

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİYEL ÜRÜNLERDE PROSES
AZALTICI – BİRLEŞTİRİCİ KALIP TASARIMLARI
VE PROTOTİP İMALATI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Onur YAĞIR

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : MAKİNE TASARIM VE İMALAT
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Osman Hamdi METE

Eylül 2015

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ENDÜSTRİYEL ÜRÜNLERDE PROSES
AZALTICI – BİRLEŞTİRİCİ KALIP TASARIMLARI
VE PROTOTİP İMALATI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Onur YAĞIR

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : MAKİNE TASARIM VE İMALAT

Bu tez 11/09/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr.
Osman Hamdi METE
Jüri Başkanı

Prof. Dr.
Kenan GENEL
Üye

Yrd. Doç. Dr.
A. Cahit KARAOĞLANLI
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Mehmet Onur YAĞIR

11.09.2015

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin olgunlaşması ve akademik hayata aktarılmasında büyük katkıları olan Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tasarım ve Konstrüksiyon ABD. Öğretim Üyesi danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Osman Hamdi METE'ye şükranlarımı sunarım. Çalışmalarına fikirleri ile katkı sağlayan değerli Hocam Prof. Dr. Kenan GENEL'e, Yüksek Lisans tezimde emeği olan tüm mesai arkadaşlarıma, Onur YAMAN ve Kerem ÇELİK'e teşekkürü bir borç bilirim. Her zaman manevi desteği ile çalışmalarımın neticeye ulaşmasına vesile olan ve beni motive eden eşim Sinem YAĞIR'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Kalıp ve Kalıpcı İfadelerinin Tanımları	2
1.2. Kalıpcılığın Sınıflandırılması.....	3
1.2.1. Sac metal kalıpcılığı	4
1.2.1.1. Delme kalıpları	4
1.2.1.2. Kesme kalıpları	5
1.2.1.3. Ardışık kalıpları	5
1.2.1.4. Bileşik (kombine)kalıpları	5
1.2.1.5. Bükme kalıpları	6
1.2.1.6. Çekme kalıpları.....	6
1.2.1.7. Şişirme kalıpları.....	7
1.2.1.8. Fıskırtma (ekstrüzyon) kalıpları	7
1.2.1.9. Basma kalıpları	8
1.2.2. İş kalıpcılığı	9
1.2.2.1. Bağlama iş kalıpları	9
1.2.2.2. Delme iş kalıpları.....	9
1.2.2.3. Montaj kalıpları	10

1.2.2.4. Ölçme kontrol kalıpları.....	10
1.2.3. Hacim kalıpcılığı	11
1.2.3.1. Plastik hacim kalıpları	11
1.2.3.2. Basınçlı döküm-hacim kalıpları.....	11
1.2.3.3. Sıcak dövme hacim kalıpları	12
1.3. Kalıp Kısımlarının Genel Olarak Gösterilmesi	12
BÖLÜM 2.	
KESME ve BÜKME KALIPLARININ TEORİLERİ	15
2.1. Kesme Kalıpları	15
2.1.1. Kesme çeşitleri	15
2.1.2. Kesme teorisi	16
2.1.3. Kesme olayı	17
2.1.3.1. Plastik biçim değiştirme	17
2.1.3.2. Batma (kesilme).....	18
2.1.3.3. Kırılma (kopma)	18
2.1.4. Kesme boşluğu	19
2.1.5. Kesme kuvveti	22
2.2. Bükme Kalıpları.....	23
BÖLÜM 3.	
BİRLEŞİK KALIP SİSTEMLERİ	30
3.1. Adımlı (Prograsif) Kalıplar	30
3.1.1. Prograsif kalıp parça örnekleri	31
3.2. Birleşik Plastik Kalıpları.....	33
3.2.1. Birleşik kalıp prosesi ile üretilen parçalardan örnekler	36
3.2.2. Sonuç ve irdeleme	37
BÖLÜM 4.	
ENDÜSTRİYEL BİR ÜRÜNDE KULLANILAN PARÇAYA DIŞ AÇMA İŞLEMİNİN KALIPTA UYGULANMASI.....	38
4.1. Seçilen Örnek Parça.....	38

4.2. Kalıp ile Form Verme İşlemi.....	39
4.3. Diş Açma İşlemi.....	43
4.4. Kalıp İçinde Diş Açma İşlemi.....	46
4.4.1. Genel tanım	46
4.4.2. Kalıp uygulaması.....	47
4.5. Tasarım ile Oluşturulan Zaman Etüdü	51
4.6. Mevcut ile Yeni Prosese Ait Tablo ve Grafikselleştirme	51
BÖLÜM 5.	
SONUÇ ve ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR.....	56
ÖZGEÇMİŞ	58

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

C	: Kesme boşluğu
F	: Kesme kuvveti (kg)
k	: Sac kalınlığı (mm)
R_{min}	: Geri esneme faktörü (mm)
R1	: En küçük bükme yarıçapı (mm)
R2	: Çekme dayanımı (kg/mm^2)
s	: Bükme yarıçapı (mm)
T	: Sac malzeme kalınlığı (mm)
U	: Kesilen toplam çevre (mm)
x	: Yüzey hassasiyet katsayısı
σ_z	: Zımbaya verilmesi gereken yarıçap (mm)
δ_{10}	: Kopma uzaması (%)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Kalıpcılık çeşitleri.....	4
Şekil 1.2. Delme kalıbı.....	4
Şekil 1.3. Kesme kalıbı	5
Şekil 1.4. Ardışık kalıplar	5
Şekil 1.5. Bileşik (kombine)kalıpları	6
Şekil 1.6. Bükme kalıpları.....	6
Şekil 1.7. Çekme kalıpları.....	7
Şekil 1.8. Şişirme kalıpları.....	7
Şekil 1.9. Fışkırtma (ekstrüzyon) kalıpları.....	8
Şekil 1.10. Basma kalıpları	8
Şekil 1.11. Bağlama iş kalıpları	9
Şekil 1.12. Delme iş kalıpları.....	9
Şekil 1.13. Montaj kalıpları.....	10
Şekil 1.14. Ölçme kontrol kalıpları	10
Şekil 1.15. Plastik hacim kalıpları.....	11
Şekil 1.16. Basınçlı döküm-hacim kalıpları.....	12
Şekil 1.17. Sıcak dövme hacim kalıpları.....	12
Şekil 1.18. Kalıbın genel görüntüsü.....	13
Şekil 2.1. Kesme çeşitleri.....	16
Şekil 2.2. Kesme teorisi.	17
Şekil 2.3. Akma sınırı gösterilmesi	17
Şekil 2.4. Plastik şekillenme	18
Şekil 2.5. Kesme olayının oluşması.	18
Şekil 2.6. Kesmenin oluşması	19
Şekil 2.7. Sac kalınlığı ve çekilme gerilmesine göre kesme aralığı.....	21
Şekil 2.8. Büküm çeşitleri	24

Şekil 2.9. Büküm eksen, çizgisi ve yarıçapının gösterimi.	24
Şekil 2.10. Bükme işlemi esnasında oluşan gerilmeler.....	25
Şekil 2.11. Büküm esnasında oluşan trapezin önlenmesi.	25
Şekil 2.12. Yarıçap ifadesinin hesabı ve ifadeleri.....	26
Şekil 2.13. Geri esnemenin oluşması	28
Şekil 2.14. Uzunlukların şekil üzerinde gösterimi.	29
Şekil 3.1. Prograsif kalıp iç görünüşü	31
Şekil 3.2. Prograsif kalıbı yapılan birinci parça örneği.....	32
Şekil 3.3. Birinci örnek parça bandın ilerleyişi	32
Şekil 3.4. Prograsif kalıbı yapılan ikinci parça örneği.....	33
Şekil 3.5. Birinci örnek parça bandın ilerleyişi	33
Şekil 3.6. Birleşik kalıp ile imal edilen plastik parçalar	36
Şekil 3.7. Birleşik kalıp ile imal edilen plastik parçalar	36
Şekil 4.1. Örnek parçaya ait görüntü.....	38
Şekil 4.2. Şerit resmi ve operasyon sırası	40
Şekil 4.3. Operasyon işlem sırası detay resmi	40
Şekil 4.4. Dördüncü adımda kalıptan çıkan parça.....	41
Şekil 4.5. Kalıpta bükümü gerçekleştiren yapı (bükme lokması)	41
Şekil 4.6. Parçanın çevre kesme ve son hatve de kesilmesini gerçekleştiren zımbalar	42
Şekil 4.7. Kalıp çalışma görüntüsü	42
Şekil 4.8. Dış açma işleminde kullanılan tezgâh.....	43
Şekil 4.9. Dış açma işleminde kullanılan aparat	43
Şekil 4.10. Parçanın aparata yerleştirilmiş halde önden görünüşü	44
Şekil 4.11. Parçanın aparattaki üstten görünümü.....	44
Şekil 4.12. Doğru konumlandırılmış parça	45
Şekil 4.13. Yanlış konumlandırılmış parça	45
Şekil 4.14. Tolerans boşluğu ve zamanla oluşan deformasyon	46
Şekil 4.15. Kalıpta dış açma sisteminin şematik gösterimi.....	47
Şekil 4.16. Kalıp görünüşü.....	48
Şekil 4.17. Kalıp aşağı doğru hareketi	49
Şekil 4.18. Kalıp yukarı doğru hareketi	49

Şekil 4.19. Diş açma işlemi üst pot aşağı inerken.....	50
Şekil 4.20. Üst pot yukarı hareketi diş açma işlemi bitiş.....	50
Şekil 4.21. Zaman etüdü grafikleri.....	53
Şekil 4.22. Tek parça üzerinden gerçekleştirilen zaman etüdü grafiği	53
Şekil 4.23. On bin adet parça üretimi işçilik maliyeti.....	54

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Matris (dişi kalıp) zırh formuna göre kesme boşluğu	20
Tablo 2.2. Malzeme cinsine göre kesme dayanımları.....	22
Tablo 2.3. Çekme dayanımlarına göre malzemelerin kesme gerilmesi.	23
Tablo 2.4. Malzemeler için en küçük yarıçap değerleri.....	27
Tablo 2.5. Sac kalınlıklarına göre en küçük yarıçap değerleri.....	27
Tablo 3.1. Sert yumuşak kombinasyonlu yapışkan özellikleri	34
Tablo 3.2. Çok bileşenli termoplastik enjeksiyon kalıplarında malzeme yapışkan özellikleri	35
Tablo 4.1. Maliyet bazında karşılaştırma.....	52
Tablo 4.2. Zamansal maliyet karşılaştırması.....	52

ÖZET

Anahtar kelimeler: Bileşik kalıplar, kalıplarda proses azaltma, kalıplarda proses birleştirme.

İlk olarak kalıp ve kalıp çeşitleri hakkında bilgi ve dokümanlar paylaşılmıştır. İkinci olarak prosesi birleştirilen plastik ve metal kalıplarından örneklemeler yapılmıştır. Seçilen bir endüstriyel üründe kullanılan bir parçaya ait kalıp baskısı ve sonrası yapılan işlemlere değinilmiştir. Belirlenen örnek parçaya, dış çekme aparatında değil kalıp içinde dış açma işlemi için tasarım çalışması yapılmıştır.

Kalıp içinde dış açma işlemi farklı yöntemler ile gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemlerden biri de motor sürücüsü ile dış açma işlemidir. Tez uygulamasında bu yöntemden farklı olarak mekanik dış açma işlemi uygulanmıştır. Tasarıma ait maliyet, zaman ve kalite faktörlerinde ne gibi değişiklik meydana geldiği tablo, grafik ve resimler ile irdelenmeye çalışılmıştır.

Ana hatları ile kalıp modeli oluşturulduğunda, kesme ve bükme işlemleri ile dış açma işlemlerinin koordineli çalışması sağlamak için kalıp içindeki hatveler ayarlanarak model tamamlanmış, dış açma işlemi mekanik olarak sağlanmıştır. Mevcut imalat(kalıpta kesme ve bükme, ikinci adımda aparat ile dış açma) ile yeni tasarım arasında(kalıp içinde kesme, bükme ve dış açma) zaman ve maliyet açısından tablolar ve grafikler ile karşılaştırıldığında kalıp içinde dış çekme işleminde pozitif yönde fark olduğu anlaşılmıştır.

MOULD DESIGN REDUCING – UNITING PROCESSES IN INDUSTRIAL PRODUCTS AND PROTOTYPE MANUFACTURING

SUMMARY

Keywords: Compound moulds, process reduction in moulding, process uniting in moulding

At first several informations and documents were presented. Secondly illustrations of plastic and metal moulds of which the processes are united were made. Mould press of an selected part used in a industrial product and the operations after pressing were discussed. Designation of the threading operation in the mould instead of using a threading apparatus was studied.

The threading operation in the mould is carried out by different methods. One of these methods is the threading by a motor driver. In this thesis application, mechanical threading was intended to be used unlike to that method. Cost of the design and possible changes effecting the time and quality factors were analyzed with the graphics and pictures.

When the model of a mould with the main lines was created, tapping operation was achieved mechanically by adjusting the pitches within the mould in order to ensure coordination between the cutting, bending and tapping operations. It was seen that there have been some differences between the actual manufacturing (cutting and bending in the first step, tapping by apparatus in the 2nd step) and the new design (cutting, bending and tapping within the mould) in terms of time and cost parameters expressed as a positive value in the tables and the graphics.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsanlık aslında ilk çağlardan itibaren kalıp adı verilen takımın farkında olmuştur. Tunç devri ve Demir devri diye anılan tarih öncesi dönemlerde bile taştan oyma kalıpların ve birtakım basit biçimlendirme araçlarının kullanıldığı bilinmektedir. M.Ö 4000 yıllarında ilk olarak dövülen malzemeler bakır, altın ve gümüş olmuştur. M.Ö 1500-700 yıllarında da demir bronzdan silah, alet ve çeşitli donatılar yapılmıştır. Antik Yunanlılar, kalıpcılığı, evlerinde görsel bir ilgi yaratmak için yüzeyleri daha küçük parçalara ayırarak kullandılar. Ancak kalıbın fonksiyonlarının ve öneminin tam olarak anlaşılabilmesi için Endüstri Devriminin ortaya çıktığı ve geliştiği dönemlerin; yani XVIII. ve XIX yüzyılların gelmesinin beklenmesi gerekmiştir [1].

Bugünkü manada çapak boşluğuna sahip kalıplar, ilk kez XVIII. Yüzyılın sonlarında yapılmıştır. Bu dönemlerde seri imalat fikri oluşmuş ve yaygınlaşmaya başlamıştır. Daha sonra 1945 yılından itibaren, kalıp şekillendirmede otomasyon uygulamalarına başlanmıştır. Seri imalatın gereği, sadece hızlı ve belirli zaman biriminde yapılan çok sayıda imalat değildir. Aynı zamanda parçalar arasında ölçü ve biçim tamlığı başta olmak üzere tüm özellikler bakımından eşitliğin sağlanması ve yapılan imalatın ekonomik olması da en az bunun kadar önemlidir. Şu halde, türü ile biçimlendirdiği faz (katı veya sıvı) ne olursa olsun, malzemeyi belirli biçim ve boyutlar gösteren bir geometri içinde sıkıştırmak suretiyle iç parçasını oluşturmak, mantıklı ve pratik bir çözüm şekli olmaktadır. İmal edilen parçanın ölçü ve biçim tamlığının, en fazla kalıp geometrisinin gösterebildiği hassasiyet derecesi kadar olabileceği: bunu hiçbir zaman aşamayacağı açık bir gerçektir. Şu halde, anılan geometrinin parça için talep edilecek maksimum ölçü ve biçim tamlığında oluşturulmasının yanında; bu özelliklerini gerek şekillendirme sürece ve gerekse belirli bir imalat periyodu (sayısı) esnasında koruması gerekmektedir [1].

İşte, kalıp için uygulanan tasarım ve imalat evrelerindeki sürekli geliştirme ve iyileştirme çabalarının tümünün anlamı bu son cümlede saklıdır. Gelişmiş ülkeler ile bu alanda son yıllarda gelişme sağlayan ülkeler bir yana, artık son birkaç yıldır Üçüncü Dünya Ülkeleri ve Eski Doğu Bloğu Ülkeleri, ya da bunların dışında kalan ve adları bugüne kadar sanayileşme ile birlikte hiç anılmamış olan bazı ülkeler bile Kalıplı İmalat Teknolojileri konusunda varlıklarını yoklarını ortaya koymaktadırlar [1].

Seri imalatın gereği, sadece hızlı ve belirli zaman biriminde yapılan çok sayıda imalat değildir. Aynı zamanda parçalar arasında ölçü ve biçim tamlığı başta olmak üzere tüm özellikler bakımından eşitliğin sağlanması ve yapılan imalatın ekonomik olması da en az bunun kadar önemlidir [1].

1.1. Kalıp ve Kalıpcı İfadelerinin Tanımları

Özdeş parçaları istenilen ölçü tamlığı sınırları içerisinde ve en kısa zamanda üreten, malzeme sarfiyatı ve insan gücünün asgari düzeyde tutulmasına yardımcı olan ve takım tezgâhları ile çalışabilen aygıtta kalıp denir. Bu aygıtın tasarımını hazırlayan, yapımını gerçekleştiren ve çalıştırabilen kişiye de kalıpcı denir [1].

Kalıpcılık mesleğini konu edinenler, en azından basit matematik ve tasarım geometri kavramlarını, makine teknik resim çizimini ve okunuşunu, markacılık ve ölçme bilgisini, bütün takım tezgâhlarının kullanımını, ısı ve sertlik ölçme işlemlerinin yapılışını, ayrıca makine elemanlarının montajını gerektiren bilgileri almak zorundadır. Bu bilgileri alan ve pratik uygulamaları iyi değerlendirebilen bir kalıpcı, aşağıdaki konularda bilgi ve beceri sahibi kişidir [2].

1. İyi bir kalıp tasarımcısı olarak göze çarpar.
2. Makine teknik resmini çizme ve okuma yeteneğine sahiptir.
3. Kalıp konstrüksiyonu hazırlamakta uzmandır.
4. Komple kalıbı oluşturan elemanların hangi takım tezgahında ve nasıl işlenebileceğini organize etmede uzmandır.
5. Komple kalıbı meydana getiren malzemeleri en iyi şekilde seçebilen uzmandır.

6. Kalıp elemanlarının ısıtma işlemlerini ve sertlik ölçme tezgâhını kullanarak, parçaların sertlik değerlerini denetleyen kontrolördür.
7. Kalıbı oluşturan elemanların montajını yapandır.
8. Kalıplanacak parçanın malzemesini hazırlayan, yapımı bitmiş olan kalıbı imalat tezgâhına emniyetle bağlayan ve doğabilecek kazaları tasarlayarak giderici tedbirleri alabilen kişiler, kendilerini bu mesleğe adanmış kişilerdir.

Gelişmekte olan teknoloji çağında, kalıpcılığın kolayca açıklanamayacağı bir gerçektir. Çünkü kalıpcılık, günlük hayatımıza girmiş pek çok parçaların üretimini gerçekleştiren önemli sektörlerden biridir. Günlük hayatımıza giren bu parçaların üretiminde; zaman, kalite ve ölçü tamlığı, malzeme tasarrufu ve özdeşlik sağlayan, ayrıca işçilik giderlerini asgari düzeye indiren kalıpcılıktır.

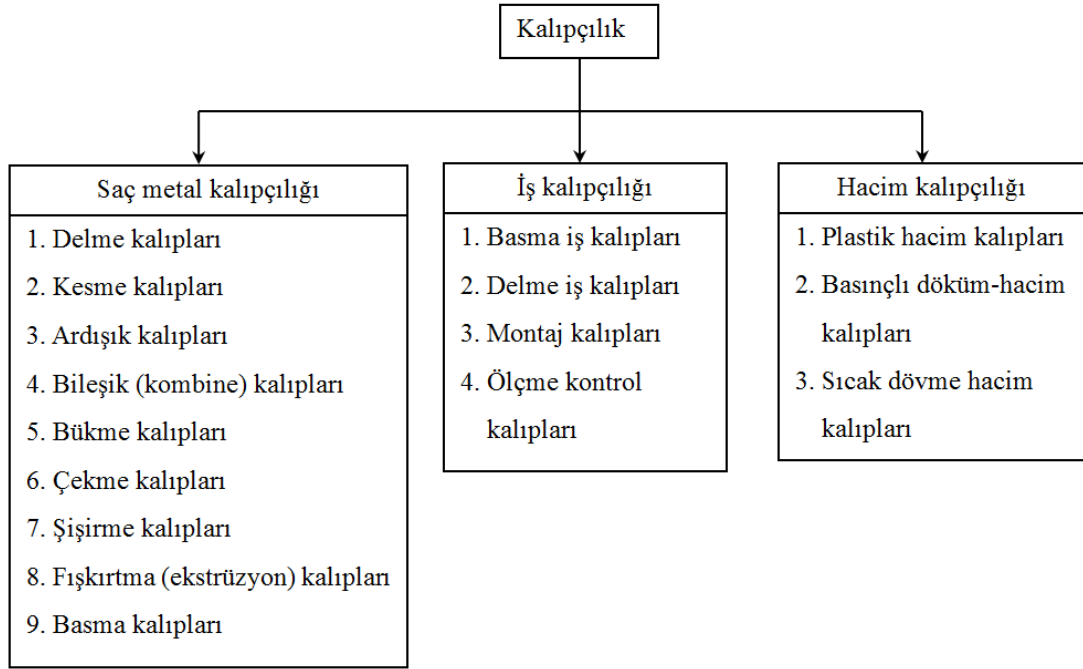
Kalıpcılık mesleğini ana başlıklar altında gruplandırarak olursak, üç başlık altında toplamak mümkündür.

1.2. Kalıpcılığın Sınıflandırılması

Genel olarak kalıp çeşitlerini 3 ana başlık altında toplayabiliriz [3].

1. Sac-metal kalıpcılığı
2. İş kalıpcılığı
3. Hacim kalıpcılığı

Bu alanları kendi arasında da gruplara ayırmak mümkündür. Şekil 1.1’de farklı kalıp grupları bir tablo halinde gösterilmiştir.



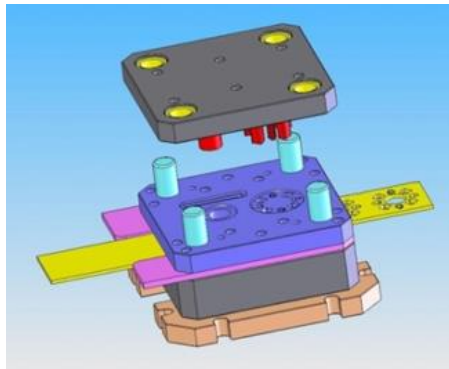
Şekil 1.1. Kalıpcılık çeşitleri, [3]

Kalıpcılık çeşitlerinde belirtilen kalıp türlerinin genel yapıları ve kısaca amaçları aşağıda belirtilmiştir.

1.2.1. Sac metal kalıpcılığı

1.2.1.1. Delme kalıpları

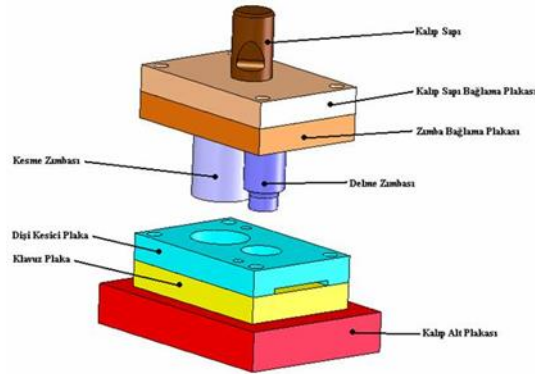
Zımba ile sac metal parçadan yapılan kesme sonucu; kesilen parça atılan hurda parça ise kalıp “delme kalıbı” olarak adlandırılmaktadır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Delme kalıbı

1.2.1.2. Kesme kalıpları

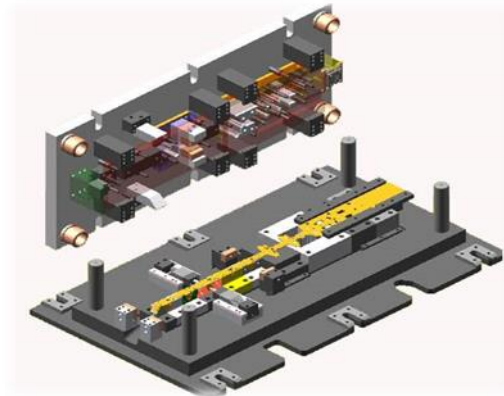
Zımba ile sac metal parçadan yapılan kesme sonucu; kesilen parça doğrudan iş parçası olarak kullanılacaksa kalıp “kesme kalıbı”, olarak adlandırılmaktadır (Şekil 1.3) [4].



Şekil 1.3. Kesme kalıbı

1.2.1.3. Ardışık kalıpları

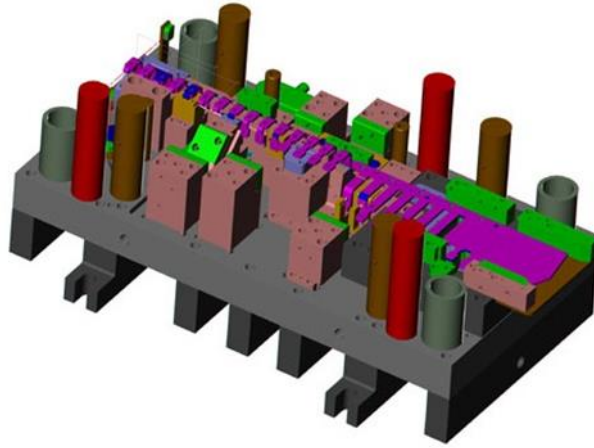
Sac metal şeridinin kopmadan operasyonlar boyunca bant halinde ilerlediği kalıp tiplerine ardışık kalıplar denir (Şekil 1.4) [5].



Şekil 1.4. Ardışık kalıplar

1.2.1.4. Bileşik (kombine)kalıpları

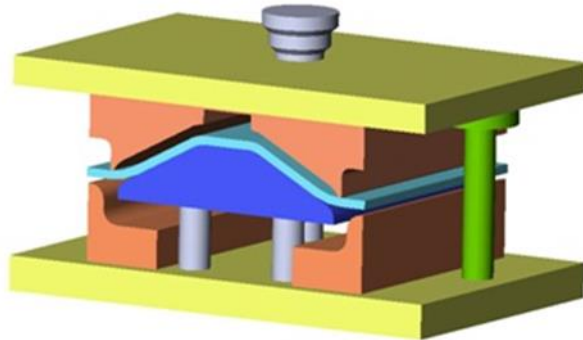
Birden fazla işlemin(delme, bükme, kesme, diş açma vb.) tek seferde yapılabildiği kalıplardır (Şekil 1.5) [5].



Şekil 1.5. Bileşik (kombine)kalıpları

1.2.1.5. Bükme kalıpları

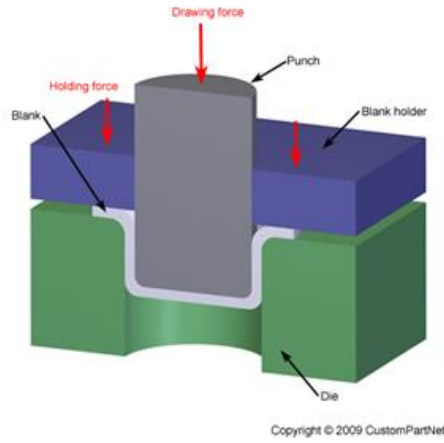
Sac malzemelerden kesilen parçaya, istenilen şekli vermek veya dayanımını artırmak amacıyla yapılan kalıplama işlemidir (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. Bükme kalıpları, [6]

1.2.1.6. Çekme kalıpları

Derin çekme, pres tekniğinde platin (taslak) denilen levhalardan, çekme erkeği yardımıyla çekme halkasından bastırılarak içi boş cisimlerin yapılmasına denir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Çekme kalıpları

1.2.1.7. Şişirme kalıpları

Şişirme kalıpcılığı, içi boş plastik parçaları üretmek için kullanılan bir plastik şekillendirme işlemidir (Şekil 1.8) [7], [8].



Şekil 1.8. Şişirme kalıpları

1.2.1.8. Fışkırtma (ekstrüzyon) kalıpları

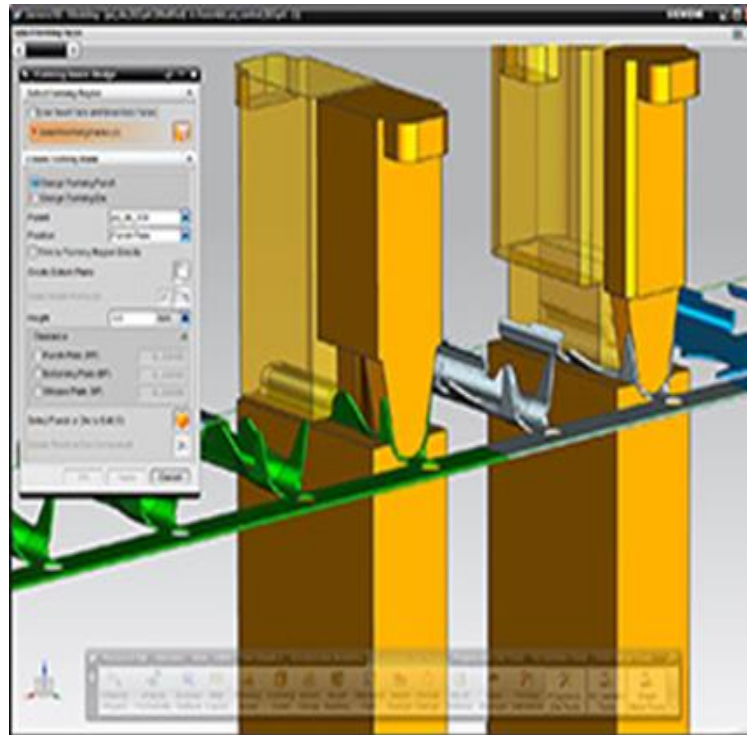
Ekstrüzyon yöntemi, çubuk, profil, boru, tel ve diğer kalın cidarlı profillerin biçimlendirilmesinde kullanılan önemli bir plastik şekil verme yöntemidir (Şekil 1.9) [7], [8].



Şekil 1.9. Fışkırtma (ekstrüzyon) kalıpları

1.2.1.9. Basma kalıpları

İş parçalarını işlemi ile eğmeye, bükmeye, yuvarlatmaya veya düzeltme işleme yapan kalıp türleridir (Şekil 1.10).

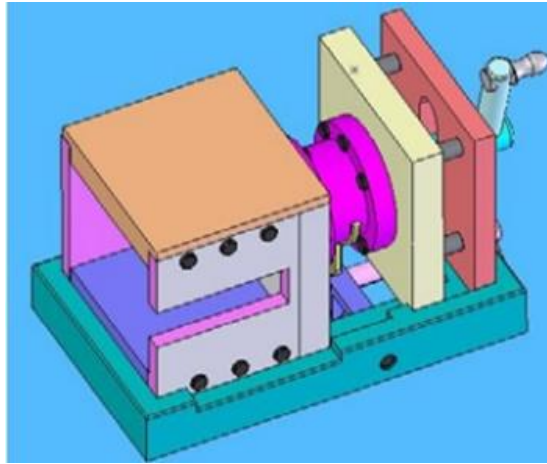


Şekil 1.10. Basma kalıpları

1.2.2. İş kalıpcılığı

1.2.2.1. Bağlama iş kalıpları

Bağlama kalıpları gerek iş parçasını kalıp içerisinde sabitlemek ve gerekse kalıp gövdesini tezgâh üzerine sabitlemek için kullandığımız elemanlardır (Şekil 1.11) [9].



Şekil 1.11. Bağlama iş kalıpları

1.2.2.2. Delme iş kalıpları

Delme iş kalıbı iş parçasını istenilen konumda tutan ve talaş kaldırma işlemi yapan kesiciye yön veren aygıttır (Şekil 1.12) [9].



Şekil 1.12. Delme iş kalıpları

1.2.2.3. Montaj kalıpları

Metal sanayinde imalat, tek parça olarak yapılabildiği gibi, birden fazla parçanın birleştirilmesi sonucu da imalat yapılmaktadır. Seri üretimde birden fazla parçanın birleştirilip tek parça haline getirilmesi işlemi montaj kalıpları ile yapılmaktadır (şekil 1.13) [10] .



şekil 1.13. Montaj kalıpları

1.2.2.4. Ölçme kontrol kalıpları

Üretimi yapılan parçanın basit ve hızlı şekilde kontrolünü yapmaya yarayan aaparata denir (şekil 1.14) [10].

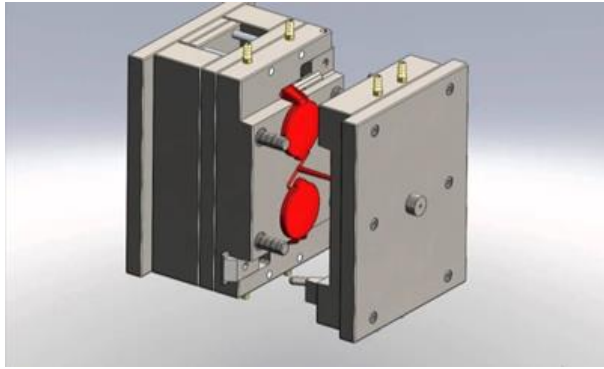


şekil 1.14. Ölçme kontrol kalıpları

1.2.3. Hacim kalıpcılığı

1.2.3.1. Plastik hacim kalıpları

Hacim kalıp içerisinde istenilen parçanın şekline, ölçü ve toleranslarına uygun olarak bırakılan kalıp çukuru veya boşluğuna ergitilerek sıvı hâle getirilmiş malzemelerin basınçla veya sıkıştırılarak doldurma işlemini yapabildiğimiz mekanizmalara ve seri üretim aparatlarına denir (Şekil 1.15) [11].



Şekil 1.15. Plastik hacim kalıpları

1.2.3.2. Basınçlı döküm-hacim kalıpları

Toz veya taneler hâlindeki plastik maddesi 190 °C – 210 °C ısıtılan plastik vidalı milin dönüşüyle basınç artırılarak silindir sonundaki fişkırtma memesinden 0,3–4,5 kg/mm² basınçla kalıp içerisine fişkırtılır (Şekil 1.16).



Şekil 1.16. Basınçlı döküm-hacim kalıpları

1.2.3.3. Sıcak dövme hacim kalıpları

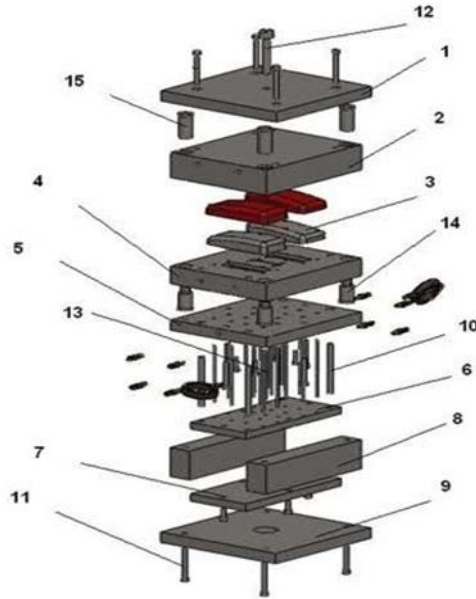
Metal malzemelerin yüksek sıcaklıkta, büyük kuvvetlerle (şahmerdanlarla) dövülerek şekillendirilme işlemine denir. Dövme kalıplarında iki dişi vardır ve ikinci aşamada etek kesme kalıpları yapılır (Şekil 1.17).



Şekil 1.17. Sıcak dövme hacim kalıpları

1.3. Kalıp Kısımlarının Genel Olarak Gösterilmesi

Şekil 1.18’de bir kalıbın genel görüntüsü verilmiştir. Kalıbı oluşturan temel parçalar madde halinde aşağıda kısaca açıklanmıştır [12].



Şekil 1.18. Kalıbın genel görüntüsü

1. Üst plakası: Kalıbın sabit kısmını enjeksiyon makinesinin sabit tablasına bağlar.
2. Dişi gövde: Parçanın dişi kalıbıdır. Merkezleme burcunu tutar ve üst plakaya civatalarla bağlıdır.
3. Erkek lokma: Ürünün iç kısmına biçim verir.
4. Kalıp erkek destek plakası: Erkek lokmaları tutar. Dişi gövdeye kılavuzluk eden merkezleme pimi bu plakaya bağlıdır.
5. Kalıp destek plakası: İtici pimlerin flambaja uğramasını engeller.
6. İtici zımba tutucu plakası: İtici pimleri, iticileri geri itme pimleri ve yolluk çekme pimlerinin başları için yuvalar açılmıştır.
7. İtici destek plakası: İtici bağlama plakası ile bir ünite teşkil etmek üzere civatalarla sıkılmıştır. İtici bağlama plakasındaki pimler için bir arka plaka gibi görev yapar.
8. Kayıt (paralel): Alt tespit plakasının üstüne, kalıplandıktan sonra itici pimlerin çıkardığı iş parçasının dışarı alınabilmesi için boşluk saptamak amacıyla dayama plakasının altına tespit edilir.
9. Alt Plaka: Kalıbın hareketli kısmını, enjeksiyon makinesinin hareketli tablasına tutturmak içindir.

10. Dayama pimleri: Alt tespit plakasına pres edilmek suretiyle itici plakaya desteklik görevi yaparlar.
11. Sütunlar: Alt tespit plakası ile dayama plakası arasına yerleştirilen silindirik çubuklardır. Boyları paralellerle aynı yüksekliktedir. Alt tespit plakasına cıvatalanmıştır.
12. Nozul: Konik deliğinden plastik eriğinin yolluklara itilmesine aracı olur.
13. İticiiler: İtici sisteme bağlanırlar. Kalıp çukuru içerisinde kalıplanmış parçayı dışarı çıkarmak için kullanılırlar. Genellikle krom vanadyumlu çeliklerden veya nitrasyon çeliklerden yapılırlar. Ayrıca, 0,1–0,175 mm derinliğinde ve 70–80 Hrc sertliğinde yüzey sertleştirme işlemine tabi tutulur. İtici pimlerin çalışma yüzeyleri honlanır ve çap ölçüsü 0,125 mm fazla yapılmak suretiyle aşınmış itici pim burçlu kalıplarda kullanılır.
14. Klavuz pimler: Sulanmış ve taşlanmış pimler plakaların birine pres edilmiştir. Kalıp takımının iki yarım kısımlarını tam ayarında (sağa-sola kaçmamaları için) tutar.
15. Burçlar: Sulanmış ve taşlanmış burçlar plakaların birine pres edilmiştir. Klavuz pimleri yataklık yaparlar.

BÖLÜM 2. KESME ve BÜKME KALIPLARININ TEORİLERİ

Bu bölümde tez çalışmasında hedeflenen endüstriyel ürüne ait parça tasarımı hesaplarında kullanılacak bükme, kesme ve delme işlem teorilerinin detayları açıklanmaya çalışılmıştır.

2.1. Kesme Kalıpları

Levha halindeki yarı mamül malzemenin bir hat boyunca ayrılmasına kesme, bu işleri yapan kalıplara da kesme kalıpları adı verilir. Çeşitli yöntemler ile gerçekleştirilmektedir [13].

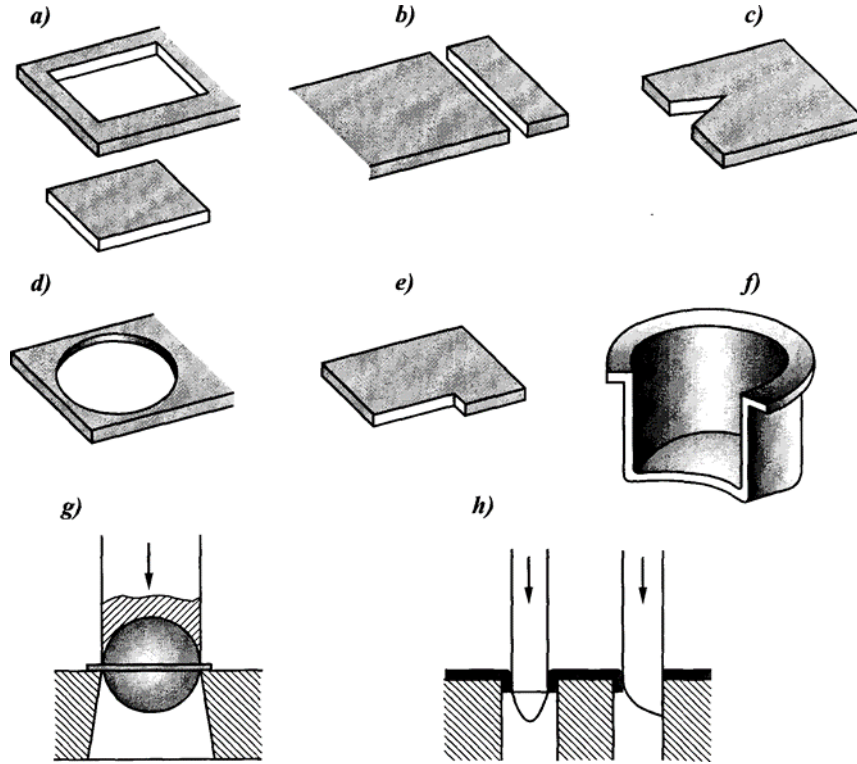
2.1.1. Kesme çeşitleri

Kesme işlemi farklı şekillerde olabilir;

- a. Parça kesme: İstenilen şekildeki parçayı kapalı bir çizgi boyunca kesme işlemidir.
- b. Düz kesme: İstenilen şekildeki parçayı kapalı olmayan bir çizgi boyunca kesme işlemidir.
- c. Yarma: Gerecin kısmen ayrılması işlemidir.
- d. Delik kesme: İstenilen şekil ve ölçüdeki parçanın kesilerek malzeme şeridinden düşürülmesi işlemidir.
- e. Son kesme: Parçanın kesilmiş olduğu durumun aksi yönüne doğru tekrar kesilmesi işlemidir. Bu şekilde kesme kenarları daha keskin, kesim yüzeyleri daha düz olur.
- f. Fark kesme: Çekme veya bükme işlemi yapılırken meydana gelen kenarın atılması(fark parçasının giderilmesi)

g. Çapak kesme: Preslenmiş veya dökülmüş parçalarda çapağın alınması işlemidir.

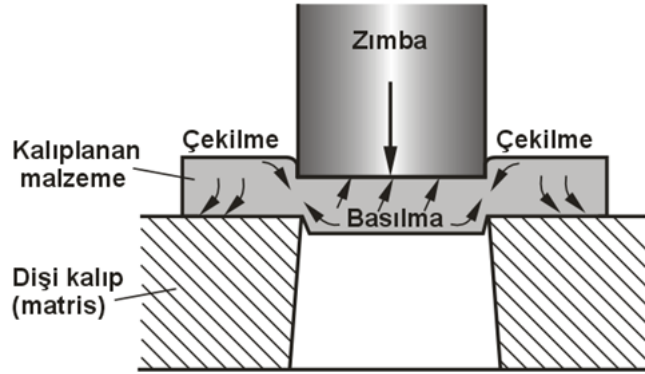
h. Kakma: Gereç uygun şekilli bir zımba ile yırtılır, parça kesilip düşürülmez.



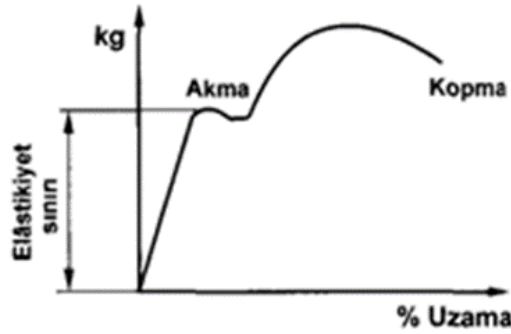
Şekil 2.1. Kesme çeşitleri

2.1.2. Kesme teorisi

Şerit malzemelerden kesilen(kalıplanan) parçalar, dişi kalıp ve zımba arasında tam olarak kesilemez. Dişi kalıp ve zımba arasındaki şerit malzemeden kesilecek parça, iki kesme kenarı arasında maksimum kesme direncini gösterir. Aynı zamanda zımba, malzemeye bir miktar batar ve malzeme akma sınırına gelene kadar kesme yapar. Maksimum dirençten sonra malzeme dayanımını kaybeder ve akmaya başlar. Akma sınırını aşınca parça kopmaya uğrar (Şekil 2.3'de akma sınırı görülmektedir). Şerit malzemenin üst yüzeyi ile kalıplanan parçanın alt yüzeyinde çekilme gerilmesi, kalıplanan parçanın zımba dokunma yüzeyinde basılma gerilmesinin olduğu görülür (Şekil 2.2) [13].



Şekil 2.2. Kesme teorisi.



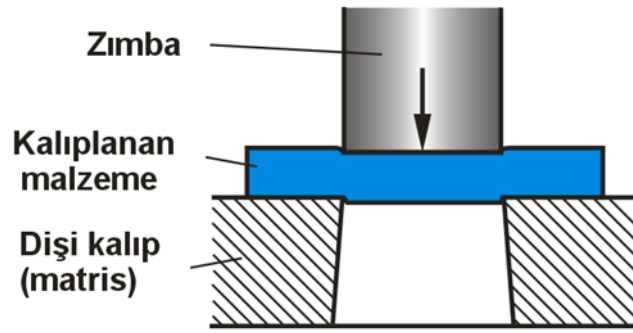
Şekil 2.3. Akma sınırı gösterilmesi

2.1.3. Kesme olayı

Malzeme kalıp üzerine yerleştirilip pres başlığına ilk hareket verildiğinde, zımba malzeme ile temas eder ve malzeme üzerine basınç yapar [13].

2.1.3.1. Plastik biçim değiştirme

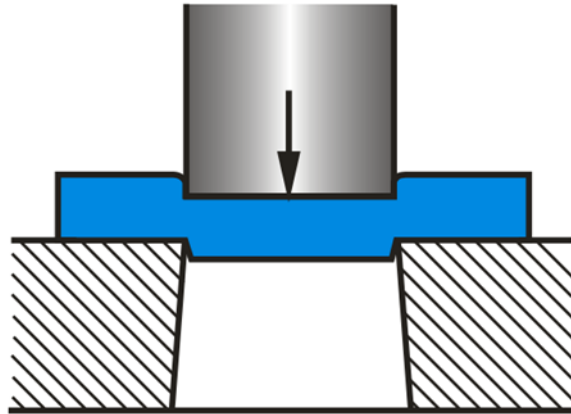
Malzeme kalıp üzerine yerleştirilip pres başlığına ilk hareket verildiğinde, zımba malzeme ile temas eder ve malzeme üzerine basınç etkisi yapar. Malzemenin esneklik limiti aşıldığı zaman, plastik biçim değiştirme meydana gelir (Şekil 2.4) [13].



Şekil 2.4. Plastik şekillenme

2.1.3.2. Batma (kesilme)

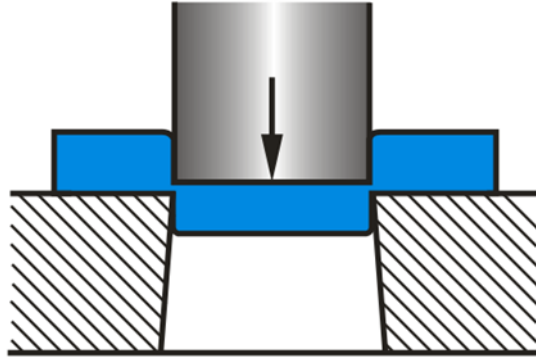
Pres başlığının itici kuvveti devam ederken zımba malzemeyi yığılmaya zorlar (Şekil 2.5). İstenilen şekildeki malzeme kalıp boşluğuna itilir. Bu safhada gerçek kesme (kayarak kesme) olayı gerçekleşir [13].



Şekil 2.5. Kesme olayının oluşması.

2.1.3.3. Kırılma (kopma)

Zımba basıncının devam etmesi, kalıp ve zımba kesici ağızlarında malzeme kırılmasının başlamasına neden olur. Bunlar en büyük gerilim yığılmalarının meydana geldiği noktalar. Normal kesme şartları altında kırılmalar birbirine doğru uzanır ve buluşurlar. Bu durum meydana geldiğinde kırılma tamamlanmış ve malzeme şeridinden istenilen şekilde malzeme kesilmiş olur. Şekil 2.6'da kesmenin oluşması gösterilmiştir [13].

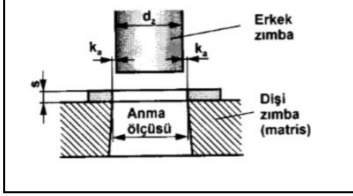
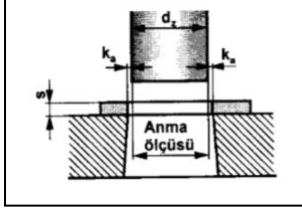


Şekil 2.6. Kesmenin oluşması

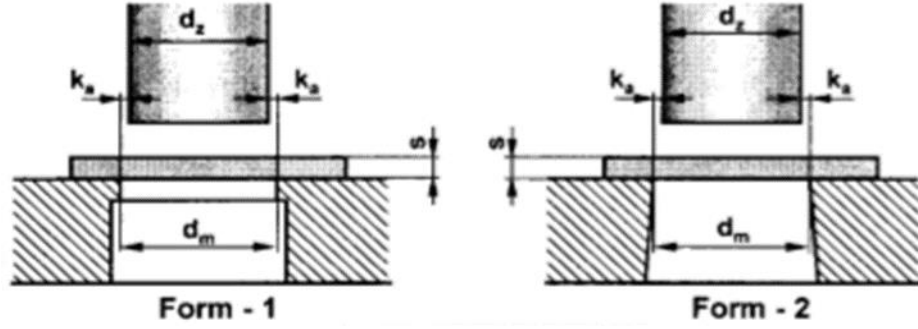
2.1.4. Kesme boşluğu

Bir parçanın kesme kalıplarında üretilebilmesi için, zımba ile matris (dişi kalıp) arasında bırakılan eşit aralığa kesme aralığı denir. İki taraflı kesme aralığının toplamı da kesme boşluğunu vermektedir [13].

Tablo 2.1. Matris (dişi kalıp) zırh formuna göre kesme boşluğu [13].

Kesme (Boşluk erkek zımbaya veriliyor)		Delme (Boşluk dişi zımbaya veriliyor)									
											
Sac kalınlığı (mm)	Malzemelerin çekme gerilmeleri σ_z =kg/mm										
	5-10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
	Kesme boşluğu(k_b =mm)										
0,25	0,008	0,010	0,011	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019	0,021
0,50	0,016	0,019	0,022	0,025	0,027	0,030	0,031	0,034	0,035	0,039	0,042
0,75	0,024	0,029	0,034	0,038	0,041	0,044	0,047	0,050	0,053	0,058	0,063
1,00	0,032	0,039	0,045	0,050	0,055	0,059	0,063	0,067	0,071	0,078	0,084
1,25	0,040	0,048	0,056	0,063	0,069	0,074	0,079	0,084	0,088	0,097	0,105
1,50	0,047	0,058	0,067	0,075	0,082	0,089	0,091	0,099	0,106	0,116	0,126
1,75	0,055	0,068	0,078	0,088	0,096	0,104	0,111	0,117	0,124	0,136	0,147
2,00	0,063	0,077	0,089	0,100	0,110	0,118	0,126	0,134	0,141	0,155	0,167
2,25	0,071	0,087	0,100	0,113	0,123	0,133	0,142	0,151	0,159	0,174	0,188
2,50	0,079	0,097	0,112	0,125	0,137	0,148	0,158	0,168	0,177	0,194	0,210
2,75	0,087	0,107	0,123	0,138	0,151	0,163	0,174	0,185	0,195	0,213	0,230
3,00	0,095	0,106	0,124	0,150	0,164	0,178	0,190	0,201	0,212	0,232	0,250
3,50	0,127	0,155	0,179	0,200	0,219	0,237	0,253	0,268	0,283	0,310	0,335
4,00	0,158	0,194	0,224	0,250	0,274	0,296	0,316	0,336	0,354	0,388	0,420
4,50	0,190	0,232	0,268	0,300	0,329	0,355	0,379	0,400	0,424	0,465	0,500
5,00	0,220	0,270	0,313	0,350	0,384	0,415	0,442	0,470	0,495	0,543	0,586
6,00	0,285	0,350	0,400	0,450	0,493	0,533	0,569	0,605	0,636	0,698	0,750
7,00	0,348	0,425	0,490	0,560	0,603	0,651	0,695	0,738	0,778	0,850	0,920
8,00	0,410	0,500	0,580	0,650	0,710	0,780	0,820	0,920	1,008	1,050	1,100
10,00	0,540	0,658	0,760	0,850	0,970	1,008	1,075	1,140	1,202	1,318	1,423
12,00	0,665	0,812	0,940	1,050	1,150	1,243	1,327	1,410	1,485	1,625	1,750
15,00	0,853	0,990	1,200	1,350	1,480	1,600	1,710	1,812	1,910	2,090	2,260
18,00	1,040	1,276	1,475	1,650	1,810	1,954	2,086	2,213	2,334	2,556	2,763
22,00	1,300	1,580	1,830	2,050	2,250	2,425	2,590	2,750	2,900	3,180	3,430
25,00	1,485	1,820	2,100	2,350	2,580	2,780	2,970	3,150	3,325	3,640	3,890

Kesme aralığı her tarafta eşit olmalıdır. Böylece uygun bir kesme ve istenilen değerlerde bir üretim yapılmış olur. Kesme aralığı her tarafta aynı bırakılmadığı zaman, üretilen malzeme çapaklı olur. Bu da istenmeyen bir durumdur. Kesme boşluğunun hesaplanmasında Denklem 2.1'den yararlanılır.



Şekil 2.7. Sac kalınlığı ve çekilme gerilmesine göre kesme aralığı

$$k_b = 2 \cdot k_a \quad (2.1)$$

- k_a : kesme aralığı
 k_b : kesme boşluğu
 s : malzeme kalınlığı
 d_z : zımba çapı
 d_m : matris(dişi kalıp)çapı

$s \leq 3$ ise,

$$k_a = 0,005 \cdot s \cdot \sqrt{\tau_a} \quad (2.2)$$

$s > 3$ ise,

$$k_a = 0,005 \cdot s \cdot \sqrt{\tau_a} \quad (2.3)$$

2.1.5. Kesme kuvveti

Kalıplama anında parçanın şerit malzemeden ayrılmasına karşı göstermiş olduğu toplam dirence kesme kuvveti denir. Kesme kuvveti aşağıdaki formül kullanılır (Denklem 2.4).

$$F = U.T.\tau_a \quad (2.4)$$

- F : Kesme kuvveti (kg)
 τ_a : Kesme (kayma) gerilmesi (kg/mm²)
 U : Kesilen toplam çevre (mm)
 T : Sac kalınlığı (mm)

Malzemelere ait değerler tablolardan bulunur. Tablo 2.2’de malzeme cinsine göre kesme dayanımları verilmiştir. Tablo 2.3’de malzeme cinsine göre kesme dirençleri verilmiştir.

Tablo 2.2. Malzeme cinsine göre kesme dayanımları

Malzemenin cinsi	Kesme direnci $\tau=kg/mm^2$
Kurşun	2,5
Kalay	3,5
Alüminyum	5,6
Bakır	10
Pirinç	15,5
Nikel	20-25
%0,1C Çelikler tavllanmış	25-30
soğuk haddelenmiş	30
%0,2C Çelikler tavllanmış	30
soğuk haddelenmiş	35-40
%0,3C Çelikler tavllanmış	35
soğuk haddelenmiş	45-50
Paslanmaz çelikler	40
silisyumlu çelikler	45

Tablo 2.3. Çekme dayanımlarına göre malzemelerin kesme gerilmesi.

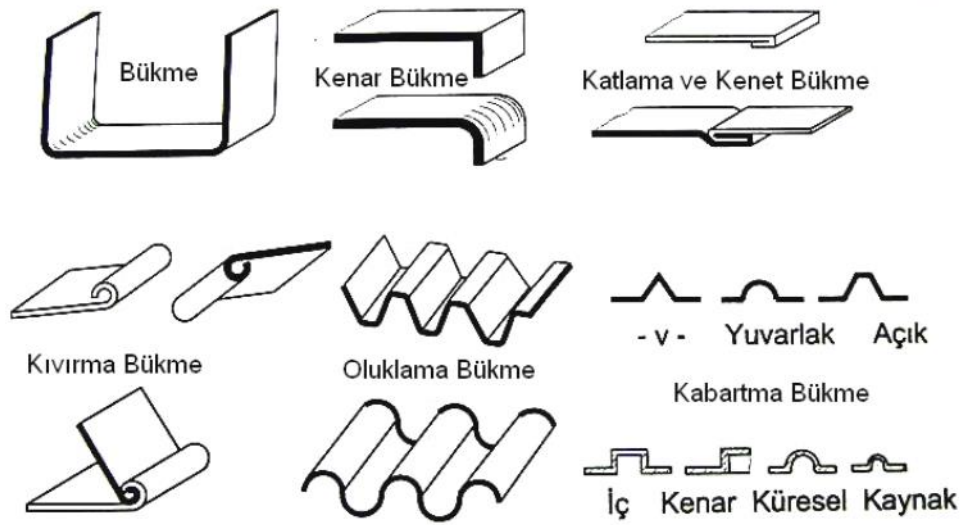
Malzemenin cinsi	Kesme Direnci ($\tau_a = \text{kg/mm}^2$)
Çelik	11,0+0,560 σ_z
Pirinç	17,1+0,2852 σ_z
Çinko	0,7+0,750 σ_z
Alüminyum	0,750 σ_z
Duralüminyum	17,3+0,230 σ_z

2.2. Bükme Kalıpları

Malzemenin bir eksen boyunca, ısı ile ya da ısı yardımı olmadan biçimlendirilmesi işlemine bükme, bu işlemi yapan kalıplara da bükme kalıpları adı verilir. Bükme işleminde malzemenin bir kısmı, ya kesitini mümkün olduğu kadar muhafaza ederek ya da bir miktar değiştirerek kesin olarak değişik bir yöne geçer. Şekil 2.8’de büküm çeşitleri gösterilmiştir [14].

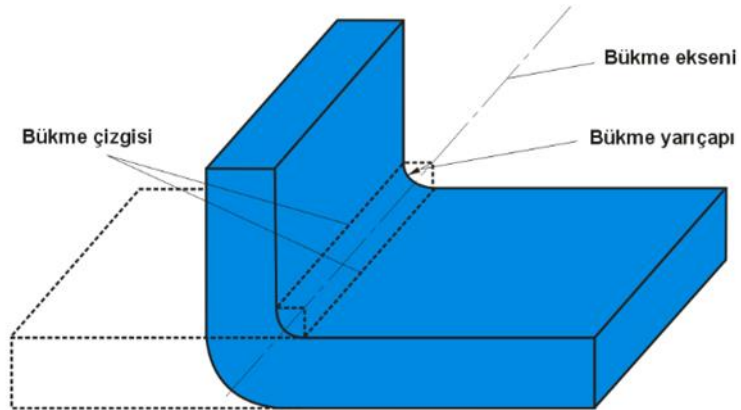
Bükülen malzemenin kesitinde meydana gelen değişimler genel olarak şunlara bağlıdır:

1. Malzemenin kalitesine
2. Malzemenin kalınlığına
3. Bükme açısına
4. Bükme yarıçapına
5. Bükme kuvvetine



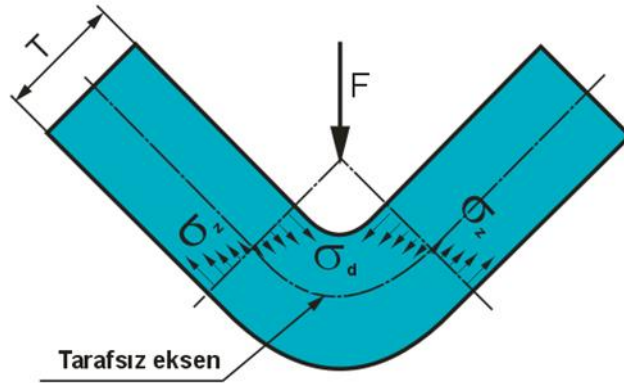
Şekil 2.8. Büküm çeşitleri

Bükme işleminde uygulanan kuvvet, malzemenin gösterdiği karşı dirençten büyük, fakat kalıbın gösterdiği karşı dirençten küçük olmalıdır. Aksi takdirde kalıbın kırılması durumu söz konusu olabilir. Şekil 2.9'de Büküm eksenini, çizgisi ve yarıçapını gösterilmiştir.



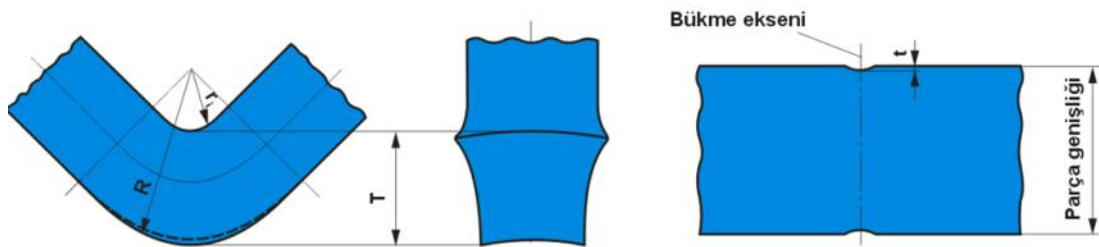
Şekil 2.9. Büküm eksenini, çizgisi ve yarıçapının gösterimi.

Bükmenin gerçekleşebilmesi için, malzemenin elâstiklik limiti aşılarak kalıcı biçim değişikliğinin meydana gelmesi gerekir. Şekilde, metal sacın bir kuvvet etkisiyle bükülmeye zorlandığında, sacın meydana gelen tipik gerilmelerin konumu görülmektedir. Şekil 2.10'da büküm esnasında oluşan gerilmeler gösterilmiştir [14].



Şekil 2.10. Bükme işlemi esnasında oluşan gerilmeler.

Şekilden de anlaşıldığı gibi, F kuvveti sacı bükmeye çalışırken, sacın iç yüzeyi kısalmaya (büzülmeye), dış yüzeyi de uzamaya çalışır. Bükülen malzemenin iç kısmında basma gerilmesi, dış kısmında da çekme gerilmeleri meydana gelir. İç yüzeyle dış yüzey arasında uzunluğu değişmeyen tarafsız eksen vardır. Bükme olayında, tarafsız eksenin içinde kalan ve basılmaya çalışan kısımdaki malzeme esas genişliğinden daha geniş duruma gelir. Bunun nedeni, bükmede plâstik deformasyon sırasında kaymanın olmasıdır. Aynı olayın tam tersi, tarafsız eksenin dış kısmında kalan malzeme yüzeyinde çekilmeye çalışan kısımda bir daralma şeklinde olduğu görülür. Kalın parçalar, küçük bükme yarıçaplarında büküldükleri zaman, bu genişleme ve daralma daha net olarak görülür ve Şekil 2.11'deki gibi bükme yarıçapının bulunduğu yerdeki kesit dikdörtgen şeklini bozarak, trapez şeklini alır. Bunu önlemek için malzemeden, bükme yapılmadan önce Şekil 2.11'de görüldüğü gibi "t" kadar talaş kaldırılır. Bu değişmelere karşın, malzeme hacmi %1 oranında değişime uğrasa da ihmal edilebilir [14].



Şekil 2.11. Büküm esnasında oluşan trapezin önlenmesi.

Bükme kalıplarında en önemli olan unsurlardan biri olan bükme yarıçapı, bir malzemenin çatlaklar veya diğer istenilmeyen durumlar meydana getirmeden, bükülmesini sağlayan en küçük yarıçaptır.

En küçük bükme yarıçapına genel olarak etki eden faktörler şunlardır:

1. Malzemenin kalınlığı
2. Malzemenin kalitesi
3. Malzemenin bükmeye karşı gösterdiği direnç
4. Malzemenin bükmeye elverişli olma durumu

Ayrıca parça yüzeyinin durumu, yapım usulleri, haddelme yönü ve sıcaklık ta en küçük bükme yarıçapına etki eder. Denklem 2.5'de yarıçap ifadesinin hesabı verilmiştir.

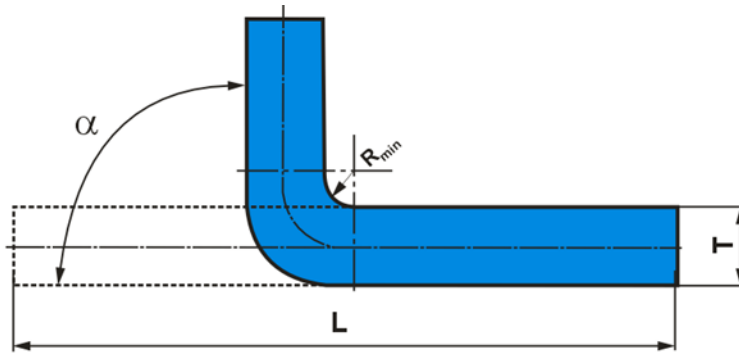
$$R_{min} = T(0,0085 \cdot \sigma_z / \delta_{10} + 0,5) \quad (2.5)$$

R_{min} : En küçük bükme yarıçapı (mm)

T : Sac kalınlığı (mm)

σ_z : Çekme dayanımı (kg/mm²)

δ_{10} : Kopma uzaması (%)



Şekil 2.12. Yarıçap ifadesinin hesabı ve ifadeleri.

Malzemelerin cinsine ve malzeme kalınlığına göre belirlenmiş yarıçap çapları bulunmaktadır. Bunlar tablolarda yer almaktadır. En sık kullanılan malzemeler için

bu değerler şu şekildedir. Tablo 2.4’de malzemeler için en küçük yarıçap değerleri verilmiştir. Tablo 2.5’de sac kalınlıklarına göre yarıçap değerleri gösterilmiştir [14].

Tablo 2.4. Malzemeler için en küçük yarıçap değerleri.

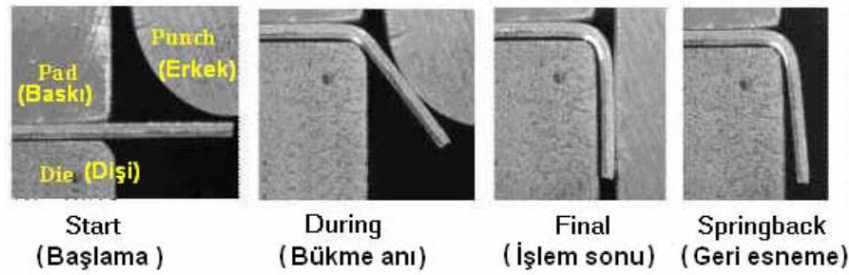
Malzeme	R _{min}(mm)
Çelik	1-35
Bakır	0,8-1,25
Pirinç	1-,85
Çinko	1-25
Alüminyum	0,8-15
Alüminyum alaşım	0,9-35

Tablo 2.5. Sac kalınlıklarına göre en küçük yarıçap değerleri.

Malzemeler	Sac kalınlığı T (mm)											
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4
	En küçük bükme yarıçapı R _{min} (mm)											
Sert olmayan çelik	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0
Orta sertlikteki çelik	1,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0	4,0
Düşük alaşımlı çelik	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0		10	10
Pirinç	0,6	0,6	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	10
Saf alüminyum	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,6	1,6	2,5	2,5	4,0	6,0

Kalıp açısı ve büküm işleminden sonra parça bir miktar kendini geri iterek esneme yapmaktadır. Şekil 2.13’de geri esneme gösterilmiştir. Bunlar tespiti önemli olan değerlerdir. Bükülmesi istenen parçalarda, gerekli bükme yarıçapı ve pres kuvveti uygulanıp esneklik sınırı aşılar, fakat maksimum dirençleri aşılamaz. Bu nedenle malzemeye uygulanan kuvvet kaldırıldığında, bükülen parça bir miktar açılır. Yani

bükme esnasında iç yüz basılmaya, dış yüz ise çekilmeye çalışmıştır. Buna kalıpcılıkta geri esneme adı verilir. Geri esneme, malzemenin cinsine, kalınlığına ve bükme şartlarına(sıcaklık vs.) ve R1/T oranına bağlıdır. Parçanın istenen ölçüde elde edilebilmesi için, bükme yarıçapı ve bükme açısının düzeltilmesi gerekir. Geri esnemeyi önlemek için en fazla uygulanan yöntem, bükme açısının erkek zımbada bir miktar küçük yapılmasıdır [14].



Şekil 2.13. Geri esnemenin oluşması

Kalıp açısı hesabı şu formüller (Denklem 2.6 ve Denklem 2.7) ile gerçekleştirilmektedir;

$$R_2 = k(R_1 + 0,5T) - 0,5T \quad (2.6)$$

$$k = \frac{R_2 + 0,5T}{R_1 + 0,5T} \quad (2.7)$$

R2 : Zımbaya verilmesi gereken yarıçap (mm)

R1 : Bükme yarıçapı (mm)

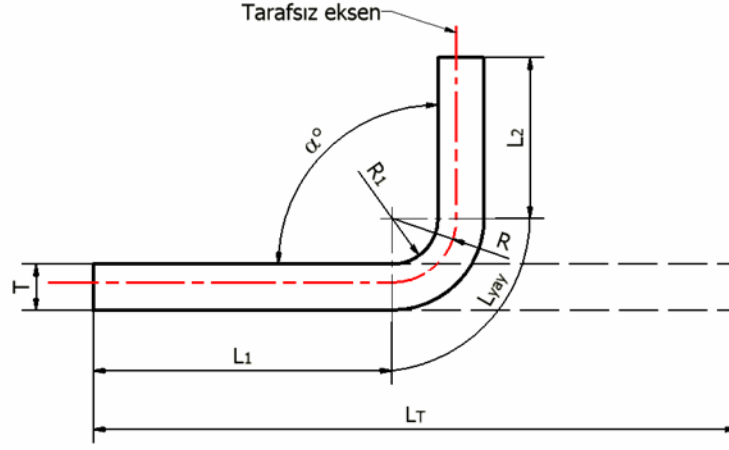
s : Sac malzeme kalınlığı (mm)

k : Geri esneme faktörü (mm)

Kalıpta bükülecek parçaya ait açınım boyu bükülecek parçanın bükülmeden önceki boyuna, açınım boyu denir (Denklem 2.8). Açınım boyunun hesabında, önce tarafsız eksenin bükme merkezine olan uzaklığı (R) bulunur. Bu tarafsız eksenin bükme kavis yarıçapıdır (Denklem 2.9).

$$L_T = L_1 + L_2 + L_{yay} + \dots + L_n \quad (2.8)$$

$$L_{yay} = \frac{\pi \cdot \alpha}{180} (RR_1 + y \cdot T) \quad (2.9)$$



Şekil 2.14. Uzunlukların şekil üzerinde gösterimi.

Bükme kavis yarıçapı sac malzeme kalınlığına eşit $R_1 = T$ ise, kat sayısı $y = 0,33$ alınır ve bükme boyuna esas yarıçap Denklem 2.10'den bulunur.

$$R = R_1 + 0,33T \text{ (mm)} \quad (2.10)$$

bulunur.

Bükme kavis yarıçapı sac malzeme kalınlığının 2 ila 4 katına eşit yani $R_1 = (2..4)T$ ise, kat sayısı $y = 0,42$ alınır ve bükme boyuna esas yarıçap Denklem 2.11'den bulunur.

$$R = R_1 + 0,42T \text{ (mm)} \quad (2.11)$$

bulunur.

Bükme kavis yarıçapı sac malzeme kalınlığının 4 katından fazla ise yani $R > 4T$ ' den büyükse, katsayı $y = 0,5$ alınır ve bükme boyuna esas yarıçap Denklem 2.12'den bulunur.

$$R = R_1 + 0,5T \text{ (mm)} \quad (2.12)$$

bulunur.

BÖLÜM 3. BİRLEŞİK KALIP SİSTEMLERİ

Birden çok işlemin (kesme, bükme, delme vb.) aynı anda yapıldığı sac kalıpları ile aynı anda birden fazla malzemeyi bir kalıp gözüne enjekte edebilen kalıp sistemleri mevcuttur. Bu kalıp sistemlerinde zaman ve işçilik parametrelerinde büyük kazanç sağlanmıştır. Aynı şekilde hedef tasarımda ek kalıp ve aparat ile dış açma prosesi gerçekleştirilen bir endüstriyel üründe kullanılan bir parçada dış açma işleminin kalıpta yapılması planlanmıştır. Sac ve plastik kalıplarda uygulanan birleşik kalıp proseslerinden aşağıda kısaca değinilmiştir.

3.1. Adımlı (Prograsif) Kalıplar

Prograsif kalıplar; birden çok işlemin(kesme, bükme, delme vb.) aynı anda yapıldığı kalıplara verilen isimdir. Bant şeklinde sürücüden gelen sac levha her kalıp baskısında bir işlem yaparak parça formunu verir. Son adımda kesme işlemi gerçekleşir ve nihai parçaya ulaşılır. Böylece ayrı ayrı kesme, bükme ve delme işlemleri için kalıp yapılması önlenmiştir [15].

Birleşik kalıpların faydaları;

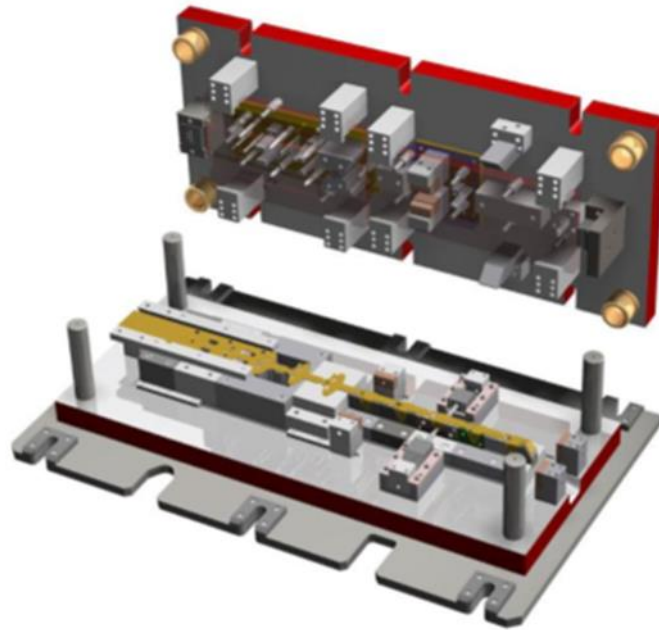
1. Birden fazla kalıbın yaptığı işi tek başına ve aynı istasyonda yaptığı için zaman tasarrufu sağlar.
2. Fazla sayıda pres tezgahı gerektirmediği için mevcut pres tezgahına göre kalıp tasarımı daha kolaydır.

Dezavantajları;

1. Komple kalıbın tasarımı ve yapımı zaman alıcıdır.
2. Kalıbın maliyeti yüksek ve tamiri zordur.
3. Yüksek kalıplama kuvvetini gerektirdiği için büyük tonajlı pres tezgahı kullanılması gerekir.

Kalıplanacak parçanın birkaç değişik yerleşim planından en uygun olanının şerit malzeme üzerine aktarılmasına bant tasarımı denir ve kalıp tasarımının ilk adımını oluşturur.

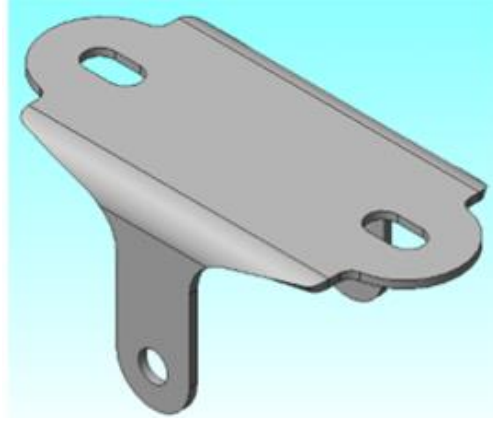
Kalıp tasarımı yaparken ilk olarak üretilecek parça üzerinde hangi işlemlerin yapılacağı (delme, bükme, kesme vb.) tespit edilmeli ve ardından bunların işlem sırasını belirlemeye geçilmelidir.



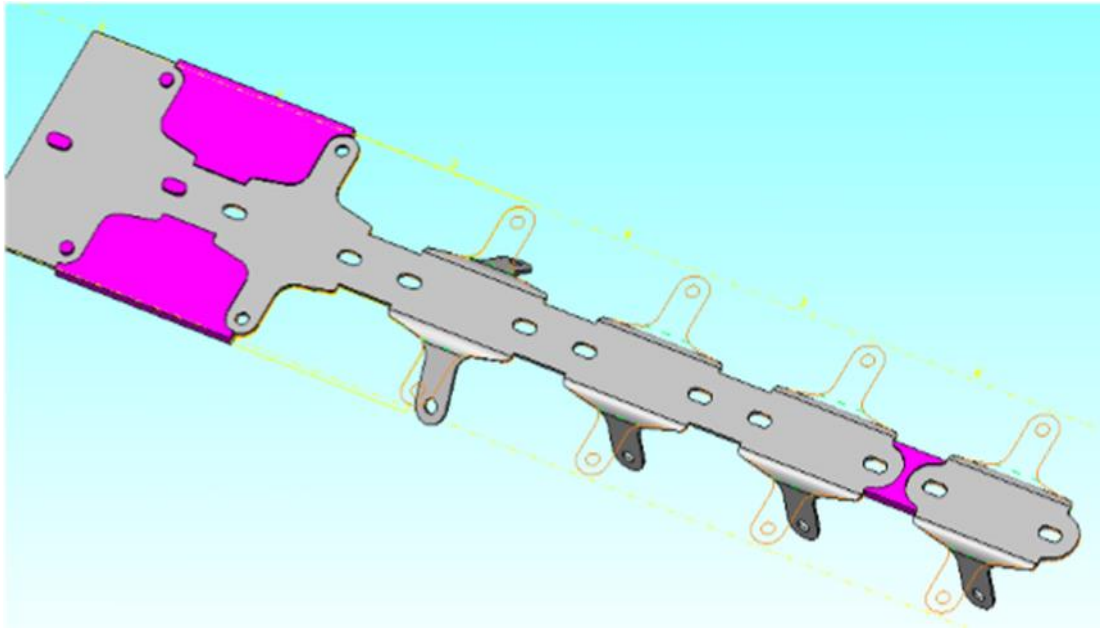
Şekil 3.1. Prograsif kalıp iç görünüşü [2].

3.1.1. Prograsif kalıp parça örnekleri

Şekil 3.2’de prograsif kalıptan elde edilen bir parça örneği görülmektedir. Şekil 3.3’de ise bandın ilerleyişi görülmektedir.

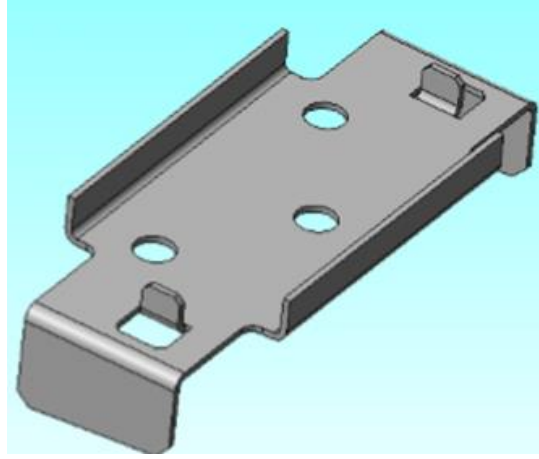


Şekil 3.2. Prograsif kalıbı yapılan birinci parça örneği [2].

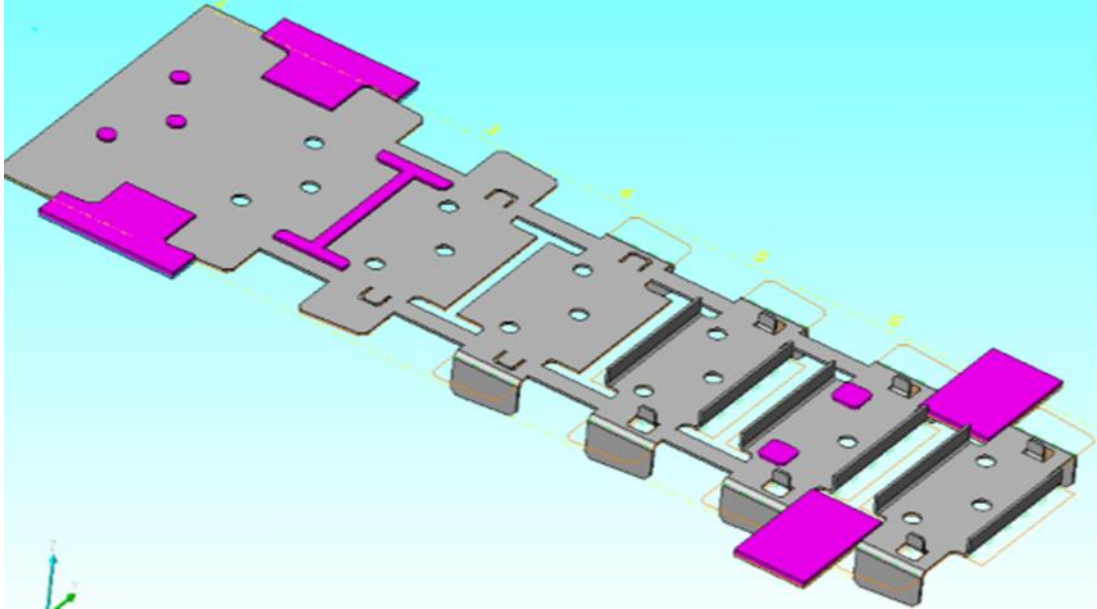


Şekil 3.3. Birinci örnek parça bandın ilerleyişi [2]

Şekil 3.4’de prograsif kalıptan elde edilen bir parça örneği görülmektedir. Şekil 3.5’de ise bandın ilerleyişi görülmektedir.



Şekil 3.4. Prograsif kalıbı yapılan ikinci parça örneği [2]



Şekil 3.5. Birinci örnek parça bandın ilerleyişi [2]

3.2. Birleşik Plastik Kalıpları

“Ko” enjeksiyonda kullanılan malzemeler arasında kimyasal olarak bağ oluşmak zorundadır. Birbirinden farklı iki malzeme bağ kurup birbirine yapışmalıdır. Her malzeme birbirine bağ kuramaz ve yapışamaz. Bu teknikte malzeme seçimi çok önemlidir. “Ko” enjeksiyonun faydalarından biride maliyeti düşürmek olduğu için örnek olarak yüzey kalitesi önemli olan bir parçada yüzeyde kaliteli malzeme kullanırız fakat çekirdek önemli olmadığı için ucuz plastik kullanmak avantajlı olacaktır [16].

Tablo 3.1. Sert yumuşak kombinasyonlu yapışkan özellikleri [16].

	Polyamid	Polyester elastomer	Polyolefin	Styrene	Termoplastik polyurethanes	Modifiye edilmiş elastomer
ABS	■	□	■	■	▲	△
ASA		▲			▲	
CA						▲
PA 6	△		■	■	▲	△
PA 6,6	△			■	▲	△
PA-BLEND	△					△
PBTP	■	□			■	△
PC	■	□	■	□	▲	△
PC/ABS	■	□	■	□	▲	△
PC/PBT	■	□	■	□	▲	△
PC/PET	■	□	■	□	▲	△
PE	■		□	□		▲
PETP	■					▲
PMMA				□	□	▲
POM	■				▲	▲
PP	■	■				△
PPO	■					▲
PS	■	■	■			△
SAN	■				▲	△

Tablo 3.2. Çok bileşenli termoplastik enjeksiyon kalıplarında malzeme yapışkan özellikleri [16]

	ABS	ABS	ASA	CA	PA6	PA6,6	PA-BLEND	BTPP	PC	PC/ABS	PC/PBT	PC/PET	PE	PETP	PMMA	POM	PP	PPO	PS	SAN	TPE/TPU
ABS	△	△	▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲	□	▲	▲	■		■		□	□
ASA	▲	▲	△	▲				▲	▲	▲	▲	▲	■	▲	▲	■	■	■	■	▲	
CA	▲			△									■			■	■	■			
PA6	▲				△	△	▲	▲		▲	▲	▲	□			■	□	■	■		□
PA6,6	▲				△	△	▲			▲	▲	▲	□			■	□	■	■		□
PA-BLEND					▲	▲	△									□	□	■			□
PBTP	▲	▲	▲	▲	▲			△	▲	▲	▲	▲	□	▲	□	□	□		□	▲	□
PC	▲	▲	▲			▲		▲	△				■	▲		□	■		■	▲	□
PC/ABS	▲	▲	▲		▲	▲		▲	▲	△			■			□	■		■		□
PC/PBT	▲	▲	▲		▲	▲		▲	▲	▲	△		■	▲	▲	□	■		■		□
PC/PET	▲	▲	▲		▲	▲		▲	▲	▲	▲	△	■	▲	▲	□	■		■		□
PE	□	□	■	■	□	□		□					△				▲				▲
PETP	▲	▲	▲					▲	▲		▲	▲	■	△							□
PMMA	▲	▲	▲					□			▲	▲	■		△		■	■	■	▲	□
POM	□	□	■	■	■	■	□	□	□	□	□	□	■			△					□
PP	■		■	■	□	□	□	□	■	■	■	■	▲		■		△				□
PPO	■	■	■	■	■	■	■								■			△			□
PS	□	■	■		■	■			■	■	■	■			■				▲	△	□
SAN	□	□	▲	▲				▲	▲	□	□	□	□		▲		■		□	△	▲
TPE/TPU		□	□		□	□	□	□	□	□	□	□	▲	□	□	□	△	□	□	▲	△

Tablo 3.1 ve Tablo 3.2 verilen işaretlerin anlamları aşağıda verilmiştir.

1. Limited bonding (□) : Belirli miktarda etkileşime girer, bağ kurar.
2. No bonding (■) : Etkileşime giremez bağ kuramaz.
3. Goodbonding (▲) : İyi etkileşime girebilir iyi bağ kurar.
4. Excellentbonding (△) : Çok iyi bir şekilde etkileşime girer ve çok iyi bağ kurar.

3.2.1. Birleşik kalıp prosesi ile üretilen parçalardan örnekler

Birleşik kalıp proseslerinin farklı uygulamaları Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de görülmektedir. Maliyet unsuru başta olmak üzere üretim ve proses kolaylığı sağlanmıştır [16].



Şekil 3.6. Birleşik kalıp ile imal edilen plastik parçalar



Şekil 3.7. Birleşik kalıp ile imal edilen plastik parçalar

3.2.2. Sonuç ve irdeleme

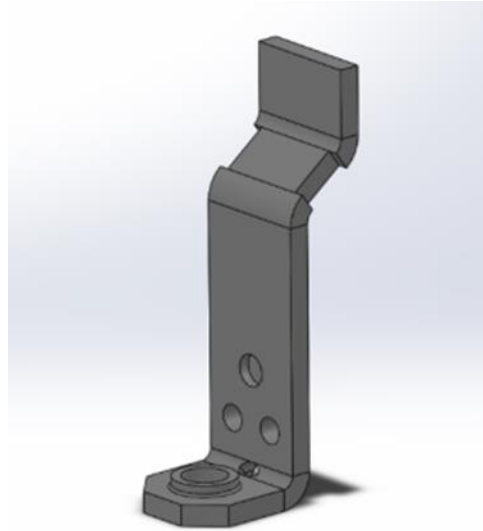
“Ko” enjeksiyonla kalıplamanın enjeksiyonla kalıplamadan en büyük farkı iki renk ya da malzemenin aynı kalıpta basılmasıdır. “Ko” enjeksiyon teknolojisinin enjeksiyonla kalıplama teknolojisinden üstünlükleri sadece çift renk ya da çift malzeme basılabilmesiyle sınırlı değildir. “Ko” enjeksiyon teknolojisiyle üretilen parçaların sesi absorbe etme, parçaların ağırlığını azaltma, kalın parçalarda iki farklı malzeme kullanımı ile iç kısımdaki malzemenin termoplastiklerin ikinci defa kullanımı dış yüzeye ise kaliteli plastik kullanımı ile fiyatta azalma sağlanması, ince malzemelerde yüzey kalitesinin yüksek olması gibi özellikleri ile enjeksiyon kalıplarından üstünlüğü görülmekte fakat enjeksiyon makinelerinin maliyetlerinin yüksek olması da ayrı bir dezavantaj olarak bilinmektedir. Ayrıca “Ko” enjeksiyon teknolojisindeki kalıplarda karışık yolluk sistemleri, yolluk giriş yeri seçimi, sabit grup tasarımı enjeksiyon kalıplarına göre tasarım aşamasındaki zorluklarındandır .

BÖLÜM 4. ENDÜSTRİYEL BİR ÜRÜNDE KULLANILAN PARÇAYA DIŞ AÇMA İŞLEMİNİN KALIPTA UYGULANMASI

Üretim aşamalarının birleştirilerek en aza indirilmesi amacı taşıyan tasarım, progresif kalıplar ile diğer imal usullerinden olan talaşlı imalatın birleştirilmesini konu edinmektedir. Bu çalışma ile parçaların farklı işlemler için ayrı tezgâhlar ve operasyon elemanlarına olan ihtiyaçları azami seviyeye indirilmesi gündeme getirilmektedir.

4.1. Seçilen Örnek Parça

Şekil 4.1’de verilen parça üzerinde birçok işlem barındıran sac metal bir üründür. Bir üründe 3 adet kullanılır. Ürünün bu çalışma için seçilmesinin sebebi üzerinde talaşlı imalata giren dış açma işlemi ve plastik şekil verme yöntemlerine giren büküm, delik delme ve çevre kesme gibi kalıp ile yapılan işlemler barındırmasıdır.



Şekil 4.1. Örnek parçaya ait görüntü

Parça üzerinde sırası ile;

1. Kalıp baskısı ile form verme,
2. Parça hazırlama bölümünde diş açma,

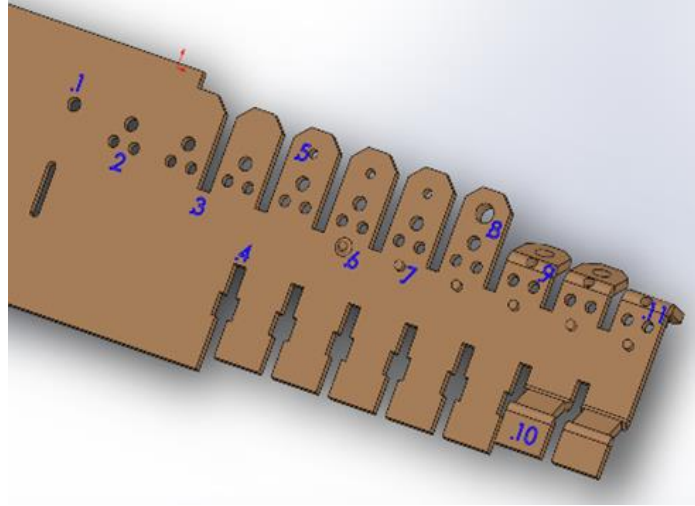
işlemleri uygulanır. Ürün bu işlemlerden sonra bakır örgü ile kaynatılır. Kaynatılmak üzere ise kaynak birimine yönlendirilir.

4.2. Kalıp ile Form Verme İşlemi

Kalıp baskısı ile ham malzemenin şekil verilmesi ve parçanın ana hatlarının oluşturulduğu ilk işlemdir. Bu işlem eksantrik preslerde gerçekleştirilmektedir. Ham malzeme şerit olarak kullanılmaktadır. İşlemi gerçekleştiren kalıbın türü progresif diğer adıyla birleşik kalıptır. Parça üzerinde sırasıyla delik delme çevre kesme ve büküm işlemi ve son olarak ayırma operasyonlarını gerçekleştirmektedir [16].

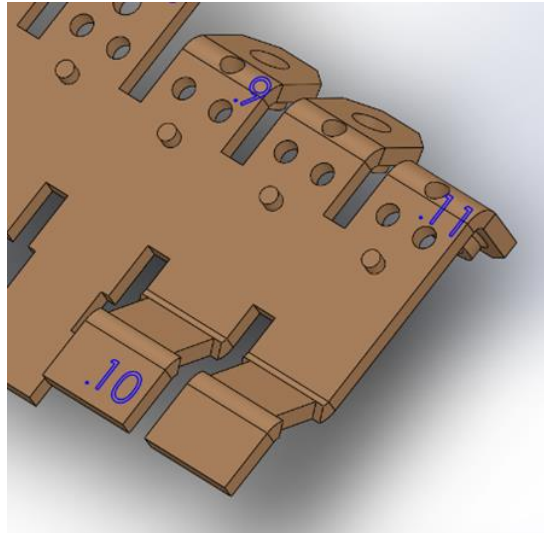
Operasyon sırası ve operasyon sırasında ham malzemenin her adımı Şekil 4.2’de görülmektedir. Sırasıyla işlem aşamaları şu şekildedir;

1. Delik delme
2. Çevre kesme
3. Bükme
4. Kesme

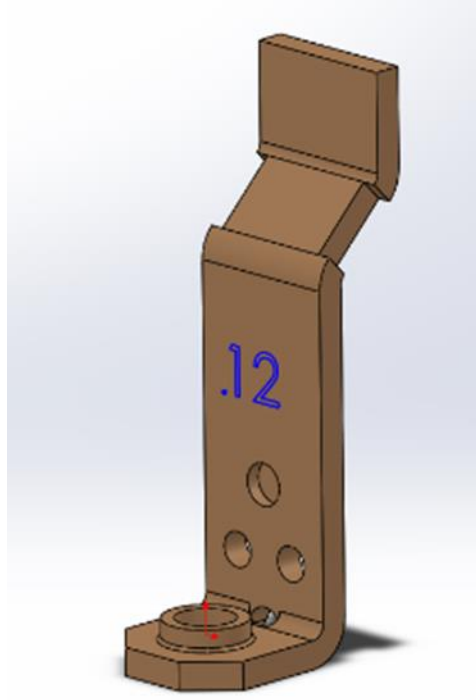


Şekil 4.2. Şerit resmi ve operasyon sırası

Her adım presin bir vuruşu kadar süre almaktadır. Böylelikle parça çok kısa bir sürede hızlı olarak üretilebilmektedir. Her vuruşta aynı anda birçok adım gerçekleşmekte ve ham malzeme ile sistem kendini sürekli beslemektedir. Böylelikle ölü zamanın önüne geçilmektedir. Şekil 4.3’de operasyon detayı ve Şekil 4.4’de kalıp baskısı sonunda çıkan parça görülmektedir [16].

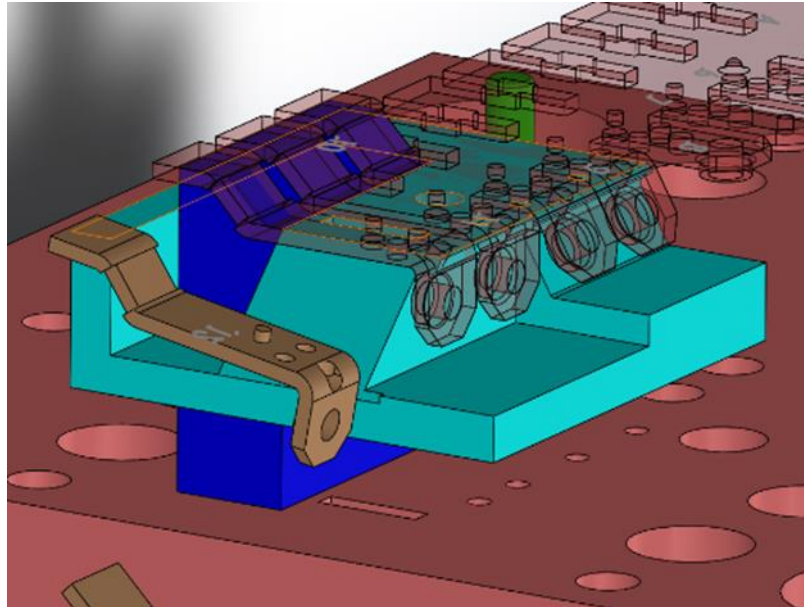


Şekil 4.3. Operasyon işlem sırası detay resmi



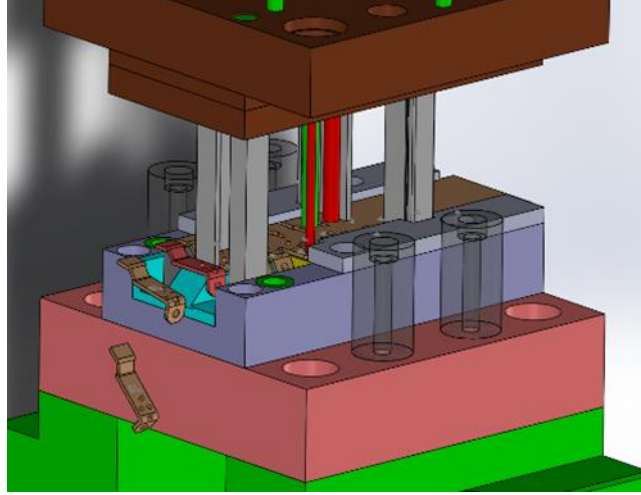
Şekil 4.4. Dördüncü adımda kalıptan çıkan parça

Ham malzeme bant halinde kalıpta ilerlerken delik delme ve çevre kesme işlemi yapılır. Büküm işlemi için Şekil 4.5’de görüldüğü gibi bükme lokması bulunur [16].



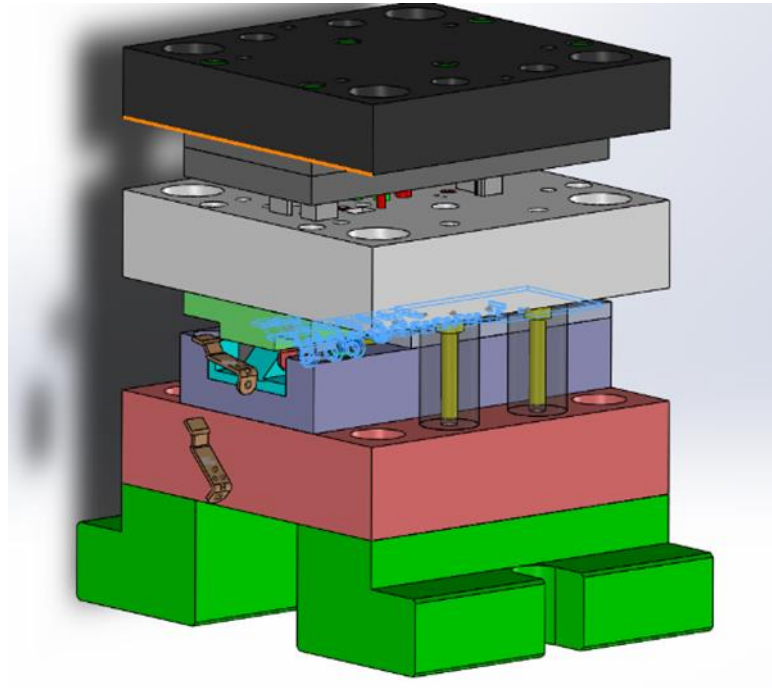
Şekil 4.5. Kalıpta bükümü gerçekleştiren yapı (bükme lokması)

Kalıptaki son işlem kesme işlemidir. Bunun için deformasyona dayanıklı kesme zımbaları kullanılır. Şekil 4.6’da kesme zımbaları görülmektedir.



Şekil 4.6. Parçanın çevre kesme ve son hatve de kesilmesini gerçekleştiren zımbalar

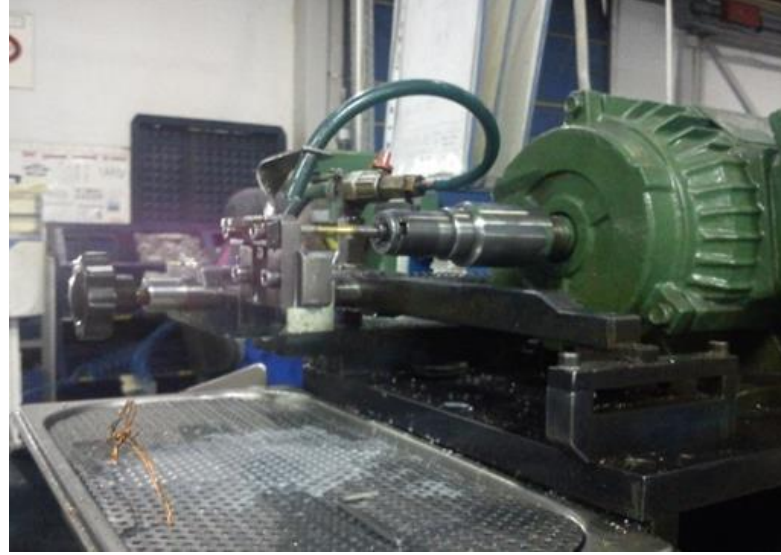
Kalıbın çalışması esnasında kalıp baskısını gösteren genel görüntü Şekil 4.7’de gösterilmiştir [16].



Şekil 4.7. Kalıp çalışma görüntüsü

4.3. Diş Açma İşlemi

Diş açma işlemi parçanın son işlemidir. Bu işlem Şekil 4.8'de görülen diş açma tezgâhında gerçekleştirilmektedir. Parçanın tezgâhta sabit bir şekilde konumlandırılması ve merkezlenmesi için aparat kullanılmaktadır (Şekil 4.9) [17].



Şekil 4.8. Diş açma işleminde kullanılan tezgâh



Şekil 4.9. Diş açma işleminde kullanılan aparat

Parçanın aparat ile konumlandırılması hali Şekil 4.10'da ve Şekil 4.11'de görülmektedir.



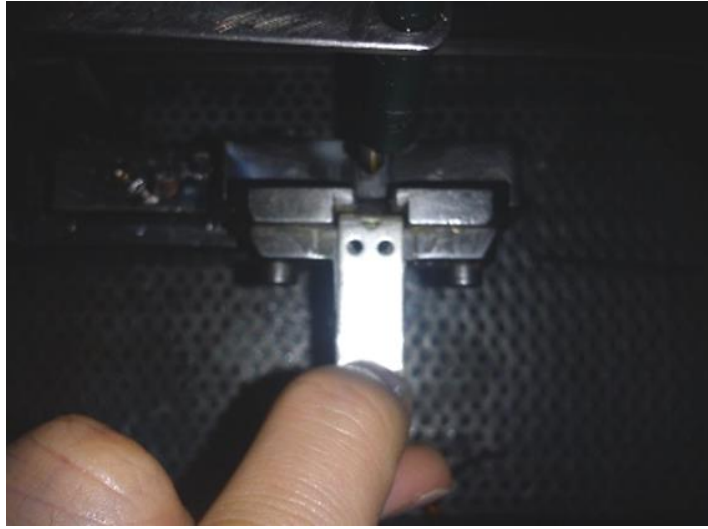
Şekil 4.10. Parçanın aparata yerleştirilmiş halde önden görünüşü



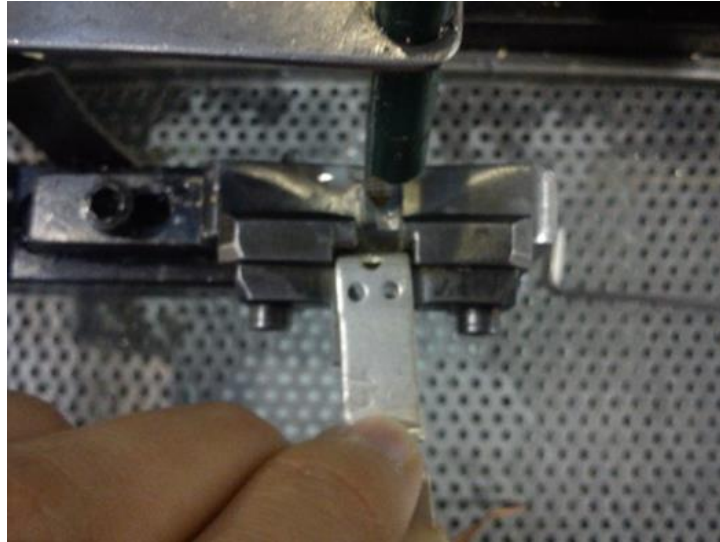
Şekil 4.11. Parçanın aparatındaki üstten görünümü

Aparatın kullanımı esnasında kullanıcının parçayı doğru konumlandırmaması sonucu hatalar meydana gelmektedir. Bu durumun başlıca sebepleri ise kişinin belli süre zarfında kişiden beklenen performansı gerçekleştirebilmesi için acele etmesi,

yorulması ve dikkat dağınıklığı gibi insan unsuru olan faktörlerdir. Bunun önüne geçilebilmesi ancak kişinin elinin sabit bir şekilde sürekli kullanması ile gerçekleşebilecektir. Bu durum ise insan anatomisi için aykırı bir durumdur. Aynı zamanda aparat üzerindeki boşluk ve tolerans miktarlarındaki zamanla gelişen deformasyonda kaymanın oluşmasında etkindir. Aparat kullanımındaki oluşabilecek hatalar Şekil 4.12, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’ de gösterilmiştir [17].



Şekil 4.12. Doğru konumlandırılmış parça



Şekil 4.13. Yanlış konumlandırılmış parça

Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’de görüldüğü gibi kullanılan aparatta tolerans farkı ve kişinin elini doğru konumlandırmaması sonucu diş açma işlemi doğru olarak gerçekleştirilememektedir. Zamanla aparatın sürekli kullanılması ile tolerans boşluğu

ve oluşur. Bu konumlandırma ve dikkat unsurlarına bağlı olan prosese ilave olarak aparat toleransı da eklenir. Şekil 4.14’de tolerans boşluğu gösterilmiştir.



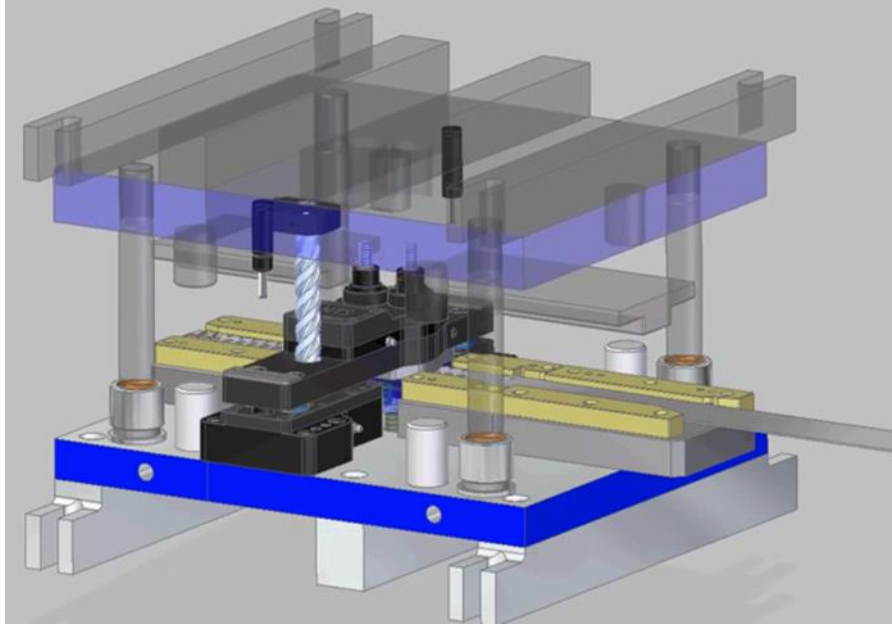
Şekil 4.14. Tolerans boşluğu ve zamanla oluşan deformasyon

Parçada delik delme işleminde kullanılan tezgâh, işçilik ve aparat maliyetleri parçanın genel maliyetine etki etmektedir.

4.4. Kalıp İçinde Diş Açma İşlemi

4.4.1. Genel tanım

Tasarım ile kalıpta forma verme ve diş açma işlemlerinin birleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla parça baskısını yapan kalıba modül halinde diş açma ünitesinin eklenmesi planlanmıştır. Diş açma modülü ana kalıbın taşıyıcı plaklarından aldığı hareket ile kendi içyapısındaki dişli sistemine aktaracaktır. Dişli sistemine bağlı diş açma işlemi sağlayan kılavuz ucu aşağı doğru hareket ederek kendi etrafında döner. Böylelikle parçaya diş açma işlemi gerçekleştirilmektedir. Şekil 4.15’de diş açma sisteminin şematize edilmiş hali görülmektedir.

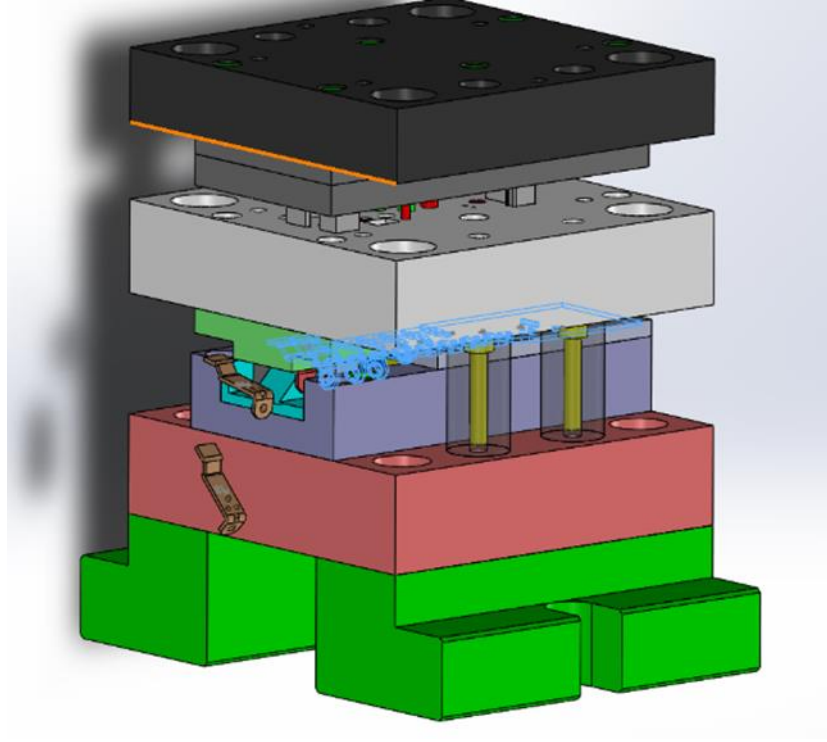


Şekil 4.15. Kalıpta diş açma sisteminin şematik gösterimi

Helisel matkap ucu, üst taşıyıcı plakanın aşağı ve yukarı hareketlerinde birlikte hareket eder. Plaka hareketi ile birlikte kendi ekseninde dönme işlemi gerçekleştirir. Dönme işlemi güç aktarım organları ile yani dişli sistemleri ile diş açan kılavuza iletilir.

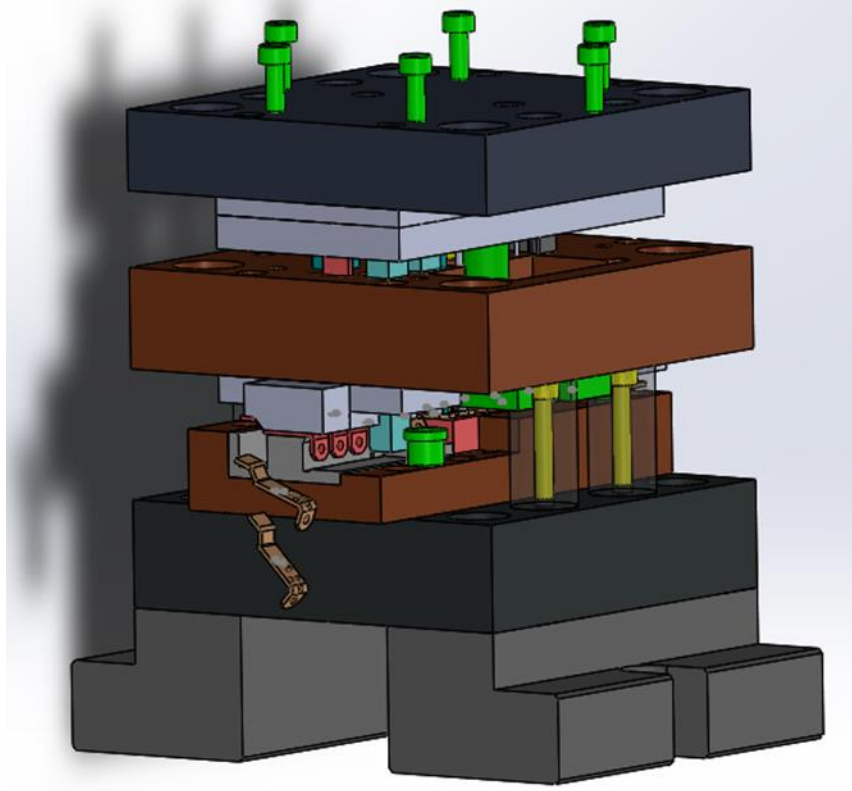
4.4.2. Kalıp uygulaması

Kalıp açıkken üst pota sabitlenmiş olan çevrim kutusu parçadan belli mesafede uzakta durur. Hareket başladığı anda çevrim kutusu üst pot ile birlikte hareket eder, bu hareket esnasında alt pota sabitlenmiş olan helisel dişlinin üzerinden kayar(Aşağı ve yukarı yönlü hareketlerde kalıp görüntüleri Şekil 4.16 ve Şekil 4.18’de görülmektedir). Kayma esnasında doğrusal hareket dairesel harekete diş açma yönünde dönüştürülür. Böylelikle diş açma işlemi gerçekleştirilir. Pres tersi yönde harekete başladığında ise kılavuz dairesel ve doğrusal olarak ters yönlere hareketini yapar. Böylelikle parça üzerinde uygulanan proses işlemlerinin tamamı kalıp hareketi veya presten alınan hareket ile gerçekleştirilmiş olur. Şekil 4.16’da diş açma sistemi eklenmiş kalıbın genel görüntüsü görülmektedir.

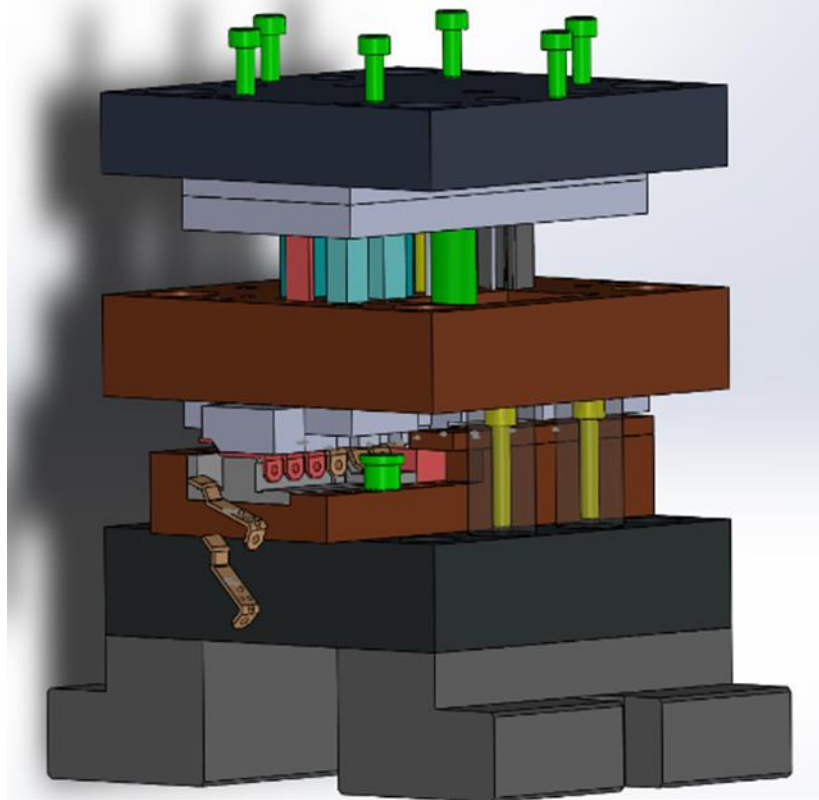


Şekil 4.16. Kalıp görünüşü

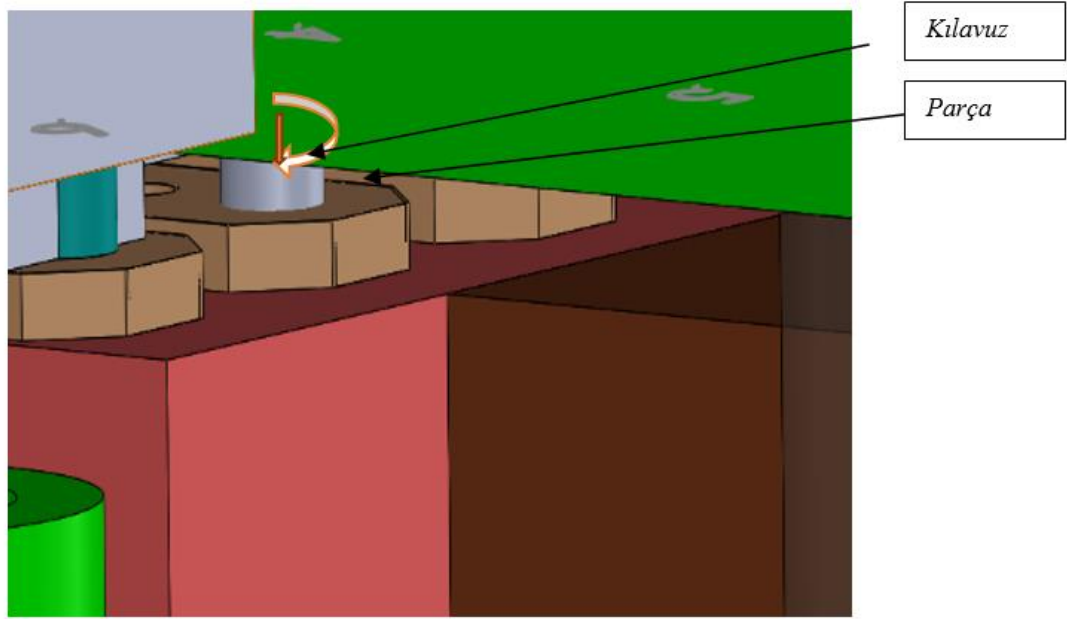
Parça tasarımının çalışma prensibi doğrultusunda daha az maliyetle ve güvenli bir şekilde üretilmiş olur. Böylelikle ikinci proses adımı olan diş açma işleminde karşılaşılan hatalarda giderilmekte ve bu hatalar sonucu meydana gelen kılavuz kırılması, fire ve tezgâh arızalarının önüne geçilmektedir.



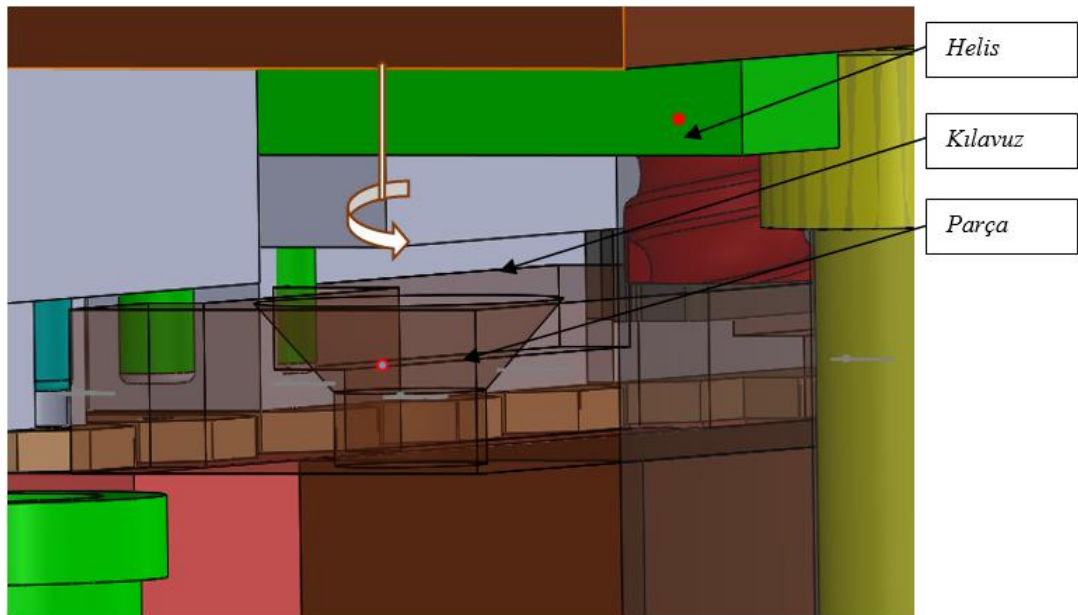
Şekil 4.17. Kalıp aşağı doğru hareketi



Şekil 4.18. Kalıp yukarı doğru hareketi



Şekil 4.19. Diş açma işlemi üst pot aşağı inerken



Şekil 4.20. Üst pot yukarı hareketi diş açma işlemi bitiş

Tasarım ile gerçekleştirilen proses birleştirme sayesinde ürünün üretim süresinde azalma görülmektedir. Tasarımın maliyete olan etkileri ise şöyledir. Parça imalat maliyetinde Tezgâh ve işçilik maliyet oranlarında azalma ve zaman kayıplarının önüne geçildiği görülmektedir.

4.5. Tasarım ile Oluşturulan Zaman Etüdü

Tasarım ile zamandan kazanç sağlanabilmektedir. Böylelikle parçalar daha hızlı imal edilebilmekte ve montaj hattına yönlendirilmektedir. İlk üretim yönteminde parçanın üretiminde toplam 7 sn olarak zaman harcanmaktadır. Tasarım ile % 14 oranında bu zamanın altına inilmiştir.

4.6. Mevcut ile Yeni Proseste Ait Tablo ve Grafikselle Kıyaslama

Tablo 4.1’de tek parça ve seri imalat için parça yapılan işlemler ile maliyetleri verilmiştir. Mevcut proseste parçanın kalıpta basılmasından sonra diş açma aparatına taşınması ve diş açma işlemi yapılmaktadır. Bir parçanın imalatında her ayrı proses bir hatayı barındırır. Bu nedenle her adımdaki toleransın eklenmesi ile nihayi parçada istenmeyen tolerans kaçıklıkları oluşabilir. Bu duruma göre mevcut proses değerlendirildiğinde ek işlemlerin yapıldığı, ölü zamanların olduğunu verimi nispeten daha düşük bir prosestir.

Yeni tasarım için Tablo 4.1’den okunan veriler ise ek işçiliğin olmadığı, ölü zamanların bulunmadığı ve diş açma işleminin kıyas edilemeyecek ölçüde seri yapıldığı bir prosestir. Hedef tasarımda işçilik, maliyet ve zaman kazanımı vardır.

Tablo 4.2’den anlaşılacağı gibi her iki üretim için pres tezgâhı yani yatırımı gereklidir. Fakat hedef tasarımda ek olarak diş açma tezgâhına ihtiyaç yoktur. Fakat hedef tasarımdaki kalıp maliyetinin ilk aşamada mevcut kalıp maliyetine göre daha fazla olacağı aşikârdır. Parça basımı ve hızı dikkate edildiğinde bu ek maliyet kendini parça başı maliyeti olarak kendini amorti edecektir.

Tablo 4.1. Maliyet bazında karşılaştırma

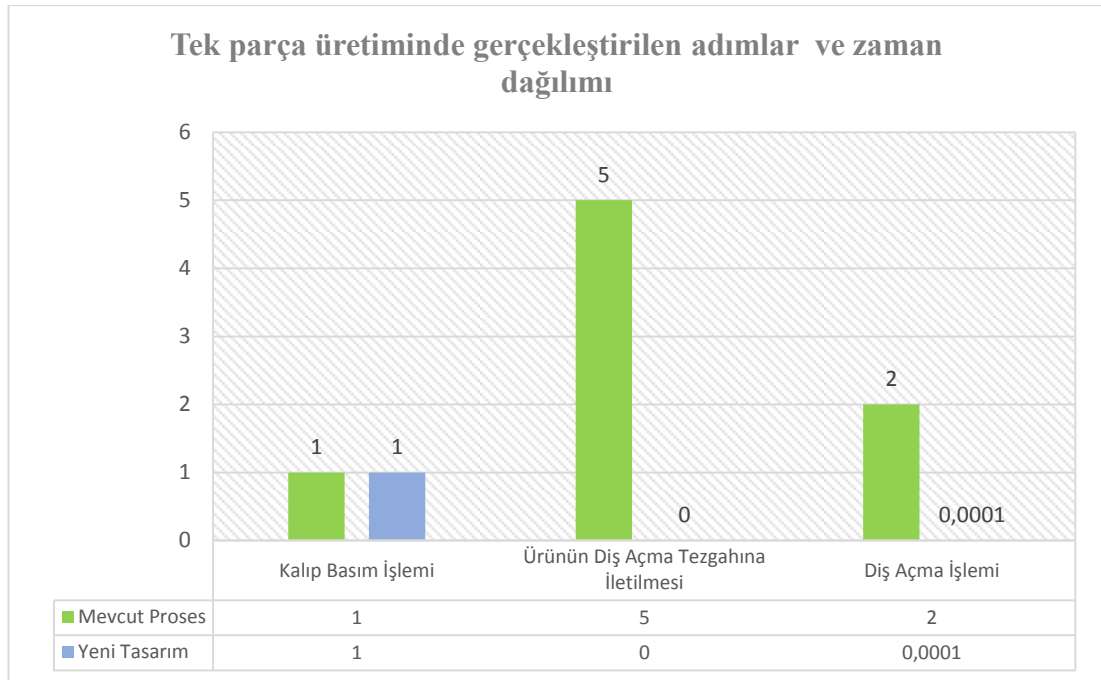
Tek Parça Üretiminde Gerçekleştirilen Adımlar ve Zaman Dağılımı		On Bin Adet Parça Üretim Zamanı		On Bin Adet Parça Üretimi İşçilik Maliyeti			
Yapılan İşlem	Geçen süre (sn)	Ölü zaman (sn)	Geçen süre (sn)	Ölü zaman (sn)	Parça başına (TL)	On bin parça üretimi (TL)	
Mevcut Proses	Kalıp Basım İşlemi	1	0	10.000	0	0.0024	24
	Ürünün Diş Açma Tezgâhına İletilmesi	5	5	50.000	3.000	0.0005	26,50
	Diş Açma İşlemi	2	0.5	20.000	5.000	0.0024	48
	Toplam	8	5	80.000	8.000	0.0053	24
Yeni Tasarım	Kalıpta Basım İşlemi	1	0	10.000		0.0024	24
	Diş Açma İşlemi	0	0	0	0	0	0
	Kalıp İçindedir. Diş Açma İşlemi.	0,0001	0	1	0	0	0
	Toplam	1,0001	0	10.001	0	0.0024	24

Tablo 4.2. Zamansal maliyet karşılaştırması

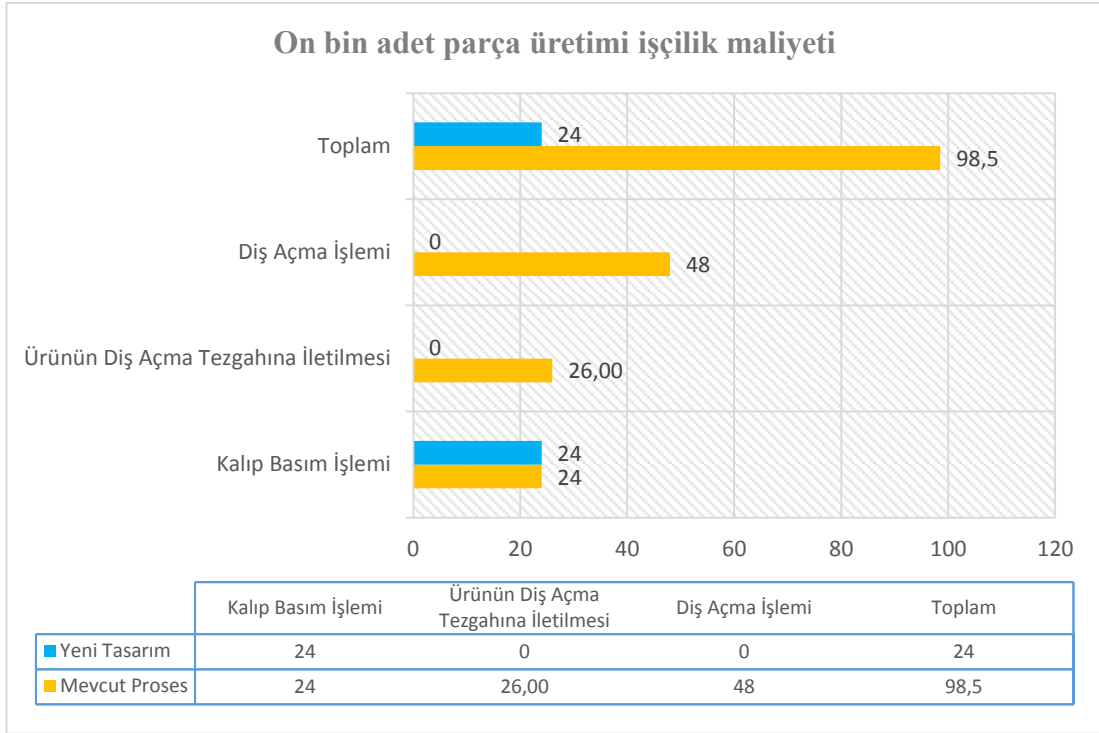
	Proseslerde Kullanılan Tezgâhlar	Durum	Tezgâh Maliyetleri		Ekipman Maliyetleri		Tanımlanmış İşçilik Maliyetleri	
			Tanım	Tutar (TL)	Tanım	Tutar (TL)	Tanım	Tutar (TL)
Mevcut Proses	Pres Tezgâhı	İçerir	Yatırım	39.000	Kalıp maliyeti (ham malzeme, alınan hizmetler)	18.000	Kalıp Basım İşçiliği (Aylık 225 saatten)	1.944
			Bakım	3.000				
			Toplam	42.000				
	Diş Açma Tezgâhı	İçerir	Yatırım	15.000	Aparat Maliyeti (ham malzeme, alınan hizmetler)	10.000	Kalıp Basım İşçiliği (Aylık 225 saatten)	1.944
			Bakım	1.000				
			Toplam	16.000				
		Toplam	58.000	Toplam	28.000	Toplam	3.888	
Yeni Tasarım	Pres Tezgâhı	İçerir	Yatırım	39.000	Kalıp maliyeti (ham malzeme, alınan hizmetler)	21.000	Kalıp Basım İşçiliği (Aylık 225 saatten)	1.944
			Bakım	3.000				
			Toplam	42.000				
	Diş Açma Tezgâhı	İçermez	Yatırım	0	Diş açma işlemi farklı bir tezgâhta yapılmadığından bir maliyeti bulunmamaktadır	0	Kalıp Basım İşçiliği (Aylık 225 saatten)	0
			Bakım	0				
		Toplam	0	Toplam	21.000	Toplam	1.944	



Şekil 4.21. Zaman etüdü grafikleri



Şekil 4.22. Tek parça üzerinden gerçekleştirilen zaman etüdü grafiği



Şekil 4.23. On bin adet parça üretimi işçilik maliyeti

BÖLÜM 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tezin amacı birleşik kalıp tasarımı ile parça imalatındaki farklı prosesleri prosesleri birleştirmek veya azalmaktır. Bunu gerçekleştirmek için örnek alınan bir endüstriyel ürüne ait bir parçanın imalat aşamaları incelenmiştir. Bahsi geçen parçanın imal edilebilmesi için kalıp baskısı ve dış açma prosesi ile 2 adımda gerçekleştirilmektedir. Hedef çalışmada bu 2 prosesin kalıp içinde birleştirilmesi düşünülmüştür.

Parçaya ait çevre kesme, delme ve bükme işlemleri için Bölüm 2’de verilen formüller referans alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Ve ana hatları ile kalıp modeli oluşturulmuştur. Daha sonra dış açma işlemi için dişli aktarım hesabı yapılarak dış açma ünitesinin şematiği çıkarılmıştır. Kesme ve bükme işlemleri ile dış açma işlemlerinin koordineli çalışması sağlamak için kalıp içindeki hatveler ayarlanarak model oluşturulmuştur. Dış açma işlemi mekanik olarak sağlanmıştır.

Mevcut imalat(kalıpta kesme ve bükme, ikinci adımda aparat ile dış açma) ile yeni tasarım arasında(kalıp içinde kesme, bükme ve dış açma) zaman ve maliyet açısından tablolar ve grafikler ile ifade edilen pozitif değerde fark olduğu anlaşılmıştır.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, farklı malzeme türleri için kalıp içinde klavuz çekme işlemi çalışılabilir. Ayrıca birden fazla dış açma işlemi olan parçalara ait prosesin kalıp içinde gerçekleştirilmesi bu tez çalışmasının devamı olarak çalışılacaktır. Aynı şekilde seçilen parçanın kalıp baskısı ve dış açma prosesinden sonraki adımı olan kaynak prosesinin kalıp içinde yapılması da ayrı bir araştırma konusudur. Bu konunun araştırılması ve uygulamalarının yapılması bir çok proses adımını ortadan kaldıracaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Mitstrong Kalıp, <http://www.tr.good-mould.com/pvc-pipe-fitting-mould>, Erişim Tarihi: 16.07.2015.
- [2] Çetin Kalıp, <http://www.cetinkalip.com.tr/index.php/3d-solidworks-tasarm.html>, Erişim Tarihi: 03.05.2015.
- [3] Yurci, M.E., Tamer, M.: Kalıp İmalat Sektörünün Teknik Sorunları ve Çözüm Önerileri' 2.b., İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 200224, Temmuz 2002-ÇAĞLAR, Müştak.
- [4] Mitstrong Kalıp, <http://www.tr.good-mould.com/pvc-pipe-fitting-mould>, Erişim Tarihi: 16.07.2015.
- [5] Kaya, İ., Gazi Ün. Tek. Eğ. Fak. Makine Bölümü Kalıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi, Ders notları.
- [6] Anonim, http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf, Erişim Tarihi: 29.04.2015.
- [7] Kalmaksan Kalıp, <http://www.sisirmekalip.com/sisirme-Kaliplari.html>, Erişim Tarihi: 29.04.2015.
- [8] Kalmaksan Kalıp, <http://www.sisirmekalip.com/sisirme-Kaliplari.html>, Erişim Tarihi: 29.04.2015.
- [9] Çetin Kalıp, <http://www.cetinkalip.com.tr/index.php/3d-solidworks-tasarim.html>, Erişim Tarihi: 03.05.2015.
- [10] Yapıcıoğlu, E., <http://www.turkcadcam.net/rapor/ko-enjeksiyon-2/index3.html>, Erişim Tarihi: 04.06.2015.
- [11] Gülhan, M., <http://merveglhn.tr.gg/8--Hafta-Resim--k1-B.ue.kme-Kal%26%23305%3Bb%26%23305%3B-k2-.htm>, Erişim Tarihi: 06.07.2015.
- [12] Hayat Kalıp, <http://www.hayatkalip.com.tr/ekstruzyon-nedir.html>, Erişim Tarihi: 13.06.2015.
- [13] Federal Elektrik Maliyetlendirme Çalışmaları, F. Elektrik Muhasebe, 2005.

- [14] Anonim, http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/B%C3%BCkme%20Kal%C4%B1plar%C4%B1%201.pdf, Erişim Tarihi: 13.02.2015.
- [15] Kaya, İ., Gazi Ün. Tek. Eğ. Fak. Makine Bölümü Kalıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi, Ders notları.
- [16] Federal Elektrik Kalıp Teknik Bilgileri, Federal Elektrik Ar-Ge, 2005.
- [17] Şeker, U., <http://w3.gazi.edu.tr/~useker/dersler/mak-303/bolum-12-13-14.pdf>, Erişim Tarihi: 13.02.2015.

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Onur YAĞIR, 04.01.1982 de İskenderun' da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İskenderun'da tamamladı. 1999 yılında Şemsettin Mursaloğlu Lisesi, Fen Bölümünden mezun oldu. 2001 yılında Sakarya Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölüm Lisans eğitimine başladı. 2003 yılında çift anadal programı ile aynı üniversitede Elektrik Elektronik Mühendisliğinin derslerini de alarak 2006 yılında her iki bölümden mezun oldu. Üniversiteden mezun olduktan sonra yaklaşık 2,5 sene Adapazarı'nda faaliyet gösteren Federal Elektrik'te çalıştıktan sonra askerlik görevi için ayrıldı. 17.01.2009 tarihi itibari ile askerlik görevini tamamladı. Mart 2009 dan itibaren Federal Elektrikte Mekanik Ar-Ge de Proje Koordinasyon Mühendisi olarak çalışma hayatına devam etti. Mayıs 2012 de Mekanik Ar-Ge şefi olarak atandı. Şu anda Federal Elektrik Mekanik Ar-Ge şefi olarak çalışmaktadır.