

**SAC ŞEKİLLENDİRME İŞLETMESİNDE SMED ÇALIŞMASINA BİR ÖRNEK**  
AN EXAMPLE OF SMED STUDY IN SHEET SHAPING OPERATION

**Caner YALÇIN**

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş.

**Rabia EDİS**

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş.

**Pelin ÖZZAİM**

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

**Haluk DURALI**

AKS Otomotiv San. ve Tic. A.Ş.

**Yiğit YURDAKUL**

Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş.

**Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK**

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi  
doi: 10.46291/ICONTECHvol4iss1pp44-55

**ÖZET**

SMED, Single Minute Exchange of Dies (Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi), üretim süreci boyunca oluşan kalıp değişiminden kaynaklanan kayıpları minimize etmek için kullanılan önemli bir yöntemdir. Özellikle otomotiv sektöründe saniyeler bile önemli iken dikkatsiz tasarlanan kalıplar ve bu yanlış tasarımın bir sonucu olarak uzun süren kalıp değişim süreleri üretimi ciddi anlamda olumsuz etkilemektedir ve verimliliği düşürmektedir. Mümkün olan en kısa sürede, en kaliteli ürünü üretmek günümüzün önemli gereksinimlerindedir. Bu kapsamda SMED yöntemi bu çalışmanın temel kaynağı olarak kullanılmıştır.

Bu çalışmada, işletmede kullanılan manuel pres hattında üretilen 6 farklı ürün için kullanılan kalıplar referans alınmıştır. Bu 6 ürün manuel üretimin %85'ini oluşturan ürünlerdir. Ürünler maksimum 5 farklı manuel pres kullanılarak üretilmektedir. Bu preslerde ürünlerin kalıp değişim süreleri 3,5 aylık bir gözlem sonucu belirlenmiştir. Bu süreler detaylı bir şekilde incelenerek, kalıp tasarımından veya kullanılan bağlama ekipmanlarından kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Kalıplar üzerinde yapılabilecek iyileştirmeler ve kullanılan ekipmanlarda yapılacak yenilikler veya iyileştirmeler belirlenmiştir. Gerekli iyileştirmeler yapıldığı zaman oluşacak kazanç hesaplanarak SMED yaklaşımının sac imalat sektörüne etkisi hakkında kantitatif sonuçlar verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** SMED, Kalıp Tasarımı, Kalıp Değişim Süresi, Kalıp Bağlama

## ABSTRACT

SMED, Single Minute Exchange of Dies is an important method used to minimize losses caused by die change during the production process. Especially in the automotive industry, even the seconds are important, carelessly designed dies and long-term die change durations seriously affect the production and reduces productivity. To produce the highest quality in a possible short time is one of the important requirements of today. In this context, the SMED method was used as the main source of this study.

In this study, the dies of 6 different products produced in the manual press line in the enterprise are taken as reference. These 6 products consist of 85% of manual production. The products are produced using a maximum of 5 different manual presses. In these pressing process, the die change duration of the products were determined after 3.5 months of observation. These durations were examined in detail and it was determined that the durations stem from die design or clamping equipment used. The improvements that can be made on the dies and the innovations or improvements to be made on the equipment used were determined. Quantitative results were given about the effect of SMED approach on the sheet metal fabrication sector by calculating the earnings that will occur when necessary improvements are made.

**Keywords:** SMED, Die Design, Die Change Time, Die Binding

## 1. GİRİŞ

Günümüzde sanayileşmenin artması rekabeti geliştirmiş ve amacın artık bir ürünü üretmek değil üretilen ürünü en az maliyetle, daha kaliteli ve daha kısa sürede üretmek olduğunu ortaya koymuştur.

Kalıp kurulma süreleri zaman anlamında dikkat edilmesi gereken önemli noktalardandır. Kalıpların kurulması ve montajı aşamasında tüm ekipçe beyin fırtınaları yapılması uygundur. En uygun çözümün elde edilmesi ve bu konuda zaman içerisinde ekip olarak deneyim ve bir know-how edinimi önemlidir.

Rekabetin oldukça acımasız olduğu bu zamanda kalıp değişimindeki kayıp zamanlar tamamen para ve kar kaybı anlamına gelmektedir. Kurulum esnasında kayıp dış zaman; Kalıp parça ve ekipmanlarının aranması, bulunması, ekipmanların (kalıplar, çeneler, cıvatalar, masterlar, fikstürler, talimatlar) buldukları yerlerden alınıp taşınmasını kapsar. Kurulum esnasında kayıp iç zaman; kalıpların kaldırılması ve montajı için forklift kullanma vb çalışmalar. Kalıpların değiştirilmesi aşamasında yerleştirme zamanı: “A” kalıbından cıvata ve benzeri parçaların sökülüp “B” kalıbına takılması için geçen zaman olarak söylenebilir. Sonrasında ise kalıbın imalata hazır hale getirilmesi aşaması vardır ki imalata geçilme öncesi kalıbın hazırlanması için yapılması gereken ayar işlerini içermektedir. Özetle kusursuz çalışır haldeki bir kalıptaki imalatın durdurulup, diğer kalıbın kusursuz olarak çalışabilir hale

getirilmesi aşamasına kadar geçen süre kalıp değişim süresidir ve bu sürenin olabildiğince kısa olması gerekir.

Bunu sağlayabilmek adına kalıbı gerek sökme gerek diğer kalıbı bağlama aşamalarındaki tüm hareketleri basitleştirmek, olabildiğince tek (az) dokunuş ile, tek cepheden çalışarak işlemleri gerçekleştirebilmek, güç, moment uygulanarak yapılan hareketleri azaltmak, kalıp bağlama amaçlı kullanılan cıvata ve bağlama elemanlarının tip ve sayılarını azaltmak, olabildiğince tek tip ve standart elemanlar kullanarak (tezgahtan tezgaha değişmeyen ve her tezgahta kullanılabilir olan) kalıp değişim sürelerinin kısaltılması hedeflenmelidir.

Kurulum prosedürlerinin, genellikle operasyon tipine ve kullanılan ekipman tipine bağlı olarak, sonsuz çeşitlilik gösterdiği düşünülür. Ancak bu prosedürler farklı bir bakış açısıyla analiz edildiğinde, tüm kurulum işlemlerinin bir dizi adımdan oluştuğu görülebilir. Geleneksel kurulum değişikliklerinde, zaman dağılımı genellikle aşağıdaki şekildedir. [1]

- Hazırlık, işlem sonrası ayarlama ve hammadde kontrolü, kalıplar, mastarlar vb. % 30
- Bıçakların takılması ve çıkarılması vb. % 5
- Merkezleme, boyutlandırma ve diğer koşulların ayarı % 15
- Deneme çalışmaları ve ayarlamalar % 50 [1]

Test çalıştırmalarının ve ayar prosedürlerinin sıklığı ve uzunluğu, kurulum mühendisinin becerisine bağlıdır. Bir kurulum işlemindeki en büyük zorluk, ekipmanın düzeltilmesinin ayarlanmasında yatmaktadır. Deneme çalışmaları ile ilgili zamanın büyük bir kısmı bu ayarlama problemlerinden kaynaklanmaktadır. Deneme çalışmalarını ve ayarlamaları kolaylaştırmak istiyorsak, en etkili yaklaşımın önceki ölçümlerin ve dengelemelerin kesinliğini arttırmak olduğunu anlamamız gerekir. [1]

İşletmede SMED yaklaşımına uygun olarak iki konu ele alınmış ve üzerinde çalışılmıştır. İlk olarak seçilen preslerin değişen kalıplar için yükseklik ayarını ortadan kaldırmak, ikinci olarak ise kalıplar bağlanırken standart olmayan tabla ve kalıp bağlama elemanlarını standartlaştırmak. Buna bağlı olarak setup sürelerini olabildiğince minimize etmek ve kazanç sağlamaktır.

## **2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR**

### **2.1. SMED Yaklaşımı**

Ürün verimliliğini artırma amacına yönelik olarak yapılan SMED yaklaşımı ile daha üretim süreci başlamadan kalıp değişim aşamasında kaybedilen zaman minimize edilmeye çalışılmıştır.

Tekli dakikalarda kalıp değişimi olarak da bilinen SMED, (Single Minute Exchange of Dies) işletmede bulunan makinenin boş durma süresinin azaltılması, daha yararlı bir şekilde makine kullanımının sağlanması ve makine ayarının hızlı bir şekilde yapılmasını amaçlamaktadır. Bir ürün elde edilmesi için gerekli olan zaman içerisinde makinenin ayarı, sonrasında ise makinenin çalışması ve ürün oluşum aşamaları vardır. SMED makine ayarını azaltarak zaman kazanmamızı sağlayan bir yaklaşımdır. Doğru bir SMED uygulanması için;

- Model değiştirme sırasında panik yaşanmamalı
- Model değiştirme sonrası ayarlar en aza indirilmeli
- Tezgahta kullanılan kalıplarda standartlaşmaya gidilmeli
- Tüm kurulum faaliyetleri standart hale getirilmelidir. [2]

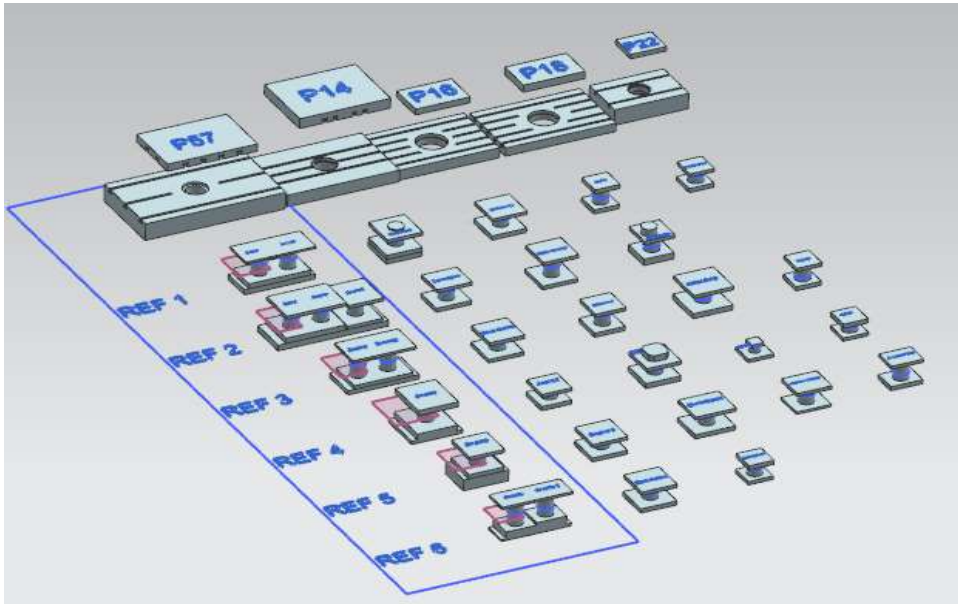
1950 yılında ilk SMED alışması Shigeo Shingo tarafından gerçekleştirildi, hazırlık süreçlerinin ayrılmasını sağladı ve bu sayede hazırlık süresinin kısaltıldığını gördü. alışmalarına 1970'e kadar devam eden Shingo 1970 yılında Toyota'da SMED sistemini kurdu. [3]

## 2.2. Kalıp değişim sürelerinin azaltılmasına yönelik örnek alışma

Yapılan alışma işletmenin yay tablası üretiminin % 85'ini oluşturan 5 presi ve bu preslerde kullanılan kalıpları kapsamaktadır. Çalışmada iki temel amaç hedeflenmiştir.

İlk olarak kalıp değişimi sırasında her kalıp için farklı olan pres yüksekliklerini eşitlemek, ikinci olarak kalıp bağlama elemanlarını standartlaştırmak ve kalıp bağlarken geçen süreyi minimuma indirmek.

Birinci amacımıza uygun olarak ilk aşamada belirlediğimiz yay tablası kalıplarının kullanıldığı presler belirlenerek her bir pres için kullanılan kalıplar ayrıldı. Kalıpların kullanılabilceği presler belirlenirken preslerin basma tonları, strok mesafeleri, sac besleme durumları, yerleşim planları göz önüne alındı. Kalıpların ve preslerin Siemens NX ortamında modellenmesi yapıldı.



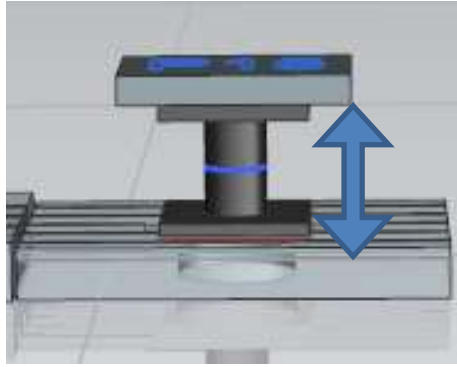
şekil 1. Referans alınan kalıplar ve kullanıldıkları presler

Her bir kalıbın yükseği llerek bu yükseklik farkından dolayı pres ayarının yapıldığı sıradaki sürenin azaltılmasına yönelik kalıp üzerinde yapılacak değişiklikler belirlendi. Tablo 1'de kalıpların yükseklikleri belirtilmiştir. zet olarak kalıpların yüksekliklerinin standart hale

getirilmesi ile hangi prese kalıp yerleştirilirse yerleştirilsin pres ayarı yapılmı iş paketinin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir.

Tablo 1. Ölçülen kalıp yükseklikleri

Referanslar	Kalıp Yükseklikleri (mm)									
	Presler									
	Pres 1 (P57)		Pres 2 (P14)		Pres 3 (P16)		Pres 4 (P18)		Pres 5 (P22)	
Ref 1	SIVAMA-SIVAMA 2	390	ÇEVRE KESME	310	KENAR KIVIRMA	254	KALİBRE	290	SU BOŞALTMA DELİĞİ	225
Ref 2	DELME-SIVAMA SIVAMA 2	394 354	ÇEVRE KESME	269	KENAR KIVIRMA	326	KALİBRASYON	372	-	-
Ref 3	SIVAMA-SIVAMA 2	396	ÇEVRE KESME	242	KENAR KIVIRMA	276	DELME	280	KALİBRE	270
Ref 4	SIVAMA	390	SIVAMA 2	196	ÇEVRE KESME	310	KALİBRE DELİĞİ	153	KALİBRE	202
Ref 5	SIVAMA	390	SIVAMA 2	210	ÇEVRE KESME	262	KENAR KIVIRMA KALİBRE	251	SU BOŞALTMA DELİĞİ	294
Ref 6	SIVAMA-SIVAMA 2	410	ÇEVRE KESME VE KALİBRE DELİĞİ	250	KALİBRASYON	230	-	-	-	-
Ortalama		395		246		276		269		248



Şekil 2. Referans alınan kalıp yüksekliği

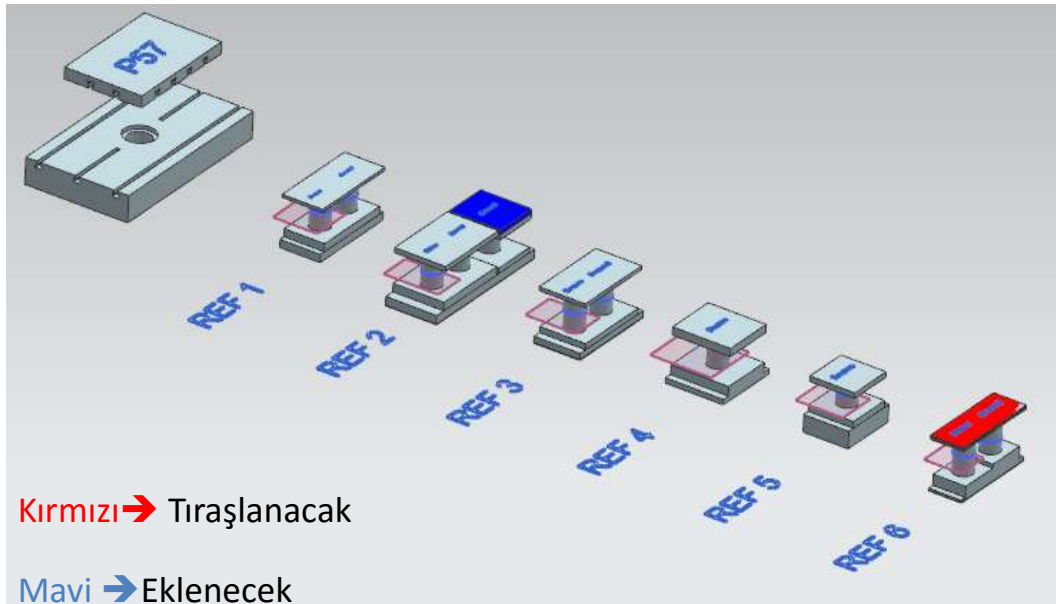
Ölçülen yüksekliklerde kalıplara uygulanabilecek yöntemler göz önüne alınarak belirlenen kalıp yüksekliklerinde istenilen değere getirilme yönünde kalıplarda gerekli tıraşlama veya parça ekleme işlemleri belirlendi.

Tablo 2. Kalıplarda gerekli görülen değişiklikler

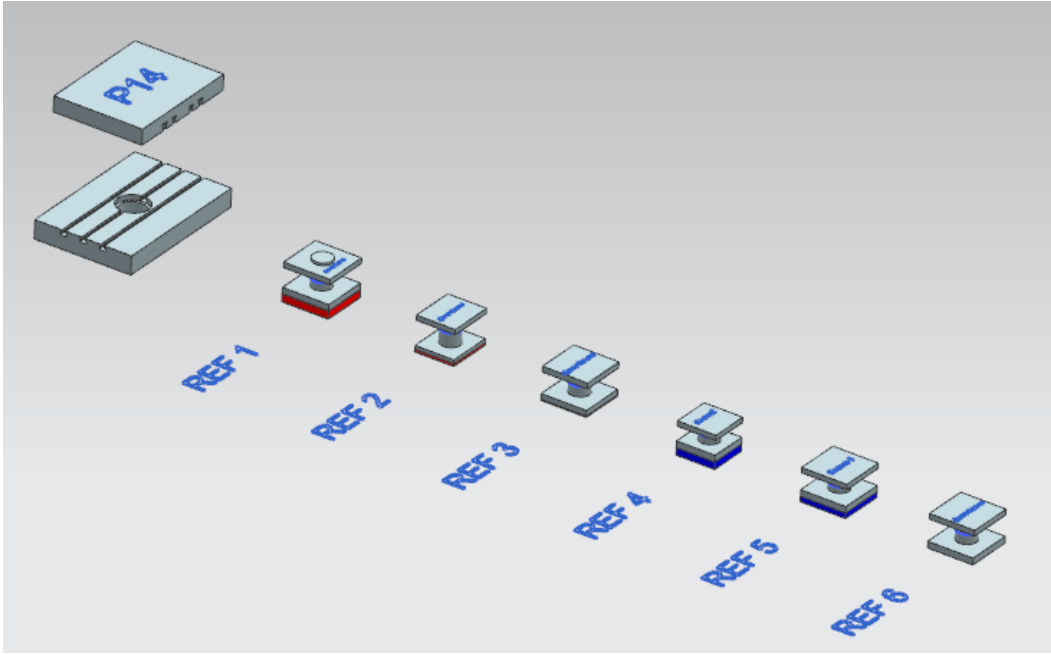
Ekleme ve Tıraşlama (-) İşlemleri (mm)					
Referanslar	Presler				
	Pres 1 (P57)	Pres 2 (P14)	Pres 3 (P16)	Pres 4 (P18)	Pres 5 (P22)
Ref 1	0	-60 (a)	56 (a)	82 (48 (a))	45 (a)
Ref 2	(-4) (a) (36)	-19 (a)	-16 (a)	0	-
Ref 3	-6 (a)	8 (a)	34 (a)	92 (a)	0
Ref 4	0	54 (a)	0	219	68 (a)
Ref 5	0	40 (a)	48 (a)	121 (60.5 (a))	-24 (a)
Ref 6	-20 (5 (a))	0	80 (a)	-	-
Yükseklikler	390	250	310	372	270

a:kalıp altından

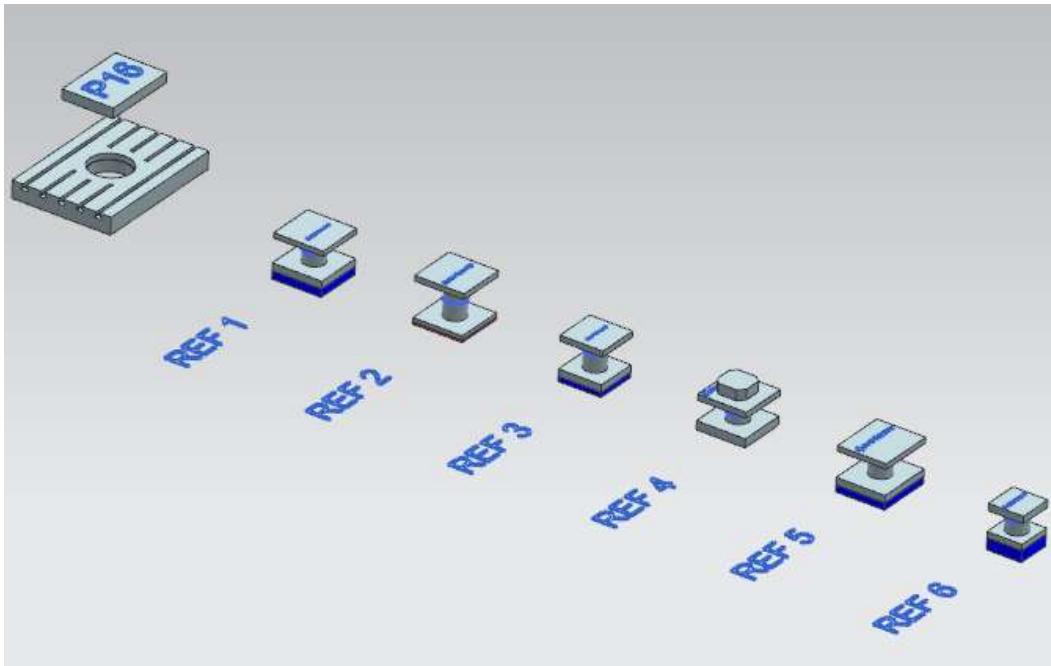
Tablo 1’de preslere göre ayrılan kalıpların belirlenen ortalama yüksekliklere ulaşması için kalıplar üzerinde yapılacak işlemler Tablo 2’de belirtilmiştir. Bir tek Pres 4’ün Referans 4 kalıbına (219 mm) işlem yapılamamıştır. Geriye kalan tüm kalıplar presler bazında aynı yüksekliklere getirilmiştir. Tablo 2’de belirtilen ‘-’ kalıbın tıraşlanması gerektiğini diğer sayılar ise kalıba ekleme yapılması gerektiğini göstermektedir. Parantez içinde belirtilen ‘a’ kalıbın preste alt tablasına bağlanan parçasında gerekli işlemin yapılması gerektiğini belirtmektedir. Örneğin Referans 6’nın Pres 1 olan 57’de kullanılan kalıbının 20 mm tıraşlanması ve bu tıraşlama işleminin 5 mm’lik kısmının alt tablaya bağlanan parçada yapılması gerektiği anlaşılmalıdır.



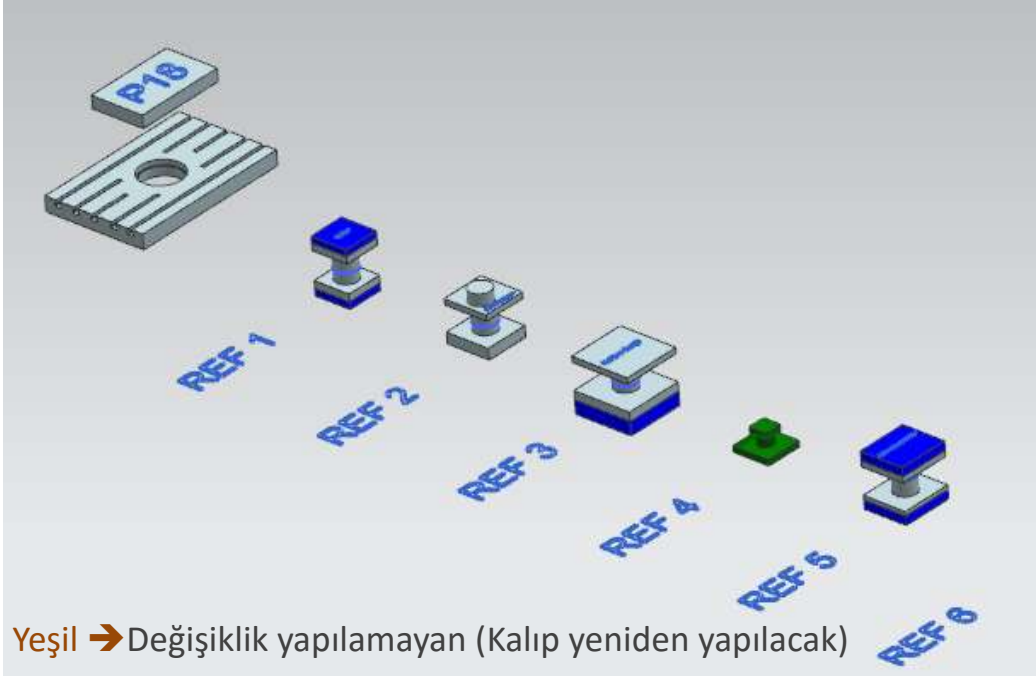
Şekil 3. Pres 1 (P57) presinde kullanılan kalıplarda yapılan değişiklikler



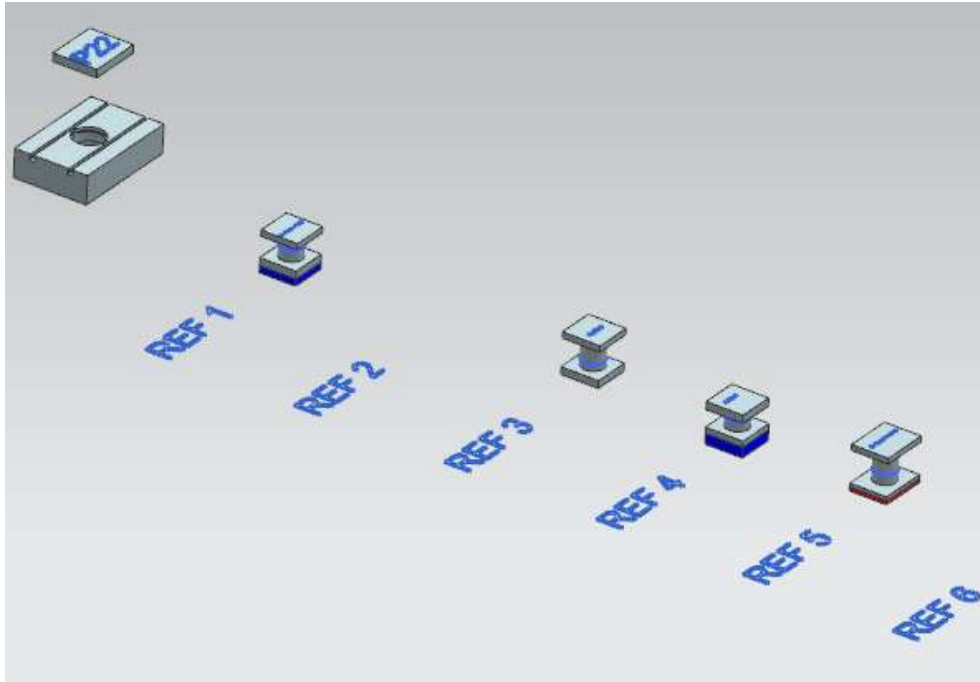
Şekil 4. Pres 2 (P14) presinde kullanılan kalıplarda yapılan değişiklikler



Şekil 5. Pres 3 (P16) presinde kullanılan kalıplarda yapılan değişiklikler



Şekil 6. Pres 4 (P18) presinde kullanılan kalıplarda yapılan değişiklikler



Şekil 7. Pres 5 (P22) presinde kullanılan kalıplarda yapılan değişiklikler

Böylece kalıp değişimi sırasında pres strok mesafesi ayarlanması ile kaybedilen zaman telafi edilerek önemli bir kazanç sağlanmıştır.

İkinci aşamada hazırlık zamanında kalıp bağlantı yerlerinin standart olmamasından dolayı kaybedilen zamanın iyileştirilmesine yönelik çalışma yapıldı.



Şekil 8’de görüldüğü gibi bir kalıbın sağ ve sol bağlantı noktası farklı yükseklikte olduğundan dolayı uygun pabuç bulunurken önemli zaman kaybı olmaktadır.



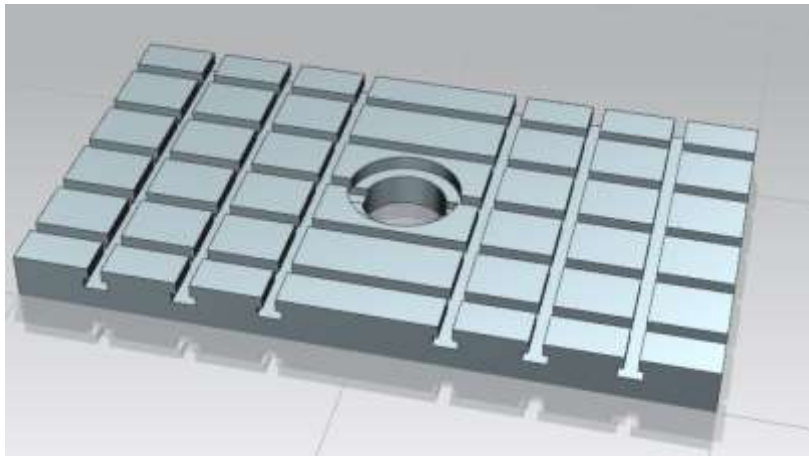
Şekil 8. Farklı kalıp bağlama yükseklikleri



Şekil 9. Kalıbın bağlanması

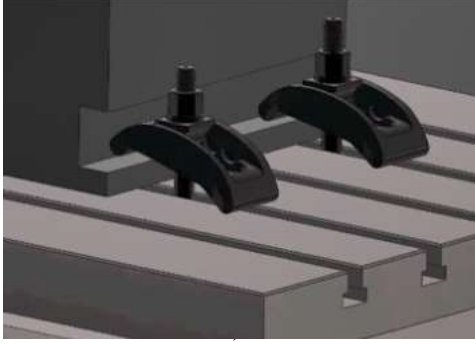
Yükseklik farklılıklarından dolayı standart bir kalıp bağlama elemanı kullanılamamakta ve yüksekliklerinin sürekli ayarlanması gerekmektedir.

Kullanılan preslerin tip ve markaları farklı olduğu için kalıpların yerleştirildiği tablaların ölçüleri ve tabla üzerindeki kanalların yapı, şekil ve büyüklükleri de farklıdır. Bu da olabildiğince tek tip bağlantı elemanı kullanmaya engel olan bir handikaptır. Buna çözüm olması hedefi ile bağlantı elemanlarının x ve y koordinatlarında hareket edebilmesini kolaylaştırmak için Şekil 10’daki universal tabla imalatı düşünülmüştür. Bu tabla her bir pres üzerine yerleştirilerek her birinin tablası eşdeğer hale getirilmiş, bağlama kolaylığı ve standartlaşması adına bir çözüm üretilmiştir.



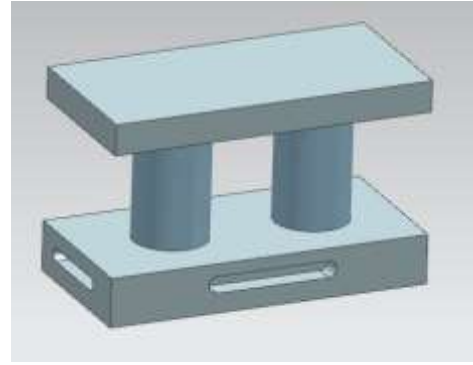
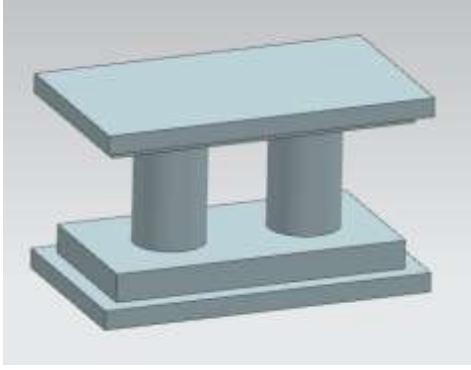
Şekil 10. Bağlantı tablası tasarımı

Aynı zamanda şekildeki 0-75 mm arası tüm yüksekliklerde kullanılabilen clamp hiçbir desteğe ihtiyaç duymadan daha hızlı bir şekilde bağlantı sağlamak için tasarlanmıştır.



Şekil 11. Kalıp bağlama elemanı, a) Bağlantı elemanının kalıba bağlanması  
b) Bağlantı elemanının çalışma yükseklik aralığı [4]

İşletmede daha sonra üretilecek olan kalıpların üretim aşamasında bağlantısı göz önüne alınarak daha hızlı montajı için belirli yükseklikte ve genişlikte pay bırakılması veya kanal açılarak üretilmesi önerisinde bulunulmuştur.

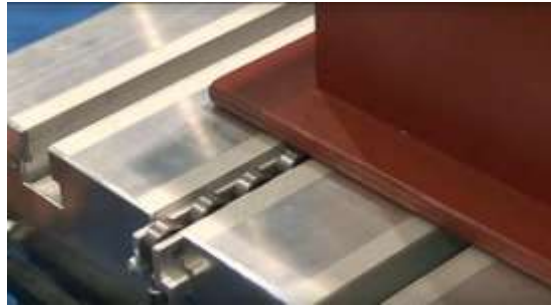


a)

b)

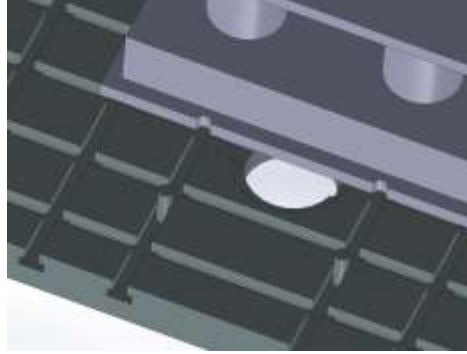
Şekil 12. Yeni kalıplar, a) Kalıbın alt noktasında eş yüksekli “etek” yapılması  
b) Kalıp kenarlarına kanal açılması

Aynı şekilde özellikle ceraskallar ya da forkliftler ile kaldırılan kalıpların tabla üzerindeki hareketini kolaylaştırmak için özel bir raylı sistem düşünülmüştür.



Şekil 13. Raylı kalıp sistemi [5]

Yeni yapılacak kalıplarda kalıbın arka kısmında slot açılarak tabladaki destek sayesinde daha kolay yerleştirilmesi önerisinde bulunulmuştur.



Şekil 14. Kalıp arkasına kanal açılması

### 3. SONUÇ

Tüm bu işlemler sonucunda işletmede oluşan zaman kazancına yönelik kaba bir hesaplama yapılmıştır. İyileştirmeler yapılmadan önce kalıp değişim süreleri hesaplanmıştır. İyileştirmeler sonucu oluşan yeni durum göz önüne alınarak kazanılan zamanda üretim yapıldığı göz önüne alınmıştır. Üretilen ürünlerin birim fiyatları üzerinden hesaplama yapılarak işletmenin bir yıl içerisindeki cirosu hesaplanmıştır. Amortisman kalıpları vb. diğer etmenler göz ardı edilerek en basitleştirilmiş hali ile SMED çalışmasının yıl içinde ön görülen ciro artışı karşılaştırmalı olarak Tablo 3 ve Tablo 4’de verilmiştir.

Sonuç olarak yapılan imalat ve kalıp değişimi simülasyonları neticesinde kalıpların değişim sürelerinin çok daha aşağı çekilmesi sonrası net bir ciro artışı söz konusu olmaktadır.

Tablo 3. Eski durumdaki net ciro

	Referans	Fabrika Ürün Birim Satış Fiyatı (USD)	Dakikadaki Üretim Adedi (En düşük adede göre)	Günlük üretim zamanı (Tüm duruşlar ihmal edilmiştir) (dk)	Kalıp Değişim Süresi (dk)	Günlük Ciro (USD)	Yıldaki kalıp değişimi gün sayısı	Yıllık Ciro (USD)
Eski Durum	Ref 1	1,1732	14	505	80	6.980,5	36	251.299,44
Eski Durum	Ref 2	1,6858	14	505	80	10.030,5	48	481.464,48
Eski Durum	Ref 3	1,3674	14	505	80	8.136,0	36	292.897,08
Eski Durum	Ref 4	2,6894	14	505	80	16.001,9	36	576.069,48
Eski Durum	Ref 5	1,5993	14	505	80	9.515,8	36	342.570,06
Eski Durum	Ref 6	2,3124	14	505	80	13.758,8	24	330.210,72

Tablo 4. Yeni durumdaki net ciro

	Referans	Fabrika Ürün Birim Satış Fiyatı (USD)	Dakikadaki Üretim Adedi (En düşük adede göre)	Günlük üretim zamanı (Tüm duruşlar ihmal edilmiştir) (dk)	Kalıp Değişim Süresi (dk)	Günlük Ciro (USD)	Yıldaki kalıp değişimi gün sayısı	Yıllık Ciro (USD)
Yeni Durum	Ref 1	1,1732	14	505	50	7.473,3	36	269.038,22
Yeni Durum	Ref 2	1,6858	14	505	50	10.738,5	48	515.450,21
Yeni Durum	Ref 3	1,3674	14	505	50	8.710,3	36	313.572,17
Yeni Durum	Ref 4	2,6894	14	505	50	17.131,5	36	616.733,21
Yeni Durum	Ref 5	1,5993	14	505	50	10.187,5	36	366.751,48
Yeni Durum	Ref 6	2,3124	14	505	50	14.730,0	24	353.519,71

Yapılan hesaplamalar sonucu eski durumda yıllık 6 referans için toplam 2.274.511 dolar ciroya sahipken, yeni durumda yıllık 6 referans için toplam 2.435.065 dolar ciroya sahip olduğu görülmüştür. Böylece bir yılda 160.553 ciro artışı elde edileceği hesaplanmıştır.

#### 4. KAYNAKÇA

- [1] Shingo, S., *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Japan Management Association, Tokyo, 1983
- [2] <https://www.ceyrekmuhendis.com/yalin-uretim-teknikleri/>
- [3] <https://adelburgac.wordpress.com/2019/01/06/smed-nedir-ve-nasil-uygulanir/>
- [4] <https://www.youtube.com/watch?v=8AVqvgspbww>
- [5] <https://www.youtube.com/watch?v=DeqxgZoJMeg>