



T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

BİR TEKSTİL FABRİKASININ
ÜRETİM SİSTEMİNDE
SİMÜLASYON UYGULAMASI

Hazırlayan
Mehmet Erdoğan BAĞ

İşletme Anabilim Dalı
Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Emre ASLAN

TOKAT – 2016



T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

BİR TEKSTİL FABRİKASININ
ÜRETİM SİSTEMİNDE
SİMÜLASYON UYGULAMASI

Hazırlayan
Mehmet Erdoğan BAĞ

İşletme Anabilim Dalı
Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Emre ASLAN

TOKAT – 2016

BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Yrd. Doç. Dr. Emre ASLAN danışmanlığında hazırlamış olduğum "Bir Tekstil Fabrikasının Üretim Sisteminde Simülasyon Uygulaması" adlı Yüksek Lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

23 / 09 / 2016


Mehmet Erdoğan BAĞ

**BİR TEKSTİL FABRİKASININ
ÜRETİM SİSTEMİNDE
SİMÜLASYON UYGULAMASI**

Tezin Kabul Ediliş Tarihi: 23 / 09 / 2016

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Alperen M. YETT

Üye : Yrd. Doç. Dr. Emre ASLAN (Başkan)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Akın TÜRKMEN

İmzası



Bu tez, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun 06./09./2016 tarih ve 38 sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul edilmiştir.

Enstitü Müdürü:Prof. Dr. Mustafa ÇOLAK
Enstitü Müdürü



İÇİNDEKİLER

Sayfa

BİLİMSEL ETİK SAYFASI.....	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
RESİMLER LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xii
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 1.....	3
1. ÜRETİM VE ÜRETİM YÖNETİMİ.....	3
1.1. Üretim Kavramı.....	3
1.2. Üretim Yönetimi.....	5
1.3. Üretim Sistemleri.....	8
BÖLÜM 2.....	13
2. SİMÜLASYON.....	13
2.1. Simülasyon Kavramı.....	13
2.2. Tarihçesi.....	13
2.3. Modelleme.....	15
2.4. Simülasyonun Kullanıldığı Durumlar.....	16
2.5. Kullanım Alanları.....	17
2.6. Simülasyon Süreci.....	23
2.7. Simülasyon Tekniğinin Avantajları Ve Dezavantajları.....	24
2.7.1. Avantajları.....	24
2.7.2. Dezavantajları.....	25
BÖLÜM 3.....	26
3. UYGULAMA.....	26
3.1. Promodel İle Simülasyon Programı.....	27

3.1.1.	Lokasyonlar (Locations)	27
3.1.2.	İş Parçaları (Entities).....	29
3.1.3.	Gelişler (Arrivals)	30
3.1.4.	Yol Ağları (Path Networks)	31
3.1.5.	Kaynaklar (Resources)	32
3.1.6.	İş Akışı (Processing)	33
3.2.	Mevcut Durum	34
3.3.	Simülasyon İçin Kullanılan Ürünler Ve Parçaları	39
3.4.	Modelde Kullanılan Parçalara Ait Bilgiler	43
3.4.1.	Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı	43
3.4.1.1.	Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Ürün Parçaları ve İzledikleri Rotalar 43	
3.4.1.2.	Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı İşlem süreleri	46
3.4.1.3.	Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Tek Seferde Sisteme Giren Ürünlerin Sayısı.....	48
3.4.1.4.	Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Üretim Süreci (280 adet).....	49
3.4.2.	Empirme Nevresim Takımı	50
3.4.2.1.	Empirme Nevresim Takımı Ürün Parçaları ve İzledikleri Rotalar	50
3.4.2.2.	Empirme nevresim takımı işlem süreleri	53
3.4.2.3.	Empirme Nevresim Takımı Tek Seferde Sisteme Giren Ürünlerin Sayısı 55	
3.4.2.4.	Empirme Nevresim Takımı Üretim Süreci (350 adet).....	56
3.5.	Simülasyon Modeli	57
3.6.	Mevcut Durum Analizi	62
3.6.1.	Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı	62
3.6.2.	Empirme Nevresim Takımı	65
3.7.	Mevcut Durumun Değerlendirilmesi	66
3.8.	Mevcut Durum İçin Alternatif Senaryolar	67
3.8.1.	Ekonomik Yatak Örtüsü	67
3.8.1.1.	Senaryo-1	67
3.8.1.2.	Senaryo-1 Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	72

3.8.1.3. Senaryo-2	73
3.8.1.4. Senaryo - 2 Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	77
3.8.1.5. Empirme Nevresim Takımı – Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı.....	80
3.8.1.6. Empirme Nevresim Takımı – Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı İçin Kurulan Modelin Değerlendirilmesi.....	88
BÖLÜM 4	90
4.SONUÇ VE ÖNERİLER	90
KAYNAKLAR.....	92



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Tipik Sistemlerin Girdi-Dönüşüm-Çıktı İlişkileri	4
Tablo 2: Ürün Reçeteleri	41
Tablo 3: Bir Günlük Üretim Miktarları ve Sisteme Giren Ürün Miktarı	41
Tablo 4: Ekonomik Yatak Örtüsü Ürün Parçaları ve Rotalar	43
Tablo 5: Ekonomik Yatak Örtüsü Üretim Departmanından Alınan Süreler	47
Tablo 6: Ekonomik Yatak Örtüsü Sisteme Tanımlanan Süreler	47
Tablo 7: Ekonomik Yatak Örtüsü İş Yükleri	48
Tablo 8: Ekonomik Yatak Örtüsü Paket İçeriği	50
Tablo 9: Empirme Nevresim Takımı Ürün Parçaları ve İzledikleri Rotalar	50
Tablo 10: Empirme Nevresim Takımı Üretim Departmanından Alınan Süreler	54
Tablo 11: Empirme Nevresim Takımı Sisteme Tanımlanan Süreler	54
Tablo 12: Empirme Nevresim Takımı İş Yükleri	55
Tablo 13: Empirme Nevresim Takımı Paket İçeriği	57
Tablo 14: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Lokasyonlar	58
Tablo 15: Empirme Nevresim Takımı Lokasyonlar	60
Tablo 16: Ekonomik Yatak Örtüsü Mevcut Durumda Üretim Bölümündeki Makinaların Kullanım Miktarları Ve Oranları	63
Tablo 17: Ekonomik Yatak Örtüsü Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları	64
Tablo 18: Ekonomik Yatak Örtüsü Ürünlerin Çıkış Süreleri	65
Tablo 19: Empirme Nevresim Takımı Mevcut Durumda Üretim Bölümündeki Makinaların Kullanım Miktarları Ve Oranları	65
Tablo 20: Empirme Nevresim Takımı Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları	66
Tablo 21: Empirme Nevresim Takımı Ürünlerin Çıkış Süreleri	66
Tablo 22: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı İşlem Yapılacak Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları	68
Tablo 23: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Senaryo-1'de Makinelerin Kullanım Miktarları Ve Oranları	70

Tablo 24: Ekonomik Yatak Örtüsü Senaryo-1'de Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları.....	71
Tablo 25: Ekonomik Yatak Örtüsü Senaryo-1'de Ürünlerin Çıkış Süreleri.....	72
Tablo 26: Ekonomik Yatak Örtüsü Senaryo-2 Makinelerin Kullanım Miktarları Ve Oranları.....	75
Tablo 27: Ekonomik Yatak Örtüsü Senaryo-2'de Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları.....	76
Tablo 28: Ekonomik Yatak Örtüsü Senaryo-2'de Ürünlerin Çıkış Süreleri.....	77
Tablo 29: Lokasyonların Mevcut Durum, Senaryo - 1 ve Senaryo - 2 İşlemde Kalma Oranları.....	80
Tablo 30: Ekonomik Yatak Örtüsü Makinelerin Kullanım Miktarları Ve Oranları (140 adet).....	82
Tablo 31: Ekonomik Yatak Örtüsü Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları (140 adet).....	83
Tablo 32: Ekonomik Yatak Örtüsü Ürünlerin Çıkış Süreleri (140 adet).....	84
Tablo 33: Empirme Nevresim Takımı Makinelerin Kullanım Miktarları Ve Oranları (160 adet).....	85
Tablo 34: Empirme Nevresim Takımı Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları (160 adet).....	87
Tablo 35: Empirme Nevresim Takımı Ürünlerin Çıkış Süreleri (160 adet).....	88

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Lokasyon Ögesinin Ana Menüde Görünümü	27
Şekil 2: Lokasyon Penceresi	28
Şekil 3: Grafik Penceresi.....	28
Şekil 4: Layout Penceresi.....	29
Şekil 5: İş Parçaları Ögesinin Ana Menüde Görünümü.....	29
Şekil 6: İş Parçaları Penceresi	30
Şekil 7: Gelişler Ögesinin Ana Menüde Görünümü	30
Şekil 8: Sisteme Giriş Yapacak İş Parçaları Penceresi	31
Şekil 9: Gelişler Penceresi	31
Şekil 10: Yol Ağları Ögesinin Ana Menüde Görünümü.....	32
Şekil 11: Kaynaklar Ögesinin Ana Menüde Görünümü	33
Şekil 12: İş Akışı Ögesinin Ana Menüde Görünümü	33
Şekil 13: İş Akışı Atanacak İş Parçalarının Bulunduğu Pencere	34
Şekil 14: İş Akışı ve Rotalar Penceresi	34
Şekil 15: Fabrika Planı	38
Şekil 16: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Fabrika Düzeni	45
Şekil 17: Empirme Nevresim Takımı Fabrika Düzeni.....	52
Şekil 18: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Mevcut Durum Simülasyon Modeli.....	59
Şekil 19: Empirme Nevresim Takımı Simülasyon Modeli	61
Şekil 20 : Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Senaryo-1 Simülasyon Model.....	69
Şekil 21: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Senaryo-2 Simülasyon Modeli.....	74
Şekil 22 : Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Mevcut Durum İçin Lokasyonların Kullanım Oranları	78
Şekil 23 : Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Senaryo-2 İçin Lokasyonların Kapasite Kullanım Oranları	78
Şekil 24: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Mevcut Durum İçin Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların İşlemde Kalma Oranları.....	79
Şekil 25: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Senaryo-2 İçin Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların İşlemde Kalma Oranları.....	79

Şekil 26: Ekonomik Yatak Örtüsü Makinelerin Kullanım Miktarları Ve Oranları (140 adet)	83
Şekil 27: Ekonomik Yatak Örtüsü Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları (140 adet).....	84
Şekil 28: Ekonomik Yatak Örtüsü Ürünlerin Toplam Çıkış Sayısı	85
Şekil 29: Empirme Nevresim Takımı Makinelerin Kullanım Miktarları Ve Oranları (160 adet).....	86
Şekil 30: Empirme Nevresim Takımı Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları (160 adet).....	87
Şekil 31: Empirme Nevresim Takımı Ürünlerin Toplam Çıkış Sayısı	88



RESİMLER LİSTESİ

Resim 1: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı.....	39
Resim 2: Empirme Nevresim Takımı.....	40



ÖZET

Simülasyon günümüzde pek çok farklı kullanım alanıyla birlikte işletmelerinde üretim sistemlerini analiz etmek ve geliştirmek için kullanabilecekleri bir araçtır. Sistemin modelini kurup bu model üzerinde gerçek dünyadaki para ve zaman maliyetine katlanmadan denemeler yapmaya izin vermesi simülasyonun en öne çıkan özelliğidir.

Bu çalışmada bir tekstil fabrikasının üretim sisteminin mevcut durumu için simülasyon modeli kurulmuştur. Simülasyon programı olarak ProModel 9.2 kullanılmıştır. Bu program ile kurulan model sayesinde fabrikanın dikiş bölümünün bir gün içerisindeki üretimini bilgisayar ortamında görsel olarak takip etmek ve sonucunda sayısal analizler elde etmek mümkündür. Bu analizler sonucunda hedeflenen üretim miktarının mesai saatleri içerisinde yetiştirilemediği, bazı makinelerin kullanım oranlarının düşük olduğu görülmüştür.

Buna göre üç adet alternatif senaryo geliştirilmiştir. Birinci senaryoda dikiş bandından iki makine çıkarılmış ve makine kullanım oranlarında %30'lara varan artış gözlenmiştir. Ancak buna rağmen mesai saatleri aşılmaktadır. Bu senaryoda halen mesai saatleri aşıldığı için 'destek atma' olarak adlandırılan boş kalan makinelere iş atamanın uygulandığı ikinci senaryo kurulmuş ve mesai saatleri içerisinde üretimin tamamlanması sağlanmıştır. Bu sayede makine kullanım oranları %90'ı aşmıştır. Son senaryoda ise fabrikanın aynı gün içerisinde iki ayrı ürün grubunu üretme durumu ele alınarak siparişten teslimata kadar olan sürenin kısaltılabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Üretim Sistemleri, Simülasyon, Tekstil, ProModel

ABSTRACT

Nowadays, simulation is a tool for a variety of usages as well as analyzing and developing production systems in businesses.. The predominant features of simulations are its allowance of setting a system model up and experimenting it without enduring financial costs and time in real-world.

In this study, a simulation model was set up for the present situation of a textile factory's production system. ProModel 9.2 was used for the simulation program. With the model set up with this program, it is possible to follow the production of the department of the stitching in the factory visually and consequently getting quantitative analyses. It was seen that targeted quantity of production in the working hours was not produced and the rate of use of some machines were low.

Accordingly, three alternative scenarios were developed. In the first scenario, two machines were removed from stitching tapes and approximately 30% increase was observed in the rate of the use of machine. However, working hours were exceeded. Because in this scenario the working hours were still exceeded, a second scenario in which unused machines named 'supporting was developed and the completion of production in working hours was ensured. Thanks to this, the rate of use of machine exceeded 90%. In the last scenario, taking into account the case of production of two different groups of products in the same day, it was seen that time from ordering to delivery could be reduced.

Key Words: Production Systems, Simulation, Textile, ProModel

GİRİŞ

Günümüzde küreselleşmenin beraberinde getirdiği erişim kolaylığı işletmeler arası rekabeti artırmış ve işletmelerin sektörde kalma koşullarını iyice zorlaştırmıştır. Bu zorlu koşullar nedeniyle üretim işletmeleri en karlı şekilde üretim yapmanın önemini anlamış ve bunun için yollar aramaya başlamışlardır. Minimum maliyet ve maksimum kar elde etmenin yanında kaliteli ürün üretip zamanında teslim etmek sektörde başarılı olan işletmelerin temel prensibi haline gelmiştir.

Son dönemlerde işletmeler rekabet avantajı elde etmek için çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar. Üretim sistemlerinde zaman ve maliyet en önemli iki faktördür. Bu iki faktörü minimize etmek işletmelerin karını artıracak gibi sürdürülebilirliğini de sağlayacaktır.

Üretim işletmelerinde kullanılan üretim hatlarının verimi hakkında bilgi sağlama ve bu verimi artırma çalışmalarında, yapılması düşünülen yeni yatırımlarında karlı olup olmayacağı hakkında işletme sahibine ya da yatırımcıya fikir vermesi açısından simülasyon (benzetim) ile modelleme en uygun tekniklerdendir. Bu teknik karmaşık yapıya sahip üretim sisteminin sahip olduğu bütün elemanları ve üretim sürecini basitleştirerek sistemin çalışma düzenini iyileştirmeye çalışan önemli bir karar destek sağlayıcı araçtır. Sektördeki güçlü rakipler karşısında ayakta kalma ve rekabete ortak olma mücadelesi işletmelerin yatırımlarını ve mevcut çalışma sistemlerini öngörmeye ve simülasyon ile modellemeye gereksinimleri olduğunu göstermektedir. Bu yöntemle işletmeler yeni üretim teknikleri ve modelleri kullanarak rekabet ortamında varlıklarını sürdürmeyi ve güçlerini artırmayı hedeflemişlerdir.

Bu çalışmada, Tokat ilinde faaliyet gösteren havlu, nevresim ve bornoz üretimi yapan bir tekstil fabrikasına ait üretim sistemlerinin, kapasite kullanım oranlarının ve üretim miktarının artması, firmaya olan maliyetleri en aza indirerek karı en üst düzeye çıkarmak amaçlanmış ve simülasyon ile modelleme tekniği kullanılmıştır. Kullanılacak olan programın adı ProModel ile simülasyon programıdır. Tokat ilinde faaliyet gösteren bu tekstil fabrikasının sadece dikiş bölümündeki üretim sisteminin simülasyon modeli kurulmuştur. Model mevcut şartlar altında çalıştırılarak makinelerin günlük üretim

kapasitesi, kapasite kullanım oranları, boş bekleme süreleri, toplam üretim süreleri ve ürünlerin işlem bekleme süreleri gibi bazı sonuçlara ulaşılmıştır. Sistem üzerinde yapılan değişikliklerin (makine sayılarının azalması, boşta kalan makinelerin diğer makinelere yardım etmesi vs.) toplam üretim sayısına ve toplam üretim süresine etkisine bakılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde genel hatlarıyla üretim, üretim yönetimi ve üretim sistemleri kavramları tanımlanmıştır.

İkinci bölümde simülasyon kavramının tanımı, süreçleri, kullanıldığı durumları, kullanım alanları, tarihçesi, avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiştir. Ayrıca simülasyon alanında yapılan çalışmaların literatür özetlerine yer verilmiştir. Ağırlıklı olarak ProModel simülasyon programını kullanan çalışmalar seçilmiştir.

Üçüncü bölümde ise bir tekstil fabrikasının üretim sisteminde simülasyon uygulamasına yer verilmiştir. Öncelikle fabrikanın mevcut durum analizi daha sonra geliştirilen senaryolar ve analizleri yer almaktadır. Ayrıca çalışmada kullanılacak olan ProModel simülasyon programında kullanılan öğelerin şekillerle anlatımını içermektedir.

Sonuç bölümünde ise oluşturulan senaryoların sonuçlarına bakılarak fabrika için önerilerde bulunulmuştur.

BÖLÜM 1

1. ÜRETİM VE ÜRETİM YÖNETİMİ

1.1.Üretim Kavramı

Üretim; insan gereksinimlerini karşılayan ürün ya da hizmetlerin oluşturulması sürecidir. Başka bir ifadeyle, belirli kaynakların belirli dönüştürme sürecinden geçirilerek ürün ya da hizmet haline getirilmesine üretim denir (Özgen ve Yalçın, 2011: 198).

İktisatçılara göre üretimin tanımı, mühendislerin yaptıkları tanımdan daha geniş kapsama sahiptir (Demir ve Gümüšoğlu, 2009: 5). İktisat bilimine göre üretim, ‘her türlü yarar yaratma’ ya da ‘iktisadi ürün ve hizmetleri oluşturma’ olarak tanımlanmıştır (Mucuk, 2014: 187). Üretim mühendislerine göre üretim, ‘mevcut hammaddelere ihtiyaç duyulan teknolojiler kullanılarak belirli süreçlerden geçirilmesi ve son haline getirilmesi’ olarak tanımlanır. Bu tanımda üretimin sadece teknolojik bir değiştirme süreci olduğu ancak deneyimlerimizin bize gösterdiği üretimin bu kadar yalın olmadığıdır. Hammaddelerin sadece teknoloji sürecinden geçmediği bunun yanında insan emeğinin de olması gerektiği görülmektedir. Sahip olduğumuz en gelişmiş üretim sistemlerinde bile tam anlamıyla insansız ve emeksiz üretime geçilememiştir (Şimşek ve Çelik, 2011: 131).

Modern üretim birçok elemana sahiptir. Fakat iktisatçıların bu alanda yaptıkları sıralamada basitlik ve kapsam açısından yeterli olabilir. Buna göre üretim; toprak (veya hammadde kaynakları), işçilik (veya insan gücü kaynakları) ve sermaye faktörlerinin bileşimidir (Kobu, 2013: 3).

Üretim sistemi çeşitli unsurlardan oluşur ve sisteme giren çeşitli girdilerden istenilen çıktılar elde edilir. Bu unsurlar makine, insan veya yönetim sistemi olabilir. Sistemdeki girdiler hammadde, insan ya da yarı mamuldür. Süreç içindeki değişimler üretimde fiziksel, ulaşımda bölgesel ve telekomünikasyonda ise bilgi değeri taşır. Girdi-dönüşüm-çıkıtı örnekleri yer alan aşağıdaki Tablo 1’de bazı tipik sistemlerin direkt üretim elemanları yer almaktadır (Çelikçapa, 2000: 2).

Tablo 1: Tipik Sistemlerin Girdi-Dönüşüm-Çıktı İlişkileri

Sistem	Ana Girdiler	Ursular	Ana Dönüşüm Fonksiyonları	Tipik Beklenen Çıktı
Hastane	Hastalar	Doktorlar, Hemşireler, Tıbbi araçlar	Sağlık bakımı	İyileşmiş hastalar
Restoran	Aç müşteriler	Yemek, şef, garsonlar	Hijyenik yiyecekler ve iyi servis	Tatmin olmuş müşteriler
Otomobil Fabrikası	Çelik ve motor parçaları	Makineler ve iş görenler	Fabrikasyon ve montaj	Kaliteli arabalar
Üniversite	Lise mezunları	Öğretim üyeleri, kitaplar, sınıflar	Bilgi ve beceri kazandırılması	Eğitilmiş bireyler
Süpermarket	Alışveriş yapanlar	Gösterim, stoklanmış ürünler ve satış elemanları	Alıcıları etkileme, ürünlerin tanıtımı ve satış	Tatmin olmuş müşteriler

Üretim kavramı genelde yanlış bir anlayışla sadece imalat endüstrilerinin önem verdiği bir konu olarak ele alınmaktadır. Oysaki üretim kavramı ile hem imalat hem de hizmet endüstrisindeki çalışmalardan söz edilmektedir. Üretim sisteminin çıktısı olan ürün ve hizmet üretimi bunun göstergesidir (Kağnıcıoğlu, 2012: 11).

En geniş anlamda üretim ‘ekonomik değeri olan ürün ya da hizmetlerin oluşturulmasını sağlayan işlemlerin tamamı’ olduğu söylenebilir. Önemli olan üretim sürecinin sonunda elde edilen ürün ya da hizmetin ekonomik bir değerinin olması ve/veya bir yarar yaratmasıdır (Tanyaş ve Baskak, 2008: 18).

En sade anlamda ise ‘yaratılan değer’, ‘ekonomik bir değeri olan herhangi bir şeyi oluşturmak için ortaya konan çalışma’ olarak da tanımlanabilir (Tanyaş ve Baskak, 2008: 18).

Üretim kelimesi sadece yeni bir ürünün oluşturulması veya ortaya çıkarılması için gerçekleştirilen faaliyetler değil, ‘bir mala değer katmak ya da sahip olduğu değerini arttırmak amacıyla yapılan faaliyetler’ için de kullanılır (Yamak, 1994: 12).

Üretim kavramının Türkçe’de iki farklı karşılığı bulunmaktadır. Bunlardan biri istihsal (production) diğeri ise imalattır (manufacture). Bu iki kelime eş anlamda kullanılmaktadır. Süt üretimi, buğday üretimi gibi faaliyetler aslında birer istihsaldir. Traktör üretimi ise imalata bir örnektir. Buğday üretiminin nasıl gerçekleştiğine

bakılacak olursa: Tohumluk adı verilen seçilmiş buğday taneleri toprağa ekilmektedir. Toprağa gübre verilmekte, toprak içindeki küçük canlı organizmaların yardımıyla ve yağın yağmurlar etkisiyle gübre içindeki organik tuzlar büyümekte olan bitki tarafından emilip güneş enerjisiyle birlikte yapraklarla değişmeye uğramaktadır. Bu süreçte bitki büyüyerek çiçek açmakta ve olgunlaşarak yeni buğdaylar meydana getirmektedir. Bu işlemler sırasında yer yer insan gücü ve makinalar da sürece katılmaktadırlar. İnsan gücü ve makinaların yanı sıra diğer canlılarla birlikte iklim-toprak unsurlarının da üretime katılmasına istihsal denir. Ancak bir traktör üretilmesine göz atılacak olursa; ana hammaddesi çelik olan bu imalatta insan ve makina gücü doğrudan olayı etkilemekte başka bir canlı devreye girmemektedir (Yıldız, 2010: 5-6).

Yukarıda bahsedilen iki üretim şeklinde de fiziksel bir varlık üretilmektedir. Aynı zamanda bankacılık, sigortacılık, dağıtım gibi unsurlar da hizmet verilerek yapılan üretim şekilleridir. Üretim kelimesi geniş anlamda bu hizmet faaliyetlerini de içine almaktadır. İşletmelerin amacı kar elde etmektir. Üretimden geçen veya elde edilen şey sadece bir merakın giderilmesi ya da becerinin ispatı için değil bu amaca hizmet etmek için vardır. Bu işlemin içinde bulunan her türlü madde, emek ve hizmet gibi üretim faktörleri üretimi oluşturmaktadır (Yıldız, 2010: 5-6).

1.2. Üretim Yönetimi

Üretim yönetimi içerik yönünden çok geniş, çalışma hacmi çok yüklü bir işletmecilik fonksiyonudur. Şu tanımı yapmak üretim yönetimi için daha uygundur:

Üretim yönetimi, işletmenin sahip olduğu malzeme, makine ve insan gücünü istenilen miktarda ve en yüksek kalitede, istenilen zamanda ve en düşük maliyetle üretim yapmak için en uygun şekilde kullanılması sürecidir. Bu tanımlamada yer alan miktar, kalite, zaman ve maliyet faktörlerinin hepsinin işletmenin istekleri doğrultusunda aynı anda gerçekleşmesi mümkün değildir. Büyük miktarlardaki üretim, ürün başına üretim maliyetini azaltırken stok taşıma ve elde stok bulundurma maliyetlerini artırabilmektedir. Bu nedenle, işletmelerde yöneticilerin üretim ile ilgili kararlarında çelişen seçeneklerden dolayı arabulucu çözümlere yönelen kararlar vermeleri söz konusudur. Karmaşık üretim sistemlerinde çelişen seçenekler arasından

tercih yapılmak istenmesi durumunda, nicel veya nitel analiz tekniklerin kullanılması gerekir. Üretim yönetimi disiplininin amacı uygun araç ve yöntemler kullanarak yöneticinin karar verme yeteneğinin geliştirilmesi olarak tanımlanabilmektedir (Kobu, 2013: 6).

Üretim yönetimi, girdileri mallar ve hizmetler haline getiren örgütlerin ilgili bölümlerindeki, yani prodüktif (verimli) sistemlerdeki, bütün faaliyetlerin planlanması, örgütlenmesi, kadrolanması, yönlendirilmesi ve kontrolü olarak ifadelendirilmektedir (Demir ve Gümüšođlu, 2009: 6).

Üretim yönetimi çok geniş kapsamlı işleri içine almaktadır. Bundan dolayı tanım yapmak zordur. Ancak genel anlamda işletmenin sahip olduğu insan gücü, para, hammadde, bilgi ve enerji gibi girdilerin istenilen bazı üretim süreçlerinden geçirilerek en yüksek üretim sayısı ve kaliteye en düşük zaman ve maliyetle ürün ya da hizmete çevrilmesi ve böylece kar etme amaçlarına en uygun şekilde karşılık vermesidir. Bütün bu açıklamaları yaparken üretim yönetimini işletmenin diğer fonksiyonlarından (pazarlama, finansman ve diğerleri) ayrı düşünmek yanlış olur. Bu fonksiyonlarla birlikte hareket etmesi gereklidir. Çünkü üretim yönetim faaliyetlerini yerine getirirken diğer fonksiyonların da belirli ölçülerde ilerlediğini öngörerek hareket eder (Özgen ve Yalçın, 2011: 199).

Literatürdeki birçok kaynakta üretim yönetiminin tanımı bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi de: İç müşteriler olduğu kadar dış müşteriler için de üretime göre girdileri hizmet ve mallara çeviren süreçlerin sistematik olarak tasarımı, yönlendirilmesi ve kontrolü anlamına gelir. Tüketicilerin sürekli kullandığı ürün ve hizmetleri elde etmek için organizasyonların kullandığı temel faaliyetlerin ve süreçlerin yönetilmesi ile ilgilidir. Bahsedilen süreç ise bir veya birden fazla girdiyi tüketici isteklerine uygun olarak bir veya birden fazla çıktıyı elde etmeye sağlayan faaliyet ya da faaliyetler grubudur (Krajewski vd., 2013: 4)

Üretici işletmeler buldukları pazarda yoğun rekabet içindedirler. Bu ortamda varlıklarını sürdürebilmeleri ve ayakta kalabilmeleri üç ana maddeye bağlanmıştır. Bunlar kalite, verimlilik ve maliyettir. Ancak son zamanlarda bu maddelere dördüncüsü

' hızlı tepki verme' de ilave edilmiştir. Bütün bu maddeler kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. İşletmenin sahip olduğu kıt kaynaklar da hammadde-malzeme, işgücü, makine ve teçhizat ve finansmandır. Bu kaynakların etkin ve gerçekçi bir şekilde kullanılması üretim planlama ve kontrol çalışmalarıyla yani üretim yönetimi ile yapılabilir. Son günlerde küresel iş ortamında firmalar hızlı bir gelişme ve bu gelişmenin getirdiği yeni fırsatlarla karşı karşıya gelmektedirler. Oluşan bu rekabet sektördeki tüm firmaları daha yüksek kalitelere hizmet vermeye iterken, sürekli gelişen teknoloji de üretilen malların yaşam sürelerini daha kısaltarak firmaların güncel teknolojiyi benimsemeye ya da mevcut pazar paylarındaki kazançlarını kaybetme riskine katlanmaya sürüklemektedir (Erp Çözümleri, 2009).

Tekin'e (1996) göre üretim yönetiminin üç temel amacı vardır. Bunlar:

- Tüketici taleplerini istenen fiyat, zaman ve miktara uygun olarak üretmeye çalışmak,
- Ürün ya da hizmetleri en düşük maliyetle üretmeyi sağlamak,
- Ürün ve hizmetlerin kalitesinin tatmin edici düzeyde olmasını sağlamak.

Üretim yönetimi, tedarik, pazarlama, muhasebe, finans ve yönetim gibi temel işletme fonksiyonlarından biridir. Üretim yönetiminin çalışma alanına giren temel konuları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Üretim planlama
- Stok kontrol
- Kalite
- Tamir-bakım
- Kapasite planlama
- Fabrika yeri seçimi
- İşyeri düzenleme
- Zaman ve hareket etütleri
- Ürün tasarımı

1.3. Üretim Sistemleri

Üretim sistemi; maddi değeri olan bir malın üretimi için oluşturulan insan-makine-malzeme sistemi olarak, istenilen çeşit ve belli miktarda girdiyi işleme alıp anlamlı bir çıktıya dönüştüren sistemdir. Üretim sisteminin sahip olduğu girdiler genel anlamda beş gruba ayrılabilir:

- Makine (machine)
- Malzeme (material)
- İnsan (men)
- Sermaye (money)
- Metot (method)

Üretim sisteminin temel elemanları bu beş unsura kısaca 5M adı verilir (Tanrıverdi, 2011: 26).

Üretim sisteminin ana özelliği bir ‘dönüştürme’ sürecinden geçmesidir. Mevcut kaynakları önceden planlanan belli kurallara göre işleyip yine önceden belirlenen çıktıları meydana getirmeleri bu süreci oluşturur. İçinde birçok karmaşık çalışmaları barındıran bu faaliyetleri dönüştürme ile ilgili tüm işlemlerin organize edildiği yapıda yer alan her işleme ilişkin kararların alınması ve uygulanması üretim yönetiminin temel konusudur (Yamak, 1994: 18).

Üretim sistemlerini; üretim yöntemi, mamul cinsi, ürün miktarı veya üretim akışı ölçütlerine göre sınıflandırmak mümkündür. Özellikle ekonomik-sosyal çalışmalarda olmak üzere geniş kapsamlı ve karmaşık çalışmalarda da sınıflandırma yapmanın amacının bu alanları tanıtmaya ve bilgilendirmeden başka bir sonucu yoktur. Zira bu tür çalışmaların farklı ölçütlere göre yapılan sınıflandırmalarında, bir elemanın birden çok sınıfta yer aldığı görülmektedir. Üretim sistemlerinin sınıflandırılmasında da bu durumla karşılaşılır. Oluşan bu sınıflar göz önünde bulundurularak genel kurallar ortaya çıkarma veya yöntemler geliştirme gibi bir olanak tam anlamıyla yoktur. Sınıflar arasında kesin kurallar oluşturma ve bilimsel açıdan ayırım yapmak imkansızdır.

Bununla birlikte ortak özellikleri topluca görme ve tanıma açısından çeşitli ölçütlere göre yapılan üretim yöntemi sınıflandırmaları aşağıdaki gibidir (Kobu, 2005: 41-42).

a) Birincil Üretim: Demir ve bakır gibi madenler ile kömür ve petrol üretimi gibi doğada hazır bulunan hammaddelerin kullanılmak üzere çıkarılması ile oluşan üretim yöntemidir

b) Analitik Üretim: Temel hammaddelerin ayırıcı işlemlerle parçalanıp işlenerek çeşitli mamullere dönüştürülerek yapılan üretimdir. Şeker pancarından şeker, ham petrolden benzin, zeytinden zeytinyağı gibi örnekler analitik üretim sınıfına girer.

c) Sentetik Üretim: Doğadan elde edilen temel hammaddelerin bazıları da birleştirici işlemlerle yeni mamullere dönüştürülür. Sentetik kauçuk, alaşımli çelik, plastik, cam gibi mamuller sentetik üretim grubuna girerler.

d) Fabrikasyon Üretim: Temel veya diğer hammaddelerin şekil verme yolu ile yeni mamuller elde edilmesidir. Döküm, tornalama, pres, kesme dikme vb. yöntemlerle şekil vererek mal üreten sistemler bu gruba girerler.

e) Montaj Üretim: Çeşitli hammadde, yarı mamul ve parçaları sistematik biçimde bir araya getirerek karmaşık bir mamul üretmektir. Otomobil, televizyon, traktör ve buzdolabı montaj yolu ile üretilen mamullerdir.

Ürün miktarına veya üretim akışına göre yapılan sınıflandırma ise (Tanrıtanır, 1990: 128);

Kesikli Üretim Sistemi: Büyük ölçekli projelerin veya çok çeşitli ürünlerin sadece bir defa veya belirli/belirsiz aralıklarla üretildiği üretim sistemleridir. Müşteri talebi genellikle kesiklidir. Ancak hacmi büyük olmayan sürekli talepler, bu guruplardaki üretim sistemlerinde karşılanabilir. Kesikli üretim sistemi, siparişe göre üretim ve parti üretimi olarak ikiye ayrılmaktadır.

a. Siparişe Göre Üretim

Tüketicinin veya müşteri firmanın zaman, miktar, kalite bakımından özel olarak belirlediği bir ürünün üretilmesidir. Küçük miktarlarda fakat yüksek düzeyde ürün çeşitliliğini kapsayan bir üretimdir. Miktar genellikle bir ya da birkaç denebilecek ölçüde azdır. Ürün çeşitliliği ve düşük üretim miktarı işlemlerde tekrarlılığı da en az düzeye indirmektedir. Bu üretim tipinde birçok değişik işlemleri yapabilen çok amaçlı tezgahlar kullanılmaktadır. Bunun sonucu ise farklı tezgahlarda çalışabilecek çok yönlü işçi kullanımı kaçınılmazdır. Çünkü üretilen malın cinsinin sık sık değişmesi, imalat yapan işçinin daha fazla bilgi ve inisiyatif kullanım aşını gerektirebilir.

Siparişe göre üretimin sorunları talep yapısının değişkenliği, ara stok miktarının yüksek oluşu, tezgah ve işçi kullanımı oranının düşüklüğü ve denetim güçlüğü olarak sıralanabilir.

Siparişe göre üretim, imalatın yapıldığı sürelerin düzeni bakımından üç gruba ayrılır:

- a) Az sayıda ürünün bir defada üretilmesi,
- b) Az sayıda ürünün talep geldikçe belirli aralıklarla üretilmesi,
- c) Az sayıda ürünün belirli aralıklarla periyodik olarak üretilmesi.

Son iki tip üretim "atölye tipi üretim" olarak da bilinir. Yalnız bir defada üretilen ürünler için üretim tekniği, alet ve planlama bakımından yapılacak bir şey yoktur. Belirli veya belirsiz aralıklarla tekrar üretilen ürünler için yöntem, işlem planlaması ile kontrol faaliyetlerinin düzenlenmesi ve bunlara ilişkin bilgilerin gerektiğinde kullanılmak üzere iyi saklanması önem taşır. Bu üretim tipinde makina ve insan gücü kapasitesinden yararlanma oranı düşüktür. Sipariş yığılması nedeniyle kuyrukta bekleme süresinin uzaması olasılığı da yüksektir. Ürün siparişleri önceden tespit edilebilen belirli aralıklarla geliyorsa, üretim planlama ve kontrolü daha kolaylaşır. Ayrıca tekrarlardan dolayı yöntem geliştirme ve standart zaman bulma çalışmalarının maliyeti daha düşük olur.

b. Parti Üretimi

Bir ürünün özel bir siparişi ve sürekli bir talebi karşılamak amacı ile belirli miktarlardan oluşan partiler halinde üretilmesidir. Bu sistemin en büyük özelliği, bir parti bitmeden diğerlerinin üretimine geçilmesidir. Ayrıca talep sürekli ve sipariş tipi üretim de olduğu kadar değişken değildir. Bu sistemlerde iki ana sorun, parti büyüklükleri ile parti adetlerinin tespiti ve partilerin çizelgelenmesidir. Makina, takım ve insan gücü planlamasında gösterilecek özen parti büyüklüğü ve üretim periyodu sıklığına bağlıdır. Parti üretimi de sipariş üretimi gibi yalnız bir defalık, belirli ve belirsiz aralıklarda tekrarlanan olmak üzere üç gruba ayrılır. Parti hacmi büyüdükçe, ürün çeşitliliği azaldıkça ve periyotlar belirli hale geldikçe üretim planlama ve kontrol tekniklerinin uygulanması daha verimli sonuçlar verir. Parti üretiminde belirli aralıklarda ve sık sık tekrar edilen büyük partilerin üretilmesi bu tip üretimi sürekli üretim sistemlerine yaklaştırır. Bu üretim tipi endüstride ağırlığı en fazla olan ve çok rastlanan bir üretim tipidir.

Sürekli Üretim Sistemi (Seri Üretim): Üretim miktarı yüksek ancak ürün çeşitliliği düşük birimlerde uygulanan bu üretim tipinin ana özelliği makina tesisler ve ürün akışının yalnız belirli bir ürün üzerinde yoğunlaşmasıdır. Sürekli üretim de uzmanlaşma gerçekleştirildiği için talebin üretim miktarından yüksek olması gerekir. Yani üretimin tümü için pazar bulunabiliyorsa, bu tip sistem kurulmalıdır. Aksi halde sermaye yoğun üretim sistemi olan sürekli üretimde, birbirinden farklı işlem sıralarına ve yardımcı üretim araçlarına gereksinim gösteren değişik ürünlerin imalatından ortaya çıkan karmaşıklıklar yoktur. Sürekli üretim kütle ve akış (proses) üretimi olarak iki alt gruba ayrılır. Kütle üretiminde bir üründen çok büyük miktarlarda ve uzun süre imal edilir. Fakat gerektiğinde bazı değişiklikler yaparak başka bir ürünün üretimine geçme olanağı vardır. Akış üretiminde ise yalnız bir cins ürünü üretecek şekilde tasarım yapılmıştır. Aynı yerde başka bir ürünü üretim ek ya çok pahalıdır veya olanaksızdır (Kobu, 2013: 37).

Mamul cinsine göre olan sınıflandırmalar ise (Kobu, 2013: 35-36);

a. Demir Çelik Üretimi: Doğal kaynaklardan çıkarılan demir filizinin büyük fırınlarda eritilmesi ile demir veya çelik elde edilir.

b. Kömür Üretimi: Maden kömürü ve linyit doğal kaynaklarından eşde edildikten sonra temizleme, yıkama, kırma, gaz alma gibi işlemler uygulanarak kullanılır hale getirilirler.

c. Takım Tezgahları Üretimi: Bir ülke endüstrisini yaratan en önemli unsur takım tezgahları olarak bilinen makinalardır. Takım tezgahların üretildiği fabrikalara fabrika yapan fabrikalar denilmesinin nedeni budur.

d. Kimyasal Maddeler Üretimi: Çeşitli işlemlerle hammaddelerin kimyasal yapıları değiştirilerek yeni mamuller üretilir. Hemen hemen her üretim faaliyetinde mutlaka bir kimyasal işlem bulunduğu için hangi tip fabrikaların bu grupta yer aldığını belirlemek zordur.

e. Elektriksel Araç – Gereç Üretimi: Elektrik enerjisi ile çalışan makine ve ev eşyaları ile elektrik üretiminde kullanılan sistemlerin üretimidir.

f. Elektronik Mamuller Üretimi: Son yıllara kadar bir önceki grup içinde yer alan elektronik cihazlar, kaydedilen çok hızlı gelişmeler sonucu tek başına önemli bir endüstri grubu olmuştur. Bilgisayarlar, hesap makineleri gibi.

g. Tekstil Mamulleri Üretimi: Doğal ve yapay giyecek hammaddelerinin; iplik bükme, boyama, dokuma, örme gibi çeşitli işlemlerle giyecek yapımına hazır halı getirilmesidir. Pamuk veya yün iplik, kumaş, naylon, orlon gibi yapay iplik ve kumaş üretimleri bu gruba girer.

BÖLÜM 2

2. SİMÜLASYON

2.1. Simülasyon Kavramı

Simülasyon (benzetim); bir sistemin bilgisayar aracılığı ile bir modelini oluşturmak, bu model üzerinde daha sistem kurulmadan sistem ile ilgili deneyler yaparak veriler elde etmek, elde edilen bu verilerin analizini yaparak sistemin üretim sürecini görmek ve değişik koşullar altında elde edilen sonuçları birbirleriyle kıyaslayarak uygulanacak sistem ile ilgili uygun seviyeyi belirlemek amacıyla yapılan çalışmalara verilen genel addır (Özdamar, 1988: 7).

Simülasyonda amaçlanan, sistemin ve sistemdeki sıkıntuların ortaya çıkarılması, daha sonra da sistemdeki hataları bir bütün olarak düşünüp üretilebilecek çözümlere odaklanmaktır. Geliştirilen seçenekleri belirlemede etkin olarak kullanılır (Öztürk, 2004: 1).

Simülasyon, mevcut sistemi daha küçük birimler olarak ele alıp inceler ve bu birimlerin birbirlerini takip edecek şekilde beraber hareket etmelerini sağlayarak ve mantıksal ilişkileri kurarak gerçek sistemin davranışlarını taklit eder (Taha, 2000: 4).

2.2.Tarihçesi

Simülasyonun başarılı kullanımı 1920'lerin sonunda başlamıştır. Edwin Link geliştiren eğitmandir. İlk olarak bir uçuş simülatörü geliştiren Link bir tahta gövde üzerine monte edilmiş tahta kanatlar ile oluşturmuştur. Geliştirilen simülasyonlar 1930'larda daha fazla eklentiye ve özelliğe sahip olarak askeri alanda kullanılmaya başlanmış ve pilot ölümlerinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Sonraki yıllarda daha büyük ölçekli simülasyonlar inşa edilmiştir (Aebersold, 2016: 56).

Simülasyon, 1960'lı ve 1970'li yıllarda, genellikle çok büyük sermayelerle yatırımlar yapacak şirketlerin tercih ettiği maliyeti çok yüksek ve belirli alanlar için kullanılan bir araç olmuştur. Simülasyon 1970'li yılların sonunda günümüze ulaşan

halini almaya başlamıştır. Gelişmeye başlayan teknoloji sayesinde kullanılan bilgisayarlar hem çok hızlanmış hem de maliyetleri azalmıştır. Ayrıca simülasyonun diğer birçok alanda da kullanılmasının mümkün olduğu anlaşılmıştır. Aynı zamanda simülasyon, üniversitelerde endüstri mühendisliği ve yöneylem araştırması dallarının standartlaşan bir bölümü haline gelmiştir. Simülasyon endüstriyel alanda hızlı ilerlemiş ve bu durum üniversiteleri simülasyonun öğretiminde geniş kapsamlı bir eğitim vermeleri gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Bu konuya olan talebin hızla artması bu konuda çalışan araştırmacı ve öğrencilerin sayısını da artırmıştır (Kuş, 2007).

1980’li yılların sonunda simülasyon iş dünyasında kullanılmaya başlamıştır. Bunun sebebi ise kişisel bilgisayarlar ve animasyonların kullanımının yaygınlaşmasıdır. Simülasyon başarısız sistemlerin analizinde kullanılmasına rağmen birçok kişi henüz üretime başlamadan da simülasyon ile model oluşturulması talebinde bulunmuştur. 1980’lerin sonunda simülasyonun değeri birçok büyük sermayeye sahip firmalar tarafından fark edilmiş ve büyük sermaye yatırımı gerektiren durumlarda oluşturulması istenmiştir. Ancak, buna rağmen yaygın olarak kullanılmamıştır. Nadiren küçük firmalar tarafından kullanılmıştır (Kelton, 2002: 14-15).

Simülasyonun olgunlaşma evresi 1990’larda başlamıştır. Bir çok işletme simülasyonun gerekliliğini anlamış ve simülasyon araçlarını henüz projeler gerçekleşmeden kullanmaya başlamışlardı. Çok iyi bir animasyon yeteneği, kullanışlı olması, bilgisayarların kapasitelerindeki gelişme, diğer paket programlarla kolay uyumu ve simülatörlerin gelişmesi, simülasyonu bir çok firma için standart bir araç haline getirmiştir. Simülasyonunun uygulama şekli değişebilmektedir; sistemlerin tasarım aşamasında kullanılan simülasyon programları, yapılan herhangi bir değişiklikte sistemin farklı alanlarında kullanılabilir, böylelikle yaşayan bir simülasyon kullanımı sağlanabilmektedir (Kuş, 2007).

2.3.Modelleme

Aşağıda sistem model yapıları hakkında geniş bilgi verilmektedir (Alpbaz vd, 2012: 156):

1. Tek girdi çıktı modeller (Single input Single output, SISO) – Çok girdili çok çıktılı modeller (Multi input Multi output, MIMO): Sistemler giriş ve çıkış değişkenlerinin sayısına göre adlandırılırlar.
2. Doğrusal modeller – Doğrusal olmayan modeller (Linear Models – Nonlinear Models): Çıktı, girdi ve olası yük etkilerine doğrusal olarak bağlı ise model doğrusal, değilse doğrusal olmayan model olarak isimlendirilir.
3. Parametrik modeller – Parametrik olmayan modeller (Parametric models – Nonparametric models): Bir parametrik model, parametre seti ile tanımlanmaktadır. Parametrik olmayan modeller fonksiyon veya grafiksel modellerdir.
4. Zamanla değişimli olmayan modeller – Zamanla değişen modeller (Time invariant models – Time varying models): Model parametreleri bazı durumlarda zamanla değişir. Zaman değişimi olmayan modeller daha yaygındır. Zaman değişimi olan modeller özel tanımlama metodları gerektirir.
5. Kesikli zaman modeller – Sürekli zaman modeller (Discrete time models – Continuous time models): Girdi ve çıktı arasındaki bağıntı kesikli zaman noktalarında tanımlanır. Bu tip modeller kesikli zaman modelleridir.
6. Tanımlı modeller – Rastgele modeller (Deterministic models – Stochastic models): Bir tanımlı model için çıktı bilinen girdi sinyalinden hesaplanabilir. Bir rastgele model rastgele (random) terimler içerir. Bu yüzden tanımlama yöntemleri çok zordur.
7. Zamana dayalı modeller – Frekansa dayalı modeller (Time domain models – Frequency domain models): Zamana dayalı modeller için tipik örnekler diferansiyel ve fark eşitlikleri ile tanımlanan modellerdir.

2.4.Simülasyonun Kullanıldığı Durumlar

Yöneticiler için üretim faaliyetinin girdilerini oluşturan makine, iş gücü, hammadde, para, zaman vb. gibi işletme kaynaklarının en etkin şekilde kullanımını sağlayacak kararların alınması oldukça önemlidir. Simülasyon tekniği yöneticilere ihtiyaç duyulan kaynakların etkin bir şekilde planlanması ve kullanılması için alacakları kararlarda yardımcı olan işlevsel bir tekniktir. İşletmelerin performansının artırılabilmesi için, üretim sistemlerinin modellenmesinde ve analiz edilmesinde kullanılan simülasyon yönteminin önemi son yirmi otuz yıldır oldukça artmıştır. Bilgisayar destekli simülasyon ve modelleme teknikleri dikkate değer ölçüde zaman ve para tasarrufu sağlayarak, karmaşık üretim sistemlerinin bilgisayar ortamında canlandırılmasına, analiz edilmesine ve en iyilenmesine olanak vermektedir. Böylece işletmeler yoğun rekabet ortamında performanslarını artırabilmek için ihtiyaç duydukları yeni üretim stratejilerini daha çabuk hayata geçirebilmektedirler (Sandanayake vd., 2008: 735).

Simülasyon ile modelleme; sistemin mevcut durumunu anlama, teori veya hipotez kurma, kurulan teori ya da hipotez sonucunda sistemin ilerleyen zamanlardaki davranışlarını öngörmek için kullanılan bir deneme ve uygulama metodolojisidir. Simülasyon, bilim dallarının çoğunda kullanılabilen bir tekniktir. Örnek olarak işletmecilik, pazarlama, ekonomi, şehircilik, politika, sosyal bilimler, eğitim, ulaşım, imalat gibi uygulama alanları verilebilir.

Aşağıdaki durumlardan biri veya birkaçı görüldüğü zaman simülasyona başvurulmalıdır (Halaç, 1998: 2):

1. Problemin tam bir matematik formülasyonu mevcut değildir, ya da matematik modelin analitik yöntemlerle çözümü henüz bulunamamıştır. Çoğu kuyruk modelleri bu grupta yer almaktadır.
2. Analitik yöntemler çözüm için elverişlidir, ancak matematik yöntemler çok karmaşıktır.
3. Analitik çözümler vardır ve kullanılabilir, fakat problem üzerinde çalışan kişilerde söz konusu bilgiler yoktur.

4. Belirli parametrelerin tahmin edilmesi için simülasyona başvurulabilir.
5. Deneme yapma açısından simülasyon tek yol olabilir.
6. Sistemlerin, ya da süreçlerin davranış karakteristiklerini ortaya koymak zaman gerektirebilir.

Simülasyonun kullanıldığı durumları kısaca sıralanacak olursa (Uytes, 2016);

1. Belirli kararların sonuçlarını ve gidişatlarını tahmin etmekte
2. Gözlemlenen sonuçların sebeplerini belirlemede
3. Yatırım yapmadan önce problem alanlarını belirlemede
4. Değişikliklerin etkilerini ortaya çıkarmada
5. Bütün sistem değişkenlerinin bulunmasını sağlamada
6. Fikirleri değerlendirmede ve verimsizlikleri belirlemede
7. Yeni fikir geliştirmeyi ve yeni düşünceyi teşvik etmede
8. Planlarınızın bütünlüğünü ve fizibilitesini test etmede kullanılır.

2.5.Kullanım Alanları

Son zamanlarda kullanılan simülasyonla modelleme tekniğinin başlıca kullanım alanları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Mevlütöğlü, 2010: 23):

Araştırma ve Geliştirme: Yeni tasarım ve teknolojilerin sanal ortamda modellenmesi, ortam ve diğer sistemlerle etkileşimlerinin incelenmesi (örnek: sanal tasarım odaları).

Tasarım: Konsept tasarım, tasarım optimizasyonu, sanal prototipleme (örnek: Sistem Entegrasyon Laboratuvarları).

Eğitim: Bir sistemi kullanacak operatör ya da ekibin kullanıma yönelik olarak eğitimi (örnek: uçak / helikopter simülatörleri).

Karar Destek: Tedarik, süreç optimizasyonu ve strateji geliştirme gibi süreçlerde destek olmak üzere senaryo ve süreç simülasyonu (örnek: 3D sanal kum sandığı uygulamaları)

Eğlence: Görsel, işitsel vb teknolojiler ile birlikte etkileşimli eğlence araç ve ortamları hazırlanması (örnek: hareketli platform üzerinde 3D sinema salonu uygulamaları).

Simülasyon, çok çeşitli alanlarda uygulama alanına sahiptir. Hillier ve Lieberman (1980), bu tekniğin geniş uygulama alanlarını belirtmek için aşağıdaki örnekleri vermişlerdir (aktaran Simurg, 2012). Ayrıca bu örneklerin literatürdeki benzer çalışmalarına da yer verilmiştir.

1. İşletme politikaları ve uygulamalarındaki (bakım kapasitesi, tesislerin, yedek uçakların vb.) değişiklikleri test etmek için bir havayolu şirketi tarafından büyük bir havaalanındaki operasyonların simülasyonu (Lei vd., 2016; Stephen ve Dahai, 2014; Thomas vd., 2016; Shuo-Ju ve Shau-Shiun, 2015; Mathew vd., 2016).
2. En iyi trafik akışını belirlemek için, trafik ışıklarının simülasyonu (Gong vd., 2016; Correa, 2015; Xiaoliang ve Ding, 2016).
3. Optimal tamir personeli sayısını belirlemek için bakım operasyonu simülasyonu (Koruca vd., 2011).
4. Bir radyasyon kalkanına yansıyan radyasyonun yoğunluğunu belirlemek için, bakım operasyonu simülasyonu (Buchan vd., 2015).
5. Bir radyasyon kalkanına yansıyan radyasyonun yoğunluğunu belirlemek için, kalkandaki yüksüz parçacıkların akış simülasyonu (Buchan vd., 2015).
6. Uygulama, kapasite ve tesislerin şekillerindeki değişiklikleri değerlendirmek için, çelik üretim operasyonunun simülasyonu (Chia-Yen vd., 2013; Li-Chih vd., 2016).
7. Ekonomik politika kararlarının etkilerini tahmin etmek için ekonomi simülasyonu (Lie vd., 2014; Li ve Shao, 2016).
8. Savunma ve saldırı silah sistemlerini değerlendirmek için büyük çaplı askeri savaşların simülasyonu (Rubio vd., 2013).
9. Büyük çaplı dağıtım ve envanter kontrol sistemlerinin tasarımını geliştirmek için bu sistemlerin simülasyonu (Sedlacek, 2014).

10. Firmanın politikaları ve operasyonlarındaki değişiklikleri değerlendirmek için tüm firmanın genel operasyonlarının simülasyonu (Akın, 2015; Tanrıtanır ve Hocaoğlu, 1999).
11. En ekonomik düzeyde, tatmin edici servis sağlamak için, gerekli parça kapasitesini belirlemek maksadıyla bir telefon iletişim sisteminin simülasyonu (Li vd., 2015; Astra vd., 2015).
12. En ideal baraj, elektrik santrali ve sulama işlerinin şeklini belirlemek için, ırmak havza operasyonlarının simülasyonu (Machiel vd., 2015; Jean-Claude vd., 2010).

Yukarıda verilen kullanım alanları ve örnekleri haricinde literatürde yapılmış bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir. Üretim sistemlerinin simülasyonu ile ilgili çeşitli modelleme programlarıyla yapılmış pek çok çalışma vardır. Ancak bu çalışmada ProModel programı kullanıldığı için ağırlıklı olarak literatürde ProModel kullanılarak yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Üner vd.’nin 2005 yılında yaptıkları ‘üretim sistemi tasarımında konveyörlü taşıma alternatiflerinin simülasyon yöntemiyle değerlendirilmesi’ adlı çalışmada ProModel 2002 simülasyon paket programını kullanarak lastik üreten bir fabrikada fazla miktarda ara-stokla taşıma yapan forkliftlerin yerine otomatik konveyör sistemleriyle operatörsüz ve tek yönlü taşıma yapabilen bir sisteme geçilirse elde edilebilecek sonuçlar analiz edilmiş ve alternatif tasarımların performans kriterlerine göre istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılması yapılmıştır.

Yörür tarafından 2005 yılında yapılan ‘tedarik zinciri yönetiminin teslim tarihlerine olan etkisinin araştırılması’ adlı çalışmada bir tedarik zinciri ağı tasarlanmıştır. Ürün teslim zamanları üzerindeki etkisi araştırılan bu tedarik zinciri ağı temel olarak bir fabrika, üç depo ve bir müşteriden oluşmaktadır. Zincir bilgisayar ortamında ProModel 4.22 Simülasyon programı ile modellenerek iki şekilde ele alınmıştır. Sonrasında bu iki alternatif karşılaştırılmıştır.

Hernandez vd.’nin 2005 yılında yaptıkları çalışmalarında gaz ve petrol üretiminin simülasyon modelini oluşturmuşlar ve bir strateji belirlemişlerdir. Bu

çalışmada gaz ve petrol üretim sistemlerinin optimizasyonu için yeni bir formül sunulmuştur. Promodel ile simülasyon programı kullanılan modelde oluşturulan formül gerçek durumların sayısal stratejilerini de görüntülemiştir.

Denizhan 2006 yılında "imalat lojistiği simülasyon modeli ve bir uygulama" adlı çalışmasındaki amacı ara stokları ve çevrim süresini azaltarak teslim tarihi performansını artırmak olan Simülasyon modeli ile oldukça fazla alt bileşene sahip olan elektrik ürünlerinden iki tanesini seçerek ProModel ile sistemi tasarlamıştır. Sonuç olarak ara stokları ve çevrim süresini azaltarak teslim tarihi performansını artırmak için önerilerde bulunmuştur.

Kurşun 2007 yılında yaptığı "tekstil endüstri'sinde simülasyon tekniği ile üretim hattı modellemesi ve uygun iş akış stratejisinin belirlenmesi" adlı çalışmasında, bir konfeksiyon işletmesinin gömlek dikim hattını ele almış ve darboğazları belirleyip yeni bir tezgah alma ya da işçi çıkarma gibi kararları almak ve yeni yatırımların sonuçlarını değerlendirmek amacıyla bir simülasyon modeli kurmuştur. Çıkan sonuçlara göre önerilerde bulunmuştur.

Karaca ise 2007 yılındaki "simülasyon modellemesi ile mobilya üretiminde sistem analizi ve optimizasyonu" isimli doktora tezinde batı karadeniz de kurulu olan bir panel mobilya imalatı gerçekleştiren fabrika için imalat hattının ProModel 6.0 simülasyon diliyle mevcut sistemin modellenmesi gerçekleştirilmiştir. Böylece mevcut imalat hattındaki is istasyonlarının kapasite kullanımı, bos kalma oranları, bekleme zamanları vb. istatistikler elde edilerek kritik is istasyonları ve makineler tespit edilerek analiz edilmiş ve yapılabilecek değişikliklerin sisteme etkisi incelenmiştir.

Sandanayake vd.'nin 2008 yılında yaptıkları çalışmada tam zamanında üretim performansının optimizasyonu Promodel ile simülasyonu oluşturularak yeni yazılım ve amaç fonksiyonları seçilmiş JIT değişkenlerinin etkilerini anlamak ve ölçmek için farklı deneysel senaryolar oluşturulmuştur.

Gürler ve Güler'in 2009 yılında yaptıkları 'üretim süreçlerinde kullanılan teknoloji için seçim kriterleri ve süreçlerin yeniden yapılandırılmasında simülasyon

uygulaması' adlı çalışmada bir otomotiv yan sanayi firmasında işletmelerin isteklerine uygun teknoloji seçimine katkı sağlamak amacıyla öngörüler yapabilmek için ProModel 7.0 programıyla bir model oluşturmuşlardır.

Aksaraylı vd. tarafından 2009 yılında yapılan "sağlık işletmelerinde yatak kullanım etkinliğinin simülasyon yoluyla optimizasyonu: bir eğitim ve araştırma hastanesi uygulaması" adlı çalışmada sağlık işletmeleri ele alınmıştır. Kaynakların optimum kullanılmasını sağlama, en uygun kaynağı tahsis etme ve yeni alternatifler üretmek amacıyla ProModel yazılımı ile modeli oluşturulmuştur. Ürettikleri senaryolar ile bir eğitim araştırması hastanesinin üroloji kliniğinin yatak kullanım etkinliğini arttırmada modeller üretmişlerdir.

Yıldız tarafından 2010 yılında yapılan 'benzetim modellemesi ile üretim sistemlerinde süreç optimizasyonu ve bir uygulama çalışması' adlı çalışmada yedek parça imalatı gerçekleştiren bir firmada fabrika imalat hattının benzetim modellenmesi ProModel yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan model ile iş istasyonları ve onların çevrim süreleri, üretim parti boyutları ve fabrikadaki mevcut vardiya sistemi ele alınarak oluşturulan değişiklikler gözlenmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Çörekçioğlu ve Sezen 2011 yılında yaptıkları 'üretim etkinliğinin artırılmasında simülasyon yaklaşımı ve bir üretim atölyesinde uygulama' adlı çalışmada Tefaş A.Ş. otomotiv yan sanayi işletmesinin pres sac üretim sistemini ProModel 4.22 simülasyon programı ile modellemişlerdir. Gerçek sistem ile yapmak istedikleri diğer sistemler sonucunda olabilecek sonuçlar karşılaştırılmış ve önerilerde bulunmuşlardır.

Yiğit tarafından 2012 yılında yapılan 'bir ofis mobilyası üretim sisteminin simülasyon ile analizi ve optimizasyonu' adlı çalışmada bir ofis mobilyası üreten fabrikanın üretim sisteminin ProModel 4.22 simülasyon programı modeli kurulmuştur. Kurulan alternatif senaryolar neticesinde üretim süresinde ve makine kullanım oranlarında iyileştirmeler sağlamaya dair önerilerde bulunulmuştur.

Ruiz vd.'nin 2014 yılında yaptıkları çalışmada üretim sistemleri için akıllı bir simülasyon ortamı üzerine çalışmışlardır. Çalışmada akıllı üretim sistemleri için ajan

destekli simülasyon ortamı sunulmuştur. Ajanlar kendilerine özgü dinamik özelliklerle simülasyon ortamını değiştirirler. Promodel ile modeli kurulan çalışmanın sonucunda akıllı ortamlara geçiş hakkında bilgiler sunulmuştur.

Park vd'nin 2016 yılında yaptıkları çalışmada gemi üretiminde bir simülasyon uygulaması yapmışlardır. Bu çalışmada yeni üretim planlaması simülasyonu sistemi (Simson) geliştirilmiştir. Gerçek durum analizleri ve tersanelerde üretim planlamasına bu program oldukça uyum sağlamış ve halat gerginliği gibi önemli konuların tahmininde kullanılmıştır.

Teresa ve Thomson 2016 yılında yaptıkları çalışmada simülasyonun sadece teknoloji alanında değil öğretim gören öğrencilere güvenli bir ortamı oluşturmada da kullanılabileceğini söylemişlerdir. Odak nokta olarak, hasta güvenliğini ve iletişimini artırma açısından bir hemşire gibi düşünülebileceği bu uygulama sayesinde gerçekleştirilebilir. Çalışmalarında hemşirelik lisans eğitimi alan kişilerin genel bir bakış açısı ile modellenebileceği çalışılmıştır.

Florea 2016 yılında yaptığı çalışmada ise simülasyonu kullanarak kariyer yönetimini ve örgütsel süreçlerini iyileştirmeyi amaçlamıştır. Geçmiş birikimlerin farklı etkinliklerle bağlantısını kurarak kişinin yaşam akışını değiştirilebileceğini söylemiştir. Kariyer yönetimi için deneyim ve beceri elde etmek gerektiğinden yetkinlikleri olan kişilerin pazarda daha avantajlı olduğunu ve simülasyon modeli kurarak gücünü analiz edebileceğini belirtmiştir.

2.6.Simülasyon Süreci

Simülasyon, gerçek bir sistemin modelini tasarlama süreci ve sistemin işlemesi için sistemin davranışlarını anlamak veya değişik stratejileri değerlemek amacı ile bu model üzerinde denemeler yapmaktır. Bu nedenle, model kurma ve modelin analitik olarak kullanımı simülasyon sürecini oluşturmaktadır.

Gerçek sistemlerinin davranışlarını araştırmak için kullanılan simülasyon çalışmalarının aşamaları aşağıdaki gibi verilmiştir (Halaç, 1998: 2-3):

- 1. Sistemin Tanımı:** Sistemin sınırlarını, kısıtlarını ve etkinlik ölçüsünü belirleme aşamasıdır.
- 2. Modeli Formüle Etme:** Sistemi soyutlamak veya indirgemek için mantıksal akış diyagramına aktarma işlemidir.
- 3. Veri Derleme:** Modelin gerektirdiği verileri tanımlama ve onları kullanabilecek ölçülere indirgeme aşamasıdır.
- 4. Modelin Dönüştürülmesi:** Simülasyonun yapılacağı bilgisayarın diline modelin tercüme edilmesidir.
- 5. Modelin Geçerliliğini Araştırma:** Modelin güven seviyesini kabul edebilir hale getirme ve gerçek sistem hakkında modelden yorum yapma aşamasıdır.
- 6. Stratejik Planlama:** İstenilen bilgiyi sağlayacak olan bir denemenin tasarımıdır.
- 7. Taktik Planlama:** Tasarımı yapılan denemede tanımlanan koşumlara ait testlerin nasıl yapılacağıının belirlenmesidir.
- 8. Deneme:** İstenilen veriler ile simülasyonu gerçekleştirme ve duyarlılık analizlerini yapma aşamasıdır.
- 9. Yorum:** Simülasyon sonuçlarından çıkarımda bulunma aşamasıdır.
- 10. Uygulama:** Modeli ve sonuçlarını kullanıma koymaktır.

11. Belgeleme: Proje faaliyetlerini raporlama ve modelin kullanımını belgeleme aşamasıdır.

2.7. Simülasyon Tekniğinin Avantajları Ve Dezavantajları

Simülasyon birkaç sebepten dolayı yöneticiler tarafından geniş çaplı kabul edilmekte olunan bir araçtır. Başlıca avantajları aşağıdaki gibidir (Heizer ve Render, 2006: 787; Chase ve Aquilano, 1995: 684).

2.7.1. Avantajları

- 1- Simülasyon kısmen anlaşılır ve esnekler.
- 2- Simülasyon geleneksel üretim yönetimi modelleri tarafından çözülemeyen büyük ve karmaşık olan gerçek dünya durumunu analiz etmede kullanılmaktadır.
- 3- Çoğu üretim yönetimi modelinin izin vermediği gerçek dünya karışıklıkları simülasyon kapsamında kullanılabilir. Örneğin, simülasyon kullanıcının tanımladığı herhangi bir olasılık dağılımını kullanabilir, standart dağılımlarla kısıtlı değildir.
- 4- ‘Zaman sıkıştırması’ yapmak mümkündür. Aylar ya da yıllar sürebilecek üretim yönetimi politikalarının etkisi simülasyon ile kısa bir zamanda elde edilir.
- 5- Simülasyon ‘Ne yapmalı’ soru çeşitlerine izin verir. Yöneticiler hangi seçeneklerin daha çekici olduğunu önceden bilmekten hoşlanırlar. Bu bilgisayarlı modelle, bir yönetici dakikalar içerisinde birkaç politik kararı deneyebilir.
- 6- Simülasyon gerçek sistemin devam eden faaliyetlerini bozamaz. Örneğin; bir hastane ya da fabrikadaki fiziksel bir değişikliğin etkileri gerçek hayatta yıkıcı olabilir.
- 7- Bir sistemin modelini geliştirmek genellikle gerçek sistemin daha iyi anlaşılmasını sağlar.
- 8- Simülasyon eğitim deneyimi için bir oyun olarak kullanılabilir.
- 9- Simülasyon matematiksel modellerden çok daha fazlasıdır ve standart matematiksel analizlerin uygun olmadığı durumlarda kullanılabilir.
- 10- Simülasyon bir sistemin matematiksel analizden daha gerçekçi tekrarının yapılmasını sağlar.

11-Geniş bir konu yelpazesine sahip pek çok simülasyon paket programı ticari olarak satın alınabilir.

2.7.2. Dezavantajları

- 1-** Bir simülasyon modeli oluşturmak için büyük bir zaman ve çaba harcamak gerekirken aslında modelin iyi bir cevap verecek diye bir garantisi de yoktur.
- 2-** Bir deneme ve yanılma yaklaşımıdır ve tekrar eden çalıştırmalarda farklı sonuçlar üretebilir. Doğrusal programlamanın yaptığı gibi problemlere optimum çözüm getirmez.
- 3-** Yöneticiler incelemek istedikleri çözüm için tüm durumları ve kısıtları dikkate almalıdır. Çünkü simülasyon modeli yeterli ve gerçekçi girdiler olmadan cevaplar üretemez.
- 4-** Her simülasyon modeli benzersizdir. Onun sonuçları ve çıkarımları genellikle başka problemlere uyarlanamaz.
- 5-** Bir simülasyon modelinin performansının tamamen güvenilir olduğunu gösterecek bir yol yoktur. Simülasyon tesadüfi oluşmuş olaylara dayanan sıralamaların çok sayıda tekrarını içerir. Dolayısı ile görünürde kararlı olan sistem olayların farklı kombinasyonun da, her ne kadar istenmese de, elimizde patlayabilir.
- 6-** Karmaşık modelleri çalıştırmak için ciddi miktarda bilgisayar zamanına ihtiyaç duyulabilir.

BÖLÜM 3

3. UYGULAMA

Bu tezin uygulaması Tokat Merkez 2. Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir fabrika da yapılmıştır. Tekstil sektöründe üretim yapan bu fabrika pike, nevresim, bornoz ve yatak örtüsü imalatını gerçekleştirmektedir. 2012 yılında bir atölye olarak kurulmuş ardından yapılan yatırımlarla faaliyet alanını genişleterek 2014 yılında 2. Organize Sanayi Bölgesinde fabrika yapısına geçilmiştir. Fabrika tamamı kapalı 2500 m² alan üzerine kuruludur. Fabrika ürettiği ürünleri perakende olarak Türkiye'nin 7 bölgesine dağıtmaktadır. Türkiye'de tanınmış çeşitli firmalara fason olarak nevresim ve pike üretimi yapmaktadır. Esnaf ve Sanatkarlar Odasına kayıtlı olan işletme direk olmasa da dolaylı olarak ihracat da yapmaktadır.

İşletmenin 55'i fabrikada, 6'sı sahada pazarlamacı olarak görev yapan toplamda 61 çalışanı bulunmaktadır. Hafta içi 5 gün faaliyet gösteren fabrika gün içerisinde 08:00-18:00 saatleri arasında 10:00-10:15 arası ilk mola, 13:00-13:45 arası ikinci mola ve 16:00-16:15 arası üçüncü mola olmak üzere üç mola süresi de mesai saatinden çıkarıldığında 8 saat 45 dakika çalışmaktadır. Sipariş varsa siparişe göre, yoksa stoğa üretim yapılmaktadır. Alınan siparişler ise 5 gün içerisinde tamamlanıp sevkiyata verilmektedir.

Çalışma için kullanılan ProModel 9.2 student version programı tam sürüm olmaması sebebiyle kullanılacak lokasyonları 20 adet, iş parçalarını 8 adet, kaynakları 8 adet ve senaryo parametrelerini de 15 adetle sınırlandırmaktadır. Bu sebeple sistemin tamamını uygulamaya aktarma düşüncesi oluşmamış ve dikiş bölümünün sahip olduğu 16 makine (lokasyon) uygulamaya alınmıştır. Çalışmanın en önemli sınırlılığı ise modelleme de kullanılan ProModel simülasyon programının 'student version' olmasıdır. Bu nedenle fabrikanın sadece dikiş bölümü çalışmaya dahil edilmiştir. Üretilen ürünlerden de iki ayrı ürün grubu seçilmiştir.

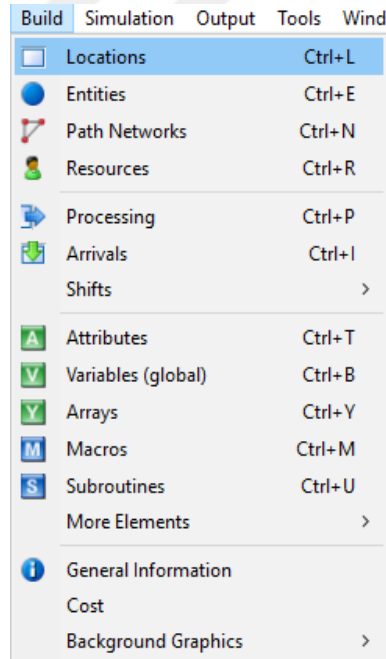
Fabrikanın ürettiği diğer ürünleri de kapsayan yeni bir model oluşturulabilir. Ayrıca fabrikanın diğer bölümlerinin de alındığı yeni ve daha kapsamlı bir model oluşturulabilir.

Aşağıda uygulamanın modelleneceği ProModel ile simülasyon programı ve uygulamada kullanılan öğelerden kısaca bahsedilmiştir.

3.1.Promodel İle Simülasyon Programı

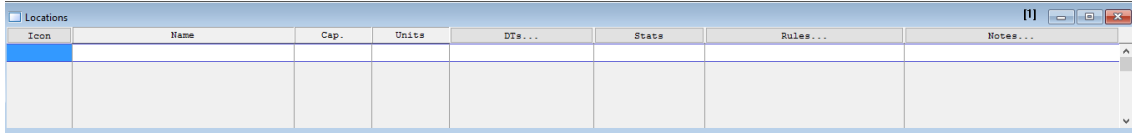
ProModel üretim istemlerinin simülasyonunda yaygın olarak kullanılan görsel öğeleri, analiz becerisi oldukça yüksek ve kullanımı kolay olan bir simülasyon yazılımıdır. ProModel, gerçek zaman ve kaynakları kullanmadan önce oluşan fikirlerin bilgisayar ortamında test edilmesine olanak verir. ProModel’de lokasyonların kullanım, kapasite ve verimlilik oranları ele alınır. ProModel, sistemde yapılmak istenilen her türlü değişikliğe imkan vermektedir. Bu programda kullanılan öğeler ise aşağıdaki gibidir.

3.1.1. Lokasyonlar (Locations)



Şekil 1: Lokasyon Öğesinin Ana Menüde Görünümü

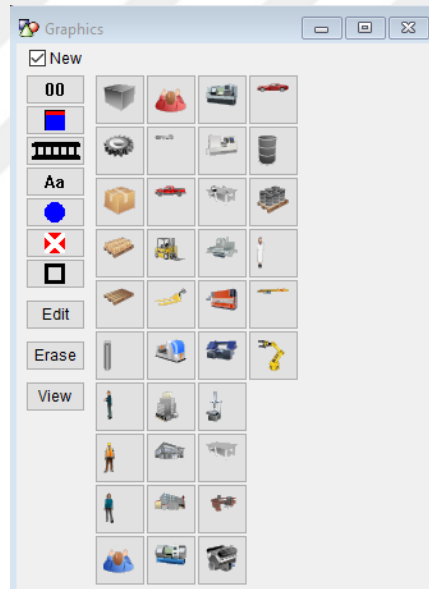
Lokasyonlar sistemdeki parçaların işlendiği, depolandığı veya bir sonraki rota tespiti için karar verildiği iş istasyonlarını ya da makineleri temsil eder. Her lokasyonun bir ismi ve isim-indeks numarası vardır. Lokasyonların kapasiteleri istenildiği takdirde artırılabilir ya da azaltılabilir.



Icon	Name	Cap.	Units	DTs...	Stacs	Rules...	Notes...

Şekil 2: Lokasyon Penceresi

Programda 'build' menüsünden 'locations' (Şekil 1) seçilerek lokasyon düzenleme penceresi açılır. Bu pencereden lokasyonun simgesi, ismi, kapasitesi, birimi, duruş süreleri, istatistikleri ve kuralları tanımlanabilir. Ayrıca hatırlatıcı notlar da eklenebilir.



Şekil 3: Grafik Penceresi

'Locations' seçili iken açılan bir diğer pencere ise grafik düzenleme (Şekil 3) penceresidir. Program, modeli oluşturulacak sistemin sahip olduğu lokasyonların özelliğine göre grafik seçimi yapılmasına olanak vermektedir. Seçilen grafik iş planında bulunması istenilen yer seçilerek modele eklenir. Ayrıca bu grafikler hem kaynaklar (resources) hem de iş parçaları (entities) bölümü seçildiğinde de açılmaktadır.

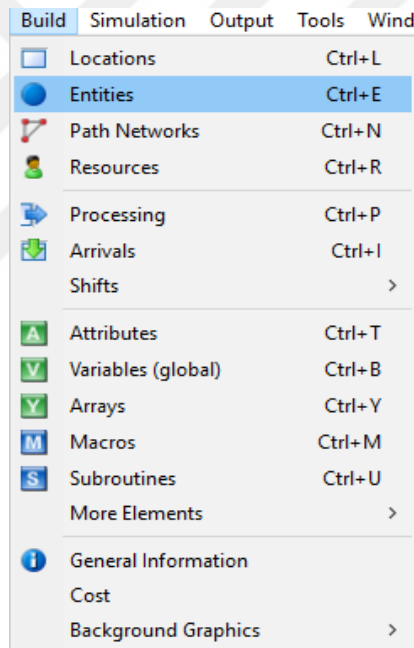


Şekil 4: Layout Penceresi

Açılan üçüncü pencere ise ‘Layout’ (Şekil 4) penceresidir. Bu pencere iş planının oluşturulduğu ve lokasyonların, kaynakların ve iş parçalarının bulunduğu yerdir. Oluşturulan modelin tamamı bu pencerede takip edilmektedir.

3.1.2. İş Parçaları (Entities)

İş parçaları, modelde işlem gören ve tarif edilen iş akışını takip edip sistemi terk eden elemanlardır. Bunlar modelini oluşturmak istediğimiz sisteme göre dokümanlar, iş parçaları, projeler veya müşteriler olabilir.



Şekil 5: İş Parçaları Ögesinin Ana Menüde Görünümü

İş parçalarını tanımlamak için ‘build’ menüsünden ‘entities’ (Şekil 5) seçilir. Bu bölümde de üç adet pencere açılır. Birincisi iş parçaları (entities) penceresi ikincisi grafik penceresi ve üçüncüsü ise ‘Layout’ penceresi açılır.

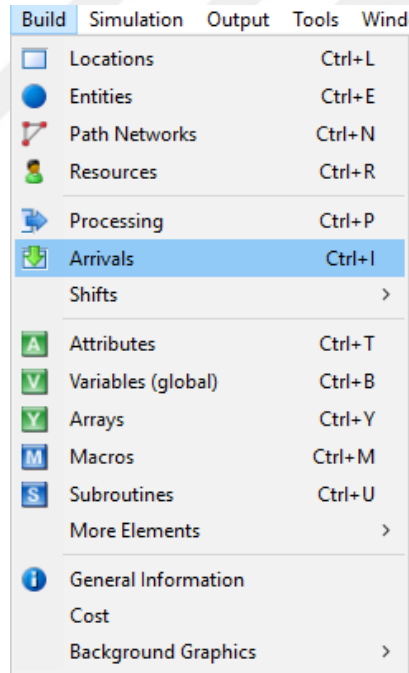
Icon	Name	Speed (fpm)	Stats	Notes...

Şekil 6: İş Parçaları Penceresi

İş parçaları penceresinde (Şekil 6) iş parçasını temsil eden simgesi, iş parçasının ismi, iş parçasının model içerisinde kaç metre/dakika hızla hareket edeceği, iş parçası için tutulacak istatistiklerin seçildiği ve iş parçasının ne için oluşturulduğunu hatırlatan notlar sisteme tanımlanabilir.

3.1.3. Gelişler (Arrivals)

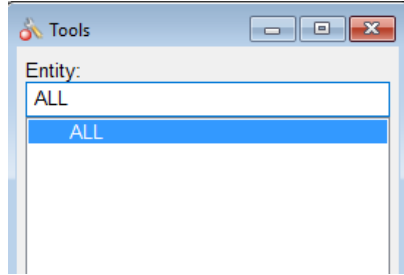
İş parçaları sisteme tanımlandıktan sonra sıra gelişlerin tanımlanmasına gelir. Bu menüde ise iş parçalarının sisteme nasıl giriş yapacağı seçilir. Gelişler sisteme 'build' menüsünden 'arrival' seçilerek (Şekil 7) tanımlanır. Burada da üç pencere açılır. İlk pencere 'arrival', ikinci pencere 'tool' ve son olarak 'layout' penceresi açılır.



Şekil 7: Gelişler Ögesinin Ana Menüde Görünümü

Açılan 'tool' penceresinde (Şekil 8) daha önceden tanımlanan iş parçaları yer almaktadır. İş parçasının hangi lokasyonu kullanarak sisteme giriş yapacağı bu

pencerede tanımlanmaktadır. İş parçası seçili iken lokasyonun üzerine tıklamak yeterli olacaktır. Artık o iş parçası, üzerine tıklanan lokasyondan ilk defa sisteme giriş yapacaktır.



Şekil 8: Sisteme Giriş Yapacak İş Parçaları Penceresi

Bu seçim yapıldığı anda birinci pencere olan 'arrival' penceresinde yeni bir kayıt oluşur. Bu kayıta (Şekil 9) iş parçasının ismi, sisteme giriş yaparken kullandığı lokasyonun ismi, her seferinde kaç adet sisteme giriş yapacağı, simülasyon başladığı andan itibaren hangi zamandan başlayarak iş parçasının sisteme girdiği (örneğin, simülasyon başladığı anda ya da bir saat sonra), kaç kere sisteme girdiği, dakika da sisteme giren iş parçası sayısı tanımlanabilir.

Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency	Logic...	Disable

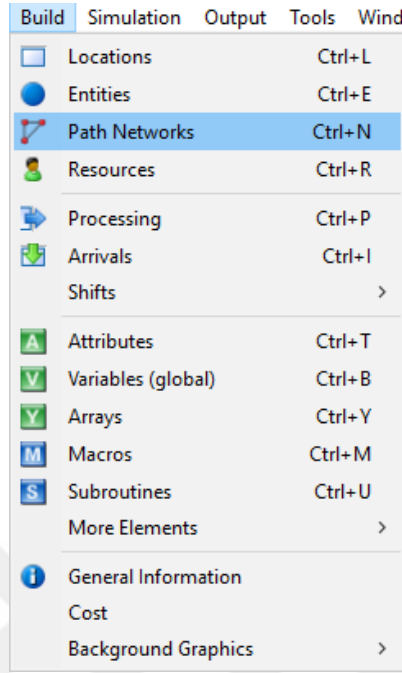
Şekil 9: Gelişler Penceresi

3.1.4. Yol Ağları (Path Networks)

Kaynakların ve kaynakları kullanmadan iş parçalarının izleyeceği yolları tanımlamak için yol ağları kullanılır. Örneğin; ofisler arası koridorlar, şehirler arası yollar ya da fabrikalar için forklift veya yaya yolları olabilir. Bu menü de de (Şekil 10) üç adet pencere açılır. Bunlar yol ağları (path networks), yollar (paths) ve 'layout' penceresidir.

Yol ağları üç temel elemandan oluşur. Bunlar düğümler (nodes), yol parçaları (path segments) ve bağlantılardır (interfaces). Düğümler, yol ağını herhangi bir lokasyon ile ilişkilendirmek için ya da bir kavşak noktası olarak kullanılır. Yol parçaları

düğümüleri birbirine bağlamak için kullanılır. Bağlantılar ise düğümüleri lokasyonlar ile ilişkilendirmek için kullanılır.

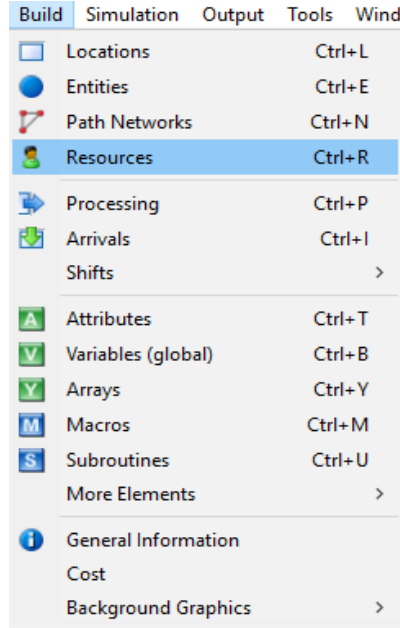


Şekil 10: Yol Ağları Öğesinin Ana Menüde Görünümü

3.1.5. Kaynaklar (Resources)

Kaynaklar, iş parçalarını işlemek ya da taşımak için kullanılan elemanlardır. Bir işi gerçekleştirmek için gereken işçi, makine ya da ekipmanı sistemde temsil eder. Kaynaklar sabit olabileceği gibi hareketli de olabilir.

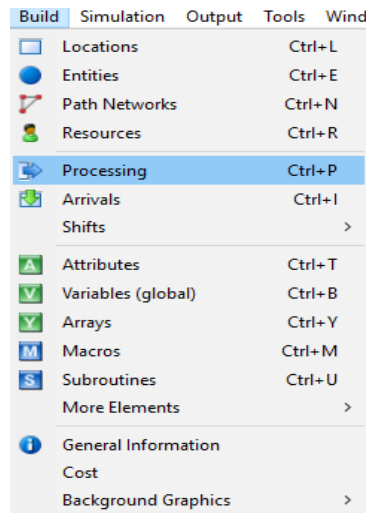
Bu menüde de (Şekil 11) üç adet pencere açılır. Lokasyonlarda olduğu gibi kaynak tanımlayabilmek için grafik penceresinden bir simge seçilir. Kaynakların modelde görünen boyutu bu pencereden ayarlanabilmektedir. Ayrıca kaynağın simgesi, ismi, miktarı, arıza istatistikleri, tutulacak istatistikleri, çalışacağı yol ağı tanımlanabilmektedir.



Şekil 11: Kaynaklar Öğesinin Ana Menüde Görünümü

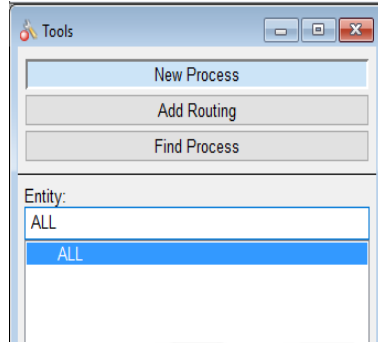
3.1.6. İş Akışı (Processing)

İş akışı, öncelikle iş parçasını seçer. Bu iş parçasının ilk işlem gördüğü lokasyon, yapılan işlemler ve sonrasında neye dönüştüğü, her işlemden sonra gideceği lokasyon ve lokasyon değiştirirken hangi şartlar altında, nasıl gideceği bu pencerede tanımlanır. Kısaca iş parçalarının hangi sıra ve mantıkla hareket edecekleri bu menüde sisteme tanımlanır.



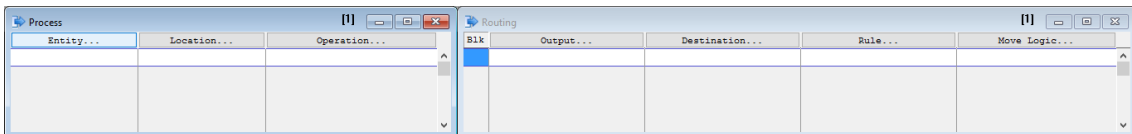
Şekil 12: İş Akışı Öğesinin Ana Menüde Görünümü

Diğer menülerden farklı olarak bu menüde dört adet pencere açılır. Bu pencerelerden birincisi 'layout', ikincisi iş parçalarının seçileceği 'tool' penceresi, üçüncü pencere iş akışının başladığı lokasyonu (process), dördüncü pencere ise iş akışının bittiği lokasyonu (routing) gösterir.



Şekil 13: İş Akışı Atanacak İş Parçalarının Bulunduğu Pencere

İş akışı tanımlamak için bir iş parçasının seçili olması gerekir. Daha sonra 'layout' penceresinde iş akışının başladığı lokasyon seçilir ve bittiği lokasyonda oluşturulan yol bitirilir. Bu işlem yapıldığında solda 'process' ve sağda 'routing' pencerelerinde yeni birer kayıt açılır. 'Process' penceresinde iş parçasının ismi, sisteme giriş yaptığı lokasyon, ve operasyon kodları yer almaktadır. 'Routing' penceresinde ise iş parçasının işlemden çıktıktan sonra aldığı ismi, hedef lokasyonu, rota seçerken sahip olduğu kuralı ve nasıl gideceğini belirten bilgiler yer alır. Ayrıca bir iş parçasının bir lokasyondan birden fazla lokasyona gidebilmesi mümkün olduğu için 'routing' penceresinde birden fazla kayıt olabilir.



Şekil 14: İş Akışı ve Rotalar Penceresi

3.2. Mevcut Durum

Fabrika düzeni genel olarak üretim sırasına göre düzenlenmiştir. Aynı işi yapan bütün makineler aynı yerde yer almaktadır ve iş akışına göre konumlandırılmıştır. Her

makine üretime giren ürünlerin en kısa taşıma sürelerine sahip olacak şekilde yerleştirilmiş ve her işlemin sırayla hızlı bir şekilde yapılması sağlanmıştır.

Üretimde kullanılan ana malzeme olan kumaşlar 150-200 metre, pikeler 30-40-50 metre rolik adı verilen toplar halinde fabrikaya gelmektedir. Bir başka önemli hammadde ise güpürdür ve 20 metre toplar halinde gelmektedir. Dikiş yapılabilmesi için ise ipler top halinde gelmektedir.

Fabrikanın en temel hammaddesi olan kumaşları kesmek için 2 adet büyük kesim (pastal) makinesi 2 adet küçük kesim makinesi mevcuttur. Kesim bölümünün yanında 16 adet dikiş makinesi ve 1 adet büyük konveyör vardır. Her dikiş makinesinin yanında birer adet ara stok yapılan sandıklar bulunmaktadır. Kesim bölümünden çıkan kumaşlar yapılan ürünün cinsine göre şekiller verilmek üzere nervür ve nakış makinelerine gitmektedir. Fabrikanın bu bölümünde 2 adet nervür, 4 adet nakış makinesi bulunmaktadır. Nevresim takımları üretiminde kullanılan 2 adet kroşata makinesi vardır.

Üretimi biten ürünler paketlemeye gitmeden önce kalite kontrol masasında incelenmektedir. Ardından ütüleme kısmına geçmektedir. Burada da 5 adet ütü makinesi ve 1 adet küçük konveyör vardır. Ütüden çıkan ürünler paketleme bölümüne taşınır ve en son bitmiş ürünlerin bulunduğu stok alanına taşınmaktadır.

Üretim yapılan bu sistemde yer alan çalışma faaliyetlerini ve iş akışını bölümler halinde açıklanacak olursa;

Kesim bölümü: Rolik halinde gelen kumaşlar bu bölümde bulunan 2 adet pastal makinesine 9.40 metre boyunda kat kat açılır ve bütün kumaşlar burada parçalara ayrılır. Pike için ise 12.75 metre açılır ve her kattan 5 adet pike dikilir. Ürünleri çalışanlar elleri ile taşımaktadır. Her iki makine de ürünün üretim miktarına bakılarak çalıştırılır eğer gerekmiyorsa tek makine ile kesim yapılır. Büyük pastal makineleri kumaşı sermek için kullanılır. Bu makineler sayesinde kumaşlar katlanmadan düzgün bir şekilde açılır. Üretilecek ürünün cinsine göre kesimler çalışanlar tarafından el ile

yapılır. Küçük kesim makineleri ise genişliği 40-60 cm arası olan daha ince kesimlerde kullanılır. Sağlıklı bir kesim yapılması ve katların kaymaması için maksimum 500 kat kumaş pastal makinesine açılır. Bu bölümde kesim işlemi bittikten sonra kesilen kumaşlar taşıma arabalarına yüklenir ve ertesi günü bekler. Taşıma bu araçlarla dikiş bölümüne yapılır.

Dikiş bölümü: Kesim bölümünden çıkan kumaşların bir kısmı direk dikiş makinelerine gider. Üretilcek ürünün cinsine göre bazıları nervür makinelerine bazıları da önce ütü bölümüne gider. Üretim bandında 16 makine ve bir büyük konveyör vardır. Bu makinelerin 4 tanesi overlok geri kalanı ise tam otomatik sanayi tipi dikiş makinesidir. İki sıra halinde 8 sağ şeritte, 8 sol şeritte ve ortada büyük konveyör olmak üzere konumlandırılmışlardır.

Her makinenin hemen üzerinde fabrika yöneticilerinin görebileceği şekilde sırayla konumlandırılmış numaratorler bulunmaktadır. Bu numaratorler çalışanların otokontrollerini sağlamak amacıyla özel yazılıma sahiptir. Bu yazılımı fabrika yöneticileri kendi ürünlerini takip etmek amacıyla oluşturmuşlardır. Bu sayede çalışanların bir gün içinde gerçekleştirmesi gereken üretim miktarı ve çalışanların ürettiği ürün miktarı kolay bir şekilde takip edilebilir ve anında müdahale edilebilir.

Temizleme bölümü: Dikiş bölümünden çıkan ürünler ters yüz olarak çıkar ve temizleme bölümüne getirilir. Burada iç bölümlerinde bulunan fazla ipler vs. temizlenir ardından doğru yüzü çevrilir. Bu bölümde çok zaman kaybedilmemesi ve bir an önce kalite kontrol bölümüne geçilmesi için çalışanlar masa başında ayakta hızlı bir şekilde bu işlemleri gerçekleştirirler.

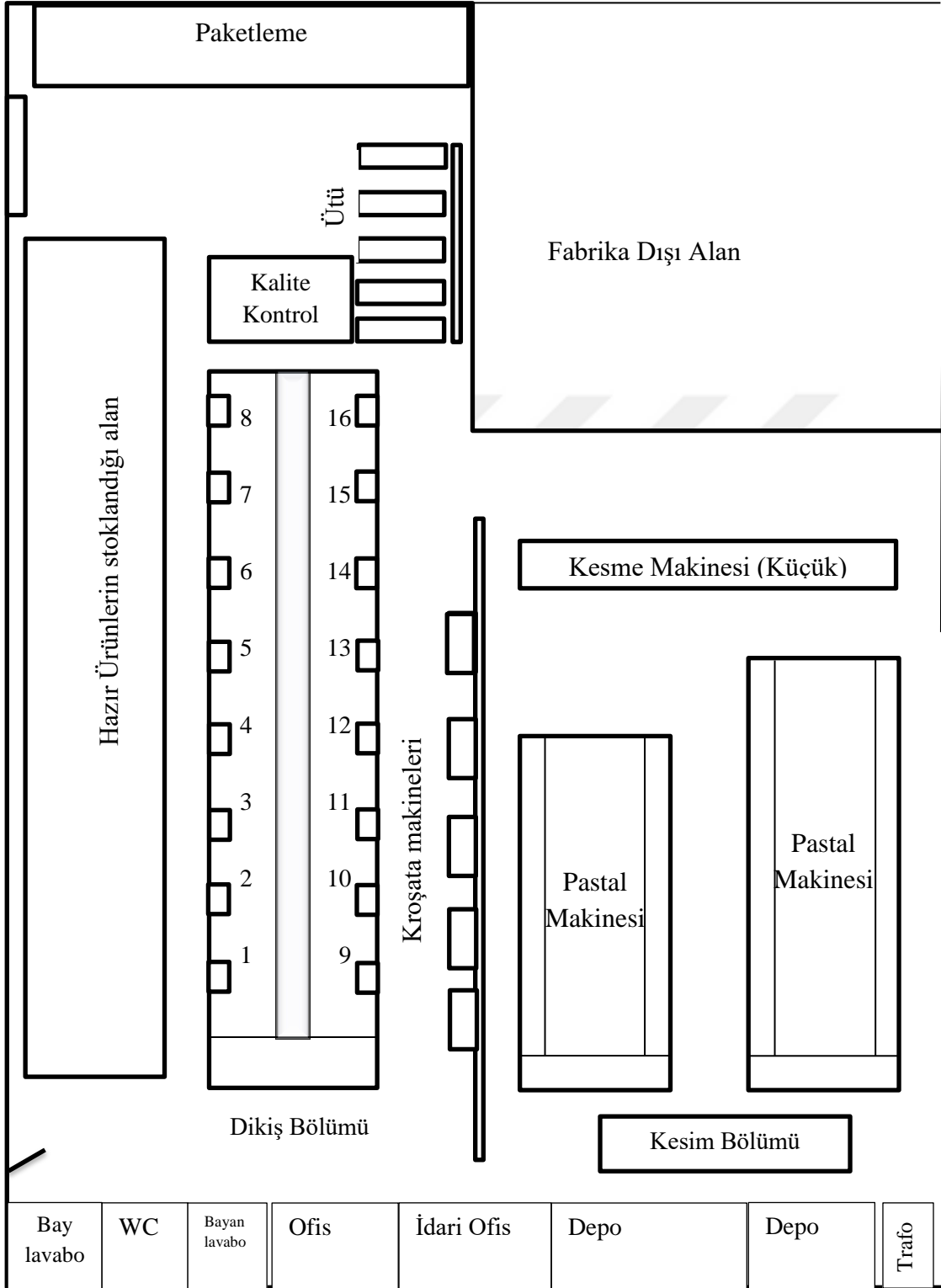
Kalite kontrol bölümü: Temizleme işlemi biten ürünler buradaki 4 kalite kontrol elemanı tarafından işleme alınır. Gelen ürünlerden standartlara uygun olanlar seçilir. Eğer üründe sorun varsa ütüye gitmeden ayrı bir arabada biriktirilir ve tekrar üretim bandına gönderilerek gerekli tadilat yapılır. Tamamı onaylanan ürünler ütü bölümüne gönderilir.

Ütü bölümü: Bu bölümde 5 adet sanayi tipi el ütüsü ve küçük bir konveyör bulunmaktadır. Gelen ürünler paketlenmeden önce itina ile ütülenir. Temizliği yapıp kalite kontrolden geçen ürünler son işlem olarak bu bölüme taşınır. Ütülenip katlanan ürünler paketlemeye hazır bir şekilde konveyörler sayesinde paketleme bölümüne ulaşır.

Paketleme bölümü: Fabrika, kendi logosunu ve markasını taşıyan ve özel olarak tasarlanmış kutuları demonte olarak sipariş etmektedir. Bu bölümde önce paketler katlanarak kullanıma hazır hale getirilmektedir. Ütüden çıkan ürünler hazır halde paketlere yerleştirilir. Paketler çalışanlar tarafından elleri ile stok bölümüne taşınır.

Stok bölümü: Paketlenen ürünler sevkiyat çıkışına yakın bir alanda toplanır. Her ürün renk ve desenine kendilerine ayrılmış bölümlerde stoklanır. Bu sayede bütün çalışanlar hangi ürünün hangi renk ve deseninden ne kadar var kısa sürede anlayabilir. Stoklanan bu ürünler nakliye araçlarına çalışanlar tarafından taşınır.

Aşağıdaki Şekil 15’de genel bir fabrika planı verilmiştir.



Şekil 15: Fabrika Planı

3.3. Simülasyon İçin Kullanılan Ürünler Ve Parçaları

Fabrikada çeşitli modellerde nevresim ve pike takımları üretilmektedir. Uygulamada en çok üretilen ürünler olan Ekonomik Yatak örtüsü takımı ve Empirme nevresim takımı simülasyonla modellemek için seçilmiştir. Yatak örtüsü, nevresim, yastık ve çarşaflar için fabrikada bulunan kumaşlar stok alanında bekleyen rolüklerden her bir ürün için ayrı ayrı belirtilen boyutlarda kesilir. Siparişe veya üretim planına göre bir rolükten bütün ürünlerin kesilip dikişe gönderildiği de olmaktadır. Seçilen bu ürünlerin resimleri ise aşağıda yer almaktadır.



Resim 1: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı



Resim 2: Empirme Nevresim Takımı

Aşağıdaki Tablo 2’de seçilen bu ürünleri oluşturan parçalar, miktarları ve ölçüleri verilmiştir.

Tablo 2: Ürün Reçeteleri

Ürün	Parça	Adet	Ölçü
Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı	Yatak Örtüsü	1	260*260
	Yastık	2	50*70
Empirme Nevresim Takımı	Nevresim	1	200*220
	Yastık	2	50*70
	Çarşaf	1	240*260

Tekstil fabrikasının üretim sisteminin simülasyonu için her ürünün ayrı ayrı üretim miktarı gereklidir. Çalışmanın yapıldığı tekstil fabrikası bu bilgileri paylaşmakta sakınca görmemiştir. Bu konuda üretim planlama departmanından alınan bilgiler neticesinde belirtilen ürünlerin bir günde sisteme girme adetleri elde edilmiştir. Bu miktarlar bu zamana kadar ki çalışma düzeni ve kazanılan tecrübeler neticesinde bir günde üretilebilecek miktarlar olarak belirlenmiştir. Kurulacak olan modelin daha gerçekçi ve sağlıklı sonuçlar vermesi açısından her bir ürünü sistemde 10 sefer çalıştırılarak ortalama miktarları hesaplanmıştır. Böylelikle üretim süreleri arasındaki standart sapmalardan doğabilecek farklılıkların önüne geçilmiş ve üretim süresi gerçeğe yakın olarak elde edilmiştir.

Tablo 3: Bir Günlük Üretim Miktarları ve Sisteme Giren Ürün Miktarı

Sıra	Ürün	Adet	Sisteme giren toplam ürün
1	Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı	Yatak Örtüsü	280
2		Yastık	560
3	Empirme Nevresim Takımı	Çarşaf	350
4		Yastık	700
5		Nevresim	350

Simülasyon modelinde temel girdi olarak rolükler halinde fabrikaya gelen kumaşlar kullanılır. Üretim planlama departmanı ilk olarak üretilecek ürünü belirler. Fabrikanın bir ürünü üretebilmek için oluşturduğu üretim planı 3 gün sürmektedir. Birinci gün kumaşların kesimi, ikinci gün dikimi ve üçüncü gün de ütü ve paketleme yapılır. Bunun sebebi ise bir günlük çalışma süresi içerisinde tek tip ürünü yüksek hacimde üretebilmek içindir. Üretimde genel olarak ilk önce kumaşların kesim bölümünde parçalara ayrılması işlemi gerçekleştirilir. Bu bölümdeki çalışanlar stokta

bekleyen rolükleri kesim bölümüne getirirler. Üretim planlama departmanının kendilerine vermiş olduğu üretim planı doğrultusunda kumaşlar uygun parçalara ayrılmak üzere pastal makinesi üzerinde kat kat açılır. Daha sonra çalışanlar ürüne göre elleri ile küçük kesim makinaları kullanarak kesim yaparak parçalara ayırırlar ve taşıma arabalarına yüklenirler. Bu parçalar dikiş bölümüne gelerek her biri giriş yapacakları makinelerde üretime girerler ve ürünler oluşturulur. Her makinede çalışan makine ustaları belirli bir düzene göre dikişlerini gerçekleştirirler. Daha sonra temizleme bölümünde ürünler üzerinde fazla kumaş artıkları ve ipler temizlenir. Kalite kontrol bölümü ürünlerin standartlara uygunluğunu denetler. Temizleme, kalite kontrolden çıkan ürünler ütü bölümüne gönderilir. Ütü bölümünde küçük konveyör bulunmaktadır. Diğer bölümler birbirlerinin peşi sıra geldiği için taşımalar çalışanlar ile bir sonraki makineye atılarak gerçekleştirilir. Ancak ütü bölümünde taşıma sırasında oluşabilecek kırışıklıkları engellemek amacıyla konveyör kullanılmaktadır. Ütülenen ürünler konveyör ile paketleme bölümüne taşınmaktadır. Paketlenen ürünler stok alanına çalışanlar aracılığı ile taşınarak sevkiyatı beklemektedir. Böylelikle üretim tamamlanmış olur.

Bu uygulamada dikiş bölümünde gerçekleştirilen üretim sistemini simüle etmek amaçlanmıştır. Bunun sebebi ise kesilen kumaşların ertesi gün dikilmesi ve fabrikanın iki ayrı atölye gibi çalışmasıdır. Aynı gün içerisinde kumaşların hem kesim işlemi hem de dikim işlemi yapılmamaktadır. Kesim bölümünde yapılan işin dikiş bölümünü etkilemediği için asıl üretimin yapıldığı dikiş bölümü uygulama için kullanılmıştır. Seçilen iki ayrı ürün için iki ayrı model kurulmuş ve bu modellere ait alternatif senaryolar geliştirilmiştir. Kurulan modellerde her bir iş parçası ayrı ayrı tanımlanmıştır. Bu sisteme her ürün ilk olarak kendileri için tanımlanmış giriş tanklarından giriş yaparlar. Her ürün sisteme girerken gerçekte çalışanlar ile taşınır ancak programda bu şekilde tanımlanamadığı için tanklar kullanılmıştır. Ürünler her makinede farklı işlem görerek üretimini tamamlamakta ve işlemi tamamlanan ürünlerde makinelerin önlerinde bulunan büyük konveyör aracılığı ile sistemden çıkmaktadır.

3.4. Modelde Kullanılan Parçalara Ait Bilgiler

Seçilen iki ayrı ürün grubunun sahip oldukları parçaların izledikleri rotalar ve kullandıkları makine sayıları farklıdır. Bu nedenle Promodel ile iki farklı simülasyon modeli oluşturulmuştur. Sisteme giren her bir ürün parçasının dikiş bölümünde izlediği rotalar aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir. Tablolarda rotalar sırasıyla numaralandırılmıştır. Ayrıca ürünler yukarıdan aşağıya doğru bir yol izlemektedir.

3.4.1. Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı

Bu ürün fabrikada en çok üretilen üründür. Aşağıda ürün ile ilgili detaylar verilmiştir.

3.4.1.1. Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Ürün Parçaları ve İzledikleri Rotalar

Tablo 4: Ekonomik Yatak Örtüsü Ürün Parçaları ve Rotalar

Ürün	Ürün Parçası	İşlem	Makine No
Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı	Yatak Örtüsü	1-Overlok	1,2
		2-Pike Başı Katlama	13
		3-Güpür Takma	9, 10, 11, 12
	Yastık	1-Güpür Takma	3, 4, 5
		2-Yastık Eşleme	14, 15, 16
		3-Yastık 2 cm Birleştirme	8
		4-Yastık İçi Temizleme	7
		5-Yastık Gazi	6

Tablo 4 de görüldüğü üzere ekonomik yatak örtüsü takımının ilk parçası olan yatak örtüsü üç ayrı işlem görmektedir. İlk olarak overlok işleminden geçerek kenarları dikilir. Daha sonra pike başı katlama diye adlandırılan işleme geçilir ve burada yatak örtüsünün baş kısmında bulunan ek dikilir. En son işlem olan güpür takma örtüsünün enine paralel şekilde güpür takılır ve ürünün üretim süreci sona erer.

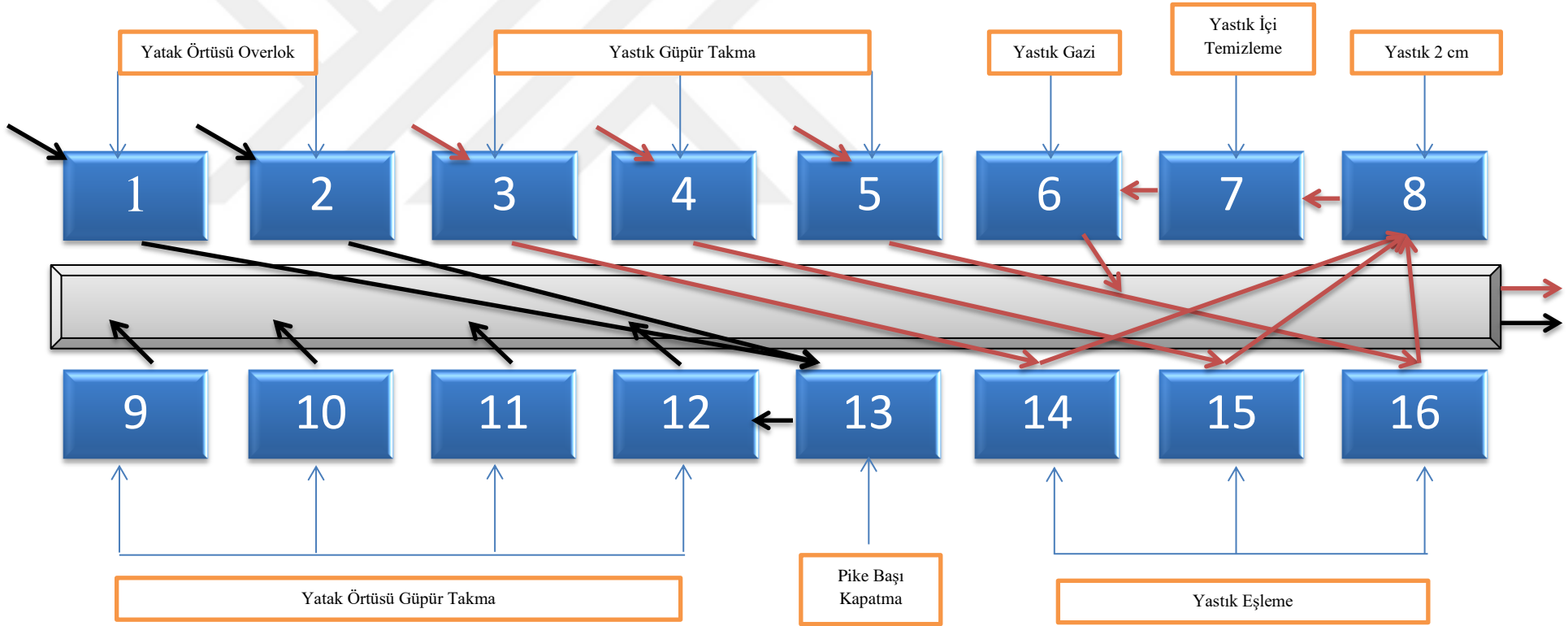
Yatak örtüsü ilk olarak 1 veya 2 numaralı makinelerde işlem görmektedir. Hemen arkasından işlemleri biten ürünler 13 numaralı makineye alınır. Son olarak 9, 10, 11 ve 12 numaralı makinelerden uygun olan herhangi birine taşınır ve sonra üretimi tamamlanır.

Diğer parça olan yastık ise beş ayrı işlem görmektedir. İlk olarak yastığa yatak örtüsünde olduğu gibi aynı desende güpürler dikilir. Daha sonra yastığın ön ve arka yüzünü eşleme işlemi yapılır. Yastık 2 cm işlemi yastığın baş tarafına 2 cm ek dikilmesi işlemidir. Ters yüz olan yastıkların iç kısmı temizlenir ve tekrar tersi çevrilerek düz tarafla bu işlemde de çıkar. En son yastık kılıfının 3 tarafına 4 cm eninde dekoratif çerçeveleme yapılır ve yastık gazisi uygulamasından da tamamlanmış şekilde üretimden çıkar.

Yastık ürünü yatak örtüsünden daha çok sayıda işlem gördüğünden üretim süresince daha karmaşık bir rotaya sahiptir. Yastık ilk olarak 3, 4 ve 5 numaralı makinelerden uygun olan herhangi birinde işleme alınır. Bu makinelerde işlemi biten yastık daha sonra 14, 15 ve 16 numaralı makinelerden uygun olan herhangi birine taşınır. Sistemden çıkışını sırayla 8, 7 ve 6 numaralı makinelerde ayrı ayrı işlem gördükten sonra tamamlar.

Ürünlerin izledikleri rotalar fabrika düzenini daha açık ve net şekilde temsil etmesi açısından aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Buna göre ekonomik yatak örtüsü takımında iki farklı ürün parçası ve bu parçaların ilk olarak hangi makinelerde işlem görmeye başladıkları görülmektedir.

Fabrikanın sahip olduğu 16 dikiş makinesinin kuruluş düzeni yukarıdaki Şekil 16'daki gibidir. 8 adet sol tarafta 8 adet sağ tarafta olacak şekilde düzen oluşturulmuştur. Şekilde yer alan kırmızı ve siyah oklar iş parçalarının rotalarını göstermektedir.



Şekil 16: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Fabrika Düzeni

Siyah oklar yatak örtüsünün izlediği rotaları göstermektedir ve 1 ve 2 numaralı makinelerden sisteme giriş yapıldığını göstermektedirler. Makinelerin tam ortasında yer alan varlık ise taşıma konveyörüdür. 9, 10, 11 ve 12 numaralı makinelerde ise işlemi biten ürünlerin ortadaki konveyör aracılığı ile sistemden çıktığını belirtmektedirler.

Kırmızı okların temsil ettiği iş parçası ise yastıktır. 3, 4 ve 5 numaralı makinelerden üretime girmektedirler. Son olarak 6 numaralı makinede işlem gördükten sonra konveyör ile sistemden çıkmaktadırlar. Hem yatak örtüsü hem de yastık iş parçalarının sistemden çıkışları sırasıyla siyah ve kırmızı oklar ile gösterilmiştir.

3. 4. 1. 2. Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı İşlem süreleri

Uygulama yapılacak tekstil fabrikasının dikiş bölümünde işlem gören her bir iş parçasının her bir makinede üretim süresi üretim planlama departmanında yetkililerce belirlenmiştir. Modelde kullanılacak süreler de yetkililerden edinilmiş bilgiler neticesinde sisteme tanımlanmıştır. Ancak bu performans makinelerin değil çalışanın hızına bağlı olduğu için sabit bir işlem süresi belirlemek mümkün değildir. Fabrikanın çalışanlarının performansını takip ettiği bir sisteminin olduğu daha önce belirtilmişti. Bu takip sisteminden edinilen bilgiler neticesinde işlemi biten makinedeki çalışanın sayı artırma butonuna basma süreleri fabrikadan edinilmiştir.

Bu süreler ürünlerin makineden çıkış zamanlarının ortalamasını göstermektedir. Bu da normal dağılım şartlarını sağladığı ve elde etmek istedikleri sürelere artı eksi süreler eklenerek çıkarılabileceğini göstermiştir.

Her ürünün işlem gördükleri makineler de tablolarda yer almaktadır. Farklı makinelerde farklı işlemleri gören ürünler tek tek belirtilmiştir.

Örneğin; Yatak örtüsü overlok işlemi makine 1 ve makine 2 de yapılmaktadır ve her makinede ki çalışan her 60 saniyede bir eline gelen işi bitirmek zorundadır. Yine yastık gazi işlemi de makine 6 da işlem görmektedir ve 40 saniye üretim süresi vardır.

Tablo 5'deki süre sütunu altındaki değerler fabrikanın kendi üretim planlamasında dikkate aldığı standart sürelerdir.

Tablo 5: Ekonomik Yatak Örtüsü Üretim Departmanından Alınan Süreler

Yapılan İş	Makine No	Süre (sn)
Yatak Örtüsü Overlok	1,2	60
Yastık Güpür Takma	3,4,5	120
Yastık Eşleme	14,15,16	120
Yastık Gazi	6	40
Yatak Örtüsü Güpür Takma	9,10,11,12	300
Pike Başlı Katlama	13	90
Yastık İçi Temizleme Overlok	7	30
Yastık 2 cm	8	20

Ancak simülasyon uygulamasında işlem sürelerinin gerçek hayattaki değişkenliğini de modele yansıtılabilmek için çalışanların butona basma süreleri edinilerek Promodel ile simülasyon programındaki stat-fit eklentisinde analiz edilmiştir. Buna göre işlem süreleri normal dağılıma uymaktadır. İşlem sürelerinin ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 6'daki gibi hesaplanmıştır. Süre sütunu altındaki "N" harfi normal dağılımı, parantez içindeki ilk sayı ortalama süreyi (sn) ikinci sayı ise sürenin standart sapmasını (sn) ifade etmektedir.

Tablo 6: Ekonomik Yatak Örtüsü Sisteme Tanımlanan Süreler

Yapılan İş	Makine No	Süre (sn)
Yatak Örtüsü Overlok	1,2	N(60,6)
Yastık Güpür Takma	3, 4, 5	N(120,9)
Yastık Eşleme	14, 15, 16	N(120,9)
Yastık Gazi	6	N(40,5)
Yatak Örtüsü Güpür Takma	9, 10, 11, 12	N(300,15)
Pike Başlı Katlama	13	N(90,5)
Yastık İçi Temizleme Overlok	7	N(30,4)
Yastık 2 cm	8	N(20,3)

3. 4. 1. 3. Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Tek Seferde Sisteme Giren Ürünlerin Sayısı

Her bir ürünün işlem sürelerine bakılarak fabrikanın üretim planlama departmanı bir üretim planı oluşturmaktadır. Bu veriler ışığında her bir ürünün sahip olduğu üretim ve bekleme süreleri üretilecek ürünün miktarını belirlemektedir.

Fabrika günlük tek bir ürün çeşidi üretmektedir. Aynı gün üretim bandına farklı iki ürün gelmemektedir. Bu sayede her makinede ki çalışan tek bir işe yoğunlaştığı için bir gün içerisinde daha fazla miktarda ürün üretebilmektedir. Yetkililerden edinilen bilgiler doğrultusunda her bir ürünün işlem gördükleri makine numaraları, yapılan işlemler ve üretim sayıları aşağıdaki Tablo 7’de verilmiştir.

Aşağıdaki Tablo 7’de tanımlanan iş yükleri yer almaktadır.

Tablo 7: Ekonomik Yatak Örtüsü İş Yükleri

Makine No	Yapılan İş	Toplam İş (adet)
1	Yatak Örtüsü Overlok	140
2	Yatak Örtüsü Overlok	140
3	Yastık Güpür Takma	187
4	Yastık Güpür Takma	187
5	Yastık Güpür Takma	186
14	Yastık Eşleme	187
15	Yastık Eşleme	187
16	Yastık Eşleme	186
6	Yastık Gazi	560
9	Yatak Örtüsü Güpür Takma	70
10	Yatak Örtüsü Güpür Takma	70
11	Yatak Örtüsü Güpür Takma	70
12	Yatak Örtüsü Güpür Takma	70
13	Pike Başı Katlama	280
7	Yastık İçi Temizleme Overlok	560
8	Yastık 2 cm	560

İşler makinelere iş yükleri dengeli olacak şekilde dağıtılmaktadır. Örneğin; Yatak örtüsü güpür takma işlemleri 9, 10, 11 ve 12 numaralı makinelerinde 70'er adet üretilmektedir. Yine yastık eşleme işi 14, 15 ve 16 numaralı makinelerde yapılmaktadır ve sırasıyla 187, 187 ve 186 adettir.

3. 4. 1. 4. Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Üretim Süreci (280 adet)

Fabrikanın verdiği bilgiler doğrultusunda mevcut çalışanları ve makineleri ile bir günde (08:00-18:00) toplamda 280 adet Ekonomik Yatak Örtüsü takımı ürününden üretebilmektedir. Yukarıdaki tabloda edinilen bilgiler fabrikanın üretim departmanından alınmıştır. Üretim departmanından edinilen bu bilgiler kullanılarak Promodel simülasyon programı ile mevcut durum simülasyonu yapılmıştır. Bu üründe programa eklemek için iki ayrı ana iş parçası bulunmaktadır. Bunlardan birincisi yatak örtüsü, ikincisi ise yastıktır. Yatak örtüsü bir günde 280 adet üretilirken, ürün paketinde iki tane yastık yer aldığı için 560 adet de yastık üretilmektedir.

Yatak örtüsünün üretim sürecinde ilk olarak bir gün önceden kesilerek hazır bekletilen kumaş 1 veya 2 numaralı makinelerden birinde Overlok işlemine alınır. Her bir ürünün bir makinede üretim süresi ortalama 60 saniye olarak belirlenmiştir. Ardından işlemi biten her ürün fabrikada çalışan ortacılar ile 13 numaralı makineye taşınır. Bu makine Pike Başlı Katlama işlemi yapmaktadır ve her ürün ortalama 90 saniye işlem görmektedir. Son olarak 9, 10, 11 ve 12 numaralı makinelerde Yatak Örtüsü Güpür Takma işlemi gerçekleştirilir. Bu makinelerde ürünler ortalama 300 saniye işlem gördükten sonra makinelerin önünde bulunan konveyöre atılır ve dikiş bölümündeki üretimi tamamlanır.

Yastık üretimi biraz daha zahmetli, zor ve uzun süren bir iştir. Kesim bölümünden gelen kumaşlar 3, 4 ve 5 numaralı makinelerde güpür takma işlemine alınır. Her bir makinede her bir ürün ortalama 120 saniye işlem gördükten sonra yine ortacılar ile 14, 15 ve 16 numaralı makinelere taşınır. Bu makinelerde yastığın iki ayrı yüzü birbiri ile eşlenerek dikilir. Bu işlemde ortalama 120 saniye sürmektedir. Bir sonraki işlem ise yastıkların üzerine dikilecek 2 cm'lik bölümdür ve 8 numaralı makinede yapılır. Her bir ürün ortalama 10 saniyede bu makineden çıkar. 7 numaralı

makineye geçerek ortalama 30 saniyede bir yastık içleri temizlenir. Son olarak 6 numaralı makinede yastıkların etrafı 5'er santimetrelik dikişler yapılarak son şekilleri verilmektedir. Bu işlemde her bir ürün için ortalama 40 saniye sürer ve bu işleme yastık gazi adı verilir. Ardından biten ürün makinelerin önünde bulunan konveyöre atılır.

Ekonomik yatak örtüsü takımının bulunduğu paketin içeriği ise aşağıdaki Tablo 8'de verilmiştir. Bu pakette fabrikanın satış için hazırladığı ürünün tüketiciye ulaşırken sahip olduğu paket içeriği yer almaktadır.

Tablo 8: Ekonomik Yatak Örtüsü Paket İçeriği

Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı	Ölçüler	Adet
Yatak Örtüsü	260 x 260	1
Dekoratif Yastık Kılıfı	50 x 70	2

3.4.2. Empirme Nevresim Takımı

3.4.2.1. Empirme Nevresim Takımı Ürün Parçaları ve İzledikleri Rotalar

Tablo 9: Empirme Nevresim Takımı Ürün Parçaları ve İzledikleri Rotalar

Ürün	Ürün Parçası	İşlem	Makine No
Empirme Nevresim Takımı	Nevresim	1-Nevresim Ön Pat Emniyet Dikişi	12
		2-Nevresim Ön Birleştirme Overlok	11
		3-Nevresim Güpür Takma	9, 10
		4-Nevresim Arkası Fermuar	3
		5-Nevresim Overlok	1, 2
	Yastık	1-Yastık Eşleme	4, 5, 14
		2-Yastık 2 cm Birleştirme	13
		3-Yastık İçi Temizleme	7
		4-Yastık Gazi	6
	Çarşaf	1-Çarşaf	15, 13

Ürünlerin izledikleri rotalar fabrika düzenini daha açık ve net bir şekilde göstermesi açısından aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Buna göre emirme nevesim takımında 3 farklı ürün parçası vardır. Bu parçalar nevesim, yastık ve çarşaftır.

Ürün parçalarından olan nevesim 5 ayrı işlem görüp ve üretimden çıkar. Tablo 9’da da görüldüğü üzere ilk olarak kumaş 5 cm katlanarak düz dikiş yapılır ve nevesim ön pat emniyet dikişi tamamlanmış olur. Arkasından nevesimin ön ve arkası birleştirilerek nevesim ön birleştirme overlok işlemi yapılır. Ön pat emniyet dikişinin üzerine güpür takılır ve üçüncü adımda tamamlanır. Nevesim arkası fermuarda dikilir ve overlok çekilir. Ürün tamamlanıp üretimden nevesim olarak çıkar.

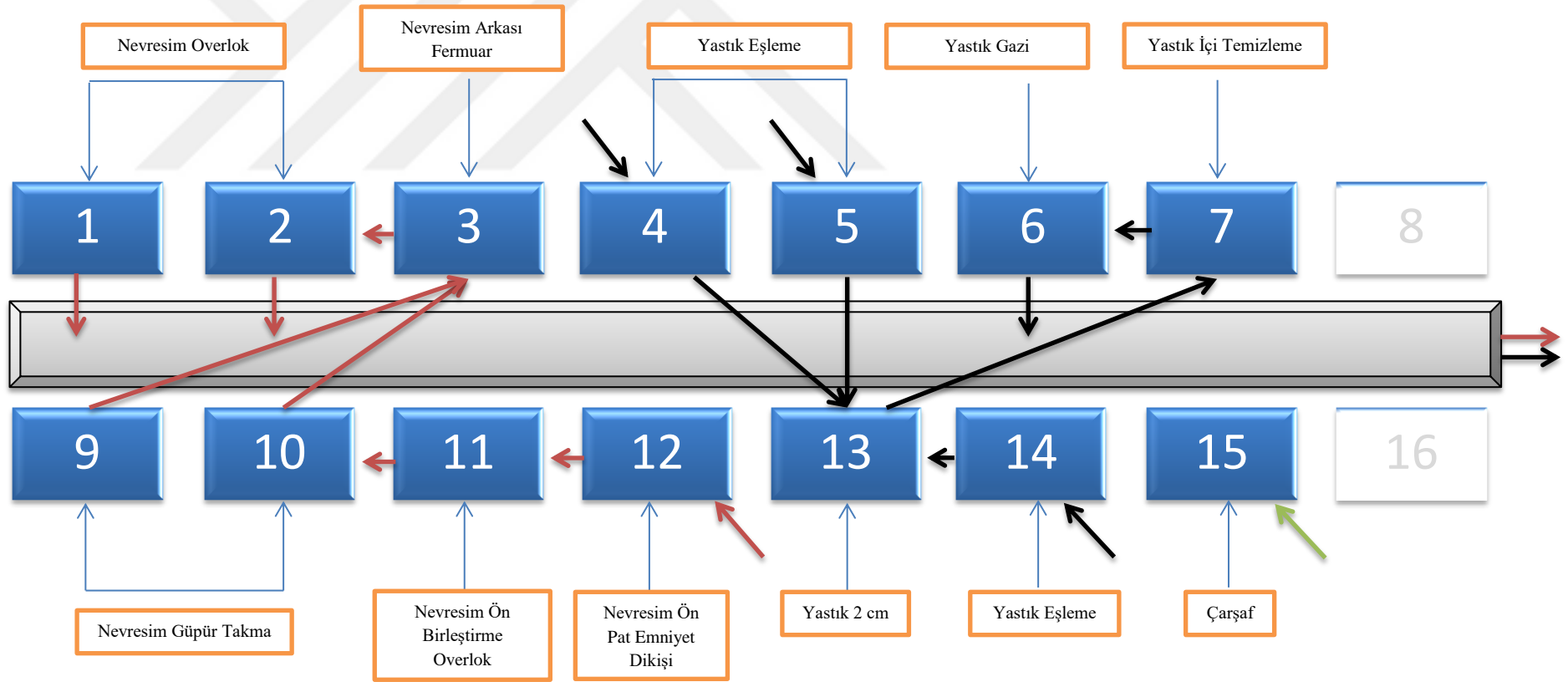
Nevesim ilk olarak 12 numaralı makineden sisteme giriş yapar. Buradan 11 numaralı makineye daha sonra is 9 ve 10 numaralı makinelerden herhangi birine geçer. Sistemden çıkışını önce 3 numaralı makineye, son olarak da 1 ve 2 numaralı makinelerden herhangi birinden geçerek gerçekleştirir.

Bir diğer parça olan yastık ise 4 ayrı işlem görmektedir. İlk olarak yastığının ön ve arka yüzünü eşleme işlemi yapılır. Yastık 2 cm birleştirme işlemiyle yastığın baş tarafına 2 cm ek dikilir. Ters yüz olan yastıkların iç kısmı temizlenir ve tekrar tersi çevrilerek düz tarafıyla bu işlemde de çıkar. En son yastık kılıfının 3 tarafına 4 cm eninde dekoratif çerçeveleme yapılır ve yastık gazi uygulamasından da tamamlanmış şekilde üretimden çıkar.

Yastık ilk olarak 4, 5 ve 14 numaralı makinelerden herhangi birinde işlem görmeye başlar. Daha sonra 13 numaralı makineye geçen yastık 7 numaralı makineye taşınır. Son olarak 6 numaralı makinede işlem görür ve sistemden çıkar.

En son parça çarşaftır. Tek rotaya sahip bu ürün bir makinede işlem görür. Kumaşın sadece çevresini 1 cm katlayarak dikiş yapılır ve üretimini tamamlar.

Çarşaf ise 15 numaralı makinede işlem görür. Ancak 13 numaralı makine 700 adet yastık 2 cm işlemini bitirdikten sonra kalan süresi boyunca çarşaf üretmeye yardım etmektedir.



Şekil 17: Empirme Nevresim Takımı Fabrika Düzeni

Fabrika empirme nevresim takımını üretmek için sahip olduğu 16 dikiş makinesi yerine 14 dikiş makinesini kullanmayı tercih etmiştir. Buna göre bu ürünü üretirken 8 ve 16 numaralı makineler kullanılmamaktadır. Yukarıdaki Şekil 17’de de görülmektedir.

Empirme nevresim takımı 3 adet iş parçasına sahiptir. Tabloda yer alan kırmızı, siyah ve yeşil oklar bu iş parçalarının izlemiş oldukları rotaları göstermektedir.

Kırmızı oklar iş parçalarından nevresimin izlemiş olduğu rotaları göstermektedir. İlk olarak 12 numaralı makineden üretime girmektedir. İşlemi biten ürünler sırasıyla 11, 9 ve 10, 3, 1 ve 2 numaralı makineleri izlerler ve üretimden ortada bulunan taşıma konveyörü aracılığı ile çıkar.

Siyah oklar ise yastık iş parçasının izlediği rotaları temsilen tabloya eklenmiştir. İlk olarak 4, 5 ve 14 numaralı makinelerden üretime giren yastık okların devamında göstermiş olduğu gibi üretim sürecine devam eder. Bu makinelerden çıkan ürün 13 numaralı makinede işlem gördükten sonra 7 numaralı makineye geçer ve daha sonra 6 numaralı makinede son işlemlerle üretimden çıkar.

Yeşil ok ise çarşafı temsil eder.

3. 4. 2. 2. Empirme nevresim takımı işlem süreleri

Empirme nevresim takımının dikiş bölümünde işlem görme süreleri her makinede farklılık göstermektedir. Yetkililerden alınan bilgiler doğrultusunda uygulama yapılacak olan bu ürünün işlem süreleri sisteme aktarılmıştır. Ancak yine bu ürün içinde performanslar makinelerin değil çalışanın hızına bağlı olduğu için sabit bir bekleme süresi belirlemek mümkün değildir. Takip sisteminden edinilen bilgiler neticesinde işlemi biten makinede ki çalışanın sayı artırma butonuna basma süreleri fabrikadan edinilmiştir.

Ürünlere ait süreler aşağıdaki Tablo 10’da yer almaktadır. Bir işlemi yapan makine sayısı birden fazla olabilmektedir. Bazı işlemleri ise tek makine yapabilmektedir. Bu ürünler tek tek tablolara yerleştirilmiştir.

Örneğin; Yastık eşleme aynı anda 4, 5 ve 14 numaralı makinelerde ortalama 70'er saniye işlem görmektedirler. Çarşaf ise 15 ve 13 numaralı makinelerde ortalama 90 saniye, Nevresim arkası fermuar da 3 numaralı makinede yine ortalama 90 saniye işlem görmektedir.

Tablo 10: Empirme Nevresim Takımı Üretim Departmanından Alınan Süreler

Yapılan İş	Makine No	Süre (sn)
Nevresim Overlok	1, 2	120
Nevresim Arkası Fermuar	3	90
Yastık Eşleme	4, 5, 14	120
Yastık Gazi	6	40
Yastık İçi Temizleme	7	40
Nevresim Güpür Takma	9, 10	90
Nevresim Ön Birleştirme Overlok	11	90
Nevresim Ön Pat Emniyet Dikişi	12	90
Yastık 2 cm	13	20
Çarşaf	15,13	90

Ancak yine bu ürün için de simülasyon uygulaması yaparken işlem sürelerinin gerçek hayata uygunluğunu da modele yansıtılabilmek için çalışanların butona basma süreleri edinilerek Promodel ile simülasyon programındaki stat-fit eklentisinde analiz edilmiştir.

Sisteme tanımlanan iş parçalarına ait süreler aşağıdaki Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11: Empirme Nevresim Takımı Sisteme Tanımlanan Süreler

Yapılan İş	Makine No	Süre (sn)
Nevresim Overlok	1, 2	N(120,9)
Nevresim Arkası Fermuar	3	N(90,6)
Yastık Eşleme	4, 5, 14	N(120,5)
Yastık Gazi	6	N(40,4)
Yastık İçi Temizleme	7	N(40,4)
Nevresim Güpür Takma	9, 10	N(90,4)
Nevresim Ön Birleştirme Overlok	11	N(90,7)
Nevresim Ön Pat Emniyet Dikişi	12	N(90,3)
Yastık 2 cm	13	N(20,3)
Çarşaf	15,13	N(90,10)

Buna göre işlem süreleri normal dağılıma uymaktadır. İşlem sürelerinin ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 11'deki gibi hesaplanmıştır. Süre sütunu altındaki "N" harfi normal dağılımı, parantez içindeki ilk sayı ortalama süreyi (sn) ikinci sayı ise sürenin standart sapmasını (sn) ifade etmektedir.

3. 4. 2. 3. Empirme Nevresim Takımı Tek Seferde Sisteme Giren Ürünlerin Sayısı

Fabrikanın ürettiği bir diğer ürün olan empirme nevresim takımında da her bir ürün parçasının üretilme süresine bağlı olarak çalışma saatleri içerisinde üretilecek miktarlar üretim planlama departmanı tarafından belirlenmiştir.

Bir günlük çalışma saatleri içerisinde bir çeşit ürün üreten fabrika için yetkililer empirme nevresim takımına da bir günlük üretim planlaması oluşturmuşlardır. Her makine gün içerisinde aynı işi yaptığı için daha verimli kullanılmaktadır. Aşağıdaki tabloda ürün parçalarının işlem gördükleri makine numaraları, yapılan işlemler ve ürettikleri ürün sayıları verilmiştir.

Aşağıdaki Tablo 12'de tanımlanan iş yükleri yer almaktadır.

Tablo 12: Empirme Nevresim Takımı İş Yükleri

Makine No	Yapılan İş	Toplam İş (adet)
1	Nevresim Overlok	175
2	Nevresim Overlok	175
3	Nevresim Arkası Fermuar	350
4	Yastık Eşleme	117
5	Yastık Eşleme	117
6	Yastık Gazi	700
7	Yastık İçi Temizleme	700
9	Nevresim Güpür Takma	175
10	Nevresim Güpür Takma	175
11	Nevresim Ön Birleştirme Overlok	350
12	Nevresim Ön Pat Emniyet Dikişi	350
13	Yastık 2 cm	700
14	Yastık Eşleme	116
15	Çarşaf	350

Örneğin; Nevresim overlok işlemi 1 ve 2 numaralı makinelerde yapılmaktadır ve her bir makine 175 adet ürün çıkarmaktadır. 6 numaralı makinede 700 adet ürün yastık gazı işlemi görmektedir. Çarşaf ise 15 numaralı makinede 350 adet üretilmektedir.

3. 4. 2. 4. Empirme Nevresim Takımı Üretim Süreci (350 adet)

Fabrika mevcut sistemi ile empirme nevresim takımını ise bir günde toplam 350 adet üretebilmektedirler. Yukarıdaki tablolarda görünen bütün veriler üretim planlama departmanından alınmıştır. Alınan bilgiler doğrultusunda bu ürünün de Promodel simülasyon programında modeli oluşturulmuştur. Bu ürün 3 adet iş parçasına sahiptir. Bunlar nevresim, yastık ve çarşaftır. Fabrika sahip olduğu 14 makine ile üretimi gerçekleştirebilmektedir. Nevresim takımı ve çarşaftan 350 adet üretmektedir. Paket içeriğinde 2 adet yastık olduğu için 700 adet yastık üretimi yapmaktadır.

Her üründe olduğu gibi bu üründe de fabrika üreteceği ürünün kumaşını bir gün önceden kesip hazırlamaktadır. Nevresim için kullanılacak kumaşlar ilk olarak 12 numaralı makinede üretime başlar. Bu makinede nevresim ön pat emniyet dikişi yapılır ve 60 saniyede bir ürün çıkar. İşlemi biten her ürün yan makine olan 11 numaralı makineye ortacılar ile bekletilmeden taşınır. Burada nevresim ön birleştirme işlemiyle nevresimin ön ve arka yüzü 60 saniyede birleştirilir. İşlemi biten ürünler bu sefer iki makineye yönlendirilir çünkü işlem süreleri uzamaktadır. 9 ve 10 numaralı makinelere taşınan ürünler nevresim güpür takma işini 120'şer saniyede gerçekleştirirler. Nevresim arkası fermuar için 3 numaralı makineye giden ürünler 90 saniyede bu makineden çıkıp bir başka uzun süren işlem olan nevresim overlok yapılan makinelere geçerler. Son olarak 1 ve 2 numaralı makinelere gelen ürünler 120'şer saniye overlok çekildikten sonra ortada bulunan taşıma konveyörü ile ürünlerin üretim süreci tamamlanır.

Hemen her üründe yer alan Yastık, üretiminin daha zahmetli, zor ve uzun süren bir iş olduğu ekonomik yatak örtüsü takımı kısmında belirtilmişti. Burada da kesim bölümünde bekletilen kumaşlar fabrika düzenini daha verimli kullanma amacıyla birbirine en yakın 4 makine arasında üretime başlamaktadır. İlk olarak 4, 5 ve 14 numaraları makinelerde yastık eşleme işlemi yapılmaktadır. Bu işlem her makinede ortalama 70 saniye sürmektedir. Ardından bu üç makineye hemen hemen eşit uzaklıkta bulunan 13 numaralı makineye eşlenen yastıklar yine ortacılar tarafından hızlı bir şekilde getirilmektedir. Bu makinede yastıklara 2

cm'lik ek dikilmektedir. Çok kolay ve zaman almayan bu iş ortalama 10 saniye sürmektedir. Hemen hemen tamamlanan ürün burada beklemeden 7 numaralı makineye yine ortacılar ile taşınır. Burada ters yüz olan yastıkların içlerindeki ipler vs. temizlenir. Bu işlem de ortalama 20 saniye sürmektedir. Son olarak yastık etrafına dekoratif çerçeve yapılmak üzere 6 numaralı makineye geçilir. Yastık gazi işlemi ortalama 40 saniye sürmektedir. Tamamlanan ürünler taşıma konveyörüne atılır. Ayrıca birbirine yakın makinelerde çalışan makineciler bitirdikleri ürünleri birbirlerine verebilmektedir. Ancak uzak olan makinelere ortacılar ürünleri elleri ile taşımaktadırlar.

Bir diğer ürün parçası da çarşaftır. Bu ürün diğer ürünler gibi bir çok makinede işlem görerek üretilen bir ürün değildir. Nedeni ise kesim bölümünde zaten mevcut ebatlarda kesilerek üretim bandına gelmesidir. İşlem gördüğü tek makine vardır ve 15 numaralı makinedir. Ancak 13 numaralı makineden de yardım aldığı zamanlar olmaktadır. Burada hazır kesilmiş gelen çarşafın etrafına dikiş yapılmaktadır. Ürün bu işlemin hemen ardından üretim bandından çıkmaktadır. İşlem süresi ortalama 90 saniyedir. Her 90 saniyede bir ürün taşıma konveyörüne atılmaktadır.

Fabrikanın satışa hazır hale getirdiği empirme nevresim takımının paket içeriği aşağıdaki Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13: Empirme Nevresim Takımı Paket İçeriği

Empirme Nevresim Takımı	Ölçüler	Adet
Nevresim	200 x 220	1
Çarşaf	240 x 260	1
Dekoratif Yastık Kılıfı	50 x 70	2

3.5.Simülasyon Modeli

Bu tezin uygulamasında modeli oluşturmak için fabrikanın günlük üretim planlaması göz önünde bulundurulmuştur. Bu planlamada makine numaraları, yapılan iş, toplam iş sayısı ve işlem süreleri yer almaktadır. Edinilen bu bilgiler simülasyon modeline aktarılmıştır. Modelin kurulumunda ProModel 9.2 yazılımı ile kullanılmıştır. Fabrikadaki mevcut durumu esas alarak iki ayrı ürün grubu için iki ayrı model kurulmuştur.

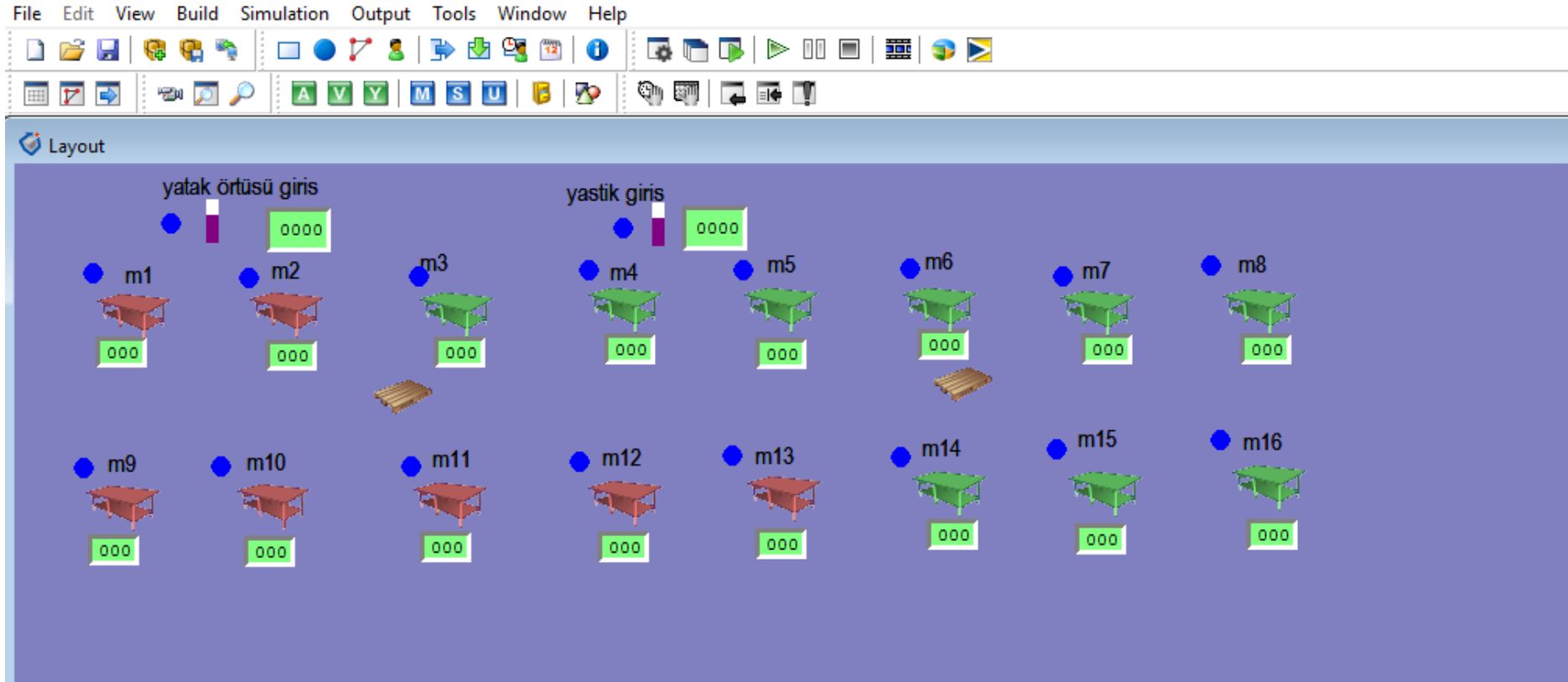
Ekonomik yatak örtüsü takımı için simülasyon modelinde yer alan lokasyonlar, yapılan işlemler ve açıklamaları aşağıdaki Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Lokasyonlar

Lokasyonlar	Açıklama	Yapılan İşlem
M1	Overlok makinesi	Overlok
M2	Overlok makinesi	Overlok
M3	Dikiş makinesi	Güpür takma
M4	Dikiş makinesi	Güpür takma
M5	Dikiş makinesi	Güpür takma
M6	Dikiş makinesi	Gazi
M7	Temizleme masası	Temizleme
M8	Dikiş makinesi	2 cm
M9	Dikiş makinesi	Güpür takma
M10	Dikiş makinesi	Güpür takma
M11	Dikiş makinesi	Güpür takma
M12	Dikiş makinesi	Güpür takma
M13	Dikiş makinesi	Pike başı katlama
M14	Dikiş makinesi	Eşleme
M15	Dikiş makinesi	Eşleme
M16	Dikiş makinesi	Eşleme
Yatak Örtüsü Giriş	Yatak Örtüsü giriş konveyörü	Ürün girişi
Yastık Giriş	Yastık Giriş konveyörü	Ürün girişi

Tablo 14’de verilen bütün bilgilere göre oluşturulan simülasyon modelinin görünüşü aşağıdaki Şekil 18’deki gibidir. Bu görünüşte yukarıdaki lokasyonlar mevcuttur.

Mevcut durum için geliştirilen modelde kırmızı renkli olan makineler yatak örtüsü üretimi yapan makinelerdir. Açık yeşil renkte olan makineler ise yastık üretimi yapan makineleri göstermektedir.



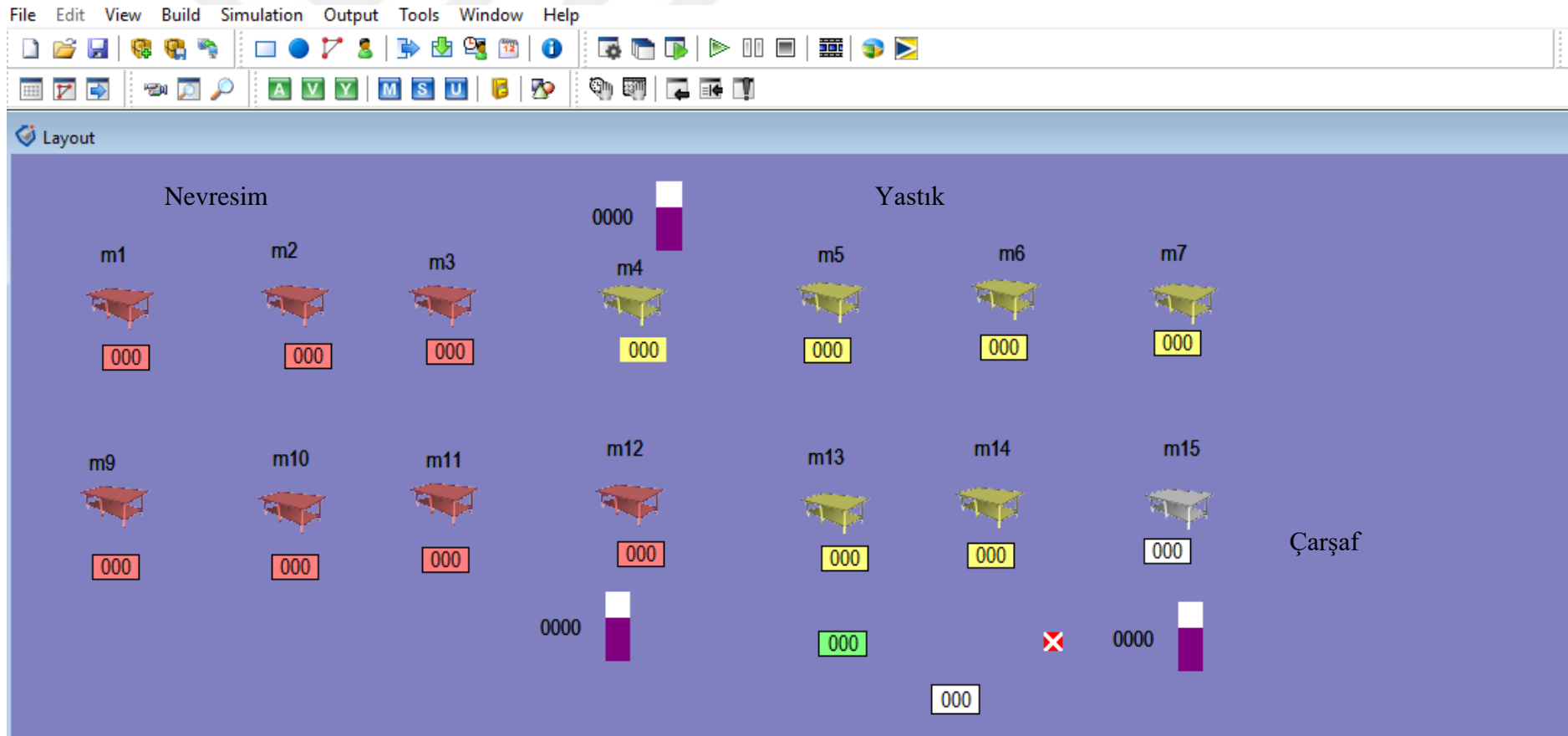
Şekil 18: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Mevcut Durum Simülasyon Modeli

Empirme nevresim takımı için de simülasyon modelinde yer alan lokasyonlar, yapılan işlemler ve açıklamaları aşağıdaki Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15: Empirme Nevresim Takımı Lokasyonlar

Lokasyonlar	Açıklama	Yapılan İşlem
M1	Overlok makinesi	Overlok
M2	Overlok makinesi	Overlok
M3	Dikiş makinesi	Fermuar takma
M4	Dikiş makinesi	Eşleme
M5	Dikiş makinesi	Eşleme
M6	Dikiş makinesi	Gazi
M7	Temizleme masası	Temizleme
M9	Dikiş makinesi	Güpür takma
M10	Dikiş makinesi	Güpür takma
M11	Dikiş makinesi	Ön birleştirme
M12	Dikiş makinesi	Ön pat emniyet dikişi
M13	Dikiş makinesi	2cm + çarşaf
M14	Dikiş makinesi	Eşleme
M15	Dikiş makinesi	Çarşaf
Nevresim Giriş	Nevresim giriş tankı	Ürün girişi
Yastık Giriş	Yastık giriş tankı	Ürün girişi
Çarşaf Giriş	Çarşaf giriş tankı	Ürün girişi
İş Parçası Dağıtım Noktası	Karar verilen nokta	Ürün dağıtımı

Oluşturulan simülasyon modelinin görünüşü aşağıdaki şekil 19’daki gibidir. Bu görünüşte yukarıdaki lokasyonların tamamı mevcuttur. Mevcut durum için geliştirilen modelde kırmızı renkli olan makineler nevresim üretimi yapan makinelerdir. Açık yeşil sarı olan makineler yastık üretimi yapan makineleri göstermektedir. Beyaz olan makinede çarşaf üretmektedir.



Şekil 19: Empirme Nevresim Takımı Simülasyon Modeli

3.6.Mevcut Durum Analizi

Oluşturulan simülasyon modelinin çalışma sistemi defalarca test edildikten sonra analiz sonuçları alınmıştır. Mevcut üretim sisteminde kullanılan parçalar olan yatak örtüsü, yastık, nevresim vs. modele aktarılmıştır. Sistemin gerçek çalışma şartlarına uygun olarak çalışıp çalışmadığı kontrol edilmiştir. En gerçekçi sonuçlara ulaşmak için gereken kontroller ve ayarlamalardan sonra bütün parçalar eksiksiz bir şekilde modele entegre edilmiştir. Sisteme kaynaklar eklenmemiştir. Her bir iş parçasının makinelerde üretim süreleri modele eklenmiştir. Bütün bu bilgiler aktarıldıktan sonra model tamamlanmıştır.

Modeldeki ürünler sisteme ürün giriş tankları aracılığı ile girmektedir. Ayrıca modelin içerisine makinelerden çıkan ürünlerin toplanıp diğer makinelere dağıtılması işlemi yapan paletler yerleştirilmiştir. Bu sayede sistemde oluşabilecek duruşları engellemek amaçlanmıştır.

Simülasyon yazılımı için iki farklı ürün grubundan beş farklı iş parçası seçilmiş ve modele eklenmiştir.

3.6.1. Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı

İlk olarak Ekonomik yatak örtüsü takımı için kurulan mevcut durum modelinin analizi verilmektedir. Üretim sürelerinin sabit olmadığı, üretim yapılırken çalışma için tutulan süre değerlerinden anlaşılmıştır. Yapılan analizler sonucunda normal dağılıma uyan bu değerler standart sapmaları hesaplanarak sisteme aktarılmıştır. Süreler sabit değerlere sahip olmadığı kurulan modelin bir defa çalıştırılması gerçekçi sonuçlar vermeyebilir. Bu nedenle simülasyon 10 kez tekrarlanmıştır. Elde edilen değerler de 10 kez çalıştırma sonucu ortaya çıkan ortalama sürelerdir. Aşağıdaki Tablo 16'da ProModel simülasyon programından elde edilen ortalama süreler, varlık sayıları ve makinelerin kullanım oranları gibi bilgiler yer almaktadır.

Tablo 16: Ekonomik Yatak Örtüsü Mevcut Durumda Üretim Bölümündeki Makinaların Kullanım Miktarları Ve Oranları

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	Toplam varlık	Her Varlık için ort. harcanan süre (dk)	Ortalama varlık sayısı	Lokasyonda herhangi bir anda max. varlık sayısı	Kullanım oranı (%)
M1	9,41	140	1,00	0,25	1,00	24,77
M2	9,41	140	1,01	0,25	1,00	24,93
M3	9,41	187	2,00	0,66	1,00	66,29
M4	9,41	187	1,99	0,66	1,00	65,96
M5	9,41	186	2,00	0,66	1,00	65,76
M6	9,41	560	0,67	0,66	1,00	66,13
M7	9,41	560	0,54	0,54	1,00	53,55
M8	9,41	560	0,35	0,35	1,00	35,11
M9	9,41	69,70	4,99	0,62	1,00	61,58
M10	9,41	69,80	5,00	0,62	1,00	61,85
M11	9,41	70	5,01	0,62	1,00	62,10
M12	9,41	70,50	5,00	0,62	1,00	62,38
M13	9,41	280	1,50	0,75	1,00	74,55
M14	9,41	186,60	2,01	0,66	1,00	66,29
M15	9,41	187,20	2,00	0,66	1,00	66,48
M16	9,41	186,20	2,01	0,66	1,00	66,28

Yukarıdaki Tablo 16’da yer alan toplam süre sütunu üretim bölümünün tek seferde yaptığı üretimde işin tamamlanma süresini göstermektedir. Bu süre simülasyon modelinin 10 kez çalıştırılmasından elde edilen ortalamadır ve 9,41 saat sürmüştür. İşletmenin 8 saat 45 dakika olan çalışma süresi ve tek vardiya çalıştığı göz önünde bulundurulduğunda elde etmek istedikleri üretim sayısına ulaşamadıkları görülmektedir. Fabrika bu durumda sıkışmakta ve bu ürünü üretirken mecburen fazla mesaiye kalmaktadır.

Toplam varlık sütununa bakıldığında o lokasyona giren toplam varlıkların sayısını görülmektedir. Buna göre M1 ve M2 makinelerine 140’ar adet kumaş üretilmesi için sisteme girmiştir. Diğer lokasyonlardaki ürün sayılarının farklı olma sebebi ise o işi yapan makine sayılarının farklı olmasıdır. Örneğin; yatak örtüsü overlok işlemini iki makine yaptığı için bu makinelere ortalama 140 adet ürün gider. Ancak yatak örtüsü güpür takma işlemini yapan dört makine olduğu için ortalama 70 ürün üretime gitmektedir. Giriş konveyörlerinin toplam varlık sayılarına bakarak sistemden toplamda kaç ürün çıktığı görülmektedir.

Üçüncü sütun ise lokasyonlarda her bir varlığın ortalama geçirdiği süreyi göstermektedir. Bu değerler makinelerin işlem sürelerini göstermektedir. Örneğin; M8 lokasyonunda bir varlık için harcanan ortalama süre 0,35 dakikadır. Bu da 20,5 saniyedir.

Dördüncü sütun simülasyonun herhangi bir anında o lokasyondaki ortalama varlık sayısını göstermektedir.

Beşinci sütunda ise bulunduğu lokasyonda en fazla bulunan varlık sayıları gösterilmiştir.

Altıncı sütun ise lokasyonların kapasitelerini kullanım oranlarını göstermektedir. Bu sütunda yer alan değerlerin ortalamasının yüksek olması beklenir. Düşük olan değerler o lokasyonun verimsiz olduğunu göstermektedir.

Aşağıdaki Tablo 17’de ise simülasyon modelinde tekli kapasiteye sahip lokasyonların kullanım oranları yer almaktadır.

Tablo 17: Ekonomik Yatak Örtüsü Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	İşlem(%)	Boş (%)	Bekleme (%)	Duruş (%)
M1	9,41	24,77	75,23	0,00	0,00
M2	9,41	24,93	75,07	0,00	0,00
M3	9,41	66,29	33,71	0,00	0,00
M4	9,41	65,96	34,04	0,00	0,00
M5	9,41	65,76	34,24	0,00	0,00
M6	9,41	66,13	33,87	0,00	0,00
M7	9,41	49,52	46,45	0,00	4,03
M8	9,41	32,98	64,89	0,00	2,13
M9	9,41	61,58	38,42	0,00	0,00
M10	9,41	61,85	38,16	0,00	0,00
M11	9,41	62,10	37,90	0,00	0,00
M12	9,41	62,38	37,62	0,00	0,00
M13	9,41	74,36	25,45	0,00	0,19
M14	9,41	65,94	33,71	0,00	0,35
M15	9,41	66,14	33,52	0,00	0,34
M16	9,41	65,95	33,73	0,00	0,33

Bu tabloda ise lokasyonların kullanım oranlarına yer verilmiştir. İkinci sütunda yer alan (İşlem %) değerlerin daha yüksek ve üçüncü sütundaki (Boş%) değerlerinin düşük olması beklenir.

Bir sonraki tabloda ise mevcut durumda ürünlerin her biri için sistemden çıkış süreleri ve taşımaları sırasında geçen sürelerin ortalamalarına yer verilmiştir.

Tablo 18: Ekonomik Yatak Örtüsü Ürünlerin Çıkış Süreleri

Ürünler	Toplam Miktar	Bir ürünün ortalama çıkış süresi (dk)
Yatak örtüsü	280	7,00
Yastık	560	5,49

3.6.2. Empirme Nevresim Takımı

Modelini oluşturduğumuz bir diğer ürün ise Empirme nevresim takımımızdır. Bu ürün için hazırlanan modelden elde edilen veriler aşağıdaki tablolarda mevcuttur. Gerekli açıklamalar Ekonomik yatak örtüsü takımına ait tabloların altında verildiği için Empirme nevresim takımında sadece tablolara yer verilmiştir.

Tablo 19: Empirme Nevresim Takımı Mevcut Durumda Üretim Bölümündeki Makinaların Kullanım Miktarları Ve Oranları

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	Toplam varlık	Her Varlık için ort. harcanan süre (dk)	Ortalama varlık sayısı	Lokasyonda herhangi bir anda max. varlık sayısı	Kullanım oranı (%)
M1	8,85	175	2,00	0,66	1,00	65,91
M2	8,85	175	2,00	0,66	1,00	65,91
M3	8,85	350	1,50	0,99	1,00	98,87
M4	8,85	234	1,99	0,88	1,00	87,87
M5	8,85	233	2,00	0,88	1,00	87,61
M6	8,85	700	0,67	0,88	1,00	87,93
M7	8,85	700	0,67	0,88	1,00	87,87
M9	8,85	175	3,00	0,99	1,00	98,78
M10	8,85	175	2,99	0,99	1,00	98,68
M11	8,85	350	1,50	0,99	1,00	98,59
M12	8,85	350	1,49	0,98	1,00	98,49
M13	8,85	719	0,69	0,93	1,00	93,14
M14	8,85	233	2,00	0,88	1,00	87,74
M15	8,85	331	1,50	0,94	1,00	93,50

Tablo 20: Empirme Nevresim Takımı Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	İşlem (%)	Boş (%)	Bekleme (%)	Duruş (%)
M1	8,85	65,91	34,09	0,00	0,00
M2	8,85	65,91	34,09	0,00	0,00
M3	8,85	98,87	1,13	0,00	0,00
M4	8,85	84,95	14,44	0,00	0,60
M5	8,85	84,96	14,44	0,00	0,60
M6	8,85	87,93	12,07	0,00	0,00
M7	8,85	84,78	10,36	0,00	4,86
M9	8,85	53,96	36,60	0,00	9,43
M10	8,85	41,76	48,94	0,00	9,31
M11	8,85	95,62	4,38	0,00	0,00
M12	8,85	95,57	1,24	0,00	3,19
M13	8,85	47,44	52,56	0,00	0,00
M14	8,85	85,09	14,36	0,00	0,54
M15	8,85	90,89	9,11	0,00	0,00

Bir sonraki tabloda ise mevcut durumda ürünlerin her biri için sistemden çıkış sürelerinin ortalamalarına ve duruş sürelerine yer verilmiştir.

Tablo 21: Empirme Nevresim Takımı Ürünlerin Çıkış Süreleri

Ürünler	Toplam miktar	Bir ürünün ortalama çıkış süresi (dk)	Ortalama duruş süresi (dk)
Nevresim	350	8,00	1,89
Yastık	700	3,66	6,02
Çarşaf	350	1,50	2,83

3.7.Mevcut Durumun Değerlendirilmesi

Ekonomik yatak örtüsü takımı için ilk izlenim, mevcut durum incelenip, makinelerin kullanım oranları göz önünde bulundurulduğunda M1, M2 ve M6, M7, M8 makinelerinin ortalama değerleri diğer makinelerle kıyaslandığında düşük değerlere sahiptir. Bu değerler makinelerin verimsiz şekilde kullanıldığını göstermektedir. Üretim sisteminin sahip olduğu rotalara göz atıldığında M1,M2 makineleri aynı işi M6,M7ve M8 makinelerinin da arka arkaya işlem yaptıkları görülür. Bu nedenle de herhangi bir taşıma veya yer değiştirme söz

konusu olmadan M1 ve M2 makineleri birleştirilip M2 makinesine, M7 ve M8 makineleri birleştirilip M8 makinesine, M6 makinesi de M7 makinesine taşınmıştır. Son durumda ki bütün makineler kendilerine atanan işi yapabilecek özelliklere sahiptir. Hem ürünlerin makinelerde gezmesi engellenmektedir hem de iki makine boşa çıkartılmaktadır. Yapılacak bu değişikliğin fabrika için faydalı olacağı düşünülmektedir.

Bir diğer izlenim ise üretimde amaçlanan sayıya ulaşmak için günlük çalışma saatinin üzerine çıkan fazla mesailer ve ilave maliyetlerdir. Modelin analiz kısmında yer alan ortalama toplam süre sütununda günlük amaçlanan sayıya ulaşmak için ortalama 9,41 saatin gerekli olduğu görülmektedir. Kurulan modelde her makinenin çalışma saatleri incelenmiştir. Bazı makineler yaptıkları işi bitirdikten sonra boş kalmaktadırlar. Bu makinelerde çalışanlar ise fabrika içerisinde başka işlere yönlendirilmekte ya da boş beklemektedirler. Bu esnada fabrika içerisinde üretimi devam eden diğer ürünü, işlemi biten makinelere de göndererek üretimi hızlandırmak mümkündür. Böylece boşta bekleyen makine kalmayacak ve destek alındığı için mesai saatleri içinde üretim bitirilebilecektir.

Empirme nevresim takımı için yapılan mevcut durum analizinde ise yapılan üretim planının sorunsuz çalıştığı ve mesai saatleri içerisinde üretimin tamamlandığı görülmektedir. Makine kullanım oranları da beklendiği gibi yüksek değerlere sahiptir ve verimli kullanılmaktadır. Bu ürünün simülasyonu oluşturulurken ekonomik yatak örtüsü takımı ile aynı gün içerisinde 8:45 saat çalıştırmak amaçlanmıştır. Fabrikanın iki üründen bir günde çıkarabileceği ürün sayısını tespit etmek için empirme nevresim takımının modeli oluşturulmuştur.

3.8.Mevcut Durum İçin Alternatif Senaryolar

Üretim sistemini oluşturulan simülasyon modelinden elde edilen analiz sonuçlarına göre çözüm önerisi niteliğinde alternatif senaryolar oluşturulmuştur. Bu senaryolar aşağıdaki gibidir.

3.8.1. Ekonomik Yatak Örtüsü

3.8.1.1. Senaryo-1

Bu senaryoda mevcut durum için yapılan simülasyon modelinden alınan veriler sonucunda iki makinenin fazla olabileceği düşüncesi oluşmuştur. Bu düşünce iki makinenin

aynı işi, diğer üç makinenin de arka arkaya işlem yapması ve makinelerin kullanım oranlarındaki işlem sütununa bakarak oluşmuştur. Tablo 22’de görüldüğü üzere M1 makinesi % 24,77, M2 makinesi % 24,93, M6 makinesi % 66,13, M7 makinesi % 49,52 ve M8 makinesi % 32,98 işlem oranlarına sahiptir. Genel itibari ile bu değerler düşüktür ve makinelerin verimsiz kullanıldığını göstermektedir.

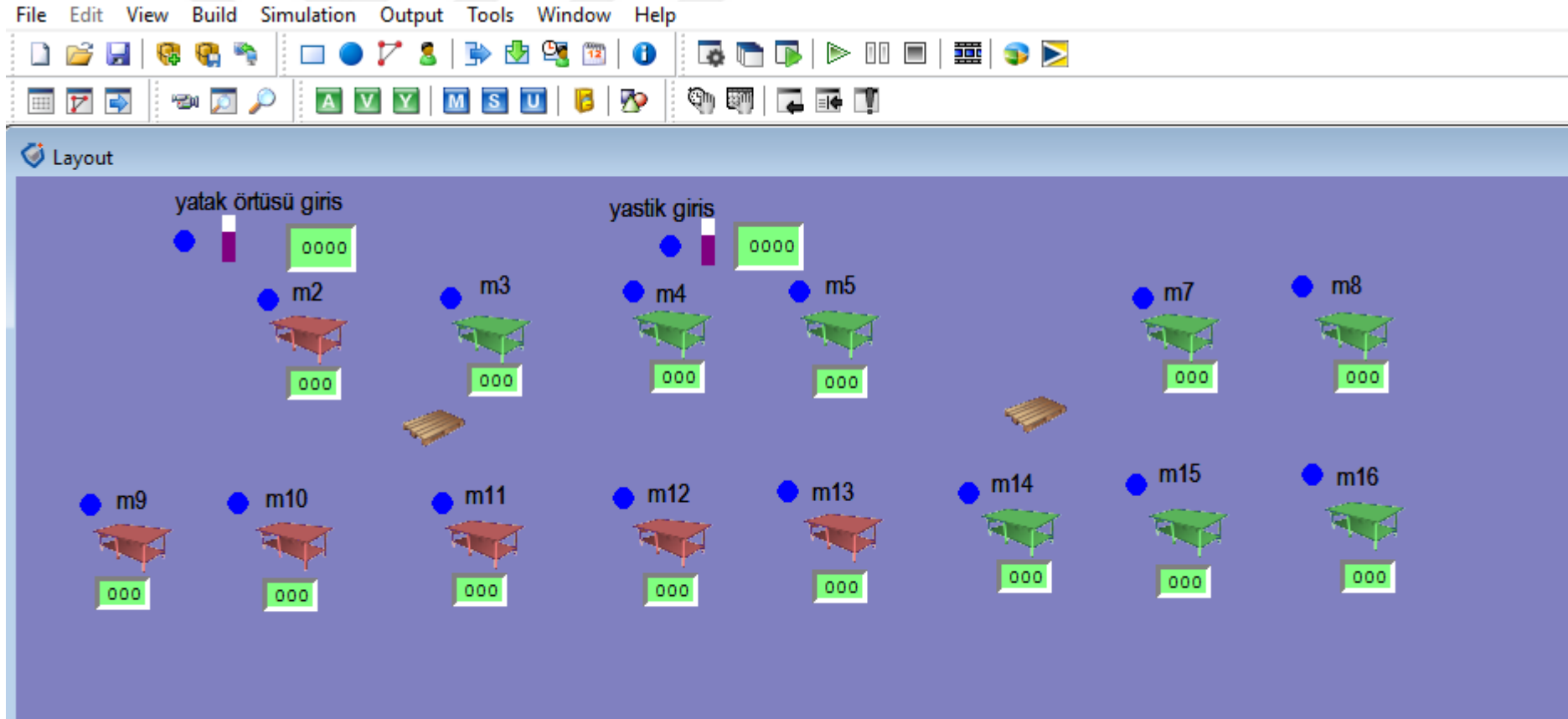
Tablo 22: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı İşlem Yapılacak Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	İşlem(%)	Boş (%)	Bekleme (%)	Duruş (%)
M1	9,41	24,77	75,23	0,00	0,00
M2	9,41	24,93	75,07	0,00	0,00
M6	9,41	66,13	33,87	0,00	0,00
M7	9,41	49,52	46,45	0,00	4,03
M8	9,41	32,98	64,89	0,00	2,13

Simülasyon programının avantajları arasında yer alan, yapılacak yatırımları maliyetine katlanmadan bilgisayar ortamı üzerinden görmeyi sağlaması analizlerde istenilen her türlü değişikliği yapmaya imkan vermektedir. Fabrika yeni bir makine aldığı anda sahip olduğu üretim sistemindeki faydalarını ya da mevcut sisteminde verimsiz çalışan makinelerin zararlarını bu programın sayesinde fark edebilir. Maliyetine katlanarak yapacağı bu değişikliklerin sonuçlarına önceden simülasyon programı ile ulaşabilir.

Programın bu avantajından yararlanarak işlem oranları düşük olan makineler arasından M1 ve M6 numaralı makineler üretim akışından çıkarılmıştır. Sistemde M1 ve M2 makineleri M2 makinesinde, M7 ve M8 makineleri M8 makinesinde birleştirilip, M6 makinesi de M7 makinesine taşınmıştır. Ancak sistemde istenirse bu makineler arası iş ataması kolaylıkla değiştirilebilmektedir. Örneğin; M1 ve M2 makinesi M1 makinesinde de birleştirilebilir.

Alternatif senaryo için geliştirilen modelde kırmızı renkli olan makineler yatak örtüsü üretimi yapan makinelerdir. Açık yeşil renkte olan makineler ise yastık üretimi yapan makineleri göstermektedir. Oluşan simülasyon modeli aşağıdaki gibidir.



Şekil 20 : Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Senaryo-1 Simülasyon Model

Mevcut durumun analizinde olduğu gibi senaryo-1'de de toplam üretim sisteminin olabildiğince gerçekçi değerlerini elde edebilmek için simülasyon 10 kez tekrarlatılarak ortalama toplam süreler ulaşılmıştır. Buna göre sistemde yastık ürününün işlem gördüğü son üç makine üzerinde değişiklik yapılmıştır. Bu makinelerden bir tanesi diğer iki makinenin yaptığı işi de yapabilmektedir. Oluşturulan bu değişiklikle her bir ürünün sistemde kalma süresi azalmıştır. Bu da gelen ürünün üç işlemi de aynı makinede görerek sistemden çıkması sayesinde ortalama toplam süreyi kısalttığı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Senaryo-1 de oluşan ortalama toplam süreler, varlık sayıları ve kullanım oranları aşağıdaki Tablo 23'de verilmiştir.

Tablo 23: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Senaryo-1'de Makinelerin Kullanım Miktarları Ve Oranları

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	Toplam varlık	Her Varlık için ort. harcanan süre (dk)	Ortalama varlık sayısı	Lokasyonda herhangi bir anda max. varlık sayısı	Kullanım oranı (%)
M2	9,41	280	1,07	0,53	1,00	52,88
M3	9,41	187	2,00	0,66	1,00	66,21
M4	9,41	187	1,99	0,66	1,00	66,09
M5	9,41	186	2,00	0,66	1,00	65,92
M7	9,41	560	0,67	0,66	1,00	66,09
M8	9,41	560	0,68	0,67	1,00	67,13
M9	9,41	69,70	5,00	0,62	1,00	61,74
M10	9,41	69,90	5,01	0,62	1,00	62,00
M11	9,41	70,10	5,00	0,62	1,00	62,14
M12	9,41	70,30	5,01	0,62	1,00	62,44
M13	9,41	280	1,00	0,50	1,00	49,59
M14	9,41	186,70	2,06	0,68	1,00	68,26
M15	9,41	187	2,07	0,69	1,00	68,70
M16	9,41	186,30	2,06	0,68	1,00	68,00

Yukarıdaki tabloda oluşturulan alternatif senaryo ile iki makine sistemden çıkarılmıştır. Bu sayede makinelerin kullanım oranlarında artış sağlanmıştır. Mevcut durum ile kıyaslandığında ortalama toplam sürede bir değişiklik gözlenmemiştir. Ancak aynı sürede daha az sayıda makine ile aynı miktarda üretim yapılabileceği görülmüştür.

Değişiklik yapılan makinelerde ortalama varlık sayısı sütununda da artışlar meydana gelmiştir. Bu değerler makinelerin verimli kullanıldığını göstermektedir.

Diğer değerlerde görülen ufak değişikliklerinin nedeni ise işlem süreleri standart sapmalara sahip olmasıdır. Simülasyon 10 kez tekrarlandığında her seferinde birbirine çok yakın farklı değerler elde edilmektedir.

Tekli kapasiteye sahip olan lokasyonların işlem oranları da aşağıdaki Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 24: Ekonomik Yatak Örtüsü Senaryo-1'de Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	İşlem (%)	Boş (%)	Bekleme (%)	Duruş (%)
M2	9,41	49,37	47,12	0,00	3,51
M3	9,41	66,21	33,79	0,00	0,00
M4	9,41	66,09	33,79	0,00	0,00
M5	9,41	65,92	34,08	0,00	0,00
M7	9,41	66,09	33,91	0,00	0,00
M8	9,41	66,11	32,87	0,00	1,02
M9	9,41	61,73	38,27	0,00	0,00
M10	9,41	62,00	38,00	0,00	0,00
M11	9,41	62,14	37,86	0,00	0,00
M12	9,41	62,45	37,56	0,00	0,00
M13	9,41	49,59	50,41	0,00	0,00
M14	9,41	66,10	31,75	0,00	2,15
M15	9,41	66,38	31,30	0,00	2,31
M16	9,41	65,89	32,00	0,00	2,10

Mevcut durumda işlemde kalma oranlarına bakılarak yapılmak istenen değişiklik bu senaryoda gerçekleştirilmiştir. Bu değişiklikle beraber Yukarıdaki Tablo 24'de de görüleceği üzere işlem oranları M2, M7 ve M8 makinelerinde ciddi bir artış sağlanmıştır. Aynı şekilde kurulan modeldeki diğer makinelerinde işlem oranlarında küçük değişiklikler olduğu tabloya bakarak anlaşılmaktadır.

Aşağıdaki bir Tablo 25’de ise oluşturulan simülasyon modelinden çıkarılan makinelerden sonra sisteme giren her bir ürünün ortalama sistemden çıkış süreleri verilmiştir.

Tablo 25: Ekonomik Yatak Örtüsü Senaryo-1’de Ürünlerin Çıkış Süreleri

Ürünler	Toplam Miktar	Bir ürünün ortalama çıkış süresi (dk)
Yatak örtüsü	280	7,00
Yastık	560	5,49

Yukarıdaki tabloda bir ürünün ortalama çıkış süresinin, mevcut durum ile aynı olduğu gözlenmemiştir. Sistemin ortalama toplam süresi senaryo-1 ile aynı olduğu için bu değerlerde de standart sapmaların oluşturabileceği farktan başka bir fark gözlenmesi söz konusu değildir.

3. 8. 1. 2. Senaryo-1 Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Mevcut duruma bakıldığında bu ürünün üretiminde fazladan çalıştığı tespit edilen iki makine olduğu görülmektedir. Bunun sonucuna makine kullanım oranlarından ulaşılmıştır.

M1 ve M2 makinelerinin mevcut durumda işlem ve kullanım oranları %24 seviyelerindedir. Bu makineler mesai süresinin çoğu kısmını boş geçirmektedir. Bu nedenle iki makinenin birleştirilmesinde üretim akışını bozulmasına sebep olacak bir sakınca görülmemiştir ve M2 makinesinde birleştirilmiştir. Yapılan bu değişiklikle bir makine boşa çıkarılmış ayrıca herhangi bir duruş süresinde ölçülmemiştir. Son durumda M2 makinesinin kullanım oranı %52,88, işlemde kalma oranı da %49,37 olmuştur.

M6, M7 ve M8 makinelerinin de işlem ve kullanım oranları diğer makinelerle kıyaslandığında düşüktür. M6 makinesi diğer iki masaya göre daha yüksek değerlere sahiptir. M7 ve M8 makineleri birbirlerinin yaptıkları işleri yapabildikleri için bu iki makine M8 de birleştirilebilmiştir. M6 makinesi yüksek değerlere sahip olmasına rağmen M8 makinesiyle arasında bir boş makine olmasın diye M7 makinesine taşınmıştır. Dolayısı ile M6 makinesi sistemden çıkarılmıştır. Bu değişiklikle beraber makinelerin işlemde kalma oranları %66 seviyelerine çıkmıştır. Yine makine kullanım oranları da aynı seviyelere kadar çıkmıştır.

Ortalama toplam sürelerde herhangi bir değişim görülmemiştir. Senaryoda makine sayılarını azaltmak ve daha az makine ile aynı miktarda ürün üretebilmek amaçlanmıştır. Ayrıca aynı miktarda ürün aynı sürede 14 makine ile de üretilebilmektedir. Sistem amaçlanan

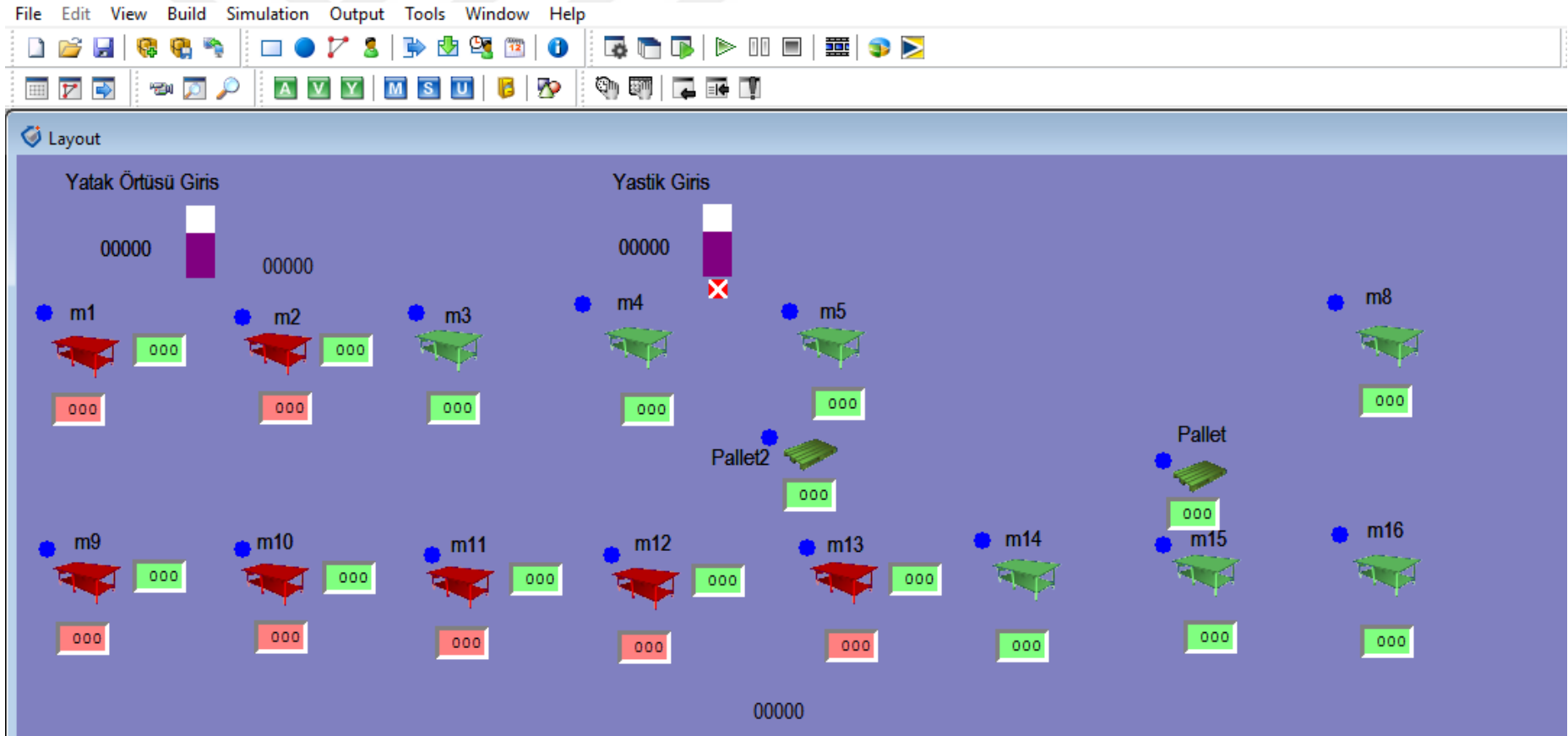
sonuca varmıştır. Ancak kurulan bu modelde de mesai saati içerisinde üretimi tamamlamak mümkün olmayabilir. Elde edilen veriler ışığında fabrika yöneticileri herhangi bir maliyete katlanmadan yapabilecekleri bu faydalı değişimi görebileceklerdir.

3. 8. 1. 3. Senaryo-2

Fabrika içerisindeki mevcut üretim planı ile bu ürünün istenilen miktarda mesai saatleri içerisinde üretiminin mümkün olmadığı toplam ortalama süreden görülmektedir. Yatak örtüsü üreten makineler ulaşmaları gereken sayıya yastık üreten makinelerden daha erken ulaşmaktadırlar. Daha sonra ise bu yedi makine ya boş beklemektedir ya da başka işler yapmaktadır. Bu boş beklemeleri engellemek amacı ile bu makinelere de iş ataması yapmanın faydalı olacağı kararlaştırılmıştır. Fabrika içerisinde bu işleme destek atma denilmektedir. Ancak sistemli bir şekilde destek atma işlemi uygulanmamaktadır. Kurulan modelde fazla çalıştığı düşünülen M6 ve M7 makineleri eklenmemiştir. Ayrıca işlemi erken biten yedi makineye de çalışma süreleri ve kullanım oranları da göz önünde bulundurularak sistemli bir şekilde iş atamaları yapılmıştır.

Modeldeki ürünler sisteme ürün giriş tankları aracılığı ile girmektedir ve bu tanktan çıktığı anda gidilecek makinelere karar vermektedir. Bu nedenle bir ürün ilk belirlenen rota dışına çıkamamaktadır. Rota dışına çıkabilmek için ikinci bir rota belirlenmelidir ve bu rotaya gidebilmesi için ürünü ilk olarak giriş tankından makinelere değil belirlenen bir dağıtım noktasından makinelere göndermek gerekmektedir. Giriş tankları sayesinde sistemden çıkması beklenen üretim miktarları takip edilmiştir. Bu tankları istenilen sayıda kapasite tanımlanmıştır ve sıfıra kadar inmesi beklenmiştir. Bu takip sonunda o lokasyondaki (yatak örtüsü üretimi) sayı sıfıra ulaştığı an diğer ürünün (yastık) o makineye gönderimi gerçekleşmektedir. Bu formül diğer ürün olan empirme nevresim takımının modeli oluşturulurken de kullanılmıştır.

Lokasyonlarda işlem gören ürün sayısını gösteren sayaçlar bu modelde sisteme tanımlanmıştır. Bu sayede her makinenin işlem adetlerini tespit etmek mümkündür. Modelde yer alan kırmızı sayaçlar yatak örtüsünü, açık yeşil olanlar ise yastık üretimini saymaktadır.



Şekil 21: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Senaryo-2 Simülasyon Modeli

Senaryo-1 de olduğu gibi senaryo-2 de oluşturulan simülasyon modeli 10 kez tekrarlatılmıştır. Bu sayede amaçlanan toplam üretim sistemi süresine ulaşıp ulaşılmadığı kontrol edilmiştir. Senaryo-2 de de iki makine sistemden çıkarılmıştır. Destek atma konusunda sistemli bir iş ataması yapılmıştır. Boş kalan makineler mesai bitimine kadar çalıştırılmış ve işi bitmeyen makinelere yardım etmeleri sağlanmıştır. Ortalama toplam sürede ciddi bir azalış gözlemlenmiştir. Ayrıca lokasyonların kapasite kullanım oranları da artmıştır.

Senaryo-2 de oluşan ortalama toplam süreler, varlık sayıları ve kullanım oranları aşağıdaki Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26: Ekonomik Yatak Örtüsü Senaryo-2 Makinelerin Kullanım Miktarları Ve Oranları

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	Toplam varlık	Her Varlık için ort. harcanan süre (dk)	Ortalama varlık sayısı	Lokasyonda herhangi bir anda max. varlık sayısı	Kullanım oranı (%)
M1	8,87	222,20	2,37	0,99	1,00	98,88
M2	8,87	221,60	2,37	0,99	1,00	98,80
M3	8,87	132,30	1,99	0,99	1,00	99,16
M4	8,87	131,90	2,00	0,99	1,00	99,14
M5	8,87	132,00	2,00	0,99	1,00	99,14
M8	8,87	362,40	1,33	0,91	1,00	90,81
M9	8,87	267,20	1,80	0,90	1,00	90,10
M10	8,87	267,60	1,76	0,88	1,00	88,38
M11	8,87	267,40	1,64	0,83	1,00	82,53
M12	8,87	126,90	3,67	0,87	1,00	87,49
M13	8,87	336,30	1,42	0,89	1,00	89,45
M14	8,87	149,20	2,00	0,56	1,00	56,15
M15	8,87	149,20	1,99	0,56	1,00	55,78
M16	8,87	149,00	2,00	0,56	1,00	55,94

Yukarıdaki tabloda oluşturulan alternatif senaryo-2 ile iki makine sistemden çıkarılmıştır. Ayrıca M1, M2, M13, M12, M11, M10 ve M9 makinelerine yastık ürünü üretimi yapılması için ikinci bir rota belirlenmiştir. Bu yedi makine de yatak örtüsü üretimini bitirince zaman kaybetmeden yastık ürünü üretmeye başlamıştır. Tablodan da anlaşılacağı üzere ortalama toplam süre 8,87 saate düşmüştür yani 8 saat 53 dakikadır. Fabrikanın mesai saatinin 8,45 saat olduğu düşünülürse istenilen adette ürünün mesai saatleri içinde üretimine çok yaklaşılmıştır.

Her varlık için harcanan ortalama sürelerin artmasının sebebi ise lokasyonlardaki toplam varlık sütunundaki değerlerin artmasıdır. Yine bu sütundaki değerlerin artması ortalama varlık sayılarını da artırmıştır. Ayrıca kapasite kullanım oranları da en yüksek seviyelere çıkmıştır.

Tekli kapasiteye sahip olan lokasyonların işlem, boş kalma, bekleme ve duruş oranları aşağıdaki Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27: Ekonomik Yatak Örtüsü Senaryo-2’de Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	İşlem (%)	Boş (%)	Bekleme (%)	Duruş (%)
M1	8,87	56,94	1,12	0,00	41,94
M2	8,87	56,84	1,20	0,00	41,96
M3	8,87	99,16	0,84	0,00	0,00
M4	8,87	99,14	0,86	0,00	0,00
M5	8,87	99,14	0,86	0,00	0,00
M8	8,87	90,82	9,19	0,00	0,00
M9	8,87	90,10	9,90	0,01	0,00
M10	8,87	84,34	11,62	0,00	4,04
M11	8,87	78,07	17,46	0,01	4,46
M12	8,87	87,49	12,51	0,00	0,00
M13	8,87	73,76	10,56	0,00	15,69
M14	8,87	56,15	43,85	0,00	0,00
M15	8,87	55,78	44,22	0,00	0,00
M16	8,87	55,94	44,07	0,00	0,00

Yukarıdaki tabloda makinelerin sistem içinde işlem yapma, boş kalma, bekleme ve duruş oranları verilmiştir. İş ataması yapılan makinelerin işlem oranlarının yüksek değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte diğer makinelerde de yüksek değerler görülmüştür. Boş kalma oranları ve duruş oranları da kurulacak başka bir simülasyon modelinde daha aşağıda değerlere çekilebilir.

Bir sonraki tabloda ise senaryo-2’de ürünlerin her biri için sistemden ortalama çıkış süreleri, sistemdeki ortalama süreleri ve ortalama duruş sürelerine yer verilmiştir.

Tablo 28 : Ekonomik Yatak Örtüsü Senaryo-2'de Ürünlerin Çıkış Süreleri

Ürünler	Toplam Miktar	Bir ürünün ortalama çıkış süresi (dk)	Ortalama duruş süresi (dk)
Yatak örtüsü	280	7,00	3,18
Yastık	560	6,84	2,89

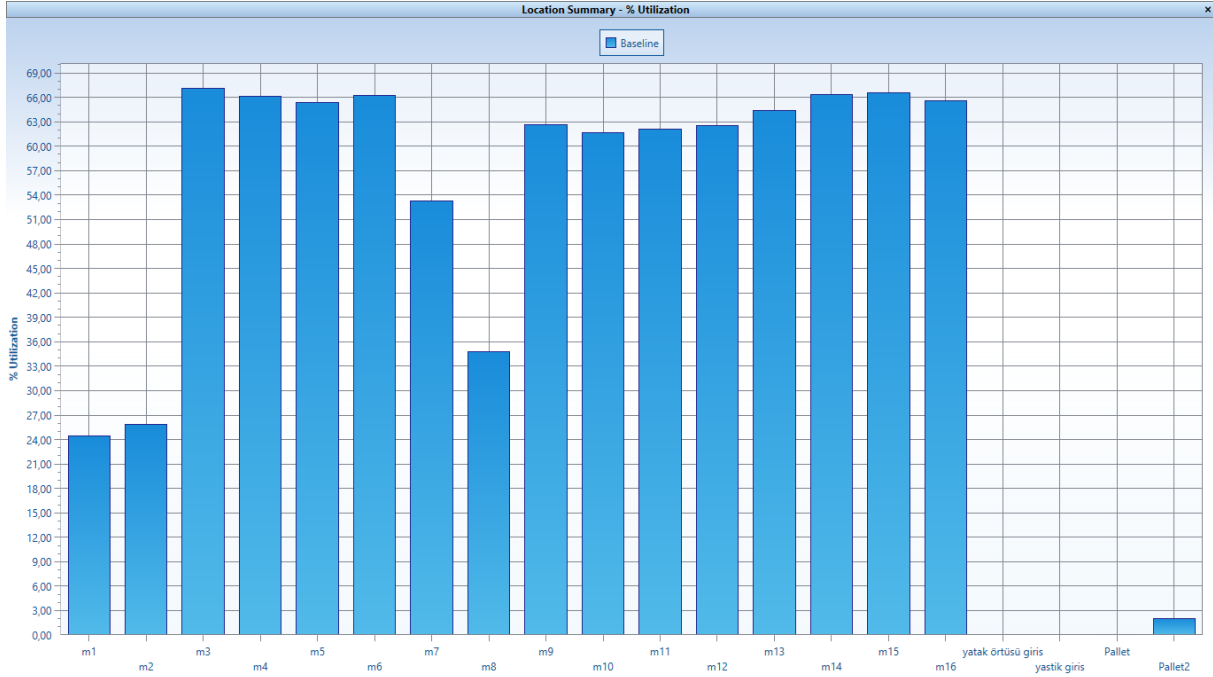
Yukarıdaki tabloda bir ürün ortalama 7,00 dakikada (yatak örtüsü) ve 6,84 dakikada (yastık) sistemden çıkmaktadır. Yastık ürünündeki bu süre mevcut duruma göre artış göstermiştir. Bunun sebebi ise mevcut durumda 40 saniyede bir ürün çıkış gerçekleşirken senaryo -2'de 80 saniyede bir ürün çıkışı olmasıdır. Ancak destek atma sayesinde ortalama toplam süre azalmıştır.

Modellerde kullanılan sayaçlar sayesinde simülasyon çalışırken her makinede, istenilen zamanda, işlem gören ürün sayısını öğrenebilmek mümkün olmaktadır.

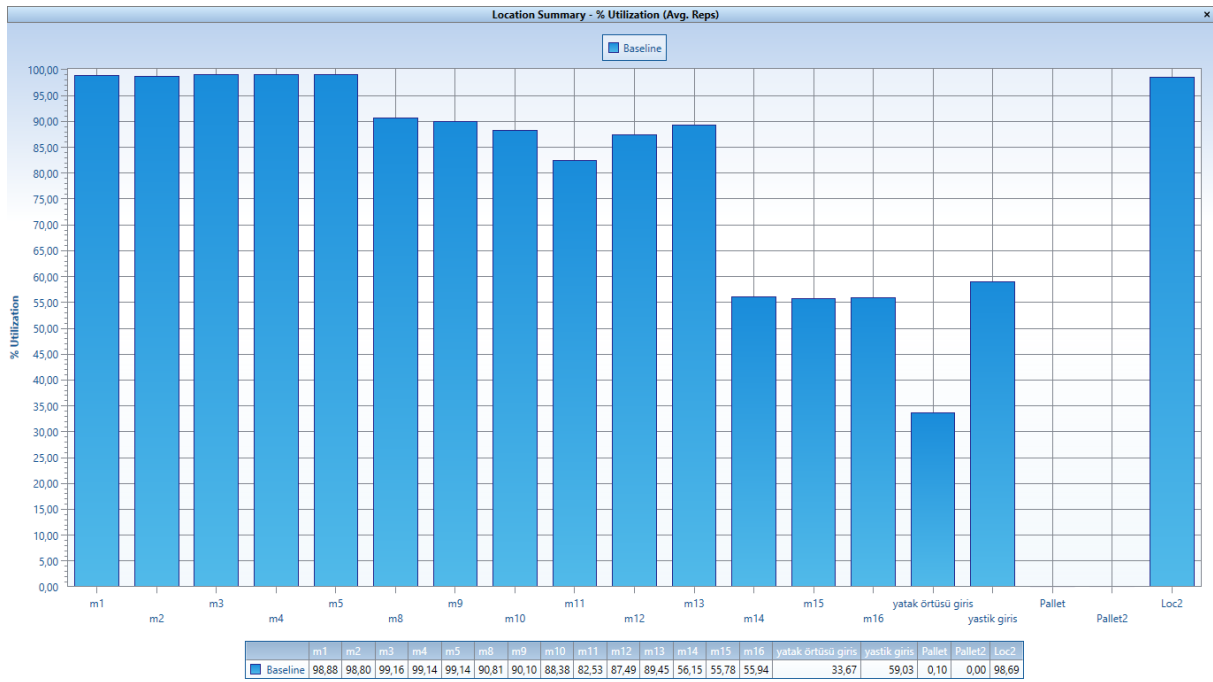
3. 8. 1. 4. Senaryo - 2 Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Mevcut durumundan edinilen lokasyonların kullanım oranlarına bakılarak iki makineye ihtiyaç olmadığı öngörülmüştür. Senaryo -2'de bu iki makine sistem dışı bırakılmış ve analizleri yapılmıştır. Ayrıca fazla mesai engellenmek için boş kalan makinelere iş ataması gerçekleştirilmiştir. Kurulan bu yeni modelde mesai saatine çok yaklaşılmıştır. Mevcut durumda ve senaryo -1'de 9,41 (saat) olan ortalama toplam süre, senaryo -2'de 8,87 (saat) değerlerine kadar düşmüştür. Hem yeni bir maliyete katlanmadan hem de mevcut makine sayılarını iki adet azaltarak, boş bekleyen makinelerin de en aktif şekilde kullanılmasını sağlayan yeni bir model oluşturulmuştur. Sürenin azalmasındaki en önemli etken destek atma işleminin gerçekleştirilmiş olmasıdır. Bu sayede makinelerin işlem içerisinde oldukları oranlar artmış ve lokasyonların kapasite kullanım oranları artmıştır. Bütün bu etkenler ortalama toplam sürenin yaklaşık %6 azalmasını sağlamıştır. Üretim için amaçlanan miktar değiştirilmeden daha kısa sürede üretim tamamlanabilmektedir. Fabrika içerisindeki makineler olabildiğince aktif şekilde kullanılmıştır. Senaryo -2 ile daha anlamlı ve faydalı bir sonuç elde edilmiştir. Bu senaryoda bir günlük mesai saatleri içerisinde istenilen miktarda ürünün üretimini gerçekleştirmek amaçlanmıştır. Bu amaca kurulan model sayesinde ulaşılmıştır.

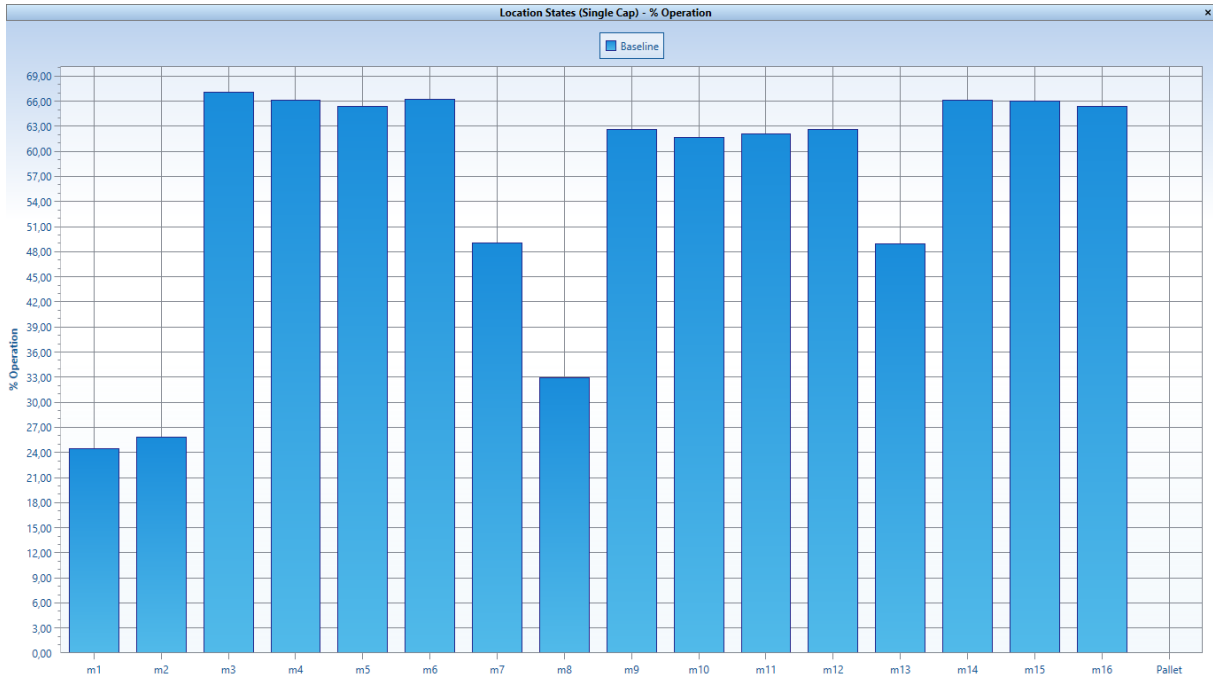
Aşağıdaki Şekil 22 ve Şekil 23’de mevcut durum ve senaryo-2’den elde edilen tekli kapasiteye sahip lokasyonların işlemden kalma oranları ve lokasyonların kullanım oranları verilmiştir.



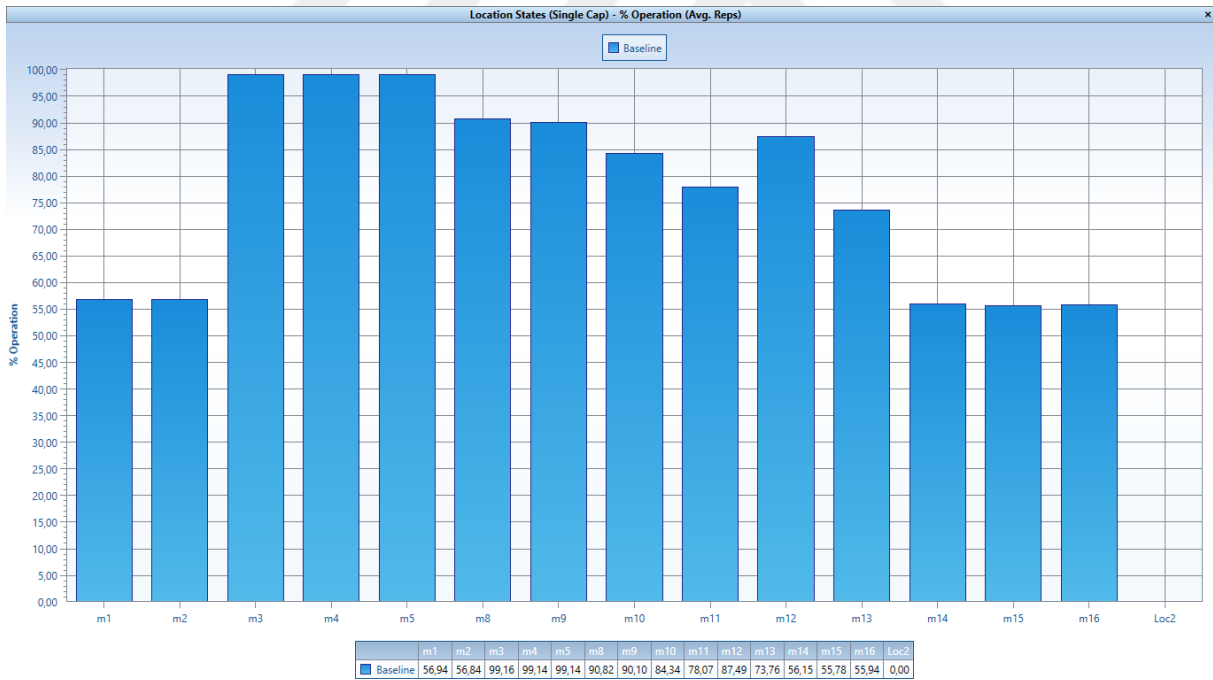
Şekil 22 : Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Mevcut Durum İçin Lokasyonların Kullanım Oranları



Şekil 23 : Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Senaryo-2 İçin Lokasyonların Kapasite Kullanım Oranları



Şekil 24: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Mevcut Durum İçin Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların İşlemde Kalma Oranları



Şekil 25: Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı Senaryo-2 İçin Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların İşlemde Kalma Oranları

Yukarıdaki Şekil 24 ve Şekil 25’de görüldüğü üzere kurulan simülasyon modeli fabrika içindeki tekli kapasiteye sahip makinelerin işlemde kalma oranları ve makinelerin kullanım oranlarında artışlar söz konusudur.

Aşağıdaki Tablo 29’da ise oluşan değişiklikler tek bir tabloda verilmiştir. Bu sayede oluşturulan senaryolar neticesinde makinelerin işlemde kalma oranlarındaki değişiklikler görülebilir. Senaryo - 2’de lokasyonların işlemde kalma oranlarında %30'lara varan artışlar görülmüştür.

Tablo 29: Lokasyonların Mevcut Durum, Senaryo - 1 ve Senaryo - 2 İşlemde Kalma Oranları

Lokasyonlar	İşlemde Kalma Oranları (%)		
	Mevcut Durum	Senaryo – 1	Senaryo – 2
M1	24,77	49,37	56,94
M2	24,93		56,84
M3	66,29	66,21	99,16
M4	65,96	66,09	99,14
M5	65,76	65,92	99,14
M6	66,13	-	90,82
M7	49,52	66,09	
M8	32,98	66,11	
M9	61,58	61,73	90,10
M10	61,85	62,00	84,34
M11	62,10	62,14	78,07
M12	62,38	62,45	87,49
M13	74,36	49,59	73,76
M14	65,94	66,10	56,15
M15	66,14	66,38	55,78
M16	65,95	65,89	55,94

3. 8. 1. 5. Empirme Nevresim Takımı – Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı

Empirme nevrresim takımı için oluşturulan mevcut durum simülasyon modelinde makine kullanım oranları, lokasyonların boş kalma ve kısmen doluluk oranlarında herhangi bir sorun görülmemiştir. Sistem gerçek hayata en yakın şekilde çalışmaktadır. Elde edilen verilere bakıldığında mesai saatleri içerisinde ürünler yetişmekte ve herhangi bir destek atma ya da fazla mesai söz konusu olmamaktadır.

Kesim bölümünde ertesi gün yapılacak ürünün kumaş kesimi yapılmaktadır. Ancak bu simülasyon modeli oluşturulurken iki ürünün de aynı gün yapılacağı düşüncesiyle ihtiyaç duyulacak kumaşların kesiminin önceden yapıldığı varsayılmıştır. Böylelikle fabrika bir

önceki günden iki ürün için gerekli olan kumaşların kesimini yaparsa gün içinde tek ürün çıkarmak yerine paketlenmiş ürün sayısı azaltmış ama gün içerisinde ürettikleri ürün çeşitlerini artırmış olacaktır. Bu fabrika içerisinde uygulamada olan bir durum değildir. Simülasyon ile modellemenin avantajları arasında yer alan bilgisayar ortamında her türlü değişikliği maliyetine katlanmadan yapabilme özelliği sayesinde bu durumun fabrika için olumlu olumsuz sonucunun ne olduğu görülebilecektir.

Bu senaryoda ekonomik yatak örtüsü takımı ve empirme nevesim takımı ürünlerinin her biri bir günde ortalama 4'er saat çalışarak ne kadar ürün üretebileceklerini görmek amaçlanmıştır. Yapılan simülasyon tekrarlamaları sonucunda ortalama değerlere ulaşılmıştır. Bu değerlerden her üründen maksimum üretilen ürün sayıları elde edilmiştir. Ürünlerin sahip oldukları üretim rotaları ve makine sayılarında değişiklik yapılmamıştır. Mevcut durumlarda sahip oldukları düzen ile bu senaryo gerçekleştirilmiştir. Ekonomik yatak örtüsü takımı 16 makineyle empirme nevesim takımı ise 14 makine ile üretim yaptığı varsayılmıştır. İlk olarak ekonomik yatak örtüsü takımının yaklaşık 4 saat üretimi yapılmıştır. Makinelerde her hangi bir hazırlık yapma söz konusu değildir. Çünkü her makinede çalışan makine ustası sabittir ve genel itibari ile her işi yapabilme becerisine sahiptir. Ancak empirme nevesim takımı üretmek için diğer kumaşların gelmesi ve çalışanların kendini adapte etmesi açısından uygulamada ortalama 15 dakika ara verdikleri varsayılmıştır. Daha sonra bu üründe ortalama 4 saat çalıştırılarak ortalama veriler sistemden alınmıştır. Aynı düzende üretimlerin gerçekleştiği varsayılarak iki ürün çalıştırılmıştır.

Ekonomik yatak örtüsü takımı mevcut durumda 280 adet, empirme nevesim takımı da 350 adet üretilmektedir. Bu modelde ise aynı gün ikisinin de üretildiği varsayıldığı için yarı yarıya sayılarının düşeceği öngörülmüştür. Nitekim hazırlanan modelde tekrarlanan değerler ortalama olarak mevcut durumda üretilen sayıların yarısına yakın çıkmıştır. 15 dakika ara verdikleri de göz önünde bulundurularak ekonomik yatak örtüsü takımı için 140 adet, empirme nevesim takımı içinde 160 adet üretildiği varsayılmıştır.

Ekonomik yatak örtüsü takımı için mevcut durum makine düzeni kullanılmamıştır. Senaryo-2 de hazırlanan sistem kullanılmıştır. Ayrıca yatak örtüsü erken bittiği için destek atma işlemi burada da sisteme tanımlanmıştır. Amaç makineleri en aktif şekilde çalıştırmaktır.

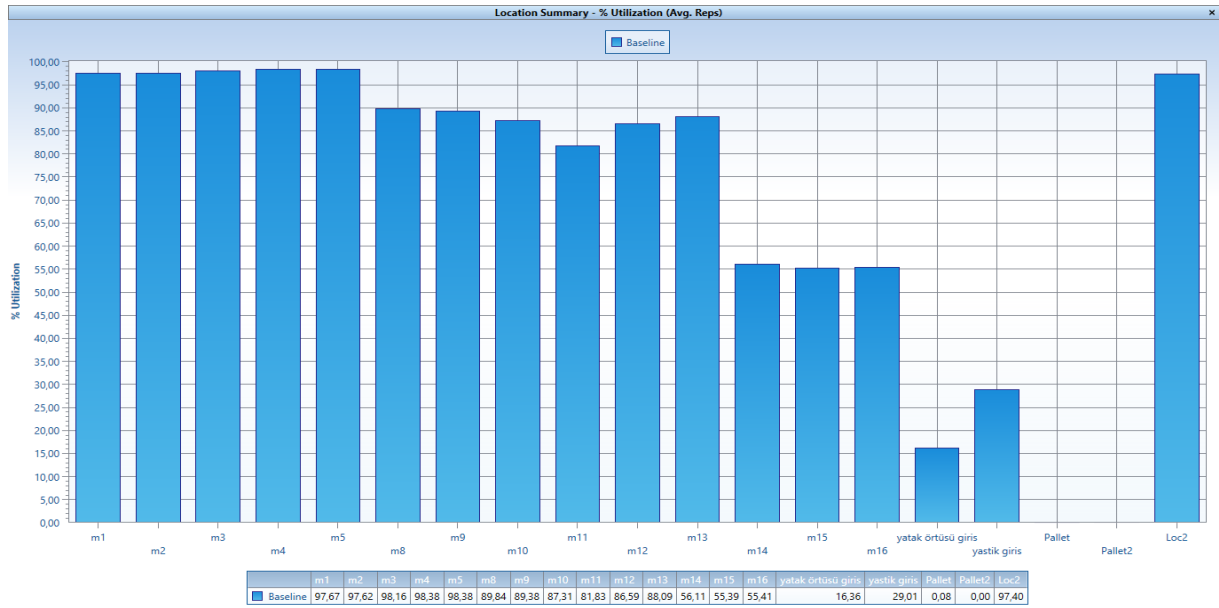
Empirme nevesim takımı içinde işi erken biten makine olan M13 de destek atma işlemini M15 makinesi için yapmaktadır. Mevcut durumda olduğu gibi bu senaryoda da sistem 10 kez tekrarlanmış ve ortalama değerler alınmıştır. Elde edilen değerler her iki ürün için ayrı ayrı verilmiştir.

Ekonomik yatak örtüsü takımı toplam ortalama süre, toplam varlık ve lokasyonların kullanım oranları aşağıdaki Tablo 30 ve Şekil 26’da verilmiştir.

Tablo 30: Ekonomik Yatak Örtüsü Makinelerin Kullanım Miktarları Ve Oranları (140 adet)

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	Toplam varlık	Her Varlık için ort. harcanan süre (dk)	Ortalama varlık sayısı	Lokasyonda herhangi bir anda max. varlık sayısı	Kullanım oranı (%)
M1	4,47	111,30	2,37	0,99	1,00	97,67
M2	4,47	111,10	2,37	0,99	1,00	97,62
M3	4,47	65,70	1,99	0,99	1,00	98,16
M4	4,47	65,90	2,00	0,99	1,00	98,38
M5	4,47	66,00	2,00	0,99	1,00	98,38
M8	4,47	180,90	1,33	0,91	1,00	89,84
M9	4,47	133,80	1,80	0,90	1,00	89,38
M10	4,47	134,00	1,76	0,88	1,00	87,31
M11	4,47	134,10	1,64	0,83	1,00	81,83
M12	4,47	63,20	3,67	0,87	1,00	86,59
M13	4,47	168,10	1,42	0,89	1,00	88,09
M14	4,47	75,50	2,00	0,56	1,00	56,11
M15	4,47	74,40	1,99	0,56	1,00	55,39
M16	4,47	74,20	2,00	0,56	1,00	55,41

Hem tablodan hem de şekilden anlaşılacağı üzere makine kullanım oranlarında bir değişiklik olmamıştır. Her Varlık için ortalama harcanan süre (dk), ortalama varlık sayısı, lokasyonda herhangi bir anda maksimum varlık sayısı sütunlarında da senaryo-2 den elde edilen değerlere yaklaşık değerler elde edilmiştir. Ancak en önemli değişimi toplam varlık ve ortalama toplam süre sütunları yaşamıştır. Simülasyon ortalama 4,47 saatte 140 adet ekonomik nevesim takımı üretmiştir. Simülasyondan elde edilen 4,47 saat gerçek hayatta 4:23 saate karşılık gelmektedir.

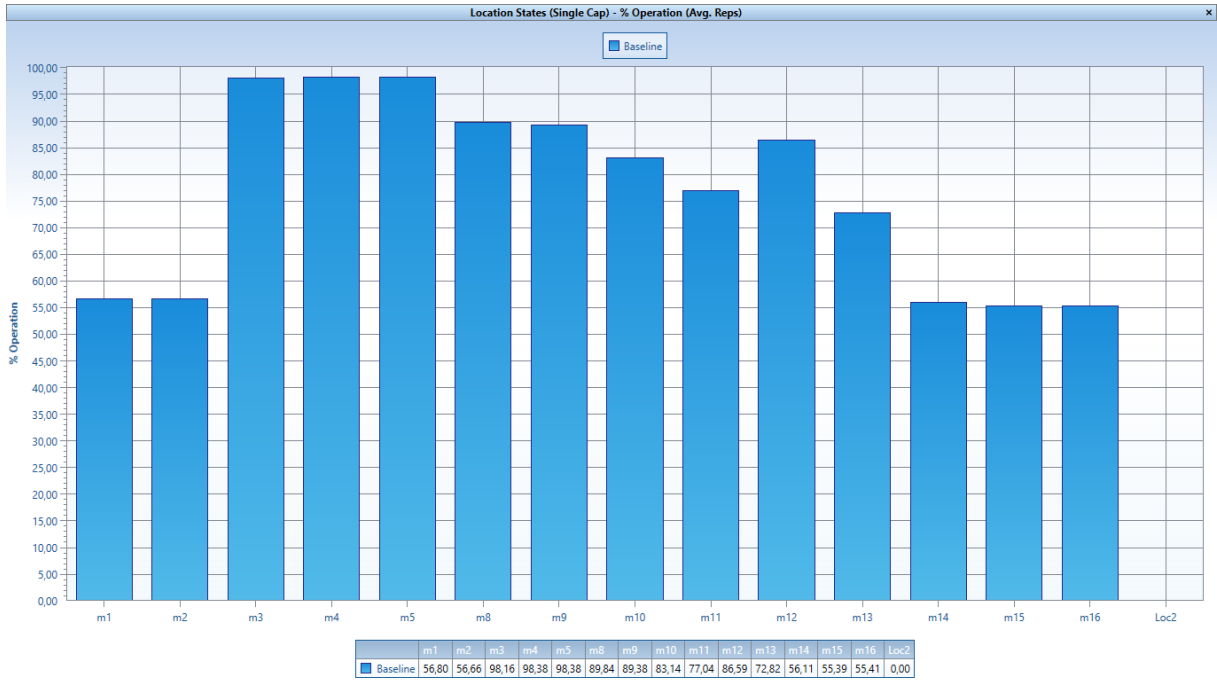


Şekil 26: Ekonomik Yatak Örtüsü Makinelerin Kullanım Miktarları Ve Oranları (140 adet)

Tekli kapasiteye sahip lokasyonların işlem, boş kalma, bekleme ve duruş yüzdeleri aşağıdaki Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31: Ekonomik Yatak Örtüsü Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları (140 adet)

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	İşlem (%)	Boş (%)	Bekleme (%)	Duruş (%)
M1	4,47	56,80	2,33	0,00	40,87
M2	4,47	56,66	2,38	0,00	40,96
M3	4,47	98,16	1,84	0,00	0,00
M4	4,47	98,38	1,62	0,00	0,00
M5	4,47	98,38	1,62	0,00	0,00
M8	4,47	89,84	10,16	0,00	0,00
M9	4,47	89,38	10,62	0,01	0,00
M10	4,47	83,14	12,69	0,00	4,16
M11	4,47	77,04	18,17	0,01	4,79
M12	4,47	86,59	13,41	0,00	0,00
M13	4,47	72,82	11,91	0,00	15,27
M14	4,47	56,11	43,89	0,00	0,00
M15	4,47	55,39	44,61	0,00	0,00
M16	4,47	55,41	44,59	0,00	0,00



Şekil 27: Ekonomik Yatak Örtüsü Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları (140 adet)

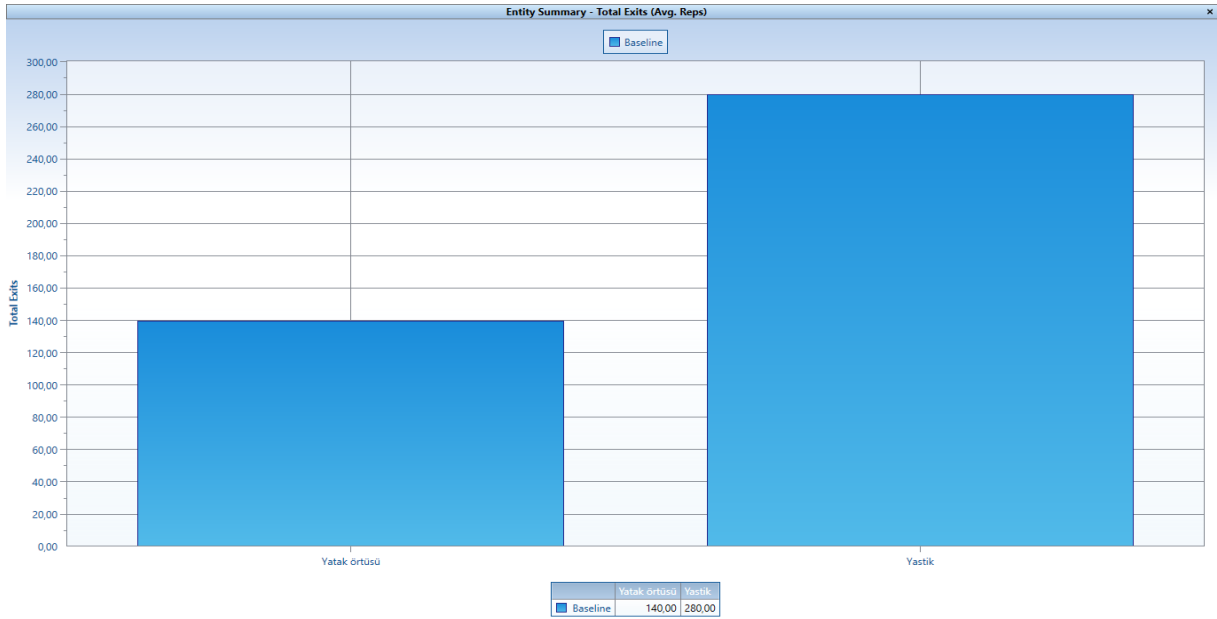
Yukarıdaki Tablo 31 ve Şekil 27 tekli lokasyonların sahip oldukları oranların senaryo-2'den pek farklı olmadığını göstermektedir. Boş kalma oranlarında artış gözlemlenirken duruş oranlarında düşüş gerçekleşmiştir.

Modelde yer alan ürünlerin toplam miktarları, sistemde kaldıkları ortalama süre ve duruş süreleri de aşağıda verilmiştir.

Tablo 32: Ekonomik Yatak Örtüsü Ürünlerin Çıkış Süreleri (140 adet)

Ürünler	Toplam Miktar	Bir ürünün ortalama çıkış süresi (dk)	Ortalama duruş süresi (dk)
Yatak örtüsü	140	6,98	3,13
Yastık	280	6,84	2,69

Ekonomik yatak örtüsü takımı için kurulan bu model 140 adet ürün üretmiştir. Bu veriler simülasyon modelinin 10 kez tekrarlanması ile elde edilmiştir. Tanımlanan sürelerin standart sapmaları olduğu için her çalıştırmada birbirine çok yakın farklı değerlere ulaşılmaktadır. Yukarıdaki tablolar ve şekillerden de anlaşılacağı üzere veriler genel itibari ile birbirine çok yakındır. Bunun sebebi sistem her defasında farklı sürelerde işlemini tamamlamasıdır.

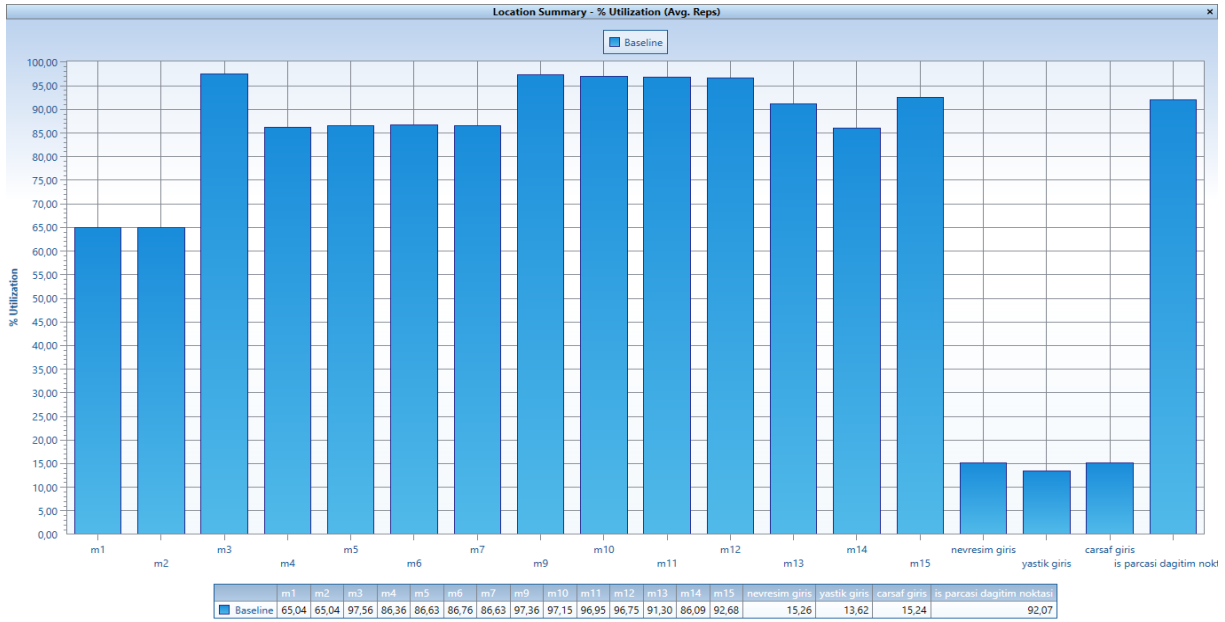


Şekil 28: Ekonomik Yatak Örtüsü Ürünlerin Toplam Çıkış Sayısı

Empirme nevrresim takımı toplam ortalama süre, toplam varlık ve lokasyonların kullanım oranları aşağıdaki Tablo 33’de verilmiştir.

Tablo 33: Empirme Nevresim Takımı Makinelerin Kullanım Miktarları Ve Oranları (160 adet)

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	Toplam varlık	Her Varlık için ort. harcanan süre (dk)	Ortalama varlık sayısı	Lokasyonda herhangi bir anda max. varlık sayısı	Kullanım oranı (%)
M1	4,10	80	2,00	0,66	1,00	65,04
M2	4,10	80	2,00	0,66	1,00	65,04
M3	4,10	160	1,50	0,99	1,00	97,56
M4	4,10	107	1,99	0,88	1,00	86,36
M5	4,10	107	2,00	0,88	1,00	86,63
M6	4,10	320	0,67	0,88	1,00	86,76
M7	4,10	320	0,67	0,88	1,00	86,63
M9	4,10	80	3,00	0,99	1,00	97,36
M10	4,10	80	2,99	0,99	1,00	97,15
M11	4,10	160	1,50	0,99	1,00	96,95
M12	4,10	160	1,49	0,98	1,00	96,75
M13	4,10	328	0,69	0,93	1,00	91,30
M14	4,10	106	2,00	0,88	1,00	86,09
M15	4,10	152	1,50	0,94	1,00	92,68



Şekil 29: Empirme Nevresim Takımı Makinelerin Kullanım Miktarları Ve Oranları (160 adet)

Empirme nevesim takımı bir gün boyunca üretildiğinde toplam ortalama süresini 8,85 saat olduğu mevcut durum analizinde görülmektedir. Bu modelde ise toplamda 160 adet empirme nevesim takımı üretilmiştir. Bu nedenle ortalama toplam süre 4,10 saate düşmüştür ve gerçek hayatta 4 saat 6 dakikaya denk gelmektedir. Ekonomik yatak örtüsü takımı da 4 saat 23 dakika üretim yapmıştır. Burada küçük bir formülle;

$$\text{Toplam ortalama süre (iki ayrı ürün grubu için)} : 4:06 + 4:23 = 8:29 \text{ (saat)}$$

Modeli kurarken 15 dakika da ara verildiği varsayılmıştır. Bu süre de eklenecek olursa;

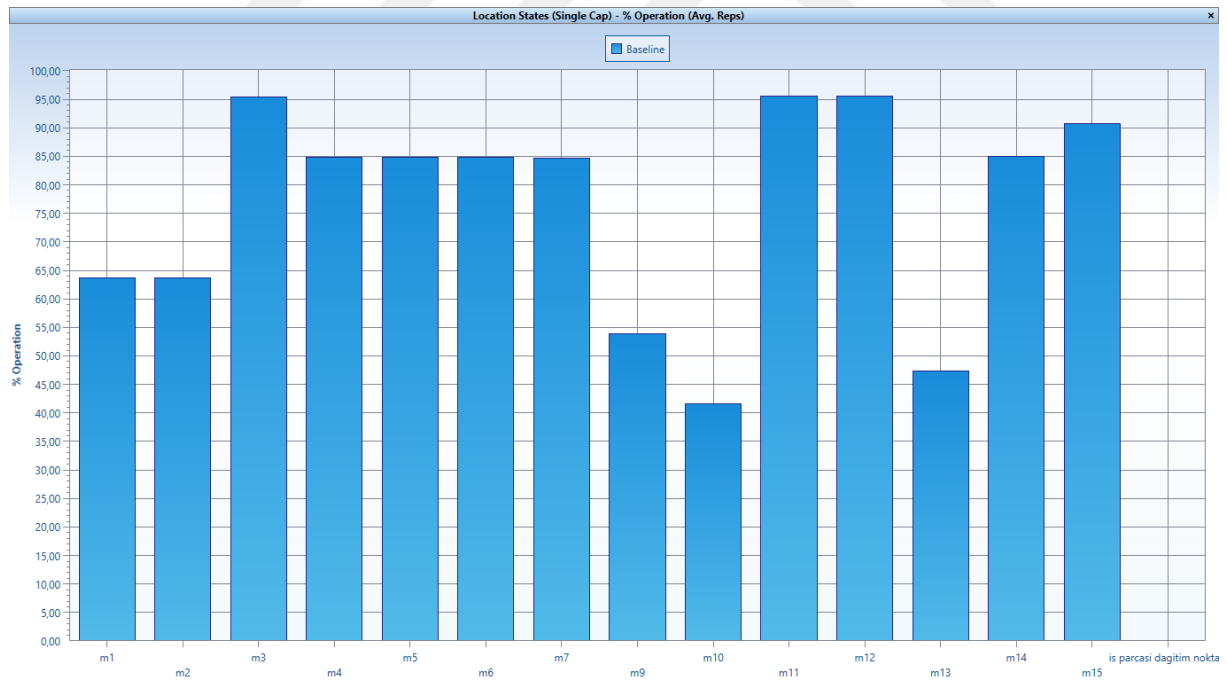
$$8:29 + 0:15 = 8:44 \text{ (saat)}$$

Mesai saati 8 saat 45 dakika olduğu için fabrika bu iki ürünün gün içerisinde 140 adet ekonomik yatak örtüsü takımını ve 160 adet empirme nevesim takımını üretimini gerçekleştirebilmektedir.

Tekli kapasiteye sahip lokasyonların kullanım oranları aşağıdaki Tablo 34'de verilmiştir.

Tablo 34: Empirme Nevresim Takımı Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları (160 adet)

Lokasyon	Toplam süre (ortalama) (saat)	İşlem (%)	Boş (%)	Bekleme (%)	Duruş (%)
M1	4,10	65,91	34,09	0,00	0,00
M2	4,10	65,91	34,09	0,00	0,00
M3	4,10	98,87	1,13	0,00	0,00
M4	4,10	84,95	14,44	0,00	0,60
M5	4,10	84,96	14,44	0,00	0,60
M6	4,10	87,93	12,07	0,00	0,00
M7	4,10	84,78	10,36	0,00	4,86
M9	4,10	53,96	36,60	0,00	9,43
M10	4,10	41,76	48,94	0,00	9,31
M11	4,10	95,62	4,38	0,00	0,00
M12	4,10	95,57	1,24	0,00	3,19
M13	4,10	47,44	52,56	0,00	0,00
M14	4,10	85,09	14,36	0,00	0,54
M15	4,10	90,89	9,11	0,00	0,00



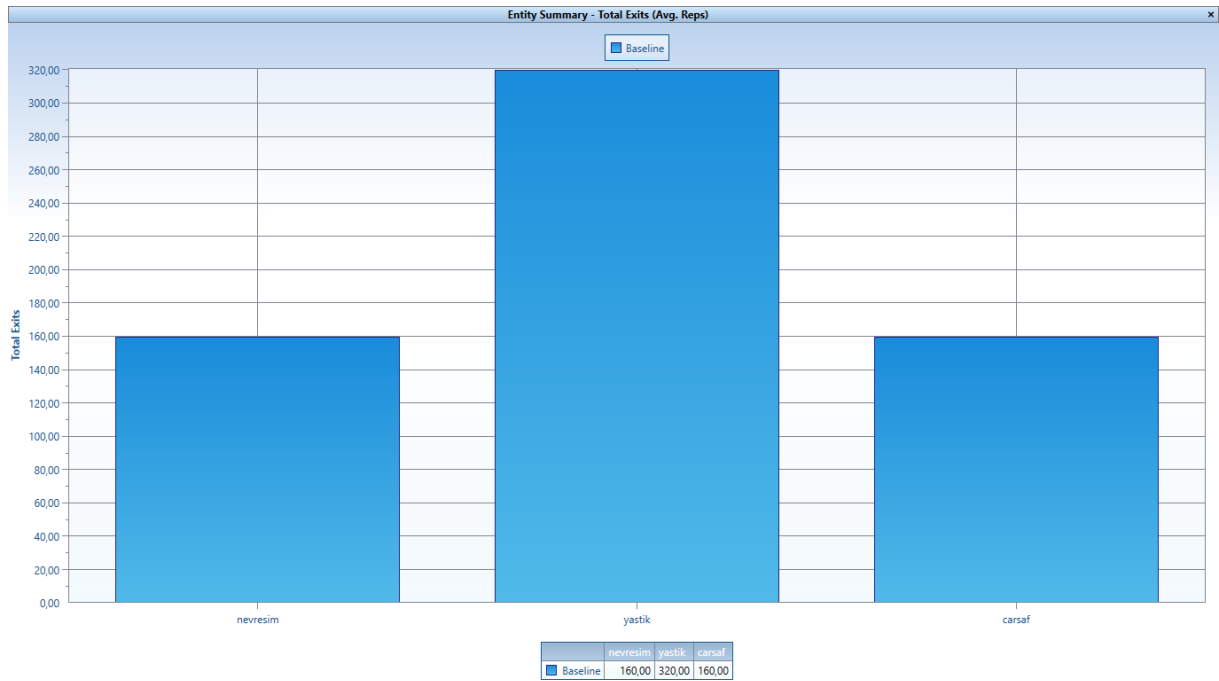
Şekil 30: Empirme Nevresim Takımı Tekli Kapasiteye Sahip Lokasyonların Kullanım Oranları (160 adet)

Ürünlerin her biri için sistemden çıkış sürelerinin ortalamaları ve duruş süreleri aşağıdaki Tablo 35’de verilmiştir.

Tablo 35: Empirme Nevresim Takımı Ürünlerin Çıkış Süreleri (160 adet)

Ürünler	Toplam miktar	Bir ürünün ortalama çıkış süresi (dk)	Ortalama duruş süresi (dk)
Nevresim	160	8,00	1,89
Yastık	320	3,66	6,02
Çarşaf	160	1,50	2,83

Empirme nevrresim takımı için elde edilen bütün değerler daha net anlaşılacak biçimde tablolar ve şekillerle verilmiştir. Bu tablo ve şekillerin tamamı oranlarda gözle görünür derecede değişimler olmadığını göstermektedir. En büyük değişim toplam ürün ve ortalama toplam sürelerde gerçekleşmiştir.

**Şekil 31:** Empirme Nevresim Takımı Ürünlerin Toplam Çıkış Sayısı

Kurulan simülasyon modeli iki ürünü aynı gün içerisinde üretmeyi hedeflemiştir. Ortalama toplam süreler mesai saati içerisinde olduğunu gösterir. Oluşturulan model amacına ulaşmıştır.

3. 8. 1. 6. Empirme Nevresim Takımı – Ekonomik Yatak Örtüsü Takımı İçin Kurulan Modelin Değerlendirilmesi

Uygulama yapılan fabrika için en önemli değer zamandır. Her zaman en kısa sürede en yüksek üretim sayısına ulaşmak hedeflenmektedir. Bu sebeple fabrika her ürünü bir günde

üretmek bölünmeler ve beklemler yaşamadan en yüksek miktarda ürün üretmeye çalışmaktadır. Mesai saati başladığı andan itibaren bütün makinalarda mesai bitimine kadar aynı işlem yapılmaktadır. Ancak kurulan modelde iki ürün aynı gün üretilirse fabrika açısından ne gibi sonuçlar elde edileceğini analiz etmek ve değerlendirmek amaçlanmıştır. Yine bölünmeler ve aksamalar olmasın diye ürünler karışık şekilde değil de sırayla üretime gönderilmiştir. Ekonomik yatak örtüsü takımı için günün ilk yarısında, empirme nevesim takımı için ise günün ikinci yarısında üretim yapıldığı varsayılmıştır.

Yukarıda da belirtildiği üzere bu simülasyon modelinde ortalama 8:44 saatte üretim tamamlanabilmektedir. Ekonomik yatak örtüsü takımında mevcut durumda elde edilen sayının (280) tam yarısını (140) üretmek mümkün olmuştur. Ancak empirme nevesim takımında mevcut durum üretim sayısının (350) yarısı olmasa da yakın bir değer (160) elde edilmiştir.

Lokasyonların kullanım oranları, boş kalma ve işlem oranları, kısmen dolu ve boş olma oranları, bir ürünün ortalama sistemden çıkış sürelerinde ufak değişiklikler meydana gelmiştir. Bunlar sistemin her defasında farklı zamanlarda bittiğinden kaynaklanmaktadır. Sonuç için herhangi bir önem teşkil etmemektedir. Ancak en büyük değişimler toplam varlık ve toplam sürelerde görülmüştür. Bu değerlere müdahale edildiği için farklı çıkmaktadırlar. Ekonomik yatak örtüsü takımı için kurulan senaryo-2 modelinin üretim şekli örnek alınmıştır. Mevcut durumun aksaklıkları çok olduğu için senaryo-2 daha uygun görülmüştür. Empirme nevesim takımı için ise kurulan mevcut durumda sorun çıkmaması göz önünde bulundurularak herhangi bir değiştirme yapılmadan aynen alınmıştır.

Kurulan bu model siparişlere ve maliyetlere göre hesaplanmadığı sadece varsayımlardan oluştuğu için fabrika açısından faydasını göstermemektedir. Ancak bu modelin en önemli faydası ürünlerin siparişinden teslimatına kadar olan sürenin kısaltmasını sağlamasıdır. Yöneticiler bu modeli kendi hesapları ve siparişleri göz önünde bulundurarak uygulamaya alabilirler. Hedeflenen amaca bu modelde ulaşmıştır. İki ürün aynı gün üretilirse yukarıdaki sonuçlar ortalama olarak ortaya çıkacaktır.

BÖLÜM 4

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir üretim sisteminin simülasyonunu oluşturmak için gerçek hayattaki çalışma prensiplerini çok iyi ve gerçekçi bir şekilde takip edip en doğru verilere ulaşmak gerekir. Bu süreç zorlu ve dikkat gerektirir. Simülasyon ile modellemesi yapılan fabrika üretim sisteminde birçok bölüme sahiptir. Ancak yapılan uygulama sadece dikiş bölümü ele alınarak oluşturulmuştur. Bunun sebebi fabrikanın bir ürün grubunu üç iş gününde teslimata hazır hale getirmesi ve ilk gün kesim, ikinci gün dikim ve son gün paketleme yapmasıdır. Bu sebeple asıl üretimin yapıldığı dikiş bölümü uygulama için seçilmiştir.

Uygulama için iki ayrı ürün grubu seçilmiştir. Bu ürünler ekonomik yatak örtüsü takımı ve empirme nevresim takımıdır. En çok üretilen bu ürünlerin işlem gördükleri makineler, işlem süreleri ve üretim miktarları gibi değerler fabrika içerisinde tutulan gerçekçi değerler ile programa aktarılmıştır. Ekonomik yatak örtüsü takımı için mesai saatleri içerisinde üretimi tamamlayamama ve boş kalan makineler gibi sorunlarla karşılaşmıştır. Empirme nevresim takımı için ise herhangi bir problem görülmemiştir.

Simülasyonun en önemli avantajlarından biri olan hiçbir maliyete katlanmadan deneme yanılma yapabilme özelliği sayesinde bu iki ürün içinde değişiklikler yapılmış ve en uygun olanları senaryolar halinde çalışmaya eklenmiştir.

Senaryo-1 oluşturulurken mevcut durumun analizinden elde edilen makinelerin işlemden kalma oranları dikkate alınmıştır. Bu oranlar neticesinde fabrika iki makineyi üretim sisteminden çıkarsa dahi aynı işi aynı süre zarfında yapabilmektedir. Bu durum fabrikanın hem makine bakım onarım maliyetlerinden hem de o makine de çalışan işçinin maliyeti gibi etkenlerden kurtulmasını sağlayacaktır.

Senaryo-2 oluşturulurken ise yine mevcut durumun analizlerine bakılarak asıl sorunun mesai saatleri içerisinde üretim yapılamadığı görülmüştür. Mevcut durum makine kullanım oranları düşük olan makineler tespit edilmiş ve yine iki makinenin sistemden çıkarılması işlemi yapılmıştır. Ancak bu senaryoda ‘destek atma’ olarak adlandırılan durumda modele ekleneceği göz önünde bulundurularak sistemden çıkarılan makineler senaryo-1’de sistemden çıkarılan makinelerle aynı olmamıştır. Hedeflenen ise mesai saatleri içerisinde üretimin

tamamlanmasıdır. Bir günlük üretim süresi boyunca işlemi biten makineler boş beklemeden halen üretimi devam eden diğer ürünleri üreterek sisteme yardım etmektedirler. Bu sayede mesai saatleri içerisinde hedeflenen üretim sayısına ulaşılmaktadır. Yapılan bu senaryo ile fabrika hem iki makine ve oluşturduğu maliyetlerden kurtulmuş olur hem de işçilik maliyetlerini azaltabilir.

Son senaryo ise en çok üretilen iki ürünün aynı gün içerisinde üretilmesidir. Aslında fabrikanın bir gün içerisinde bir ürün grubu ürettiği bilinmektedir. Ancak siparişten teslimata kadar olan süreyi azaltmak amacıyla bu model kurulmuş ve sonuçları analiz edilmiştir. Ekonomik yatak örtüsü takımı için oluşturulan ikinci senaryonun uygulandığı varsayılarak bu model kurulmuştur. Günün ilk yarısında bir ürün, ikinci yarısında ise bir ürün üretilip sonuçlarına bakılmıştır. Empirne nevesim takımı için bir senaryo oluşturulmamış, mevcut durum kullanılmıştır. Sonucunda ise bir günlük üretim miktarlarının hemen hemen yarısı değerlere ulaşılmıştır. Yapılan bu senaryo iki ürün grubunun günlük üretim miktarlarından az değerlere sahip olsalar da aynı günde üretimi tamamlayıp teslimata gönderebilmektedirler.

Uygulanan senaryolar sonucunda, her üç senaryonun da kendine özgü pozitif anlamda fabrikaya katkılarının olabileceği görülmüştür. Fabrika bu senaryolardaki gibi değişiklikler yaparak üretim sisteminde iyileştirmeler yapması, yapılan analizlerden de görüleceği üzere faydalı olacaktır.

Sonuç olarak simülasyonun en önemli avantajlarından biri olan öngörü ve tahmin yolları açması özelliği, fabrika yöneticilerine sistemin genel işleyişi ve yapılabilecek değişikliklerin analizlerini görerek hareket etme imkanı sağlar. Bu çalışmanın uygulama aşamasında sürekli olarak fabrika yöneticileri ile görüşme ve fikir alışverişi içerisinde olunmuştur. Bu süreçte fabrika yöneticileri çalışmayı takip etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar onlara yol gösterir nitelikte olmuş ve fabrikanın üretim sisteminde makine sayılarını azaltmışlardır.

KAYNAKLAR

- Aebersold, M. (2016). The History of Simulation and Its Impact on the Future. *AACN Advanced Critical Care Volume 27, Number 1, 56 -61.*
- Akın, N. G.,(2015). Kanepe Montaj Hattının Dengelenmesi ve Benzetim Yöntemi ile Sınanması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.* Cilt 5. Sayı 1. 95-120.
- Aksaraylı, M., Kıdak, B. L., Güneş, M. (2009). Sağlık İşletmelerinde Yatak Kullanım Etkinliğinin Benzetim Yoluyla Optimizasyonu: Bir Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Uygulaması. *Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi.* 11(1):1-22.
- Alpaz, M., Hapaoğlu, H., Akay, B. (2012). *Proses Kontrol.* Ankara: Özbaran Ofset Matbaacılık.
- Astra, M., Nasbey, H., Nugraha, A. (2015). Development of an Android Application in the Form of a Simulation Lab as Learning Media for Senior High School Students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11(5), 1081-1088.*
- Buchan, J. T., Robinson, M., Christie, H. J., Roach, D. L., Ross, D. K., Marks, N. A. (2015). Molecular Dynamics Simulation Of Radiation Damage Cascades In Diamond. *Journal Of Applied Physics 117, 245901.*
- Chase, R. B., Aquilano, N. J. (1995). *Production and Operations Management.* ABD, Irwin.
- Chia-Yen, L., Chien-Hung, C., Chen-Fu, C. (2014). A Simulation Analysis For Evaluating TFT-LCD Fab Capacity Expansion With a Distant Transportation Problem. *International Journal of Production Research, Vol. 52, No. 6, 1868–1885.*
- Correa, J. C. (2016). The Behavioral Interaction of Road Users in Traffic: An Example of the Potential of Intelligent agent-based Simulations in Psychology. *Revista Latinoamericana de Psicología 48, 201-208.*
- Çelikçapa Odman, F. (2000). *Üretim Planlaması.* Bursa: Alfa Kitapevi.

- Çörekçioğlu, S. ve Sezen B. (2011). Üretim Etkinliğinin Artırılmasında Simülasyon Yaklaşımı ve Bir Üretim Atölyesinde Uygulama. *Kafkas Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*. Cilt:1-Sayı:2, 53-75. <http://iibfdergi.kafkas.edu.tr/wp-content/pdfs/c1s2/053-075.pdf>
- Demir, H., Gümüšođlu, Ş., (2009). *Üretim Yönetimi (İşlemler Yönetimi)*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Denizhan, B. (2006). *İmalat Lojistiği Benzetim Modeli ve Bir Uygulama*. (Doktora Tezi). Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Erp Çözümleri. (2009). *Kurumsal Kaynak Planlama Nedir?*. <http://erpcozumleri.blogspot.com.tr/2010/03/uretim-yonetimi-erp-mrp.html>, (20.03.2016).
- Florea, N. V. (2016). Using Simulation And Modeling To Improve Career Management Processes in Organizations. *Theoretical and Applied Economics Volume XXIII, No. 3(608), Autumn, pp. 267-282*.
- Gong, L., Fan, W., Yu, M., Washing, E. M. (2016). Calibrating Microscopic Traffic Simulation Models Using Speed-flow Data. *Advances in Transportation Studies an international Journal Section A 39*.
- Gürler, İ. ve Güler M. E., (2009). Üretim Süreçlerinde Kullanılan Teknoloji İçin Seçim Kriterleri ve Süreçlerin Yeniden Yapılandırılmasında Simülasyon Uygulaması. *Ege Akademik Bakış*, 9 (2). 623-635. http://eab.ege.edu.tr/pdf/9_2/C9-S2-M12.pdf
- Halaç, O. (1998). *İşletmelerde Simülasyon Teknikleri*. İstanbul: Alfa.
- Heizer, J., Render, B. (2006). *Operations Management*. New Jersey, Prentice Hall.
- Hernandez, B. V., Roman, V. R., Marines, R. L., Sanchez, G. F. (2005). A Strategy For Simulation and Optimization of Gas and Oil Production. *Computers and Chemical Engineering 30 (2005) 215–22*.

- Jean-Claude, B., Jean-Pierre, L., Noël G. (2016). Airport Emergency Evacuation Planning: An Agent-Based Simulation Study of Dirty Bomb Scenarios. *Ieee Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, vol. 46, no. 10.
- Kağncıoğlu, C. H. (2012). İşletmelerde Üretim Yönetimi ve Sistemi. *Üretim Yönetimi*. (2-29), ed. C.H. Kağncıoğlu. *Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2584*. Eskişehir.
- Karaca, S. (2007). *Simülasyon Modellemesi İle Mobilya Üretiminde Sistem Analizi ve Optimizasyonu*. (Doktora Tezi). Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kelton, W. D. (2002). *Simulation with Arena*. Boston: Mc Graw Hill.
- Kobu, B. (2013). *Üretim Yönetimi*. İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım.
- Kobu, B. (2005). *Üretim Yönetimi*. İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım.
- Koruca, H. İ., Aydemir, E., Oktay, A., Uğurlu, N. (2011). A Research on Simulation-based Personnel Planning and Organizational Restructure in Electricity Maintenance Unit at City of Isparta. *Journal of Natural and Applied Sciences*, 15-3.118-223.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., Malhotra, M. K. (2014). *Üretim Yönetimi*. Çev. Ed. Semra Birgün. İstanbul: Nobel.
- Kurşun, S. (2007). *Tekstil Endüstrisinde Benzetim Tekniği İle Üretim Hattı Modellemesi Ve Uygun İş Akış Stratejisinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kuş, P. (2007). *Simülasyon Uygulamaları*. <http://enm.blogcu.com/simulasyon-uygulamaları/2577167>, (05.06.2016).
- Lei, L., Pak, W. C. (2016). Lidar Observation And Numerical Simulation Of Vortex/Wave Shedding At The Eastern Runway Corridor Of The Hong Kong International Airport. *Meteorological Applications Meteorol. Appl.* 23: 379–388.

- Li, C., Shao, S. (2016). A Dynamic Computable General Equilibrium Simulation of China's Innovation-Based Economy Under the New Normal. *J. Shanghai Jiaotong Univ. (Sci.)*, 21(3): 335-342
- Li, L., Quan, Z., Yuebin, Y., Yaning, W., Shuguang, L. (2015). Study On Thermal Performance Of Micro-Channel Separate Heat Pipe For Telecommunication Stations: Experiment And Simulation. *International Journal Of Refrigeration* 59. 198–209.
- Li-Chih, W., Allen, W., Chun-Ya, C. (2016). Development Of A Capacity Analysis And Planning Simulation Model For Semiconductor Fabrication. *Int J Adv Manuf Technol* DOI 10.1007/s00170-016-9089-z.
- Lie, E., Tang, M., Tan, K. G. (2014). Annual Analysis of Competitiveness, Simulation Studies and Development Perspective for 34 Greater China Economies: 2000-2010. *World Scientific Publishing Company*, 703953.
- Maciel, F., Terra, R., Chaer, R. (2015). Economic Impact Of Considering El Niño-Southern Oscillation On The Representation Of Streamflow In An Electric System Simulator. *International Journal of Climatology int. J. Climatol.* 35: 4094–4102.
- Matthew, M., Kim, Y. S., Christensen, K., Chen, A. (2016). Airport Emergency Evacuation Planning: An Agent-Based Simulation Study of Dirty Bomb Scenarios. *Ieee Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, vol. 46, no. 10.
- Mevlütöğlü, A. (2010). Modelleme ve Simülasyon Teknolojilerinin Tedarik Süreç Yönetiminde Kullanılması ve Simülasyon Tabanlı Tedarik Yöntemi. *Savunma Sanayi Gündemi*, Sayı:11,22-26. http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/kurumsal/SSM%20Dergisi/dergi_12.pdf
- Mucuk, İ. (2014). *Modern İşletmecilik*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Özdamar, K., (1988). Bilgisayar ile Benzetim Yöntemleri. *Eskişehir. Anadolu Üniversitesi Yayınları*. No.281. Fen-Edebiyat Yayınları. No.14.
- Özgen, H., Yalçın, A., (2011). *Temel İşletmecilik Bilgisi*. Adana: Adana Nobel Kitabevi.

- Öztürk, F., Özbek, L., (2004). *Matematiksel Modelleme ve Simülasyon*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Park, K. P., Ham, S., Lee, C. (2016). Application and Validation of Production Planning Simulation in Shipbuilding. *Ocean Engineering 114 (2016) 154–167*.
- Rubio-Campillo, X., Cela, J. M., Cardona, F. (2013). The Development Of New Infantry Tactics During The Early Eighteenth Century: A Computer Simulation Approach To Modern Military History. *Journal of Simulation 7, 170–182*.
- Ruiz, N., Giret, A., Botti, V., Fera, V. (2014). An Intelligent Simulation Environment For Manufacturing Systems. *Computers & Industrial Engineering 76 (2014) 148–168*.
- Sandanayake, Y. G., Oduoza, C. F., Proverbs, D. G. (2008). A Systematic Modelling and Simulation Approach For JIT Performance Optimisation. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 24 (2008) 735–74*.
- Saygılı, İ., (1991). Üretim Yönetiminin Fonksiyonları. *İÜ İşletme Fakültesi. Yayın No: 244*. İstanbul: Küre Ajans.
- Sedlacek, M. (2014). The Use Of Simulation Models For The Optimization Of Transport And Logistics Company Processes. *The International Journal of Transport & Logistics Issn 1451-107x*.
- Shuo-Ju, Y., Shau-Shiun, J. (2015). GBAS Airport Availability Simulation Tool. *GPS Solut (2016) 20:283–288*.
- Simurg. (01.09.2012). *Simülasyon Kullanım Oranları*. <http://www.simurg.sakarya.edu.tr/portal/?p=27>, (09.01.2016).
- Stephen, L. D., Dahai L. (2016). Effects of Baggage Volume and Alarm Rate on Airport Security Screening Checkpoint Efficiency using Queuing Networks and Discrete Event Simulation. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries. 26 (1) 95-109*.

- Şimşek, M., Çelik, A., (2011). *Genel İşletme*. Konya: Eğitim Akademi Yayınları.
- Taha, H. A., (2000). *Yöneylem Araştırması*. 6. Basımdan Çeviri (Ş.A.Baray ve Ş.Esnaf). İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Tanrıtanır, E. (1990). Üretim Sistemleri ve İmalat Sistemleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi.Seri B, Cilt 40 Sayı 1*.
- Tanrıtanır, E., Hocaoğlu, F. (1999). Bir Mobilya Fabrikasında Optimal İmalat Politikasının Belirlenmesi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry 23(3), 699-705*.
- Tanrıverdi, H., (2011). *Üretim Yönetimi*. İstanbul: Lisans Yayıncılık. Lord Matbaacılık.
- Tanyaş, M., Baskak, M., (2008). *Üretim Planlama*. İstanbul: İrfan Yayıncılık.
- Tekin, M., (1996). *Üretim Yönetimi*. Cilt 1. Geliştirilmiş ve Değiştirilmiş 3.Baskı. Konya: Arı Ofset Matbaacılık.
- Teresa, G., Thomson, W. (2016). Use of Simulation in Undergraduate and Graduate Education. *AACN Advanced Critical Care Volum e 27, Num ber 1, pp. 8 6 -9 5*.
- Thomas, G., Mayr, M., Rokitansky, C. (2016). A Method for SWIM-Compliant Human-in-the-Loop Simulation of Airport Air Traffic Management. *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Aerospace Engineering Volume 2016, Article ID 6806198, 15 pages*.
- Uytes. (05.01.2016). *Simülasyon*. <http://www.uytes.com.tr/simulasyon/simulas-yon.html>, (05.01.2016).
- Üner, Ö., Özkale C., Aladağ, Z., Yazgan, B. Y. (2005). Üretim Sistemi Tasarımında Konveyörlü Taşıma Alternatiflerinin Simülasyon Yöntemiyle Değerlendirilmesi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. Yıl: 4 Sayı: 8.49-73*.
- Xiaoliang, M., Ding, L. (2016). Modeling Cyclist Acceleration Process For Bicycle Traffic Simulation Using Naturalistic Data. *Transportation Research. Part F 40, 130–144*.

Yamak, O., (1994). *Üretim Yönetimi*. 1.baskı. İstanbul: Alfa Basım Yayın Dağıtım.

Yıldız, A. (2010). *Benzetim Modellemesi İle Üretim Sistemlerinde Süreç Optimizasyonu Ve Bir Uygulama Çalışması*. (Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yiğit, A. (2012). *Bir Ofis Mobilyası Üretim Sisteminin Simülasyon İle Analizi Ve Optimizasyonu*. (Doktora Tezi). Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yörür, B. (2005). *Tedarik Zinciri Yönetiminin Teslim Tarihlerine Olan Etkisinin Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet Erdoğan BAĞ

Doğum Yılı ve Yeri : 1990 / Zara

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi (2008-2012)

Yüksek Lisans Öğrenimi :

Yabancı Dili : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri :

İş Deneyimi : Türkiye İş Bankası A.Ş.- Gişe Görevlisi 2013

İletişim

E-Posta Adresi : Mehmet.bag@hotmail.com