

**KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇEŞİTLİ TALEP ORANLARI İÇİN İŞ MERKEZLERİNE UYGUN İŞ
GÖNDERME KURALININ SİMÜLASYON İLE BELİRLENMESİ**

Hatice BAŞKAN

KASIM 2019

ÖZET

ÇEŞİTLİ TALEP ORANLARI İÇİN İŞ MERKEZLERİNE UYGUN İŞ GÖNDERME KURALININ SİMÜLASYON İLE BELİRLENMESİ

BAŞKAN, Hatice

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Kürşad TÜRKER

Kasım 2019, 82 sayfa

Firmalar teknolojide yaşanan değişimleri ve üretim süreçlerindeki geliştirilen yeni teknikleri takip etmek durumunda kalmaktadır. Buna bağlı olarak dinamik bir yapı oluşmaktadır. Kısıtlı kaynakların verimli kullanılabilmesi, yapılan çizelgelemenin değişken durumlara uyumlu olmasına bağlıdır. Bir çizelgede teslim tarihlerinin uygunluğu sağlanarak, gecikmelerin minimum hale getirilmesi hedeflenir. Makine ve kullanılan teçhizatın verimli kullanılmasıyla, atıl sürelerin minimizasyonu sağlanmış olur ve bu teslimatlarındaki gecikmenin en küçüklenmesi demektir. Müşteri memnuniyeti de buna bağlı olarak artacaktır. Çalışma demir çelik sektörüne ait bir firmada uygulanmıştır. Bu tezde sisteme gelen siparişlerin değişen iş yükünün dinamik çizelgeleme yaklaşımları ile simüle edilmesiyle bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bunu gerçekleştirmek için sistemin analizinden sonra ARENA simülasyon programı ile model oluşturulmuştur. Sistem yaz, bahar ve kış dönemlerine ait farklı sipariş geliş hızları ile analiz edilmiştir. 6 çeşit sipariş tipi için, 18 farklı senaryo geliştirilerek en uygun model seçilmiştir. Sıralama sistem ve atölye olmak üzere 2 noktada gerçekleştirilecektir. Sonuç olarak istasyonların doluluk oranları ve hat etkinliği daha net hesaplanmıştır. Atıl süre ve darboğaz yaşanan durumlar gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sistem Simülasyonu, İş Merkezleri, İş Sistemleri, Dinamik Çizelgeleme

ABSTRACT

DETERMINATION OF SUITABLE JOB DISPATCHING RULE FOR WORK CENTERS UNDER VARIOUS DEMOND RATERS USING SIMULATION

BAŞKAN, Hatice

Kırıkkale University

Institute of Science

Department of Industrial Engineering, Master's Degree Thesis

Supervisor: Assoc. Prof.Dr. Ahmet Kürşad TÜRKER

November,2019, 82 pages

Companies have to follow the changes in technology and the new techniques developed in production processes. Accordingly, a dynamic structure is formed. Efficient use of limited resources depends on whether the scheduling is robust and compatible with changing situations. In a schedule, delays are aimed to be minimized by ensuring that delivery dates are realized correctly. Minimization of idle times is achieved bu usinge machinery and equipment efficiently. The decreasing idle time also results in minimizing the delay in deadlines. Accordingly, the customer satisfaction will increase. This study was conducted in a company operating in the steel and iron industry. In this thesis, the changing workload of a production system the new orders is simulated by using dynamic scheduling approaches.

After the analysis of the system, a model is created by ARENA simulation program. The system was analyzed with different order rates for summer, spring and winter periods. For 6 different order types, 18 different scenarios have been developed and the most suitable model has been selected. Sorting will be carried out in 2 points; the system and the workshop. As a result, occupancy rates and line efficiency of the stations are calculated precisely. The idle time and the bottleneck are observed.

Key words: System Simulation, Work Centers, Work Systems, Dynamic Scheduling

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması esnasında hiçbir yardımı esirgemeyen, genç araştırmacılara büyük destek olan, bilimsel deney imkânlarını sonuna kadar bizlerin hizmetine sunan, tez yöneticisi hocam Prof. Dr. Ahmet Kürşad TÜRKER'e, desteklerinden dolayı, Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ'e, Dr.Öğr.Üyesi Çağrı SEL'e, Ali Fırat İNAL hocalarıma, Yüksek Lisans eğitimin süresince üzerimde çok emeği olan annem Ümran SAMUR'a, babam Muzaffer SAMUR'a ve Şaban BAŞKAN'a, tezimin uygulamasına imkânı sağlayan Akın TATOĞLU'na ve sonuncusu ama önemlisi bana birçok konuda olduğu gibi tezimi hazırlamam esnasında da yardımlarını esirgemeyen sabırla bana destek olan değerli eşim Erkan BAŞKAN'a ve bu çalışmayı yetiştirmemde emeği geçen ve benden maddi, manevi hiçbir desteği esirgemeyen aileme ithaf ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	3
3. SİMÜLASYON	7
3.1. Simülasyonun Özellikleri	8
3.1.1. Simülasyonun Avantajları ve Dezavantajları	9
3.2. Üretimde Simülasyon Kullanımı	10
3.3. Simülasyon Modelinin Türleri ve Yapısı.....	13
3.4. Simülasyon Modelinin Sınıflandırılması	14
3.4.1. Dinamik ve Statik Simülasyon Modeli	14
3.4.2. Stokastik - Deterministik Simülasyon Modelleri	14
3.4.3. Kesikli-Süreklî Simülasyon Modelleri	15
3.4.4. Açık Döngü ve Kapalı Döngü Simülasyon Modelleri	15
3.5. Simülasyon Dilleri	15
3.6. Üretim Sistemleri ve Planlama	16
3.6.1. Süreklî Üretim	16
3.6.2. Kesikli Üretim	17
3.6.3. Üretim Tiplerinin Sınıflandırılması.....	17
3.7. Dinamik Çizelgeleme	18
3.7.1. Dinamik Çizelgeleme Uygulama ve Politikaları.....	19
3.7.2. Çizelgeleme Öncelik Kuralları	19
3.8. Çizelgeleme’de Öncelik Kuralları	20
3.8.1. İlk Sisteme Gelen İlk İşlenir.....	21
3.8.2. En Erken Teslim Tarihi Öncelikli	21

3.8.3. En Uzun Bekleme Zamanı İş Öncelikli.....	21
3.8.4. Teslim İçin Kalan Sürenin, İşlem Sayısına Oranı En Küçük Olan Öncelikli	21
3.8.5. Aciliyet Oranı En Yüksek Olan Öncelikli.....	22
3.8.6. İşlem Süresi En Küçük Olan Öncelikli	22
3.8.7. İşlem Süresi En Uzun Olan Öncelikli	22
3.8.8. Sisteme En Son Gelen İlk Çıkar	22
3.8.9. En Az Operasyon Sayısı Olan En Öncelikli.....	22
3.8.10. En Fazla Operasyon Sayısı Olan En Öncelikli.....	23
3.8.11. Sisteme En Son Gelen İlk Çıkar	23
4. SİSTEME AİT BİLGİLER VE MODELİN UYGULANMASI.....	24
4.1. Sistem Analizi ve İş merkez Bilgileri	24
4.1.1. İstasyon Merkezleri ve Sistem Bilgileri	25
4.1.2. Ürünlerin İşlem Rotaları ve Makineleri	28
4.1.3. Her bir İstasyon Merkezindeki Makine Bilgileri.....	29
4.1.4. Proses Akış Planı.....	31
4.1.5. Sipariş Bilgileri.....	33
4.2. Problemin Tanımı	33
4.3. Girdi Değişkenlerinin Dağılımın Belirlenmesi ve Uygunluk Testi.....	34
4.3.1. Uygunluk Testleri.....	34
4.4. Ürün Bilgileri.....	36
4.5. Arena Modelinin Uygulanması.....	36
4.5.1. Genel İş Akış Görünümü ve Girdileri	38
4.5.2. Sistemin Giriş Modülleri	39
4.5.3. Arena Sipariş Özellikleri	41
4.5.4. Siparişin İşlenmesi, Tezgâh Seçimi.....	46
4.5.5. Arena Rota Ataması ve İşlem Süresi Bilgileri	51
4.6.Çizelgeleme Senaryoları	54
4.6.1.İş Yükleme Kurallarının Performans Ölçütleri	54
4.6.2. 1-Senaryo - İlk Giren İlk Çıkar Senaryosu (FIFO)	55
4.6.3. 2-Senaryo – Sistem En kısa En Kısa İşlem Süresi (SPT) –Atölye İlk Giren İlk Çıkar.....	57

4.6.4. 3-Senaryo – Sistem En Kısa İşlem Süresi (SPT) –Atölye Toplam İşlem Süresi En Uzun İşlem Süresi	58
4.6.5. 4-Senaryo – Sistem En Uzun İşlem Süresi –Atölye İlk Giren İşlem Süresi (FİFO).....	59
4.6.6. 5-Senaryo – Sistem En Uzun İşlem Süresi –Atölyedeki Toplam En Kısa İşlem Süresi	60
4.6.7. 6-Senaryo- Sistemde Termin Süresi En Kısa olan Öncelikli Senaryosu...	61
4.6.8. 7- Senaryo- Termin Süresi En Uzun olan Öncelikli Senaryosu.....	62
4.6.9. 8- Senaryo - Sisteme Son Giren İlk Çıkar Senaryosu(LİFO).....	63
4.6.10. 9- Senaryo - Sistemde Toplam İşlem Süresi En Kısa	63
4.6.11. 10- Senaryo - Sistemde Toplam İşlem Süresi En Uzun	64
4.6.12. 11- Senaryo - Sistem Teslim Tarihi En Kısa- Atölye İşlem Süresi En Uzun	64
4.6.13. 12- Senaryo - Sistem Teslim Tarihi En Kısa- Atölye Hazırlık Süresi En Uzun	65
4.6.14. 13- Senaryo - Sistem Teslim Tarihi En Uzun- Atölye Hazırlık Süresi En Uzun	66
4.6.15. 14- Senaryo - Sistem Hazırlık Süresi En Uzun– Atölye Teslim Tarihi En Uzun	66
4.6.16. 15- Senaryo - Sistem Hazırlık Süresi En Kısa – Atölye İlk Giren İlk Çıkar	67
4.6.17. 16- Senaryo - Sistem Hazırlık Süresi En Uzun – Atölye İlk Giren İlk Çıkar	68
4.6.18. 17- Senaryo - Sistem Hazırlık Süresi En Uzun – Atölye İşlem Süresi En Kısa.....	68
4.6.19. 18- Senaryo - Sistem Hazırlık Süresi En Uzun – Atölye İşlem Süresi En Uzun	69
4.7. Arena Animasyon Çalışması.....	70
5. DİNAMİK ÇİZELGELEME	71
5.1. Modelin Çalışma Kuralları ve Varsayımları.....	71
5.2. Modelin Çalışması ve Sonuçlar	73
6. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME.....	78
KAYNAKÇA	80

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Simülasyon Çalışması.....	11
Şekil 4.1. Rulo sac.....	25
Şekil 4.2. Kesim Üretim Süreci.....	26
Şekil 4.3. Dilme Üretim Süreci.....	26
Şekil 4.4. Trapez Üretim Süreci.....	27
Şekil 4.5. Oluk Üretim Süreci.....	27
Şekil 4.6. Mahya Üretim Süreci.....	28
Şekil 4.7. Atölye Yerleşim Planı.....	30
Şekil 4.8. Proses Akış Planı.....	31
Şekil 4.9. İstasyon Sipariş Gelişi.....	32
Şekil 4.10. Sisteme Giriş.....	39
Şekil 4.11. Sistemin Gelişler Arası Süreleri.....	41
Şekil 4.12. Sipariş Özellikleri.....	41
Şekil 4.13. Sipariş Tipleri Karar Verici.....	42
Şekil 4.14. Sipariş Giriş Modülü.....	42
Şekil 4.15. Sipariş Proses Özellikleri.....	43
Şekil 4.16. Kesme Assign Özellikleri Tanımları.....	43
Şekil 4.17. Dilme Assign Özellikleri Tanımları.....	44
Şekil 4.18. Trapez Assign Özellikleri Tanımları.....	44
Şekil 4.19. Oluk Assign Özellikleri Tanımları.....	44
Şekil 4.20. Mahya Assign Özellikleri Tanımları.....	45
Şekil 4.21. Dilme+ Kesim Assign Özellikleri Tanımları.....	45
Şekil 4.22. Kesme Hattı.....	46
Şekil 4.23. Kesme Hattı Tezgâh Karar.....	46
Şekil 4.24. Dilme Hattı.....	47
Şekil 4.25. Dilme Hattı Tezgâh Karar.....	47
Şekil 4.26. Trapez Hattı.....	48
Şekil 4.27. Oluk Hattı.....	48

Şekil 4.28. Mahya Hattı	49
Şekil 4.29. Sistem Proses Modülleri	49
Şekil 4.30. Depo Hattı.....	50
Şekil 4.31. Depo Geciken Sipariş Adeti.....	50
Şekil 4.32. Sistem Çıkış	51
Şekil 4.33. Sistem Çıkış Modülleri	51
Şekil 4.34. Sistem Rota Ataması.....	52
Şekil 4.35. Kesim Rota Bilgileri	52
Şekil 4.36. Dilme Rota Bilgileri.....	53
Şekil 4.37. Trapez Rota Bilgileri.....	53
Şekil 4.38. Oluk Rota Bilgileri.....	53
Şekil 4.39. Mahya Rota Bilgileri.....	54
Şekil 4.40. Dilme+Kesim Rota Bilgileri	54
Şekil 4.41. 1. Senaryo Kesme Hold Modülü.....	56
Şekil 4.42. 1.Senaryo Kuyruk Modeli.....	57
Şekil 4.43 2.Senaryo Kesme Hold Modeli.....	58
Şekil 4.44. 2. Senaryo Kuyruk Modeli.....	58
Şekil 4.45. 3.Senaryo Kesme Hold Modeli.....	59
Şekil 4.46. 3.Senaryo Kuyruk Modeli.....	59
Şekil 4.47. 4.Senaryo Kuyruk Modeli.....	60
Şekil 4.48. 5.Senaryo Kuyruk Modeli.....	61
Şekil 4.49. Geliş Anı Assign Özelliği	61
Şekil 4.50. 6.Senaryo Kuyruk Modeli.....	62
Şekil 4.51. 7. Senaryo Kuyruk Modeli.....	62
Şekil 4.52. 8.Senaryo Kuyruk Modeli.....	63
Şekil 4.53. 9.Senaryo Kuyruk Modeli.....	64
Şekil 4.54. 10.Senaryo Kuyruk Modeli.....	64
Şekil 4.55. 11.Senaryo Kuyruk Modeli.....	65
Şekil 4.56. 12.Senaryo Kuyruk Modeli.....	65
Şekil 4.57. 13.Senaryo Kuyruk Modeli.....	66
Şekil 4.58. 14.Senaryo Kuyruk Modeli.....	67
Şekil 4.59. 15.Senaryo Kuyruk Modeli.....	67
Şekil 4.60. 16.Senaryo Kuyruk Modeli.....	68

Şekil 4.61. 17.Senaryo Kuyruk Modeli.....	69
Şekil 4.62. 18.Senaryo Kuyruk Modeli.....	69
Şekil 4.63. Arena Animasyon Çalışması.....	70
Şekil 5.1. Run Setup.....	72



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1. Ürün Rota ve Makine Bilgileri	28
Çizelge 4.2. İstasyon Makine Bilgileri.....	29
Çizelge 4.3. Ürün Sipariş Bilgileri.....	36
Çizelge 4.4. İşlem Süreleri	36
Çizelge 5.1. Exp=10 Veri Sonuçları	73
Çizelge 5.2. Exp=12 Veri Sonuçları	74
Çizelge 5.3. Exp=15 Veri Sonuçları	75
Çizelge 5.4. Min-Max Değer Sonuçları	76

KISALTMALAR DİZİNİ

NP-Hard Zor Problem Türü

İSGİ-FİFO İlk Sisteme Gelen İlk Çıkar

EETT-EDD En Erken Teslim Süresi

EUBZ-LWT En Uzun Bekleme Süresi

AO-PW Aciliyet Oranı

İSEK-SPT En Küçük İşlem süresi

EUİS-LPT En Uzun İşlem Süresi

SGİÇ-LİFO Sisteme En Son Gelen İlk Çıkar

EAOS-LRNOP En Az Operasyon Sayısı

EFOS-MRNOP En fazla Operasyon Sayısı

ACV - Soyutlama – Kademeli Somutlaştırma – Doğrulama

TPS - Toyota Üretim Sistemi

TWK-Topla İş

1. GİRİŞ

Teknolojinin artması ile birlikte üretim alanlarında rekabet ve buna bağılı olarak da ucuz ve kaliteli ürün üretme çabaları da tüm fabrikaların öncelikli hedefi haline gelmiştir. Bu hedef için mevcut sistemi iyi analiz etmek gerekmektedir.

Analizi yapılan sistemin kaynaklarının etkin bir biçimde kullanılmaması, hatlarda yaşanan dar-boğaz, dengelenmemiş iş akışları, yanlış bilgi aktarımı verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Bu durum ise maliyeti arttırmakta ve müşteri memnuniyetsizliğine neden olmaktadır.

Çizelgelemesi doğru yapılan sistemlerin memnuniyetsizlik oranı azalacaktır. Firmalar bu oranı azaltmayı hedeflemektedir. Uygulama çalışmalarında çizelgeleme teknikleri çeşitlilik gösterecektir. Bunlardan birisi olan benzetim tekniklerinden oldukça yararlanılmaktadır.

Çalışmada ilk olarak literatürdeki benzetim çalışmalarına yer verilmiştir. Bir sonraki bölümde ise benzetimin özelliklerinden ve yapısından bahsedilmiştir. Daha sonra sistem analizi yapılarak sipariş bilgileri, makine özellikleri ve sistemin yapısı anlatılarak uygulama gerçekleştirilmiştir. Farklı çizelgeleme senaryoları uygulanmıştır. Uygulamada çıkan sonuçlar performans ölçütleri; tamamlanma süresi, geciken iş adeti, makine kullanım oranı, akış süresi baz alınarak karşılaştırma yapılmış ve değerlendirilmiştir. Çıkan sonuçlar sistemin amacı doğrultusunda uygulayacağı stratejisi hakkında yol gösterecektir.

Bu çalışmada, demir çelik sektörüne ait bir atölye ele alınmıştır. 3 farklı sipariş geliş hızına göre, 18 senaryoda farklı tezgâh yükleme stratejileri uygulanmıştır ve hatların etkin bir biçimde çizelgelenmesi hedeflenmiştir.

Problemin asıl amacı farklı geliş hızlarına göre sistemin vereceği tepkileri ölçmektir. Buna bağlı olarak uygun stratejilerin bulunması sağlanmıştır. En önemli performans değerlendirme ölçütümüz olan tamamlanma süreleri için çıkarımda bulunmuştur.

Dinamik yapıda olan sistemler literatürde oldukça geniş yer tutmaktadır. Problemdede sürekli değişen sipariş miktarları olan bu dinamik yapının strateji değerikliğindeki sonuçları analiz eden bir uygulama çalışması yapılmıştır. Çalışma farklı dönemlerdeki ortaya çıkan dengesizliği ortaya koymuştur.

Çalışılan simülasyon ile hatların mevcut durumu, yeni eklenecek yatırımların sonuçlar açısından karar vericilere yardım edilmiştir.



2. LİTERATÜR TARAMASI

Üretim sistemleri; işgücü, malzeme, sermaye gibi girdilerin mal ve hizmete dönüştürülmesidir. Sistemlerin birçoğu karmaşık yapıdadır. Bu yapıların çözümünde matematiksel modeller ile çözmek genellikle mümkün olmamaktadır. Bu sebeple sistemin analizi ve çözümü için benzetim çalışmalarından yararlanılmaktadır. Üretim sistemlerinde benzetim; sistemin karmaşık yapısını basitleştirerek bilgisayar destekli iyileştirme çalışmalarında karar aracı olarak kullanılmaktadır.

Simülasyonun tarihine bakacak olursak “WEICH” olarak adlandırılan 5000 yıl önce Çin savaş oyunlarından başlayıp, 1950 yıllarında askeri alanda stratejik planlamada kullanılması ile son 20 yılda gerçek hayatta oldukça kullanılmaya başlamıştır. Keskin(2017). Simülasyonun bu kadar yaygın kullanılmasının bir nedeni de bu stratejik planlamada alternatif çözümler sunabilmesidir. İncelenen literatür taramalarında simülasyon konusu üzerine uygulanan çalışmalara ağırlık verilerek inceleme yapılmıştır.

Literatür çalışmalarına baktığımızda Gerşil (2004)’de ifade ettiği gibi aslında “Simülasyon kendi kendine problemi çözmez. Ancak problemi tanımlayarak, alternatif çözümleri sayısal olarak değerlendirir.”

Dinamik yapılarda çizelge oluşturulurken farklı yöntemler de kullanılmıştır. Pınar (2008)’de üretim ve hizmet süreçlerinden farklı bir konu olarak belirlediği bir ülke için silahlı kuvvetlerine yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu model hazırlanırken uzman kişilerden faydalanıp, problem çözümü için simülasyon çalışmasından farklı Rinott yöntemini seçmiştir.

Çörekçioğlu (2010), çalışmasında üretim etkinliği arttırmak için pres sac üretim atölyesinde simülasyon yaklaşım çalışmasını gerçekleştirmiştir. Farklı bir yöntem kullanarak çalışmasını PROMODEL 4.22 simülasyon programı ile modellenmiştir. Çalışmanın amacı tezgâhtaki bekleme süresinin azaltılmasıdır. Yaptığı çalışma ile farklı kapasite miktarlarının sistem üzerindeki değişikliğini analiz etmiştir. Daşçı (2010) ise, üretim süreçlerindeki karmaşıklığa çözüm aramak isteyen firmaların yalın

Üretim teknikleri üzerinde çalışmıştır. Sadece retme anlayışının ortadan kalkması ile yalın üretim uygulama çalışmaları yapılarak üretimden müşteriye kadar olan verimliliği etkileyecek bütün tıl durumları simülasyon yardımı ile ortadan kalkmasına yönelik çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda yalın üretim uygulamasının gerekliliğine ulaşılmıştır.

Florence (2011), stratejik aę tasarımı konusunu ele almıştır. Simülasyon modelinin, çeşitli tedarik ağı tasarımlarının değerlendirilmesi için geliştirmiştir. Model, tedarik zinciri faaliyetlerinin bütünlüğünün dinamiklerini yeniden üretilmesini sağlamıştır. Simülasyon uygulaması, çeşitli performans ölçütlerini hesaplamasına olanak sağlamıştır. Bu göstergeler karar vericiye işletmenin karı ve müşterinin hizmet seviyesi hakkında bilgi vermiştir.

Yelkenci ve Tunalı (2011), kesikli sistem simülasyonu uygulama çalışması yapmıştır. Eşanjör retim hatlarda oluşabilecek kuyrukların belirlenmesi amacıyla Arena programı ile modellemiştir. Darboğaz yaşanan hatları belirleyip çözümü için alternatif öneriler sunmuştur.

Yersel (2012), cevher hazırlama ve zenginleştirme tesislerinin verimliliğinin artırılmasına ait yaptığı simülasyon çalışması incelenmiştir. alışmasında Aggflow paket programı kullanılmıştır. Oluşturulan simülasyon modelleri üzerinde yeni tasarım fikirleri için girdi ve değişkenler tanımlanarak yüzlerce senaryo üretilmiştir. Çalışmada retim devreye alınmadan kontrol sistemi sayesinde tasarım hatalarının çoğunlukla ortadan kalktığı gözlemlenmiştir.

Dinamik yapıda çalışan sürekli değişebilen ve uygulanan stratejiler açısından benzerlik gösteren reki (2014) ise, Atölye tipi üretim yapan bir sistemde iş çizelgeleme için simülasyon oluşturarak kendini yenileyen bir sistemi incelemiştir. alışmasında 50 farklı ürünü ele alarak 4 iş merkezli ve her iş merkezinde 4 özdeş makine bulunan bir atölye tasarlamıştır. Bu atölyede 25 farklı alternatif üreterek sonuçları Arena programı ile modellemiş ve olası sonuçları yorumlamıştır.

Pekel (2015), ise sürekli artan nüfusa bağlı olarak gelişen toplu ulaşım sorununu ele almıştır. Probleminde sosyal hayatta en çok yaşadığımız bu karmaşık yapıda hem hizmet veren hem hizmet alan için iyileştirme gerekliliğini savunmuştur. Arena simülasyon programını kullanmak için; yolcuların gelişler arası süresi, duraklar arası mesafe, otobüs kapasitelerini analiz ederek ideal çizelgelemeyi bulmayı hedeflenmiştir. Metrobüs hattında 6 farklı senaryo geliştirerek en iyi senaryoyu bulmuştur. Çalışma, maliyet faktörünün eksikliğinden yetersiz kalmıştır.

Ersöz (2016), dinamik veriler ile simülasyon senaryoları geliştirerek alternatif çizelgelerin üretilmesini oluşturmaya çalışmıştır. Tezgâhların, parça kartlarının her bir operasyonunun tanımlanması, taşınması için bir RFID barkod sistemi kullanmıştır. Arena programında 36 farklı senaryo ile çalıştırarak sonuçları incelemiştir. Sonuçta en iyi senaryo bulunmuştur. Tezgâh ve işgücü doluluk oranlarının raporlanması sağlanmıştır. Yapılan çalışma barkod sistemi uygulaması ile simülasyon uygulamasına örnek olmuştur.

Takakuwa (2018), Endüstri Mühendisliği bölümü öğrencilerinin üretim yönetimi/ operasyon yönetimi derslerini gerçek üretim etkinliklerine uygulamak için bir dizi çalışma yapmıştır. Bu çalışma ile konusu manyetik kontaktör hattı dengeleme olan bir TPS(Toyota Üretim Sistemi) tanıtılmıştır. Öğrencileri küçük gruplara ayırıp, zaman etüdü çalışması ve hat dengeleme yapmıştır. Çalışmaların tamamı simülasyon ortamında kurgulanıp değerlendirilmiştir. Benzer bir amaç için yapılan Annamaria (2018) çalışmasında, işletmelerin temel sorunu, üretim süreçlerinin optimizasyonu sağlaması gerektiğini savunmuştur. Simülasyon kullanımının sonuçlarından bazıları şu şekilde sıralamıştır; verimliliği ve üretimi artırmak, enerji ve hammadde maliyetini azaltmak, optimize edilmiş yeni lojistik rotaları kurgulanmasının sağlamaktır. Üretim süreci ne kadar etkili ise lojistik süreci de müşteri memnuniyetinde bir o kadar etkilidir.

Klodawski, (2018), dağıtım depoları gibi lojistik tesisler için tedarik zincirinin yönetimi problemini, konu edinmiştir. Lojistik depoların temel görevi düşük maliyet ile siparişlerin optimum zamanda müşteriye ulaştırmaktır. Bu sebeple optimum maliyet ile depolama ve sorunsuz ulaşım istenilen sonuçtur. Çözüm yolu olarak

simülasyon tekniğinden yararlanmıştır. Simülasyon ile toplanan sayısal verilerin analizi ve raporlanması anlaşılır bulunmuştur.

Gabriel (2018), simülasyonu daha farklı bir alanda kullanmıştır. Madencilikte, maddenin taşınması çok önemli yer teşkil etmektedir. Konveyör sistem taşıma sisteminin temel taşı görevi görmektedir. Simülasyon sistemi ile konveyör hattın analizi ve ileride oluşabilecek güvenlik risklerini gözlemlenmiştir.

İnal (2018), çalışmasında 30 farklı tezgâh iş yükleme kuralı ve 9 farklı performans ölçütü ile sonuçları kıyaslanmıştır. Arena paket programı ile oluşturulan dinamik atölye ortamının sonucunda gecikmeleri azaltan stratejinin SPRO (slack per remaining operations) olduğu görülmüştür.

Simülasyon üretim süreçlerinin yanı sıra hayatın birçok alanındaki problemleri çözmek içinde literatürde oldukça çalışılan bir konu olmuştur.

Ana (2019)'da simülasyon konusu üzerinde çalışma yapmıştır. Üretilen ürünlerin stokta kalıp kalmayacağına ve bunların taahhütlü siparişlere rezerve edilmesi kararını vermek için sistemi simüle etmiştir.

Kılıç(2019), enerji üretim sektöründe faaliyet gösteren bir firmada çalışmasını yapmıştır. Çalışmanın amacı verimli ve dengelenmiş hat tasarımı oluşturmaktır. Mevcut hattı Arena programın aktarılmış, hattaki darboğaz oluşturulan alanlar belirlenmiştir. Modelin revize hali ile karşılaştırma yapılarak analiz edilmiştir.

3. SİMÜLASYON

Simülasyon, bilgisayar tabanlı bir yazılım sistemi olup gerçeğe en yakın analizleri ortaya koymayı amaçlamaktadır. Simülasyon yeni kurulacak bir sistemin nasıl tasarlanacağı veya kurulmuş olan sistemin yapılacak değişikliklere nasıl uyum sağlayacağını görmemize imkân sağlayacaktır.

Üretim süreçlerindeki karmaşıklığın artması, ürün çeşitliliğinin artması ve sistemlerin büyümesiyle üretim tesisleri öngörü yapılabilen sistemlere ihtiyacı arttırmaktadır. Tesis içine yapılabilecek en küçük bir değişiklik bile oldukça maliyetlidir. Bundan dolayı yatırımların planı için simülasyon verilecek kararlara yön gösterecektir. Modelleme için özel bir eğitim, sistemin analizi için ise zaman gerekmektedir.

Uzman kişiler tarafından modellenen sistemlerde, simülasyon ile üretimde herhangi bir risk almadan kararlar alınabilir. Benzetim, her geçen gün gelişmekte olan bilişim teknolojisi ile entegre olarak yeni uygulamalarıyla karşımıza çıkmaktadır. Sistemlerde en çok karşılaştığımız problem olan üretim hatlarının dengesizliği, benzetim çalışmalarıyla hat dengelenmeye çalışılmaktadır. Bu sayede âtil sürede azalma görülecektir. Bu âtil sürelerin görülebilmesi için en çok ihtiyaç duyulan konulardan birisi de veri analizi değerlendirilmesidir.

Simülasyon araçları ile yapılan animasyon çalışmalarıyla hem görsel hem de matematiksel değerlendirmeye yardımcı olmaktadır. Bu sayede süreç odaklı görmemizi sağlayacaktır. Süreçleri genel olarak görmemizi sağlayarak, deneyerek sonuç elde etme imkânının olmadığı durumlarda karar verme aracı olarak kullanılmaktadır. Karmaşık ve zor problem (NP-Hard) türlerinin çözümünde bize kolaylıklar sağlamaktadır.

Değişen koşullara bağlı sonuçların sistemde nasıl bir etki yarattığını kısa sürede görmemizi sağlamaktadır. Kurulan simülasyon modeli farklı senaryo denemelerine olanak sağladığı için alternatif senaryoların sonuçlarını da bize kolay, anlaşılır ve doğru özet raporları ile gösterecektir. Buda daha hızlı karar verme olanağı

sağlayacaktır. Bilişim teknolojisindeki gelişme simülasyon modellerinin gerçek hayata ki uygulamalarına kolaylık sağlamıştır.

3.1. Simülasyonun Özellikleri

Benzetim birçok farklı dilde farklı anlamlar taşısa da 20. yüzyıldan itibaren teknik bir anlam kazanmaya başlamıştır. Simülasyon ise Latince kökenli bir kelimedenden türeyip taklit, benzer anlamına gelmektedir. Türker (2011), Türkçe de teknik olmayan anlamda simülasyon karşılığı olarak “yalancı,” “sahte” sözcükleri kullanılır ve teknik anlamda simülasyon terimi uzun zamandan beri bilinir.

Günümüzde ise bir sistemin işlemesi ve yeni yapılacak olan sistem için deney yapmak ve mevcut sistem için bir ortam hazırlamak, taklit etmek için kullanılmaktadır.

Sistemlerin oldukça pahalı olması ve oluşturulacak sistemin zamanının fazla olması sistemde oluşacak herhangi bir aksaklık durumunda yaşanacak aksaklıklar için risk oluşturmaktadır. Bu sebeple firmalar bu aksaklıkları tahmin edebilmek için önceden sistemin yapay bir taklidini görmek isteyecektir. Yapılacak olan bütçe ve üretim planlarını daha belirgin ortaya koyacaktır. Kaza riskleri azalacaktır. Benzetim sistemin girdilerinin, performanslarının çıktısı üzerinde nasıl bir sonuç oluşturduğunu da bize göstermektedir. Yeni malzeme, ekipman ya da sistemde yapılacak olan herhangi bir değişikliğin nasıl bir etki edeceği, nereler de darboğaz oluşabileceği, üretimde etki eden kritik noktaların belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu sayede farklı üretim stratejilerin, alternatiflerin oluşturulmasın da geleceği günümüze taşıyarak bize ışık tutacaktır.

Simülasyon bize sistemin üretim kapasitesi ne kadar kullanıldığı, hatlardaki darboğaz, âtil süreler, hat etkinliği hakkında bilgi veren bir uygulamadır.

3.1.1. Simülasyonun Avantajları ve Dezavantajları

Teknolojinin gelişmesi ile firmalar bu gelişmelere ayak uydurmak zorunda kaldıklarından dolayı üretim sistemlerinde de teknolojik gelişmeleri yakından takip etmektedirler. Makine ve teçhizatlar ise oldukça pahalı olmaktadır. Teknolojik yatırımlarının nasıl sonuç vereceğini, darboğaz yaşanma riskini görmek isteyecektir. Benzetim bu konuda önceden tahmin etmek kolaylığı sağlayacaktır. Sistemi daha geniş bir açıdan bakarak yeni fikirler ortaya koyma noktasında bize fayda sağlayacaktır.

Sistemin içerisinde herhangi bir yatırım yapılmadan farklı stratejiler, farklı üretim planlamaları yapıldığında verimliliğinin belirlenmesi, farklı amaçlar doğrultusunda alınacak olan kararlar noktasında bize detaylı bir rapor sunmaktadır.

Dinamik sistemlerin karmaşıklığı her zaman matematiksel modeller ile modellenememektedir. Bu karmaşıklığı simülasyon çalışmaları ile belirlenebilmektedir. Simülasyon çalışmalarını yaparken gerçek verilerden yola çıkılmaktadır. Bu veriler çoğunlukla kolay elde edilebilen verilerden oluşmaktadır. Buda bize gerçekçi veriler koyma noktasında fayda sağlamaktadır. Birçok sistem için kullanılma kolaylığı ve sistemin tüm yönleri ile incelenebilme özelliği bulunmaktadır.

Özellikle büyük firmaların sistemde değişikliğe gitmesi kolay olmayacak ciddi bir uzun süre gerecektir. Bu yüzden atılan adımların daha sağlam olması gerekmektedir. Benzetim bu zaman dilimlerini bilgisayar ile kısa sürede gözlemleyerek sonuçları tahmin edebilmektedir.

Optimal sonuç vermediği için tam anlamı ile gerçeği yansıtmayacaktır. Sistemin iyi analiz edilmediği durumlarda yanlış kararlar alınmasına sebep olabilmektedir. Simülasyonu yapan kişinin sistemi bilen ve deneyimli kişilerden oluşması gerekmektedir. Simüle eden kişinin amacı net olmalıdır. Amacı net olmayan bir modelin planlaması da sağlıklı olmaz. Birçok parametresi olan modelin verilerindeki herhangi bir eksiklik sonuçları etkileyebilir.

Benzetim sistemlerin üretim zamanının daraltılmış veya genişletilmiş zamanını inceleyerek oluşacak sonuçlar konusunda ön bil bilgi sunacaktır. İşletmede ele alınan sistemin değişkenlerinin analiz etmesinde ve değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bazı durumlarda benzetim uygun olsa da analitik yöntemlerin daha uygun olduğu durumlar olabilir bunu iyi analiz etmek gerekir.

Teknolojiye bağlı yeni sistemler, yeni fikirler, düzen çalışmaları, yalın üretim çalışmaları kısacası firmada yapılan her değişiklik üretimi etkileyecektir. Bu değişikliğin firma açısından ne gibi sonuçlar doğuracağını önceden görmek adımlar atılmasının karar verme sürecinde oldukça fayda sağlayacaktır. Çünkü bazı kararlar arkasında hem ciddi bir sorumluluk hem de maddi açıdan firmaya bir yük getirecektir. (Çörekçioğlu,2010) Bir sistemin var olmaması o sistemin modellenmesi için bir sorun teşkil etmez. Bilhassa maliyeti büyük olacağı bilinen sistemlerin modellenmesi şarttır.

Değişen koşullar altında bir tasarımın performans değerlendirmesi aracı olarak kullanılacaktır. Her ne kadar araç olarak kullanılsa da bir optimizasyon aracı değildir bunu unutmamak gerekir. Simülasyon modeli eksiksiz ve hatalı girilmelidir ki yanlış sonuçlar verilmesin. Sistemin karmaşıklığı arttıkça simülasyonda da gerçek verilerin girilmesi zorlaşacağı için doğru sonuç alamama riski de artacaktır. Doğru problemlerde doğru analizler yapılırsa ve gerçek veriler simüle edilirse doğru kararlar verilebilir.

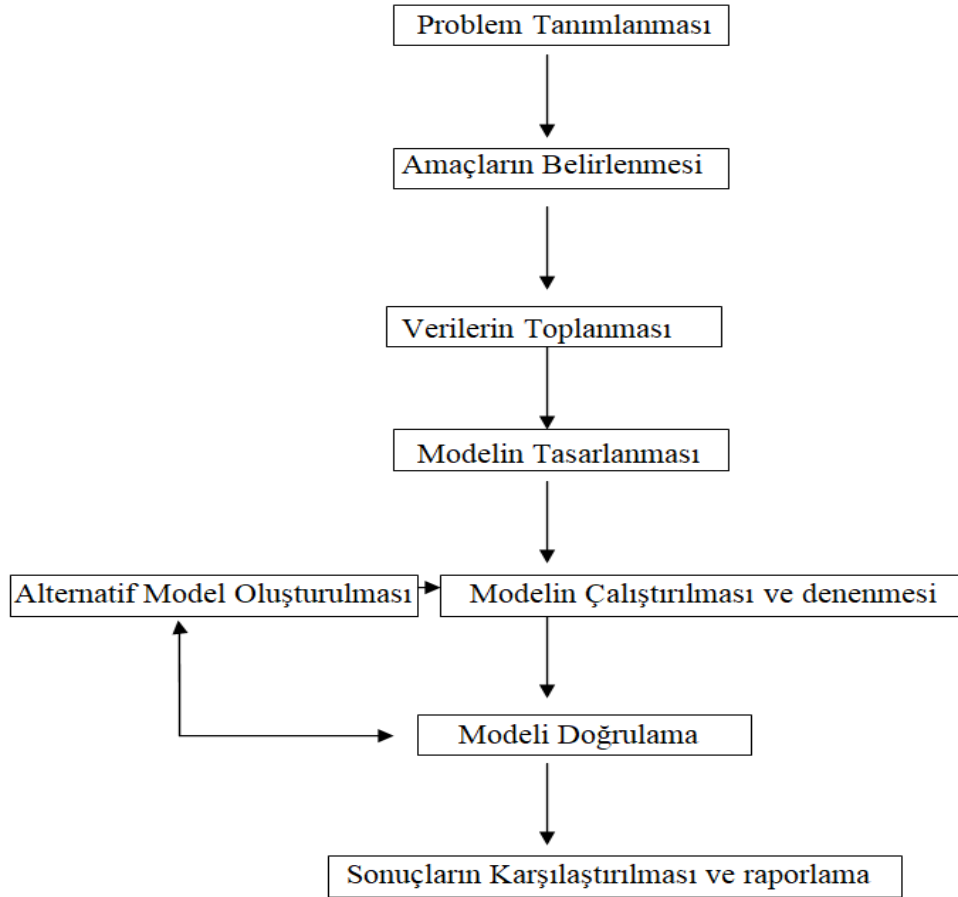
Benzetim eğer ise soruları sorarak, deneme yanılma esasına dayalı deneyler yapan bir karar destek aracıdır. (Gerşil,2004)

3.2. Üretimde Simülasyon Kullanımı

Üretimde işletmelerin sahası genişledikçe sorunlarda bununla beraber artmaktadır. Müşteri memnuniyetlerini artırma isteği, rakiplerin çoğalması ile birlikte de firmalar teknolojik gelişmeleri yakından takip etmek zorunda kalmaktadırlar. Gelişmeleri takip ederken problemler çıkmakta ve simülasyon yöntemleri uygulamaları yapılarak

en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Simülasyonda yapay bir sistem oluşturarak görsel halde sistemin incelenmesi kolaylaştırılır.

Simülasyon çalışmasının adımları;



Şekil 3.1. Simülasyon Çalışması

Şekil 3.1’de benzetim çalışması adımları yer almıştır. Öncelikle problemin belirlenmesi ve simülasyon modelinin uygun bir çözüm yöntemi olduğunun anlaşılması gerekir. Amaçlar belirleyip çözüm odaklı ilerlenmelidir. Belirli bir amaç doğrultusunda, konular belirlenmeli bu konular üzerinde veriler toplanması gerekmektedir. Veri toplanırken çok dikkatli olmak gerekmektedir. Çünkü amacı belli olmayan bir problemde yanlış veri toplanması ve konunun dağılması muhtemeldir. Toplanan verilen bilgileri uzman kişiler tarafından değerlendirilmelidir. Kullanılan verilerin uygun ve doğruluğu çok önemlidir. Bu veriler ışığında modelin

güvenilirliği ortaya çıkmaktadır. Yanlış olan verilerin uygulama sonucu da bize gerçeği yansıtmayacağı gibi bizi yanlış kararlar konusunda yanıltabilmektedir.

Analizler sonucunda model tasarlanmalıdır. Bu model sistemin birbiri arasındaki ilişkiyi ortaya koyar. Model gerçek sistem ile örtüşmelidir. Modelin kurulurken gözlem yeterli kalmayacaktır. Sistemin içinde bulunan bilgili kişilerden faydalanmak avantaj sağlayacaktır. Modelin denenmesi ve doğrulanması yapıldığında modelde zaten bir sorgu aşaması başlayacaktır ihtiyaca göre yeni alternatif öneriler sunulacaktır. Çok fazla bilgi gerektiren, zaman alan modeller maliyetli olabilir, bu yüzden model seçimi yaparken buna dikkat etmemiz gerekebilir. Her alternatif model denemesi için benzer olaylar sırası oluşturulabilir. Alternatifler arasındaki fark gözlemlenecektir. Sistem içerisinde görülmeyen bazı problemler model aşamasında kendini göstererek geliştirici fikirler ortaya koyulacaktır.

Senaryoların benzetim ile değerlendirilmiş olan sisteme ait sonuçları bir rapor oluşturularak dikkatli bir şekilde hangi alternatifin en iyi ve doğru sonuç verdiği uzman kişiler tarafından belirlenmelidir. Buna ek olarak yeni oluşabilecek diğer alternatif senaryolar üzerinde de durulmalıdır. Simülasyon modelleri karar verme aracı olarak sık sık çıkmaktadır.

İyi bir Simülasyon Modeli;

- Doğru ve anlaşılır olmalı
- Alternatif modeller için revize edilebilmeli
- Kullanım uygunluğu olmalı
- Evrensel olmalı, çelişkiler içermemeli
- Amaca uygun modellenmelidir.

Simülasyonun kullanımını belirli başlıklar altında toplayabiliriz.

Montaj hattında;

Montaj hatlarının dengelenmesinde simülasyon ile hatların dengeleme sürecinde faydalanılabilir. Farklı şartlar altında iş merkezlerine yüklenecek yükü dengeleyerek

atıl sürelerin azalması yapılabilir. Elle yapılan çizelgelere göre daha hızlı sonuçlar alınabilmektedir. Hattın etkinliğini ve verimliliğini arttırmak için kullanılan en yaygın uygulamalardan birisidir. Bu konuda yapılan akademik çalışmalar sıkça karşımıza çıkmaktadır.

Depoda;

Üretim sürecine istinaden çıkacak olan ürünlerin teslim süreleri ile bir simülasyon modeli oluşturulabilir.

Tamir ve bakım sistemlerinde;

İş makinalarının herhangi bir aksaklık olması ve çalışmaz duruma gelmesi halinde birçok fabrika bu duruşlar için ağır bedeller ödemektedir. Sistemin aksamdan çalışmasını sağlamak bakımı belirli bir süreler halinde yaptırmak gerekmektedir.

Yapılacak olan onarım alternatiflerinin belirlenmesinde bakım simülasyon analizinden faydalanılabilir. Arıza olması durumunda alternatif senaryosunu simülasyon ile rahatlıkla gözlemleyebiliriz.

3.3. Simülasyon Modelinin Türleri ve Yapısı

Sistem üzerinde model yapılmadan önce sistemi anlamak gerekir.

Simülasyon modeli problemin tanımlanması, amacın oluşturulmasından başlayıp bilgisayar ile modellenip sonuçların oluşturulması işlemi analiz edilip karar verilmesi sonuçlanmaktadır.

İşletmeler, performanslarının düşmesine neden olan problemlerle karşı karşıya kaldıklarında, genelde hemen maliyeti yüksek çözüm alternatiflerini uygulama sürecine girerler. Fakat gerçek hayata uygulandığında, bu çözüm önerilerinin nasıl sonuç vereceği, gerçekten performansı artırıp artırmayacağını önceden tahmin etmek zordur. Küçükönder ve Uçar (2015)

3.4. Simülasyon Modelinin Sınıflandırılması

Modelin başarısı o modeli ne kadar gerçeği yansıttığı ile doğrudan ilgilidir. Simülasyon modellerini çeşitli şekillerde de sınıflandırılabilir. 3 ana başlık altında toplayacak olursak;

- ✓ Dinamik ve Statik Simülasyon Modeli
- ✓ Stokastik(Olasılıklı)- Deterministik (Belirli) Simülasyon Modelleri
- ✓ Kesikli-Sürekli Simülasyon Modelleri

3.4.1. Dinamik ve Statik Simülasyon Modeli

Dinamik simülasyon modelinde ise belirli bir zaman aralığında o anı durumu söz konusudur. Zaman içerisindeki sistemlerin değişimleri bize göstermektedir. Bir matematiksel modeldir.

Statik simülasyon dinamik simülasyondan farklı olarak sistemin zaman boyutu dikkate alınmaksızın o an durumundaki modelidir. Statik simülasyon modelleri çoğu zaman Monte-Carlo simülasyonu olarak da bilinmektedir.

3.4.2. Stokastik - Deterministik Simülasyon Modelleri

Deterministik (Belirli) sistemin göstereceği davranışları tahmin edebilen modellerdir. Sistem açık bir şekilde içsel ve dışsal değişkenler rassal değildir. Bunun aksine Stokastik (Olasılıklı) simülasyon modelinde belirsizlik bulunmaktadır. Girdi değerleri olasılık dağılımları ile ifade edilmektedir. Gerçek hayata en yakın olan stokastik sistemler gelecek hakkında olasılığa bağlı yorum yapılabilir. Deterministik modellerden daha karmaşık olan bu modellerde çözümlerin yeterli olması çok güç olsa da oldukça başvurulan bir yöntemdir.

3.4.3. Kesikli-Sürekli Simülasyon Modelleri

Sistemlerin durum değişkenleri zaman içerisinde bazı noktalarda anlık olarak değişebilmektedir. Kesikli simülasyon modeli ile sistemin zamana göre değiştiği andaki olayın benzetimi yapılmaktadır. Örneğin bir markete gelen müşterinin kararını anlık değiştirmesi gibi.

Sistemin durum değişkenleri, zamanın herhangi bir anında değişir ve kesikli değerler alır.

3.4.4. Açık Döngü ve Kapalı Döngü Simülasyon Modelleri

Uygulanacak olan simülasyon modelinde bilgi aktarımının geri dönüşü sağlanıyorsa bu açık döngü geri bildirim alınamıyorsa kapalı döngü simülasyon modeli olacaktır.

3.5. Simülasyon Dilleri

Gerçek hayatta karşımıza çıkan olayların bilişim teknolojisi ile desteklenen modellemeler sayesinde olayların taklit edilebilmesi hatta karımıza belki de hiç çıkamayacak olayları bile öngörebilme olanağı sağlamaktadır. İyi bir simülasyon tam ve evrensel olmalıdır.

Kullanılabilir bazı simülasyon dilleri şu şekildedir;

- ✓ Gpss(III)
- ✓ Gasp(4)
- ✓ Dynamo
- ✓ Simscript II.5
- ✓ Q-Gert
- ✓ Promodel
- ✓ TaylorII
- ✓ Simula8
- ✓ Arena

✓ Simio

Simülasyonu oluştururken öncelikle basit bir şekilde başlayıp daha sonra karmaşılaştırılmalıdır. Türkçe de karşılığı benzetim olan simülasyonun teknik anlamında taklit anlamına gelmektedir. Optimizasyon problemleri olan matematiksel modellerin analitik çözümlerinin doğruluğunu gerçekleştirmek içinde kullanılabilir. Bir uygulama sınırlamasının olmaması dolayısıyla birçok akademik konuda karşımıza çıkan bir uygulama yöntemidir.

3.6. Üretim Sistemleri ve Planlama

Üretim denilince akla ilk gelen şey ortaya bir mal veya hizmet üretimi gelse de bununla sınırlı değildir aslında değeri olan bir mala katma değer katılması olarak da tanımlanabilir.

Üretim sistemleri, kullanılan malzeme özellikleri, çeşitliliği, miktarı, üretim şekline göre farklı sınıflarda ele alınmaktadır. Bu üretim tipleri; seri üretim, parti tipi üretim, siparişe göre üretim ve proje tipi üretim olmak üzere çeşitlendirilirken, üretim akışı açısından sürekli ve kesikli üretim olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılır.

3.6.1. Sürekli Üretim

Tesislerin belirlediği bir ya da birkaç mamul için işlemlerinin sürdürüldüğü sistemlerdir. Üretimde hatta giren ürünlerin miktarı oldukça fazla bunun aksine ürün çeşitlilik miktarı az olan ürünlerdir.

Genellikle makine ve ekipmanlar standart ürünler için tasarlanmıştır. Herkesin görevi bellidir. Kalifiye işgücü gereksinimi azdır.

3.6.2. Kesikli Üretim

Kesikli üretim farklı ürünlere ait az miktarda üretimin gerçekleşmesi yapılmaktadır. Düzensiz bir talep söz konusudur. Talep düzensiz olduğu için daha çok genel makinelerin kullanımı söz konusudur. Bu sayede çeşitli üretime esneklik sağlanacaktır. Bu esnekliğe ayak uydurabilmek için kalifiye işgücü gerekmektedir.

3.6.3. Üretim Tiplerinin Sınıflandırılması

-Kitle Tipi Üretim

Bir üründen çok büyük miktarda uzun soluklu üretim yapılmaktadır. Oluşturulmuş olan fabrika yerleşimi, makine ve teçhizatlar da değişiklik yapılarak farklı bir üretime geçilebilmektedir.

-Akış Tipi Üretim

Kitle tipi üretime göre daha büyük miktarda ürün çıkışı gözlemlenmektedir. Görev tanımları ve makine kullanım talimatları standarttır. Bununla birlikte üretim süre ve süreçlerde bellidir. Üretim belirli ürünler için tasarlandığından farklı bir ürünün gelmesi hattın baştan düzenlemesi demektir. Ürün esnekliği yoktur. Yüksek miktarda hammadde stoğu buna karşılık ara stok düşük miktardadır. Yüksek sermaye yatırımı yapılmıştır.

-Parti Tipi Üretim

Gelen siparişlerin belirli partiler halinde üretime verildiği üretim sistemleridir. Ürün çeşidi fazladır ve ürün esnekliği bulunmamaktadır. Seri üretimde bulunan bir akış süreci bulunmamaktadır. Bu yüzden taşıma işlemleri parti tipi üretim için vardır. Üretim çeşitliliği fazla olduğu için genellikle ürün bazlı değil genel tezgâhların kullanılması daha çok tercih edilmektedir.

-Siparişe Göre Üretim

Müşterinin özel olarak belirlediği zaman, miktar bakımından özel ürün üretilmesidir. Tasarım müşteriye özeldir.

-Proje tipi üretim

Daha çok düşük miktarda hatta genellikle tek çeşit üretim için kullanılacaktır. Taşıma işlemi bulunmaz çünkü genellikle ürünler büyüktür ve belirli bir alan üzerinde yapılır. Çeşitli malzemeler talebe özel kullanılacaktır. Kalifiye elemanın gerekli olduğu üretim tipidir.

3.7. Dinamik Çizelgeleme

Çizelgeleme sezgisel veya matematiksel yöntemler kullanılarak kaynakların dağıtılmasıdır. İşin ne zaman biteceği, sıralaması, kimler tarafından yapılacağı gibi soruların cevaplarına karşılık vermektedir. Bu sayede üretim kaynaklarının en verimli şekilde kullanılması sağlanacaktır.

Teknolojinin getirmiş olduğu artan üretim ve nüfus ile gelen müşteri taleplerine hızlı cevap verebilmek için planlamanın doğru yapılması gerekmektedir. Doğru yapılan bir planlama da hem gelen müşteri taleplerinin zamanaşımı süresi azalacak, teslim tarih süreleri en aza indirilecektir. Yarı mamul envanteri en aza inerek stok alanları açılacaktır. İşlerin zamanında teslim edilmesi fazla mesai oranlarını da minimize edecektir. Çizelgeleme tiplerinden birisi olan dinamik çizelgeleme öncelik kurallarına dayanmaktadır.

Dinamik çizelgeleme yeni işlerin ortaya çıktığı dinamik bir yapının mevcut olan planı sürekli olarak yenilenmesiyle ortaya çıkan bir yöntemdir. Üretimlerin birçoğunda gerçekleşen dinamik yapı bu alanda yapılan çalışmaları giderek çoğaltmıştır.

3.7.1. Dinamik Çizelgeleme Uygulama ve Politikaları

Birçok sektörde kullanılan dinamik çizelgeleme uygulamaları sadece üretim de değil hizmet veren sistemlerde de uygulamaya geçmiştir. Örneğin;

- Hastaneler de hemşireleri doktor ve hastalara atamasında
- Eğitimde kullanılan ders ve sınav çizelgelerinde
- Hizmet ve Üretim yapan işletmeler için personel çizelgelemede
- Hava alanlarında Uçakların iniş ve kalkış sürelerinin çizelgesinde
- Otel ve araba rezervasyonlarında
- İşlerin çizelgelenmesinde
- Proje ve Tedarik çizelgelenmesinde

Daha birçok alanda kullanılan ve her geçen gün yenisi eklenen çizelgelerin akademik alanda uygulamaları çokça bulunmaktadır. Farklı çalışmalara bakacak olursak, (Kurugöl, 2006) yılında trafik problemini ele alarak çizelgenin benzetim çalışmasını yapmıştır.

Çizelgeleme, siparişlerdeki teslim sürelerindeki gecikme probleminin çözümünde yardımcı olmaktadır. Bu gecikmeler üretim süreçlerinde uzama, müşteri memnuniyetsizliği ve müşterilerin kaybına neden olmaktadır. Hiçbir firma bunu istemeyeceği için çizelgeleme yapmak sistemi buna zorunlu kılınmıştır.

Dinamik çizelgelerin çözümü için birçok yöntem vardır. Sezgisel yöntemler, Lineer Programlama, bizim de sistemde kullandığımız simülasyon modeli ve bilişim ile birlikte kullanımı daha çok yaygınlaşmaya başlayan yapay zeka yaklaşımları yöntemleri ile problemin türüne ve uygulanma alanına göre çözümler sağlanmıştır.

3.7.2. Çizelgeleme Öncelik Kuralları

Çizelgeleme problemlerinde yapılan öncelik kuralları en kısa süre de alınacak çözümlerin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Kural için gerekli olan tezgâh

işlem süreleri, sistem bilgileri, ürün bilgileri vb. gibi bilgiler kullanılmaktadır. Belirlenen hedefler doğrultusunda yapılacak kurallar ile istenen hedefe ulaşılabacaktır. Literatür de oldukça farklı öncelik kuralları türetilmiş bunlardan en geniş kapsamlı olan çalışma Panwalker ve Iskander (1977) tarafından yapılmıştır. Çalışmaların da 113 adet öncelik kuralını incelemiştir. Bu kurallar statik ve dinamik sistemde hedeflerine göre yer almaktadır. Dinamik sistemlerde ortaya çıkan uzun kuyruklar, planlamaların önemini artırması, kısıtlı zaman ve stok alanları kuralları zorunlu hale getirmektedir.

3.8. Çizelgelemede Öncelik Kuralları

Sisteme gelen siparişler ürün akışında ki ilk istasyondan başlayarak, akış rotasını takip edip en son paketleme ve depo noktasına gelmektedir. Burada işlem gören siparişlerin bitiminde depo kısmı üretimin sonunda yer almaktadır ve gelen siparişler uzun süren bir taşıma süresinden geçmemektedir.

Atölye tipi üretimlerde kullanılan siparişler için öncelik kurallarının bazıları aşağıdaki gibidir;

S1: İlk Sisteme Gelen İlk İşlenir (İSGİ-FİFO)

S2: En Erken Teslim Tarihi öncelikli(EETT-EDD)

S3: En uzun bekleme zamanı iş öncelikli(EUBZ-LWT)

S4: Teslim için kalan sürenin, kalan işlem sayısına oranı en küçük olan öncelikli

S5: Aciliyet oranı en yüksek olan öncelikli(AO-PW)

S6: İşlem süresi en küçük olan öncelikli(İSEK-SPT)

S7: İşlem Süresi en uzun olan öncelikli (EUİS-LPT)

S8:Sisteme en son gelen ilk çıkar(SGİÇ-LİFO)

S9:En az operasyon sayısı olan en öncelikli(EAOS-LRNOP)

S10:En fazla operasyon sayısı olan en öncelikli(EFOS-MRNOP)

3.8.1. İlk Sisteme Gelen İlk İşlenir

Bu kuralda gündelik hayatta kullanılan birçok sisteme benzemektedir. Eğer sistem içinde ilk gelen ürün o ise ilk işleme alınacak üründe o olacaktır. Hizmet sektörünün ana sistem temelini oluşturan bu kural üretim sistemlerinde de oldukça kullanılmaktadır. Burada amaç depo sorunu yaşayan birçok firma için ürünü bekletmeden, bozulmadan işleme alınıp müşteriye teslim edilmesidir.

3.8.2. En Erken Teslim Tarihi Öncelikli

Bekleyen siparişlerin teslim sürelerine göre çizelgesinin olduğu bir sıralama yöntemidir. Burada ki asıl amaç ürünün gecikme sürelerinin minimize hale getirilerek müşteri memnuniyetini maksimize etmektedir. En erken teslim süresi bulunan siparişler önceliğe alınır.

3.8.3. En Uzun Bekleme Zamanı İş Öncelikli

Bekleyen siparişlerden bekleme zamanı en uzun olan siparişin önceliğe alınmasıdır. Burada termin süresine veya aciliyetine bakılmaksızın bekleme süresi dikkate alınmasıdır. Bu çizelgede uygulaması görülmeyen bir sistemdir.

3.8.4. Teslim İçin Kalan Sürenin, İşlem Sayısına Oranı En Küçük Olan Öncelikli

Teslim süresi için kalan sürenin işlem sayısına bölünmesi ile oluşturulan bir sıralamadır. Burada her bir işlem sayısına ait kalan süre belirlenmiştir.

3.8.5. Aciliyet Oranı En Yüksek Olan Öncelikli

Gecikmesi istenmeyen, acil durumlar önem verilen sıralamadır. Öncelikli işler için kurulan bu sistemde müşteri memnuniyeti en önde tutulmaktadır.

3.8.6. İşlem Süresi En Küçük Olan Öncelikli

Siparişlerin işlem süreleri en kısa olan işlem sürelerinin önceliğe verildiği sıralama sistemidir. Birden fazla istasyondan geçen siparişler içinde toplam süresi göz önüne alınacaktır. Bu sistemin ana amacı akışı minimize edecektir. Bu yöntem oldukça orta ölçekli firmalar için kullanılan yöntemlerden birisidir.

3.8.7. İşlem Süresi En Uzun Olan Öncelikli

Bekleyen siparişler içinden en uzun işlem süresi bulunan siparişlerin önceliğe alınmasıyla oluşan sistemdir. Özdeş, paralel kurulan hatlarda dengeyi sağlamak amacı ile iş yüklenmesi yapılır.

3.8.8. Sisteme En Son Gelen İlk Çıkar

Sisteme en son giren siparişin en öncelikli çıkmasıdır. Sanayide uygulamasına çok az rastlayacağımız modelde müşteri memnuniyetinin bir kısmı için sağlanabilir. Genelde çok acil siparişler için tercih edilir.

3.8.9. En Az Operasyon Sayısı Olan En Öncelikli

Bazı siparişlerin gireceği operasyon sayısı diğerlerine oranla daha azdır. Buradaki amaç ise teslim edilecek ürün sayısını artırmaktır. Sistemin uygulanabilirliği kullanılacak sektöre bağlı olarak değişecektir.

3.8.10. En Fazla Operasyon Sayısı Olan En Öncelikli

Operasyon sayısı en yüksek olan siparişlere öncelik verilir. Hat içinde siparişlerin hattan çıkış süreleri arasındaki dengeyi sağlamak amaçlanmaktadır. Bu şekilde hat verimliliği artacaktır.

3.8.11. Sisteme En Son Gelen İlk Çıkar

Bu kural belki de senaryolar içinde en az kullanılan modeldir. Burada sıralama en son gelen ürünün ilk önce çıkmasıdır. Oldukça zaman kaybı ve teslim sürelerinin dikkate alınmadığı bir kuraldır.

4. SİSTEME AİT BİLGİLER VE MODELİN UYGULANMASI

İlk olarak sistemin analiz edildiği firmaya ait bilgiler yer almaktadır. Firmada bulunan 6 farklı üretim tipi ve 5 farklı makine çeşidine ait üretim süreçleri, rota bilgileri ve akış süreleri yer almaktadır. Daha sonra problemin açıklaması yapılarak, model oluşturulmuştur. 3 farklı dönemde 18 farklı senaryo geliştirilmiştir. Bölüm de Arena benzetim programının ait modelin ekran görüntülerine yer verilmiştir.

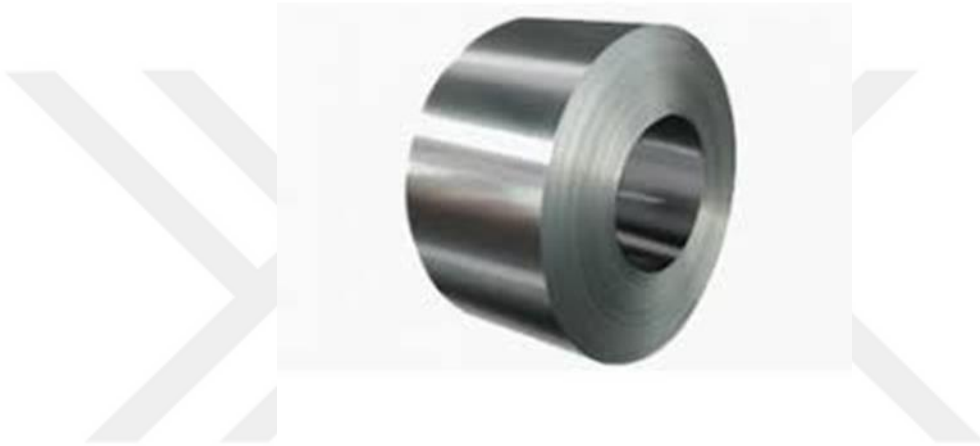
4.1. Sistem Analizi ve İş merkez Bilgileri

Sistemin analizi bu bölümde yapılmıştır. İş merkezi bilgileri, rota bilgileri, prosesin akışına ait bilgiler anlatılarak sistemin incelemesi yapılmıştır. Çalışma Karadeniz Ereğli de yer alan demir çelik sektörüne ait sac üretimi yapan bir firmada uygulanmıştır. Yerli sermaye kullanarak katma değerli ürünleri ile ekonomiye katkıda bulunmaktadır. Firma başta inşaat, otomotiv yan sanayi, beyaz eşya, ısıtma ve soğutma sektörleri başta olmak üzere pek çok farklı sektörün kullanımına sunmaktadır. 50 den fazla ülkeye ihracat gerçekleştirmektedir. Asitleme hattı, soğuk haddeleme hattı, galvanizleme hattı ve çelik servis merkezleri bulunmaktadır. Üretim 15.300 metrekare kapalı alanda yapılmakta olup 5 çeşit makine yer almaktadır. Bunlar; kesim, dilme, trapez mahya ve oluktur.

Çalışma tüketiciye ulaşmadaki en son aşama olan çelik servis merkezlerinde yapılan dinamik çizelgeleme uygulamasıdır. Sistemde yaşanabilecek makine yer ve sayı değişikliği, işçi/operatör sayı değişikliği yapılabiliyor olması, dinamik gelen siparişler sistemi dinamik yapıyı oluşturmuştur. Firma gün geçtikçe büyüyen bir firmadır. Buna bağlı olarak taleplerin artışı söz konusu olmaktadır. Sistemin sürekli gelişmeye ve değişime açık olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte sürekli değişebilen dinamik çizelgelemeyi zorunlu kılmıştır.

4.1.1. İstasyon Merkezleri ve Sistem Bilgileri

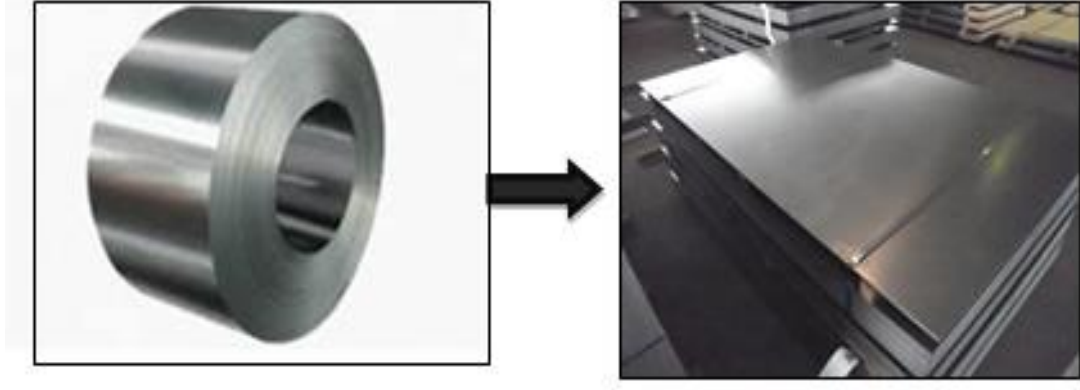
Ana ham madde rulo sac kesme, dilme trapez, mahya ve oluk hatlarında hazır olduğu varsayılarak ¼retime alınacaktır. Şekil.4.1. Rulo sac g¼sterilmiŐtir. Hammadde t¼m sipariş tipleri i¼in kullanılabilir. ¼retim tesisi; 2 adet K, 2 adet D, 2 adet T, 1 adet M ve 1 adet O makinesinden oluşmaktadır. Tesise ¼eŐitli ¼r¼n siparişi gelmekte ve genel olarak ¼r¼nlerin her birinin işlem s¼releri ve makine ayar zamanları farklılık g¼stermektedir. Bazı ¼r¼nlerin ise işlem sıraları benzerlik g¼stermektedir.



Şekil 4.1. Rulo sac

✓ K: Kesme

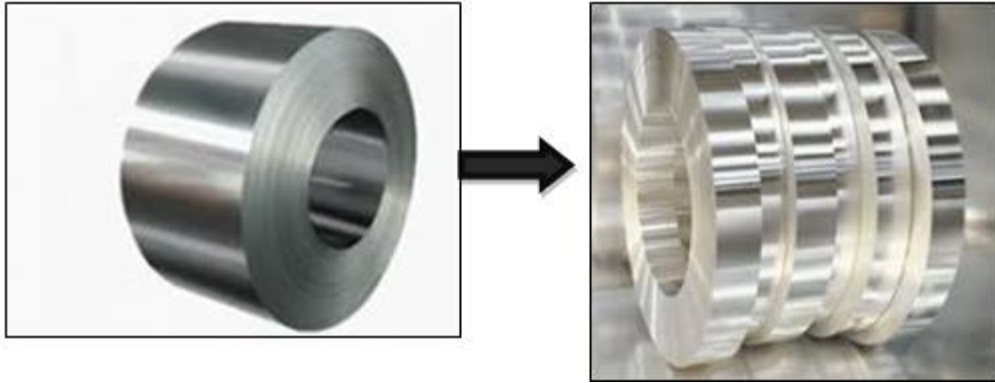
Sisteme ait 2 adet boy kesme makinesi yer almaktadır. Hatta giren rulo sacların istenen boy ¼l¼lerine g¼re kesim işlemi ger¼ekleŐtirilecektir. Kesme makinesinden ¼ıkan rulo sacların işlem g¼rd¼kten sonra ¼ıkan mamul Şekil 4.2’de yer almaktadır.



Şekil 4.2. Kesim Üretim Süreci

✓ D: Dilme

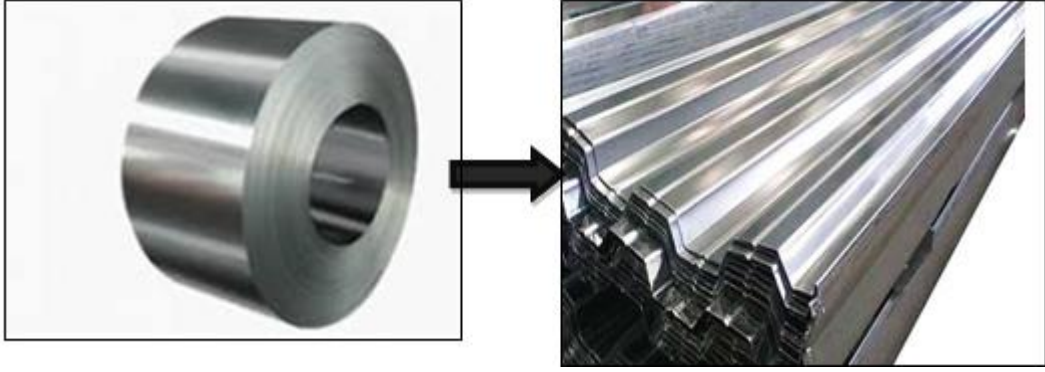
Dilme hattına giren rulo sac makine içerisinde bulunan bıçaklar yardımı ile dilinme işlemi gerçekleştirilecektir. Dilinme işlemi gerçekleşen ürün Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Dilme Üretim Süreci

✓ T: Trapez

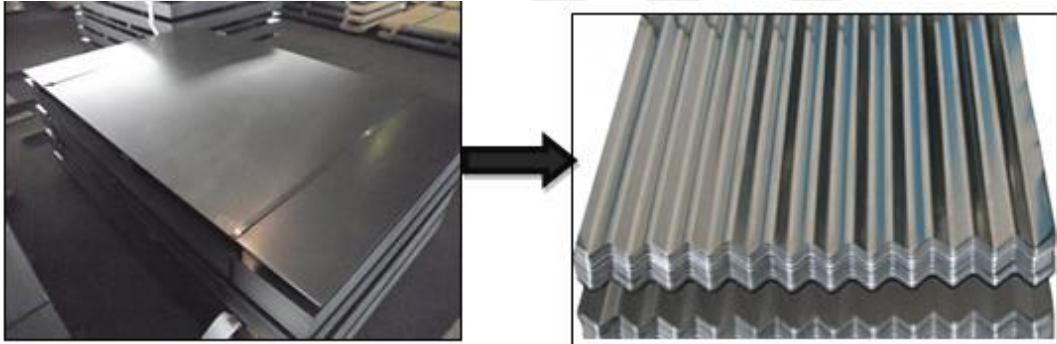
Çatı ve duvar uygulama sistemlerinde yaygın olarak kullanılan trapez rulo saçların makine içerisindeki işlem görmesi ile oluşmaktadır. Şekil 4.4'de yer almaktadır.



Şekil 4.4. Trapez Üretim Süreci

✓ O: Oluk

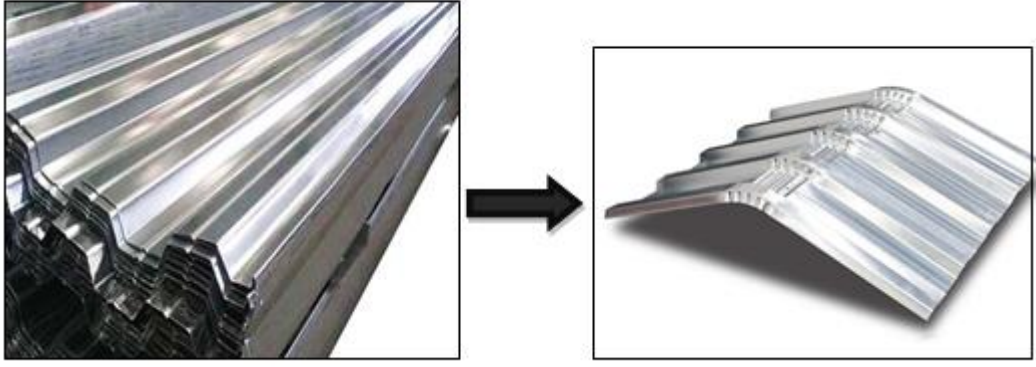
Aynı şekilde çatı uygulamalarında kullanılan kesilmiş olan malzemelerin oluk makinasında işleme girmesi ile oluşmaktadır. Şekil 4.5’de gösterilmektedir.



Şekil 4.5. Oluk Üretim Süreci

✓ M: Mahya

Trapez hattına girmiş olan rulo sacın çıkması sonucunda oluşan malzeme daha küçük malzeme olan mahya makinesine girecek ve çatıların kösesinde bulunan malzeme olan mahya üretimi gerçekleşecektir. Şekil 4.6’da mahya yer almaktadır.



Şekil 4.6. Mahya Üretim Süreci

✓ D+K: Dilme + Kesim

Rulo sacların genişlikleri oldukça fazladır. Bazı müşterilerin siparişleri bu kalınlarda çok daha altında kalmaktadır. Bu yüzden dilme makinesinden geçip daha sonra kesme makinesine uğrayarak istenilen ölçü ve boyutlarda sipariş üretilecektir.

4.1.2. Ürünlerin İşlem Rotaları ve Makineleri

Çizelge 4.1. Ürün Rota ve Makine Bilgileri

ÜRÜN GRUPLARI	ROTA BİLGİLERİ
K(kesme)	1
D(dilme)	2
T(trapez)	3
O(oluk)	1--4
M(mahya)	3--5
DK(dilme +kesim)	2--1

Çizelge 4.1’de Yer alan istasyon bilgileri ürünlerin işlem göreceği rota sıralamasını göstermektedir. Oluk, Mahya ve Dilme+kesim hatları 1’den fazla istasyona uğrayarak işlem görmektedir.

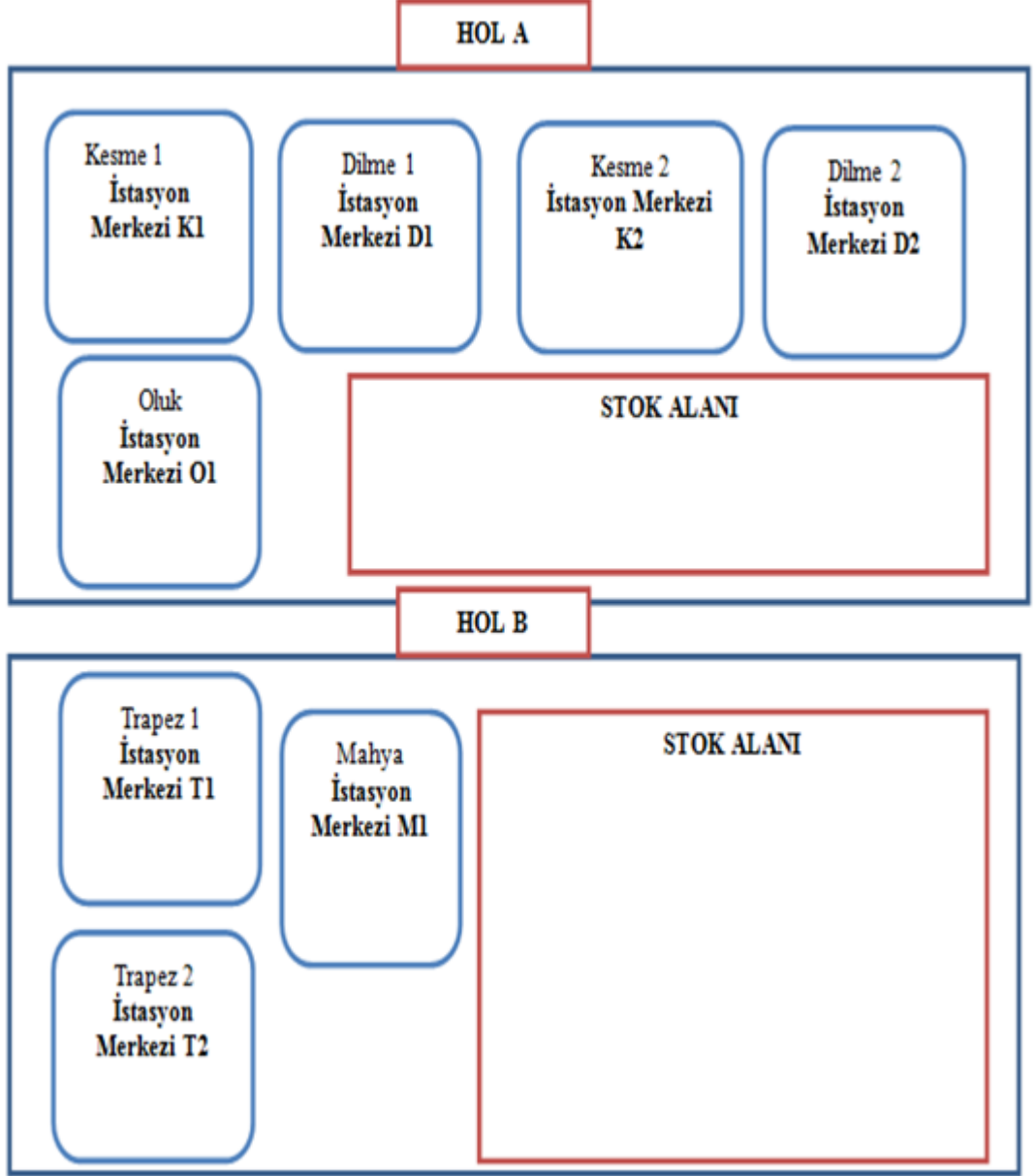
4.1.3. Her bir İstasyon Merkezindeki Makine Bilgileri

Çizelge 4.2’de istasyon bilgisine ait makine bilgileri yer almaktadır.

1,2 ve 3. İstasyonlarda 2 adet özdeş makine bulunmaktadır.

Çizelge 4.2. İstasyon Makine Bilgileri

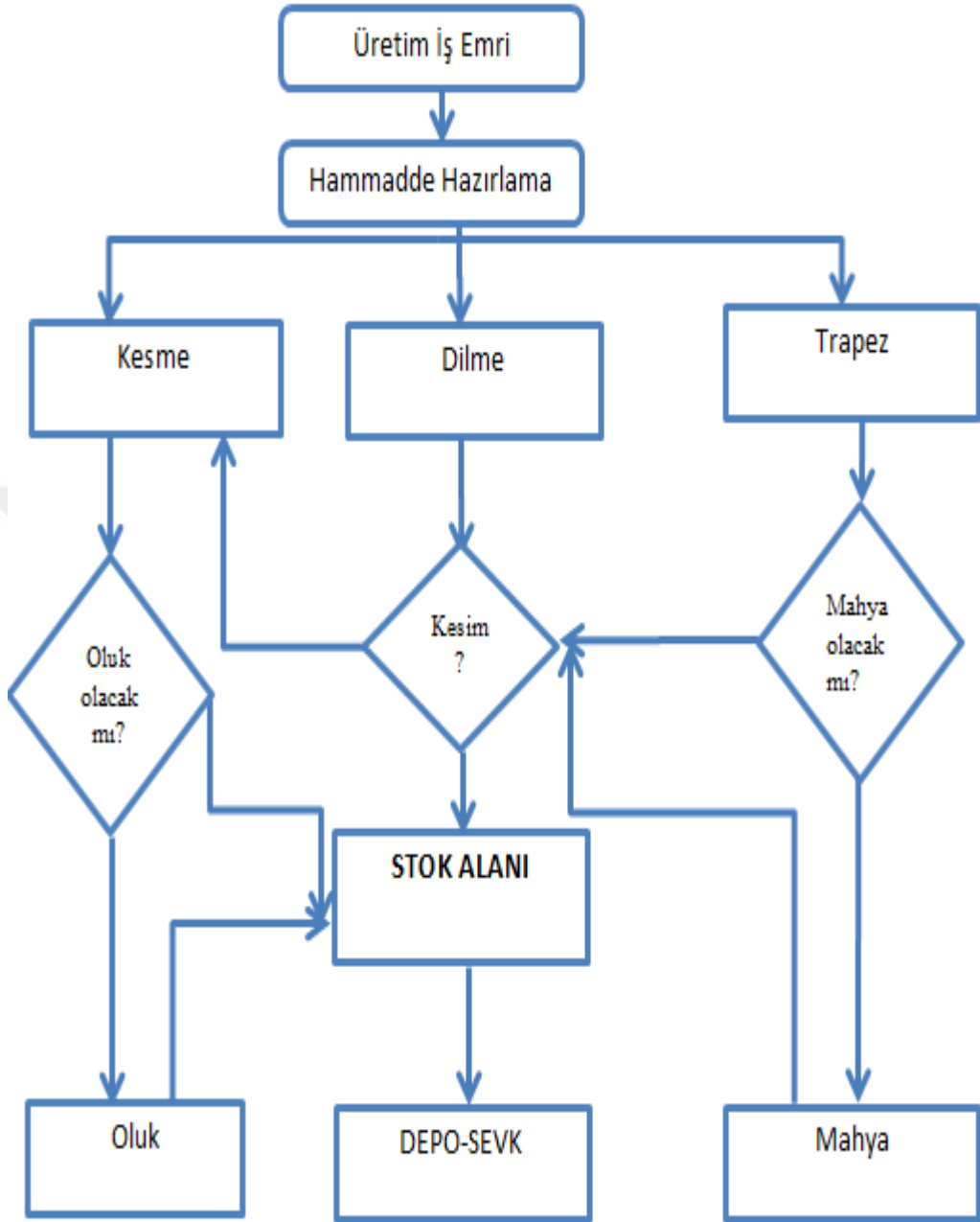
İstasyon Bilgileri	Makine No
1	M11,M12
2	M21,M22
3	M31,M32
4	M4
5	M5



Şekil 4.7. Atölye Yerleşim Planı

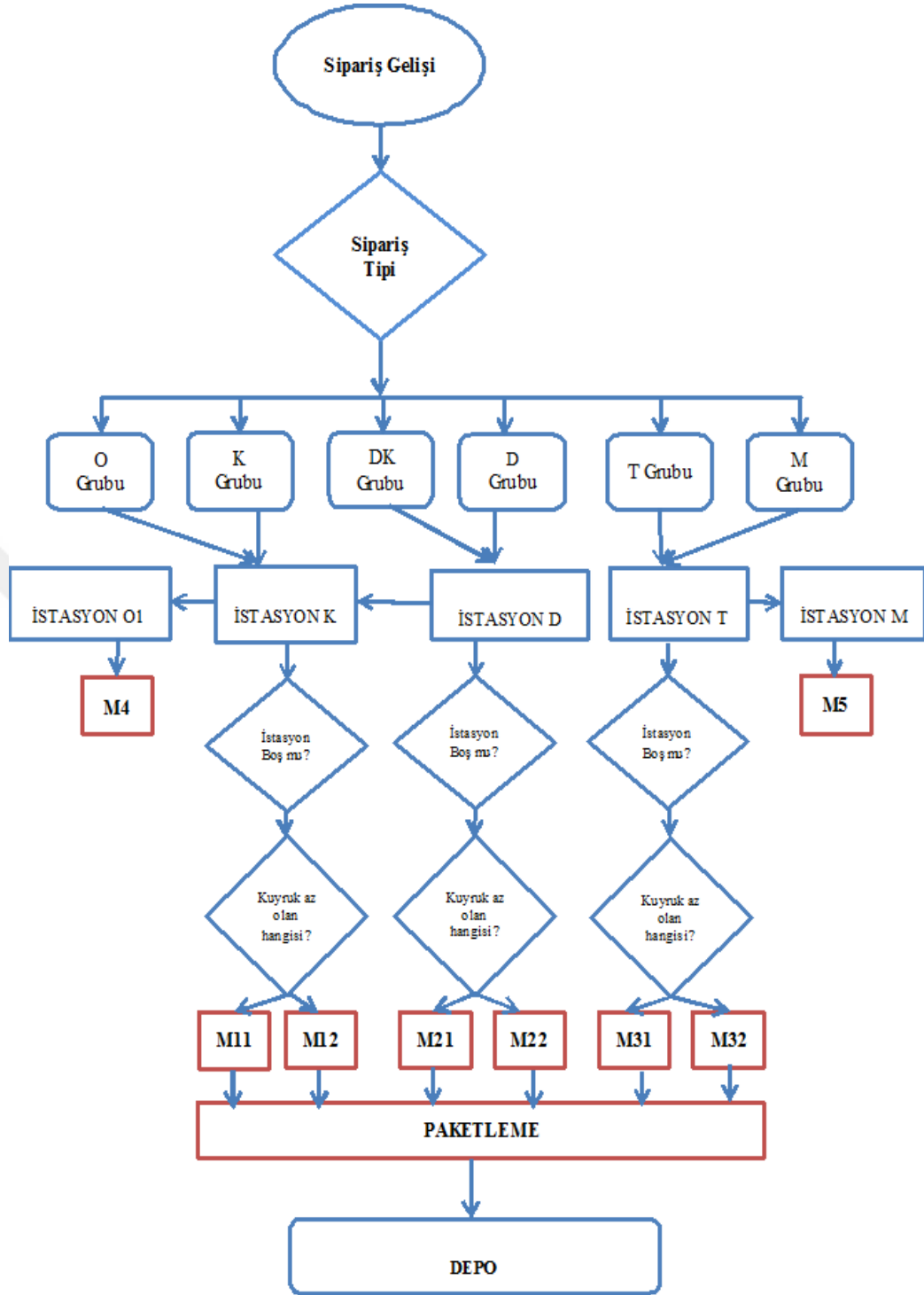
Şekil 4.7’de yerleşim düzeni Hol A ve Hol B şeklinde yer almaktadır. Kesme Dilme ve oluk makinelerine ait tezgâhlar Hol A da yer alırken, trapez ve mahya makineleri Hol B de yer almaktadır.

4.1.4. Proses Akış Planı



Şekil 4.8. Proses Akış Planı

Şekil 4.8’de üretim emirlerindeki siparişlerin akışı yer almaktadır. Siparişlerin tezgâhta işlemi biten ürüne ait bir sorgulama yapılmaktadır. Rotasına göre işlemi biten siparişler en son olarak stok alanına gelerek sevk işlemine hazır olacaktır.



Şekil 4.9. İstasyon Sipariş Gelişi

Şekil 4.9’da istasyonlara gelen sipariş gelişleri yer almaktadır. Siparişler 6 farklı ürün grubu olarak ayrılmıştır. O ve K grubu Kesim istasyonuna gelirken, DK ve D grubu dilme istasyonuna gelmektedir. T grubu ve M grubu ise trapez istasyonuna

gelmektedir. İstasyonlara gelen siparişlerin bir seçim yapması gerekmektedir. Kuyruğu az olan makilere atama işlemi gerçekleştirilmektedir.

4.1.5. Sipariş Bilgileri

Şekildeki gibi istasyon K, D ve T de 2 şer tane özdeş makine bulunmaktadır. 6 çeşit sipariş çeşidi gelmektedir. Bu gelen siparişler makinelerde işlem gördükten sonra farklı özellikler kazanmaktadır. Gelen siparişler rassal olarak seçilmiştir. Makine önünde bir sonraki siparişin hammaddesi sürekli hazır olarak bulunduğu için sistemde sürekli olduğu varsayılmıştır. Makinelerde işlem zamanlarının yanı sıra hazırlık zamanları da oldukça fazladır. Buda önemli bir zaman dilimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bakım zamanları ise haftanın ilk iş günü olan pazartesi günü öğleden önce yapılarak sistemde bakım zamanı işlem süresine alınmamıştır.

Sistemde ise gelen siparişlerin teslim süresi girildiği an, makinelerin ayar zamanı özellikleri, işlem süreleri atanmıştır. İşlem gören malzemeler ise paketlemeleri yapıldıktan sonra depolama alanına gönderilmiştir. Taşımalar vinç ile yapılmaktadır uzaklıklar çok yakın olduğu için bu uzaklık sistemde ihmal edilerek modellenmiştir.

4.2. Problemin Tanımı

Sistemlerin dinamik oluşu anlaşılmakta daha karmaşık hale getirilmektedir. Karmaşık olan bir sistemi ise çözmek işi zorlaştırmaktadır. Sistemim iyi bir analizi için simülasyon çalışmaları bize ışık tutmaktadır. Simülasyon ile modelin işleyişini ayrıntılı olarak görme, oluşturulacak veya sistemde herhangi bir aksaklık olma durumunda oluşturulacak planları görmemiz açısından bize yol gösterecektir. Simülasyon ile sadece oluşan sistemin değil olası ihtimalleri de bize göstermektedir. Tezimizin konusunda bir iş atölye çalışması ele alınmıştır.

Gelişen teknoloji, ürün çeşitliliğinin artmasına bağlı olarak sistemler daha karmaşık hale gelmiş ve atölye çalışmalarındaki simülasyona olan önem her geçen gün

artmıştır. Yapılan çalışmada 6 farklı sipariş tiplerinin atölye içerisindeki işleyişi yer almaktadır. Gelen siparişler bir kuyruk oluşturup, 3 ana durumda ve her ana durum için 18 farklı senaryo modeli oluşturulmuştur.

Sistemde de siparişlerin yoğun olduğu dönemlerde hatlarda darboğaz oluşmaktadır. Oluşan darboğaz hem üretimi sıkıştıracak hem de hata yapma riskini artıracaktır. Buda istenmeyen bir durumdur. Oluşturulan senaryolar ile darboğaz ve gecikmeleri en aza indirmek istenmektedir.

Sistemin amacı belirlenen stratejiler ile sistem çalıştığında çıkan sonuçların bizim için ne anlam ifade ettiğini, bizim amacımıza uygun en iyi kuralı bulmaktır. 6 farklı sipariş tipinin akış şemaları ve sipariş özellikleri analiz edilmiştir. Kuyruğa gelen siparişler işleme alınarak oradan depoya gönderilmektedir. Girdiler doğru analiz edilmelidir.

Doğru yapılan bir sistem analizi modelin gerçekçiliğe uygunluğunu da artıracaktır. Amaçlar belirlenmeli ve bu amaca yönelik model kurulmalıdır. Sistemin her aşamasının bilinmesi gerekir. Gözden kaçırılan bir bilgi eksikliği doğruyu yansıtmak bununla birlikte alınacak kararlar içinde yanlış bir yönlendirme yapılabilmektedir.

4.3. Girdi Değişkenlerinin Dağılımın Belirlenmesi ve Uygunluk Testi

Gelişler arası süreler veya talep değişkenleri gibi girdilerin benzetimini gerçekleştirebilmek için olasılık dağılımlarının belirlenmesi gerekmektedir.

4.3.1. Uygunluk Testleri

İstatistik hesaplamalarında örneklemelerin dağılımlarının belirlenmesi testlerin uygulanabilmesi için önemlidir. Uygunluk testlerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

- Ki-Kare Testi

- Kolmogorov-Smirnov Testi
- Anderson-Darling Testi
- Poisson-Proses Testi
- Turing Testi
- Cramer von Mises
- Watson Testi

Beklenen ve gözlenmiş olayların frekanslarının arasında farklılık olup olmadığını anlamak için uygunluk testlerinden yararlanılmaktadır. Bunlar arasından bizim de çalışmada kullandığımız en yaygın olarak bilinen Ki-Kare uygunluk testi ve Kolmogorov Smirnov testlerinden yararlanılmıştır.

Ana kütle parametreleri tesadüfi olarak seçilerek örnek istatistikleri uygulanarak tahmin edilmektedir. Bu tahminlerin amacı gerçek olan parametreye en yakın tahmini bulabilmektir. Hataların nedenlerini belirli sebeplerden mi yoksa tesadüfi mi olduğunun araştırılması için kullanılır.

Bircan(2003), Ki-kare ve Kolmogorov Smirnov uygunluk testlerinin simülasyon ile elde edilen veriler üzerinde karşılaştırılmasını yaparak hangisi için güvenilirlik önem seviyesinin daha büyük olduğunun karşılaştırılması ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Kolmogorov Smirnov uygunluk testi, ki-kare uygunluk testi gibi frekans değeri şartına tabi olmadığı için daha kolay uygulanabilmektedir. Buda bir alternatif uygunluk testi olduğunu göstermektedir.

Yıldırım(2013), Çalışmasında Bircan (2003) yaptığı çalışma gibi 9 farklı uyumluluk testi için uygulama modeli hazırlayarak testlerin uygulanması sonucunda bir karşılaştırma yapmıştır. Testlerin farklı örneklemlerde güvenilirliklerini değerlendirmiştir.

4.4. Ürün Bilgileri

Çizelge 4.3. Ürün Sipariş Bilgileri

	Kesme	Dilme	Trapez	Oluk	Mahya	Dilme+Kesim
SİPARİŞ TİPİ	1	2	3	4	5	6
SİPARİŞ MİKTARI	16%	20%	18%	16%	15%	15%
İŞLEM SÜRESİ	norm(45,2)	norm(45,5)	norm(38,4)	norm(40,6)	norm(40,2)	norm(45,2)+norm(45,5)
HAZIRLIK SÜRESİ	norm(10,3)	norm(15,5)	norm(10,2)	norm(12,4)	norm(9,2)	norm(10,3)+norm(15,5)
TESLİM TARİHİ	norm(1920,240)	norm(1920,240)	norm(1920,240)	norm(1920,240)	norm(1920,240)	norm(1920,240)
GELİŞ ZAMANI	tnow	tnow	tnow	tnow	tnow	tnow

Çizelge 4.3’de ürünlerin sipariş tiplerine göre işlem süreleri, hazırlık süreleri, teslim tarihleri ve geliş zamanı bilgileri yer almaktadır. Sipariş miktarları firma içerisine gelen yıllık ve aylık sipariş miktarları incelenerek analiz edilmiş ve sipariş yüzdeleri oluşturulmuştur. İşlem süreleri ise 50 adetlik ölçüm içerisinde yer alan veriler baz alınarak Teslim tarihinin hesaplanmasında çoğunlukla 3 farklı atama yöntemi kullanılmaktadır. Bunlar ortak teslim tarihi, eşit aralık ve toplam iş (TWK) teslim tarihidir. TWK yönteminde teslim tarihleri varış zamanlarının toplamı ile hesaplanmaktadır. Çalışmada ise teslim tarihinin hesaplanması yapılırken firmanın uyguladığı teslim tarihleri göz önüne alınarak veriler oluşturulmuştur. Çizelge 4.4’de görülen değerler 50 adet örneklem alınarak işlem süreleri hesaplanmıştır.

4.5. Arena Modelinin Uygulanması

Çizelge 4.4. İşlem Süreleri

	SİPARİŞ TİPİ-İŞLEM SÜRESİ				
	KESİM(DK)	DİLME(DK)	TRAPEZ(DK)	MAHYA(DK)	OLUK (DK)
1. ÇEVİRİM	45	45	38	48	41
2. ÇEVİRİM	42	37	37	44	39
3. ÇEVİRİM	48	48	42	40	41
4. ÇEVİRİM	42	42	41	34	42
5. ÇEVİRİM	44	44	40	45	39
6. ÇEVİRİM	43	43	35	38	42
7. ÇEVİRİM	44	52	39	41	39
8. ÇEVİRİM	43	43	37	47	38

Çizelge 4.4. (Devam)

9. ÇEVİRİM	42	42	44	46	37
10. ÇEVİRİM	43	43	35	44	41
11. ÇEVİRİM	48	48	37	45	42
12. ÇEVİRİM	44	44	38	35	40
13. ÇEVİRİM	44	44	35	45	41
14. ÇEVİRİM	43	43	40	33	42
15. ÇEVİRİM	45	45	39	35	38
16. ÇEVİRİM	45	45	36	39	36
17. ÇEVİRİM	45	37	38	35	39
18. ÇEVİRİM	46	38	40	34	42
19. ÇEVİRİM	48	48	39	38	38
20. ÇEVİRİM	49	49	35	34	39
21. ÇEVİRİM	49	49	36	41	37
22. ÇEVİRİM	45	41	40	43	40
23. ÇEVİRİM	45	56	42	33	42
24. ÇEVİRİM	46	46	45	45	45
25. ÇEVİRİM	45	45	30	42	39
26. ÇEVİRİM	47	56	31	37	37
27. ÇEVİRİM	46	48	34	45	42
28. ÇEVİRİM	44	44	40	45	37
29. ÇEVİRİM	45	45	42	34	39
30. ÇEVİRİM	45	48	43	35	38
31. ÇEVİRİM	45	49	40	38	41
32. ÇEVİRİM	47	47	32	44	40
33. ÇEVİRİM	45	52	38	41	40
34. ÇEVİRİM	45	45	45	46	43
35. ÇEVİRİM	42	42	35	32	43
36. ÇEVİRİM	40	40	35	34	39
37. ÇEVİRİM	47	38	33	45	39
38. ÇEVİRİM	45	45	35	44	41
39. ÇEVİRİM	44	42	40	43	41
40. ÇEVİRİM	42	42	45	33	39
41. ÇEVİRİM	47	36	31	34	41
42. ÇEVİRİM	45	51	34	48	42
43. ÇEVİRİM	47	49	34	45	40
44. ÇEVİRİM	49	55	34	45	40
45. ÇEVİRİM	47	49	41	30	39
46. ÇEVİRİM	45	54	44	35	39
47. ÇEVİRİM	43	50	43	35	41
48. ÇEVİRİM	44	39	39	36	40
49. ÇEVİRİM	45	39	40	48	40
50. ÇEVİRİM	46	40	34	44	41
PAYLAR	15%	15%	15%	15%	15%
İŞLEM SÜRESİ	45	45	38	40	40
STRANDART SAPMA	2	5	4	6	2

Standart sapma $\sqrt{(\sum(x-\bar{x})^2)/(n-1)}$ formül ile yaklaşık değerlerinde yuvarlama yapılarak hesaplanmıştır. Bu bölümde modelde kullanılacak modüllerin tanıtımı, modelin girdileri, sipariş özellikleri yer almaktadır.

4.5.1. Genel İş Akış Görünümü ve Girdileri

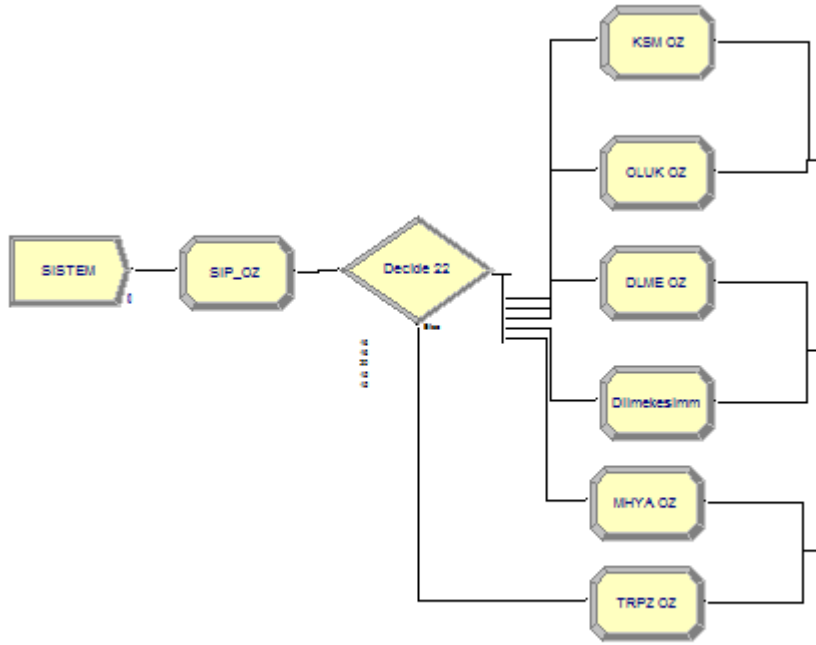
Arena içinde oluşturduğumuz modelin girdileri ve akışı yer alacaktır. Belirlenen stratejiler ile ürünlerin akışına ait sistem içerisindeki akışı analiz edilmiştir. Bu stratejileri oluştururken modelin belirli bölümlerinde ekleme ve çıkarmalar yaparak istediğimiz kurallara göre sistemin davranışı analiz edebilmektedir. Sistemde siparişlerin gelişler arası süresi her dönemde aynı olmamaktadır. Yaz dönemi, kış dönemi ve bahar dönemlerine göre farklılık göstermektedir.

Bu gelişleri farklı senaryolar geliştirerek gelişler arası süresindeki durumlarına bağlı olarak “Create Modülü” ile sağlamaktayız. “Assing Modülü” ile termin tarihi, geliş zamanı ve rotalarımızı oluşturmak için “Entity.Sequence” özellikleri tanımlanmıştır. Sipariş tiplerinin dağılımını gerçekleştirmek için “Decide” modülünden yararlanılarak karar verme süreci gerçekleştirilmiştir. Gelen siparişler üretim tipine göre işlem görülmek üzere “Hold Modülü” ile işlem göreceği hat önünde bekletilmektedir. Sistemde hat boş olursa gönderim sağlayacak bir kural koyularak, sisteme gönderimi sağlanacaktır.

Giriş istasyonlarına gelen siparişler “Decide” ile bir karar verme sürecinde bulunacaktır. Verilen karar da özdeş makinelerin kuyruğunda bekleyen iş sayısına göre en az kuyruğa sahip makineye gönderilmiştir. Buradaki amaç makineler arasındaki dengesizliği en aza indirerek hattın daha verimli kullanılmasını sağlamaya çalışmaktır. Makinelerin önüne gelen siparişler “Seize Delay” prosesinde hazırlık işlemi görmektedir. İşlemine bir sonraki proses modülü olan “Delay Release” özelliği ile işlemine bitirip ürünün gönderimi sağlanacaktır. Siparişlerin işlem görecekları rotalarına göre “Route” sıralamasına göre işleme alınacaktır.

İşlemi biten ürünlerin ürünler depo istasyonuna gelmesi ile “Record” modülünden yararlanılarak, toplam çıkan ürün, çıkışlar arası süreler, gecikme süresi, erken bitirme süresi, tamamlanma süresi gibi bilgilerin verisini bize verecektir.

4.5.2. Sistemin Giriş Modülleri



Şekil 4.10. Sisteme Giriş

Şekil 4.10’da sistemdeki siparişlerin modeldeki gelişleri gösterilmiştir.

Sistemdeki siparişin gelişleri arası süresi 3 farklı ana senaryo ile ele alınmıştır.

Siparişlerin sisteme geldikleri modül “Create” modülü ile sağlanmaktadır. Tek merkezden gelen siparişlerin geldikleri adetler farklılık göstermektedir. “Decide” modülü ile gelen siparişlerin yüzdesel dağılımı yapılmaktadır. Şekil 4.4’de ürünlerin gelişine ait model yer almaktadır. Sipariş tiplerindeki ürünlerin araların da çeşitlilik bulunmaktadır, Aynı şekilde aynı sipariş tipine ait ürünlerde işlem zamanı, makine ayar zamanı sürelerinde önemsenecek kadar uzun süreler tutmamaktadır. Bu farklılıklar önemsenmeyerek sipariş tipi için tek süre kullanılmıştır. Sisteme gelen sipariş adeti 5000 adet olarak belirlenmiş olup sonuçların değerlendirilmesinde performans ölçütü olarak tamamlanma süreleri göz önüne alınacaktır.

1. Durum; Yaz Dönemi

Create ? x

Name: Entity Type:

Time Between Arrivals

Type: Value: Units:

Entities per Arrival: Max Arrivals: First Creation:

2. Durum; Bahar Dönemi

Create ? x

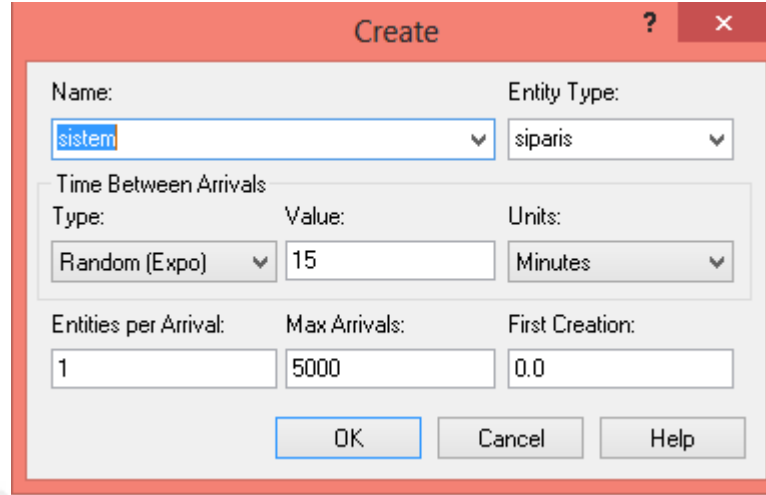
Name: Entity Type:

Time Between Arrivals

Type: Value: Units:

Entities per Arrival: Max Arrivals: First Creation:

3. Durum; Kış Dönemi

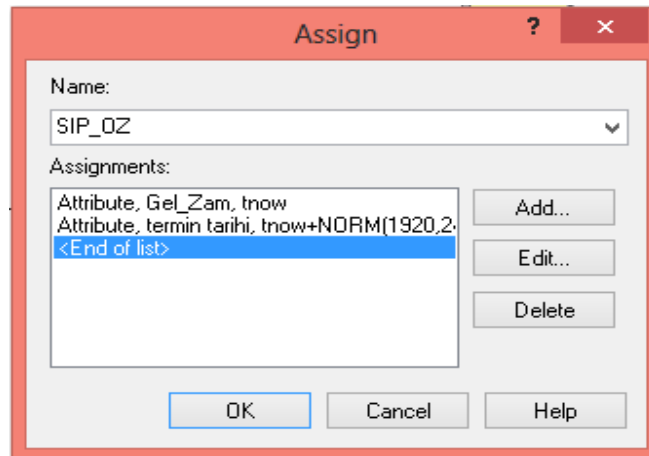


Şekil 4.11. Sistemin Gelişler Arası Süreleri

Şekil 4.11’de sistemin 3 geliş hızı durumuna ait gelişler arası süreleri ve özellikleri yer almaktadır.

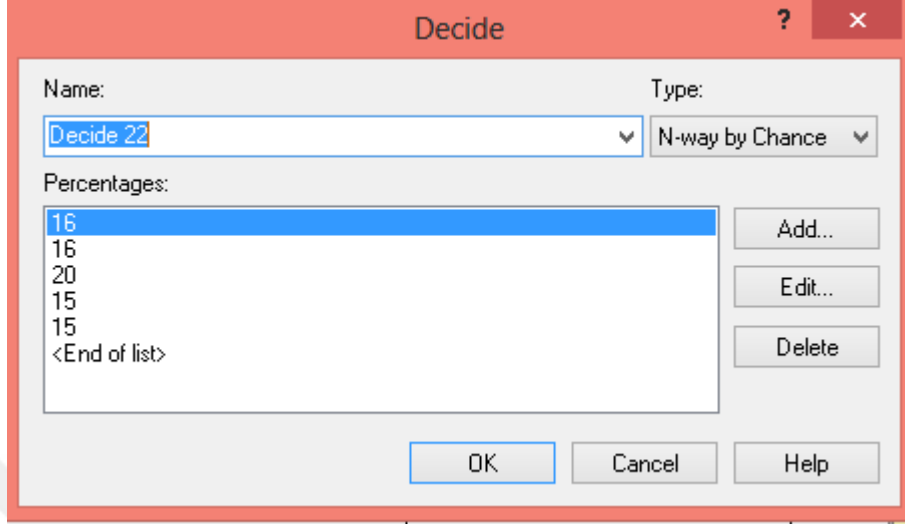
4.5.3. Arena Sipariş Özellikleri

Create modülünden gelen siparişler öncelikle Assign modülü ile teslim tarihi ve geliş zamanı özellikleri tanımlanmıştır. Şekil 4.12’de sipariş özelliklerine yer verilmiştir.

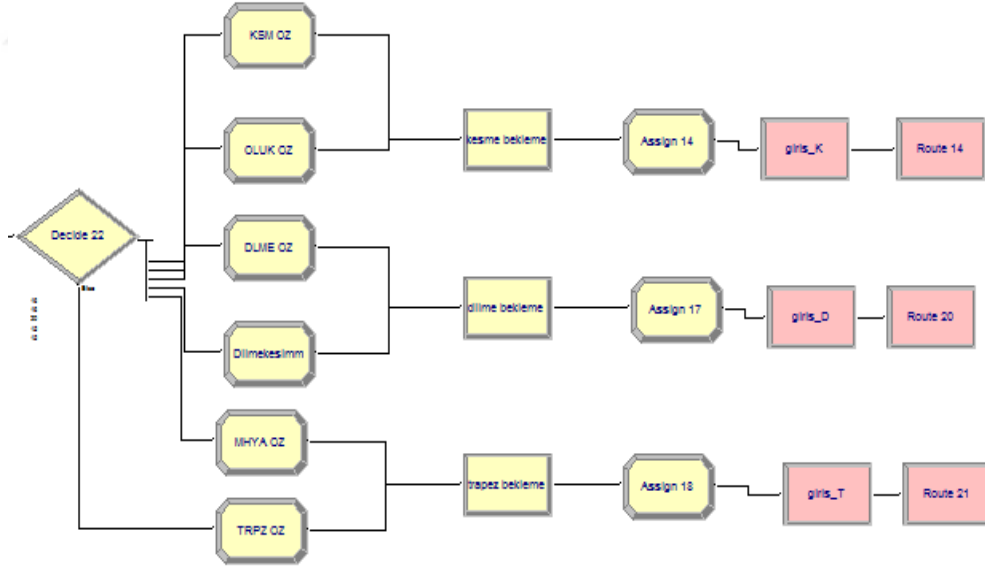


Şekil 4.12. Sipariş Özellikleri

Özellikleri atanan siparişlerin sipariş tiplerindeki oranlarına göre dağılımı decide modülü ile gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.13’de dağılımlara yer verilmiştir



Şekil 4.13. Sipariş Tipleri Karar Verici



Şekil 4.14. Sipariş Giriş Modülü

Şekil 4.14. ile Siparişlerin gelişine ait sistemin modeli yer almaktadır.

Şekil 4.15’de proseslerin özelliklerin gösterildiği modül yer almaktadır.

Assign - Basic Process		
	Name	Assignments
1	KSM OZ	5 rows
2	DLME OZ	5 rows
3	TRPZ OZ	5 rows
4	OLUK OZ	7 rows
5	MHYA OZ	7 rows
6	Dilmekesimm	7 rows

Şekil 4.15. Sipariş Proses Özellikleri

Şekil 4.16’da Kesim bölümüne ait hazırlık, işlem süresi ve toplam işlem süresi toplamını gösteren kriterimiz yer almaktadır.

Assignments				
	Type	Attribute Name	Entity Type	New Value
1	Entity Type	Attribute 1	kesme	1
2	Attribute	kesme_h	Entity 1	norm(10,3)
3	Attribute	kesme_s	Entity 1	norm(45,2)
4	Attribute	Entity.Sequence	Entity 1	1
5	Attribute	kriter	Entity 1	kesme_s + kesme_h

Şekil 4.16. Kesme Assign Özellikleri Tanımları

Şekil 4.17’de Dilme bölümüne ait hazırlık, işlem süresi ve toplam işlem süresi toplamını gösteren kriterimiz yer almaktadır.

Assignments				
	Type	Attribute Name	Entity Type	New Value
1	Entity Type	Attribute 1	dilme	1
2	Attribute	kriter	Entity 1	dilme_h + dilme_s
3	Attribute	dilme_h	Entity 1	norm(15,5)
4	Attribute	dilme_s	Entity 1	norm(45,5)
5	Attribute	Entity.Sequence	Entity 1	2

Şekil 4.17. Dilme Assign Özellikleri Tanımları

Şekil 4.18’de Trapez bölümüne ait hazırlık, işlem süresi ve toplam işlem süresi toplamını gösteren kriterimiz yer almaktadır.

Assignments				
	Type	Attribute Name	Entity Type	New Value
1	Entity Type	Attribute 1	trapez	1
2	Attribute	kriter	Entity 1	trapez_h + trapez_s
3	Attribute	trapez_s	Entity 1	norm(38,4)
4	Attribute	trapez_h	Entity 1	norm(10,2)
5	Attribute	Entity.Sequence	Entity 1	3

Double-click here to add a new row.

Şekil 4.18. Trapez Assign Özellikleri Tanımları

Şekil 4.19’ da Oluk bölümüne ait hazırlık, işlem süresi ve toplam işlem süresi toplamını gösteren kriterimiz yer almaktadır

Assignments				
	Type	Attribute Name	Entity Type	New Value
1	Entity Type	Attribute 1	oluk	1
2	Attribute	kesme_h	Entity 1	norm(10,3)
3	Attribute	oluk_s	Entity 1	norm(40,6)
4	Attribute	oluk_h	Entity 1	norm(12,4)
5	Attribute	kesme_s	Entity 1	norm(45,2)
6	Attribute	Entity.Sequence	Entity 1	4
7	Attribute	kriter	Entity 1	kesme_s + kesme_h + oluk_h + oluk_s

Şekil 4.19. Oluk Assign Özellikleri Tanımları

Şekil 4.20’de mahya bölümüne ait hazırlık, işlem süresi ve toplam işlem süresi toplamını gösteren kriterimiz yer almaktadır

Assignments				
	Type	Attribute Name	Entity Type	New Value
1	Entity Type	Attribute 1	mahya	1
2	Attribute	kriter	Entity 1	trapez_h + trapez_s + mahya_h + mahya_s
3	Attribute	trapez_h	Entity 1	norm(10,2)
4	Attribute	trapez_s	Entity 1	norm(38,4)
5	Attribute	mahya_s	Entity 1	norm(40,2)
6	Attribute	mahya_h	Entity 1	norm(9,2)
7	Attribute	Entity.Sequence	Entity 1	5

Şekil 4.20. Mahya Assign Özellikleri Tanımları

Şekil 4.21’de dilme+kesim bölümüne ait hazırlık, işlem süresi ve toplam işlem süresi toplamını gösteren kriterimiz yer almaktadır

Assignments				
	Type	Attribute Name	Entity Type	New Value
1	Entity Type	Attribute 1	dilmekesim	1
2	Attribute	kriter	Entity 1	dilme_h + dilme_s + kesme_h + kesme_s
3	Attribute	dilme_h	Entity 1	norm(15,5)
4	Attribute	dilme_s	Entity 1	norm(45,5)
5	Attribute	kesme_h	Entity 1	norm(10,3)
6	Attribute	kesme_s	Entity 1	norm(45,2)
7	Attribute	Entity.Sequence	Entity 1	6

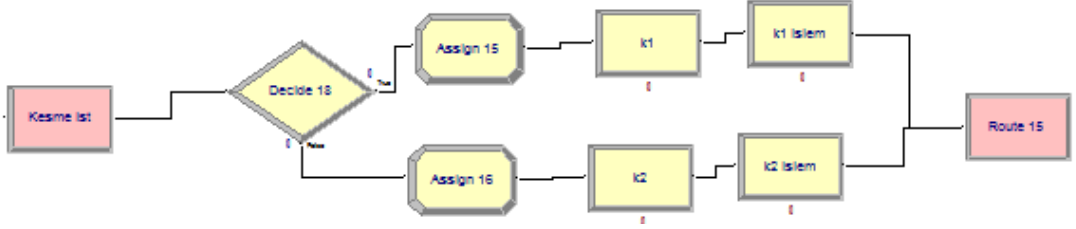
Şekil 4.21. Dilme+ Kesim Assign Özellikleri Tanımları

Attribute olarak hazırlık ve işlem süreleri tanımlanmıştır. Kriter olarak belirlediğimiz özellik ise toplam işlem süresini göstermektedir. Her siparişe ait toplam işlem süresi rotalarına göre hazırlık ve işlem sürelerinin toplamını oluşturmaktadır.

Attribute olarak “Entity Sequence” özelliği kullanılarak rotalar tanımlanmıştır. Ürünlere ait makine işlem süreleri, rota bilgileri, makine hazırlık zamanlarının bilgisi girilmiştir.

4.5.4. Siparişin İşlenmesi, Tezgâh Seçimi

Kesme hattı;



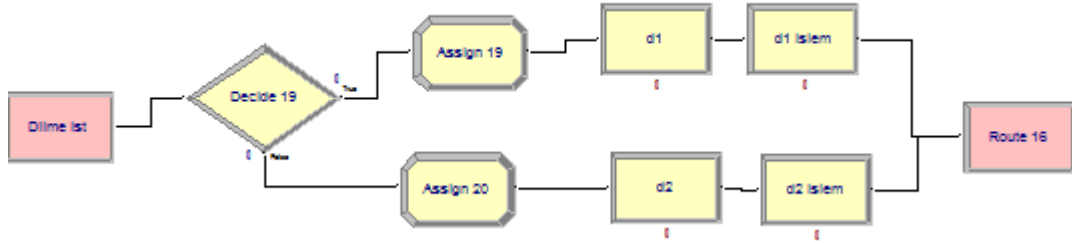
Şekil 4.22. Kesme Hattı

Şekil 4.22’de Kesme hattına gelen siparişlerin 2 özdeş makine olan kesme makinelerinden birini tercih etmesi gerekmektedir. Bu durumda ise karar verici modül olan decide modülü kullanılmaktadır. Kuyruk sayısı en az olan duruma göre karar mekanizması oluşturulmuştur.

Şekil 4.23. Kesme Hattı Tezgâh Karar

Şekil 4.23’de kesme hattına ait tezgâh karar verici yer almaktadır.

Dilme Hattı



Şekil 4.24. Dilme Hattı

Şekil 4.24’de Kesme hattında bulunduğu gibi dilme hattında da bulunan 2 özdeş makine bulunmaktadır. Decide modülü ile kuyruk miktarı az olan hattaki karar süreci belirlenmiştir.

Decide

Name: Type:

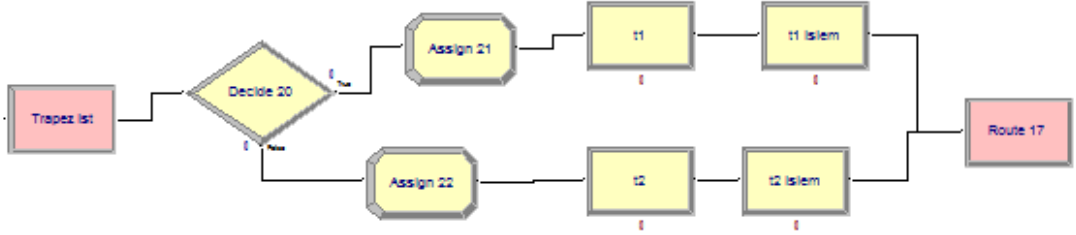
If:

Value:

Şekil 4.25. Dilme Hattı Tezgâh Karar

Şekil 4.25’de kesme hattına ait tezgâh karar verici yer almaktadır.

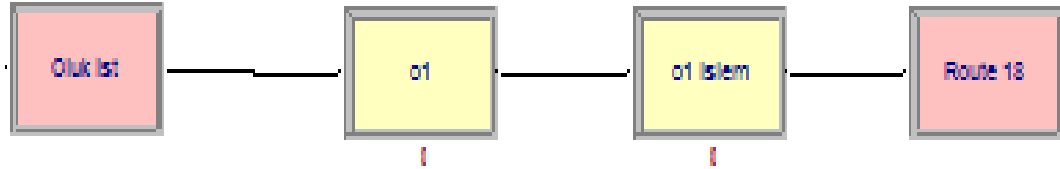
Trapez hattı



Şekil 4.26. Trapez Hattı

Şekil 4.26’da yer alan özdeş makineler bulunan trapez hattında iki hattaki kuyruk sayısının eşit olma durumunda kesme ve dilme hatlarındaki gibi ilk trapez1 hattına öncelik verilmiştir. Makineler özdeş olduğu için seçilen tercihin sebebi birini tercih etme zorunda olmamızdır.

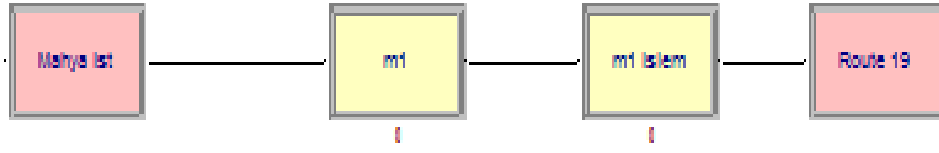
Oluk hattı



Şekil 4.27. Oluk Hattı

Şekil 4.27’de kesme işlemi biten ve sipariş tipi oluk olan siparişler istasyona gelmektedir. İşlem yapıldıktan sonra sevk istasyonuna gidecektir.

Mahya hattı



Şekil 4.28. Mahya Hattı

Şekil 4.28’de mahya hattına ait istasyondan geldiği andan çıkışı anına kadar sistemdeki işlem akışı yer almaktadır.

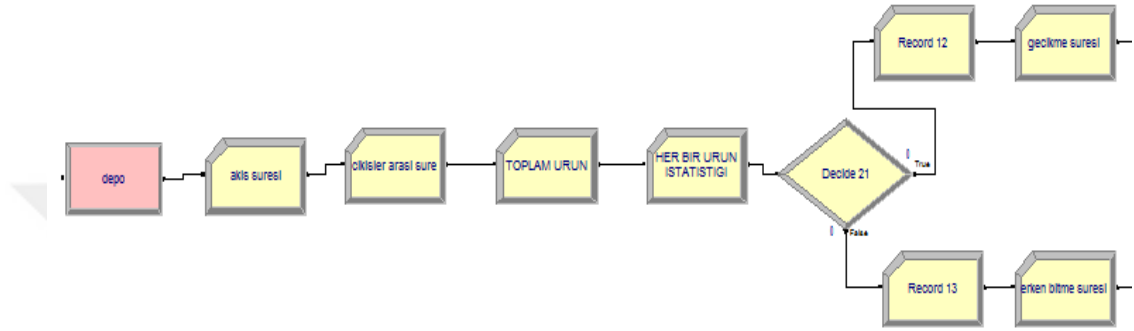
Şekil 4.29’da proses modüllerine ait işlem tablosuna yer verilmiştir. Hazırlık ve işlem süreleri tabloda yer almaktadır. İşlemin yapılacağı hazırlığı “seizse deley” yapıp bırakıldığı işlem ise “delay release” şeklinde modellenmiştir.

Process - Basic Process									
	Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Expression
1	k1	Standard	Seize Delay	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	kesme_h
2	k2	Standard	Seize Delay	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	kesme_h
3	k1 işlem	Standard	Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	kesme_s
4	k2 işlem	Standard	Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	kesme_s
5	d1	Standard	Seize Delay	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	dilme_h
6	d2	Standard	Seize Delay	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	dilme_h
7	d1 işlem	Standard	Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	dilme_s
8	d2 işlem	Standard	Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	dilme_s
9	t1	Standard	Seize Delay	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	trapez_h
10	t2	Standard	Seize Delay	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	trapez_h
11	t1 işlem	Standard	Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	trapez_s
12	t2 işlem	Standard	Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	trapez_s
13	o1	Standard	Seize Delay	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	oluk_h
14	o1 işlem	Standard	Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	oluk_s
15	m1	Standard	Seize Delay	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	mahya_h
16	m1 işlem	Standard	Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	mahya_s

Şekil 4.29. Sistem Proses Modülleri

Depo hattı;

İşlenen ürünler depo alanına gelmektedir. Burada Record modülü ile sonuçta görmek istediğimiz. Akış süresi, Çıkışlar arası süre, gecikme süresi, Erken bitirme süresi, tamamlanma süresi verileri elde edilmiştir. Erken bitirme ve geç bitirme süresini termin süresi ve geliş anına geldiği anında hesaplanmıştır. Decide modülü ile işler ayrılarak sayılmıştır. Şekil 4.31’de geciken iş adedini, Şekil 4.30 ise depo hattını gösteren modül yer almıştır.



Şekil 4.30. Depo Hattı

Decide

Name: geciktimi Type: 2-way by Condition

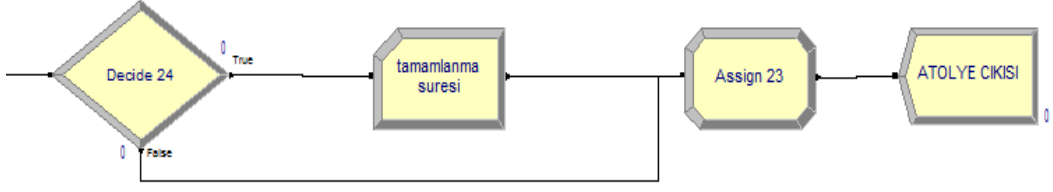
If: Expression

Value: termin tarihi < tnow

OK Cancel Help

Şekil 4.31. Depo Geciken Sipariş Adeti

Şekil 4.31’de yer alan tabloda teslim tarihi geliş anından küçük bir değer de ise geciken iş adeti sayımı yapılacaktır.



Şekil 4.32. Sistem Çıkış

Şekil 4.32’ de sistemin çıkışına ait model yer almaktadır.

Tamamlanma süreleri hesaplanan siparişlerin çıkış yapılmaktadır.

Record - Basic Process						
	Name	Type	Attribute Name	Value	Record into Set	Counter Name
1	TOPLAM URUN	Count	Attribute 1	1	<input type="checkbox"/>	TOPLAM URUN
2	HER BİR URUN İSTATISTIGI	Count	Attribute 1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	HER BİR URUN İSTATISTIGI
3	akis suresi	Time Interval	Gel_Zam	1	<input type="checkbox"/>	akis suresi
4	çikisler arasi sure	Time Between	Attribute 1	1	<input type="checkbox"/>	çikisler arasi sure
7	tamamlanma suresi	Expression	Attribute 1	tnow	<input type="checkbox"/>	tamamlanma suresi
8	gecikme suresi	Expression	Attribute 1	tnow - termin tarihi	<input type="checkbox"/>	gecikme suresi
9	erken bitme suresi	Expression	Attribute 1	termin tarihi - tnow	<input type="checkbox"/>	erken bitme suresi

Şekil 4.33. Sistem Çıkış Modülleri

Şekil 4.33’de sistemin çıkışına ait performans ölçütlerimizin çıkış adetlerinin sayımını yapacak istatistiki sonuçlara ait tablo yer almaktadır.

4.5.5. Arena Rota Ataması ve İşlem Süresi Bilgileri

Siparişleri rotaları Sequence modülü ile Şekil 4.34’de gösterilmiştir. Sipariş tiplerinin uğrayacakları rotaları belirlenmiştir.

Sequence - Advanced Transfer		
	Name	Steps
1	Sequence 1	2 rows
2 ▶	Sequence 2	2 rows
3	Sequence 3	2 rows
4	Sequence 4	3 rows
5	Sequence 5	3 rows
6	Sequence 6	3 rows

Şekil 4.34. Sistem Rota Ataması

Kesim işlemi için oluşturulan Bilgiler;

Steps				
	Station Name	Step Name	Next Step	Assignments
1	Kesme ist			0 rows
2	depo			0 rows

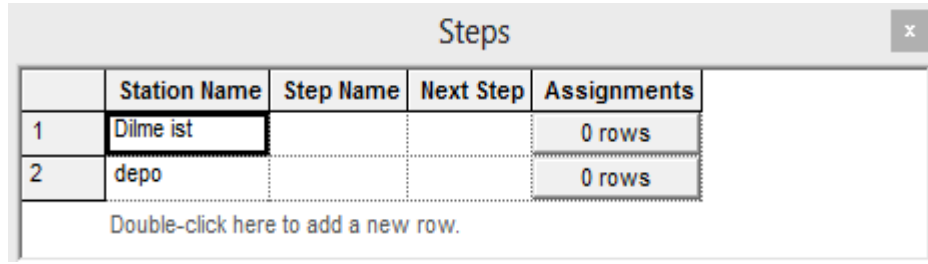
Double-click here to add a new row.

Şekil 4.35. Kesim Rota Bilgileri

Şekil 4.35' de kesim hattına ait rota bilgileri yer almaktadır.

Şekil 4.36, Şekil 4.37, Şekil 4.38, Şekil 4.39 ve Şekil 4.40'da sipariş tiplerinin uğrayacakları rotalar göstermiştir. Kesim, dilme ve trapez işlem rotalarına uğrayıp depo istasyonuna gönderilmektedir. Oluk ise kesim istasyonuna uğradıktan sonra oluk istasyonuna gönderilmektedir. Mahya, trapez istasyonuna uğradıktan sonra mahya istasyonuna gelmektedir. Dilme+kesim sipariş tipimiz ise dilme istasyonuna gönderilip, kesim istasyonuna gelmektedir. Siparişler en son olarak depo istasyonuna gelerek sevk olmaktadır.

Dilme işlemleri için Oluşturulan Bilgiler;



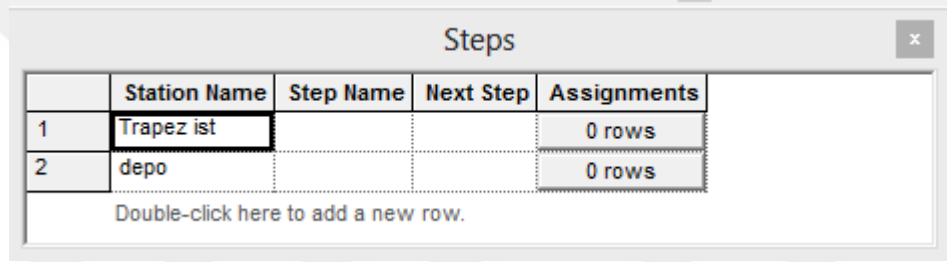
	Station Name	Step Name	Next Step	Assignments
1	Dilme ist			0 rows
2	depo			0 rows

Double-click here to add a new row.

Şekil 4.36. Dilme Rota Bilgileri

Şekil 4.36’ da dilme hattına ait rota bilgileri yer almaktadır.

Trapez işlemleri için Oluşturulan Bilgiler;



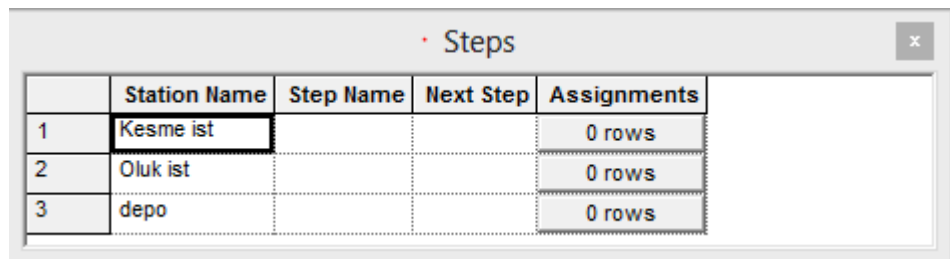
	Station Name	Step Name	Next Step	Assignments
1	Trapez ist			0 rows
2	depo			0 rows

Double-click here to add a new row.

Şekil 4.37. Trapez Rota Bilgileri

Şekil 4.37’de trapez hattına ait rota bilgileri yer almaktadır

Oluk işlemleri için Oluşturulan Bilgiler;



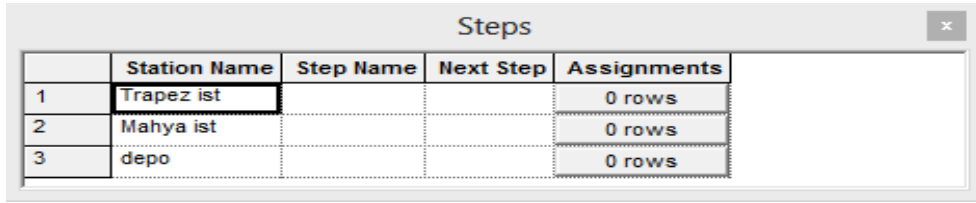
	Station Name	Step Name	Next Step	Assignments
1	Kesme ist			0 rows
2	Oluk ist			0 rows
3	depo			0 rows

Double-click here to add a new row.

Şekil 4.38. Oluk Rota Bilgileri

Şekil 4.38’ de oluk hattına ait rota bilgileri yer almaktadır.

Mahya işlemleri için Oluşturulan Bilgiler;

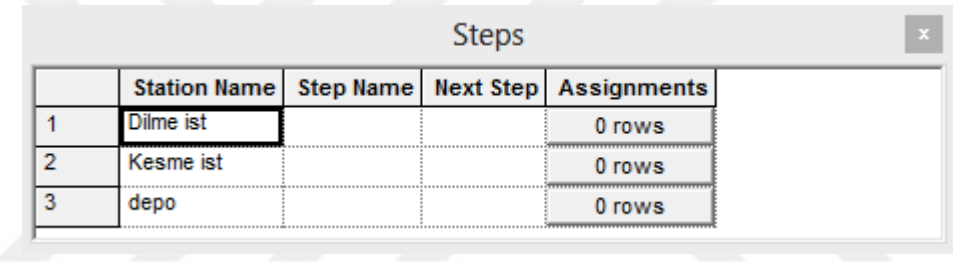


	Station Name	Step Name	Next Step	Assignments
1	Trapez ist			0 rows
2	Mahya ist			0 rows
3	depo			0 rows

Şekil 4.39. Mahya Rota Bilgileri

Şekil 4.39'da mahya hattına ait rota bilgileri yer almaktadır

Dilme+kesim işlemleri için Oluşturulan Bilgiler;



	Station Name	Step Name	Next Step	Assignments
1	Dilme ist			0 rows
2	Kesme ist			0 rows
3	depo			0 rows

Şekil 4.40. Dilme+Kesim Rota Bilgileri

Şekil 4.40.'da dilme+kesim hattına ait rota bilgileri yer almaktadır.

4.6. Çizelgeleme Senaryoları

Bölümde senaryolara ait performans ölçütleri ve oluşturulan senaryolar yer almaktadır.

4.6.1. İş Yükleme Kurallarının Performans Ölçütleri

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda performans ölçütleri oldukça çeşitlendirilmiştir. Sistemi değerlendirmek için kullandığımız performans ölçütlerinin bazıları;

- Tamamlanma Süresi

Sistemi 5000 adetlik siparişe göre çalıştırdığımızda tamamlanma süresi en önemli ölçütümüz olacaktır. Toplam işlerin ne kadar sürede bittiğini bize gösteren değerdir.

- Geciken İş Adedi

Gelen siparişlere ait toplam geciken iş adetini gösteren ölçüttür. Müşteri memnuniyetini sağlamak için iş adedinin minimizasyonu istenmektedir. Önemli bir ölçüt olarak karşımıza çıkmaktadır.

- Çıkışlar Arası Süre

Üretimde geçen sürelerin en az olması istenmektedir. Bu ölçüt sistemde geçirdiği süreyi bize verecektir

- Makine Kullanım Oranı

Makine kullanım oranlarının en yüksek oranda olması istenmektedir. Hattın etkinliği artırmak için makinenin kullanım oranlarını artırmak gerekmektedir.

- Erken Bitirme Süresi

Erken bitirme süresi firmanın stratejisine bağlı olarak kullanılabilir.

- Gecikme Süresi

Gecikme süresi bize bir siparişin en geç ne kadar süre içerisinde tamamlanabileceği hakkında bilgi verecektir.

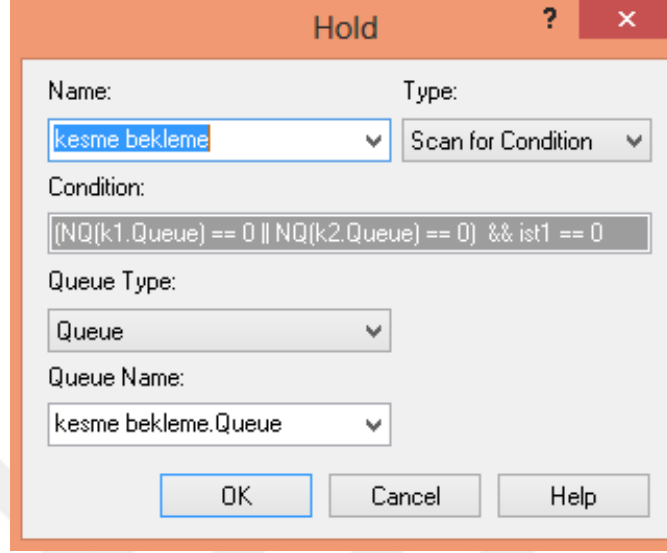
- Akış Süresi

Sistemde geçen akış süresinin süresini bize verecektir.

4.6.2. 1-Senaryo - İlk Giren İlk Çıkar Senaryosu (FIFO)

Oluşturulan 1. Senaryoda ilk giren ilk çıkar kuralına göre bir model oluşturulmuştur. Burada sistemin içerisine Create ile gelen siparişlerin sipariş tipine göre beraber bekletildiği Hold modülü içerisinde boş bekleyen bir makine varsa ilk gelen siparişe öncelik verildiği bir uygulamadır. Kuyrukta bekleyen siparişler de aynı mantık ile

kuyrukta beklemektedir eğer makine boş kalırsa sıraya göre işleme girecektir. İşletme 1. Senaryoya göre işleme almaktadır.



The image shows a 'Hold' dialog box with the following fields and values:

- Name: kesme bekleme
- Type: Scan for Condition
- Condition: [(NQ(k1.Queue) == 0 || NQ(k2.Queue) == 0) && ist1 == 0]
- Queue Type: Queue
- Queue Name: kesme bekleme.Queue

Buttons: OK, Cancel, Help

Şekil 4.41. 1. Senaryo Kesme Hold Modülü

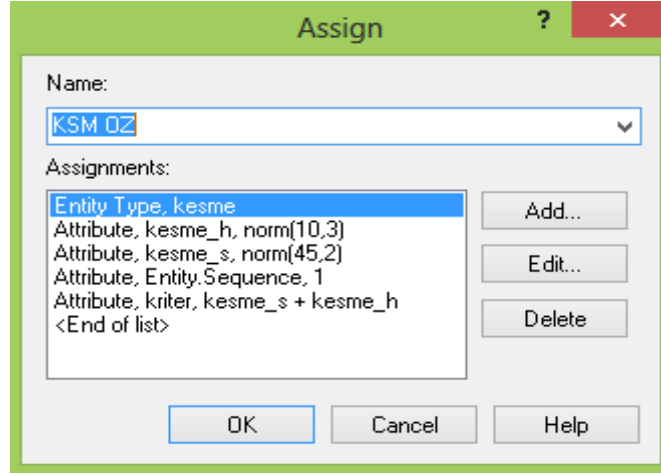
Şekil 4.41.'de görüldüğü gibi hold modülü ile makinelerin boşta kaldığı anda gönderimi sağlayacak model oluşturulmuştur. Kuyruk modelinde herhangi bir kuyruk önünde bekleme sınırı bulunmamaktadır. Şekil 4.42.'de de bu modele ait kuyruk modelinin oluşma şartları yer almaktadır.

Queue - Basic Process				
	Name	Type	Shared	Report Statistics
1 ▶	k1.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.42. 1.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.3. 2-Senaryo – Sistem En kısa En Kısa İşlem Süresi (SPT) –Atölye İlk Giren İlk Çıkar

Şekil 4.43.'de 2. Senaryo modeli de Senaryo 1 ile aynı modele sahiptir. Burada hold modülüne gelen siparişlerin makine işlem süresi özelliğine göre atama işlemi gerçekleştirilmektedir. İşlem süresi en kısa olan siparişe göre bir öncelik yer almaktadır. Burada sistem içerisine gelen Siparişler önceliğe alınır. Atölye içerisinde ise ilk gelen sipariş önce işlenmektedir. Şekil 4.44.'de senaryoya ait kuyruk modeli yer almıştır. Senaryo 2 işlem süresi en kısa olan siparişleri işleme aldığımızda sistemin verdiği değerleri bize gösterecektir. 2.Senaryoda amaçlanan işlem sürelerinin performans ölçütlerinde etkisini görmektir.



Şekil 4.43. 2.Senaryo Kesme Hold Modeli

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	kesme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	dilme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	trapez_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.44. 2. Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.4. 3-Senaryo – Sistem En Kısa İşlem Süresi (SPT) –Atölye Toplam İşlem Süresi

En Uzun İşlem Süresi

Modelde senaryo 1 ve 2 ile aynı modele sahiptir. Hold modülüne gelen siparişlerin makine işlem süresi özelliğine göre atama işlemi gerçekleştirilmektedir. İşlem süresi en kısa olan siparişe göre bir öncelik yer almaktadır. Burada sistem içerisine gelen ve Atölyeye işlerin toplam işlem süresi en uzun olan siparişin öncelikli işleme alındığı

senaryodur. 3. Senaryoya ait Hold modeli Şekil 4.45. ve kuyruk modeli ise Şekil 4.46.'da gösterilmiştir. Senaryo 3'ün amacı sistemdeki ve tezgâh önündeki farklı sıralamalarda sistemin vereceği değerleri ölçmektir.

Şekil 4.45. 3.Senaryo Kesme Hold Modeli

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	Highest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	Highest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	Highest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	Highest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	Highest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	Highest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	Highest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	Highest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.46. 3.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.5. 4-Senaryo – Sistem En Uzun İşlem Süresi –Atölye İlk Giren İşlem Süresi (FIFO)

Bu model de bir önceki senaryoya benzer yaklaşım söz konusudur. Tezgâhta işlenecek olan ürünlerin kuyruk sırasında ilk önceliği işlem süresi en uzun olana göre

öncelik sağlandığı modeldir. Atölye içerisine giren siparişler ise İlk giren ilk işlem görür sistemine göre işlemektedir. Diğer senaryolarda kullanılan model akışı bu senaryo içinde geçerli olmaktadır. 4. senaryoya ait kuyruk modeli Şekil 4.47.'de yer almaktadır.

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	kesme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	dilme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Highest Attribute Value	trapez_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.47. 4.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.6. 5-Senaryo – Sistem En Uzun İşlem Süresi –Atölyedeki Toplam En Kısa İşlem Süresi

Tezgâhta işlenecek olan ürünlerin kuyruk sırasında ilk önceliği işlem süresi en uzun olana göre öncelik sağlandığı modeldir. Aynı durum atölye içerisine geldiğinde ise toplam işlem süresi en kısa olan siparişin önceliğe alınması ile oluşmaktadır. 5. senaryoya ait kuyruk modeli Şekil 4.48.'de yer almaktadır.

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	Lowest Attribute Value	krter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	Lowest Attribute Value	krter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	kesme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	Lowest Attribute Value	krter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	Lowest Attribute Value	krter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	Lowest Attribute Value	krter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	Lowest Attribute Value	krter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	Lowest Attribute Value	krter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	Lowest Attribute Value	krter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	dilme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Highest Attribute Value	trapez_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.48. 5.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.7. 6-Senaryo- Sistemde Termin Süresi En Kısa olan Öncelikli Senaryosu

Çalışmanın başında tanımladığımız geliş zamanı+ termin tarihi özelliği bu senaryoda kullanılacaktır. Hold modülüne gelen siparişlerin termin sürelerinin en kısa olduğu durumları öncelik alan bir senaryo modelidir. Şekil 4.49 geliş anına ait modülü, Şekil 4.50 ise kuyruk modeli gösterilmiştir. Termin kısa olan siparişi aldığımızda gecikmeleri ne oranda azaltabileceğimizi görmek amacı ile senaryo oluşturulmuştur.

Şekil 4.49. Geliş Anı Assign Özelliği

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1 ▶	k1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.50. 6.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.8. 7- Senaryo- Termin Süresi En Uzun olan Öncelikli Senaryosu

Hold modülüne gelen siparişlerin termin sürelerinin uzun olduğu durumları öncelik alan bir senaryo modelidir. Atölye içerisine işlem sırasına göre alınacaktır. Şekil 4.51. hold modülüne ait kuyruk modeli yer almıştır.

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1 ▶	k1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Highest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.51. 7. Senaryo Kuyruk Modeli

6. senaryoda kullanılan özelliklerin modele en kısa süre işlem değil de tam tersi en uzun işlem süresi önceliğine göre sıralanmış öncelik modelidir.

4.6.9. 8- Senaryo - Sisteme Son Giren İlk Çıkar Senaryosu(LİFO)

Uygulanacak olan senaryonun modeli 1. Senaryomuz olan model ile aynıdır. Fark olarak Gelen siparişlerin bekletildiği Hold modülündeki kuyruğun son giren ilk çıkar mantığına göre uygulanması ile oluşturulmuştur. Şekil 4.52.'de kuyruk modeli yer almaktadır.

Queue - Basic Process				
	Name	Type	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	Last In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	Last In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Last In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	Last In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	Last In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	Last In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	Last In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	Last In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	Last In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Last In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Last In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.52. 8.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.10. 9- Senaryo - Sistemde Toplam İşlem Süresi En Kısa

Modelde 'kriter' olarak tanımlanan toplam işlem süresi baz olarak sistemde öncelik sıralaması oluşan senaryodur. Kriter bize hazırlık süresi ve işlem süresinin toplamını vermektedir. Sistem içerisine gelen işlerin önceliği en kısa, Atölyeye gelen siparişlerin ise ilk gelen ilk çıkar modeli ile oluşturulmuştur. Şartları Şekil 4.53.'de bulunmaktadır.

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.53. 9.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.11. 10- Senaryo - Sistemde Toplam İşlem Süresi En Uzun

Modelde senaryo 9 da kullanılan toplam işlem süresini gösteren ‘kriter’ özelliği kullanılmıştır. Sistem içerine gelen işlerin önceliği en uzun siparişe göre sıralanmıştır. Kuyruk modeli Şekil 4.54.’de 10. Senaryo kuyruk modeli yer almaktadır.

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
3	kesme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Highest Attribute Value	kriter	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.54. 10.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.12. 11- Senaryo - Sistem Teslim Tarihi En Kısa- Atölye İşlem Süresi En Uzun

Teslim tarihi olarak tanımlanan özellik sistemin içerinde ilk geliş anındaki sıralama için kullanılmaktadır. Daha sonra atölye içerine gelen işlenmeye hazır siparişler atölye içerinde işlem süresi en uzun durumdaki önceliğine göre işlenecektir. Kuyruk modeli Şekil 4.55.’ de 11. Senaryo kuyruk modeli yer almaktadır.

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	Highest Attribute Value	kesme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	Highest Attribute Value	kesme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	Highest Attribute Value	dilme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	Highest Attribute Value	dilme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	Highest Attribute Value	trapez_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	Highest Attribute Value	trapez_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	Highest Attribute Value	oluk_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	Highest Attribute Value	mahya_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.55. 11.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.13. 12- Senaryo - Sistem Teslim Tarihi En Kısa- Atölye Hazırlık Süresi En Uzun

Senaryoda Atölye içerine gelen siparişlerin hazırlık süreleri en uzun olan işlem sırasına alınmıştır. Kuyruk modeli Şekil 4.56'da 12. Senaryo kuyruk modeli yer almaktadır.

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	Highest Attribute Value	kesme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	Highest Attribute Value	kesme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	Highest Attribute Value	dilme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	Highest Attribute Value	dilme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	Highest Attribute Value	trapez_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	Highest Attribute Value	trapez_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	Highest Attribute Value	oluk_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	Highest Attribute Value	mahya_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.56. 12.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.14. 13- Senaryo - Sistem Teslim Tarihi En Uzun- Atölye Hazırlık Süresi En Uzun

Senaryoda sistem içine gelen siparişlerin teslim tarihi en uzun- Atölye içine gelen siparişlerin hazırlık süresi en kısa olan önceliklidir. Kuyruk modeli Şekil 4.57.' de 13. Senaryo kuyruk modeli yer almaktadır.

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	Highest Attribute Value	kesme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	Highest Attribute Value	kesme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	Highest Attribute Value	dilme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	Highest Attribute Value	dilme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	Highest Attribute Value	trapez_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	Highest Attribute Value	trapez_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	Highest Attribute Value	oluk_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	Highest Attribute Value	mahya_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Highest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.57. 13.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.15. 14- Senaryo - Sistem Hazırlık Süresi En Uzun- Atölye Teslim Tarihi En Uzun

Senaryoda sistem içine gelen siparişlerin hazırlık süresi en uzun öncelikli - Atölye içine gelen siparişlerin teslim tarihi en uzun sıralaması vardır. Kuyruk modeli Şekil 4.58.'de 14. Senaryo kuyruk modeli yer almaktadır.

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	Highest Attribute Value	kesme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	Highest Attribute Value	kesme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	Highest Attribute Value	dilme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	Highest Attribute Value	dilme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	Highest Attribute Value	trapez_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	Highest Attribute Value	trapez_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	Highest Attribute Value	oluk_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	Highest Attribute Value	mahya_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Highest Attribute Value	termin tarihi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.58. 14.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.16. 15- Senaryo - Sistem Hazırlık Süresi En Kısa – Atölye İlk Giren İlk Çıkar

Senaryoda sistem içine gelen siparişlerin hazırlık süresi en kısa öncelikli - Atölye içine gelen siparişlerin ilk giren ilk çıkar sıralaması vardır. Kuyruk modeli Şekil 4.59.'da 15. Senaryo kuyruk modeli yer almaktadır.

Queue - Basic Process				
	Name	Type	Attribute Name	Shared
1	k1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
2	k2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	kesme_h	<input type="checkbox"/>
4	d1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
5	d2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
6	t1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
7	t2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
8	o1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
9	m1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	dilme_h	<input type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Lowest Attribute Value	trapez_h	<input type="checkbox"/>

Şekil 4.59. 15.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.17. 16- Senaryo - Sistem Hazırlık Süresi En Uzun – Atölye İlk Giren İlk

Çıkar

Senaryoda sistem içine gelen siparişlerin hazırlık süresi en uzun öncelikli - Atölye içine gelen siparişlerin ilk giren ilk çıkar sıralaması vardır. Kuyruk modeli Şekil 4.60.'da 16. Senaryo kuyruk modeli yer almaktadır.

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	kesme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	dilme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Highest Attribute Value	trapez_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.60. 16.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.18. 17- Senaryo - Sistem Hazırlık Süresi En Uzun – Atölye İşlem Süresi En

Kısa

Senaryoda sistem içine gelen siparişlerin hazırlık süresi en uzun öncelikli Atölye içine gelen siparişlerin işlem süresi en kısa öncelikli sıralaması vardır. Kuyruk modeli Şekil 4.61.'de 17. Senaryo kuyruk modeli yer almaktadır.

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	Lowest Attribute Value	kesme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	Lowest Attribute Value	kesme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	kesme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	Lowest Attribute Value	dilme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	Lowest Attribute Value	dilme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	Lowest Attribute Value	trapez_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	Lowest Attribute Value	trapez_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	Lowest Attribute Value	oluk_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	Lowest Attribute Value	mahya_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	dilme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Highest Attribute Value	trapez_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.61. 17.Senaryo Kuyruk Modeli

4.6.19. 18- Senaryo - Sistem Hazırlık Süresi En Uzun – Atölye İşlem Süresi En Uzun

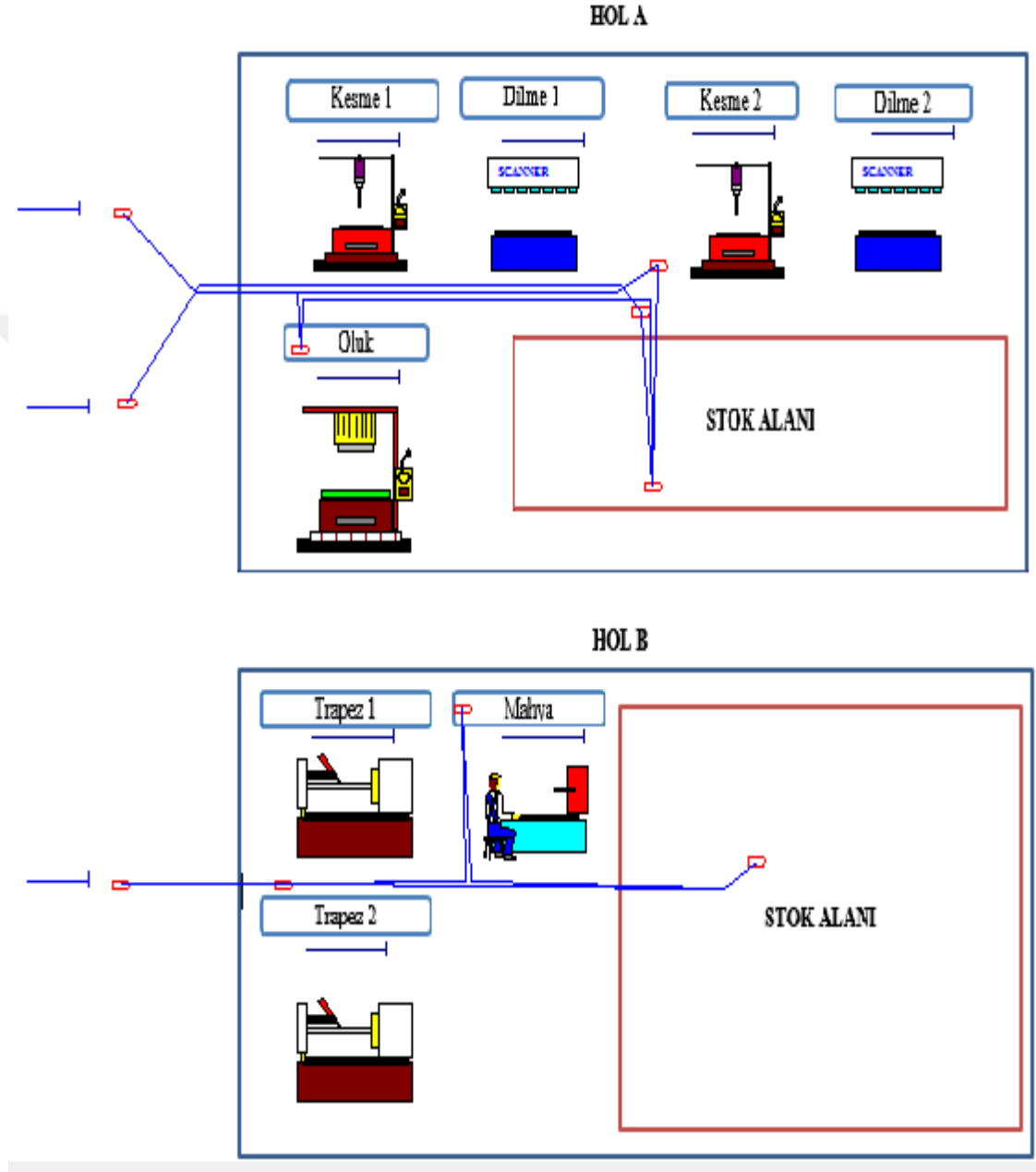
Senaryoda sistem içine gelen siparişlerin hazırlık süresi en uzun öncelikli - Atölye içine gelen siparişlerin işlem süresi uzun öncelikli sıralaması vardır. Kuyruk modeli Şekil 4.62.' de 18. Senaryo kuyruk modeli yer almaktadır.

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1	k1.Queue	Highest Attribute Value	kesme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	k2.Queue	Highest Attribute Value	kesme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	kesme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	kesme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	d1.Queue	Highest Attribute Value	dilme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	d2.Queue	Highest Attribute Value	dilme_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	t1.Queue	Highest Attribute Value	trapez_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	t2.Queue	Highest Attribute Value	trapez_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	o1.Queue	Highest Attribute Value	oluk_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	m1.Queue	Highest Attribute Value	mahya_s	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	dilme bekleme.Queue	Highest Attribute Value	dilme_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	trapez bekleme.Queue	Highest Attribute Value	trapez_h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 4.62. 18.Senaryo Kuyruk Modeli

4.7. Arena Animasyon Çalışması

Arena programı ile modellenen sisteme ait animasyon çalışması yapılmıştır. Çalışma Şekil.4.63.'de yer almaktadır.



Şekil 4.63. Arena Animasyon Çalışması

5. DİNAMİK ÇİZELGELEME

Dinamik yapıda olan sistemin benzetim çalışması yapılırken yapıya ait bazı varsayımlar altında program çalıştırılmış ve analiz edilmiştir.

5.1. Modelin Çalışma Kuralları ve Varsayımları

- Model 5000 adet siparişe göre uygulanmıştır.
- Yıl içerisinde gelen siparişlerin gelişler arası süresi farklılık göstermektedir. Çalışmada buna istinaden 3 farklı durum ele alınmıştır. Yaz dönemi, kış dönemi ve bahar dönemi olarak program çalıştırılarak model değerlendirilmiştir.
- Bununla birlikte yaz döneminde oluşan yoğun iş temposu ile kış döneminde oluşan yoğunluk arasındaki farklı senaryo uygulanabilirliği araştırılmıştır.
- Sistem de sipariş geldiği anda üretime başlanacaktır. Stok için üretim yapılmayacaktır.
- Makine için bakım süreleri Arena setup bölümünde 100 dk hazırlık süresi olarak alınmıştır. Sistemin akışı uygulanırken herhangi bir arıza yaşanmadığı varsayılmıştır.
- Siparişin malzemelerinin her zaman hazır bulunduğu varsayılmıştır.
- Gelen siparişlerin dinamik olarak sürekli geldiği düşünülmüştür.
- Simülasyon verileri dakika cinsinden girilmiştir. Sonuçlarda fazla rakamlar çıksa da detaylı görmek için yapılmıştır.
- Siparişin herhangi bir sebepten sistem içerisinde iptali gerçekleşmeden kesin siparişler olduğu varsayılmıştır.
- Üretim esnasında gerçekleşen fire/hatalı üretim olmadığı varsayılmıştır.
- Sistemi durduracak herhangi bir makine arızası ve operatör eksikliği olmadığı varsayılmıştır.
- Sistemin modeli ilk kural olan ilk giren ilk çıkar modeline göre sıralanmıştır.
- Sipariş tiplerindeki çeşitlilik farkı ciddi süreler olmadığı için göz ardı edilmiştir.

- Yapılan işlerin birinin üretilmesi bitmeden diğer bir siparişe başlanmayacaktır. Üretimde bölünme yaşanmayacaktır.
- İşlem akışında makineler birbirine yakın olduğu için ve vinç yardımı ile hızlı bir taşıma işlemi gerçekleştiği için bu taşıma süreleri sistemde göz ardı edilmiştir.
- Model bir optimizasyon problemi olmadığı için sürekli gelişmelere ayak uydurulup, sistem içerisindeki gelişen duruma bağlı ekleme ve çıkarımlar yapılabilmektedir.
- Siparişlerin sırasında aciliyet durumu olmaksızın sıra halinde geldiği varsayılmıştır.
- Sisteme girilen veriler dakika cinsinden yapılmıştır. Sonuçlarda dakika olarak çıkacaktır.
- Replications sayısı 30 olarak alınmıştır.

The image shows a 'Run Setup' dialog box with the following settings:

- Run Speed** (selected tab)
- Run Control** (selected tab)
- Reports** (selected tab)
- Project Parameters** (selected sub-tab)
- Replication Parameters** (selected sub-tab)
- Array Sizes** (selected sub-tab)
- Number of Replications:** 30
- Start Date and Time:** 7 Temmuz 2019 Pazar 14:44:53
- Warm-up Period:** 100
- Replication Length:** infinite
- Hours Per Day:** 24
- Base Time Units:** Minutes
- Terminating Condition:** Cikan == 5000
- Initialize Between Replications:**
 - Statistics
 - System
- Buttons:** Tamam, iptal, Uygula, Yardım

Şekil 5.1. Run Setup

Çizelge 5.1’de sistemin çalıştırılan modeli gösterilmiştir. Çıkacak adet sayısı 5000 olarak sınırlandırılmıştır.

5.2. Modelin Çalışması ve Sonuçlar

1. Durum Yaz Dönemi(Exp=10)

Çizelge 5.1. Exp=10 Veri Sonuçları

Exp=10	Tamamlanma Süresi	Geciken İş Adedi	Ortalama Çıkışlar Arası Süre	Makine Kullanım Oranı	Ortalama Erken Bitirme Süresi	Maksimum Erken Bitirme Süresi	Ortalama Gecikme Süresi	Maksimum Gecikme Süresi	Ortalama Akış Süresi	Maksimum Akış Süresi
Senaryo 1	64843	713	12,9503	0.7555	1641	1655	22685	24933	3750	4618
Senaryo 2	64842	712	12,9502	0.7554	1640	1654	22684	24932	3749	4620
Senaryo 3	64980	2232	12,9776	0.7587	1422	1533	1422	10373	3840	4822
Senaryo 4	64013	792	12,9942	0.7530	1634	1644	22592	25057	4133	5028
Senaryo 5	65063	793	12,9941	0.7550	1633	1643	22593	24933	4132	5023
Senaryo 6	64999	2234	12,9814	0.7537	1419	1533	6508	10349	3938	4820
Senaryo 7	64898	617	12,9612	0.7549	1700	1687	28324	25616	3933	4788
Senaryo 8	65011	611	12,9837	0.7580	1675	1683	28455	31916	3931	4860
Senaryo 9	77172	1330	15,4166	0,6305	1484	1573	15513	31898	4374	5449
Senaryo 10	64694	1352	12,9205	0,7573	1452	1545	13690	27392	4082	4971
Senaryo 11	64995	2235	12,9807	0,7560	1420	1532	6514	10370	3940	4821
Senaryo 12	64999	2236	12,9150	0,7485	1420	1532	6513	10371	3939	4821
Senaryo 13	64951	680	12,9718	0.7543	1700	1712	28304	31547	3935	4787
Senaryo 14	64927	618	12,9669	0.7546	1700	1712	28296	31582	3935	4785
Senaryo 15	64791	704	12,9398	0.7562	1641	1653	22548	24902	3693	4578
Senaryo 16	65350	803	13,5160	0.7497	1633	1642	22742	25678	4210	5131
Senaryo 17	65348	804	13,0513	0.7502	1633	1643	22708	25667	4209	5129
Senaryo 18	65350	804	13,0516	0.7535	1633	1643	22732	25720	4214	5134

Çizelge 5.1.’ de yaz dönemine ait sonuçlar dakika cinsinden yer almaktadır.

2. Durum Yaz Dönemi(Exp=12)

Çizelge 5.2. Exp=12 Veri Sonuçları

Exp=12	Tamamlanma Süresi	Geciken İş Adedi	Ortalama Çıkışlar Arası Süre	Makine Kullanım Oranı	Ortalama Erken Bitirme Süresi	Maksimum Erken Bitirme Süresi	Ortalama Gecikme Süresi	Maksimum Gecikme Süresi	Ortalama Akış Süresi	Maksimum Akış Süresi
Senaryo 1	64940	278	12,97	0,7545	1670	1683	16148	20905	1263	1996
Senaryo 2	64950	279	12,96	0,7544	1670	1683	16149	20905	1270	2000
Senaryo 3	65009	1195	12,98	0,755	1612	1660	2524	4710	1330	2089
Senaryo 4	65103	312	13	0,7480	1666	1676	16317	22222	1400	2206
Senaryo 5	65107	313	13,007	0,7478	1667	1667	16274	22226	1400	2204
Senaryo 6	65017	1200	12,98	0,7242	1611	1668	2520	4712	1329	2081
Senaryo 7	64962	229	12,97	0,7542	1697	1708	21958	29023	1329	2093
Senaryo 8	65011	610	12,9837	0,755	1675	1683	28455	31916	3930	4859
Senaryo 9	69897	276	13,9611	0,701	1664	1685	17980	23446	1371	2230
Senaryo 10	64802	294	12,94	0,7561	1651	1670	17590	22802	1423	2210
Senaryo 11	65017	1198	12,980	0,7535	1613	1669	2522	4712	1330	2082
Senaryo 12	65015	1197	12,98	0,7512	1613	1670	2521	4708	1320	2080
Senaryo 13	64976	228	12,97	0,7535	1696	1708	22018	29924	1329	2091
Senaryo 14	64979	229	12,97	0,754	1696	1709	21982	29680	1330	2093
Senaryo 15	64904	270	12,96	0,721	1670	1683	16164	20813	1235	1946
Senaryo 16	65246	318	13	0,76	1665	1679	16529	21199	1436	2257
Senaryo 17	65241	317	13,20	0,746	1665	1679	16530	21130	1435	2256
Senaryo 18	65240	318	13,02	0,759	1668	1680	16512	21114	1437	2260

Çizelge 5.2.' de bahar dönemine ait sonuçlar dakika cinsinden yer almaktadır.

3. Durum Yaz Dönemi(Exp=15)

Çizelge 5.3. Exp=15 Veri Sonuçları

Exp=15	Tamamlanma Süresi	Geciken iş Adedi	Ortalama Çıkışlar Arası Süre	Makine Kullanım Oranı	Ortalama Erken Bitirme Süresi	Maksimum Erken Bitirme Süresi	Ortalama Gecikme Süresi	Maksimum Gecikme Süresi	Ortalama Akış Süresi	Maksimum Akış Süresi
Senaryo 1	75313	8	15,04	0,653	1713	1738	758	2005	200	226
Senaryo 2	75314	7	15,04	0,64	1723	1738	759	2005	199	225
Senaryo 3	75322	1	15,05	0,65	1718	1737	2	10	202	227
Senaryo 4	75327	10	15,05	0,66	1722	1737	754	2134	203	230
Senaryo 5	75333	9	15,05	0,648	1723	1738	805	202	204	231
Senaryo 6	75319	0	15,15	0,651	1718	1738	0	0	202	228
Senaryo 7	75323	15	15,05	0,6503	1727	1737	951	2836	201	226
Senaryo 8	75326	14	15,04	0,652	1725	1737	925	2872	202	229
Senaryo 9	75363	10	15,06	0,66	1723	1737	669	2055	203	229
Senaryo 10	75296	9	15,04	0,62	1721	1736	665	1798	203	230
Senaryo 11	75316	1	15,05	0,6300	1717	1738	2	48	202	228
Senaryo 12	75320	1	15	0,64	1718	1737	6	178	202	229
Senaryo 13	75322	16	15,003	0,66	1728	1729	941	2740	203	229
Senaryo 14	75319	15	15,05	0,65	1728	1738	955	2937	202	228
Senaryo 15	76316	9	15,04	0,648	1724	1739	668	2063	200	225
Senaryo 16	75322	11	15,05	0,656	1721	1727	660	2250	202	232
Senaryo 17	75324	10	15,04	0,65	1722	1736	665	2271	204	232
Senaryo 18	75323	11	15,03	0,66	1721	1735	663	2307	205	233

Çizelge 5.3' de kış dönemine ait sonuçlar dakika cinsinden yer almaktadır.

Çizelge 5.4. Min-Max Değer Sonuçları

	Tamamlanma Süresi	Geciken İş Adedi	Ortalama Çıkışlar Arası Süre	Makine Kullanım Oranı	Ortalama Erken Bitirme Süresi	Maksimum Erken Bitirme Süresi	Ortalama Gecikme Süresi	Maksimum Gecikme Süresi	Ortalama Akış Süresi	Maksimum Akış Süresi
min	64013	611	12,915	0,6305	1419	1532	6508	10349	3693	4578
Senaryo	4	8	12	9	6	11,12	7	7	15	15
max	77172	2236	15,4166	0,758	1700	1712	28455	31916	4374	5449
Senaryo	9	12	9	8	7	13,14	8	8	9	9
min	64802	228	12,94	0,701	1611	1660	2520	4708	1235	1946
Senaryo	10	13	10	9	6	3	6	12	15	15
max	69897	1200	13,9611	0,760	1697	1709	28455	31916	3930	4859
Senaryo	9	6	9	16	7	14	8	8	8	8
min	75296	0	15	0,620	1713	1727	0	0	199	225
Senaryo	10	6	12	10	1	16	6	6	2	2
max	76316	16	15003	0,660	1728	1739	955	2937	205	233
Senaryo	15	13	6	13	13	15	14	14	18	18

Çizelge 5.4’de senaryolara ait minimum ve maximum değerlere yer verilmiştir.

Yaz dönemi için değerlendirilen siparişlerin diğer dönemlere göre daha sık geldiği ilk durumda tamamlanma süresi en erken biten;

Senaryo 1 sadece kış dönemine ait ortalama erken bitirme süresi için bize bize en iyi sonucu vermektedir.

Senaryo 2 ise aynı şekilde kış dönemine ait akış süresinde en iyi sonucu bize vermektedir Buda gösteriyor ki senaryo 1 ve 2 de bizim siparişlerimizin yoğun olmadığı dönemlerde bize iyi sonuç vermektedir.

Senaryo 4 Sisteme geldiği anda en uzun işlem süresi bulunan işin öne alındığı atölye içerisinde ise ilk tezgâh önüne gelen işin önce yapıldığı durumdur. En erken şekilde tamamlansa da geciken iş adeti oldukça fazladır.

Senaryo 6 ya bakacak olursak siparişlerin 3 farklı durumunda da gecikme adeti ve süresindeki bize verdiği en iyi sonuçlar ile gecikmelerin istenmediği durumda müşteri memnuniyetini sağlamak amacı ile kullanılabilir.

Senaryo 9 için bahar dönemi ve yaz döneminde tamamlanma süresi ve çıkışlar arası en uzun senaryo olmuştur. Yaz ve bahar dönemleri için ise makine kullanım oranı en yüksek olan senaryoyu bize vermektedir.

Yaz dönemine ait sonuçlara bakacak olduğumuzda senaryo 8 hem makine kullanım oranları hem de ortalama gecikme süresi göz önüne alındığında geciken iş adeti ne kadar az olsa da bizim ortalama adetlerimize baktığımızda tercih etmek istemediğimiz senaryoyu bize sunmuştur.

Bahar dönemindeki sonuçlarda ise geciken iş adeti en iyi sonucu veren senaryo 13 olmuştur. Bu dönemdeki senaryo 6 senaryo 11 ve senaryo 12 de geciken iş adeti oldukça fazladır. Müşteri memnuniyeti için tercih edilmemesi gereken senaryolar olarak karımıza çıkmaktadır.

Kış dönemi sipariş yoğunluğunun yaz dönemine göre oldukça daha az olduğu ve geciken iş adetlerindeki azalmaların olduğu dönemdir. Senaryo 13 makine kullanım oranı en yüksek senaryoyu göstermektedir.

Senaryo 12 yaz ve kış dönemlerine ait ortalama çıkışlar arası süresinin en kısa olduğu sonucu vermektedir.

Senaryo 10 bahar ve kış dönemine ait tamamlanma süresi önemli olduğu durumlarda bize en kısa süreyi vererek karar verme sürecinde en iyi senaryo olmuştur.

Senaryo 18 e ait en uzun süreç kış dönemine ait akış süresinde belirlenmiştir

6. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Hem atölye tipi üretimlerde hem de sistemlerin geneline bakacak olduğumuzda dinamik yapılar karşımıza çıkmaktadır. Bu dinamik yapıda ise doğru kararlar alabilmek rekabet ortamında oldukça öneme sahiptir.

Deneme yanılma yapılması yerine sistemi simüle ederek karar verme süreçlerinde hem maliyetten hem de zamandan kazanç sağlayacaktır. Tezin hazırlandığı yapı içerisinde yıl içerisindeki sipariş geliş miktarının aynı olmadığı gözlemlenmiştir. Buna bağlı olarak 3 farklı sipariş geliş sürelerine ait 18 farklı senaryo ile sistem simüle edilmiştir.

Çalışmada siparişlerin farklı dönemlerdeki sonuçlarını gösteren senaryoları incelediğimizde 3 geliş hızı içinde farklı en iyi sonuçlar ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. 5000 adetlik sipariş miktarına bağlı olarak sistemi çalıştırdığımızda Yaz ve bahar dönemine ait en iyi tamamlanma sürecini veren 10. Senaryo olmuştur. Sistemde toplam işlem süresi en uzun olan ilk önceliğe almamız bizim en iyi sonucumuzu vermiştir.

Gecikmelere bağlı olan süreçleri incelediğimizde Senaryo 6 da yer alan sistemde teslim süresi en kısa olan öncelikli senaryosu bizim sistemimizi iyileştirmiştir.

Sistemlerde en çok kullanılan ilk giren ilk çıkar modelini incelediğimizde bize uygulama ölçütlerinde en iyi sonucu vermediği gözlemlenmiştir.

Sistemin işlem süreleri ve işleyişi aynı olsa da siparişlerin geliş yoğunluğuna göre bu farklı dönemlerde farklı senaryolarının bize en iyi sonuç verdiği gözlemlenmiş olup Sipariş geliş miktarının senaryo stratejileri uygulanırken ne kadar önem arz ettiği ortaya çıkmaktadır.

Yaz dönemi, kış dönemi veya bahar döneminde farklı senaryoları üretim süreçlerinde kullanılabilir.

Akış süreleri sistem içerisinde de yığılmaların sebep olduğu en önemli etkenlerden biridir. Sonuçları incelediğimizde senaryo 15 de yer alan sistemde hazırlık süresi en kısa olan ve atölye içerisine geldiğinde tezgâhta ilk giren siparişin öncelikle işleme alındığı senaryo bizim için akış sürelerini minimize etmek istediğimiz de en iyi sonucu verecektir.

Yaz döneminden kış dönemine gelindiğinde geciken iş adetlerinde ciddi bir azalma görülmüştür. Sistem incelendiğinde makine kullanım oranları kesme, dilme ve trapez hatları oldukça yoğunken mahya ve oluk hatları yoğun işlem görmemektedir. Buda makine işlem sürelerinin ortalamasını düşürmektedir.

Geliş hızı değişse de makine kullanım oranlarında değişimin ciddi bir fark etmediği ortaya çıkmaktadır.

Yapılan çalışmada literatürde araştırılan konulara gerçek bir sanayi uygulaması olması sistemlerin yapılabilirliğinin görülmesi açısından bir örnek olmuştur. Teorik verilerin gerçek problemlere uygulaması gerçekleşmiştir.

Birçok sektörde kullanılabilen simülasyon çalışmaları daha sonra yapılacak çalışmalarda da Arena programı ile simüle edilebilir ve sonuçlar karşılaştırılabilir. Simülasyonun sistemdeki olası değişikliklerin sonuçlarının analizinde maddi ve zaman açısından fayda sağlayacaktır. Örneğin yeni bir hattın kurulumunda sistemin doluluk oranları için öngörü oluşturabilmektedir. Demir çelik sektörüne ait yapılan benzetim çalışmalarında Arena simülasyon programı kullanışlı olmakla beraber, çalışmalarında tipleri aynı olan siparişlerin farklı üretim sürelerindeki senaryo uygulamaları araştırılabilir.

KAYNAKÇA

Annamaria ve arkadaşları, Simulation Software Support Of Manufacturing Processes In Engineering Industry., TEM Journal, Vol. 7 Issue 4, p849-853. 5p., 2018

Bircan ve arkadaşları., Ki-Kare Ve Kolmogorov Smirnov Uygunluk Testlerinin Simulasyon İle Elde Edilen Veriler Üzerinde Karşılaştırılması, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cumhuriyet Üniversitesi, Cilt 4, Sayı 1, 2003

Çörekçi, C., Atölye Tipi Üretimde Simülasyon Teknikleri İle Dinamik Çizelgeleme Ve Atölye Simülasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale,2014

Çörekçiöğlü,S., Üretim Etkinliğinin Arttırılmasında Simülasyon Yaklaşımı Ve Bir Üretim Atölyesinde Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü,2010

Daşcı,A., Simülasyon Destekli Yalın Üretim Sisteminin Mobilya Sektöründe Uygulanması,Yüksek Lisans Tezi,Kayseri Üniversitesi,2010

Ersöz,O.Ö, Atölye Yükünün Planlanmasında Rfid Temelli Dinamik Bir Yaklaşım Ve Fnss'de Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi,2016

Estosa ve arkadaşları, Simulation to reallocate supply to committed orders under shortage. International Journal of Production Research, Vol. 57, No. 5, 1552–1570,2019

Florence ve arkadaşları, A Simulation Based Approach For Supply Network Control., International Journal Of Production Research., Vol. 49 Issue 24, p7205-7226. 22p. 6 Diagrams, 3 Charts, 3 Graphs., 2011

Gabriel ve arkadaşları, Calculation And Simulation Model Of A System Ropecon.,
TEM Journal, Vol. 7 Issue 3, p480-487. 8p., 2018

Gerşil,M.,İmalatta Simülasyon Kullanımı ve Arena Dili ile Bir Uygulama, Doktora
Tezi,Manisa,2004

İnal A. F, Atölye Tipi Üretimde Dinamik Çizelgeleme Problemi İçin Tezgâh
Yükleme Kurallarının Kıyaslanması, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale
Üniversitesi, Kırıkkale,2018

Kılıç,R., Güneş Paneli Üretiminde Sistem İyileştirmesi için Bir Simülasyon
Yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum,2019

Klodawski, M. ve arkadaşları, Simulation Analysis Of Order Picking Efficiency
With Congestion Situations., International Journal of Simulation Modelling
(IJSIMM)., Vol. 17 Issue 3, p431-443. 13p.,2018

Keskin,U., Metro İstasyonu Simülasyonu, Yüksek Lisans Dönem Projesi, İstanbul
Medeniyet Üniversitesi, İstanbul,2017

Kurugöl,S., A Dynamic Drr Scheduling Algorithm For Flow Level Qos Assurances
For Elastic Traffic, Master Of Science, Bilkent University,2006

Küçükönder ve Uçar,Üretim Etkinliğinde Simülasyon, Kahramanmaraş Sütcü İmam
Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,Cilt 5,Sayı 1 s:117-
126,2015

Panwalker S.S,ve Iskander.W.,A Survey Of Scheduling Rule. Operation Research
,Vol 25,N1,45-61,1968

Luara ve arkadaşları, Simulation Based Learning In Practice With İnterprofessional
Students: Organic Disruptive Simulation And Golden Teachable Moments.,
Journal of Practice Teaching & Learning, Vol. 16 Issue 1, p81-88, 8p, 2018

Pekel. E ve Kara.,S.S, Hızlı Ulaşım Sisteminde Simülasyon Bazlı Çizelgeleme,Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi,(Sigma 33),66-76,2015

Pınar,E., Alarm Faaliyetleri Esnasında Bir MekanizePiyade Taburunun Mühimmat Ve Akaryakıt İkmalinin Simülasyon Yolu İle Analiz Edilmesi,Yüksek Lisans Tezi,İstanbul üniversitesi,2008

Takakuwa ve arkadaşları, Learning The Procedure On Takt Production Of Tps By Methods Engineering And Simulation, International Journal of Simulation Modelling (IJSIMM), Vol. 17 Issue 4, p633-642. 10p., 2018

Türker, A.K., Üretim ve Hizmet Sistemlerinde Simülasyon Ve Arena, Kral Matbaa, Eskişehir, 2011.

Yelkenci,S.,ve Tunalı.S., Eşanjör Üretim Hattında Simülasyon Kullanılarak Darboğaz İstasyonların Belirlenmesi, Atatürk Ü. İİBF Dergisi, 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı,445-450,2011

Yersel, Ş. E, Cevher Hazırlama Ve Zenginleştirme Tesislerinin Simülasyon Yöntemiyle Verimliliğinin Artırılması, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir,2012

Yeşilparmak, E., Application Of Q-Learning Algorithm To Bicriteria Dynamic Scheduling Problem, Master Of Science, Dokuz Eylül University,2008

Yıldırım.N., Normal Dağılım için Uyum İyiliği Testleri ve Bir Simülasyon Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi,Ankara,201