



Metot Zaman Ölçümü (MZÖ) yöntemi ile üretim süresinin iyileştirilmesi: beyaz eşya yan sanayisinde bir uygulama

Murat Çolak¹, Gülşen Aydın Keskin^{2*}, Betim Çelik³, Selen Avcı⁴

15.04.2016 Geliş/Received, 07.06.2016 Kabul/Accepted

doi: 10.16984/saufenbilder.53818

ÖZ

Günümüzün dinamik rekabet koşullarında işletmeler için maliyetlerin azaltılması ve üretim süreçlerinde verimliliğin artırılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu bağlamda üretim sürelerinin önceden belirlenmesi ve mümkünse iyileştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Üretim sürelerinin belirlenmesi için kullanılan yöntemlerden birisi de Metot Zaman Ölçümü (MZÖ) yöntemidir. MZÖ, el ile yapılan bir işi bu işi yapmak için gereken temel vücut hareketleri türünden inceleyerek, hareketler için önceden bir standart süre ortaya koyan iş ölçüm yöntemidir. Bu çalışmada, MZÖ yöntemi ile beyaz eşya yan sanayisinde faaliyet gösteren bir işletme için üretim sürelerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu yöntem yardımıyla en küçük hareketler bile hassas bir şekilde incelendiğinden küçük iyileştirme fırsatları yakalanarak daha verimli çalışan bir üretim hattı elde edilmesi hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda ele alınan ürün için iyileştirme öncesindeki üretim süresi ile iyileştirmeden sonraki üretim süresi karşılaştırılarak günlük üretim miktarında meydana gelen artış ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: iş ölçümü, metot zaman ölçümü (MZÖ), önceden belirlenmiş hareket-zaman sistemleri

Improvement of production time with Method Time Measurement (MTM) method: a case study at white goods sub-industry

ABSTRACT

It has become a necessity to reduce costs and improve efficiency in the production process for enterprises in today's dynamic competitive environment. In this context, pre-determining and improving the production time has great importance. Method Time Measurement (MTM) is a measurement method, which examines a manual work in the context of basic body motions and determines a standard time for these motions. In this study, it is aimed to improve production times for a company which operates in white goods sub-industry with MTM method. Besides, it is aimed to obtain a more efficient production line by handing little improvement opportunities via this method as a result of examining the smallest motions sensitively. At the end of study, the production times which are obtained before improvement and after improvement are compared and the increase in daily production amount is revealed.

Keywords: work measurement, method time measurement (MTM), predetermined motion time systems

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1 Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli – colak.murat@kocaeli.edu.tr

2 Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli – gaydin@kocaeli.edu.tr

3 Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli – celikbetim@gmail.com

4 Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli – selenavciem@gmail.com

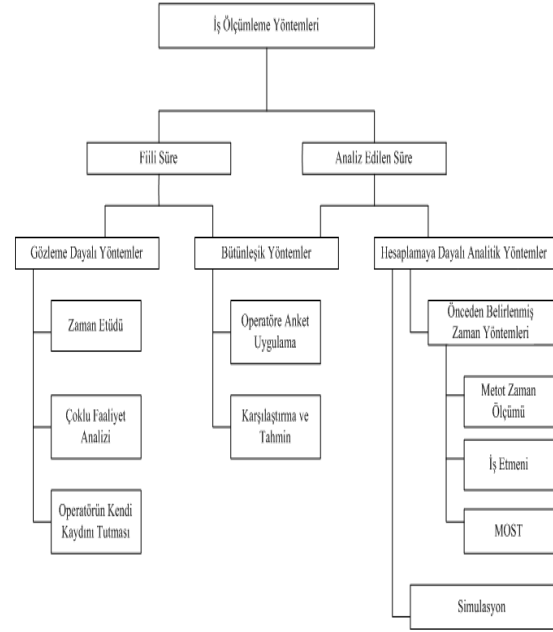
1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Küreselleşen dünyada işletmeler karlıklarını maksimum ve maliyetlerini minimum yapmayı temel hedef olarak belirlemişlerdir. Rekabetin giderek arttığı günümüz şartlarında işletmeler pazardaki paylarını arttırmak için verimli bir üretim sürecine sahip olmak zorundadırlar. Üretim yapan işletmeler için müşteri talebinin karşılanması hususunda titizlikle çalışılması gerekmektedir. Günlük üretim kapasitesinin hesaplanması ve mümkün olduğunca iyileştirilmesi işletmelerin taleplerini en iyi şekilde karşılamasına yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda, üretim sürelerinin tespit edilmesi ve daha optimum hale getirilmesi günlük üretim kapasitesini de arttıracaktır.

Üretim sürelerinin belirlenmesi konusunda iş etüdü yöntemlerinden yararlanmak mümkündür. Metot etüdü ve iş ölçümü olmak üzere 2 ana başlık altında incelenen iş etüdü, işgücü, makine ve hammaddeden mümkün olan en yüksek verimlilik düzeyinde yararlanmak ve çalışan açısından en uygun çalışma şeklini belirlemek amacıyla yeni metotlar geliştirmek ve geliştirilen bu metotların standart zamanlarını hesaplamak olarak tanımlanabilmektedir. Ürün veya hizmet üreten işletmeler için iş etüdü yöntemlerinin kullanılmasının amacı verimliliği arttırmaktır.

İş etüdünün bölümlerinden biri olan metot etüdü, gereksiz olduğu düşünülen iş elemanlarının süreçten çıkarılarak gerekli iş elemanlarının en yüksek verimlilik düzeyinde yapılması için yeni metotların geliştirilmesidir. Metot etüdü ile ilgili ilk çalışmaları Frederick W. Taylor gerçekleştirmiştir. Daha sonra Frank B. Gilbreth ve Lilian Gilbreth metotların nasıl iyileştirileceği ve hareketlerin nasıl daha kolay hale getirilebileceği üzerinde çalışmışlardır.

İş etüdünün bir diğer bölümü olan iş ölçümü ise nitelikli bir çalışanın belirli bir işi belirlenmiş bir performans düzeyinde yapması için gerekli olan sürenin hesaplanması üzerinde durmaktadır. İş ölçümü, bir işi yapmak için gereken zamanı belirlerken kayıp zamanı da ortaya koymak suretiyle zaman kaybını engellemektedir. İş ölçümleme yöntemleri temelde, fiili süre ve analiz edilen süreye bağlı yöntemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu yöntemler Şekil 1'de görüldüğü gibi 3 başlık altında incelenmektedir. Bunlardan birincisi gözleme dayanan yöntemlerken, ikincisi hesaplamaya dayalı analitik yöntemlerdir. Üçüncüsü ise gözlem ve hesaplamayı birlikte içeren bütünleşik yöntemlerdir [1].



Şekil 1. İş ölçümleme yöntemleri (Work measurement methods) [1]

Hesaplamaya dayalı analitik yöntemlerden biri olan önceden belirlenmiş hareket zaman sistemleri, çeşitli işlemlerin standart zamanlarını belirlemek için önceden belirlenmiş standart zaman değerlerini kullanmaktadırlar. Bu sistemlerde yapılacak işler temel vücut hareketleri cinsinden ifade edilmekte ve bu temel vücut hareketleri için önceden belirlenen standart zaman değerleri kullanılarak gerekli zaman hesabı yapılmaktadır. Metot zaman ölçümü (MZÖ), önceden belirlenmiş hareket zaman sistemlerinden biri olarak el ile yapılan bir işi o işin yapılması için gerekli olan temel vücut hareketleri cinsinden analiz ederek standart zaman tayini yapılmasına yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada çeşitli bulaşık makinesi parçaları üreten bir işletmede, MZÖ yöntemi ile bulaşık makinesi deterjan kutusu montajının standart zamanı tespit edilerek, üretim sürelerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bulaşık makinesi kutusunun üretim sürecinde MZÖ yöntemi uygulanmış ve iyileştirme öncesi ve sonrası üretim süreleri karşılaştırılarak günlük üretim sayısında meydana gelen artış belirlenmiştir. MZÖ yöntemi ile çok detaylı analiz yapıldığı için çok küçük iyileştirme fırsatlarının da değerlendirilebildiği görülmüştür. İlave olarak, MZÖ yönteminin çalışma planları oluşturulması üzerindeki olumlu katkısı, hareket elemanlarının kodlanmasındaki evrensel dil kullanımı, tempo takdiri olmaması, iş öğretiminde kolaylık sağlaması ve objektif bir yöntem olması gibi nedenler çalışmada bu yöntemin tercih edilmesi üzerinde etkili olmuştur.

Çalışma 4 bölümden meydana gelmektedir. Birinci bölümde üretim süreçlerinin iyileştirilmesinin öneminden ve çalışmanın amacından bahsedilmiştir. İkinci bölümde MZÖ yöntemi detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Üçüncü bölüm olan uygulama bölümünde beyaz eşya yan sanayisinde MZÖ yöntemi kullanılarak yapılan bir çalışmaya yer verilmiştir. Dördüncü bölümde uygulamanın sonuçlarından bahsedilerek çalışma sonlandırılmıştır.

2. METOT ZAMAN ÖLÇÜMÜ (MZÖ) YÖNTEMİ (METHOD TIME MEASUREMENT (MTM) METHOD)

Önceden belirlenmiş hareket zaman sistemleri çoğu işte yer alan uzanma, hareket etme, çevirme, yerleştirme ve kavrama gibi mikro düzeydeki temel hareketler için standart zaman değerleri belirlenmesini sağlamaktadır. Bu temel hareketler için kullanılan standart zaman değerleri değişik sektörlerde çalışan işçilerin laboratuvar ortamında aynı şartlarda gözlenmeleri ve analiz edilmeleri sonucunda belirlenmiştir. Önceden belirlenmiş hareket zaman sistemlerine dayalı olarak standart zaman hesaplamak için işi temel mikro hareketlerine ayırmak gerekmektedir. Daha sonra hareket ettirilecek nesnenin ağırlığı ve hareket edilecek mesafe gibi koşullar göz önüne alınarak tablolardan uygun hareket zamanı seçilmektedir. Tüm hareket zamanlarının toplanması sonucu standart zaman elde edilmektedir [2].

Önceden belirlenmiş hareket zaman sistemleri iş döngüsünün çok kısa olduğu ve mikro düzeydeki hareketleri içerdiği durumlarda, iş miktarının ölçümünde kullanılmaktadır. Önceden belirlenmiş hareket zaman sistemleri iki yönde uygulanabilmektedir. Bunlar işçilerin hareketlerinin doğrudan gözlemlenmesi ve yeni veya alternatif iş yöntemlerinin oluşturulabilmesi için gerekli hareketlerin tahmini bir şekilde zihinde canlandırılarak rotalanmasıdır [3].

Önceden belirlenmiş hareket zaman sistemleri içerisinde en yaygın olarak bilinen yöntem Metot Zaman Ölçümü (MZÖ) yöntemidir. Önceden belirlenmiş süre değerleri temel hareketlere ilişkin tablolar içerisinde yer almaktadır. Bu tablolar, ulaşma, hareket etme ve dönme gibi temel hareketler için gerekli süreleri hesaplamak amacıyla film analizleri kullanılarak geliştirilmiştir [2].

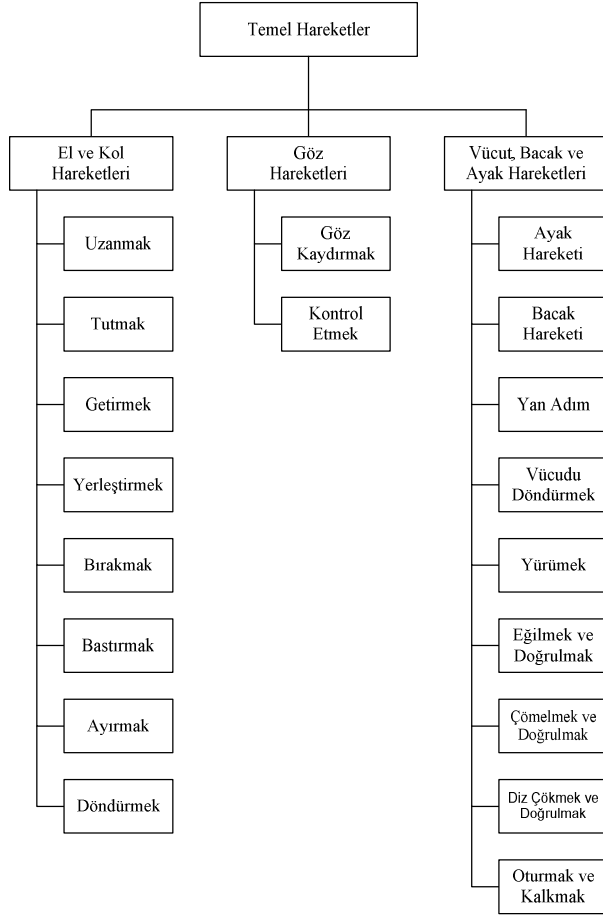
MZÖ yöntemi Maynard vd. (1948) tarafından geliştirilmiştir. Elle yapılan bir işlemi veya hareketi onu gerçekleştirmek için gerekli olan temel hareketler türünden analiz eden ve her temel hareket için o hareketin doğası ve hangi şartlar altında yapıldığına bağlı olarak önceden belirlenmiş bir standart zaman değeri belirleyen bir yöntem olarak tanımlanmıştır. MZÖ yöntemi önceden belirlenmiş hareket zaman sistemlerinin farklı

versiyonlarından oluşmaktadır. Temel MZÖ, önceden belirlenmiş hareket zaman sistemlerinin ilk versiyonu olduğundan MZÖ-1 olarak da bilinmektedir. MZÖ-2, MZÖ-3, MZÖ-UAS, MZÖ-MEK, MZÖ-C gibi başka MZÖ sistemleri de zaman periyodu içerisinde ortaya çıkmıştır. Bu sistemler önceden belirlenmiş hareket zaman sistemlerinin farklı versiyonlarıdır ve özel amaçlar için geliştirilmişlerdir [4-6].

MZÖ ile yapılan çalışmalar incelenmiş ve üretim alanında yapılmış olanlar özetlenmeye çalışılmıştır. Genaidy vd. [7], önceden belirlenmiş hareket zaman sistemleri içerisinde özellikle MZÖ hesaplama sistemi üzerine çalışmışlardır. Laring vd. [5], üretim mühendislerine üretimin ergonomik kalitesi hakkında bir fikir vermek amacıyla modern MZÖ yöntemini ergonomik yönden destekleyen bir sistem geliştirmişlerdir. Fernandez-Sans vd. [8], bir iş için gerekli işlem süresini ölçmek amacıyla MZÖ yöntemi ile görev analizinin endüstriyel çevrede entegrasyonunu önermişlerdir. Gironimo vd. [9], MZÖ-UAS yönteminin ergonomik faktörleri dikkate almamasından kaynaklanan sıkıntıları gidermek için iyileştirme önerileri sunmuşlardır. Bures ve Pivodova [10], MZÖ-1 yöntemini iş ölçüm yöntemlerinden olan REFA ve BasicMOST yöntemleri ile karşılaştırmışlardır.

2.1. MZÖ-1 Yöntemi (MTM-1 Method)

MZÖ yöntemi, endüstriyel işlere ait yüzlerce film kaydı kullanılarak geliştirilmiştir. Kayıtlar 16 fotogram hızında gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle ilk zaman birimi saniyenin 1/16'sı şeklinde saptanmıştır. Bu noktada klasik zaman ölçülerine dönüştürülmesi zor olduğundan MZÖ yönteminde zaman birimi olarak TMU (zaman ölçüm birimi) kullanılmaktadır. 1 TMU = 10^{-5} saat = 0,0006 dakika = 0,036 saniye olarak standartlaştırılmış ve standart zaman hesabında bu değerlerden yararlanılmaktadır [8]. MZÖ-1 olarak da bilinen temel MZÖ yönteminde Şekil 2'de görüldüğü gibi 19 temel hareket tanımlanmaktadır. Bu bakımdan yöntem oldukça detaylı ve zaman alıcıdır [1].



Şekil 2. MZÖ-1 yönteminin temel hareketleri (Basic movements at MTM-1 method) [1]

19 temel MZÖ hareketi içerisinde el ile yapılan 5 temel hareket aşağıda açıklanmıştır [11].

Uzanmak: Boş elin veya parmakların bir hedefe doğru hareketi olarak tanımlanmaktadır. Hareket R (Reach) harfi ile simgelenmektedir. Uzanmak hareketinin süresi hareket uzaklığı, hareketin türü ve hareket akışının tipi olmak üzere 3 faktöre bağlıdır.

Tutmak: Parmakların bir veya birden çok nesneyi kontrol altına almak için kavraması olarak tanımlanmakta ve G (Grasp) harfi ile simgelenmektedir. Tutmak, parmakları kapatarak tutma (G1), yeniden tutma (G2), diğer ele vererek tutma (G3), seçme gerektiren tutma (G4) ve dokunarak tutma (G5) olarak 5 türde gerçekleşmektedir.

Getirmek: Bir veya birden çok nesnenin el yardımı ile bir yere taşınması olarak tanımlanmakta ve M (Move) harfi ile simgelenmektedir. Hareketin süresi hareket uzaklığı, hareket türü, ağırlık payı ve hareket akışının tipi gibi faktörlere bağlıdır.

Yerleştirmek: Bir nesneyi başka bir nesnenin içine koymak veya nesnelere birbirlerine bitişirmek için yapılan temel harektir ve P (Position) harfi ile simgelenmektedir. Hareketin süresi geçme sınıfı (gevşek geçme, kaygan geçme ve sıkı geçme), simetri şartları (tam simetrik, yarı simetrik ve simetrik olmayan) ve uygulama (kolay veya zor) gibi faktörlere bağlıdır.

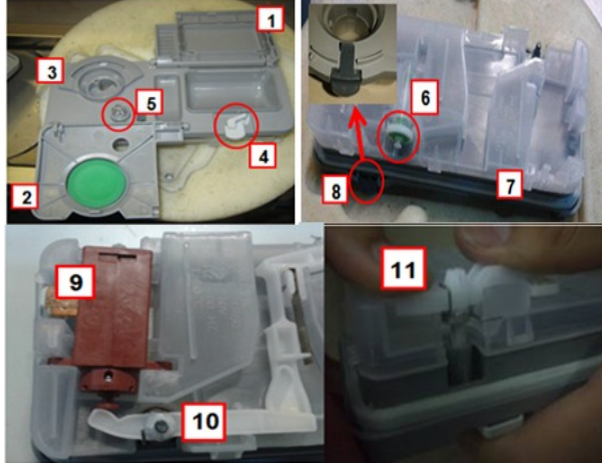
Bırakmak: Parmakların açılması veya teması/dokunmayı kesme yoluyla nesne üzerindeki kontrolün kaldırılması için yapılan temel harektir ve RL (Release) harfi ile simgelenmektedir. Bırakma hareketi yalnızca ellerle ve parmaklarla yapılmakta iken belirli bir nesne ile tutulan cismin bırakılması taşıma hareketidir. Bırakma hareketi elin parmaklarını açarak ve nesneden teması keserek olmak üzere iki türüdür.

3. UYGULAMA (THE CASE STUDY)

Bu çalışma, beyaz eşya yan sanayinde faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilmiştir. Plastik enjeksiyon üretiminde hizmet vermek üzere İstanbul'da kurulan işletme; otomotiv, beyaz eşya, iklimlendirme, küçük aletler ve endüstriyel uygulamalar alanında görsel ve işlevsel parçalar üretmektedir. Farklı bulaşık makinesi parçalarının üretildiği işletmede bulaşık makinesi deterjan kutusu için MZÖ uygulaması yapılarak işin standart zamanı hesaplanmıştır. MZÖ yönteminin rasyonel, düşük maliyetli ve objektif bir yöntem olması [5][8][10] gibi nedenlerden dolayı firmalar tarafından üretimin birçok aşamasında tercih edilmesi dikkate alınarak, çalışmada bu yöntemin kullanılması uygun görülmüştür. İlave olarak, MZÖ yöntemi uygulayıcıya hangi noktalarda iyileştirme yapılabileceğini göstermesinin yanı sıra yapılan işin fiili süresi ve temel hareketlerle işin analizinden sonra elde edilen olması gereken süre arasındaki farkı göz önüne sermektedir. Yukarıda tüm bu belirtilenler araştırmanın katkılarıdır.

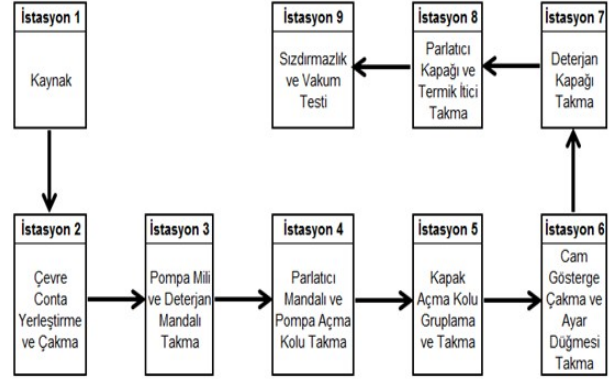
Çalışma sonucunda üretim sürelerinde iyileştirme yapılarak günlük üretim sayısının artırılması amaçlanmıştır. 9 iş istasyonundan meydana gelen bulaşık makinesi deterjan kutusu montaj hattında iş akış şemasına göre tüm işlemler ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir. Her işlem için zaman değerleri ayrı ayrı hesaplanıp toplanarak ürün için standart zaman değeri bulunmuştur. Deterjan kutusu için montaj elemanları aşağıda verilmiş ve Şekil 3'te gösterilmiştir:

1. Deterjan Kapağı
2. Parlaticı Kapağı
3. Ayar Düğmesi
4. Kapak Mandalı
5. Cam Gösterge
6. Pompa Mili
7. Çevre Conta
8. Parlaticı Mandalı
9. Termik İtici
10. Pompa Açma Kolu
11. Kapak Açma Kol



Şekil 3. Deterjan kutusu montaj elemanları (Assembly components of detergent dispenser)

Deterjan kutusu montaj hattına ilişkin akış şeması Şekil 4'te verildiği gibidir:



Şekil 4. Deterjan kutusu montaj hattı akış şeması (Assembly line flowchart of detergent dispenser)

Çalışma kapsamında her istasyon için süreler ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplama detaylarına örnek olması için kaynak ve sızdırmazlık testine (İstasyon 1) ilişkin MZÖ analizi verileri Tablo 1'de sunulmuştur:

MZÖ yöntemi kullanılarak hesaplanan 8 istasyonun işlem süreleri ile periyot zamanı belli olan sızdırmazlık ve vakum testi istasyonunun işlem süresi toplanarak, hattın toplam işlem süresi TMU ve saniye cinsinden Tablo 2'de verildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 2. Deterjan kutusu montaj hattının toplam işlem süresi (Total process time of detergent dispenser assembly line)

İŞ TANIMI : Bulaşık Makinesi Deterjan Kutusu Montajı			
İstasyon No	Açıklama	TMU	Saniye
1	Kaynak	132,70	4,78
2	Çevre conta yerleştirme ve çakma	135,00	4,86
3	Pompa mili ve deterjan mandalı takma	193,60	6,97
4	Parlaticı mandalı ve pompa açma kolu takma	185,60	6,68
5	Kapak açma kolu gruplama ve takma	181,90	6,55
6	Cam gösterge çakma ve ayar düğmesi takma	207,00	7,45
7	Deterjan kapağı takma	123,10	4,43
8	Parlaticı kapağı ve termik itici takma	177,70	6,40
9	Sızdırmazlık ve vakum testi (*PT)	1666,67	60,00
İŞLEM ZAMANI:		3003,27	108,12

Tablo 1. Kaynak ve sızdırmazlık testi MZÖ analizi (MTM analysis for welding and leakage test)

MZÖ ANALİZ FORMU									
İŞ TANIMI : Kaynak ve Sızdırmazlık Testi									
No	Açıklama	SOL EL			SAĞ EL				
		T	Kod	TMU	ALINACAK TMU	TMU	Kod	T	Açıklama
1		-	-	0,0	37,2	37,2	TBC2	1	Malzeme kasasına
2	Parlatıcı haznesine	1	mR50B	15,7	15,7	15,7	mR50B	1	Deterjan haznesine
3		1	G1A	2,0	2,0	2,0	G1A	1	
4	Parlatıcı haznesini vücuda	1	M50Bm	15,4	15,4	15,4	M50Bm	1	Deterjan haznesini vücuda
5		-	G2	0,0	0,0	0,0	G2	-	
6		-	-	0,0	37,2	37,2	TBC2	1	Makineye
7		-	-	0,0	11,7	11,7	M20C	1	Makineye
8		-	-	0,0	9,1	9,1	P1SSE	1	Makineye
9		-	-	0,0	2,0	2,0	RL1	1	
10	Parlatıcı haznesine	1	M20C	11,7	11,7	0,0	-	-	
11		1	P1SSE	9,1	9,1	0,0	-	-	
12		1	RL1	2,0	2,0	0,0	-	-	
13	Butona	1	R30A	9,5	9,5	9,5	R30A	1	Butona
14		1	G5	0,0	0,0	0,0	G5	1	
15		1	M2A	2,0	2,0	2,0	M2A	1	
16		1	RL2	0,0	0,0	0,0	RL2	1	

* Kaynak ve sızdırmazlık testi cihazının periyot zamanı(PT) 388,89 TMU'dur.

TOPLAM TMU: 132,700

Mevcut durum analizi sonucunda elde edilen temel zaman değerlerine dinlenme ve dağılım zamanları da ilave edilerek hattın standart zamanı belirlenmiştir. Dinlenme payı, kişisel ihtiyaçlar ve temel yorgunluk payının toplanması ile elde edilmektedir. Temel yorgunluk payı, işin yapılışı için harcanan gücü karşılamak ve çalışmanı tekdüzelikten kurtarmak için verilmektedir. Dağılım payı, çalışandan bağımsız olarak ortaya çıkan çeşitli gecikmeler için verilmektedir. Temel zaman dinlenme ve dağılım payı olarak temel zamanın %15'i eklenerek hattın standart zamanı bulunmuştur. Hatta ilişkin standart zaman değeri Tablo 3'te verilmiştir:

Tablo 3. Montaj hattının temel ve standart zaman değerleri (Main and standart times of assembly line)

Toplam Süre (saniye)	Dinlenme Payı ve Geciktirici Paylar	Mevcut Standart Zaman (saniye)
108,12	0,15	124,34

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER (CONCLUSION AND EVALUATIONS)

Rekabetin iyice arttığı günümüz şartlarında verimli bir üretim hattına sahip olmak zorunluluk haline gelmiştir. Üretim kapasitesinde yapılabilecek en küçük

iyileştirmelerin bile bütüne genellediğimizde önemli olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da MZÖ yöntemi ile standart zaman hesabı yapılmış ve gereksiz hareketlerin elimine edilmesi düşüncesi ile iyileştirme fırsatları aranmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda 1. ve 8. istasyonlarda iyileştirme amaçlı bazı değişiklikler önerilmiş ve elde edilecek zaman kazançları belirtilmiştir.

1. istasyonda yapılan fazla uzanmalar ve taşımalar dikkat çekmektedir. Operatörün parlatici ve deterjan haznelarına 50 cm'lik bir uzanma ve daha sonra vücuduna doğru 50 cm taşıma yapması gereksiz görülmektedir. Malzeme kasasının konumu yatay hale getirilerek bu mesafelerin 20 cm'e düşürülmesi mümkündür. Bu iyileştirme birim ürün başına 16,1 TMU kazandırmaktadır.

• **mR50B → mR20B** (2. Adımdaki işlem)
Kazanç: 15,7 - 7,1 = 8,6 TMU

• **M50Bm → M20Bm** (4. Adımdaki işlem)
Kazanç: 18 - 10,5 = 7,5 TMU

İstasyon 1 için iyileştirme sonucu toplam süre kazancı:
8,6 + 7,5 = 16,1 TMU

8. istasyonda çok sayıda parça montajı ve gruplama işlemleri gerçekleştirilmektedir. Malzeme kasalarının konumunda yapılacak 10 cm'lik bir değişiklik ile tekrarlanarak yapılan 30 cm'lik uzanma ve taşımalarda bir iyileştirme gerçekleştirilebilir. Malzeme kasaları mevcut yerlerinden 10 cm daha yakın bir noktada konumlandırılarak operatörün daha az yorulması sağlanacaktır. Bu değişiklikler de ürün başına 9 TMU kazanç sağlayacaktır.

• **R30B → R20B** (1. Adımdaki işlem)
Kazanç: 12,8 - 10,0 = 2,8 TMU

• **M30C → M20C** (3. Adımdaki işlem)
Kazanç: 15,1 - 11,7 = 3,4 TMU

• **R30B → R20B** (17. Adımdaki işlem)
Kazanç: 12,8 - 10,0 = 2,8 TMU

İstasyon 8 için iyileştirme sonucu toplam süre kazancı:
2,8 + 3,4 + 2,8 = 9 TMU

Böylece toplamda 25,1 TMU süreden kazanç sağlanmıştır. Hattan parça düşme süresi 3003,27 TMU değerinden 2978,17 TMU değerine düşürülmüştür. Saniye cinsinden ifade edilirse iyileştirme öncesi 108,12 sn olan hattan parça düşme süresi iyileştirme sonrası 107,21 sn olmuştur. 8 saatlik üretim adetleri aşağıda karşılaştırılmıştır.

$$8 * 60 * 60 = 28800 \text{ sn}$$

$$28800 / (108,12 * (1 + 0,15)) = 231,62 \rightarrow 231 \text{ adet bitmiş ürün (İyileştirme öncesi)}$$

$$28800 / (107,21 * (1 + 0,15)) = 233,59 \rightarrow 233 \text{ adet bitmiş ürün (İyileştirme sonrası)}$$

Sonuç olarak MZÖ yöntemi ile en küçük hareketler bile detaylı bir şekilde incelendiğinden iyileştirme yapılabilecek noktaların belirlenmesi mümkün olmaktadır. İkinci olarak yöntem tempo takdirinden arındırıldığı için temel hareketler analiz edilerek işin kişiden bağımsız olarak standart zamanı belirlenmektedir. Bu da yöntemin çalışmaya bir diğer katkısıdır. Bu çalışmada da maliyeti olmayan birkaç değişiklikle standart zaman düşürülmüş ve günlük 2 adet daha fazla deterjan kutusu üretilebileceği görülmüştür.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- [1] S. Seifermann, J. Böllhoff, J. Metternich, A. Bellaghnach, "Evaluation of Work Measurement Concepts for a Cellular Manufacturing Reference Line to enable Low Cost Automation for Lean Machining" Procedia CIRP, cilt 17, pp. 588 – 593, 2014.
- [2] H. Yüksel, Üretim/İşlemler Yönetimi Temel Kavramlar, Nobel Yayıncılık, Ankara, 2013.
- [3] E. Öztemel, Endüstri Mühendisliğine Giriş, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2009.
- [4] U. Bahçivancılar, "Validation of Methods Time Measurement Data", Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2012.
- [5] J. Laring, M. Forsman,, R. Kadefors, R. Ortengren, "MTM-based ergonomic workload analysis", International Journal of Industrial Ergonomics, cilt 30, pp. 135–148, 2002.
- [6] R. Dossett, "Computer application of a natural-language predetermined motion time system", Computers & Industrial Engineering, cilt 23, no 1–4, pp.319–322, 1992.
- [7] A.M. Genaidy, A. Agrawal, A. Mital, "Computerized predetermined motion-time systems in manufacturing industries", Computers & Industrial Engineering, cilt 18, no 4, pp. 571-584, 1990.
- [8] L.Fernandez-Sanz, J.J. Escribano, J.R. Hilera, "Software operation time evaluation based on MTM", Advances in Engineering Software, cilt 40, pp. 583-592, 2009.

- [9] G. Di Gironimo, C. Di Martino, A. Lanzotti, A. Marzano, G. Russo, "Improving MTM-UAS to predetermine automotive maintenance times", *Int J Interact Des Manuf*, cilt. 6, pp. 265–273, 2012.
- [10] M. Bures, P. Pivodova, "Comparison of Time Standardization Methods on the Basis of Real Experiment", *Procedia Engineering*, cilt 100, pp. 466 – 474, 2015.
- [11] S. Işık Uludağ, "Hazır Giyim Sanayiinde Klasik Erkek Gömleği Üretiminin Standart Sürelerinin MTM Yöntemi İle Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005.