

POLİMER İŞLEME TEKNİKLERİ

Polimerler üretildikten sonra poşet, tek kullanımlık çatal bıçak vb. gibi plastik eşyalar, plastik cihaz ve malzemeler, iplik gibi elyaf malzemeler haline getirmek gerekmektedir. Yani, polimerlerin son kullanım yerlerine göre çeşitli işleme teknikleri ile işlenmesi gerekmektedir. Polimerleri son kullanım ürünlerine dönüştürmek için kullanılan bir çok teknik bulunmaktadır. Bu tekniklerden çok kullanılan bazıları aşağıda verilmiştir.

1. Ektrüzyon
2. Kalıplama
 - Enjeksiyon kalıplama
 - Şişirmeyle kalıplama
 - Baskılı kalıplama
 - Döner kalıplama
 - Vakum kalıplama
3. Kaplama
 - Akışkan yatak kaplama
 - Elektrostatik püskürtme ile kaplama
4. Elyaf çekme
5. Köpükler
6. Isıl şekillendirme
7. Haddeleme
8. Döküm

Polimerlerin işlenmesi esnasında polimerik ürünün özelliklerinin geliştirilmesi için yapıya katılan çeşitli katkı maddeleri vardır. Bu maddeler ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

- 1. Antioksidantlar :** Polimerlerin oksidasyonunu önlemek ya da yavaşlatmak için kullanılan maddelerdir. Bu maddeler, ya doğrudan doğruya oksijeni bağlar yada plastik reçine ile kararlı bir ürün meydana getirerek oksitlenmeyi önler. Bu amaçla, Butil hidroksi toluen, fenoller, aromatik aminler ve tuzları, keton vb. maddeler kullanılabilir. Antioksidatlar polimer içinde %0.1-2.5 oranında kullanılabilir.
- 2. Antistatik Ajanlar :** Polimerler işlenmesi sırasında veya kullanımları sırasında, dielektrik özellikleri nedeniyle statik elektrik birikimi olur. Biriken bu elektrik elektriksel şok, yanma veya patlamaya ve malzeme üzerinde toz, kir vb. yabancı maddelerin birikmesine neden olur. Polimerlerdeki bu elektrostatik yüklenmeyi önlemek için kullanılan maddelerdir. Örnek: Yağ asitlerinin amonyum tuzları ve gliserin esterler. Genelde plastiğin cinsine ve antistatik maddenin özelliklerine göre %0.1-2 oranında ilave edilirler.
- 3. Birleştirme Ajanları :** Polimerler kullanılarak yapılan malzemedeki organik ve anorganik yapılar arasındaki uyumu sağlamak için kullanılan maddelerdir. Örnek: Silanlar.

4. **Dolgu Maddeleri** : Polimerik malzemenin mekanik ve fiziksel özelliklerini geliştirmek için kullanılan maddelerdir. Bu maddeler aynı zamanda malzemeyi ekonomik üretmek için de kullanılabilir. Örnek : Karbon siyahı, CaCO₃, Silikatlar (talk, asbest, kaolin, mika, çeşitli silikatlar), Silisyum dioksit, Çeşitli mineraller, Alüminyum trihidrat, Organik dolgu maddeleri (odun talaşı, öğütülmüş fındık vb. kabuğu).
5. **Isıl Stabilizörler** : Polimer malzemenin ısı ile bozunarak özellik değişimine uğramasının engellenmesi veya yavaşlatılması için kullanılan katkı maddeleridir. Örnek: Polivinil klorür (PVC) için; kurşun stearat, baryum stearat yada çinko stearat kullanılır. Genel amaçlı olarak Ba/Cd oktoat ve fenolatlar kullanılır.
6. **Kaydırıcılar** : Polimerlerin işlenmesi esnasında karşılaşılan problemleri ortadan kaldırmak için kullanılan maddelerdir. polimerik maddelerin katı ve ergimiş haldeki akışkanlıklarını kolaylaştıran ve ergimiş polimerin makinelerin değişik yerlerine yapışmasını önleyerek, plastiklerin işlenmesini kolaylaştırırlar. Örnek: Yağ alkoller ve yağ asitlerinin esterleri. Kaydırıcılar genellikle %0.1-3.0 oranında ilave edilirler, daha fazla ilave edilmeleri durumunda hem karışım ısı etkisiyle bozunabilir hem de nihai ürünün mekanik özelliklerinde azalma olabilir.
7. **Kalıp Salıcılar** : Kalıplama ile polimerlerin işlenmesinde polimer ürünün kalıptan kolayca ayrılması için kullanılan maddelerdir. Örnek: Vakslar ve silikonlar.

8. **Mikrobiyal Koruyucular:** Polimerik malzemeleri mikrobiyal ataklardan korumak amacıyla kullanılan maddelerdir. Örnek : Bazı gümüş bileşikleri.
9. **Köpük Yapıcılar :** Polimer köpüklerinin eldesinde kullanılan maddelerdir. Organik veya inorganik yapıda olabilen bu katkılar, sıcaklıkla parçalanarak en az biri gaz olan ürünlere dönüşmekte ve plastik maddeyi köpürterek gözenekli bir yapı oluşmasını sağlamaktadır. Daha çok polietilen, polistiren, vinil ve poliüretan gibi polimerler kullanılır. Örnek alifatik hidrokarbonların klorlu bileşikleri. Kullanım oranları enjeksiyon ve ekstrüzyonda %0.1-1.0, basınçlı kalıplamada %5.0-15.0 kadar olabilmektedir.
10. **Plastikleştiriciler :** Polimerlerin camsı geçiş sıcaklığını düşürerek yumuşaması sağlayarak kırılgenliğini azaltmak ve kolay işlenmesini sağlamak için kullanılan maddelerdir. Örnek : Ftalatlar (Dioktil ftalat, DOP yağı), Sebatatlar (Dibütil sebatat), Klorlu parafinler, Fosfatlar, Epoksi plastikleştiriciler, Alifatik esterler, Polimerik plastikleştiriciler.
11. **Yanma Geciktiriciler:** Polimerik malzemenin yanma dayanımını artırıcı katkı maddeleridir. Malzemenin düşük sıcaklıklarda tutuşmalarını ve alev oluşsa bile ilerlemesini önler. Örnek : Klorlu parafinler, trifenil fosfat alev almayı önleyici maddelere örnek olarak verilebilir.

12. Renklendiriciler : Polimerlerden elde edilen ürünlerin renklendirilmesi için kullanılan maddelerdir. Ayrıca, polimerik malzemenin görünümüne estetik etki, renklendirme ile verilir. Bir renklendirici ürün içinde çok iyi dağılmalı ve homojen görünüm vermeli ve ürünü etkili bir şekilde boyayabilmelidir. Ayrıca, polimer ile uyumlu olmalı, gün ışığına dayanmalı, yıkandığında bozunmamalı ve zehirsiz olmamalıdır. Bu amaçla kullanılan renklendiriciler boyalar (opak olanlar) ve pigmentler (saydam olanlar) olmak üzere ikiye ayrılır. Boyalar kullanıldıklarında ortamda çözünen türlerdir. Pigmentler ise çözünmeden ince partikül halinde yapı içinde dağılan türlerdir.

Pigmentler : Organik kaynaklı azo ve anilin sınıfı kimyasal maddelerdir (Diazo : sarı/turuncu, Quinakridon: Kırmızı)

Boyalar : Organik ve inorganik kaynaklı olabilirler

Beyaz : Titan dioksit, baryum sülfat, çinko oksit

Gümüş : İnce alüminyum tozu,

Sarı : Titan sarısı, krom sarısı, kadmiyum sarısı,

Mavi : Ferri siyanürler, krom yeşili,,

Siyah : Karbon siyahı

Yeşil : Titanlar

Kırmızı : Kadmiyum kırmızısı, demir 2 oksit,

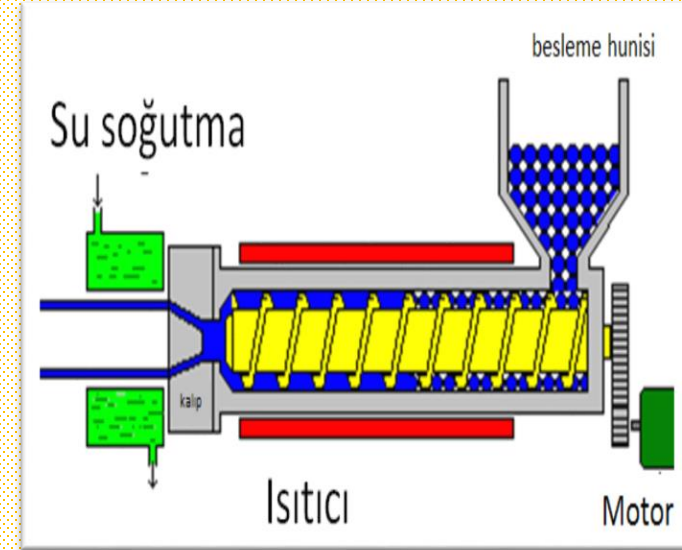
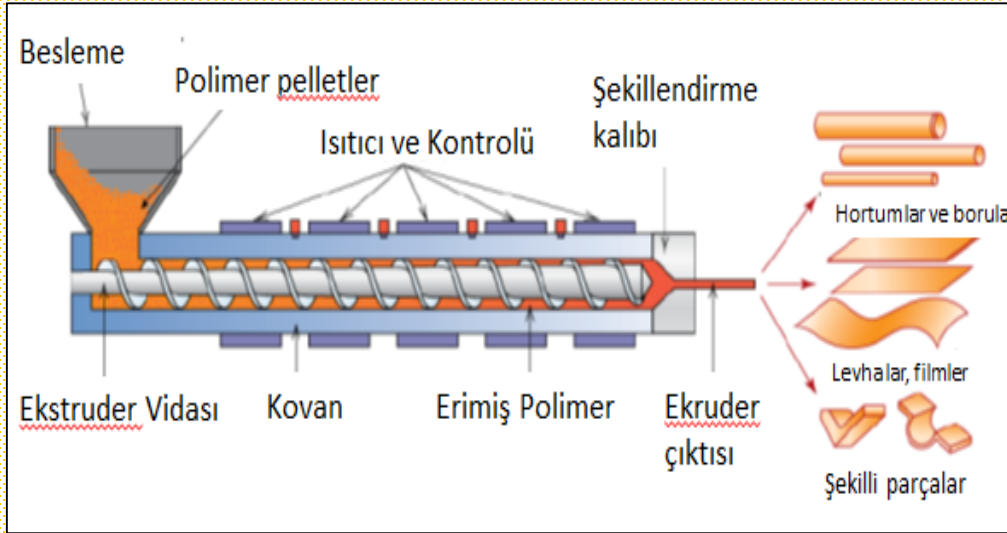
Parıltılı : Mika, kurşun karbonat

Renklendirici kullanım oranları renklendirici özelliği ve plastik türüne bağlı olsa da genellikle sıvı renklendiriciler %0.5-1.0, toz halindeki renklendiriciler ise %0.1-0.25 oranında polimer karışımına ilave edilirler.

13. UV Stabilizörler : UV etkisiyle zamanla polimerin solması ve görünümünün bozulmasını önlemek yada azaltmak için ilave edilirler. Bu maddeler, malzeme yapısını etkileyerek çekme dayanımının düşmesine neden olurlar. UV stabilizatörleri, ürünün kimyasal değişimine neden olabilecek enerjiyi, ısıya dönüştürecek şekilde soğurur ve bu enerjinin dağılmasını sağlar. İlave edildiği plastiğin çeşidine bağlı olarak %0.5-2.0 oranında kullanılırlar. Örnek : Aril esterler, tetrametil piperidin, benzoik asit esterleri.

1. EKSTRÜZYON

Ekstrüzyon, basınç altında eritilmiş polimerin bir başlıktan akışa zorlanarak şekillendirilmesi işlemidir. Ekstrüzyon işleminin yapıldığı ekstruder bir sonsuz vidalı konveyördür.

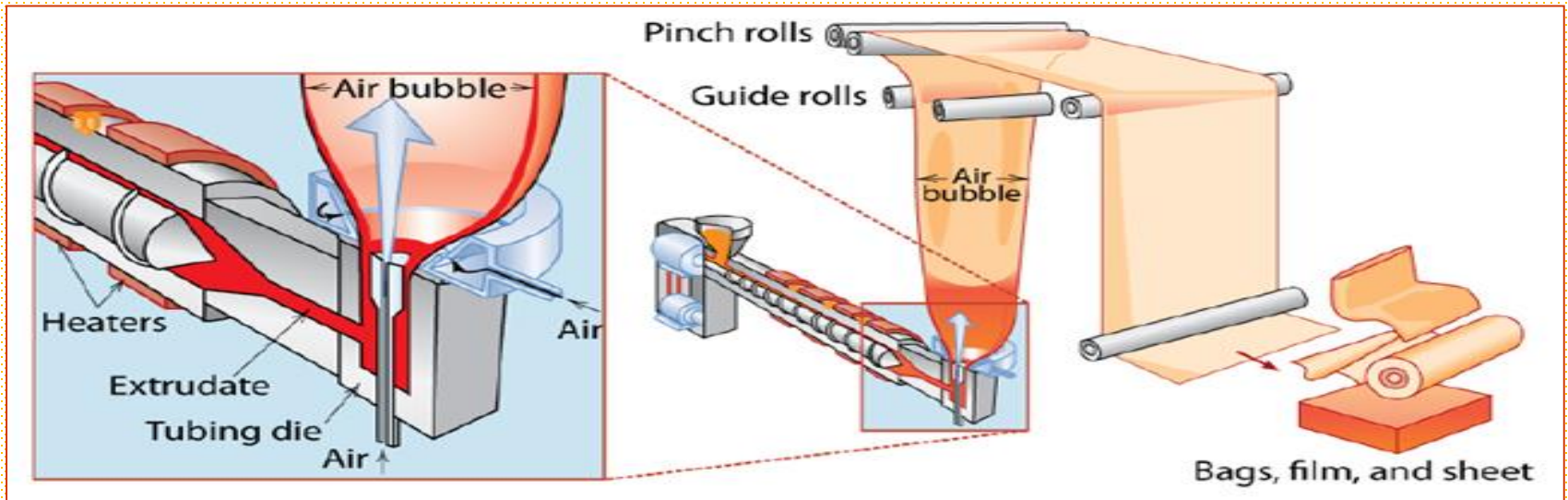


Ekstrüzyonda kullanılan ekstruder yukarıda verilen şekillerdeki gibi temel olarak üç kısımdan oluşur.

- 1. Besleme :** Polimerin ekstrudere verildiği besleme bölümü
- 2. Kovan bölümü :** Burada polimer, kovan çevresine yerleştirilmiş ısıtıcılarla belirli bir profilde kontrollü olarak ısıtarak eritildiği ve motora bağlı bir sonsuz vida yardımıyla başlığa doğru taşınır.
- 3. Şekillendirme Kalıbı :** Erimiş polimerin şekillenmesini sağlayan kalıbın bağlandığı başlık

Polimerlerden, pencere çerçeveleri, hortum, boru, yedek parça, bahçe çardağı, plastik poşet, torba, film levha gibi plastik ürünler ekstrüder yardımı ile üretilmektedir. Ekstruderde, termoplastik granüller, bir ısıtılmış silindir boyunca bir döner vida yardımı ile beslenir. Plastik eridiğinde, sonsuz vida plastiğı sıkıştırır. Ekstrüderin ucuna takılmış kalıp yardımı ile plastik ürün elde edilir. Ekstrüzyon kalıbı terk ederken, soğuk su ihtiva eden bir oluk yardımı ile soğutulur.

Ekstrüzyonda, ekstrudere direk kalıp bağlanıp plastik ürün üretilmesinin yanında geniş bir uygulaması plastik poşet, torba, film levhanın üretiminde olduğu gibi şişirmeli ekstrüzyondur. Bu yöntem de ekstruder kalıbı içine verilen hava yardımıyla polimer şişirilmekte ve soğutulduktan sonra rulolar şeklinde sarılmaktadır. Bu rulolardan üzeri baskılı poşet üretilmek istenirse baskı yapılan bir başka makine prosese eklenmekte ve baskı yapılan poşet kesilerek hazırlanmaktadır.



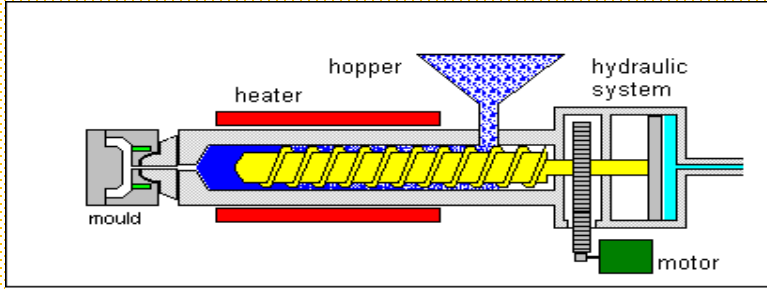
2. KALIPLAMA

Kalıplama işleminde polimer, basınç ve ısı yardımı ile istenilen şekilde hazırlanmış kalıba akıtılır. Boyut kararlılığının sağlanması için polimerin türüne soğutma veya ısıtma uygulanır. Termoplastiklerde T_g 'nin altına düşürmek üzere soğutma yapılırken, termopetlerde yeterli çapraz bağ oluşumunu sağlamak üzere ısıtmaya devam edilir. Çok çeşitli kalıplama yöntemleri vardır.

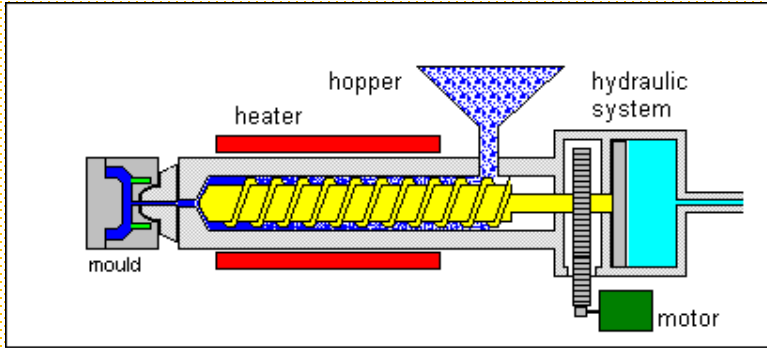
- Enjeksiyon kalıplama
- Şişirme ile kalıplama
- Baskılı kalıplama
- Vakumlu kalıplama
- Reaksiyonlu kalıplama

Enjeksiyon Kalıplama :

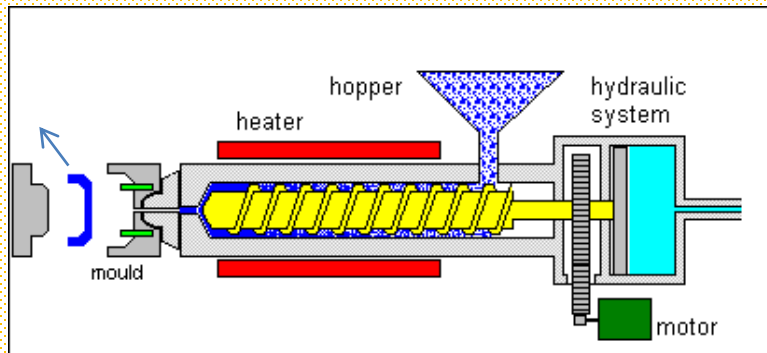
Enjeksiyonla kalıplama plastik madde üretiminde çok kullanılan bir yöntemdir. Polimerlerden enjeksiyon kalıplama ile plastik mamül üretimi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır.



1. Toz veya granül haldeki polimer besleme bunkerinden beslenir. Ekstruder vidası polimeri kalıba doğru taşır.



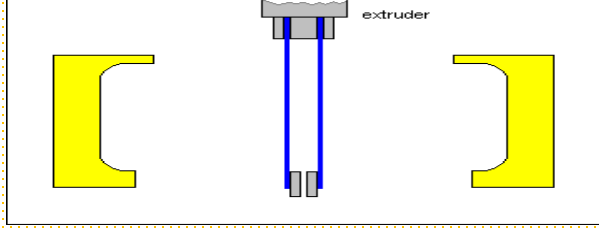
2. Hidrolik sistemi yardımıyla erimiş polimer kalıba girmeye zorlanır ve kalıp doldurulur.



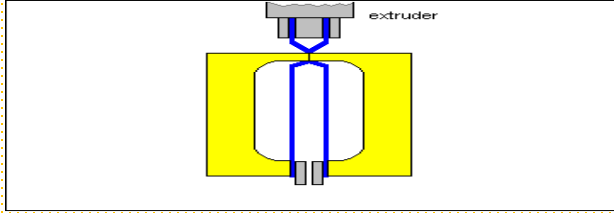
3. Plastik ürün uygun sıcaklığa gelinceye kadar basınç uygulamaya devam edilir. Sonra kalıp açılıp ürün alınır.

Şişirme ile Kalıplama :

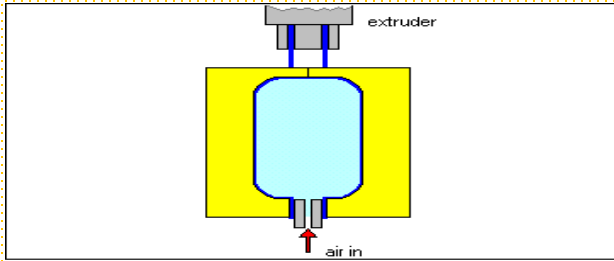
Şişirme ile kalıplama, şişirmeli ekstrüzyonun bir çeşididir. Kalıp içine parison olarak adlandırılan bir başlık yardımı ile polimer verilir. Bu kaplamanın adımları aşağıda verilmiştir.



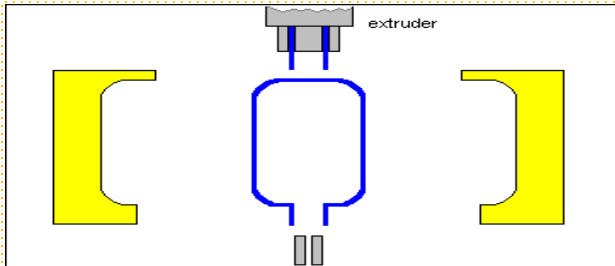
1. Parison olarak adlandırılan bir başlık sayesinde hamur şeklindeki polimer içi boş bir şekilde aşağı doğru kalıp boyunca uzatılır.



2. Kalıp kapatılır.



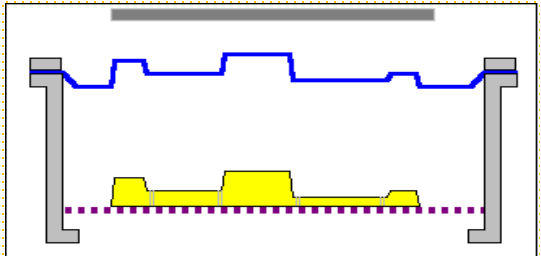
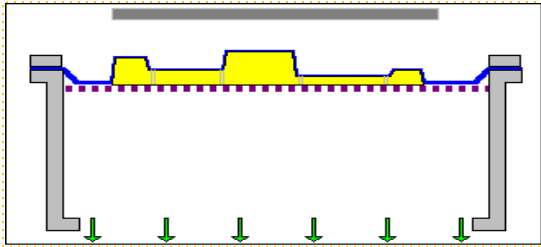
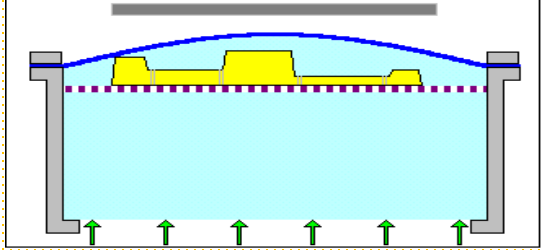
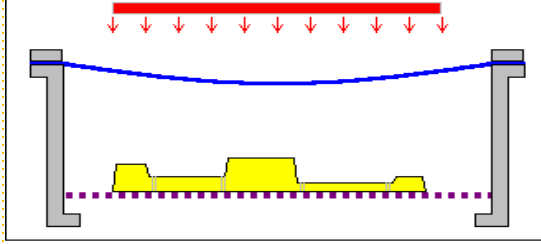
3. Parison içine sıkıştırılmış hava üflenir ve şişirilir. Basınçlı hava, yumuşamış polimeri soğuk kalıp yüzeyine doğru iter. Böylece polimer kalıbın şeklini alır.



4. Kalıp açılır ve çapakları temizlenir.

Vacum Kalıplama :

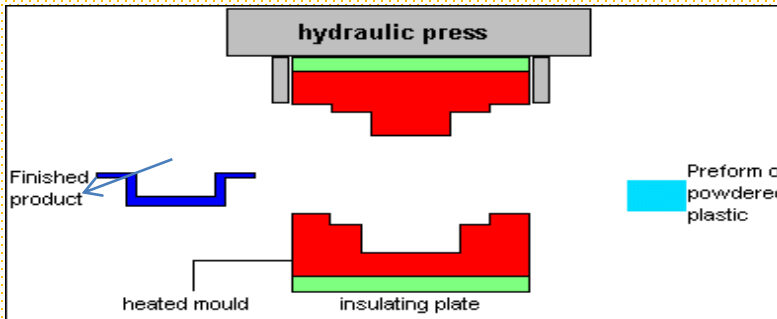
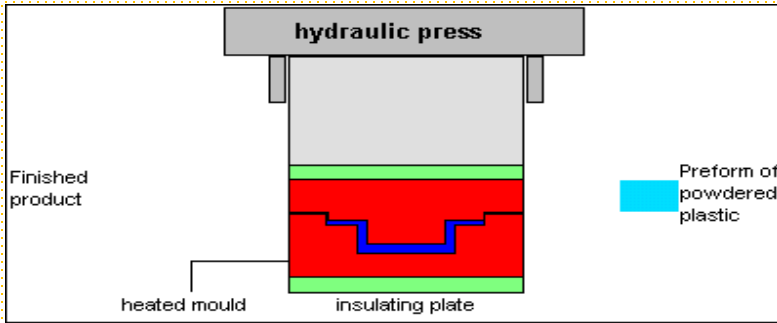
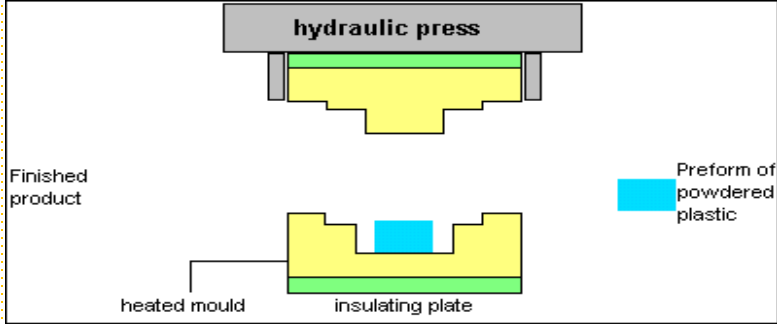
Bu kalıplama yöntemiyle çeşitli plastik ambalaj, elektronik, oyuncak vb gibi malzemeler üretilmektedir. Özellikle plaka şeklindeki polimer malzemelerden mamül madde üretimi için uygundur. Bu yöntemin adımları aşağıda verilmiştir.



1. Kalıplanacak polimer plaka bir desteğe tutturulur. Kalıp da bir başka desteğe bağlanır. Plaka ve kalıp birbirine yaklaştırılırken polimer yukarıdan ısıtılır.
2. Termoplastik plaka plastik bir hale ulaşıncaya kadar sıcak hava ile yumuşatılır ve kalıp da birleşmek için kaldırılır.
3. Kalıp ve erimiş plastik arasında sıkışan hava bir vakum pompası yardımıyla boşaltılır. Böylece plastik kalıbın şeklini tam olarak alır.
4. Sonra plastik ürün soğutulur ve kalıp açılır.

Baskılı Kalıplama :

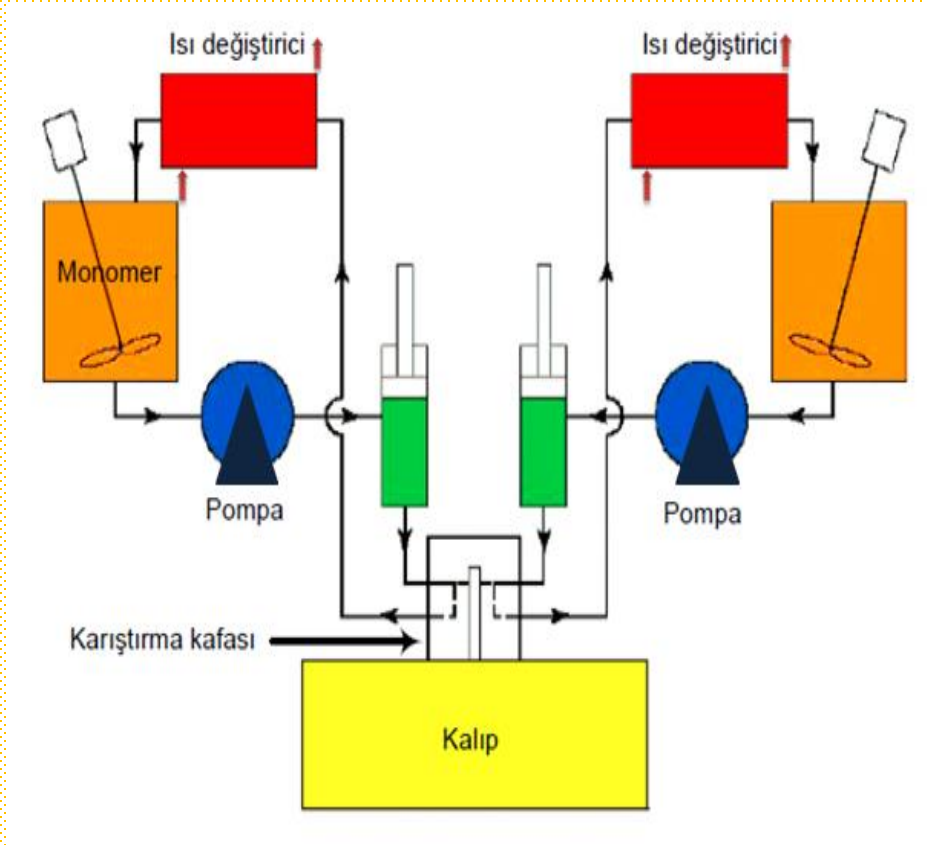
Baskılı kalıpla tekniği kolay kullanımı olan bir tekniktir ve plastik mamül üretiminde yaygın bir şekilde kullanılır. Özellikle tabak, kapak vb. gibi plastik maddelerin üretiminde kullanılır. Yöntemin adımları aşağıda verilmiştir.



1. Belli miktardaki toz veya granül haldeki polimer ısıtılmış kalıba konarak baskıya hazır hale getirilir. Bazı durumlarda kalıba konan polimer kalıbın şekline göre bir ön şekillendirme yapılabilir.
2. İki kalıp parçaları polimeri içine alacak şekilde birleştirilir ve basınç altında kalıplanır. Hidrolik pres ile kalıbın şeklini alacak kadar basınç uygulanır.
3. Plastik ürün kalıptan çıkarılır ve çapaklarından temizlenir.

Tepkimeli Kalıplama :

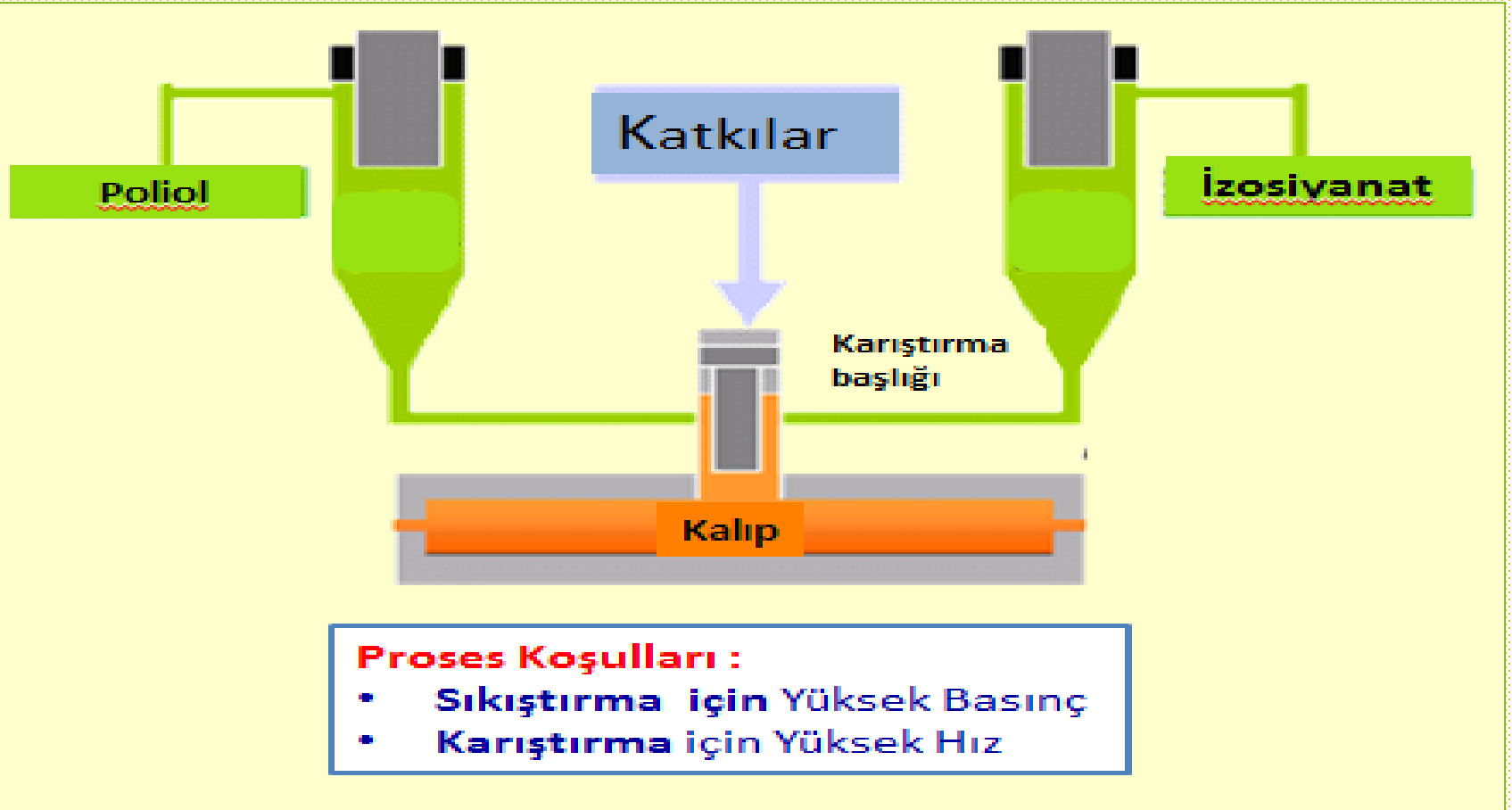
Bu kalıplama yönteminde monomerler karıştırılıp kalıba enjeksiyon edilir ve polimerizasyon kalıp içinde gerçekleşir. Monomerler ve katkı maddeleri kalıba verilmeden önce karıştırılır ve belli sıcaklığa getirilip kalıba verilir. Karıştırma hızı ve enjeksiyon basıncı önem arz eder.



Proses adımları

1. Monomerlerin ve katkı maddelerinin besleme hızları ayarlanır.
2. Monomerler ve katkı maddeleri kalıba vermeden önce bir karıştırma başlığında karıştırılır.
3. Yüksek devirde iyice karıştırılan karışım kalıba enjekte edilir.
4. Kalıp soğutulup mamül madde çıkarılır.

Tepkimeli kalıplamaya poliüretan mamül üretimi güzel bir örnektir. Poliüretanın sünger gibi bir çok ürünü tepkimeli kalıplama ile üretilir. Prosesin akım şeması aşağıda verilmiştir. Şemadan da görüldüğü gibi sünger, poliöl ile toluen diizosiyanatın tepkimesi sonucu üretilmektedir. Araba koltuk süngerleri veya kalıptan çıkmış sünger mamüller bu yöntemle üretilmektedir.



Not: Bu ders notlarının hazırlanmasında aşağıdaki kaynaklardan yararlanılmış olup ticari bir amaç gütmemektedir. Ticari olarak kullanılamaz.

1. Saçak, M., Polimer Teknolojisi, Gazi Kitapevi, Ankara, 2005.
2. Billmeyer F. W., Textbook of Polymer Science, John Wiley and Sons, 1984.
3. Pişkin E., Polimer Teknolojisine Giriş, İnkilap Kitapevi, 1984
4. Saçak, M. Lif ve Elyaf Kimyası, Gazi Kitapevi, Ankara, 2002.
5. Saçak, M. Polimer Kimyası, Gazi Kitapevi, Ankara, 2002.
6. Baysal, B. Polimer Kimyası, ODTÜ Yayınları, 1994.
7. Bağda E., Polimer Kimyası, 1976.