

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

**Progresif Kalıplarla Derin
Çekme Otomasyonu**

Mak. Müh. Serkan MUTLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Tahir ALTINBALIK
EDİRNE-2012**

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Progresif Kalıplarla Derin Çekme Otomasyonu

Mak. Müh. Serkan MUTLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Tahir ALTINBALIK

T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Progresif Kalıplarla Derin Çekme Otomasyonu

Mak. Müh. Serkan MUTLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Bu tez 02/03/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Tahir ALTINBALIK
Danışman

Doç. Dr. Yılmaz ÇAN
Üye

Doç. Dr. Yılmaz KILIÇASLAN
Üye

İçindekiler

Önsöz

Özet

Abstract

BÖLÜM 1 KALIPÇILIK ve İMALAT KAVRAMI

1.1. Giriş

1.2. İmalat

1.2.1. İmalat Yöntemleri ve Sınıflandırılması

1.2.1.1. Grup 1. Birincil biçimlendirme

1.2.1.2. Grup 2. Şekil değiştirme

1.2.1.3. Grup 3. Ayırma

1.2.1.4. Grup 4. Birleştirme

1.2.1.5. Grup 5. Kaplama

1.2.1.6. Grup 6. Malzeme özelliklerinin değiştirilmesi

BÖLÜM 2 PLASTİK ŞEKİL VERME

2.1. Plastik Şekil Verme

2.1.1. Doğrudan Basma Yöntemleri

2.1.2 Dolaylı Basma Yöntemleri

2.1.3. Çekme Yöntemleri

2.1.4 Eğme Yöntemleri

2.1.5 Kesme Yöntemleri

BÖLÜM 3 DERİN ÇEKME

3.1. Çekme Olayının Açıklanması

3.2 Sığ ve Derin Çekme İşlemi

3.2.1.Çekme kalıplarını çekilecek parçanın biçimine göre:

3.2.2.Çekme kalıplarını çekme sayısına göre:

3.3 Çekme Aşamaları

3.4. Çekmeye Etki Eden F aktörler

3.4.1. Derin Çekme Yapılan Parçaların İlkel Çap Boyutları

3.4.1.1. Alan Yöntemi ile İlkel Çapın Bulunması

3.4.2. Çekme Radyüsü (Erkek ve Dişi Kalıp)

3.4.3. Çekme Boşluğu

3.4.4. Çekme Hızı

3.4.5. Çekme Kuvveti

3.4.6. Baskı Kuvveti (Sac Tutma Kuvveti)

3.5. Malzemelerin Derin Çekilebilirliği

3.6. Çekmede Meydana Gelen Hatalar

BÖLÜM 4 PROGRESİF KALIP TEKNOLOJİSİ

4.1. Progresif kalıp tanımı

4.2. Progresif Kalıplarla İlgili Çeşitli Uygulamalar

4.2.1. Salyangoz Birleştirme Klipsi

4.2.2. Sıkıştırma elemanı

BÖLÜM 5 PROGRESİF KALIPLARLA DERİN ÇEKME

5.1. Giriş

5.2. Progresif Derin Çekme Tanımı

5.2.1. Progresif Derin Çekme Kalıplarının Avantajları

5.2.2. Dezavantajları

5.3. Progresif Derin Çekme Ürün Gamı

5.4. Progresif Derin Çekme İşlemlerinde Tercih Edilen Saclar

5.5. Progresif Derin Çekme Kalıplarının Önemi

BÖLÜM 6 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

BÖLÜM 7 DENEYSEL ÇALIŞMA

7.1. Seçilen Parça Geometrisi İçin Progresif Kalıp Tasarımı Ve İmalatı

7.1.1 Parça İlerleme Hatvesinin Belirlenmesi ve Bant Tasarımı

7.1.2 Progresif Derin Çekme Kalıplarında Kullanılan Standart Elemanlar

7.1.3 Progresif Derin Çekme Kalıp Tasarımı

7.1.4 Kalıp Malzemesinin Seçilmesi

7.2. Progresif Derin Çekme Yönteminin Çeşitli Uygulamaları

7.2.1 Yonca modeli

7.2.2 İç Boşaltma

7.2.3 Dış Boşaltma

BÖLÜM 8 SONUÇLARIN YORUMLANMASI

8.1. Maliyet analizi

8.1.1 Kalıp maliyeti

8.1.1.1 Kademeli kalıp

8.1.1.2 Progresif Derin Çekme Kalıbı

8.1.2 Parça Maliyeti

8.1.2.1 Kademeli İmalat Malzeme Maliyeti

8.1.2.2 Progresif İmalat Malzeme Maliyeti

8.1.3 Baskı Maliyetleri

8.1.3.1. Kademeli İmalat Baskı Maliyeti

8.1.3.2 Progresif İmalat Baskı Maliyeti

8.2. Sonuç ve Değerlendirme

KAYNAKLAR

ÖNSÖZ

Türk Kalıpcılık Sektörü'nde gerek yurtiçi, gerekse yurtdışı piyasada katma değeri yüksek olan sac metal kalıpları yoğun olarak talep edilmektedir. Bu noktada yüksek talep gören sac metal kalıplarının çeşitliliğini vurgulamak faydalı olmaktadır. Türkiye de Kalıpcılık Sektörü'nde birçok firma çeşitli alanlarda faaliyetlerini devam ettirmektedir. Bu çeşitlilik, her alan için tamamen farklı bir uzmanlık konusu yaratmaktadır. Bu sebeple, kalıpcılık alanlarını tam manasıyla kavrayabilmek için bu uzmanlık alanlarını derinlemesine incelemek gerekmektedir.

Türk kalıpcılık sektörü gerek iç, gerekse dış piyasada rekabetçi olabilmek, ve üretimini yaptığı ürünü pazarda raharlıkla satabilmek için maliyetlerini uygun seviyelerde tutabilmek zorundadır. Bunun için ya malzemeyi uygun fiyata almak yada operasyonları düşürerek işçiliği azaltıp rekabetçi piyasada söz sahibi olmak gerekmektedir. Malzemenin uygun fiyata alınması çok fazla mümkün olmadığına göre geriye operasyonları düşürüp ürünü ucuzlatmak kalmaktadır. Ürünün ucuzlaması operasyon sayısını düşürmekle oluyorsa kalıpları birleştirmek suretiyle tek kalıp altında toplamakla mümkün olabilir. Bu şekildeki karmaşık yapıdaki kalıplar transfer kalıpları ve progresif kalıplar olmak üzere iki ana sınıfa ayrılır. Bizler tez çalışmamızda bunlardan progresif kalıpları ele alıp detaylı olarak inceleyeceğiz.

Tezin hazırlanmasında ve yönetilmesinde bilgi birikimini ve tecrübesini benimle paylaşan ve bana destek olan hocam sayın Doç.Dr. M. Tahir ALTINBALIK'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezin deneysel çalışmalarının yürütülebilmesinde tüm imkan ve olanaklarından yararlandığım ÖMSA KALIP firmasına ve çalışanlarına, emeği geçen tüm hocalarıma, meslektaşlarıma, arkadaşlarıma ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Günümüzde, modern toplumların ekonomilerinin ve büyümelerinin temelini sanayileşme oluşturmaktadır. Makine ve takım sanayindeki gelişmeler de her geçen gün rekabeti ve üretimdeki kaliteyi arttırmaktadır. Günümüzde ve gelecekte bu rekabetçi koşullarda biz de varız diyebilmemiz için gerekli olan teknolojiye yatırım yapmalı ve bu teknolojiyi kullanabilmeliyiz.

Çevremize baktığımızda evlerdeki araç, gereçlerden otomobil parçalarına kadar nerdeyse tamamının değişik kalıplar ile üretildiğini görmekteyiz. Rekabetin son hızla devam ettiği endüstriyel alanlarda başarılı olabilmek ve ayakta kalabilmenin yolu kaliteli, ekonomik ve kısa sürede istenen üretimi yapabilmekten geçtiğini unutmamalıyız. İşte bu durum kalıpcılık alanının önemini ortaya koymaktadır.

Kalıpcılık, günümüzde endüstriyel üretim alanlarının vazgeçilmez seri üretim tekniğidir. Kalıpcılığın birçok türü olmakla beraber bu modülde progresif çekme kalıplarının tasarım ve maliyet analizi hakkında bilgiler vermekle beraber, karmaşık üretim yöntemlerinin aslında daha ekonomik olduğunu, geleneksel üretim yöntemlerine göre daha karlı olduğunu çeşitli verilere dayanarak inceleme yapacağız.

Progresif derin çekme kalıplarında çekme olayının yanı sıra, kesme , delme , kamlı delme gibi diğer sac kalıpcılığı branşları da bir arada kullanılır. Karmaşık kalıplama tekniklerinin kullanılmasıyla birkaç operasyonda çıkması gereken parçanın tek bir operasyonla çıkmasına olanak sağlayan maliyetli bir kalıpcılık yöntemidir.

ABSTRACT

Nowadays, industrialization is the major point of economical development in modern societies. The development in machine and tool industry increases the competition and manufacturing quality day by day. In case of surviving in this competitive conditions, we should be able to use and invest this technology.

Many gadgets such as household appliance and automobile parts are manufactured by various dies. In order to have the success and in this industry, the production must be done of good quality, economic and in short time. In this case, the importance of molding is conceived.

Molding is the indispensable production method in industrial production facilities. Despite many methods of molding; in this module, cost analysis and design of progressive deep drawing dies are instructed. Also depending on various datum, benefits against traditional methods and cost analysis against complex manufacturing methods are investigated.

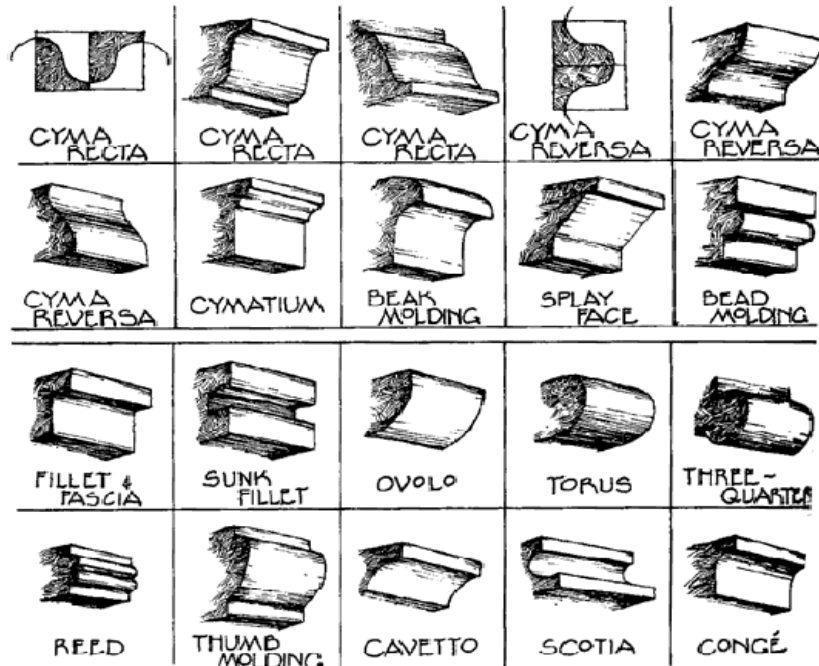
In deep drawing dies, many sheet metal forming fundamentals are used such as cutting, blanking together with deep drawing. Complex molding technique is an expensive method allows the product to be manufactured at first process

BÖLÜM 1

KALIPÇILIK VE İMALAT KAVRAMI

1.1. 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. Kalıp görünüşleri genellikle elipslerden parabollerden ve hiper parabollerden meydana geliyordu. Romalılar, Yunanlılar'ın kalıplarını basite indirgeyerek küresel şekilleri temel aldılar. Bu iki stil 8 klasik şekle dağıldı.



Şekil 1.1. Yunanlıların Geliştirmiş Oldukları Kalıp Formatları

Ancak kalıbın fonksiyonlarının ve öneminin tam olarak anlaşılabilmesi için Endüstri Devriminin ortaya çıktığı ve geliştiği dönemlerin; yani XVIII. Ve XIX yüzyılların gelmesinin beklenmesi gerekmiştir. 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. 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 Bloku Ülkeleri, ya da bunların dışında kalan ve adları bugüne kadar sanayileşme ile birlikte hiç anılmamış olan bazı ülkeler bile Kalıplı İmalat Teknolojileri konusunda varlarını yoklarını ortaya koymaktadırlar.

Avrupa Kıtasında 18. ve 19. yüzyıllarda yeni buluşların üretimde kullanılması ve buhar gücüyle çalışan makinaların makinalaşmış endüstriyi beraberinde getirmesiyle birlikte, Avrupa'nın mevcut sermaye birikimini arttırması "Sanayi Devrimi" olarak tanımlanmıştır. Sanayi Devriminin birinci aşaması olan makinalaşma çağında

endüstrileşme sürecinde demir ve kömür asıl enerji kaynağı ve hammaddeyi oluşturmuş, bu durum büyük fabrikaların doğmasına neden olmuştur. Böylelikle, Avrupa'da temelini tarım işçilerinin oluşturduğu toplumdan, fabrikalarda üretim yapan nüfusa doğru düzenli bir geçiş olmuştur. Sanayi Devriminin ikinci aşamasında, çelik, elektrik, petrol ve kimyasal maddelerin de enerji ve hammadde kaynaklarına dahil olması ile birlikte endüstrileşme bugünkü halini almıştır. Bu endüstrileşmeye bağlı olarak da, değişik ve farklı üretim yöntemleri geliştirilmiştir. Günümüzde endüstrinin her kolunda az malzeme kaybına sahip, yüksek dayanım sağlayan, kaliteli ve hızlı olan üretim yaşam kuralı haline gelmiştir.

Endüstrideki bu gelişmeler kuşkusuz makine ve imalat mühendisliği biliminin çeşitli dallarında yapılan araştırmalar ve buluşların üretime yansımından başka bir şey değildir.

1.2. İMALAT

Genel bir yaklaşım izlenerek, imalat kavramının sanayi anlamı; eldeki hammaddenin işlenerek istenilen özellik ve biçimdeki bitmiş ürün haline getirilmesinde hammadde, proses ve üründen oluşan bir süreç olarak tanımlanır.

İmalat çok geniş bir disiplin olduğundan detaylı olarak anlaşılması sadece makine veya imalat mühendisliği dallarına değil, amaçları insan ihtiyaçlarını karşılamak olan diğer mühendislik dallarına da ışık tutar. İmalatta başlangıç olarak enerji, zaman ve insan kaynakları konusunda yeterli fizibilite çalışması yapıldığı takdirde proses aşamasına geçilebilir. Proses aşamasında ilk sırayı dizayn alır. Dizayn temel hareket noktası seçilerek değişik planlar gerçekleştirilir ve bunlar proses aşamasının işleme kısmında yerine konur. Kaynakların ve prosesin doğru yönetilmesi verimlilik ve üretkenliğin artırılması bakımından önemlidir. Pazarlama konusu da ürünün en iyi ve karlı şekilde alıcıya ulaşmasında etkin bir rol üstlenmektedir. Son aşama olan sonuç

aşamasında ise; ürünün alıcıya ulaştırılması, bu ürünün ürün ile ilintili diğer ürünler ile desteklenmesi ve ürünün kullanılması konusundaki diğer bilgiler ile kullanım karmaşıklığındaki pürüzlülüklerin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır

1.2.1. İmalat Yöntemleri ve Sınıflandırılması

İlerleyen teknoloji beraberinde yüksek kaliteli ürünlerin tasarımı ile bunların seri ve ucuz olarak üretimini sağlayan yöntemlerin geliştirilmesini getirmiştir. İnsanların yaşam standardı değişmiş ve insanlar sürekli daha iyiyi daha kaliteliyi arar olmuşlardır. Bu sebepten dolayı insanları daha da memnun etmek görevi mühendisler ve onların yaratma güdülerine bırakılmış durumdadır. Mühendisler her bir üretim yönteminin imkanlarını, üstünlüklerini ve sınırlarını tanıyarak amaçladıkları tasarıma en ucuz ve doğru olarak ulaşmak için gerekli bilgileri edinmek zorundadırlar.

Mühendislik disiplini içinde imalat yöntemlerini iç ve dış dönüşümler olarak iki gruba ayırmak mümkündür. Bunlar aşağıda verilmektedir;

İç Dönüşümler: Cevherleri indirgemek, arıtma yöntemleri, ısı işlemler.

Dış Dönüşümler: Biçimlendirme.

- Döküm; erimiş durumdaki akıcılıktan yararlanılır.
- Kaynak; yerel eritme ile birleşme sağlanır.
- Talaş kaldırma; istenmeyen kısımlar kesilerek uzaklaştırılır.
- Plastik şekil verme; malzemenin şekil değiştirme kabiliyetinden faydalanılır.

İmalat yöntemlerinin genel olarak sınıflandırılmasında da altı grup söz konusudur. Bu grupları şu şekilde sıralayabiliriz.

1.2.1.1. Grup 1. Birincil biçimlendirme

Bağ oluşturma ana başlığı altında toplanan bu grup içinde, belirli herhangi bir şekle sahip olmayan katı parçacıklardan birincil şeklin yaratılması veya parçacıklar arasında bağıntılar oluşturulması ile ilgili üretim yöntemleri yer almaktadır. Döküm ve toz metalurjisi bu gruba dahil edilebilir.

1.2.1.2. Grup 2. Şekil değiştirme

Bağın arttırılması ana başlığı altında değerlendirilen bu grup içinde, bir katı cismin kütlesini veya bileşimini değiştirmeden şeklinin başka bir şekle dönüştürülmesi ile ya da bağın arttırılması ile ilgili üretim anlaşılır. Plastik şekil verme yöntemleri bu grupta yer alır.

1.2.1.3. Grup 3. Ayırma

Bağın kopartılması ana başlığı altında değerlendirilen bu grup içinde bağın kopartılarak talaşlı ve talaşsız biçimlendirme ile malzemenin ana kütleden kopartılmasına dayanan üretim yöntemi anlaşılır. Talaşlı şekil verme ve kesme kalıpları bu grupta yer alır.

1.2.1.4. Grup 4. Birleştirme

Bağın büyütülmesi ana başlığı altında belirtilen bu grup içinde, birbirinden ayrı parçalar arasında bağlantı oluşturarak başka elemanlar meydana getirmeyle ilgili üretim yöntemleri anlaşılır. Kaynak, lehim ve yapıştırma bu gruba dahil edilebilir.

1.2.1.5. Grup 5. Kaplama

Bağın büyütülmesi ana başlığı altında belirtilen bu grup içinde, gerek iş parçasının ömrünü uzatmak, gerekse şekil bütünlüğü sağlamak açısından iş parçası ile kaplama malzemesi arasında bağ oluşturmak söz konusudur. Boyama, galvaniz çekme ve plastik tabakalar kaplama bu gruba dahil edilebilir.

1.2.1.6. Grup 6. Malzeme özelliklerinin değiştirilmesi

Bağın büyütülmesi ana başlığı altında belirtilen bu grup içinde, iş parçasında optimum özellikler elde etmek amacıyla malzeme özelliklerinin değiştirilmesi anlaşılr. Burada malzemeden parçacıklar çıkarmak, parçacıklar ilave etmek veya parçacıkların yeniden düzenlenmesi ile ilgili işlemler söz konusudur.

Sunulan tez, ikinci ve üçüncü grupta yer alan plastik şekillendirme yöntemi ile ilgilidir.

BÖLÜM 2

PLASTİK ŞEKİL VERME

2.1. Plastik Şekil Verme

Plastik şekil verme (PSV), metallere katı durumda ve hacimleri sabit kalacak şekilde yapılan bir şekillendirme işlemidir. Katı durumdaki metalin sürekliliği bozulmadan, yani kırılma ve ayrılma olmadan şekillendirilebilmesi için malzeme plastik şekil değiştirme kabiliyetinin iyi bilinmesi, bunun yanında ayrıca işlem için gerekli basınç, kuvvet ve güç seviyelerinin de bilinmesi önemlidir. Yöntemin başarısı için malzeme özellikleri ile işlem parametrelerinin birbirine uygun olarak seçimi çok önemlidir.

Diğer üretim yöntemleriyle karşılaştırıldığında Plastik şekil vermenin şu belirgin özellikleri taşıdığı görülür:

1. Plastik şekil vermede malzemenin kütle ve hacmi sabit kalır, sadece biçimi değişir.

2. Plastik şekil verme yüksek sıcaklıkta yapılırsa, malzemenin birincil katılaşması sırasında oluşmuş boşluk ve gözenekler (oksitlenmemiş olmaları koşuluyla) kapanır. Bunun yanında iri ve çubuksu taneler de kırılarak, yeniden kristalleşme neticesinde kaba döküm yapısı yerini ince taneli, homojen bir iç yapıya bırakır. Bu sayede mekanik özelliklerde (akma dayanımı, çekme dayanımı, yorulma dayanımı, darbe dayanımı, kırılma tokluğu, süneklik, darbe dayanımı vs.) önemli iyileşmeler görülür.

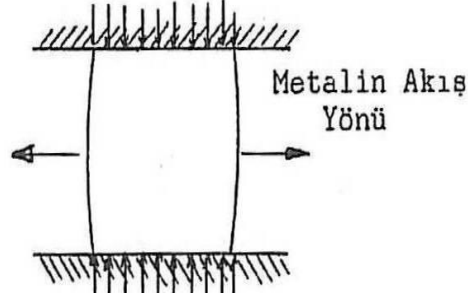
3. Plastik şekillendirme soğuk olarak yapılırsa oluşan pekleşmeden yararlanarak malzemenin dayanımı arttırılabilir.

4. Plastik şekil verme yöntemleriyle dar toleranslara sahip hassas parçalar üretilebilir, özellikle soğuk şekil vermeye çok kaliteli yüzeyler elde edilebilmektedir.

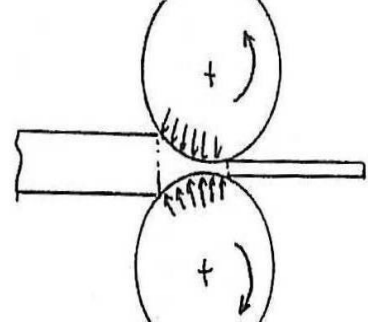
5. Plastik şekillendirmede kullanılan tezgah ve takımlar (pres, hadde, şahmerdan, kalıplar, vs.) pahalı olduğundan, yöntem genellikle seri üretimler için ekonomiktir.

2.1.1. Doğrudan Basma Yöntemleri

Bu yöntemlerle şekillendirme için gerekli basma yükü veya akma gerilmesi parçanın yüzeyine doğrudan uygulanmaktadır. Metalin akma yönü ise basma gerilmesinin yönüne diktir. Bu tür işlemlere örnek olarak dövme ve haddeleme işlemleri gösterilebilir.



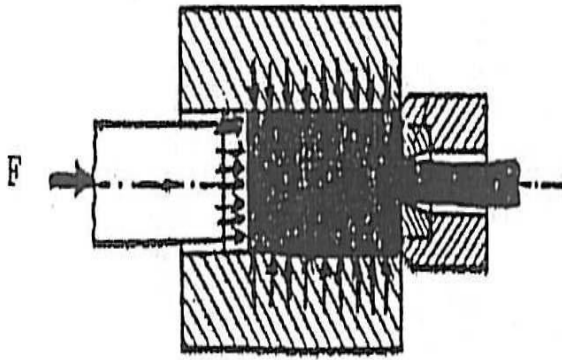
Şekil 2.1. Dövme



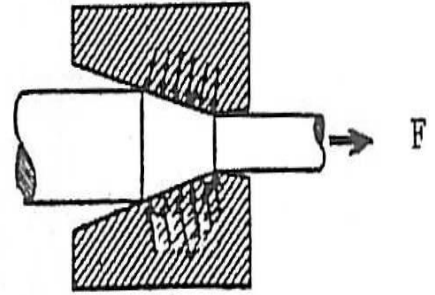
Şekil 2.2. Haddeleme

2.1.2 Dolaylı Basma Yöntemleri

Burada deformasyonu sağlayan basma gerilmeleri, kalıp geometrisine ve yöntemin özelliklerine bağlı olarak uygulanan dış kuvvetler yardımıyla dolaylı olarak oluşturulur. Bu tür şekillendirmelere örnek olarak tel çekme, ekstrüzyon gibi işlemler örnek gösterilebilir. Örnek olarak verilen tel çekmede matris içinde deformasyonu sağlayan basma gerilmeleri, ürünün çıkış tarafından uygulanan çekme kuvvetleri ile sağlanmaktadır.



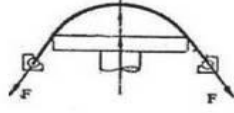
Şekil 2.3. Ekstrüzyon



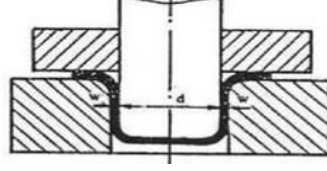
Şekil 2.4. Tel Çekme

2.1.3. Çekme Yöntemleri

Genellikle sac ve levha şeklindeki metallere uygulanan bu tür yöntemlerde malzeme çekme veya basma gerilmeleri altında şekillendirilmektedir. Derin çekme ve germe bu tür işlemlere örnektir.



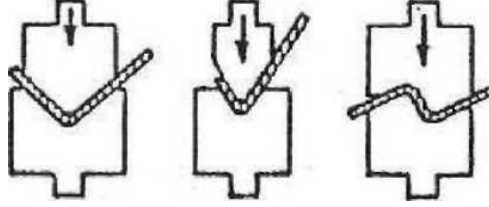
Şekil 2.5. Germe



Şekil 2.6. Derin çekme

2.1.4 Eğme Yöntemleri

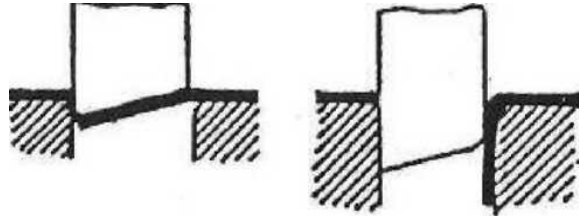
Uygulanan eğme momenti parçanın şekillenmesini sağlar. Bükme işlemi bu tür işlemlere örnektir.



Şekil 2.7. Bükme

2.1.5 Kesme Yöntemleri

Metalin ayrılmasını sağlayacak seviyelerde kesme kuvvetleri uygulanarak yapılan şekillendirme işlemleridir. Kesme ve dilme bu tür işlemlere örnek olarak verilebilir.



Şekil 2.8. Kesme

Progresif kalıplar ağırlıklı olarak çekme, kesme ve eğme yöntemlerinin bir arada kullanıldığı kalıplardır. Tezimizde ardışık çekme olaylarını incelemek ve ön boşaltma

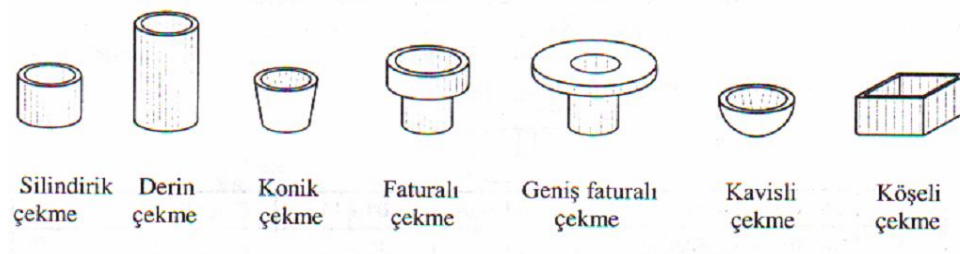
için kesme yöntemini kullanarak kalıp ve parça maliyetlerini belirlemek asıl belirlemek ve bu yolla optimum bir tasarım yapmak amaçlanmıştır.

BÖLÜM 3

DERİN ÇEKME

3.1. Çekme Olayının Açıklanması

Genellikle düz levha metallere içi boş, dikişsiz kap veya değişik parçaların elde edilmesi işleminde kullanılan biçimlendirme şekli çekme olarak adlandırılır. Şekil 3.1' deki gibi... çekilmiş bir silindirik kabın açılımını yaklaşık olarak Şekil 3.2 'deki gibidir. Gerçekte koyu taranmış kısımlar boş değildir. Şekil 3. 3'teki çekme sırasında Şekil 3. 4'teki gerilmeler meydana gelir. Kullanılacak baskı plakası (Pot çemberi) ile çekme sırasında meydana gelen kırışıklıklar önlenir.



Şekil 3.1: Çekme ile elde edilen iş parçalarına ait örnekler

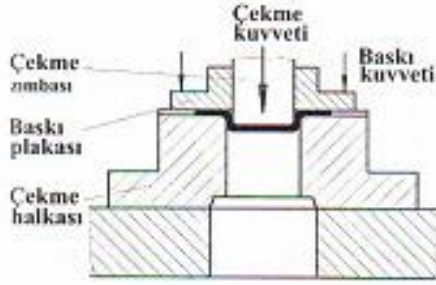


Şekil 3.2

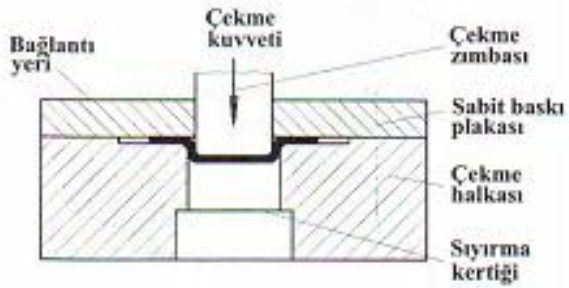
Şekil 3.3

Şekil 3.4

Çekme esnasında kenar kırışıklıkları önlemek için Şekil 3. 5 ‘teki gibi yaylı, hidrolik veya hava yastığı ile çalışan bir baskı plakası ya da Şekil 3.6 ‘ da görülen sabit baskı plakası kullanılır. Bu baskı plakasının basıncı, çekilen malzemenin cinsine ve biçimine göre ayarlanabilir. Sabit baskı plakasına ise ilkel parça kayabileceği kadar bir boşluk verilir.



Şekil 3.5



Şekil 3.6

3.2 Sığ ve Derin Çekme İşlemi

3.2.1. Çekme kalıplarını çekilecek parçanın biçimine göre:

- Silindirik çekme kalıpları
- Kare veya dikdörtgen çekme kalıpları olarak sınıflandırabiliriz.

3.2.2. Çekme kalıplarını çekme sayısına göre:

- Sığ çekme: Sadece bir tek çekme işlemiyle parça üretiminin gerçekleştiği kalıplardır.
- Derin çekme: Birden çok çekme işlemiyle parça üretiminin gerçekleştiği kalıplardır. Derin çekmenin yapılaş nedeni; bir tek çekme işlemi ile istenen parçanın elde edilememesidir. Derin çekmeyi, parçanın derinliğini artırmak ve kesit ölçülerini küçültmek için yapılan tekrar çekme işlemi olarak da adlandırabiliriz.

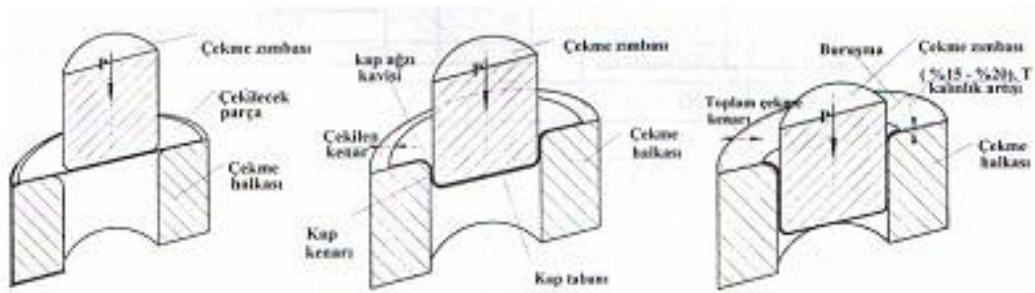
3.3 Çekme Aşamaları

Kalıp şeklinin belirlenebilmesinde çekme aşamaları ve çekmede meydana gelen olayların bilinmesi gerekir. Eğer parçamız derin çekmeyi gerektiriyorsa bu durumda

yapılacak en iyi şey parçanın kaç kademede elde edilebileceğinin önceden hesaplanmasıdır. Buna göre de öncelikle yuvarlak sac malzemenin elde edilmesi gerekir. Daha sonra bu parça kalıp içindeki yuvasına yerleştirilir. Sac malzeme zımba dişi kalıba baskı yapana kadar herhangi bir değişime uğramaz. Şekil 3.7 zımba dişi kalıpta ilerlemeye başladığı anda zımba ucu kavis yarıçapına uygun olarak sac eğilmeye başlar. Şekil 3.8 zımbanın girişinin devamında çekilen parçanın yan çeperlerinde bir düzelme olurken sac malzemenin çapında bir azalma olur. Şekil 3.9 çekme sırasında sac malzemenin dış çevresinde basılma gerilmesi meydana gelirken çekilen kabın ağzına yakın flanş kısmında malzeme yığılmasından dolayı buruşma oluşur. Bu arada malzeme kalınlığında da % 15-20 oranında kalınlık artışı olur. Çekilen malzeme incelendiğinde taban kalınlığında herhangi bir değişiklik olmazken yan çeperlerde % 25 incelmeye, ağız kısmında da % 15-20 oranında kalınlaşma gözlenir. Parça aşırı çekmeye zorlandığında tabana yakın yan çeperlerde bir yırtılma oluşur.

Çekme aşamaları:

- Zımba sac malzemeye temas halinde
- Zımba kavisine uygun çekmenin devam etmesi
- Çekme işleminin son safhası (Çekme bitimi)



Şekil 3.7

Şekil 3.8

Şekil 3.9

3.4. Çekmeye Etki Eden Faktörler

Çekme işlemi sırasında, çekme işlemini etkileyen pek çok faktör vardır. Bunlardan en önemlileri şunlardır:

01-Çekilen parçanın ilkel çapı

- 02-Çekilecek parçanın büyüklüğü
- 03-Saç kalınlığı
- 04-Çekilen sacın cinsi
- 05-Baskı plakası kuvveti
- 06-Çekme hızı
- 07-Çekme halkası (Dişi kalıp) ve çekme zımbası radyüsleri
- 08-Çekme boşluğu
- 09-Yağlama durumu
- 10-Çekme derinliği
- 11-Çekme kalıbının zımbalarının yüzey pürüzlülüğü

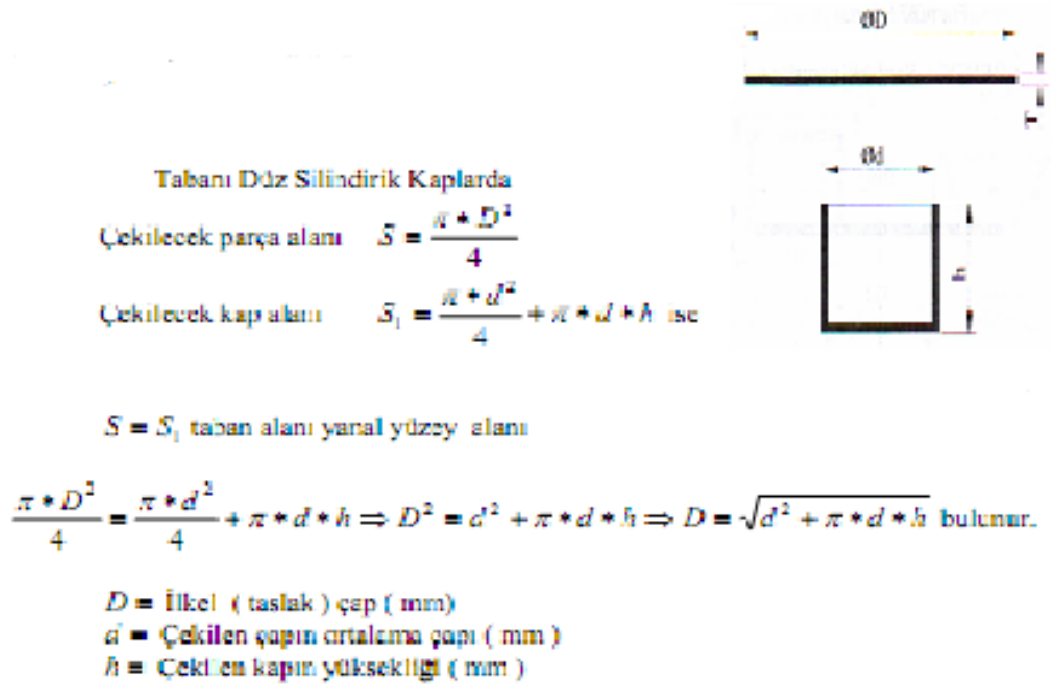
3.4.1. Derin Çekme Yapılan Parçaların İlkel Çap Boyutları

Silindirik kapların çekilmesinde, önce çekilecek kabın ilkel (taslak) çapı hesaplanır. Çekme süresince kap malzeme eğilme, basılma ve çekilme gerilimleri etkisi altında kalır. Ancak tabanları düz olan kapların sadece taban kısmı bu gerilimlerden etkilenmez. İlkel çapın bulunmasında değişik yöntemler kullanılır. Bunlar :

- Alan yöntemi
- Çizim yöntemi
- Uzunluk ve ağırlık yöntemi

3.4.1.1. Alan Yöntemi ile İlkel Çapın Bulunması

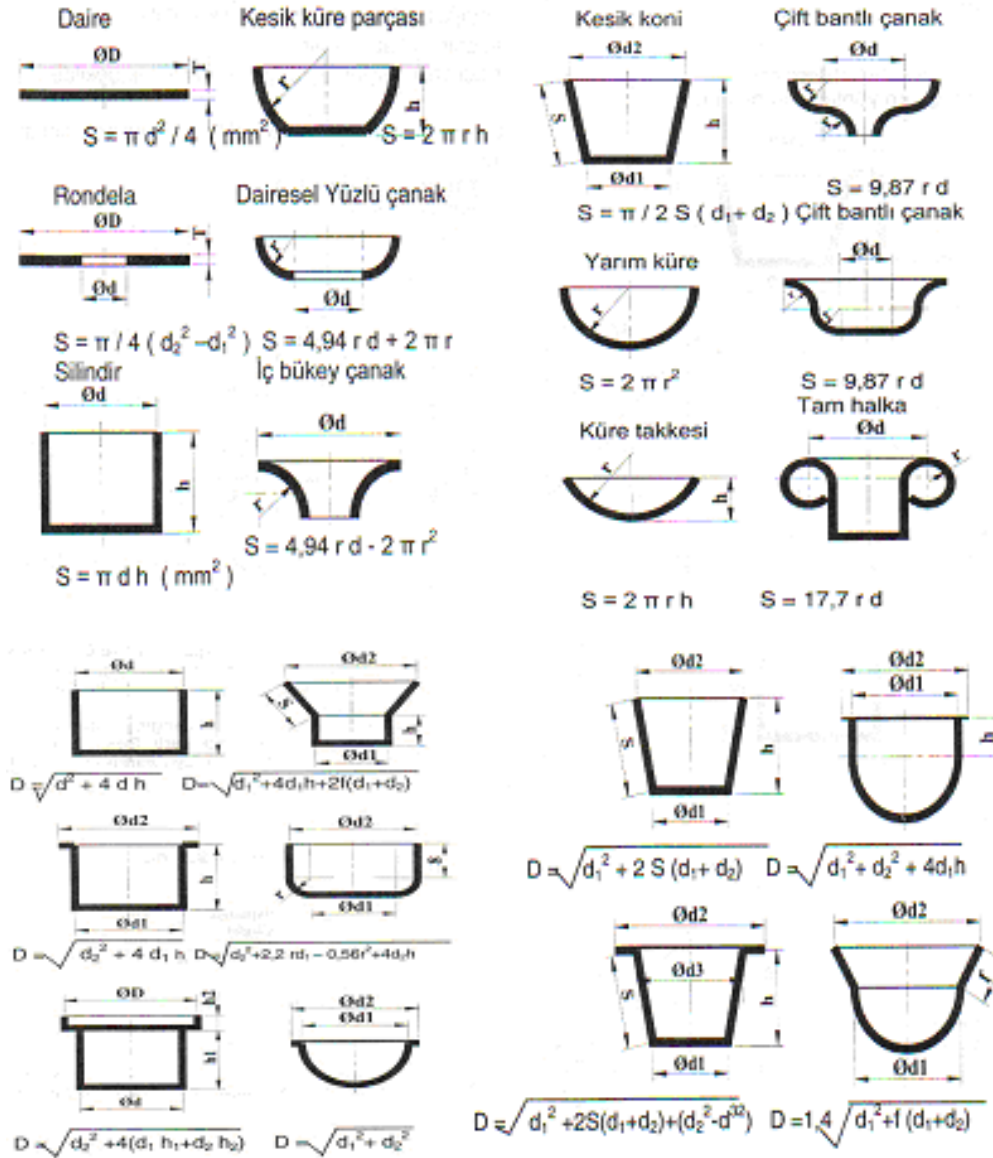
Alan yöntemi ile ilkel çapın bulunması, ilkel parçanın ve çekimli parçanın alanlarının eşit olması ilkesinden hareketle:



Şekil 3.10. Derin Çekme Kademe Hesapları

Bu yöntemlerin hepsi aynı sonuca farklı metotlarla gitmek demek olduğundan burada alan yöntemi ile ilkel çapın bulunması üzerinde durulacaktır. Progresif kalıplarda ilkel çapın doğru hesaplanması çok önemlidir. İlkel çap hesaplama hatası yapılması kalıp tasarımında değişiklik yapılmasını gerektirir. Kalıp tasarımındaki değişiklik kalıp imalatı bittikten sonra kalıp demesinde anlaşılacağı için bazı durumlarda kalıp hurdaya çıkabilir. Böyle bir durum kalıpcılıkta hiç istenilmeyen bir durumdur.

Herzaman çekme işlemi silindir olmayabilir. Çeşitli formlarda geometrik şekillere sahip parçaların şekil 3.11 da alanları ve ilkel çaplarını hesaplamak için formulleri verilmiştir.



Şekil

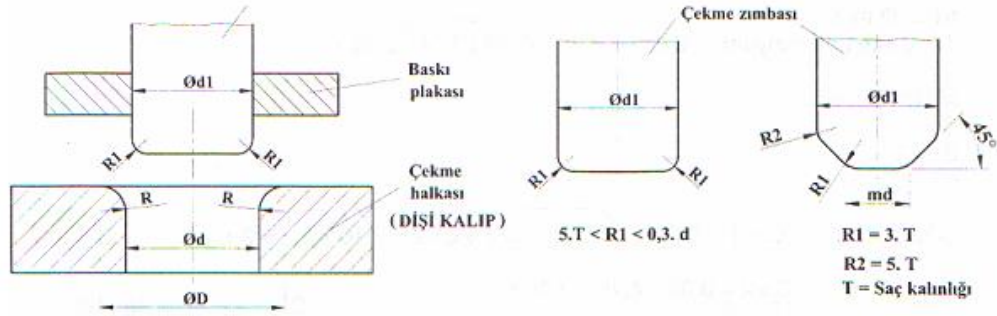
3.11 Çeşitli Geometriler için Derin Çekme İkel Açınım Formülleri

3.4.2. Çekme Radyüsü (Erkek ve Dişi Kalıp)

Çekme işleminin kolay olması ve malzemenin fazla zorlanarak deforme olmasını önlemek için çekme kalıp halkası (Dişi kalıp) ağzı ile çekme zımbası uç kavis yarıçapları olabildiğince büyük; fakat sac kalınlığının 20 katını aşmayacak kadar olmalıdır. R ve $R1 < 20$ olmalıdır.

Zımba uç kavisleri de çekme olayını oldukça etkileyen bir etkidir. Zımba uç kavisleri sac malzeme kalınlığının 3-5 katı olmalıdır. Keskin köşelere ise ancak birkaç

işlemden sonra ulaşılabilir. Şekil 3.12’ de Dişi kalıp ve erkek kalıp (Çekme zımbası) uç kavisleri gösterilmiştir.

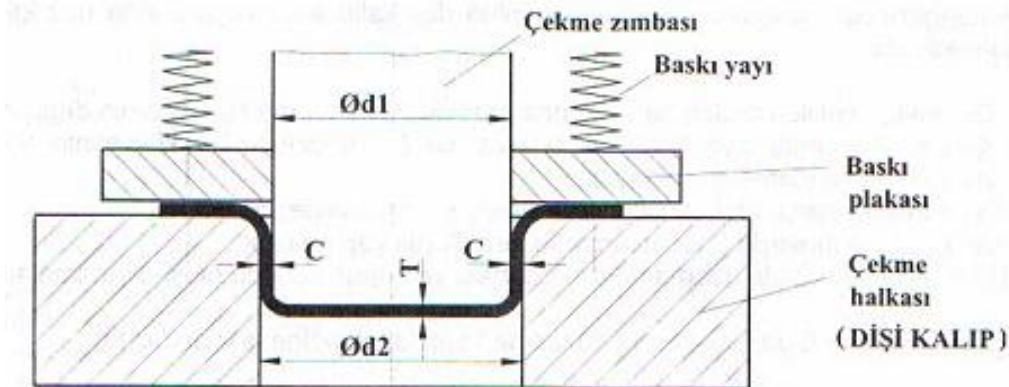


Şekil 3.12 Derin Çekme Dişi ve Erkek Kalıp Radyüs Formülleri

3.4.3. Çekme Boşluğu

Çekme kalıplarında zımba ile çekme halkası arasında sac kalınlığından biraz daha fazla boşluk bırakılmak zorundadır. Normal bir boşluk çekme işlemini kolaylaştırır. Fazla bırakılan boşluk çeperlerde (Yüzeylerde) bozukluklara neden olurken; hiç boşluk bırakılması da sıkışmalara neden olur.

Aşağıdaki şekil 3.13 ‘de ve Tablo 3.1’ de çekme boşlukları ile ilgili değerler verilmiştir.



Şekil 3.13 Derin Çekme Hali Kesit Görünüş

Çekme Boşluğu $C = \frac{d_2 - d_1}{2}$ olarak alınabilir, ancak ;

Boşluk değerleri

Çelik için..... $C = T + 0,07 * T * 10$

Alüminyum için..... $C = T + 0,02 * T * 10$,

Diğer gereçler için..... $C = T + 0,04 * T * 10$ formülü ile hesaplanır.

Tablo 3.1 Sac kalınlığına göre boşluk değerleri

Sac Kalınlığı T (mm)	Çekme Sayısı		
	1.Çekme	2.Çekme	3.Çekme
0,50	(1,07 – 1,09) T	(1,08 – 1,10) T	(1,04 – 1,05) T
0,50 - 1,25	(1,09 – 1,10) T	(1,09 – 1,12) T	(1,05 – 1,06) T
1,25 - 3,25	(1,10 – 1,12) T	(1,12 – 1,14) T	(1,07 – 1,09) T
3,25 ve üstü	(1,12 – 1,14) T	(1,15 – 1,20) T	(1,08 – 1,10) T

3.4.4. Çekme Hızı

Çekme hızı, çekilen kabın düzgünlüğüne ve fiziksel özelliklerini etkiler. Bu sebeple çekme hızı büyük önem taşır. Çekme hızı genellikle:

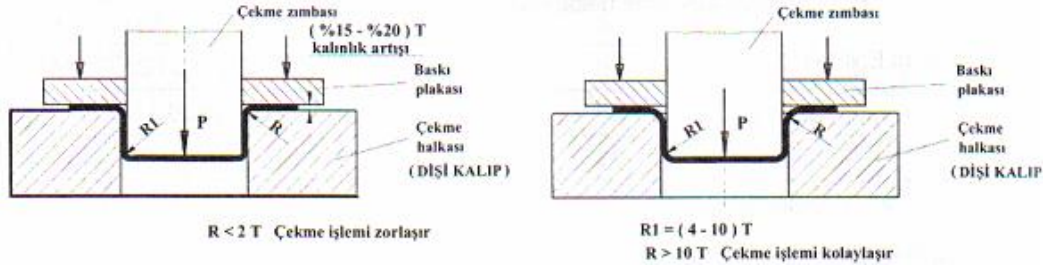
- 1- Sac malzemenin cinsine ,
- 2- Sacın kalınlığına ,
- 3- Çekme halkası (Dişi kalıp) ve çekme zımbası ucu kavis yarıçaplarına ,
- 4- Kalıbın yağlanmasına vb. etkenlere göre değişir.

Tablo 3.2 Derin Çekme hızları

Malzemenin Cinsi	Çekme Hızı m / dak.		Parlatma Hızı m / dak.
	Tek Etkili	Çift Etkili	
Yumuşak Alüminyum	56	33	-
Alüminyum Alışmaları	-	10 – 12	-
Pirinç	66	33	25
Çinko	50	15	-
Bakır	50	28	-
Çelik	20	10 – 18	8
Çelik (Dişi kalıp sert metal)	-	20	-
Paslanmaz Çelik	-	6 - 10	-

Silindirik olmayan ve asimetrik parçaların çekme işlemlerinde daha düşük çekme hızları tercih edilir. Aksi takdirde sacda deforme ve yırtılmalar artabilir. Çekme işlemi sırasında çekme hızına, baskı plakasına, çekme halkası ve çekme zımbası

rad yslerine bağlı olarak sacda birtakım değişiklikler olabilir. Bu değişiklikler aşağıda şekil 3.14 de gösterilmiştir.



şekil 3.14 çekme işlemini kolaylaştırma adımları

3.4.5. Çekme Kuvveti

ekilmesi istenen parçanın (Kabın) ; ekme esnasında gösterdiği dirence çekme kuvveti denir. Çekme kuvveti aşağıdaki faktörlere bağlı olarak değişir:

- Çekilen parçanın ilkel çapına
- ekilecek parçanın büyüklüğüne
- Sa kalınlığına
- Çekilen sacın cinsine
- Baskı plakası kuvvetine
- Çekme hızına
- Çekme halkası (dişi kalıp) ve çekme zımbası kavislerine
- Çekme boşluğuna
- Yağlama durumuna
- Çekme derinliğine

Bazı malzemelerin çekme kuvvetleri Tablo 3.3 te verilmiştir

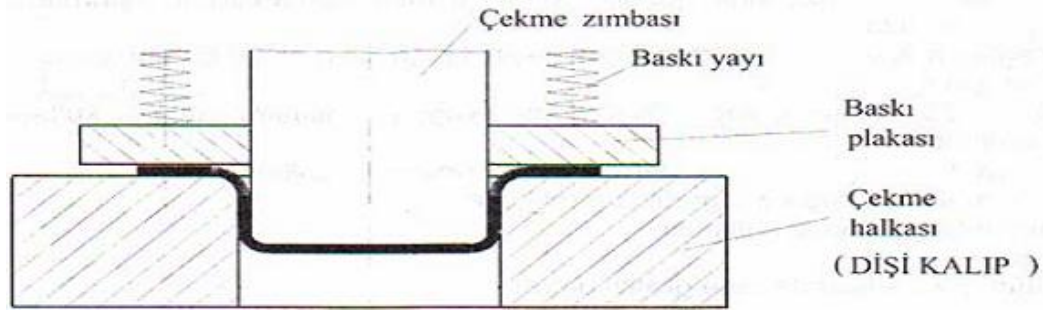
Tablo 3.3 Malzemelerin ekme Dayanımları

Malzemeler	Sembolü	Çekme dayanımı δb kg / mm ²	Kesme dayanımı δd kg / mm ²
İnce Saclar	Ç 1040	28 - 38	22 - 30
Makine Yapı Çeliği	Ç 1050	50 - 60	40 - 48
Sementasyon Çeliği	Ç 1080	37 - 45	30 - 36
Isıl İşlem Çeliği	Ç 1080	60 - 72	48 - 58
Alaşım Çeliği	Ç 1040	25 - 30	20 - 25
Alaşım Çeliği	Ç 1060	48 - 58	40 - 50
Bakır	Cu	20 - 24	20 - 23
Çinko	Zn	12 - 14	12 - 14
Nikel	Ni	40 - 45	32 - 36

d / D	m
0,550	1,00
0,575	0,93
0,600	0,86
0,625	0,79
0,650	0,72
0,675	0,66
0,700	0,60
0,725	0,55
0,750	0,50
0,775	0,45
0,800	0,40

3.4.6. Baskı Kuvveti (Sac Tutma Kuvveti)

Çekme sırasında parça kenarlarının kırışmasını önlemek için baskı plakası kullanılır. Baskının fazla olması parçanın yırtılmasına; az olması da kırışıklıklara neden olur. Baskı plakası kuvveti; Şekil 3.15'teki gibi yay,kauçuk,hidrolik veya pnömatik olarak sağlanır.Burada kolayca ayarlanabilme özelliğinden dolayı hidrolik veya pnömatik sistemler tercih edilir.



Şekil 3.15. Derin Çekme Kalıp Elemanları (Pot Çemberli)

Sac tutma kuvvetinin hesaplanması progresif kalıplarda sac çekme kuvvetinden daha önemlidir. Çekme kalıplarında sac tutma kuvvetini çift tesirli hidrolik preslerle alt pot basıncını ayarlayarak kolay bir şekilde elde edebiliriz. Fakat progresif derin çekme kalıplarında sac çekme kuvvetini standart yaylar, vulkolon yaylar ve gazlı yaylar vasıtası ile ayarlamamız gerektiğinden yanlış hesaplama veya düşük kaliteli yaylar kullanmak istenilen parçanın elde edilmesini zorlaştırır. Bu yüzden kalıp tasarım aşamasında kuvvetlerin iyi hesaplanması gerekmektedir.

Sac Tutma Kuvvetinin Hesaplanması:

Baskı Kuvvet $P_b = \pi / 4 * (D_2 - d)^2 * q = \text{kg}$ Formülü ile hesaplanır.

$P_b = \text{Baskı Kuvveti} = (\text{kg})$

$q = \text{Yüzey basılma gerilmesi} = (\text{kg} / \text{mm}^2)$

$D = \text{İlkel Çap (Taslak Çapı)} = (\text{mm})$

$d = \text{İş Parçasının Çapı (Çekilecek Çap)} = (\text{mm})$

Bazı malzemelerin yüzey basılma gerilmeleri (q) Tablo 3.4’de, sac malzeme kalınlığına göre çekme kuvveti faktörü (X_1) Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.4 Sac malzeme kalınlığına göre basılma gerilimi

Malzemenin Cinsi	Yüzey Basılma Gerilimi (q)
Orta Sertlikte Çelik ($T < 0,5$)	0,25 – 0,30
Orta Sertlikte Çelik ($T > 0,5$)	0,20 – 0,25
Pirinç	0,15 – 0,20
Alüminyum ve Alaşımları	0,08 – 0,12

Tablo 3.5 Sac malzeme kalınlığı

Çekme Kuvveti Faktörü X_1	1,50								
	1,40								
	1,32								
	1,25								
	1,18								
	1,12								
	1,06								
		0,50	0,62	0,78	1,00	1,25	1,58	2,00	2,50

3.5. Malzemelerin Derin Çekilebilirliği

Aşağıdaki tablolarda bazı malzemelerin kullanım alanları verilmiştir. Her malzeme derin çekilemediği için üretilecek olan malzemenin kullanılacağı yere göre malzeme seçimi yapılmalıdır. Aksi takdirde çekme hataları meydana gelir.

Tablo 3.6 Derin Çekmede Kullanılan Sac Malzemeleri

SOĞUK SAC ÜRÜNLERİN KULLANIM ALANLARI			
GENEL KULLANIM ALANI VE BAŞLICA ÖZELLİĞİ	KALİTE NO	STANDART KARŞILIĞI	
		STANDART	KALİTE
Soğuk şekillendirmeye uygun genel uygulama (Galvaniz kaplama, büro eşyası, aydınlatma gereçleri, vs)	1110	ERDEMİR-01	1110
	6106	SAE J403-95	1006
	6108	SAE J403-95	1008
Çekme işlemine uygun genel uygulama (Otomotiv sanayi, buzdolabı, çamaşır makinesi, mutfak eşyası, vs)	6112	DIN EN 10130-99	DC 01
	6113	DIN EN 10130-99	DC 03
	6114	DIN EN 10130-99	DC 04
	7111	DIN EN 10130-99	DC 01
	7612	DIN EN 10130-99	DC 01
Yaşlanmaya dayanıklı ekstra derin çekmeye uygun çelikler (Çok düşük karbonlu IF çelikleri)	7114	DIN EN 10130-99	DC 04
	7115	DIN EN 10130-99	DC 05
	7118	DIN EN 10130-99	DC 06
Otomotiv sektöründe filtre yapımına uygun çelik	7124	DIN EN 10130-99	DC 04
Yaşlanmaya dayanıklı ultra derin çekme kalite otomotiv endüstrisinde kullanıma uygun çelikler	7314	DIN EN 10130-99	DC 04
	7315	DIN EN 10130-99	DC 05
	7318	DIN EN 10130-99	DC 06
Soğuk şekillendirmeye uygun yüksek mukavemetli çelikler	7132	DIN EN 10268-99	H 320 LA
	7136	DIN EN 10268-99	H 360 LA
	7140	DIN EN 10268-99	H 400 LA

Çekme ve derin çekmeye uygun malzemeler tablo 3.6 dan seçilebilir. Derin çekme işleminde genellikle siyah sac kullanılmasına rağmen yerine göre paslanmaz, bakır alaşımlı malzemeler ve alüminyum da kullanılır.

Derin çekme işlemiyle üretilen bir diğer malzeme türüde paslanmaz çeliklerdir. Paslanmaz çelikler özellikle korozyona karşı dirençlerinin yüksek olmasını nedeniyle beyaz eşya ve gıda sektörü başta olmak üzere geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Paslanmaz çelik malzemelerin özellikleri ve kullanım alanları ile ilgili bir tablo aşağıda sunulmaktadır.

Tablo 3.7 Paslanmaz Çelik Malzemelerin Özellikleri

Paslanmaz Sac Kullanım Alanları			
SINIFLANDIRMA	ÖZELLİKLERİ	KULLANIM ALANLARI	
Ostenitik	304	En Yaygın kullanımı olan Çelik tipidir. 304 iyi korozyon direnci, sıcaklığa direnci, düşük sıcaklık derecelerindeki mukavemeti ve mekanik özellikleri ile bilinir. 304 ün çekilebilirlik özelliği derin çekme ve bükmede olduğu gibi çok iyidir. 304 ısıtılma işlemle sertleştirilmemiştir. (Manyetik değil, kullanma aralığı -196 + 800 °C)	Mutfak eşyaları, evye, dahili borularda, sıcak su kazanlarında, banyo küvetleri, kazanlar, otomobil parçaları (silecek, susturucu vb.) tıbbi aletler, inşaat malzemelerinde, kimya tesislerinde, süt ve gıda endüstrisi, gemi parçalarında kullanılır.
	304L	304L 304 çeliğin düşük karbonlu versiyonudur.Normal koşullarda korozyon direnci 304'le aynıdır.Gerilim giderme ve kaynak sonrası tanelerarası korozyona karşı direnci mükemmeldir. Isıl işlem olmaksızın korozyon direnci özellikleri vardır ve genellikle 400 °C nin altında kullanılır.(Manyetik değil,kullanma aralığı -196 +800 °C)	Kimya sanayinde kullanılan makina ve ekipmanlarda , yüksek tanelerarası korozyon direncine ihtiyaç duyulan kömür ve petrol endüstrisinde , inşaat malzemelerinde, ısıya dayanıklı aletlerin parçalarında ve ısıtılma işlem uygulaması zor olan parçalarda.
	309	Bakır ilavesi ile anti-mikrobik özelliğe ve iyi çekilebilirliğe sahiptir.Hijyenik ortam ihtiyacı duyulan derin çekme ürünlerde kullanışlıdır.	Termos,mutfak evyeleri,çaydanlık,yiyecek servis gruplarında ,kapı tokmaklarında ,hızlı dönme gerektiren ürünlerde.
	310	304 çeliğin içeriğindeki S ve Mn 'yi düşürüp sünekliliğin azalmasını engellemek için N ilave edilmesiyle elde edilen çelik tipidir.Mukavemet artırılmış,kalınlık azaltılmıştır.	Yapı inşaat ,cadde aydınlatmaları,su tankları, su boruları.
	304LN	N ilavesi ile mukavemeti ve tanelerarası korozyon direnci artırılmıştır.	Yapı - İnşaat ,ısı eşanjörleri,kimyasal tankerlerde.
	316	Mükemmel korozyon direnci. pitting korozyonu direnci ve Mo ilavesi ile yüksek sıcaklık dayanımı.	Deniz suyu teçhizatında, kimyasallarda kullanılan teçhizat, kağıt, boya, asetik asit, gübre, fotoğraf ve gıda endüstrisi,deniz kenarı konstrüksiyonlarda,halatlarda,çubuk,cı vata ve somunlarda.

	316L	Düşük karbonlu çelik tipi. 316 'nın normal özelliklerine artı olarak mükemmel tanelerarası korozyon direnci vardır.	Deniz suyu teçhizatında, kimyasallarda kullanılan teçhizat, kağıt, boya, asetik asit, gübre, fotoğraf ve gıda endüstrisi, deniz kenarı konstrüksiyonlarda, halatlarda, çubuk, cıvata ve somunlarda.
	316Ti	Korozyon direnci 316 ile benzerdir. Yüksek sıcaklıklarda çok yüksek bir oksidasyon direnci vardır.	Kimya, petro-kimya, gıda, tekstil ve kağıt endüstrisinde.
	310S	304 ' e benzer özellikleri vardır. Mekanik özellikleri ve korozyon direnci 304 den daha iyidir. Kaynaklanabilirlik özelliği çok iyidir ve 1200 ° C ye kadar çok iyi oksidasyon direnci vardır.	Endüstriyel fırın parçaları, yakıt ve özel boru hatları, boya endüstrisi ve petrol rafinasyonu.
	321	Ti ilavesi ile tanelerarası korozyon engellenir. 430 ° C - 900 ° C arası sıcaklıklar için uygundur.	Uçak egzost boruları, kazanlar, ısı eşanjörleri.
Ferritik	420	Ni içermez. Manyetiktir.	Bıçak üretimi.
	430	430 temel Ferritik çelik tipidir. 430 düşük ısı genleşme oranı ve mükemmel çekme ve oksidasyon direnciyle bilinir.	Isıya dayanıklı aletlerde, üç tabanlı çaydanlık tabanlarında, gaz memeleri, ev aletleri, küvet kaplamaları, inşaat malzemelerinde, cıvata ve somunlarda çubuklar, eleklerde.
	430J1L	Mo, Y ve Nb ilavesi iyi korozyon direnci, kaynaklanabilirlik ve yüksek sıcaklık oksidasyon direnci sağlar.	Çamaşır makinesi tamburları, otomobil egzostları, elektrik aletleri parçaları.
	409	Ti ilavesi ile iyi kaynaklanabilirlik ve çekilebilme özellikleri sağlanır.	Otomobil Egzost boruları ılık su teçhizatları.
Martenzitik	410	410 iyi mukavemet özellikleri ile bilinen temel Martenzitik çelik tipidir. Fakat darbeli Korozyon koşulları için uygun değildir. 410 ısı ile sertleştirilir.	Bıçak, makine parçaları, petrol rafinasyon aparatları, cıvata, somun, pompa şaftları, çatal-kaşık imalatında

Tablo 3.8 1050 H14 standart alüminyum levhanın soğuk şekillendirilebilirliği ve kaynak kabiliyeti

Temper	SOĞUK ŞEKİLLENDİRİLEBİLME			İşlenebilirlik	KAYNAK KABİLİYETİ			
	Bükme	Derin Ç.	Ekstrüzyon		Oksijen K.	K. Ark K.	D.K	Lehimleme
0/H111	mükemmel	mükemmel	çok iyi	düşük	çok iyi	çok iyi	çok iyi	çok iyi
HX2	çok iyi		çok iyi	düşük	çok iyi	çok iyi	çok iyi	çok iyi
HX4	çok iyi	iyi	çok iyi	orta	çok iyi	çok iyi	çok iyi	çok iyi
HX6	iyi		çok iyi	orta	çok iyi	çok iyi	çok iyi	çok iyi
HX8	orta	orta	çok iyi	orta	çok iyi	çok iyi	çok iyi	çok iyi
HX9			çok iyi		çok iyi	çok iyi	çok iyi	çok iyi

3.6. Çekmede Meydana Gelen Hatalar

Çekme işleminde meydana gelen hatalar buruşma, yırtılma ve benzeri hallerdir. Bu hatalar çekilerek elde edilen iş parçalarında asla kabul edilmeyen hatalardır.

- Çekme işleminde en çok rastlanan hatalar şunlardır:

- Çekilen iş parçasının sac kalınlığının değişmesi
- Portakal kabuğu biçimi (Pütürlenme)
- Kulaklanma (Çıkıntı oluşması)
- Çizilme, zedelenme ve çentikleme
- Germe çizgileri (Lekeleri)
- Renk değişimi (Yanma)
- Buruşma
- Geri esneme

BÖLÜM 4

PROGRESİF KALIP TEKNOLOJİSİ

4.1. Progresif kalıp tanımı

Progresif kalıp birden çok operasyonu, bir seri işlemi, sırayla tamamlamak için; içerisinde malzeme şeridinin ilerletildiği kalıplardır. Yani progresif kalıp, imalatı istenen ürün üzerinde yapılması gereken birden fazla operasyonun aynı kalıpta gerçekleştirilmesi işlemidir. Bu kalıplar insan gücünü azaltmak amaçlı yapılan kalıplardır. Bu sayede hata oranı da minimize edilmiştir. Progresif kalıplar ağırlıklı olarak otomotiv sektöründe kullanılıyordu ama artık her sektörde görmek artık mümkün.

Progresif kalıplar otomatik sürücüler ve PLC sistemleri sayesinde daha hızlı, daha az maliyetle ve artık insan gücüne gerek kalmadan parça üretimi yapmaktadır. Kalıpcılık tekniğinde malzemeden gerektiği şekilde istifade etmek çok önemlidir. İşte bu yüzden progresif kalıpların tasarımında sac parçadaki operasyon yerleşimini doğru yapmak, prosesleri doğru tespit etmek gerekir.

4.2. Progresif Kalıplarla İlgili Çeşitli Uygulamalar

4.2.1. Salyangoz Birleştirme Klipsi

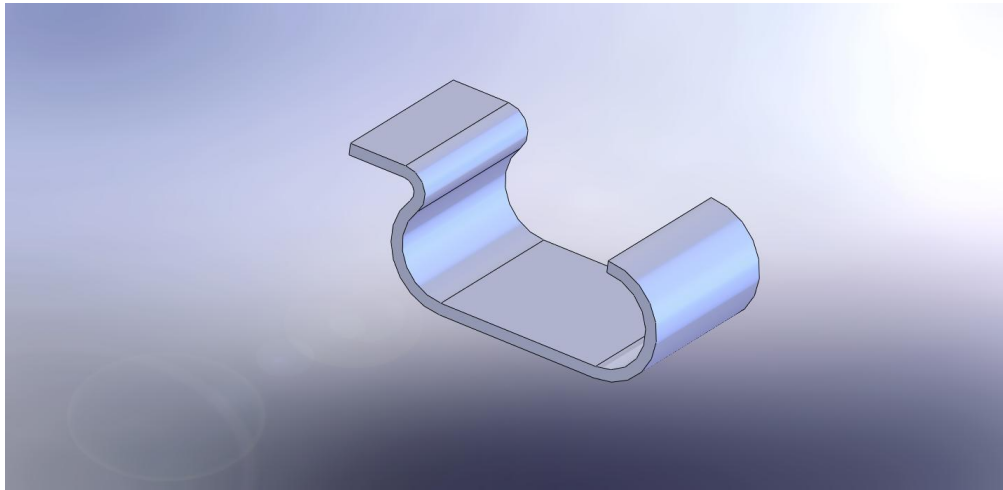
Aşağıdaki parça Şekil 4.1 ve Şekil 4.5 ölçüsel olarak 7mm x 17 mm olarak açınımlandırılmıştır. Böyle bir parçanın tekli baskılı operasyonlarla yapılmasında herhangi bir engel yoktur. Fakat tekli baskıyla 3 operasyonda bitecek olan parça çok fazla maliyetli olacaktır. Tekli basmayla 70 baskı/dak hızla çalışan bir preste en iyi şartlarda 3 pres ve 3 adet işçi ile 8 saatlik bir vardiyada 4000-4500 adet parça üretilir. 3 pres ve 3 işçinin günlük maliyeti 300 TL olarak varsayarsak parça başı maliyet 300/4500 olacaktır. Bu da 0,066 TL maliyet + malzeme + kar anlamına gelir.

Bir vuruşta 2 adet parça bırakan PLC devreli sürücüyle rulo şeklindeki banttı desleklenen aşağıdaki gibi Şekil 4.4 , Şekil 4.6 bir kalıpla 70 baskı/dak ızla çalışan bir

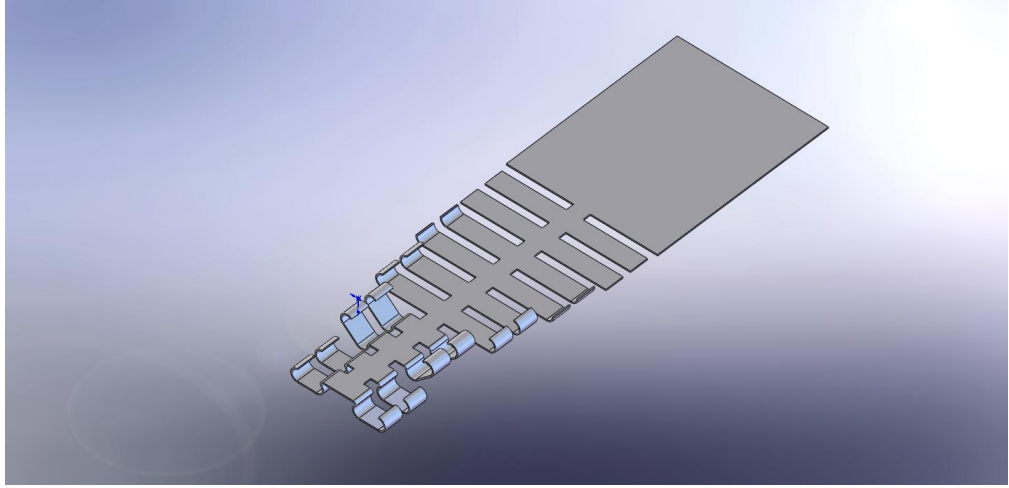
pres 8 saatli bir vardiyada işçi desteksiz rulo yüklemeleri çıkartıldığında hiç durmadan 6 saat çalışabilir. Bu şekilde 6 saat x 60 dak =360 dak. yapar. 360×70 baskı = 25,200 baskı demektir. Bir baskıda 2 adet parça aldığımızı göre $2 \times 25,200$ bası =50,400 ad. Parça demektir. 70 baskı/dak. olan bir presin günlük maliyeti 20 TL olsa işçi ücreti ise 1 işçinin bu şekildeki 3 adet makinaya baktığını düşünürsek 35TL işçi maliyeti ile beraber 55 TL lik bir maliyet ortaya çıkar. $55 \text{ TL} / 50,400 \text{ Ad.}$ dersek 0,001 gibi bir maliyet ortaya çıkacaktır. Buna göre 0,001 TL+ malzeme + kar olacaktır.

Böyle bir parçanın progresif kalıpla üretilmesi işletmeye maliyet açısından 0,065 TL lik bir avantaj sağlayacaktır ki bu çok iyi bir avantajdır.

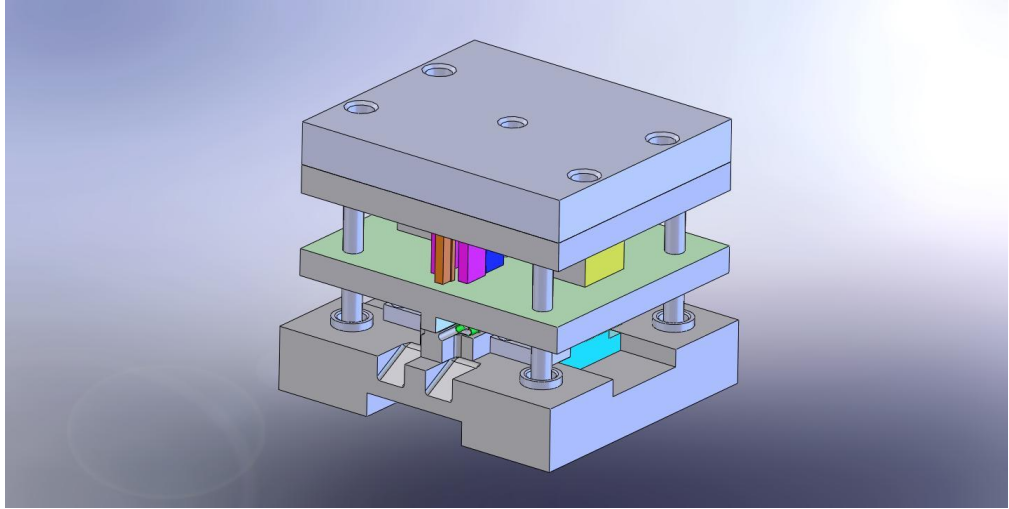
Progresif kalıplara örnek olması açısından; aşağıda tasarımı ve parça resimleri bulunan klips kalıbı, 2 yıllık çalışmasında 2,000,000 baskıya ulaşmış ve 4,000,000 adet parça basmıştır. Toplamda maliyetten elde edilen kar $0,065 \times 4,000,000 \text{ adet} = 260,000 \text{ TL}$ dir. Kalıp bedeli farkı böyle bir rakam yanında çok fazla önemsenmez. Progresif Kalıplarla üretilmiş çeşitli örnekler aşağıda görülmektedir.



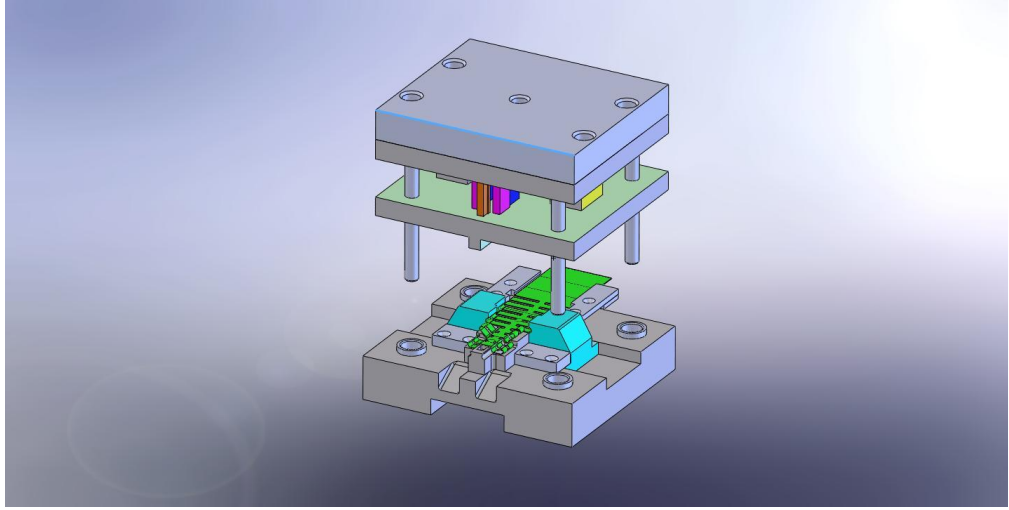
Şekil 4.1 Klips Parçası



Şekil 4.2 Klips Yürüyüş Bandı



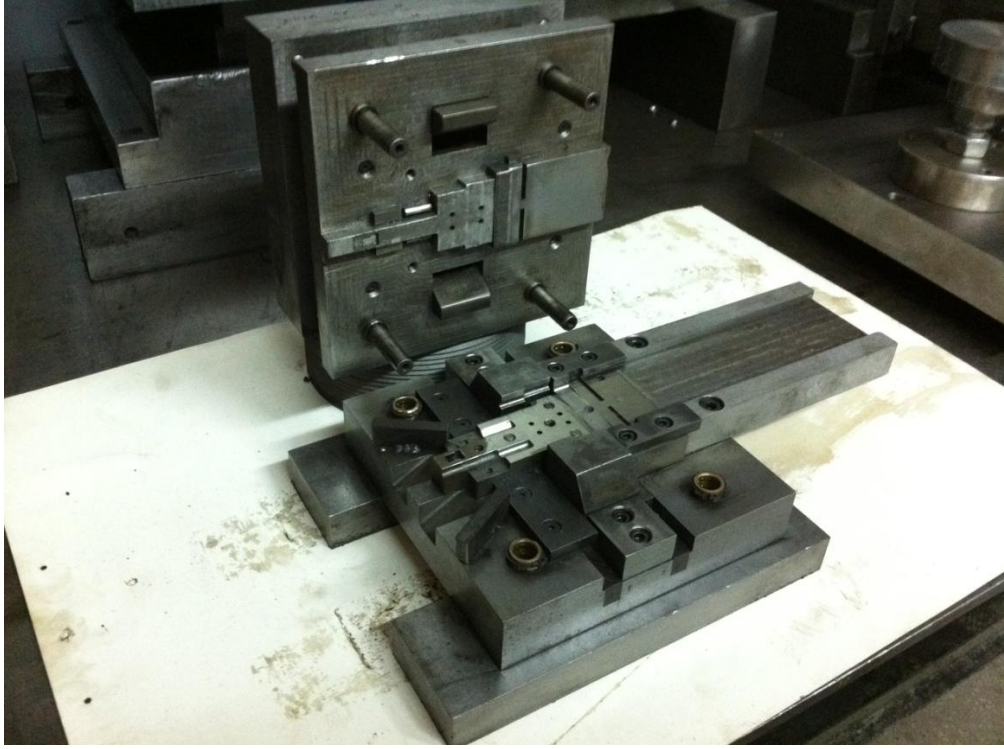
Şekil 4.3 Klips Parçasının Progresif Kalıp Düzeni



Şekil 4.4 Klips Parçasının Progresif Kalıp Düzeni

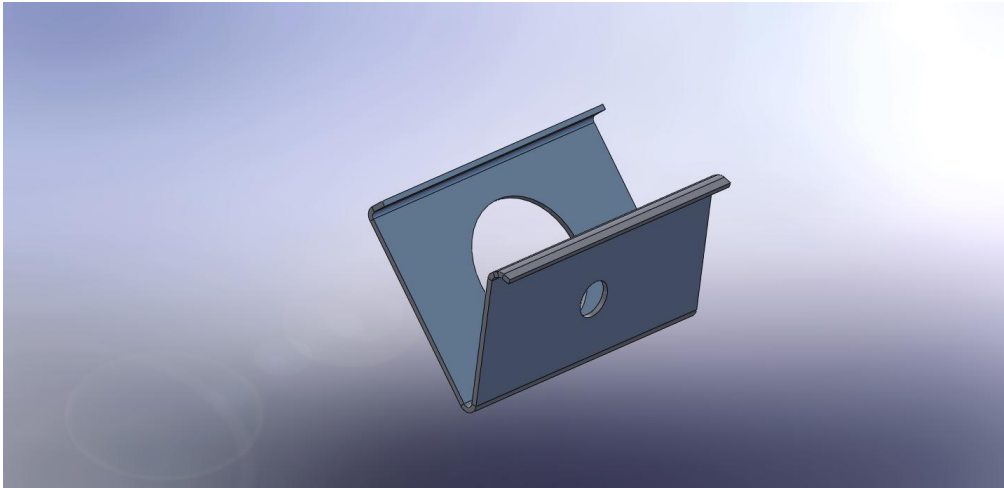


Şekil 4.5 Bitmiş Klips Örnekleri

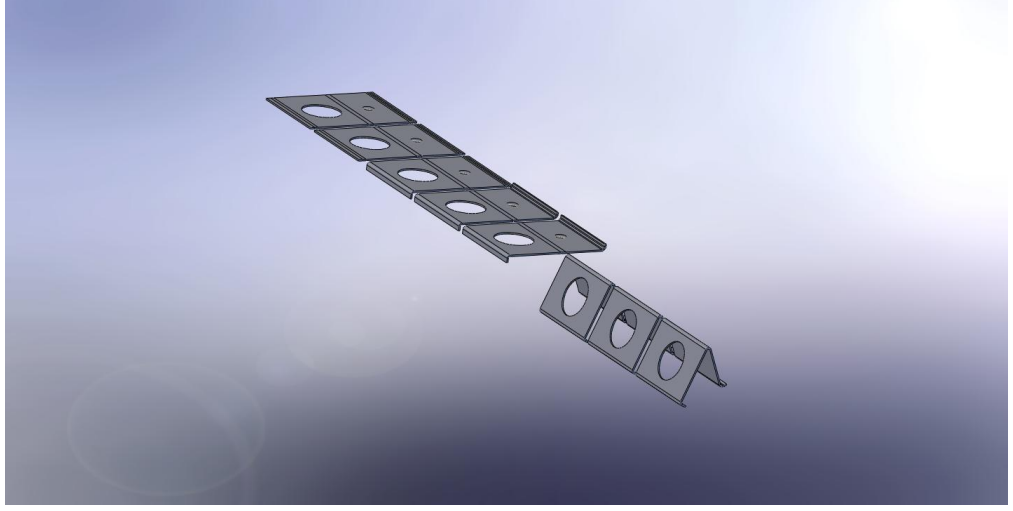


Şekil 4.6 Klips Parçasının Kalıp Resmi

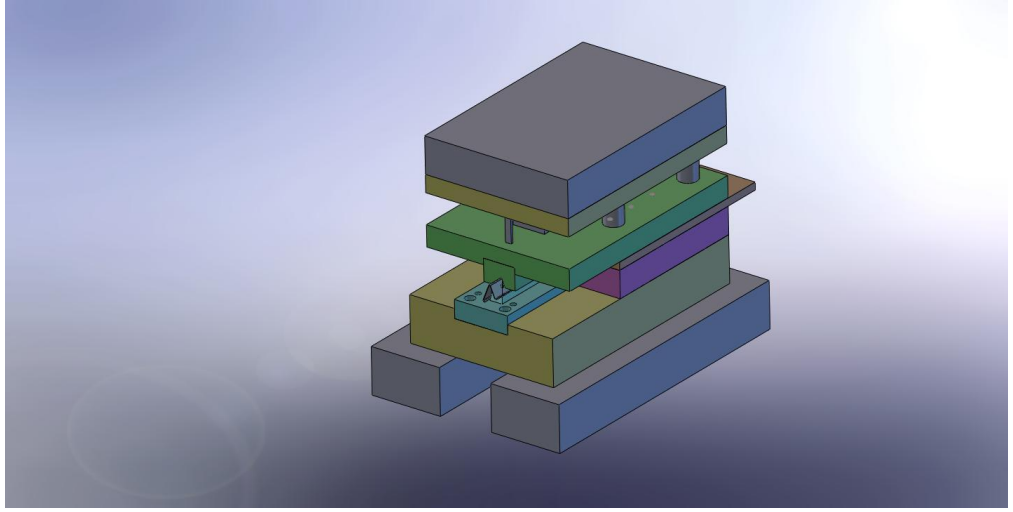
4.2.2. Sıkıştırma elemanı



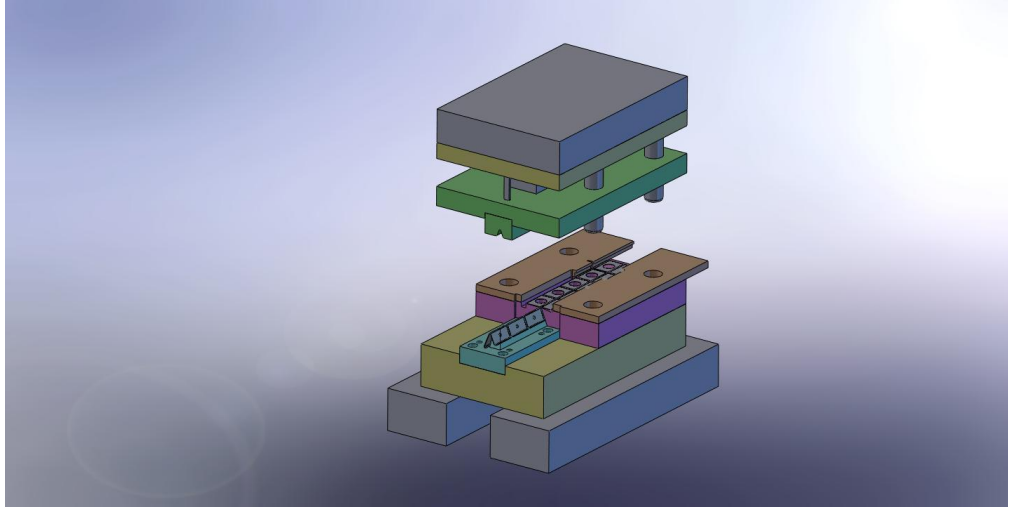
Şekil 4.7 Yaylanma elemanı



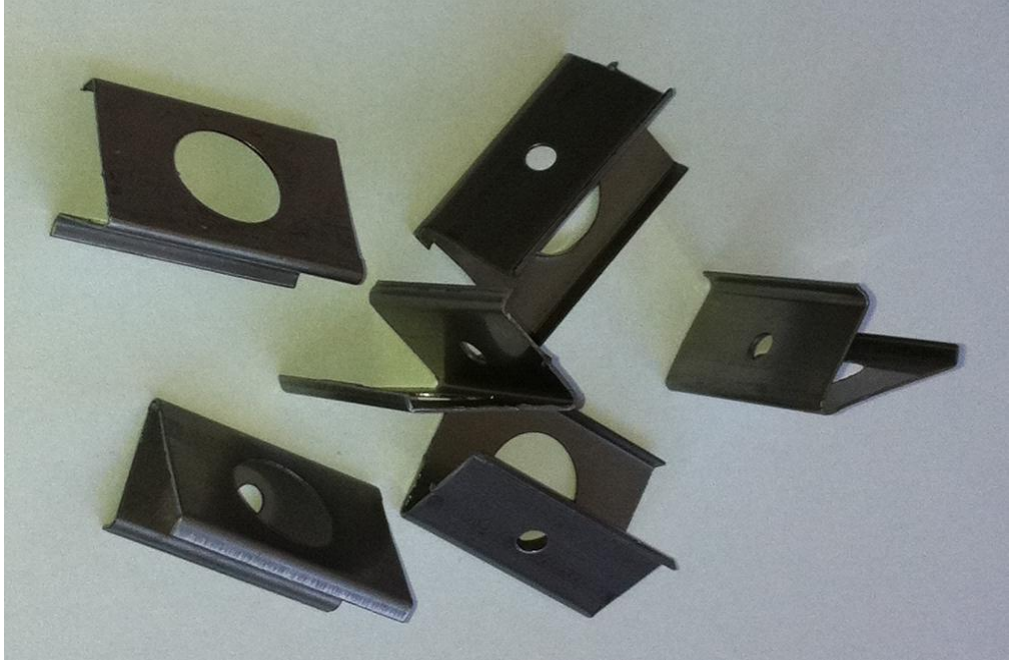
Şekil 4.8 Yürüyüş Bandı



Şekil 4.9 Parçasının Progresif Kalıp Düzeni



Şekil 4.10 Parçasının Progresif Kalıp Düzeni



Şekil 4.11 Progresif Kalıp Düzeni



Şekil 4.12 Yaylanma Elemanının Kalıp Resmi

Yukarıda resimleri verilmiş olan Şekil 4.7 ve Şekil 4.11 parçanın kullanım adetleri yıllık milyon bazda olduğundan bu parça için de progresif kalıp imalatı yapılmıştır. Yularıdaki parçanın açınım ölçüleri 20mm x 25mm dir. Bu şekildeki parçaların üretim adetlerinin yüksek olması ve parçaların küçük olması, işletmenin piyasada rekabet edebilmesi ve iş kazalarını önlemek açısından progresif kalıplar önem kazanmaktadır.

Progresif kalıplarla üretilebilecek çok çeşitli ürünler olmakla beraber parçanın kalıplanabilirliği ve pres kapasitelerinin yeteli olması gerekmektedir. Örneğin 20mm li bir parçanın 7 hatvede çıkarılması 150-200mm civarında bir kalıp boyu gerektirir. Böyle bir kalıp birçok işletmede rahatlıkla kullanılabilir. Aynı örnekle 200mm parça boyu olan bir parçanın 7 hatvede çıkarılması 1500-2000mm kalıp boyu olarak karşımıza çıkar. Böyle bir kalıbı birçok firma kendi bünyesindeki preslerle basamaz. Yani progresif kalıpların kullanılabilirliği de önemlidir.

BÖLÜM 5

PROGRESİF KALIPLARLA DERİN ÇEKME

5.1. Giriş

Tezimizde incelenecek olan kriterler , hangi malzemelerin derin çekmeye uygun olduğu , neden progresif derin çekme kalıplarına ihtiyaç duyulduğu, fiyat analizleri ve reel rekabet ortamındaki faydaları hakkında analizler. Boyutsal olarak kalıp imalatı ve imalat sonrası parçaların üretilebilirliği hakkında çalışmalar.

5.2.Progresif Derin Çekme Tanımı

Tek bir progresif kalıp içerisinde, birçok form ve kesme zımbasını bir arada içerir. Malzeme, kalıba genellikle şerit olarak sürücünden beslenir. Her baskı da, bir operasyon gerçekleşir ve sacı bir sonraki operasyona otomatik olarak geçirir. İstasyon adedi kadar baskı sonrasında, her baskı da nihai ürün kalıptan alınır.

Progresif derin çekme kalıp teknolojisi, birçok endüstri dalında – otomotiv, elektrik, elektronik, inşaat, beyaz eşya vs - geniş kullanım alanına sahiptir. Uzun senelerdir geliştirilen birçok kalıplama şekli mevcuttur.

Progresif derin çekme kalıp tasarımı ve üretimi için günümüzde şartlar, daha kısa teslimat süreleri, yüksek kaliteli üretim ve yenilikçi tasarımlar ile çok daha bağlayıcı bi halalmıştır.

5.2.1. Progresif Derin Çekme Kalıplarının Avantajları:

1. Yalnızca tek bir pres ile üretim
2. İnsansız çalışma
3. Yüksek adetler

4. Daha ucuz parça maliyeti
5. Ara stok olmaması.
6. Hata ve iş kazası oranının düşük olması.

5.2.2.Dezavantajları:

1. Genellikle, transfer ve ayrı ayrı kesme, sıvama kalıbı maliyetleri, progresif ile karşılaştırıldığında daha ucuzdur.
2. Kalıp ilk bağlandığında, ayar yapılması gerekmektedir.
3. Otomatik sürücü sistemine ihtiyaç duyulmaktadır.
4. Baskı için, özel pres sistemine gereksinimi vardır.
5. Tek istasyonlu kalıp sistemlerinden daha büyüktürler.
6. Hurda firesi daha fazladır.
7. Kalıp bakım maliyetleri yüksektir.

5.3. Progresif Derin Çekme Ürün Gamı

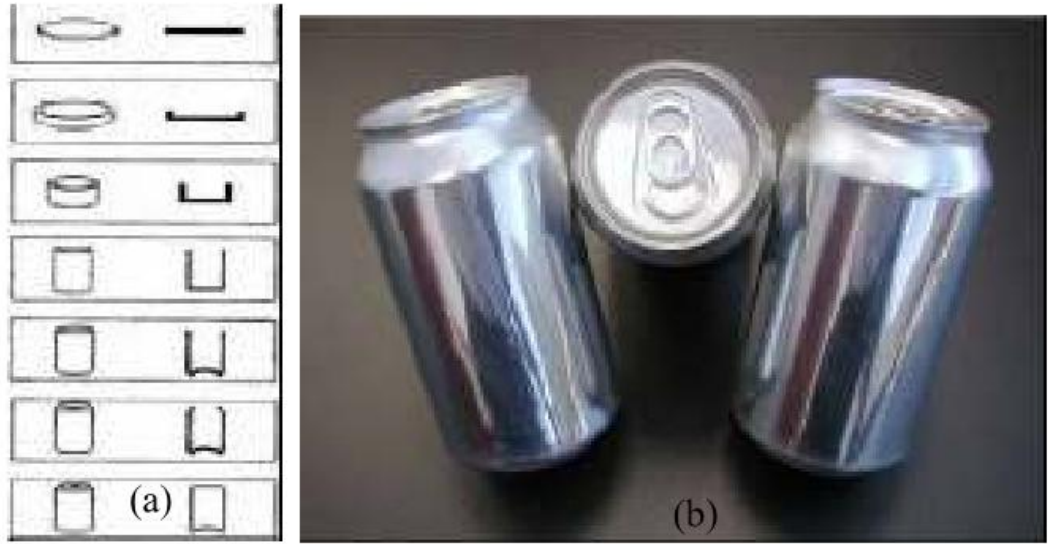
Progresif kalıplarla sac işleme, makina ve imalat sanayinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Aşağıda bu yöntemle imal edilmiş birtakım ürünler görölmektedir.



Şekil 5.1. Progresif Derin Çekme İmali Çeşitli Ürünler



Şekil 5.2. Progresif Derin Çekme İmali Çeşitli Ürünler



Şekil 5.3 Progresif Derin Çekme İmalî İçecek Kutusu

Şekil 5.1, Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'te progresif derin çekme kalıplarında üretilmiş çeşitli parçalar görülmektedir.

5.4. Progresif Derin Çekme İşlemlerinde Tercih Edilen Saclar

Derin çekme, bükme veya kesme yapılacak saclarda aranılacak ilk şart öngörülen pres işlemine uygun olmalıdır. Seçilen malzemede presleme esnasında çatlama, yırtılma, kopma gibi istenmeyen durumlar meydana gelmemelidir. Ayrıca pres işlemi için düşünülen parçanın şekli presleme işlemine uygun olmalıdır. Daha önce tablolarda detaylı olarak verilmiştir.

Kesme yöntemi ile imal edilecek parçalar için sesilecek sacın türünün fazla bir önemi yoktur, kesme direncine göre sadece kesme kuvvetini etkiler.

Çekme ve sıvama gibi yöntemlerle üretilecek parçalar için seçilecek sacın önemi büyüktür. çünkü bu imalat yönteminde şekil değişikliği söz konusu olduğundan malzeme ön görülen biçime uygun operasyon şekli seçilmiş ise çatlama, yırtılma ve kopma olmadan girebilmelidir.

Preslik saclar yumuşak alaşımsız çeliklerden kullanım amaçlarına göre sıcak veya soğuk haddeleme yöntemi ile imal edilmektedir. Preslemede kullanılan bu sacların imalat şekli 2mm kalınlığa kada soğuk hadde yöntemiyle yapılır ve DKP adı verilir. 2mm ve üzeri kalınlıklar için sıcak haddeleme yapılır ve bunlara da HRP adı verilir. Bu sacların aıl nei temin edilebilirliği ve kalınlık toleranslarıdır. DKP saclar HRP saclara oranla daha kaliteli yüzey yapısına sahiptirler. Aşağıdaki tabloda kullanım alanlarına göre bazı sacların ereğli kodları verilmiştir. Yapılacak olan parçanın imal edilebilirliği bu tabloya göre belirlenir.

5.5. Progresif Derin ekme Kalıplarının nemi

Yukarıdaki şekillerden de anlaşılacağı gibi bu tarz parçaların üretim adetlerinin çok olması ve bu üretim adetlerine minimum maliyetle ulaşılması gerekmektedir. Bu tarz parçaların üretiminde kalsk üretim yöntemlerinin kullanılması maliyet açısından uygun değildir. Bu nedenle progresif derin çekme kalıpları veya transfer kalıpları kullanılmaktadır.

Özellikle otomotiv, gıda ve kozmetik sektöründe kullan ve at tarzı ürünlerin yaygın olması üreticileri daha ucuz taşıma ve saklama kaplarına doğru yönlendirmiştir. Deodorant kutusu, meşrubat kutusu tarzı milyonlarca kullanılan ve işleri bittikten sonra atılan bu ürünler geri dönüşümlü olmaları ve üretim maliyetlerinin düşük olması nedeniyle, cam ve plastik kaplara oranla daha ucuz olmaları, daha kolay üretilmeleri, daha dayanıklı olmaları ve en önemlisi kanserojen olmamaları büyük bir avantajdır. Otomotiv sektöründe ise daha dayanıklı olmaları nedeniyle tercih edilmektedirler.

BÖLÜM 6.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Schaffer (1971) yaptığı çalışma ile bilgisayar destekli progresif kalıp tasarımının öncülerinden olmuştur. [19] Yazarlar (Kumar, S., Singh, R., 2007) çalışmalarında progresif kalıplarla sac işleme operasyonlarında hataları azaltacak ve bunun yanında ürün şeklinin tanımlanması sonrasında kalıp tasarımı ve kalıp formasyonunu otomasyon ile oluşturmayı amaçlamışlardır. Bunun için AutoCAD ve AutoLISP yazılımlarını kullanmışlar ve bu şekilde düşük maliyetli bir tasarım prosesi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Tasarım için üretimden elde edilen dataları belirli bir akış şemasına uygun olarak sistem içerisinde entegre etmişlerdir. Örnek bir 0.6 mm kalınlığında pirinç malzemeden üretim için oluşturdukları sistemi kullanmışlardır.[12] R. Singh, G.S. Sekhon, (2001) gelişmekte olan ülkelerdeki orta ve küçük işletmeler için tasarım yapabilecek yüksek maliyetli olmayan bir tasarım sistemi üzerine çalışmışlardır. [15] Ancak yazarların oluşturdukları sistem kalıp tasarımcısının tecrübesinden gelen bilgiyi dahil etmediği için Kumar, S., ve Singh, R., (2005) ile Pilani, R., ve arkadaşları bu eksikliği giderecek bir otomasyon sistemi üzerine çalışmışlardır.[14] Kumar, S., ve Singh, R., (2011) yaptıkları çalışmada progresif kalıplar için bir otomasyon sistemi tasarladılar ve üretimden gelen bilgi temelli 27 modül oluşturmuşlardır. Modüller kullanıcının müdahale edeceği şekilde tasarlanmıştır. Sistem sac parçaların şekli, kalıp ekipmanları ve kalıp malzemesinin seçimi gibi çoğu temel parametreyi üretilen ürün bazında otomasyona dahil edecek yetenekte dizayn edilmiştir. AutoCAD yazılımı içeren bir bilgisayardan fazlasına ihtiyaç duymadığı için orta ve küçük ölçekli atölyeler için oldukça kullanışlı ve düşük maliyetlidir. [10] Ghatrehnaby and Arezoo (2009) progresif kalıplar için otomatik pilotlama sistemi tasarlamışlardır. [9] Duffy and Sun (1991) da yine progresif kalıplarla sac işleme için parçaya özel bir otomasyon sistemi geliştirmişlerdir. [10] Pilani, Narasiman, Maiti, Singh, and Date (2004) adlı yazarlar sacların derin çekilme şekillendirmesinde, operasyon parametrelerine bağlı olarak optimal kalıp yüzü tasarımı yapabilen bir yöntem önermişlerdir. [13] Lin, ve Hsu, (2008) yaptıkları çalışmada derin çekme kalıpları için tasarım mühendislerinden gelen

kalıp boşluğu, kalıp yüzü, pres özellikleri, kılavuzlama mekanizması ve pot çemberi gibi başlangıç tasarım parametrelerine bağlı olarak çalışan CATIA CAD yazılımı ile hazırlanmış bir otomasyon tasarım yöntemi üzerine çalışmışlardır. Tasarım formülleri ve geometrik operasyonlar otomatik olarak yazılım tarafından part dosyası, yazılım kodları oluşturulmaktadır. [17] Oluşturdukları sistemi deneysel olarak da araç motor kapaklarında denemişlerdir ve bu şekilde önemli miktarda zaman ve maliyet kazancının yanında yüksek olaranda ürün kalitesi ve tasarım esnekliğine ulaşılmıştır. [16] Ghatrehnaby ve Arezoo (2010), çalışmalarında yarı direk ve endirek pilotlama düzeneğine sahip progresif kalıplar için en uygun konumu hesaplama yeteneğine sahip bir yazılım geliştirmişlerdir. Yazılıma işparçasının taslağı yüklendikten sonra çıktı olarak konumlandırma yazılım tarafından sağlanabilmektedir. [20] Kalıp düzeneği işlem sırasının belirlenmesine yönelik bir diğer çalışmada Prasad ve Somasundaram (1992) tarafından progresif kalıplar için giriş parametrelerine bağlı olarak kalıp düzeneğini belirleyen bilgisayar destekli bir sistem geliştirmişlerdir. [21] Sac şekillendirme operasyonlarında parça üretimi ve kalıp yerleşimi ve sıralaması ile ilgili olarak pilot zımba yerinin tayini ve işlem istasyonlarının sayısını belirleyen ve sac üzerine en uygun ve verimli parça yerleşimini oluşturmayı sağlayan[18] ve bunu yaparken sisteme tecrübelerden gelen önerileride dahil edilebilen bir otomasyon sistemi de Kumar, S., Singh, R.,2008 tarafından geliştirilmiştir. [22]

BÖLÜM 7.

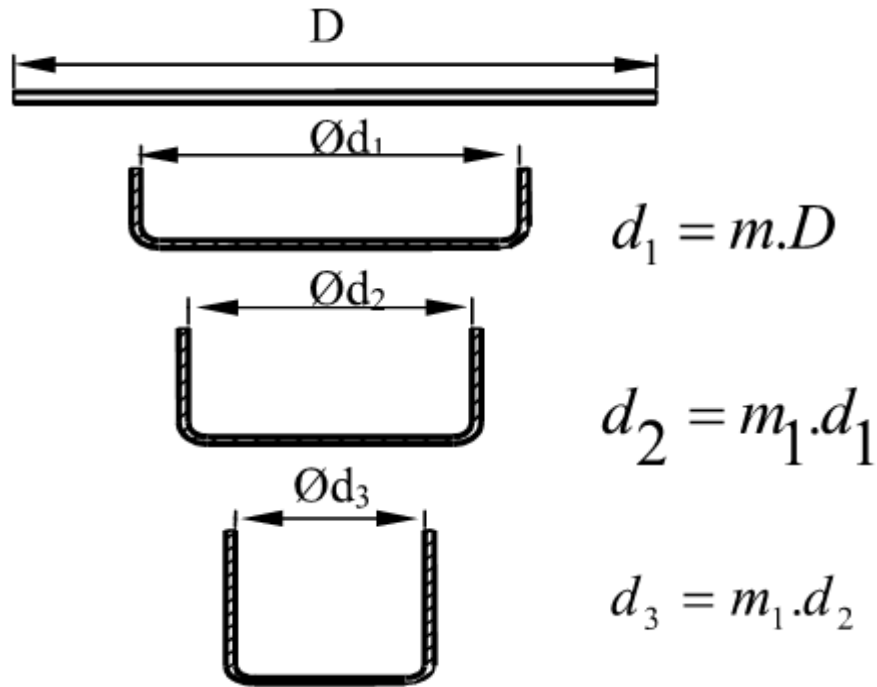
DENEYSEL ÇALIŞMA

7.1. Seçilen Parça Geometrisi İçin Progresif Kalıp Tasarımı ve İmalatı

Progresif kalıplarla derin çekme işleminde kullanılan kalıpların tasarımında, işletme ve alıştırma testleri, deneyler için mevcut pres kullanımı ve parçaların PLC kontrollü sürücüler sayesinde insansız üretimi gibi kriterlerin öncelikli olarak gözönünde bulundurulması gerekir.

7.1.1 Parça İlerleme Hatvesinin Belirlenmesi ve Bant Tasarımı

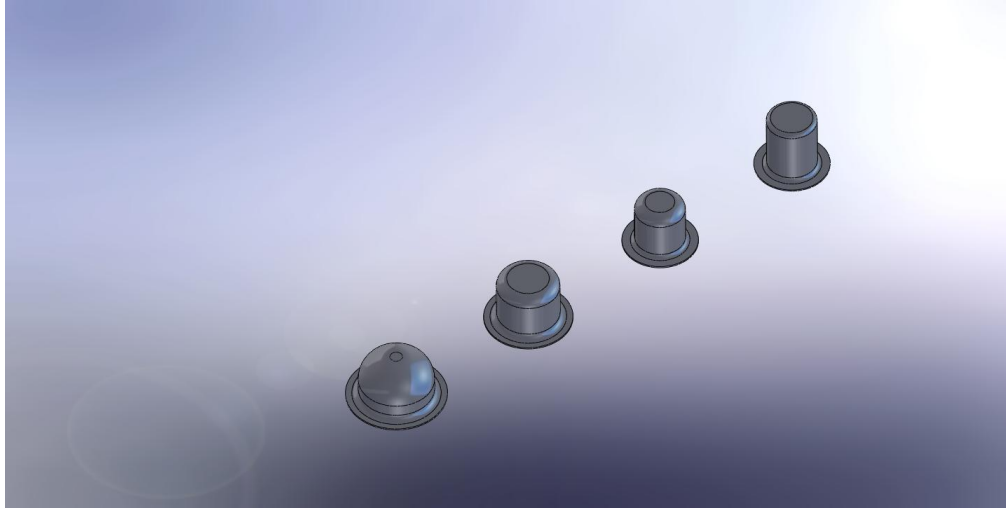
Kalıp tasarımına başlamadan önce ilkel pul çapının ve kademelerin hesaplanması gerekir. İlkel pul çapı belirlendikten sonra ön boşaltma miktarı ve hatve hesaplanır. Buna göre bant şekli çıkmış olur.



Şekil 7.1 Derin Çekme Kademeleri

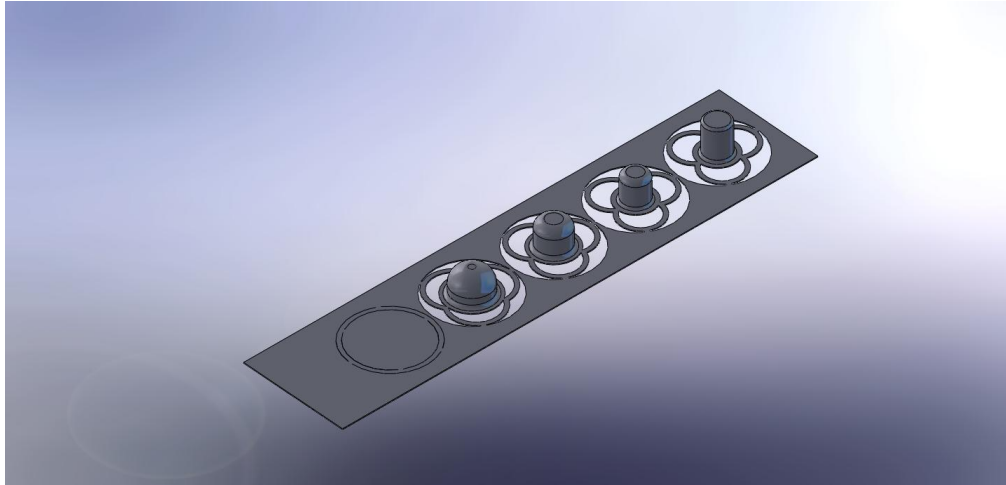
Günümüzde kullandığımız CAD programlarının birçoğunda sac parça açınım modülü ve progresif kalıp modüllü bulunmaktadır. Zaten bizim de kullandığımız

programda bu modüller bulunduğu için nihayi ürünün çap ve yüksekliği ile sac kalınlığı ve malzeme verilmesiyle ilkel çap ve kademeyi hesaplayarak bizlere vermektedir.



Şekil 7.2. Derin Çekme Kademe Dizisi

Tasarımda dikkat edeceğimiz unsur derin çekme operasyonu için parçanın şekline göre bandın deforme olmadan kalıbın sağlıklı çalışabilmesi için ön boşaltma formunun yakalnabilmesidir. Tabi ki böyle bir kalıpta ön boşaltmayı ön görmek uzun yıllar gerektiren tecrübe ister. Şekil 5.6 nolu parçada 3 yapraklı yonca benzeri boşaltma tercih edilmiştir.



Şekil 7.3. Progresif Kalıp Derin Çekme Bandı

Kalıp tasarımına göre çıkan ürün Şekil 7.4. deki gibidir.



Şekil 7.4. Bandın Görünümü

Parça radyal kuvvetlere maruz kaldığında ön boşaltma sonrası geometri olarak üçgen form almakta ve parça ilerleme bandında herhangi bir deformasyona sebebiyet vermemektedir.

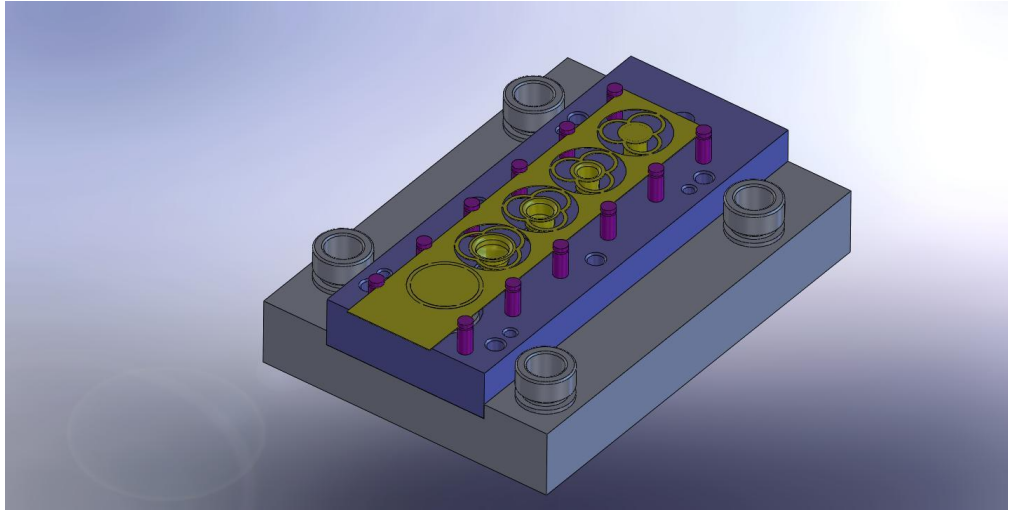
7.1.2 Progresif Derin Çekme Kalıplarında Kullanılan Standart Elemanlar

Kalıp tasarımı için bant ve ön boşaltma formu tespit edildiğine göre , kalıpta kullanılacak çeşitli standart elemanlar gözönünde bulundurularak tasarıma devam edebiliriz. Kalıplarda kullanılan standar elemanlar aşağıda listelenmiştir;

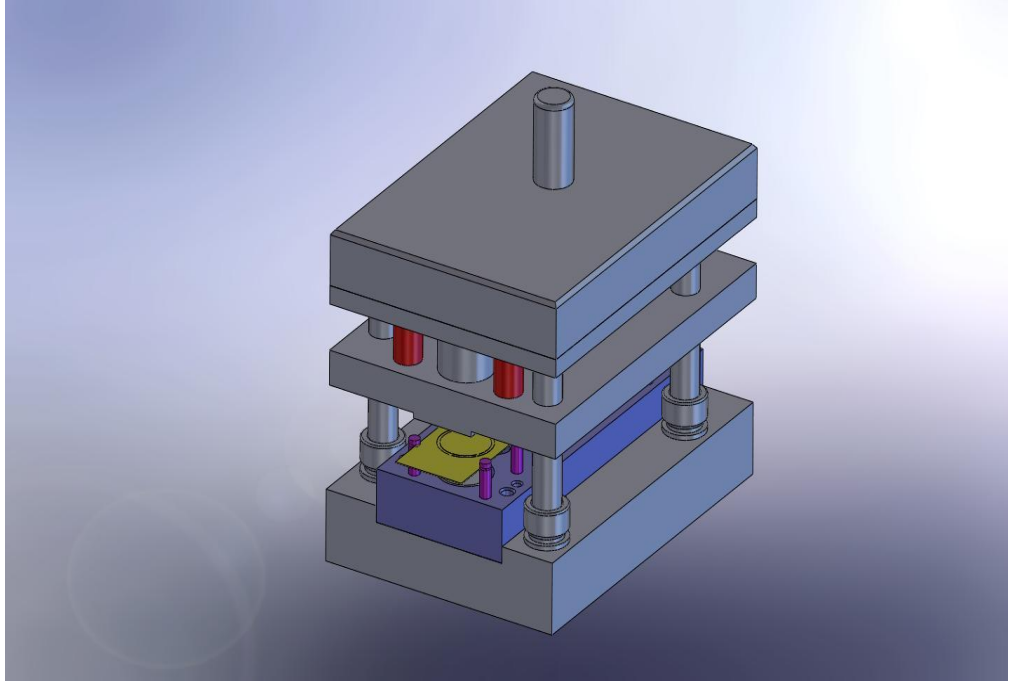
- İmbus civata
- Sabitleme pimi
- Yay ayar civatası
- Kolon
- Burç
- Yay
- Gazlı yay
- Yataklamalar
- Kamlar
- Pres bağlama elemanları

7.1.3 Progresif Derin Çekme Kalıp Tasarımı

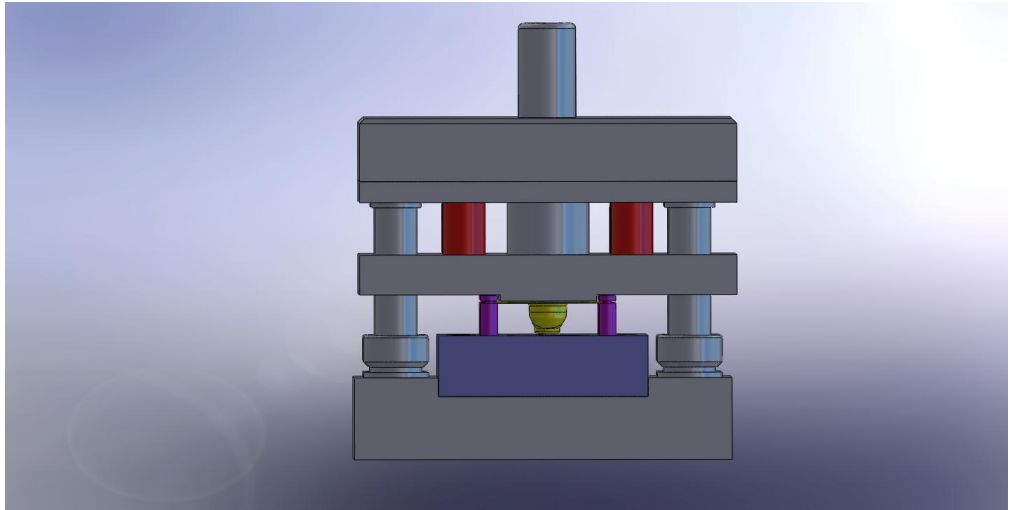
Kalıbımızın ebatlarına göre yukarıdaki elemanlardan hangilerinin kullanılacağı belirlenir. Daha sonra kalıp malzemesi seçilir ve kalınlıkları belirlenir. Kalıp tasarımı yapılır ve teknik resimleri çıkarılarak işlem yapılmak üzere kalıphaneye gönderilir. CAM datalarının çıkarılabilmesi için katı modelleri CNC CAM bölümüne iletilir. Kalıpta hassas kesilecek bölgeler ise telerezyon bölümünde işlenir. Yukarıdaki banda göre kalıp çizimleri aşağıda verilmiştir.



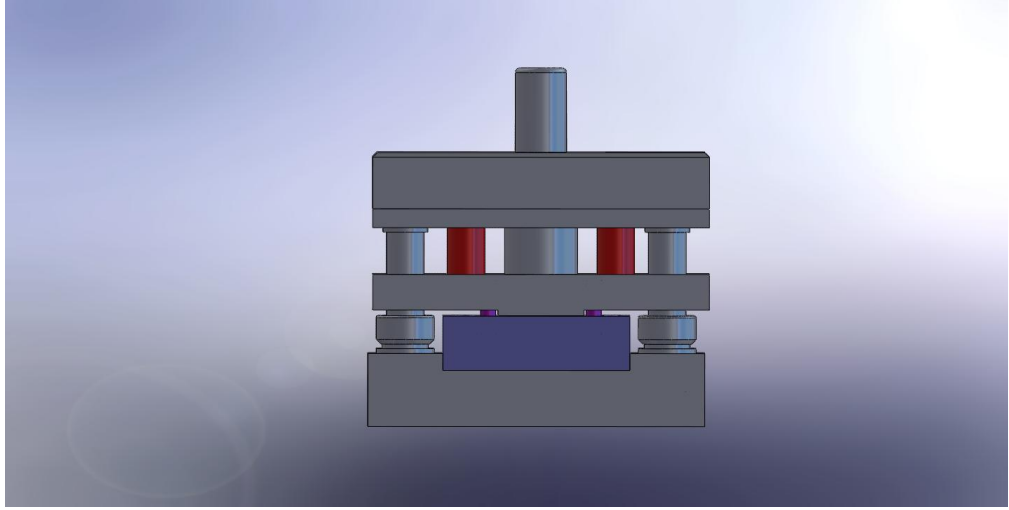
Şekil 7.5. Dişi Kalıp



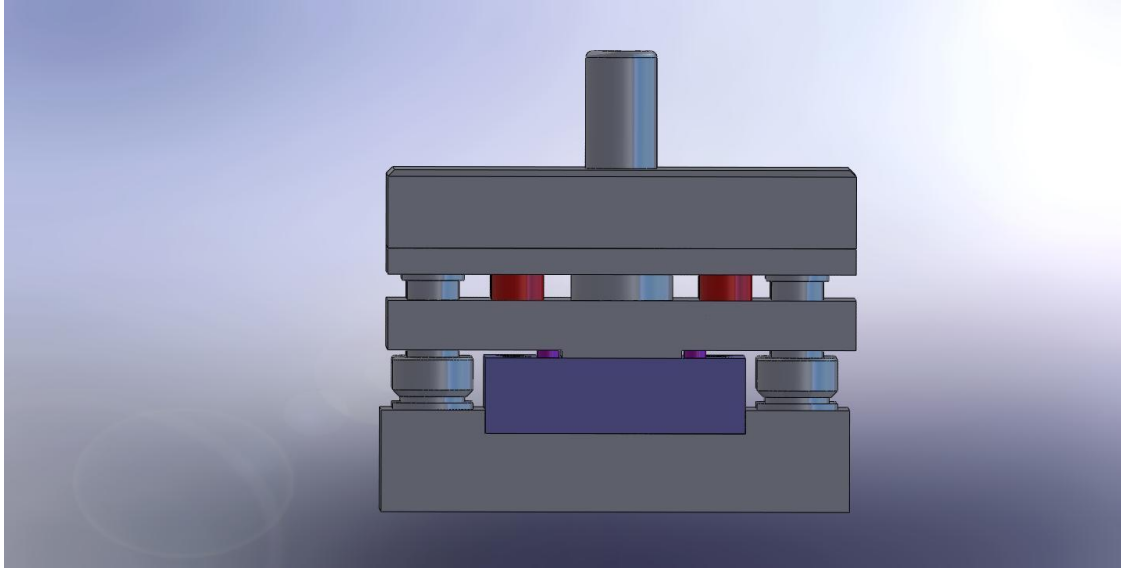
Şekil 7.6. Kalıp Tasarımı



Şekil 7.7. Kalıp Tasarımı Ön Görünüş Baskı öncesi



Şekil 7.8. Kalıp Ön Görünüş Basma Anı



Şekil 7.9. Kalıp Ön Görünüş Baskı Hali

Kalıp tasarımı tamamlandıktan sonra kalıp simülasyonu yapılır. Bant yürüyüşü ne kadar iyi gözüktüğü de kalıp çalışma esnasında malzemeye bağlı olarak aksilikler gösterebilir. Bunların tamamı deneme üretimi sırasında belirlenerek sorunlar giderilir. Kalıbın tüm parçalarının uyum içerisinde çalışması gerekmektedir.

7.1.4 Kalıp Malzemesinin Seçilmesi

Kalıp malzemesi seçiminde birçok faktör vardır. Teoride her kalıp imalatı için farklı malzemeler seçilir. Fakat bu işlem pratikte çok fazla geçerli değildir. Her kalıp üreticisi malzeme seçimi yaparken daha önce çalıştığı, sıkıntı çıkarmayan ve rahat tedarik edilen malzemeleri kullanmak ister.

Kalıp malzemesi seçiminde dikkat edilecek hususlar aşağıda sıralanmıştır.

- Basılacak olan malzemenin özellikleri
- Kalıp ömrü
- Üretim adeti
- Talaşlı imalat yeteneği
- Isıl işlem kabiliyeti
- Malzemenin tokluğu
- Tedarik edilebilirliği
- Maliyeti

Bu faktörlerin tamamı kalıp maliyetine doğrudan etki eder.

7.2. Progresif Derin Çekme Yönteminin Çeşitli Uygulamaları

Çekilecek olan parçanın büyüklüğüne ve kademe sayısına bağlı olarak çeşitli ön boşaltma şekilleri kullanılabilir.

7.2.1 Yonca modeli

Bu şekil ön boşaltmalı derin çekme işleminde boşaltılan kısım çapak olarak banttın atılmaz. Sacı kesip tekrar iç içe sokarak bir kaç noktadan banda ve parçaya bağlı kalmasını sağlar. Bandın kalıp siperi içinde rahat hareket sağlaması için iyi bir yöntemdir. İlerleme hareketini kısıtlamaz ve kalıp sıhatli çalışır. Şekil 5.13



Şekil 7.10. Yonca Boşaltma Şekli

7.2.2 İç Boşaltma

Bu yöntemde bantın dış kısımları yani kalıp siperi içinde hareker edecek kısımları kesilmez. Fakat derin çekmeden dolayı ufak ta olsa deformasyonlar oluşur. Kalıp çalışmasında çok fazla sıkıntı göstermez. Genellikle dairesel biçimli olmayan derin çekme işlemlerinde kullanılır.



Şekil 7.12. İç Boşaltma Örneği

7.2.3 Dış Boşaltma

Genelde fazla tercih edilmeyen bir yöntemdir. Kalıp çalışmasında sıkıntılar çıkarabilir.



Şekil 7.13. Dış Boşaltma örneği



Şekil 7.14. Progresif Derin Çekme ile Elde Edilmiş Ürün



Şekil 7.15. Deney parçasının imal edildiği PLC kontrol, kalıp ve pres Sistemi çalışması

BÖLÜM 8

SONUÇLARIN YORUMLANMASI

8.1. Maliyet analizi

Üretilecek olan ürün 3 kademede çekilebilen ereğli 7114 kalite malzeme olacaktır. Parça inşaat sektöründe kullanılacak ve yıllık 1,000,000 Ad. üretim yaparak 3 yılda kalıp ömrünü tamamlayacaktır. Buna göre şekil 5.16 da ki parçanın üç kademede çekilmesi ile kalıp imalatı yapılmış olan progresif derin çekme kalıbı ile imal edilesi arasındaki maliyet farkının incelenmesi aşağıdaki gibidir.

8.1.1 Kalıp maliyeti

Kalıp maliyeti için iki yöntem kullanılacaktır. İlki ilasik yöntem olan tek tek basma ile kalıp imalatı, ikincisi ise progrsif kalıp imalatı.

8.1.1.1 Kademeli kalıp

Üç kademede çekilmesi planlanan bir parçanın 4 adet kalıba ihtiyacı vardır. Bu kalıplar sırasıyla pul kesme kalıbı, 1. çekme kalıbı, 2. çekme kalıbı ve 3. çekme kalıbıdır. Bu 4 adet kalıp için üç farklı firmadan fiyat teklifi alınmıştır.

1. Firma 1adet kesme kalıbı ve 3 adet çekme kalıbı için28,000 TL
2. Firma.....34,000 TL
3. Firma42,000 TL

En uygun fiyat teklifi veren firmaya kalıp imalatı yaptırarak kalıp maliyetimizi 28,000 TL olarak belirlemiş olduk. Kalıp ömrü boyunca 3,000,000 adet parça imalatı planlandığına göre parça başına düşen kalıp maliyeti: 28,000 TL/3,000,000 Ad. olur.

Parça başına düşen kalıp maliyeti: 0,0093 TL dir.

8.1.1.2 Progresif Derin Çekme Kalıbı

Progresif derin çekme kalıplarında kademe sayısı kalıp adetini arttırmaz. Kalıp boyutlarını büyütür. 3 kademedeki çekilecek olan bir malzeme için 1 adet kalıp üretimi yeterlidir. 1 ad. progresif derin çekme kalıbı için aynı 3 firmadan fiyat teklifi istenmiştir.

1. Firma 1 ad. progresif derin çekme kalıbı için45,000 TL
2. Firma progresif derin çekme kalıbı üretemeyiz ve fiyat veremeyiz.
3. Firma50,000 TL

Fiyat teklifi vermiştir. Fiyat tekliflerinden de anlaşıldığı gibi progresif derin çekme kalıbının imalatı zor olduğu için kalıp imalatını yapacak firma sayısı da azdır. Bu tarz kalıplar tecrübe ve deneyimle berabere alt yapıya bağlıdır. En uygun fiyatı veren firmaya kalıp imalatı yaptırarak kalıp maliyetimizi 45,000 TL olarak belirlemiş olduk. Kalıp ömrü boyunca 3,000,000 adet parça imalatı planlandığına göre parça başına düşen kalıp maliyeti: 45,000 TL/3,000,000 Ad. olur.

Parça başına düşen kalıp maliyeti: 0,015 TL dir.

Progresif derin çekme kalıbının maliyeti parça başına 0,0057 TL lik bir maliyet bindirir. Yani %62 bir maliyet farkıdır. Çok büyük bir maliyet olarak gözükmemektedir.

8.1.2 Parça Maliyeti

Parça imalatı için maliyet hesaplarında iki farklı malzeme için imalat fiyatlaması yapılacaktır. İlk olarak 7114 kalite DKP malzeme, ikincisi ise 304L kalite paslanmaz çelik maliyeti hesaplanacaktır.

Parça ilkel çapı 70,2 mm olarak hesaplanıyor. Malzeme kalınlığı 0,6mm olacak şekilde kalıplar dakikada otomatik olarak 20 baskı yapabilen hidrolik preslerde ve 40 baskı yapabilen eksantrik preste çalışacaktır.

7114 kalite DKP malzeme kilo fiyatı 1,8 TL' dir. 304L Kalite paslanmazın Kilo fiyatı ise 7,8 TL' dir. Bu fiyatlar piyasa fiyatlarının ortalamalarıdır. Maliyet hesaplarında bu fiyatlar baz alınacaktır.

İşçi maliyetleri ise preste çalışan bir elemanın maaşı asgari ücret üzerinden hesaplanırsa ve elemanın sigortası, yemek ücreti ile yol parası dahil edilirse ortalama aylık 1,000 TL gibi bir rakam oluşur.

Bu şartlarda parça maliyetleri aşağıdaki gibidir.

8.1.2.1 Kademeli İmalat Malzeme Maliyeti

İlkel çapımız 70,2mm ve sac kalınlığı 0,6mm için bant genişliği 74mm ve hatveside 74mm olarak hesap edilirse malzeme ağırlığı 0,0256 Kg hesaplanır.

Malzeme maliyeti 7114 kalite DKP sac için $0,0256\text{Kg} \times 1,8\text{TL} = \mathbf{0,046}$ TL elde edilir. 304L kalite paslanmaz çelik malzeme için $0,0256\text{Kg} \times 7,8\text{TL} = \mathbf{0,199}$ TL olarak hesaplanır.

8.1.2.2 Progresif İmalat Malzeme Maliyeti

İlkel çapımız 70,2mm ve sac kalınlığı 0,6mm için bandın deformasyonlara uğramaması için emniyetli bant genişliği 80mm ve hatveside 80mm olarak hesap edilirse malzeme ağırlığı 0,0299 Kg hesaplanır.

Malzeme maliyeti 7114 kalite DKP sac için $0,0299\text{Kg} \times 1,8\text{TL} = \mathbf{0,0538\text{TL}}$ elde edilir. 304L kalite paslanmaz çelik malzeme için $0,0299\text{Kg} \times 7,8\text{TL} = \mathbf{0,233}$ TL olarak hesaplanır.

Parça başına düşen 7114 kalite malzeme maliyeti 0,0078 TL dir. 304L kalite malzeme maliyeti ise 0,034TL olur. Oransal olarak DKP malzemedeki malzeme başına %17 lik fazla malzeme kullanımı olmaktadır. 304L kalite paslanmazda ise aynı şekilde %17 lik bir fazla malzeme kullanımı olmaktadır.

8.1.3 Baskı Maliyetleri

8.1.3.1. Kademeli İmalat Baskı Maliyeti

Baskısı yapılacak olan parçanın üç kademedeki çıkacağı ve bu üç kademe için pul kesme işlemi ile 4 operasyon yapılacağını ve dört kalıba ihtiyaç olduğunu daha önce belirtmiştik. Aşağıda her operasyon için maliyet sıralanmıştır.

İlk olarak pul kesme işlemi için dakikada 40 vuruş yapan eksantrik preste pul kesersek ve bunu rulodan PLC kontrollü sürücü ile gerçekleştiresek, %20 yükleme zamanı kaybımız olur. Yani 8 saatlik bir vardiyada paydoslar 1.5 saat (yemek ve çay) çıkarılırsa ve %20 lik yüklemeler çıkarılırsa bu pres için faydalı çaişma süresi 5,2 saattir. Bu zaman diliminde 12,480 Adet pul basılır. Bir elemanın ayda 20 gün çalıştığı ve işletmeye 1,000 TL'ye mal olduğuna göre günlük 50TL lik maliyeti vardır. Bu hesaplara göre $50\text{TL}/12,480\text{Ad.}=0,004$ TL lik maliyet her parçaya 1.işçilik olarak yazılır.

Diğer operasyonlar dakikada 20 vuruş kapasiteli hidrolik preslerde yapılacağından ve bu işlemlerde kalıba malzemenin manuel olarak yapılacağı düşünülürse parçaların işlemi arasında yükleme zamanları olacaktır. Bu yükleme zamanları preste çalışan elemanın hızına bağlıdır. Çok iyi şartlarda %50 lik bir yükleme zamanı kaybı oluşur. Buda dakikada 10 baskı anlamına gelir. Dakikada 10 baskı yapan bir prsle günde 3,120 adet parça imal edilir. 50TL günlük maliyeti olan bir işçinin parça başına maliyeti $50\text{TL}/3,120\text{Ad.}=0,016\text{TL}$ olacaktır. Bu parça üretimi 3 kademede sağlandığına göre $3*0,016\text{TL}=0,048\text{TL}$ maliyet bindirecektir.

Kademeli imalattaki toplam işçilik maliyeti **0,052** TL olmaktadır.

8.1.3.2 Progresif İmalat Baskı Maliyeti

Progresif derin çekme işlemi için dakikada 40 vuruş yapan eksantrik pres kullanarak ve bunu rulodan PLC kontrollü sürücü ile gerçekleştiresek, aynı şekilde %20 yükleme zamanı kaybımız olur. Yani 8 saatlik bir vardiyada paydoslar 1.5 saat (yemek ve çay) çıkarılırsa ve %20 lik yüklemeler çıkarılırsa bu pres için faydalı çaişma süresi 5,2 saattir. Bu zaman diliminde 12,480 Adet bitmiş parça imalatı yapılır. Bir elemanın günlük 50TL lik bir maliyeti olduğuna göre $50\text{TL}/12,480\text{Ad.}=0,004$ TL lik maliyet her parçaya işçilik olarak yazılır.

Progresif derin çekme kalıbında imal edilen parçanın işçilik maliyeti 0,004 TL olmaktadır. Parça başına elde edilen işçik avantajımız 0,048 TL dir. oransal olarak %1200 kazancımız olmaktadır. Maiyetlerimizi toparlarsak;

Kademeli çekme yöntemi imaledilen bir parçanın maliyeti

Kalıp maliyeti0,0093TL

Malzeme maliyeti DKP sac için0,0460TL

İşçilik maliyeti.....0,0520TL

Toplam.....**0,1073TL** parça maliyetidir.

Progresif derin çekme yöntemi imaledilen bir parçanın maliyeti

Kalıp maliyeti0,0150TL

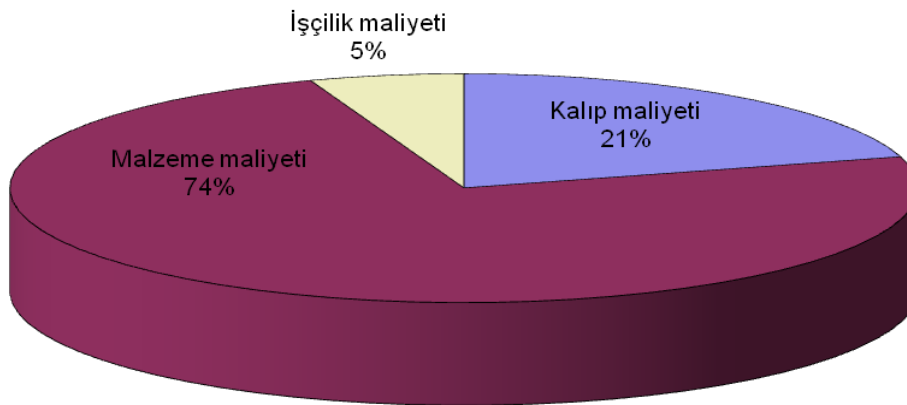
Malzeme maliyeti DKP sac için0,0538TL

İşçilik maliyeti.....0,0040TL

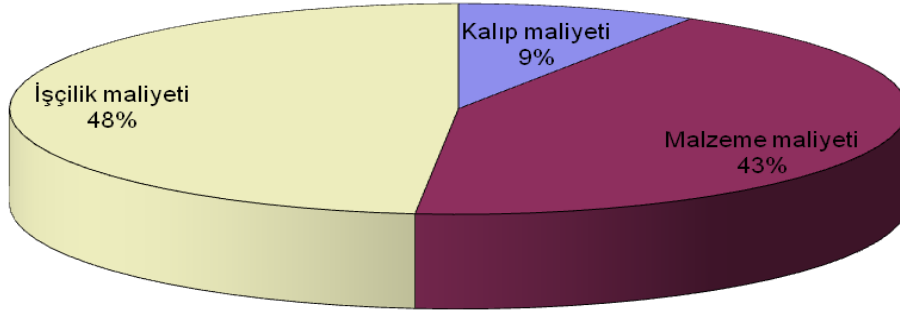
Toplam.....**0,0728TL** parça maliyetidir.

İki imalat yöntemi arasındaki fiyat farkı **0,0345TL** olduğuna göre progresif derin çekme yöntemi %32 daha avantajlıdır. Tabiki bu fark fiyatı kalıp ömrü ile çarparsak $0,0345\text{TL} \times 3,000,000 \text{ Ad.} = 103,500 \text{ TL}$ lik avantajımız olur.

Tablo 8.1 Progresif Çekmede Maliyet Oranları



Tablo 8.2 Kademeli Derin Çekmede Maliyet Oranları



8.2. Sonuç ve Değerlendirme

Yukarıdaki tablolardan da Tablo 5.1 ve Tablo 5.2 anlaşılabacağı gibi işçilik maliyetleri maliyette en büyük faktördür. İşçilik maliyeti progresif kalıplar sayesinde en aza indirgenir. Yüksek adetlerde parça imalatı için progresif derin çekme kalıpları firmanın rekabet şansını artırır. Düşük adetlerde ise progresif kalıp ile imalatın avantajı yok denecek kadar azdır.

KAYNAKLAR

YELBEY, İ., YELBEY, B., Kalıpçılık Tekniği Bursa, 2002.

YURCİ, M., E., TAMER, M., Kalıp İmalat Sektörünün Teknik Sorunları ve Çözüm Önerileri', İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No:2002-24, Temmuz 2002

Çapan, L.; "Metallere Plastik Şekil Verme", Çağlayan Basımevi, III.Baskı, İstanbul, (1999).

Kergen, R., Jodogne, P.; "Computerized Control of the Blankholder Pressure on Deep Drawing Presses", SAE Technical Papers, No. 920433, (1992) 51-56

Thiruvarudchelvan, S.; Lewis, W.; Loh, N.H.; Gan, G.K.: "Deep Drawing of Cups of Different Shapes Simplified with the Use of Friction-Induced Blank Holding Force", Trans. ASME J. Eng. Ind., 85 (1980) 278-285.

Ghatrehnaby, M., Arezoo, B. (2009). A fully automated nesting and piloting system for progressive dies. Journal of Materials Processing Technology, 20(9), 525–535.

S Kumar, S., Singh, R., 2011, An automated design system for progressive die, Expert Systems with Applications 38 (2011) 4482–4489

Duffy, M. R., & Sun, Q. (1991). Knowledge-based design of progressive stamping dies. Journal of Materials Processing Technology, 28, 221–227.

Kumar, S., Singh, R., 2007, An intelligent system for automatic modeling of progressive die, Journal of Materials Processing Technology 194 (2007) 176–183
Pilani, R., Narasimhan, K., Maiti, S.K., Singh, U.P., Date, U.P., A hybrid intelligent systems approach for die design in sheet metal forming, Int. J. Adv. Manuf. Technol. 16 (2000) 370–375.

Kumar, S., Singh, R., Trends and developments in intelligent computer aided design of progressive dies, J. Adv. Mater. Res. 6–8 (2005) 241–248.

Singh, R., Sekhon, G.S., A low cost modeler for optimal stamping layouts for sheet metal operations, in: Proceedings of the Ninth International Conference on Sheet Metal (She-Met 2001), Katholic University, Leuven, Belgium, April 2–4, 2001, pp. 363–370.

Lin, B.-T., Hsu, S.-H., Automated design system for drawing dies, Expert Systems with Applications 34 (2008) 1586–1598,

Pilani, R., Narasiman, K., Maiti, S. K., Singh, U. P., & Date, P. P. (2004). A hybrid intelligent system approach for die design in sheet metal forming. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 16, 370–375.

Lin, B.-T., Hsu, S.-H., Automated design system for drawing dies, *Expert Systems with Applications*, (2008) , vol.34, pp.1586–1598

G. Schaffer, Computer design of progressive dies, *Am. Mech.* 22 (1971).

Ghatrehnaby, M., Arezoo, B., Automatic Piloting In Progressive Dies Using Medial Axis Transform, *Applied Mathematical Modelling*, (2010),34 2981–2997

Prasad, Y.K.D.V., Somasundaram, S., 1992, CADDs: An Automated Die Design System For Sheet Metal Blanking. *Comput. Contr. Eng. J.* 3, 185–191.

Kumar, S., Singh, R., 2008, *Journal of Materials Processing Technology*, 195, 94–100.