Yönetim Bilimleri Dergisi/Journal of Administrative Sciences
Cilt / Volume: 15, Sayı / N: 30, ss. / pp.: 275-295, 2017

Simülayon Methodu ile Değişim Mühendisliği

Mine ŞENEL* & Bilgin ŞENEL** & Yaprak AKAN***

Özet
Bu çalışmanın amacı, Türk Ağır Sanayinin lokomotifi olarak hizmet veren Türkiye Lokomotif Sanayi A.Ş. (TÜLOMSAŞ) vagon fabrikasının 14 adet tezgah ve 30 personeli ile boji atölyesinin iş süreçlerinin değişim mühendisliği yöntemlerinden Hammer Champy modeline uygun benzetim modelleri kurularak süreçleri yenilemek, süreçler yenilenirken teknolojiden daha fazla yararlanmak ve bugünden çok daha kaliteli ürünler üretmektir. Bunun için çalışmada en iyi sürecin oluşturulmasında iş süreçleri tasarlanırken fabrikanın kısıtları ve ya uygulanabilirliği olan fakat işletmeye getirisi belirsiz olan tüm iş süreçleri düşünülerek 6 senaryo geliştirilmiş ve bu senaryolara uygun bilgisayar tabanlı ARENA 9.0 Benzetim (Simulasyon) programı kullanılarak modeller oluşturulmuştur. Toplam 12 ay süren değişim Mühendisliği uygulamaları sonucunda, uygulanabilirliği en yüksek, ulaşılmak istenen hedeflere en yakın sonucu veren senaryo seçilerek, tesisin değişim mühendisliği uygulamalarından önce yıllık boji miktarı 2029 adet iken seçilen senaryo ile yıllık boji miktarı 2164 adette çıkarılmıştır. Bu çalışma ile demiryolu sektöründe değişim mühendisliği uygulamaları ile gerçekleştirilecek olan değişimin tüm belirsizlik durumlarını kurulan benzetim modelleri ile yok edip iş süreçlerinin ayrıntılı bir şekilde incelenmesine imkan sağlayacaktır.
Anahtar Kelimeler: *Değişim Mühendisliği, Kamu sektörü, Benzetim Modeli, Hammer Champy Modeli, İş Akışı*

Business Process Reengineering with Simulation Method

Abstract
The aim of this study is to establish the Turkish Lokomotif Sanayi A.Ş., which serves as the locomotive of the Turkish Heavy Industry. (TÜLOMSAŞ) 14 bench, 30 personnel and bogie workshop business process change engineering methods by using simulation models suitable for Hammer Champy model, to renew the processes, to utilize the technology more while renewing the processes and to produce much better quality products. To do this, six scenarios were developed by considering the constraints of the factory and all the business processes which were either feasible, but whose operation was uncertain, and models were created by using the computerized ARENA 9.0 Simulation program in this scenario. As a result of total 12 months of change engineering engineering applications, the scenario giving

* Doç. Dr. Munzur Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü mines@anadolu.edu.tr
** Doç. Dr. Munzur Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü senelbilgin@gmail.com
*** DMO Satın Alma Uzman Yardımcısı yprk_kn@hotmail.com

the closest result to the most applicable targets was selected and the annual bogie amount was increased to 2164 with the scenario selected while the annual bogie amount was 2029 before the change engineering application. With this study, the change that will be realized with the change engineer applications in the railway sector will be able to eliminate all the uncertainty states with the established simulation models and to examine the business processes in detail.
Key words: *Change Engineering, Public Sector, Simulation Models, Hammer Champy Models, Workflow*

GİRİŞ

Üretim sektöründe faaliyet gösteren şirketler bugünlerde örgütsel, siyasi ve diğer değişiklikleri kendi iş süreçlerine uyarlamak için sürekli artan bir baskı altındadır (Davenport and Perez-Guardado, 1999). Bir grup iş süreçlerini yeniden yapılanması olarak bilinen süreç yeniliği teknikleri bu zorlukları aşmak için ortaya çıkarmışlardır (Colin and Rowland, 1996; Davenport and Short, 1990; Grover and Kettinger, 1995; Hammer and Champy, 1993; Kubeck, 1995; Kettinger et al. , 1997a,b).

Bugün iş sürecinin yeniden yapılanması (BPR), kuruluşlar için daha rekabetçi olabilmek ve müşteri odaklı ticari bir ortamda hayatta kalabilmek için yardım eden en önemli sürücülerden biri olarak kabul edilmektedir. BPR örgütsel değişim yönetiminde operasyonel yetenekleri oluşturmak ve stratejik seçenekleri yeniden değerlemek için bir ihtiyaç, yeni pazarlara girmek ve ürün/hizmetleri yeniden belirlemek gibi yeni vizyonlar veya stratejiler içeren stratejik değerlere sahiptir (Thyagarajan and Khatibi, 2004). Wright ve Yu (1998) yeniden yapılanmaya başlamadan önce dikkat edilmesi gereken faktörleri belirlemişler ve yeniden yapılanma için kullanılacak araçlarla bir model geliştirmişlerdir. Kalio ve arkadaşları (1999), sadece 32 yeniden yapılanma projesinden çok az azında iş süreçlerini radikal olarak yeniden dizayn ederken, diğerlerinde mevcut iş süreçlerini sorunsuz bir hale getirmek için çalışmışlardır. Daha sonra yaptıkları çalışmaların sonuçlarına dayanarak, yöneticilerin en uygun yeniden yapılanma stratejilerini seçmesine yardımcı olacak bir çerçeve geliştirdi. Bazı araştırmacılar, yeniden yapılanma projelerinin başarısızlığına katkıda bulunan önemli sorunlardan birinin uygulamadan önce tasarlanan çözümlerin etkisini değerlendirebilecek olan araçların eksikliği olduğunu belirtmişlerdir (Paolucci et al. , 1997).

Yeniden yapılanma ile operasyonel verimliliği artırma için mevcut sistemi tam olarak anlamış olmak gerekir. Bunun için ilk olarak sistemin olduğu gibi gözlenmesi gerekir. Ancak, bir sürecin performans sürelerini anlamak ve sürece olan etkileri gözlemlemek epey zaman alacağından, bu zamanı kısaltması konusunda pek çok uzmanın çalışmasıyla ortaya benzetim çalışmaları çıkmıştır. Simulasyon ve model dizaynı, üretimi artırmak, maliyetleri düşürmek ve üretim kalitesini artırmak için önemli bir araçtır (Kirbira and Mclean, 2002).

Simulasyon bugün sıklıkla üretim sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Birçok araştırmacı çalışmalarında simülasyonu kullanmışlardır. Sağlık sektöründe (Banks, 1998; Edmonds and O'Connor, 1999; Jones

et al., 1997; Law & Kelton, 2000), üretim sektöründe (Elmaraghy, et al, 1998; Chan and Jiang, 2001; Beasler, 2002; Muhl, Charpentier and Chaxel, 2003; Andrew, 2005; Yalçın and Namballa, 2005; Hauser and Paper, 2007; Hani, Amodeo, Yalaoui and Chen, 2008), hizmet sektöründe (Kharwat, 1991; Jaynes, and Hoffman,1994; Stout and Stout, 1995 1996; Jungum and jungum, 2008) ve daha bir çok alan ile reengineering çalışmalarında uygulama alanı bulmuştur.

İncelemeye konu olan süreç modelleri simülasyon yoluyla alternatif işlem senaryoların analizi yapılır ve süreçleri iyileştirmek için en uygun ortamı yaratır. Bu, iş sistemlerinin temellerini anlamayı, değişim fırsatlarını belirlenmeyi ve önerilen değişikliklerin etkisini değerlendirmesini sağlar. Bu yüzden, iş simülasyon modellerinin tasarımı BPR projeleri (Swami, 1995) için simülasyon en uygun araç olarak önerilmiştir. Özellikle simülasyon uygulamaları değişim mühendisliğinin başarısını, Hammer ve Champy'den bugüne başarı yüzdesini hızla yükseltmiştir. Özellikle, bir imalat sisteminin tasarlanması ve geliştirilmesinde karar almada benzetim en iyi desteği sağlayacaktır (Albastro et al, 1995; West et al, 2000).

Bu çalışmada, Osmanlı İmparatorluğu döneminden bugüne çeşitli tipte lokomotif, demiryolu bakım aracı, bojili yük vagonu, çeşitli tipte dizel motor, alternatör, cer motoru, çelik ve pik döküm üreten ve bir devlet teşebbüsü olan Tülomsaş'da üretim süreçlerini günün şartlarında rekabet edebilmesi için, iş süreçlerinde reengineering uygulamaları ile benzetim kullanılarak süreçler yeniden tasarlanmıştır.

DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ ve SİMÜLASYON

Değişim mühendisliği nedir? Bu soruya birçok araştırmacı tarafından tanımı yapılmıştır. Bunlardan H. James Harrington değişim mühendisliğini "Bir organizasyonun iş süreçlerinin işleyişinde belirgin geliştirmeler yapmasına yardımcı olan bir sistematik metodolojisidir." Olarak tanımlarken, Daniel Petrozzo ve John Stepper "kalite, maliyet ve hız yönünden radikal gelişmeler elde edebilmek için organizasyon yapısının, tüm süreçlerin ve tüm bilgi akış sistemlerinin bütünsel olarak yeniden inşa edilmesidir." ve Raymond L. Mangenelli ve Mark M. Klein, stratejik önem taşıyan ve katma değer yaratan iş süreçlerinin, organizasyondaki yapı, sistem ve politikaların performansı artıracak şekilde radikal ve hızlı bir şekilde yeniden tasarımı demektir." olarak tanımlamışlardır.

Değişim mühendisliğinde benzetiminin yeni bir kavram olarak ortaya çıkması, organizasyonel yapıların modellenmesi ve analizi sürecinde benzetim tekniklerinin yardımcı olabileceğini düşünen araştırma topluluklarının ilgisini çekmiştir. Böylece, değişim mühendisliğinde uygulama yapılmadan önce alternatif çözüm değerlendirmelerinin zor ve masraflı olmasına rağmen, iş değişim projeleri ile ilintili risklerin oranını azaltmak için önemli bir yöntem konumuna geçmiştir (Clemos, 1995). Ek olarak gerçek zamanlı veriye dayalı geliştirilen simülasyon modellerinin sonuçları, sistemde optimizasyon, çizelgeleme ve işlem etkinliğini artırmada, değişiklikler için (Farahmand and Martinez, 1996) ve "sürecin toplam çevrim süresi nedir?", "müşterilerin hizmet almak için bekleme süresi nedir?", "personel görevlendirmesi için

en uygun yol hangisidir?" gibi soruların yanıtlanmasında ve darboğaz analizinde kullanılabilir (Gladwin and Tumay, 1994).

ARAŞTIRMA MODELİ

Çalışmada, Değişim Mühendisliği yöntemlerinden Hammer Champy modeline uygun olarak değişim mühendisliği gerçekleştirilmiştir. Bu model 6 adımlı bir süreçtir.

Şekil 1. *Hammer Champy modeli*



1.Değişim mühendisliğine giriş: Üst yönetim projeyi başlatır. Hali hazırdaki durum açıkça ortaya konulur ve bir vizyon belirlenerek tüm çalışanlara duyurulur.

2.Süreçlerin belirlenmesi: Örgüt içi ve dışıyla ilgili tüm süreçler, birbirleriyle ilişkileri de göz önüne alınarak geniş bir perspektifle incelenir.

3.Süreçlerin seçilmesi: En kolay şekilde yeniden tasarlanacak süreç seçilmeye çalışılır. Burada müşterilere yönelik iyileştirmenin en fazla olacağı sürecin seçilmesi önemlidir.

4.Seçilen süreçlerin anlaşılması: Süreçlerin şimdiki durumları ve gelecekte olması beklenen durumları üzerinde yoğunlaşılır.

5.Seçilen süreçlerin tekrar tasarlanması: Bu en önemli aşamada hayal gücünün kimi zaman çılgınca bile sayılabilecek şekilde kullanılması ve yaratıcılık gerekir.

6.Yeniden tasarlanan süreçlerin uygulanması: Son aşamada, tüm bu aşamalar sonunda ortaya çıkan yeni süreçler uygulanır. Bu yöntemde başarısızlığın nedeni; zayıf yönetim, açık olmayan hedefler ve kişilerin değişime direncidir (Hammer and Champy,1993)

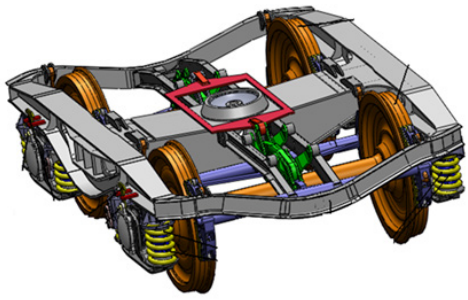
METODOLOJİ

Çalışmada veriler analiz edilirken Hammer/Champy yönteminin 6 adımına uygun olarak veriler analiz edilmiştir.

1.DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Türkiye Lokomotif Sanayii A.Ş. üst yönetimi değişim mühendisliği uygulaması altında artan rekabet koşullarında fırsatları yakalayabilmek amacıyla üretilen en önemli parçası olan boji üretimin tesisinin yeniden yapılanması kararı almıştır.

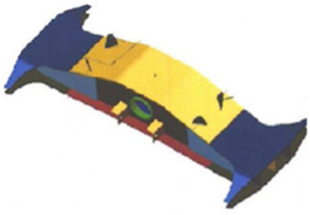
Şekil 2. Boji



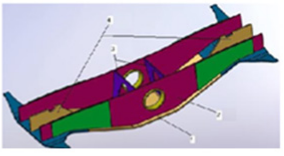
2. SÜREÇLERİN BELİRLENMESİ

2.1. Mevcut Durum Süreçlerinin Belirlenmesi:

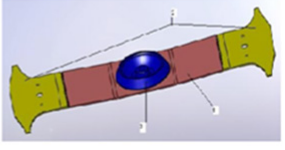
Mevcut durumun incelemesi yapıldığında bojiyi oluşturan temel parçalar; Boji Orta Travers, Yan Kiriş (Sensörlü-Sensörsüz), Bağlantı Kirişi (Sol-Sağ), Fikstür (Tamamı), Destek (Tamamı), Emniyetli Yay Taşıyıcı, Fren Takma Çerçevesi, Müselles Kompledir. Boji ana parçaları Şekil 3, 4 ve 5 de, gösterilmiştir. Mevcut durumda bu parçalar kaynakları yapılmış ve direkt üretime hazır halde dışarıya yaptırılmaktadır.



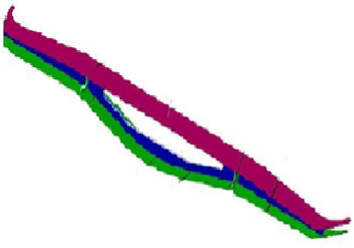
Şekil 3. Boji Orta Travers



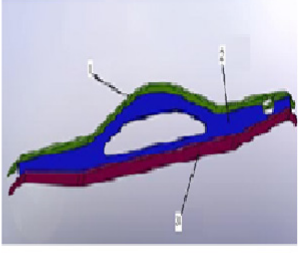
Şekil 4. Boji Açık Göbek Parçası



Tablo 5. Üst Kapama Parçası



Şekil 6. Sensörlü Yan Kiriş

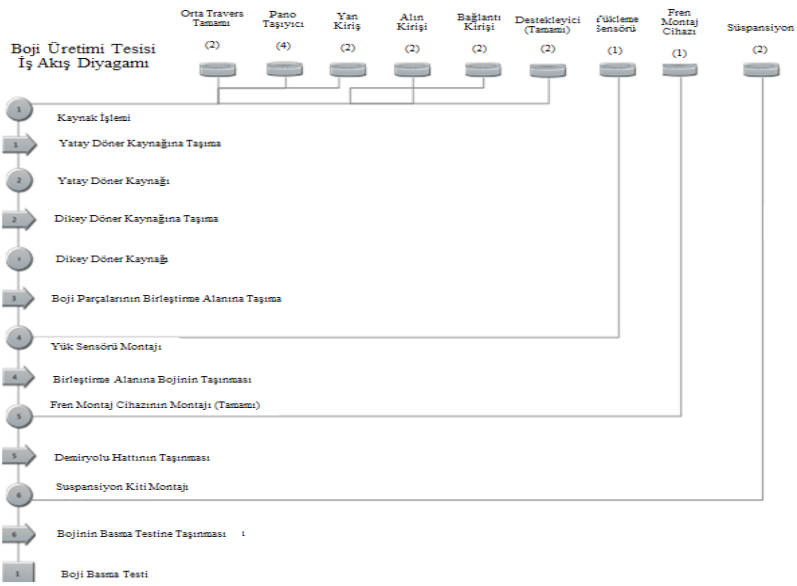


Şekil 7. Sensörsüz Yan Kiriş

Üretim süreci firmalardan tedarik edilen bu parçaların çatma tezgahlarında bir araya getirilip kaynak işlemleri yapılmasıyla başlamaktadır. Çatma tezgahında kaynak işlemiyle birleştirilen bu parçalar saşi iskeleti denilen bojinin ana iskeletini oluşturmaktadır. Parça tezgahta döndörülemediği için çatma tezgahlarında ana iskeletin yalnızca üstte kalan yüzeyine kaynak yapılabilmektedir. Bu sebeple çatma tezgahından çıkan boji iskeleti, farklı pozisyonlarda yapılması gereken kaynaklar için sırasıyla yer döner ve dik döner tezgahına uğramak zorundadır. Yer döner tezgahında çatma tezgahına göre altta kalan yüzeyinin kaynağı yapılmaktadır. Dik döner tezgahında ise boji iskeleti 90 derece döndürülerek kalan kaynak işlemi gerçekleştirilir ve boji kaynak işlemi tamamlanmış olur.

Kaynak işleminden sonra şasi iskeleti boji toplama tezgahına gönderilir ve burada üzerine; Yük Sensörü, Fren Çekme Çerçevesi Komple ve Müselles Komple montajı yapılır. Sonraki adım olarak süspansiyon monte tezgahında boji tekerlek aksamı montajı gerçekleştirilir. Tüm bu tezgahlarda yapılan işlemlerle boji parçası tamamlanmış olur ve mukavemetin ölçülmesi için parça basma testinden geçirilir. Kalite olarak uygun bulunan boji parçası vagon imalatında kullanılmak üzere stoklanır. Mevcut boji üretim süreci iş akışı diyagramı Şekil 8 verilmiştir.

Şekil 8. *Boji Üretiminin İş Diyagramı*



Mevcut durumda tezgahlarda yapılan işlem süreleri için işletmenin elinde sağlıklı veriler bulunmadığından, asıl kapasitenin belirlenebilmesi için yeni zaman etüdü çalışması yapılmıştır. Bütün tezgahlar için 10 adet gözlem yapılmış ve yapılan

gözlemlerin yeterli olup olmadığının belirlenebilmesi için de gözlem yeterlilik testi uygulanmıştır.

% 95 güven seviyesi ve % 5 hata payı ile alınması gereken minumum gözlem sayısı bulunmuş ve yeterli sayıda gözlemin yapıldığı belirlenmiştir. Örnek oluşturması açısından çatma tezgahı 1 'de alınan zaman etüdü verileri aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere "x" değeri olarak girilmiş ve bu verilerin kareleri alınmıştır.

Tablo 1: *Gözlem Yeterlilik Testinde Yararlanılan Tablo*

Gözlem No	Normal Süre Değerleri	X_i^2
1	152	23104
2	168	28224
3	154	23716
4	175	30625
5	156	24336
6	177	31329
7	153	23409
8	145	21025
9	169	28561
10	160	25600
TOPLAM	1609	259929

Elde edilen sonuçlar aşağıda verilen formüle uygulanmış ve 6.43 rakamı elde edilmiştir. Buradan, yapılan 10 adet tekrarın yeterli olduğu sonucuna varılabilir.

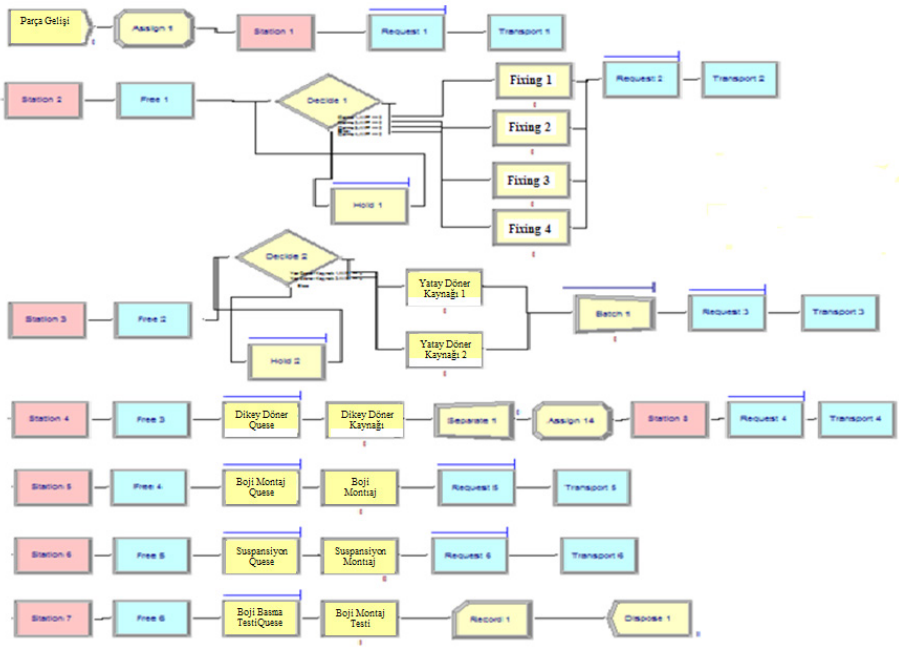
$$N' = \left[\frac{40 * \sqrt{N * \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right]^2 \quad (1)$$

$$N' = \left[\frac{40*\sqrt{10*259929-(1609)}}{1609}\right]^2 = 6.43 \quad (2)$$

2.2. Mevcut Durumun Benzetim Modeli

Mevcut durumun benzetim modelinin kurulabilmesi için yapılan zaman etüdü çalışmalarından elde edilen veriler Arena 9.0 programının alt modülü olan Input Analyzer'a girilip işlem süreleri için dağılımlar elde edilmiştir. Modelde istasyonlar arası taşımalar için uzaklık matrisleri oluşturulmuştur. Benzetim modeli, mevcut durum iş akış diyagramı baz alınarak kurulmuştur. Atölyenin çalışma süreleri molaların çıkarılmasının ardından bir vardiyada 7 saat çalışılmak üzere 2 vardiya için toplam 14 saat olarak alınmıştır. Yıllık toplam iş günü sayısı hafta sonları ve resmi tatillerin çıkarılmasıyla 233 gün olarak kabul edilmiş ve yıllık çalışma saati 3262 saat olarak alınmıştır. Bu durumda elde edilen yıllık boji miktarı 2029 adettir.

Şekil 9. *Önceki Durumun Simülasyon Modeli*



3. SÜREÇLERİN SEÇİLMESİ

En kolay şekilde yeniden tasarlanacak süreç seçilmeye çalışılır. Burada müşterilere yönelik iyileştirmenin en fazla olacağı sürecin seçilmesi önemlidir.

Mevcut sistem için yapılan benzetim modelinde tedarikçiden temin edilen Yan Kriş Komple ve Boji Orta Travers boji parçalarının işletmeye geldikten sonra kaynak işleminin tamamlanabilmesi için 3 ayrı tezgaha uğradığı ve bu durumun maliyetlerinin artmasına ve tekrarlanan setup sürelerinden dolayı işlem sürelerinin uzun olmasına neden olduğu görülmüştür. Ek olarak bu işlemlerin teknolojiden yoksun manuel olarak yapıldığı, böylece bu durum kaynak işlem sürelerini uzatmakta ve kaynak kalitesinin düşük olmasına neden olmaktadır.

4. SEÇİLEN SÜREÇLERİN ANLAŞILMASI

Süreçlerin şimdiki durumları ve gelecekte olması beklenen durumları üzerinde yoğunlaşılır. Oluşan darboğazları engellemek için işletme kaynak robotu yatırımı yapmıştır. Yatırımı yapılan kaynak robotu, çatma, yer döner ve dik döner tezgahlarında yapılan kaynak işlemlerini tek bir tezgahta tamamlama yetisine sahip bir tezgahtır. Bu yatırım ile birlikte çatma, yer döner ve dik döner tezgahları süreçten kaldırılmıştır. Kaynak robotu yatırım ile birlikte tasarlanan bu yeni süreçte işlemlerin hangi istasyonlarda yapılacağı Tablo 2'de verilmiştir:

Tablo 2: *Yeni Tezgahların Gerçekleştireceği İşlemlerin Gösterildiği Tablo*

Tezgahlar	Yapılan İşlemler
İstasyon	Yan kiriş parçasının kaynak işlemi Üst kapama kaynak işlemi
İstasyon	Açık göbek kaynak işlemi Orta travers kaynak işlemi
İstasyon	Şasi iskeleti kaynak işlemi

5. Seçilen süreçlerin tekrar tasarlanması

Yeniden tasarlanan süreçte, bojiyi oluşturan parçalardan Yan kiriş ve Boji Orta Travers'in robotlarda işlem görmeden önce punta kaynağı ile alt parçalarının bir araya getirilmesi gerekmektedir. Bu punta işlemi için fabrika bünyesinde atıl durumda bulunan iki adet kolaylık kullanılacaktır. Boji Orta Travers parçası, Üst Kapama Komple ve Açık Göbek parçaları olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Üst Kapama Komple ve Açık Göbek parçaları öncelikle kolaylıklarda puntalanıp ardından, Üst Kapama Komple1. İstasyona, Açık Göbek parçası ise 2. İstasyona gönderilerek burada kaynak işlemleri yapılacaktır. 1. ve 2. İstasyonda kaynağı yapılan üst kapama komple ve açık göbek parçaları birleştirilmek için tekrardan bir kolaylık tezgahına gönderilir ve burada puntalanarak 2. İstasyona sevk edilir. Burada yapılacak kaynak işlemi ile Boji Orta Travers parçası oluşturulur. Yan Kiriş Komple (Sensörlü - Sensörsüz parçası) ise punta işleminin ardından 1. İstasyona gönderilerek burada yapılacak kaynak işlemi ile kullanıma hazır hale getirilir. Yeni durumda çatma tezgahları kaldırılmayacaktır. Çatma tezgahları şasi iskeletini oluşturan temel parçaların bir araya getirilmesi amacıyla yalnızca punta kaynağı yapacaktır. Diğer iki robotta kaynağı yapılmış olan Boji Orta Travers ve Yan Kiriş parçaları ve fasondan gelen diğer kaynaklı parçalar bu tezgahta puntanarak bir araya getirilecek ve kaynağı yapılmak üzere 3. İstasyona sevk edilecektir. Oluşan boji iskeletinin kaynak işlemi 3. İstasyonda gerçekleştirilecektir.

Kaynağı tamamlanmış boji iskeleti üzerine, boji toplama tezgahında Yük Sensörü, Fren Çekme Çerçevesi Komple ve Müselles Komple montajı yapılacaktır. Sonraki adım olarak boji oturtma tezgahında boji tekerlek aksamı montajı gerçekleştirilecektir. Son olarak boji basma bölümünde bojinin dayanıklılığı test edilecek ve vagon imalatında kullanılmak üzere stoklanacaktır. Yeni durum için tasarlanan sürecin ayrıntılı iş akış diyagramı Ek-3'te verilmiştir. Punta kolaylıklarında gerçekleştirilecek işlem süreleri için işletmeden alınan eski punta kaynak işlemi süreleri esas alınmıştır. Bu süreler:

Table 3: *Puntalama İşlemi Zamanı*

Yapılan İşlem	Kabul Edilen Zaman (dak)
Yan Kiriş Punta İşlemi	15
Üst Kapama Punta İşlemi	8
Açık Göbek Punta İşlemi	70
Sabitleme Punta İşlemi	30

İstasyonlarda yapılan kaynak işlemi süreleri için yapılması istenen kaynağın uzunluğunun, robotun kaynak işlemini gerçekleştirme hızına bölünmesi ile elde edilen süreler kullanılmıştır. Bu sürelere % 20'lik robotun kendini temizleme payı da eklenmiştir. Sürelerin bu şekilde hesaplanmasının nedeni yaşanan bazı aksaklıklardan dolayı kaynak robotu ile henüz üretime geçilememiş olmasıdır. Elde edilen süreler robotun işlemleri gerçekleştirmesi için öngörülen sürelerdir. Yeni tasarlanan süreç için öngörülen süreler Tablo 4'de gösterilmektedir:

Tablo 4: *İstasyonlardaki İşlemler İçin Öngörülen Süreler*

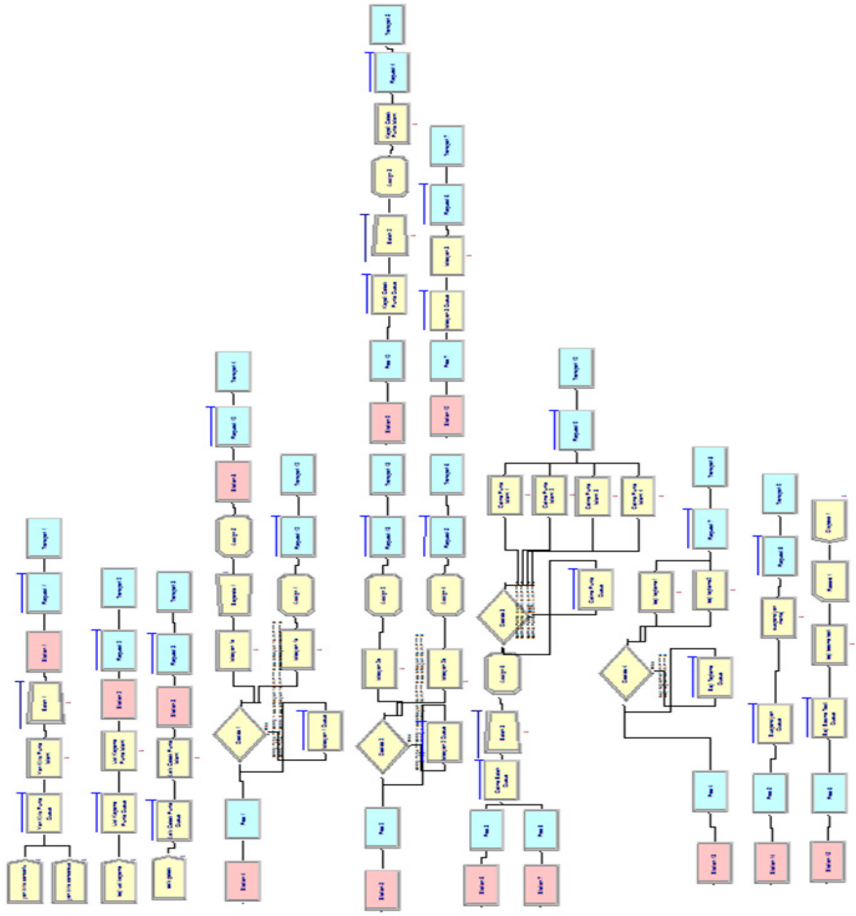
1. istasyon (hızı: 50 cm / dk)	**Metraj**	**Süreler**
1 adet yan kiriş komple metraj :	1190 cm	t = 1190 / 50 = 23.8 dk + %15 = **23.37 dk** t = 1190 / 50 = 23.8 dk + %20 = **28.56 dk**
1 adet üst kapama komple metraj :	234.56 cm	t = 234.56/ 50 =5.10 dk + %15 = **5.40 dk** t= 234.56 /50 =5.10 dk + %20 = **6.03 dk**
2.İstasyon (hızı :45 cm / dk)	**Metraj**	**Süreler**
1 adet açık göbek kaynağı metraj :	1582 cm	t= 1582 / 45 =35.16 dk+%15 = **40.43dk** t= 1582 / 45 =35.16 dk+% 20 = **42.19dk**
1 adet boji orta travers komple metraj :	632 cm	t= 632/ 45 =14.04 dk+%15 = **16.15dk** t= 632 / 45 =14.04 dk+% 20 = **17.25dk**
2. İstasyon (hızı :50 cm / dk)	**Metraj**	**Süreler**
1 adet açık göbek kaynağı metraj :	1582 cm	t = 1582/50=31.64 dk + %15 = **36.38 dk** t = 1582/50=31.64 dk + %20 = **38.36 dk**
1 adet boji orta travers komple metraj :	632 cm	t= 632/50 =13.04 dk+%15 = **14.53 dk** t= 632/50 =13.04 dk+%20 = **15.17 dk**
3. İstasyon (hızı :45 cm / dk)	**Metraj**	**Süreler**
Kaynak işlemlerinin tamamı metraj :	4741 cm	t = 4741/45 =105.36 +%15 = **123.39dk** t= 4741/45 =105.36+%20 = **126.43dk**
3. İstasyon (hızı :50 cm / dk)	**Metraj**	**Süreler**
Kaynak işlemlerinin tamamı metraj :	4741 cm	t = 4741/50 =95.22+%15 = **109 dk** t= 4741/50 =95.22 +%20 = **114.18 dk**

Boji toplama, boji basma testi ve süspansiyon montaj işlemleri eski durumda olduğu gibi gerçekleştiğinden yapılmış zaman etüdü verileri bu süreler için kullanılmıştır.

6.YENİDEN TASARLANAN SÜREÇLERİN UYGULANMASI

Yeni durumda iş akışına göre benzetim modeli kurulmuştur. Model eski durumla tam bir karşılaştırma yapabilme adına, çalışma süresi bir vardiyada 7 saat çalışılmak üzere 2 vardiya için toplam 14 saat olarak alınmıştır. Yıllık toplam iş günü sayısı hafta sonları ve resmi tatillerin çıkarılmasıyla 233 gün olarak kabul edilmiş ve yıllık çalışma saati 3262 saat olarak alınmıştır ve model 5 tekrar için çalıştırılmıştır. Bu durumda elde edilen yıllık boji miktarı 1501 adettir. Yeni durum benzetim modeli ve modelin Arena Programı çıktısı ise şu şekildedir.

Şekil 10. *Yeniden Tasarlanan Boji Üretim Süreçlerin*



Tablo 5: *Tasarlanan Benzetim Çıktısı*

Number Waiting	Avarage	Half Width	Min Avarage	Max Avarage	Min Value	Max Value
Açık Kapama Punta Queue Qeue	22.95	22.10	194.20	241.20	0.03567920	467.61
Parti 1 Queue	0.2519	0.01	0.2459	0.2606	0.00	4.3037
Parti 2 Queue	0.00040502	0.00	0.00	0.00129238	0.00	0.8845
Parti 3 Queue	0.00000411	0.00	0.00	0.0002056	0.00	0.8611111
Sabitleme Parti Queue	147.90	18.47	131.51	166.47	0.08067832	349.91
İstasyon 1 Queue Queue	0.2908	0.01	0.2781	0.3014	0.00007114	1.7011
İstasyon 2 Queue Queue	0.2908	0.01	0.2781	0.3014	0.00010499	1.5077
İstasyon 3 Queue Queue	751.34	2,67	747.96	735.92	0.04236508	1502.62
Kapalı Kapama Punta	127.43	8.27	120.49	136.48	0.05991270	253.62

Number Waiting	Avarage	Half Width	Min Avarage	Max Avarage	Min Value	Max Value
Açık Kapama Punta Queue Qeue	219.77	22.04	192.57	240.64	0.00	483.00
Parti 1 Queue	0.5000	0.01	0.4935	0.5070	0.00	2.0000
Parti 2 Queue	0.00069366	0.00	0.00	0.00221312	0.00	2.0000
Parti 3 Queue	0.00001056	0.00	0.00	0.00005280	0.00	3.0000
Boji Basma Testi Queue Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Boji Birleştirme Queue Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Çakma Parti Queue	421.44	60.35	367.04	481.05	0.00	1011.00
Punta Çakma Queue Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
İstasyon 1 Queue Queue	0.2774	0.03	0.2532	0.2986	0.00	6.0000
İstasyon 2 Queue Queue	0.4106	0.00	0.4070	0.4153	0.00	5.0000
İstasyon 3 Queue Queue	642.31	1.68	640.03	643.46	0.00	1289.00
Kapalı Göbek Punta	234.35	16.62	221.33	252.70	0.00	492.00
Üst Kapama Punta Queue Queue	0.01047090	0.00	0.00914202	0.01179203	0.00	3.0000
Yan Kiriş Punta Queue Queue	0.2424	0.02	0.2168	0.2626	0.00	7.0000

Gerçekleştirilen Analiz sonucunda açık göbek puntalama ve kapalı göbek puntalama işlemlerinde büyük oranda bekleme yaşandığı gözlemlenmiştir. Bu durumun yaşanmasının nedeni 1. ve 2. İstasyonlarda sürekli üretimin yapılmasıdır. Bojinin tamamlanması için gereken sürenin bu parçaların üretim sürelerinden fazla olması, parçaların işleme girebilmesi için uzun süreler bekletilmesine neden olmaktadır. Aynı zamanda Çatma Batch Queue olarak adlandırılan bölümde ve 3. İstasyon

önünde uzun kuyrukların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bunun kuyrukların nedeni 3.istasyonun işlem süresinin hedeflenen süreden çok daha uzun olmasıdır. Ayrıca üretim miktarında da ciddi bir azalma gözlemlenmiştir. Bu da yapılan yatırımdan istenilen düzeyde verim alınamadığının göstergesidir.

6.1. Tasarlanan Süreçlerde Karşılaşılan Aksaklıklar

Tasarlanan bu boji üretim sürecindeki aksaklıkların hangi nedenlerden kaynaklandığı analiz edildiğinde, hem TÜLOMSAŞ' tan kaynaklı hem de hem kaynak robotunun tedarik edildiği firmadan kaynaklandığı belirlenmiştir. Analiz sonucunda TÜLOMSAŞ'tan kaynaklı sebepler:

• Kaynak robotu dar tolerans aralığında sabit bir yazılım üzerinden işlem yapmak zorundadır. Çatma tezgahlarının eski olmasından kaynaklı bu tezgahlarda bulunan fikstür ayarlarının zamanla bozulmuş olması, robot tolerans aralığının dışına çıkılmasına neden olmaktadır. Seri üretime geçiş bu olumsuz koşullar nedeniyle sekteye uğramaktadır.

• Diğer bir aksaklık ise TÜLOMSAŞ'ın tedarikçilerinin geniş tolerans aralığında üretim yapmasıdır.

Kaynak robotunun tedarik edildiği firmadan kaynaklı sebepler şu şekilde gösterilebilir:

• Robot fikstür tasarımının uygun şekilde yapılmamış olması yükleme boşaltma esnasında fikstürün sabit kalmamasına neden olmaktadır Bir sonraki yüklemede robot torcu başlangıç noktasını bulamamakta ve bu da üretimin seri hale getirilememesine neden olmaktadır. Bu sıkıntı firmanın fikstürler üzerinde yeni çalışmalar yapılması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır.

• Yaşanan bir diğer sorunda yazılım aşamasında meydana gelmektedir. Kaynak yapılacak nokta sayısı 4000 üzerinde olduğundan yazılım süreci uzun, karmaşık ve zor olmaktadır.

• Prototip üretimler aşamasında yaşanan torcun kırılması, torcun istenilen noktalara ulaşamaması da seri üretime geçilmesini engellemektedir.

• 3.İstasyon torcu hedeflenen şekilde şasi isketinde bulunan tüm noktalara ulaşamamaktadır. Bundan dolayı bu istasyonda bitirilmesi istenen kaynağın tamamı yapılamamaktadır ve kalan yerleri mevcut kapasiteyle yalnızca parçanın 90 derece döndürülmesini sağlayan dik döner tezgahında tamamlanabilmesi mümkündür.

Bu nedenlerle yatırım ile ilgili yaşanan sıkıntılar tespit edilmiş ve bu sıkıntıların çözümü için yeniden boji üretim sürecinin tasarlanması gereği doğmuştur. Bu yeniden tasarlanma sürecinde 6 senaryo daha üretilerek her biri için yeniden benzetim modelleri kurulmuştur. Tasarlanan Süreçlerdeki Aksaklıkları Gidermek için Üretilen 6 Senaryo;

Senaryo 1: 1. ve 2. istasyonlarda işlenecek Yan Kiriş, Üst Kapama ve Açık Göbek parçalarının kaynak öncesi punta işlemlerinin fabrika bünyesinde yapılması ve bu parçaların punta işlemlerinin dışarıya yaptırılması

Senaryo 2: Kaynak Robotun girebildiği noktalarda kaynağı tamamlaması kalan kısımlar içinse parça istasyondan hiç sökülmeden atanacak bir personelle kaynak işlemlerinin manuel olarak tamamlama durumu

Senaryo 3: İstasyonda gerçekleştirilemeyen kaynak yerleri için parçanın eski sistemde kullanılan dik döner tezgahına gönderilmesi durumu

Senaryo 4: Senaryo 3'te gibi 3.İstasyonun beklenilen kaynak işlemlerini tek başına tamamlayamaması durumu ve istasyonda gerçekleştirilemeyen kaynak yerleri için parçanın eski sistemde kullanılan dik döner tezgahına gönderilmesi durumu

Senaryo 5: 1. ve 2. İstasyonlarda işlem gören Orta Travers, Yan Kiriş parçalarının puntalama ve kaynak işlemlerinin işletme içinde yapıldığı duruma ek olarak sisteme yine 2 kişinin bir boji toplama tezgahında çalışması düşünülerek önceki tezgahlara ek olarak bir adet daha boji toplama tezgahı eklenmesi durumu

Senaryo 6: 1. ve 2. İstasyonların sistemden çıkarılmış ve burada üretimi yapılan parçaların dışarıdan alınması durumuna göre oluşturulmuştur. Ayrıca parça 3. İstasyondaki kaynak işleminden sonra kalan kaynak işlemini tamamlayabilmesi için dik döner tezgahına gönderilme durumu

6.2. Tasarlanan Süreçlerdeki Aksaklıkları Gidermek için Üretilen Senaryolardan En Uygun Seçim

Senaryolar bazında yapılan analizler incelendiğinde, 6 senaryodan sadece istenilen sonuçlara yaklaşan Senaryo 3, Senaryo 4 ve Senaryo 5 olmuştur.

Senaryo 5 incelendiğinde, 3. İstasyon işlem sürelerinin azaltıldığı ve sürece 1 adet daha boji toplama tezgahı eklendiği durumda göre oluşturulmuş olup, işletmenin hedeflediği fakat şuan ki durumun gerçekleşmesine imkan vermediği bir senaryodur. Çünkü teknik ekibin şuana kadar yapmış olduğu çalışmalara bakıldığında 3. İstasyon işlem süresi istenilen performans düzeyinde değildir. Yaşanan teknik arızalardan dolayı (eldeki eski çatma tezgahlarından çıkan puntalanmış şasi iskeletlerinin yüksek tolerans aralığında olması ve istasyondaki fikstür ayarlarının istenilen şekilde tasarlanamamış olması) sürelerin istenilen ölçülerde düşürülebilmesi daha çok işletmenin teknik sorunlar üzerinde yoğunlaşmasıyla çözümlenebilir. Bu nedenlerden dolayı bu senaryonun hayata geçirilmesi olasılığı biraz daha zayıftır. Bu senaryonun uygulanabilme şansını arttırmak adına tüm bu aksaklıkların giderilmesi için TÜLOMSAŞ daha dar tolerans aralığında üretim yapan tedarikçilerle çalışmalıdır. Eskimiş ve ayarları bozulmuş çatma tezgahlarında yenilemeye gidilmeli veya pnömatik tezgah alımı gerçekleştirmelidir.

Senaryo 4 incelendiğinde, işletmenin 3. İstasyondan bir adet daha alması durumunda sonuç veren senaryodur. Bu senaryoda 3. İstasyonun kendisinden yapılması istenen kaynak işleminin tamamını tamamlayamaması ve bu nedenle kaynak yapılamamış yerler için parçanın dik döner tezgaha gönderilmek zorunda olma durumu söz konusudur. Zaten istenilen şekliyle verim alınamayan bir tezgah için bir yenisin alınmasının talep edilmesi senaryonun çürümesine neden olmuştur.

İşletme içinde bulunduğu şartlar açısından düşünüldüğünde uygulanabilirliği en yüksek, ulaşılmak istenen hedeflere en yakın sonuçlar veren iş süreci Senaryo 3 olmuştur. Uygulanabilme şansı olan bu senaryo için işletme oluşturulan iki alternatif arasından 1. ve 2. İstasyonda kaynak yapılan parçaların puntalama işlemlerini fasona yaptırıldığı alternatifin üzerinde yoğunlaşmaktadır. Fabrika bu parçaları kendisi üretmek istediğinde kesilmiş sac malzeme boji atölyesine sac atölyesinden sağlanmaktadır. Sac atölyesinin diğer atölyelere boji atölyesinden daha yüksek miktarlarda parça sağlıyor olması boji atölyesini istenilen şekilde beslemeyeceği düşüncesini güçlendirmiştir. Bu sebeple puntalama işlemlerinin fabrika içinde yapılması üzerinde durulmamıştır.

Senaryo 3;

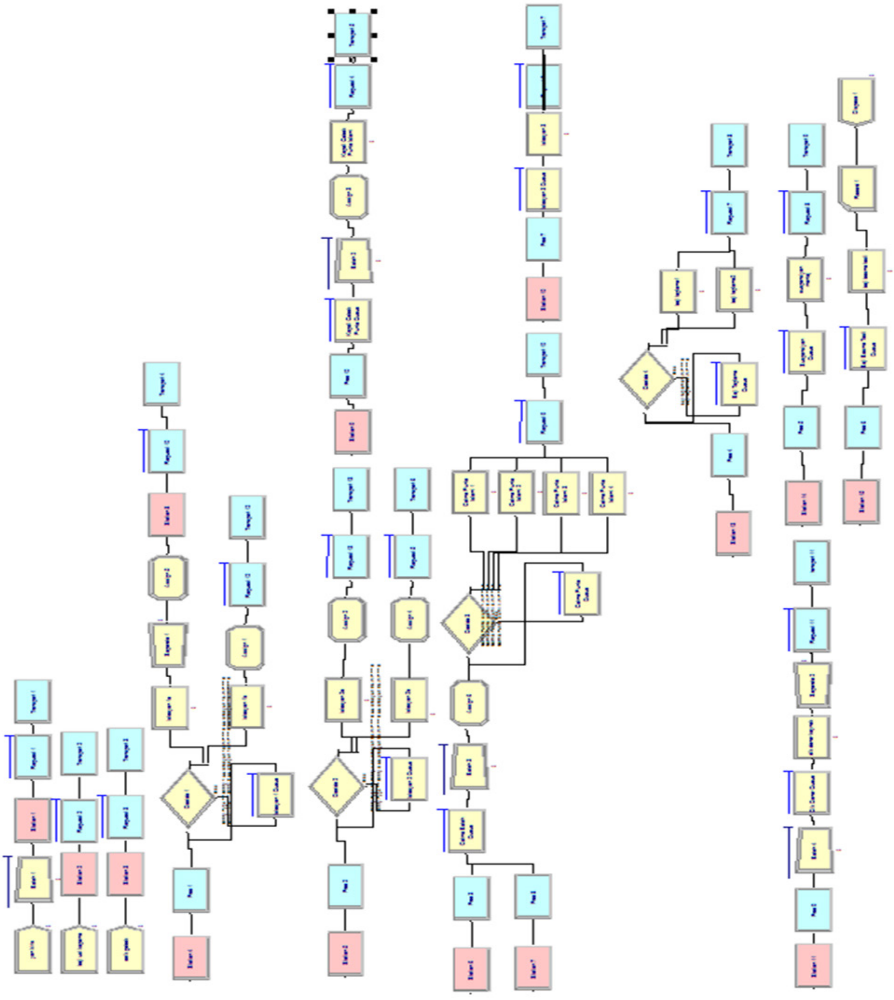
3.İstasyonun beklenilen kaynak işlemlerini tek başına tamamlayamaması nedeniyle istasyonda gerçekleştirilemeyen kaynak yerleri için parça eski sistemde kullanılan dik döner tezgahına gönderilmektedir. Dik döner tezgahta parça 90 derece döndürülebildiği için kalan kaynak işleminin bu tezgahta tamamlanması mümkündür. Ayrıca 1. ve 2. İstasyonlarda kaynağı yapılan parçaların puntalama işlemlerinin dışarıya yaptırılması bu senaryo için düşünülen bir altenatiftir. Nedeni ise fabrika bu parçaları kendisi üretmek istediğinde kesilmiş sac malzeme boji atölyesine sac atölyesinden sağlanmaktadır. Sac atölyesinin diğer atölyelere boji atölyesinden daha yüksek miktarlarda parça sağlıyor olması boji atölyesini istenilen şekilde beslemeyeceği düşüncesini güçlendirmiştir. Bu sebeple puntalama işlemlerinin fabrika içinde yapılmaması üzerinde durulmuştur. Bu senaryo için kullanılan süreler aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir.

***Tablo 6:** İşlem Zamanı*

Performed Process	Accepted Time(Minute)
1.Yan Kiriş İstasyonunun Kaynak İşlemi	28
2. Üst Kapamanın Kaynak İşlemi İstasyonu	6
3. Açık Göbek Kaynak İşlemi İstasyonu	42
4. Orta Travers Kaynak İşlemi İstasyonu	15
Çatmalarda Punta İşlemi	30
Boji Toplama İşlemi (2 Çalışan)	145
Süspansiyon Montaj İşlemi	15
Basma Testi	30

3.İstasyon için kullanılan süre ise tamamlanamayan metraj uzunlukları çıkarıldıktan sonra, elde edilen (80,90,100) tringular dağılımı şeklinde öngörülmüştür. Kalan kaynak işlemleri için dik dönere uğrayan parçanın buradaki işlem süresi ise 2 boji için hazırlık süreleri de dahil olmak üzere 60 dk. olarak kabul edilmiştir. Bu senaryoda gerçekleşen iş akışı Şekil 4'de gösterilen iş akışına ek olarak 3. İstasyondaki kaynak işleminden sonra parçanın kalan kaynak işlemini tamamlayabilmesi için dik döner tezgahına gönderilmesi şeklindedir. Oluşturulan bu senaryoya ait benzetim modeli Şekil 3'de verilmiştir.

Şekil 11. *Oluşturulan 3.Seryoya Ait Benzetim Modeli.*



3.istasyonda tamamlanamayan kaynak işlemleri için parçanın dik döner tezgahına gönderilmesi ve 1. ve 2. İstasyonlarda kaynağı yapılacak parçaların puntalama işlemlerinin dışarıya yaptırılıp kaynak işlemlerinin istasyonlarda gerçekleşmesi durumunda elde edilen yıllık boji miktarı 2164 adettir. Bu senaryoya ait Arena Çıktısı ise ;

Tablo 7: *Senaryo 3 Benzetim Raporu*

Number Waiting	Avarage	Half Width	Min Avarage	Max Avarage	Min Value	Max Value
Parti 1 Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Parti 2 Queue	0.00682285	0.01	0.00003423	0.01462444	0.00	2.8839
Parti 3 Queue	0.00665335	0.01	0.00003423	0.01207455	0.00	0.7479
Parti 4 Queue	0.7506	0.00	0.7475	0.7527	0.00	5.1376
Boji Basma Testi Queue	0.1216	0.00	0.1183	0.1242	0.00000630	0.3276
Boji Birleştirme Queue Queue	0.1088	0.01	0.0945	0.1229	0.00033331	0.7227
Çakma Parti Queue Queue	24.9293	27.02	7.0190	58.1730	0.00073908	119.66
İstasyon 1 Queue Queue	0.4521	0.03	0.4229	0.4781	0.00017655	3.3475
İstasyon 2 Queue Queue	5.6662	0.81	4.9659	6.4648	0.00005556	32.6598
İstasyon 3 Queue Queue	524.44	16.93	512.51	545.76	0.00855685	1079.18
Kapalı Göbek Punta	18.2155	18.80	9.2299	44.6664	0.00237302	85.1870

Number Waiting	Avarage	Half Width	Min Avarage	Max Avarage	Min Value	Max Value
Parti 1 Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0000
Parti 2 Queue	0.01345406	0.02	0.00006778	0.02875572	0.00	2.0000
Parti 3 Queue	0.01966044	0.02	0.00367317	0.03559068	0.00	3.0000
Parti 4 Queue	0.4988	0.00	0.4973	0.4996	0.00	2.0000
Boji Basma Testi Queue	0.03698555	0.00	0.03584184	0.03794959	0.00	1.0000
Boji Birleştirme Queue Queue	0.00453911	0.00	0.00407640	0.00546264	0.00	2.0000
Çakma Parti Queue Queue	74.1250	81.42	19.7630	172.71	0.00	370.00
Çakma Punta Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Yatay Dönme Queue Queue	0.00	37.260.00	0.00	0.00	0.00	0.00
İstasyon 1 Queue Queue	0.4941	0.05	0.4404	0.5407	0.00	9.0000
İstasyon 2 Queue Queue	10.6677	1.54	9.3974	12.2926	0.00	67.0000
İstasyon 3 Queue Queue	516.52	17.26	499.95	538.51	0.00	1067.00
Kapalı Göbek Punta	35.1976	37.26	17.3822	87.4330	0.00	155.00

Bu senaryo çıktısına göre, çatma tezgahında büyük bir bekleme yaşanmamaktadır. Bunun nedeni burada bir araya getirilecek parçaların ihtiyaca göre sipariş edilmesi ve puntalanarak gelen bu parçaların kaynak işlemlerinin ihtiyaca göre yapılmasıdır. Bu senaryo için en büyük bekleme yine 3. İstasyonda gözlemlenmektedir. Fakat bekleyen parça sayısı yeni durum için düşünülen ilk süreçtekinden daha azdır. Bu durumun temel nedeni 3. İstasyon üzerinde devam eden manuel kaynak işleminin bu senaryoda dik döner tezgahına kaydırılmasıdır. Bu durum 3. İstasyonun daha erken boşa çıkmasını sağlamış ve aynı anda dik döner tezgahının işlem görmesi 3. İstasyonun iş yükünü hafifletmiştir.

SONUÇ

Türkiye Lokomotif Sanayii A.Ş. (TÜLOMSAŞ) değişim mühendisliği adı altında gerçekleştirmiş olduğu robotlu kaynak yatırımını hayata geçirirken karşılaşılan aksaklıklardan dolayı seri üretim aşamasına henüz geçememiştir. Bu çalışmada, işletme hedeflerini gerçekleyecek en iyi sürecin oluşturulması için iş süreçleri tasarlanırken fabrikanın kısıtları ve ya uygulanabilirliği olan fakat işletmeye getirisi belirsiz olan tüm iş süreçleri düşünülerek çeşitli senaryolar geliştirilmiştir. Senaryo sonuçları tüm bu belirsizlik durumlarını yok edip iş süreçlerini tutarlı bir şekilde ortaya koymuş ve uygulanabilirliği en fazla olan senaryoların belirlenebilmesi sağlanmıştır.

Senaryolar için maliyet analizleri karşılaştırıldığında en düşük maliyet Senaryo 5'te 3. İstasyon işlem sürelerinin azaltıldığı ve sürece 1 adet daha boji toplama tezgahı eklendiği durumda elde edilmektedir. Bu senaryo aslında işletmenin hedeflediği fakat şuan ki durumun gerçekleşmesine imkan vermediği bir senaryodur. Çünkü teknik ekibin şuana kadar yapmış olduğu çalışmalara bakıldığında 3. İstasyon işlem süresi istenilen performans düzeyinde değildir. Yaşanan teknik arızalardan dolayı (eldeki eski çatma tezgahlarından çıkan puntalanmış şasi iskeletlerinin yüksek tolerans aralığında olması ve istasyondaki fikstür ayarlarının istenilen şekilde tasarlanamamış olması) sürelerin istenilen ölçülerde düşürülebilmesi daha çok işletmenin teknik sorunlar üzerinde yoğunlaşmasıyla çözümlenebilir. Bu nedenlerden dolayı bu senaryonun hayata geçirilmesi olasılığı biraz daha zayıftır. Bu senaryonun uygulanabilme şansını arttırmak adına tüm bu aksaklıkların giderilmesi için TÜLOMSAŞ daha dar tolerans aralığında üretim yapan tedarikçilerle çalışmalıdır. Eskimiş ve ayarları bozulmuş çatma tezgahlarında yenilemeye gidilmeli veya pnömatik tezgah alımı gerçekleştirmelidir.

Düşük maliyet vermesi açısından değerlendirilebilecek bir diğer senaryoda Senaryo 4'tür. Yani işletmenin 3. İstasyondan bir adet daha alması durumunda sonuç veren senaryodur. Bu senaryoda 3. İstasyonun kendisinden yapılması istenen kaynak işleminin tamamını tamamlayamaması ve bu nedenle kaynak yapılamamış yerler için parçanın dik döner tezgaha gönderilmek zorunda olma durumu söz konusudur. Zaten istenilen şekliyle verim alınamayan bir tezgah için bir yenisin alınmasının talep edilmesi senaryonun çürümesine neden olmaktadır.

İşletme içinde bulunduğu şartlar açısından düşünüldüğünde uygulanabilirliği en yüksek, ulaşılmak istenen hedeflere en yakın sonuçlar veren iş süreci Senaryo 3'tür. Uygulanabilme şansı olan bu senaryo için işletme oluşturulan iki alternatif arasından 1. ve 2. İstasyonda kaynak yapılan parçaların puntalama işlemlerini fasona yaptırıldığı alternatifin üzerinde yoğunlaşmaktadır. Oysa puntalama işlemlerinin de fabrika içinde yapılması fason firmadan yardım alınmaması bir boji için 615 TL'lik bir kar getirmektedir. Fabrika bu parçaları kendisi üretmek istediğinde kesilmiş sac malzeme boji atölyesine sac atölyesinden sağlanmaktadır. Sac atölyesinin diğer atölyelere boji atölyesinden daha yüksek miktarlarda parça sağlıyor olması boji atölyesini istenilen şekilde beslemeyeceği düşüncesini güçlendirmiştir. Bu sebeple puntalama işlemlerinin fabrika içinde yapılması üzerinde durulmamıştır. İşletmeye göre yüksek maliyetine karşın fason firmayla çalışmak daha olası bir çözümdür. Bu alternatifin seçilmesi ile eski sisteme göre bir boji için 735 TL kar elde edilebilmektedir.

Üretim işletmelerinde planlanan iyileştirmenin benzetim modelleri ile işletme açısından sağlayacağı katkı; işlem sürelerinde azalmanın sağlanması ve böylece müşteri ihtiyaçlarına daha hızlı cevap verebilme, değişime çabuk ayak uydurabilme ve örgüt içindeki toplam performans ve verimliliğin arttırılması, ayrıca kalitede daha yüksek standartlara ulaşılması ile yeni pazarlarda daha fazla yer alınmasının sağlaması açısından büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

Albastro, M. S., G. Beckman, G. Gifford, A. P. Massey, and W. A. Wallace. 1995. The Use ofVisual Modeling in Designing a Manufacturing Process for Advanced CompositeStructures, IEEE Transactions on Engineering Management 42 (3): 233-242.

Baesler, F., et al. (2002). Productivity improvement in the wood industry using simulation and artificial intelligence. Winter Simulation Conference; San Diego, pp. 1095–1098.

Banks J, 1998. "Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and practice", Wiley Interscience, New York.

Clemons E. (1995). "Using scenario analysis to manage the strategic risks of reengineering". Sloan Management Review Summer, 61–71.

Colin, A. and Rowland, P. (1996), "*Managing Business Processes: BPR and Beyond*", *John Wiley & Sons*, New York, NY.

Davenport, T. ve Short, J.E. (1990), "*The New Industrial Engineering Information Technology, and Business Process Redesign*", Sloan Management Review, Summer, 11–17.

Edmonds M.I. and O'Connor H.M. (1999)."The use of computer simulation as a strategic-decision-making tool: a case study of an emergency department application", Healthcare Management Forum 12 (2), pp. 32–33

Elmaraghy, H., et al. (1998). On-line simulation and control in manufacturing systems. Annals of the CIRP, 47, 401–404.

Farahmand, K. and Martinez, A.F.G., (1996). "Simulation and Animation of the Operation of a Fast Food Restaurant," Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference, 1264-1271.

Gladwin, B. and Tumay, K.,(1994). "Modelling Business Processes with Simulation Tools," Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference, J. D. Tew, S. Manivannan, D. A. Sadowski, and A. F. Seila (Eds.), Lake Buena Vista, FL, pp. 114–121 (December 1994).

Grover, V. and Kettinger, W.J. (Eds) (1995), Business Process Change: Concepts,

Methodologies and Technologies, Idea Group, Harrisburg, PA.

Hammer, M. ve Champy, J. (1993), Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. Harper Business, New York, NY.

Hani, Y., Chehade, H., Amodeo, L., & Yalaoui, F. (2006). Simulation based optimization of a train maintenance facility model using genetic algorithms. IEEE International conference Service System and Service Management SSSM'06, Troyes France, p. 6.

Iannoni, A., & Morabito, R. A. (2005). Discrete simulation analysis of a logistics supply system. Transportation Research Part E (in press)

Jones A., Ridener A.J. and Smith K.G.(1997). "Preparing for change: emergency department queuing theory and computer simulation", Topics in Emergency Medicine 19 (02),pp. 40–46.

Kallio, J., Saarinen, T., Salo, S., Tinnilä, M. and Vepsäläinen, A.P.J.,(1999). "Drivers and tracers of business process change, Journal of Strategic Information Systems, 8, 125- 142.

Kettinger, W.J., Teng, J.T.C. and Guha, S. (1997a), "The process reengineering life cycle methodology: a case study", in Grover, V. and Kettinger, W.J. (Eds), Business Process Change: Concepts, Methodologies and Technologies, pp. 211-44.

Kettinger, W.J., Teng, J.T.C. and Guha, S. (1997b), "Business process change: a study of methodologies, techniques, and tools", MIS Quarterly, Vol. 21 No. 1, pp. 55-80.

Kharwat, A.K., (1991). "Computer Simulation: An important tool in the Fast Food Industry," Proceedings of the 1991 Winter Simulation Conference, 811-815

Kibira, D and McLean, C.,(2002). "Virtual Reality Simulation Of A Mechanical Assembly Production Line", Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference.

Kubeck, L.C. (1995), Techniques for Business Process Redesign, John Wiley & Sons, New York, NY

Law A.M. and Kelton W.D.(2000). "Simulation modeling and analysis", McGraw Hill, New York.

Muhl, E., Charpentier, P., & Chaxel, F. (2003). Optimization of physical flows in an automotive manufacturing plant: some experiments and issues. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 16, 293–305.

Novels, M. and Jonik, S., (1996). "Scheduling with Simulation in the Food and Drinks Industry," Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference, 1252-1256.

Paolucci, E., Bonci, F. and Russi, V. (1997), "Redesigning organisations through business process re-engineering and object-orientation", Proceedings of the European Conference on Information Systems , pp. 587-601.

Stout, W.A., (1995). "Modeling a Hospital Main Cafeteria," Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference, 1060-1065.

Swami, A. (1995), "Building the business using process simulation", Proceedings of the 1995 Winter Simulation Conference, SCS, pp. 1081-6.

West, A. A., S. Rahimifard, R. Harrison and D. J. Williams. 2000. The Development of a visual interactive simulation of packaging flow lines, International Journal of Production Research 38(18): 4714-4741.

Wright, D.T. and Yu, B. (1998), "Strategic approaches to engineering design process modelling", Business Process Management Journal, Vol. 4 No. 1, pp. 56-71.

Yalcin, A., & Namballa, R. (2005). An object oriented simulation framework for real-time control of automated flexible manufacturing systems. Computers and Industrial Engineering, 48, 111–127.