



**TEKSTİL SEKTÖRÜNDE DEĞER AKIŞ
HARİTALAMA VE MTM-UAS METOTLARININ
UYGULAMALI KOMBİNASYONU**

Özlem DEMİRCİ



T.C
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKSTİL SEKTÖRÜNDE DEĞER AKIŞ HARİTALAMA VE MTM-UAS
METOTLARININ UYGULAMALI KOMBİNASYONU**

Özlem DEMİRCİ

Doç. Dr. Tülin GÜNDÜZ
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHEENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2017

TEZ ONAYI

Özlem DEMİRÇİ tarafından hazırlanan "TEKSTİL SEKTÖRÜNDE DEĞER AKIŞ HARİTALAMA VE MTM-UAS METOTLARININ UYGULAMALI KOMBİNASYONU" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/ oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Tülin GÜNDÜZ

İkinci Danışman :

Başkan: Doç. Dr. Tülin GÜNDÜZ

Uludağ Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi

Endüstri Mühendisliği Bölümü

Üye: Prof.Dr.Emin KAHYA

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Mühendislik Mimarlık Fakültesi

Endüstri Mühendisliği Bölümü

Üye: Yrd. Doç. Dr. Türker ÖZALP

Uludağ Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi


Endüstri Mühendisliği Bölümü

İmza 

İmza 

İmza 

Yukarıdaki sonucu onaylarım


Prof. Dr. Ali BAYRAM

Enstitü Müdürü

01.08.2018(Tarih)

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,

- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,

- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,

- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,

- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

09/06/2017

Özlem DEMİRCİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TEKSTİL SEKTÖRÜNDE DEĞER AKIŞ HARİTALAMA VE MTM-UAS METOTLARININ UYGULAMALI KOMBİNASYONU

Özlem DEMİRCİ

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Tülin GÜNDÜZ

Tekstil dünyasındaki yüksek müşteri beklentileri nedeniyle şirketler hayatta kalabilmek için büyük çabalar sarf etmektedirler. Müşteriler her zaman en iyi kaliteyi, en iyi fiyatı ve en hızlı servis süresini beklemektedirler. Bu tez çalışmasında, tekstil endüstrisinin üretim sürecinde MTM-UAS (Metot Zaman Ölçümü Evrensel Analiz Sistemi) ile DAH (Değer Akış Haritalama) metodu birlikte kullanılmıştır. Müşterilere en iyi hizmeti vermek için geliştirilen yalın üretim sistemi, hem israfların giderilmesini hem de teslimat ile ürün tasarım aşaması arasındaki süreyi minimuma indirmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma kapsamında, yalın üretim araçlarından biri olan değer akışı haritalama yöntemiyle süreç akışında katma değer yaratmayan faaliyetleri ortadan kaldırarak, teslim süresi kısaltılmıştır. Standart prosedürlerin sürdürülebilirliğini sağlamak için, bu çalışmada MTM-UAS metodolojisinin kullanılması tercih edilmiştir. İnsan beden hareketlerini standartlaştırmak için MTM-UAS yardımıyla optimal bir operasyon prosedürü yeniden oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda, tekstil endüstrisinde değer akış haritalama ve MTM-UAS metodu kullanılarak üretim teslim süresi kısaltılmış, katma değer yaratan faaliyetler süresinde iyileşme gözlenmiş, mevcut beden hareketleri standardize edilmiştir ve gereksiz ve ekstra hareketler elimine edilmiştir. Sonuç olarak, üretim teslim süresinin %56 oranında azalmış ve aynı zamanda, katma değer yaratmayan faaliyetlerin süresinde %57 oranında iyileşme gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Değer akışı haritalama, metot zaman ölçümü universal-analiz sistemi, teslim süresini azaltma, yalın üretim sistemi, tekstil iplik endüstrisi

2017, vii + 63 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

METHODICAL COMBINATION OF VALUE STREAM MAPPING (VSM) AND
METHODS TIME MEASUREMENT UNIVERSAL ANALYSIS SYSTEM (MTM-
UAS) IN TEXTILE INDUSTRY

Özlem DEMİRCİ

Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Industrial Engineering

Supervisor: Doç. Dr. Tülin GÜNDÜZ

Due to high customer expectations in textile world, companies make great efforts in order to survive. Customers always expect best quality, best price and fastest service time. In this thesis, the method of VSM (Value Stream Mapping) was used together with MTM-UAS (Methods Time Measurement Universal Analysis System) in the production process of the textile industry. The lean manufacturing system, which is developed to provide optimal service to customers, aims both to eliminate wastes in the process and to reduce the time to minimum including time between delivering and the product design stage. Within the scope of this study, the duration of lead time is reduced by eliminating non value added activities in the flow of process with value stream mapping method which is one of the lean manufacturing tools. In order to accomplish requested sustainability of well-disposed standard procedures, it is preferred to use MTM-UAS methodology in this study. An optimal operational procedure is recreated with the aid of MTM-UAS to standardize human body movements. In consequence of the study, production lead time was reduced, recovery at duration of value-added activities were observed, actual body movements were standardized and unnecessary and extra movements were eliminated by using value stream mapping tool and MTM-UAS in textile industry. As a result, it is observed that production lead time was reduced at the rate of 56% and also, duration of non-value-added activities was improved at the rate of 57%.

Key Words: Value stream mapping, methods time measurement universal analysis system, lead time reduction, lean manufacturing system, textile yarn industry

2017, vii + 63 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince ve tezin hazırlanması sırasında, çalışmalarımı yönlendiren, fikirleriyle ufkumu açan, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri, tecrübe ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, yapıcı, yönlendirici ve anlayışlı yaklaşımı ile her zaman bana büyük destek olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Tülin GÜNDÜZ' e ve tez çalışmasını yürüttüğüm Durak Tekstil San.ve Tic. A.Ş.'nin tüm değerli çalışanlarına sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım. Hayatımın her anında maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman benden esirgemediği gibi tez çalışmamda bana güvenerek destek veren canım annem, babam ve kardeşim başta olmak üzere tüm aileme, üniversite hayatım boyunca yanımda olan, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli arkadaşım Zeynep Üstünel'e ve yardımı olup da burada sayamadığım herkese en içten teşekkürlerimi sunarım.

Özlem DEMİRCİ
09/06/2017

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1.GİRİŞ.....	1
2.KURAMSAL TEMELLER.....	3
2.1. Yalın Üretimin Tanıtımı.....	3
2.2. MUDA (İsraf) Kavramı.....	4
2.3. Yalın Üretim İlkeleri.....	5
2.3.1. Değer.....	6
2.3.2. Değer akışı.....	6
2.3.3. Sürekli akış.....	6
2.3.4. Çekme.....	7
2.3.5. Mükemmellik.....	7
2.4. Değer Akış Haritalama.....	8
2.4.1. Değer akış haritalandırmanın kapsamı.....	9
2.4.2. Değer akış haritalandırmanın adımları.....	10
2.5. Metot Zaman Ölçümü.....	18
2.6. Metot Zaman Ölçümü Evrensel Analiz Sistemi.....	19
2.6.1. MTM-UAS'ın tanıtımı.....	19
2.6.2. MTM-UAS'ın temel hareketleri.....	22
2.6.3. MTM-UAS'ın diğer MTM-sistemleriyle kombinasyonu.....	29
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	32
3.1. Firma ile İlgili Bilgiler.....	32
3.2. Değer Akış Haritalama ve MTM-UAS Metotlarının Uygulamalı Kombinasyonu..	33
3.3. Problem ve Değer Akış Haritalama Metodu ile Çözümü.....	42
3.4. Problem ve MTM-UAS Metodu ile Çözümü.....	44
4.BULGULAR VE TARTIŞMA.....	49
5.SONUÇ.....	53
KAYNAKLAR.....	54
EKLER.....	56
EK 1 Değer Akış Haritalamada Kullanılan Semboller ve Anlamları.....	57
EK 2 Seçilen Ürün Ailesi için Mevcut Durum Haritası.....	61
EK 3 Seçilen Ürün Ailesi için Gelecek Durum Haritası.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	63

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklama
A	İş Adımı
C/O	Model Değişirme Süresi
C/T	Çevrim Süresi
DAH	Değer Akış Haritalama
EDI	Elektronik Bilgi Akışı (Elektronic Data Interchange)
EPE	Üretim Parti Büyüklüğü
FIFO	İlk Giren İlk Çıkar (First In First Out)
JIT	Tam Zamanında Üretim (Just in Time)
L/T	Akış Süresi
m/c	Makine
MTM	Metot Zaman Ölçümü
MTM-MEK	Metot Zaman Ölçümü Tek ve Küçük Seri Üretim
MTM-UAS	Metot Zaman Ölçümü Universal Analiz Sistemi (Methods Time Measurement Universal Analysis System)
PT	Proses Süresi (Proses Time)
TMU	Time Measurement Unit
TPM	Toplam Üretken Bakım (Total Productive Maintenance)
TQM	Toplam Kalite Yönetimi (Total Quality Management)
S	Sıklık
SMED	Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (Single Minute Exchange of Dies)
V/A	Katma Değer Süresi
WIP	Süreç İçi Stok (Work In Process)

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Dört adımlı yöntem ve ideal duruma yaklaşma	9
Şekil 2.2. Değer akış haritalama adımları	10
Şekil 2.3. Ürün ailesi belirleme matrisi.....	11
Şekil 2.4. Değer akış haritalamanın bölümlere ve çevrimlere ayrılması	17
Şekil 2.5. Üç farklı alma türü	22
Şekil 2.6. Yerleştirmede üç tolerans sınıfı	23
Şekil 2.7. MTM-bilgi gelişiminin üç yönde gerçekleşmesi	30
Şekil 2.8. MTM sistemlerinin birbirine bağlantısı	31
Şekil 3.1. Değer akış haritalama ve metot zaman ölçümü uygulama presibi	33
Şekil 4.1. İstasyon 01 ve İstasyon 02 için önce-sonra iyileştirme ölçüm değerleri	49
Şekil 4.2. Seçilen ürün ailesi için önce-sonra yerleşim düzeni	50
Şekil 4.3. İstasyon 03 ve İstasyon 04 için önce-sonra iyileştirme ölçüm değerleri	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. MTM-UAS kart bilgileri.....	21
Çizelge 3.1. Mevcut durum değer akış haritalama proses verileri.....	36
Çizelge 3.2. Mevcut istasyonların iş elemanları	37
Çizelge 3.3. İstasyon 01 için MTM-UAS ölçüm değerleri	38
Çizelge 3.4. İstasyon 02 için MTM-UAS ölçüm değerleri	39
Çizelge 3.5. İstasyon 03 için MTM-UAS ölçüm değerleri	40
Çizelge 3.6. İstasyon 04 için MTM-UAS ölçüm değerleri	41
Çizelge 3.7. İstasyon hareket süreleri	42
Çizelge 3.8. Yeni istasyonların iş elemanları.....	46
Çizelge 3.9. İstasyon 01-İstasyon 02 için MTM-UAS ölçüm değerleri	47
Çizelge 3.10. İstasyon 03-İstasyon 04 için MTM-UAS ölçüm değerleri	48
Çizelge 4.1. İstasyon 01 ve İstasyon 02 için önce-sonra iyileştirme ölçüm değerleri	49
Çizelge 4.2. İstasyon 03 ve İstasyon 04 için önce-sonra iyileştirme ölçüm değerleri	50

1.GİRİŞ

Günümüz tekstil sektöründe her şeyin hızla değiştiği ve müşteri beklentilerinin yüksek olduğu görülmektedir. Şirketler ise varlıklarını sürdürebilmek ve pazarda başarılı olmak istiyorsa bu beklentileri karşılamalıdır. Ancak tekstil şirketlerinde, ürün çeşitliliğinin fazla olması, daha iyi kalitede ve uygun fiyatta ürün beklentisi ve müşterilerin taleplerine hızlı geri dönüş beklentileri tekstil şirketlerinde rekabet koşullarını güçleştirmektedir. Bununla birlikte, iplik tekstil sektöründe, ürünün gerçekleştirme aşamasında bir çok proses adımının bulunması, üretimin parti halinde gerçekleşmesi ve insan gücüne bağlı olarak çalışılması üretimde verimlilik koşullarını düşürmekte ve insan odaklı iş sağlığını ve güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, mevcut kaynakların en iyi şekilde kullanılmasına olanak tanıyan teknikleri geliştirmek ve uygulamak gerekmektedir.

Rekabet koşullarını iyileştirebilmek için tekstil şirketleri farklı stratejiler benimsemişlerdir. Bu noktada "sürekli proses iyileştirme" ve "yalın üretim" sistemleri devreye girmiştir. Yalın üretim sistemleri, hızla değişen piyasa taleplerini karşılayabilmek için küçük parti üretme esnekliğine sahip olmalıdır (Spann ve ark. 1999). Bu sistemin, tekstil şirketleri açısından, maliyeti, teslim zamanını, envanteri azaltma ve üretim hattının daha iyi kullanılması gibi çeşitli faydaları vardır. Yalın üretim stratejileri kullanan diğer endüstriler, bu firmalara maliyet tasarrufu sağlama ve teslimat sürelerini kısaltma imkânı veren israf ve katma değeri olmayan adımları ortadan kaldırarak işletme performansında iyileşme sağladılar (Aberdeen Group 2006). Bu tez çalışmasında ise, "Değer Akışı Haritalaması" olarak adlandırılan en önemli yalın tekniklerden biri kullanılmıştır. Bu metoda ilaveten, "Metot Zaman Ölçümü Universal Analiz Sistemi" metodolojisi kullanılarak, gereksiz hareketlerin giderilmesi, gerekli hareketler üzerinde durulması ve maksimum etkinlik için en uygun hareket adımlarının oluşturulması öngörülmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı, dikiş ipliği üreten tekstil firmasında DAH'ın ve MTM-UAS'ın birlikte kullanılarak teslim süresinin azaltılması ve değer yaratmayan aktivitelerin elimine edilmesi sağlanarak üretimde ve insan odaklı çalışma koşullarında verimliliğin artırılmasını sağlamaktır. Bu kapsamda uygulanacak bu tez çalışmasında iplik üreten bir tekstil firmasında, üretimde verimliliği artırmak ve iş sağlığı ve

güvenliği koşullarını iyileştirmek için Değer Akış Haritalama ve MTM-UAS metotları birlikte kullanılması planlanmıştır. Belirlenen ürün grubu için değer akış haritalama metodu kullanılarak değer yaratmayan aktivitelerin sistemde belirlenip elimine etmek için farklı yalın araçların kullanılması öngörülmüştür. Böylece süreç içinde verimlilik artışı beklenmektedir. Aynı ürün grubu için operatörlerin vücut hareketleri MTM-UAS ile analiz edilmesi planlanmıştır. Bu analiz sonucunda ekstra ve gereksiz hareketlerin azaltılması veya yok edilmesi öngörülmüştür. Aynı zamanda, operatörlerin vücut hareketleri standart hale getirilmesi hedeflenmiştir. Böylece çalışan performansında artış beklenmektedir. Ayrıca yapılacak çalışmalar ile uzun vadede kas iskelet sistemi hastalıklarına maruz kalma riskinin azalacağı düşünülmektedir.

Tez çalışmasında temel hedef belirlenen dikiş ipliği grubu için birlikte kullanılan değer akış haritalama metodu ve MTM-UAS metodu ile teslim süresini azaltarak, sistemdeki değer yaratan aktivitelerin sayısını artırarak verimliliği artırmak ve operatörlerin vücut hareketlerini standart hale getirmektir.

Yapılan tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, giriş bölümüdür ve bu bölümde değer akış haritalama ve MTM-UAS metotları ve tez kapsamı hakkında bilgi verilmektedir. İkinci bölüm kaynak araştırması bölümüdür. Değer akış haritalama ve MTM-UAS metotları üzerine yapılan kaynak araştırması bu bölümde verilmektedir. Üçüncü bölümde iplik imalatı yapan tekstil sektöründe değer akış haritalama ve MTM-UAS'ın birlikte nasıl uygulandığının örneği sunulmaktadır. Seçilen ürün ailesi için değer akış haritalama ve MTM-UAS metotları ile teslim süresinin nasıl azaldığının, değer yaratmayan aktivitelerin elimine edilmesi için hangi yalın tekniklerinin kullanarak verimliliğinin nasıl arttırıldığı anlatılmaktadır. Ayrıca kullanılan MTM-UAS metodu ile operatörün vücut hareketleri analiz edilerek standart hale nasıl getirildiğini göstermektedir. Dördüncü bölümde ise, değer akış haritalama ve MTM-UAS metotlarının uygulama sonuçlarında ve daha önce yapılan benzer çalışmalardan bahsedilmiştir. Beşinci bölümde ise, yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen kazançlardan ve tezin gelişmeye açık yönlerinden bahsedilmektedir.

2.KURAMSAL TEMELLER

Bu bölümünde yalın üretimin tanımı verilmekte, israf kavramı, değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin tanımından ve MTM (Metot Zaman Ölçümü) yalın üretimin ilkeleri ve bazı yalın üretim tekniklerinden bahsedilmektedir.

2.1. Yalın Üretimin Tanıtımı

Yalın üretim; müşteri istekleriyle kesin olarak uyumlu bir şekilde ve daha az fire ile üretimi gerçekleştirmek için daha az insan emeği, daha az yer, daha az maliyet ve daha az zamana ihtiyaç duyan, ürün geliştirmeyi, üretim operasyonlarını, tedarikçileri ve müşteri ilişkilerini organize etmek ve yönetmek için bir iş sistemidir (Marchwinski ve ark. 2008).

Yalın üretimin ana stratejisi akış süresini azaltarak daha iyi kalitede, daha düşük maliyette ve daha hızlı teslimatta üretim sağlamaktır. Yalın üretim, müşteri ihtiyaçları doğrultusunda, hem malzemeyi hem de bilgiyi dikkate alarak katma değer yaratan faaliyet ile zaman ve kaynak kullanan ancak ürüne müşteri talepleri doğrultusunda değer yaratmayan faaliyeti ayırt etmeye yarar (Tikici ve ark. 2006). Sıfır hatalı, tam zamanında, küçük partiler halinde, yüksek çeşitlilikte üretim yapılması öngörülür (Meriç 2011).

1927 ve öncesi döneminde Henry Ford, “Ford Üretim Sistemi”ni geliştirerek kendi üretim felsefesinin temellerini atmıştır. 1937 yılında Japonya’da Toyota Motor Firması kurulmuştur. Ford Üretim Sistemi üzerinde çalışan Toyota kuzenler Kiichiro ve Eidji, Taiichi Ohno, “Toyota Üretim sistemi” anlayışını oluşturmuş ve ilkelerini geliştirmişlerdir. Toyota üretim sisteminde ise kilit nokta tam zamanında üretimi gerçekleştirebilmektir. Toyota Üretim Sistemi, 1978 yılında Taichi Ohno tarafından Japonca dilinde yayınlamıştır. Ohno'ya göre, Toyota Üretim Sistemi'nin ana amacı maliyetleri düşürmektir. Bunu da ancak miktarı kontrol etme, kalite güvence ve insana saygı ile başarabileceğini anlatmaya çalışmıştır. Taichi Ohno, sadece istenilen zamanda, istenilen miktarda ve istenilen malzemede üretilmesini öneriyordu. 1973 yılında Kuzey Amerika’da ortaya çıkan petrol krizi, Japon sanayisinde yapılan uygulamalarda büyük

yankı uyandırmıştır. Birçok akademik yayında bu uygulamalar takip edilmiştir. Sugiro ve arkadaşları tarafından ilk makale 1977 yılında yayınlanmıştır. Kanban, JIT (Tam Zamanında Üretim), üretimin düzgünlüğü, yükleme seviyesi gibi birçok konuda makaleler yayınlanmıştır. Toyota Motor ve General Motors şirketleri ortak bir girişimde bulunarak 1984 yılında California’da kurulmuştur. 1980’lerin ortasında, Monden’in Toyota Üretim Sistemi’ni konu alan önemli kitaplar ve Ohno’nun Toyota Üretim Sistemi’ni içeren “Toyota Production System: Beyond Large Scale Production” (Toyota Üretim Sistemi: Büyük Ölçekli Üretimin Ötesinde) adlı kitabı İngilizce olarak yayımlanmıştır. “Lean” (yalın) terimi, 1988 yılında Krafcick tarafından, Toyota tarafından kullanılan üretim sistemini tanımlamak için kullanılmıştır. 1990 yılında Womack, Jones ve Roos tarafından “Dünyayı Değiştiren Makine” adlı kitap yayınlanmıştır. Kitapta Toyota Üretim Sistemi’ni niteleyen “lean production” (yalın üretim) anlatılmaktadır. 1990’ların ortasında JIT, TQM (Toplam Kalite Yönetimi), birbirleri arasındaki ilişkiler ve onların uygulamaları üzerine diğer organizasyon değişkenliklerinin etkisi ile ilgili akademik makaleler yayınlanmıştır. 2000 yıllarında uygulamacılar, danışmanlar tarafından çok sayıda kitaplar ve makaleler yazılmıştır. 2006 yılında Toyota Motor firmasının, Kuzey Amerika’da bir numaralı otomobil üreticisi olduğu öngörülmüştür (Shah ve Ward 2007). 2007 yılında, Yalın Küresel Ağ (Lean Global Network) resmen kurulmuştur. ABD’deki merkezle birlikte İngiltere, Brezilya, Türkiye, Almanya, Hollanda, Polonya, Fransa, Avustralya, Çin, İspanya, Meksika, Danimarka, Hindistan, İtalya ve Güney Afrika Cumhuriyeti’nin katılımı ile 16 ülkedeki Yalın Enstitülerden oluşmaktadır (Anonim 2009).

2.2. MUDA (İsraf) Kavramı

1920’lerin başında Henry Ford israf problemleriyle ilgileniyordu. “Today and Tomorrow” adlı kitabında bu konuyu detaylı olarak tartışmıştı. Bu kitapta tanımı şu şekilde yapılmıştır; israf, bir hammadde veya ürünün ihtiyaçtan fazla olan kısmıdır. Bir başka tanıma göre israf, kaynakları kullanan ancak ürüne (yapılan işe) doğrudan değer katmayan veya ürünün dönüşümüne katkıda bulunmayan her şeydir (Womack ve ark. 1990).

1998 yılında Taichi Ohno tarafından ilk kez Toyota’da tanımlanmış ve 1996 yılında da P. J. Womack ve D.T. Jones tarafından “Yalın Düşünce” kitabında yedi temel israf detaylı olarak anlatılmıştır. Bunlar aşağıda verilmektedir (Hicks 2007):

- 1. Fazla üretim:** Müşteri talebinden fazla üretimin yapılması, ihtiyaç fazlası ürün anlamına gelir. Yani, müşterinin istediği zamanda, istediği toplam ürün sayısından daha fazlasını üretmek demektir.
- 2. Fazla Stok:** İhtiyaç duyulandan fazla üretilen her malın stoklanmasıdır. Bu durum, ayrıca bir yer ve insan tahsis edilmesi, taşımalar yapılması, sipariş zamanı geçtikten sonra üretilen malın beklerken değer kaybına uğraması gibi birçok israfa sebep olur. İşletme için stok maliyeti oluşturur.
- 3. Bekleme:** Üretim hattı içinde, bekletilen malzeme, ham madde, yarı mamul, insan, araç vb. işletme için birer israftır.
- 4. Gereksiz İşlemler:** Tamir, tekrar işleme, fazla üretimden veya hatalı üretimden dolayı meydana gelen durumlardır.
- 5. Hatalı Üretim:** Hatalı ya da yanlış üretilmiş olan ürünler israftır. Bu durum, tamir masrafına ve zaman kaybına sebep olur.
- 6. Gereksiz Taşıma:** Üretim hattı içinde proses içi envanterin bir operasyondan diğerine taşınması gibi gereksiz malzeme hareketleridir.
- 7. Gereksiz Hareket:** Düzgün olmayan yerleşim planına dayalı olarak çalışanlar tarafından yapılan gereksiz hareketlerdir. Üretim hattı içinde gecikmelere veya malzemenin deforme olması gibi durumlar meydana gelir.

Yukarıda bahsedilen yedi israfa ilaveten çalışanların yeteneklerin faydalanılmaması sekizinci israf adımı olarak tanımlanmıştır.

2.3. Yalın Üretim İlkeleri

Yalın düşüncenin temel amacı müşteriye mükemmel değeri sunmaktır. Mükemmel değer ancak mükemmel prosesler sonucunda oluşur. Yapılan iş hangi alanda olursa olsun mükemmel değer ve mükemmel proseslere ulaşmak için Womack ve Jones (2010) tarafından beş temel prensip tanımlanmıştır (Anonim 2009).

Bunlar sırasıyla;

1. Değer
2. Değer akışı
3. Sürekli Akış
4. Çekme
5. Mükemmellik

2.3.1. Değer

Yalın düşüncenin başlangıç noktası “değer” dir. Değer üretici tarafından yaratılır, müşterinin durduğu yerden bakıldığında üreticilerin var oluş nedenidir. Değer ancak son müşteri tarafından tanımlanabilir ve ancak belli bir zamanda belli bir fiyatta müşteri ihtiyaçlarını karşılayan belli bir ürün cinsinden ifade edildiğinde bir anlam taşır (Önder ve ark. 2015).

2.3.2. Değer akışı

Değer akışı, yalın üretim ilkelerinin ikinci adımıdır. Ham maddenin nihai ürüne dönüşme sürecindeki katma değer yaratan ve katma değer yaratmayan tüm işlem adımlarıdır. Katma değer yaratmayan tüm adımlar burada israf olarak tanımlanır. (Yıldız 2014).

Üretimde üç tip aktive mevcuttur. Malzemeleri müşterinin istediği ürüne dönüştüren faaliyetler katma değerli aktivitelerin ilkidir. İkincisi, müşteri için değer katmayan ancak mevcut üretim değişmediği sürece ürünü üretmek için gerekli olan katma değerli olmayan aktivitelerdir. Üçüncüsü, malzemenin müşterinin istediği ürüne dönüştürülmesi için gerekli olmayan faaliyetler katma değerli olmayan aktivitelerdir (Arıkan 2013).

2.3.3. Sürekli akış

Yalın bir üretim akışına ulaşmak, israfların ortadan kaldırılmasını ve tek parça akış kullanarak kalitede sifıra yakın kusurun bulunmasını gerektirir (Ricondo ve ark. 2016).

Henry Ford ve ortakları, akış potansiyelini ilk algılayan kişiler olmuşlardır. Ford, 1913 yılında T model arabanın üretimi için gerekli olan iş gücü kullanımını, son montaj hattında sürekli akışı sağlayarak %90 oranında azaltmayı başarmıştır. Ardından bu montaj hattının parçalarını üretmek için gerekli bütün makineleri üretim sırasına göre bir hat üzerinde arka arkaya yerleştirerek hammaddeden tamamlanmış otomobilin sevkine kadar olan bütün süreç boyunca akışı sağlamayarak başarı elde etmiştir (Womack ve Jones 2010).

İkinci Dünya Savaşı sonrasında Taiichi Ohno ve aralarında Shiego Shingo'nun bulunduğu teknik danışmanları, çoğu kez montaj hattı bulunmadan bir üründen diğerine geçiş için hızlı takım değiştirmeyi öğrenerek ve makineleri “doğru büyüklüğe” getirerek küçük miktarda sürekli akışı başarmışlardır. Bu şekilde üretimi gerçekleştiren malzemenin sürekli akış içindeyken farklı türden proses adımları bitişik olarak art arda yapılmıştır (Womack ve Jones 2010).

2.3.4. Çekme

Yalın düşüncenin çekme ilkesi değer müşteri tarafından kaynağından çekilmesini öngörür. Çekme, ürün veya hizmeti müşteri istemeden bir sonraki prosese itmek yerine gerektiğinde kaynağından kullanmak demektir (Silva 2012). Çekme ilkesi, nihai müşterinin belli bir ürün için yaptığı taleple başlar, ürün müşteriye ulaşana kadar geçen tüm aşamaları geriye doğru izleyip her aşamanın bir öncekinden talep etmesiyle üretimi başlatmak şeklinde uygulanır. Çekme, üretim akışının hızını müşteri talebinin hızıyla uyumlu hale getirir. Her proses kendi müşterisi olan prosesin fiili üretimi veya hareketiyle tetiklenir. Böylece sadece istenilen ürünler, istenilen miktarda ve istenilen zamanda üretilmiş olur. Gereksiz stoklar oluşmadığı gibi istenilen parçalar da her zaman bulunur. Şartlara göre kullanılan akış sistemleri, baştan sona üretim sürecinin akışını az ya da çok düzgünleştirir (Womack ve Jones 2010).

2.3.5. Mükemmellik

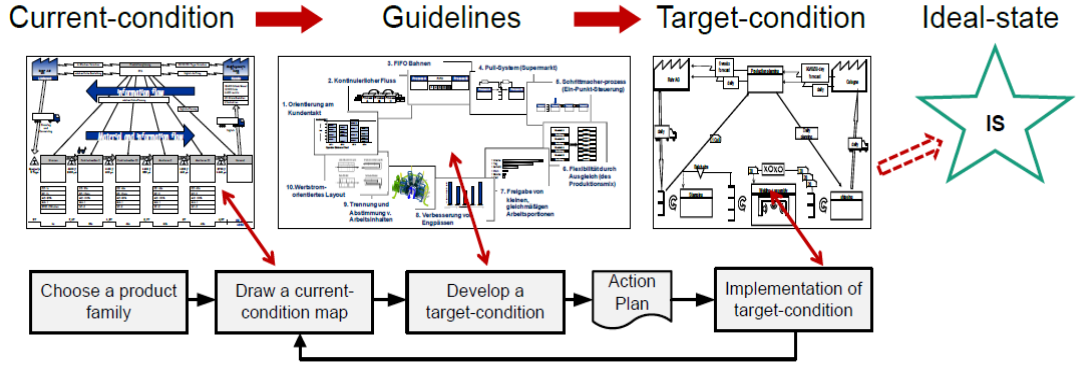
Organizasyonlar tarafından değer doğru biçimde tanımlanarak, değer akışı belirlenerek, belirli ürünler için değer yaratan adımların kesintisiz akışı sağlanarak ve müşterilerin

işletmeden değer çekmesini sağlayarak bile çaba, zaman, yer, maliyet ve hata azaltma sürecinin sonu olmadığı gözlemlenmiştir. Bu durum yalın üretimin beşinci ilkesi olan mükemmellik anlayışını ortaya çıkarmıştır. Değerin daha hızlı akmasının sağlanması, daima değer akışında gizli olan israfı ortaya çıkarır ve daha hızlı çektikçe, akışın önündeki engeller daha fazla ortaya çıkarılarak yok edilir. Müşteri ile doğrudan temasta bulunan odaklı ürün ekipleri daima değeri daha doğru tanımlamak için çeşitli yollar bulurlar ve akış ile çekmeyi geliştirme yolları öğrenirler (Womack ve Jones 2010). Mükemmelliğin en önemli hızlandırıcı şeffaflıktır. Yalın bir sistemde herkes sistemin bütününe görebildiklerinden ve anında geri bildirim imkanı nedeniyle değer yaratmanın daha iyi yolları kolaylıkla bulunabilir (Womack ve Jones 2010).

2.4. Değer Akış Haritalama

Değer akışı, üretim israflarını elimine ederek ürünün tasarım aşamasından müşteri teslimatına kadar geçen süredeki katma değer yaratan ve katma değer yaratmayan aktivitelerin bir kombinasyonudur (Ketskamon ve Teervavaraprug 2009). Değer akışı bakış açısı, yalnızca tek tek prosesler üzerinde değil büyük resim üzerinde çalışmak ve sadece parçaları değil bütünü iyileştirmek demektir (Rother ve Shook 1999).

Değer Akış Haritalama, Toyota üretim sistemi tarafından geliştirilmiştir ve yalın yönetimin temel bileşenidir. Mike Rother ve John Shook tarafından geliştirilmiş bir metodolojidir (Kuhlang ve ark. 2008). Değer akış haritalama, bir ürünü sipariştten teslimata hazır hale getirmek için gerekli olan malzeme ve bilgi akışlarının içinde yer alan her adımın temsili bir diyagramıdır. Değer akış haritaları, iyileştirme fırsatları için bilinci yükseltmenin bir yolu olarak zaman içindeki farklı durumları yansıtmak için çizilebilir. Rother ve Shook (1999) yayınladıkları eserlerinde değer akışı haritalandırma yöntemini ayrıntılı olarak tanıtarak, yalın üretim literatürüne yeni bir araç kazandırmışlardır. Yalın üretim çalışmalarında, bir mevcut durum haritası, mevcut durumu belirleyecek şekilde sipariştten teslimata bir ürünün izlediği yolu takip eder. Bir gelecek durum haritası, gelecek bir zamanda daha yüksek seviyede bir performans elde etmek için mevcut durum haritasında belirlenmiş iyileştirme fırsatlarının yayılımını gösterir (Marchwinski ve ark. 2008) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Dört adımlı yöntem ve ideal duruma yaklaşma (Guan ve Liao 2014)

2.4.1. Değer akış haritalandırmanın kapsamı

Proses düzeyi, tek bir işletme, birden fazla işletme ve farklı işletmeler arasında yapılan dört farklı seviyede değer akış haritalama yöntemi mevcuttur (Jones ve Womack 2001). Proses düzeyi; hücre seviyesinde haritalamadır. Hücre, parçaların sürekli akış içinde işlendiği her işlem adımının ardı ardına dizildiği, insan, makine, malzeme ve metotların bir düzenlemesidir. Bu düzey, tetik proseste sürekli akış yaratılmasına yönelik haritalamayı kapsamaktadır. Tetik Proses ise; belirli bir ürün ailesine ait olan ve dış müşteriden gelen siparişleri karşılayan üretim adımı olarak ifade edilmektedir (Rother ve Harris 2001).

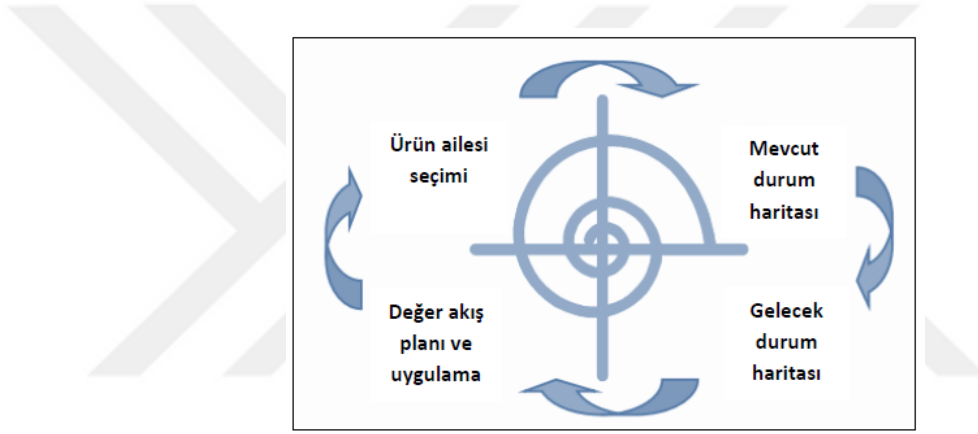
Tek bir işletme düzeyi; fabrika içerisindeki “kapıdan- kapıya” üretim akışını ele alır. Bu akış, yan sanayi parçalarının ve malzemelerinin temininden (fabrika giriş kapısı), müşterilerine teslimata (fabrika çıkış kapısı) kadar olan üretim akışını kapsamaktadır. Değer akışı haritalandırma, tek bir ürün ailesi için fabrika içinde kapıdan-kapıya, malzeme ve bilgi akışı ile ilgili proses adımları boyunca yürümek ve onları çizmek demektir (Rother ve Shook 1999).

Birden fazla işletmede ve farklı işletmeler düzeyi; genellikle genişletilmiş değer akış haritası olarak değerlendirilmektedir. Genişletilmiş değer akış haritası; bir ürünün hammadde halinden nihai ürün olarak müşterinin eline ulaşmasına kadar geçen sürede yapılan tüm aktiviteleri kapsar. Genişletilmiş değer akış haritası firmalar arasında, ortak

problemleri olan maliyet, kalite, müşteriye yanıt verme ve iletişim problemleri üzerinde zekice bilgi alışverişi yapabilecekleri açık ve tutarlı bir dil sunmaktadır. Gerçek kazanç, ortak değer akışı yönteminin öğrettiği pratik dersleri, her bir firmanın kendi müşterileri ve yan sanayicileriyle ilişkilerinde uygulamasıyla ortaya çıkacaktır (Jones ve Womack 2001).

2.4.2. Değer akış haritalandırmanın adımları

Ürün ailesinin seçilmesi, mevcut durumun çizilmesi, gelecek durumun tasarlanması ve faaliyet planının hazırlanması değer akış haritalamanın temel adımlarıdır (Birgün ve ark. 2006). Şekil 2.2’de değer akış haritalandırmanın adımları gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Değer akış haritalama adımları (Birgün ve ark. 2006)

Değer akış haritalama adımları Rother ve Shook (1999) göre ise aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

- Belirli bir ürün ailesi seçilir.
- Değer akış haritalama metodunu yönlendirebilecek bir kişi belirlenir.
- “Kapıdan-kapıya” seviyesinden başlanır.
- Malzeme ve bilgi akışları dikkate alınarak mevcut durum haritası çizilir.
- Yalın değer akışı oluşturulur.
- Gelecek durum haritası çizilir.
- Gelecek durum başlarılır.

- **Bir ürün ailesi / hat seçimi**

Ürün ailesi, değer akışının müşterisi açısından tanımlanır. Benzer proses adımlarından geçen ve özellikle üretimin son aşamalarındaki proseslerde ortak ekipman kullanan ürün gruplarıdır. Ürün ailesi seçiminde tek bir ürün ailesi üzerine odaklanılmalıdır. Partiler halinde birçok ürün ailesine hizmet eden ve üretimin ilk aşamalarında yer alan proseslere bakarak ürün aileleri tanımlanmamalıdır (Rother ve Shook 1999).

Belirlenen ürün ailesinin ne olduğunu, ürün ailesi içinde kaç tane farklı bitmiş parça numarası olduğunu, müşteri tarafından ne kadar ve ne sıklıkla istendiği açıkça yazılmalıdır (Rother ve Shook 1999).

Ürün karmaşasının çok karışık olduğu durumlarda Şekil 2.3'deki gibi montaj adımları ve ekipmanlarının bir ekseninde, ürünlerin bir ekseninde bulunduğu bir matris oluşturmak gerekebilir.

		Montaj Adımları ve Ekipmanlar							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Ürünler	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Bir Ürün Ailesi

Şekil 2.3. Ürün ailesi belirleme matrisi (Womack ve Jones 2010)

- **Değer akışı yönetimi**

Başarılı bir değer akış haritalama uygulaması için, değer akış sürecine ve değer akış haritalama metoduna hakim bir ekip gereklidir. Bu ekip, bir lider ve birbirleriyle sürekli iletişim halindeki ekip üyelerinden oluşmalıdır. Ekip tarafından, mevcut durumu analiz etmek için değer akış haritalama tekniği kullanılır. Ekip, mevcut durumun performansını artırmak için yalın üretim araçlarını kullanır (Efe 2011).

Değer akış haritalama ekibi belirlenen ürün ailesi için işletme ve üretim süreci ile ilgili çok sayıda veri toplamak durumundadır. Bu ekip, ürün ailesinin seçimi ve seçilen ürün ailesi ile ilgili toplanan veriler doğrultusunda mevcut durum analizine başlayabilmektedir (Rother ve Shook 1999).

- **Mevcut durum haritasının çizilmesi**

Değer akış haritalama metodunda mevcut durum haritası çizilirken, malzeme ve bilgi akışları göz önüne alınmalıdır. Üretim akışı içinde, ilk akla gelen fabrika içindeki malzeme hareketi akışıdır. Ayrıca, her prosese daha sonra ne yapacağını söyleyen başka bir akış daha mevcuttur. Bu akış, bilgi akışıdır (Rother ve Shook 1999).

Mevcut durum haritası çizilirken çeşitli sembollerden yararlanılmaktadır. Bu semboller EK 1’de verilmektedir.

Haritalandırma yaparken göz önünde bulundurulması gereken noktalar aşağıdaki gibidir (Rother ve Shook 1999):

- Belirlenen ürün ailesi için mevcut durum ile ilgili bilgileri, malzeme ve bilgi akış yolları boyunca yürürken toplanmalıdır.
- Akış ve proseslerin sırası ile ilgili genel bir kaniya sahip olmak için, kapıdan-kapıya değer akışı boyunca hızlı bir yürüyüş ile başlanmalıdır. Yürüyüşten sonra geri dönülerek her prosesle ilgili bilgi toplanmalıdır.
- Hammadde ambarından başlayıp değer akışı doğrultusunda yürümek yerine, teslimattan başlanmalı ve akış yönünün tersine doğru çalışılmamalıdır. Bu şekilde, daha önce yer alan prosesler için bir ritim oluşturan ve müşteriyle doğrudan ilişkinin olduğu proseslerden başlanmış olunacaktır.
- Veriler toplanırken ölçümler kronometre ile yapılmalıdır. Gelecek durumu tasarlamak için hareketin olduğu yere gidilmesine, ne olduğunun anlaşılmasına ve ölçülmesine bağlıdır.
- Değer akışının çizimi sadece bir kişi tarafından yapılması gerekmektedir. Bütün akışın anlaşılması, değer akışı haritalamanın amacıdır. Farklı kişiler farklı akış bölümlerini haritalarsa akışın tümünü anlayan hiç kimse olmaz.

- Mevcut durum analizi için kaba çizimlere sahadan başlanmalı, düzeltmeler daha sonra yapılmalıdır.

Mevcut durum haritası oluşturulurken takt zamanı, çevrim süresi, katma değer süresi, akış süresi, değer yaratmayan süre, üretim parti büyüklüğü, model değiştirme süresi, makine kullanım oranı, operatör sayısı, kullanılabilir çalışma süresi gibi bilgiler ortaya konulmalıdır.

- **Takt zamanı:** Kullanılabilir üretim süresinin müşteri talebine bölünmesidir (Azizi ve Manoharan 2015).
- **Çevrim süresi (C/T):** Bir parçayı üretirken veya bir prosesi tamamlarken gerekli olan ve fiili ölçüm ile tespit edilen süredir (Venkataramana ve ark. 2014).
- **Katma değer süresi (V/A):** Müşterinin parasını ödemeye razı olduğu şekilde ürüne dönüştüren iş elemanlarının süresidir (Rother ve Shook 1999).
- **Akış Süresi (L/T):** Bir parçanın, bir proses veya değer akışında başlangıçtan bitiş hareketi boyunca geçen süredir (Rother ve Shook 1999).
- **Değer yaratmayan süre (non-value creating time):** Müşterinin bakış açısından bir ürüne maliyet ekleyen fakat değer katmayan faaliyetler için harcanan süredir (Marchwinski ve ark. 2008).
- **Üretim parti büyüklüğü (EPE):** Örneğin her üç günde bir, bir üründen diğerine model değiştiriliyorsa üretim parti büyüklüğü “üç günlük parça” demektir (Rother ve Shook 1999).
- **Model değiştirme süresi (C/O):** Üretilen bir önceki serideki son parçanın üretiminin tamamlanması ile model model değiştirme sonrası prostesten ilk iyi parçanın çıkması arasında geçen süredir (Marchwinski ve ark. 2008).
- **Makine kullanım oranı (uptime):** Makinanın arıza yapmadan çalıştığı kullanılma oranıdır.
- **Operatör sayısı:** Prosesteki çalışan sayısıdır.
- **Kullanılabilir çalışma süresi:** Saniye cinsinden toplam çalışma süresinden mola, toplantı vb. düşülmüş süre demektir.

- **Değer akışının yalın yapılması**

Değer akışını yalın hale getirebilmek için aşağıdaki bilgilere uyulmalıdır (Rother ve Shook 1999):

- Takt zamanı hesaplanmalı ve bu zamana göre üretim yapılmalıdır. Takt zamanına göre üretim yapabilmek için üretim sürecindeki problemlere hızlı cevap verebilmek, plansız duruşların nedenlerini ortadan kaldırmak, montaj tipi proseslerde model değiştirme sürelerini ortadan kaldırmak gerekmektedir.
- Mümkün olan her yerde sürekli akış sistemi kurulmalıdır. Sürekli akış, proses adımları boyunca, mümkün olduğu kadar sürekli bir biçimde, her adımda bir sonraki adımın tam istediğini yaparak, her defasında bir parça üretme ve aktarma olarak ifade edilebilir (Marchwinski ve ark. 2008).
- Sürekli akışın sağlanamadığı bölümlerde üretimi kontrol etmek için süpermarketler kurulmalıdır. Bunlar ise bazı proseslerin çok hızlı veya çok yavaş çevrim sürelerinde çalıştırılması için tasarlandığı ve birçok ürün ailesine hizmet etmek için model değişimine ihtiyaç duyulan bölümler, proseslerin birbirlerine uzak olduğu ve bir seferde bir parça sevk etmenin mümkün olmadığı bölümler, bazı proseslerin diğer proseslere sürekli akış içinde doğrudan bağlanması için çok uzun akış sürelerine sahip olduğu veya güvenilirliğinin çok düşük olduğu bölümlerdir.
- Üretim çizelgesi sadece bir üretim prosesine gönderilmelidir. Süpermarket çekme sistemleri kullanıldığında, kapıdan-kapıya değer akışında yalnızca bir noktanın çizelgelenmesi yeterlidir. Bu noktaya tetik prosesi denir. Tetik proses de bitmiş ürüne doğru malzemenin bir akış halinde aktığına dikkat edilmelidir. Bu nedenle; tetik proses genellikle kapıdan kapıya değer akışı içinde en sondaki sürekli akış prosesidir. Gelecek durum haritasında tetik, müşteri siparişleri ile kontrol edilen bir üretim prosesi haline gelir.
- Tetik prosesin çalışma şekli, müşteriye ne kadar iyi hizmet sunulduğunu ve önceki proseslere ait talebi gösterir. Tetik prosesdeki istikrarlı üretim ritmi, dengelenmiş ürün karması ve malzemelerin sürekli akışı tüm değer akışında düzenli ve kararlı talepler yaratır (Rother ve Harris 2001).

Tetik proste farklı ürünlerin üretimi zamana göre düzgün yayılmalıdır. Aynı ürünleri gruplandırıp onları bir seferde üretmeye çalışmak doğru değildir. Üretilen üründen farklı bir şey isteyen müşteriye hizmet verilmesini zorlaştırır.

- Bitmiş ürün stoğunun daha fazla olmasını gerektirir. Bu durumu engellemek için ürün ailesinin seviyelendirilmesi, farklı ürünlerin üretiminin bir zaman diliminde düzgün dağıtılması gerekmektedir. Seviyelendirme daha fazla model değişimi yapmayı ve her zaman montaj hattında bütün parça çeşitlerinden tutmayı gerektirse de değer akışında büyük miktarda israfın elimine edilmesini sağlamaktadır. Tetik proste ne kadar çok ürün karması seviyelendirilirse farklı müşteri isteklerine, daha az bitmiş ürün stoğu tutarak ve daha kısa akış süresi ile cevap verilebilmektedir. Bu aynı zamanda, tetik prosten önceki süpermarketlerin de daha küçük olmasını sağlamaktadır.
- Tetik proses küçük, tutarlı artışlarla iş gönderip çekerek “başlangıç çekişi” yaratılmalı ve üretim hacmi seviyelendirilmelidir. Tutarlı ve seviyeli üretim temposu sağlanması, doğası gereği problemleri gösteren ve hızlı bir şekilde düzeltici önlem alınmasına imkan veren öngörülebilir bir üretim akışı yaratır.
- Akış üzerinde tetik prosten önceki proseslerde “her parça her gün” (her vardiya, saat, kasa veya dilim) üretim yeteneği geliştirilmelidir. Akış üzerinde tetik prosten önceki üretim proseslerinin model değişim süreleri azaltılarak ve daha küçük partiler halinde çalışılarak, daha sonraki proseslerde meydana gelebilecek ihtiyaç değişimlerine daha hızlı cevap verilebilir. Ayrıca süpermarketlerde daha az stok tutulabilir.

- **Gelecek durum haritasının çizilmesi**

Değer akış haritalamanın amacı, gelecek durum değer akışının uygulanması ile israf kaynaklarını ortaya çıkarmak ve onları elimine etmektir. Amaç, her prosesin müşterisine sürekli akış veya çekme sistemi ile bağlandığı ve her prosesin yalnızca müşterisinin ihtiyacı olan ürünü, ihtiyacı olduğunda üretmeye çalıştığı bir üretim zinciri yaratmaktır (Rother ve Shook 1999).

Gelecek durum haritasındaki ilk adım; ürün tasarımlarını, proses teknolojilerini ve fabrika yerleşimlerini verilmiş koşullar olarak almak ve bu özelliklerden

kaynaklanmayan bütün israf kaynaklarını mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde ortadan kaldırmaya çalışmak olmalıdır. Takip eden adımlar ürün tasarımını, teknolojisini ve yerleşim unsurlarını işaret edebilir (Rother ve Shook 1999).

Bu aşamada, ihtiyaç duyulan ekipman ve prosedür iyileştirilmeleri ile model değiştirme sürelerinin azaltılması veya makine kullanım oranlarının artırılması sağlanır. Proses içinde bu iyileştirilmeleri göstermek için ise kaizen sembolü kullanılır.

Gelecek durum haritasındaki iyileştirmeler için model değişim sürelerinde ve parti büyüklüğünde azalma, makine kullanım oranlarında iyileşme ve toplam iş miktarındaki değer katmayan işlerin yok edilmesi sağlanmalıdır. Proses içindeki yürüme, çevrim dışı hareket, operatörlerin makineleri beklemesi ve bitmiş parçanın çıkarılması başlıca kaizen noktalarıdır. Operatörler makinelere parçayı yükleyip çalıştırdıktan sonra makine çevrim süresince operatöre ihtiyaç olmaması gerekir. Aksi takdirde operatör makineye bağımlı hale gelir ve israfa sebep olur (Rother ve Harris 2001).

Gelecek durum ile ilgili planlar hayata geçirildikçe belirli bir zaman içerisinde yeni bir mevcut duruma dönüşecektir ve böylece yeni bir gelecek durum haritası çıkartılarak haritalandırma prosesi tekrarlanacaktır (Birgün ve ark. 2006).

Gelecek durum haritası çizilirken yararlanılan semboller EK 1 bölümünde verilmektedir.

- **Gelecek durumu uygulamak**

Çizilen gelecek durum haritasının başarılı bir şekilde uygulanması için adımlara bölünmeli ve bir değer akış planı oluşturulmalıdır.

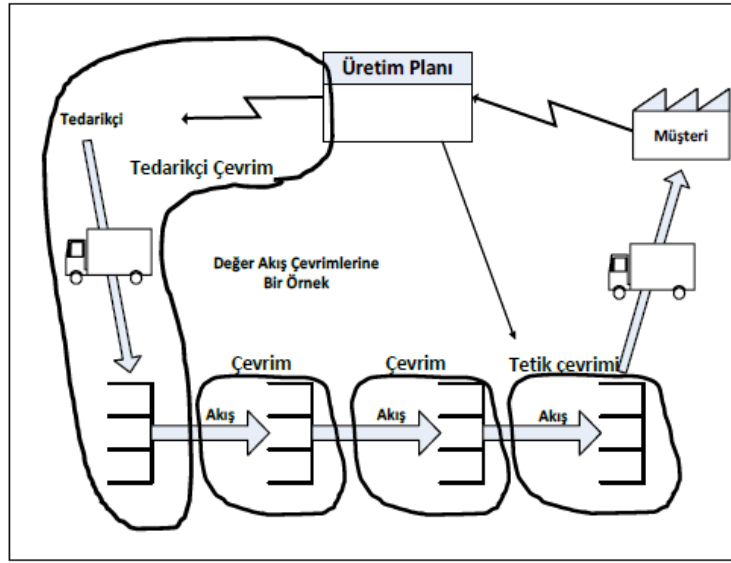
Değer akış haritası, fabrikadaki bütün akışa bakar ve çoğu kez bütün gelecek durum unsurlarının bir anda uygulanması imkansız olur. Bu nedenle, uygulamayı adımlara bölmek değer akışı yöneticisinin görevidir (Rother ve Shook 1999).

Gelecek durum uygulama planı ile ilgili en önemli nokta, ürün aileleri için bir dizi birbirine bağlı akışları değer yaratma süreci olarak düşünmektir. Bu süreci

kolaylaştırmak için “değer akış çevrimleri” şeklinde çalışılmalıdır (Rother ve Shook 1999).

Gelecek durum değer akış haritası aşağıda açıklandığı ve Şekil 2.4'te gösterildiği gibi bölümlere veya çevrimlere ayrılmalıdır.

Değer akışını oluşturan akış bölümlerinin kolayca anlaşılabilmesi için, çevrimler gelecek durum haritası üzerinde daire içine alınmalıdır. Bu çevrimler, gelecek durum haritasını yönetilebilir parçalara bölmenin en iyi yoludur (Rother ve Shook 1999).



Şekil 2.4. Değer akış haritalamanın bölümlere ve çevrimlere ayrılması (Rother ve Shook 1999)

Gelecek durum haritasında, uygulama aşamasına geçilirken tam olarak adım adım, ne zaman ne yapılması planlandığını, ölçülebilir hedefleri, gerçek termin sürelerini ve gözden geçirecek kişilerin isimleri ile kontrol noktalarını gösteren yıllık değer akış planıdır (Rother ve Shook 1999).

Başlangıç noktasını belirlemek için, çevrimler aşağıdaki konular kapsamında incelenmelidir (Rother ve Shook 1999):

- Çalışanlar tarafından prosesin en iyi anlaşıldığı yer,
- Başarı potansiyelinin yüksek olduğu yer,
- Büyük iyileştirmelerin olacağını düşünüldüğü yer.

Spesifik olarak, bir çevrim içindeki iyileştirmeler aşağıdaki sırayı izlemelidir (Rother ve Shook 1999):

- Takt zamanına göre çalışan sürekli akış geliştirilmelidir.
- Üretimi kontrol etmek için çekme sistemi kurulmalıdır.
- Seviyelendirme yapılmalıdır.
- Sürekli olarak israfları ortadan kaldırmak, parti büyüklüğünü azaltmak, süpermarketleri küçültmek ve sürekli akışın alanını genişletmek için kaizen çalışmaları yapılmalıdır.

2.5. Metot Zaman Ölçümü

MTM , “Methods Time Measurement” kelimelerinin baş harflerinden oluşan bu terim Almanca’da “Methoden-Zeit-Messung” olarak, Türkçe ise “Metot Zaman Ölçümü” olarak kullanılmaktadır (Uludağ 2005).

MTM metodunda, hareket akışlarını, temel hareketlere ayrılmıştır ve her temel harekette standart değerlere ayrılmıştır. Bu değerlerin büyüklüğünü, yapılan hareketle ilgili olan sayısal büyüklükler ve etkenlere göre saptanan sınıflar belirler. Tanımda belirtilen “sayısal büyüklük” uzanma mesafesini, “etken” ise hareket türünü belirtmektedir (Değirmen 1995).

20.yy. başlarında endüstriyel devrime ışık tutan Frank B. Gilbreth; tecrübe, kabiliyet ve harcanan çabanın makul sınırlar dahilinde eşit olduğu durumlarda bir insan tarafından kontrol edilen bir sürecin tamamlanma süresinin sadece o görevi yapmak için kullanılan yöntemle bağlı olduğunu savunmuştur. İş sürecinin, kişi performansına değil üretim metodunun tasarımına bağlı olduğunu savunarak; ergonomi, tasarım ve performans ilişkisini tanımlamıştır. MTM’de sürece bu perspektiften yaklaşmaktadır. 1948 yılında H. B. Maynard, J. L. Schwab ve G. J. Stegemerten tarafından kaleme alınan MTM "Methods Time Measurement" adlı kitap MTM’in günümüzdeki temel yapısını oluşturmuştur. MTM, 4 temel koşulu her zaman ilke edinmiştir. Bunlar (Anonim 2017);

- Yöntem her sektörde geçerli olmalıdır.
- Yöntem genel anlamda anlaşılabilir olmalı ve ön bilgilere ihtiyaç duyulmadan öğrenilebilmelidir

- Yöntem o şekilde tasarlanmalıdır ki icrası için ayrı bir yöntem gerektirmemelidir.
- Yöntem dünyanın her yerinde aynı şekilde yönetilmelidir.

MTM, her hangi bir işi sürdürülebilir bir şekilde, performansta çalışan ayrımı gözetmeksizin değerlendirmeye çalışarak prosesi kişilere bağlı kalmadan her zaman ve dünyanın her yerinde doğru bir şekilde değerlendiren bir metottur (Anonim 2017).

2.6. Metot Zaman Ölçümü Evrensel Analiz Sistemi

2.6.1. MTM-UAS'ın tanıtımı

MTM-UAS 1976 ile 1978 yılları arasında geliştirilmiştir. MTM-UAS bir bilgi sistemidir, bu sistem Standart-Bilgileri, MTM-2, MTM-3 ve MTM-V sistemleri geliştirilirken kazanılan bilgilere dayanmaktadır. MTM-UAS'e paralel olarak da aynı zamanda MTM-MEK (Metot Zaman Ölçümü Tek ve Küçük Seri Üretim) sistemi geliştirilmiştir.

MTM-UAS seri üretimde işin akışını tanımlamak ve planlanmış üretim zamanını tespit etmek için geliştirilmiştir. Bu bilgileri toplamanın hedefleri şunlardır:

- Daha yüksek bir analiz hızı elde etmek,
- İş metodunun reproduksiyon (çoğaltma) imkanı,
- Yeterli doğruluk,
- İşletmeden bağımsız olarak tatbik edilebilme durumu,
- Bilgilerin özlü olarak toplanması,
- Üretim zaman safhalarında branşa uygun metot seviyelerinin dikkate alınması.

MTM-UAS bilgi sistemi, seri imalatta tipik karakteristikler mevcut olduğu sürece, işletmelerin her türlü üretim safhalarında kullanılabilmesi için düzenlenmiştir. Bu tipik karakteristikler şunlardır:

- Birbirine benzeyen işler
- İş yerleri düzenlemesi
- İyi iş organizasyonu
- Detaylı iş açıklamaları

- Tecrübeli elemanlar

MTM-UAS sisteminde yedi temel hareket mevcuttur. Bunlar;

- Almak ve yerleştirmek,
- Yerleştirmek,
- Yardımcı alet ve gereçler kullanmak,
- Çalıştırmak,
- Hareket devreleri,
- Vücut hareketleri
- Visüel kontrol

hareketleridir.

MTM metotlarında kullanılan zaman birimi TMU'dur. Time Measurement Unit kelimesinin baş harflerinden oluşan bu zaman birimi saatin yüz binde biridir.

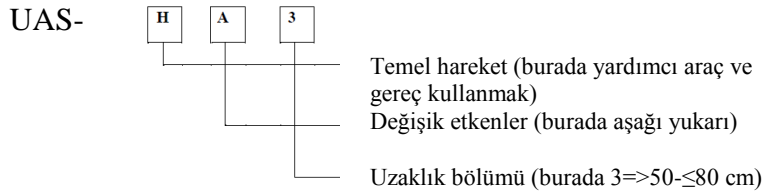
MTM-UAS, aşağıdaki gibi 3 uzaklık sınıfına göre ayırılır:

$$1 = \leq 20 \text{ cm}$$

$$2 = >20 \text{ cm} - \leq 50 \text{ cm}$$

$$3 = >50 \text{ cm} - \leq 80 \text{ cm}$$

MTM-UAS-Analiz sisteminin iki harften ve duruma göre bir rakamdan oluşan kodu vardır.



MTM-UAS kart bilgileri Çizelge 2.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1. MTM-UAS kart bilgileri

				Zaman Birimleri			
				TMU	Sn	Dak	Sa
				1	0,036	0,0006	0,00001
TMU olarak zaman değerleri							
			Uzaklık cm olarak	≤20	>20- ≤50	>50- ≤80	
ALMAK VE YERLEŞTİRMEK			Kod	1	2	3	
≤ 1 kg	Kolay	Aşağı yukarı	AA	20	35	50	
		Gevşek	AB	30	45	60	
		Sıkı	AC	40	55	70	
	Zor	Aşağı yukarı	AD	20	45	60	
		Gevşek	AE	30	55	70	
		Sıkı	AF	40	65	80	
Avuç dolusu	Aşağı yukarı	AG	40	65	80		
>1 ≤ 8 kg	Aşağı yukarı	AH	25	45	55		
	Gevşek	AJ	40	65	75		
	Sıkı	AK	50	75	85		
>8 ≤ 22 kg	Aşağı yukarı	AL	80	105	115		
	Gevşek	AM	95	120	130		
	Sıkı	AN	120	145	160		
YERLEŞTİRMEK			KOD	1	2	3	
Aşağı yukarı			PA	10	20	25	
Gevşek			PB	20	30	35	
Sıkı			PC	30	40	45	
YARDIMCI MADDELERİ KULLANMAK			KOD	1	2	3	
Aşağı yukarı			HA	25	45	65	
Gevşek			HB	40	60	75	
Sıkı			HC	50	70	85	
ÇALIŞTIRMAK			KOD	1	2	3	
Kolay çalıştırma			BA	10	25	40	
Birleştirilmiş çalışma			BB	30	45	60	
HAREKET DEVRELERİ			KOD	1	2	3	
Bir hareket			ZA	5	15	20	
Birbirini takip eden hareketler			ZB	10	30	40	
Değiştirmek ve bir hareket			ZC	30	45	55	
Sıkıştırmak ve gevşetmek			ZD	20			
VÜCUT HAREKETLERİ			KOD	TMU			
Gitmek/m			KA	25			
Eğilmek, diz üstü ve ayağa kalkmak			KB	60			
Oturmak ve ayağa kalkmak			KC	110			
VİSUEL KONTROL			VA	15			

2.6.2. MTM-UAS'ın temel hareketleri

- **Almak ve yerleştirmek**

Alma ve yerleştirmede el veya parmaklar bir veya birkaç nesneyi kontrol altına alıp belli bir yere götürüp yerleştirir.

Başlangıç: Eli, bir veya birkaç nesneye doğru uzanmak için harekete geçirmek.

Kapsam ve sınırlar: 80 cm'lik bir mesafe içinde bir veya birkaç nesneyi belli bir yere yerleştirmek için gerekli olan ve zamanı belirleyen tüm parmak, el ve kol hareketleri.

Bitiş: Belli bir yere yerleştirilmiş nesnelere bırakılmıştır.

- **Parça ağırlığı ve boyutları:** Parça ağırlığı üç gruba ayrılır:

≤ 1 kg

$>1 - \leq 8$ kg

$>8 - 22$ kg

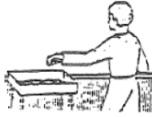
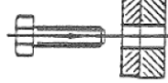

Bir ana boyutu 80 cm den büyük olan veya iki ana boyutu 30 x 30 cm'den büyük olan nesnelere "iş zorlaştırıcı boyutlar" olarak adlandırılır.

- **Almanın Türleri:** Şekil 2.5'te almanın üç farklı türü gösterilmektedir.

ALMAK		
Kolay	Zor	Avuç Dolusu
Yalnız duran nesnelere	Diğerleriyle karışık olanlar	Bir araya toplanmış/üst üste yığılmış nesnelere
		
		

Şekil 2.5. Üç farklı alma türü (Anonim 1989)

- **Yerleştirmenin turleri:** Yerleştirme derecesi uę tolerans sınıfında değerlendirilir (şekil 2.6). Bu sınıflandırma, yerleştirme derecesinin önemli etken olduğu tüm elemanlar için geçerlidir.

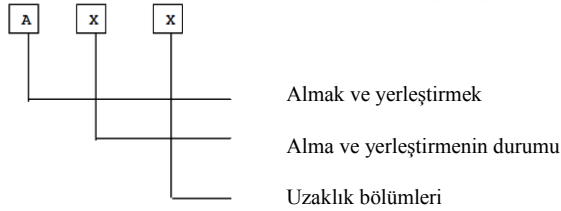
YERLEşTİRMEK			
Aşağı yukarı		Geğerek	Sıkı
			
İğ iğe sokmak	Tolerans sınırı $> \pm 6$ mm veya dayanma	Tolerans sınırı $\leq \pm 6$ mm bastırmadan ve/veya aksamadan hedefe varmak	Tolerans sınırı $\leq \pm 6$ mm bastırma ile ve/veya aksama ile hedefe varmak
Bitiştirmek	Tolerans sınırı $> \pm 6$ mm	Tolerans sınırı $> \pm 1,5 \leq \pm 6$ mm	Tolerans sınırı $\leq \pm 1,5$ mm



=Kontrol gerektiren hareketler

şekil 2.6. Yerleştirmede uę tolerans sınıfı (Anonim 1989)

- **Kodlama**



• Yerleştirmek

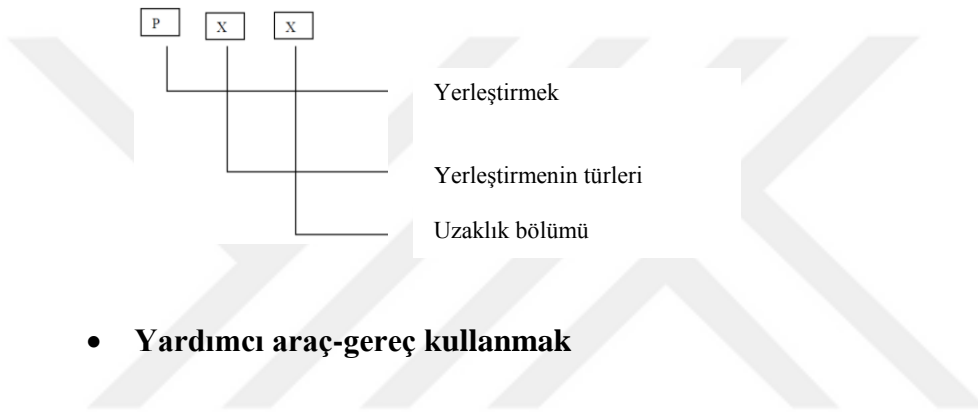
Kontrol altına alınmış bir veya birkaç nesneyi el veya parmaklar ile diğer bir yere yerleştirmektir.

Başlangığ: Kontrol altında bulunan bir veya birkaç nesneyi diğer bir yere gۆtirmek için elle yapılan hareket ile başlanır.

Kapsam ve sınırlar: Zamanı belirleyen tüm parmak, el ve kol hareketlerinin, 80 cm'lik uzunluk sahasında kontrol altında olan bir veya birkaç nesneyi, başka bir yere yerleştirmesi.

Bitiş: Nesne veya nesnelere yerine yerleştirilmiştir (bırakılmıştır).

- **Yerleştirmenin türleri:** Yerleştirmede tolerans hassaslığı aynen "almak ve yerleştirmek" de olduğu gibi üç tolerans sınıfında gruplandırılır.
- **Kodlama**



- **Yardımcı araç-gereç kullanmak**

Yardımcı araç-gereç kullanırken el veya parmaklar ile bir veya birkaç yardımcı gereç alınır, iş yerinde kullanılıp, sonra tekrar geriye konulur.

Mesela bir bezle bir yeri temizlemek, bir anahtarla bir vidayı sıkıştırmak, bir çekiçle perçinlemek yardımcı araç-gereç kullanımını olabilir.

Başlangıç: Yardımcı gerece doğru elin harekete geçmesidir.

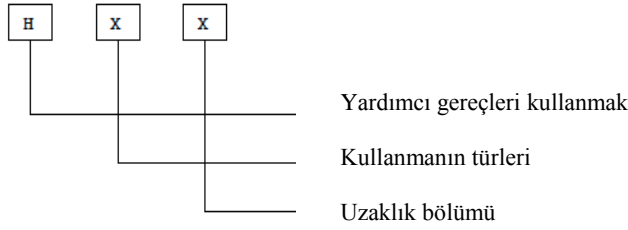
Kapsam ve sınırlar: Zamanı belirleyen tüm parmak, el ve kol hareketlerinin, 80 cm'lik uzunluk sahasında bir veya birkaç yardımcı araç gereci kontrol altına alması, iş yerine getirmesi ve kullandıktan sonra yerine konmasını kapsar Çekiç vuruşu gibi işler bu elemanlara dahil değildir.

Bitiş: Yardımcı gereç yerine konulup bırakılmıştır.

- **Yardımcı gereçleri kullanmanın durumları**

Yardımcı gereçlerin yerleştirilmesindeki hassaslık aynı "almak ve yerleştirmek" de olduğu gibi üç tolerans sınıfında gruplandırılır.

- **Kodlama**



- **Çalıştırmak**

Ayar parçalarının çalıştırılmasında el veya ayakla bir ayar parçası kontrol altına alınır ve basit veya birleştirilmiş bir ayar hareketi yapılır.

Ayar parçaları olarak tesislerdeki, makinelerdeki, cihazlardaki veya aletlerdeki sabit olarak bulunan kol, düğme, el kasnakları, dirsekler, gergi civataları, vidalar ve vidalanmış somunlar (maksimum 1 devir) bulunabilir.

Ayar parçalarının çalıştırılmasında el veya ayakla bir ayar parçası kontrol altına alınır ve basit veya birleştirilmiş bir ayar hareketi yapılır.

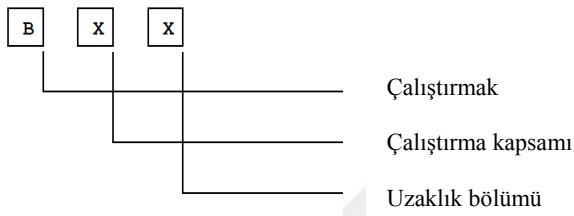
Ayar parçaları olarak tesislerdeki, makinelerdeki, cihazlardaki veya aletlerdeki sabit olarak bulunan kol, düğme, el kasnakları, dirsekler, gergi civataları, vidalar ve vidalanmış somunlar (maksimum 1 devir) bulunabilir.

Başlangıç: Elle veya ayakla bir ayar parçasına doğru harekete başlamak.

Kapsam ve sınırlar: 80 cm'lik bir mesafe sahasında bulunan ayar parçasını alıp bir basit veya birleştirilmiş çalışma için gerekli olan zamanı belirleyen tüm parmak, el veya kol hareketlerini yapmak.

Bitiş: Çalıştırmanın amacına ulaşınca, ayarlama işlemini bitirme veya nesnenin bırakılması ile.

- **Çalıştırmanın kapsamı:** Bu etkenlerin yardımı ile gerekli temel hareketlerin sayısı tanımlanır. Bir basit çalışma ile birleştirilmiş çalışma böylece birbirinden ayırt edilir.
- **Kodlama**



- **Hareket devreleri**

Hareket devreleri, el, parmaklar veya ayak ile aletli veya aletsiz yapılan, devirsel olarak tekrarlanan hareket akışı olarak tanımlanır.

Başlangıç: Daha önce yapılan hareketler sayesinde bir hareket devresinin başlangıcına gelindiğinde.

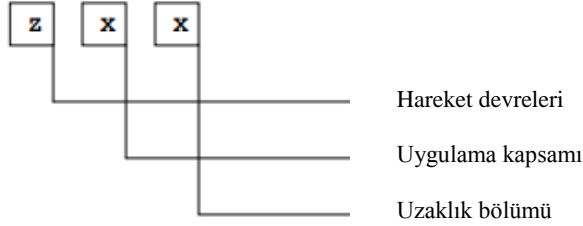
Kapsam ve sınırlar: Tekrarlanan bir veya birkaç hareket için geçerli olan zaman belirleyen tüm parmak, el, kol ve ayak hareketleri. (çifte sia, Vidalama devri, dirsek turu)

Bitiş: Bir veya birkaç hareket arka arkaya yapıldıktan sonra tekrar başlangıca gelindiğinde.

NOT; Dirsek çapı 80'cm den büyük olan dirseği çevirmek için de geçerlidir. Eğer çok fazla tekrar nedeniyle doğruluk derecesi etkileniyorsa, o halde başka MTM-Sistemleriyle analiz yapılmalıdır.

- **Uygulama kapsamı:** Etkenlerin yardımı ile bir devre için gerekli olan temel hareketlerin miktarı belirlenir. Bir veya arka arkaya gelen hareket arasında ayırım yapılır.

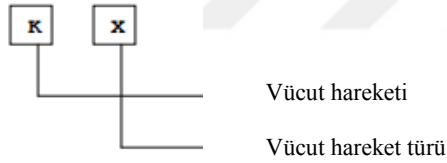
- **Kodlama**



- **Vücut hareketleri**

Zaman etkileyen ayak ve gövde hareketleri vücut hareketi olarak analiz edilir.

- **Kodlama**



Vücut hareketi gitmek: KA

Gitmek, vücut ekseninin kaydırılması (ileri, geri, yana ve kendi ekseni etrafında) ve aynı zamanda bir veya birkaç adım atılması olarak tanımlanır.

Başlangıç: 80 cm'lik sahanın geçilmesi

Kapsam ve sınırlar: 1 metreye yakın ve 80 cm'in üstüne çıkan bir mesafeyi kat etmek için adım atmak.

Bitiş: Hedefe vardıktan sonra.

Vücut hareketleri eğilmek, çömelmek, diz çökmek doğrulmak ile birlikte: KB

Eğilmek, çömelmek, diz çökmek ve bu hareketlerin ardından doğrulmayı kapsar.

Başlangıç: Dik dururken vücudun eğilmesi

Kapsam ve sınırlar: Elleri en azından dizlere kadar indirmek ve sonra doğrulmak için gerekli vücut ve diz hareketleri. (Vücudu hafifçe eğmek sadece vücut yardımı sayılır, bu vücut hareketi değildir)

Bitiş: Vücudun ayaktaki konumu

Vücut hareketleri oturmak ve kalkmak: KC

Zaman yapı taşı oturmak (ve kalkmak) vücudun oturulacak bir yere bırakılması ve sonra kalkması olarak analiz edilir.

Eğilmek, çömelmek, diz çökmek ve bu hareketlerin ardından doğrulmayı kapsar.

Başlangıç: Vücudun oturulacak bir yere yerleşmesi için dizleri kırmak.

Kapsam ve sınırlar: Oturulacak yeri düzeltmek, oturmak, vücudu arkaya dayamak kalkmak için bacakları toplamak, vücudu öne doğru eğmek ve oturulan yeri geriye itmek.

Bitiş: Kalktıktan sonra doğrulmak.

- **Visüel kontrol**

Bir karar vermek için yapılan göz kontrolüne visüel kontrol denir.

Başlangıç: Daha önceki bir işe ara verilip veya iş bitirilip gözler zaman etkileyici şekilde belli bir yere bakmaya başladığında.

Kapsam ve sınırlar: Gözleri kontrol edilecek bir yere çevirmek, evet-hayır kararı vermek (kontrol etmek) ve bakışı tekrar başlangıç yerine çevirmek.

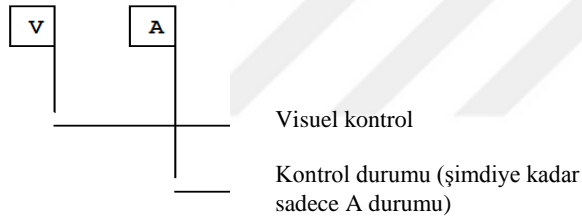
Bitiş: Gözler yine başlangıç yerine bakmakta veya en son evet- hayır kararı verilmiş durumda.

- **Uygulama kapsamı:** Visüel kontrol ancak zamanı etkilerse analiz edilir.

Visüel kontrolün, örneğin 1 sıklıkta analiz edildiği yerler:

- Eğer bir kaynak yeri kontrol ediliyorsa,
- Mevcut olan rakam veya harf kombinasyonlarının okunması gerekiyorsa,
- Manometredeki sınır işaretini okumak gerekiyorsa,
- Nesnenin rengini kontrol etmek gerekiyorsa (Evet - Hayır kararı)

- **Kodlama**



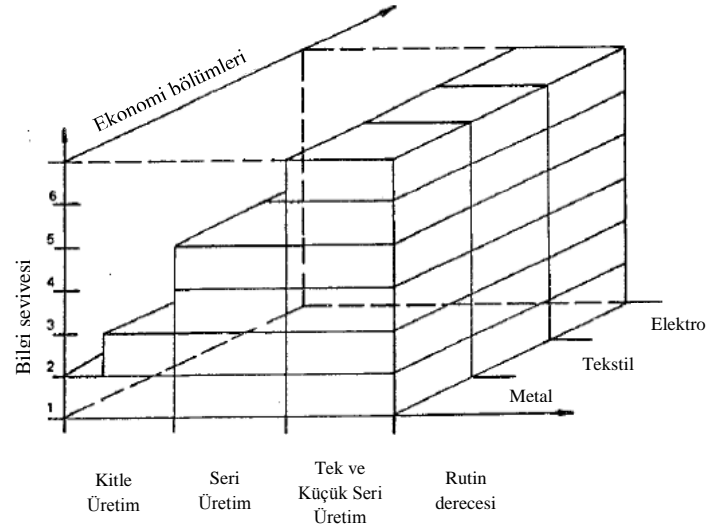
(Anonim 1989).

2.6.3. MTM-UAS'ın diğer MTM-sistemleriyle kombinasyonu

Alman MTM birliğinin bilgi gelişimi üç yönde gerçekleşir:

1. Yatay bilgi yapılaşması, rutin derecesi (hedef metot seviyesi)
2. Dikey bilgi yapılaşması (bilgi seviyesi) ve
3. Ekonomik bölüm (branşlar).

Bu yapılaşmalar Şekil 2.7'de gösterilmektedir.



Şekil 2.7. MTM-bilgi gelişiminin üç yönde gerçekleşmesi (Anonim 1989)

Yatay bilgi yapılaşmasında rutin derecesi en düşük değerine ulaşır (metod seviyesi). Daha aşağıdaki bilgi seviyelerinde genel olarak geçerli ve her metod seviyesinin analiz edilebileceği MTM-Bilgi sistemleri mevcuttur. Üçüncü bilgi seviyesinde belli rutin derecelerini dikkate alan bilgi sistemleri mevcuttur.

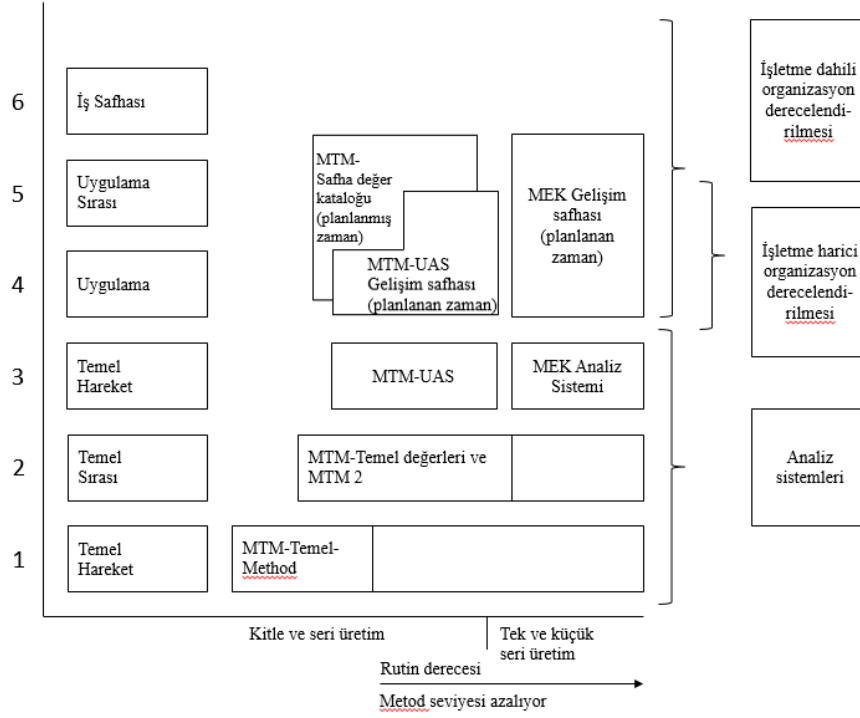
Dikey bilgi yapılaşması altı bilgi seviyesi ile ayırt edilir:

1. Bilgi seviyesi MTM-Temel-Metodunun temel hareketlerine göre düzenlenmiştir.
2. Bilgi seviyesinde birçok temel hareketlerin ve kombinasyonlarının toplandığı bütün MTM-Bilgi sistemleri bulunmaktadır (Bir nesnenin alınıp yerleştirilmesi). Bunlara MTM-Temel değerleri ve MTM-2’de dahildir.
3. Bilgi seviyesinde kendi kendine hareket devreleri içeren MTM-Bilgi sistemleri bulunmaktadır. Bunların içinde MTM-çok Amaçlı Değerleri, MTM-UAS ve MTM-MEK-Analiz sistemi bulunur.

İşletmeden bağımsız bilgilerin oluşmasında yatay ve dikey bilgi yapılaşmasından sonuçlanan şartların yanında, 4’üncü bilgi seviyesinin çeşitli branşların spesifik verileri (metal, tekstil, elektronik, büro) dikkate alınmaktadır.

MTM-UAS Bilgi sistemi MTM-Temel Metodundan geliştirilmiştir. Böylelikle iş akışları az yoğunlukta bilgileri olan bilgi sistemlerine geri dönmeden, tamamen analiz

edilebilir. MTM-UAS'ın zaman yapı taşları istatistik şekilde toplandığından, çözümlenmesi mümkün değildir (Şekil 2.8) (Anonim 1989).



Şekil 2.8. MTM sistemlerinin birbirine bağlantısı (Anonim 1989).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye’de, uzun bir dönem en karlı ve en aktif konumda yer alan tekstil sektöründe meydana gelen son zamandaki gelişmeler, üretim ve ürün pazarlanma gibi birçok konuda değişikliği gerekli hale getirmiştir. Rekabet edebilmek için, tekstil şirketlerinin yeni yöntemler geliştirmeleri gerekli hale gelmiştir. Tekstil sektörü çok büyük veya çok küçük parti ile çalışan, fazla işgücü gerektiren ve aynı zamanda ürün çeşitliliği yüksek olduğu için verimliliği düşüktür. Aynı zamanda iş gücü yüksek olduğu için çalışan koşulları ergonomik değildir. Birçok sektörde uygulamaya alınan yeni yöntemler tekstil sektöründe de dikkate alınarak uygulamaya alınmıştır. Bu metotlardan biri de, daha verimli ve ergonomik çalışmak için geliştirilen değer akış haritalama ve MTM-UAS metotlarının birlikte kullanılmasıdır. Bu bölümde; Durak Tekstil San.ve Tic. A.Ş.’de belirlenen ürün ailesi için değer akış haritalama metodu kullanılarak değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin tespit edildiği ve teslim süresinin belirlendiği mevcut durum haritası hakkında bilgi verilmektedir. Değer yaratmayan faaliyetlerin ortaya çıkarılması ile bu faaliyetlerin kaldırılmasında gerekli aksiyonlar alınarak yalın üretim tekniklerinden uygun görülenler yardımıyla çizilen gelecek değer akış haritası ve alınan sonuçlar değerlendirilmektedir. Daha sonra aynı ürün grubu için belirlenen proseslerde operatörün ekstra ve gereksiz vücut hareketleri MTM-UAS metodu ile analiz edilerek bu hareketlerin nasıl azaltıldığı veya yok edildiği ve standart hale getirildiği hakkında bilgi verilmektedir.

3.1. Firma ile İlgili Bilgiler

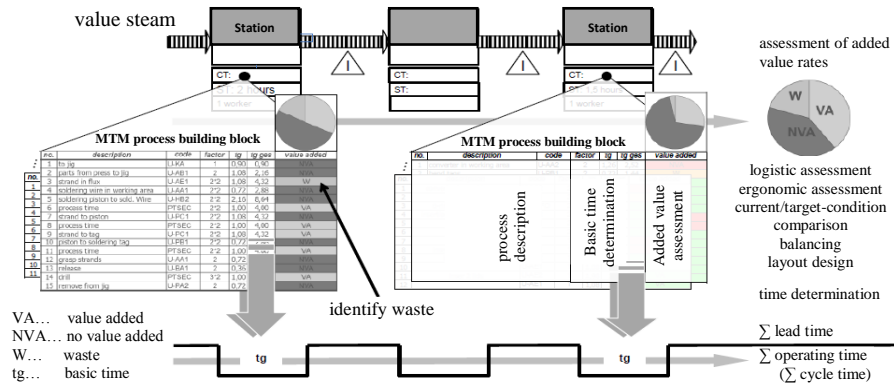
Durak Tekstil San. ve Tic. A.Ş., 1971 yılında Bursa’da küçük ölçekli bir dokuma işletmesi olarak kurulmuştur. Bu dönemde Durak Tekstil ayakkabı üretiminde kullanılan naylon dikiş ipliği üretimi ile endüstriyel iplik üretiminde giderek artan oranda önemli bir rol oynamaya başlamıştır. 1980’li yıllarda Durak Tekstil “Polyester Nakış İpliği” ve “Viskos Nakış İpliği” üretimine geçmiştir. 1992 yılında kurulan Durak Tekstil Pazarlama A.Ş., başlangıçta tekstil ve konfeksiyon ürünlerine yönelik gelişen faaliyet alanı, bugün yatak ve mobilya üretimi, otomotiv iç döşeme, ayakkabı ve deri ürünleri üretimi gibi çok farklı ve geniş endüstrilere doğru genişlemiş durumdadır. 2 000’li yılların başında 30 000 m² kapalı üretim alanı, esnek ve high-tech üretim süreçleri, büyük önem verdiği AR-GE çalışmaları ile zenginleştirdiği ekibi ile Durak

Tekstil, 40 000'i aşkın renk alternatifi ile dikiş ve nakış iplikleri üretmektedir. Bugün, yurtiçinde Bursa merkezli üretimi ve İstanbul merkezli satış faaliyetleri çerçevesinde, 263'e yakın çalışanı ile spor, deri, blue-jean ve benzeri giyim imalatı yapan tekstil üreticileri yanında, ayakkabı sektörü, otomotiv endüstrisi ve mobilya üreticileri için yüksek teknoloji ürünü endüstriyel dikiş ve nakış iplikleri üreterek, hem yurt içinde, hem de yurt dışında faaliyette olan müşterilerine çözümler sunmaktadır.

3.2. Değer Akış Haritalama ve MTM-UAS Metotlarının Uygulamalı Kombinasyonu

Değer Akış Haritalama ile tüm süreç analiz edilirken, MTM-UAS ile belirlenen prosesler için çalışan adımları analiz edilir. Aşağıda değer akış haritalama ve MTM metotlarının birlikte kullanıldığı pratik uygulama alanları ve kullanım olasılıkları belirtilmiştir (Guan ve Liao 2014) (Şekil 3.1).

- Katma değer yaratan aktiviteleri belirleme,
- Üretim-lojistik süreçlerini belirleme
- Çalışma sistemlerinin ergonomik değerlendirilmesi
- Mevcut / Hedef-durum karşılaştırmaları
- Hat Dengeleme
- Yerleşim tasarımı



Şekil 3.1. Değer akış haritalama ve metot zaman ölçümü uygulama presibi (Kuhlang ve ark. 2008)

Şekil 3.1'de gösterildiği gibi metot zaman ölçümü proses süresi, çalışma metotlarının ayrıntılı ve kronolojik tanımı, katma değer miktarı ve tanımlanabilen israf miktarı gibi

konularda değer akış haritalamaya farklı bilgiler sağlar. Metot zaman ölçümü, bu nedenle teslim süresini dikkate alarak kaliteyi iyileştirir (Kuhlang ve ark. 2011).

Tez çalışmasının gerçekleştirileceği tekstil firmasında dikiş ipliği üretilmektedir. Dikiş iplikleri, dikiş makine hızlarında çalışabilmek üzere tasarlanıp üretilmiş ipliklerdir. Dikiş iplikleri bir ürünün kullanım ömrü boyunca kopmamalı, dikişler sökülmemelidir. Dikiş boyunca performans ve estetik görünüm, bir dikiş ipliğinden beklenen en temel fonksiyonlardır. Bu tez çalışmasında, dikiş ipliğinin MTM-UAS ve değer akış haritalama metotlarının aynı proses üzerinde birlikte nasıl uygulandığı gösterilmiştir.

İlk önce, bir ürün veya ürün grubu için değer akış boyunca malzeme ve bilgi akışını göstermek ve süreci anlamak için değer akış haritası çizilecektir. Bu kapsamda, aşağıdaki adımlar izlenecektir:

- Ürün ailesini tanımlama ve seçme
- Gerekli bilgileri toplama
- Alan verilerinden seçilen verileri formüle etme
- Mevcut durum değer akış haritasını oluşturma

Ürün ailesi, yarı mamul halinde bitim dairesine gelen dikiş ipliğinin süreçlerini kapsamaktadır. Yarı mamul halindeki iplik bitim dairesinde beş farklı prosten geçmektedir. Yarı mamul halinde bitim dairesine gelen iplik müşterinin istediği miktarda partiler halinde işleme alınmaktadır. Birinci aşamada iplik çekim işleminden geçmektedir. Burada yapılan işlem ile, hızları birbirinden farklı olan iki çekim silindirinden geçen iplik incelti olarak oryante edilir ve bu şekilde mukavemeti arttırılmış olur. İkinci aşamada ise, ipliğe fikse işlemi uygulanır. Fikse işlemi ile, iplikteki meydana gelen iç gerilimleri uzaklaştırılır, iplik stabil hâle getirilir ve ipliğe dayanıklı düzgün bir şekil verilir. Fikse işlemi bittikten sonra, iplik yağlama prosesine geçer. Bu proses ile ipliğin mukavemeti ve sürtünme dayanımı artırılır. dördüncü aşamaya geçen iplik sarım işlemine tabi tutulur. Yağlanan dikiş iplikleri, tiplerine göre farklı koniklere sarılırlar. Dikiş makinesinde iyi performans göstermesi için sarım merkezinin doğru olması önemlidir. Konik renkleri, ipliğin cinsini veya kalınlığını tanımlayacak şekilde sınıflandırılırlar. Son aşama ise paketleme işlemidir. Koniğe sarılan iplikler, etiketlenir ve belirlenen kutuya müşterinin istediği adette yerleştirilir ve kutu etiketlenerek sevkiyata teslim edilir.

Bitim dairesinde dikiş ipliğinin geçtiği proses sayılarının fazla olması üretimde ipliğin geçirdiği zamanı uzatmaktadır. Bunun yanında süreç sonunda hataların çoğu yakalanmakta ve ürün onarılmak üzere tekrar işleme alınmaktadır. Ayrıca, proseslerin birbirine mevcut durumda uzak mesafelerde olması gereksiz taşıma ve gereksiz insan hareketini artırmaktır. Taşıma işlemlerinin 80 kg ağırlığındaki arabalarla yapılması da çalışan iş sağlığı ve güvenliği açısından uzun mesafede sorun teşkil etmektedir. Çalışan iş sağlığı ve güvenliği açısından başka bir tehdit ise çekim işlemi, fikse işlemi ve yağlama işlemi gibi proseslerin 4 kg ağırlığındaki demir kopslar ile yapılmasıdır. Vardiya sonunda diğer proseslere göre çalışma yorgunluğu daha fazla olmakla beraber uzun vadede çalışmada kas ve iskelet hastalıkları görülmektedir. Bu sebeple bu ürün ailesinin seçilmesine karar verilmiştir. Seçilen ürün ailesi için mevcut durum değer akış haritası çizilerek üretim teslim süresi belirlenmiştir. Bu harita EK 2’de verilmiştir. Bu harita üzerinde süreçteki tüm değer yaratan ve yaratmayan aktiviteler gösterilmiştir. Ayrıca, seçilen ürün ailesine ait tüm malzeme ve bilgi akışına ulaşılmaktadır.

Mevcut durum değer akış haritası için, proses zamanı, kalıp değiştirme zamanı, operatör sayısı, makine sayısı, makine üzerinde çalışan göz sayısı, hız ve süreç içi stoklar gibi gerekli veriler toplanmıştır. Çizelge 3.1’de her bölümden toplanan veriler gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Mevcut durum değer akış haritalama proses verileri

Parametre	Bölüm				
	İstasyon 01	İstasyon 02	İstasyon 03	İstasyon 04	İstasyon 05
Proses Zamanı (dak)	45	60	28	22	0,002
Model Değişirme Süresi (dak)	2	10	10	16	0,33
Hız (m/dak)	385	-	600	800	-
Makine Sayısı	1	1	1	1	1
İğ Sayısı	32	-	24	16	-
Operatör Sayısı	1	1	1	1	1
Süreç içi Stok (kg)	32	48-55	24	16	20

Ayrıca, gelecekteki durumu doğru ilerletebilmek için, mevcut durum değer akış haritasını analiz etmek gerekir. Mevcut durumu analiz etmenin en önemli parametresi takt zamanıdır. Takt süresi, müşteri talebini zamanında karşılamak için gerekli üretim oranını ifade etmektedir. Bu tez çalışmasında, aylık talep 5 000 kg iken günlük talep 200 kg'dır. Şirket ayda 25 gün ve günde üç vardiya olarak çalışmaktadır. Bir vardiya için geçen süre 1 350 dakikadır. Daha sonra MTM-UAS kullanılarak operatörün gereksiz beden hareketleri elimine etmek ve proses adımları standart hale getirmek için bütün proseslerin mevcut iş adımları belirlenmiştir. Bu adımlar Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Mevcut istasyonların iş elemanları

İstasyon 01	İstasyon 02	İstasyon 03	İstasyon 04	İstasyon 05
1. Ana şalter "0" dan "1" konumuna getirme	1. Eldivenleri giyme	1. Gri paletten boş bobini al ve MTM üzerine yerleştir	1. m/c göz ayarı yapma	1. Ana şalteri "0" dan "1" konumuna getirme
2. Makineyi çalıştırma	2. Fikse kapısını açma	2. Makası cebinden alma	2. m/c'yi boşa çalıştırma	2. Makineyi çalıştırma
3. İplik bilgilerini girme	3. Ana Şalterin "0" dan "1" konumuna getirilmesi	3. Dolu demir masura üzerindeki bağ ipliği kes	3. Makası cebinden alma	3. Konikleri konveyöre dizme
4. Gri paletten dolu bobini alma	4. Metoda göre sıcaklık ve zaman ayarı yapılır	4. Dolu demir masurayı alma ve makine üzerindeki sehpaye yerleştirme	4. Gri paletten yağlı bobini alma	4. Konikleri teker teker püskürtme işleminden geçirme
5. Bobini kovaya yerleştirme	5. Dolu demir fikse arabasını fikse kazanına yerleştirme	5. İpliği sırasıyla bobin kırıcıdan, iplik tansiyon cihazlarından, stop motion cihazından ve iplik kılavuzundan geçirme	5. İpliği makas ile kesme	5. Konikleri otomatik olarak jelatinleme
6. İpliği sırasıyla balon kırıcıdan, porselenden ve puldan geçirme	6. Kapıyı kapatma	6 İpliği tüp tutucuya dolama	6. Yağlı bobini sehpaye yerleştirme	6. Konikleri fırından otomatik olarak geçirme
7. İpliği çekim galetlerine dolama. İpliğin cinsine göre çekim sayına karar verilir	7. Yeşil butona basarak makineyi çalıştırma	7. Başlamak için yeşil düğmeye basma	7. İpliği sırasıyla balon kırıcıdan, tansiyon cihazından ve iğden geçirme	7. Her koliye 6 konik yerleştirme ve kutulama
8. Boş Demir masurayı makine üzerine yerleştirme ve ipliği dolama	8. Proses zamanı	8 Proses zamanı	8. m/c üzerinden yeni koniği alma	8. Kutuların üzerine konik bilgilerini gösteren etiketleri yapıştırma, ipliğin numarası, müşteri adı, miktar gibi vb.
9. Çalıştırmak için yeşil düğmeye basma	9. Makineyi kapatma	9. Spinder kolunu yukarı kaldırma	9. İpliği koniğe dolama	9. Kutuları sevkiyat arabalarına yerleştirme
10. Proses süresi	10. Fikse kapısını açma	10. Dolu bobini çıkartma	10. Koniği yuvaya yerleştirme	
11. İşlem bittikten sonra makas ile ipliği kesme	11. Fikse arabasını kazandan çıkarma	11. Boş bobini takma	11. Başlatmak için yeşile basma	
12. Makine üzerinden demir masurayı alma	12. Yağlama demir arabasına demir masurayı yerleştirme	12. Spinder kolunu aşağıya indirme	12 Proses zamanı	
13 Demir masurayı fikse arabasına yerleştirme	13. Yağlama demir arabasını istasyon 3'e götürme	13 Boş demir masurasını demir arabasına yerleştirme	13. Dolu koniği alma	
14. Makine üzerindeki atıl iplikleri toplama	14. Boş fikse arabasına istasyon 1'e bırakma	14. Dolu bobini gri palete yerleştirme	14. Dolu koniği sepete yerleştirme	
15 Boş bobinleri toplama ve gri palete yerleştirme	15. Eldivenleri çıkartma		15. Boş bobinleri toplama ve gri palete yerleştirme	

Çizelge 3.3'te İstasyon 01'e ait MTM-UAS ölçüm değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.3. İstasyon 01 için MTM-UAS ölçüm değerleri

#	Nesne	İş	Yardımcı Malzeme	Kod	A	S	TMU	sn	dak	sa
1.		Ana Şaltere yürüme		KA	7,8	1	25	7,02	0,117	0,00195
2.		Ana Şalterin 0'da 1 konumuna getirilmesi		BA3	1	1	40	1,44	0,024	0,0004
3.		m/c çalıştırma düğmesine basılması		BA2	1	1	25	0,9	0,015	0,00025
4.		Set düğmesine basma		BA2	1	1	25	0,9	0,015	0,00025
5.		Ayar düğmesine basma		BA1	1	1	10	0,36	0,006	0,0001
6.		İstenilen değere gelene kadar bekleme			1	1		18	0,3	0,005
7.		İstenilen ayara gelindiğini göz ile kontrol etme veya okuma		VA	1	1	15	0,54	0,009	0,00015
8.		m/c'ye doğru yürüme		KA	7,8	1	25	7,02	0,117	0,00195
9.		Gri palete doğru dönme		KA	16	2	25	28,8	0,48	0,008
10.		Gri palete doğru yürüme		KA	24	2	25	43,2	0,72	0,012
11.		Bobin almak için gri palete doğru eğilme		KB	16	2	60	69,12	1,152	0,0192
12.	Bobin	Sağ el ile bobini alma		AA3	16	2	50	57,6	0,96	0,016
13.	Bobin	Bobini sol ele yerleştirme		PA1	16	2	10	11,52	0,192	0,0032
14.		m/c'ye doğru dönme		KA	16	2	25	28,8	0,48	0,008
15.	İplik	m/c'ye doğru yürüme		KA	24	2	25	43,2	0,72	0,012
16.	İplik	Sağ el ile ipliğin ucunu alma		AB1	16	2	30	34,56	0,576	0,0096
17.	Bobin	Bobini sağ ele yerleştirme		PA1	16	2	0	0	0	0
18.	İplik	İpliğin ucunu sol el ile alma		AA1	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
19.		Bobin kovasma doğru eğilme		KB	16	2	60	69,12	1,152	0,0192
20.	Bobin	Sağ el ile bobini kovaya yerleştirme		PA3	16	2	25	28,8	0,48	0,008
21.	İplik	İpliği parmak uçlarına yerleştirme		PA1	16	2	10	11,52	0,192	0,0032
22.		Bobin kovasma doğru eğilme		KB	16	2	60	69,12	1,152	0,0192
23.	İplik	Sağ el ile ipliği balon kırıcıdan geçirme		PB1	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
24.	İplik	İpliği sol ele teslim etme		PA1	16	2	10	11,52	0,192	0,0032
25.	İplik	İpliği porselenden geçirme		PB1	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
26.	İplik	İpliği puldan geçirme		PB1	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
27.	İplik	İpliği üst çekim galetine yerleştirme		PA2	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
28.	İplik	İpliği alt çekim galetinden geçirerek üst çekim galetine yerleştirme		ZB2	176	2	30	380,2	6,336	0,1056
29.	İplik	İpliği alt tablaya yerleştirme		PA2	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
30.	İplik	İpliği alt tablada döndürme		ZB2	64	2	30	138,2	2,304	0,0384
31.		Boş demir masura almak için dönme		KA	16	2	25	28,8	0,48	0,008
32.		Boş demir masura almak için yürüme		KA	153,6	1	25	138,2	2,304	0,0384
33.		Demir masura almak için eğilme		KB	16	2	60	69,12	1,152	0,0192
34.	Demir Masura	Demir masura alma		AH2	16	2	45	51,84	0,864	0,0144
35.		m/c'ye doğru dönme		KA	16	2	25	28,8	0,48	0,008
36.		m/c'ye doğru yürüme		KA	153,6	1	25	138,2	2,304	0,0384
37.		m/c kolu ile demir masurayı sabitlemek		ZA3	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
38.	İplik	İpliği sağ el ile almak		AA3	16	2	50	57,6	0,96	0,016
39.	İplik	İpliği sol ele teslim etme ve birlikte taşıma		PA1	16	2	10	11,52	0,192	0,0032
40.	İplik	İpliği vargele taşıma		PB2	16	2	30	34,56	0,576	0,0096
41.		Sol el ile demir masura çalıştırma (yeşil) düğmesine basma		BA2	16	2	25	28,8	0,48	0,008
42.	Demir Masura	Sol el ile demir masurayı döndürme		ZB2	80	2	30	172,8	2,88	0,048
43.		Proses Zamanı			32	1		2700	45	0,750
44.		Makas iş önlüğünün cebinden sağ eline alma	Makas	HA2	1	2	45	3,24	0,054	0,0009
45.		Sağ el ile demir masura durdurma(kırmızı) düğmesine basma		BA2	16	2	25	28,8	0,48	0,008
46.		Demir masuranın durması için bekleme süresi			16	2		576	9,6	0,16
47.	İplik	Sağ el ile ipliğin ucunu alma		AA2	16	2	35	40,32	0,672	0,0112
48.	İplik	Sol ile birlikte ipliği alma		AA2	16	2	35	40,32	0,672	0,0112
49.	İplik	Sol ile ipliği döndürme		ZB1	64	2	10	46,08	0,768	0,0128
50.	İplik	İpliği demir masura üzerine tutturma		ZD	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
51.		m/c kolu yukarı kaldır		ZA3	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
52.	Demir Masura	Dolu demir masurayı sol ele alma		AH2	16	2	45	51,84	0,864	0,0144
53.	İplik	İpliği makas ile kesme		PA2	15	2	20	21,6	0,36	0,006
54.		Fikse arabasına doğru dönme		KA	16	2	25	28,8	0,48	0,008
55.	Demir Masura	Fikse arabasına doğru yürüme		KA	43,2	2	25	77,76	1,296	0,0216
56.	Demir Masura	Demir masurayı yerleştirmek için eğilme		KB	16	2	60	69,12	1,152	0,0192
57.	Demir Masura	Fikse arabasına dolu demir masurayı yerleştirme		PA2	1	1	20	0,72	0,012	0,0002
58.		m/c'ye doğru dönme		KA	16	2	25	28,8	0,48	0,008
59.		m/c'ye doğru yürüme		KA	38,4	1	25	34,56	0,576	0,0096
60.	Atıl İplik	Alt tabladaki atıl ipliği temizlemek için sağ el ele alma		AA2	16	2	35	40,32	0,672	0,0112
61.	Atıl İplik	Atıl ipliği sol ele yerleştirme		PA2	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
62.	Atıl İplik	Atıl iplikleri toplamak için yürüme		KA	4,8	2	25	8,64	0,144	0,0024
63.		Atıl ipliği çöpe atmak için dönme		KA	1	2	25	1,8	0,03	0,0005
64.	Atıl İplik	Atıl ipliği çöpe atmak için yürüme		KA	4,8	2	25	8,64	0,144	0,0024
65.	Atıl İplik	Atıl ipliği çöpe yerleştirme		PA2	1	2	20	1,44	0,024	0,0004
66.		Bobin kovasma doğru eğilme		KB	4	2	60	17,28	0,288	0,0048
67.		Boş bobinleri toplamak için yürüme		KA	12	2	25	21,6	0,36	0,006
68.	Bobin	Boş bobinleri toplama		AA2	4	2	35	10,08	0,168	0,0028
69.		Gri palete doğru dönme		KA	4	2	25	7,2	0,12	0,002
70.	Bobin	Gri palete doğru yürüme		KA	7,2	2	25	12,96	0,216	0,0036
71.		Boş bobinleri gri palete eğilme		KB	4	2	60	17,28	0,288	0,0048
72.	Bobin	Boş bobinleri gri palete bırakma		PA2	4	2	20	5,76	0,096	0,0016
73.		m/c'ye doğru dönme		KA	4	2	25	7,2	0,12	0,002
74.		m/c'ye doğru yürüme		KA	7,2	2	25	12,96	0,216	0,0036
		Genel Toplam					2015	5973	99,555	1,65925

Çizelge 3.4'te İstasyon 02'ye ait MTM-UAS ölçüm değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.4. İstasyon 02 için MTM-UAS ölçüm değerleri

#	Nesne	İş	Yardımcı Malzeme	Kod	A	S	TMU	sn	dak	sa
1.		Masaya doğru yürüme		KA	1,8	1	25	1,62	0,027	0,00045
2.		Eldivenleri giyme	Eldiven	HA2	1	1	45	1,62	0,027	0,00045
3.		m/c'ye doğru yürüme		KA	1,8	1	25	1,62	0,027	0,00045
4.		Kapı kolunu açmak için çevirme		ZA2	1	1	30	1,08	0,018	0,0003
5.		Kapıyı açma		ZA2	1	1	30	1,08	0,018	0,0003
6.		Ana Şaltere yürüme		KA	1,2	1	25	1,08	0,018	0,0003
7.		Ana Şalterin O'da 1 konumuna getirilmesi		BA3	1	1	40	1,44	0,024	0,0004
8.		Sol el ile set düğmesine basma		BA2	1	1	25	0,9	0,015	0,00025
9.		Sağ el ile ayar düğmesine basma		BA1	1	1	10	0,36	0,006	0,0001
10.		İstenilen değere gelene kadar bekleme			1	1		17	0,283	0,00472
11.		İstenilen ayara gelindiğini göz ile kontrol etme veya okuma		VA	1	1	15	0,54	0,009	0,00015
12.	Dolu Demir Masura Arabası	Dolu demir arabasını almak için mevcut yere doğru yürüme		KA	3	1	25	2,7	0,045	0,00075
13.	Dolu Demir Masura Arabası	Operatörün dolu demir masura arabası yanında dönmesi		KA	1	1	25	0,9	0,015	0,00025
14.	Dolu Demir Masura Arabası	Operatörün dolu demir arabasını mevcut yerinde hareket ettirme		ZB2	2	1	30	2,16	0,036	0,0006
15.	Dolu Demir Masura Arabası	Dolu demir arabasını m/c ye götürme		AL2	1	1	105	3,78	0,063	0,00105
16.	Dolu Demir Masura Arabası	Doğru demir arabası ile m/c'ye doğru yürüme		KA	4,8	1	25	4,32	0,072	0,0012
17.	Dolu Demir Masura Arabası	Dolu demir arabasını m/c ye yerleştirme		PB2	1	1	30	1,08	0,018	0,0003
18.		Geriye doğru yürüme		KA	0,6	1	25	0,54	0,009	0,00015
19.		Kapıyı kapatma		ZA2	1	1	30	1,08	0,018	0,0003
20.		Kapı kolunu kapatmak için çevirme		ZA2	1	1	30	1,08	0,018	0,0003
21.		m/c Çalıştırmak için yeşil düğmeye basma		BA2	1	1	25	0,9	0,015	0,00025
22.		Proses Zamanı			55	1		3600	60	1,000
23.		Masaya doğru yürüme		KA	1,8	1	25	1,62	0,027	0,00045
24.		Eldivenleri çıkartma		HA2	1	1	0	0	0	0
25.		Masaya doğru yürüme		KA	1,8	1	25	1,62	0,027	0,00045
26.		Eldivenleri giyme	Eldiven	HA2	1	1	45	1,62	0,027	0,00045
27.		m/c ye doğru yürüme		KA	1,8	1	25	1,62	0,027	0,00045
28.		m/c kapama		BA2	1	1	25	0,9	0,015	0,00025
29.		Kapı kolunu açmak için çevirme		ZA2	1	1	30	1,08	0,018	0,0003
30.		Kapıyı açma		ZA2	1	1	30	1,08	0,018	0,0003
31.	Demir Masura Arabası	Demir masura arabasına düzeltmek için çevirme		ZA3	1	1	20	0,72	0,012	0,0002
32.	Demir Masura Arabası	Arabayı fikseden alma		AL2	1	1	105	3,78	0,063	0,00105
33.	Demir Masura Arabası	Demir masura arabası ile birlikte yürüme		KA	1	1	25	0,9	0,015	0,00025
34.		Fikse kapısını kapatmak için yürüme		KA	1	1	25	0,9	0,015	0,00025
35.		Kapıyı kapatma		ZA2	1	1	30	1,08	0,018	0,0003
36.		Kapı kolunu kapatmak için çevirme		ZA2	1	1	30	1,08	0,018	0,0003
37.		Turuncu düğmeye basma		BA2	1	1	25	0,9	0,015	0,00025
38.	Yağlama demir arabası	Demir masuraları fikse arabasından alma için eğilme		KB	55	1	60	119	1,98	0,033
39.	Demir Masursa	Demir masuraları fikse arabasından alma		AH3	55	1	55	109	1,815	0,03025
40.	Demir Masursa	Göz ile kontrol etme		VA	55	1	15	29,7	0,495	0,00825
41.	Demir Masursa	Yağlama demir arabasına demir masurayı yerleştirmek için eğilme		KB	55	1	60	119	1,98	0,033
42.	Demir Masursa	Yağlama demir arabasına demir masurayı yerleştirme		PA3	55	1	25	49,5	0,825	0,01375
43.	Demir Masursa Arabası	Arabayı yerinde bir tur döndürme		ZA3	1	1	20	0,72	0,012	0,0002
44.	Demir Masursa Arabası	Boş demir arabasını alma		AL2	1	1	105	3,78	0,063	0,00105
45.	Demir Masursa Arabası	Mevcut yerine yerleştirmek için yürüme		KA	1,8	1	25	1,62	0,027	0,00045
46.		m/c ye geri dönmek için yürüme		KA	1,8	1	25	1,62	0,027	0,00045
47.	Yağlama demir arabası	Yağlama demir arabasını yağlama m/c sine götürme		AL2	1	1	105	3,78	0,063	0,00105
48.	Yağlama demir arabası	Yağlama demir arabasını yağlama m/c sine götürmek için yürüme		KA	36	1	25	32,4	0,54	0,009
49.		Yağlama demir arabasını yağlama bölgesine bırakma		PA2	1	1	20	0,72	0,012	0,0002
50.		m/c'ye geri dönmek için yürüme		KA	6	1	25	5,4	0,09	0,0015
51.		Masaya doğru yürüme		KA	1,8	1	25	1,62	0,027	0,00045
52.		Eldivenleri çıkartma		HA2	1	1	0	0	0	0
		Genel Toplam					1675	4143	69,05	1,15087

Çizelge 3.5'te İstasyon 03'e ait MTM-UAS ölçüm değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.5. İstasyon 03 için MTM-UAS ölçüm değerleri

#	Nesne	İş	Yardımcı Malzeme	Kod	A	S	TMU	sn	dak	sa
1.	Boş bobin	Boş bobin almak için dönme		KA	24	1	25	21,6	0,36	0,006
2.	Boş bobin	Boş bobin almak için gri palete doğru yürütme		KA	54,6	1	25	49,14	0,819	0,01365
3.	Boş bobin	Gri palete doğru eğilme		KB	24	1	60	51,84	0,864	0,0144
4.	Boş bobin	Boş bobini alma		AA2	24	1	35	30,24	0,504	0,0084
5.	Boş bobin	m/c'ye doğru dönme		KA	24	1	25	21,6	0,36	0,006
6.	Boş bobin	Boş bobin ile m/c ye doğru yürütme		KA	54,6	1	25	49,14	0,819	0,01365
7.	Boş bobin	Boş bobini m/c üzerine yerleştirme			24	1	0	0	0	0
8.		Makası iş önlüğünün cebinden sağ eline alma	Makas	HA2	1	2	45	3,24	0,054	0,0009
9.		Yağlama demir arabasına doğru dönme		KA	24	1	25	21,6	0,36	0,006
10.		Yağlama demir arabasına doğru yürütme		KA	27,6	1	25	24,84	0,414	0,0069
11.		Yağlama demir arabasına doğru eğilme		KB	24	1	60	51,84	0,864	0,0144
12.	Bağ İplik	Bağ ipliği alma		AA2	24	1	35	30,24	0,504	0,0084
13.	Bağ İplik	Bağ ipliği makas ile kesme		PA2	24	1	20	17,28	0,288	0,0048
14.	Bağ İplik	Bağ ipliği yerleştirme		PB2	24	1	30	25,92	0,432	0,0072
15.	İplik	Sol elle ipliğin ucunu alma		AA2	24	1	35	30,24	0,504	0,0084
16.	Dolu demir masura	Dolu demir masurayı sağ ele alma		AH2	24	1	45	38,88	0,648	0,0108
17.	Dolu demir masura	m/c'ye doğru dönme		KA	24	1	25	21,6	0,36	0,006
18.	Dolu demir masura	m/c ye doğru yürütme		KA	27,6	1	25	24,84	0,414	0,0069
19.	Dolu demir masura	Bobin sehпасına doğru eğilme		KB	24	1	60	51,84	0,864	0,0144
20.	Dolu demir masura	Dolu demir masurasını sehpaye yerleştirme		PB2	24	1	30	25,92	0,432	0,0072
21.	Dolu demir masura	İpliği sol elden sağ ele teslim etme		PA2	24	1	20	17,28	0,288	0,0048
22.	İplik	İpliği sağ el ile balon kırıcı geçirme		PB2	24	1	30	25,92	0,432	0,0072
23.	İplik	İpliği sağ el ile bıçak aralığından geçirme		PB2	24	1	30	25,92	0,432	0,0072
24.	İplik	İpliği sağ el ile tansiyondan geçirme		PB2	24	1	30	25,92	0,432	0,0072
25.	İplik	İpliği sağ el ile roleden geçirme		PB2	24	1	30	25,92	0,432	0,0072
26.	İplik	İpliği sağ el ile spinderdan geçirme		PB2	24	1	30	25,92	0,432	0,0072
27.	İplik	İpliği sağ el ile boş bobine yerleştirme		PA2	24	1	20	17,28	0,288	0,0048
28.	İplik	İpliği boş bobin çevresinde döndürme		ZB2	24	2	30	51,84	0,864	0,0144
29.	İplik	m/c gözü çalıştırmak için yeşil düğmeye basma		BA2	24	1	25	21,6	0,36	0,006
30.		Proses Zamanı			24	1		1680	28	0,467
31.	Dolu bobin	Spinder kolunu yukarı kaldırma		ZA2	24	1	15	12,96	0,216	0,0036
32.	Dolu bobin	İpliğin ucunu sağ el ile alma		AA2	24	1	35	30,24	0,504	0,0084
33.	Dolu bobin	İpliği sol ele yerleştirme		PA2	24	1	20	17,28	0,288	0,0048
34.	Dolu bobin	İpliği ucunu bağlama		ZD	24	1	20	17,28	0,288	0,0048
35.	Dolu bobin	Bobini çıkarmak için kolu aşağı yönde hareket ettirme		ZA2	24	1	15	12,96	0,216	0,0036
36.	Dolu bobin	Sağ el ile iterek dolu bobini sol yönde hareket ettirme		ZC2	24	1	45	38,88	0,648	0,0108
37.	Dolu bobin	Sol elle dolu bobini alma		AA2	24	1	35	30,24	0,504	0,0084
38.	Dolu bobin	Dolu bobini m/c üzerine yerleştirme			24	1	0	0	0	0
39.	Boş bobin	Boş bobini sol el ile alma		AA2	24	1	35	30,24	0,504	0,0084
40.	Boş bobin	Boş bobini spinder a yerleştirme			24	1	0	0	0	0
41.		Kolu yukarı doğru hareket ettirme		ZA2	24	1	15	12,96	0,216	0,0036
42.		Spinder kolunu aşağı yönde hareket ettirme		ZA2	24	1	15	12,96	0,216	0,0036
43.		Bobin sehпасına doğru eğilme		KB	24	1	60	51,84	0,864	0,0144
44.	Boş demir masura	Boş demir masurasını sehpadan alma		AH2	24	1	45	38,88	0,648	0,0108
45.	Boş demir masura	Yağlama demir arabasına doğru dönme		KA	24	1	25	21,6	0,36	0,006
46.	Boş demir masura	Yağlama demir arabasına doğru yürütme		KA	27,6	1	25	24,84	0,414	0,0069
47.	Boş demir masura	Yağlama demir arabasına doğru eğilme		KB	24	1	60	51,84	0,864	0,0144
48.	Boş demir masura	Boş demir masurayı yağlama demir arabasına yerleştirme		PB2	24	1	30	25,92	0,432	0,0072
49.		m/c'ye doğru dönme		KA	24	1	25	21,6	0,36	0,006
50.		m/c ye doğru yürütme		KA	27,6	1	25	24,84	0,414	0,0069
51.		m/c üzerinde dolu bobini alma		AA2	24	1	35	30,24	0,504	0,0084
52.		Gri palete doğru dönme		KA	24	1	25	21,6	0,36	0,006
53.		Yağlama demir arabasına doğru yürütme		KA	34,2	1	25	30,78	0,513	0,00855
54.		Gri palete doğru eğilme		KB	24	1	60	51,84	0,864	0,0144
55.		Dolu bobini gri palete yerleştirme		PA2	24	1	20	17,28	0,288	0,0048
56.		m/c'ye doğru dönme		KA	24	1	25	21,6	0,36	0,006
57.		m/c ye doğru yürütme		KA	34,2	1	25	30,78	0,513	0,00855
		Genel Toplam					1660	3190,92	53,182	0,88636667

Çizelge 3.6'da İstasyon 04'e ait MTM-UAS ölçüm değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.6. İstasyon 04 için MTM-UAS ölçüm değerleri

#	Nesne	İş	Yardımcı Malzeme	Kod	A	S	TMU	sn	dak	sa	
1.		Ayar yapmak için anahtarı iş önlüğünün cebinden sağ eline alma		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
2.		Anahtarı üst yuvaya yerleştirme ve sola çevirme		ZC1	16	1	30	17,28	0,288	0,0048	
3.		Ayar yapmak için sağ elle kapağı tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
4.		Kapağı sağ elle yukarı kaldır		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024	
5.		Ayar yapmak için sol elle düğmeye bas		BA2	16	1	25	14,4	0,24	0,004	
6.		m/c ayarlarını yapmak için sol elle düğmeye bas		BA2	16	1	25	14,4	0,24	0,004	
7.		Kapağı kapatmak için sağ elle tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
8.		Kapağı yukarı sağ elle kapat		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024	
9.		Anahtarı üst yuvadan al		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
10.		Anahtarı alt yuvaya yerleştirme ve sağa çevirme		ZC1	16	1	30	17,28	0,288	0,0048	
11.		m/c'yi boşa çalıştırma (Proses Time)			1	0,1		66	1,1	0,018	
12.		Anahtarı iş önlüğünün cebine yerleştirme		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
13.		Gri palete doğru dönme		KA	16	1	25	14,4	0,24	0,004	
14.		Gri palete doğru yürüme		KA	29	1	25	25,92	0,432	0,0072	
15.		Makas iş önlüğünün cebinden sağ eline alma	Makas	HA2	16	1	45	25,92	0,432	0,0072	
16.		Gri palete eğilme		KB	16	1	60	34,56	0,576	0,0096	
17.		Sağ el ile bobini alma		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
18.		Bobini sol ele yerleştirme		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016	
19.		Makas ile ipliği kesme	Makas	HA2	16	1	0	0	0	0	
20.		Kesilen ipliği sol elle alma		AA1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
21.		Sol elle kesilen ipliği bırakma		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
22.		Bobini sağ ele yerleştirme		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
23.		Makası cebine yerleştirme	Makas	HA2	16	1	0	0	0	0	
24.		m/c ye doğru dönme		KA	16	1	25	14,4	0,24	0,004	
25.		m/c ye doğru yürüme		KA	29	1	25	26,1	0,435	0,00725	
26.		Bobin sehmasına doğru eğilme		KB	16	1	60	34,56	0,576	0,0096	
27.		İpliğin ucunu sol ele alma		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
28.		Bobini sehpayı yerleştirme		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
29.		İpliğin ucunu sağ ele yerleştir		AA1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
30.		İpliği balon kırıcıdan sağ elle geçir		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016	
31.		İpliğin ucunu sol ele yerleştir		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016	
32.		İpliği geçiş porseleninden sağ elle geçir		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
33.		İpliğin ucunu sol ele yerleştir		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016	
34.		İpliği bıçak aralığından geçir		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
35.		İpliği taraktan geçir		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
36.		İpliği porselenden geçir		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
37.		Sol el ile kapak kolunu tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
38.		Kapağı açmak için hareket ettir		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024	
39.		İpliği fotoselden geçir		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
40.		İpliği alt silindirden geçir		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
41.		İpliği sol ele teslim et		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
42.		Sağ el ile m/c göz kolunu tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
43.		Sağ el ile m/c göz kolunu yukarı doğru hareket ettir		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024	
44.		m/c göz kolunu sağa doğru hareket ettir		ZA1	16	1	5	2,88	0,048	0,0008	
45.		İpliği sağ ele teslim et		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016	
46.		İpliği üst silinden geçirerek sol ele teslim et		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
47.		İpliği sağ el ile tut		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
48.		Her iki el ile ipliği balabandan geçir ve sağ eldeki ipliği bırak		PB2	16	1	30	17,28	0,288	0,0048	
49.		Sağ el ile makinenin üzerinden boş koniği al		AA3	16	1	50	28,8	0,48	0,008	
50.		Sol el ile ipliği boş koniğe yerleştir		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016	
51.		İpliği boş koniğin çevresinde döndür		ZB1	16	3	10	17,28	0,288	0,0048	
52.		İplik sarılı koniği yuvaya yerleştir		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
53.		Sağ el ile m/c göz kolunu tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
54.		m/c göz kolunu sola doğru hareket ettir		ZA1	16	1	5	2,88	0,048	0,0008	
55.		Sağ el ile m/c göz kolunu aşağı doğru hareket ettir		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024	
56.		Sol el ile kapak kolunu tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
57.		Kapağı kapatmak için hareket ettir		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024	
58.		Yeşil düğmeye m/c yi gözünü çalıştırmak için bas		BA2	16	1	25	14,4	0,24	0,004	
59.		Proses Zamanı			24	1		1320	22	0,367	
60.		Sağ el ile m/c göz kolunu tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
61.		Sağ el ile m/c göz kolunu yukarı doğru hareket ettir		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024	
62.		m/c göz kolunu sağa doğru hareket ettir		ZA1	16	1	5	2,88	0,048	0,0008	
63.		Sol el ile dolu koniği al		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
64.		Sağ el ile ipliğin ucunu al		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
65.		İpliği elinde dola		ZB1	16	3	10	17,28	0,288	0,0048	
66.		İpliği dolu konik üzerine yerleştir		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016	
67.		İpliği bıçağa yerleştir		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
68.		Konik sepetine doğru dön		KA	16	1	25	14,4	0,24	0,004	
69.		Dolu konik sepetine doğru yürü		KA	30	1	25	27	0,45	0,0075	
70.		Dolu koniği sepete yerleştir		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
71.		m/c ye doğru yürüme		KA	30	1	25	27	0,45	0,0075	
72.		Bobin sehmasına doğru eğilme		KB	16	1	60	34,56	0,576	0,0096	
73.		Boş bobinleri alma		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056	
74.		Boş bobin arabasına doğru dönme		KA	3	1	25	2,7	0,045	0,00075	
75.		Boş bobinleri toplamak için yürüme		KA	13	1	25	11,34	0,189	0,00315	
76.		Boş bobin arabasına eğilme		KB	3	1	60	6,48	0,108	0,0018	
77.		Boş bobinleri arabaya yerleştirme		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032	
78.		m/c'ye doğru dönme		KA	3	1	25	2,7	0,045	0,00075	
79.		m/c'ye doğru yürüme		KA	8,4	1	25	7,56	0,126	0,0021	
		Genel Toplam						1855	2464,56	41,076	0,6846

Tanımlanmış iş elemanların ve hareketlerin süresi, İstasyon 01'den İstasyon 4'e MTM-UAS metodu ile hesaplanmış ve Çizelge 3.7'de sonuçlar gösterilmiştir. Toplam süre 159 165 TMU olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3.7. İstasyon hareket süreleri

	TMU	TMU (dak)
İstasyon 01	90 008	54,005
İstasyon 02	14 615	8,769
İstasyon 03	41 970	25,182
İstasyon 04	29 960	17,976
Toplam Süre	176 553	105,932

3.3. Problem ve Değer Akış Haritalama Metodu ile Çözümü

Bu çalışma kapsamında, üretim süresini azaltmak ve gereksiz insan hareketlerinden kaçınmak için iki çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda bu tez çalışmasında kullanılan ilk çalışma DAH tekniğidir. Firmada tespit edilen problemlerden bazıları aşağıda gibidir:

- Müşterinin talebini karşılamak için gereken ekstra zaman ihtiyacı,
- Ek işçi ihtiyacı,
- İlave alana duyulan ihtiyaç,
- Boşta kalma süresinin uzaması,
- Düzensiz malzeme akışı
- Yetersiz işçi, teçhizat ve zaman kullanımı.

Tespit edilen problemleri çözmek için değer akış haritalama metodu kullanılarak kaizen yalın aracı kullanılmıştır ve aşağıda verilmiştir. Bu kaizen faaliyetlerini belirlemek için gelecek durum haritası çizilmiştir ve bu harita EK 3'te gösterilmiştir.

- (1) Yarı mamul halindeki iplik istasyon 01'e gelir ve çekme işlemine tabi tutulur. Çekme işlemi ile iplik iki silindir arasından geçirilerek demir masuraya sarılır.

İki silindir arasından geçen iplik hız farkından dolayı ipliğin incelmesini sağlar ve ipliği oryante eder. İstasyon 01'de işlemi tamamlandıktan sonra iplik fikse işlemi için bekler. Fikse işlemi parti halinde olduğundan dolayı İstasyon 01'den çıkan iplikler beklemektedir. Bu durum teslim süresinin uzamasına sebep olur. Fikse işlemi için İstasyon 02'ye gelen iplikler parti haline üretime tabi tutulur. Burada yaşanan en büyük problem müşteri taleplerinin çoğunlukla küçük olması ve teslim sürelerinin kısa olması sebebiyle fikse işleminin tam kapasite dolmadan çalışmak durumunda kalmasıdır. Çoğunlukla yarım kapasite çalıştırılmaktadır. Bu durum enerji tüketimini gereksiz yere artırmaktadır. İşlem süresinin de uzun olması müşteri talebine geç cevap verilmesine sebep olmaktadır. Hem teslim süresinin kısaltılması hem de enerji tüketiminden tasarruf etmek için yeni bir proses geliştirilmiştir. İstasyon 01'de çekim silindirlerinin üzerine sıcak galet eklenerek ipliğe istenilen sıcaklık verilerek fikseleme işleminin de aynı proses üzerinde yapılması sağlanmıştır. Böylece İstasyon 02 elimine edilerek hem teslim süresi kısaltılmış olur hem de enerji tüketimi ortadan kaldırılmış olur.

- (2) Mevcut yerleşim düzeninde istasyonlar arasında malzemeleri taşımak için yeterli yer mevcut değildir. Malzeme akışı boyunca çok fazla prosesten geçmekte ve malzemeler alt kattan üst kata taşınıp daha sonra depolanmak üzere tekrar alt kata taşınmaktadır. Bu nedenle, mevcut düzen incelenip yeniden tasarlanmıştır. Böylece, malzeme akışı için alan daha etkin hale getirilmiştir.
- (3) İstasyon 03 aşamasına gelen iplik yağlama işleminden geçer. Yağlama işlemi ile ipliğin mukavemeti ve sürtünme dayanımı artırılırken ipliğe yumuşaklık ve elastikiyet kazandırılır. Yağlama işleminden geçen iplik sarım işlemine geçmek üzere bekler. Bu durum bekleme kaybına sebep olur ve malzemenin teslim süresini uzatır. Oluşan bekleme ve süre kaybını önlemek için yeni proses geliştirmeye gidilmiştir ve kaizen yapılmıştır. İstasyon 04'te sarım işlemi ile yağlama işlemi birleştirilmiştir. İstasyon 04 makinesine bir aparat eklenerek ipliğe yağlama fonksiyonu kazandırılmıştır. Böylece İstasyon 03 adımı ortadan kaldırılmış ve tek aşama da iplik yağlama ve sarım işleminden geçirilmiştir. Sarım işlemi için geçen süre değişmeden yağlama ve sarım işlemi birlikte

yapılabilir hale getirilmiştir. Böylece yağlama kaynaklı enerji kaybı ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca çalışandan ve zamandan tasarruf sağlanmıştır.

3.4. Problem ve MTM-UAS Metodu ile Çözümü

Tez çalışması kapsamında, İstasyon 01'den İstasyon 04'e kadar ikinci çalışmada, MTM-UAS tekniği kullanılmıştır. Firmada, gereksiz insan hareketinin fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu problemin oluşma sebepleri aşağıdaki gibidir:

- Uygun yöntem ve aracın olmaması,
- Sabit veriye dayanmayan standart olmayan üretimler,
- Standart olmayan zamanlar

Bu adımda, MTM-UAS metodu kullanılarak iyileştirmeler yapılmış ve yeni yöntemler geliştirilmiştir. Aşağıda bu yöntemler hakkında bilgi verilmektedir.

- (1) Mevcut durum analiz edildiğinde, tanımlanmış çalışma şekli ve zaman arasında farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. MTM-UAS metodu ile mevcut durum analiz edilerek proses adımlarının süreleri belirlenmiştir. Böylece, çalışma şekli ve zaman arasındaki farklılık ortadan kaldırılmıştır. Buna ek olarak, üretimin sürekli kendini güncellenmesi ve kontrol etmesi sağlanmıştır.
- (2) Tanımlanmamış operasyon temel hareketleri gereksiz insan vücut hareketlerine yol açmıştır. Bu kapsamda, video kayıtları alınarak operatörlerin çalışma şekli yazılı olarak analiz edilmiştir. Bu yolla, iş adımları standart hale getirilmiştir.
- (3) Şirkette ipliğin geçtiği birçok istasyon mevcuttur ve bu durum zaman kaybına sebep olmaktadır. Bu kapsamda, DAH araçları kullanılarak istasyon sayısı kısaltılmıştır. Örneğin, İstasyon 01 ve İstasyon 02 bir araya getirilmiş ve böylece süreç bir istasyona düşürülmüştür. Aynı işlem İstasyon 03 ve İstasyon 04 için gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, proses süresi ve gereksiz insan vücut hareketleri azaltılmış ve değer yaratmayan faaliyetler ortadan kaldırılmıştır.

(4) Uzun süre aynı işte çalışıyor olmak zaman içerisinde çalışan açısından işletme körlüğüne sebep olabilmektedir. Bu durum, MTM-UAS metodu kullanılarak önlenmiştir. İş elemanları bölünerek incelendiğinde bazı hareketlerin boşuna olduğunu ortaya çıkmıştır. Kullanılan metot, ayrıca iyileştirmeye açık noktalar için ipuçları vermiştir. Bu adım, iş yeri tekrar organize edildiğinde malzeme akışı tasarımında kullanılmıştır.

Yeni oluşturulan istasyonlara ait iş elemanları Çizelge 3.8’de gösterilmiştir.



Çizelge 3.8. Yeni istasyonların iş elemanları

İstasyon 01- İstasyon 02	İstasyon 03- İstasyon 04	İstasyon 05
1. Ana şalter “0” dan “1” konumuna getirme	1. m/c göz ayarı yapma	1. Ana şalteri “0” dan “1” konumuna getirme
2. Makineyi çalıştırma	2. m/c’yi boşa çalıştırma	2. Makineyi çalıştırma
3. İplik bilgilerini girme	3. Makası cebinden alma	3. Konikleri konveyöre dizme
4. Gri paletten dolu bobini alma	4. Gri paletten yağlı bobini alma	4. Konikleri teker teker püskürtme işleminden geçirme
5. Bobini kovaya yerleştirme	5. İpliği makas ile kesme	5. Konikleri otomatik olarak jelatinleme
6. İpliği sırasıyla balon kırıcıdan, birinci tansiyon cihazından geçirme	6. Yağlı bobini sehpaye yerleştirme	6. Konikleri fırından otomatik olarak geçirme
7. İpliği çekim galetlerine dolama. İpliğin cinsine göre çekim sayına karar verilir	7. İpliği sırasıyla balon kırıcıdan, tansiyon cihazından ve iğden geçirme	7. Her koliye 6 konik yerleştirme ve kutulama
8. İpliği ikinci tansiyon cihazından geçirme	8. İpliği yağlama mekanizmasından geçirme	8. Kutuların üzerine konik bilgilerini gösteren etiketleri yapıştırma, ipliğin numarası, müşteri adı, miktar gibi vb.
9. İpliği sıcak galetten geçirme. İpliğin numarasına ve rengine göre dolama sayına karar verilir	9. m/c üzerinden yeni koniği alma	9. Kutuları sevkiyat arabalarına yerleştirme
10. Boş Demir masurayı makine üzerine yerleştirme ve ipliği dolama	10. İpliği koniğe dolama	
11. Çalıştırmak için yeşil düğmeye basma	11. Koniği yuvaya yerleştirme	
12. Proses süresi	12. Başlatmak için yeşile basma	
13. İşlem bittikten sonra makas ile ipliği kesme	13. Proses zamanı	
14. Makine üzerinden demir masurayı alma	14. Dolu koniği alma	
15. Demir masurayı fikse arabasına yerleştirme	15. Dolu koniği sepete yerleştir	
16. Makine üzerindeki atıl iplikleri toplama	16. Boş bobinleri toplama ve gri palete yerleştirme	
17. Boş bobinleri toplama ve gri palete yerleştirme		

Çizelge 3.9’da yeni oluşturulan İstasyon 01-İstasyon 02’ye ait MTM-UAS ölçüm değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.9. İstasyon 01-İstasyon 02 için MTM-UAS ölçüm değerleri

#	Nesne	İş	Yardımcı Malzeme	Kod	A	S	TMU	sn	dak	sa
1.		Ana Şaltere yürüme		KA	7,8	1	25	7,02	0,117	0,00195
2.		Ana Şalterin O'da 1 konumuna getirilmesi		BA3	1	1	40	1,44	0,024	0,0004
3.		m'e çalıştırma düğmesine basılması		BA2	1	1	25	0,9	0,015	0,00025
4.		Set düğmesine basma		BA2	1	1	25	0,9	0,015	0,00025
5.		Ayar düğmesine basma		BA1	1	1	10	0,36	0,006	0,0001
6.		İstenilen değere gelene kadar bekleme			1	1		18	0,3	0,005
7.		İstenilen ayara geldiğini göz ile kontrol etme veya okuma		VA	1	1	15	0,54	0,009	0,00015
8.		Ayar yapmak için yürüme		KA	10,8	2	25	19,44	0,324	0,0054
9.		Set düğmesine basma		BA2	16	2	25	28,8	0,48	0,008
10.		İstenilen değere gelene kadar bekleme			16	2		192	3,2	0,0533
11.		İstenilen ayara geldiğini göz ile kontrol etme veya okuma		VA	16	2	15	17,28	0,288	0,0048
12.		m'e doğru yürüme		KA	3	1	25	2,7	0,045	0,00075
13.		Eldiveni iş önlüğünün cebinden alma	Eldiven	HA2	1	2	45			
14.		Gri palete doğru dönme		KA	16	2	25	28,8	0,48	0,008
15.		Gri palete doğru yürüme		KA	24	2	25	43,2	0,72	0,012
16.		Bobin almak için gri palete doğru eğilme		KB	16	2	60	69,12	1,152	0,0192
17.	Bobin	Sağ el ile bobini alma		AA3	16	2	50	57,6	0,96	0,016
18.	Bobin	Bobini sol ele yerleştirme		PA1	16	2	10	11,52	0,192	0,0032
19.		m'e doğru dönme		KA	16	2	25	28,8	0,48	0,008
20.	İplik	m'e doğru yürüme		KA	24	2	25	43,2	0,72	0,012
21.	İplik	Sağ el ile ipliğin ucunu alma		AB1	16	2	30	34,56	0,576	0,0096
22.	Bobin	Bobini sağ ele yerleştirme		PA1	16	2	0	0	0	0
23.	İplik	İpliğin ucunu sol el ile alma		AA1	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
24.		Bobin kovasına doğru eğilme		KB	16	2	60	69,12	1,152	0,0192
25.	Bobin	Sağ el ile bobini kovaya yerleştirme		PA3	16	2	25	28,8	0,48	0,008
26.	İplik	İpliği parmak uçlarına yerleştirme		PA1	16	2	10	11,52	0,192	0,0032
27.		Bobin kovasına doğru eğilme		KB	16	2	60	69,12	1,152	0,0192
28.	İplik	Sağ el ile ipliği balon kırıncıdan geçirme		PB1	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
29.	İplik	İpliği sol ele teslim etme		PA1	16	2	10	11,52	0,192	0,0032
30.	İplik	İpliği porselenden geçirme		PB1	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
31.	İplik	İpliği puldan geçirme		PB1	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
32.	İplik	İpliği üst çekim galetine yerleştirme		PA2	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
33.	İplik	İpliği alt çekim galetinden geçirerek üst çekim galetine yerleştirme		ZB2	176	2	30	380,16	6,336	0,1056
34.	İplik	İpliği puldan geçirme		PB1	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
35.		İpliği dışlıden geçirme		PB1	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
36.		İpliği galetten geçirme		PA2	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
37.		İpliği sıcak gaeletle beraber dışlıden çevresinde döndürme		ZB2	128	2	30	276,48	4,608	0,0768
38.	İplik	İpliği alt tablaya yerleştirme		PA2	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
39.	İplik	İpliği alt tablada döndürme		ZB2	64	2	30	138,24	2,304	0,0384
40.		Eldivenleri çıkartma		HA2	1	1	0	0	0	0
41.		Boş demir masura için dönme		KA	16	2	25	28,8	0,48	0,008
42.		Boş demir masura almak için yürüme		KA	153,6	1	25	138,24	2,304	0,0384
43.		Demir masura almak için eğilme		KB	16	2	60	69,12	1,152	0,0192
44.	Demir Masura	Demir masura alma		AH2	16	2	45	51,84	0,864	0,0144
45.		m'e doğru dönme		KA	16	2	25	28,8	0,48	0,008
46.		m'e doğru yürüme		KA	153,6	1	25	138,24	2,304	0,0384
47.		m'e kolu ile demir masurayı sabitlemek		ZA3	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
48.	İplik	İpliği sağ el ile almak		AA3	16	2	50	57,6	0,96	0,016
49.	İplik	İpliği sol ele teslim etme ve birlikte taşıma		PA1	16	2	10	11,52	0,192	0,0032
50.	İplik	İpliği vargele taşıma		PB2	16	2	30	34,56	0,576	0,0096
51.		Sol el ile demir masura çalıştırma (yeşil) düğmesine basma		BA2	16	2	25	28,8	0,48	0,008
52.	Demir Masura	Sol el ile demir masurayı döndürme		ZB2	80	2	30	172,8	2,88	0,048
53.		Proses Zamanı			32	1		2400	40	0,667
54.		Makas iş önlüğünün cebinden sağ eline alma	Makas	HA2	1	2	45	3,24	0,054	0,0009
55.		Sağ el ile demir masura durdurma(kırmızı) düğmesine basma		BA2	16	2	25	28,8	0,48	0,008
56.		Demir masuranın durması için bekleme süresi			16	2		576	9,6	0,16
57.	İplik	Sağ el ile ipliğin ucunu alma		AA2	16	2	35	40,32	0,672	0,0112
58.	İplik	Sol ile birlikte ipliği alma		AA2	16	2	35	40,32	0,672	0,0112
59.	İplik	Sol ile ipliği döndürme		ZB1	64	2	10	46,08	0,768	0,0128
60.	İplik	İpliği demir masura üzerine tutturma		ZD	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
61.		m'e kolu yukarı kaldır		ZA3	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
62.	Demir Masura	Dolu demir masurayı sol ele alma		AH2	16	2	45	51,84	0,864	0,0144
63.	İplik	İpliği makas ile kesme		PA2	15	2	20	21,6	0,36	0,006
64.		Fikse arabasına doğru dönme		KA	16	2	25	28,8	0,48	0,008
65.	Demir Masura	Fikse arabasına doğru yürüme		KA	43,2	2	25	77,76	1,296	0,0216
66.	Demir Masura	Demir masurayı yerleştirmek için eğilme		KB	16	2	60	69,12	1,152	0,0192
67.	Demir Masura	Fikse arabasına dolu demir masurayı yerleştirme		PA2	1	1	20	0,72	0,012	0,0002
68.		m'e doğru dönme		KA	16	2	25	28,8	0,48	0,008
69.		m'e doğru yürüme		KA	38,4	1	25	34,56	0,576	0,0096
70.	Atıl İplik	Alt tabladaki atıl ipliği temizlemek için sağ ele alma		AA2	16	2	35	40,32	0,672	0,0112
71.	Atıl İplik	Atıl ipliği sol ele yerleştirme		PA2	16	2	20	23,04	0,384	0,0064
72.	Atıl İplik	Atıl iplikleri toplamak için yürüme		KA	4,8	2	25	8,64	0,144	0,0024
73.		Atıl ipliği çöpe atmak için dönme		KA	1	2	25	1,8	0,03	0,0005
74.	Atıl İplik	Atıl ipliği çöpe atmak için yürüme		KA	4,8	2	25	8,64	0,144	0,0024
75.	Atıl İplik	Atıl ipliği çöpe yerleştirme		PA2	1	2	20	1,44	0,024	0,0004
76.		Bobin kovasına doğru eğilme		KB	4	2	60	17,28	0,288	0,0048
77.		Boş bobinleri toplamak için yürüme		KA	12	2	25	21,6	0,36	0,006
78.	Bobin	Boş bobinleri toplama		AA2	4	2	35	10,08	0,168	0,0028
79.		Gri palete doğru dönme		KA	4	2	25	7,2	0,12	0,002
80.	Bobin	Gri palete doğru yürüme		KA	7,2	2	25	12,96	0,216	0,0036
81.		Boş bobinleri gri palete eğilme		KB	4	2	60	17,28	0,288	0,0048
82.	Bobin	Boş bobinleri gri palete bırakma		PA2	4	2	20	5,76	0,096	0,0016
83.		m'e doğru dönme		KA	4	2	25	7,2	0,12	0,002
84.		m'e doğru yürüme		KA	7,2	2	25	12,96	0,216	0,0036
		Genel Toplam					2215	6272,1	104,535	1,74225

Çizelge 3.10'da yeni oluşturulan İstasyon 03-İstasyon 04'e ait MTM-UAS ölçüm değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.10. İstasyon 03-İstasyon 04 için MTM-UAS ölçüm değerleri

#	Nesne	İş	Yardımcı Malzeme	Kod	A	S	TMU	sn	dak	sa
1.		Ayar yapmak için anahtarı iş önlüğünün cebinden sağ eline alma		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
2.		Anahtarı üst yuvaya yerleştirme ve sola çevirme		ZC1	16	1	30	17,28	0,288	0,0048
3.		Ayar yapmak için sağ elle kapağı tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
4.		Kapağı sağ elle yukarı kaldır		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024
5.		Ayar yapmak için sol elle düğmeye bas		BA2	16	1	25	14,4	0,24	0,004
6.		m/c ayarlarını yapmak için sol elle düğmeye bas		BA2	16	1	25	14,4	0,24	0,004
7.		Kapağı kapatmak için sağ elle tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
8.		Kapağı yukarı sağ elle kapat		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024
9.		Anahtarı üst yuvadan al		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
10.		Anahtarı alt yuvaya yerleştirme ve sağa çevirme		ZC1	16	1	30	17,28	0,288	0,0048
11.		m/c'yi boş çalıştırma (Proses Time)			1	0,1		66	1,1	0,018
12.		Yağ rolesini ayarlamak için eğilme		KB	16	1	60	34,56	0,576	0,0096
13.		Yağ rolesini ayarlama		ZB1	16	9	10	51,84	0,864	0,0144
14.		Gri palete doğru dönme		KA	16	1	25	14,4	0,24	0,004
15.		Gri paletle doğru yürüme		KA	28,8	1	25	25,92	0,432	0,0072
16.		Makası iş önlüğünün cebinden sağ eline alma	Makas	HA2	16	1	45	25,92	0,432	0,0072
17.		Gri paletle eğilme		KB	16	1	60	34,56	0,576	0,0096
18.		Sağ el ile bobini alma		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
19.		Bobini sol ele yerleştirme		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016
20.		Makas ile ipliği kesme	Makas	HA2	16	1	0	0	0	0
21.		Kesilen ipliği sol ele alma		AA1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
22.		Sol elle kesilen ipliği bırakma		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
23.		Bobini sağ ele yerleştirme		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
24.		Makası cebine yerleştirme	Makas	HA2	16	1	0	0	0	0
25.		m/c ye doğru dönme		KA	16	1	25	14,4	0,24	0,004
26.		m/c ye doğru yürüme		KA	29	1	25	26,1	0,435	0,00725
27.		Sol el ile kapak kolunu tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
28.		Kapağı açmak için hareket ettir		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024
29.		Bobin sehпасına doğru eğilme		KB	16	1	60	34,56	0,576	0,0096
30.		İpliğin ucunu sol ele alma		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
31.		Bobini sehпасına yerleştirme		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
32.		İpliğin ucunu sağ ele yerleştir		AA1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
33.		İpliği balon kırıcıdan sağ elle geçir		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016
34.		İpliğin ucunu sol ele yerleştir		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016
35.		İpliği geçiş porseleninden sağ elle geçir		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
36.		İpliğin ucunu sol ele yerleştir		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016
37.		İpliği bıçak aralığından geçir		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
38.		İpliği taraftan geçir		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
39.		Raylı makasın üzerinden tıgı al		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
40.		Tıgı grafa yerleştir		PB2	16	1	30	17,28	0,288	0,0048
41.		İpliği eline al		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
42.		İpliği porseleninden geçir		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
43.		İpliği tıgın ucuna yerleştir		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
44.		Tıgı yukarı çek		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
45.		İpliği sol elle tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
46.		Sağ elle tıgı raylı makasa yerleştir		PB2	16	1	30	17,28	0,288	0,0048
47.		İpliği sağ ele teslim et		PB2	16	1	30	17,28	0,288	0,0048
48.		İpliği fotoselden geçir		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
49.		İpliği alt silindirden geçir		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
50.		İğliği sol ele teslim et		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
51.		Sağ el ile m/c göz kolunu tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
52.		Sağ el ile m/c göz kolunu yukarı doğru hareket ettir		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024
53.		m/c göz kolunu sağa doğru hareket ettir		ZA1	16	1	5	2,88	0,048	0,0008
54.		İğliği sağ ele teslim et		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016
55.		İpliği üst silinden geçirerek sol ele teslim et		PB1	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
56.		İpliği sağ el ile tut		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
57.		Her iki el ile ipliği balabandan geçir ve sağ eldeki ipliği brak		PB2	16	1	30	17,28	0,288	0,0048
58.		Sağ el ile makinin üzerinden boş koniği al		AA3	16	1	50	28,8	0,48	0,008
59.		Sol el ile iğliği boş koniğe yerleştir		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016
60.		İpliği boş koniğin çevresinde döndür		ZB1	16	3	10	17,28	0,288	0,0048
61.		İplik sarılı koniği yuvaya yerleştir		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
62.		Sağ el ile m/c göz kolunu tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
63.		m/c göz kolunu sola doğru hareket ettir		ZA1	16	1	5	2,88	0,048	0,0008
64.		Sağ el ile m/c göz kolunu aşağı doğru hareket ettir		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024
65.		Sol el ile kapak kolunu tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
66.		Kapağı kapatmak için hareket ettir		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024
67.		Yeşil düğmeye m/c yi gözünü çalıştırmak için bas		BA2	16	1	25	14,4	0,24	0,004
68.		Proses Zamani			16	1		1320	22	0,367
69.		Sağ el ile m/c göz kolunu tut		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
70.		Sağ el ile m/c göz kolunu yukarı doğru hareket ettir		ZA2	16	1	15	8,64	0,144	0,0024
71.		m/c göz kolunu sağa doğru hareket ettir		ZA1	16	1	5	2,88	0,048	0,0008
72.		Sol el ile dolu koniği al		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
73.		Sağ el ile ipliğin ucunu al		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
74.		İpliği elinde dola		ZB1	16	3	10	17,28	0,288	0,0048
75.		İpliği dolu konik üzerine yerleştir		PA1	16	1	10	5,76	0,096	0,0016
76.		İpliği bıçakla yerleştir		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
77.		Konik sepetine doğru dön		KA	16	1	25	14,4	0,24	0,004
78.		Dolu konik sepetine doğru yürü		KA	30	1	25	27	0,45	0,0075
79.		Dolu koniği sepete yerleştir		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
80.		m/c ye doğru yürüme		KA	30	1	25	27	0,45	0,0075
81.		Bobin sehпасına doğru eğilme		KB	16	1	60	34,56	0,576	0,0096
82.		Boş bobinleri alma		AA2	16	1	35	20,16	0,336	0,0056
83.		Boş bobin arabasına doğru dönme		KA	3	1	25	2,7	0,045	0,00075
84.		Boş bobinleri toplamak için yürüme		KA	12,6	1	25	11,34	0,189	0,00315
85.		Boş bobin arabasına eğilme		KB	3	1	60	6,48	0,108	0,0018
86.		Boş bobinleri arabaya yerleştirme		PA2	16	1	20	11,52	0,192	0,0032
87.		m/c'ye doğru dönme		KA	3	1	25	2,7	0,045	0,00075
88.		m/c'ye doğru yürüme		KA	8,4	1	25	7,56	0,126	0,0021
		Genel Toplam					2155	2683,44	44,724	0,7454

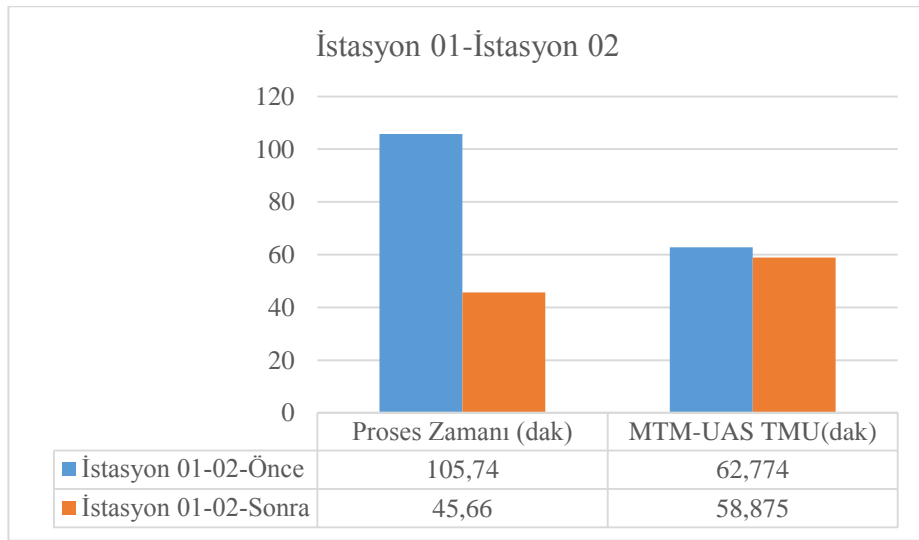
4.BULGULAR VE TARTIŞMA

Önceki bölümde değer akış haritalama metodu kullanılarak yapılan kaizen aktivitelerinden ve MTM-UAS metot çalışmalarından bahsedilmiştir. Bu bölümde ise yapılan çalışmaların sonuçlarından bahsedilecektir.

Uygulanan birinci kaizen, İstasyon 01 ve istasyon 2'nin birlikte kombinasyonudur. Aynı zamanda, İstasyon 01 ve İstasyon 02 için MTM-UAS ölçümü kullanılarak tanımlanmış çalışma şekli ve zaman arasında farklılıklar ortadan kaldırılmıştır. Ölçümler, yeniden tasarlanarak MTM-UAS aracılığıyla tekrarlanmıştır. Yeni prosesin tasarlanmasıyla malzemenin proses süresinde %56 oranında iyileşme görülmektedir. Ayrıca, proses süresi dışında MTM-UAS ölçümüyle %6 oranında başarı elde edilmiştir. İstasyon 01 ve İstasyon 02'nin sonuçları Çizelge 4.1'de ve Şekil 4.1'te gösterilmektedir.

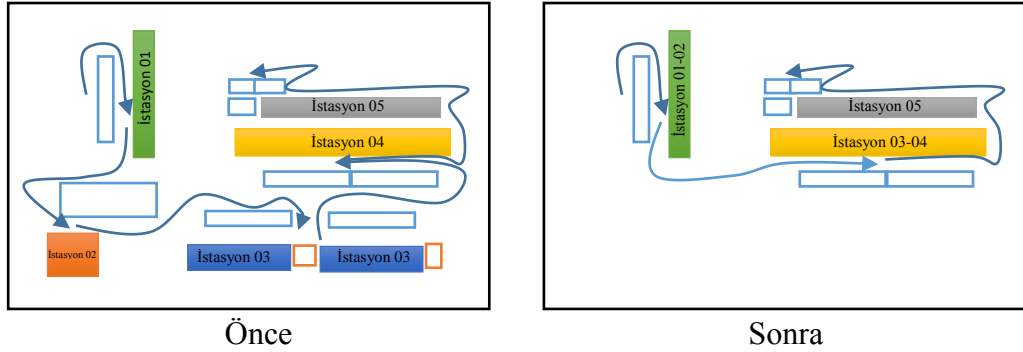
Çizelge 4.1. İstasyon 01 ve İstasyon 02 için önce-sonra iyileştirme ölçüm değerleri

		Kaizen 1 (dak)	MTM-UAS TMU (dak)
Önce	İstasyon 01	45,46	54,005
Önce	İstasyon 02	60,28	8,769
Sonra	İstasyon 01-02	45,66	58,875



Şekil 4.1. İstasyon 01 ve İstasyon 02 için önce-sonra iyileştirme ölçüm değerleri

Yeni tasarım yapılmadan önce, firmada malzemeyi rahat hareket ettirebilmek için yeterli alan mevcut değildi. Yeni tasarım yapıldıktan sonra ise, malzemeyi sürekli hareket ettirebilmek için ekstra alan yaratılmıştır (Şekil4.2).

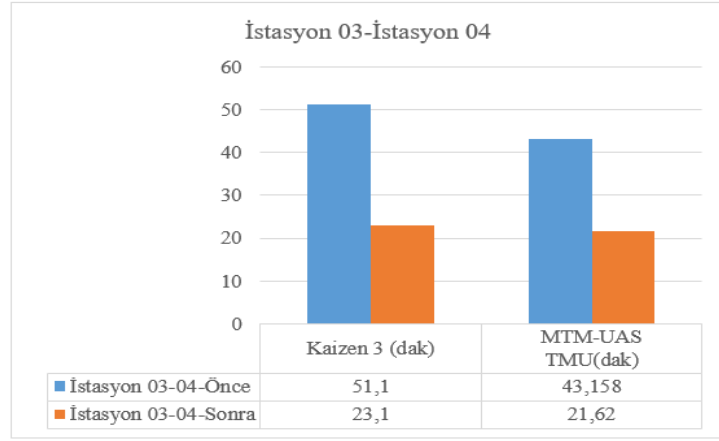


Şekil 4.2. Seçilen ürün ailesi için önce-sonra yerleşim düzeni

Uygulanan üçüncü kaizen, İstasyon 03 ve istasyon 4'ün birlikte kombinasyonudur. Aynı zamanda, İstasyon 03 ve İstasyon 04 için MTM-UAS ölçümü kullanılarak tanımlanmış çalışma şekli ve zaman arasında farklılıklar ortadan kaldırılmıştır. Ölçümler, yeniden tasarlanarak MTM-UAS aracılığıyla tekrarlanmıştır. Yeni prosesin tasarlanmasıyla malzemenin proses süresinde %54 oranında iyileşme görülmektedir. Ayrıca, proses süresi dışında MTM-UAS ölçümüyle %49 oranında başarı elde edilmiştir. İstasyon 03 ve İstasyon 04'ün sonuçları Çizelge 4.2'de ve Şekil 4.3'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.2. İstasyon 03 ve İstasyon 04 için önce-sonra iyileştirme ölçüm değerleri

		Kaizen 3 (dak)	MTM-UAS TMU (dak)
Önce	İstasyon 03	28	25,182
Önce	İstasyon 04	23,1	17,976
Sonra	İstasyon 03-04	23,10	21,62



Şekil 4.3. İstasyon 03 ve İstasyon 04 için önce-sonra iyileştirme ölçüm değerleri

Bunlara ek olarak, hem işçilikten hem de elektrik maliyetinden yaklaşık olarak %14 oranında kazanç elde edilmiştir. Ayrıca bu hatlarda çalışan kişi sayısı on beş kişi iken, yapılan çalışma sonucunda çalışan kişi sayısı üç vardiya için sadece dokuz kişiye düşürülmüştür.

Sonuç olarak bu tez çalışmasında, üretim teslim süresi, değer akış haritalama ve MTM metotlarının birlikte kullanılmasıyla düşürülmüştür. Yapılan kaizen aktiviteleri ile proses sayısı beş adımdan üç adıma indirilmiştir. Yapılan iyileştirme faaliyetleri ile katma değer yaratmayan faaliyetler elimine edilmiştir. Ayrıca, operatörün veya malzemenin beklemesi, gereksiz taşıma ve gereksiz insan hareketi ve ekstra malzeme kullanımı gibi israfların önüne geçilmiştir. Bu çalışmada, tekstil iplik endüstrisinde örneğine az rastlanan bu uygulama ile teslim süresinin kısaltılması sağlanmıştır. Bu sayede, müşteri talebine hızlı cevap verilebilmesi sağlanmıştır. Gerçekleştirilen kaizen aktivitelerine ek olarak, insan beden hareketleri MTM-UAS ölçüm metodu ile analiz edilmiştir. Gereksiz ve ekstra hareketlerin bu metot ile elimine edilmesi sağlanmıştır. Bunlara ek olarak, belirlenen vücut hareketleri standardize edilmiştir. Üretim çeşitliliğinin çok fazla olduğu firmalarda müşteriye hızlı cevap verebilmek için set up sürelerinin iyileştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda darboğaz oluşan noktalarda SMED (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi) metodu uygulanarak set up süresi azaltılır. Ayrıca sürdürülebilir ve kalıcı çözümler için farklı optimal standizasyona ihtiyaç vardır. Bu kapsamda MTM-UAS ve SMED metodunun birlikte entegrasyonu sağlanarak süreçler standardize edilerek MTM-UAS metodu ile kodlanmıştır (Cakmakci ve Karasu 2007).

Yarı otomatlı üretim yapan fabrikalarda teslim süresini azaltmak için yalın üretimin bir çok aracı kullanılır.Amaç değer yaratmayan aktiviteleri tespit ederek bu israfları yalın metotlarla ortadan kaldırmaktır.Bu kapsamda değer akış haritalama, SMED,5S, Poka Yoke ve TPM (Toplam Üretken Bakım), Kanban ve Standart İş gibi bir çok yalın araç kullanılır.Böylece teslim süresinin minimize edilmesi sağlanır.Mevcut proses için stoklar ise itme sisteminden çekme sistemini dönüştürülerek azaltılması sağlanılır (Samad ve ark., 2013).

Proses ve değer akışını iyileştirmek ve yönetmek için tüm akış ve çalışma metotları için Değer Akış tasarımı kullanılır.Aynı zamanda Değer akış haritalama ve MTM metodunun birlikte kullanımı ile stoklar azaltılır, teslim süresi minimize edilir ve aynı zamanda verimlilik artırılır (Guan ve Liao 2014).

Montaj ve üretim-lojistik süreçlerinde verimliliği artırmak ve teslim sürelerini azaltmak için değer akış haritalama ve MTM metotları birlikte kullanılır. Değer akış haritalama ile süreçlerin tekrar dizayn edilerek yeni yerleşim düzenlerinin oluşturulması sağlanır. Ayrıca süreçlerde iyileştirme yapmak için kaizen, çekme sistemi gibi araçlar uygulamaya alınarak akışta süreklilik sağlanmaya çalışılır. Diğer yandan yeniden dizayn edilen prosesler için MTM ile ölçülendirme yapılarak çalışma koşulları standart hale getirilir (Kuhlang ve ark. 2011).

MTM metodu, hareketleri esas aldığından belirlenen çalışma şekli ile zaman arasındaki kopukluk ortadan kalkar ve çalışma yerindeki hareketler incelendiğinde operasyon süresi de kendiliğinden ortaya çıkar. Ayrıca, MTM metodu ile belirlenen görev tanımları israfların belirlenmesinde fayda sağlar. Ancak bunların yok edilerek verimliliğin artırılması için, MTM ile beraber 5S ve Kaizen gibi farklı iyileştirme metotlarının uygulamasına ihtiyaç duyulur (Almeida ve Ferreira 2009). Bu tez çalışmasında ise, MTM-UAS metodu ile dikiş işlem adımlarını standartlaştırmak için iş elemanları farklı şekilde detaylandırılmıştır.

5.SONUÇ

Günümüz üretim sistemlerinde, değer akış haritalama ve MTM-UAS yöntemlerinin uygulamalarını sıklıkla görmek mümkün olsa da, bu çalışmada ilk defa dikiş ipliği üreten bir tekstil firmasında değer akış haritalama ve MTM-UAS yöntemlerinin birada nasıl kullanıldığı anlatılmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında değer akış haritalama aracını kullanarak üretimde teslim süresinin azaltılması amaçlanmıştır. Yapılan uygulama sonucunda üretim teslim süresi %56 oranında kısaltıldı. Aynı zamanda, katma değer yaratan faaliyetlerin süresinde %57 oranında bir iyileşme olduğu gözlemlenmektedir. Kaizen faaliyetleri uygulayarak üretim teslim süresinin kısaltılmasına rağmen, üretim sistemi itme sistemi ile çalışmaya devam etmektedir. Bu nedenle sürekli akış sistemde sağlanamamaktadır. Gelecek çalışmalarda akışı sürekli veya düzenli hale getirebilmek için çekme sistemleri uygulanmalıdır. Ayrıca yapılan iyileştirme sonucunda MTM-UAS ölçümleri yapılmış ve insan vücudu hareketleri standardize edilmiştir. İstasyon 01 hattına fikse yapmak için eklenen aparat ile İstasyon 02 hattı ile ortadan kaldırılmıştır. Yeniden tasarlanan İstasyon 01 için gelecekte MTM metodu kullanılarak ergonomik koşullar daha da iyileştirebilir. Yeni tasarlanan İstasyon 01 için iplik dolu bobinden boş demir kopsa sarılır. Kullanılan demir kops iş güvenliği ve sağlığı açısından özellikle bayan çalışanlar için uzun vadede meslek hastalıklarına sebep olmaktadır. Bu nedenle farklı MTM metotları ile ergonomik yönden incelenerek iyileştirme faaliyetleri geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Aberdeen Group. 2006.** Roadmap to lean success: Measurement and control benchmark study. Industry Survey, Boston, Massachusetts: Aberdeen Group. Retrieved September 20, 2006, from www.aberdeen.com.
- Anonim, 1989.** MTM-UAS. Alman MTM Şirketi Türkiye Şubesi, 1989, İstanbul.
- Anonim, 2009.** Yalın Üretim. Yalın Enstitü Derneği, 2009, İstanbul.
- Anonim, 2017.** MTM Nedir? <http://www.tmtmderneği.org/tr/mtm-hakk-nda> (Erişim Tarihi: 14.04.2017).
- Almeida, D.L.M., Ferreira, J.C.E. 2009.** Analysis of the methods time measurement (MTM) methodology through its application in manufacturing companies. *Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*, FAIM2009, Middlesbrough, UK.
- Arıkan, C. 2013.** Lean manufacturing philosophy and the vision of the turkish shipyards. *M.Sc. Thesis*, Department of Naval Architecture and Marine Engineering, Graduate School of Science Engineering and Technology, Istanbul Technical University, Istanbul.
- Azizi, A., Manoharan, T. 2015.** Designing a future value stream mapping to reduce lead time using SMED-A case study. 2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference, MIMEC2015, 4-6 February 2015, Bali Indonesia.
- Birgün, S., Gülen, K.G., Özkan, K. 2006.** Yalın üretime geçiş sürecinde değer akışı haritalama tekniğinin kullanılması: İmalat sektöründe bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9): 47-59.
- Cakmakci, M., Karasu, M.K. 2007.** Set-up time reduction process and integrated predetermined time system MTM-UAS: A study of application in a large size company of automobile industry. *Int J Adv Manuf Technol*, 33: 334-344.
- Değirmen, H. 1995.** Konfeksiyon sanayinde pantolon üretiminin MTM yöntemi ile optimizasyonu. *Doktora Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Efe, Ö.F. 2011.** Yalın hizmet/değer akışı haritalama: bir acil serviste uygulanabilirliği. *Yüksek Lisans Tezi*, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Guan, Y., Liao, H. 2014.** Further development of value stream mapping to design work systems. Industrial and Systems Engineering Research Conference, 31 Mayıs-3 Haziran 2014, Palais des Congrès de Montréal, Montréal, Canada.
- Hicks, B.J. 2007.** Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27: 233-249.
- Jones, D.T., Womack, J.P. 2001.** Bütünü Görmek. Yalın Enstitü Yayınları, İstanbul, Türkiye, 97 s.
- Ketkamon, K., Teervavaraprug, J. 2009.** Value and non-value added analysis of incoming order process. Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists 2009, Vol II, IMECS 2009, March 18-20, 2009, Hong Kong.
- Kuhlang, P., Edtmayr, T., Sihn, W. 2011.** Methodical approach to increase productivity and reduce lead time in assembly and production-logistic processes. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 4 (2011) 24-32, Vienna University of Technology and Fraunhofer Austria Research GmbH, Theresianumgasse 27, 1040 Vienna, Austria.
- Kuhlang, P., Minichmayr, J., and Sihn, W. 2008.** Hybrid optimisation of added value with value stream mapping and methods time measurement. *Journal of Machine Engineering*, Vol. 8, No. 2, S.28f.

- Marchwinski, C., Shook, J., and Schroeder, A. 2008.** Lean lexicon a graphical glossary for lean thinkers. The Lean Enterprise Institute Cambridge, MA, USA lean.org Fourth Edition.
- Meriç, A. 2011** Yalın üretim ile kurumsal kaynak planlamasının bütünleştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Önder, T.N., Arslan, E., Kayalı S., Keskin, Z., Yiğit, Ö. 2015.** Sağlık kuruluşlarında yalın yönetim anlayışının değerlendirilmesinde bir eğitim araştırma hastanesi örneği. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 2(1):34-39.
- Ricondo, I.I., Serrano, I.L., De Castro, R.V. 2016.** Takt time as a lever to introduce lean production in mixed engineer-to-order/make-to-order machine tool manufacturing companies. *International Journal of Industrial Engineering*, 23 (2), 94-107.
- Rother, M., Harris, R. 2001.** Sürekli Akış Yaratmak. Yalın Enstitü Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- Rother, M., Shook, J. 1999.** Görmeyi öğrenmek. Yalın Enstitü Yayınları, İstanbul, Türkiye, 102 s.
- Samad, M.A., Saiful Alam, M.D., Tusnim, N. 2013.** Value stream mapping to reduce manufacturing lead time in a semi-automated factory. Department of Industrial and Production Engineering, Shahjalal University of Science&Technology, Sylhet, Bangladesh.
- Shah, R., Ward P.T. 2007.** Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25: 785-805.
- Silva, S.K.P.N. 2012.** Applicability of value stream mapping (VSM) in the apparel industry. *International Journal of Lean Thinking* Volume 3, Issue 1.
- Spann, M.S., Adams, M., Rahman, M., Czarnecki, H., Schroer, B.J. 1999.** Transferring lean manufacturing to small manufacturers: The Role of NIST-MEP. University of Alabama in Huntsville.
- Tikici, M., Aksoy, A., Derin, N., 2006.** Toplam kalite yönetiminin radikal unsurlarından birisi olarak yalın yönetim. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, ISSN:1304-0278 C.5 S.15 (20-33).
- Uludağ, S.I. 2005.** Hazır giyim sanayisinde klasik erkek gömleği üretiminin standart sürelerinin MTM yöntemi ile belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Tekstil Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Venkataramana, K., Ramnathb, B.V., Kumarc, V.M., Elanchezhian, C. 2014.** Application of value stream mapping for reduction of cycle time in a machining process. 3rd International Conference on Materials Processing and Characterisation, Vol. 6, ICMPC 2014, March 10-12, 2014, India.
- Womack, J.P., Jones, D.T. 2010.** Yalın düşünce. Optimist Yayın Dağıtım, İstanbul, Türkiye, 462 s.
- Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D. 1990.** Dünyayı Değiştiren Makina. Otomotiv Sanayicileri Derneği, 317 s.
- Yıldız, K. 2014.** An integrated lean energy framework. *Master of Science*, Graduate Program in Industrial Engineering, Boğaziçi University, İstanbul.



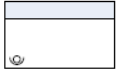
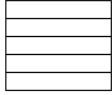



EKLER

- EK 1** Değer Akış Haritalamada Kullanılan Semboller ve Anlamaları
- EK 2** Seçilen Ürün Ailesi için Mevcut Durum Haritası
- EK 3** Seçilen Ürün Ailesi için Gelecek Durum Haritası



EK 1 Değer Akış Haritalamada Kullanılan Semboller ve Anlamları

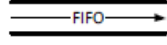
Malzeme Akışı Sembolleri (Rother ve Shook 1999)

	Dış kaynaklar (Müşteri / Tedarikçi)	Müşterileri, tedarikçileri ve dışarıda gerçekleştirilen üretim proseslerini göstermek için kullanılır.
	Üretim kontrol	Üretim kontrol gibi departmanları göstermek için kullanılır.
	Üretim proses	Bir proses kutusu bir akış alanına karşılık gelir. Akıştaki bütün prosesler belirtilmelidir. Sol alt köşedeki işaret ise hatta çalışan operatörü ifade etmektedir.
	Bilgi kutusu	Üretim süreci, departman, müşteri vb. ile ilgili bilgileri kaydetmek için kullanılır.
	Envanter	Mevcut stokları göstermekte kullanılmaktadır. Stok miktar ve zamanı not edilmelidir.
	İtme oku	Bir sonraki prosesin ihtiyacından önce üretilen ve ileriye doğru itilen malzemeyi ifade etmektedir. Genellikle üretim çizelgesine bağlıdır.
	Bitmiş ürünün müşteriye hareketi	Bitmiş ürünün fiziksel hareketini ifade etmektedir.



Taşıma

Hangi sıklıkla sevk işleminin gerçekleştirildiği belirtilmelidir.



İlk Giren-İlk Çıkar
sıralı akış

Prosesler arasında miktarı sınırlayan ve FIFO (First In First Out) akışını sağlayan bir araçtır. En fazla ya da en az miktar kaydedilmelidir



Süpermarket

Daha önceki prosesin üretimini çizelgelemek için kullanılan kontrollü parça stoğudur.



Fiziksel çekme

Malzeme çekişlerini göstermektedir.

Bilgi Akışı Sembolleri (Rother ve Shook 1999)



Manuel bilgi akışı

Üretim çizelgesi veya sevkiyat çizelgesi gibi bilgi akışlarını ifade etmektedir.



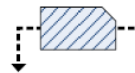
Elektronik bilgi akışı

EDI (Electronic Data Interchange) gibi elektronik bilgi akışlarını ifade etmektedir.



Üretim kanbanı

Üretim kanbanı, prosese hangi parçadan kaç adet üretileceğini söyleyen karttır. Her kasa için bir kanban alınır. Kesikli çizgiler ise kanban akışını göstermektedir



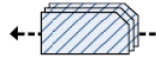
Çekme kanbanı

Çekme kanbanı, malzeme taşıyıcıya parça transfer etmesi emrini veren karttır. Kesikli çizgiler parça transferinin akışını göstermektedir.



Parti üretim kanbanı

Yığın halindeki üretim kanbanı hareketini ifade etmektedir. Kesikli çizgiler ise kanban akışını göstermektedir.



Yığın halinde
kanban hareketi

Yığın halindeki çekme kanbanı hareketini ifade etmektedir. Kesikli çizgiler ise kanban akışını göstermektedir.



İşaret kanbanı

Parti üretiminin gerçekleştiği durumda, bir işaret kanbanı, parti içindeki bir kutuya etiketlenir. Eğer bu kanbanın etiketlendiği konumdan daha düşük seviyede çekme yapılırsa üretim kanbanı, işaret kanbanının uyarısı ile devreye sokulur.



Kanban kutusu

Kanbanların toplandığı ve dağıtım için tutulduğu yerdir.



Yük seviyelendirme

Bir zaman dilimi içinde üretim hacmini ve ürün karmasını seviyelendiren araçtır.



Sıralı çekme topu

Süpermarket kullanmadan alt montaj prosesleri için bir çekme sistemidir. Daha önceden belirlenmiş tip ve miktarda hemen üretim yapılması emrini vermekte kullanılan bir semboldür.



Git-Gör üretim
çizelgeleme

Stok seviyelerini kontrol ederek çizelge düzeltmeyi ifade etmektedir.

Genel Semboller (Rother ve Shook 1999)



Dış kaynaklar
(Müşteri /
Tedarikçi)

Müşterileri, tedarikçileri ve dışarıda gerçekleştirilen üretim proseslerini göstermek için kullanılır.



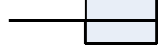
Üretim kontrol

Üretim kontrol gibi departmanları göstermek için kullanılır.



Zaman segmesi

Üretim akış süresini gösterir. Üst segmede değer katmayan faaliyet süreleri, alt segmede değer katan faaliyet süreleri yazılmalıdır.



Toplam zaman segmesi

Toplam üretim akış süresini gösterir. Üst segmede değer katmayan faaliyet süreleri, alt segmede değer katan faaliyet süreleri toplamı yazılmalıdır.

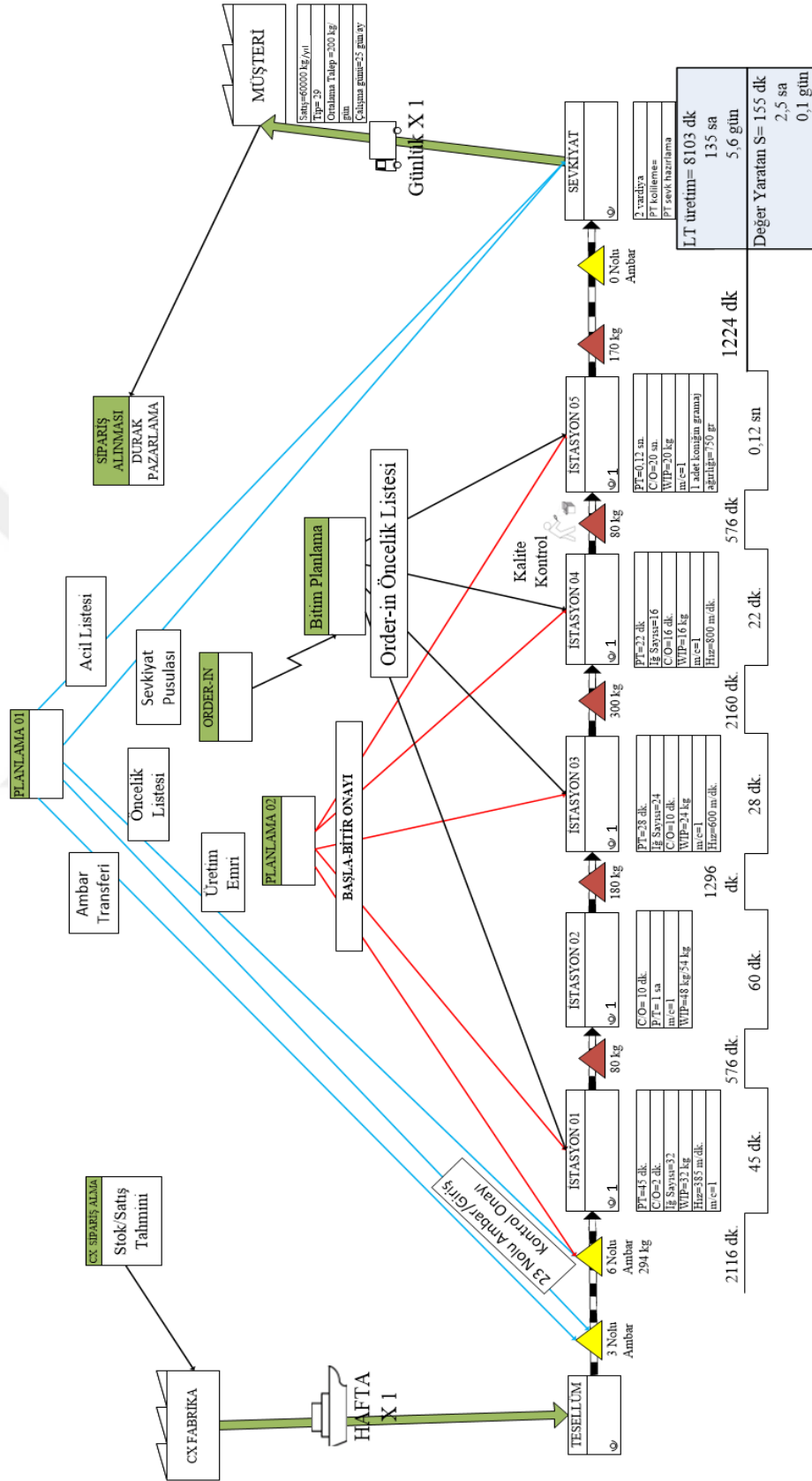


Operatör

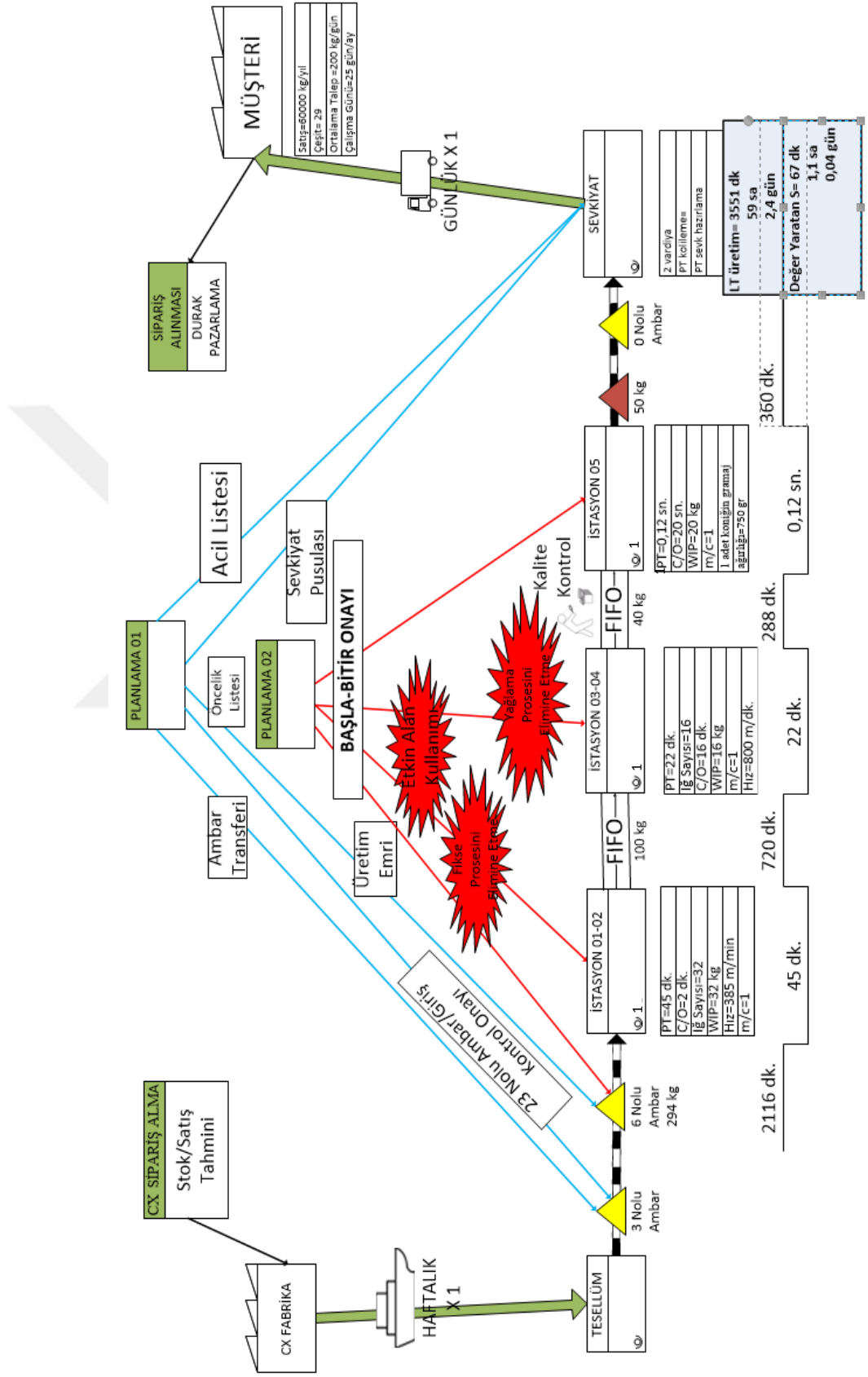
Üstten bakılan bir çalışmanı gösterir.



EK 2 Seçilen Ürün Ailesi için Mevcut Durum Haritası



EK 3 Seçilen Ürün Ailesi için Gelecek Durum Haritası



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Özlem DEMİRCİ
Doğum Yeri ve Tarihi : Ardanuç/26.06.1986
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Bursa Anadolu Kız Lisesi
Lisans : Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği / 2010
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği / 2017

İletişim : ozlemdemirci6@gmail.com