

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR MOBİLYA FABRİKASININ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAYA
YÖNELİK UYGULAMALAR: ÜRETİM SİSTEMİNİN YENİDEN
ORGANİZASYONU**

Osman KARŞIYAKA

**Danışman
Doç. Dr. Abdullah SÜTÇÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2018**



© 2018 [Osman KARŞIYAKA]

TEZ ONAYI

Osman KARŞIYAKA tarafından hazırlanan "**Bir Mobilya Fabrikasının Verimliliğini Artırmaya Yönelik Uygulamalar: Üretim Sisteminin Yeniden Organizasyonu**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Doç.Dr. Abdullah SÜTÇÜ
Süleyman Demirel Üniversitesi



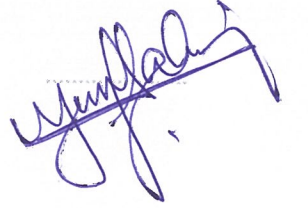
Jüri Üyesi

Prof. Dr. Halil Turgut ŞAHİN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr.Öğr.Üyesi Yusuf ŞAHİN
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Yasin TUNCER



TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Osman KARŞIYAKA



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
3. MATERYAL	12
4. YÖNTEM.....	16
4.1. Verimlilik, Etkinlik, Etkililik Kavramları.....	16
4.2. Verimliliği Artırmaya Yönelik Uygulamalar.....	17
4.2.1. İş etüdü uygulamaları.....	17
4.2.2. Yalın üretim uygulamaları.....	21
4.2.3. Benzetim ile sistemin yeniden tasarımı	24
5. BULGULAR.....	27
5.1. İşletmede Gerçekleştirilen İş Etüdü Uygulamaları ve Verimlilik Artışı	27
5.2. Yalın Üretim Uygulamaları ve Verimlilik Artışı	33
5.2.1. Aksesuar hazırlık bölümünde yapılan uygulamalar.....	33
5.2.2. Konfeksiyon bölümünde gerçekleştirilen uygulamalar.....	34
5.2.3. Mobilya iskelet bölümünde yapılan uygulamalar	37
5.2.4. Kanepe üretim hattında yapılan uygulamalar	40
5.3. Üretim Sürecinin Benzetim Modeli.....	44
5.3.1. Modelin Varsayımları	45
5.3.2. Mevcut Durum Modelin Oluşturulması ve Alternatif Modelin Geliştirilmesi	47
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
KAYNAKLAR	57
EKLER	63
Ek A. Zaman Ölçüm Formu.....	63
Ek B. Benzetim Modeli	65
ÖZGEÇMİŞ	67

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİR MOBİLYA FABRİKASININ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAYA YÖNELİK UYGULAMALAR: ÜRETİM SİSTEMİNİN YENİDEN ORGANİZASYONU

Osman KARŞIYAKA

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Abdullah SÜTÇÜ

Türkiye mobilya endüstrisinde; dış ticaret fazlası veren yıllık ortalama %13 büyüyen ve yüksek istihdam imkânı sağlayan önemli bir sektördür.

Mobilya fabrikalarında verimliliğin ve etkinliğin artırılmasına yönelik yeniden organizasyon faaliyetlerinin amaçlandığı bu çalışmada; mobilya üretim sistemlerinin etkinliğini düşüren başlıca sorunların neler olduğu literatür ışığında ve bir mobilya fabrikasında gerçekleştirilen gözlemler yoluyla irdelenerek, hazırlık süreleri, imalat temin süresi, stokların seviyesi ve uygulanan stok politikaları, taşıma ve firenden kaynaklanan maliyetler incelenerek sistemin verimliliğini ve etkinliğini arttıracak yeniden organizasyon yapıları geliştirilmiştir. Geliştirme modelleri olarak metal atölyesine ait iş ve işlemlerde, iş analizi, iş etüdü, 5S uygulamaları ve benzetim modeli oluşturularak yeniden organizasyon çalışmaları yapılmış, süreç içi stok seviyeleri düşerken, üretim verimliliğinde %10'luk artış sağlanmıştır. Ayrıca bölümlerde gerçekleştirilen 5S uygulamalarına ait öncesi-sonrası durumların fotoğraflanmasıyla sektör için örneklendirme yapılmış, konfeksiyon bölümüne ait ilgili iş istasyonunda ortalama %38'lik önemli verimlilik artışı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Verimlilik, Süreç İyileştirme, Yeniden Organizasyon, Benzetim, Mobilya, Etkinlik.

2018, 67 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

FURNITURE FACTORY OF THE APPLICATION OF AN IMPROVING EFFICIENCY: REORGANIZATION OF PRODUCTION SYSTEMS

Osman KARŞIYAKA

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Products Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Abdullah SÜTÇÜ

Turkish Furniture Industry, is an important sector that has foreign trade surplus and grows %13 annually, it also provides great employment opportunities.

This study aims for reorganization activities in order to increase productivity and efficiency in furniture factories. It examines the main problems which reduce efficiency of furniture systems, in light of the literature and by observations from a furniture factory. Main problems were the costs arising from; preparation period, manufacturing procurement process, stock levels, transportation and turnover. Re-organizational operations are made as a development model in processes and labors of a metal workshop by creating a simulation model and 5S applications, doing work analysis and work study. In process stock levels were reduced and production efficiency has increased by %10. Furthermore, samplings for the sector were made by using the before and after photographs about the 5S applications withing the departments. Related work stations in outfitting department have shown average of %38 increase in productivity.

Keywords: Reorganization, Productivity, Efficiency. Process improvement, Simulation, Furniture

2018, 67 pages

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bilgi ve tecrübesi ile beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Abdullah SÜTÇÜ ' ye teşekkürlerimi sunarım.

Yorucu ve uzun süren çalışmalarım boyunca motivasyon desteğini eksik etmeyen tüm arkadaşlarıma, Benzetim model kurulumunda yardımlarını esirgemeyen SDÜ Endüstri Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi Mustafa Emrah BURHAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın imalat aşamasındaki görev yapan personellere, ellerinden gelen yardımı esirgemeyen ve imalat atölyesi verilerini kullanmama izin veren Konfor Mobilya A.Ş. yetkililerine teşekkür ederim.

Hayatımın her anında olduğu gibi tez çalışmamın her aşamasında da beni yalnız bırakmayan annem Fatma KARŞIYAKA'ya ve babam Ramazan KARŞIYAKA'ya sonsuz saygı ve sevgilerimi sunarım.

Osman KARŞIYAKA
ISPARTA, 2018

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Üretim süreci analiz edilen mamulün üç boyutlu görünümü	13
Şekil 3.2. Mevcut imalat atölyesi yerleşim düzeni.....	15
Şekil 4.1. İş akış analiz formu	19
Şekil 4.2. Tekrarlı iş akışları için geliştirilmiş Refa zaman ölçüm Z2 formu	21
Şekil 4.3. Yalın üretim teknikleri.....	22
Şekil 4.4. Arena benzetim yazılımında kullanılan modüller	26
Şekil 5.1. Başlık üretimi genel süreç şeması	27
Şekil 5.2. Başlık üretim iş akışı.....	28
Şekil 5.3. Başlık üretim sürecine ait mevcut durumu gösterir iş akış analizi	31
Şekil 5.4. Başlık üretim sürecine ait metot etüdü sonrası önerilen durum iş akışı.....	32
Şekil 5.5. Aksesuar hazırlama bölümünde uygulanan 5S faaliyetleri. Öncesi durum (a), sonrası durum (b).....	34
Şekil 5.6. Satış sonrası garanti süresi içerisinde üretilen kumaş yedek parçaların gönderimi faaliyetine ait 5S uygulaması. Öncesi durum (a), sonrası durum (b).....	35
Şekil 5.7. Konfeksiyon tamir bölümünde uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b).....	36
Şekil 5.8. Kumaş kesim bölümünde uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b).....	37
Şekil 5.9. Mobilya iskelet depo bölümünde uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b).....	38
Şekil 5.10. Mobilya iskelet bölümünde uygulanan iyileştirme faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)	39
Şekil 5.11. Kanepe üretim hattında uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)	40
Şekil 5.12. Kanepe üretim hattındaki yarı mamuller için uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b).....	41
Şekil 5.13. Kanepe üretim hattındaki tela kullanımı için uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b).....	41
Şekil 5.14. İç dolgu hazırlama bölümü için uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)	42
Şekil 5.15. Kırılent hazırlama bölümü için uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)	43
Şekil 5.16. Kol iskelet hazırlama bölümü için uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)	43
Şekil 5.17. Grup döşeme montaj bölümü için uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)	44
Şekil 5.18. İlgili ürüne ait yıllık talep dağılımı.....	47
Şekil 5.19. BA-1 İşlemine ait analiz.....	48
Şekil 5.20. BA-2 İşlemine ait analiz.....	48
Şekil 5.21. PM-5 İşlemine ait analiz.....	49
Şekil 5.22. PM-7 İşlemine ait analiz	49
Şekil 5.23. Metal bölümü mevcut durumun benzetim modeli	50
Şekil 5.24. Metal bölümü önerilen-alternatif durumun benzetim modeli	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 5.1. Başlık üretimi iş süreci için faaliyetler ve zaman verileri	28
Çizelge 5.2. Konfeksiyon çizim bölümünde uygulanan 5S faaliyeti kazanç tablosu.....	37
Çizelge 5.3. Başlık üretim sürecine ait iş istasyonlarındaki kapasite kullanım oranı değişimi ve etkinlik artışı	52



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BA	Başlık ambalaj
BDM	Başlık döşeme montaj
BKK	Başlık kumaş kesim
CNC	Bilgisayarlı sayısal kontrol
ERP	Kurumsal kaynak planlama
JIT	Tam zamanında üretim
MRP	Malzeme ihtiyaç planlama
MYL	Melamin kaplı yonga levha
PB	Profil büküm
PDP	Profil delik pres
PK1	Profil kesim 1
PK2	Profil kesim 2
PK3	Profil kesim 3
PMM	Profil mobilya montaj
PP	Profil perçin
PRKM	Profil robot kaynak montaj
SN	Saniye
TDK	Türk Dil Kurumu

1. GİRİŞ

İnsanların yerleşik hayata geçişi, toplumsallaşma adına büyük bir adım olmuştur. Yerleşik hayata geçmek aynı çatı altında yaşamayı getirirken adapte olabilmek uzun zamanlar almıştır. Yerleşik hayata geçmekle birlikte bazı ihtiyaçlar oluşmuş böylece yaşanacak yer kadar bu yeri yaşanılır kılma çabası mobilya kullanımını da hızla artırmıştır.

Mobilya kelimesi dilimize İtalyanca'dan girmiştir ve Türk Dil Kurumunun Güncel Türkçe Sözlüğü'ne göre, "Oturulan, yemek yenilen, çalışılan, yatılan yerlerin döşenmesine yarayan eşyaya verilen genel ad, möble" anlamında kullanılmaktadır (TDK, 2018). Günlük yaşamın her anına yer edinmiş, yaşama yönelik hizmette bulunan, yaşam kalitesini etkileyen, her kesimin talep ettiği ve kullandığı önemli ürünlerin üst sıralarında yer alan üründür. Yurt içi ve yurt dışı pazar hacmini artırma gayesinde olan Türk mobilya sektörü çeşitliliğiyle de ön planda yer almaktadır. Mobilya sektöründe döşemeli mobilya (köşe takımları, koltuk, kanepeler, dinlenme), masif mobilya (yemek odası, yatak odası, genç ve çocuk odası, aksesuar çeşitlilikleri), banyo, mutfak ve ofis mobilyaları, hastane mobilyaları, aksesuarlar gibi geniş yelpaze de üretim yapan önemli istihdam gücüne sahip özelliktedir. Özellikle son yıllarda artan köyden kente yerleşim, nüfus artışı ve yükselen ivmeli hayat standardı ile gün geçtikçe mobilya sektöründeki talep artmaktadır. Mobilya sektörü modern tasarım çalışmaları ve her geçen gün gelişen teknoloji nedeniyle yeni alternatif imkân ve pazar gücü ile karşı karşıya kalmak zorundadır (Yazıcı ve Karayılmazlar, 2001). Bu sebeple, verimlilik artırıcı teknikler etkin ve yaygın kullanılarak üretim planları ortaya konulmalı; sektörün çevre değerlerine uyumlu, pazara entegre olabilen ve rekabet koşullarını yaratabilme açısından pazara dönük bir yönetim anlayışının sağlanması gereklidir. Ayrıca, mobilya sektöründe iş etüdü, kalite kontrol, stok yönetimi, eğitim, çalışma koşullarının iyileştirilmesi ve fabrika düzenleme kriterlerinden mutlak suretle yararlanılması gerekmektedir.

İnsan çalışmasını kolaylaştırma ve iyileştirme çabaları olarak ele alınan verimlilik geliştirme çalışmalarının tarihi, insanlık tarihi kadar eskidir. MÖ

1700'de Babil Kralı Hammurabi zamanında iş planlaması ve üretim kontrolü yöntemleriyle çalışma süresi ve taban ücrete dayanan ücret listeleri oluşturulmuştur. MÖ 200'de Çin Seddi yapımında, kiremit değiştirme ve tahıl alıp getirmede, işçilerin performansları için hesap çubukları kullanılmıştır. Günümüzdeki anlamıyla yapılan verimlilik artırma çalışmaları ise sanayi devrimine ve özellikle kitlesel üretimin başlamasına dayanmaktadır. 1832 yılında matematikçi Charles Babbage'ın iş bölümü prensibinin uygulanmasıyla sağlanacak faydanın saptaması, reorganizasyon ile üretkenliğin artırılması iş basitleştirme gibi uzmanlaşma yolunda deneyler yapmıştır. Daha sonra 1900-1920 yılları arasında F. Taylor'un bilimsel yönetimin kurallarını ortaya atması ile üretim yönetiminde organizasyon, verimlilik artışı, insan gücü verimi, iş yeri düzeni vb. kavramların bugünkü anlamları ortaya çıkmıştır. I. Dünya Savaşı sonrasındaki yıllarda doğrusal programlama ve diğer yöneylem araştırma tekniklerinin geliştirilmesi, modellerle benzetim yönteminin uygulanması, yüksek hızlı bilgisayarların ortaya çıkması, otomasyonun gelişmesi önem kazanmıştır (Kobu, 1994).

II. Dünya Savaşı'ndan günümüze kadar, toplam sistem kavramının ve geniş kapsamlı benzetim modellerinin üretim sistemlerinin dizaynında kullanılması, haberleşme, planlama ve araştırmada bilgisayarlardan geniş şekilde yararlanılması, Toyota üretim sistemi, toplam kalite yönetimi, 6 Sigma ve yalın üretim gibi insan odaklı yeni yaklaşımların gündeme gelmesiyle verimlilik, üretkenlik, etkinlik kavramları da daha geniş yelpazede karşılığını bulmuştur. İşletmelerin zorlu rekabet şartlarında varlıklarını sürdürebilmeleri amacıyla özellikle maliyet, kalite ve lojistik yönetimlerini sürekli iyileştirmek zorundadır. Yalın üretim felsefesinin püf noktası, mevcut iş süreçlerinin verimlilik ve etkinlik analizlerini gerçekleştirmek, maliyetleri minimize etmek ve müşterilere israftan arınmış değerler sunmaktır. Alışlagelmiş bakış açısıyla günümüzde, kaynakların yoğun tempoda ve sürekli kullanılmasıyla üretim süreçlerinde katma değer yaratmayan davranışlardan maksimum ölçüde arındırılabilceği düşünülmektedir. Fakat israfı tam anlamıyla yok edebilmek ve daha verimli süreçlere sahip olabilmek için hammaddeden başlanıp mamulün müşteriye

teslimine kadar geçen süreçlerin bir bütün olarak gözlemlenmesi ve değerlendirilmesi hususu önem arz etmektedir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sanayi devrimi ile birlikte üretim sistemlerinde verimliliğin artırılması daha kısa sürede daha fazla işin daha düşük maliyetlerle yapılma isteği bilimsel araştırmaları da bu konuda yoğunlaşmaya sevk etmiştir. Özellikle mobilya endüstrisinde ve diğer endüstri kollarında verimlilik odaklı bilimsel ve uygulamalı birçok çalışma günümüze kadar yapılmış ve halen yapılmaya da devam etmektedir. Bu tez çalışması kapsamında ulaşılan bazı çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Dizdar ve Özen (2001), mobilya endüstrisinin sorunlarından olan üretim verimliliğiyle ilgili çalışmada, iş etüdü tekniklerinden yararlanılarak verimliliğin ekstra bir yatırım gerektirmeden aktarılabilmesi konusunda araştırma yapmıştır. Öncelikle fabrikadaki üretimin kritik noktasını teşkil eden panel kesim atölyesinde bulunan yatay levha kesme makinesini seçmiş ve tercih nedeni olarak makinenin önünde oluşan birikimlerden dolayı üretim hattında görünen yavaşlamaları ele alarak iş etüdü çalışmasını yapmıştır. Yapılan çalışma sonucu metot ve zaman etüdü düzenlemeleriyle %66,5 oranında zaman kazancı ve önemli oranda üretkenlik artışı sağlamıştır. Tanrıtanır (1994), hücreli imalat sistemini uyguladığı bir mobilya fabrikasında makine gruplarından oluşan hücrelerde parça ailelerini imal ederek iş akışını basitleştirmiş, makineler arası taşıma mesafesinden ve fabrika alanından tasarruf sağlamayı amaçlamış ve taşıma mesafelerinden %44,3 oranında, fabrika alanından ise %36 oranında tasarruf sağlamıştır. Şahin (2003), su pompası üretimi yapan bir işletmede belirlenen bir parçaya ait üretim süreçlerini belirleyerek, üretim hatlarında verimliliği artırmaya yönelik metot ve zaman ölçüm çalışmaları yaparak, üretim zamanından %20, üretim adedinde ise %25 oranında kazanç elde etmiştir.

Tanrıtanır vd. (2004), mobilya üretiminde faaliyet tabanlı maliyetleri esas alarak benzetim destekli personel organizasyonu gerçekleştirmiştir.

Akın (2015), simülasyon tekniğini kullanarak, montaj hattındaki verimliliğin artırılmasına yönelik bir çalışma yapmış, hat dengeleme yöntemiyle iş istasyonu sayısında azalma gerçekleştirerek, çevrim sürelerini kısaltma çalışması yaparak verimlilik artırmayı hedeflemiştir. Ulaşılan sonucun sınanabilmesi için Arena programıyla mevcut durum ve önerilen durumlar için simülasyon modelleri hazırlamıştır. Benzetim yöntemi kullanarak hat dengelemenin olumlu yaklaşım olacağını önermiştir. Hacıhasanoğlu (2014), kaizen maliyetleme yöntemini mobilya sektöründe uygulayarak bu konuda farkındalık yaratmayı amaçlamıştır. Uygulama yapılan işletmede gerçekleştirilen kaizen faaliyetleri ile üretim miktarında %29'luk bir artış sağlanmış, çalışma koşulları ve üretim maliyetleri ile ilgili önemli iyileştirmeler gerçekleştirmiştir.

Üretim sistemlerinin yeniden organizasyonu kapsamında sistem etkinliğinin artırılmasına yönelik yapılan çalışmalarda çoğunlukla kullanılan yöntem benzetim yöntemidir. Araştırmacılar savunma sanayisinden eğlence sektörüne kadar birçok alanda kullanılan bu yöntemi endüstri ortamlarında farklı problemlerin çözümüne yönelik uygulamışlar, ulusal-uluslararası sayısız çalışma yapmışlardır. Bilindiği gibi, sayısal olarak model kurmanın güç olduğu sistemler rahatlıkla simüle edilebilir. Ayrıca herhangi bir sistem fiziksel olarak oluşturulmadan önce benzetim modeli oluşturularak sistemin temel karakteristikleri çok daha az maliyetli bir yolla analiz edilebilir. Deney sayısı arttıkça optimale çok yakın bir sonuçla sistemin analiz edilebileceği söylenebilir (Ulucan, 2007).

Sezen (2004), iş hayatında stok problemleriyle karşılaşıldığında yöneticilerin elektronik tablolarla pratik çözümler bulabilmesinde yardımcı olabileceği gibi benzetim yaklaşımıyla farklı senaryoların da rahatlıkla değerlendirilebileceğine değinmiştir.

Karaca (2007), birçok işletme problemlerinin çözümünde ve özellikle kuyruk sistemlerinde matematiksel model kullanımının oldukça yaygın olduğunu, ancak gerçek hayattaki birçok problemin stokastik ve analitik modellerle tam olarak açıklanamadığını ifade etmektedir. Bu ve benzeri durumlarda benzetim

tekniki aracılığı ile model geliştirmenin gerekli olduğunu bildirmektedir. Gersil (2004) ise Stokastik benzetim modeli ile bir televizyon üretim tesisinde mevcut montaj hatlarından birindeki çıktı miktarını artırmak ve darboğaz sürecinin uygulanmasıyla kuyrukta bekleme sürelerini ve toplam sistem zamanını azaltmayı amaçlamıştır. Arena benzetim programı ile, bir montaj hattının sisteminin modellenmesi yapılmış ve farklı işletim politikası önerilerinin modele uygulanması ile, üretim bandındaki çıktı miktarında %10 artış sağlamıştır.

Küçük (2004), ProModel benzetim programını kullanarak, karışık modellenen montaj hattı dengelemeye yönelik bir uygulama yapmıştır. Çalışmada; incelenen hattın belirli bir bölümünde yer alan işlemler, istasyonlara dengeli bir biçimde paylaştırılmıştır. Kullanılan veriler Toyota montaj fabrikasından elde edilmiştir.

Kırbaş (2006), bir üretim biriminde benzetim metodu yardımıyla kapasite kullanımını artırıp, yatırım maliyetlerinin düşürülmesini amaçlamış, yalın üretim teknikleri ve gezgin satıcı uygulamaları olmak üzere çeşitli önerileri ProModel benzetim programı ile modellemiştir. Deney tasarımı Taguchi deney tasarımı kullanmış, önerilen senaryoların sisteme etkisini incelemiştir. Benzer bir diğer çalışma da Çörekçioğlu (2010) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, gerçek üretim sistemindeki verimliliğin değişimini farklı senaryolar uygulayarak gözlemlemiş, Tefaş A.Ş. otomotiv yan sanayi işletmesindeki pres sac imalat sistemini Promodel benzetim programıyla modellemiştir. Gerçek ve olası alternatifler arasındaki farkları karşılaştırarak yorumlamış ve öneride bulunmuştur.

Yıldız (2010), yedek parça imalatı gerçekleştiren makine sanayi firmasında üretim hatlarını ProModel benzetim programı kullanarak benzetim modelini oluşturmuştur. Mevcut imalat hattındaki iş istasyonlarının kapasite kullanımı gibi istatistiksel verileri kullanarak kritik iş istasyonları ve makineleri tespit etmiş, oluşturulan benzetim modeliyle iş istasyonları, çevrim süreleri, üretim parti büyüklükleri ve mevcut vardiya sistemini ele alarak oluşan değişiklikleri gözlemlemiştir. Benzetim modeliyle değişikliklere karşı öneride bulunmuştur.

Takcı (2013), bir tekstil fabrikasında kapasite doğrultusunda kaynakları en etkin biçimde süreçlerde iyileştirmeler uygulanarak malzeme, iş gücü, teçhizat gibi kaynakların hedeflenen kapasite doğrultusunda etkin kullanılması amaçlanmıştır. Fabrikanın verimli çalışmasına engel olan üretim hattındaki darboğazları tespit etmiş ve bunları ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar yapmıştır. Bu kapsamda montaj hattı dengelemesi yaparak alternatif senaryoların imalat sistemi üzerindeki oluşabilecek etkilerini benzetim yardımıyla incelemiştir. Bilget (2015), konfeksiyon bölümünde yalın üretim teknikleri uygulanan işletmede, üç farklı ürüne ait üretim süreçlerini inceleyerek üretim sürelerini belirlemiş, istatistiksel dağılımı göz önüne alarak belirlenen sürelerle benzetim modelini oluşturmuştur. Modelin geçerliliğini günlük üretim adedini baz alarak istatistiksel açıdan kontrol etmiştir. Akabinde yalın üretimin gerekliliklerine bağlı olarak mevcut modelleri yeniden tasarlayıp Simul8 programından yararlanarak alternatif modeller oluşturup incelemiştir.

Zoralioğlu (2011), elektronik seri üretim yapan firmada mevcut sisteme eklenecek projeyi incelemiştir. Mevcut sistemi Promodel simülasyon programı aracılığıyla modelleyerek, girdi verileriyle program çıktılarını değerlendirmiştir. Değerlendirme esnasında benzetim programına ait ek yazılımları kullanmış ve var olan sisteme özellikle stok alanları ve iş gücü kullanımıyla ilgili çeşitli öneriler getirmiştir. Önerilen iyileştirme adımlarıyla üretim sistemini tekrar modelleyerek önceki sistemin çıktılarıyla karşılaştırılmıştır. Önerilerin iyileştirme oranları incelenerek, üretim sistemindeki toplam performans etkilerini değerlendirmiştir. Yapılan çalışmada üretimdeki tezgâh sayılarının, stok kapasitelerinin, kaynak kullanımlarının yeniden düzenlenmesiyle önemli ölçüde iyileştirme sağlamıştır.

Beyhan (2006), üretim sisteminin bir hücreni ele alarak bu hücrenin çift kaynak kısıdı altındaki performansını Arena benzetim programıyla modelleyerek incelemiştir. Çalışma sonucunda hücrenin iş gören sayısı azaltılarak daha az çalışan ile aynı üretimi yapabileceği ortaya çıkmıştır. Kaya (2009), tek bir modelin işlem görebildiği otomotiv firmasına ait montaj hattının, aynı zaman diliminde birden fazla modelin işlem görebileceği esnek montaj

hattı haline getirmeyi hedeflemiş, bu amaçla Arena benzetim programını kullanmıştır. Özçift (2010), otomotiv endüstrisinde ara stok alanını Witness benzetim programı ile modelleyerek, kuruluşun yatırım maliyetinde önemli oranda kazanç sağlamıştır.

Orman ürünleri endüstrisinde özellikle mobilya imalat sistemlerinin reorganizasyonuna ve verimliliğin artırılmasına yönelik bilimsel çalışmalar da literatürde mevcuttur. Çalışmalara ait bilgiler kısaca aşağıda özetlenmiştir.

Sütçü vd. (2006), orman ürünleri endüstrisinde önceden yapılmış benzetim destekli çalışmaları kısaca özetledikten sonra yüksek üretim kapasitesine sahip bir masif sandalye imalat atölyesinin mevcut durumunun benzetim modelini oluşturmuştur. Bu model üzerinde personel ve iş organizasyonu açısından değişiklikler yaparak daha iyi performans gösteren yeni bir organizasyonel yapı geliştirmiştir. Bu organizasyonel modelde daha az personel ile (45 yerine 35) daha yüksek termin karşılama oranına (%59,2'ye karşın %64,3'e) ulaşmıştır.

Sütçü vd. (2011), atölye yerleşimi ve bölümsel organizasyonu benzetim yöntemi ile bütünleşik bir yapı içerisinde değerlendiren bir yol haritası-yöntemi ortaya koymuştur. Ortaya konulan yöntem masif sandalye üretim tesisinde vaka çalışması olarak uygulanmış, karma hücreli düzenleme, müşteri-sipariş-ürün ve görev odaklı organizasyonel yapılanmaların performans ölçütleri üzerinde etkisini araştırmıştır. Ele alınan işletme için; toplam personel maliyetleri açısından en uygun metodun karma hücreli yerleşim olduğunu belirlerken farklı performans değerleri açısından ürün odaklı yerleşimin, diğer tüm alternatiflerden daha iyi sonuçlar verdiğini saptamıştır. Özellikle kapasite kullanım oranı açısından yaklaşık %40'luk iyileşme sağlandığı bildirilmektedir.

Gören (2017), orman endüstri sektöründe faaliyet gösteren bir mobilya işletmesinde süreç verimliliğini artırmak için çalışmada yalın üretim araçlarından Değer Akış Haritalandırma tekniğini kullanmıştır. Değer Akış Haritalandırma tekniğinin sadece bir ürüne ait mevcut durumu analiz edilebilen statik araç olduğunu savunmuştur. Gelecek durum için önerilen iyileştirmelerin

kolayca değerdendirilebilmesi ve Değer Akış Haritalandırmadaki bu eksikliğin giderilmesi için yaygın kullanılan benzetim tekniğinden faydalanmıştır. Oluşturulabilecek benzetim modeliyle mevcut durum ve önerilen durumun detaylı analiz edilebileceğini, Değer Akış Haritalama metodu ile benzetim tekniği birlikte kullanıldığında daha etkin sonuçlar alınabileceğini ayrıca Değer Akış Haritalama metodunun tek ürün yerine tüm ürün gruplarında veya hatlarda uygulanarak, üretim sisteminin genel verimliliğini artırmaya yardımcı olacağını savunmuştur.

Eroğlu vd. (2008), bir yonga levha üretim tesisini örneklendirdikleri çalışmalarında; üretilen ürünlerin bir takım ölçülebilir özelliğinin normal dağılım gösterdiği, hatalı ürünlerin tamir edilebilir, düşük kalite ve ıskarta olarak ayrıldığı ve stoksuzluğa izin verilen durum amacıyla ekonomik üretim miktarı (EOQ) modeli geliştirmişlerdir. Arslan vd. (2015), kereste fabrikasında üretim sisteminin kesim işlemlerine yönelik süreç iyileştirme uygulaması yaparak işletmeye, kesim hattına ham ürünün daha kısa sürede gelmesini ve hattan daha kısa sürede çıkmasını sağlayacak senaryolar geliştirerek mali açıdan tasarruf etmesini amaçlamıştır. Yapılan çalışmada kesim hattının bir bölümünde yerleştirilmiş olan daire kesim makinesinin bulunduğu kesim hattındaki mevcut yerinin değişmesi ve kesim hattının 1/3 oranında kısalması neticesinde işletmeye %42,6 oranında önemli tasarruf kazancı sağlanacağını tespit etmiştir.

Çatman (2017), çalışmasında yalın üretim tekniklerinden faydalanarak, kamu sektöründe vatandaşa hizmet eden bir süreçte yaşanan yetersizlik, israf ve beklemeelerin giderilmesini amaçlamıştır. Süreçlerin mevcut durumunu inceledikten sonra, sistemin işleyişini engelleyen riskleri ve problemleri tespit ederek işleyiş engelleyen etmenlerin kök nedenlerine ulaşmak için 5 Niçin metodundan yararlanmıştır. Kaizen ve risk değerlendirme yöntemleri ışığında iyileştirmeler için öneriler sunulmuş, takt ve çevrim süresini belirleyerek Değer Akış Haritası çıkarılmıştır. İyileştirmeler ile gelecek durumun temin süresinde, bekleme ve stok seviyesinde azalma sağlandığını ayrıca mevcut durum ile gelecek durum senaryosunu karşılaştıran iki benzetim modeli geliştirerek yalın

Üretim ve Değer Akış Haritalama yöntemlerinin getirileri benzetim yöntemi ile doğrulanmıştır.

Etçioğlu (2009), çalışmasında kapasite planlama ve benzetim konularına değinmiştir. Uygulama sırasıyla; sistem kapasitesinin belirlenmesi, kapasitenin analizi, darboğaz süreçlerin saptanması, kapasite artırmaya yönelik çözüm önerilerinin sunulması ve değerlendirilmesi şeklinde-dir. Bu aşamalarda benzetim tekniğini kullanmış olup, Arena simülasyon programında modellemesini yapmıştır.

Kaya (2001), mobilya endüstrisinde üretim kapasitesinin üretim faktörleri kısıtı altında en iyi çözümün nasıl yapılacağına ve kapasite kavramına yer vermiştir. Kapasite planlanmasının önemi ve planlama sonucu personel transferi, alternatif ürün rotalama ve fazla mesai olanakları araştırılmıştır. Kapasite planlamasını Arena simülasyon programı yardımıyla mobilya endüstrisinde bir model üzerinde uygulamıştır.

Kılıç (2009), belirsiz talep ve belirli tedarik süresine sahip ürünler için, stok kontrol modeli uygulaması yapmış ve iki haftalık gözden geçirme ile mobilya endüstrisinde önemli bir stok kalemi olan yonga levhalar için stok yönetim politikasını belirlemiştir. Geliştirilen stratejiler ile 30 farklı model Ms Excel hesap tablosu benzetim yöntemi ile değerlendirmiştir.

Yiğit (2012), ofis mobilyaları üreten bir mobilya işletmesinin üretim sistemini bilimsel yöntemlerle analiz etmiş ve mevcut sistemin benzetim modelini oluşturmuştur. Çalışma sonucunda darboğaz oluşturan makinelere yönelik geliştirilen stratejiler ile toplam üretim süresini %28 kısaltmış ve makinelerin kullanım oranlarını %40'lara varan oranlarda yükseltmiştir.

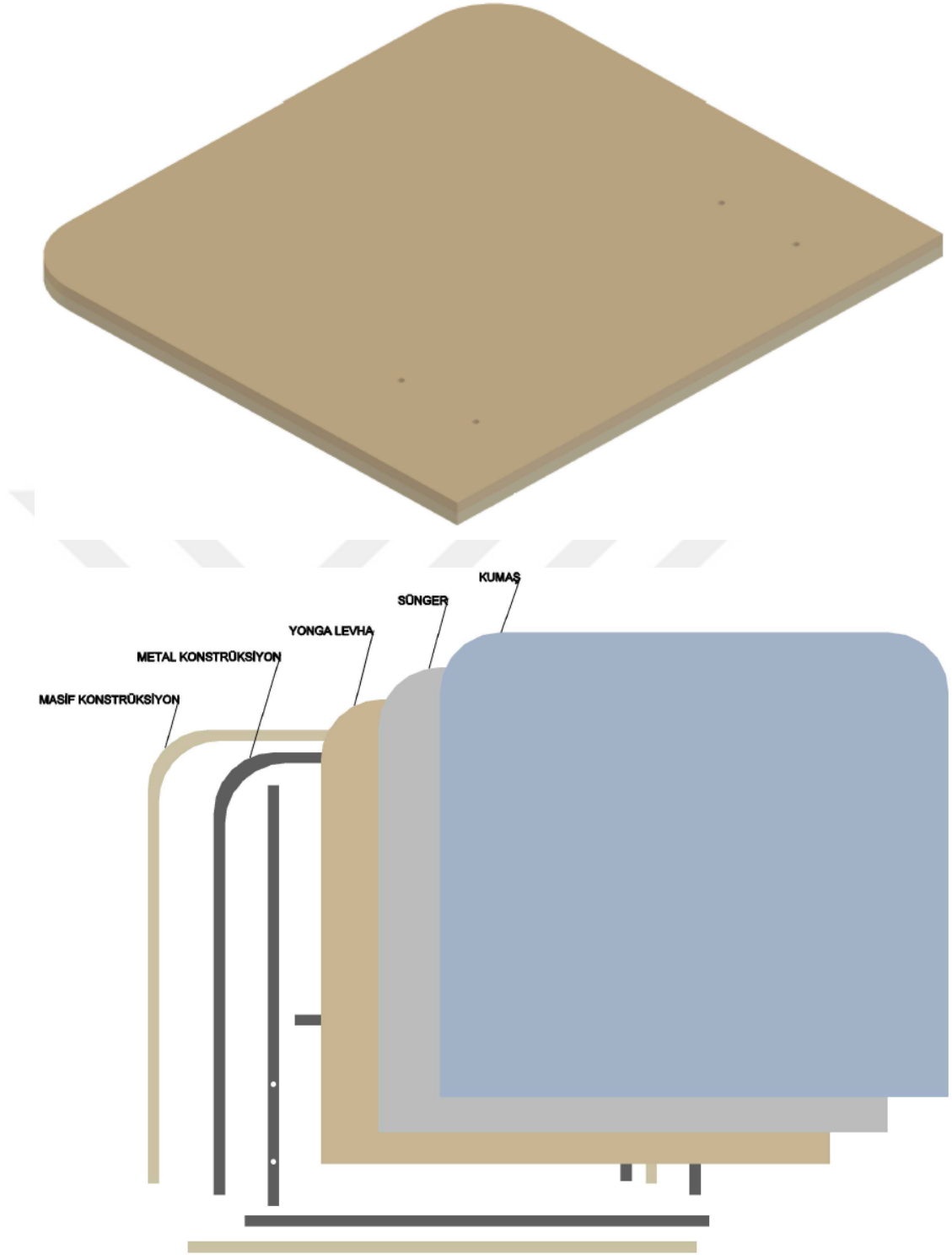
Daşçı (2010), bir merkez elik işletmesinde yalın üretim tekniklerinden faydalanarak oluşturulan üretim modelinde, arena programıyla kazançların geçerliliği araştırılmıştır.

Kuvvetli vd. (2017), ağaç ürünleri üretimi yapan bir işletmede üretim sahasındaki malzeme taşıma sistemi ve alternatiflerini, ayrık olay simülasyon yöntemi ile Arena simülasyon programını kullanarak modellemiş, önerilen durumu konveyör sistemlerinin kullanımının uzun dönemli daha uygun olduğunu görmüştür.



3. MATERYAL

Çalışmada materyal olarak İzmir’de faaliyet gösteren yatak, baza, başlık ve oturma grubu mobilyaları üreten bir mobilya üretim tesisinin verileri kullanılmıştır. Firma, Dünya mobilya perakendecilerinin lider tedarikçilerinden biri ve Türk mobilya endüstrisinde yüksek üretim kapasitesine sahip sayılı firmalardandır. 2017 rakamlarına göre yaklaşık 700 personel ile yıllık 10 milyon dolarlık ihracat hacmine ulaşmaktadır. Firma gelecek 5 yıl için 500 milyon TL yatırım planını belirlemiştir (Anonim, 2018). Üretim süreçlerinde yeni teknolojileri kullanan işletme Türkiye’nin lider mobilya üreticisi olma yolunda hızla ilerlemektedir. Ürün çeşitliliğinin müşteri talepleri doğrultusunda eğilim gösterdiği siparişe göre üretimin öne çıktığı, kesikli üretim sistemiyle parti tipi üretim yapmaktadır. Çalışmada üretim sürecine ait farklı birçok model arasından mevsimsel dalgalanmalar gösteren ancak yüksek parti büyüklüklerinde üretilen bir ürün seçilmiştir. Ürünün teknik resmi Şekil 3.1 ‘de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Üretim süreci analiz edilen mamulün üç boyutlu görünümü

Şekil 3.1' de gösterildiği gibi ürün, metal-masif konstrüksiyon üzerine sünger ve kumaş katmanlarından oluşmaktadır. Kullanılan tüm yarı mamul ihtiyaçları yurt içinden sipariş edilir, en çok kara ve deniz yoluyla ulaşım sağlanır. Hammadde

stok seviyeleri ve dinamik müşteri talepleri MRP planları ile takip edilmektedir. Dış sipariş temin süreleri yarı mamuller arası değişiklik göstermektedir. Bazı dönemlerde kumaş ve sünger gibi ürünlerde bu termin süreleri 35 güne kadar çıkabilmektedir. Bu durum hammadde stoklarının yüksek tutulmasını gerekli kılmaktadır.

Üretim planlama departmanı, ana üretim çizelgesini haftalık üretim planı şeklinde yapmaktadır. Planın sonlanmasıyla her bölüme haftalık üretim planı ve günlük iş emirleri (iş takip formları) gönderilmektedir. Mamul başlık üretimi için metal, mobilya iskelet, sünger, modüler panel ve konfeksiyon bölümlerindeki gerçekleştirilen faaliyetler neticesinde döşeme montaj hattı ile mamul başlık üretimi sonuçlanır. Üretim sürecine ait bilgiler aşağıdaki gibidir:

- İşletme tek vardiya hâlinde çalışmakta olup haftada 5 gün üretim faaliyeti göstermektedir.
- Sabah 15 dakika ve öğleden sonra 15 dakika olmak üzere toplam 30 dakika çay/ihtiyaç molaları verilmektedir.
- Öğle arası 1 saat yemek molası vardır.
- İşletmede bir işçi günlük 540 dakika, haftalık 2700 dakika çalışmaktadır.

Üretim süreci 4 temel aşamada gerçekleşmektedir:

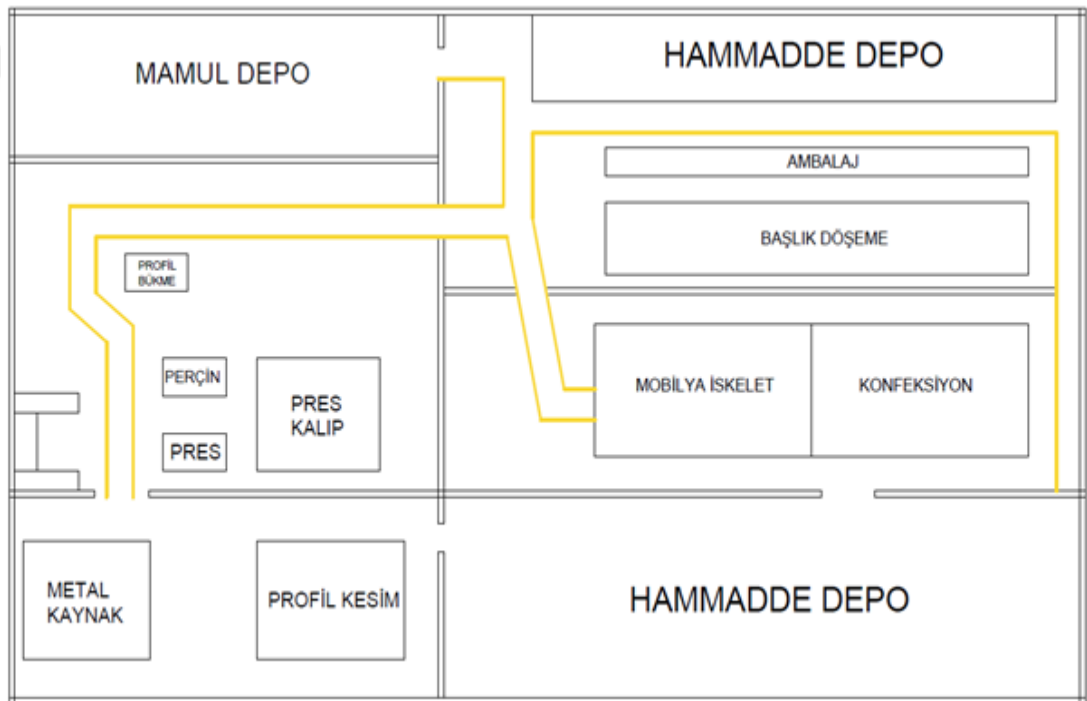
- Konfeksiyon (Kumaş kesim, dikim)
- Metal iskelet
- Mobilya iskelet (metal-masif konstrüksiyon montajı)
- Döşeme (Montaj hattı)

Başlıkla ilgili mevcut imalat atölyesi yerleşim düzeni Şekil 3.2’de verilmiştir. Konfeksiyon bölümünde, üretimi gerçekleştirilecek baza, başlık, koltuk takımı ve kanepelerde yapılması gereken tüm kumaş kesim, dikim ve türevlerinin işlemi yapılır.

Metal iskelet bölümünde ise, mobilyaların metal konstrüksiyonunun oluşturulması için metal profil kesme, profil bükme, pres delik, perçin, kaynak ve boya işlemleri yapılmaktadır.

Mobilya iskelet bölümünde başlık, baza, kanepeler, koltuk takımlarının ana iskelet (metal-masif konstrüksiyon veya masif konstrüksiyon) tamamlama işlemleri yapılmaktadır. Bu sürecin tamamlanması için, masif parçalar, yonga levha, lif levhaların kesimi, delinmesi gibi işlemler gerçekleştirilir.

Belirtilen işlemlerin tamamı, döşeme işlemi öncesi gerçekleşen yarı mamullerin imalatı statüsündeki süreçlerdir. Belirtilen işlemlerin tamamlanması sonucu döşeme (montaj) süreci başlar ve mamuller üretilir. İmalat süreci sonrasında sevkiyat süreci başlar.



Şekil 3.2. Mevcut imalat atölyesi yerleşim düzeni

Bu çalışma kapsamında, “başlık” ürünü için sevkiyat sürecine kadar tüm imalat süreci ele alınmıştır. Emek yoğun olarak gerçekleştirilen işlemlerin her biri farklı iş istasyonlarında farklı operatörlerle gerçekleştirilir. Gizlilik gereği firmaya ve üretim süreçlerine ait ayrıntılı bilgiler tez içerisinde verilmemiştir.

4. YÖNTEM

4.1. Verimlilik, Etkinlik, Etkililik Kavramları

Verimlilik kavramı, üretim prosesine dahil edilen çeşitli etmenlerle (girdiler) bu prosesin sonunda gerçekleşen ürünler (çıktılar) arasındaki ilişkiyi ifade eder (Yükçü ve Atağan, 2009). Bir başka ifadeyle herhangi bir üretim süreci sonunda elde edilmesi amaçlanan çıktının en az girdi ile elde edilip edilmemesiyle ilgili bir olgudur (Çağlar, 1988). Kısaca özetlemek gerekirse, çıktı ile çıktıyı üretmek amacıyla sarf edilen girdi arasındaki oranı ifade eder. Verimlilik hesaplanırken, çıktı/ girdi formülünden yararlanılır.

Verimlilik çalışmalarının en temel amacı, en az girdi ile en yüksek faydayı elde etmeye çalışmaktır. Bu amaçla kıt kaynakların etkin kullanımını en yüksek seviyeye taşıırken aynı zamanda maliyetleri en alt düzeye indirerek verimlikte artış sağlanabilir. Kıt kaynakların ön plana çıktığı “Gelişmekte olan ülkeler” de, özellikle de Türkiye’de finansal kaynakların yüksek maliyetli olduğu varsayıldığında, önceliğin kaynakların daha etkin kullanımına verilmesinin gerektiği anlaşılmaktadır. Kaynakların daha etkin kullanılması, aynı zamanda maliyetleri düşürerek dünya pazarlarında rekabet edebilme şansımızı da yükseltecektir (Top, 2002). Bu amaçla gerçekleştirilen faaliyetler sadece mikro ölçekteki işletmelerin kârlılıklarını artırmayacak aynı zamanda ülke gelirini, refahını ve işletmelerin uluslararası pazarlardaki rekabet edebilme gücünü de artıracaktır. Günümüzde verimlilik ile etkinlik kavramlarına aynı anlamlar yüklenerek kullanım yanlışlığı yapılmaktadır. Verimlilik ile etkinlik farklı kavramlardır. Çoban (2007), verimlilikle etkinlik arasındaki farkı, verimlilik girdi ile çıktı arasındaki ilişkiyle ilgilenirken, etkinlik çıktıların sonuçları ve bu sonuçlara neden olan etmenleriyle ilgilenmektedir. Yani verimlilik, üretim kaynaklarının ne derecede iyi kullanıldığını belirlerken etkinlik, hedeflerin hangi oranda gerçekleştiğini saptamaktadır. Etkililik ise, gerçekleşen faaliyetlerin sonucunda hedeflere ulaşma derecesinin performans boyutudur (Yükçü ve Atağan, 2009).

4.2. Verimliliği Artırmaya Yönelik Uygulamalar

Çalışma kapsamında yöntem olarak verimliliği artırmaya yönelik uygulamalar kullanılmıştır. Bu amaçla öncelikle iş etüdü uygulamaları başlığı altında iş-zaman etütlerinin nasıl yapıldığı, sisteme ait verilerin toplanması ve iş analizi konularına değinilmiş, ardından literatürde ve uygulamada yoğun kullanım alanı bulan “yalın üretim sistemi”ne ait tekniklerin kullanımı ve sonrasında da “benzetim ile sistemin yeniden tasarımı” başlıkları altında tezde kullanılan tüm yöntemler kısaca ele alınmıştır.

4.2.1. İş etüdü uygulamaları

İş etüdünün bilim alanında kullanılan çeşitli tanımları mevcuttur. Bu tanımlamalar; gelişme sağlamak hedefiyle, bir takım olayları ya da etkinliği ekonomik ve etkinlik açısından etkileyen tüm etmenleri ve kaynakları dizgisel olarak araştırmaya yönelik ve insan çalışmasını geniş yelpazede araştıran bir teknik olarak kullanılan terimdir (Bezen, 2007). Verimlilik ile doğrudan bağlantılıdır. Bu sebeple mevcut kaynaklarla elde edilecek üretimi, hiç yatırım yapmaya gerek duymadan ya da çok az yatırım yaparak üretimi artırmak amacıyla çok yaygın kullanılmaktadır (Gümüşay, 2006). İş etüdü iki bölümde incelenir.

- Zaman etüdü
- Metot etüdü

Metot etüdü, etkin yöntemlerin geliştirilmesi, basitleştirilmesi, uygulanması ve maliyetlerin azaltılması amacıyla, mevcut ve önerilen olayların yapılışındaki yolların sistematik formatta kaydedilmesi ve eleştirilerin incelenmesidir (Oğuz, 2007).

Bu amaçla işlerin çalışma metotlarını geliştirmek (yapılan işleri basitleştirmek, birleştirmek) ve sürekliliğini sağlamak gerekir. Mevcut durum metodunun

oluşturulması için her metot çalışması gibi sistematik bir çalışma şekli oluşturulmuştur. Uygulama safhaları aşağıdaki gibidir:

1. Seçim: Etüt uygulanacak iş veya proses seçilir, hangi amaç için yapılacağı tespit edilir.
2. Kayıt: İşin ya da projenin metodu ayrıntılarına kadar doğrudan gözlemyerek kayıt edilir.
3. İnceleme: Toplanan veriler özenle incelenir, kayıp zaman ve gereksiz etkinlikler göz önüne çıkarılır, ayrılır ve yok edilir.
4. Geliştirme: Esas işin yapılması hedefiyle mevcut olanaklarla en verimli çalışma metodu geliştirilir, tanımlanır ve spesifikasyonu oluşturulur.
5. Uygulama: Yeni oluşturulan çalışma biçiminin meydana getirdiği ilgili değişiklikler için hazırlıklar yapılarak geliştirilmiş metot uygulanmaya başlanır.
6. Sürdürme: İyileştirme sonucunda elde edilen kazançların sürekliliğini sağlamak hedefiyle yeni metodun uygulanması devam ettirilir ve bu yolda gerekli tedbirler alınır (Tiftik ve Erkanlı, 1997).

Üzerinde metot etüdü çalışması yapılabilmesi düşüncesi, tercih edilecek işin ekonomik, teknik ve insan faktörlerini değerlendirerek dikkate alınması gerekmektedir. şöyle ki, tercih edilen işin ekonomik değeri ve uzun süreli uygulanamayacak olan işler üzerinde araştırmalar gerektiren çalışmalara başlamanın zaman ve emek kaybına neden olması kaçınılmazdır.

Seçim aşamasının belirlenmesi sonucu, içe ait tüm bilgilerin sistematik hâlde kayıt altına alınması gerekmektedir. Bu amaçla iş akış analiz formları kullanılabilir (şekil 4.1).

İŞ AKIŞ ŞEMASI		İŞÇİ+MALZEME / DONATI TIPI	
ŞEMA NO: SAYFA NO:		ÖZET	
KONU:		ETKİNLİK	MEVCUT ÖNERİLEN ARTIRIM
İŞ: MONTAJ		İŞLEM ☐	
YÖNTEM: MEVCUT / ÖNERİLEN		TAŞIMA ☐	
YER:		Geçici depolama ☐	
İŞÇİ: KART NO:		Kontrol ☐	
ŞEMAYI ÇİZEN: TARİH:		Depolama (stok) ☐	
ONAYLAYAN: TARİH:		UZAKLIK (m)	
		ZAMAN (adam-saat)	
		MALİYET	
		İşçilik	
		MALZEME	
		TOPLAM	
DEPARTMAN	SIRA NO	TANIM	MİKTAR
			Uzaklık (m) Zaman dk. O = D ☐ ☐
	1		
	2		
	3		
	4		
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		
	20		
		Toplam	

Şekil 4.1. İş akış analiz formu

Zaman etüdü en yaygın kullanılan iş ölçüm tekniklerinden biridir. Yapılan araştırmaların sonucunda işletmelerin standart zaman hesaplamasında %94 oranında zaman etüdü kullanılmaktadır (Bircan ve İskender, 2005).

Zaman etüdü çalışma süreçleri aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir:

- İşin yapılış sürecini etkileyen çevre koşullarının ve çalışan personel ile ilgili verilerin araştırılması ve kaydedilmesi
- İşin ayrıntılı tanımlanması ve akışlarına ayrılması
- İş akışlarının ayrıntılı incelenmesi ve etkin metodun uygulandığından emin olunması
- Çalışan tarafından gerçekleştirilen her işlem zamanının ölçülmesi ve kayıt altına alınması

- Çalışanın işi yaparken çalışma performans değerlerinin saptanması (Dal, 2010).

Zaman etüdü ilgili personel tarafından yapılabilmesi için aşağıdaki araçlar gereklidir:

- Kronometre (Süre ölçer)
- Zaman etüdü formları

Kronometre; belirlenen bir işin işçi tarafından belirlenen özelliklerde yapılabilmesi için başlangıcından bitişine kadar geçen zamanı tespit etmek amacıyla kullanılır. Zaman etüt formu ise tespit edilen zamanın verilerini yazılı kayıt altında tutmak için kullanılan araçtır. Çeşitli zaman etüdü formları olması nedeniyle, bu işle ilgilenen uzmanlar kendilerine göre en uygun düzenlemeleri yaparak formlar geliştirmektedir. Bu çalışma kapsamında REFA tarafından tekrarlı iş akışları için geliştirilen zaman ölçüm formu (Z2) kullanılmıştır (Şekil 4.2).

[illegible]

No	Ağırlık Dili mi ve Ölçme Notları	Gözetim Maddesi	Faktör	Ölçme Ölçeği Girişim	Gözetim Yılı	Yıl										L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	L32	L33	L34	L35	L36	L37	L38	L39	L40	L41	L42	L43	L44	L45	L46	L47	L48	L49	L50	L51	L52	L53	L54	L55	L56	L57	L58	L59	L60	L61	L62	L63	L64	L65	L66	L67	L68	L69	L70	L71	L72	L73	L74	L75	L76	L77	L78	L79	L80	L81	L82	L83	L84	L85	L86	L87	L88	L89	L90	L91	L92	L93	L94	L95	L96	L97	L98	L99	L100	L101	L102	L103	L104	L105	L106	L107	L108	L109	L110	L111	L112	L113	L114	L115	L116	L117	L118	L119	L120	L121	L122	L123	L124	L125	L126	L127	L128	L129	L130	L131	L132	L133	L134	L135	L136	L137	L138	L139	L140	L141	L142	L143	L144	L145	L146	L147	L148	L149	L150	L151	L152	L153	L154	L155	L156	L157	L158	L159	L160	L161	L162	L163	L164	L165	L166	L167	L168	L169	L170	L171	L172	L173	L174	L175	L176	L177	L178	L179	L180	L181	L182	L183	L184	L185	L186	L187	L188	L189	L190	L191	L192	L193	L194	L195	L196	L197	L198	L199	L200	L201	L202	L203	L204	L205	L206	L207	L208	L209	L210	L211	L212	L213	L214	L215	L216	L217	L218	L219	L220	L221	L222	L223	L224	L225	L226	L227	L228	L229	L230	L231	L232	L233	L234	L235	L236	L237	L238	L239	L240	L241	L242	L243	L244	L245	L246	L247	L248	L249	L250	L251	L252	L253	L254	L255	L256	L257	L258	L259	L260	L261	L262	L263	L264	L265	L266	L267	L268	L269	L270	L271	L272	L273	L274	L275	L276	L277	L278	L279	L280	L281	L282	L283	L284	L285	L286	L287	L288	L289	L290	L291	L292	L293	L294	L295	L296	L297	L298	L299	L300	L301	L302	L303	L304	L305	L306	L307	L308	L309	L310	L311	L312	L313	L314	L315	L316	L317	L318	L319	L320	L321	L322	L323	L324	L325	L326	L327	L328	L329	L330	L331	L332	L333	L334	L335	L336	L337	L338	L339	L340	L341	L342	L343	L344	L345	L346	L347	L348	L349	L350	L351	L352	L353	L354	L355	L356	L357	L358	L359	L360	L361	L362	L363	L364	L365	L366	L367	L368	L369	L370	L371	L372	L373	L374	L375	L376	L377	L378	L379	L380	L381	L382	L383	L384	L385	L386	L387	L388	L389	L390	L391	L392	L393	L394	L395	L396	L397	L398	L399	L400	L401	L402	L403	L404	L405	L406	L407	L408	L409	L410	L411	L412	L413	L414	L415	L416	L417	L418	L419	L420	L421	L422	L423	L424	L425	L426	L427	L428	L429	L430	L431	L432	L433	L434	L435	L436	L437	L438	L439	L440	L441	L442	L443	L444	L445	L446	L447	L448	L449	L450	L451	L452	L453	L454	L455	L456	L457	L458	L459	L460	L461	L462	L463	L464	L465	L466	L467	L468	L469	L470	L471	L472	L473	L474	L475	L476	L477	L478	L479	L480	L481	L482	L483	L484	L485	L486	L487	L488	L489	L490	L491	L492	L493	L494	L495	L496	L497	L498	L499	L500	L501	L502	L503	L504	L505	L506	L507	L508	L509	L510	L511	L512	L513	L514	L515	L516	L517	L518	L519	L520	L521	L522	L523	L524	L525	L526	L527	L528	L529	L530	L531	L532	L533	L534	L535	L536	L537	L538	L539	L540	L541	L542	L543	L544	L545	L546	L547	L548	L549	L550	L551	L552	L553	L554	L555	L556	L557	L558	L559	L560	L561	L562	L563	L564	L565	L566	L567	L568	L569	L570	L571	L572	L573	L574	L575	L576	L577	L578	L579	L580	L581	L582	L583	L584	L585	L586	L587	L588	L589	L590	L591	L592	L593	L594	L595	L596	L597	L598	L599	L600	L601	L602	L603	L604	L605	L606	L607	L608	L609	L610	L611	L612	L613	L614	L615	L616	L617	L618	L619	L620	L621	L622	L623	L624	L625	L626	L627	L628	L629	L630	L631	L632	L633	L634	L635	L636	L637	L638	L639	L640	L641	L642	L643	L644	L645	L646	L647	L648	L649	L650	L651	L652	L653	L654	L655	L656	L657	L658	L659	L660	L661	L662	L663	L664	L665	L666	L667	L668	L669	L670	L671	L672	L673	L674	L675	L676	L677	L678	L679	L680	L681	L682	L683	L684	L685	L686	L687	L688	L689	L690	L691	L692	L693	L694	L695	L696	L697	L698	L699	L700	L701	L702	L703	L704	L705	L706	L707	L708	L709	L710	L711	L712	L713	L714	L715	L716	L717	L718	L719	L720	L721	L722	L723	L724	L725	L726	L727	L728	L729	L730	L731	L732	L733	L734	L735	L736	L737	L738	L739	L740	L741	L742	L743	L744	L745	L746	L747	L748	L749	L750	L751	L752	L753	L754	L755	L756	L757	L758	L759	L760	L761	L762	L763	L764	L765	L766	L767	L768	L769	L770	L771	L772	L773	L774	L775	L776	L777	L778	L779	L780	L781	L782	L783	L784	L785	L786	L787	L788	L789	L790	L791	L792	L793	L794	L795	L796	L797	L798	L799	L800	L801	L802	L803	L804	L805	L806	L807	L808	L809	L810	L811	L812	L813	L814	L815	L816	L817	L818	L819	L820	L821	L822	L823	L824	L825	L826	L827	L828	L829	L830	L831	L832	L833	L834	L835	L836	L837	L838	L839	L840	L841	L842	L843	L844	L845	L846	L847	L848	L849	L850	L851	L852	L853	L854	L855	L856	L857	L858	L859	L860	L861	L862	L863	L864	L865	L866	L867	L868	L869	L870	L871	L872	L873	L874	L875	L876	L877	L878	L879	L880	L881	L882	L883	L884	L885	L886	L887	L888	L889	L890	L891	L892	L893	L894	L895	L896	L897	L898	L899	L900	L901	L902	L903	L904	L905	L906	L907	L908	L909	L910	L911	L912	L913	L914	L915	L916	L917	L918	L919	L920	L921	L922	L923	L924	L925	L926	L927	L928	L929	L930	L931	L932	L933	L934	L935	L936	L937	L938	L939	L940	L941	L942	L943	L944	L945	L946	L947	L948	L949	L950	L951	L952	L953	L954	L955	L956	L957	L958	L959	L960	L961	L962	L963	L964	L965	L966	L967	L968	L969	L970	L971	L972	L973	L974	L975	L976	L977	L978	L979	L980	L981	L982	L983	L984	L985	L986	L987	L988	L989	L990	L991	L992	L993	L994	L995	L996	L997	L998	L999	L1000	L1001	L1002	L1003	L1004	L1005	L1006	L1007	L1008	L1009	L1010	L1011	L1012	L1013	L1014	L1015	L1016	L1017	L1018	L1019	L1020	L1021	L1022	L1023	L1024	L1025	L1026	L1027	L1028	L1029	L1030	L1031	L1032	L1033	L1034	L1035	L1036
----	----------------------------------	--------------------	--------	-------------------------	-----------------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Şekil 4.2. Tekrarlı iş akışları için geliştirilmiş Refa zaman ölçüm Z2 formu
Kaynak: REFA-MESS, 2005

4.2.2. Yalın üretim uygulamaları

Yalın üretim, hizmet ve mamul üretim sürecini israflardan tasfiye ederek oluşan değeri mükemmelleştirmek ve kazanımları artırmak hedefi taşıyan sistem, kavram ve teknikler bütünüdür. Bir başka söyleyişle yalın üretim, işin yapılma sürecindeki olumsuzlukları ortaya çıkartarak ve daha etkin çalışma biçimini oluşturarak hem kuruluşlar hem de ülke için rekabet avantajı sağlar (Kulaç, 2003). Yalın üretimde zaman ve kaynak kullanan ancak ürüne, müşteri

ihtiyaçlarına yönelik değer katmayan faaliyetler israf (muda) olarak tanımlanmaktadır. Başlıca muda çeşitleri:

- Ürün hurdaları
- İşçinin işlem zamanı içinde beklemleri
- İhtiyaç fazlası yarı mamul ve mamul stokları
- İhtiyaç fazlası üretim
- Gereksiz yere işçi hareketleri ve malzeme taşımaları
- Fırsat maliyetleri

olarak sıralanabilir. Mudaya neden olan yetersiz prosesler, uzun süren hazırlık zamanları, uygun olmayan çalışma metotları, eğitim eksiklikleri, yeterli olmayan bakım, uzun mesafeler ve lider eksikliğidir (Seçkin, 2007).

Birden fazla yalın üretim tekniği mevcuttur (Şekil 4.3). Ancak çalışma kapsamında sadece 5S tekniği kullanılarak verimliliği artırmaya yönelik uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bundan dolayı burada sadece 5S tekniğine değinilecektir.



Şekil 4.3. Yalın üretim teknikleri

Yalın Üretim Araçlarından Biri: 5S

5S, işletmelerdeki tertip, düzen ve disiplini sağlayabilmek amacıyla kullanılan hem basit, hem de işletmenin en ince ayrıntılarının farkındalığını sağlayan ve akabinde doğabilecek diğer iyileştirme çalışmalarının temelini oluşturacak sistemdir. Üretim alanının standartlar dâhilinde düzenlenmesi, tanımlamalarının yapılması ve organize edilmesi, işçi sağlığı ve iş güvenliği standartlarının sağlanması, israfların önlenmesi, çalışanların moral motivasyonlarının arttırılması, müşterilerde temiz ve düzenli marka imajının algılanabilmesini isteyen tüm işletmelerde 5S uygulaması yapılabilir.

5S'in Faydaları;

- Verimlilik ve kalite artışı,
- İsrafların azalmasıyla kâr artışı,
- İş kazalarının azalması,
- Çalışan motivasyonunun artmasıyla devamsızlıkların azalması,
- Problemlerin önceden tespit edilmesiyle hata oranının azalması

gibi birçok faydaları sonucunda işletmeleri başarıya götürür. 5S terimi 5 ana adımdan oluşur ve Japonca'da kelimelerin baş harfleri "S" olduğundan dolayı 5S adıyla bilinmektedir. Bu kelimeler Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

1.S Seiri (Ayıklama), proseste ihtiyaç ile ihtiyacı olmayan tüm varlıkların ayrılmasıdır. Malzemelerin tasnif edilmeleri için kullanım sıklıklarına ve yerlerine bakılarak değerlendirilir (Gökçe, 2006).

2.S Seiton (Düzen), 5S sisteminin ikinci adımıdır. Çalışma alanındaki ekipmanların ve aletlerin düzgün şekilde düzenlenmesiyle ilgilidir. Ana hedefleri, materyali ararken hem zaman hem de hata kaybından kaçınarak düzenli bir çalışma ortamı oluşturmaktır (Rojasra and Qureshi, 2013).

3.S Seiso (Temizlik), 5S sisteminin üçüncü adımıdır. Çöp, pislik ve yabancı maddeleri bertaraf ederek, her zaman teftişe hazırlanmış gibi çalışma

sahasının temiz tutulmasının sağlanması ve sorumluluk tanımlamaların yapılmasıdır (Ahmetoğlu, 2007).

4.S Seiketsu (Standartlaştırma), 5S sisteminin dördüncü adımıdır. İyileştirme sürekliliğinin takibi için standartlar oluşturulur. Çalışanların kullanım amaçlarına ve kullanıcılarına göre eğitimler vererek kullanımlarının sağlanmasıdır (Çakan, 2017).

5.S Shitsuke (Disiplin), ilk dört adımı birbirine kenetleyen, süreçlerin tamamını kapsayan çalışmalar bütünüdür. Tüm süreçlerde gerekliliğin tedarik edilmesi haricinde çalışanların eğitimi, kurum bağlılığının oluşturulması, iyileştirmelerin duyurulması, kampanyalar yapılması ve ilgili grupların ödüllendirilmesi gibi adımları da kapsamaktadır. Genel itibariyle 5S, gereksiz olan her şeyi uzaklaştırarak sadeleştirilmesine, çalışma alanının düzenlenmesine, malzeme ve diğer ekipmanlara ulaşmada yaşanan aksaklıkların minimize edilmesini sağlayan bir tekniktir. Yönetim aracı olarak kullanılan bu teknik, çalışma ortamının etkin biçimde oluşturulmasına olanak sağladığından son yıllarda, özellikle kurumsal işletmelerde sıklıkla uygulanır hâle gelmiştir (Çelik vd. 2013). Orman Ürünleri sanayisinde de en fazla kullanılan yalın üretim aracı 5S'dir (Binici, 2017).

4.2.3. Benzetim ile sistemin yeniden tasarımı

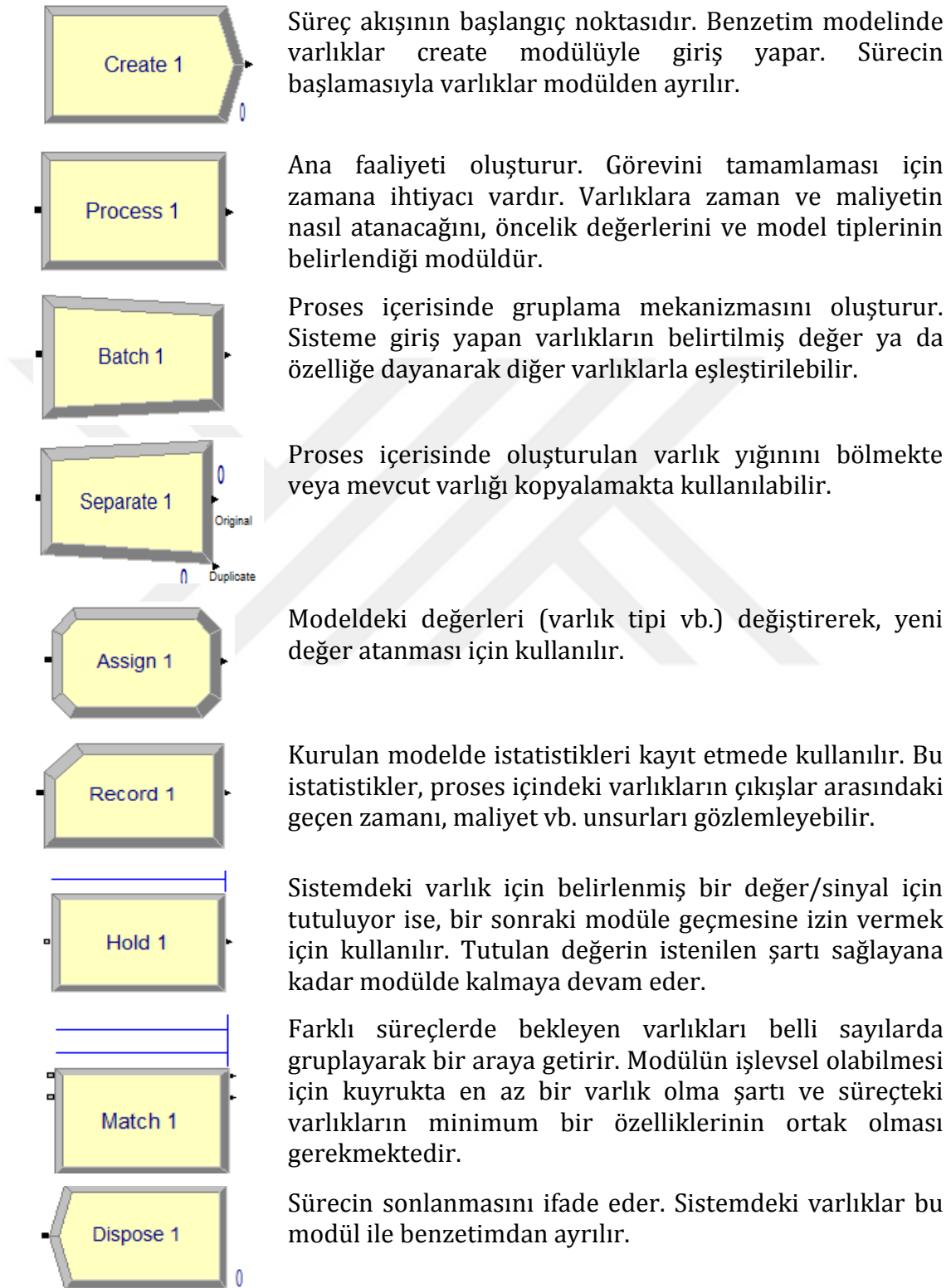
Üretimdeki girdileri oluşturan hammadde, makine, iş gücü, zaman vb. gibi kaynakların etkin kullanım koşulunu sağlamak için alınacak kararlar yöneticiler için oldukça önem arz etmektedir. Kaynakların ihtiyaçları ve planlamasını en etkin biçimde kullanılmasını sağlamak adına kullanılabilecek en etkili tekniklerden biri benzetim-simülasyon tekniğidir. Bu çalışmada simülasyon ve benzetim eş anlamlı olarak kullanılmıştır. Çalışma kapsamında incelenen üretim iş sürecine ait belirli bir bölümün benzetim modeli Arena programı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Arena, Rockwell Automation tarafından geliştirilen, SIMAN modelleme dilini kullanarak girdi ve çıktı analizi araçlarına sahip, görsel öğelerle desteklenmiş bir yazılımdır. Karmaşık sistemlerin modellenmesi ve

analizi için güçlü bir araçtır. Sistemin belirli bir rejim veya bir dizi parametre altında ne kadar iyi performans gösterdiğinin anlaşılmasına yardımcı olur (Altıok ve Melamed, 2007). Bir işletmenin imalat sürecini bilgisayar üzerinde modellemek ve performansını ölçmek için tercih edilir. İmalat sürecinin benzetilmesiyle gerçekte yapılacakları önceden deneyerek zamandan ve kaynaklardan tasarruf sağlanır. Ayrıca makine arızaları, dinlenme molaları, belirli çalışma saatleri veri girişleri yapılarak modelin gerçekliği artırılabilir. Aynı zamanda istatistiksel verilerin bulunmasında da faydalanılabilir. Kuyruklardaki minimum ve maksimum varlık sayısı ve ortalama varlık sayısı, kaynağın kullanımda geçirdiği süre ve değerler elde edilebilir. Kısaca özetlemek gerekirse, gerçek sistemin olmaması veya sisteme erişimin güç olması, deneylerin gerçek sistemde yapılması tehlikeli ve rahatsız edici boyutlarda olması, çözüm tekniklerinin üretilmemesi veya zorluk derecesinin yüksek olması ve ekonomik boyutta yüksek değerler oluşturması durumunda tercih edilir (Ören, 2006).

Arena'nın kullanım alanları:

- Üretim sistemi ve mamulün üretim sürecini kapsayan tüm faaliyetlerin analizi
- Müşteri yönetim sistem analizi
- Lojistik yönetim ve tedarik zincirinin analizi
- Çıktı, maliyet, çevrim süresi ve kullanım oranları gibi ölçütlere kıyasla performansın öngörülmesi
- İşgücü, mamul ve donanım gereksinimlerinin planlanması
- Ara stokların kontrolü (Etçioğlu, 2009).

Çalışmada kullanılan mevcut Arena programındaki modüller ve açıklamaları aşağıdaki gibidir (Şekil 4.4).

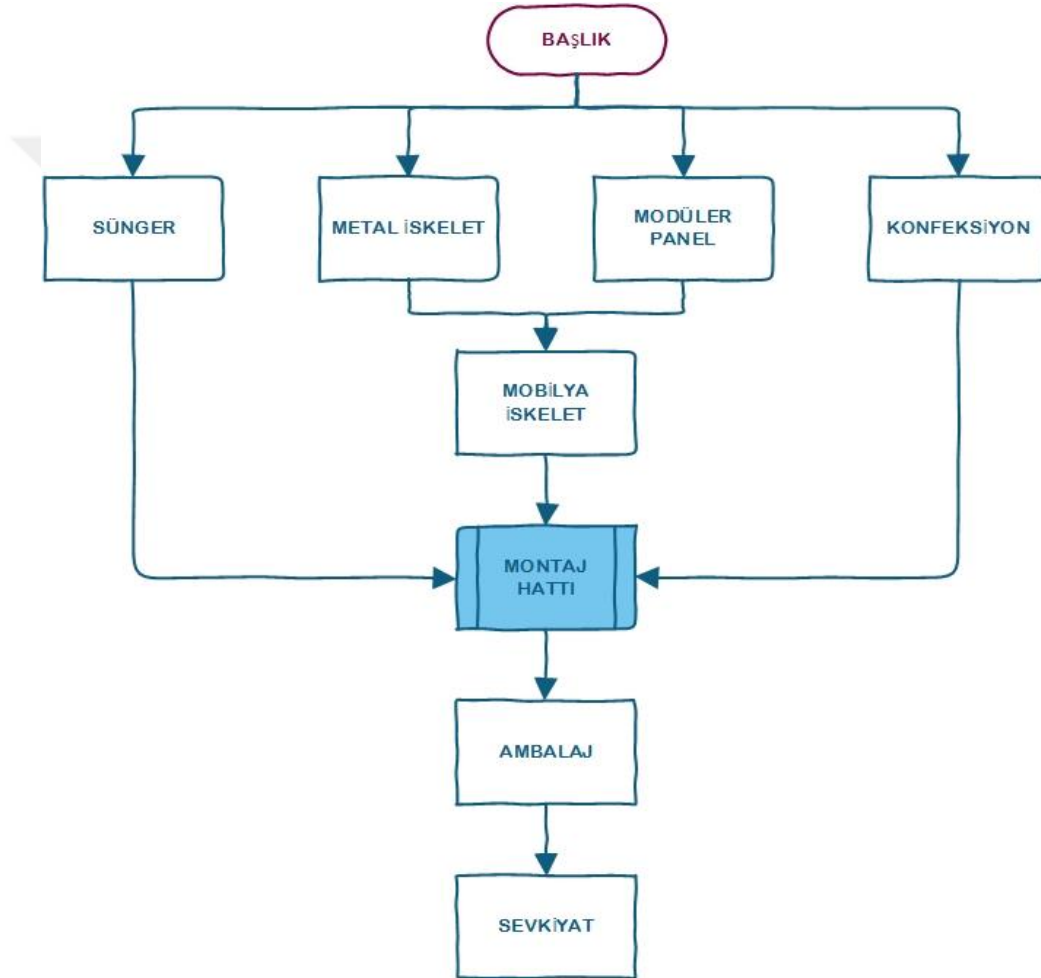


Şekil 4.4. Arena benzetim yazılımında kullanılan modüller

5. BULGULAR

5.1. İşletmede Gerçekleştirilen İş Etüdü Uygulamaları ve Verimlilik Artışı

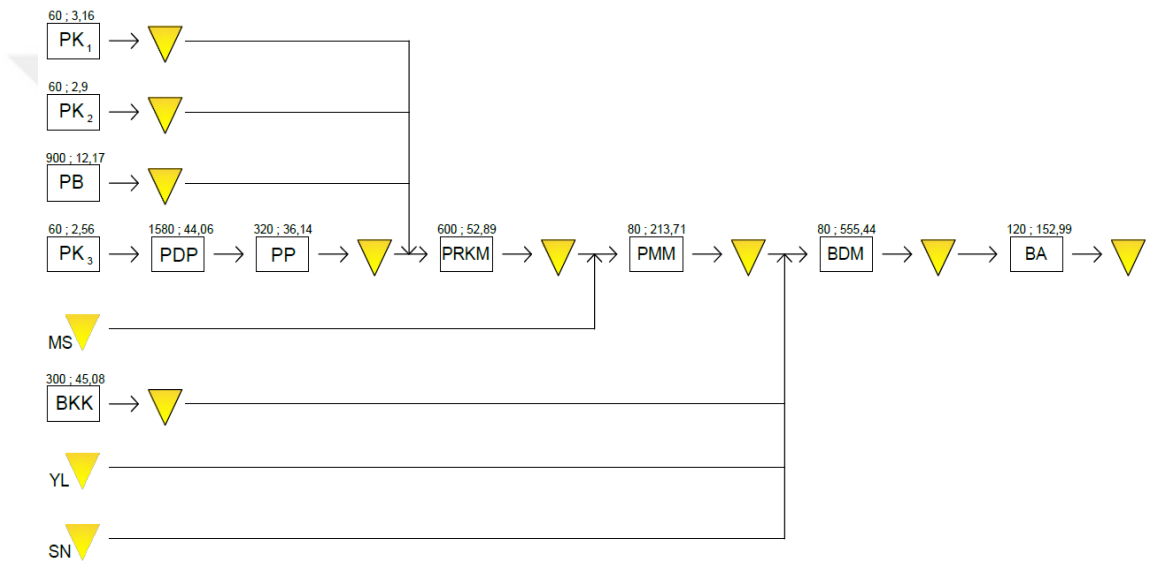
Her bir üretim iş istasyonunda yapılan faaliyetler ve ilgili birime ait veriler kısa başlıklar hâlinde aşağıda özetlenmiştir. Çalışmaya esas alınan “başlık” ürünü için genel süreç şeması şekil 5.1’de gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Başlık üretimi genel süreç şeması

Seçilen mobilya işletmesinde iş etüdü tekniği uygulanmıştır. Seçilen iş, başlık üretimidir. Başlık üretim sürecini analiz edebilmek için öncelikle tüm prosesler incelenmiş ve kayıt sistemi olarak REFA Z2 formları kullanılmıştır (MESS-REFA, 2005). Çalışmada iş etüdü için gerekli olabilecek her faaliyet için zaman ölçümü

yapılmıştır. Zaman etüdü çalışması konfeksiyon, metal iskelet, mobilya iskelet ve döşeme montaj hattı olmak üzere işletmedeki 4 bölüme uygulanmıştır. İş sürecinde bulunan tüm faaliyetler ayrıntılı biçimde doğrudan gözlemlenerek, her bir işlem için kronometre ile ölçümler yapılmış olup doldurulmuş Z2 formu Ek A'da yer almaktadır. Çalışmada, yeterli tekrar sağlayacak şekilde %95 güven düzeyinde örneklem sayısı belirlenmiş, Z2 formları üzerinde veriler işlenerek faaliyetler için işlem zamanları ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Metal iskelet atölyesinde “başlık” üretimi ile ilgili iş süreçlerine ait iş akışı Şekil 5.2’de, zaman etüdü verileri Çizelge 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.2. Başlık üretim iş akışı

Çizelge 5.1. Başlık üretimi iş süreci için faaliyetler ve zaman verileri

Faaliyetler	Personel Sayısı	Faaliyet Tanımları	tr (sn)	te (sn)	s (sn)
PK1	1	Profil kesim	60	3,16	1,85
PK2	1	Profil kesim	60	2,90	2,64
PK3	1	Profil kesim	60	2,56	1,81
PB	1	Profil bükme	900	12,17	2,05
PDP	1	Profil delik pres	1580	44,06	2,59
PP	1	Profil perçin	320	36,14	3,38
PRKM	3	Robot kaynak montaj	600	52,89	1,96
PMM	6	Mobilya iskelet montaj	80	213,71	21,36
BKK	1	Kumaş kesim	300	45,08	2,57
BDM	6	Döşeme montaj	80	555,44	27,17
BA	1	Ambalaj	120	152,99	4,14

tr: Hazırlık zamanı, te: İşlem zamanı, s: Standart sapma

İlgili üretim süreci için iş analizi ile elde edilen bu veriler metot etüdü ve sistemin benzetim ile yeniden organizasyonu amacıyla kullanılmıştır. Mevcut duruma ait iş analiz formu Şekil 5.3’de verilmiştir. Mevcut yapı üzerinde metot etüdü yapılarak sürecin yeniden düzenlenmiş hâli ise Şekil 5.4’de verilmiştir. Sürecin yeniden düzenlenmesinde kullanılan yaklaşımlar kısaca aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Kurt ve Dağdeviren, 2003):

- İşin tamamlanmasına katkısı olmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması,
- İşin bünyesinde bulunan faaliyetlerin veya iş elemanlarının birleştirilmesi,
- İşin bünyesinde bulunan faaliyetlerin veya iş elemanlarının yapılış sırasının değiştirilmesi,
- İşin bünyesinde bulunan faaliyetlerin veya iş elemanlarının basitleştirilmesi,

Hammadde Kumaş Depo Mevcut Durumun Gözlemlenmesi:

Haftalık iş emri verilmesi ile üretilecek model için sipariş edilen kumaş topları ve hammadde giriş kalite kontrolü ile uygunluğu onaylanan kumaşlar depoda stoklanmaktadır. Hammadde kumaş depoda plana göre belirlenen metrajlarda kumaşlar kesilerek üretime gönderilmesiyle bir işlem gözlemlenmiştir. Kumaş toplarının asansörden alınarak hammadde kumaş depoya taşınması ve plana göre ihtiyacı belirlenen kumaşların konfeksiyon bölümüne gönderilmesiyle iki aşamada taşıma yapılmıştır.

Konfeksiyon Bölümü Mevcut Durumun Gözlemlenmesi:

Konfeksiyon bölümü üretilecek ürünlerin işlemlerine göre serim-kesim-dikim iş bölümlerinden oluşmaktadır. Üretilecek ürünün iş emrine göre hammadde kumaş depodan gönderilen kumaşların kalıplarına/ölçülerine göre serim ve kesim işlemi yapılmaktadır. Dikim bölümüne gidecek ürünler dikimhaneye, dikim işlemi yapılmayacak ürünler ara stoğa gönderilmektedir. Konfeksiyon bölümünde belirlenen mamulün oluşumu için toplam iki etkinlik gözlemlenmiştir. Kumaş serimi yapılarak ölçüsel kesimi ile bir işlem, kesilen ölçüsel kumaşların ara stoğa bırakılması sırasında bir taşıma yapılmıştır. İlgili

mamulün dikim işlemi olmadığından dikimhanede yapılan faaliyetler gözlemlenmemiştir.

Metal Bölümü Mevcut Durumun Gözlemlenmesi:

Metal bölümünde üretilecek ürünlerin işlemlerine göre kesim-pres delik-perçin-kıvrırma-robot kaynak montaj-kaynak montaj-elektrostatik boya bölümlerinden oluşmaktadır. Üretilecek ürünün iş emrine göre hammadde depodan alınan profiller, faaliyet önceliğine göre üretim bölümlerine gönderilir. Belirlenen mamulün konstrüksiyonunun oluşturulabilmesi için, gerekli parçaların üretilmesi gerekmektedir. Metal bölümünde toplam 26 etkinlik gerçekleştirilmektedir. Dokuz etkinlik işlem, 10 etkinlik taşıma sırasında ve yedi etkinlik geçici ara stokta bekleme olarak gözlemlenmiştir.

Mobilya Montaj Bölümü Mevcut Durumun Gözlemlenmesi:

Metal bölümünde oluşturulan metal iskeletin bir sonraki aşaması mobilya iskelet ile döşeme öncesi son hazırlık evresidir. Mobilya montaj bölümünde masif-metal konstrüksiyonun oluşturulması için toplam 4 etkinlik gerçekleştirilmektedir. Konstrüksiyon montajında bir “işlem” etkinliği, ara stoktan metal iskeletin getirilmesi ve işlemi biten konstrüksiyonun ara stoğa götürülme sırasında iki “taşıma” etkinliği ve bir etkinlikte geçici ara stokta bekletme aşamasında olduğu gözlemlenmiştir.

Döşeme Bölümü Mevcut Durumun Gözlemlenmesi:

Döşeme hattı, tüm süreçlerin tamamlanıp nihai mamulün oluşturulacağı bölümdür. Toplam 8 etkinlikten oluşmaktadır. Döşeme yapılabilmesi için metal-masif konstrüksiyonu tamamlanan iskeletlerin ve diğer yarı mamullerin montaj hattına getirilmesi ile mamulün istife götürülmesi için 3 taşıma etkinliği gerçekleştirilirken, dört işlem etkinliği uygulanarak mamul oluşturulmaktadır. Mevcut durumun iş analizi Şekil 5.3’de verilmiştir. Metal bölümünde yapılan iyileştirmeler sonucunda, mevcut durumda takip edilmesi gereken 16 işlem önerilen sistemde 11 işleme düşürülmüştür (Şekil 5.4).

İŞ AKIŞ ŞEMASI

İŞÇİ / MALZEME / ĐONATI-TİPİ

ŞEMA NO: 1

SAYFA NO: 1

KONU: BAŞLIK ÜRETİM SÜREÇLERİ

ÖZET

İŞ: MONTAJ

ETKİNLİK

MEVCUT

ÖNERİLEN

ARTIRIM

YÖNTEM: MEVCUT / ÖNERİLEN

İŞLEM

16

YER: METAL, MOBİLYA, KONFEKSİYON, DÖŞEME ATÖLYESİ

TAŞIMA

19

İŞÇİ: A, B, C, D

KART NO:

Geçici depolama

D

9

ŞEMAYI ÇİZEN:

TARİH:

Kontrol

0

ONAYLAYAN:

TARİH:

Depolama (stok)

1

UZAKLIK (m)

-

ZAMAN (adam-saat)

-

-

-

MALİYET

-

İŞÇİLİK

-

MALZEME

-

TOPLAM

-

-

-

DEPARTMAN

SIRA NO

TANIM

MİKTAR

Uzaklık (m)

Zaman dk.

SİMGE

AÇIKLAMA

HAMMADDE KUMAŞ DEPO

1

KUMAŞIN DEPOYA ALINMASI

○

ASANSÖR İLE

2

KUMAŞ METRAJ KESME

0,8

⇒

3

KUMAŞ TOPUNUN DEPODAN GETİRİLMESİ

○

İSTİF ARABASI

KONFEKSİYON

4

ELLE SERİM VE KESİM İŞLEMİ

0,68

⇒

5

PARÇALARIN İSTİFE TAŞINMASI

○

İSTİF ARABASI

6

ARA STOKTA BEKLEME

7

PK1 PROFİLİN DEPODAN GETİRİLMESİ

5,34

⇒

VİNÇ İLE

8

PK1 PROFİL ÇOKLU KESİM İŞLEMİ

0,72

⇒

9

PARÇALARIN İSTİFE TAŞINMASI

○

İSTİF ARABASI

10

ARA STOKTA BEKLEME

11

PK2 PROFİLİN DEPODAN GETİRİLMESİ

5,15

⇒

VİNÇ İLE

12

PK2 PROFİL ÇOKLU KESİM İŞLEMİ

0,66

⇒

13

ARA STOKTA BEKLEME

14

PARÇALARIN PRESE TAŞINMASI

○

İSTİF ARABASI

15

PK2 PROFİL PRES İŞLEMİ

0,67

⇒

16

PK2 PERÇİN İŞLEMİ

0,55

⇒

17

PARÇALARIN İSTİFE TAŞINMASI

○

İSTİF ARABASI

18

ARA STOKTA BEKLEME

19

PK3 PROFİLİN DEPODAN GETİRİLMESİ

5,1

⇒

VİNÇ İLE

20

PK3 PROFİL ÇOKLU KESİM İŞLEMİ

0,58

⇒

21

PARÇALARIN İSTİFE TAŞINMASI

○

İSTİF ARABASI

22

ARA STOKTA BEKLEME

23

PK4 PROFİLİN DEPODAN GETİRİLMESİ

5,58

⇒

VİNÇ İLE

24

ARA STOKTA BEKLEME

25

PK4 PROFİLİN BÜKÜM MAKİNESİNE TAŞINMASI

○

İSTİF ARABASI

26

PK4 BÜKÜM İŞLEMİ

0,38

⇒

27

PARÇALARIN İSTİFE TAŞINMASI

○

İSTİF ARABASI

28

ARA STOKTA BEKLEME

29

PARÇALARIN ROBOTA TAŞINMASI

○

İSTİF ARABASI

30

ROBOT KAYNAK İŞLEMİ

1,17

⇒

31

METAL İSKETLERİN İSTİFE TAŞINMASI

○

İSTİF ARABASI

32

ARA STOKTA BEKLEME

KONSTRÜKSİYON MONTAJ

33

HAMMADDE DEPODAN PARÇALARIN TAŞINMASI

○

34

KONSTRÜKSİYON MONTAJ İŞLEMİ

5,36

⇒

35

İSKELETİN İSTİFE TAŞINMASI

○

İSTİF ARABASI

36

ARA STOKTA BEKLEME

37

İSKELETİN TAŞINMASI

○

İSTİF ARABASI

38

HAMMADDE DEPODAN PARÇALARIN TAŞINMASI

○

İSTİF ARABASI

39

KESİM HANEDEN KUMAŞLARIN GETİRİLMESİ

○

İSTİF ARABASI

40

BEYAZLAMA

0,61

⇒

41

KUMAŞ FONT DÖŞEME

5,29

⇒

42

ARKA ASTAR DÖŞEME

2,12

⇒

43

DELİKLERİN AÇILMASI

0,5

⇒

44

İSTİFE TAŞIMA

○

FORKLİFT İLE

45

SEVKİYAT DEPO

Toplam

41,26

16

19

9

0

1

Şekil 5.3. Başlık üretim sürecine ait mevcut durumu gösterir iş akış analizi

İŞ AKIŞ ŞEMASI				İŞÇİ / MALZEME / DONATI TİPİ			
ŞEMA NO: 1	SAYFA NO: 1			ÖZET			
KONU: BAŞLIK ÜRETİM SÜREÇLERİ				ETKİNLİK	MEVCUT	ÖNERİLEN	ARTIRIM
				İŞLEM	o	16	5
İŞ: MONTAJ				TAŞIMA	⇒	19	3
				Geçici depolama	D	9	4
YÖNTEM: MEVCUT / ÖNERİLEN				Kontrol	□	0	0
YER: METAL, MOBİLYA, KONFEKSİYON, DÖŞEME ATÖLYESİ				Depolama (stok)	▽	1	0
İŞÇİ: A, B, C, D	KART NO:			UZAKLIK (m)	-	-	-
				ZAMAN (adam-saat)	-	-	-
ŞEMAYI ÇİZEN:	TARİH:			MALİYET	-	-	-
				İŞÇİLİK	-	-	-
ONAYLAYAN:	TARİH:			MALZEME	-	-	-
				TOPLAM	-	-	-
DEPARTMAN	SIRA NO	TANIM	MIKTAR	Uzaklık (m)	Zaman dk.	SİMGE	AÇIKLAMA
HAMMADDE KUMAŞ DEPO	1	KUMAŞIN DEPOYA ALINMASI				o	ASANSÖR İLE
	2	KUMAŞ METRAJ KESME		0,8		⇒	
	3	KUMAŞ TOPUNUN DEPODAN GETİRİLMESİ				D	İSTİF ARABASI
KONFEKSİYON	4	ELLE SERİM VE KESİM İŞLEMİ		0,68		o	
	5	PARÇALARIN İSTİFE TAŞINMASI				⇒	İSTİF ARABASI
	6	ARA STOKTA BEKLEME				D	
METALHANE	7	PK2 PROFİLİN DEPODAN PRESE GETİRİLMESİ		5,15		o	İSTİF ARABASI
	8	PK2 PROFİL PRES İŞLEMİ		0,67		⇒	
	9	PK2 PERÇİN İŞLEMİ		0,55		D	
	10	PARÇALARIN İSTİFE TAŞINMASI				⇒	İSTİF ARABASI
	11	ARA STOKTA BEKLEME				D	
	12	PK4 PROFİLİN DEPODAN GETİRİLMESİ		5,58		o	VİNÇ İLE
	13	PK4 PROFİLİN BÜKÜM MAKİNESİNE TAŞINMASI				⇒	İSTİF ARABASI
	14	PK4 BÜKÜM İŞLEMİ		0,38		D	
	15	PARÇALARIN İSTİFE TAŞINMASI				⇒	İSTİF ARABASI
	16	ARA STOKTA BEKLEME				D	
	17	P1,P2,P3,P4 PARÇALARIN ROBOTA TAŞINMASI				o	İSTİF ARABASI
	18	ROBOT KAYNAK İŞLEMİ		1,17		⇒	
	19	METAL İSKETLERİN İSTİFE TAŞINMASI				D	İSTİF ARABASI
	20	ARA STOKTA BEKLEME				o	
KONSTRÜKSİYON MONTAJ	21	HAMMADDE DEPODAN PARÇALARIN TAŞINMASI				o	
	22	KONSTRÜKSİYON MONTAJ İŞLEMİ		5,36		⇒	
	23	İSKELETİN İSTİFE TAŞINMASI				D	İSTİF ARABASI
	24	ARA STOKTA BEKLEME				o	
DÖŞEME HATTI	25	İSKELETİN TAŞINMASI				⇒	İSTİF ARABASI
	26	HAMMADDE DEPODAN PARÇALARIN TAŞINMASI				o	İSTİF ARABASI
	27	KESİM HANEDEN KUMAŞLARIN GETİRİLMESİ				⇒	İSTİF ARABASI
	28	BEYAZLAMA		0,61		D	
	29	KUMAŞ FONT DÖŞEME		5,29		o	
	30	ARKA ASTAR DÖŞEME		2,12		⇒	
	31	DELİKLERİN AÇILMASI		0,5		D	
	32	İSTİFE TAŞIMA				⇒	FORKLİFT İLE
	33	SEVKİYAT DEPO				o	
Toplam				28,86	11	16	5

Şekil 5.4. Başlık üretim sürecine ait metot etüdü sonrası önerilen durum iş akışı

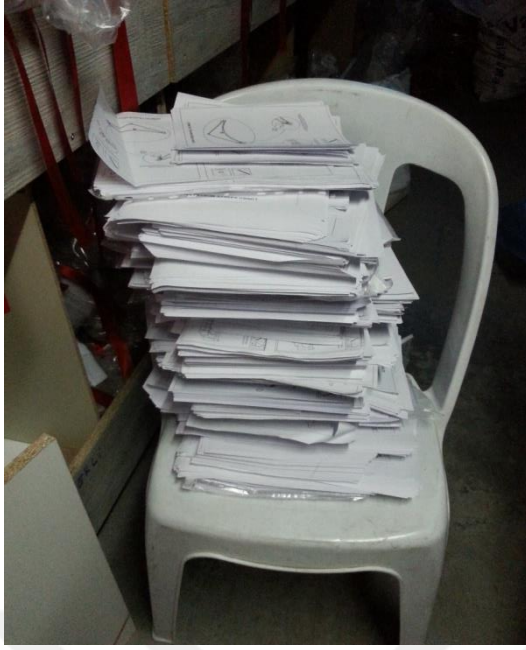
İş analizi ile gerçekleştirilen bu işlemler sonucu ilgili üretim sürecine ait ölçümlenen süreler yaklaşık %30 azaltılarak üretim temin süresi 41,26 dk'dan 28,86 dk'ya, işlemlerin sayısı 16'dan 11'e, taşımaların sayısı 19'dan 16'ya, geçici depolama 9'dan 5'e düşürülerek önemli düzeyde kazanç sağlanmıştır. Böylece sistem etkinliği ve verimliliği yükselmiştir.

5.2. Yalın Üretim Uygulamaları ve Verimlilik Artışı

İşletmede yalın üretim sistemi uygulaması henüz başlamamış olmakla birlikte yalın üretim sistemi araçları özellikle 5S uygulamaları farklı iş istasyonlarında uygulanmaktadır. İlgili iş istasyonları ve örnek uygulamalar alt başlıklar hâlinde aşağıda kısaca verilmiştir.

5.2.1. Aksesuar hazırlık bölümünde yapılan uygulamalar

Üretim hazırlık evrelerinden aksesuar hazırlık bölümünde yapılan işlemlerden biri ambalaj paketlerine montaj talimatlarının eklenmesidir. Montaj talimatlarının düzensiz karmaşık hâlde durması ve çeşit sayısının fazla olması nedeniyle, aranılan talimata erişebilmek için önemli düzeyde zaman israfı gerçekleşmektedir. İlgili iş istasyonunda 5S faaliyetleri uygulanarak, montaj talimatlarının sınıflandırılabilceği özel raf AutoCAD programı üzerinde tasarlanmış ve firma imkânlarıyla 8 mm MYL kullanılarak üretilmiştir. Raf yükseklikleri ve genişlikleri amaç doğrultusunda belirlenmiş, raf ön yüzlerine montaj talimatlarını tanımlayıcı etiketler eklenmiştir. Böylece 5S faaliyetlerinden tasnif, düzen, temizlik ve standartlaştırma aşamaları gerçekleştirilmiştir. Rafların iş istasyonundaki yerleşiminde personelin aradığı belgeye 30 saniyede ulaşabilme kuralını da gözeterek düzenleme yapılmıştır (Şekil 5.5).



(a)



(b)

Şekil 5.5. Aksesuar hazırlama bölümünde uygulanan 5S faaliyetleri. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

5.2.2. Konfeksiyon bölümünde gerçekleştirilen uygulamalar

Satış sonrası garanti süresi içerisinde müşteri talebi doğrultusunda üretimi yapılan yedek parçalar, ambalajlama işlemi sonucunda ara stok alanlarında düzensiz stoklanmakta ve ürünlerin barkodları kontrol edilip paletler üzerinde istiflenerek sevk edilmektedir. Bu uygulama hem zaman kaybına hem de paletin üzerinde istifin düzensiz olması nedeniyle ambalaj paketlerinin düşmesine ve taşıma esnasında kalite kayıplarına/hatalarına sebebiyet vermektedir. Bu problemlerin çözümü ve sistem verimliliğini artırmak amacıyla paketleme masasına uygun istif arabaları tasarlanmış böylece paketlenen ürünlerin barkodları kontrol edilerek doğrudan arabada istiflenmesi sağlanmıştır. Sonuç olarak, sevkiyat esnasında farkedilen kalite kayıpları/hataları minimize edilmiştir (Şekil 5.6).



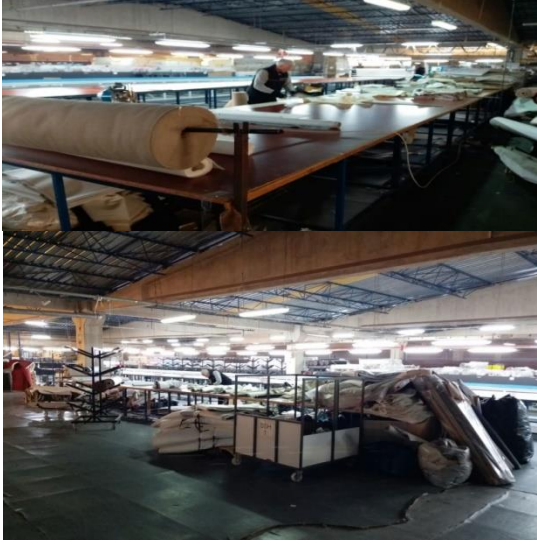
(a)



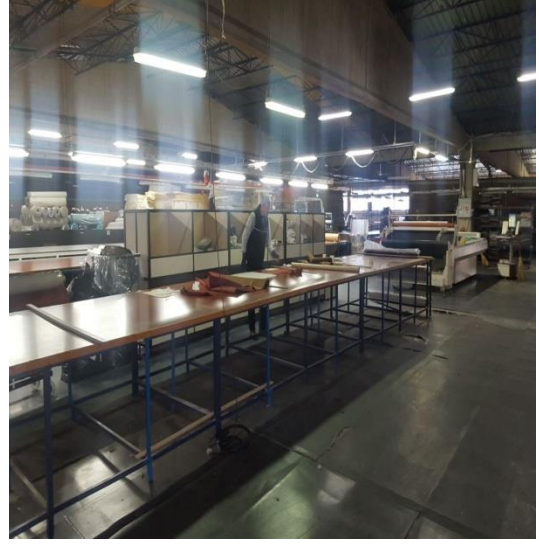
(b)

Şekil 5.6. Satış sonrası garanti süresi içerisinde üretilen kumaş yedek parçaların gönderimi faaliyetine ait 5S uygulaması. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

Mevcut durumda, satış sonrası kumaş yedek parça istekleri ve üretim esnasında kaynaklanan süreç içi kumaş hatalarının kesimi yapılan parçalar, düzensiz ve iç içe karışmış hâlde stoklandığı için aranılan parçaya ulaşmak çok zaman almakta ve katma değersiz işler yapılmaktadır. Çalışma kapsamında ilgili iş istasyonunda 5S faaliyetleri gerçekleştirilmiş, kumaş parçalarının sınıflandırılabilceği özel raflar, AutoCAD programı üzerinde tasarlanarak ve firma imkânlarıyla 08 mm MYL ve kare metal profil kullanılarak üretilmiştir. Rafların iş istasyonundaki yerleşiminde personelin aradığı parçanın 30 saniyede ulaşabilme kuralını da gözeterek düzenleme yapılmıştır (Şekil 5.7). Böylece, kesimi yapılan parçanın 30 saniye içinde kolaylıkla bulunabilmesi sağlanmıştır.



(a)

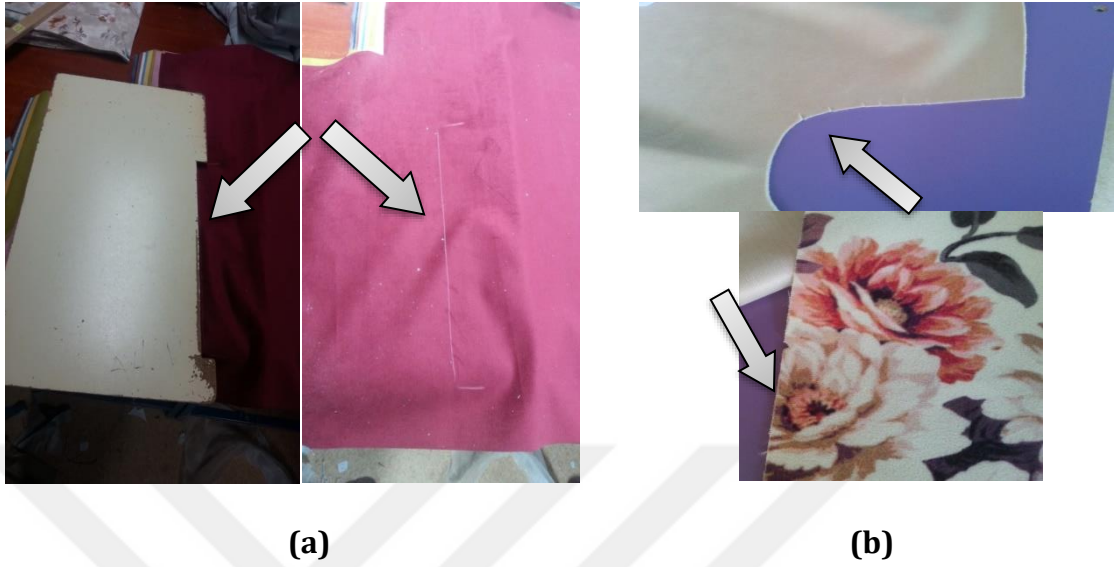


(b)

Şekil 5.7. Konfeksiyon tamir bölümünde uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

Otomatik kumaş serim ve kesim işlemi ile başlayan konfeksiyon üretim sürecini takip eden diğer faaliyet ise, dikilmesi gereken parçaların çizim işlemidir. Konfeksiyon montaj hattında hem hatasız dikim hem de verimli üretim için yapılan çalışmaların öncesinde kritik parçaların çizim işlemi gelmektedir. Kesimi biten kumaşların önceden hazırlanmış kalıplar aracılığıyla çizgi taşı ile referans yerleri çizilmektedir. Çizilecek parçaların takım adedi ve personel üretim temposuna bağlı olarak çizim sürelerinde artış/azalış olabilmektedir. Gerçekleştirilen metot etüdü ve iş analizleri sonucu, katma değersiz faaliyetlerin ortadan kaldırılması ve iş birleştirme gibi yeniden organizasyon faaliyetleri ile proses verimliliği açısından önemli bir kazanım elde edilmiştir. Şöyle ki; ilgili iş istasyonunda bilgisayar kontrollü sayısal tezgâhta (Çoklu kumaş kesim CNC) mevcut kesim yapılırken, çizilecek parçalara aynı anda küçük delikler açılması sağlanmış, böylece manuel çizim faaliyeti ortadan kaldırılmıştır. Makine üzerinde yapılacak düzenleme için makine firmasıyla görüşmeler gerçekleştirilmiş ve makinenin istenilen faaliyeti gerçekleştirecek şekilde adaptasyonu yapılmıştır (Şekil 5.8). Sonuçta kumaş kesimi yapılırken aynı zamanda delik delme işlemi de gerçekleştirilebilir olmuş, kesim sonrası çizgi taşıyla manuel çizim yapılma faaliyeti ortadan kaldırılmıştır. Böylece konfeksiyon bölümünün ilgili iş istasyonunda, modellerin faaliyet süresi

açısından %100'den %5'e kadar değişmekle birlikte ortalama %38'lik bir kazanç elde edilmiştir (Çizelge 5.2).



Şekil 5.8. Kumaş kesim bölümünde uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

Çizelge 5.2. Konfeksiyon çizim bölümünde uygulanan 5S faaliyeti kazanç tablosu

MODEL	MODÜL	UYGULAMA	ÖNCE (sn)	SONRA (sn)	KAZANÇ (sn)	KAZANÇ (%)
MODEL 1	BERJER	KOL KAVİSİNE ÇİT ATIMI	323	235	88	27,24
MODEL 2	KANEPE	OTURUM BİRLEŞİMİNE ÇİZİM İŞLEMİ	29	0	29	100,00
MODEL 3	KANEPE	KIRLENT (ÇİZİM İŞLEMİ)	24	0	24	100,00
MODEL 4	BERJER	PED BÖLÜMÜNE ÇİT ATIMI	1110	1058	52	4,68
MODEL 5	KANEPE	OTURUM MİNDERİNE ÇİT ATIMI	362	316	92	25,41
MODEL 6	KANEPE	SIRT MİNDERİNE ÇİT ATIMI	240	209	31	12,92
MODEL 7	KANEPE	KOL BÖLÜMÜNE ÇİT ATIMI	295	260	70	23,73
MODEL 8	KANEPE	KOL BÖLÜMÜNE ÇİT ATIMI	296	270	52	17,57

5.2.3. Mobilya iskelet bölümünde yapılan uygulamalar

Mobilya iskelet atölyesinde yapılan gözlemlere göre; tedarikçi firmadan temin edilen veya ilgili üretim hattında imalatı yapılan masif ürünler, ara stok alanının

düzensizliği nedeniyle stoklanamazken, ürünlerin bir kısmı dış ortam koşullarında istiflenmektedir. Üretim planına göre, yüzey işlemi uygulanacak ürünler tek tek kalite kontrol işleminden geçirilmektedir. Bu esnada dış ortam şartlarının uygunsuzluğu nedeniyle kalıcı deformasyonlar olduğu tespit edilen ürünler ıskartaya ayrılmaktadır. Kusurlu ürünlerin artması hem üretim planını olumsuz etkilemekte, hem de deformasyonlar sonucu hammadde zayıf maliyetlerini artırmaktadır. Yapılan incelemeler ve ilgili birimde çalışan personelle yapılan sorun analizi toplantıları sonucunda 5S faaliyetinin uygulanmasıyla yeterli stok alanının oluşturulabileceği kararı alınmıştır. Öncelikle üretim planından kaldırılan ürünlerle, üretimine devam edilen ürünler ayrılmıştır. Stok alanının yerleşim düzeni AutoCAD programı ile çizilmiş, ürünlerin stok devir hızlarına göre yerleşimdeki konumları planlanılarak alanın düzenlenmesi yapılmıştır (Şekil 5.9). Denetlemeler sonucunda gözlemlenen yanlışlıkları, ilgili personellere anlatarak döngünün standartlaştırılması sağlanmıştır. Böylelikle hem stok alanından yer kazanımı sağlanmış hem de kalite kayıpları minimize edilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 5.9. Mobilya iskelet depo bölümünde uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

İlgili modelin üretimi için tedarikçiden temin edilen masif kanepeler, giriş kalite kontrol işlemleri sonucunda kabul edildiği takdirde hammadde stok

alanına gönderilerek istiflenmektedir. Üretim planında belirtilen miktarda hammadde, depodan mobilya iskelet bölümüne taşınır. Burada montaj deliklerinin açılması işlemi dikey matkapla gerçekleştirilir. Yarı mamuller palete istiflenerek üst yüzey işlem uygulaması için mobilya iskelet depo alanına gönderilir. Tüm bu süreçlerde taşıma kaynaklı ve manuel işlem yapılan iş istasyonlarında insan unsuru nedeniyle önemli kalite kayıpları oluşabilmektedir. Bunun bir sonucu olarak satış sonrası garanti süresi içinde ürün iadeleri ve müşteri şikâyetleri olabilmektedir. Bu problemlerin çözümü, hem satış sonrası montaj hatalarının minimize edilmesi, hem de katma değersiz faaliyetlerin ortadan kaldırılması amacıyla iş birleştirme gibi yeniden organizasyon faaliyetleri ile proses verimliliği açısından önemli bir kazanım elde edilmiştir. Şöyle ki, ilgili ürünün manuel delik makinesinde işlenmesi yerine tedarikçi firma yetkilileri ile görüşmeler gerçekleştirilerek ve bu firmayla teknik çizimler paylaşarak siparişlerin montaj delikleri açılmış hâliyle temin edilmesi sağlanmıştır (Şekil 5.10).

Sonuçta kayın kaplı lif levhanın tedarikçide CNC makine ile kesimi yapılırken aynı zamanda delik delme işlemi de gerçekleştirilebilmesi sağlanmış, bu durum ilgili firma için ek bir maliyet ve süre oluşturmadığından firma tarafından da kabul edilmiştir. Böylece süreç içi kalite kayıpları ve değer katmayan taşıma faaliyetleri ortadan kaldırılmıştır.



Şekil 5.10. Mobilya iskelet bölümünde uygulanan iyileştirme faaliyetleri. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

5.2.4. Kanepe üretim hattında yapılan uygulamalar

Mevcut durumda berjer koltuk üretim hattının düzensiz yerleşimi nedeniyle, kanepe hattı üretim alanı kısıtlanmakta ve prosesteki faaliyetlere engel oluşturmakta iken gerekli iyileştirmeler sonucunda berjer hattı taşınarak, kanepe hattı üretim alanına yer kazanılmıştır (Şekil 5.11).



(a)



(b)

Şekil 5.11. Kanepe üretim hattında uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

Kanepe üretim hattında yapılan ikinci uygulama, yarı mamullerin ara stok alanlarında daha düzenli stoklanmaları ve taşıma işlemlerinin daha kolay yapılabilmesi için gerçekleştirilen 5S faaliyetleri olmuştur. Bu kapsamda yarı mamullere uygun istif arabaları tasarlanmış, metal ve 08 mm MYL kullanılarak fabrika imkânları ile el arabası gibi hareket ettirilebilen mobil üniteler imal edilmiştir. Böylece esnek üretim mantığına da uygun olarak farklı ürün tasarımları için değişken iş akışlarında kolaylıkla konum değişikliği yapılması mümkün olmuş, hat verimliliğinde önemli zaman kazancı sağlanmış ve yarı mamullerin ara stok alanlarında muhafazasının zorluğu nedeniyle oluşan kalite kayıpları en alt düzeye düşürülmüştür (Şekil 5.12).



(a)



(b)

Şekil 5.12. Kanepe üretim hattındaki yarı mamuller için uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

Kanepe üretim hattında tela ara stok alanı için de benzer iyileştirmeler yapılmış, mobil ünitelerin yerlerini sabitlemek için alan çizgileri ile sınırlılıkları belirlenmiştir (Şekil 5.13).



(a)



(b)

Şekil 5.13. Kanepe üretim hattındaki tela kullanımı için uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

İlgili üretim hattının kirlent, sırt minderi ve oturma minderi vb. ürünlerin iç dolgu hazırlama bölümünde de yukarıda ifade edilen iyileştirme çalışmaları benzer şekilde uygulanmış, iş organizasyonunda da değişiklikler yapılarak personel eğitimi faaliyetleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.14).



(a)



(b)

Şekil 5.14. İç dolgu hazırlama bölümü için uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

Mevcut durumda, iş akışına göre kumaş giydirme faaliyetleri tamamlanan ürünler, etiketlenerek büyük poşetler içerisinde düzensiz halde depolanmaktadır. İmalat sırasında, büyük poşetlerin içinden istenilen ürünü bulmak ve oradan çıkartmak zaman alıcı olduğu gibi aynı zamanda ürünlerin kirlenmesine-zarar görmesine sebep olmaktadır. Yapılan düzenleme faaliyetleri sonrası dört tarafı çevrili kafes şeklinde ara stok havuzları oluşturulmuştur. Böylelikle istenilen etiketli ürünlerin kolaylıkla bulunabilmesi ile hiç de azımsanmayacak düzeyde verimlilik artışı sağlanmıştır (Şekil 5.15). Kirlent hazırlama bölümünde gerçekleştirilen uygulamalar kanepeler kol hazırlık bölümünde masif parçaların ara stok alanlarında da uygulanmıştır.



(a)



(b)

Şekil 5.15. Kirlent hazırlama bölümü için uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

Haftalık üretim planına göre günlük ihtiyaç dağılımında, farklı ölçüdeki masif parçalar için katlanılan değersiz taşımalar ve malzemeyi bulabilmek için yaşanan zaman israfı ortadan kaldırılmıştır. Gerçekleştirilen ayıklama faaliyetleri ile kullanım sirkülasyonu az olan parçaları ve diğer ara stok malzemeleri sınıflandırılmış, gereksiz malzemeler belirlenerek hammadde depoya gönderilmiştir. Bunlarla birlikte, günlük talep doğrultusunda iş planları ve iş emirleri oluşturulmuş, ara stok alanlarının gereksiz malzeme ile dolması engellenmiştir. Yine diğer birimlerde uygulanan mobil taşıma üniteleri ve alan belirtici çizgileri burada da uygulanmış, personel bilgilendirmesi yapılmış, böylece önemli düzeyde verimlilik kazancı elde edilmiştir (Şekil 5.16).



(a)



(b)

Şekil 5.16. Kol iskelet hazırlama bölümü için uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

Grup döşeme hattında da önemli düzeyde iyileştirme yapılmıştır. Öncesi durumla ilgili iş istasyonunda, el aletlerinin yerlerinin düzensizliği ile yarı mamullerin zeminde ve dağınık bir şekilde durması nedeniyle çalışma alanlarında karmaşıklık ve kirlilik oluşmaktadır. Düzenleme faaliyetleri için öncelikle sık kullanılan yarı mamul ve el aletleri belirlenerek ayıklanmış, bunlar için çalışma alanına yakın ve düzenli depolanmalarını sağlayan ara stok alanları tasarlanmıştır. Bunlarla birlikte, gereksiz hareketleri ortadan kaldırmak ve iş basitleştirme faaliyetleri olarak tanımlayabileceğimiz şekilde ölçü ve astarların hızlı kesilebilmesi amacıyla rafa askı aparatı tasarlanmış ve uygulanmıştır. Döşeme işlemleri esnasında oluşan artıkların kolaylıkla toplanması, muhafazası ve taşınabilmesi için özel oluşturulan artık toplama üniteleri işletmenin mevcut kaynaklarıyla imal edilmiş, yerleri belirlenerek montajı yapılmıştır. Çalışma alanı revize edilerek yeniden çizgileri çizilmiş, çalışma tezgâhlarının bakımları yapılmış, gün sonu çalışma alanı temizliğinin gerekliliği çalışanlara anlatılarak tertip ve düzenin sürekliliği sağlanmıştır (Şekil 5.17).



(a)



(b)

Şekil 5.17. Grup döşeme montaj bölümü için uygulanan 5S faaliyeti. Öncesi durum (a), sonrası durum (b)

5.3. Üretim Sürecinin Benzetim Modeli

Endüstriyel projelerde benzer araştırmalarda kullanılması için, iş gücü-makine ve taşıyıcı kaynaklar arasındaki ilişkileri dikkate alarak problemleri analizi edebilmek için geliştirilen nesne tabanlı ayrık-olay benzetim programı Arena

kullanılmıştır. Arena’da üretim sistem modelinin oluşturulması için ilgili pencereleri kullanarak veri girişleri kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Modellemede ihtiyaç duyulan veriler şunlardır:

- İlgili istasyonlarda faaliyet gösteren personel sayıları ve nitelikleri
- Çalışma saatleri (vardiya düzeni)
- Kullanılan materyal (malzeme)
- Makinede veya elde gerçekleştirilen faaliyetlere ait hazırlık ve hazırlık zamanları
- İş akışı
- Müşteri siparişleri ile birlikte teslimat tarihleri

Bir siparişin tamamlanması sürecinde gerçekleştirilen her türlü faaliyet, bir kaynak (makine, iş istasyonu veya personel) talep etmektedir. Arena, üretim sisteminde siparişin yerine getirilmesini, birçok benzetim programlarında da görüldüğü gibi farklı iş akışlarının oluşturduğu dinamik sipariş akışı olarak ele almaktadır. Çalışmada diğer ürünler dikkate alınmayıp sadece bir tanesine ait (başlık) üretim süreci modellenmiştir. Başlık ürünün seçilme nedeni, ilgili işletme için piyasada en çok talep gören ve sürekli üretilen ürün olmasıdır.

Benzetim modelinde ihtiyaç olan hazırlık ve işlem zamanlarının belirlenmesinde iş etüdü ile elde edilen stokastik verilerden yararlanılmıştır.

5.3.1. Modelin Varsayımları

Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi veri analizi aşamasında bazı ihmaller ve varsayımlar yapılmış, sistemin stokastik benzetim modeli oluşturulmuştur.

Kurulan model için aşağıda belirtilen varsayımlar kullanılmıştır:

- Makine ve personel sayıları benzetim süresince sabittir.
- Kuyruklar teslim tarihi en erken sıralama kısıtına göre düzenlenmiştir.
- Tüm iş görenler tek vardiya düzeninde günde 9 saat, haftada 45 saat çalışacak şekilde çalışmaktadır.
- Makine arızaları, hatalı parçalar, yeniden işlemler, makine ve birimler arası taşımalar göz ardı edilmiştir.

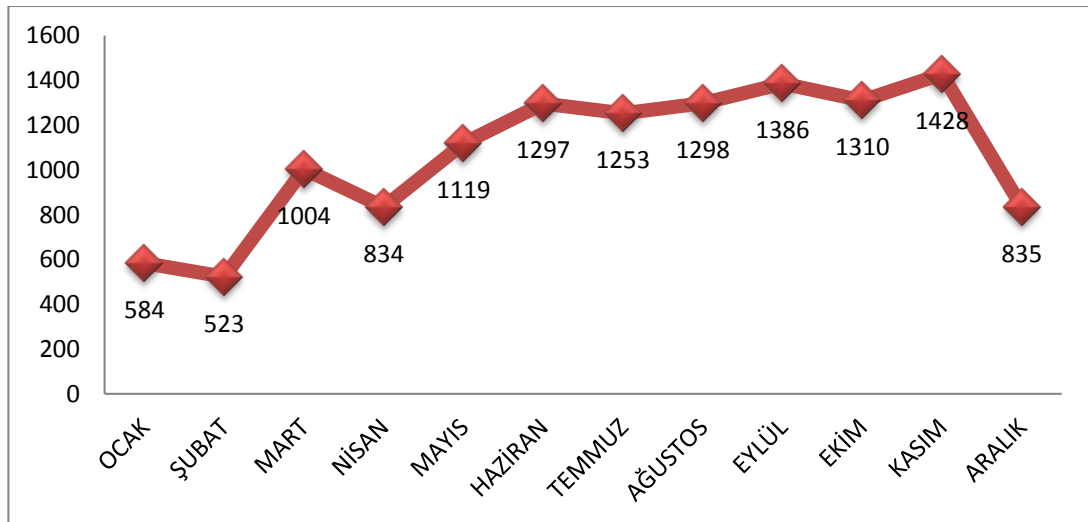
- Simülasyon koşumu 60 gün için yapılmıştır. Simülasyon koşumu 3 kez tekrarlanmıştır.
- İşletmede başlık üretim sürecinde dokuz farklı iş istasyonu mevcuttur.
- Üretim miktarlarından bağımsız olarak, donanım ve işçi sayıları her istasyonda sabittir.
- Başlık üretim sürecinde tek bir başlık türünün üretimi yapılmaktadır.
- Üretilecek ürün, işletmenin haftalık üretim planına eklenerek sisteme girmektedir.
- Haftalık üretim planında mevcut olan sipariş miktarını karşılamak için ihtiyaç olabilecek fazla mesai ve ek vardiyalar göz ardı edilmiştir.
- Üretim sürecinde, hammadde yokluğu, makine arıza bakım faaliyetleri, işçilerin iş devamsızlığı vs. gibi sebeplerden dolayı aksamaların meydana gelmediği kabul edilmiştir.
- Tüm iş istasyonları için iş etüdü formları doldurulmuş bu veriler dikkate alınarak iş istasyonuna ait işlem zamanları stokastik olarak belirlenmiştir.
- İşlem zamanlarının dağılım modeli Arena tarafından üretilmiş en düşük hata oranı veren model seçilmiştir.
- Başlık döşeme montaj hattında, kumaş, metal-masif konstrüksiyon ve depo bölümlerinden hazır gelen parçalar bir araya getirilerek üretimi yapılmaktadır. Yüzlerce modelin hangisinden kaç adet üretileceği tamamen müşteri talepleri doğrultusunda belirlenmektedir. Üretilen modellerin üretim süreçleri genellikle aynı olup, farklılıklar kullanılan malzeme ve desenlerden meydana gelmektedir. Bir farklı bakış açısıyla bütün modellerin üretilebileceği benzetim modelini kurmak, problemi büyük ve karmaşık hâle getirebileceği için maksimum talebin olduğu başlık modeli seçilerek çalışmalara başlanmıştır. Mevcut durumla başlık modelin oluşturulabilmesi için ilk etapta seçim yapılan modelle ilgili her parçanın işlem öncülleri farklı olduğu gibi işlem sırası da farklıdır. Bu farklılıkların standart zamanlarını hesaplayabilmek için zaman etüdü çalışması yapılmıştır. Modelin üretimi gerçekleşebilmesi için ihtiyaç olan işlemler, bu işlemlerin öncülleri ve standart süreleri gösterilmiştir. İş akışının oluşturulmasıyla ve ilgili tanımlamaların yapılmasıyla, sonraki iş

elemanlarının birbirleriyle öncülleri tespit edilerek Şekil 5.2’de gösterilmiştir.

Benzetim alt yapısının oluşması için gerekli verilerin yeterli oranda kayıt altında tutulması modellenen sistemin geçerliliğini ve güvenilirliğini artıracaktır. Bu parametreler doğrultusunda üretim benzetim çıktıları göz önünde bulundurularak sistemde nasıl bir değişim veya gelişimin yaşanabileceği öngörülebilir.

5.3.2. Mevcut Durum Modelin Oluşturulması ve Alternatif Modelin Geliştirilmesi

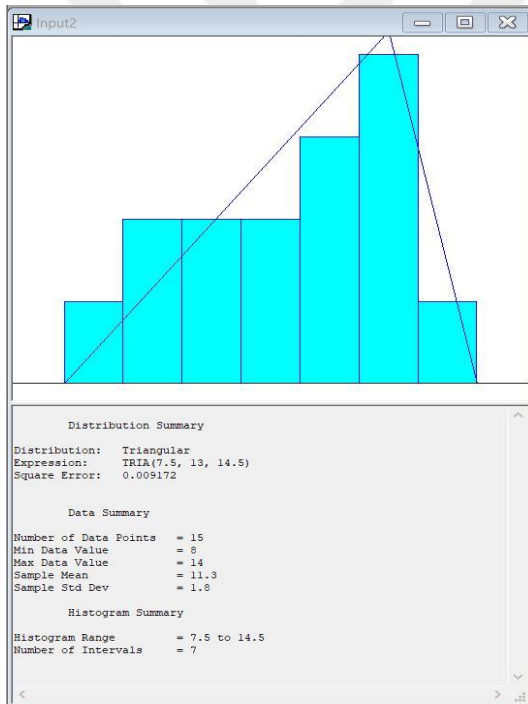
Üretim sürecinde benzetim modeline esas teşkil eden faaliyetler, döşeme-montaj iş istasyonlarında gerçekleştirilen işlemlerdir. Üretilecek ürünün çeşitliliği ve üretim miktarı müşterilerin siparişlerine göre değişiklik göstermektedir. Bu sebeple çalışmada işletmeden en fazla talep gören “başlık” ürününün geçmiş aylara ait gerçek satış verileri kullanılarak benzetim modeli kurulmuştur (Şekil 5.18).



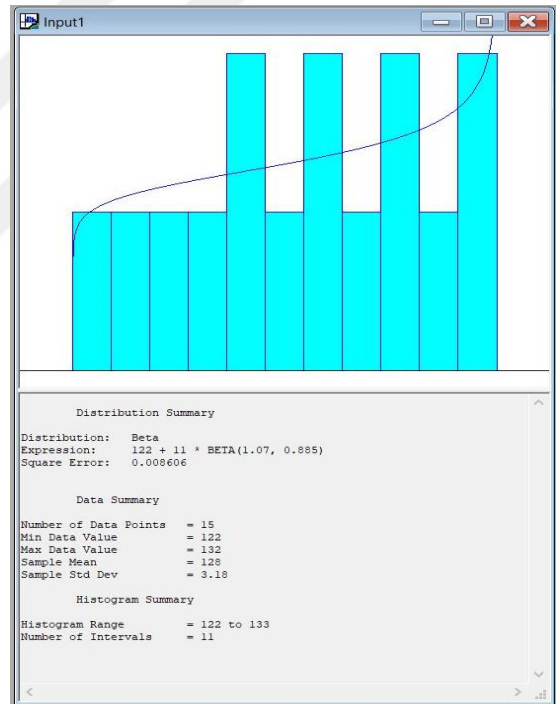
Şekil 5.18. İlgili ürüne ait yıllık talep dağılımı

Öncelikle mevcut durum modellenmiş, akabinde önerilen değişikliklerle söz konusu üretimin nasıl daha verimli hâle getirilebileceği araştırılmıştır. Sistemin

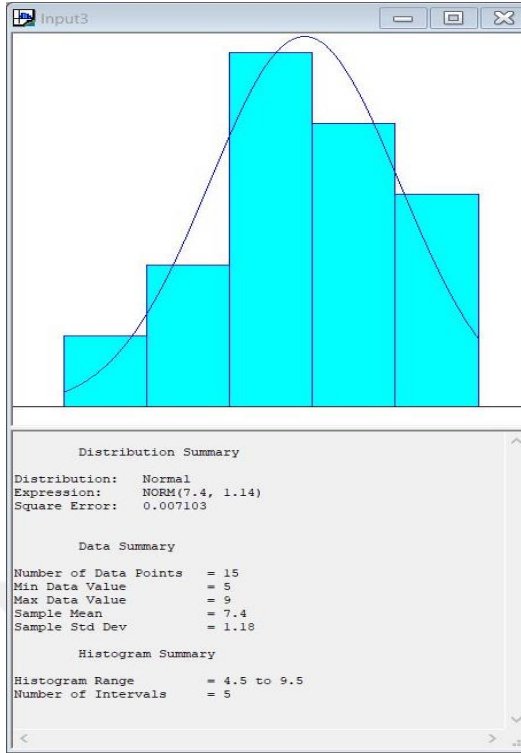
benzetim modeli için öncelikle arena 14.0 programı içeriğinde olan Input Analyzer'dan faydalanılarak, iş akış planındaki faaliyetleri text dosyası uzantısında kayıt edilerek, her bir işleme ait zaman etüdü verileri yardımıyla histogramlar oluşturulmuştur. "Fit all" sekmesi ile bu değerlerin hangi dağılıma uyduğu analiz edilerek sağlanmıştır. Input Analyzer aracılığıyla otomatik gerçekleştirilen ki-kare testi sonuçları ile ana proses dağılım oranlarını karşılayıp karşılayamadığı test edilmiştir. Test sonucunda $p > 0,05$ olması sebebiyle elde edilen sonuçların ana proses dağılım oranları arasında farklılıkların olmadığı kanatine varılmıştır. Şekil 5.19'da BA-1, Şekil 5.20'de BA-2, Şekil 5.21'de PM-5 ve Şekil 5.22'de PM-7 faaliyetlerin işlem sürelerine ait dağılım histogramları ve dağılıma ait tanımlayıcı istatistikler verilmiştir.



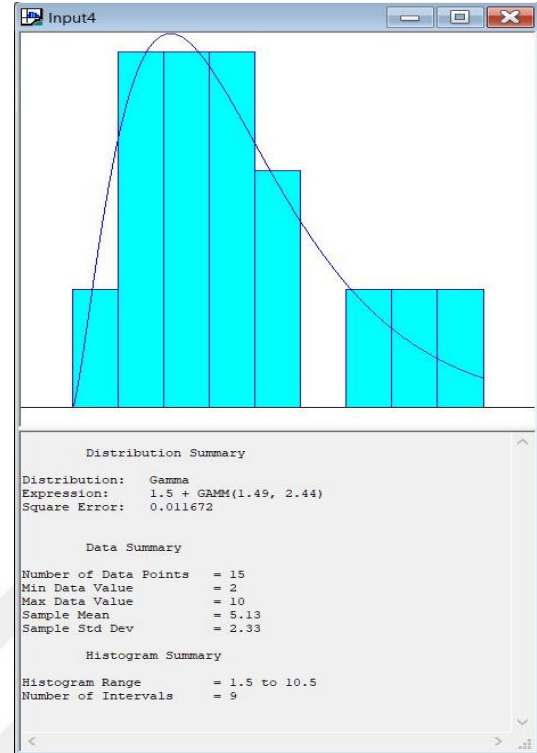
Şekil 5.19. BA-1 İşlemine ait analiz



Şekil 5.20. BA-2 İşlemine ait analiz



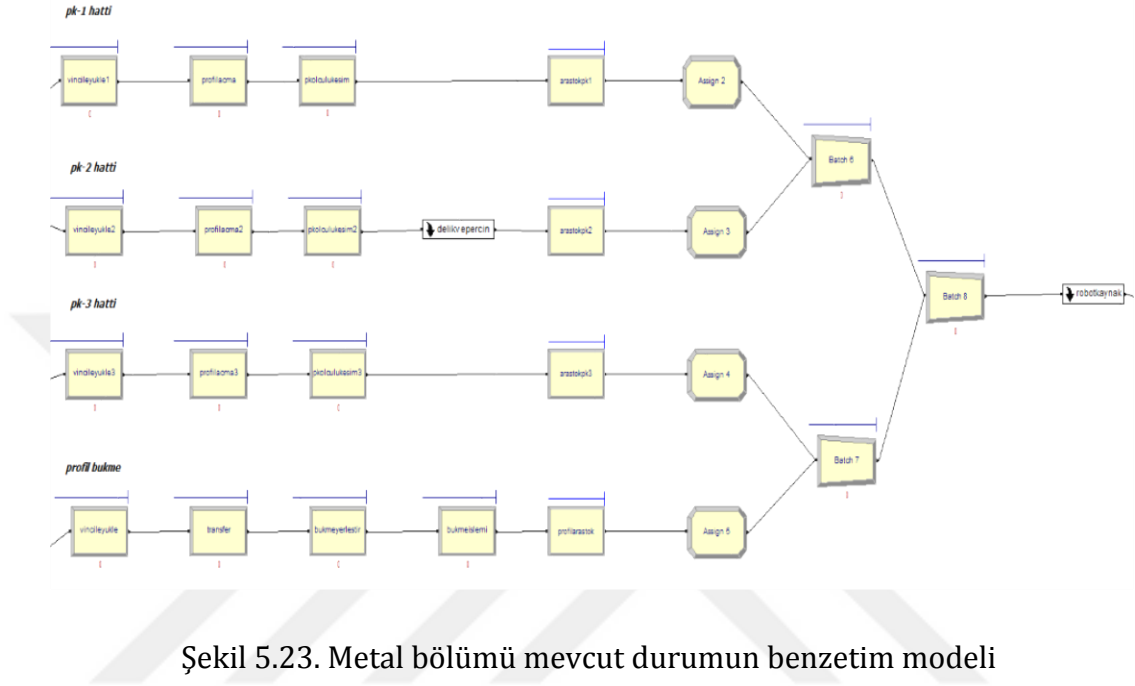
Şekil 5.21. PM-5 İşlemine ait analiz



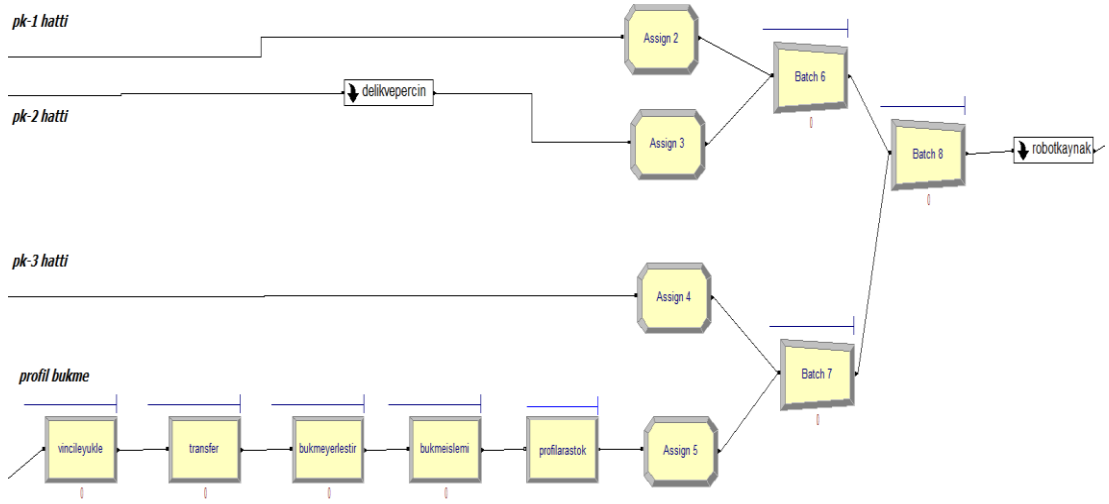
Şekil 5.22. PM-7 İşlemine ait analiz

Tüm faaliyetlerin süre dağılımları belirlendikten sonra mevcut işleyişi gösteren benzetim modeli Arena 14.0 paket programı kullanılarak oluşturulmuştur. Mevcut durumu kurgulanan modelde “create”, “assing”, “separate”, “process”, “hold”, “batch”, “match”, “dispose” modülleri kullanılmıştır. “Create” modülü ile sisteme sipariş, yonga levha ve sünger girişi sağlanmıştır. Sisteme giren sipariş sayısı 6600 adet ile sınırlama kriteri eklenmiştir. Her parçanın işlem süreleri farklı olduğu için, sipariş geliş zamanından metal bölümü-kaynak montajından çıkan zamana kadar geçen sürecin hesaplanabilmesi için “assing” modülünden yararlanılmıştır. Aynı varlık ile birden fazla nesnenin üretilmesi için “separate” modülü kullanılmıştır. Parçalar üretim sonrası “batch” modülüyle birleştirilmiştir. “Process” bloğu üretim hattında gerçekleşen işlemleri göstermekte olup, her bir iş elemanı için ayrı ayrı tanımlama yapılmıştır. Parçaları, belirlenen adetlerde tutmak için “hold” modülü tercih edilmiştir. Parçaların geliş süreleri eşit olmadığından, süreçte aynı anda girmesi gereken parçaları “match” modülü yardımıyla akışları eşitlenmiştir. Süreçlerdeki giriş/çıkışlar arasındaki zamanı, varlık istatistiklerini biriktirmek için “record” modülünden faydalanılmıştır. Ayrıca üretim süreci biten mamullerin üretim

sahasından çıkmalarını “dispose” modülü ile sağlanmıştır. Veriler girildikten sonra mevcut durumun benzetim koşumu gerçekleştirilmiş, performans değerlerinin hesaplanması sağlanmıştır. Mevcut durumun hazırlanmış benzetim modeli Ek B’de yer almaktadır.



Şekil 5.23’te işletmedeki metal bölümüne ait mevcut durumu benzetilen model gösterilmektedir. Mevcut benzetim modelin 17 adet iş istasyonu ve 2 adet “perçin ve delik” ve “robot kaynak” alt montaj işlemi yer almaktadır. Önerilen ikame benzetim modelinde değer katmayan faaliyetler kaldırılarak iş istasyonu sayısı 5 adede indirgenmiş olup şekil 5.24’de gösterilmiştir.



Şekil 5.24. Metal bölümü önerilen-alternatif durumun benzetim modeli

Modelin oluşturulmasında, “Create” modülü ile sisteme sipariş, yonga levha ve sünger girişi sağlanmıştır. İşlem yapılacak parçanın işlem süreleri farklı olduğu için, sipariş geliş zamanından metal bölümü-kaynak montajından çıkan zamana kadar geçen sürecin hesaplanabilmesi için “assing” modülünden yararlanılmıştır. Parçaların kaynak robot montajı öncesi “batch” modülüyle birleştirme işlemi yapılmıştır. “Process” modülü üretim hattında gerçekleşen işlemleri göstermekte olup, her bir iş elemanı için ayrı ayrı tanımlama yapılmıştır. Parçaları belirlenen adetlerde tutmak için “hold” modülü tercih edilmiştir. Parçaların geliş süreleri eşit olmadığından, süreçte aynı anda girmesi gereken parçalar “match” modülüyle eşitlenmiştir. Süreçlerdeki giriş/çıkışlar arasındaki zamanı, varlık istatistiklerini toplamak için “record” modülünden faydalanılmıştır. Ayrıca üretim süreci biten mamullerin üretim sahasından çıkmalarını “dispose” modülü ile sağlanmıştır. Veriler girildikten sonra mevcut durumun benzetim koşumu yapılarak performans değerlerinin hesaplanması sağlanmıştır. Önerilen durumun hazırlanmış benzetim modeli Ek B’de yer almaktadır. Benzetim modeli ile izlenen ilgili iş akış süreci için tüm iş istasyonlarına ait kapasite kullanım oranlarındaki değişim Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Başlık üretim sürecine ait iş istasyonlarındaki kapasite kullanım oranı değişimi ve etkinlik artışı

Kaynaklar	Mevcut Model (%)	Önerilen Model (%)	Değişim (Δ) (%)
Ambalaj	52,41	53,08	0,67
Profil Büküm	1,34	1,34	0,00
Profil Çoklu Kesim	13,51	İşlem kaldırıldı	13,51
Kumaş Kesim	15,78	15,77	0,01
Çoklu Kesim Operatör	3,44	İşlem kaldırıldı	3,44
Perçin	36,57	36,71	0,14
Press	7,83	7,83	0,00
Profil Büküm Operatör	1,77	1,78	0,01
Resource1	51,23	52,02	0,79
Resource2	51,23	52,02	0,79
Resource3	51,23	52,02	0,79
Resource4	51,23	52,02	0,79
Resource5	51,23	52,02	0,79
Resource6	51,23	52,02	0,79
Robot Kaynak1	4,06	3,13	0,93
Robot Kaynak2	0,13	1,18	1,05
Robot Operatör1	7,79	5,24	2,55
Robot Operatör2	1,88	2,62	0,74
Robot Operatör3	0,54	2,63	2,09
Vinç	0,16	0,04	0,12

Bu sonuçlara göre; mevcut durumda 6485 adet başlık üretilirken, önerilen durumla 6569 adet çıktıya ulaşılmıştır. Aynı zamanda başlık üretim çevrim zamanı 389 dakikadan, 355 dakikaya düşerek yaklaşık 34 dakika kazanç sağlanmış olup üretim verimliliğinde %10'luk artışa tekabül etmektedir. Kapasite kullanımında önemli kazançlar elde edilmiştir. Şöyle ki; mevcut durumda çoklu kesim faaliyeti yapılırken, önerilen durumda bu faaliyet kaldırılarak %13,5 ve operatör kullanımında da %3,4'lük kazanç elde edilmiştir. Buna istinaden hammadde depodan çoklu kesim tezgâhına taşıma faaliyeti mevcut durumda %0,16 kullanılırken, önerilen durumda %0,04'e azaltılarak %0,12'lik kazanç ulaşılmıştır. Üretilen başlık sayısındaki artış nedeniyle dolaylı olarak yaklaşık %1,3'lük artış sağlanmıştır. Ancak perçin ve pres faaliyetlerinde üretilen miktar değişmediği için değişiklik gözlemlenmemiştir. Böylece kullanılmayan kapasite-kaynaklar diğer ürünlerin üretimine aktararak toplam işletme verimliliğinde de önemli kazançların elde edileceği aşikârdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye mobilya endüstrisi ulusal imalat sanayisi içerisinde dış ticaret fazlası veren ender sektörlerden biridir. Ulusal kalkınma için bu özelliği ve imalat sanayi içerisindeki işletme sayısı açısından (43057 adet) dördüncü sırada olması ile ülke sathına yayılarak bölgeler arası eşitsizliği gidermeye yönelik en önemli argümanlardan biri olması sektörün önemini ortaya koymaktadır. Ancak küresel oyuncular özellikle Çin ve diğer Uzak Asya ülkelerinin tüm pazarlarda rekabette öne geçmeleri bizim açımızdan da bir tehdit oluşturmaktadır. Millî ekonomi değerler açısından işletmelerin küresel rakiplerle rekabet edebilmeleri, rakiplerde var olan, özellikle hammadde ve işçilik maliyetlerindeki avantajlarına karşılık ancak verimlilik ve yüksek katma değerli üretimler yaparak mümkündür.

Ulusal mobilya endüstrisinde, son 20 yıla kadar küçük atölyelerde kısıtlı üretim hacimlerinde sadece yöresel pazarlara yönelik yoğun insan gücü kullanılarak üretim yapılırken günümüzde ise daha yoğun bir teknoloji kullanan, markalaşmış, özgün tasarımlar üretebilen, uluslararası piyasalarda rekabet edebilen, kitlesel üretim yapma imkânlarına sahip hatlardan oluşan birçok tesis bulunmaktadır. Bu tesisler ile küresel piyasalarda rekabet avantajı elde edebilmek için, maliyetleri düşürürken verimliliği ve kaliteyi yükselten sürekli iyileştirme tekniklerinin kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Bu tez çalışması ile büyük ölçekli bir mobilya tesisinde verimliliği arttırmaya yönelik uygulamalar gerçekleştirilmiş, sonuçlar bilimsel literatür ışığında tartışılmıştır.

Mobilya üretimi genel itibarıyla kesikli üretim sistemine sahiptir. Kesikli üretim sisteminde operasyonlar arası dengesizlikler mevcuttur. Bu dengesizliğin sebep olduğu performans kayıpları (temin sürelerinin uzunluğu, zamanında siparişin teslim edilememesi, düşük kapasite kullanım oranları vb.) ara stok miktarlarının fazla olması ile veya etkin çizelgeleme yöntemleri kullanılarak dengeli bir üretim yapılması ile bertaraf edilebilir. Bu çalışma kapsamında darboğaza sebep olan iş istasyonlarında iş birleştirme, iş basitleştirme ve iş değişimi gibi

yeniden organizasyon tedbirleri uygulanarak süreç içi stoklarının azaltılması ve katma değer oluşturmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması sağlanmıştır.

Çalışmada tesisteki tüm üretim süreci ele alınarak mevcut durum iş etüdü uygulamaları ile analiz edilmiş, seçilen bir ürüne ait tüm sürecin benzetim modeli Arena 14.0 benzetim yazılımı üzerinde oluşturulmuştur. Geliştirme modelleri olarak metal atölyesine ait iş ve işlemlerde yeniden organizasyon çalışmaları yapılmış, süreç içi stok seviyeleri düşerken zamanında teslim edilebilir sipariş sayılarında artış olmuştur. Aynı zamanda çevrim zamanı düşürülerek üretim verimliliğinde yaklaşık %10'luk artış sağlanmıştır. Benzetim ile mobilya işletmelerinde verimliliğin artırılması konusunda doğrudan veya dolaylı yapılmış benzer çalışmalarda da önemli kazanımların çok daha kısa sürelerde ve düşük maliyetlerle elde edilebildiği, literatürde kapsamlı bir şekilde ortaya konulmaktadır (Akın, 2015; Arslan vd., 2015; Daşçı, 2010; Karaca, 2007; Sütçü vd., 2011; Sütçü vd., 2006; Tanrıtanır, 1994; Yiğit, 2012).

Çalışmadaki kısıtlar nedeniyle tüm ürünlere ait süreçlerin benzetim modelleri oluşturulamamıştır. En büyük kısıtımız akademik versiyon kullanılan benzetim yazılımıdır. Bununla birlikte mobilya sektöründeki ürün çeşitliliğinin fazla olması, zaman kısıtlılığı ve maliyetler de önemli kısıtlardır. Bu kısıtlara rağmen çalışma kapsamında döşemeli üretim tesisi; metalhane, mobilya iskelet imalathanesi, süngerhane, konfeksiyon ve ürün döşeme süreçleri kapsamlı bir şekilde incelenmiş, verimlilik artırımına yönelik öneriler uygulamaya geçirilerek verimlilik artışı atölye ortamında doğrudan tecrübe edilmiştir.

Bu tez çalışmasında verimliliği artırmaya yönelik uygulanan yöntemlerden en önemlileri yalın üretim sistemi araçlarının etkin bir şekilde kullanılması olmuştur. Literatürde de belirtildiği gibi ülkemiz orman endüstri işletmeleri için yalın üretim uygulamaları henüz çok yeni bulunmaktadır (Binici, 2017). Yalın üretim sisteminin temel amacı üretimdeki tüm aşamalarda oluşabilecek israfların ortadan kaldırılmasıdır. Bu israflar, müşterinin karşılığını ödemek istemeyeceği katma değersiz tüm faaliyetlerdir. Ele alınan işletmede farklı iş istasyonlarında gerçekleştirilen 5S uygulamaları ile zaman, mekân-yer, personel

ve teknoloji kullanımlarındaki israflar azaltılmış, süreç içi kalite hatalarını en aza indirerek önemli kazanımlar sağlanmıştır.

Yalın üretim sistemini bir bütün olarak ele alıp tüm teknikleri ve tedarikçilerle birlikte sistemi etkileyen tüm süreçleri kapsayan faaliyetlerini uygulayamıyor olmak, bu sisteme ait herhangi bir tekniğin de uygulanmamasını gerektirmez. Bu çalışma kapsamında sadece 5S tekniklerinin uygulanması ile konfeksiyon bölümünde ilgili iş istasyonunda ortalama %38'lik önemli verimlilik artışı elde edilebilmiştir. Diğer yalın üretim araçları da kullanılarak daha iyiye ulaşmak mümkündür.

Benzetim yöntemi kullanılarak, yeniden organizasyon faaliyetlerinin atölye ortamında birebir uygulaması yapılmadan bilgisayar üzerinde performans değerlerinin izlenebilmesi ve beklenen iyileştirmeyi sağlayıp sağlamadığının testi mümkündür. Literatürde bu içerikte benzer birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak üretim ortamlarının kendine has özellikler taşıması her bir firma için yapılan yeniden organizasyon faaliyetlerinin orijinalliğini oluşturmaktadır. Bu çalışma ile verimliliğin artırılması ve rekabetin öncelik edinebilmesi adına gerçekleştirilen bu uygulamalar, örnek teşkil etmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Çalışmada örneklendirilen verimliliği arttırmaya yönelik faaliyetler, ülkemiz mobilya endüstrisinde doğrudan ve benzer diğer sektörlerde adaptasyon yöntemiyle uygulanarak önemli kazanımlar elde edilebilecektir. Kurumsallaşma faaliyetlerine devam eden işletmede gerçekleştirilen bu iyileştirmeler, bütünü görebilen eğitimli kalifiye personeller vasıtasıyla olabilmektedir. Ancak incelenen işletme ve sektördeki birçok firmada yapılan gözlemler neticesinde denilebilir ki, mobilya sektörü makine ve imalat teknolojilerinde son teknolojiyi önemli mali yatırımları da göze alarak takip ederken, yöntem geliştirme, verimlilik artımı, personel eğitimi, nitelikli beyaz yaka personel işlendirmesi gibi kurumsallaşma ile birlikte düşünülen diğer fonksiyonlar için pek de hevesli görünmemektedir. Bundan dolayı da yapılan çalışmalar genellikle bireysel müdahaleler ve iyileştirmeler olarak kalmakta, kurum kültürü oluşturulamamaktadır.

Bu kapsamda ÷lkemiz, mobilya endüstri işletmelerinin orman endüstri mühendisleri ve ağaç işleri endüstri mühendisleri gibi sektörel teknik personelleri daha çok istihdam etmeleri, ulusal mobilya sektörünün geleceği açısından daha faydalı olacaktır. Aynı zamanda işletmelerin tüm üretim süreçlerinde konuya hâkim akademik yetkinliğe sahip eğitimli personele ihtiyaç vardır. Bu kapsamda orman endüstri mühendisleri ile birlikte, endüstri mühendisleri, ağaç işleri endüstri mühendisleri, makine mühendisleri, iç mimarlar, endüstriyel ürün tasarımcıları ve pazarlama-satış uzmanları gibi beşeri sermayenin de istihdamı verimlilik artışına ve dolayısıyla küresel pazarlarda sektörel rekabet avantajına önemli katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Ahmetoğlu, F., 2007. Değer Akış Haritalandırma ve Geleneksel Kanban Sisteminin Kurulması. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 174s, İstanbul.
- Akın, N.G., 2015. Kanepe Montaj Hattının Dengelenmesi ve Benzetim Yöntemi İle Sınanması. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5, 95-120.
- Alaca, H., 2010. Değer Akış Haritalama Araçları İle Değer Zinciri Analizi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 165s, İstanbul.
- Altıok, T., Melamed, B., 2007. Simulation Modeling And Analysis With Arena Akademik.
- Anonim, 2018. 200 Mağazayla Büyüme Hedefliyor. *Hürriyet Gazetesi, Ekonomi sayfası*, Erişim tarihi: 01/09/2018 www.hurriyet.com.tr/ekonomi/200-magazayla-buyume-hedefliyor-40898606.
- Arslan, H.M., Yıldız, M.S., Uysal, H.T., 2015. Kesim Hattında Süreç İyileştirme ve Etkin Tasarruf: Ağaç İşleri Atölyesine Yönelik Bir Uygulama. Zeitschrift Für Die Welt Der Türken, Journal Of World Of Turks, 7, 121-136.
- Aykut, T., 1972. Zaman Etüdlerinin Yapılmasında Kullanılan Aletler ve Metodlar. Journal Of The Faculty Of Forestry Istanbul University.
- Babalık, F. C., 2011. Mühendisler İçin Ergonomi: İşbilim 2. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Beyhan, B., 2006. Hücreli Üretim Sistemlerinde Çifte Kaynak Kısıtları Altında Sistem Performansını İyileştirme. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 98s, İstanbul.
- Bezen, A., 2007. İş Etüdü Teknikleri İle Kalite ve Müşteri Memnuniyeti İlişkisi, Ambalaj Sektöründe Bir Uygulama. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 84s, Kütahya.
- Bilget, S., 2015. Konfeksiyonda Benzetim Tekniğiyle Yalın Üretim Sistemlerinin İncelenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 120, Tekirdağ.
- Binici, S., 2017. Ahşap Sektöründe Yalın Üretim Tekniklerinin Etkinliğinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 115, Isparta.

- Bircan, H., Gülseren, İ., 2005. İş Ölçümü Tekniklerinden Zaman Etüdü Üzerine Bir Uygulama. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, 6(2), 199.
- Birgün, B., Gülen, K. G. Ve Özkan, K., 2006. Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, İstanbul.
- Çağlar, Y., 1988. Verimlilik ve Orman İşletmelerinde Verimlilik Düzeyinin Ölçümü. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 38(2), 108-119.
- Çatman, R., 2017. Bir Kamu Kurum Değer Akış Haritalama ve Benzetim Yöntemiyle Hizmet Sürelerinin Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 186s, Ankara.
- Çakan, O., 2017. Kalite Yönetiminde 5s Uygulaması. Erişim tarihi:18.03.2018. <http://labakademi.com/kalite-yonetiminde-5s-uygulamasi/>
- Çelik, G.T., Gürsoy, G., Keleş, A. E., 2013. 5S Sistematiği Aşamaları ve Bir Uygulama. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28 (2), 51-60, Aralık 2013.
- Çoban, O., 2007. Türk Otomotiv Sanayiinde Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik. Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 29, 17-36.
- Çörekçioğlu, S., 2010. Üretim Etkinliğinin Artırılmasında Benzetim Yaklaşımı ve Bir Üretim Atölyesinde Uygulama. Gebze Üniversitesi Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, Gebze.
- Dal, V., 2010. Refa, Mtm Ve Gsd İş Akış Süresi Belirleme Sistemlerinin Örnek Bir Uygulama İle Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi. Türk Bilim Araştırma Vakfı, Tubav Bilim Dergisi 3(3), 224-237.
- Daşcı, A., 2010. Benzetim Destekli Yalın Üretim Sisteminin Mobilya Sektöründe Uygulaması, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 100s. Kayseri.
- Dizdar E. N., Özen, R., 2001. Ahşap Mobilya Endüstrisinde Üretim Verimliliği İçin İş Etüdü Uygulamaları. Teknoloji, Sayı 1-2, 1-9.
- Eroğlu, A., Sütçü, A., Sulak, H., 2008. Rassal Olarak Kusurlu Üretim Yapan Üretim Süreçleri İçin Ekonomik Üretim Miktarı Modeli. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 923-929.
- Etçioğlu E., 2009. Kapasite Planlamasının Benzetim Tekniği İle Optimizasyonu ve Bir İmalat İşletmesi Uygulaması. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 129s, İstanbul.

- Gerşil, M., 2004. İmalatta Benzetim Kullanımı ve "Arena" Dili İle Bir Uygulama. Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 228s, Manisa.
- Gökçe, K., 2006. Mevcut Üretim Sürecinin Yalın Üretim Yaklaşımıyla Yeniden Yapılandırılması ve Bir Uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 94s, İzmir.
- Gören, H. G., 2017. Value Stream Mapping And Simulation For Lean Manufacturing: A Case Study In Furniture Industry. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23 (4), 462-469.
- Groover, M.P., 2001. Automation, Production Systems, And Computer-Integrated Manufacturing 2nd Edition, Prentice Hall Press Upper Saddle River, NJ, USA.
- Gümüştay, O., O., 2007. Ekim Makinası İmalatında Zaman Etüdü. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 81s, Ankara.
- Günay, C., 2016. Kanban Sistemine Başlangıç İçin Temel Bilgiler. Erişim Tarihi: 20.11.2017.<https://tr.linkedin.com/pulse/kanban-sistemine-ba%C5%9Flang%C4%B1%C3%A7-i%C3%A7in-temel-bilgiler-can-gunay>.
- Hacıhasanoğlu, T., 2014. Üretim Maliyetlerinin Düşürülmesinde Kazien Maliyetleme Yöntemi ve Mobilya Sektöründe Bir Uygulama. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 10, 47-63.
- İşığışok, E., 2012. Toplam Kalite Yönetimi Bakış Açısıyla İstatistiksel Kalite Kontrol. Ezgi Kitabevi Yayınları, Bursa.
- Karaca, S., 2007. Benzetim Modellemesi İle Mobilya Üretiminde Sistem Analizi ve Optimizasyonu. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 126, Bartın.
- Kaya, A., 2000. Bir Üretim Sürecinin Benzetim Yaklaşımı İle Çözümü Üzerine Araştırma. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 15 (1), 115-123.
- Kaya, A.İ., 2001. Mobilya Endüstrisinde Kapasite Planlama. Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 148s, Balıkesir.
- Kaya, G., 2009. Facility Layout Optimization Using Simulation In An Automotive Company. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72s, İzmir.

- Kılıç, N., 2009. Bir Mobilya Endüstrisinde Stok Kontrol Modeli Uygulaması. Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 72s, Sakarya.
- Kırbaş, İ., 2006. Yalın Üretim Tekniklerinin Etkinlik Düzeyinin Benzetim Yaklaşımı İle Değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 169s, Bursa.
- Kobu. B., 1994. Üretim Yönetimi. Avcıol Basım-Yayın, 576s, İstanbul.
- Kulaç, Ü., 2003. Yalın Üretim Felsefesi. Erişim Tarihi: 01.11.2017. <https://lean.org.tr/yalin-uretim-felsefesi/>
- Kurt, M. Ve Dağdeviren M. 2003. İş Etüdü. Gazi Kitabevi, Ankara.
- Kuvvetli, Y., Erol, R. 2017. Ağaç Ürünleri Üreten Bir İşletmede Malzeme Taşıma Sisteminin Benzetim Yaklaşımıyla İyileştirilmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32 (1), 215-222.
- Küçük, B., 2004. Karışık Modelli Montaj Hattı Dengeleme Ve Benzetim Uygulaması. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 140s, İstanbul.
- Law, A. M., Kelton, W. D., 1982. Simulation Modeling And Analysis. Boston: McGraw Hill.
- MPM, 2005. Ergonomik Kontrol Noktaları, MPM Yayınları No: 682, Ankara.
- OAİB, 2016. Mobilya Sektör Raporu, Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği, Ankara.
- Oakshott, L., 1997. Business Modelling and Simulation. Pearson Education Limited, Essex England.
- Oğuz, F., 2007. İşletmelerde Verimlilik Artırımında İş Öçümü Tekniği ve Bir Uygulama. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 133s, Ankara.
- Ören, T. I., 2006. Benzetim: Kavramlar ve İlerlemeler. Türkiye Bilişim Ansiklopedisi, Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Özçift A., 2010. Otomotiv Endüstrisinde Benzetim Çalışması. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tez, 80s, Kocaeli.
- Özgürler, Ş., 2007. Değer Akışı Haritalandırma ve CONWIP Sistemine Yönelik Bir Tasarım. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 217s, İstanbul.

- Özveri, O., Güçlü, P., 2015. Değer Akış Haritalamada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Uygulanması. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 7(1), 1-12.
- REFA-MESS, 2005. İş Sistemi ve Süreç Düzenleme, Mess Yayın No: 451, Acar Matbacılık, İstanbul.
- REFA-MPM, 1979. İş Etüdü Yöntem Bilgisi. MPM, Ankara.
- Rojasra, P.M., Qureshi, M.N., 2013. Performance Improvement Through 5S In Small Scale Industry: A Case Study. International Journal Of Modern Engineering Research, Vol. 3., s. 1654-1660, May-June 2013.
- Rother, M., Shook, J., 1999. Learning to See. The Lean Enterprise Institute, Brookline, Massachusetts, USA.
- Seçkin, F., 2007. Yalın Üretim Teknikleri ve Kobi'lerde Uygulanabilirliğinin İncelenmesi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 126s, Balıkesir.
- Sezen B., 2004. Tedarik Zincirinde Stok Yönetimi Problemleri İçin Elektronik Tablolar Yardımı İle Benzetim Uygulaması. Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 11, 57-68.
- Sütçü, A., Tanrıtanır, E., Eroğlu, A., Koruca, H.İ. 2006. Orman Ürünleri Endüstrisinde Benzetim Destekli Çalışmalar ve Bir Örnek Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 141-155.
- Sutcu, A., Tanrıtanır, E., Durmusoglu, B., Koruca, H.I., 2011. An Integrated Methodology for Layout Design and Work Organisation In a Furniture Manufacturing Plant. South African Journal of Industrial Engineering, 183-197 s.
- Şahin, E., 2003. Bir İşyerinde Metot ve Zaman Etüdü ile Verimliliğin Belirlenmesi. Teknoloji, 6(3-4), 59-66.
- Takcı, E., 2013. Bir İmalat İşletmesinde Benzetim Yardımıyla Süreç İyileştirme Uygulaması: Kayseri Gürkar Tekstil Örneği. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 99s, Nevşehir.
- Tanrıtanır E., 1994. Hücresel İmalat Sistemi ve Bir Mobilya Fabrikasında Bilgisayar Destekli Uygulaması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 44, 80-92.
- Tanrıtanır E., Sütçü, A., Alkan, H., Koruca, H.İ., 2004. Mobilya İmalatında Faaliyet Maliyetleri Yardımıyla Benzetim Destekli Personel Organizasyonu. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19, 151-160.

- Tiftik, M.Y., Erkanlı, T., 1997. İşletmelerde Verimliliği Artırmak İçin Çalışma Metodunun Geliştirilmesi. Rota Yönetim Geliştirme Hizmetleri ve Tic. A.Ş., İstanbul.
- Top, A., 2002. Verimlilik ve Üretkenlik Üzerine Düşünceler. Öneri, 5(17), 31- 34.
- TÜRK DİL KURUMU (TDK), 2018. Erişim tarihi:16.04.2017. http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.58f35970333b35.24269560.
- Ulucan, A., 2007. Yöneylem Araştırması, İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme. Siyasal Kitabevi, 522s, Ankara.
- Yazıcı, H., Karayılmazlar, S., 2001. Türkiye Ahşap Mobilya Sektörü ve Ekonomik Gelişimi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Dergisi 3 (3), 15.
- Yenersoy, G., 2011. Üretim Planlama ve Kontrol, Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Yıldız, A., 2010. Benzetim Modellenmesi İle Üretim Sistemlerinde Süreç Optimizasyonu ve Bir Uygulama Çalışması. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 120s, İzmir.
- Yiğit, M.A., 2012. Bir Ofis Mobilyası Üretim Sisteminin Benzetim İle Analizi ve Optimizasyonu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 202s, Tokat.
- Yükçü, S., Atağan, G., 2009. Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 23(4).
- Zoralioğlu, M.K., 2011. Bir İmalat Fabrikasında Benzetim İle Performans İyileştirmesi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 116s, Ankara.

EKLER

Ek A. Zaman Ölçüm Formu

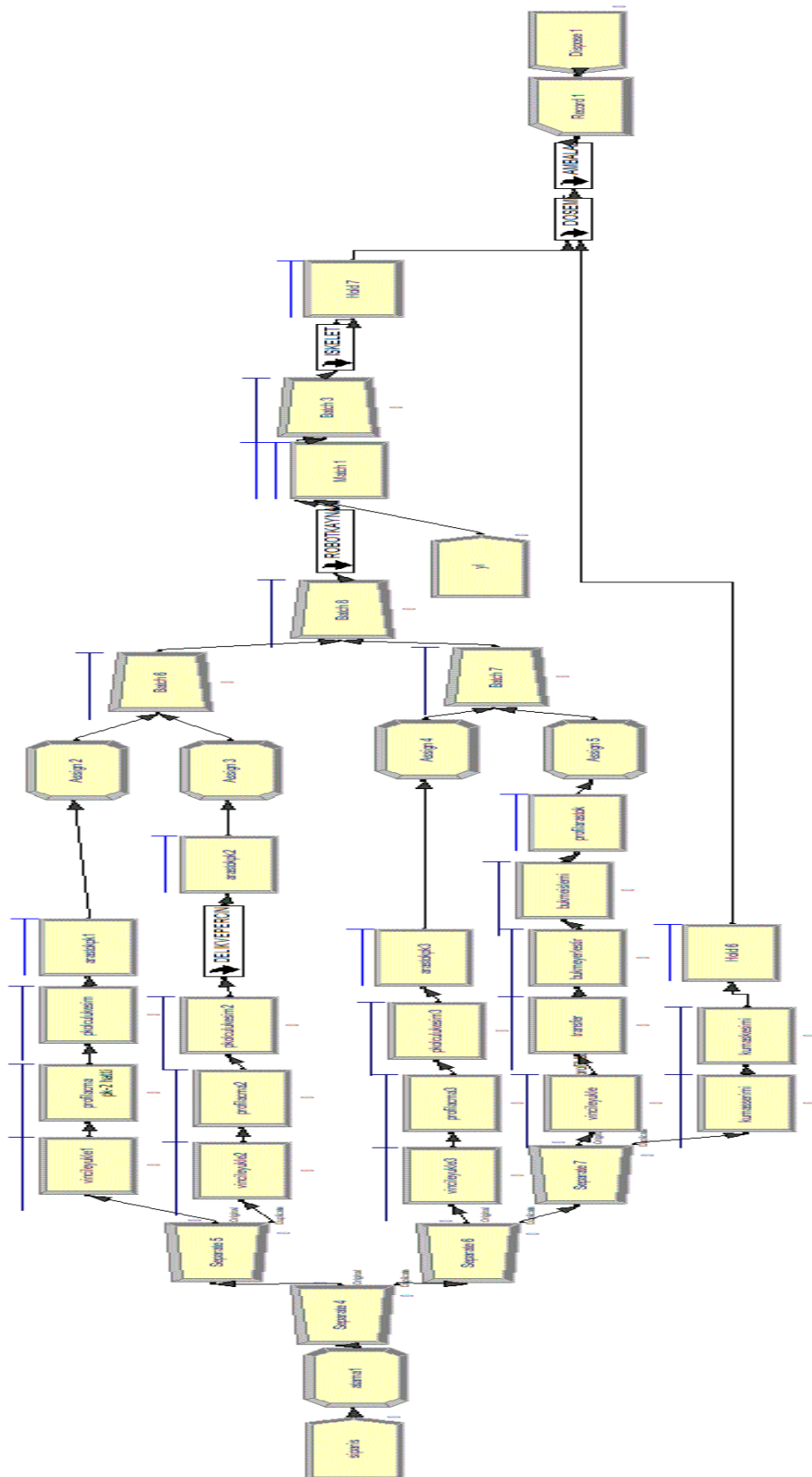
Z2	REFA - Zaman Ölçüm Formu				Form No: 001	
				Sayfa No: 1/3		
Görev: PROFİL OTOMATİK KESİM İŞLEMİ						
Sipariş No:	Sipariş Miktarı m: METAL	Bölüm: METAL	Masraf Y...:			
Zaman Ölç. Tarihi	Başlangıç	Bitiş	Zaman Ölç. Süresi			
	Saat: Miktar:	Saat: Miktar:				
		Birim Zamanın Belirlenmesi	zaman sa/dk/sn	Kaynak		
		t_{Σ} Temal Zaman	2,32			
		$Z_{\Sigma} = \%$ t_{Σ} Dinlenme Z.	0,002789			
		$Z_r = \%$ t_r Dağılım Z.	0,232444			
		Diğer Paylar				
		t_{Σ} Birim Zaman	2,56			
		$t_{\Sigma} / t_{\Sigma 100} / t_{\Sigma 1000}$ için dak./sa.				
		tr hazırlık zamanı dak./sa.	60	sn		
Çalışma Tekniği ve Yöntemi						
VİNÇ YARDIMIYLA 1 BAG PROFİL STOKTAN ALINARAK MAKİNE TEZGAHINA BIRAKILIR.						
KESİLECEK PROFİL EBATLARI SİSTEME GİRİLİR VE KONTROLLER YAPILIR						
BAG AÇILIR VE 5 ADET 3 SIRA SIRALANIR, HİDROLİK KOLUNA BIRAKILIR.						
SİSTEM OTOMATİK PROFİLİ KESİM İŞLEMİ BİTTİKÇE İSTENİLEN ÖLÇÜDE İLERLETİR.						
KESİLEN PARÇALAR ARA STOK ARABASINA İSTİFLENİR.						
İş Parçası (Girdi)	Adlandırma	Malzeme	Giriş Durumu	Resim No	Malzeme No:	Ölç. Biç. Ağır.
	ARA KAYIT	PROFİL	YARI MAMUL	1	1	
İnsan	İsim	Sicil/ Sıra No	Cinsiyet	Yaş	Çalışma Süresi Benzer Görev Bu görev	
	ALİ		☒ K ☐ E	32		
			☐ K ☐ E			
			☐ K ☐ E			
Üretim Aracı	Adlandırma, Tip	Adet	Üretim Aracı No	Yapım Yılı	Teknik Veriler, Durum	
	CNC, ÇOKLU KESİM	1	123654	2010		
Çalışma Koşulları: NORMAL Ücretlendirme:						
Açıklamalar:						
KESİM KAYNAKLI KİMYASAL SNI TEMASI, KESİM SESİ, AYAKTA ÇALIŞMA						
Çalışma Sonucunun Kalitesi:						
Yapan: Denetleyen: / / den / / kadar geçerlidir.						

Şekil A.1. REFA – Zaman ölçüm formu ön yüz

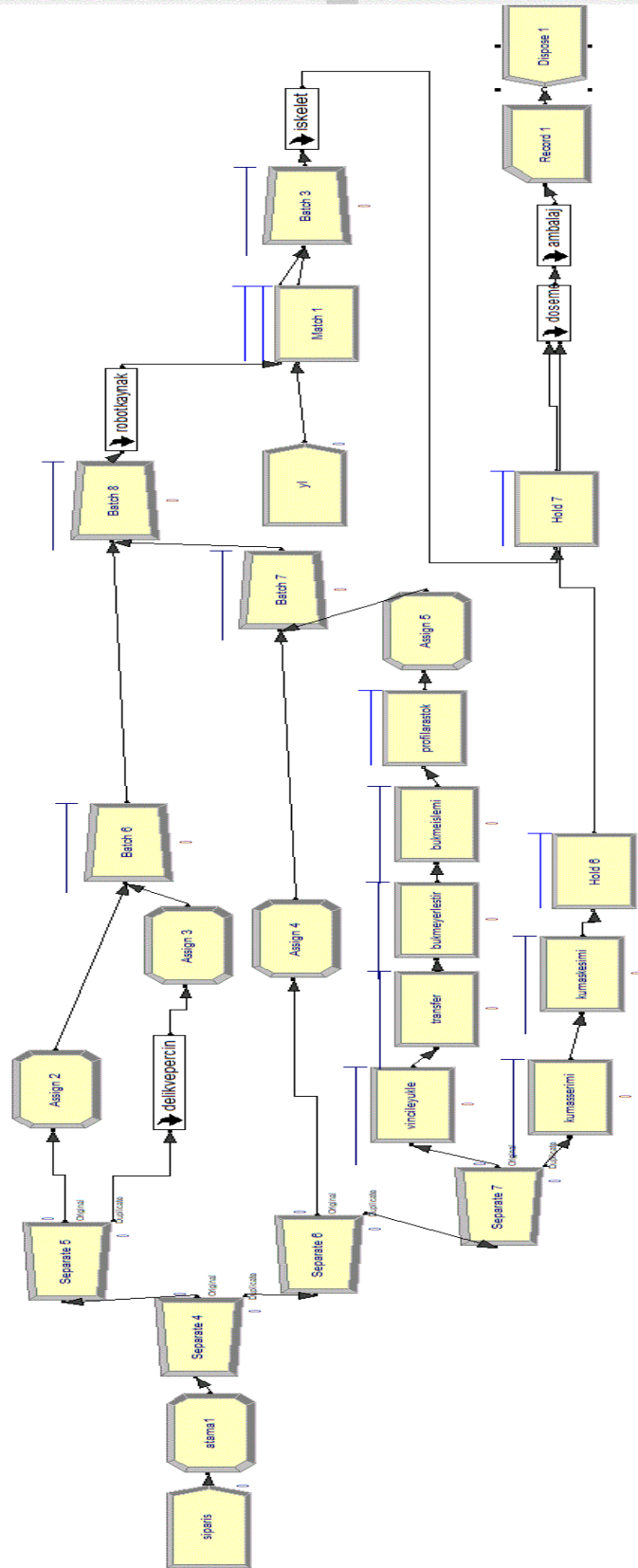
No	Akış Dili ve Ölçme Nottası	Oranlama miktarı	Faktör	Ölç. Değ. Sınıfı	Çev. mız	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$\sum L/n$	L/t	$t = \frac{\sum}{100} t_i$
1	1 BAG AÇTI MAKİNA TEZGAHINA BIRAKTI	15			L t F	35	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45	100	0,20
2	ÖLÇÜLÜ KESİM İŞLEMİ DUGMEYE BASTI	15			L t F	27	25	26	24	26	27	28	28	28	28	27	28	25	23	25	385	100	1,71
3	Ara staja taşıma Profili bırakma	15			L t F	5	4	5	5	5	6	7	6	6	6	6	8	7	6	8	93	100	0,41
4		1			L t F																		
5		1			L t F																		
6		1			L t F																		
7		1			L t F																		
8		1			L t F																		
9		1			L t F																		
10					L t F																		
n =						35	32	34	32	34	36	37	37	37	36	37	35	32	36	34	523	523	2,32
$t_i = \frac{\sum t_i}{n}$						Bz Çeviri Zamanları toplamı															Σt		
$R_z = \frac{\sum t_i}{\sum R_z} \cdot 100$						Her 5 çevrim için α															$\Sigma R_z =$		
$Z = (\frac{R_z}{t_i} / \frac{t_i}{R_z}) 100$						Z = Çeviri Zamanları toplamı															$n' =$		
Çeviri den. faktör						Ek Akış Dili ve Ölçme Nottası															Σt		
Ek Akış Dili ve Ölçme Nottası						(Z2 arka yüz)															Σt		
EK :																							

Şekil A.2. REFA – Zaman ölçüm formu arka yüz

Ek B. Benzetim Modeli



Şekil B.1. Mevcut durum benzetim modeli



Şekil B.2. Önerilen durum benzetim modeli

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Osman KARŞIYAKA
Doğum Yeri ve Yılı : Afyon, 1991
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : o.karsiyaka@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Gaziemir Lisesi, 2009
Lisans : SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, 2014

Mesleki Deneyim

Konfor Mobilya A.Ş. 2016-(halen)