

## OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE ÇOK MODELLİ BİR MONTAJ HATTININ MEVCUT DURUM ANALİZİ

Hakan KUTLAK<sup>1</sup>, İrem DÜZDAR<sup>2</sup>, İlyas UYGUR<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 81620, Düzce, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Düzce Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 81620, Düzce, TÜRKİYE

<sup>3</sup> Düzce Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 81620, Düzce, TÜRKİYE

e-mail: [hakan.kutlak@teknorot.com](mailto:hakan.kutlak@teknorot.com)

**Özet-** Günümüzde içinde bulunduğumuz küresel ekonomide firmaların rekabet güçlerini arttırabilmeleri için verimliliklerini her geçen gün daha iyi bir seviyeye getirmeleri bir zorunluluk haline gelmiştir. Firmaların Dünya'daki rakipleri ile rekabet edebilmeleri için ürün birim maliyetlerini düşürmeleri ve kârlılıklarını arttırmaları gerekmektedir. Bunu başarmanın yolu, bilimsel yöntemleri sanayi üretiminde kullanarak daha yeni ve hızlı olarak uygulanabilen yöntemler geliştirmekten geçmektedir. Bu çalışmada, mevcut sac salıncak montaj hattındaki sac salıncakların REFA (Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung – Alman İş Etüdü Sistemi) yöntemine göre zaman ve metot etüdü çalışması yapılarak elde edilen verilerin gözlem yeterlilik testi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca elde edilen operasyon sürelerinin normal dağılıma uygunluğunu test etmek için Minitab ile dağılım uygunluk testi yapılmış ve montaj hattının darboğaz operasyonları belirlenerek denge diyagramları çizilmiştir. Bu çalışmada, otomotiv sektöründeki çok modellenli bir montaj hattını dengelenmesi ve yeni bir montaj hattı tasarımı için ilk adım olan montaj hattının mevcut durum analizi yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları değerlendirilerek süreç iyileştirme çalışmalarına katkı sağlanması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler-** montaj hattı, zaman etüdü, otomotiv

## AN ANALYSIS OF CURRENT SITUATION OF A MULTI MODEL ASSEMBLY LINE IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

**Abstract-** Nowadays, it is requirement to reach higher productivity level in order to increase their competition abilities in the global economy which we are in. It is necessary to decrease their product costs and to increase their profitability in order to compete with the other companies which are competing all over the world. The way to manage this is to develop new and quickly applicable methods for production processes by using scientific methods. In this study, observation adequacy test is employed for the data collected from time studies according to the REFA method (Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung – German Time Study System) for sheet metal control arms in

the existing assembly line. Also, individual distribution identification is done by using Minitab to test normal distribution suitability of the obtained operations times. The balance diagrams are plotted to determine the bottleneck operations of the assembly line. In this study, current situation analysis of the assembly line is performed to prepare a new design and to balance a multi model assembly line in automotive industry. The aim of this study is to observe and evaluate the results of these analyses to offer applicable contribution to the assembly line balancing process improvement studies.

**Key Words-** Assembly line, time study, automotive

## **1. GİRİŞ (INTRODUCTION)**

Rekabet edilebilirliği sürdürmek, artırmak, iç ve dış rakiplerden daha iyi olabilmek, müşterilere gereksinimlerini karşılayan ürünler sunabilmek, iç müşterilerimizin memnuniyetlerini artırmak ve topluma katkıyı her yönde artırabilmek için yönetim tarzında, iş yapış yöntemlerinde, organizasyonel yapılanmada, üretim sistemlerinde, insan ilişkilerinde ve düşünce tarzında değişim gereklidir. Bunları gerçekleştirebilmek için süreç yönetimini başarılı bir şekilde yapmak gerekmektedir. Bu çalışmayı yaptığımız firmada dövme ve döküm salıncak, burç, zrot, rotıl, rot başı ve sac salıncak ürünlerinin üretimi yapılmaktadır. Sac salıncak üretimi en çok yapılan ürünlerden biridir. Eğer bir aracın aks'ı doğrudan gövdeye bağlansaydı sürüş esnasında yoldan ve yolun engebelerinden gelebilecek tüm titreşimler ve darbeler araca iletilirdi. Böyle bir durumda rahat sürüş ve yüksek hızlara erişim mümkün olmayacaktır. Modern araçlarda kolaylıkla yüksek hızlara ulaşılması ve konforlu sürüş şartları, doğrudan doğruya iyi tasarlanmış bir süspansiyon sisteminin kullanılmasının sonucudur. Salıncaklar bu sürüş konforunu sağlayan en önemli süspansiyon parçalarından biridir. Salıncakların ön ve arka bağlantı yerleri kauçuk burçlar ile yataklanmıştır. Tekerlekler hareket ederken salıncak öne ve arkaya olan hareket eğilimi, burçlarla desteklenen bağlantı noktaları tarafından absorbe edilir. Salıncak, tekerlerin istenmeyen yöndeki hareketlerini engelleyecek şekilde tasarlanır ve üretilir [1]. Sac salıncığın gövdesi pres ve kaynak operasyonları ile üretilmekte ve kataforez kaplama işlemi yapıldıktan sonra burç çakma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Son olarak da yaprak rotıl montajı ve paketleme işlemleri yapılmaktadır. Bu üretim süreçlerinin yönetimini gerçekleştirmek için iş mükemmelliği modelleri (EFQM), toplam kalite modelleri, yalın üretim ve REFA gibi teknikler bulunmaktadır [3]. REFA, iş düzenleme, işletme organizasyonu ve düzenleme birliği anlamına gelen Almanya'da 1924 yılında faaliyete geçen, alanında en büyük dünyanın en büyük eğitim ve danışmanlık kuruluşlarından birisidir. 1924 tarihinde Berlin'de, Reichsausschuss für Arbeitszetermittlung (Devlet İş Zamanları Belirleme Komisyonu) kısa adıyla REFA kurulmuştur. 1936'da REFA'nın adı "Reichsausschuss für Artbeitsstudium" Devlet İş Etüdları Komisyonu olarak değişmiştir ve REFA'nın görev alanı da tüm iş etüdünü kapsayacak şekilde genişletilmiştir. 1951 yılında İş Etüdları Birliği -REFA- Federasyon düzeyinde kurulmuştur [3,4]. REFA Metodolojisi geleneksel ve sürekli geliştirilen REFA temel bilgilerini kapsamaktadır. Temel bilgiler, ağırlıklı olarak işletme verilerinin bilimsel yöntemlerle belirlenmesi ve değerlendirilmesini, iş süreçlerinin optimizasyonunu içermektedir. Her bir metot bağımsız olarak kullanılabilirdiği gibi birbirini tamamlayan şekilde birlikte de kullanılabilirler. REFA yöntem bilgisinin kullanımında bir organizasyonun bütünsel değer yaratma hedefine, sistematik yaklaşımlarla ulaşılması esas alınmaktadır. Bu çalışmanın 2. bölümünde REFA tekniği anlatılmıştır. 3. Bölümde ise sac salıncak montaj hattının mevcut durum analiz sonuçları derlenmiştir. Son bölümde ise ortaya çıkan bulgular değerlendirilmiştir.

## 2. YÖNTEM (METHOD)

Teknik anlamda verimlilik, çıktının girdiye oranı olarak tanımlanır. Burada ifade edilen çıktı, üretilen mal veya hizmet, girdi de bu mal veya hizmeti üretebilmek için kullanılan kaynaklardır. Kaynakların mal veya hizmete dönüşebilmesi bir üretim sürecinde olur. Üretim sürecinde meydana gelen olaylar analiz edilip çıktıya değer katmayanlar ayıklanır ve olaylar yeniden düzenlenirse verimlilik artar. Bu süreçte öngörülen olayların (faaliyet ya da beklentiler) öngörüldüğü sürede (standart zamanlar) yerine getirilmesi, ancak en uygun kadro sayısı ile mümkündür. Analiz ve düzenleme çalışmalarında zaman etüdü, iş örnekleme, iş düzenleme ve sürekli iyileştirme yöntem ve teknikleri kullanılır. Süreç içerisinde yer alan çalışma yerlerinin bir sistem yaklaşımıyla ele alınıp çözümlenmesi ve yeniden düzenlenmesiyle verimlilik artırılır. Böylece maliyetlerde iyileştirme sağlanır [5]. Bu kapsamda iyileştirme çalışmalarının temel noktası olan mevcut durum analizini gerçekleştirmek için sac salıncak montaj hattındaki operasyonların metot ve zaman etütleri yapılmıştır.

Refa yöntemine göre zaman etüdünde standart süreyi hesaplamak için kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.

$t_i$  = Bir akış diliminin gerçek tek zamanı (Kronometre ile ölçülmüş çevrim süreleri)

$n$  = çevrim sayısı (Bir operasyondan alınmış gözlem sayısı)

$$\bar{t}_i = \sum \frac{t_i}{n} \quad (1)$$

1 nolu formül ile çevrim zamanlarının ortalama değeri  $\bar{t}_i$  bulunmuştur.

$L$ : Operatörün çalışma performansına göre verilmiş tempo değeri

$$\bar{L} = \sum \frac{L}{n} \quad (2)$$

2 nolu formül ile operatörün çalışma performansına göre verilmiş olan tempo değerlerinin ortalama değeri  $\bar{L}$  bulunmuştur. Tempo değeri zaman etüdü konusunda uzman bir etütçü tarafından atanır.

$$t_g = \frac{\bar{L}}{100} \times \bar{t}_i \quad (3)$$

3 nolu formül ile ortalama gözlem verilerinin tempo ile çarpımından elde edilen temel zaman  $t_g$  hesaplanmıştır.

$t_z$  = Her çevrim için çevrim zamanı

$$\bar{t}_z = \frac{\sum t_z}{n} \quad (4)$$

4 nolu formül ile çevrim zamanlarının ortalama değeri  $\bar{t}_z$  bulunmuştur.

$$S_z^2 = \frac{1}{n-1} \left[ \sum t_z^2 - \frac{1}{n} \left( \sum t_z \right)^2 \right] \quad (5)$$

5 nolu formül ile çevrim zamanlarının varyansı  $S_z^2$  hesaplanmıştır.

$$S_z = \sqrt{S_z^2} \quad (6)$$

6 nolu formül ile standart sapma  $S_z$  hesaplanmıştır.

$$V = \frac{S_z}{\bar{t}_z} \times 100 \quad (7)$$

7 nolu formül ile çevrim zamanlarının V varyasyon sayısı hesaplanmıştır.

*Faktör t = %0,05 olasılık 20 serbestlik derecesi ile t dağılımının sol kuyruklu tersi*

$$\varepsilon = \frac{\text{Faktör } t \times V}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

8 nolu formül ile varyasyon değerine göre hesaplanan  $\varepsilon$  değeri hesaplanmıştır.  $\varepsilon$  değeri öngörülen güven aralığı  $\acute{\epsilon}$  (%5) değerinden tüm gözlemlerde düşük olduğundan tüm operasyonlarda alınan gözlem sayıları normal dağılıma uygun olarak yeterli olarak bulunmuştur.

Montaj hattında yapılan operasyonların zaman türü  $t_{MH}$  yani işçilik ana faaliyeti,  $t_{BH}$  makine ana kullanımı olarak belirlenmiştir.

$$t_{er} = t_g \times Z_{er} \quad (9)$$

9 nolu formüldeki  $Z_{er}$  %5 olarak alınmıştır. %5'lik dinlenme payı Teknorot'un belirlediği bir paydır. Bu formül ile dinlenme zamanı  $t_{er}$  hesaplanmıştır.

$$t_v = t_g \times Z_v \quad (10)$$

10 nolu formüldeki  $Z_v$  %0 olarak alınmıştır. Teknorot'un standart süre içerisine dağılım zamanının eklenmesini istememesi nedeni ile dağılım zamanı %0 olarak alınmaktadır. Bu nedenle dağılım zamanı  $t_v$  sıfırdır.

$$t_e = t_g + t_{er} + t_v \quad (11)$$

11 nolu formül ile birim zaman  $t_e$  yani standart zaman sac salıncak ürünleri için hesaplanmıştır [6].

### 3. BULGULAR (FINDINGS)

Çizelge 1.1’de standart zaman hesabı ile ilgili yukarıda verilen tüm formülleri otomatik olarak hesaplayan Microsoft Excel’de hazırlanmış bir REFA zaman etüdü formunun örneği verilmiştir.

**Çizelge 1.1.** A-526 Nolu Civatalı Sac Salıncağın Rotil Takma 3 Adet Cıvata Somun Takma Operasyonunun Zaman Etüdü Formu

Nr.	Akış dilimi ve ölçme noktası	Baş miktar	Adı	Faktör	Ölçüm değeri	Zy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\Sigma L/n$	$L$	$L/n$	$L/n \times f$
1	Sac Salıncağı Rotil Takma 3 Adet Cıvata Somun Takma	3	1				34,00	37,00	32,00	36,00	35,00	37,00	33,00	35,00	34,00	33,00	36,00	38,00	36,00	35,00	36,00	34,50	36,00	33,00	34,00	35,00	699,5	90	11,7	10,49
n =	20	V % →	4,5	$\epsilon$ % →	2,1	Her çevrim için toplam zaman $t_c$	34	37	32	36	35	37	33	35	34	33	36	38	36	35	36	34,5	36	33	34	35	700	489,300		
$\bar{F}_z$	35,0	Faktör $f$ →	2,09	$\epsilon$ % →	5	Her çevrim için $t_c$ standart	1,158	1,389	1,024	1,296	1,225	1,389	1,089	1,225	1,156	1,089	1,296	1,444	1,296	1,225	1,296	1,190	1,296	1,089	1,156	1,225	24,511	$\Sigma t^2$	10,5	YD
$\sigma_g$	2,4	$S$	1,96	Etüd:	Yeterli	→ Ek gözlem sayısı																								
Nr./Zy	Başlangıç	Btış	Süre	Ek akış dilimi		Nr./Zy	Başlangıç	Btış	Süre	Ek akış dilimi																				

Zaman Zaman	Yeterli	Gerekli ek Gözlem sayısı	Öngörülen Epsilon $\epsilon$ %	Hesaplanan Epsilon $\epsilon$ %	ti kareler toplamı	Varyans ( $s^2$ karesi)	St. sapma (s)	Varyasyon sayısı (v)
Yeterli	Yeterli		5	2,08	24511,25	2,43	1,56	4,46
		#SAYI!	5	#SAYI!	#SAYI!0!	#SAYI!0!	#SAYI!0!	#SAYI!0!

**Açıklama:**

- $\epsilon \leq \epsilon'$  dan küçük olduğu için çevrim sayısı yeterlidir.
- Gözlem değerleri sonucunda elde ettiğimiz süre %95 olasılıkla  $\pm 2,1$  değeri ile kabul edilir.

Tablo 1.1’de süre gözlem verilerinin normal dağılıma uygunluk test sonuçları ve süre gözlem verilerinin aritmetik ortalaması ve standart sapması verilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadıklarını test etmek için  $H_0$  ve  $H_1$  hipotezleri kurulur.  $H_0$ : %95 güvenle veriler normal dağılmaktadır.  $H_1$ : %95 güvenle veriler normal dağılım değildir. P değeri bir hipotez testinde sıfır hipotezini ret etmenin uygunluğunu belirler. P-değeri, sıfır hipotezi doğrusa, hesaplanan değer kadar en azından bir test istatistiği elde etme olasılığıdır.

Tablodaki p olasılık değerleri 0,005 değerinden büyük olduğundan süre gözlem verilerinin normal dağılıma uygun olduğu görülmektedir. Sürelerin normal dağılıma uygun olması alınan gözlem sayısının yeterli olduğunun bir başka kanıtını oluşturmaktadır. Örneğin A-525 no lu sac salıncağın rotill takma ve 3 adet cıvata somun takma operasyonunda p olasılık değeri 0,474 > 0,005 olduğundan gözlem verileri normal dağılmakta ve gözlem sayısı yeterlidir.

**Tablo 1.1.** Süre Gözlem Verilerinin Normal Dağılıma Uygunluk Testi Tablosu.

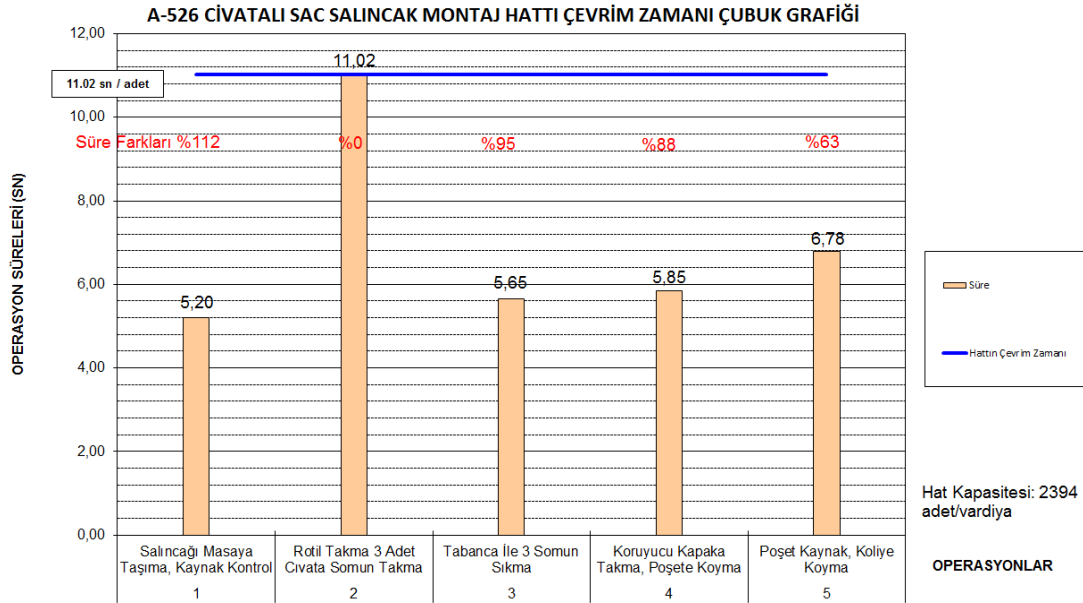
SÜRE GÖZLEM VERİLERİNİN NORMAL DAĞILIMA UYGUNLUK TESTİ TABLOSU						
ÜRÜN KODU	ÜRÜN TİPİ	OPERASYON ADI	SÜRE GÖZLEM VERİLERİNİN ORTALAMASI	SÜRE GÖZLEM VERİLERİNİN STANDART SAPMASI	P DEĞERİ	NORMAL DAĞILIMA UYGUNLUK TESTİ SONUCU (P > 0,005)
A-525	Civatalı Sac Salıncak	Sac Salıncağı Masaya Taşıma, Kaynak Kontrol	10,450	0,9987	0,018	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Rotil Takma 3 Adet Civata Somun Takma	34,980	1,5600	0,474	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Üzerindeki 3 Adet Civatanın Somununu Sıkma	5,980	0,3555	0,746	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Poşete Koyma	5,567	0,4718	0,416	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Poşetini Kaynaklama ve Koliye Koyma	6,454	0,3593	0,709	UYGUNDUR
CI-558	Civatalı Sac Salıncak	Sac Salıncağı Rotil Takma 3 Adet Civata Somun Takma	35,450	1,5040	0,146	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Üzerindeki 3 Adet Civatanın Somununu Sıkma	11,490	0,8407	0,432	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Koruyucu Kapak Takma ve Poşete Koyma	5,929	0,3805	0,996	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Poşetini Kaynatma	6,013	0,3605	0,609	UYGUNDUR
		Sac Salıncak Barkod Okutma, Koliye Koyma	5,946	0,2011	0,780	UYGUNDUR
FO-350/1	Perçinli Sac Salıncak	Sac Salıncağı Rotil ve 2 Adet Perçin Takma	11,570	0,8002	0,151	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Üzerindeki 2 Adet Perçini Şişirme	8,119	0,3990	0,894	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Poşete Koyma	8,694	0,4492	0,985	UYGUNDUR
		Sac Salıncak Poşet Kaynak	6,422	0,5618	0,714	UYGUNDUR
		Sac Salıncak Barkod Okutma ve Koliye Koyma	2,518	0,2293	0,923	UYGUNDUR
FO-457/8	Perçinli Sac Salıncak	Sac Salıncağı Rotil ve 3 Adet Perçin Takma	13,390	1,1400	0,217	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Üzerindeki 3 Adet Perçini Şişirme	8,073	0,4009	0,593	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Poşete Koyma	6,764	0,5625	0,864	UYGUNDUR
		Sac Salıncak Poşet Kaynak	6,473	0,4003	0,975	UYGUNDUR
		Sac Salıncak Barkod Okutma ve Koliye Koyma	6,173	0,2771	0,630	UYGUNDUR
O-425/6	Perçinli Sac Salıncak	Sac Salıncağı Rotil ve 3 Adet Perçin Takma	13,540	0,7566	0,488	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Üzerindeki 3 Adet Perçini Şişirme	6,224	0,2059	0,916	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Burcuna Fişek Takma	5,788	0,1688	0,967	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Poşete Koyma	11,230	0,7391	0,594	UYGUNDUR
		Sac Salıncak Poşet Kaynak	5,649	0,2790	0,539	UYGUNDUR
		Sac Salıncak Barkod Okutma ve Koliye Koyma	5,944	0,1964	0,911	UYGUNDUR
	Sac Salıncak	Sac Salıncak Kutulama	15,240	0,1564	0,532	UYGUNDUR
		Sac Salıncağı Kutuya Koyma	14,760	0,1571	0,405	UYGUNDUR
		Sac Salıncak Barkod Okutma Koliye Koyma	15,100	0,0999	0,961	UYGUNDUR

Bu çalışmada sac salıncak ürününün mevcut montaj hattının mevcut durum analizi yapılarak operasyonların süreleri belirlenmiştir. Çizelge 1.2’de A-526 nolu civatalı sac salıncağın montaj operasyon süreleri, hattın çevrim süresi, operasyon süreleri arasındaki fark ve kişi sayıları verilmiştir. Operasyon süresi, çevrim süresine %4 kişisel dinlenme payı ve %1 temizlik payı eklenmiş standart süredir. Hattın çevrim süresi ise hattın hızını belirleyen en uzun süreye sahip darboğaz operasyonunun süredir.

**Çizelge 1.2.** A-526 Civatalı Sac Salıncak Montaj Hattı Analizi.

A-526 Civatalı Sac Salıncak Montaj Hattı Analizi							
No	Operasyon Adı	Süre	Hattın Çevrim	Operasyon Süreleri Arasındaki Fark	Kişi Sayısı		
1	Salıncığı Masaya Taşıma, Kaynak Kontrol	5,20 sn	11,02 sn	112%	1		
2	Rotil Takma 3 Adet Civata Somun Takma	11,02 sn	11,02 sn	0%	3		
3	Tabanca İle 3 Somun Sıkma	5,65 sn	11,02 sn	95%	1		
4	Koruyucu Kapaka Takma, Poşete Koyma	5,85 sn	11,02 sn	88%	1		
5	Poşet Kaynak, Koliye Koyma	6,78 sn	11,02 sn	63%	1		
<b>Toplam</b>					<b>7</b>		

Şekil 1.1’de A-526 nolu civatalı sac salıncığın montaj operasyon süreleri ve hattın çevrim zamanı arasındaki süre farkları verilmiştir. Şekil 1.1’de görülebileceği gibi Rotil Takma 3 adet Civata Somun Takma operasyonu 11,02 sn ile darboğaz operasyonu olduğu gözlenmiştir.



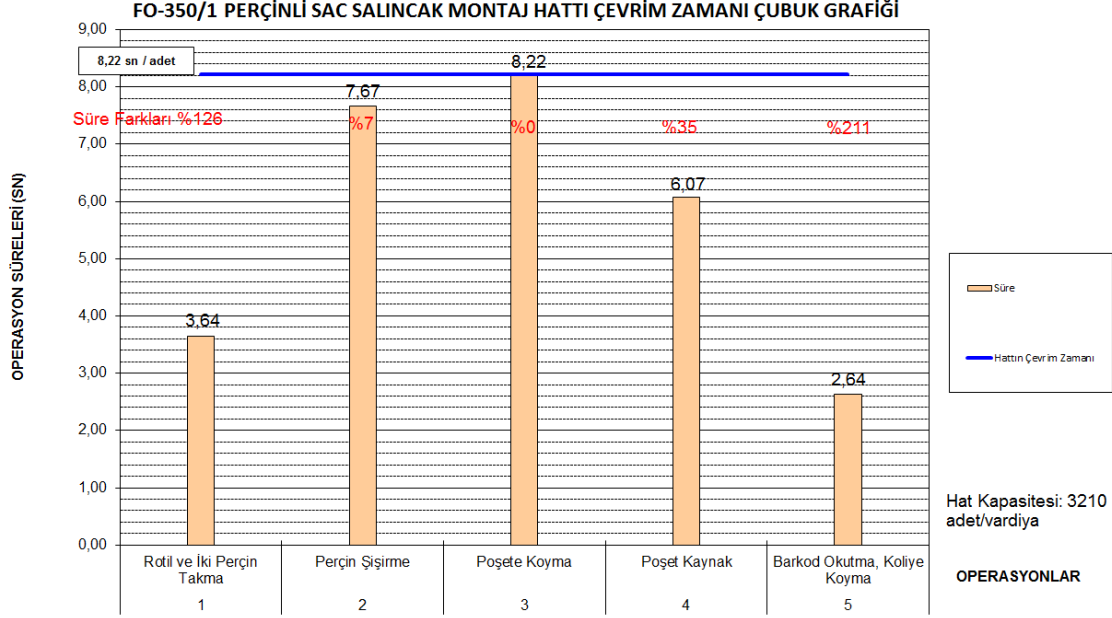
**Şekil 1.1.** A-526 Civatalı Sac Salıncak Montaj Hattı Çevrim Zamanı Çubuk Grafiği.

Aşağıda verilen Çizelge 1.3’de FO-350/1 nolu perçinli sac salıncığın montaj operasyon süreleri, hattın çevrim süresi, operasyon süreleri arasındaki fark ve kişi sayıları verilmiştir.

**Çizelge 1.3.** FO-350/1 Perçinli Sac Salıncak Montaj Hattı Analizi.

FO-350/1 Perçinli Sac Salıncak Montaj Hattı Analizi							
No	Operasyon Adı	Süre	Hattın Çevrim	Operasyon Süreleri Arasındaki Fark	Kişi Sayısı		
1	Rotil ve İki Perçin Takma	3,64 sn	8,22 sn	126%	3		
2	Perçin Şişirme	7,67 sn	8,22 sn	7%	1		
3	Poşete Koyma	8,22 sn	8,22 sn	0%	1		
4	Poşet Kaynak	6,07 sn	8,22 sn	35%	1		
5	Barkod Okutma, Koliye Koyma	2,64 sn	8,22 sn	211%	1		
<b>Toplam</b>					<b>7</b>		

Aşağıda verilen Şekil 1.2’de FO-350/1 nolu perçinli sac salıncağın montaj operasyon süreleri ve hattın çevrim zamanı arasındaki süre farkları verilmiştir. Şekil 1.2’de görülebileceği gibi Poşete Koyma operasyonu 8,22 sn ile darboğaz operasyonu olarak ortaya çıkmıştır.



**Şekil 1.2.** FO-350/1 Perçinli Sac Salıncak Montaj Hattı Çevrim Zamanı Çubuk Grafiği.

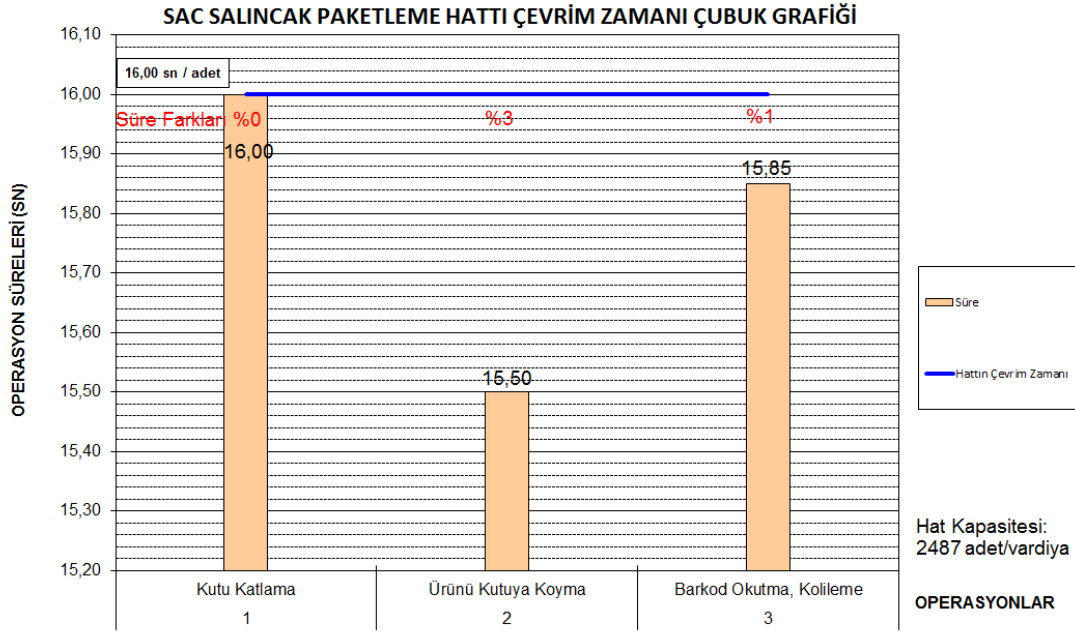
Aşağıda verilen Çizelge 1.4’de sac salıncağın paketleme operasyon süreleri, hattın çevrim süresi, operasyon süreleri arasındaki fark ve kişi sayıları verilmiştir.

**Çizelge 1.4.** Sac Salıncak Paketleme Hattı Analizi.

Sac Salıncak Paketleme Hattı Analizi						
No	Operasyon Adı	Süre	Hattın Çevrim	Operasyon Süreleri Arasındaki Fark	Kişi Sayısı	
1	Kutu Katlama	16,00 sn	16,00 sn	0%	1	
2	Ürünü Kutuya Koyma	15,50 sn	16,00 sn	3%	1	
3	Barkod Okutma, Kolileme	15,85 sn	16,00 sn	1%	1	
<b>Toplam</b>					<b>3</b>	

Aşağıda verilen Şekil 1.3’de sac salıncağın paketleme operasyon süreleri ve hattın çevrim zamanı arasındaki süre farkları verilmiştir. Şekil 1.3’de görülebileceği gibi Kutu Katlama operasyonu 16 sn ile darboğaz operasyonu olarak belirlenmiştir.





Şekil 1.3. Sac Salıncak Paketleme Hattı Çevrim Zamanı Çubuk Grafiği

#### 4. SONUÇLAR (CONCLUSION)

Bir montaj hattı belirli sayıda ardışık iş istasyonunun birbirlerine bir malzeme taşıma sistemi ile bağlanması ile meydana gelir. Malzemeler bu istasyonlar arasında sabit bir taşıma hızı ile hareket eder. Her istasyonda ürünün tamamlanması için gerekli olan görevlerden bazıları gerçekleştirilir ve hattın sonuna gelindiğinde ürün tamamlanmış olur. Montaj hattı dengeleme montaj hattında yerine getirilecek görevlerin aralarındaki öncelik ilişkileri ihlal edilmeden, belirlenen bir çevrim zamanı aşılmadan, kayıp zaman en az ve hattın verimliliği en yüksek olacak şekilde iş istasyonlarına atanmasıdır. Genellikle üretim süreçlerinin son aşaması olan montaj hatlarının performansı, üretim süreçlerinin genel performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İşletmeler üretim süreçlerinin performansını artırmak için amacı ile montaj hatlarını kullanmakta ve diğer üretim aşamalarını ve işletme dışından tedarik edecekleri malzemelerin akış hızını son montaj hattının ihtiyacına göre ayarlamaktadır [7].

Yeni montaj hattının dengeleme ve tasarım çalışmaları için sac salıncak montaj hattının kişi sayısı, çevrim içi zamanları ve operasyon sayısı göz önüne alınarak mevcut durum analizi yapılmıştır. Yukarıda çıkan sonuçların grafiklerinde görüldüğü gibi civatalı sac salıncakların operasyonları ile perçinli sac salıncakların montaj süreleri kendi içlerinde birbirlerine çok yakın çıkmıştır. Bu durum sac salıncakları civatalı sac salıncak ve perçinli sac salıncak olarak gruplayarak hat dengelemesi çalışmaları yapılabileceğini göstermektedir. En iyilemesi zor olan çok modelli bir hat dengeleme problemini, tek modelli hat dengeleme modeline dönüştürerek hat dengelemesini kolaylıkla yapabileceği gözlenmiştir.

Elde edilen bu verilerin ışığında kayıp zamanı az ve hat verimliliği yüksek olan, en iyilenmiş montaj hattı dengelemesi yapılarak ergonomik, esnek üretim kabiliyetine sahip ve verimliliği yüksek yeni bir montaj hattı tasarımı çalışması gerçekleştirilecektir.

## **TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)**

Bu çalışma kapsamında sunduğu destekten dolayı Teknorot Otomotiv Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. şirketine teşekkür ederiz.

## **5. KAYNAKLAR (REFERENCES)**

- [1] Kutlak, H., (2014). Ticari Araç Sac Salıncak Düzeninin Sonlu Elemanlar Metodu İle Yorulma Analizi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, sayı 2, s.236.
- [2] Özkan, F.Z., Süreç İyileştirme ve Sorun Çözme Teknikleri, *Milli Produktivite Merkezi - MPM*, s.3-6.
- [3] Dal, V., (2010). REFA-MTM ve GSD İş Akış Süresi Belirleme Sistemlerinin Örnek Bir Uygulama İle Karşılaştırma Olarak İncelenmesi, *Türk Bilim Araştırma Vakfı - TÜBAV*, cilt 3, sayı 3, s.225.
- [4] (1988). MPM-REFA İş Etüdü Yöntem Bilgisi, 2. Kitap, *Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.v. Darmstadt*, s.46-63.
- [5] Öncer, M., "Verimliliği artırmada etkili bir araç: süreç analizi ve süreç düzenleme", MESS Eğitim Vakfı.
- [6] (2003). REFA - Süreç verilerinin yönetimi Kısım I, *MESS Eğitim Vakfı*, REFA Bundesverband e.V., Modül 3210251 Eğitim Belgeleri, s.16-17.  
Kara, Y., Üretim Planlama Ders Notları – II, Selçuk Üniversitesi.