

## Değişim Mühendisliği Uygulamalarına Öngörü Sağlamada Simülasyon Tekniğinin Kullanımı

Arş. Gör. Mehmet Emre GÜLER

Dokuz Eylül Üniversitesi, İ.İ.B.F., İşletme Bölümü

### ÖZET

*İşletmelerin zaman içerisinde sonuç odaklılıktan süreç odaklılığa dönmesi ve süreçlerini etkin kullanmak istemeleri bir takım değişiklikleri zorunlu hale getirmektedir. Bu değişiklikler, değişime olanak sağlayan esnek süreçlerde iyileştirmelerle gerçekleştirilebilir. Ancak esnek olmayan süreçlerin rekabetçi konumlarını ve güçlerini yitirmemeleri için radikal değişiklikler yapmaları gerekmektedir. Süreçlerdeki bu radikal, çarpıcı ve temelden gerçekleştirilen değişimler 90'lı yıllarda M. Hammer ve J. Champy tarafından ortaya konulan Değişim Mühendisliği kavramı ile bir manifesto niteliğine kavuşmuştur. Değişim Mühendisliği çalışmalarının sonunda belirsizliklerin çok olması öngörü yapmayı zorlaştırmaktadır. Uygulamacılar için yapılacak değişimi ve sonucunu öngörebilmek, ileride yapılacak olası hataların önlenmesini sağlayacaktır. Bu doğrultuda, bu çalışmada ProModel 7.0 simülasyon programı kullanılarak eski ve yeni süreç arasındaki farkların ortaya konması amaçlanmaktadır..*

**Anahtar Kelimeler:** Değişim Mühendisliği, Değişim, Simülasyon

## Application of Simulation Technique to Provide Forecasting in Reengineering

### ABSTRACT

*In the course of time, many of the companies have turned their strategy from product-focused to process-focused. Because of this reason, the processes have to be used more efficiently. These changing activities are able to become fact with small improvement in flexible processes, but not in inflexible processes which need a radical improvement for protecting competitive advantage. Concept of Reengineering, offered in 90s' by M. Hammer and J. Champy, has become a manifesto for restructuring of processes. Because of the reengineering applications have indefinite ending; the forecasting of process step becomes difficult. To forecast of changing steps provide to take precautions for practitioners. Thus this paper provides with a basic projection for differences between current processes and new reengineered processes with simulation tools via ProModel 7.0 software and serves for researchers and practitioners.*

**Key words:** Business Process Reengineering, Change, Simulation

## I. GİRİŞ

Değişim Mühendisliği, Hammer ve Champy (1994)'nin 1990'ların başında ortaya koyduğu ve kendi deyimleriyle bir manifesto niteliği taşıyan radikal bir değişim sürecini anlatmaktadır. Bu değişim sürecinde kârın nasıl elde edilebileceği ya da en fazla çıktının nasıl alınabileceği yerine, hali hazırda yapılmakta olan iş için izlenilen yol ya da süreçlerin neden yapıldığı sorgulanmaktadır. Buradan hareketle Değişim Mühendisliği tüm sürecin katma değer yaratan süreçlerle yeniden tasarlanması ve uygulanması olarak tanımlanabilir.

Bugün birçok işletme, değişen ve gelişen rakipleriyle beraber şekillenen pazar koşullarına daha hızlı uyum sağlayabilecek esnekliği sağlamak, ürün ve hizmet yelpazesini müşterilerinin istekleri doğrultusunda yenileyecek yaratıcılıkta olmak ve bunları gerçekleştirirken üst düzeyde kalite ve müşteri memnuniyeti sunacak bir örgüt yapısına ulaşmak için çabalamaktadır. Bu çabaları gösteren işletmelerin yanında etkinlikleri düşük, rekabetçi ve yaratıcı olamayan ve kazanç elde edemeyen işletmeler de vardır. Bu tip işletmelerin hatası, geçmişte yarattıkları başarılı iş süreçlerini, sistemlerini ve metotlarını içinde bulunulan zamanın şartlarının değişmesine rağmen halen korumalarıdır. Değişim sürecinde işletmelerin daha etkili bir plan yapmaları için iyi bir öngörüde bulunmaları gerekmektedir. Bunu sağlamak adına çalışmada simülasyon programıyla öngörü yapımı ile ilgili bir örnek çalışma verilerek simülasyonun değişim mühendisliğindeki önemi vurgulanmıştır.

## II. Değişim Mühendisliği Kavramı

Değişim mühendisliği, titizlikle planlanan ve küçük ve dikkatli adımlarla tamamlanan bir uygulama değildir; tam aksine sonuçları belirli olmayan ya hep ya hiç durumudur (Hammer, 1990: 105). Hammer ve Champy (1994) eserlerinde değişim mühendisliğinin resmi tanımını şu şekilde yapmışlardır:

*“Değişim Mühendisliği, maliyet, kalite, hizmet ve hız gibi çağımızın en önemli performans ölçülerinde çarpıcı geliştirmeler yapmak amacıyla iş süreçlerinin temelden yeniden düşünülmesi ve radikal bir şekilde yeniden tasarlanmasıdır.”*

İşletmelerin değişim mühendisliğine ihtiyaç duymaları ve değişim sonucunda bekledikleri Hammer (2004) tarafından Şekil 1’de açıklanmıştır. Buna göre değişimin sonucunda işletmeler üç boyutlu bir kazanç sağlamak istemektedirler. Bunlar stratejik kazançlar, faaliyet gösterilen ve yeni nüfuz edilecek olan pazarlardaki kazançlar ve üretim aşamasında elde edilecek kazançlardır.

Stratejik Kazançlar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daha çok müşteri kazanmak</li> <li>• Daha yüksek pazar payı</li> <li>• Stratejileri uygulama kabiliyeti</li> <li>• Yeni pazarlara girebilme kabiliyeti</li> </ul>
Pazardaki Kazançlar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daha düşük fiyatlar</li> <li>• Daha fazla müşteri tatmini</li> <li>• Farklaştırılmış ürünler</li> <li>• Daha güçlü müşteri ilişkileri</li> <li>• Daha fazla çeviklik</li> </ul>
Üretim Kazançları	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daha düşük direkt maliyetler</li> <li>• Varlıkların etkin kullanımı</li> <li>• Daha hızlı çevrim zamanı</li> <li>• Hedeften sapmaların azalması</li> <li>• İş sahiplenme veya duyarlılık oranının artması</li> <li>• Daha fazla katma değer yaratılması</li> <li>• Basitleştirilmiş süreçler</li> </ul>

Şekil 1: Değişimden Beklentiler

(HAMMER Michael (2004), How Operational Innovation Can Transform Your Company?, Harvard Business Review, April; 87)

Değişim Mühendisliğinin uygulanması sonrasında yukarıda belirtilen kazançları sağlayacak işletmeler için büyüklük açısından sınıflandırma yapmak söz konusu değildir. Küçük bir şirketin değişim mühendisliğini uygulamasıyla büyük şirketlerin uygulaması çok farklı olmamaktadır. Başarının temel ögesi olarak büyüklük fark etmeksizin, tepe yöneticilerinin değişime destek vermeleri ve inanmaları, süreç odaklı düşünmek, müşteri isteklerini gözden kaçırmamak ve temelden yeni bir başlangıç yapmak gibi temel öğeler benzerlik gösterecektir. Bu temel benzerliklerin yanında değişim mühendisliği uygulamaları büyük işletmelere göre daha dinamik ve daha az bürokratik yapıda olmalarından dolayı küçük işletmelerde daha kolay ve daha az kaynakla gerçekleştirilebilir (Hammer, Stanton, 1995: 180).

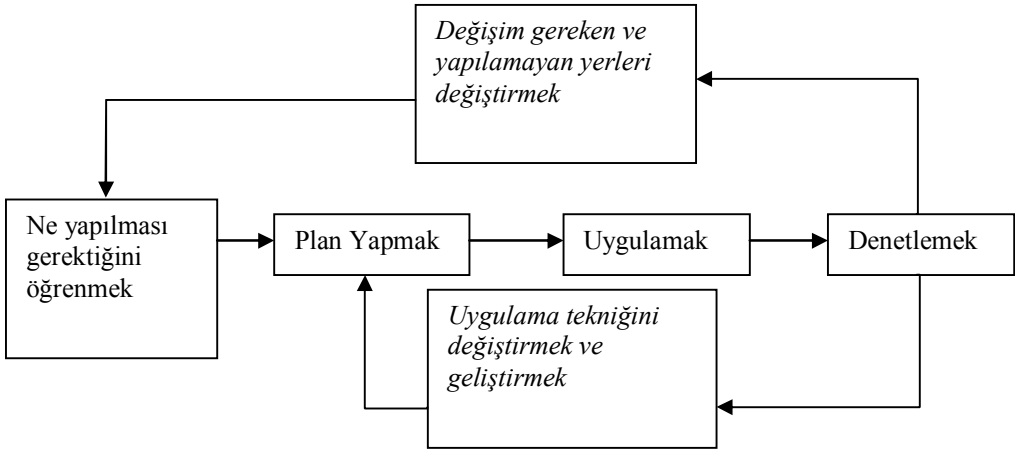
İşletmelerin büyüklüğünün bir önemi olmayan değişim mühendisliği uygulamalarında yapılan işler, görev odaklılıktan çıkıp çok boyutlu bir hale gelmekte ve genişlemektedir. Görev odaklı süreçlerde kendilerine verilen görevi yapan çalışanlar, burada kendi kararlarını verecek bir hale gelebilmektedir. Çalışanlar karar verebilme yeteneğini geliştirerek yönetsel kararlara da kendi işleri doğrultusunda destek olabileceklerdir. Yöneticiler de böylelikle sürekli kontrol gibi değer katmayan faaliyetlerden uzaklaşıp bir takım antrenörü gibi sürece dâhil olabilecektir. Böylelikle tam katılımlı bir hale gelen süreçte çalışanların motivasyonu artarak daha çok müşteri ihtiyaçları üzerinde yoğunlaşma sağlanacak, davranış ve değerlerde eskiye göre büyük değişiklikler meydana gelebilecektir.

## **II.I. Değişim Mühendisliğinin Uygulama Aşamaları**

Yapılan çalışmalar incelendiğinde; birbirine benzeyen ama bir çok farklı adımlarda gerçekleşen değişim mühendisliği uygulama aşamalarının incelendiği görülmektedir. Bunun yanında bu farklılığın nedeni; işletmelerin buldukları ülkenin siyasi, ekonomik ve ticari yapısı ile bunlardan kaynaklanan kültürel, yönetsel farklılıklar olarak gösterilebilir.

Obolensky'nin (1994), değişim mühendisliği çalışmalarını, Şekil 2'deki gibi özetlemektedir:

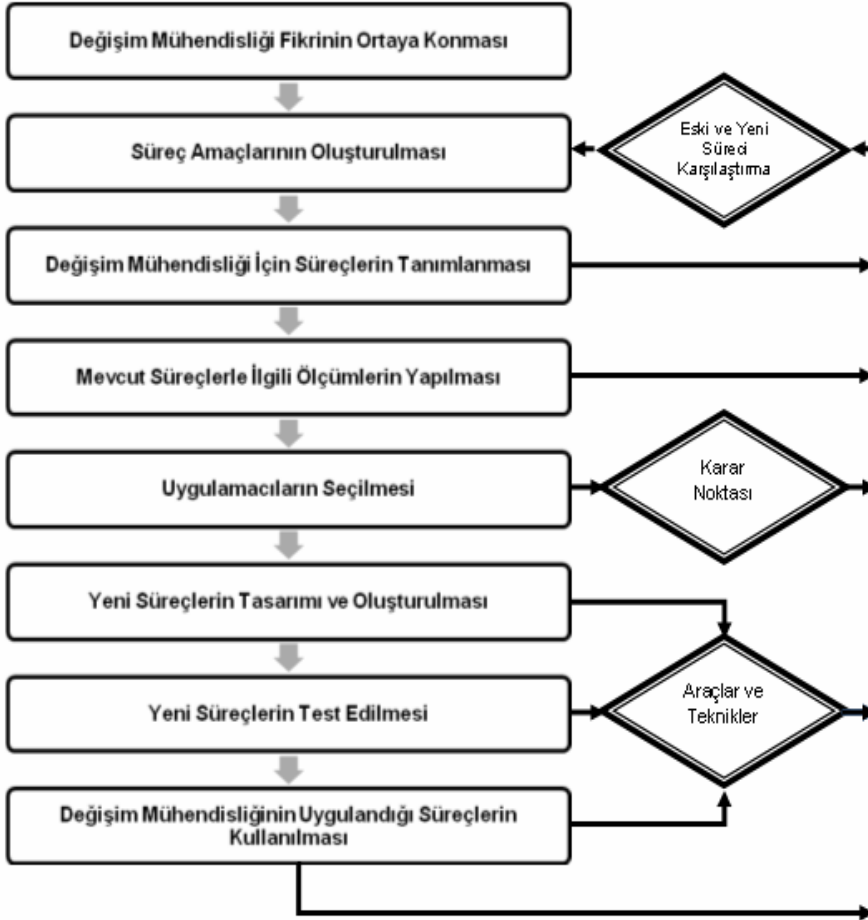
- **Ne Yapılması Gerektiğini Öğrenmek:** Değişim mühendisliği uygulamalarına başlamadan önce ya da stratejik bir değişim içinde girmeden önce, değişime uğrayacak yapı ve neden değişimin gerektiği ortaya konmalıdır. Bu ortaya konarken çeşitli analizler, toplantılar yapılarak kavramsal bir gerçeklik ortaya konmaya çalışılır. Bu kavramsal süreçte; değişim ihtiyacı ve örgütün değişimi kaldırabilme yeteneği, paydaşların ihtiyaçlarının nasıl daha iyi karşılanacağı ile iletişim ve planlamayı kolaylaştıracak bir yapının ortaya konması vardır.
- **Plan Yapmak:** Değişimin ikinci aşaması olan bu adımda, uygulamanın ve değişime uğrayacak süreçlerin ve amaçları sağlayacak kaynakların ayrıntıları yer almaktadır. Değişim amaçlarının her biri, proje planının dayandığı bir destek oluşturmaktadır. Kısaca bu aşama, kavramsal olarak birinci aşamada ortaya konmuş düşüncelerin, sistematik bir yapıda düzenlendiği ve proje yönetimi uzmanlığında planlama çalışmalarının yapıldığı aşamadır.
- **Uygulamak:** Yapılan plan çerçevesinde değişim mühendisliği projesinin başarıya ulaştırılması için gerekli aksiyonların yapıldığı aşamadır.
- **Denetlemek:** Denetleme iki şekilde yapılmalıdır: İlk olarak uygulamanın ilerlemesi ile ilgili yapılacak denetleme ve sonuç odaklı yapılacak denetleme. Bu denetlemeler süreçler için özel hazırlanan 'proje koordinasyon merkezi' tarafından yapılmaktadır. Süreç haritaları ve planlama ile ilgili materyaller kullanılarak ya da çalışanlarla iletişim kurarak değişim uygulamalarının nasıl işlediği kontrol edilebilir.



**Şekil 2:** Değişim Mühendisliğinde Dört Adım  
Kaynak: Obolensky, 1994; 19

Açıklanan bu dört aşamanın yanında yine şekil 1.6'da italik olarak belirtilen; değişim gereken ve yapılamayan yerleri değiştirmek ve uygulama tekniğini değiştirmek ve geliştirmek; aşamaları da önem taşımaktadır. Bu aşamalar birer geri bildirim mekanizması olarak çalışmaktadır. Süreç içerisinde, kavramsal olarak ya da teknik olarak ortaya çıkabilecek aksaklıkların birbirlerinden ayırarak, uygun bir aşamadan, yeniden değişim mühendisliği uygulama sürecine dâhil olması sağlanmaktadır.

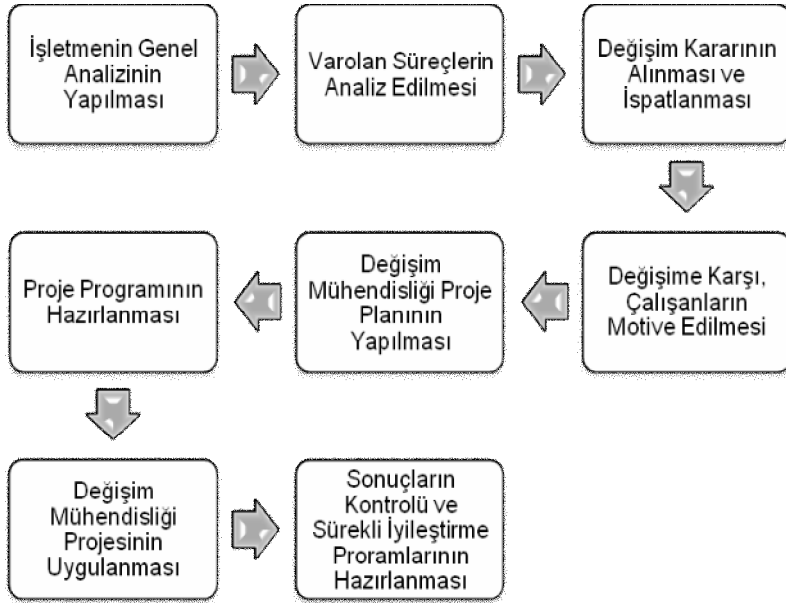
Love ve Gunasekaran (1997) Şekil 3'te bu uygulama aşamalarının bir benzerini oluşturan, metodolojiyi bir akış şeması üzerinde belirtmişlerdir.



Şekil 3: Değişim Mühendisliği için Akış Şeması

Kaynak: Love ve Gunasekaran 1997; 186

Bu çalışmalar ışığında, Şekil 4'te, bir değişim mühendisliği uygulama metodolojisi geliştirilmiştir. Bu metodoloji geliştirilirken, önemli bir faktör olan insan ögesi üzerinde durulmuştur. Çalışanların değişimi kabullenmesi ön planda tutularak değişim aşamalarına geçişin sağlanması düşünülmüştür.



**Şekil 4:** Değişim Mühendisliği Uygulama Metodolojisi

İşletmenin genel analizinin yapılması aşamasında değişimi yönetecek takım farklı fonksiyonlardan oluşan üyeleriyle kurulmalıdır. Daha sonra işletmenin müşteri yapısını belirleyerek beklentilerin neler olduğu tanımlanmalıdır. Buna göre stratejik bir plan oluşturulmalıdır. Olması gereken durum, bu analiz sonucunda belirlenerek ikinci aşama olan var olan süreçlerin analiz edilmesine geçilmelidir. Bu analiz sonucunda işletme durduğu noktayı ve ulaşması gereken noktayı görerek değişim ihtiyacının içeriğini daha kolay belirleyecektir.

Değişimin içeriği belirlendikten sonra, bu değişim ihtiyacı ve kararı işletmenin genel kurulunda meşrulaştırılmalıdır. Bu süreçte, paydaşların da değişim kararına katkı ve desteği sağlanmalıdır. En önemlisi ise süreçlerle birebir ilişki içinde olan çalışanların değişime karşı dirençlerini kontrol etmek ve en aza indirmektir. Çalışanların dirençlerinin fazla olması, değişim gerçekleşmiş olsa bile verimliliği düşürecek etkiler yaratabilir (Stoica, Chawat ve Shin, 2003: 6).

Çalışanların değişime karşı motive edilmesi aşamasından sonra teknik olarak değişimin bir proje halinde yürütülmesi ve bunun için projenin planlanması aşaması gelmektedir. Bu aşamada, süreç haritaları yardımıyla nasıl bir yol izleneceği belirlenir. Planlama aşamasında genel hatları çizilen değişim mühendisliği projesinin; programlanma aşamasında, hedeflenen noktaya ulaşmak için yeni süreçlerin tasarımı, süreçlerin karşılaştırılması, kullanılacak teknikler, işgücü maliyet hesaplamaları ve en önemlisi zaman hesaplamaları gibi ölçümler yapılarak program dâhilinde uygulama aşamasına geçilir.

Uygulama sonucunda ortaya çıkan performans ile hedef karşılaştırılarak başarı durumu ortaya konulur. Bu aşamadan sonra süreçlerin, sürekli iyileştirme programına dâhil edilerek güncel kalması sağlanır.

### III. Literatürde Değişim Mühendisliğinde Simülasyon Tekniğinin Kullanımıyla İlgili Yapılan Çalışmalar

Değişim mühendisliği çalışmalarında kullanılan tekniklerle ilgili yaptıkları çalışmada Kettinger vd. (1997) on bir kategoride bu teknikleri sınıflamıştır. Bu sınıflamalar değişim mühendisliği tekniklerini anlama ve öğrenme açısından alt sınıflara da ayrılmıştır. Bunları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

- *Proje Yönetimi*: Bütçeleme, Proje Programlama (PERT, CPM, Gantt)
- *Problem Çözme Teknikleri*: Balık Kılıcı Diyagramı, Pareto Diyagramı, Öğrenme Eğrileri
- *Müşteri İhtiyaçları Analizi*: KFG (Kalite Fonksiyon Göçerimi), Kıyaslama (Benchmarking), Deney Grubu (Focus Group)
- *Süreç Modelleme*: Süreç Akış Diyagramları, IDEF, Rol Diyagramı, Etkileşim Modeli
- *Süreç Ölçümü*: Faaliyet Tabanlı Maliyetleme, İstatistiksel Kalite Kontrolü, Zaman Etüdü
- *Süreç Prototipi ve Simülasyon*: Rol Oynama (Role Playing), Simülasyon Teknikleri
- *Bilişim Sistemleri Analizi ve Tasarımı*: Yazılım Değişim Mühendisliği, CASE, JAD/RAD
- *İş Planı*: Kritik Başarı Faktörleri, Değer Zinciri Analizi, Esas Süreçlerin Analizi
- *Yaratıcı Düşünme*: Beyin Fırtınası, Uzmanların Görüşü, Delphi Tekniği, İlişki Diyagramı
- *Örgütsel Analiz ve Tasarım*: Çalışanların Birey Olarak Ve Takımların Davranışlarının Değerlendirilmesi, İş Tasarımı, Takım Kurma Teknikleri
- *Değişim Yönetimi*: Konferans Arama, Varsayımları Kaldırma

Değişim Mühendisliği uygulamalarında kullanılan yöntemlerle ilgili olarak 1993 – 2000 yılları arasında yapılan çalışmaları inceleyen Gunasekaran ve Kobu (2002)'ya ek olarak yine aynı yıllar içerisinde yapılan bazı çalışmalar da eklenmiş ve bu çalışmalarda kullanılan modellerin hangi alanlarda kullanıldıkları ve çalışmanın yazarları Tablo 1'deki gibi belirtilmiştir:



**Tablo 1:** 1993 – 2000 Yılları Arasında Uygulanan/Geliştirilen Değişim Mühendisliği Modelleme Teknikleri

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Üretim sistemleri tasarımı	Kavramsal modeller ve amaca göre süreç modeli	Manley (1993)
Üretim sistemleri tasarımı	Simülasyon	Mujtaba (1994)

*Tablo 1. 'in devamı...*

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Hastane işlemlerinde değişim mühendisliği	Kavramsal modeller	Strasen (1994)
Üretim sistemleri tasarımı	IDEF modeli	Kusiak vd. (1994)
Muhasebe veritabanı sistemi	Nesneye dayalı ve bilgiye dayalı modeller	Chen vd. (1995)
Kooperatif çalışması	Kavramsal Model	Yu ve Mylopoulos (1995)
Materyal yönetimi (MRP)	Simülasyon	Back ve Lansford (1995)
Askeri hastane uygulaması	Medikal grup kavramsal uygulama modeli	McGee ve Hudak (1995)
Yazılımda değişim mühendisliği	Simülasyon modeli	Wilkening vd. (1995)
Hava taşıtları üretimi	Bilgi tabanlı sistemler (karar destek sistemleri)	Xia (1995)
Karar destek sistemleri	IDEF ve KFG (QFD)	Sarkis ve Liles (1995)
Otomasyon uygulamaları	Mantıksal şemalar	Semmel ve Winkler (1995)
Rekabetçi üretim modeli için işletme entegrasyonu	Nesneye dayalı model	Rolstadas (1995)
Taşıt kredisi işlemleri	Bilgisayar simülasyonu	Cvetkovski vd. (1996)
Mal/hizmet portföyünde orta yönetim kararları	Amaca göre süreç modeli, Bilgisayar destekli sistem	Manley (1996)
Üretim veritabanı	Simülasyon	Pugh (1996)
İletişim sektöründe şebeke ürün geliştirme	Kavramsal model	Malhotra vd. (1996)

Tablo 1. 'in devamı...

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Üretim sistemi yapısı	Kavramsal örgüt ve bilgi akışı modeli	Thomas ve Davies (1996)
Süreçlere değişim mühendisliği uygulaması	Petri-Şebeke modeli	Van der Aalst ve Vanhee (1996)
Süreç değişim mühendisliği	Meta analizi ile modelleme oluşturulması	Jarzebek ve Link (1996)
Süreç tasarımı	Değişim mühendisliği karar destek sistemleri	Aldowaisan vd. (1996)
Sipariş zamanını kısaltma	ABC analizi	Huttner ve Kernler (1996)
Alacak süreci	Yapay zekâ modeli	Yu ve Mylopoulos (1996)
Radyo altyapısı	EFQM model,	Bowden (1996)
Çelik Fabrikası	IDEF	Yusuf ve Smith (1996)
Çevrim zamanının kısaltılması	Stokastik modeller, Markov zinciri modeli, Kuyruk modeli	Miltenburg ve Sparling (1996)
Örgütsel yapı	Kavramsal model (süreç yeniden yapılanması)	Teng vd. (1996)
Üretim süreçleri ve işçi verimliliği	Simülasyon	Lyu (1996)
Grup ve bireyler arası bilgi akış sürecinin otomasyonu	Bilgi akış modeli ve simülasyon	Hsu ve Kleissner (1996)
Akıllı banka değişim mühendisliği sistemi	IDEF tekniği kullanılarak bilgi tabanlı sistem	Min vd. (1996)
İş akış yönetimi	İş akış değişim mühendisliği metodolojisi	Sharon vd. (1997)
Yazar kasa makinesi, yararı ve posta hizmeti	Simülasyon	Hunt vd. (1997)

Tablo 1. 'in devamı...

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Üretim	Proje yönetim teknikleri	Narasimhan ve Jayaram (1997)
Sağlık ocakları düzenlemesi	Esnek sistem metodolojisi	Chan ve Choi (1997)
Genel değişim mühendisliği uygulaması	Bilgi teknolojileri	Wyatt ve Kletke (1997)
İş süreç modellemesi – otel müşteri hizmetleri	Nesneye dayalı model, bilgi teknolojileri	Wang (1997)
Üretim sistemleri	IDEF, Hücresel üretim	Jones vd. (1997)
Kamu hizmetleri	Karar destek sistemleri	Aldowaisan vd. (1997)
İş süreçleri değişimi	IDEF ve KFG (QFD)	Kettinger vd. (1997)
Değişim mühendisliği stratejilerinin ve teknolojilerinin seçimi	Karar destek sistemleri	Crowe vd. (1997)
Telefon santrali süreci	Simülasyon	Giannini vd. (1997)
Mühendislik tasarım süreci	Nesneye dayalı model	Wright ve Yu (1998)
Tedarik zinciri	Simülasyon	Cho vd. (1998)
Değişim mühendisliği, iş süreçleri entegrasyonu	Bilgi Teknolojileri	Teng vd. (1998)
Tedarik zinciri süreci	Simülasyon	Fowler (1998)
Karakol nezaret süreci	Simülasyon	Greasley ve Barlow (1998)
Değişim mühendisliği, süreç analizi	Süreç iş akış modeli	Castano vd. (1999)
Finansal hizmetler	Bilgi teknolojileri (ERP)	Larsen ve Myers (1999)
Değişim mühendisliği, değişim yönetimi	Proje yönetimi	Grover (1999)
Basımevi	Nesneye dayalı model	Völkner ve Werners (2000)
Hizmet sektörü	Grup teknolojisi, grup karar destek sistemi	Corbitt vd. (2000)

**Kaynak:** Gunasekaran ve Kobu, 2002; 2529

Bu çalışmanın da kapsamında olan simülasyon, gerçekte var olan bir sistemi gözlemlemek için yapılacak en iyi tekniktir. Bu teknik, bilgisayar modelini çalıştırarak sistemin işleyişi hakkında gerekli ve geçerli bilgilerin toplanarak sistemin optimum tasarımını sağlar (Taha, 2000:665). Değişim mühendisliğine başlarken yeniden tasarımı yapılan sürecin sistem içerisindeki performansının öngörüsünü sağlamada ve bu öngörüden hareketle uygulama içerisindeki faaliyetlerin modellenmesi ve analizinde çok önemli bir rol

oynamaktadır. Etkin bir maliyet sunan simülasyon modellemesi hızlı bir şekilde alternatifleri ortaya koymayı ve probleme daha hızlı ve anlaşılabilir çözüm bulmayı sağlamaktadır. Grafik gösterimlerle de iş süreçlerinin daha somut bir şekilde izlenmesini sağlayan simülasyon tekniği, tüm kullanıcılar tarafından anlaşılabilir olmaktadır.

Greasley ve Barlow (1998) eserlerinde değişim mühendisliği projelerinde iş süreçlerinin simülasyon tekniği ile öngörüsünün yapılmasını;

- İş süreçlerinin anlaşılmasını,
- Değişim sürecinin tanımlanmasını,
- Süreç vizyonunun geliştirilmesini,
- Yeni sürecin tasarlanmasını ve prototipinin hazırlanmasını
- Teklif edilen değişime etki eden anahtar performans ölçütlerinin belirlenmesini sağladığını belirtmişlerdir (Greasley ve Barrow, 1998: 980).

Süreç modellemesinde simülasyon yönteminin kullanılmasının nedeni aşağıdaki gibi özetlenebilir (Vuksic vd., 2002: 733):

- Süreç dinamiklerinin modellenmesine olanak sağlar,
- Süreç geliştirmede kullanılan rastlantısal değişkenlerin etkisini ortaya koyar,
- Değişim mühendisliğinin etkilerinin daha evvelden kantitatif olarak ortaya konmasını sağlar,
- Yazılımların grafik özellikleri sayesinde sürecin canlı bir şekilde izlenmesine olanak sağlar,
- Simülasyon modelleri, müşteri ya da proje kullanıcısı ile analizi ya da uygulamayı yapan kişi ya da kişiler arasında iletişimi kolaylaştırır.

Simülasyon yazılımlarının kullanılmasıyla ilgili olarak yaptıkları çalışmada Greasley ve Barlow (1998), ARENA bilgisayar programını kullanarak bir karakolda bilgi teknolojileri uygulamalarıyla beraber yaşanacak değişimin simülasyon tekniğiyle öngörüsünü yapmışlardır. Greasley (2004) polis merkezlerine bildirilen trafik kazalarının raporlama sürecinde daha hızlı belge ve bilgi akışı sağlamak ve sürücülere güvenli bilgiler vermek amacıyla değişim mühendisliği projesi başlatarak süreçlerin ARENA programıyla simülasyonunu yapmıştır. Böylelikle süreç sonunda karakol çalışanlarından üst düzey yetkililere kadar trafik kazalarının istatistikleri ve kaza bilgileri daha hızlı ve etkin bir şekilde aktarılmıştır. Aynı yazılım programını kullanan Landeghem ve Beuselinck (2002), bir havaalanındaki uçağa alınıp zamanlarının azaltılması için sürece değişim mühendisliği uygulamışlar ve bunun öngörüsünü bilgisayar yazılımıyla oluşturdukları modellerde elde ederek uygulamayı gerçekleştirmişlerdir. Cvetkovski vd (1996) ise ARENA programıyla otomobil almak isteyen tüketicilerle, otomobil bayii ve otomobil kredisi veren banka arasındaki süreci modelleyerek değişim mühendisliği uygulamışlardır. Burada

sağlanmak istenen, bankadan rahatlıkla elde edilebilecek krediyle tüketicinin otomobil alma kararını rahatlatmaktır. Bunun tam tersi olarak kredi sürecindeki zorluklar ve kısıtların kişilerin alım kararını da etkileyeceğidir. Lee ve Elcan (1996) ise bir telekomünikasyon şirketinin teknoloji gelişimi yaparak ana süreçlerine uyguladıkları değişim mühendisliği projesini eserlerinde incelemişlerdir. Bu projenin amacı, müşteri sadakatini geliştirmek, maliyet etkinliği sağlamak ve verilen hizmetin verimliliğini artırmaktır. Bunun için SimProcess programında süreçlerin modellemesini yaparak değişimden sonra amaçlarına ne kadar ulaşacaklarının öngörüsünü yapmışlardır. Giannini vd (1997) de yine SimProcess bilgisayar yazılımını kullanarak bir kamu hizmet işletmesi için telefon santral süreçlerinin ve iş akışının değişimini gerçekleştirmişler, böylelikle gelirlerin ve müşteri memnuniyetlerinin yükselmesini ve kaynak kullanımının optimize edilmesini sağladıklarını öngörmüşlerdir. Yukarıda incelenen eserlerdeki uygulamalar aynı zamanda hizmet işletmelerinde değişim mühendisliği projelerinin ve bu projelerde simülasyon tekniğinin kullanılmasına da örnek teşkil etmektedir.

Bhaskar vd. (1994) IBM firmasıyla ortak tasarlanan BPMAT (Business Process Modeling and Analysis Tool) yazılımını, değişim mühendisliği uygulamacılarına süreç alternatiflerinin denenmesini ve öngörüsünün yapılmasını sağlayan bir araç olarak önermişlerdir. Chan ve Jiang (2001) ise bir saat üreticisi firmanın, süreç alternatifleri arasında Esnek Üretim Sistemlerini, üretim hattından başlayarak montaj, paketleme ve dağıtım süreçlerine uygulayacağı değişim kararı ile ilgili olarak, değişim mühendisliği projesinin ARENA bilgisayar yazılımıyla modellemesini yaparak öngörü sağlamıştır.

Barnes ve Laughery (1997) eserlerinde, Micro Saint simülasyon yazılımının üretim, insan kaynakları, ergonomi gibi kullanım alanlarına değinerek değişim mühendisliği projelerinde de simülasyon tekniğinin kullanılabilmesinin ve bu tekniğin avantajlarının bilgi teknolojilerini kullanarak nasıl daha hızlı bir şekilde geri dönüşüm kazandığının altını çizmişlerdir.

Back ve Bell (1995) Monte Carlo Simülasyon Yöntemini kullanarak bir işletmenin malzeme ihtiyaç planlaması, malzeme satın alınması, satın alınan malzemenin kontrolü ve ödeme emri ile ilgili süreçlere değişim mühendisliği uygulamışlardır. Çalışmanın sonucu olarak karmaşık süreçlere uygulanan değişim mühendisliğinde, kullanılan simülasyon tekniğinin öneminden bahsetmişlerdir. Ayrıca, kullanılacak bilgi teknolojileri ile beraber sistemi oluşturan parçaların her biri arasındaki ilişkiyi ve bir bütün olarak sistemi analiz etmeyi sağlayarak gerçek iş akışına benzer sonuçlara ulaşılacağını belirtmişlerdir.

Küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin üretim süreçlerinde de simülasyon yönteminin uygulanabileceğini belirten O’Kane vd. (2007), bir işletmenin üretim süreçlerini, değişim mühendisliği projesi çerçevesinde yeniden tasarlayarak Toplam Kalite Yönetimi teknikleriyle geliştirilmesini

sağlamıştır. Amaç, stratejik bir yön olarak üretimde verimliliği arttırmak ve kaynakların israf edilmesini önlemektir. Değişim mühendisliği projesinin uygulanmasında üretim süreçleri bir simülasyon yazılımında modellenerek makine ve teçhizatın kullanımı, üretim şekli ve niceliği, malzeme akışı, darboğazların olduğu yerler ve alternatif süreç ve ekipmanlar hakkında bilgi sağlanmıştır.

Değişim mühendisliği uygulamaları içerisinde simülasyon tekniğinin kullanım alanı sadece süreçlerin modellenip süreç akışının görüntülenmesi ve izlenmesi değil aynı zamanda süreçlerle ilgili her türlü maliyetin de öngörüsünün yapılmasıdır. Bununla ilgili olarak bisiklet montajı yapan bir işletmede FEMOS (Fertigungs und Montage Simulator) simülasyon programıyla maliyet simülasyonu yapan Zülch ve Brinkmeier (1998) üretim maliyetlerinin tahminlemesinde kullandıkları simülasyon aracıyla gerçeğe yakın sonuçlar aldıklarını belirterek kantitatif verilerin varlığının karar sürecinde etkin rol oynadığının ve böylelikle teknik ve örgütsel anlamda yatırımın ger dönüşünün önceden tahmin edilebildiğinin ve finansal risklerin en aza indirilebildiğinin altını çizmişlerdir.

#### **IV. Uygulama**

Çalışmanın amacı literatürde de bahsedilen ve uygulamalarda da çoğunlukla karşılaşılan değişim mühendisliği uygulamalarındaki başarısızlığın nedenlerini görmede bir öngörü sağlayacak simülasyon tekniğinin uygulanmasıyla, işletmelerin gelecekte karşılaştıkları durumları örten sis perdesini aralamasını sağlamak için eski ve yeniden tasarlanan süreç arasında karşılaştırmalı bir analiz yapmaktır. Bu bağlamda işletmelerin ilk önce değişim mühendisliğine uygun olan süreci, diğer bir deyişle değişime ihtiyaç duyan süreci, tespit etmeleri gerekmektedir. Zira her aksayan süreç değişim mühendisliğine ihtiyaç duymayabilir tam aksine küçük iyileştirmelerle etkili sonuçlar alınabilir. Değişim mühendisliği uygulamalarında başarısızlığın ana nedenlerinden birisi bu nedenden dolayıdır.

Çalışmanın uygulama kapsamında tekstil makineleri için yedek parça üreten bir işletme örnek çalışma için ele alınmıştır. İşletmenin isteği üzerine çalışma içerisinde, işletmenin üretim operasyonları isim olarak belirtilmemiştir. Buna göre işletmeden elde edilen veriler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Tabloda her bir operasyonda bir işlem ve bu işlemi gerçekleştiren bir tezgâh bulunmaktadır.

Bu tezgâhların girdileri işleme süreleri “operasyon süresi” olarak parçaların o tezgâha gelene kadar kat ettiği mesafe ise metre cinsinden “katedilen yol” olarak belirtilmiştir. Tablo 2’de belirtilen bu sürelerin içerisinde bazı tezgâhların (Tezgâh 4, 7, 8 ve 9) başka süreçler tarafından kullanılması dolayısıyla parçanın işlenmesi için yapılan hazırlık (set up) süreleri de eklenmiştir.

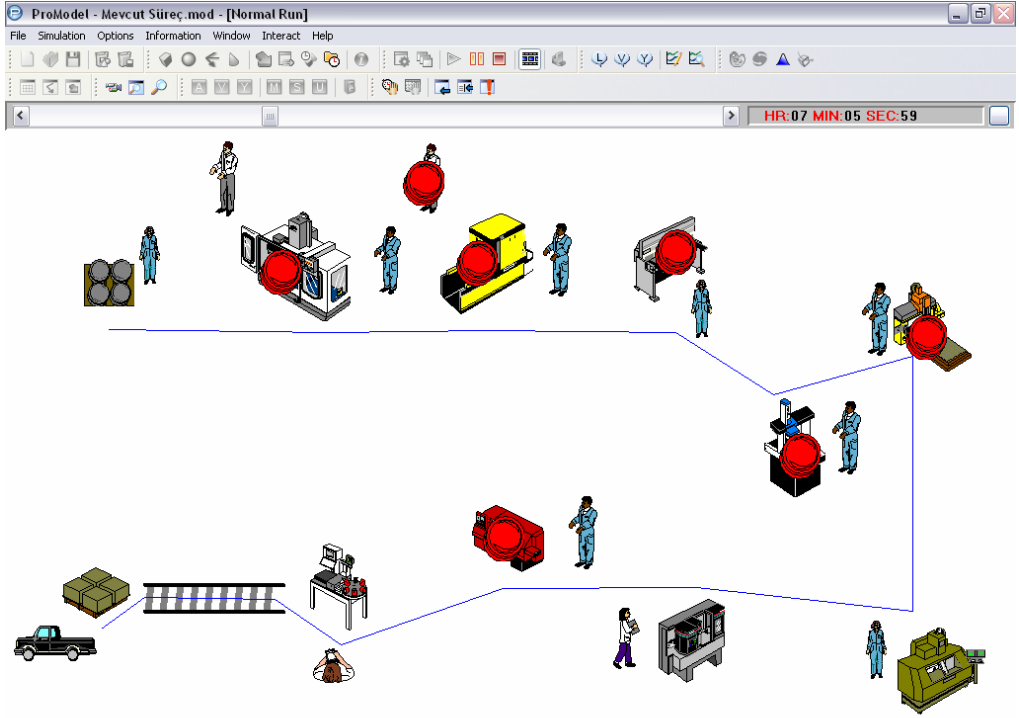
Operasyon 1 başlangıç işlemi olduğundan katedilen mesafe 0 ve parçanın bu tezgâhta işlenme süresi ise 98 saniye olarak belirtilmiştir. Operasyon 5 ve

Operasyon 10 tezgâhları kendinden bir önceki tezgâhlarla bitişik durumda olduğundan yine katedilen yol 0 olarak belirtilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere bazı tezgâhlar birbirinden oldukça uzakta konumlandırılmışlardır. Bu nedenle bir parçanın işlendikten sonra diğer tezgâha kadar gidene kadarki geçirdiği süre yani taşıma süresi diğerlerine göre fazla olacaktır. Bu durum operasyon sürelerine ek olarak parçanın son aşamaya gelene kadar geçirdiği süreyi de uzatacaktır. Sonuç olarak birim zamanda elde edilecek parça sayısı azalmış olacaktır.

**Tablo 2:** Yedek Parça Üretim Sürecindeki Operasyonların Süreleri ve Operasyonlar Arasındaki Mesafeler

<b>Operasyon</b>	<b>Operasyon Süreleri (saniye)</b>	<b>Katedilen Yol (metre)</b>
Operasyon 1	98	0
Operasyon 2	115	3
Operasyon 3	36	2
Operasyon 4	63	45
Operasyon 5	76	0
Operasyon 6	148	5
Operasyon 7	76	55
Operasyon 8	27	30
Operasyon 9	15	40
Operasyon 10	15	0
<b><i>TOPLAM</i></b>	<b><i>669</i></b>	<b><i>180</i></b>

Yukarıda özetlenen veriler ışığında ProModel 7.0 simülasyon programıyla yapılan simülasyon sonucu elde edilen istatistiki veriler, fabrikanın gerçek durumdaki gibi günde 16 saat çalıştığı varsayılarak elde edilmiştir. Sonuç olarak simülasyon programıyla elde edilen yedek parça üretimi günde 385 adet iken gerçek fabrika ortamında 380 olarak gözlemlenmektedir. Bununla beraber fabrikada bu yedek parçanın üretim sürecinde 8 operatör olmak üzere 12 çalışan bulunmaktadır.



Şekil 5: Mevcut Sürecin Simülasyon Programında Gösterimi

16 saatlik simülasyon tamamlandığı anda toplam 385 parça sistemden çıkmış olup 7 parça ise hala sistemde işlenmek üzere beklemektedir. Bir parçanın ortalama sistemde kalış süresi 1060,38 saniye, ortalama taşıma süresi 79 saniye ve bir parçanın işlenme süresi de 682 saniye olarak bulunmuştur. Kapasite yetersizliği nedeniyle parçanın sistemde bekleme süresi ise 299,38 saniyedir.

Bu bilgiler ışığında işletmenin arzu ettiği istenilen üretim kapasite artışına ulaşmak için sistemdeki değer yaratmayan tüm faaliyetleri ortadan kaldırmak ve sistemde faydalı hale getirmek gerekmektedir. Görüldüğü gibi taşıma ve bekleme süreleri birçok aylak zamana neden olmaktadır. Bunun için elde bulunan tezgâhlar kapasite olarak yeterli olduğunda bunların arasındaki mesafe ve yapacakları işin çeşitliliğine göre sıralamak hem süreci kısaltacak hem de üretim hızını artıracaktır. Bu nedenle yedek parçanın üretimi için bir hücre sistemi oluşturmak hem tezgâhlar arası katedilen yolu azaltmada hem de çalışacak operatör sayısını azaltmada önemli faydalar yaratacaktır. Bunun yanı sıra fabrikadan elde edilen bir başka bilgi ise bazı tezgâhların özellikleri gereği birbiri ile benzer nitelikli işleri yaptırmasıdır. Bu bilgi yeni sistem tasarımı yapılırken tezgâhlardan maksimum seviyede faydalanılacak şekilde sürecin

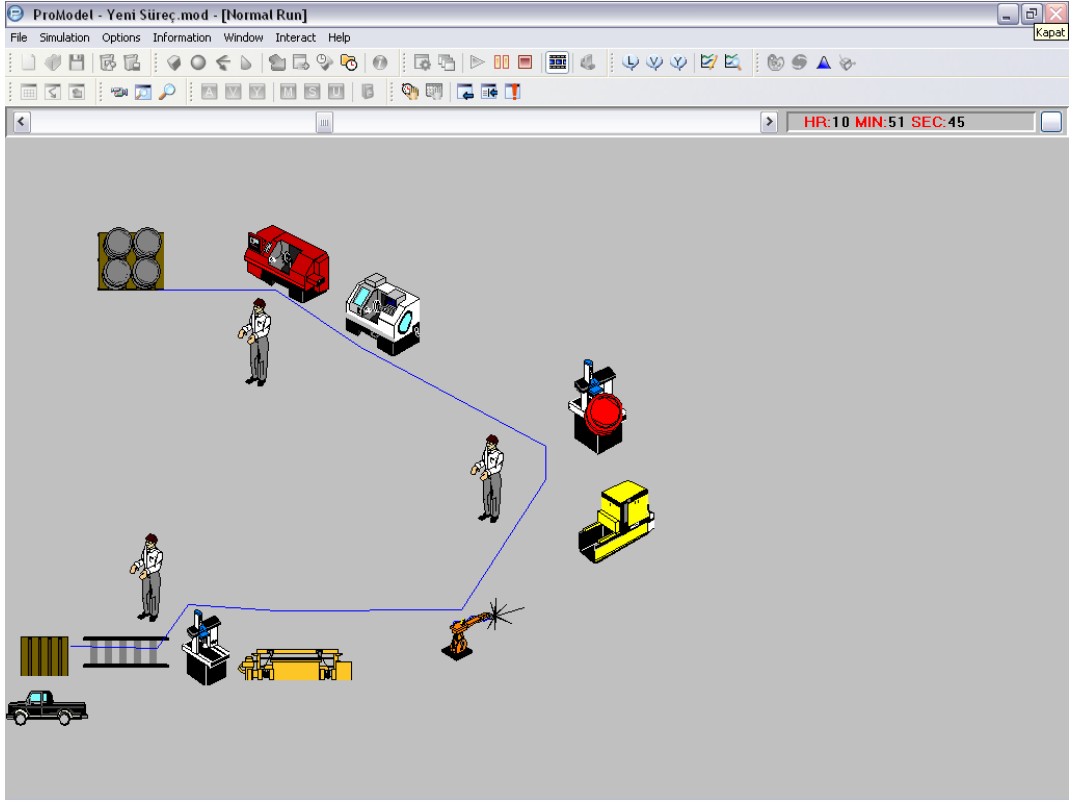


tasarlanmasını sağlayacaktır. Buradan hareketle işletme üretim sorumlularının da deneyimleriyle süreç yeniden ele alınmıştır.

**Tablo 3:** Yeniden Tasarlanan Yedek Parça Üretim Sürecindeki Operasyonların Süreleri ve Operasyonlar Arasındaki Mesafeler

<b>Operasyon</b>	<b>Operasyon Süreleri (saniye)</b>	<b>Kat edilen Yol (metre)</b>
Operasyon 1	84	0
Operasyon 2	20	1
Operasyon 3	66	0
Operasyon 4	60	2
Operasyon 5	15	0
Operasyon 6	5	1
Operasyon 7	76	4
Operasyon 8	34	0
<b><i>TOPLAM</i></b>	<b><i>360</i></b>	<b><i>8</i></b>

Bu süreç tasarlanırken tezgâhların arasındaki mesafelerin en aza indirilmesi, bunu yaparken makinelerin yaptıkları iş bakımından birbirleri ile entegrasyonunun sağlanması için hücresel bir üretim tarzı benimsenmiştir. Hücresel Üretim Sistemi, parçaların, parça aileleri biçiminde ve makinelerin, makine hücreleri biçiminde gruplandığı bir üretim sistemidir. Parça tasarımı ve üretim özelliği benzerliği kümelemeyi başarabilmek için kullanılmaktadır (Gökşen ve Erdem, 2002: 7). Buna göre mevcut süreçte bulunan bazı operasyonlar birleştirilerek süreçte aktif olarak kullanılan tezgâhların bakımları ve kalibrasyonlarının yapılmasıyla beraber üretim aşamasında hattın durması ve böylelikle oluşan aylak zamanın minimuma indirilmesi ve hatta ortadan kaldırılması amaçlanmıştır.



Şekil 6: Yeni Sürecin Simülasyon Programında Gösterimi

Öncelikle yeni tasarlanan üretim süreci için üretim sürecindeki tezgâhlar, bir hücre olarak gruplanmıştır. Bu gruplama yapılırken tezgâhların en verimli bir şekilde kullanılması amacıyla yapılan işlemlerin sırası değiştirilmiş ve böylelikle operasyon sayıları da azaltılmıştır. Örneğin mevcut süreçte, yedek parçanın üzerine vurulan marka ve seri numara damgası en son tezgâhta yapılırken tasarlanan süreçte bu işlem dördüncü tezgâhtaki baskı ünitesi vasıtasıyla yapılmaya başlanmış ve böylelikle parçanın ve tezgâhın tekrar işleme hazırlanması gibi süre kayıpları ortadan kalkmıştır. Sekiz operasyonda yer alan tezgâhlarda 3 operatörün yeterli olacağı öngörülmüştür. Bu operatörler de birbirleriyle öncüllük ardılık ilişkisi bulunan makinelerin entegrasyonu ile oluşturulan hücrelere atanmıştır.

Simülasyon tamamlandığı anda toplam 477 parça sistemden çıkmış ve bir parçanın ortalama sistemde kalma süresi 356 saniye olarak hesaplanmıştır. Bunun yanında yeni hücre tipi süreçte parçanın sistemde işlemde geçirdiği süre 353 saniye, ortalama taşıma süresi 1 saniye ve sistemdeki duraklamalar nedeniyle bekleme süresi ise 2 saniye olarak bulunmuştur.

**Tablo 4:** Yeniden Tasarlanan Hücresel Tip Sürecin Simülasyon Sonuçları

	<b>Yeni Süreç</b>	<b>Mevcut Süreç</b>
Tamamlanan mamuller	477 adet	385 adet
Ortalama taşıma süresi	1,00 saniye	79,00 saniye
Ortalama parça işleme süresi	353,00 saniye	682,00 saniye
Duraklamalar nedeniyle bekleme süresi	2,00 saniye	299,38 saniye
Ortalama sistemde geçen zaman	356,00 saniye	1060,38 saniye
Katedilen mesafe	8 metre	180 metre
Çalışan sayısı	3	12

Tablo 4'te mevcut süreç ve yeniden tasarlanan sürecin simülasyon sonuçları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Tezgâhlar arasındaki mesafelerin kısalması ve hatta bazı tezgâhlar birleştirilmesiyle parçanın sistemde taşımada geçen süresi oldukça kıaldığı görülmektedir. Bu dolaşımın olmaması fabrika içi yerleşime de olumlu yönde etki yapmaktadır. Bazı tezgâhların donanım özelliklerinin tamamına yakını kullanıldığı için benzer özellikli tezgâhlar süreçten çıkartılmıştır. Süreçte parçanın dolaşacağı tezgâh sayısı azalmış ve hücre tipi üretime geçildiği için tezgâhların ortak kullanımını olmadığından hazırlık (set up) süresi ortadan kalkmış böylelikle de parçanın işlem süresinde kısalma görülmüştür. Bu durum parçanın sistemde kalma süresine de etki etmiş ve toplam etki de 16 saatlik simülasyon sonucunda çıktı sayısındaki artışta görülmüştür.

## V. Sonuç

Müşterilerin isteklerinin çeşitlenmesi, küreselleşme ile birlikte rekabetin artması işletmeler için değişimi kaçınılmaz hale getirmiştir. İşletmeler daha önce kullandıkları süreçlerle sektörde rekabet edebilmek için sürekli iyileştirme yapmak durumundadırlar. Sürekli iyileştirmenin atık süreçler üzerinde bir etkisinin kalmadığı yerde sürecin tekrar gözden geçirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bunun için değişim mühendisliği uygulamaları gündeme gelmiştir. Ancak değişim mühendisliği uygulamalarını gerçekleştirmek, ilk ortaya çıktığı 90'lı yıllardan günden bugüne kadar geçen süre içerisinde büyük başarısızlıklarla sonuçlanmıştır. Bunun başlıca iki nedeni, işletmelerin değişim mühendisliğine ihtiyaçları olup olmadığını tahlil edememeleri ve baştan yaratılan süreçlerin sonuçlarını tahmin edememeleridir.

İşletmelerin süreçlerini iyi analiz etmeleriyle birlikte nasıl bir değişim geçirmeleri gerektiği ile ilgili bilgiler rahatlıkla sağlanabilir. Ancak yeniden tasarlanan sürecin sonunda beklenen performansın elde edilip edilemeyeceği ise iyi bir tahminin ötesinde sistemi birebir gözlemlemekle elde edilmektedir.

Uygulamaya konu olan tekstil makineleri yedek parça üreticisi işletme, tedarikçisi olduğu işletmelerin ihtiyacını karşılamak için kapasitesini arttırmayı amaçlamaktadır. Eğer bunu gerçekleştiremezse pazardaki payı düşme eğilimine girecektir. İşletmenin mevcut süreç analizi simülasyon modeli kurularak yapılmıştır. Elde edilen bilgiler ve istatistikî veriler ışığında tekstil makineleri

için ihtiyaç olunan bir yedek parçanın sürecinde birçok aylak zaman ve katma değer yaratmayan faaliyetler tespit edilmiştir. Katma değer yaratmayan bu faaliyetlerin iyileştirmelerle çözülemeyeceği ve böylelikle süreçlerde yeniden yapılanma kararı alınması gereği ortaya çıkmıştır. Bu yeniden yapılanma uygulamasında hücrenel bir üretim tarzının uygun olacağı belirlenmiş ve üretimle ilgili işlemler ve tezgâhlar gruplandırılmıştır.

Yeniden yapılanma uygulamasına öngörü sağlayan simülasyon programıyla işletmelere değişimi yönetmede kolaylık sağlandığının gösterilmesi amaçlanmıştır. Değişim gerçekleştirilirken işletmenin ana faaliyetleri göz önünde bulundurularak bir tasarım yapılması gerekmektedir. Bunun için simülasyon programlarıyla birçok senaryo denenebilir ve farklı açılardan süreç incelenebilir. Uygulama kapsamındaki işletmede hücrenel bir üretim sistemi, işletmenin faaliyeti ve sahip olduğu alan açısından uygun olduğu için benimsenmiştir. Ancak daha iyi sonuçlar verebilecek üretim sistemi simülasyon programı aracılığıyla sanal bir halde uygulanarak sistem çıplak gözle görülebilir. Böylelikle üretim sistemi, işletmenin sahip olduğu özelliklere göre uygulanarak optimum fayda elde edilecektir. Simülasyon, değişimi yönetmede kolaylık sağlayan bir araç ve kurulan sürecin kontrol birimi olarak uygulamacılara fayda sağlayacaktır. Bunun yanı sıra değişimin sürekli oluşu göz önüne alındığında, sistem kurulurken değişime kolay adaptasyon sağlayabilecek şekilde bir esnekliğe sahip olmalıdır.

İlerleyen aşamalarda bu değişimin uygulanmasıyla beraber öngörünün gerçekleşmesi ve sapmaların giderilmesi için optimizasyon çalışmaları yapılabilir.

#### **KAYNAKÇA**

- BACK W. Edward, Lansingford C. Bell (1995), Monte Carlo Simulation as a Tool for Process Reengineering, Journal of Management in Engineering, September/October.*
- BARNES Catherine Drury, K. Ronald Laughery (1997), Advanced Uses for Micro Saint Simulation Software, Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference, U.S.A.*
- BHASKAR R., H.S. Lee, A. Levas, R. Petrakian, F. Tsai, B. Tulskie (1994), Analysing and Reengineering Business Processes Using Simulation, Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference, Lake Buena Vista, Florida.*
- CHAN Felix T. S., Bing Jiang (2001), The Application of Flexible Manufacturing Technologies in Business Process Reengineering, The International Journal of Flexible Manufacturing Systems, 13.*
- CVETKOVSKI Bill J., Max T. Nutkowitz, Kenneth R. Morrison (1996), Modeling Car Dealership Credit Operations Using Arena as a Business Process Reengineering Demonstration, Computers and Industrial Engineering, Vol. 31, No: 1 – 2.*
- GIANNINI Paul J., Frits H. Grupe, Robert M. Saholsky (1997), Reengineering Through Simulation Modeling: Optimizing a Telephone Ordering System at GPO, Information Management Systems Management, 14:3.*
- GREASLEY Andrew (2004), A Redesign of a Road Traffic Accident Reporting System Using Business Process Simulation, Business Process Management Journal, Vol: 10, No: 6.*

- GREASLEY Andrew, Stuart Barlow (1998), *Using Simulation Modeling for BPR: Resource Allocation in a Police Custody Process*, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol: 18, No: 9/10.
- GÖKŞEN Yılmaz, Sabri Erdem (2002), *Hücreyel Üretim Sisteminde Makine-Parça Ailelerinin Oluşturulmasında Dengeli Talep-Kapasite ve Dengesiz Talep-Kapasite Durumunun Analizi*, *Conference: Small and Medium Sized Enterprises in the 21. Century: Problems, Opportunities and Solutions*, 3 – 4 Ocak 2002, Kıbrıs.
- GUNASEKARAN A., B. Kobu (2002), *Modeling and Analysis of Business Process Reengineering*, *International Journal of Production Research*, Vol: 40, No: 11.
- HAMMER Michael (1990), *Reengineering Work: Don't Automate, Obliterate*, *Harvard Business Review*, July – August.
- HAMMER Michael (2004), *How Operational Innovation Can Transform Your Company?*, *Harvard Business Review*, April.
- HAMMER Michael ve James Champy (1994), *Değişim Mühendisliği: İş İdaresinde Devrim İçin Bir Manifesto*, Çev: Sinem Gül, Sabah Yayıncılık, 2. Baskı, İstanbul.
- HAMMER Michael ve A. Steven Stanton (1995), *Değişim Mühendisliği Devrimi: Ne Yapmalı, Ne Yapmamalı?*, Çev: Sinem Gül, Sabah Yayıncılık, İstanbul.
- KETTINGER W.J., J.T.C. Teng, S. Guha (1997), *Business Process Change: A Study of Methodologies, Techniques and Tools*, *MIS Quarterly*, March.
- LANDEGHEM H. Van, A. Beuselinck (2002), *Reducing Passenger Boarding Time in Airplanes: A Simulation Based Approach*, *European Journal of Operational Research*, 142.
- LEE Youngho, Amie Elcan (1996), *Simulation Modeling for Process Reengineering in the Telecommunications Industry*, *Interfaces*, 26: 3, May – June
- LOVE P. E. D., A. Gunasekaran (1997), *Process Reengineering: A Review of Enablers*, *International Journal of Production Economics*, 50.
- BOLENSKY Nick (1994), *Practical Business Re-Engineering: Tools and Techniques for Achieving Effective Change*, Guildford and King's Lynn, Biddles Ltd., Great Britain.
- O'KANE James, Antonios Papadoukakis, Davis Hunter (2007), *Simulation Usage in SMEs*, *Journal of Small Business and Enterprise Development*, Vol. 14 No. 3.
- STOICA Mihail, Nimit Chawat, Namchul Shin (2003), *An Investigation of the Methodologies of Business Process Reengineering*, *Proceeding in ISECON 2003*, San Diego.
- TAHA Hamdy A. (2000), *Yöneyem Araştırması*, 6. Basımdan Çeviri, Çev: Ş. Alp Baray ve Şakir Esnaf, 1. Basım, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- VUKSIC Vesna Bosilj, Mojca Indihar Stemberger, Jurij Jaklic, Andrej Kovacic (2002), *Assessment of E-Business Transformation Using Simulation Modeling*, *Simulation*, Vol: 78, Issue: 12, December.
- ZÜLCH Gert, Bernd Brinkmeier (1998), *Simulation of Activity Cost for the Reengineering of Production System*, *International Journal of Production Economics*, 56 – 57.

