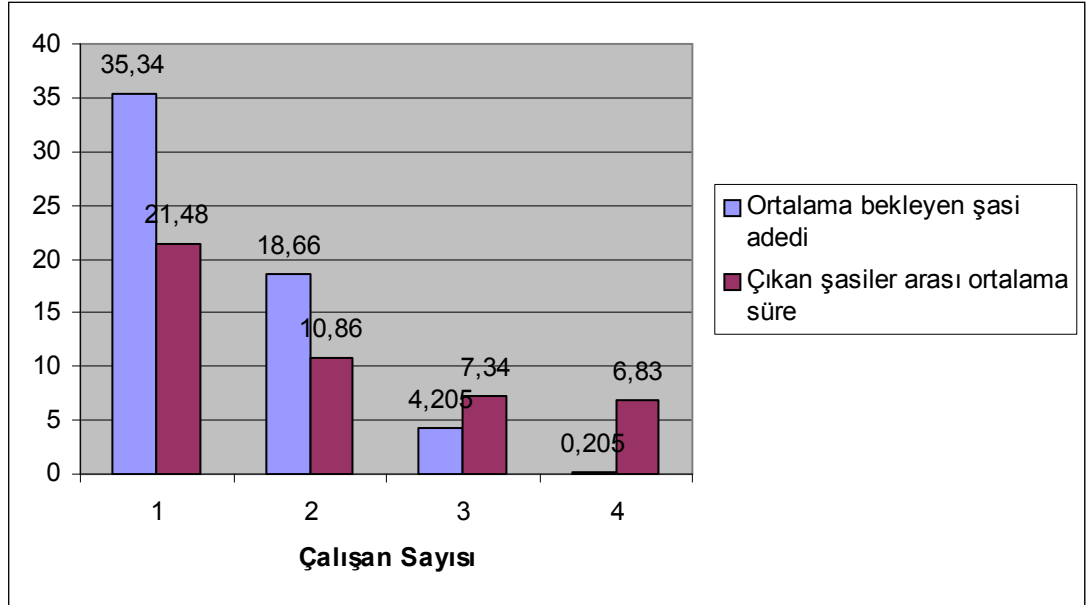


Şekil 5.13 : Arka kapak ve tüp üstü etiketlerinin yapıştırıldığı istasyon için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Arka kapak etiketi ve tüp üstü etiketi takılmış olan TV'lerin arka kapaklarına bir sonraki istasyonda içerisinde kullanma kılavuzu, uzaktan kumanda, garanti kartının da bulunduğu aksesuar torbası bantlanır. Öncelikle tek çalışan ve 15 dakika için simulasyon çalışması yapılmış ve 21.48 saniyede bir aksesuar torbasının bantlandığı, bekleyen mamül sayısının ise ortalama 35.34 olduğu görülmüştür. Çalışan sayısı üçe çıkarıldığı zaman bu süre 7.34 olarak ölçülmüştür. Çalışan sayısı dört yapıldığında ise 6.83 saniyede bir TV'nin hazır olduğu görülmüştür. Bu durumda da bekleyen mamül adedi ortalama 0.205 olarak gözlemlenmiştir.

Tablo 5.14. Aksesuar torbasının arka kapağa bantlandığı istasyon için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
AKSESUAR TORBASININ ARKA KAPAĞA BANTLANMASI	1	0,0745	35,34	1,04	36,09	0,56	21,48
	2	0,0389	18,66	1,19	72,63	0,9	10,86
	3	0,00878	4,205	0,64	106,9	1,29	7,34
	4	0,0004	0,205	0,04	115,07	1,95	6,83
	5						
	6						
	7						

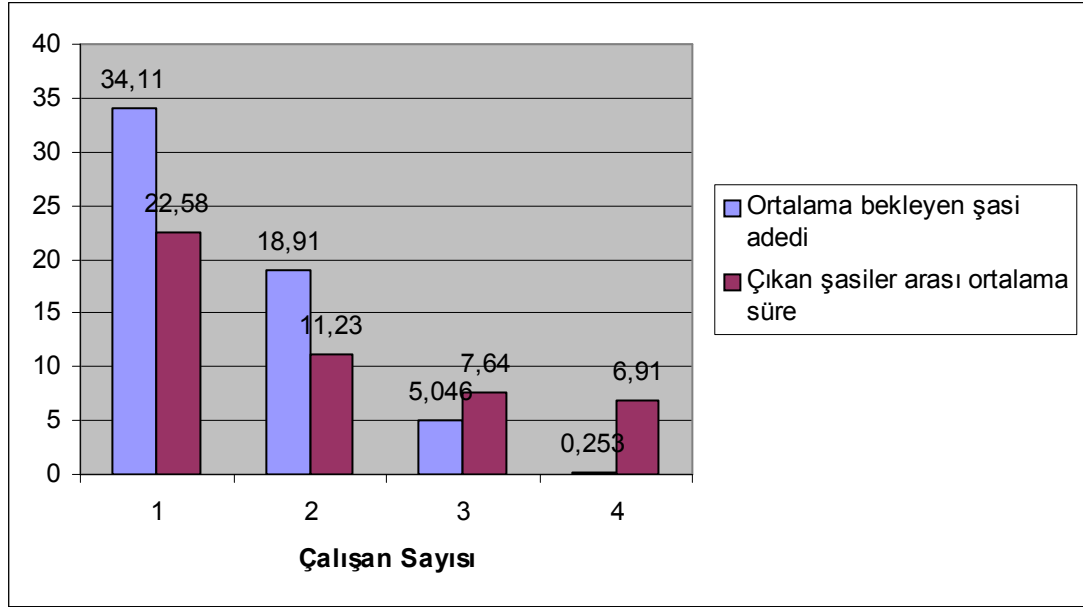


Şekil 5.14 : Aksesuar torbasının arka kapağa bantlandığı istasyon için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- TV'nin ambalaj kutusuna konulmadan önceki son işlemi şebeke kablosunun arka kapağa katlanıp takılmasıdır. Bu istasyon için öncelikle bir çalışan ve 15 dakika süre ile simulasyon yapılmış ve 22.58 saniye ortalama ile bu işlemin yapıldığı görülmüştür. Bu durum için bekleyen mamül sayısı ise ortalama 34.11 olduğu gözlemlenmiştir. Çalışan sayısının üç olması durumunda ise ortalama 7.64 saniyede bir TV bu istasyonu terk etmektedir. Çalışan sayısı dört yapıldığı durumda ise ortalama 6.91 saniyede bir TV kutuya konulmak üzere hazırdır ve bekleyen mamül adedi ortalama 0.253 olarak gözlemlenmiştir.

Tablo 5.15. Şebeke kablosunun katlanıp arka kapağa bantlandığı istasyon için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
ŞEBEKE KABLOSUNUN KATLANIP ARKA KAPAĞA BANTLANMASI	1	0,0724	34,11	1	34,13	0,71	22,58
	2	0,0399	18,91	1,04	68,06	0,86	11,23
	3	0,0107	5,046	0,66	99,83	1,02	7,64
	4	0,0005	0,253	0,04	110,23	2,43	6,91
	5						
	6						
	7						

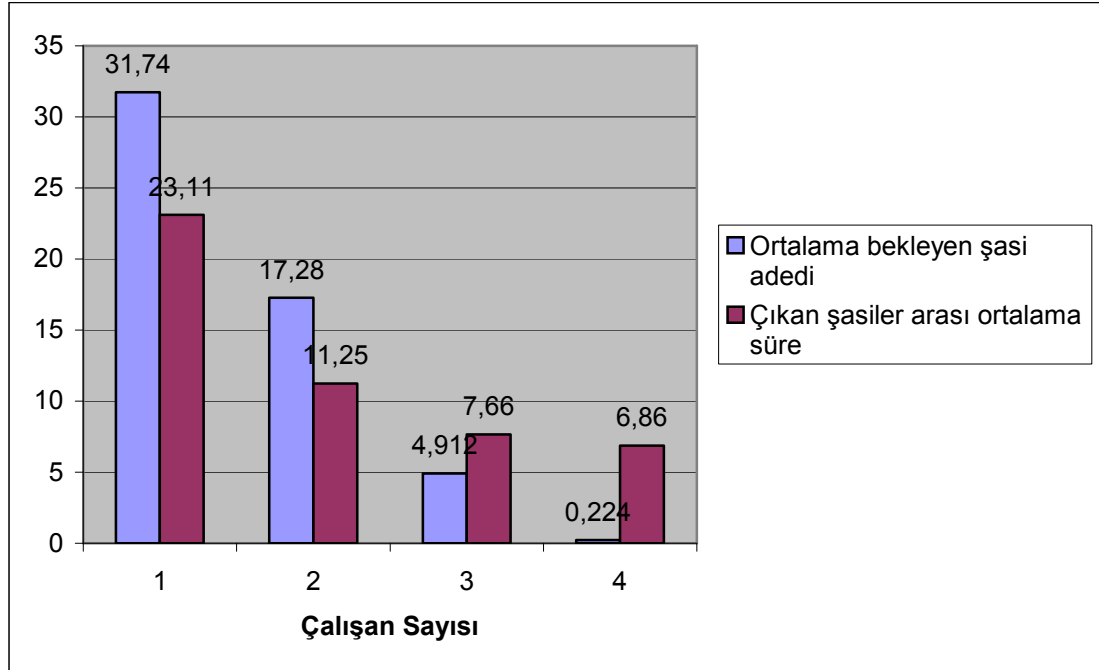


Şekil 5.15 : Şebeke kablosunun katlanıp arka kapağa bantlandığı istasyon için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Şebeke kablosunun da arka kapağa bantlanması ile TV ürün olarak ambalaj kutusuna konulmak üzere hazırdır. TV'nin ambalaj kutusuna konulduğu iş istasyonunu ilk başta tek çalışan ve 15 dakika için simule edilmiştir. Bu durumda ortalama 23.11 saniyede bir TV ambalaj kutusuna yerleştirilmektedir. Çalışan sayısı üç yapıldığı durumda bu süre 7.66 olarak ölçülmüştür. Bu durumda bekleyen mamül adedi ortalama 4.92 olarak gözlemlenmiştir. Çalışan sayısı bir arttırılıp dört yapıldığında ise ortalama olarak 6.86 saniyede bir TV barkod etiketinin yapıştırılması için hazırdır ve 0.224 adet TV ortalama olarak beklemektedir.

Tablo 5.16. TV kutuya yerleştirme istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
TV KUTUYA YERLEŞTİRME	1	0,0705	31,74	1,04	32,46	0,53	23,11
	2	0,0379	17,28	0,93	65,93	0,67	11,25
	3	0,0109	4,912	0,62	96,76	0,96	7,66
	4	0,0004	0,224	0,04	107,8	1,43	6,86
	5						
	6						
	7						



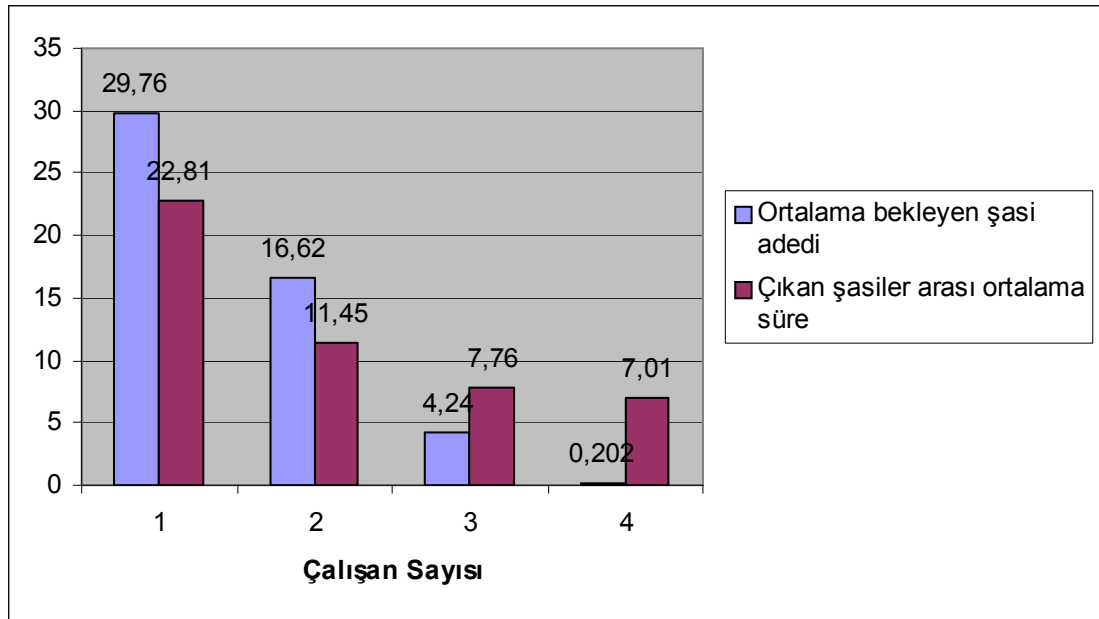
Şekil 5.16 : TV kutuya yerleştirme istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Üretim hattının son istasyonu, ambalaj kutusuna mamülün marka ve ülke bilgisinin de bulunduğu barkod etiketinin yapıştırılıp ambalaj kutusunun bantlanmasıdır. Bu istasyon için de öncelikle bir çalışan ve 15 dakika için simulasyon yapılmıştır ve ortalama olarak 22.81 saniyede bir mamül ambara gitmek üzere hazırdır ve ortalama olarak 29.76 TV beklemektedir. Çalışan sayısı üç yapıldığı durumda ise bu süre 7.76 olarak ölçülmektedir. Çalışan sayısı dört yapıldığında ise ortalama olarak 7.01 saniyede bir TV müşteriye gönderilmek üzere hazırdır ve bekleyen mamül adedi de ortalama 0.202 olarak gözlemlenmiştir. 7.01 saniyede bir TV mamül ambara gönderilmek

üzere hazır olmasına rağmen ortalama 0.202 adet mamül bekleme olmasından dolayı çalışan sayısının 4 olması bu istasyon için yeterlidir.

Tablo 5.17. Barkod etiketinin yapıştırılması ve ambalaj kutusunun bantlanması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
BARKOD ETİKETİ VE AMB KUTUSUNUN BANTLANMASI	1	0,0668	29,76	0,71	31,83	0,51	22,81
	2	0,0373	16,62	0,87	62,83	0,86	11,45
	3	0,00983	4,24	0,67	92,6	0,87	7,76
	4	0,0004	0,202	0,04	102,57	1,77	7,01
	5						
	6						
	7						



Şekil 5.17 : Barkod etiketinin yapıştırılması ve ambalaj kutusunun bantlanması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

Bu sonuçlarla hat yapısı şu şekilde olmaktadır:

- Anten ve şebeke kablolarının çıkarılması için 4 çalışan
- Arka kapak montajı için 5 çalışan
- Yüksek gerilim kontrolü için 5 çalışan
- Arka kapak etiketi ve tüp üstü etiketinin yapıştırılması için 4 çalışan

- Aksesuar torbasının arka kapağa bantlanması için 4 çalışan
- Şebeke kablosunun katlanıp arka kapağa takılması için 4 çalışan
- TV'nin kutuya yerleştirilmesi için 4 çalışan
- Barkod etiketinin yapıştırılması ve ambalaj kutusunun bantlanması için 4 çalışan

gerekmektedir. Bu durumda şasinin işlem gördüğü manuel dizgi ve önçerçeveye montaj hatları da dahil tüm hatların 20 saat süre ile simule edilmesinden şu sonuçlar çıkar:

- Toplam otomatik dizgiden gelen şasi adedi : 10676
- Toplam manuel dizgisi tamamlanan şasi adedi : 10514
- Toplam son montaja gelen yarı mamül adedi : 10489
- Mamül ambara giden toplam ürün sayısı : 10457
- Mamül ambara giden ürünler arası ortalama süre : 6.84 saniye
- Otomatik dizgiden gelip rework olan şasi adedi : 109
- Manel dizgide rework olan şasi adedi : 500
- Şebeke düğmesi rework adedi : 205
- İstasyon sayılarında bulunan çalışan sayılarının bu durum için optimum olduğu gözlemlenmektedir.

Tüm sistem için de toplam 20 saatte 10457 ürün çıkmış ve ortalama olarak 6.84 saniyede bir TV mamül ambara gönderilerek yıllık olarak istenilen üretim adedine ulaşılabilmektedir.

5.2 Tüp ve Önçerçeve Hazırlık ve Montaj Hattının Analizi

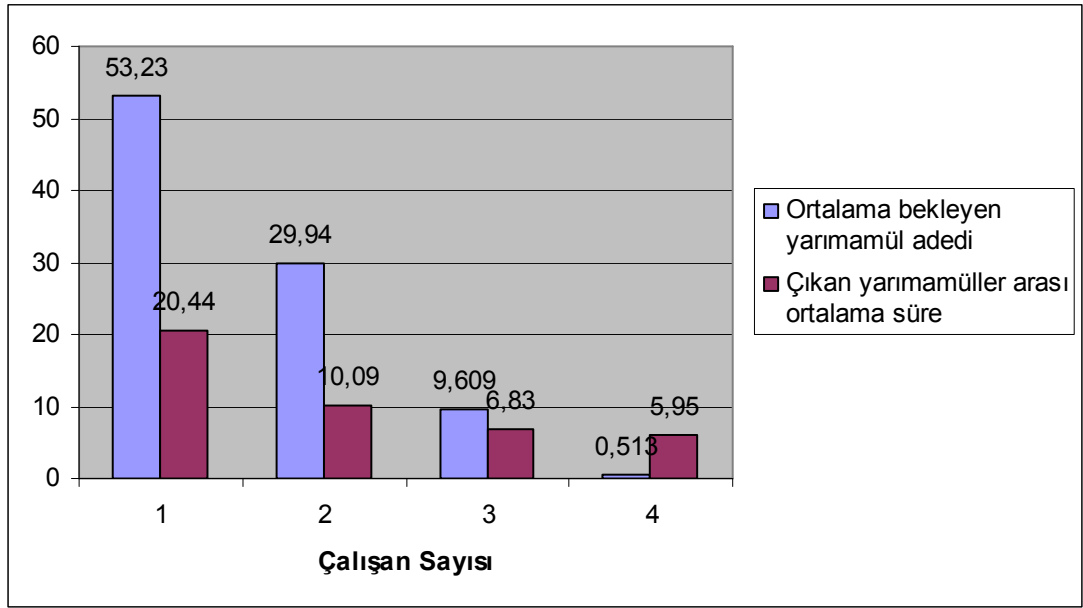
Genel olarak Şekil 3.5'de verilen önçerçeve hazırlık, tüp hazırlık ve montaj hatlarının analizi için izlenen yol tüm hattın analizi şeklindedir. Önçerçeve hazırlık ve tüp hazırlık hatları aynı anda incelenecek ve daha sonra bulunan sonuçlarla tüpün vidalanması ve daha sonraki istasyonlarla birlikte tüm hattın yıllık üretim kısıtını sağlayacak şekilde üretim yapılması için gerekli çalışan sayıları bulunacaktır.

ARENA programının kısıtından dolayı simülasyon öncelikle 15 dakika ve her istasyon için bir çalışanın olduğu durumlar için çalıştırılacak ve sonuçlar değerlendirilecektir.

- Hem önçerçeve hem de tüp rework iş istasyonları birer çalışan olduğu durum için simüle edilmiştir ve en sonda da tüm hat için simülasyon çalışmasında, eğer gerekli ise, bu hatlarda güncelleme yapılacaktır.
- Panel montaj istasyonu ve mas telinin takılması istasyonu için öncelikle bu istasyonlarda birer çalışan olduğu durumda simülasyon çalışması yapılmıştır. Ortalama olarak 20.44 saniye panel montaj, 21.16 saniye mas telinin takılmasının yapıldığı istasyondan malzeme çıkmaktadır. Sırası ile bekleyen ortalama tüp ve önçerçeve adetleri ise 53.23 ve 56.36 adettir. Çalışan sayılarını üçer kişi yaparsak ortalama olarak 6.83 saniye panel montaj istasyonu için ve 7.12 saniye mas teli takılması istasyonu için malzeme çıkış zaman aralıkları bulunur. Bekleyen malzeme adetleri ise sırası ile 9.609 ve 13.19 adettir. Panel montaj istasyonu için çalışan sayısı dört yapılırsa bu durumda 5.95 saniyede bir malzeme çıkmakta ve ortalama 0.513 malzeme beklemektedir. Mas telinin takılması işlemi için ise beş çalışan olması durumunda 5.9 saniyede bir malzeme hazır olmakta ve 0.213 malzeme beklemektedir. Panel montaj istasyonu için dört çalışan yeterli olmasına rağmen mas telinin takılması için beş çalışana gerek vardır.

Tablo 5.18. Panel montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

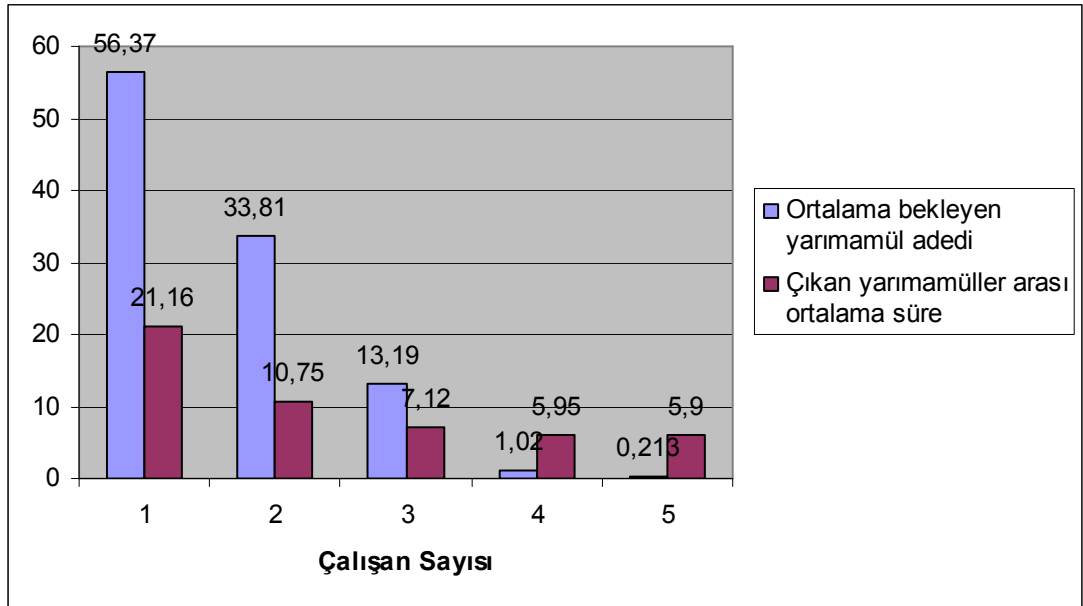
İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
PANEL MONTAJ	1	0,0876	53,23	1,53	43,46	0,88	20,44
	2	0,049	29,94	1,33	87,36	0,85	10,09
	3	0,0156	9,609	1,33	129,03	1,12	6,83
	4	0,0008	0,513	0,11	148,2	2,12	5,95
	5						
	6						
	7						



Şekil 5.18 : Panel montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

Tablo 5.19. Mas telinin takılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
MAS TELİNİN TAKILMASI	1	0,0901	56,37	1,67	42,1	0,82	21,16
	2	0,055	33,81	1,69	82,33	1,26	10,75
	3	0,0211	13,19	1,53	123,87	1,49	7,12
	4	0,0162	1,02	0,37	148,03	2,11	5,95
	5	0,0003	0,213	0,03	151,03	2,31	5,9
	6						
	7						

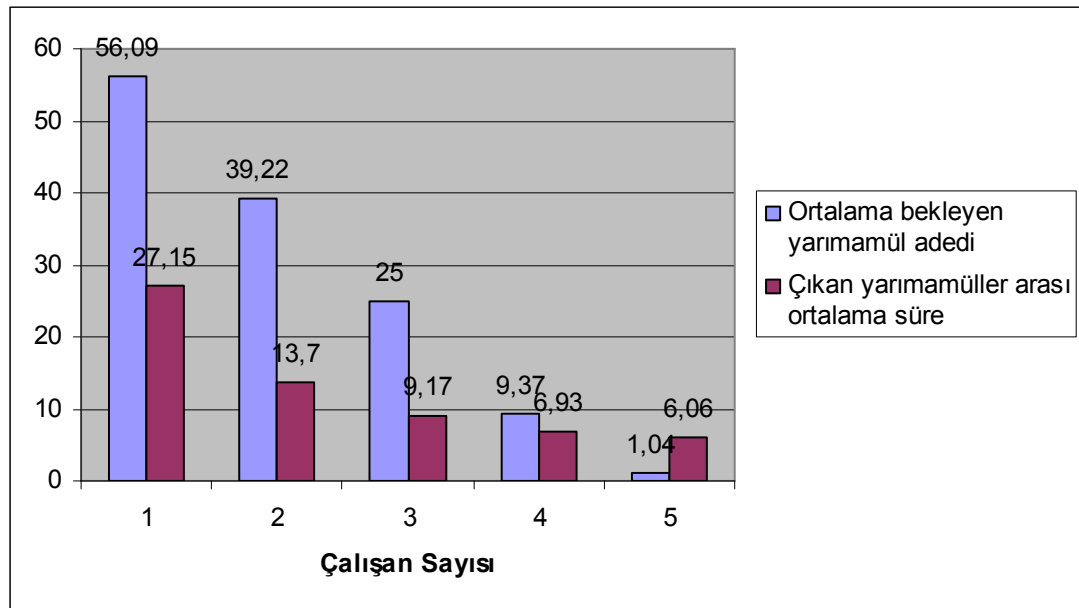


Şekil 5.19 : Mas telinin takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Bir sonraki istasyonlar hoparlör montaj istasyonu ve tüpün sağ ve sol kulaklarına yayların takılması istasyonlarıdır. Birer çalışanın bu istasyonlarda çalışması durumunda ortalama olarak 27.15 saniyede bir ürün hoparlör montajı yapılmakta ve 26.2 saniyede bir de tüpün sağ ve sol kulaklarına yaylar takılmaktadır. Her iki istasyona da dörder çalışan istihdam edilirse ortalama olarak 6.93 saniyede bir hoparlör monte edilmekte, 6.59 saniyede bir tüpün sağ ve sol kulaklarına yaylar takılmaktadır. Bu durumda ortalama bekleyen malzeme adetleri ise 9.37 adet hoparlör montaj için, 7.39 adet de tüpün sağ ve sol kulaklarına yayların takılması içindir. İki değer de kritik değer olan 1'in üzerinde olduğundan her iki istasyona da birer çalışan daha istihdam edilmiştir ve bu durumda hazırlanan malzemeler hoparlör montaj istasyonundan 6.06 saniyede bir, yayların takılmasından ise 5.99 saniyede bir çıkmaktadır. Bu durumda da bekleyen adetler sırası ile 1.04 adet hoparlör montaj için ve 0.504 adet yayların takılması olarak gözlemlenmiştir.

Tablo 5.20. Hoparlör montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

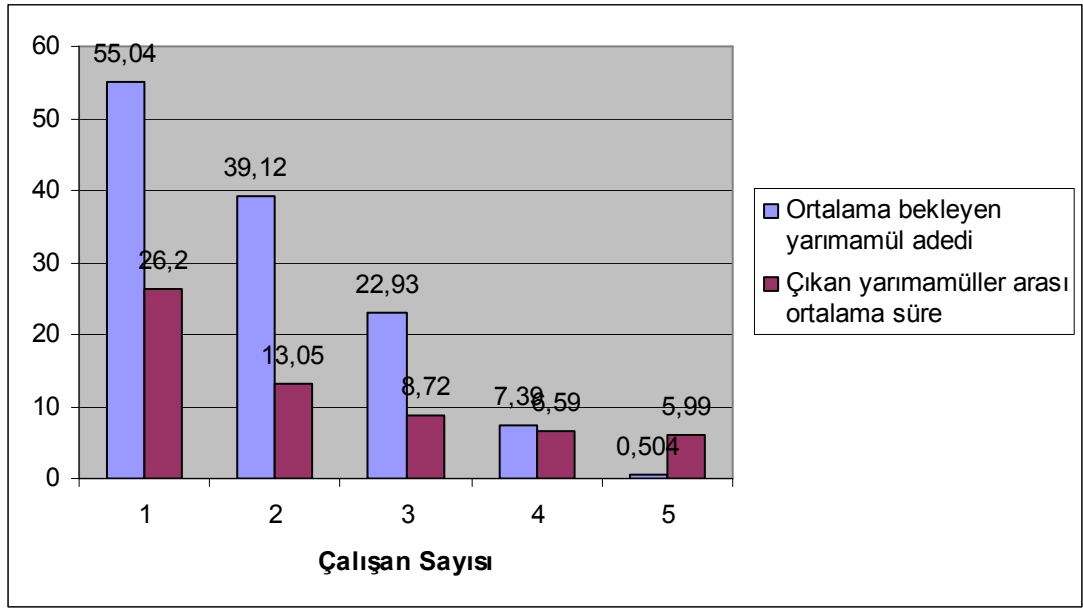
İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
HOP MONTAJ	1	0,173	56,09	2,25	32	0,4	27,15
	2	0,132	39,22	1,81	62,66	0,55	13,7
	3	0,0832	25	1,47	93,2	0,61	9,17
	4	0,0317	9,37	1,24	123,62	1,04	6,93
	5	0,0032	1,04	0,28	141,2	2,53	6,06
	6						
	7						



Şekil 5.20 : Hoparlör montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

Tablo 5.21. Tüpün kulaklarına yayların takılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
TÜPÜN KULAKLARINA YAYLARIN TAKILMASI	1	0,0912	55,04	1,18	33,03	0,64	26,2
	2	0,0641	39,12	1,56	65,9	0,99	13,05
	3	0,0379	22,93	1,38	98,26	1,17	8,72
	4	0,0121	7,39	1,04	130,33	1,11	6,59
	5	0,0008	0,504	0,11	143,17	1,77	5,99
	6						
	7						

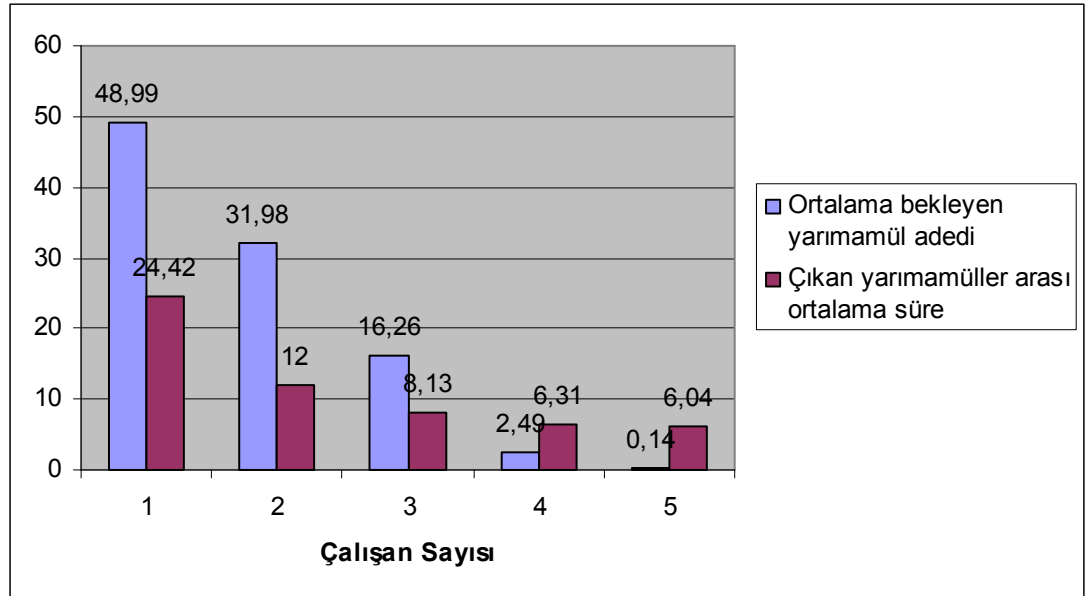


Şekil 5.21 : Tüpün kulaklarına yayların takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Bir sonraki montaj istasyonları tuş takımı plastiğinin montajı ve degauss kulakçıklarının takılması istasyonlarıdır. Öncelikle birer çalışan olması durumunda simulasyon yapılmış ve ortalama olarak 24.42 saniyede bir tuş takımı plastiği monte edilmekte ve 24.86 saniyede bir degauss kulakçıkları takılmaktadır. İstasyonlarda dörder kişi istihdam edilmesi durumunda ise ortalama 6.31 saniyede bir tuş takımını takılmakta ve 6.39 saniyede bir degauss kulakçıkları takılmaktadır. Bu durumda 2.49 adet tuş takım plastiği için ve 4.15 adet de degauss kulakçıklarının takılması için malzeme beklemektedir. Çalışan sayıları beş yapıldığında ise 6.04 saniyede bir ve 0.14 adet ortalama bekleme tuş takımı plastiği montajı için ve 6.01 saniyede bir ve 0.226 adet ortalama bekleme degauss kulakçıklarının takılması için olduğu görülmektedir.

Tablo 5.22. Tuş takım plastiği montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

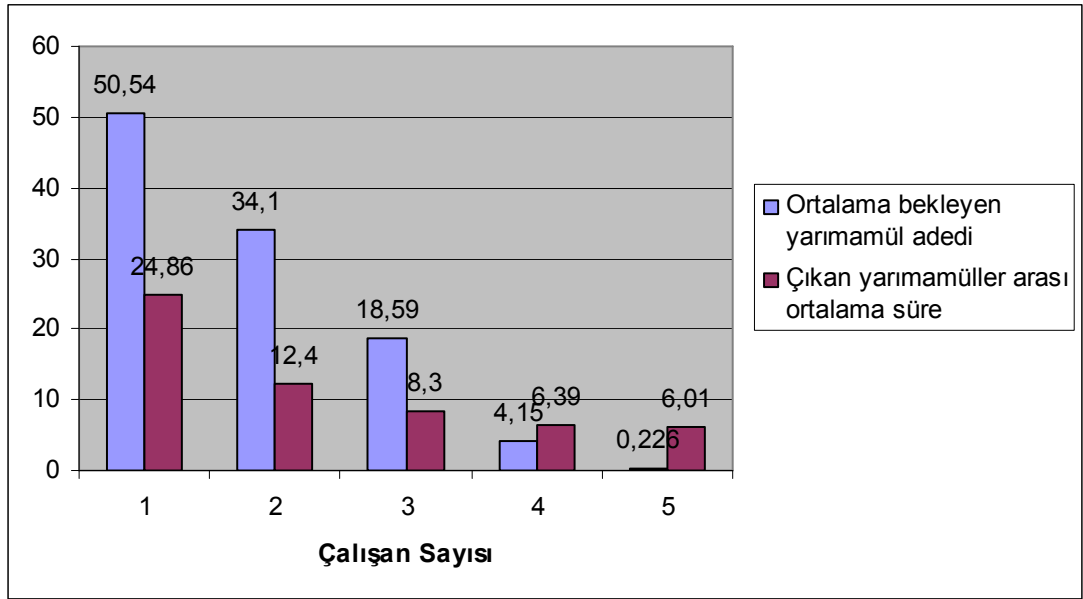
İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
TT PLASTİĞİ MONTAJ	1	0,0859	48,99	1,35	34,46	0,45	24,42
	2	0,0559	31,98	1,47	69,63	0,79	12
	3	0,0278	16,26	1,49	102,23	0,94	8,13
	4	0,0043	2,49	0,59	131,83	1,33	6,31
	5	0,0002	0,14	0,03	137,93	1,86	6,04
	6						
	7						



Şekil 5.22 : Tuş takım plastiği montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

Tablo 5.23. Degauss kulakçıklarının takılması montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
DEGAUSS KULAKÇIKLARININ TAKILMASI	1	0,0874	50,54	0,96	33,86	0,6	24,86
	2	0,0586	34,1	1,17	67,36	0,77	12,4
	3	0,0316	18,59	1,19	100,5	1,06	8,3
	4	0,0071	4,15	0,84	130,4	1,07	6,39
	5	0,0003	0,226	0,03	138,97	1,67	6,01
	6						
	7						

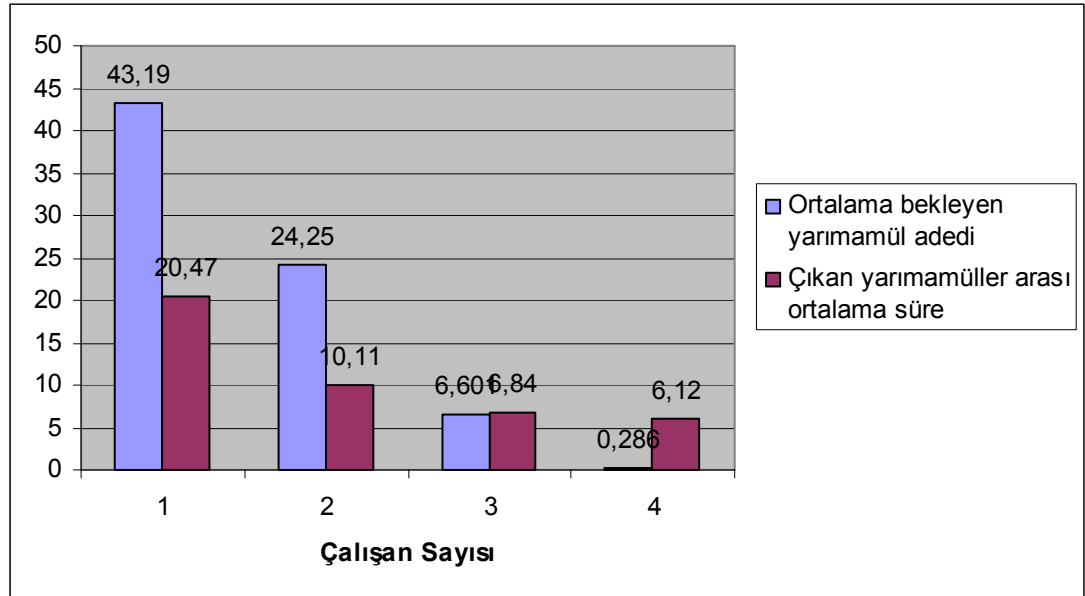


Şekil 5.23 : Degauss kulakçıklarının takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Tüpün önçerçeveye vidalanmasından önceki son istasyonlar degauss bobininin takıldığı istasyon ve şasi kızağının takıldığı istasyondur. Bu istasyonlar için de birer çalışan bulunması durumunda simulasyon çalışması yapılmış ve ortalama olarak 20.47 saniyede bir şasi kızağı takılmakta, 24.33 saniyede bir de degauss bobini takılmaktadır. Bu durumda ortalama 43.19 adet şasi kızağının takılması için ve ortalama 47.11 adet de degauss bobininin takılması için beklemenin olduğu görülmüştür. Çalışan sayılarının dörder yapılması durumunda ise 6.12 saniyede bir şasi kızağı takılmakta ve 6.27 saniyede bir degauss bobini takılmaktadır. Bu durumda ortalama bekleme adetleri ise şasi kızağının takılması için 0.286 adet, degauss bobininin takılması için ise 6.27 adet olarak gözlemlenmiştir. Şasi kızağının takılması için dört çalışan yeterli olmasına rağmen degauss bobininin takılması için bekleyen adetler 1'den büyük olduğundan dolayı çalışan sayısı beş olmalıdır. Bu durumda da bekleyen malzeme adedi ortalama 0.178 olmakta ve 6.05 saniyede bir tüp hazır olmaktadır.

Tablo 5.24. Şasi kızıağının takılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

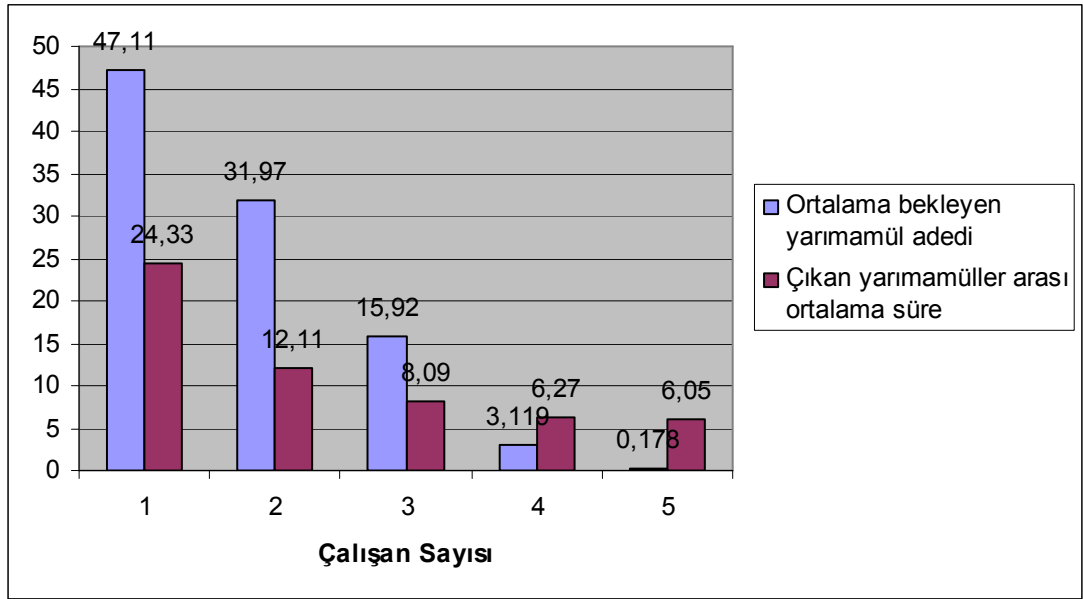
İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
ŞASI KIZAĞININ TAKILMASI	1	0,0776	43,19	1,06	40,23	0,56	20,47
	2	0,0435	24,25	1,18	80,6	0,94	10,11
	3	0,0118	6,601	0,94	118,93	0,84	6,84
	4	0,0005	0,286	0,05	133,07	2,07	6,12
	5						
	6						
	7						



Şekil 5.24 : Şasi kızıağının takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

Tablo 5.25. Degauss bobininin takılması istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
DEGAUSS BOBİNİNİN TAKILMASI	1	0,0831	47,11	1,01	33,7	0,48	24,33
	2	0,0562	31,97	0,95	67,13	0,63	12,11
	3	0,028	15,92	0,96	99,9	0,81	8,09
	4	0,0054	3,119	0,7	129,03	1,29	6,27
	5	0,0003	0,178	0,06	133,73	1,84	6,05
	6						
	7						

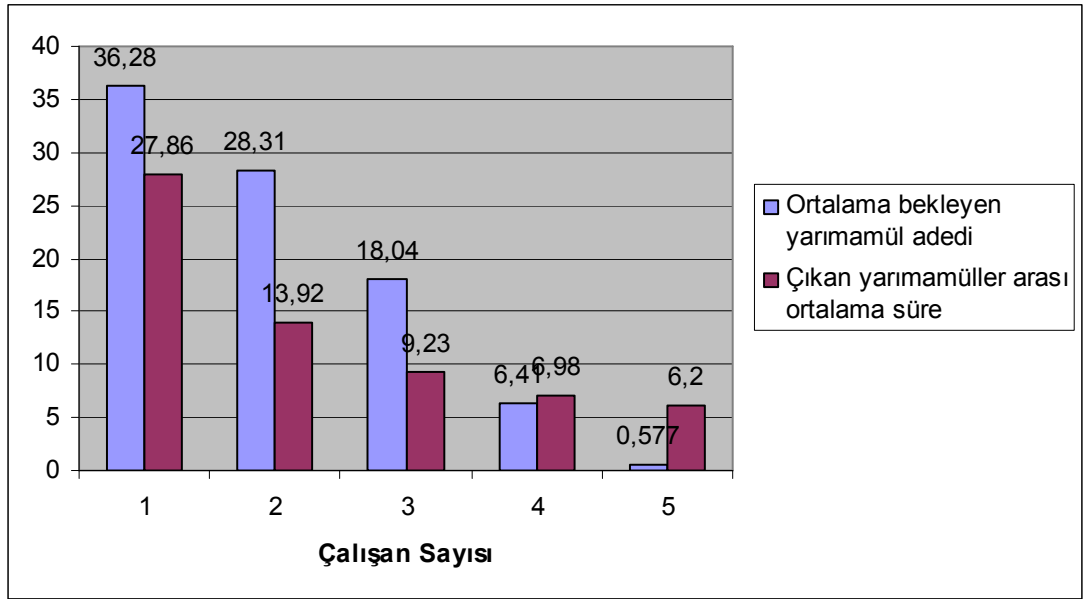


Şekil 5.25 : Degauss bobinini takılması istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Hazırlanan önçerçeveye vidalanmak üzere hazırlanan tüp getirilir. Bu istasyon için de bir çalışanın bulunması durumunda 27.86 saniyede bir tüp vidalanmaktadır ve ortalama olarak 36.28 adet yarı mamül beklemektedir. Çalışan sayısı beş yapıldığı durumda ise 6.20 saniyede bir tüp önçerçeveye vidalanmaktadır ve bekleyen yarı mamül adedi ise 0.577'ye düşmektedir.

Tablo 5.26. Tüpün önçerçeveye montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
TÜPÜN ÖNÇERÇEVEYE MONTAJI	1	0,069	36,28	0,77	27,76	0,29	27,86
	2	0,0539	28,31	1,08	55,65	0,65	13,92
	3	0,0341	18,04	0,99	84,53	0,66	9,23
	4	0,012	6,41	0,71	111,43	0,89	6,98
	5	0,0011	0,577	0,14	124,31	1,49	6,2
	6						
	7						

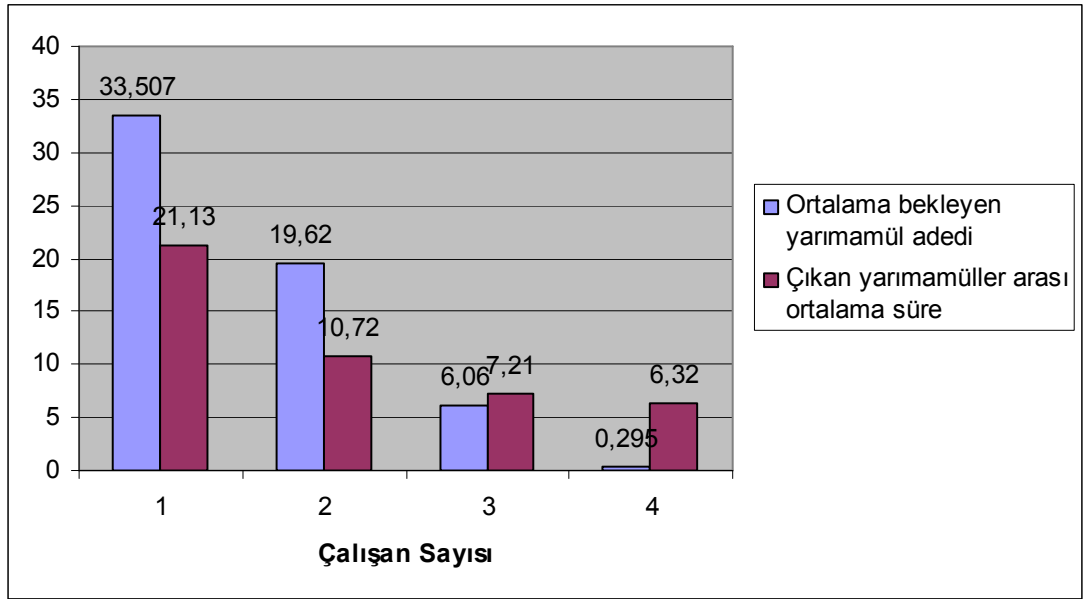


Şekil 5.26 : Tüpün önçerçeveye montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Daha sonra önçerçeveye TV markasının bulunduğu isim plaketi takılır. Bu istasyon için öncelikle bir çalışan için simulasyon yapılmıştır ve ortalama olarak 21.13 saniyede bir TV'ye isim plaketi takılmaktadır. Bu durumda işlem için ortalama 33.5 adet yarı mamül beklemektedir. Çalışan sayısı dört yapıldığı zaman ortalama olarak 6.32 saniyede bir TV'ye isim plaketi takılmaktadır. Bu durum bekleyen yarı mamül adedi ise 0.295 olarak görülmüştür.

Tablo 5.27. İsim plakentinin takıldığı istasyon için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist. nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
İSİM PLAKETİNİN TAKILMASI	1	0,0654	33,507	0,73	35,78	0,48	21,13
	2	0,0385	19,62	0,86	70,17	0,55	10,72
	3	0,0119	6,06	0,75	104,03	0,97	7,21
	4	0,0006	0,295	0,04	118,63	1,62	6,32
	5						
	6						
	7						

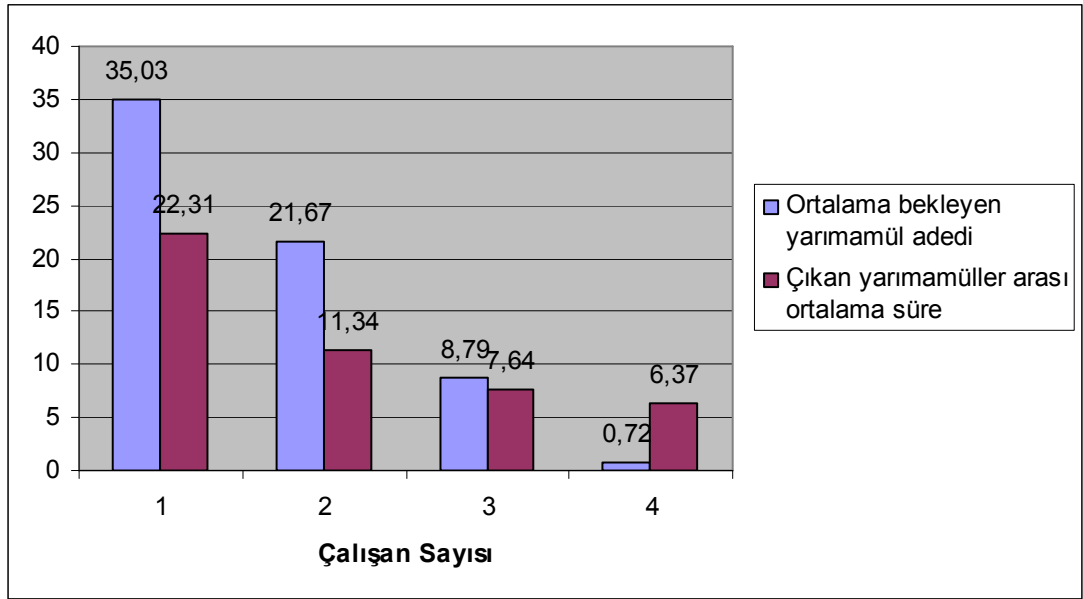


Şekil 5.27 : İsim plakettinin takıldığı istasyon için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

- Hazırlanan önçerçeve ve tüplerin üretim bantlarına sevk edilmeden önceki son istasyon program ses PCB montaj istasyonudur. Bu istasyon için bir çalışan olması durumunda ortalama olarak 22.31 saniyede bir önçerçeve tüp yarı mamülü üretim hatlarına gönderilmektedir. Bu durumda bekleme adedi ise ortalama 35.03 olmaktadır. Çalışan sayısı dört yapılması durumunda ortalama olarak 6.37 saniyede bir yarı mamül üretim hattına gönderilmektedir ve 0.72 adet ortalama olarak bekleme olmaktadır.

Tablo 5.28. Program ses PCB montaj istasyonu için her bir çalışan sayısı için ölçülen değerler

İş İstasyonu	İş ist.nda çalışan sayısı	Ortalama Bekleme Süresi	Bekleyen Mamül Adedi		Çıkan Mamül Adedi		Çıkan Şasiler Arası Ortalama Süre
			Ortalama	Yarı Güven Aralığı	Ortalama	Yarı Güven Aralığı	
PROGRAM SES PCB MONTAJI	1	0,0714	35,03	0,83	33,43	0,57	22,31
	2	0,0433	21,67	0,73	65,03	0,94	11,34
	3	0,0175	8,79	0,71	96,33	1,05	7,64
	4	0,0015	0,72	0,15	115,93	1,73	6,37
	5						
	6						
	7						



Şekil 5.28 : Program ses PCB montaj istasyonu için çalışan sayılarına göre ölçülen ortalama bekleyen yarı mamül adedi ve çıkan yarı mamüller arası ortalama süre

Bu durumda hattaki istasyonlarda çalışan sayıları:

- Önçerçeve kozmetik rework için 1 çalışan
- Panel montaj için 4 çalışan
- Hoparlör montaj için 5 çalışan
- Tuş takımı plastiği montajı için 5 çalışan
- Şasi kızıağının takılması için 4 çalışan
- Mas telinin takılması için 5 çalışan
- Tüpün sağ ve sol kulaklarına yayların takılması için 5 çalışan
- Degauss kulakçıklarının takılması için 5 çalışan
- Degauss bobininin takılması için 5 çalışan
- Tüp rework için 1 çalışan
- Tüpün önçerçeveye montajı için 5 çalışan
- İsim plakentinin takılması için 4 çalışan
- Program ses PCB montajı için 4 çalışan

olarak bulunmuştur.

Bu durumda simulasyon 20 saat süre ile çalıştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Toplam hatta gelen önçerçeve : 12194
- Toplam hatta gelen tüp : 12202
- Hazır çıkan önçerçeve : 12105
- Hazır çıkan tüp : 12178
- Hazır çıkan birleştirilmiş tüp-önçerçeve : 12074
- Hazır çıkan tüp-önçerçeveler arası ortalama süre : 5.94 sn

Bu durumda 20 saat içinde 12074 adet yarı mamül ana hatta gönderilmektedir.

5.3 Talep Artması Durumunda Hatların Analizi

Bir önceki aşamada incelenen anba hat ve tüp ve önçerçeve hazırlık hatları talebin 4 milyon adet olması durumunda incelenmişti. Talebin %15 artması durumunda hatlar incelenmek istenmiştir. Bu durumda;

- Tüp ve önçerçeve montaj hattında 20 saatte 12074 adet yarı mamül çıkmıştır ve bu adet de yıllık 4.6 milyon adede denk gelmektedir. Bu hat için analiz yapmaya gerek yoktur. Mevcut durum %15 artışı sağlayacak şekildedir.
- Ana hat mevcut durumda 20 saatte 10457 adet ürünü ambara gönderecek şekildedir. Bu hat için analiz yapılmıştır. Analiz için girdilerin %15 arttığı durum göz önüne alınmış ve mevcut çalışanlar ile simulasyon 45 dakika süre ile 30 tekrar çalıştırılmıştır. Her bir deneme sonunda beklemelerin olduğu istasyonlara birer çalışan daha istihdam edilmiş ve simulasyon tekrar çalıştırılmıştır.

Tablo 5.29. Talep artışı olması durumunda ana hatta her bir deney için beklemelerin en fazla olduğu istasyonlar ve mevcut durumdaki çalışan ve yeni çalışan sayıları

<u>DENEY NO</u>	<u>BEKLEMENİN OLDUĞU İŞ İSTASYONLARI</u>	<u>ESKİ ÇALIŞAN SAYISI</u>	<u>YENİ ÇALIŞAN SAYISI</u>
1	KRİSTAL MONTAJ	7	8
2	SW YÜKLEME	6	7
	BEYAZ VE GEOMETRİ AYAR	7	8
	ARKA KAPAK MONTAJ	5	6

	YÜKSEK GERİLİM KONTROLÜ	5	6
3	ŞEBEKE KABLO SOKETİ VE DEGAUSS SOKETİNİN TAKILMASI	4	5
	TÜP ŞASI KABLARININ TAKILMASI VE KISALTILMASI	4	5
	ANTEN VE ŞEBEKE KABLOSUNUN ÇIKARILMASI	4	5
	ARKA KAPAK VE TÜP ÜSTÜ ETİKETİNİN TAKILMASI	4	5
	MANUEL ŞASI REWORK	1	2
4	ŞEBEKE KABLOSUNUN KATLANIP ARKA KAPAĞA BANTLANMASI	4	5
	TV KUTUYA YERLEŞTİRME	4	5
	BARKOD ETİKETİ VE AMB. KUTUSUNUN BANTLANMASI	4	5
	ŞEBEKE DÜĞMESİ REWORK	1	2
5	AKSESUAR TORBASININ ARKA KAPAĞA BANTLANMASI	4	5

Bu durumda simulasyon çalışması 20 saat süre ve 30 tekrar olarak çalıştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Önçerçeve şasi montaja gelen şasi adedi : 12149
- Son montaja gelen yarı mamül adedi : 12126
- Toplam mamül ambara gönderilen TV adedi : 12091
- Ortalama otomatik dizgiden hatalı gelip rework gören şasi adedi : 126
- Manuel dizgide hatalı dizilip rework gören şasi adedi : 606
- Ortalama şebeke düğmesi rework adedi : 242
- Mamül depoya gönderilen TV'ler arası ortalama süre : 5.92 sn

20 saat için ortalama olarak 12091 adet TV mamül depoya gönderilmiştir. Bu da yılda ortalama 4.6 milyon TV kapasitesini sağlamaktadır. Bu durumda çalışan sayıları şu şekilde olmaktadır:

- Şasi rework 1 çalışan
- Tuner montaj 4 çalışan
- Kristal elektrolikt montaj 8 çalışan
- Şasi manuel rework 2 çalışan
- Şasi etiketi yapıştırma 4 çalışan

- SW yükleme 7 çalışan
- Şasinin şasi kızıağına vidalanması 4 çalışan
- Şebeke kablo soketi ve degauss soketinin takılması 5 çalışan
- Tüp kablolarının takılıp gerekli ise kısaltılması 5 çalışan
- Anten ve şebeke kablosunun takılması 4 çalışan
- Şebeke düğmesi rework işlemi 2 çalışan
- Beyaz ve geometri ayar 8 çalışan
- Anten ve şebeke kablosunun çıkarılması için 5 çalışan
- Arka kapak montajı için 6 çalışan
- Yüksek gerilim kontrolü için 6 çalışan
- Arka kapak etiketi ve tüp üstü etiketinin yapıştırılması için 5 çalışan
- Aksesuar torbasının arka kapağa bantlanması için 5 çalışan
- Şebeke kablosunun katlanıp arka kapağa takılması için 5 çalışan
- TV'nin kutuya yerleştirilmesi için 5 çalışan
- Barkod etiketinin yapıştırılması ve ambalaj kutusunun bantlanması için 5 çalışan

Olarak bulunmuştur.

6. DEĞERLENDİRME

Deney tasarımı kısmında açıklanan hat analizleri her bir istasyon için yıllık üretim kısıtını sağlayacak şekilde minimum çalışan sayıları bulunmaya çalışılmıştır. Ancak gerçekte tek bir hattın bulunması mümkün değildir. Hattın kendisi çoğaltılmalı, gerekiyorsa ve kısıtlar elveriyorsa hat içinde de istasyonların ya da çalışanların artırılması yapılmalıdır. Ana hat üzerinde her bir hat için istasyonlarda çalışması gereken minimum işçi sayıları ve bu durum için olması gereken hat sayıları şu şekilde verilebilir:

6.1 Şasi Manuel Montaj ve Test Ayar Hattı

Şasi manuel montaj ve test ayar hattındaki istasyonlarda olması gereken minimum çalışan sayıları ve önerilen hat yapısı şu şekildedir:

- Şasi rework 1 çalışan
- Tuner montaj 4 çalışan
- Kristal elektrolikt montaj 7 çalışan
- Şasi manuel rework 1 çalışan
- Şasi etiketi yapıştırma 4 çalışan
- SW yükleme 6 çalışan

İstasyonlarda çalışan sayıları incelendiği zaman, 4 adet şasi manuel montaj ve test ayar hattının kurulmasının faydalı olacağı görülmektedir. Bu durumda şasiler öncelikle tek bir rework hattında gerekli olması durumunda tamir edilir daha sonra hatta verilebilir. Tuner montaj için her hatta bir çalışanın bulunması durumunda yıllık üretim kısıtları sağlanabilmektedir. Her hatta iki adet kristal montaj elemanı bulunması durumunda da minimum çalışan ihtiyacı karşılanmakta ve manuel rework için de kontrollerin daha rahat yapılabilmesini sağlamaktadır. Sorun olduğu görülen şasiler ayrılarak bütün hatlar için bir adet bulunan rework kısmına gönderilir. Her hat

için bir çalışan, hem son bir şasi kontrolü hem de şasi etiketlerini yapıştırmak için görevlendirilebilir. Daha sonra bütün şasiler ayrı bir hat olarak düşünülebilecek olan SW yükleme istasyonlarına gönderilebilir. Bu istasyonda da 6 veya 7 çalışanın olması durumunda bu hat için yıllık üretim kısıtı sağlanmaktadır.

6.2 Şasinin Önçerçeyeve Montaj Hattı

Şasinin önçerçeye monte edildiği ve ısı testine kadar iş istasyonlarının bulunduğu hat için yıllık üretim kapasitesini sağlayacak minimum çalışan sayıları şu şekildedir:

- Şasinin şasi kızağına vidalanması 4 çalışan
- Şebeke kablo soketi ve degauss soketinin takılması 4 çalışan
- Tüp kablolarının takılıp gerekli ise kısaltılması 4 çalışan
- Anten ve şebeke kablosunun takılması 4 çalışan
- Şebeke düğmesi rework işlemi 1 çalışan
- Beyaz ve geometri ayar 7 çalışan

Bu kısıtları sağlayan minimum hat sayısı 4 olmaktadır. Bu durumda her hatta birer adet çalışan, şasi kızağına şasiyi vidalamak, şebeke kablo soketi ve degauss soketini takmak, anten ve şebeke kablosunu takmak için görevlendirilebilir. Şebeke düğmesinin düzeltilmesi için bir çalışanın bulunması tüm hatlar için yeterlidir. Ancak hatların farklı yerlerde olması durumu göz önüne alınırsa her hatta birer çalışan gerekli olması durumunda şebeke düğmesinin tamiri ile ilgilenebilir. Ayrıca mevcut durumda ilk dört istasyonda minimum sayıda çalışan bulunmasından dolayı üretimin yoğun ve acil olduğu durumlarda bu istasyonlara da yardım edebilir. Beyaz ve geometri ayar için de ikişer çalışanın bulunması durumunda istenilen üretim miktarına ulaşılmaktadır.

6.3 Arka Kapak ve Son Montaj ve Artwork Hattı

Ana üretim hattındaki son istasyonların bulunduğu bu hat için de analiz kısmında bulunan her istasyon için minimum çalışan sayıları şu şekildedir:

- Anten ve şebeke kablosunun çıkarılması 4 çalışan
- Arka kapak montaj 5 çalışan

- Yüksek gerilim kontrolü 5 çalışan
- Arka kapak etiketi ve tüp üstü etiketinin yapıştırılması 4 çalışan
- Aksesuar torbasının arka kapağa bantlanması 4 çalışan
- Şebeke kablosunun takılıp arka kapağa takılması 4 çalışan
- TV'nin kutuya yerleştirilmesi 4 çalışan
- Barkod etiketinin yapıştırılması, ambalaj kutusunun bantlanması 4 çalışan

Hattaki istasyonlarda bulunması gereken minimum çalışan sayısı her bir istasyon için en azından 4 kişidir. Ancak artık ürün mamül olarak hazırlandığından dolayı iş istasyonlarında birden fazla kişinin çalışması mümkün değildir. Bu sebeple en azından 5 hattın arka kapak ve son montaj ve artwork için kurulması gerekmektedir. Her istasyonda birer kişinin çalışması durumunda üretim miktar kısıtı sağlanacaktır, ayrıca üretim yoğun olduğu zamanlarda da durmalar azalacaktır.

6.4 Önçerçeve ve Tüp Hazırlık ve Montaj Hattı

Ana hat üzerinde bulunmayan bu hazırlık hattı için analiz kısmında hesaplanan üretim kısıtını sağlayacak minimum çalışan sayıları şu şekildedir:

Önçerçeve hazırlık için:

- Önçerçeve kozmetik rework 1 çalışan
- Panel montaj 4 çalışan
- Hoparlör montaj 5 çalışan
- Tuş takım plastiği montajı 5 çalışan
- Şasi kızıağının takılması 4 çalışan

Tüp hazırlık için:

- Mas telinin tekılması için 5 çalışan
- Tüpün sağ ve sol kulaklarına yayların takılması için 5 çalışan
- Degauss kulakçıklarının takılması için 5 çalışan
- Degauss bobininin takılması için 5 çalışan

- Tüp rework için 1 çalışan

Her iki hazırlık hatları için de en azından dörder çalışana ihtiyaç olduğu gözükmemektedir. Ayrıca işlem gören malzemelerin nispeten küçük ölçekli ve rahat hareket ettirilebilir olmasından dolayı her hazırlık hattı için dört hat yeterli olmaktadır. Ancak önçerçeve hazırlık hatları için hoparlör montajda iki kişinin değişmeli ve diğer istasyonlara yardım ederek çalışması istasyonlardaki beklemlerin de minimum olmasını sağlayacaktır. Ayrıca tüp hazırlık hattının da dört hat olması ve tüpün sağ ve sol kulaklarına yayların takılması için her hatta iki çalışan bulunması hattın daha rahat ve verimli çalışmasını sağlamaktadır.

Tüp montaj hattı için:

- Tüpün önçerçeveye montajı için 5 çalışan
- İsim plaketi için 4 çalışan
- Program ses pcb montajı için 4 çalışan

Bu hat için de her iş istasyonunda en azından 4 çalışanın olması gerektiği görülmektedir. Ancak işlem gören malzemelerin artık her istasyonda kolay hareket ettirilemediğinden dolayı toplam 5 hattın bulunması daha yararlı olacaktır. Bundan dolayı tüp montaj için toplam 5 hattın bulunması önerilmektedir.

Bu durumda yıllık 4 milyon CRT TV üretilbilmesi için olması önerilen toplam hatlar şu şekildedir:

- | | |
|---------------------------------------|-------|
| • Şasi manuel montaj ve test ayar | 4 hat |
| • Şasinin önçerçeveye vidalanması | 4 hat |
| • Arka kapak ve son montaj ve artwork | 5 hat |
| • Önçerçeve hazırlık | 4 hat |
| • Tüp hazırlık | 4 hat |
| • Tüpün önçerçeveye montajı | 5 hat |

Toplamda olması önerilen hat sayısı 26 hattır. Bu aşamadan sonra bu hatların fabrika içinde nerelere kurulacağı ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır.

6.5 Talep Artışı Olması Durumunda Hatların Analizi

Bir önceki bölümde talep artışı olması durumu için ana hat incelenmiş ve çalışan dağılımlarının şu şekilde olması gerektiği gözlemlenmişti:

- Şasi rework 1 çalışan
- Tuner montaj 4 çalışan
- Kristal elektrolit montaj 8 çalışan
- Şasi manuel rework 2 çalışan
- Şasi etiketi yapıştırma 4 çalışan
- SW yükleme 7 çalışan

Bu veriler incelendiği zaman şasi manuel montaj hattı için 4 hattın yeterli olduğu SW yükleme ve kristal elektrolit montaj istasyonlarında 2 çalışanın olması gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Mevcut durumda da 4 hat bulunmaktadır ve %15 talep artışı olması durumunda yeni bir hat açmaya gerek yoktur. Bu durumda yeni eleman istihdam edilmesi sonucunda istenilen üretim miktarına ulaşılabilecektir.

- Şasinin şasi kızıağına vidalanması 4 çalışan
- Şebeke kablo soketi ve degauss soketinin takılması 5 çalışan
- Tüp kablolarının takılıp gerekli ise kısaltılması 5 çalışan
- Anten ve şebeke kablosunun takılması 4 çalışan
- Şebeke düğmesi rework işlemi 2 çalışan
- Beyaz ve geometri ayar 8 çalışan

Şasinin önçerçeveye monte edildiği ve ısı testine kadar geçen hat içinse, mevcut hat yapısı korunup iş istasyonlarına eleman alınabilir. Ancak bu aşamada artık ürünlerin bir kısmının yüksek ekran boyutunda olmasından dolayı aynı istasyonda 2 kişinin çalışması biraz zor olduğundan dolayı imkanlar el veriyorsa bir hat daha inşa etmekte fayda vardır.

- Anten ve şebeke kablosunun çıkarılması için 5 çalışan
- Arka kapak montajı için 6 çalışan

- Yüksek gerilim kontrolü için 6 çalışan
- Arka kapak etiketi ve tüp üstü etiketinin yapıştırılması için 5 çalışan
- Aksesuar torbasının arka kapağa bantlanması için 5 çalışan
- Şebeke kablosunun katlanıp arka kapağa takılması için 5 çalışan
- TV'nin kutuya yerleştirilmesi için 5 çalışan
- Barkod etiketinin yapıştırılması ve ambalaj kutusunun bantlanması için 5 çalışan

Arka kapak ve son montaj ile artwork hattı için artık işlem gören parçaların son halini almalarından dolayı en azından 6 hattın olması uygundur. Bu durumda yeni bir hattın daha kurulması gerekmektedir.

%15 artış olması durumunda iki yeni hat kurulmalıdır. Bunlar son montaj hattı ve şasinin önçerçeveye monte edilip TV'ların ısı testine kadar işlem gördükleri hatlardır. Manuel montaj ve test ayar hattında ise yeni çalışanlar istihdam edilerekten istenilen yıllık üretim kısıtı sağlanabilmektedir.

Önçerçeve ve tüp hazırlık ve montaj hatlarının ise bir önceki bölümde de incelendiği gibi %15 artış olması durumunda istenilen üretim miktarını sağlayabildiği gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

Erkut, H., 1991. Yönetimde Simulasyon Yaklaşımı, İrfan Yayımcılık, İstanbul.

Stair ve Render, 1991. Quantitative Analysis For Managemenr, Allyn and Bacon,
A.B.D.

<http://www.bekoelektronik.com.tr>

http://www.techreports.isr.umd.edu/reports/2002/Ms_2002-3.pdf

<http://www.uytes.com.tr>

EKLER

EK-A. Veri Analizi için Ölçülen ve Hesaplanan İşlem Süreleri

Tablo A.1. Manuel dizgi ve test ayar hattında ölçülen süreler

Şasi Rework	379,7	314,1	383,1	353,4	334,2	384,3	443,9	319,7	446,9	358,2
	282	304,6	360,2	447,9	305,7	286,1	348,1	426,4	449,5	446,4
	357,8	438	278,9	322,3	406,2	288,5	318,3	437,3	341,4	379,8
	358,7	297,8	369,7	423,5	357,1	431,4	335,4	410,7	312,9	403,5
	394,4	324,7	372,4	475,5	437,5	486	469,2	428,2	437,1	370,5
	416,2	361,8	408,8	421,2	326,5	474	319,1	404,7	471,9	438,4
	384,8	486,6	300,8	290,3	420,8	475,2	320	322,6	333,5	364,5
	286,5	328,5	455,9	438,5	403,2	323,6	466,1	397	457,6	288,7
	419,6	351,2	308,3	329,3	332,9	380,1	389,8	349,4	354,6	411,9
	342,4	472,2	405,3	293,7	361,9	368,2	375,3	351	437,8	428,5
Tuner Montaj	29,5	20,9	26,2	27,3	18,9	17,3	21,7	21,6	17,1	24,1
	14,9	17,2	29,6	21	29,3	15,3	25,1	19,6	22,1	18
	27	16,9	14	19,5	15,8	12,9	13,3	12,9	24,7	12,1
	19,2	21,5	20,5	20	10,4	24,4	22	26	25,2	27,4
	23,2	17,8	18,7	16,8	7	15,2	25	13,3	16,7	21,8
	21,6	20	19,4	20,3	25,5	12,1	28,5	11,7	26,6	27,4
	17,6	13,9	9,5	23,2	11,4	16,7	27,1	23	19,2	29,5
	24,3	21,9	22,9	27,7	31,2	17,2	15,5	30,8	17,4	10,2
	20,2	25,9	19,8	19,5	15,1	11,3	20,3	12,6	20,6	15,9
	30,7	12	23	16,5	30,4	15,3	16,7	15,3	20,5	23,9
Kristal Elektrolit Montaj 14-21	40,2	45,5	48,8	49,3	35,6	38,8	40,6	30,1	47,7	35,5
	27,2	45,2	35,5	43,9	49,5	29,9	40,6	40,3	45,2	41
	48,3	41,9	39,4	42,6	54,5	48,3	52,4	26,3	45,7	38,7
	44,3	49,2	42,4	51,9	25,2	49,3	26,7	39,4	49	38,7
	48,3	49,1	30,2	27,7	23,5	31,6	31,5	30,6	43,2	37,7
	35,9	48,8	34,3	32,4	49	51,3	32,6	33,4	28,5	29,5
	50,8	49,1	30,5	28,8	51,9	48,2	38	43,5	44,4	43,6
	27,5	27,3	51,6	47,5	52,8	37,5	29,7	31	32,5	38,2
	46,5	45,8	28,9	43,6	34,1	32,2	37,1	32,7	49,4	35
	33,3	27,6	35,9	52,4	29	33,2	40,3	53,3	36,6	34,2
Kristal Elektrolit Montaj 28-33	49,3	64	50,6	56,7	38,7	51,6	48,6	51,2	51	69,6
	45,8	45,9	48,3	62,9	54,7	34,7	61,2	57,2	57,5	65,3
	54,8	42,1	51	36,9	64,6	38,8	47	52,8	67,2	56
	56,9	43,7	58,1	43	57,2	48,3	39,7	37,2	49	54,2
	45,6	47,4	58,7	56,6	41,7	45,6	45,4	40,4	48,4	57,1
	46	60,9	36,5	41,3	59,9	35,3	61,1	42,9	61,1	45,6
	52,3	45,6	61,9	46,1	42,8	40,6	53,4	49,5	43,6	67,6
	51,3	55,2	45,3	50,5	40,3	52,7	46,7	40,7	43,6	59,3
	55,4	65,3	38,6	58,8	52,9	64,9	46,6	65,6	60,4	37,8
	41	45	48,1	49,9	45,3	53,3	40,8	61,6	64,6	67,1
	144,9	123,2	161	155,3	162,7	180,8	125,3	173,1	128,8	201

Manuel Şasi Rework	110,9	107,4	130,7	148,1	191,2	108,9	99,8	118,3	132,3	198,7
	111,4	164,7	151,7	164,3	122,5	175,5	172,1	155,9	131,9	188,8
	129,1	116	133	125,3	137	178,3	144,3	187,9	157,2	141,8
	119,6	135,2	151,2	139,7	147,8	122,3	155,9	141,5	134	140,3
	102,5	142,3	177,7	117,5	161,5	131,7	168,3	101,8	169,8	167,3
	118,7	123,2	124,1	115,4	116,9	107,4	116,7	170,6	174,8	153,8
	123,5	133,1	126,7	152	156,3	145	143,1	153,8	172,1	159,3
	174,6	121	121,6	173,9	187,1	162,5	150,7	102,4	138,5	128,2
	126,1	134,5	135	144,4	152	146,3	124,7	124,2	133,9	138
Şasi Etiketi Yapıştırma	23,8	19,9	13,2	16,1	8,8	13,4	11,7	21,2	10,6	17,8
	14,6	14,7	22,3	22,4	10,2	21	13,4	28,7	18,1	15,7
	28,2	23,4	16,2	22,5	9,9	12,6	11,9	11,8	18	17,6
	19,3	14,8	25,1	27,5	9,2	12,3	27,3	10,7	25,5	21,4
	21,3	17,8	26,1	11,4	23	18,4	13,7	16,9	15,4	19,5
	14,9	27,7	11,6	28,2	13,3	26,7	22,4	25	18	15
	21,4	20,9	26	11,3	26,5	27,7	17,9	26	24,4	24,1
	25	14,7	11,6	12,6	24,4	20,9	22,3	21,1	17,5	14,1
	12	17,1	20,1	10,4	19,1	16,2	24,2	27,4	16,2	25
SW Yükleme Test Ayar	18,6	24,2	13,3	21,6	18,4	21,3	18,3	26,7	24,7	28,5
	44,1	33,1	26,7	27,3	28,1	32,9	35,1	32,8	38,1	42,6
	45	34,2	39,8	38,1	42,5	32,3	24,6	26,2	26,5	42,1
	33,3	39,6	39,9	37,6	42,8	39,7	43,9	27,1	34,6	25
	25,6	26,8	42,4	26,9	39,2	32,9	42,6	27,4	40,9	34,4
	32,9	31	42,7	46,3	43,1	33,6	32,2	44,3	42,4	34,6
	34,3	31	34,1	31,5	39,8	35,7	45,2	38,4	27,1	38,9
	42,4	31,5	46,6	31,5	43,2	41,6	37,1	39,7	40,3	34,6
	40,3	28,3	32,7	34,2	44,1	40,5	37,4	45,8	33,7	27,4
	29,2	41,8	36,4	26,5	33,5	36,9	40,2	39,6	25,6	36
	35	45,6	29,5	46,2	34,9	25,6	43	34,4	36,8	41

Tablo A.2. Şasinin önçerçeveye montaj hattı için ölçülen süreler

Şasinin Şasi Kızağına Vidalanması	26,7	15	23,4	15,5	17,8	15,3	20,9	26	19,2	26,3
	13,6	26,2	13,3	20,5	17,4	20,8	27,8	19,9	20	22,6
	20	25,2	14	18,1	16,6	16,1	10,2	29,3	15,3	24,2
	26,6	12,3	15,6	26,3	23,9	20,2	11,1	11,2	13,5	14,9
	29,4	30	27,2	22	24,5	14,3	12,3	13,4	23,9	24,9
	25,5	26,6	20	20	18,2	23,7	27,2	11,6	17	25,2
	12,1	24,5	25,9	30,9	18,6	30,8	16,2	20,8	15,1	19,2
	25,3	16,5	23,7	16	30,7	20,5	22,5	11,2	16	21,6
	19,5	14,9	20,5	27,8	27,7	30,7	23,6	26,7	21,9	29,7
Şebeke Kablo Soketi ve Degauss Soketi Takılması	18,6	26,7	24	30,6	15,1	21,6	24,8	10,8	30,6	26,4
	25,1	26	18	16,2	14,9	19,7	23,7	21,2	24,9	26,2
	24,7	20,1	30	30	31,2	21,1	24	26,8	15,6	21,6
	22,9	20,8	20,2	28,8	20,9	27,2	21,6	27,7	31,2	29,8
	24,4	29,7	24,3	25,2	20,3	27,9	27,9	25,6	26,7	26,4
	17,9	14,2	22,3	16,8	17	17,2	24,1	18,5	15	19,3
	24,1	17,3	19,2	29	30,9	22,3	21,4	18,2	14	26,1
	19,5	24,2	20,6	21,4	12,4	24,5	21,2	16	17,8	32,4
	19,4	24,4	16,2	19,6	22,7	15,8	20,6	24,1	30,9	16,7
	23,1	28	29,9	20,8	26,5	13,2	18,7	25,9	24,2	17,9
	21,8	23,4	15,9	24,1	19,3	28	15,4	22	27,9	21

Tüp Şasi Kabloları Takılması ve Kabloların Kısaltılması	22,8	17,4	18,2	27,1	15,4	16,8	32,9	19,4	19,8	19,1
	11,1	31,7	33,6	35,7	34,4	27,4	12,3	22	27,3	18,3
	24,6	25,4	21,2	21,4	28,7	18,2	14,4	24,1	17,2	25,4
	17,2	20,6	18,3	22,7	22,1	17	20,4	21,5	26,9	16,7
	18,2	29,5	29,7	11,8	16,1	22,2	11,5	24,3	28,3	21,3
	29,8	14,6	25,2	19,4	17,5	29,5	26,1	17	28,5	28,7
	21,4	9,4	11,7	29,6	28,8	29,3	18,7	11,1	27,6	34,4
	24,8	20,1	30	22,1	21,4	29,6	25,2	29,1	34,5	13,6
	15,2	28,4	21,7	14,8	28	17,7	28,1	25,7	16,3	35,4
	15,5	15,7	24,8	24,4	20	12,4	34	33,9	21,7	10,5
Anten ve Şebeke Kablosunun Takılması	17	16,4	24,6	19,1	21,8	27,7	17,2	15,2	27,9	19
	11,1	29,8	26,2	29,4	21,4	25,9	20,9	22	12,1	10,7
	17,8	25	21,3	12,2	9,7	22,6	16,4	10,3	10,5	25,6
	17,8	12,3	12,5	10,9	12,9	21	14,8	21,3	15,1	25,3
	13,4	30,2	12	30,7	27,7	15,4	16,8	21,6	27,2	14,1
	26,2	21,6	28,2	16,3	28,2	27,9	21,1	12,6	21,2	14,7
	11,4	25	14,5	22,2	17,7	30,6	28,8	18,4	27,7	18,2
	12,7	18	30,9	10,9	10,2	24,3	21,2	11,7	21,1	28,3
	22	13,5	14	20,5	23,3	14,7	14,3	19,1	20	25,1
	22,4	13,2	20,7	27,5	23,8	17	14,5	26,8	10,4	22,1
Şebeke Düğmesi Rework	335,5	264,6	369,2	338,2	291,3	354,5	312,7	358	332,2	359,2
	223,9	254,1	374,8	319	296,1	236,3	236,7	232,2	328,7	357,9
	284,9	339,7	240,9	270,5	302,2	229,9	251,9	317,3	350,5	366,3
	342,1	312,8	303,6	295,1	319	361,2	283,4	331,3	269,7	303,9
	272,9	307,6	303,2	264,4	239,9	296,5	260,5	252	240,5	331,8
	287,5	299,1	328,9	324,4	372	296	250,8	366,6	329,4	259
	375	250,6	248,3	236,4	255	263,8	338,7	232,7	334,4	259,9
	270,6	239,5	236	269,4	289,4	258,8	296,5	340,9	286,4	265,8
	293	241,1	348,1	262	240	373,1	246	322,3	326,5	285,4
	348,5	333,4	258,1	288,1	255,9	355,1	305,6	237,9	372,3	257,5
Beyaz ve Geometri Ayar	30,9	42,3	31,1	37,4	31,4	37,2	36,5	47,5	43,4	32,4
	27,6	37	47,8	45,8	42,9	41,9	36,2	44,6	39,9	42,1
	37,1	36,3	40,4	48,1	39,7	36,3	41,6	42,4	54,6	36
	50,2	53,3	41,3	37,1	41,9	42,3	50,6	42,9	45,9	52,3
	52,8	50,5	51,9	42,8	40,5	45,4	46,5	41,7	56,2	59,7
	41,8	33,2	38	39,1	47,6	44,4	38,2	36,1	45,5	31,9
	47,1	52,3	33,5	56,4	42,4	38,7	54,1	37,2	53,2	45,8
	30,3	44,2	27,7	36,2	44,8	27,7	40,6	40,1	40,7	47,6
	53,5	40,3	43,6	39,3	40,5	29,4	46,5	53,8	38,4	28,9
	28,8	53	29,4	33,3	40,7	55,7	32,1	39,7	45,1	28,2

Tablo A.3. Arka kapak ve son montaj ile artwork hattı için ölçülen süreler

Anten ve Şebeke Kablosunun Çıkarılması	28,4	15,3	28,9	23,5	22,8	23,1	15,9	25,9	15,1	31,9
	13,5	30,7	14,6	25,5	24,6	16,4	11,6	31,3	28,9	20
	32,8	21,8	30,5	21	21,8	12,7	31	28,5	20,9	22
	20,5	31	28,8	26,3	26,5	21,1	21,6	24,7	23,6	31,4
	19,5	30,9	26,7	14,9	13,4	16,5	18,5	21,8	25,1	26,9
	31	19,1	18,3	27,1	23,1	27,9	21,1	32,4	19	9,5
	13,4	33,3	26,7	32,5	24	17,5	26	12	20	27,6
	20,3	20,1	18,5	20,9	14,6	24,2	21,5	30,9	33,1	31,6
	17,3	13,5	31,5	18,1	28,2	11,9	16,8	29,8	16,4	31,3

	30,8	25,9	14,3	30,5	26,2	21,1	24,1	13,8	15,2	29,3
Arka Kapak Montaj	29	24,8	38,2	38,3	26,2	23,9	36,7	38,2	33,2	33,2
	35,5	38	20,8	32	35,2	35,9	33	36,8	38,9	31,5
	29,1	21,3	28,6	39,5	28,7	26,9	34,6	31,4	22,9	31,3
	29,3	37,3	39,2	34,9	28,7	33,1	33,7	32,2	27,4	31,4
	33	36,7	30,7	26,9	32,1	32	36,5	31	32,1	32,6
	37,3	27,3	37,7	23,8	21,6	29,7	33,7	32,5	30,1	23,5
	35,4	31,5	38,4	28,4	29,5	30,9	38,2	35,6	26,6	30
	26,1	23,2	28,6	29,4	35,7	23,8	28,5	31,7	36,6	33,2
	32,3	26,3	39	27,7	33,6	21,3	21,2	21	28	30
	35,8	34,6	23,3	35,5	23,5	26,8	21,7	34	25,9	27,9
Yüksek Gerilim Kontrolü	41,7	37,4	18,6	36,1	25,8	43,3	42,8	16,8	39,6	26,9
	21,6	43,9	36,1	38,7	22,4	15,7	25,7	38,9	19,7	26
	27,8	25,5	31	42,6	33,7	24,2	26,8	34,7	39,2	27,2
	24,7	36,1	36,6	25,9	21,8	37,5	28	33,5	37,5	44,4
	26	32,1	35,4	37,9	33,9	32,4	39,5	38,8	33,2	30,8
	25,3	37,9	21,5	42,2	25,4	26,9	30,5	32,9	17,2	21,7
	32,2	30,8	43,1	42,5	24,6	30,8	16,3	26,9	17,5	47,9
	41,2	28,9	24,4	36,2	27,5	22,6	25,4	23,3	38	25,1
	39	42	39,5	37,3	28,5	18,5	17,2	23,7	30,5	24,6
	29,8	25,7	42	27,5	32,8	40,6	18,7	39,2	37,9	16,9
Arka Kapak Etiket ve Tüpüstü Etiketinin Takılması	30	18	17,8	25,3	16,2	27,7	32,9	31,8	32,6	28,5
	19,2	24,5	17,4	33,5	27,8	11,4	17,3	22,9	26,5	30,4
	19,9	26,7	15	17,8	25	25,8	22,7	25,5	18,8	23,5
	23,8	20,6	16,2	23,3	19,1	19,9	21,8	15,6	17,5	22,3
	28,4	34,2	17,9	27,2	31,3	24,8	26,7	34,1	29,6	30,8
	26,4	21,8	13,2	13,3	25,3	33	33,9	33,2	14,1	14,2
	17,5	31,5	32,3	22,3	34,6	16,1	24	19,9	17,8	34,1
	25,2	31,1	16,1	28,7	22,1	15,1	22,3	22,1	22,3	23,1
	21,5	21,7	19,4	16,9	25,6	31,4	11,9	28,9	17,6	11,8
	21	17,8	17,4	30,6	33,8	13,2	14,2	12,4	11,8	22,6
Aksesuar Torbasının Arka Kapağa Bantlanması	32,5	25,5	24	28,8	21	23,7	31,1	12,2	17,4	16,8
	12,4	21,2	23,4	24,3	11,9	24,7	13,3	29,1	33,9	27,9
	13,4	23,2	30,7	26,8	28,2	28,6	26,7	30,4	22,4	25,2
	19,7	20,7	19,6	20,6	16,4	19,8	19,5	15,5	22,3	24,6
	25,7	31,3	23,5	17,9	28,2	17,8	19,2	25,7	19,5	14,4
	27	30,2	14	14,3	26,7	11,3	11,2	22	12	17,1
	22	17,4	10,7	12,4	25,7	20,9	20,9	32,3	13,7	20,1
	30,3	24,8	25,8	32	20	19,3	20,1	15,6	15,9	14,1
	23,1	23,9	28,5	13,7	27	29,7	20,6	27,7	17,4	26
	24	27,6	18,1	13,6	20,4	19,5	12,7	27	23,6	17,5
Şebeke Kablosu Katlanıp Arka Kapağa Bantlanması	22,7	28,1	14,7	15,5	13,7	14,3	28,6	26,7	29,4	31,3
	19,4	20,9	28	26,8	21,1	24,4	31,3	16,2	14,1	14,2
	30,4	20,7	21,5	27	21,9	13,5	22,3	14,5	27,8	26,1
	25,2	16,6	16,4	17,9	24,7	26	23,1	28,1	22,4	22,3
	21,6	30,1	26	20,3	17,3	22,1	19,5	30,9	26,8	27,6
	27,8	26	14,8	24,6	26,9	19,6	17,4	24,4	17,5	15
	22,8	20	22	31,1	14,3	14,3	18,1	18,2	15,6	25,5
	19,2	26,3	29,9	18,7	21,1	18	20,5	23,2	24,6	27,2
	26,9	14,5	21,5	25,2	29,6	25,7	30,3	25,4	26,4	17,4
	20,8	23,2	20,5	14,7	18,8	29,1	20,7	28,3	26,2	17,3

TV Kutuya Yerleştirilmesi	18,3	16,8	26	26,8	27,5	28,5	26,4	16,9	17,8	28,2
	22,9	21,9	24,8	30	30,5	14,9	25,8	19,4	23,1	27,3
	12,7	28,2	20,5	30,8	31,2	21,2	22,7	29,4	23,6	31,4
	27,5	26,2	21,3	21,9	18,5	30,5	24,8	26,3	23	20,2
	18,7	26,5	16	24,6	19	22,8	17,4	20,5	16,2	19,5
	29,3	22,8	15,8	22,6	22,5	21,1	24,2	18,7	17,9	10,5
	15,8	27,6	27,6	20,9	22,3	27,7	27,4	27,8	27,6	26
	17,8	17,5	17	25,3	24,6	28,5	23,3	18,9	20,5	13,8
	23,4	30,6	30,8	13,4	13,3	22,8	25,1	23,5	26,6	17,5
	19,9	17,8	23,1	19,3	20,6	18,2	15,1	24,7	16,1	29
Barkod Etiketinin Yapıştırılması ve Amb.Kutusunun Bantlanması	20,4	30,9	26,5	28,1	13,8	18,4	25,8	18	20,3	24
	17,6	15,6	32,2	21,2	25,9	22,9	27,9	20,5	30,6	18,2
	20,9	15,7	21,6	17,3	12,8	20,5	25,1	25,7	30,9	25
	23,6	20,9	27,3	22,1	23,7	15,8	20,8	16	17,1	19,5
	20,7	29,9	15,9	25,3	15,9	20,9	26,1	31,5	26,2	27,7
	19,7	22,7	24,3	24,1	22,7	18,2	13,9	25,7	15,5	17
	28,7	30	25,9	22,7	15,3	20,6	30,3	27,3	16,5	21,9
	24,1	14,6	25,4	32,1	18,7	27,1	21,3	28,7	15,6	18,2
	25,5	28,4	18,9	17,7	19,9	29,5	13,3	18,9	24,7	20,4
	21,2	31,1	19,2	29,1	29,8	30,7	29,2	29,1	30,1	15,1

Tablo A.4. Önçerçeve hazırlık hattı için ölçülen süreler

Önçerçeve Kozmetik Rework	364,3	445,4	426,7	372,2	344,2	392,4	354,1	461,2	437,7	404,8
	372,1	412,5	414,2	441,6	434,2	347	395,9	405,6	443,6	463,1
	409,2	406,8	411,5	406,7	401,1	374,9	419,1	426,2	398	436,9
	409,4	409,8	392,2	435,6	370,4	420,1	425	387,3	392,1	418,6
	340,8	441,9	391,4	355,1	400,8	372,1	433,5	392,5	428,6	425,8
	370,8	411,6	396,7	382,3	420,9	338,8	391,9	432,3	427,1	409,7
	410,9	451	362,7	430,1	382,5	341,6	366,5	385,5	346	403,1
	380,9	337,6	404,4	451,3	398,5	417,2	382,6	433,6	435,7	421,4
	433	419,6	422	409,3	376,4	456,1	352,5	349,5	349,8	353,8
	442,7	372,8	378,2	408,9	386,8	353,6	443,1	364,1	367	432,5
Panel Montaj	18	27,2	14,3	12,4	23	17,4	16,4	26,1	18,8	29,2
	27,6	17,3	19,9	17,5	14,8	27,4	9,9	20,8	27,1	23,1
	21,3	25,9	22,9	18,7	23,7	18,5	11,7	30,6	23,9	29,6
	25,5	28,9	30	18,7	14	27,7	13,9	23,2	28,7	19,9
	25	21,5	20,3	18,1	24,4	12,8	18,8	22,3	12,6	22,9
	15,8	25,8	13,9	14,9	17,1	16	20,2	12,5	18,5	21,3
	11,2	22,5	14,3	12,5	20,8	10,8	25,2	14,3	22,6	29,5
	22,8	27,1	18,6	13,9	16,3	15,8	19,1	19,6	12,3	25,6
	20,8	24,6	29,4	14,1	24,8	13,1	10,4	15,7	30,5	29,8
	18,1	23,7	19,9	21,3	19,1	12,7	28,3	28,7	22,4	14
Hoparlör Montaj (tek)	24,8	25,4	27,4	19	28,6	17,1	23	27	17,5	26,7
	26,8	20,4	26,4	19,6	16,7	31,5	30,1	16,4	22,8	22,2
	32,2	19	18,6	33,5	30,1	30,7	22,8	24,2	32,5	16,4
	29,6	32,9	31,2	21,5	21,9	18,6	30,7	26,9	32,6	35
	15,5	22,2	17	28,9	20,3	25,8	13,9	19,2	13,7	31,5
	19,6	26,1	31,1	26,4	23,8	16,2	24,4	22	25,8	20
	31,7	19,4	14,2	29,5	13,2	32,4	24,4	17,1	26,7	26,8
	22,3	14,9	24	22,7	21,2	31,9	24,1	20,2	23,4	15,7
	23,6	17,5	25,5	22,7	21	24,1	25,4	27,2	27,4	14

	17,2	26,8	16,6	17,9	28,7	17,6	27,2	29,9	25,4	28,4
Hoparlör Montaj (çift)	18,8	24,2	29,2	33,7	20,3	33	23,5	19,9	29,5	29,2
	17,7	21,6	26,9	31	24,4	34,3	25,6	23,2	30,5	33,2
	33	17,7	35	29,1	21,6	38	27,8	25,8	23,1	17,9
	34,8	26,3	26,7	27,4	24,3	23,1	24,5	37,7	34,2	39,1
	26,1	30,5	27,7	28,8	27,8	26,7	33,6	32,1	32,8	26,4
	25,8	34,3	33,3	30,6	33,7	26,1	32,1	35,4	18,1	29,2
	27,2	30,1	36,4	25,6	32,7	28,9	19,3	25,8	24,9	27
	37,6	25	23	33,5	26,6	30,8	27,2	23,5	21,9	24,6
	35,4	27,4	21,8	34	30,2	29,8	29,7	23,2	30,7	23,5
	35	28,5	33,5	27,9	29,5	36,6	23	36	28,6	19,5
TT Plastiği Montajı	31,7	18,6	24,7	18,3	19,9	16,5	20,8	21,3	15,9	31,1
	24	15,8	27,8	23,8	32,9	31,6	22	16,5	24,6	26
	26,3	21,4	30,4	18,8	31,2	24,8	20,9	26,4	25,7	29,4
	20,9	19,7	25,4	24,7	28,8	27,5	23,3	26,9	27	29,5
	23,2	31,6	24,7	24,6	21,1	25,8	19,6	24,8	22,6	27
	27,3	20,3	21,4	25,2	18,7	21,3	18,3	32,4	20,8	16,1
	32,9	18,1	30	34,4	21	30,4	16,2	22,6	23,7	28
	20,7	35,2	26,8	28,1	18,4	21,6	23,2	22,3	25,4	19,9
	23,5	23,5	20,5	22,6	25,8	17,6	34,2	20,7	23,3	23
	31,5	18,9	33,8	33,6	21,4	18,9	17,4	18,2	22,7	32,4
Şasi Kızağının Takılması	15,4	24,7	13,5	13,3	16,4	24,2	18,9	19,1	21,6	22,6
	28,3	11,9	17	23,8	28,5	25,2	17,3	22,7	16,5	25,4
	15,1	15,6	22,9	22,2	13,3	12,4	19,2	14,9	24,5	10,2
	22,2	18,8	16	19	9,3	14	16,3	22,1	10,3	15,3
	29,2	16,8	24,8	19,3	24,6	18,4	17,9	29,2	26,5	31,8
	25,3	22,5	14,9	12,6	18	19,8	17,3	29	22,2	16,6
	29,8	15,6	19,7	21,5	25,4	14,9	20,9	19,5	19,6	20,6
	21,2	19,1	28	28,6	25,7	26,8	20	14,7	26,8	13,6
	22,7	22,7	14,9	20,8	17,1	20,3	18	21,1	16,7	16,4
	20,7	19,4	22	29,3	29,4	23,1	12,8	12,7	27,9	21,2

Tablo A.5. Tüp hazırlık hattı için ölçülen süreler

Mas Telinin Takılması	20,7	29,7	28,5	14,8	11,6	20,5	19,4	20,4	31	33,7
	21,7	31,2	29,8	23,2	28,1	12,8	20,9	26,6	20,3	24,6
	16,1	28,6	27,8	27,9	18,4	32,1	26,1	13,2	10,5	24,4
	23,9	22,1	15,1	15	18,5	11,4	24,3	13,5	27,2	31,7
	21,9	24,9	19	16,4	8	21,9	21,9	13,9	23,2	14,8
	14,3	23,1	20,4	19,3	29,3	21,1	19,6	12,9	22,8	9
	15,8	23,6	28,1	27,5	26,7	19,2	12	21,9	14,3	28,9
	24	23,1	21,4	14,9	10,4	26,4	20,9	15,7	30,3	32
	13,6	31,3	24	20,2	29,9	30,9	16,3	28,2	18,1	32,1
	15,7	11,2	14,6	12,7	16,5	16,7	17,9	23,5	31,7	18,2
Tüpün Sağ ve Sol Kulaklarına Yayların Takılması	18,2	33,3	28,9	17,2	13,3	34,7	19,6	18,2	26,6	34,6
	37,2	27,1	33,4	30,8	28,9	26,9	21,9	19,9	29,9	16,2
	23,5	17,4	18	36,1	32,3	15,7	34,5	24,4	35,5	26,1
	18,6	23,7	30,1	17,9	30,9	17,4	25,8	26,9	17,8	33,4
	27,4	24,9	29,9	30,7	20,4	33,2	19,2	25	32,9	37
	21,7	19,2	30,4	33	23,2	31,2	34,5	35,2	15,8	24,3
	18,1	25,4	24,1	29,6	35	35,8	30,4	18,3	21,4	28,6
	35,2	35,5	17,6	34,7	36,6	22,6	17,6	26	21,1	21,3

	22,9	23,4	30,1	34,3	20,6	20	34,8	24,3	21,2	25,6
	21,1	27,7	26	35,3	23	19,9	19,8	20,3	33,8	28,6
Degauss Kulakçıklarının Takılması	25	29,2	26,3	29,8	21,8	20,8	22,5	28	28,6	21
	24,6	15,2	30,7	30,3	21,6	30,3	16,9	27,3	30,6	26,9
	27,8	15,8	34,5	23,6	16,1	32,7	15,4	30,6	19	17,5
	21,2	16,2	19,1	23,6	14,6	34,4	29,6	26,3	30,9	26,5
	22,4	34,2	25,2	17,6	11,9	28,7	28,1	30,8	32,6	28,9
	16,5	30,2	27,3	21,7	18,5	16,2	25,1	23,6	28,6	30
	22,6	17,1	21,1	34,2	19,6	29,8	33,6	33,8	18,8	32,1
	21,9	21,4	14,6	23,3	29,4	24,7	26,7	15,5	29,2	30,2
	31,2	25	33,3	27	27,6	31,2	20,5	14,9	24,9	14,8
	34	25,6	22,4	28	22,3	33,5	17,4	23	25,3	17,4
Degauss Bobininin Takılması	16,8	24,7	18,2	26,7	20,8	25,3	20,3	22,3	16,4	25,9
	26,8	25,8	16	21,4	23,1	27	17,9	20,7	19,4	28,9
	29	14,6	25,6	22,6	19,4	20,8	14	28,7	21,6	26
	20,9	23,6	24,8	27,5	16,4	16,2	23,1	24,3	23,5	16,5
	27,7	28,7	26,8	22,2	20	32,9	18,8	19,1	24,9	32,9
	26,8	22,6	22,4	17,4	20,3	23,1	20,1	27,8	15,9	29,1
	36,5	35,3	23,7	25,5	18,9	35,5	24,1	28,6	25,5	37,3
	30	23,1	30,2	33,9	18,4	22,5	27,9	14,1	28,4	22,7
	26,4	22,7	16,7	20,4	16,2	29,5	36,3	34,2	35	22,5
	19,5	21,1	34,6	34,3	29	21,6	28,1	20	22,7	33,3
Tüp Rework	201,4	158,1	170,6	201,4	194,6	198,5	156	181,2	188,3	176,5
	167,1	172,1	186,5	194,8	168,5	154,4	173,7	178,9	205,4	197,1
	191	196,6	172,7	180,9	193,8	179,9	182	199,4	174,2	184,1
	194,1	175,9	178,9	172,7	174,7	185,4	176,6	178,3	182,9	179,5
	173,9	175,2	174,1	190,2	166,2	186,4	188,4	164,5	191,7	217,9
	169,6	194,2	167,5	155,8	181,8	177,7	157,5	190,3	180,6	166,6
	169,9	204,2	170,1	212,5	210,4	173,9	181,1	177,2	164,3	180,9
	197,5	179,4	213,1	154,5	200,9	156	182,3	177,2	177,3	192,5
	191,4	198,5	195,8	186,9	182,2	179,4	204,8	203,1	169,6	205,4
	210,3	196	161,6	163,9	156,7	159,1	209,1	202,4	183,3	212

Tablo A.6. Tüpün önçerçeye vidalanması ve isim plaketi ve program ses PCB montajı için ölçülen süreler

Tüpün Önçerçeye Montajı	34,6	36,5	25,1	28,3	19,7	34,8	28,2	26	25,1	37,1
	33,7	33,3	25,1	35,4	20,6	29,1	31,3	34,5	26,3	38,2
	27,8	25,7	21,5	22,5	19,1	27,3	28,2	32,9	31,5	29,7
	20,9	23,1	28,4	27,4	30,6	20,6	22,2	31,7	30,1	22,6
	28,2	36	30,4	24,1	24,6	30,6	24,5	30,7	32,2	39,2
	23,1	24,3	35,1	25,7	24,8	38,1	29,6	23,8	23,6	29,5
	24,1	21,8	23,3	23,8	30,1	22,2	36,5	26,5	24,5	34,7
	29,9	27,8	37,5	23,3	22,8	25,9	28,3	31,1	29,4	19,2
	20,1	27,5	25,7	26	21,7	23,7	29,8	37,8	21,1	25,2
	37	25	23,6	24,9	30,6	29,7	37,2	28,9	24,7	19,4
İsim Plaketinin Takılması	27,7	25,9	20,8	17,2	14,7	23,5	23,1	21,3	22,2	29,6
	21,6	18,1	17,6	18,1	27	25,6	15,1	19,7	22,1	28,6
	25,5	12,5	25,9	27,2	13,4	16,3	11,2	24,9	14,7	18
	17,3	23,2	13,5	21,8	16,7	23,8	21,7	26,9	26,4	17,2
	17,2	17,4	22,4	16,2	22,4	27,1	22,7	23,7	22,8	23,7
	22,4	16,3	24,7	16,1	24,3	28,7	22,9	13,1	21,1	18,4

	23,5	28,8	24	27	14,7	13,2	18,7	26	26,1	25,4
	14,9	20,9	25,5	27,2	23,9	20,9	21,9	13,7	26	28,5
	20,8	16,1	14,9	19,4	18,2	18,5	21,6	23,3	25,9	26,3
	16,1	24,1	28	23,1	24,9	25,6	14,3	22,9	11,5	14,8
Program Ses PCB Montajı	21,7	13,7	23,6	19,6	24,9	22,3	25,1	29,8	14,5	32
	27,3	16,8	30	25,2	11,6	27	27,5	25,3	25,6	24,2
	19,1	17,3	25,2	23,5	13,3	21,2	16,8	26,5	17,5	10,8
	20,3	21,8	25,9	18,3	10,9	23,6	19,8	25,3	12,8	20,2
	23,1	21,2	29	30,1	26,6	20,5	34,1	28,2	14,9	28,2
	20,2	16,7	25,1	14	14,4	28,5	30,1	15,6	27,1	24,1
	21,1	28	29,8	30,4	23	27,6	29,8	24,8	11,1	34,2
	34,7	22,1	11,9	34,2	18	21,8	24,4	12,3	31,3	20,7
	14,6	22,3	23,2	19,1	20,4	30,7	32,7	11,7	22,1	18,8
	19,7	31,7	31,7	26,7	12,8	12,7	21,2	32,8	17,6	34,6

Tablo A.7. Önçerçe ve tüp gelişleri için hesaplanan süreler

ONCERCEVE / TUP	6,618	6,216	5,623	6,063	5,846	5,659	5,942	16,822	5,319	6,653
	6,075	6,006	5,639	5,723	5,886	7,584	8,391	3,949	3,888	15,156
	8,432	10,862	8,584	7,970	6,950	8,705	8,907	3,908	3,379	4,424
	6,349	5,081	4,987	5,658	4,889	4,804	11,053	4,465	3,825	5,079
	5,315	5,449	4,670	10,862	5,325	5,440	4,753	3,767	5,979	4,867
	11,253	5,463	4,090	3,939	3,964	4,330	4,298	4,664	3,372	11,238
	4,390	4,382	4,190	4,013	8,682	4,585	4,058	4,238	3,754	3,834
	4,338	8,161	5,123	4,699	4,135	4,823	4,749	3,372	10,559	4,343
	4,033	3,787	3,890	3,776	3,750	4,346	3,763	4,042	3,870	3,791
	3,924	3,552	3,778	3,573	3,803	3,803	3,712	4,102	4,526	13,091
	6,106	6,432	6,034	18,755	4,594	4,446	4,140	4,298	7,681	3,747
	21,749	8,726	4,479	4,890	4,829					

Tablo A.8. 14"-15" şasilerin hesaplanan geliş süreleri

14-15 ŞASİ	11,218	7,981	21,780	23,871	12,321	18,924	18,534	20,628	14,253	19,596
	21,588	13,974	14,763	13,748	12,801	14,267	17,042	24,309	29,776	40,299
	14,873	178,723	19,125	29,846	20,942	22,833	17,209	22,574	40,799	11,863
	14,988	7,842	12,192	14,381	13,162	23,456	15,397	18,806	51,569	21,200
	13,272	13,308	18,099	26,554	18,976	37,077	24,426	52,174	24,926	26,351
	11,328	12,327	57,622	33,289	11,807	10,780	13,941	17,162	13,118	47,015
	60,919	53,923	19,958	27,897	18,657	16,993	32,898	19,320	16,612	29,485
	15,816	47,428	37,687	107,234	63,529	31,592	17,915	52,830	110,526	100,935
	17,622	14,294	18,077	12,634	21,290	21,730	33,114	30,657	18,792	20,872
	9,299	10,216	105,146	25,645	15,105	12,359	65,285	24,200	16,696	20,971
	17,504	32,727	22,073	110,044	14,232	23,486	8,443	13,086	18,129	8,293
	41,289	19,086	14,688	16,325	17,692					

Tablo A.9. 20"-21" şasilerin hesaplanan geliş süreleri

20-21 ŞASİ	24,426	13,478	20,182	14,297	15,770	12,632	23,219	38,143	20,667	9,565
	25,697	23,977	23,515	18,529	17,508	26,498	29,189	42,712	81,996	43,052
	56,842	62,739	39,664	30,832	26,314	23,916	20,516	8,377	13,148	10,754
	40,976	13,003	22,327	19,033	21,514	15,916	34,663	15,485	15,597	7,737
	15,454	15,492	14,838	50,299	13,866	13,900	12,137	40,558	11,147	13,173
	37,593	13,182	15,646	15,829	11,803	10,422	10,966	8,279	28,966	20,449
	12,025	12,299	13,488	11,874	34,839	15,466	14,251	15,129	13,168	14,714

	20,510	34,224	23,507	14,168	10,890	12,744	19,806	37,077	16,123	21,176
	12,740	10,416	9,996	17,359	18,543	27,521	78,586	9,725	9,589	14,908
	9,574	9,807	10,754	8,981	18,662	8,868	17,027	13,123	12,289	10,081
	10,742	18,900	12,496	13,369	12,805	11,429	10,081	16,535	13,071	19,560
	10,052	9,149	9,793	13,102	10,949					

Tablo A.10. 28''-29'' şasilerin hesaplanan geliş süreleri

28-29 ŞAŞİ	15,568	23,632	22,460	23,759	19,848	22,354	11,677	8,853	18,212	19,698
	18,529	22,520	18,199	20,673	18,943	19,246	10,019	37,223	21,141	35,627
	22,621	23,804	23,204	20,488	20,965	35,163	9,884	32,642	25,636	15,378
	19,601	19,853	12,539	12,261	10,742	10,854	18,385	13,423	23,684	11,904
	15,750	13,385	10,633	22,125	13,395	11,287	11,213	9,374	13,721	13,194
	23,894	13,760	10,817	11,553	10,439	13,077	10,462	10,227	15,341	30,144
	11,837	9,446	10,063	11,223	20,901	11,913	10,204	10,881	9,980	9,950
	17,252	20,350	10,211	8,780	11,883	12,500	9,791	41,584	10,370	9,273
	49,606	22,340	15,254	10,501	11,850	9,885	10,664	12,914	11,290	9,937
	16,311	48,061	13,651	19,780	12,015	14,416	11,263	11,820	14,988	10,293
	10,875	19,198	12,092	11,009	9,539	11,712	9,212	11,202	10,837	10,383
	10,345	9,699	12,040	10,426	12,182					

Tablo A.11. 32''-33'' şasilerin hesaplanan geliş süreleri

32-33 ŞAŞİ	37800,000	404,278	383,756	15120,000	302,400	230,488	5815,385	8400,000
	251,163	130,796	572,727	432,000	771,429	969,231	247,869	1111,765
	221,701	1643,478	2290,909	2290,909	12600,000	3024,000	75600,000	1575,000
	75600,000	253,691	3150,000	75600,000	45,542	66,374	272,924	114,894
	278,967	216,000	75,980	153,971	147,368	72,344	204,878	96,183
	2700,000	75600,000	75600,000	125,581	39,979	90,323	120,574	258,020
	18900,000	75600,000	75600,000	75600,000	75600,000	75600,000	75600,000	619,672
	212,360	151,200	75600,000	75600,000	10800,000	242,308	66,608	494,118
	327,273	223,669	291,892	88,009	75600,000	3978,947	25200,000	75600,000
	99,736	193,350	86,400	58,787	121,348	56,292	63,053	45,707
	52,830	121,739	59,763	64,450	323,077	64,340	99,343	214,773
	47,015	36,486	51,254	40,755	31,240	57,975	58,154	41,837
	111,669	89,467	77,380	307,317	151,807	88,628	3286,957	75600,000
	111,013	1163,077	167,257	66,726	187,129	136,709	78,423	849,438
	77,380	75600,000	96,306					

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Hakan COŞKUNTÜRK, 1978 yılında Samsun’da doğdu. Lise öğretimini 1996 yılında İçel Mersin Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2000 yılında İ.T.Ü. Elektrik Elektronik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2005 yılından beri Beko Elektronik A.Ş.’de Ürün Konfigürasyon Mühendisi olarak çalışmaktadır.