



Döküm Fabrikasında Günlük Üretim Verileri ile İşgücü Verimliliğinin Kontrolü

Burak OZTURK^{1*}, İrem DUZDAR ARGUN², Özkan KUCUK³, Hasan OKTEM⁴

¹ Asst. Prof., Bilecik Seyh Edebali University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Orcid: 0000-0002-1018-6545

² Asst. Prof., Düzce University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Orcid: 0000-0002-7642-8121

³ Prof. Dr., Seyh Edebali University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Orcid: 0000-0002-4337-4454

⁴ Assoc. Prof. Dr., Kocaeli University, Hereke Vocational High School, Department of Machinery and Metal Technologies, Orcid: 0000-0003-2526-8364

Geliş Tarihi/Received: 22.10.2018
Kabul Tarihi/Accepted: 04.12.2018

Doi: dx.doi.org/10.31200/makuubd.473360
Araştırma Makalesi/Research Article

ÖZET

Bu çalışmada, orta ölçekli bir boru elemanları döküm fabrikasına ait atölyelerde günlük üretim istatistikleri ile işgücü verimliliğinin ölçülmesi amacıyla geliştirilen bir analizinin tasarımı ve uygulaması ortaya konulmaktadır. Fabrikada bulunan değişik atölyelerde yapılan birbirinden farklı ve zor işler ile mamul ürünler ve operatörleri göz önünde bulundurularak “Dökümhane ve İmalathane Günlük Kayıt Formu” tasarlanmıştır. Analizin tasarımı ve geliştirilmesi için; boru elemanları döküm fabrikasında üretilen ürünler ve üretim süreçleri (Proses) incelenmiş, sistemin tasarımı için gerekli bilgiler elde edilmiştir. Bu amaçla; ürünlerin adı ürün ağırlık parametreleri, yolluk ağırlığı, salkım ağırlığı, salkımdaki ürün adedi, adet/süre parametreleri belirlenerek ve standartlaştırılarak Excel ortamında elektronik bir kütük sayfası oluşturulmuştur. Günlük üretim ve üretken/kayıp sürelerin elde edilmesini sağlayan günlük kayıt formundan yararlanılmıştır. Söz konusu günlük kayıt formu atölyeler bazında hem tablo hem form görünümündedir. Kullanım kolaylığı açısından, günlük kayıt formu ile aynı ara yüze sahip bir Excel kitabı ortamında oluşturulmuştur. Elde edilen verilerden günlük ve aylık üretim istatistikleri ile verimlilik oranlarını hesaplayan ve raporlayan bir kısa yol oluşturulmuştur. Böylece, bu program yardımıyla istenilen sonuca ulaşılmıştır. Fiziksel verimliliğe ilişkin kullanılan toplam maden miktarı, yolluk ağırlıkları ile mamul ağırlıkları, ürün miktarı, hatalı ürün miktarı ve oranları, işgücü verimliliğine ilişkin

günlük ve aylık oranlar ve verimliliği olumsuz yönde etkileyen faktörler gözlemlenebilir hale getirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Zaman Etüdü, Üretim Programlama, Verimlilik, Dökümhane Üretim Programları.

Design and Application of Daily Production Data and Workforce Productivity Model in Casting Factory

ABSTRACT

In this study, the design and application of a model developed for the measurement of labor productivity with daily production statistics are presented in the workshops of a medium sized fittings casting. "Foundry and Manufacturing Daily Registration Form" is designed by considering the different products and operators of different and hard work in different workshops in the factory. Design and Development of Models; the products and production processes (processes) of the fittings casting plant were examined and the necessary information for the design of the system was obtained. Therefore; product name, product weight parameters, runner weight, bunch weight, batch product name, number / time parameters have been determined and standardized and an electronic page has been created in Excel environment. It is used in the "Daily Registration Form" design which enables daily production and productive / loss times. The daily record form is in the form of a table and a form on the basis of workshops. From the point of view of ease of use, a study has been developed that is designed in an Excel book environment with the same interface as the daily registration form, and calculates and reports daily and monthly production statistics and productivity rates from the obtained data. Thus, by designing the model reached the conclusion he wanted the factory management; the total mineral amount used for physical efficiency, product weight with runners weights, product quantity, defective products quantity and rates, daily and compared monthly regard to labor productivity and made efficiency observable factors affecting negatively.

Keywords: Time Study, Production Programming, Productivity, Foundry Production Programs.

1. GİRİŞ

Fittings boru bağlantı elemanları genellikle sıhhi tesisat ve doğalgaz sistemlerinde birden fazla borunun bir birine bağlanması işleminde kullanılmaktadır. Bu alanda üretim yapan endüstri kuruluşları incelendiğinde, ithal ürünler ile ekonomik olarak rekabet edemediği gözlemlenmiştir (Öztürk vd., 2017). Bununla birlikte bazı tasarım ve üretimde optimizasyon çalışmaları yapılmıştır (Küçük ve Öztürk, 2017; Küçük vd., 2017). Malzemelerinin mikro yapı özellikleri araştırılmış ve işlenebilirlik kabiliyetleri artırılmak istenmiştir (Öktem vd., 2017; Öztürk vd., 2016).

Bu çalışmalara ek olarak üretim kapasitesini artırmak için yeni bir derece sistemi geliştirilmiştir (Küçük vd., 2017_2). Bu çalışmalarda temel amaca endüstride yerli üretim yapan kuruluşlarda üretim kapasitesini artırma aynı zamanda ürün kalitesini artırmaktır.

Bu çalışmalardan farklı olarak fittings malzemelerin seri üretiminde önemli bir kısım ise işçi verimliliğini artırmak, minimum zamanda maksimum ürünü; hata miktarı ve işçi güvenliği dikkate alınarak üretmektir. Endüstride bu sorunları çözmek için birçok farklı alanda özel ERP (Kurumsal Kaynak Planlama) yazılımları kullanılmaktadır. Bu programlar kurumsal firmalarda kullanılmasına yönelik birçok çalışan ile birlikte uygulamamaktadır. Literatürde farklı alanlarda hazırlanmış uygulamalar ile farklı endüstriyel alanlarda üretim ve verimlilik kontrolü sağlanmıştır (Ozdamar, 2007; Kaygusuz, 2006; Gedik, 2007; Duran ve Çetindere, 2012).

Üretimin kontrolünde, değişkenlik ve gerçekleşmenin belirlenmesinde en önemli araç istatistiksel kalite kontrol diyagramlarıdır. Bu grafikleri kullanmayan bir yonga levha fabrikasında istatistiksel kalite kontrol grafikleri kullanılarak sürecin kontrol altında olup olmadığı araştırılmıştır (Ozdamar, 2007). Excel programı kullanılarak üretim veya satın alma kararının verilmesi ile ilgili olarak klasik maliyet analizi ve kısıtlar teorisine göre karşılaştırmalı olarak incelenmiştir (Kaygusuz, 2006). Orman ürünleri sanayi MDF üretimi kalite kontrol diyagramları yardımıyla incelenmiştir (Gedik, 2007). Konfeksiyon sanayinde üretilen elbise modeline ait hata analizleri ve bu hataların çözümlenmesi istatistiksel proses kontrol teknikleri araştırılmıştır /Duran ve Çetindere, 2012). Dikiş hatalarının “İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) Yöntemleri” kullanılarak azaltılması incelenmiştir (Kayaalp ve Erdoğan, 2009).

Bu farklı alanlarda yapılan araştırmalarda temel hedef ürün kalitesini artırmak aynı zamanda üretim maliyetlerini azaltmaktır. Boru bağlantı elemanlarının üretimi içinde benzer bir araç olarak Excel yardımı ile döküm ve imalat süreçlerine özel yazılım geliştirilmek istenmektedir. Böylece maliyetleri yüksek ve kullanılması için nitelikli eleman gerektiren programlar yerine ihtiyaca yönelik bir uygulama hazırlanacaktır. Üretim kalitesi artırılırken maliyetleri düşürülmüş nitelikli ürün üretimi ile fittings sanayinde ithal ürünler ile rekabet gücü artırılabilir. Ayrıca farklı endüstriyel alanlar için örnek bir uygulama oluşturulabilir.

2. MATERYAL VE METOD

İş gücü verimliliğinin belirlenmesi için tüm üretim proseslerinin ilk olarak belirlenmesi gereklidir. Bununla birlikte hatalı ürün, çalışma verimliliği ve ham madde kullanımı gibi verilerin kayıt altına alınması gereklidir. Sırası ile tüm basamaklar çeşitli ana başlıklar altında açıklanmıştır.

2.1. Üretim Basamaklarının Belirlenmesi

Araştırmaya konu fittings fabrikasında, operatörlerce doldurulan “Günlük Zaman Çizelgesi” verileri değerlendirme yapılması yönünden yetersiz bulunduğundan günlük üretim istatistiklerine ilişkin; maden miktarı, yolluk ağırlıkları, mamul ağırlıkları, ürün miktarı, hatalı ürün miktarı ve oranları ile günlük ve aylık işgücü verimlilik oranlarının belirlenmesi ve raporlanması için bir model tasarımı amaçlanmıştır. Fabrikada bulunan değişik atölyeler ve operatörleri göz önünde bulundurularak “Günlük Kayıt Formu” tasarlanmıştır. Kullanım kolaylığı açısından, günlük kayıt formu ile aynı ara yüze sahip bir Excel kitabı tasarlanarak, elde edilen verilerden günlük ve aylık üretim istatistikleri ile verimlilik oranlarını hesaplayan ve raporlayan pratik bir çalışma yapılmıştır.

Söz konusu günlük kayıt formu atölyeler bazında hem tablo hem form görünümündedir.

Üretim faaliyetleri ve performansı izleme, ölçme ve analize tabi tutabilmek için, istatistik olarak değerlendirilebilen ve raporlanabilen özellikteki veri toplama noktaları (üretim prosesleri) gözlemlenmiştir.

Boru elemanları (Fittings) döküm fabrikasında ana üretim süreçleri (Proses) incelenmiştir. Bunlar;

- Modelleme prosesi
- Maça hazırlama prosesi
- Döküm kumu hazırlama prosesi
- Sfero döküm prosesi
- Isıl işlem prosesi (Temperleme)
- Taşlama prosesi
- Kumlama prosesi
- Talaşlı imalat prosesi
- Depolama prosesi
- Kaplama/Galveniz prosesi

Araştırmaya başlamadan önce model tasarımına katkı sağlaması amacıyla daha önce yürütülen ölçme ve iyileştirme faaliyetleri incelenmiştir. Şu şekildedir;

- Veri analiz prosesi
- Girdi kontrolü prosesi
- Son kontrol prosesi
- Müşteri şikayetleri ve memnuniyeti prosesi
- İç tetkik prosesi
- Düzeltici önleyici kontrol prosesi
- Uygun olmayan ürün prosesi
- Model revizyon prosesi prosesi

1	MALZEME ADI	AĞIRLIK PARAMETRELERİ					ADET SÜRE PARAMETRELERİ					MAÇA PARAMETRELERİ					
		İŞLENMİŞ BİRİM (GR)	İŞLENMEMİŞ BİRİM (GR)	YOLLUK (GR)	SALKIM (GR)	PLAKA (ADET)	1 KASA AĞIRLIĞI (KG)	KALIPLAMA SÜRESİ (s)	TOPLAM OPERASYON (TEK SEFER) SÜRE (s)	2. OPERASYON (s)	1. OPERASYON (s)	MAÇA BASKI SÜRESİ (s)	MAÇALI MAÇASIZ (1/0)	1 BASKIDA MAÇA ADEĐİ	1 MAÇADA ÜRÜN ADEĐİ	1 BASKIDA ÇIKAN TOPLAM ÜRÜN ADEĐİ	1 DERECEYE KONULAN MAÇA ADEĐİ
2																	
3	1/2" DİRSEK	90	103	3406	8950	48	50	210	13			1	2	4	8	12	
4	1/2" DİRSEK ESKİ	90	110	3200	8480	48	50	210	13			1	2	4	8	12	
5	3/4" DİRSEK	160	200	1600	8000	32	45	210	20			1	2	4	8	8	
6	1" DİRSEK	240	270	4220	10700	24	45	210	23			90	1	2	4	6	
7	1" DİRSEK ESKİ	240	270	2270	8750	24	45	210	23			90	1	2	4	6	
8	1 1/4" DİRSEK	320	350	3750	10750	20	40	210	38			90	1	2	4	10	
9	1 1/2" DİRSEK	480	520	3920	12240	16	40	190	40			110	1	2	2	4	
10	2" DİRSEK ESKİ	780	800	3400	13000	12		190	35			1	2	2	4	6	
11	2" DİRSEK	850	940	3220	14500	12	30	190	40			135	1	2	2	4	
12	2 1/2" DİRSEK	1150	1190	1750	11270	8	30	190	80			125	1	1	2	4	
13	3" DİRSEK	1570	1760	2800	16880	8	25	130	85			1	1	2	2	4	
14	3" DİRSEK ESKİ	1570	1750	1450	4950	2						1	1	2	2	1	
15	4" DİRSEK	2610	2940	1400	19040	6	25	130	95			250	1	1	2	3	
16	4" DİRSEK ESKİ	2400	2800	1550	7150	2		210				1	1	2	2	1	
17	5" DİRSEK	5000	5500	5000	27000	4		600	120			1	1	2	2	2	
18	6" DİRSEK ESKİ	7080	7500	3000	18000	2		600				1	1	2	2	1	
19	1 1/2" TE ESKİ	125	140	1900	6580	36		210	18			1	5	2	10	18	
20	1 1/2" TE	130	145	3610	8750	32	45	210	18			1	5	2	10	16	
21	1 1/2" TE ESKİ 2	130	140	2020	6500	32		210				1	5	2	10	16	
22	3/4" TE	215	250	2400	9400	28	45	210	20			1	4	2	8	14	
23	1" TE	210	365	3360	9200	16	45	210	20			1	4	2	8	8	
24	1" TE ESKİ	318	370	2500	9160	18	45	210	20			1	4	2	8	9	
25	1 1/4" TE	445	530	2750	11230	16		210	38			135	1	3	2	6	
26	1 1/2" TE	675	730	2350	9650	10	40	190	40			160	1	3	2	6	
27	2" TE	1030	1200	2800	12400	8	35	190	35			147	1	2	2	4	
28	2" TE ESKİ	1030	1200	2400	12000	8	35	190	35			147	1	2	2	4	
29	2 1/2" TE	1530	1750	2500	13000	6	30	210	83			1	1	2	2	3	
30	3" TE	2070	2600	5600	21200	6	25	600	85			1	2	2	4	3	
31	4" TE	3495	3950	1200	9100	2		600				1	1	2	2	1	
32	5" TE	6600	7400	7500	36900	4		600	115			1	1	2	2	2	

Şekil 1. Kütük sayfası ve parametreler

Modelin tasarımı için gerekli bilgiler elde edilmiştir. Bu amaçla; Ürünlerin adı (Karmaşık bir isimlendirme sistemi bulunmaktadır). Ürün ağırlık parametreleri (işlenmiş ve işlenmemiş ağırlığı, yolluk ağırlığı, salkım ağırlığı, salkımdaki ürün adedi, kasa ağırlığı). Adet/süre parametreleri (Dökümhane derece kalıplama süreleri, talaşlı imalathane imalat süreleri, maça baskı süreleri).

Maça parametreleri (Ürünün maçalı olup olmadığı, 1 baskıda maça adedi, 1 maçada ürün adedi ve bir baskıda çıkan toplam ürün adedi, 1 derece kalıplamada kullanılan maça adedi) belirlenerek ve standartlaştırılarak Excel ortamında elektronik bir kütük (veritabanı) sayfası oluşturulmuştur.

Eski tarihlerde yapılan ölçümler, model yenileme ve geliştirmeleri nedeniyle yeni ölçümlerle güncellenmiş, ağırlık ve süre kaydı bulunmayan ürünler için yeni ölçümler yapılmıştır. Dökümhane atölyesinde yapılan çalışmalar ve üretim süreçleri incelenmiştir (Şekil 2.). Atölyenin performansını ölçmek için kullanabilecek ölçüt olarak sadece “derece/kalıplama” prosesi için standart zaman ölçümü dolayısıyla verimlilik ölçümü imkanı bulunmaktadır. Diğer yapılan işler müteferrik işler olarak görülmekte olup, verimlilik ölçümü yapmaya yönelik kategorik bir değerlendirmede bulunulmamıştır. Ancak, ocak sayısı, kum karıştırıcı sayısı ve ısı fırın sayısı nominal olarak değerlendirilmektedir. Fakat bu göstergeler de sürekli veri akışı sağladığından yorumlanabilir veri niteliğindedir.



Şekil 2. Derece kalıplama (maçalı ürün)

Dökümhanede kalıplanan ve ısı fırında işlem (Temperleme/Menevişleme) gören malzemeler, çapakları alınmak üzere Taşlama Atölyesinden geçirilir. Bilahare Taşlanan

(çapakları alınan) yarı mamuller, kumlama makinesinde temizleme ve parlatma ameliyesine tabi tutulur. Taşlama ve kumlama atölyesi, dökümhane ile talaşlı imalathane atölyeleri arasında köprü görevi görmektedir. Pratikte tartma imkanı olmadığı için ne kadar malzemeye taşlama ve kumlama yapıldığını ölçebilmek amacıyla, kasa sayımı ile yaklaşık olarak takip yapılmaktadır. Bunun için her malzemenin bir kasa ağırlığı ölçülerek veri tabanına ağırlık parametresi olarak işlenmiştir. Esasen döküm fabrikasında üretim süreci modelleme prosesi ile başlamaktadır. Bilahare geliştirilen modellere göre maça hazırlama prosesi yapılmaktadır. Maçahane de maça kumu, reçine ve serter karışımına kalıpta presleme ve pişirme işlemi uygulanmaktadır.

Malzemeleri maçalı olup olmadıklarına göre kategorize edebilmek için, maçalı malzemeler “1” , maçasız malzemeler “0” olarak kodlanmıştır. Araştırmaya başlamadan önce maçalı malzemeler ile ilgili veriler kayıtlı olmadığından, öncelikle maça veri tabanı parametreleri kayıt altına alınmaya başlanılmıştır. Sfero döküm parçalarının talaşlı imalat prosesinde; Havşa açma, Çapak temizleme, Uygun tezgahta diş çekme, Eksen ve master kontrolü vb. işlemleri gerçekleştirilmekte ve işlenen ürünler depoya sevk edilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Talaşlı imalat öncesi ve sonrası dirsek ile talaş resmi

2.2. Hatalı Ürün Analizi

Uygunsuzlukların sebebinin araştırılması, potansiyel risklerin ortaya çıkarılması ve gerekli önleyici ve düzeltici faaliyetlerin başlatılması için ürün ve proses performansının ölçülmesinde ve değerlendirilmesinde hatalı ürün istatistikleri kullanılmaktadır. Üretim sırasında ve mamulde tespit edilen uygunsuzluklar Günlük Kayıt Formu'na düzenli olarak

kaydedilir ve Üretim Sorumlusu tarafından düzeltici ve önleyici faaliyetler hemen başlatılır (Şekil 4.)

LOGO		DÖKÜMHANE GÜNLÜK KAYIT FORMU										DOKÜMAN NO		YAYIN TARİHİ				
X Sanayi Ve Ticaret Ltd. Şti.												REV. TARİHİ NO		09.06.2018 14.700				
												TARİH		09.06.2018 14.700				
NO	Kullanılan Malzeme	Sallım Ağırlık	Derece Adedi	Derecesiz Adet	Toplam Adet	Operatör		Üretken Süre (s)	VERİM (%)		TAŞLAMA/KUMLAMA							
						Üst Derece	Alt Derece		TAM	FİLİ	MALZEME CİNSİ	KASA S.	KG	OPERATOR				
1	BÜYÜK BÜYÜK																	
2																		
3																		
4																		
5	KÜÇÜK BÜYÜK																	
6																		
7																		
8																		
9	VADİNE																	
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22	Dökümhane Müteferrik İşler					TOPLAM	ADET DERECE		KULLANILMIŞTIR		KASA SAYISI		TAŞLANAN		TAŞLANMAYAN		TOPLAM	
23	OCAK ÜNİTESİ						KG MADEN		ADET ÜRÜN		KULLANILMIŞTIR		KUMLAMAMA (ADET)					
24	MAÇA KOYMA						Tartılan Hammaddede				BÜYÜK MAÇA OPERATÖRÜ		Mehmet ÇANTURK					
25	POŞEMEN DÖKME						Quick-Cup/Spektro				MAÇAHANE		Baskı		Edele		VERİM	
26	GÜRLÜK DÖKÜS						Normal				MAÇAHANE		Edele		Tamer			
27	DERECE SÖKME						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
28	KUM AÇMA						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
29	İŞ KIRMA						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
30	POTA HAZIR						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
31	POŞEMEN HAZIR						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
32	PIR-DEMİR HAZIR						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
33	HURDAYA KESME						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
34	HURDAYA GİDEN						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
35	DİĞER						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
36	DİĞER						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
37	DİĞER						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
38	DİĞER						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
39	ISIL FIRIN						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
40	Kelle-Kontal						C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
41							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
42							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
43							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
44							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
45							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
46							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
47							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
48							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
49							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
50							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
51							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
52							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
53							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
54							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
55							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
56							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
57							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
58							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
59							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
60							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
61							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
62							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
63							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
64							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
65							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
66							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
67							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
68							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
69							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
70							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
71							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
72							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
73							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
74							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
75							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
76							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
77							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
78							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
79							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
80							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
81							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
82							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
83							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			
84							C		S		MAÇAHANE		Edele		Tamer			

Şekil 4. Tasarım; günlük kayıt formu (1. sayfa)

LOGO		İMALATHANE GÜNLÜK KAYIT FORMU										DOKÜMAN NO		YAYIN TARİHİ		
X Sanayi Ve Ticaret Ltd. Şti.												REV. TARİHİ NO		09.06.2018 14.700		
												TARİH		09.06.2018 14.700		
No	Talaşlı İmalathane İşlenen Malzemeler	Adet	İşlenmiş Ağırlık (kg)	Toplam (kg)	Operatör	Kişi Sayısı	VERİM (%)		MÜTEFERİK İŞLER							
							Ü.SÜRE	TAM	FİLİ	USTABAŞI	ÇIRAK	TORNA	Finanş	ELEKTRİKHANE	KAYNAKHANE	
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																

Böylece günlük üretim istatistikleri toplanabilir ve hesaplanabilir hale getirilmektedir. Bilahare, yine aynı Excel kitabında her bir atölyenin aylık icmal sayfasında oluşturulan verilerin yansıtıldığı bir rapor sayfası oluşturularak döngü tamamlanmaktadır.

2.3.1. Dökümhane günlük kayıt formunun doldurulması ve işleyişi

Kısımlar (Büyük Pres, Küçük Pres) tarafından kalıplanan malzeme adı yazılınca (Yazım hatası yapılmaması gerekiyor), aşağıdaki formül ile kütük sayfasından salkım ağırlık parametresini salkım ağırlık sütununda otomatik olarak gösterir (Eş. 1).

$$= ETOPLA(KÜTÜK!A:A;D9;KÜTÜK!E:E) \quad (\text{Eşitlik 1.})$$

Salkım ağırlık miktarı ile derece adedinin çarpımı ile dökülen maden miktarı bulunur (Eş. 2).

$$MADEN MİKTARI = Salkım Ağırlık * Kalıplanan Derece Adedi \quad (\text{Eşitlik 2.})$$

Kalıplanan derece adedi ile derecedeki adet miktarı çarpımından toplam kalıplanan malzeme adedi bulunur (Eş. 3).

$$TOPLAM ÜRETİM ADEDİ = Derecedeki Adet * Kalıplanan Derece Sayısı \quad (\text{Eşitlik 3.})$$

2.3.2. Taşlama atölyesi günlük kayıt formunun doldurulması ve işleyişi

Malzeme adı ve kasa sayısı kaydı yapıldığında taşlanan malzeme miktarı bulunmaktadır (Eş. 4).

$$=ETOPLA(KÜTÜK!A:A;R10;KÜTÜK!G:G)*U10 \quad (\text{Eşitlik 4.})$$

Diğer taraftan, taşlama işleminden sonra kumlama makinesinde bir seferde yaklaşık 180 kg (Maksimum 200 kg) malzeme kumlama yapılmaktadır. Kumlama adedi de nominal olarak kaydedilmekte olup, sürekli veri akışı sağladığından yorumlanabilir veri niteliğindedir.

2.3.3. Maçahane atölyesi günlük kayıt formunun doldurulması ve işleyişi

Döküm işlemi öncesi maça gerektiren ürünler için sıcak maça üretimi yapılmaktadır. Şekil 6'da maça üretimi için gerekli parametreler ve programdaki gösterim yerleri yer almaktadır.

MAÇA PARAMETRELERİ					
MALZEME ADI	MAÇALI (1) MAÇASIZ (0)	1 BASKIDA MAÇA ADEDİ	1 MAÇADA ÜRÜN ADEDİ	1 BASKIDA ÇIKAN TOPLAM ÜRÜN ADEDİ	1 DERECEYE KONULAN MAÇA ADEDİ
1/2 DİRSEK	1	2	4	8	12
(1 Baskıda Maça Adedi*1 Maçada Ürün Adedi) 1 Baskıda Çıkan Ürün Adedi=2*4=8			Derecedeki Ürün Adedi=48 (Sabit) 1 Maçada Ürün Adedi=4 1 Dereceye Konulan Maça Adedi=48/4=12		

Şekil 6. Maça üretim parametreleri

2.3.4. Talaşlı imalathane atölyesi günlük kayıt formunun doldurulması ve işleyişi

İşlenen malzeme adı yazılınca işlenmiş ağırlık sütununda söz konusu malzemenin işlenmiş ağırlık miktarı otomatik olarak gösterilir (Eş. 5).

$$=ETOPLA(KÜTÜK!A:A;C49;KÜTÜK!B:B) \quad (\text{Eşitlik 5.})$$

İşlenmiş birim ağırlık miktarı ile işlenmiş malzeme adedinin çarpımı ile toplam imal edilen işlenmiş ağırlık miktarı bulunur. Böylece ağırlık bazında imalat daha anlamlı görüldüğünden, talaşlı imalathanede günlük imalat miktarı ağırlık (Kg) yönünden hesaplanmakta ve takip edilmektedir. Verimlilik ölçümü için, aşağıdaki “İşgücü Adam-Saat Girdisi» modeli esas alınmaktadır. Bu modele göre 2 ölçüm yapılmaktadır:

1. Tam zamanlı verimlilik= Standart Adam Saatler/Toplam Adam Saat
2. Kısmi Zamanlı Verimlilik=Etkili Adam Saatler/Adam Saat Girdisi

2.3.5. İşgücü verimlilik hesaplamaları

Hesaplamaya esas olmak üzere günler ve mesai süreleri form üzerinde formülleştirilerek gösterilmektedir (Şekil 7.), (Eş. 6).

$$= (EĞER(V6 = "Pazartesi"; 29400; EĞER(V6 = "Salı"; 29400; EĞER(V6 = "Çarşamba"; 29400; EĞER(V6 = "Perşembe"; 29400; EĞER(V6 = "Cuma"; 29400; EĞER(V6 = "Cumartesi"; 14700; EĞER(V6 = "Pazar"; 0)))))) - W79 \quad (\text{Eşitlik 6.})$$

=!V5+4	= (EĞER(V6="Pazartesi";29400;EĞER(V6="Salı";29400;EĞER(V6="Çarşamba";29400;EĞER(V6="Perşembe";29400;EĞER(V6="Cuma";29400;EĞER(V6="Cumartesi";14700;EĞER(V6="Pazar";0)))))) - W79	
TARİH	05.05.2018	14.700
	Cumartesi	saniye
=METNEÇEVİR(V5;"gggg")		İş durma Süresi

Şekil 7. Verimlilik hesaplama parametreleri

2.3.5.1. Tam zamanlı standart verimlilik (Tam) :

İlk olarak, tam mesai süresine kıyasla standart üretken süre verimliliği ölçülmektedir (Eş. 7).

$$\text{Verimlilik (Tam)} = \text{Standart Adam Saatler (LS)} / \text{Toplam Adam Saat (LR)} \quad (\text{Eşitlik 7.})$$

Bu ölçüm (Kullanılmayan süre +Kayıp süre +işçi verimliliği) etkisinden arındırılmış ve adet/süreye dayalı mutlak verimlilik ölçümüdür. Yani yapılan işin, robotik tam bir mesai ile kıyaslanmasıdır. Excel çalışma kitabında şu şekilde formüle edilmiştir (Eş. 8).

$$= \text{ETOPLA}(\text{KÜTÜK!A:A;C49;KÜTÜK!I:I}) * \text{G49}/\text{X\$5} * 100 \quad (\text{Eşitlik 8.})$$

2.3.5.2. Kısmi zamanlı standart verimlilik:

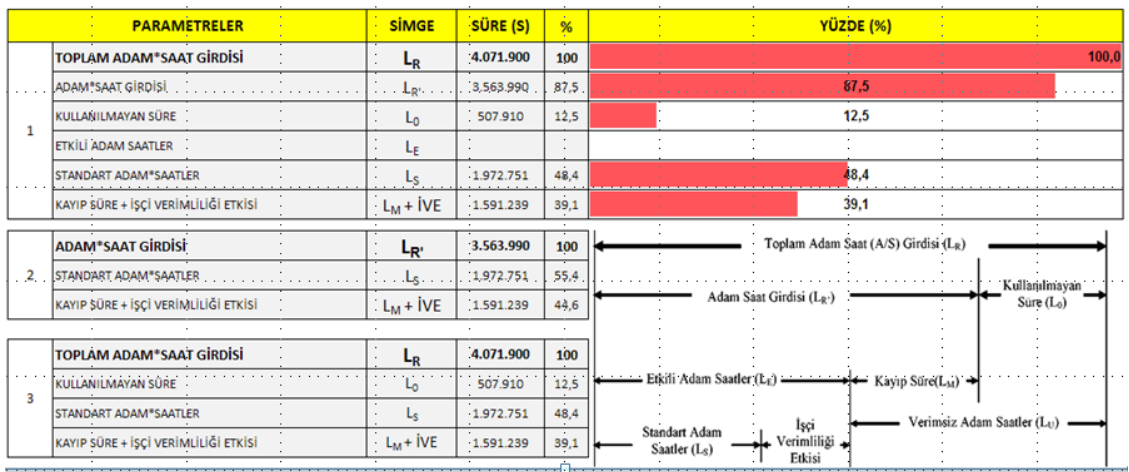
Zaman çizelgesinde işin başlama ve bitiş tarihleri doğrultusunda işe ayrılan fiili üretken sürenin verimliliği ölçülmektedir (Eş. 9).

$$\text{Verimlilik (Kısmi)} = \text{Etkili Adam Saatler (L_E)} / \text{Adam Saat Girdisi (L_R)} \quad (\text{Eşitlik 9.})$$

Bu ölçüm (Kullanılmayan süre +Kayıp süre) etkisinden arındırılmış ve adet/süreye dayalı mutlak verimlilik ölçümüdür. Excel çalışma kitabında şu şekilde formüle edilmiştir (Eş. 10).

$$\text{ETOPLA}(\text{KÜTÜK!A:A;C49;KÜTÜK!I:I}) * \text{G49}/\text{L49} * 100 \quad (\text{Eşitlik 10.})$$

Tam ve kısmi zamanlı verimlilik kayıtlarından ve zaman çizelgesinde işin başlama ve bitiş tarihleri doğrultusunda işe ayrılan fiili üretken süre toplamlarından atölye verimliliği ölçülmekte ve gözlemlenmektedir (Şekil 8.).



Şekil 8. İmalathane işgücü verimlilik yapısı

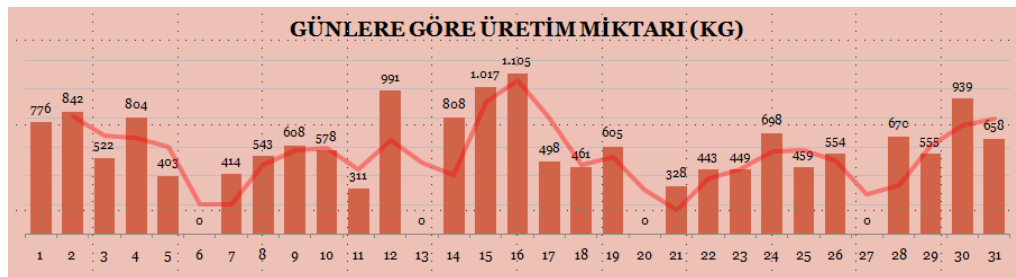
3. SONUÇLARIN SAYISAL VERİLERİ

İstatistik tekniklerin her birinin uygulanması için öncelikle uygun veri toplanmasına ihtiyaç vardır. Verilerin toplanması sırasında objektif davranılmasına ve yanlış veri toplanmamasına özen gösterilmesi gerekmektedir.

Belirlenen amaca uygun değerlendirmelerin yapılabilmesine fırsat verecek veriler, ilgili sorumluları tarafından, faaliyet sürecinde kullanılan formlardan toplanır. İş başlamadan önce operatörlere dağıtılan zaman çizelgeleri ile işin başlangıç ve bitiş zamanları, ürün-işlem sayısı tespit edilir. Çalışma saati bitiminde formun doldurulması tamamlanır ve ertesi gün formlar toplanarak veriler sisteme girilir. Böylece günlük kayıt formlarından hareketle istatistik yöntemler uygulanarak sonuçlar raporlanabilir hale gelmekte ve kayıtların dijital ortamda tutulması sağlanmaktadır. Söz konusu raporlar yönetimin gözden geçirme toplantılarında değerlendirilir. Operatörlere dağıtılan “Zaman Çizelgesi”nin “Günlük Kayıt Formu”na kaydedilmesiyle birlikte; Fiziksel verimlilik, Üretken süre toplamları ve işgücü verimlilikleri, ölçülmekte ve gözlemlenmekte olup, model ile hedeflenen amaca ulaşılmıştır (Tablo 1., Şekil 9.).

Tablo 1. Örnek verimlilik sonuçları

Operatör	Fiziksel Verimlilik				Üretken Süre (s)	İşgücü Verimlilik (%)		
	Adet	%	Kg	%		Tam	Fili	Kümülatif
Operatör-1	6.489	10	1.027	6	99.430	32	99	413
Operatör-2	21.144	31	6.816	39	749.760	74	70	2.011
Operatör-3	4.626	7	2.077	12	688.000	52	56	1.414
Operatör-4	18.230	27	2.552	15	741.600	59	56	1.598
Operatör-5	9.286	14	3.186	18	595.800	43	46	1.028
Operatör-6	3.760	6	908	5	368.100	42	47	679
Operatör-7	3.902	6	872	5	295.800	30	41	449
Operatör-8	200	0	31	0	25.500	45	49	45
TOPLAM	67.637	100	17.467	100	3.563.990	47,2	58,1	7.636



Şekil 9. İmalathane işgücü verimlilik yapısı

Dökümhanede kalıplamanın yapıldığı pres tipine göre harcanan ham madde ve üretimi yapılan tüm ürün tipleri bu geliştirilen ara yüz yardımı ile kontrol edilebilmektedir (Tablo 2.). Üretimi yapılan mamullerin bütün özellikleri tablo 2' de yer almaktadır.

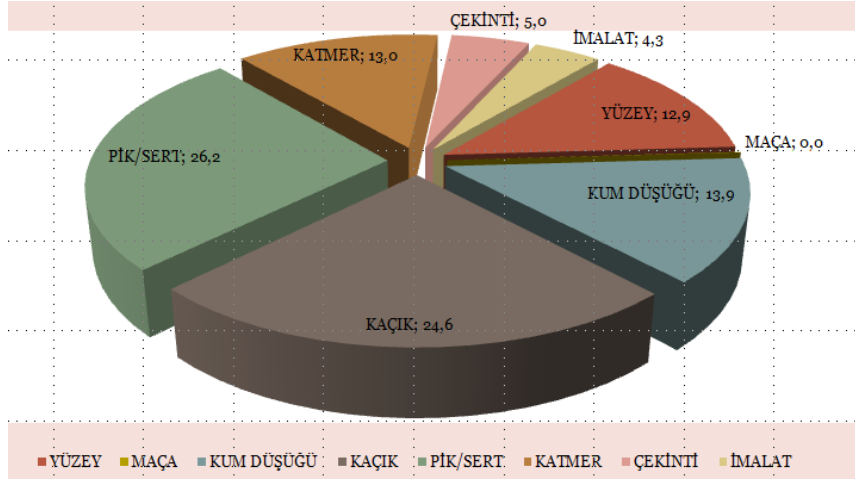
Tablo 2. Dökümhane üretim verileri

KISIMLAR	KALIPLANAN DERECE SAYISI (Adet)	MADEN (Kg)	ÜRÜN (Adet)	KALIPLAMA SÜRESİ (S)	KALIPLAMA VERİM (%)	
					TAM ZAMANLI	DİĞER İŞLER
BÜYÜK PRES	2.256	23.404	42.036	397.870	68	32
KÜÇÜK PRES	1.761	9.706	23.802	241.475	40	60
VARDİYA	208	1.893	1.560	31.110	26	74
TOPLAM	4.225	35.003	67.398	670.455		

Boru bağlantı elemanlarının seri üretimi yapılırken birçok farklı döküm hatası ortaya çıkabilmektedir. Bu döküm hataları imalat işleminde meydana gelen imalat hataları ile birlikte toplam sekiz farklı hata tipine neden olmaktadır. Bu oluşturulan program yardımıyla günlük, aylık ve yıllık olarak tüm döküm hataları gözlemlenebilmektedir (Tablo 3.). Ayrıca şekil 10'da gösterildiği üzere grafik haline getirilebilmektedir.

Tablo 3. Hatalı ürün istatistikleri

HATALI MALZEME ADI	1.YÜZEY		2.MAÇA		3.KUM D.		4.KAÇIK		5.PİK/SERT		6.KATMER		7.ÇEKİNTİ		8.İMALAT		TOPLAM	
	Adet	Kg	Adet	Kg	Adet	Kg	Adet	Kg	Adet	Kg	Adet	Kg	Adet	Kg	Adet	Kg	Adet	Kg
3/4" DİRSEK	15	3	0	0	10	2	97	19,4	1350	270	306	61,2	0	0	2	0,4	1780	356
1" DİRSEK	65	17,6	0	0	24	6,48	104	28,1	388	104,76	41	11,07	1	0,3	0	0	623	168
1 1/4"+1"+1" İNEGAL TE	73	29	0	0	52	21	111	44	289	116	11	4	1	0	0	0	537	215
1"+1/2" MANŞON REDÜKSİYON	110	19	0	0	50	9	241	42	32	6	34	6	13	2	16	3	496	87
1 1/4" TE	34	18	0	0	127	67,31	59	31,3	7	3,71	39	20,67	3	1,6	6	3,2	275	146



Şekil 10. Hatalı ürün dağılım grafiği

4. TARTIŞMA

Seri üretim boru bağlantı elemanlarının üretiminin yapıldığı orta ölçekli bir endüstriyel kuruluştaki üretim, kalite, kapasite, verimlilik, hammadde ve iş gücü Excel programı kullanılarak kontrolü sağlanmıştır. Lisans bedelleri orta ve küçük ölçekli endüstriyel kuruluşlar için çok yüksek olan ERP paket programları yerine daha uygun maliyetli işe ve kullanımı kolay kuruluşa adapte olabilir programların geliştirilmesi adına örnek bir uygulama olmuştur.

Dökümhane hata tipleri incelendiğinde küreselleşmemiş malzeme üretimi %26,2 değer ile en yüksek hata oranını oluşturmaktadır. Bunu sırası ile kaçık ve kum düşüğü hataları izlemektedir. İmalat ve çekinti ise en düşük hata tipidir. Kaçık sorununu çözmek için model değişimi veya plaka deliklerinin kontrolü yapılması faaliyet olarak belirlenmiştir. Küreselleşme ve aşılmalı kontrolü ile malzemenin pik sorununun önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Bu program yardımı ile talaşlı imalat biriminde iş verimliliği hesaplanmıştır. Fiili ortalama verimlilik %58,1 ölçülürken %47,2 oranda çalışma süresi zamanında imalat gerçekleşmektedir. Verimlilik değerlerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. İş gücünde oluşan bu kayıp yerli endüstriyel kuruluşun ithal ürünler ile rekabet gücünü azaltmıştır.

REFERENCES / KAYNAKLAR

Duran, C. & Çetindere, Ç. (2012). Konfeksiyon sanayiinde faaliyet gösteren bir işletmede istatistiksel proses kontrol teknikleri ile ürün hatalarının analiz edilmesi. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 233-254.

- Gedik, T. & Akyüz, K.C. (2006). Mdf üretiminde kalite kontrol diyagramları yardımıyla süreç kontrolü. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 75-91, 57-2.
- Kayaalp, İ.D., & Erdogan, M.Ç. (2009). Konfeksiyon işletmesinde dikiş hatalarının istatistiksel proses kontrol yöntemlerini kullanarak azaltılması. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 169-174, 2.
- Kaygusuz, S.Y. (2006). Üretim veya satın alma kararlarında kısıtlar teorisi ve ms excel office programının birlikte kullanılması. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20, 159-177.
- Küçük, Ö. Öztürk B., Altınbilek, Y.S. & Elfarah, T. (2017). Şehir su şebekesinde; tesisat boru bağlantı elemanlarının akışkan analizine bağlı basınç dayanım analizinin yapılması. *Kastamonu University Journal of Engineering and Science*, 3(2), 32-43.
- Küçük, Ö. Öztürk, B. Düzdar, İ. Varhan, S. & Çetindağ H.A. (2017_2). Seri üretim boru bağlantı elemanlarının döküm işleminde optimizasyon, *Politeknik*, 20(3), 537-542.
- Küçük, Ö. & Öztürk, B. (2017). Development of design geometry of aluminum fittings for healthy and safety sanitary installations. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 18(2), 776-787.
- Ozdamar, H.İ. (2007). Orman ürünleri endüstrisinde istatistiksel kalite kontrol yonga levha üretiminde bir çalışma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 79-91.
- Öktem, H. Öztürk, B. Akincioglu, & S. (2017). Investigation of energy consumption on thread machining of austempered ductile cast iron materials, *5th International Conference and Exhibition on Mechanical & Aerospace Engineering*, Doi: 10.4172/2168-9792-C1-01, October 02-04, 2017, Las Vegas, USA.
- Öztürk, B. Küçük, Ö. Düzdar, İ. & Altınbilek, Y.S. (2017). Exploring the economical reasons of the usage of unhealthy & low resisting far-east products in the water pipe system, *The Turkish Journal of Occupational / Environmental Medicine and Safety*, Volume: The 2nd international Water and Health Congress, 0-8.
- Öztürk, B. Öktem, H. Said, G. Çetindağ, H.A. & Erzincanlı F. (2016). Investigation of cooling rate on hardness and microstructure in casting fittings materials, *2.International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science*, 1279.