T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

PLASTİK TEKNOLOJİSİ

ŞİŞİRME ÜRETİMDE KALIP VE HAMMADDE HAZIRLAMA

Ankara, 2014

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. ŞİŞİRME KALIPLARINI BAĞLAMAK 3
1.1. Ekstrüzyon Yöntemiyle Şişirmede Kullanılan Kalıplar 3
1.1.1. Ekstrüzyon Şişirme Kalıp Çeşitleri 5
1.1.2. Ekstrüzyon Şişirme Kalıp Elemanları ve Özellikleri 7
1.1.3. Ekstrüzyon Şişirmede Parisonun Tanımı ve Özellikleri 11
1.1.4. Şişirme Atölyesinde Güvenli Çalışma ve Uyulması Gereken Emniyet Kuralları 14
1.2. Enjeksiyon Yöntemiyle Şişirmede Kullanılan Kalıplar 15
1.2.1. Enjeksiyon Şişirme Kalıp Çeşitleri 16
1.2.2. Enjeksiyon Şişirme Kalıp Elemanları ve Özellikleri 17
1.2.3. Enjeksiyon Şişirmede Preformun Tanımı ve Özellikleri 18
1.2.4. Şişirme Kalıplarının Üretiminde Kullanılan Malzeme Özellikleri 21
1.3. Kalıp Bağlama 23
UYGULAMA FAALİYETİ 25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 28
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 30
2. HAM MADDE HAZIRLAMAK 30
2.1. Şişirme Kalıplamada Kullanılan Plastikler 30
2.1.1. Termoplastikler-Polyesterler 30
2.2. Şişirme Kalıplamada Plastik Katkı Maddeleri 34
2.2.1. Renklendiriciler 34
2.2.2. Dolgu Maddeleri ve Takviye Edici (Pekiştirici) Katkılar 35
2.2.3. Plastikleştiriciler 36
2.2.4. Darbe Dayanımını Arttırıcı Polimer Yapılı Katkılar 36
2.2.5. Oksitlenme Önleyiciler 37
2.3. Ham Madde Hazırlamak 37
2.3.1. Enjeksiyon Şişirme Ham Maddesini Hazırlamak 37
2.3.2. Ekstrüzyon Şişirme Ham Maddesini Hazırlamak 39
UYGULAMA FAALİYETİ 43
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 46
MODÜL DEĞERLENDİRME 48
CEVAP ANAHTARLARI 50
KAYNAKÇA 51

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Plastik Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Plastik İşleme**
MODÜLÜN ADI	**Şişirmeyle Üretimde Kalıp ve Ham Madde Hazırlama**
MODÜLÜN TANIMI	Ekstrüzyon yöntemi ile şişirmede kullanılan kalıplar, enjeksiyon yöntemi ile şişirmede kullanılan kalıplar, kalıp bağlama teknikleri, şişirme kalıplamada kullanılan plastikler, şişirme kalıplamada kullanılan katkı maddeleri ve ham madde hazırlama bilgilerini kullanarak kalıp ve ham madde hazırlama ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Plastik şişirme makinesini işe hazırlamak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli ortam sağlandığında plastik şişirme makinesini işe hazırlayabileceksiniz. **Amaçlar** 1. Plastik kalıplarını şişirme makinesi üzerine uygun biçimde bağlayabileceksiniz. 2. Plastik şişirme makinesinde istenilen özellikte ürün elde etmek için ham madde hazırlayabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Şişirme atölyesi, **Donanım:** Plastik şişirme kalıpları, tesviyecilik el aletleri, kalıp bağlama araç gereçleri, kaldırma ve taşıma aletleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bugünün dünyasında, plastik şişirme metoduyla üretilmiş ürünleri baktığımız her yerde görebilmekteyiz. Plastik şişirme; ürünleri paketlemede, depolamada, sıvı veya toz ürünlerin nakliyesinde kullanılmaktadır. Çevremizde rahatlıkla görebileceğimiz şişeler, konserve kutuları, variller, tanklar ve hatta bazı boru ve tüp çeşitleri plastik şişirme metodu ile üretilmektedir. Modern ambalajlama teknikleriyle, ısıyla kapatılmış plastik torbalar veya plastik şişeler gıdaları taze ve temiz tutmak için çok önemlidir. Bu aynı zamanda yiyeceğin israf edilmemesi anlamına gelir. Evde de durum aynıdır. Plastik kaplar veya diğer ambalajlar yiyecekleri korur ve onların ziyan olmasını önler. Hatta paketleme uzmanlarının tahminlerine göre plastik paketleme teknikleri gıda israfını %70 oranında azaltmaktadır.

Plastikler ayrıca paketleme malzemesi miktarını da azaltır. Yani daha az malzemeyle daha fazla ürün paketlemek mümkündür. Mesela, 1 kilogram kadar plastik malzemeyle 27 kilogram kadar bir sıvıyı (meyve suyu, soda veya suyu) ambalajlamak mümkündür. Oysa aynı miktarda sıvıyı ambalajlamak için 1,5 kilogram kadar alüminyum, 4 kilogram kadar çelik veya 13-14 kilogram kadar cam malzemeye ihtiyaç duyulur. Aynı işi daha az malzemeyle yapmak, aynı zamanda malzemenin hem üretilmesi hem de işlenmesi için kullanılan doğal kaynakların korunması, tasarruf edilmesi anlamına gelir. Nitekim kâğıtla karşılaştırdığımızda plastik malzeme aynı işi görecek kadar kâğıt malzemeden çok daha az toplam üretim enerjisi gerektirir. Bir de bir işi görecek plastik malzeme miktarı aynı işi görecek diğer malzeme miktarlarından daha az olacağı için üretilmesi kadar taşıması da kolay ve ekonomik olmaktadır. Kısacası plastikler, paketlemeyi çok daha verimli bir hâle getirirken tabii kaynakları da korur. Plastik şişeler ambalajlama sektörünün vazgeçilmez ürünleri olmuştur. Şişirme teknolojisi ile üretilen plastik şişeler dünya standartlarının kabul ettiği değerlerde ve özellikte yapılır.

Bu modül ile şişirme teknolojilerini ve bu teknolojiye hizmet etmesi için üretilmiş makinelerin işleyiş tarzlarını ve makinelerde kullanılan kalıpların hazırlanmasını, üretim için en uygun ham maddenin seçilmesini ve hazırlanmasını inceleyeceğiz.

Şişirme ile üretimde kalıp ve ham madde hazırlama modülü, sizlere bu yöndeki becerileri kazandırmak üzere hazırlanmış bir modüldür. Bu modülde sizler, plastik işleme makinelerinde üretim için yapılması gereken kalıp ve ham madde hazırlama ile ilgili bilgiler edineceksiniz. Bu modülde hedeflenen yeterlikleri edinmeniz durumunda, plastik teknolojisi alanında daha nitelikli elemanlar olarak yetişeceğinizi hatırlatıyor, sizlere başarılar diliyoruz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında plastik kalıplarını şişirme makinesi üzerine uygun biçimde bağlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde şişirme kalıplama makineleri ile üretim yapan plastik işleme fabrikalarını ziyaret ediniz.
- Ekstrüzyon şişirme kalıplarını ve kalıpların makineye bağlama tekniklerini araştırınız.
- Enjeksiyon şişirme kalıplarını ve kalıpların makineye bağlama tekniklerini araştırınız.

1. ŞİŞİRME KALIPLARINI BAĞLAMAK

1.1. Ekstrüzyon Yöntemiyle Şişirmede Kullanılan Kalıplar

Şişirme kalıpları; içi boş plastik eşyaların (şişe, bidon, tüpler, tanklar, kavanozlar, yakıt depoları vb.) üretiminde kullanılan, iki parçalı, şişirilecek eşyanın dış hatlarını oluşturan boşluğu içeren, demir, çelik, alüminyum, çinko alaşımlı malzemelerden yapılmış hassas seri üretim araçlarıdır. Şişirme kalıpçılığında kalıplama metodu olarak iki ana yöntem vardır. Bunlardan birincisi ekstrüzyon kalıplama, ikincisi enjeksiyon kalıplama metodudur. Fakat son dönemlerde gererek şişirme ve en önemlisi de ko-ekstrüzyon şişirme yöntemi de birer şişirme kalıpçılığı yöntemi olarak benimsenmektedir.

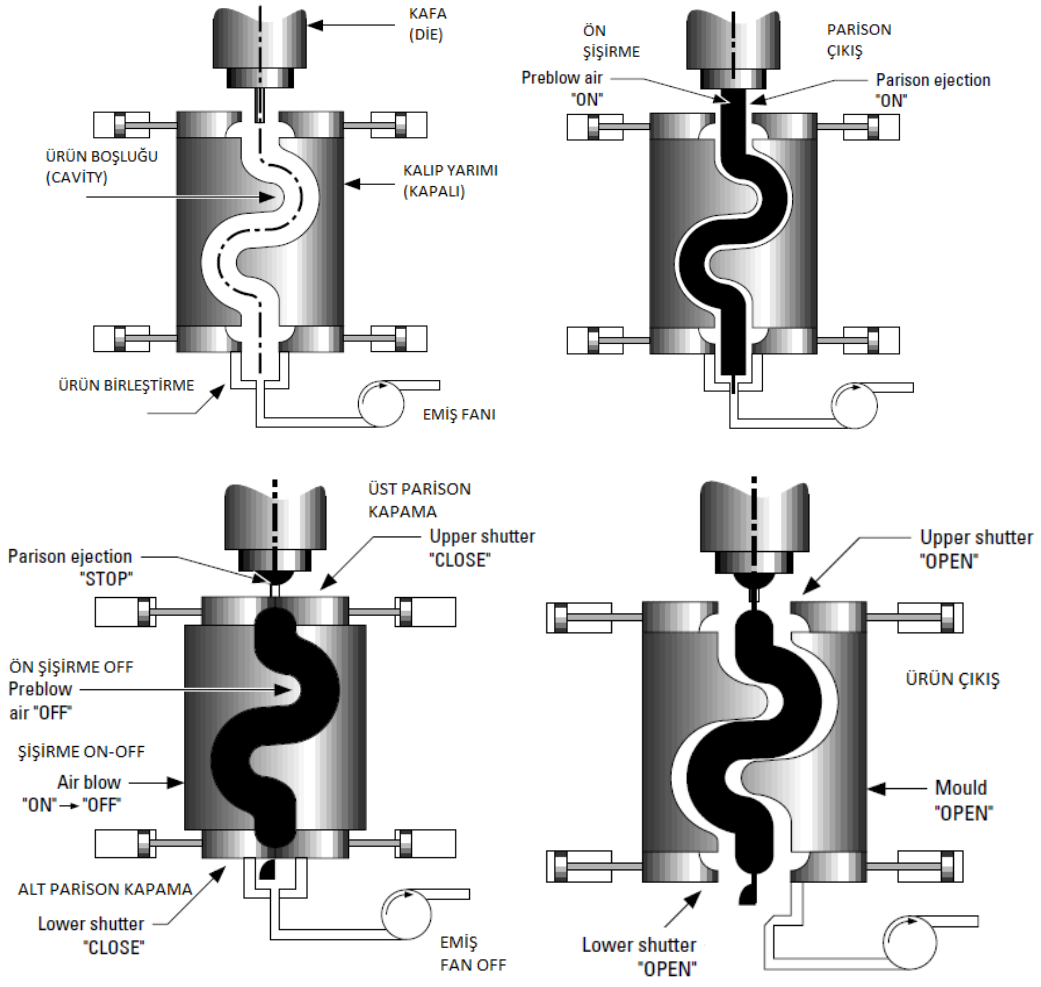


Resim 1.1: Üç gözlü ekstrüzyon şişirme kalıbı

Şişirme kalıpları diğer plastik işleme teknolojilerinde olduğu gibi artan tüketim taleplerini karşılamak için yapılmış seri imalat aparatlarıdır. Plastik şişirme kalıpları işçilik, zaman, enerji ve malzeme tasarrufu sağlayarak üretim maliyetlerini minimum seviyelere indirir. Üretimde otomasyonu sağlar. Kısa zamanda yüksek kalitede, düşük hata oranları ile

şişirme işlemleri gerçekleştirilir. Şişirme kalıpları günümüzde gelişmiş modern talaşlı imalat atölyelerinde uzman kişiler tarafından üretilmektedir. Ürün üzerinde gerekli ARGE çalışmaları yapılarak tasarım ve üretim aşamaları uygulanır. Genel anlamda kalıplar iki parçadan oluşmaktadır. Üretilecek ürünün dış çeperleri simetrik olarak kalıp yarımlarına işlenir. Kalıp kapalı konumda iken şişirilecek ürünün bütününü oluşturur. Şişirme kalıpları şişirme teknolojisine göre tasarlanır. Ekstrüzyon şişirme teknolojisi ve enjeksiyon teknolojisinde kullanılan kalıplar birbirinden farklı tasarımlara sahiptir. Şişirme kalıpları enjeksiyon kalıplarında olduğu gibi çok parçalıdır fakat daha basit bir tasarıma sahiptir. Her iki şişirme teknolojisine göre yapılmış kalıplarda ortak parçalar vardır. Kalıbın hassas karşılamasını sağlayan kılavuz kolon ve burçlar, konik kilitleme elemanı, soğutma kanalları, ürün boşluğu, gövde, çene, bağlantı plakaları standart olarak kalıplarda bulunur.

Bununla birlikte şişirme kalıplarıyla üretilen sadece şişe değildir, çocuk oyuncak bebekleri, yakıt tankları, plastik çiçekler, plastik şişeler, tuhafiye malzemeleri, içi boş şişeler, bidonlar vb. içi boş plastik parçalardır. Aşağıdaki resimde otomotiv sektöründe kullanılan bir ürünün şişirme prosesini gösterilmektedir.



Şekil 1.1: Ekstrüzyon şişirme prosesi

1.1.1. Ekstrüzyon Şişirme Kalıp Çeşitleri

Ekstrüzyon şişirme kalıpları üretilen ürünün biçimine göre (şişe, simetrik ve asimetrik biçimli ürünler, oyuncaklar, çeşitli biçimlerdeki içi boş kaplar vb.) ve şişirme teknolojisine göre çeşitli şekillerde üretilmektedir. Ayrıca tek kalıp boşluğu veya çok ürün gözlü kalıplar olarak da üretilmektedir. Endüstride firmalar sınır tanımaksızın ürünler için yeni teknolojiler geliştirmektedir. Genel olarak ekstrüzyon şişirme kalıpları kafa dizaynına göre sınıflandırılmaktadır. Ekstrüzyon kalıbı dizayn edilirken kafa dizaynına dikkat edilmelidir. Kafa dizaynı parison kalitesini belirler ve bunun sonucu olarak ürün değerine tesir eder. Kalıp tasarlanırken üfleme metodu da göz önünde bulundurulmalıdır.

Üç türlü hava üfleme metodu vardır:

- Yukarı üfleme metodu (Hava, kalıp altından yukarı doğru üflenmektedir.)
- Aşağıya doğru üfleme metodu (Hava kalıp üstünden aşağıya doğru üflenmektedir.)
- Yatay üfleme metodu (Bir iğne, yatay olarak parison içine nüfuz eder.)

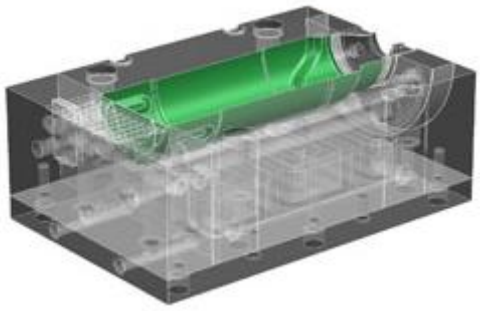


Resim 1.2: Ekstrüzyon şişirme kalıbı

Şişirme kalıbı; ürünün kullanılabilir son biçim ve şeklini aldığı, şişirme işleminin yapıldığı, metal malzemelerden yapılmış seri üretim aparatıdır. Ekstrüzyon şişirme kalıpları tasarım ve ürün geliştirme aşamasından sonra talaşlı imalat atölyelerinde deneyimli kişiler tarafından yapılır. Endüstriyel ürünün son şeklini kalıp verir. Ürün bir şişe, kavanoz, arabanın benzin deposu, kutu gibi silindirik veya farklı biçim ve şekilde olabilir. Kullanım yerleri, malzemenin cinsi, üretim miktarları, hacmi vb. unsurlara göre çeşitli biçimlerde ekstrüzyon şişirme kalıpları bulunur. Ekstrüzyon şişirme kalıplarını şu şekilde sınıflandırabiliriz.

1.1.1.1. Tek Gözlü Şişirme Kalıbı

Üretim sayıları düşük olan ürünlerde tek gözlü (cavity) şişirme kalıbı kullanılır. Kalıpta ürünü oluşturan kısım tek olarak yapılmıştır. Her çevrimde bir ürün elde edilir.



Şekil 1.2: Tek gözlü şişirme kalıbı

1.1.1.2. Çok Gözlü Şişirme Kalıbı

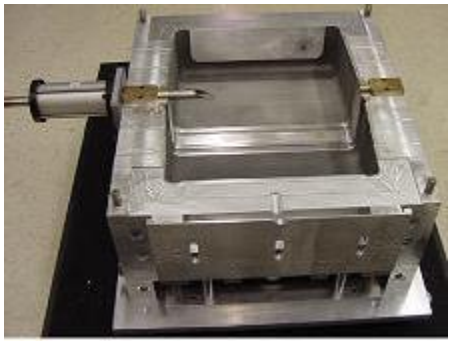
Her üretim çevriminde birden çok ürün elde edilmek istenirse kalıp çok gözlü olarak yapılır. Makinenin üretim kapasitesine uygun olarak kalıp iki, üç veya daha çok gözlü yapılarak üretim miktarı arttırılabilir. Bu şekilde birim maliyetler düşürülebilir.



Resim 1.3: Çok gözlü (3cavity) ekstrüzyon şişirme kalıbı

1.1.1.3. Dalıcı Pimli (İğne) Şişirme Kalıbı

Resimde görülen dalıcı pimli şişirme kalıbı genellikle büyük hacimli, prizmatik biçimli şişirmelerde kullanılır. Bu kalıpta parison alt ve üst kısımlarından kesilerek yapıştırılır. Tamamen kapanmış olan parisona kalıp üzerinde bulunan şişirme iğnesi girip şişirmeyi gerçekleştirir.



Resim 1.4: Dalıcı şişirme pimli ekstrüzyon şişirme kalıbı

Kalıp tasarım ve imalatı günümüzde yüksek hassasiyetli, düşük toleranslı CAD-CAM sistemleri ile gerçekleştirilmektedir. Böylece uzun ömürlü, ekonomik aynı zamanda yüksek kalitede ürün imalatı gerçekleştirilebilmektedir.

Şişirilmiş film üretiminde ekstruder kesintisiz çalışır ve film kesintisizdir. Bu genellikle ektruder ve kafa kalıp sisteminin hızlı ve otomatik olarak kontrol edilmesiyle sağlanır. Şişirme ile yapılmış parçalar kesintisiz değildir fakat ayrıktır. Yani her parça tek tek kalıplanır. Bu yüzden bu ayrık parçaları ekstrüzyonla üretmek için bazı desteklemeler yapılmalıdır. Çünkü ekstrüzyon tabi olarak kesintisiz (sürekli) bir işlemdir.

Olası bir durum şudur ki kalıplama işlem süresi, yeni bir parison yapmak için gereken süreden kısadır. Bu şartlar altında parison, kalıp tarafından zaptedilmelidir, parison şişirilir, parça soğur ve parça itilir. Geçen bu süre içinde yeni bir parison yapılmalıdır hemen hemen bütün uygulamalarda işlem süresi parison yapma süresinden daha uzundur. Bu yüzden ekstruder'in çıkışı ile kalıplama sürecini birleştiren bazı destekler sağlanmalıdır. İki alternatif benimsenebilir. Birincisi (aralıksız) ekstrüzyon şişirme kalıbı, ikincisi ise fasılalı ekstrüzyon şişirme kalıbıdır. Fasılalı ekstrüzyon şişirme kalıbında ya karşılıklı alıp verici vida ya da bir biriktirme sistemi kullanılır. Sürekli ekstrüzyon şişirme kalıbı kalıplama süresini ekstrüzyon hızına tutturmak (eşitlemek) için müteaddit kalıplar kullanılarak yapılır.

Sürekli ekstrüzyon şişirme kalıbında ekstruder aralıksız olarak çalışır ve ekstruder'in çıkışı, parisonu yerleştirmek, şişirmek, soğutmak ve fırlatmak işlevine sahip kalıplara birleştirilir. Örneğin; eğer kalıplama süresi parison yapma süresinin iki katından fazla değil ise iki kalıp sistemi kullanılabilir. Bu sistemde hareketli kalıplar kullanılır. Bu sistemde kalıbın biri parisonu zapt eder. Bu esnada diğer kalıptaki bir parça soğuyordur. Kalıptan parça fırlatılırken kalıp parisonu (ekstruder'den) geri çeker. Bundan sonraki adımda kalıp parison etrafındaki yerini alır. Kenara alınan kalıp parça soğur. Süreç kalıp parçanın iyice soğuyup son olarak fırlatılmasıyla tamamlanır ve yeni bir parison ortadaki kalıba bağlanarak kalıp kavisine doğru şişirilmesiyle devam eder. Bu metoda bazen doğuş kalıp sistemi denir. Sistemler ikiden fazla kalıpta parisonun sırayla bağlanıp geri çekildiği yerlerde de kullanımdadır.

Doğuş kalıp sistemine benzer bir sistem de parison bir bıçakla dişiden kesilir ve şişirilerek soğutulup itileceği kalıba mekanik bir kol ile transfer edilir. Bu sisteme parison transfer sistemi denir ve oldukça büyük parçaların yapımında ağır kalıpları hareket ettirmek zor olduğundan bu teknik, doğuş kalıp tekniğinden daha fazla kullanılır.

1.1.2. Ekstrüzyon Şişirme Kalıp Elemanları ve Özellikleri

Ekstrüzyon şişirme kalıp elemanları ve özellikleri şunlardır:

1.1.2.1 Gövde

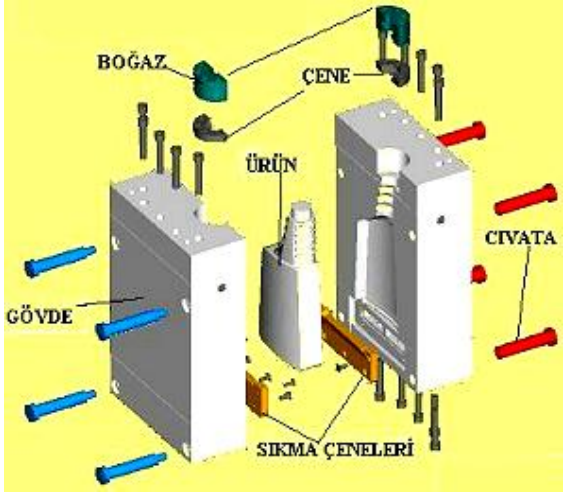
Şişirme kalıplarında gövde kısımları genellikle ısı iletkenliği yüksek olan alaşımlı alüminyum malzemeden yapılır. 3.4265 (DIN) kalitede alüminyum (7075) çok yüksek aşınma direncine sahiptir, izlenebilirliği ve yüksek sertliği nedeni ile oldukça iyidir. İyi parlatılabilirlik ve boyutsal hassasiyete sahiptir. Alüminyum alaşımları, korozyona çeliklere göre daha dayanıklıdır. Yüksek sertlikte malzemelere ihtiyaç duyulursa sert krom kaplama, nikel kaplama veya PTFE (teflon) kaplama yapılabilir. Özgül ağırlığı 2,84 g/cm^{3}tür. Isı iletkenliği 130 W/ mk'dir



Şekil 1.3: Gövde

1.1.2.2. Boğaz

Boğaz elemanı, kalıbın gövdesine cıvatalarla gömülerek bağlanır. Üretilecek ürünün boğaz kısmını ve kapağın vida kısmını meydana getirir. Aynı zamanda üfleme pimi boğaz ekseninden geçerek parisonu şişirir. Üfleme piminin baş kısmı parisonu boğaz kısmında sıkıştırıp hava kaçışını engeller ve ağız kısmını ölçülendirir. Boğaz kısmı alaşımlı çelik malzemeden yapılıp sertleştirilir. 40 – 44 HRC sertlik oluşturulur. Yüzeyi parlatılır.



Şekil 1.4: Boğaz

1.1.2.3. Çene

Çene kısmı kalıbın alt tarafında ve boğaz kısmındadır. Parisonun birleşme yerlerinde kaynamayı, yapışmayı sağlar.

Kesme ve yapışmayı sağlayan çene aşırı derecede zorlama ve gerilmelere maruz kaldığından aşınmaya dayanıklı çelikten ve değiştirilebilir parçalar hâlinde olmalıdır. Genellikle 1,2316 paslanmaz çelik malzemeden yapılır. 55 HRC sertlik değerine sahiptir. Aşağıdaki resimde kalıplarda kullanılan çeneler gösterilmiştir.



Resim 1.5: Ekstrüzyon şişirme kalıplarında kullanılan çeneler

1.1.2.4. Bağlantı Plakası

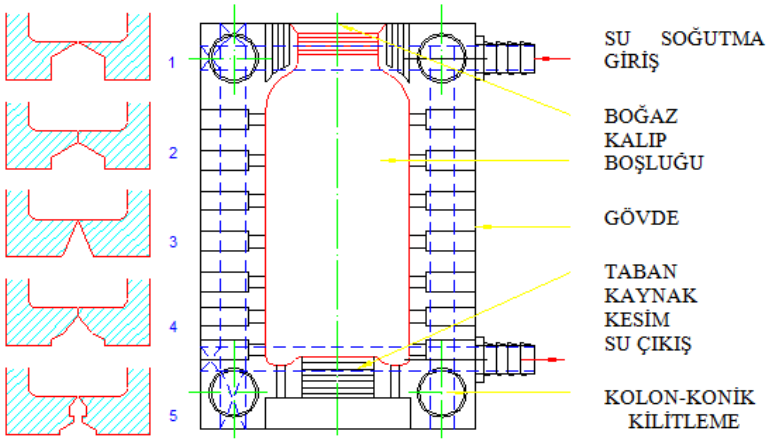
Kalıp gövdesine gömme başlı cıvatalarla bağlanır. Kalıp gövdelerinin mengene plakasına bağlantısını sağlar. Gövdeye bağlı olan bağlantı plakası cıvatalar yardımıyla mengene hareketli plakalarına bağlanılır. Plakalar imalat çeliğinden yapılır ve sertleştirilmez. Plakalar genellikle ISO 1,1730 standartlı malzemeden üretilir.

1.1.2.5.Taban

Kalıbın alt tarafıdır. Parisonun alt kısmındaki fazlalık taban kısmında kalır. Üzerinde kanallar açılmıştır. Ürün çapakları bu bölge içinde kalır.

1.1.2.6. Kolon ve Konik Kilitleme

Standart kalıp elemanlarıdır. Sertlik 60 – 62 HRC'dir. Kolon ve konik kilitleme elemanları kalıp yarımlarının kapandığı zaman karşı burçlarına geçerek simetrik olarak hassas bir biçimde karşılamasını ve kapalı konumda kilitlemesini yapar. Kalıp gövdesine gömülerek iki veya dört adet olarak bağlanır.



Şekil 1.5: Ekstrüzyon şişirme kalıp elemanları

1.1.2.7. Soğutma Kanalı

Şişirilen içi boş polimer kütlesinden çıkan ısıyı uzaklaştırmak için kalıbın uygun bir şekilde soğutulması gereklidir. Soğutma boruları kalıbın içindeki kalıp boşluğunun arkasına yakın bir şekilde yerleştirilen kalıp içindeki deliklerdir. Soğutulacak yüzeylerde iyi bir sıcaklık dağılımı temin eder. Erimiş mal birikmelerinin bulunabileceği yerlere (özellikle şişe boğazlarının girişi ve tabanı) özel soğutma devreleri kurulmalıdır. Her durumda soğutma maddesi sudur. Kalıp sıcaklığı kalıplanmış parçanın görünüşünü, çekme payını, kalıplamanın zamanını vs. çok etkiler. Bu yüzden istenilen görünüş ve et kalınlığını sağlamak için soğutmanın önemi çok fazladır. Uygun kalıplama sıcaklığı 10 °C'dir.

Şişirme kalıplarının soğutulması genellikle su kullanılarak yapılır. Şişirilen içi boş polimerin ısısını uzaklaştırmak için kalıbın uygun şekilde soğutulması gereklidir. Soğutma suyu kanalının, kalıbın her yerini homojen olarak soğutmaya imkân verecek şekilde dizayn edilmiş olması tercih edilir. Özellikle üst ve alt parçalara soğutma suyu kanallarının bağlanması gereklidir. Soğutma boruları kalıbın içindeki kalıp boşluğunun arkasına yakın bir şekilde yerleştirilen kalıp içindeki deliklerdir ve soğutulacak yüzeylerde iyi bir sıcaklık dağılımı temin eder. Erimiş mal birikmelerinin bulunabileceği yerlere (özellikle şişe boğazlarının girişi ve tabanı) özel soğutma devreleri kurulmalıdır. Her durumda soğutma maddesi sudur. Tabii ki hava, aynı zamanda ısının uzaklaştırılmasında yardımcı olur.

1.1.2.8. Cıvatalar

Standart bağlantı elemanıdır. Kalıp üzerinde bulunan elemanların ve kalıbın bağlanmasında kullanılır. Genellikle gömme başlı cıvatalar kullanılır. Korozyona karşı krom alaşımlı cıvatalar tercih edilir.

1.1.2.9. Hava Tahliye Kanalları

İyi bir ürün elde edebilmek için şişirme esnasında kalıp içeresinde hapis olan havanın dışarı atılması gereklidir. Bir taraftan hava kanalları veya vent delikleri konularak ve diğer taraftan tüm yüzey pirelendirilerek hava dışarı atılabilir. Yüzeyler kum püskürterek pürüzlendirilebilir. Tahliye delikleri 0,1 ila 0,2 mm çapında tutulur. Çukurun meydana geldiği yerde, gözenekli metal tapa kullanılır.

Kalıp kapatıldığında kalıp ayrılma hattında (parting line), hiç boşluk, oyuk olmamalıdır. Kalıp parçalarının birleşme çizgisi boşluk ihtiva etmemelidir. Burada kılavuz sütunlar ve konik kilitleme önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

İyi çalışan bir şişirme kalıbında aranan diğer bir özellik de içi boş kalıp ve şişirme sırasında hapsolan havanın dışarı atılmasıdır. Bir taraftan hava kanalları veya vent delikleri konularak ve diğer taraftan bütün yüzey pürüzlendirilerek hava dışarı atılabilir. Bütün yüzey kum püskürtmek sureti ile pürüzlendirilebilir. Tahliye şu şekilde yapılabilir:

- Uygun pürüzsüz yüzey elde etmek için 100 ile 200 mesh arasındaki kum ile kumlama işlemi yapılır.
- Tahliye deliği 0,1 ile 0,2 mm çapında tutulur (çukurun meydana geldiği yerde).
- Kalıp ek yerinin ventini iyileştirmek için bir yüzeysel oyuk temin edilmiştir.
- Çukurun meydana geldiği yerde, gözenekli metal tapa kullanılır.

Pinch-off kısmı dediğimiz yapıştırma (kaynak) ve kesim kısmı çok iyi dizayn edilmelidir. Film hortumu (parison) sıkıştırıldığı zaman yukarı ve aşağıdaki kesim ağızlarına çok dikkat edilmelidir.

Sivri kesme kenarı, geniş açı iyi bir kesim fakat kötü bir kaynağa neden olur. Geniş kesme kenarı, geniş açı tam tersi iyi bir kaynak kötü bir kesime neden olur. Geniş ve keskin olmayan ağızlar ile kalıbın içerisine yeterli miktarda plastik akacağından çok sağlam bir kaynak elde edilebilir. Fakat film hortumunun (parison) kalıp dışında kalan fazla parçalarını kesmek mümkün olmaz. Şayet mümkünse bu kesme işleminin ürün kalıp içerisindeyken yapılması arzu edilir. Kesme ağızları aşırı derecede zorlama ve gerilmelere maruz kaldığından aşınmaya dayanıklı çelikten yapılmalı ve değiştirilebilir parçalar hâlinde olmalıdır. Pinch-off kısmının dizaynı, kalıp parçasının şekli, büyüklüğü, et kalınlığına bağlı olarak yapılır. Otomatik bir üretim elde etmek için malın sıkıştırılan parçası şişirme işleminden sonra kalıp içindeki kıskaçlı segmanlar aracılığı ile alttan ve üstten koparılır.

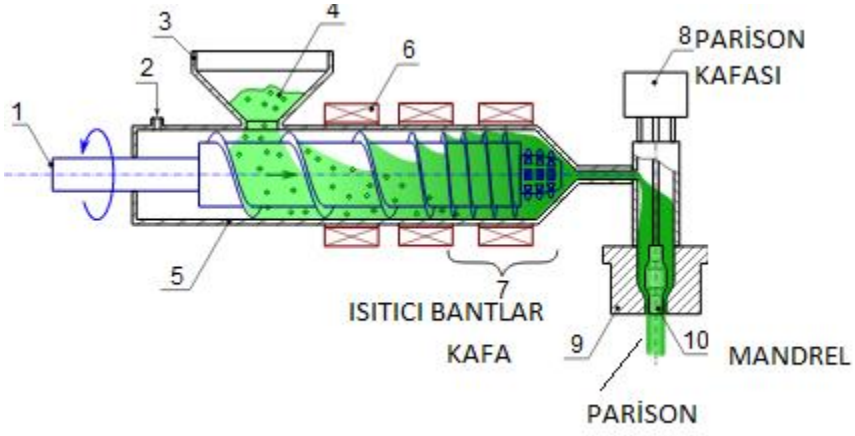
Bir diğer kalıplama süreci ile ekstruderin çıkışını birleştiren müteaddit kalıplar kullanan sürekli ekstrüzyon kalıbı dönen teker üzerine monte edilmiş kalıplar kullanır. Bu metotta muhtelif kalıplar gereklidir. Bir süre kalıbın biri parisonu bağlamak için kapanırken baştaki kalıp parçayı şişirme durumundadır ve diğer kalıplar parça soğurken kapalı durumdadır. Tekerin etrafında hareketsiz kaldıktan sonra kalıp parçayı fırlatmak için açılır ve yeni bir parison bağlamak için hazırlanır. Bu sistemde tekerin dönme hızı ve tekere monte edilen kalıpların sayısı ekstruder çıkış hızına eşitlenir. Tekerin dikey yerine yatay monte edildiği eşdeğer sistemler geliştirilmiştir.

1.1.3. Ekstrüzyon Şişirmede Parisonun Tanımı ve Özellikleri

- **Parison kafası:** Eriyik hâldeki ham maddeyi yatay bir akış ile parison adı verilen akışkan hortum hâlinde dışarıya veren sistemdir. Parison kafasının esas işlevi ekstrüderden gelen erimiş ham maddeyi dikey bir iletimle akışkan hortuma dönüştürmek ve akışkan hortumun (parison), üretim ihtiyacına göre duvar kalınlığının ayarlanmasını sağlamaktadır. Ekstrüderden gelen erimiş ham maddeyi parison hâline getirmek için kafa içinde yer alan merkezi besleme kafası şekil ve işleyiş bakımından çeşitlilik gösterse de genel olarak tercih edilen ham maddenin akışkanı rahatlatan ve hızlı renk değiştirmesini sağlayan makinelerde kullanılan örümcek tip denilen şeklidir.
- **Parison:** Şişirme makinelerinde plastik ürün imalatı için oluşturulmuş yarı erimiş ham maddenin basınçlandırılarak aralarında belirli bir mesafe olan bir erkek bir dişi çene arasından çıkması ile meydana gelen yarı erimiş polimer tüpe parison denir. Bu çıkan sıcak ham maddenin üretilecek ürün kalıbında basınçlı hava şişirilip ve soğutulmasıyla ürün elde edilir. Ekstrüderden ekstrüdere silindir ve kafa sıcaklıklarının ayarı farklılık gösterdiğinden parison sıcaklığı için standart bir değer yerine standart bir aralık kullanmak daha sağlıklıdır. Uygun parison sıcaklığı 170 – 200 oC arasındadır. Makinelerde erkek ve dişi çene arasındaki aralık sabit olup dolayısıyla aşağıya doğru akan yarı erimiş ham madde (parison) kalınlığı hep aynı olmaktadır. Bu kalınlığın aynı olması, kalıp içerisinde basınçlı havaya maruz kalan plastiğin esnemesine böylece köşeler, tutamak ya da boğaz noktalarında cidar kalınlığının istenenden az olmasına sebep olmaktadır. Bu hassas noktalardaki cidar kalınlığını artırmak maksadıyla yapılacak olan erkek ve dişi çene arasındaki mesafeyi artırma işlemi ürünün düz çeperlerinde gereğinden fazla plastik ham maddesinin yığılmasına sebep olmaktadır. Bu temelde ürünün cidar kontrolü, parison kontrollü programlayıcıya yüklenir ve ürün kesit profili ekrandan takip edilebilir. Çizilen

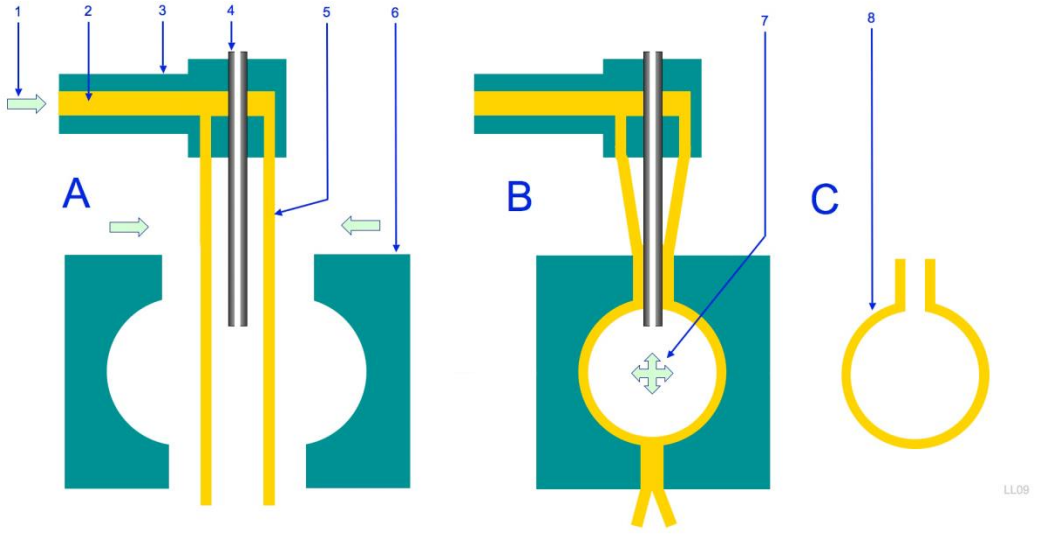
kesit profili ışığında programlayıcı erkek ve dişi çeneler arasındaki boşluğu gereken değere ayarlar ve akan sıcak ham maddenin kalınlığının gereken düzeyde olması sağlanır. Eğer ekstrüderden çıkan parison uzun ve geniş ise, üfleme kalıbına girmek için beklerken ağırlığı nedeniyle uzamaya ve kopma noktasına gelebilir. Bunun için erimiş parison açık havada uzun süre asılı olarak bekletilmemelidir. Bu durumu engellemek için büyük kapların imalatının yapıldığı şişirme kalıplama hatlarında, kalıbın içinde bir depolama sistemi bulunur. Şişirme kalıplama sistemi hazır oluncaya kadar ekstrüder erimiş malzemeyi şişirme kalıplama sistemindeki depoya besler. Kalıp açılıp ürün dışarı atılınca depoda bekleyen erimiş mal alınır ve kalıplanır. Böyle bir sistem büyük kapların imalatında ayrıca zaman tasarrufu sağlar.

Bir diğer tanım, dikey bir akışla erimiş plastiğin yönlendirilme ve parisonun oluşturulma safhasıdır. Ekstrüzyon şişirmede yarı erimiş tüpe parison adı verilir. Bu, direkt olarak ekstrüderden sıcak ve yumuşak hâlde getirilip akışkan hortum olarak kafadan dışarı çıkartılır. Parisonun aktığı kafaya ekstrüzyon kafası, şişirme kafası ve parison kafası da denilmektedir.



Şekil 1.6: Parison üretim sistemi

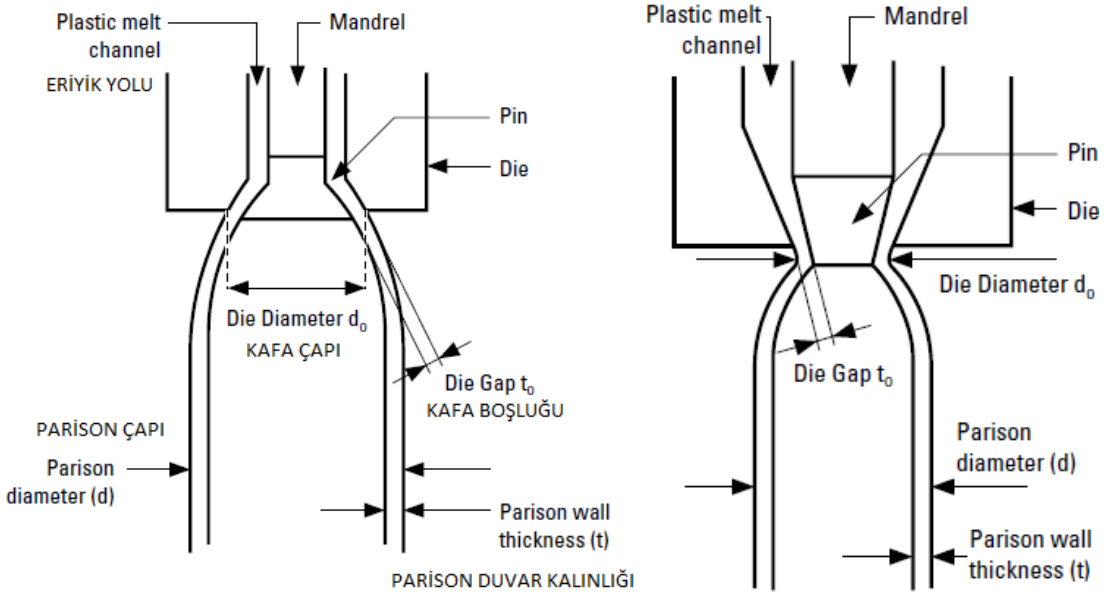
Aşağıdaki şekilde parison üretim aşamaları gösterilmiştir. 1. Ekstruderden gelen eriyik plastiğin akış yönünü gösteriyor. 2. Sarı renkle gösterilen plastik eriyik 3.kafa kalıbı ve mandrel 4. Şişirme pini 5. Parison 6. Kalıp 7. Şişirme basıncının uygulanması 8. Şişirilmiş ürün



Şekil 1.7: Parison oluşumu ve şişirme

Sürekli ekstrüzyon şişirme makinelerinde akümülatör ekstrüzyon kafası tasarımı yapılırken etkili olacak birkaç parison özellikleri ve bilinmesi gereken hususlar şunlardır:

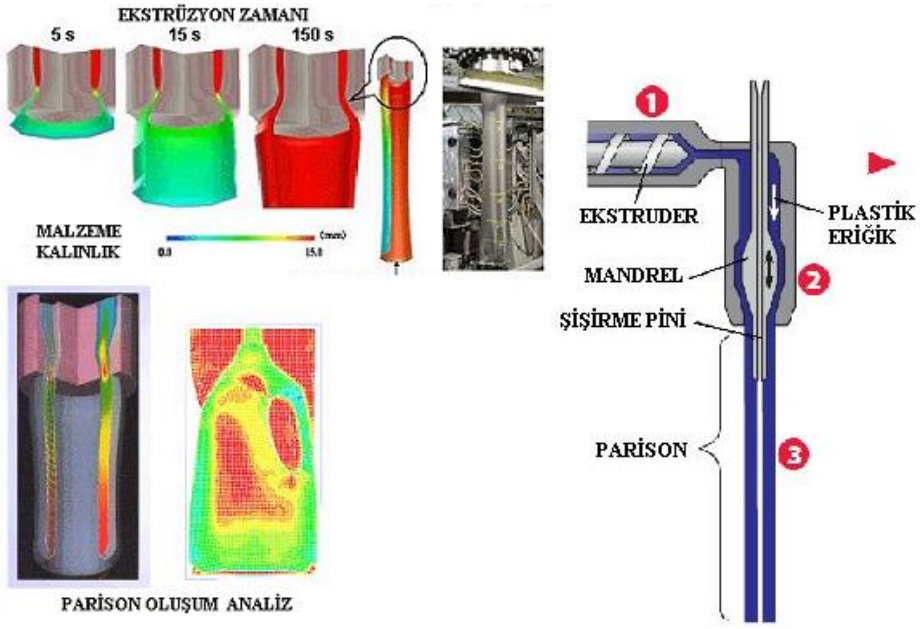
- Parison çapı
- Şişirme (artış kalınlığı ve çapı)
- Parison duvar kalınlığı
- Parison yüzeyi



Şekil 1.8: Parison duvar kalınlığı (die) kafa tasarımı

Parison kalınlığı “şişirme” $= \frac{t}{t_0} = Ts$ Parison çapı ”şişirme” $= \frac{d}{d_0} = Ds$

Parison çapı, (die) kafa çapı tarafından parison "şişme" ve "sarkma" (germe, yer çekimi altında) esas olacak şekilde belirlenir. Etkili olan diğer kontrol faktörleri vardır. Bu özellikler erime sıcaklığı ve diğer reçine özelliklerinin yanı sıra ekstrüzyon (push-out) hız ve kafa (die) / şişirme pin geometrisidir.



Şekil 1.9: Ekstrüzyon şişirmede parison oluşumu

1.1.4. Şişirme Atölyesinde Güvenli Çalışma ve Uyulması Gereken Emniyet Kuralları

Bir kimsenin güvenli çalışma alışkanlığını ve titizliğini, eğitim öğretim gördüğü dönemlerde kazanması ve bunu bütün iş hayatı boyunca devam ettirmesi sadece kendini ilgilendiren bir davranış değil aynı zamanda iş yerinde diğer çalışanların güvenliğini de ilgilendiren bir davranıştır. Şişirme atölyesinde verimli ve sağlıklı bir üretim yapmak için öncelikle bilinmesi ve uyulması gereken emniyet kuralları vardır. Bu kurallar çevremizin, kendimizin güvenliğini sağlamak için ve makinelerde sağlıklı bir üretim yapabilmek için uyulması gerekli kurallardır.

Genel güvenlik ve emniyet kuralları şunlardır:

- Kılık kıyafetinize dikkat ediniz. İş önlüğü giyiniz. Yırtık ve düğmesiz önlük giymeyiniz. Kolye, künye, uzun saç gibi çalışmanıza engel olabilecek unsurları ortadan kaldırınız.
- Şişirme atölyesinde kullanılan bütün makine, tesis, alet ve avadanlıkları tanıyınız, öğretmeninize danışarak atölye düzenini öğreniniz.

- Bilmediğimiz makinelerin ayarlarına, kontrol mekanizmalarına dokunmayınız, çalışan kısımların içerisine elinizi, kolunuzu sokmayınız.
- Atölye aydınlatma ve havalandırmasının standartlara uygunluğunu kontrol ediniz.
- Şişirme makinelerine kalıp bağlarken uygun kaldırma ve taşıma araçlarını seçiniz, kalıbı mümkün olduğu kadar ağırlık merkezinden askıya alınız.
- Kalıbı mengeneye bağlarken uygun anahtarlar, bağlama araçları kullanınız, bağlama kurallarına uygun olarak yeterli sıkılıkta bağlayınız.
- Şişirme makinesinde kalıp bağlama, sıcaklık ve basınç ayarlarının yapılmasında öğretmeninizle iş birliği yapınız.
- Makine koruma ve muhafazalarının kontrollerini düzenli olarak yapınız.
- Şişirme makinesinin temizliğini ve bakımını her yapılan üretimin sonunda yapınız, yağlama sisteminin kontrolünü düzenli yapınız.
- Makinede çalışırken dikkatli olunuz, dalgınlığın bir kazaya sebep olabileceğini unutmayınız, arkadaşınızla şakalaşmayınız.
- Kafadan akan sıcak parisona, sıcak bıçağa dokunmayınız.
- Üretilen ürünlerin depolama ve tasnifini düzgün, kurallara uygun yaparak atölyede dağınıklığa izin vermeyiniz. Toplam kalitede, tertip ve düzenin önemini unutmayınız.
- Atölyede asılı bulunan güvenlik tedbirleri levhalarındaki açıklamalara uygun davranınız.
- Üretim bittikten sonra makineyi açma-kapama talimatnamesindeki kurallara uygun olarak kapatınız.
- Atölyedeki enerji dağıtım panosunda bulunan ana şalteri kapatarak enerjiyi kesiniz, soğutma sistemini kapatınız.
- Atölyenin tertip ve düzenini sağlayıp temizliğini yapınız. Atölyeyi bir sonraki üretim faaliyetine hazır hâle getiriniz.

1.2. Enjeksiyon Yöntemiyle Şişirmede Kullanılan Kalıplar

Enjeksiyon şişirme metoduyla üretilen ürünlerin kalıplama süreçleri ve kalıpların genel yapısı ekstrüzyonla şişirme sistemine benzer özelliklere sahiptir. Şişirme teknolojisi ve kullanılan plastik malzeme farklılıklarından dolayı farklı özelliklere sahiptir.



Şekil 1.10: Enjeksiyon şişirme kalıpları

1.2.1. Enjeksiyon Şişirme Kalıp Çeşitleri

PET ürünlerin üretiminde enjeksiyon şişirme kalıpları kullanılır. Bu kalıplarda diğer kalıplarda olduğu gibi ürünü şeklini veren hacimsel bir boşluk vardır. Kalıp boşluğu (cavity) içerisinde ön biçimlendirilip ısıtılmış tüp şeklindeki (preform) polimer malzeme şişirilir.

Enjeksiyon şişirme makinelerinde ön biçimlendirme, makinede bulunan preform kalıbında yapılır. Daha sonra sıcak preform şişirme kalıplarında şişirilerek ürün oluşur. Enjeksiyon gerdirme, şişirme makinelerine preform üretilmiş olarak hazır gelir. Bu preformlar fırınlarda ısıtılıp şişirilerek ürün oluşturulur. Üretim miktarlarına göre enjeksiyon şişirme kalıplarını şu şekilde sınıflandırabiliriz:

1.2.1.1. Tek Gözlü Enjeksiyon Şişirme Kalıbı

Üretim sayılarının fazla olmadığı yerlerde kullanılır. Kalıp her çevrimde bir şişe üretir.



Resim 1.6: Tek gözlü enjeksiyon şişirme kalıbı

1.2.1.2. İki Gözlü Enjeksiyon Şişirme Kalıbı

Kalıp her açma kapamada ve çevrimde iki şişe üretir.



Resim 1.7: İki gözlü enjeksiyon şişirme kalıbı

1.2.1.3. Dört Gözlü Enjeksiyon Şişirme Kalıbı

Üretim miktarlarının yüksek olduğu durumlarda şişirme kalıpları dört veya makinenin kapasitesine bağlı olarak çok gözlü yapılırlar. Her çevrim basamağında dört veya daha fazla

(göz miktarı kadar) üretim yaparak kapasite arttırılıp birim maliyetler düşürülür. Günümüzde kullanılan şişirme makineleri saatte 600 ile 60000 adede kadar üretim yapabilmektedir. Burada makinenin hızı kadar kullanılan kalıbın çok gözlü olma özelliği de önemlidir. PET şişe talebinin artmasına paralel olarak makine hızları ve çoklu kalıp özellikleri yaygınlaşmıştır.



Resim 1.8: Dört gözlü enjeksiyon şişirme kalıbı

PET enjeksiyonda silindirik kesitli şişelerden başka prizmatik, oval kesitli şişelerde üretilebilmektedir. İstenen estetik ve görünüşe göre kalıplar yapılır. Kalıplar ürün analizleri yapılıp CAD CAM programları ile tasarımları yapılarak talaşlı imalat atölyelerinde hassas olarak yapılır. Şişirme kalıplarında şişirilen preformlar enjeksiyon kalıplarında üretilir. Preform kalıpları çok gözlü olarak yapılır. Şişenin saydamlık ve renklendirilmesi preform enjeksiyonu yapılırken katkı maddeleri katılarak yapılır. İyi bir şişirme için preform hatasız kalıplanmalı, uygun ağırlıkta olmalıdır.

1.2.2. Enjeksiyon Şişirme Kalıp Elemanları ve Özellikleri

Enjeksiyon şişirme kalıbında kullanılan elemanlar şunlardan oluşur:

1.2.2.1. Gövde

Ürüne şeklini veren kalıp boşluğunun bulunduğu kısımdır. Alaşımlı çelik veya alaşımlı alüminyum malzemeden yapılır. Kullanılan malzeme dayanımı yüksek ve iyi parlatılabilir özellikte seçilir. Gövde yapımında tercih edilen 3.4265 (DIN) kalitede alüminyum (7075) çok yüksek aşınma direncine sahiptir. İşlenebilirliği ve yüksek sertliği nedeni ile oldukça iyidir. İyi parlatılabilirlik ve boyutsal hassasiyete sahiptir. Kalıp boşluğu (cavity) çok iyi kalitede parlatılır veya krom kaplanır.

1.2.2.2. Taban Kalıbı

Şişenin taban kısmını oluşturur. Kalıp alt kısmında hareketli olarak kılavuzlanmıştır. Taban kalıbı hareketli diskin alt tablasındaki kola monte edilmiştir. Taban geri çekilerek kalıbın serbest kalmasını sağlar. Kalıp açıldığı zaman taban kalıbı geri çekilir, ürün taban üzerinde kalır, maşalar yardımıyla buradan alınır. Kalıp kapanırken yukarı kalkarak kalıp içerisindeki yuvaya oturur. Taban kalıbı alaşımlı çelik malzemeden yapılır. 60 – 62 HRC sertlik değerine ısıl işlem ile getirilir.

1.2.2.3. Bağlantı ve Taşıma Plakaları

Bağlantı plakaları kalıbın taşıma ünitesine montajını sağlar. Genellikle imalat çeliğinden yapılır.

1.2.2.4. Soğutma Kanalları

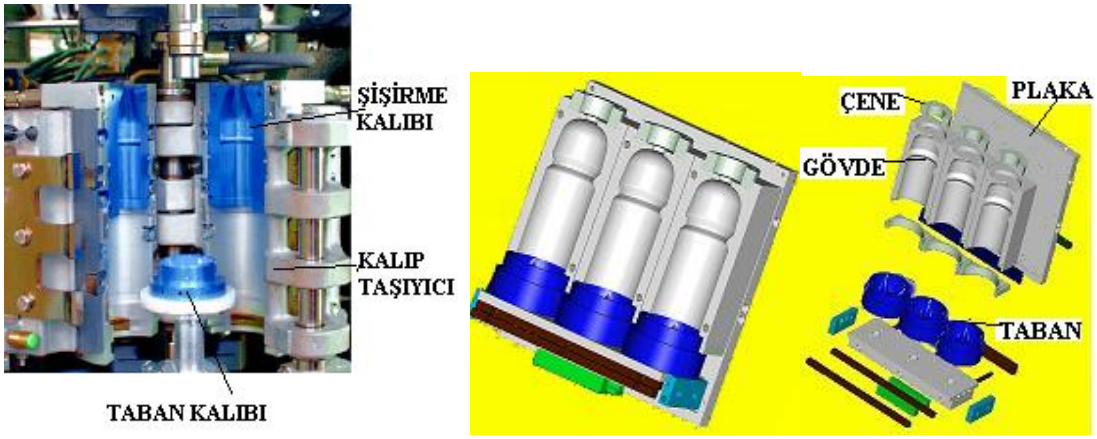
İstenilen kalitede bir ürün elde edebilmek için kalıbın dengeli olarak soğutulması gereklidir. Soğutma kanalları gövde içeresine kalıp boşluklarının çevresine açılır. Özellikle preformun oturduğu çene kısmının soğutulması gereklidir. Soğutucu madde olarak kireçsiz su kullanılır.

1.2.2.5. Çene

Preformun vida, boğaz kısmı iki çene yarımı arasına yerleştirilir. Çene kalıp boğazına gömülüp vidalarla çektirilerek bağlanır. Alaşımlı çelik (1.2316 DIN) malzemeden yapılır. 55 HRC sertliğindedir. Preformun oturacağı vidanın, boğaz kısmı hassas olarak işlenir, yüzey kalitesi işlenerek yükseltilir.

1.2.2.6. Hava Tahliye Kanalları

Şişirme yapılırken içeride hapsolan havanın dışarı atılması gereklidir. Bu amaçla kalıpta hava tahliye kanalları açılmıştır. Bu kanallar kalıp birleşim yerlerinde, taban kısımlarında 0,1 – 0,2 mm genişliğinde olur.



Şekil 1.11: Enjeksiyon şişirme kalıbı elemanları

1.2.3. Enjeksiyon Şişirmede Preformun Tanımı ve Özellikleri

- **Preform:** Şişirilerek kalıplanacak polimer malzemeden enjeksiyon kalıplarında farklı et kalınlıkları ve gramajda ön biçimlendirilerek tüp şeklinde elde edilen üründür.



Resim 1.9: Preform

Preformlar üretilecek şişenin biçimi, ağırlığı ve hacmine göre farklı gramaj ve boylarda yapılır. Aşağıdaki resimde ölçüleri gösterilen örnek preformun ağırlığı 52 gramdır. Preformlar enjeksiyon makinelerinde üretilip robotlar, konveyörler, transfer üniteleri ile şişirme makinesinin besleme deposuna getirilir. Yukarıda resmi verilen preform kalıpları çok gözlü olarak yapılarak üretim hızı artırılır, maliyet düşürülür.

Preform kalıp elemanları plastik kalıp çeliklerinden yapılır. Kalıpta üretilen preformlar 24 saat bekletildikten sonra üretime verilir. Ayrıca preformlar kalite kontrol ünitesinden geçirilerek hatalı ve eksik olanlar ayrılır. Özellikle sızdırmazlık, çatlak testleri yapılır, gramajları, boyutları, duvar kalınlıkları kontrol edilir. Aşağıdaki tabloda (Tablo 1.1) verilen şişe hacimlerine göre preform ölçüleri şöyledir:

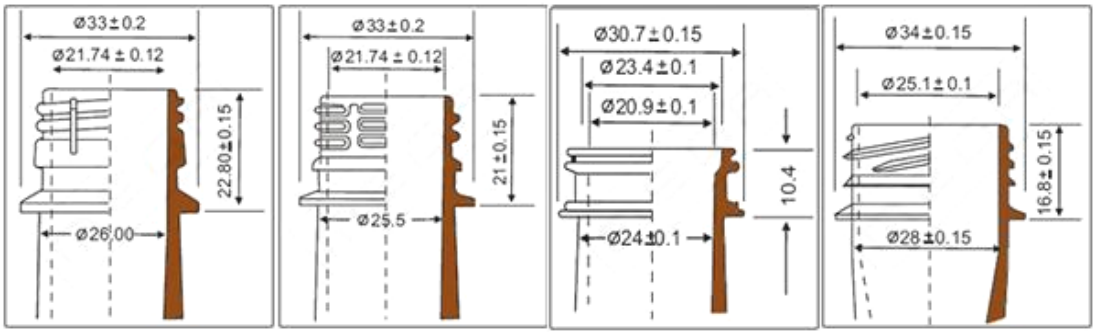
ŞİŞE HACMİ (litre)	**2 – 2,5**	**0,75 – 1**	**0,33 – 0,5**	**0,25- 0,33**
Ağırlık (gram)	52	36	16,50	19
Duvar kalınlığı (mm)	3,73	3,77	2,50	3,21
Toplam uzunluk (mm)	155	114	85	85
Preform gövde uzunluğu	134	93	66,50	64
Dip çapı (mm)	26,90	26,32	21,10	22

Tablo 1.1: PET şişelerde kullanılan preformlar

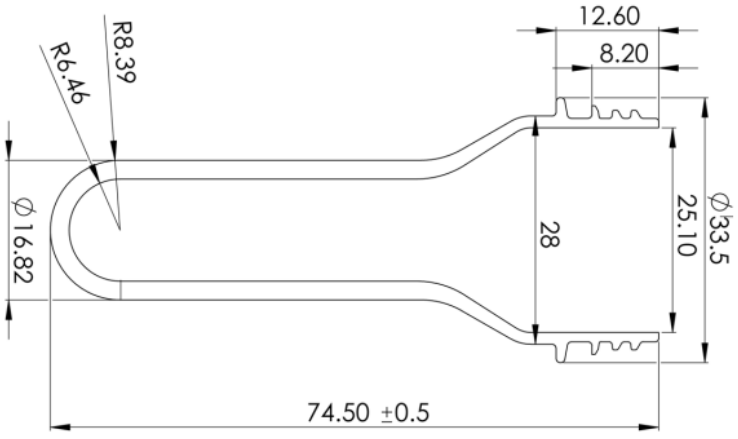


Resim 1.10: Preform ve şişirilmiş ürünler (2-2.5 litrelik pet şişe preformu)

Şişirme teknolojisinde üretilecek olan şişenin biçimi, kesiti, boyutları ve kullanım yeri preformun şekillendirilmesinde ve oluşumunda etkin faktörlerdir. Ayrıca dolum yapılacak ürünün kimyasal özellikleri, kapak sistemi, renk ve ışık, çevre gibi faktörlerde preform üretiminde göz önünde bulundurulması gerekli hususlardandır. Yani şişirilmiş mamul ürünün son biçimini preformun şekil ve yapısını belirler. Preformların vidalı boğaz kısmı şişirmede plastik şekil değişimine uğramayan kısmıdır. Bu kısımlar ISO standartlarında yapılırlar, kapak bu kısımlara vidalanır.

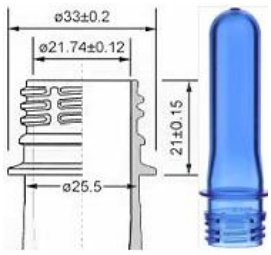
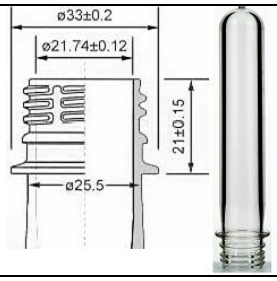
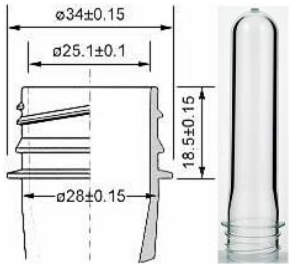


Şekil 1.12: Çeşitli preform boğaz kesitleri



Şekil 1.13: 10,5 g PET ölçüleri

Preformlar ağırlıklarına ve şişe hacimlerine göre sınıflandırılır. Aşağıda verilen tabloda bazı preform çeşitlerinin özellikleri ve kesitleri verilmiştir.

19 Gramlık Preform	Ağırlık g	19	
	Et kalınlığı mm	3.21	
	Toplam uzunluk mm	85	
	Boğaz yüksekliği mm	21	
	Şişe dolum hacmi cc-litre	250-330 cc	
	Alt çap mm	22	
33 Gramlık Preform	Ağırlık g	33	
	Et kalınlığı mm	3.77	
	Toplam uzunluk mm	114	
	Boğaz yüksekliği mm	21	
	Şişe dolum hacmi cc-litre	750cc–1 lt	
	Alt çap mm	26.32	
16.50 Gramlık Preform	Ağırlık g	16.50	
	Et kalınlığı mm	2.50	
	Toplam uzunluk mm	85	
	Boğaz yüksekliği mm	18.50	
	Şişe dolum hacmi cc-litre	0,33–0,50 litre	
	Alt çap mm	21,10	

Tablo 1.2: Bazı preform boyutları

1.2.4. Şişirme Kalıplarının Üretiminde Kullanılan Malzeme Özellikleri



Resim 1.11: Şişirme kalıbı malzemesi ve işlenmesi

Kalıbın etkin şekilde çalışmasında, malzeme seçimi önemli yer tutar. Malzeme seçiminde aranan özellikler, kalıbı kullanırken istenilen özellikleri karşılamasıdır. Kalıbın servis ömrü ve malzeme kalitesi arasındaki ilişki genellikle aşağıdaki gibi ifade edilir.

MALZEME	ISI İLETKENLİĞİ	DAYANIKLILIK
Dökme demir	İyi değil.	Mükemmel
Çelik	İyi değil.	Mükemmel
Alüminyum	Mükemmel	İyi
Çinko alaşımı	Mükemmel	İyi
Berilyum bakır	Mükemmel	Mükemmel

Tablo 1.3: Şişirme kalıplarında genel malzeme özellikleri

Şişirme kalıpları, üretilecek ürün sayısına ve hacmine göre dökme demir, çelik, alüminyum, çinko alaşımı ve berilyumlu sert bakır alaşımlarından yapılır. Çelikten dört kat daha fazla ısıl iletkenliği olan, düşük yoğunluğu nedeniyle kalıpların üçte bir oranında hafif olmasını sağlayan alüminyum kalıp malzemesi çok kullanılmakta ve tercih edilmektedir. Gövde bu malzemeden üretilir. DIN-malzeme no.su 3.4365 kalitede alüminyumdur (7075).

Bu malzemenin özellikleri şunlardır:

- Çelikten dört kat daha fazla ısıl iletkenliği vardır.
- Düşük yoğunluğu nedeniyle, kalıplar üçte bir oranında daha hafif olur daha kolay taşınır.
- Hızlı talaş kaldırılabilme özelliği nedeniyle çok ekonomik işlenebilir.
- Isıl işlem gerektirmez. Gerekirse sert anotlama yapılabilir.
- Alüminyum alaşımları takım çeliklerine göre korozyona daha dayanıklıdır.
- Yüzey sertliği krom veya fosfor-nikel kaplama ile artırılabilir.
- Sertlik değerleri 180 – 190 HB, ısıl iletkenliği 130 W/m.K.
- Yoğunluk 2,80 kg/dm3, elastikiyet modülü 72,103 N/mm2.
- Yüksek sıcaklıklara dayanımı kısa süreli max. 160 °C –uzun süreli max. 120 °C,
- % kimyasal bileşimi Cu 1.2-2, Mn 0.30, Mg 2,1-2.9, Cr 0,18-0.28, Zn 5,1-6.1, Si 0.4, Fe 0.5, Ti 0.2, Ti+Zr 0,25 kalanı Al'dır.

Şişirme kalıplarında kullanılan bir diğer malzeme de berilyum bakırdır (sert bakır alaşımı).

Bu malzemenin özellikleri şunlardır:

- % kimyasal bileşimi Co 1, Ni 1, Be 0,5 kalanı Cu'dur.
- Çökelme sertleşmesi ile sertleştirilmiş, yüksek sıcaklığa dayanımı olan yüksek sertlikte bakır alaşımıdır. Islah işlemine ve nitrürasyona uygun değildir. Yüksek ısıl iletkenliği vardır. Tel veya dalma erozyonla şekillendirilebilir.
- Sertlik 220 – 260 HB arasındadır.
- Isıl iletkenliği 300 W/m.K, Yoğunluk 8,8 g/cm^{3}tür.

Bu malzemelerin dışında dökme demir, yüksek basınç gerektiren üretimlerde de alaşımlı çelikler kullanılmaktadır. Özellikle çabuk sertleşen, yüksek çekirdek mukavemeti olan ve iyi parlatılma özelliği bulunan 1,2764, 1,2833, 1,2738, 1,2718, 1,2711 gibi alaşımlı çelik malzemeler kullanılabilmektedir.

Plastik şişirme kalıp malzemesi seçerken göz önünde bulundurulması gereken hususlar şunlardır:

- Ekonomik işlenebilirlik
- Isıl işlemde minimum boyut değişikliği
- İyi parlatılabilirlik
- Yüksek basma mukavemeti
- Yüksek aşınma dayanımı
- Yeterli korozyon dayanımı

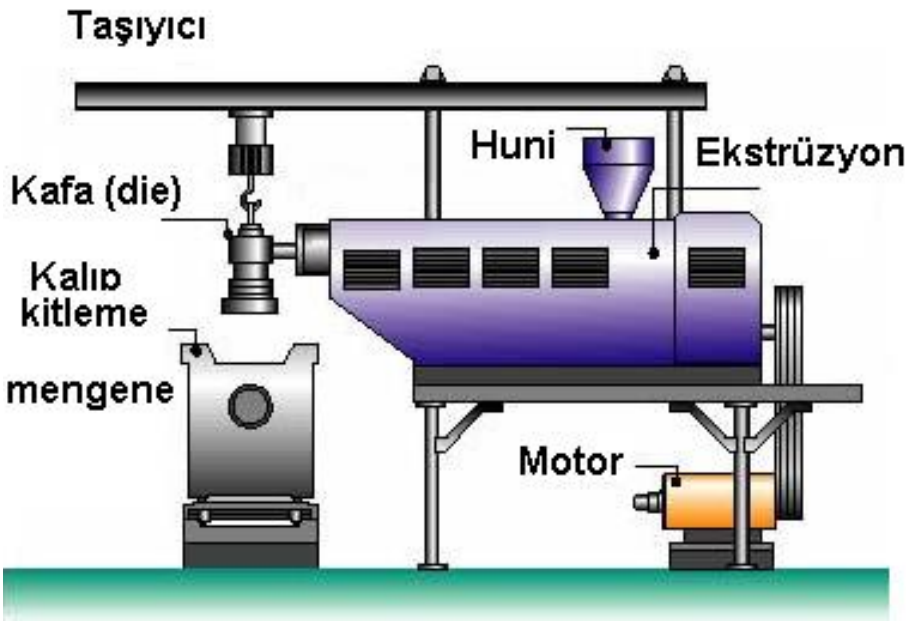


Resim 1.12: Şişirme kalıbı elemanları

1.3. Kalıp Bağlama

Ekstrüzyon şişirme kalıpları, makinenin mengene kısmına parisonun aktığı şişirme mandrelinin ekseninde bağlanır. Şişirme makineleri tek veya çift mengeneli olarak yapılır. Kalıbın açılıp kapanması, kalıbın aşağı yukarı hareket ettirilmesi mengene ile yapılır. Mengenenin bu hareketleri, hidrolik bir güç ünitesinin tahriki ile gerçekleşir. Kalıp mengeneye bağlanmadan önce askı kancalarına alınır. Daha sonra caraskal veya vinç ile mengene plakası aralarına getirilir. Kalıp yarımları kapalı konuma getirilerek merkezleme flanşı yardımı ile saplama cıvataları ve pabuçlar vasıtası ile emniyetli bir biçimde bağlanır. Mengeneye bağlanmış olan kalıplar sıcak parisonu kapatıp içine aldıktan sonra bıçak ile kesimi yapılarak şişirme istasyonuna taşınır. Bu taşıma işlemini (GUMP) büyük taşıma ünitesi ve (PUMP) küçük taşıma ünitesi yapar. Kalıp taşıma ünitesi diskin iç kısmındaki bir menteşeye takılıdır. Yönlendirme iğne rulmanlarla sağlanır. Kalıp taşıma ünitesi hareketli diske bağlı kola monte edilmiştir. Kalıplar birbirine geçmiş tekerlek ve kam dişlileri ile donatılmış bir sürgü yardımı ile açılıp kapanır. Kalıp yarımlarının hareketleri simetrik olmalıdır. Bu yüzden rulman ve dişli sistemleri ile kalıp açma ve kapama hareketleri birbirine bağımlı hâle getirilmiştir. Kalıp kapandıktan sonra kilitleme gerçekleşir.

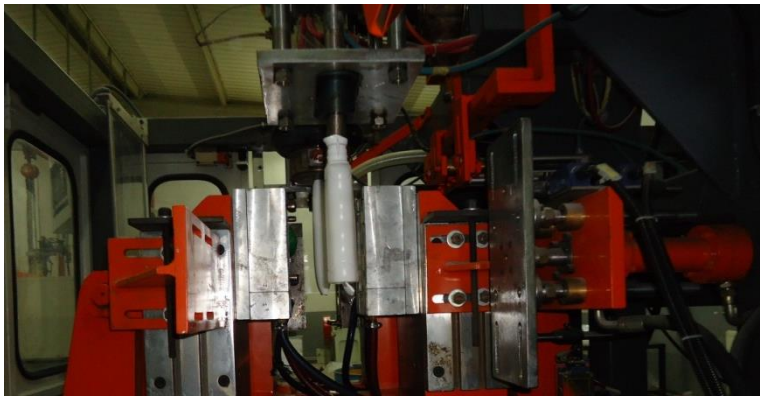
Kalıp bağlandıktan sonra açma kapama mesafelerinin ayarı yapılır. Açma mesafesi şişirilen ürünün kalıptan kurtulmasını sağlayacak kadar olmalıdır. Gereksiz büyüklükte açma-kapama mesafesi verilmemeli, zaman ve enerji kaybı yaratılmamalıdır. Kalıp bağlantısı yapıldıktan sonra soğutma için su hortumları bağlanır. Su hortumu parisonun akışını engellemeyecek, sağlıklı bir biçimde bağlanmalıdır.



Şekil 1.14: Şişirme kalıp bağlama

UYGULAMA FAALİYETİ

Atölyenizde mevcut bulunan bir şişirme kalıbını şişirme makinesine bağlayarak üretime uygun hâle getiriniz.



Resim 1.13: Ekstrüzyon şişirme makinesi

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Makinenin ana şalterini açınız.	➢ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➢ İş önlüğünüzü giyiniz. ➢ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➢ Eldiven giyiniz. ➢ İlk önce atölyenin ana şalterini daha sonra makinenin şalterini açınız.
➢ Kalıp yarımlarını askıya alınız.	➢ Kalıp taşıma halkasını takıp sıkınız. ➢ Kalıp yarımlarını asmak için kullanılacak askıyı, taşıma araçlarını öğretmeninizden temin ediniz. ➢ Askıların sağlamlığını kontrol ediniz. ➢ Kalıbı askıya alırken muhakkak kaldırma ve taşıma aracı kullanınız. ➢ Askıya alırken kalıbın altında durmayınız, kendinizi emniyete alınız. ➢ Kalıbı askıya alırken asla acele etmeyiniz, dikkatli olunuz. ➢ Kalıbı askı zincirine halkasından geçirerek kaldırınız.
➢ Kaldırma araçlarını ve şişirme kalıbını makine üzerindeki uygun konuma getiriniz.	➢ Kaldırma araçları ile kalıbı makinenin bağlantı yapılacağı yere getiriniz. ➢ Kalıbı mandrel kafanın eksenine getirip merkezlemesini yapınız. ➢ Kalıp bağlantı plakası ve mengene arasında herhangi bir parçanın olmamasına dikkat ediniz. ➢ Kalıbın bağlantı parçalarını temizleyip hazırlayınız. ➢ Kalıp yüzeylerinin ve boşluk kısımlarının çizilmemesine özen göstererek askıya alınız.

	➢ Kalıp merkezleme flanşlarını veya pimlerini mengenenin ilgili kısmına yerleştiriniz.
➢ Kalıbı makineye bağlantı parçalarını sıkmak suretiyle tespit ediniz.	➢ Rulman ve dişli ayarlarını yaparak mengenenin hareket simetrisini sağlayınız. ➢ Mengene ve buna bağlı kalıp açma kapama mesafesini parison akış ve şişirilen ürünün çıkartılmasını göz önünde bulundurarak yapınız. ➢ Gereksiz büyüklükte açma kapama mesafesi vermeyiniz. ➢ Mengene kapama ve kilitleme değerlerini kalıba gereksiz basınç ve zorlama oluşturmayacak şekilde kontrol ünitesinden veya basınç kontrol valflerinden ayarlayınız.
➢ Soğutma sistemi bağlantılarını yapınız.	➢ Soğutmada kullanılacak hortum, rakor ve anahtarları öğretmeninizden temin ediniz. ➢ Kalıp soğutma kanallarının giriş ve çıkışlarını kontrol ederek tespit ediniz. ➢ Su kanallarının tıkalı olup olmadığını hava vererek kontrol ediniz. ➢ Hortumu kelepçeler vasıtası ile kalıbın giriş ve çıkış kısımlarına bağlayınız. ➢ Soğutma ünitesinin kontrolünü yapınız. ➢ Kalıp su giriş çıkış kısımlarını sızdırmazlığı için teflon bant ile yalıtım yapabilirsiniz. ➢ Hortumları uygun büyüklükte seçiniz. Hortumların çatlak olmamasına özen gösteriniz.
➢ Kalıbı askıdan kurtarınız.	➢ Kalıp yarımlarının bağlantılarından ve soğutma sistemi bağlantılarından sonra kalıbı askıdan kurtarınız. ➢ Kalıp askı işinde kullandığınız kaldırma ve taşıma aracını kalıp halkasından kurtarıp atölyenin uygun bir yerine götürünüz. ➢ Kalıp askı halkasını kalıp üzerinden sökünüz, daha sonra tekrar kullanmak üzere muhafaza ediniz. ➢ Makinenin mengene ünitesinin açma kapama ve kilitlemelerini çalıştırarak kontrol ediniz.
➢ Bağlantıları kontrol ediniz.	➢ Kalıp bağlantı yerlerini son kez kontrol ediniz. ➢ Soğutma sistemini tekrar gözden geçirip kontrolünü yapınız. ➢ Kalıp açma ve kapama yaparak çalışma simetrisini kontrol ediniz. ➢ Soğutma suyunu açarak dolaşımı kontrol ediniz. ➢ Tüm bağlantıları kontrol ettikten sonra öğretmeninize gösteriniz. ➢ Eksik görülen yerleri gözden geçirerek tekrar yapınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Çalışma ortamını hazırladınız mı?		
2.	Çalışma alanınızı kalıp bağlamak için hazırladınız mı?		
3.	Kalıbı güvenli bir şekilde askıya aldınız mı?		
4.	Kalıbı kaldırma araçları ile uygun konuma getirdiniz mi?		
5.	Kalıp yarımlarının yönlerini kontrol ettiniz mi?		
6.	Bağlantı cıvata, pabuç ve saplamalarını temin ettiniz mi?		
7.	Bağlama araçlarını mengeneye uygun yerleştirdiniz mi?		
8.	Kalıbın bağlantısını emniyetli olarak yaptınız mı?		
9.	Kalıp çalışma simetrisini ayarladınız mı?		
10.	Mandrele göre bağlantı ayarını yaptınız mı?		
11.	Kalıp açma, kapama ve kilitleme mesafelerini gerekli değerler arasında yaptınız mı?		
12.	Kalıp soğutma kanallarını kontrol ettiniz mi?		
13.	Soğutma bağlantılarını uygun olarak yaptınız mı?		
14.	Kalıbı askıdan emniyetli olarak aldınız mı?		
15.	Tüm bağlantıları kontrol ettiniz mi?		
16.	Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
17.	Süreyi iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirmeye" geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. İçi boş plastik eşyaların (şişe, bidon, tüpler, tanklar, kavanozlar, yakıt depoları vb.) üretiminde kullanılan, iki parçalı, şişirilecek eşyanın dış hatlarını oluşturan boşluğu içeren, demir, çelik, alüminyum, çinko alaşımlı malzemelerden yapılmış hassas seri üretim araçlarına ne ad verilir?

A) Ekstrüzyon kalıbı
B) Şişirme kalıbı
C) Enjeksiyon kalıbı
D) Termoset kalıbı

2. Enjeksiyonla şişirmede yarı mamul tüpe ne ad verilir?

A) Preform
B) Parison
C) Mandrel
D) Kalıp

3. Ekstrüzyon şişirme makinelerinde dikey bir akışla kalıba yönlendirilen, yarı erimiş tüpe ne ad verilir?

A) Preform
B) Parison
C) Mandrel
D) Kalıp

4. Çeşitli plastik ham maddeleri (PET, PBT, PP, PVC vb.) ısıtıp plastikleştiren, bunları uygun bir kalıp içerisinde üfleme metoduyla şişirerek içi boş plastik kapları üreten makinelere ne ad verilir?

A) Enjeksiyon makinesi
B) Ekstrüzyon makinesi
C) Film makinesi
D) Şişirme makinesi

5. PET şişeler hangi metot ile üretilir?

A) Vakumlama
B) Ekstrüzyon şişirme
C) Enjeksiyon şişirme
D) Rotasyonel kalıplama

6. Büyük kalıpların taşınması amacıyla kullanılan sisteme ne ad verilir?

A) Makara
B) Kriko
C) Pump
D) Gump

7. Ekstrüzyon şişirme kalıplarında kesme ve yapıştırma yapan kısım aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kolonlar
B) Boğaz
C) Pinch-off
D) Ürün boşluğu

8. Ekstrüderden gelen sıcak akışkan plastiği dikey olarak eşit kalınlıklarda aşağıya yönlendiren kısım aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kafa kısmı
B) Kovan
C) Ekstrüder
D) Kalıp

9. İyi bir şişirme yapılabilmesi için uygun parison sıcaklık aralığı ne olmalıdır?

A) 140–150 °C
B) 100–200 °C
C) 120–140 °C
D) 170–200 °C

10. Ekstrüzyon şişirmede normal şartlar altında üfleme basıncı hangi değerlerde olmalıdır?

A) 4–10 kg/mm²
B) 10–20 kg/mm²
C) 2–5 kg/mm²
D) 40–80 kg/mm²

11. Büyük hacimli içi boş parçalar şişirme teknolojisinden başka hangi üretim metodu ile elde edilebilir?

A) Sıkıştırma ile kalıplama
B) Rotasyonla kalıplama
C) Vakumlama ile kalıplama
D) Fışkırtma ile kalıplama

12. Şişirme makinelerinde üfleyerek şişirmeyi gerçekleştiren kısım aşağıdakilerden hangisidir?

A) Preform
B) Ekstrüder
C) Kalibrasyon mandreli
D) Kalıp

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında plastik şişirme makinesinde istenilen özellikte ürün elde etmek için ham madde hazırlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde şişirme kalıplama makineleri ile üretim yapan plastik işleme fabrikalarını ziyaret ediniz.
- Şişirme ile üretimde kullanılan ham maddeleri araştırınız.
- Şişirme ile üretimde kullanılan katkı maddelerini araştırınız.
- Şişirme ile üretimde ham madde hazırlama tekniklerini araştırınız.

2. HAM MADDE HAZIRLAMAK

2.1. Şişirme Kalıplamada Kullanılan Plastikler

Şişirme kalıplamada kullanılan plastik malzemeler geniş bir çeşitliliğe sahiptir. Ekstrüzyon şişirmede sınırlı olmamakla birlikte en çok kullanılan plastik malzemeler HDPE, LDPE, PP, PVC, BAREX ®, PET, K reçine, PETG, ve polikarbonattır. Enjeksiyon şişirme ile şişe üretimi için yaygın olarak kullanılan plastik malzemeler: HDPE, LDPE, PP, PVC, BAREX ®, PET ve polikarbonattır.

2.1.1. Termoplastikler-Polyesterler

Ambalaj malzemelerinin yaklaşık yarısını plastikler oluşturur. Plastik ambalajlar kaynak tasarrufu sağlarken atık oluşumunu da azaltır. Ambalaj sanayii neden plastikleri tercih eder?

Çünkü plastikler;

- Satılan gıdaları taze ve temiz tutar.
- İlave koruma sağlar.
- Kırılmadıkları için yaralanmaya neden olmaz.
- Ambalajlanan malın çok çarpıcı şekilde sunulmasına imkân verir.

Termoplastik poliesterler ambalajlama sektöründe çok kullanılan önemli bir malzemedir. Termoplastik poliester terimi, en önemli üyesi polietilentereftalat PET olan yüksek kaliteli bir polimer grubunun genel adıdır. Ayrıca polibütilentereftalat (PBT) da ambalajlamada önem taşımaktadır.

Termo plastik polyesterlerin başlıca özellikleri şunlardır:

- Oda sıcaklığı ve düşük sıcaklıklarda mükemmel tokluk ve eğilme dayanımı,
- Yüksek enerji absorpsiyonu,
- Yüksek aşınma dayanımı,

- Esneme ve yaylanma özelliği,
- Yüksek kimyasal dayanım ve yaşlanma dayanımı yüksek yüzey parlaklığı ve boyana bilirlik,
- Kolay ve ekonomik işlenebilirlik,
- Düşük sıcaklıklarda bile yüksek darbe ve çentikli darbe dayanımı,
- Özellikle cam elyaf takviyeli tiplerde yüksek sıcaklık dayanımı (120 °C'ye kadar servis sıcaklığı),
- Organik çözücülere, yakıtlara, yağlayıcılara ve hidrolik yağlara karşı yüksek kimyasal dayanımdır.



Resim 2.1: Termoplastik poliesterler

2.1.1.1. PBT-Polibütilentereftalat

Yarı kristal yapıya sahip olan polibütilentereftalat (PBT), iyi rijitlik, kimyasal direnç, yüksek sıcaklıklarda çok iyi boyutsal kararlılık, mükemmel elektriksel özellikler ve düşük nem emme gibi özellikleri bir arada bulundurur. Özellikle cam elyaf takviyeli olanları; ısıya karşı dirençleri, boyutsal kararlılık ve düşük nem emme özellikleriyle ısıya karşı dayanıklı parçaların üretilmesi, elektrik, elektronik, haberleşme ve otomotiv endüstrisinde kullanılmaktadır. Buji kapaklarının imalatında, tamponlarda, radyatör ızgaralarının yapımında PBT kullanımı otomotiv sektöründe kullanımına örnek olarak verilebilir. Ayrıca cam elyaf katkılı çeşitleri yüksek ısı direncine sahip olduğundan, prizler duylar adaptörler, el feneri gövdesi, bilgisayar klavyeleri, telefon ve faks makinelerinin gövdeleri gibi parlak yüzey ve hassasiyet istenen yerlerde kullanım alanı bulur. Hafiflik, iyi mekanik özellikler, iyi görünüş, ısı ve elektriksel yalıtkanlık, kimyasallara direnç gibi özellikleriyle plastikler uzun zamandan beri metal malzemelerin yerini almaya başlamıştır ve devam etmektedir.

Ancak çok büyük hacimlerde ve miktarlarda plastik malzeme kullanımı ve kullanım sonrası atılması insanoğlunu çevre problemleri ile karşı karşıya getirmektedir. Katkılı ve katkısız plastik atıkların geri dönüşümü, ekolojik açıdan ve ekonomiklik açısından önem arz etmektedir. Genellikle plastik endüstrisinde birincil geri kazanım olarak bilinen mekanik geri dönüşüm uygulanır. Bu yöntem, genellikle enjeksiyon yöntemi ile parça üretimi esnasında oluşan hatalı ürünleri kırarak elde edilen kırık malzemeyi orijinal polimer malzemeye kabul edilebilir oranlarda katarak yeni ürünün mekanik ve fiziksel özelliklerini bozmadan yapılan işlemdir.

PBT doğrusal poliester olup sırası ile tereftalik asit veya tereftalik asit dimetil esteri etilen glikol veya 1,4 butandiol ile reaksiyonu sonucu üretilir. Teknik olarak kullanılan ham maddelerin polimerleşme derecesi genellikle 90 ^{0}C ile 200 ^{0}C arasında olup kullanım yerine göre değişir. PBT kesikli veya sürekli sistemlerde üretilebilir. Kesikli sistemlerde üretim

kapasitesi düşüktür ve ürün özellikleri her üretimde farklı olabilir ancak daha ucuz üretim imkânı vardır. Yüksek üretim kapasitesinde ve sürekli sabit bileşimde ürün eldesi için sürekli sistemde üretim gerekir. PBT'nin özelliklerinin uygulama alanına göre geliştirilmesi için işlenme sırasında çeşitli katkı maddeleri ilave edilir. PBT'nin en önemli özelliği yarı kristal yapıya sahip oluşudur. PBT'nin cam fiber ile güçlendirilmesi birçok uygulamada önemli rol oynar. Malzemenin ısıl, mekanik ve elektriksel özellikleri önemli ölçüde değişir. Poliesterlerin, özellikle elektrikli alet üretiminde kullanıldıklarında yangın geciktirici kimyasallar içermesi gerekir. PBT'ye katkı maddeleri işleme sırasında ilave edilebildiği gibi önceden katkılı poliesterler de hazırlanabilir. Katkı ilavesi genellikle çift vidalı ekstrüderler veya yoğurma makineleriyle gerçekleşir. PBT'nin özellikle karbon siyahı dolgulu formları çevre koşullarına karşı dirençlidir. PBT mükemmel elektriksel özelliğe sahiptir. Elektronik korozyona uğramamaları, elektriksel özelliklerinin çevre koşullarında özellikle nemden etkilenmemesi vb. nedenlerle elektrik ve elektronik sanayiinde birçok uygulamada kullanılır.

PET ve PBT hemen her türlü vidalı enjeksiyon makinesinde işlenebilir. Pistonlu enjeksiyon kalıplama makineleri poliester işlenmesi için uygun değildir.

Özellikle standart üç bölgeli vidalar uygundur. İnce duvarlı bölgelerde enjeksiyon esnasında donmayı engellemek için enjeksiyon hızı çok yüksek tutulmalıdır. Enjeksiyon basıncı esas olarak basılacak parçaların duvar kalınlığına bağlıdır ve basınç kalıbın içine düzgün bir doldurma yapacak şekilde ayarlanmalıdır. Parçaların taşmamasını veya kalıba zarar gelmesini engellemek için enjeksiyon basıncından geri basınca dönmenin hassas bir şekilde yapılması gerekir. Yüksek kristal niteliğine rağmen PBT'nin büzülmesi önemli bir problemdir. Genellikle yüksek kalıp sıcaklıkları ile büzülme artar. Büzülme geri basınç ve kapama zamanının artırılmasıyla azaltılabilir. PBT ayrıca alkalilere, tuzlu suya ve klorlu suya da dayanıklıdır. PBT, standart poliester tipleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek elastikiyete sahiptir.

- **Kullanım alanı**

Termoplastik polyesterler levha, boru, film veya fiber gibi değişik şekille de kolayca ekstrüde edilebilir. PBT elektrik, elektronik haberleşme ve otomobil endüstrisinde kullanılır. Örneğin, elektrik motor aksamları, cihaz şasileri, kondenser kapları, elektronik cihazları için havalandırma pervaneleri, bağlantı serileri, bobinler, telefon dağıtım kutuları bu polyesterden imal edilebilir. Cam fiber katkılı PBT, yüksek sıcaklıklarda yüksek çarpma direnci gerektiren elektronik ateşleme buji kapaklarında kullanılmaktadır. Otomobil endüstrisindeki diğer uygulama alanları; pedallar, ızgaralar, hava filtre tutacakları, kül tablaları, emniyet kemeri parçaları, elektrikli aynalar ve kapı kollarıdır.

Özellikle cam fiber katkılı PBT; ütü, kızartma fırınları, fırın kapısı tutma kollarında kullanılır. Mutfak robotları, kahve makineleri, soba başlıkları, tost makineleri, vakumlu temizleme parçaları, saç bigudileri, saç kurutucuları, makas sapları örnek verilebilir.



Resim 2.2: (PBT) polibütilentereftalat malzeme ile üretilen örnek ürünler

2.1.1.2. PET-Polietilentereftalat

Termoplastik poliester terimi, en önemli üyesi polietilen tereftalat (PET) olan yüksek kaliteli bir polimer grubunun genel adıdır. Ayrıca polibutilen tereftalat (PBT) ve glikolle modifiye edilmiş PET (PETG) de ambalajlamada önem taşımaktadır.

PET'ten üretilen filmler gaz, aroma ve yağlara karşı ortalama ile iyi arasında bariyer özelliği göstermekte olup su buharı geçirmeme özelliği vardır. PET dayanıklı bir malzeme olup 60 oC ile kısa süreli işlemlerde 200 oC arasında işlenebilme özelliği vardır. Polietilen teraftalat kısmen kristal miktarı arttıkça artar. Poliesterlerde dezavantaj sayılabilecek bir özellik nispeten düşük olan camsı geçiş sıcaklıklarıdır. Bu dezavantaj nedeniyle malzeme sıcak dolum yapılan işlemlere uygun değildir ve sıcak dolum yapmaya uygun hâle getirebilmek için belli bir sıcaklıkta kalıp içinde kristalleştirme veya daha yüksek sıcaklık dayanımı olan başka bir polimer ile karıştırma veya koekstrüzyon uygulanabilir.

Sıcaklıkta şekillendirmeye uygun, yönlendirilmemiş filmler mevcut olmakla birlikte PET'in film uygulamasının ambalaj malzemesi olarak önemli bir payı yoktur. İki yönde gerdirilmiş PET filmden ise çok çeşitli ürünler yapılmaktadır. Yönlendirme, malzemenin saydamlığını, dayanımını ve geçirgen olmama özelliğini artırır. Kısa süreli sıcak işlemlere uygun olması, yönlendirilmiş PET filmlerin (genellikle 12 mikronmetre kalınlığında) geniş bir sıcaklık aralığında kullanılmaya uygun, geçirgen olmayan esnek kompozitler için temel malzeme olmasını sağlamıştır. 150 derece ye kadar olan sıcaklıklarda sıcak işleme uygun olması dolayısıyla PET film, otoklavda sterilize edilmesi gerekli malzemenin üretiminde de kullanılır.

Poliester malzeme 200–220 oC'de sıcak hava ile çalışan fırınlarda kullanılan fırın tepsisi yapımında kullanılır. Bu tepsiler kristalize edilebilen PET'ten veya PBT kaplanmış özel karbondan üretilmektedir.

İki yönde gerdirilerek yönlendirilmiş poliesterden yapılan şişeler, geniş ağızlı kaplar ve kutular giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır. 1970'li yılların başından itibaren 1,5-2 litrelik PET meşrubat şişeleri geliştirilmiş olup ağırlık açısından taşınmada dezavantajı ve kırılma tehlikesi olan cam şişelerin yerini süratle almıştır. Bunun yanı sıra değişik boyutlardaki PET şişeler su, sıvı ve yağ ambalajlanmasında da kullanılmaktadır. Bu amaçla

dış yüzeyin PVC ile kaplanması veya amorf poliamid bariyer tabakasıyla ko-ekstrüzyonu yapılmalıdır.



Resim 2.3: (PET) polietilentereftalat malzeme ile üretilen örnek ürünler

2.2. Şişirme Kalıplamada Plastik Katkı Maddeleri

Polimer malzemeler yüksek molekül ağırlıklı, uzun, zincirimsi bir yapı gösteren polimer moleküllerinden oluşur. Örneğin, polieliten bir polimerdir. Bir polietilen zincir molekülü içinde, birbirine kuvvetli kovalent bağlarla bağlı binlerce küçük molekül bireyleri bulunur. Birbirine kuvvetle bağlı binlerce küçük bu molekül bireyleri polimer zincirini oluşturur. Polimerler, genellikle tek başlarına işlenerek kullanılmaz. Polimerler, içlerine çeşitli katkı ve dolgu maddeleri karıştırılarak (örneğin; boyar maddeler güneş ışığına karşı koruma için bazı özel katkılar, kaydırıcılar işleme kolaylığı sağlayan diğer katkılar) bir ön karışım hazırlanır. Bu karışıma; plastik işleme karışımı (kompound) diyoruz.

Günlük hayatımızın ve endüstrinin ayrılmaz bir parçası hâline gelmiş olan polimerler, malzeme olarak çok değişik özelliklere sahiptir. Bazı polimerler elektrik özellikleri, bazı polimerler optik ve termal özellikleri, bir başka grup da mekanik ve biyokimyasal özellikleri nedeni ile malzeme olarak tercih edilmektedir. Şişirme kalıplamada kullanılan plastik katkı maddelerinin belli başlıları şunlardır:

2.2.1. Renklendiriciler

Plastik malzemenin görünümüne estetik etki, renklendirme ile sağlanır. Renklendiriciler, kullanıldığı ortamda çözünebilen boyalar ile çözünemeyen ve ortamda ince tanecikler hâlinde dağıtılan, pigmentler olmak üzere genelde ikiye ayrılır. Boyalar saydamdır ve yapıya parlaklık verir. Ancak ışığa dayanıksızdır. Renklendirme birkaç şekilde sağlanabilir:

- Renk verici madde, plastiğin üretimi sırasında katılabilir.
- Renk verici madde, basit karıştırma ile, ekstrüzyon, kalender veya öğütücülerde plastiğin işlenmesi sırasında katılabilir.
- Plastik madde işlendikten sonra renklendirme yapılabilir.



Resim 2. 4: Renklendiriciler (masterbatch)

2.2.2. Dolgu Maddeleri ve Takviye Edici (Pekiştirici) Katkılar

Dolgu maddeleri, yapı ve bileşimleri ile polimerden çok farklı olan ve plastiklere katı hâlde karıştırılan katkılardır. Bu katkılar genellikle inorganik maddelerdir. Dolgu maddeleri inert dolgu maddeleri ve reaktif (etkin) dolgu maddeleri olarak iki kısma ayrılır. İnert dolgu maddelerinin, içine katıldıkları plastiklerde yaratması beklenen etkiler;

- Yoğunluğun artması,
- Elastiklik modülü ile sıkıştırılmaya ve esnetilmeye dayanımının artması,
- Kalıpta büzülme miktarının azalması,
- Sertliğin artması ve işlenmiş ürün yüzey özelliklerinin iyileşmesi,
- Isıyla deformasyon sıcaklığının artması,
- Ürün maliyetinin düşürülmesidir.

Reaktif dolgu maddelerinde ise içine katıldıkları plastiklerde yaratması beklenen etkiler;

- Kopma mukavemeti ve kopma geriliminin artması,
- Elastik modülünün artması, esnekliğin azalması,
- Isıyla deformasyon sıcaklığının artması,
- Kalıpta çekme miktarının azalması,
- Darbe dayanımının artması, yük altında soğuk akma özelliğinin iyileşmesidir.

Yaygın olarak kullanılan dolgu maddeleri ve takviye edici katkılar şunlardır:

- Karbonatlar (genellikle $CaCO_3$)
- Silikatlar (talk, asbest, kaolin, mika, çeşitli silikatlar)
- Silisyum dioksit
- Çeşitli mineraller
- Alüminyum trihidrat
- Karbon siyahı
- Organik dolgu maddeleri (odun talaşı, öğütülmüş fındık kabuğu vb.)
- Cam elyaf
- İçi dolu veya boş cam kürecikler
- Karbon elyaf, aramid elyaf vb.

Şişirme kalıplama malzemesi olarak çok kullanılan PBT ve PET plastik türlerinde dolgu maddesi olarak cam elyafı, cam kürecikleri ve mineraller kullanılır. Cam elyaf takviyeli PET ve PBT makine ve ekipman parçaları imalatında kullanılır. Cam kürecikler kullanılırsa elde edilen eşyanın yüzey sertliği daha yüksek olur. Kalıpta büzülme her boyutta homojen gerçekleşir ve işleme makinesi yüzeylerinin aşınması cam elyaf durumuna kıyasla daha azdır.

2.2.3. Plastikleştiriciler

Plastikleştiriciler, plastik işleme karışımlarına eklenen ve son ürün olan plastik eşyanın fiziksel ve mekanik özelliklerini değiştiren kimyasal maddelerdir. Plastikleştirici ile malzemenin erime ve camsı geçiş sıcaklıkları ile elastik modülü düşürülür. Ayrıca malzemenin kopma dayanımı ve sertliği azalır.

Başlıca plastikleştirici türleri;

- Ftalatlar,
- Klorlu parafinler,
- Fosfatlar,
- Epoksi plastikleştiriciler,
- Alifatik esterler,
- Polimerik plastikleştiriciler,
- Hidrokarbon "genişleticiler",
- Trimellitatlar,
- Di ve triesterlerdir.

Plastikleştiricilerde aranan özellikler şunlardır; yüksek saflık, renksizlik, tepkimelere karşı nötral, kokusuz olmaları ve hep aynı kalitede sağlanmalarıdır. Ticari plastikleştiriciler, genel olarak düşük veya yüksek viskoziteli sıvılardır. Az sayıda da olsa katı plastikleştiriciler de bulunmaktadır.

2.2.4. Darbe Dayanımını Arttırıcı Polimer Yapılı Katkılar

Darbe dayanımlarının düşük olması, termoplastiklerin çoğu için en önemli sorunlardan biridir. Darbe dayanımını artırmak için kullanılan polimer katkılar plastikten plastiğe değişmektedir. Polimer malzemenin, termoplastiğe belirli miktarların üstünde ve uygun karıştırma koşullarında katılması gerekmektedir. Böylece polimer katkı, darbenin kesiksiz olarak iletilebileceği uygun bir ağ yapı oluşturulabilmektedir.

Plastik türüne göre yaygın olarak kullanılan bazı darbe artırıcı polimer yapılı katkılar şunlardır:

- Etilen-propilen kauçuğu
- Sentetik kauçuklar
- Poli butadien
- Klorlanmış polietilen
- Etilen-vinil asetat kopolimeri
- Poliakrilatlar

2.2.5. Oksitlenme Önleyiciler

Plastik malzemede polimer yapının havanın oksijeni ve ışıma etkileri ile tahribatını önlemek için antioksidanlar kullanılır. Bu maddeler ya doğrudan doğruya oksijeni bağlar veya polimer ile kararlı bir ürün meydana getirerek oksitlenmeyi önler. Kullanım şekli plastik granülün imalatı sırasında bünyeye katılma ile olabileceği gibi plastik granülden parça basılmasında granüller arasına katmakla da olabilir. Kullanım oranı %0,1-2,5 kadar olup başlıca antioksidanlar fenoller aromatik aminler ve tuzları ile aminlerdir.

Kaymayı artırıcılar, yanmayı güçleştiriciler ve ısı dengeleyiciler (ısı stabilizatörleri), kristalliği düzenleyici gibi farklı özellik ihtiyaçları için farklı dolgu maddeleri de kullanılabilmektedir.

2.3. Ham Madde Hazırlamak

Şişirme teknolojisinde kullanılan plastik malzemeler ön hazırlık aşamalarından sonra üretimde kullanılmaktadır. Bu hazırlık aşamaları şu şekilde yapılmaktadır.

2.3.1. Enjeksiyon Şişirme Ham Maddesini Hazırlamak

Enjeksiyon teknolojisi ile üretilen ve günlük hayatımızda vazgeçilmez bir kullanım alanına sahip PET (polietilen tereftalat) malzemeler özellikle ambalajlama sektöründe yaygın bir yere sahiptir. Çünkü saflığı, direnci, saydamlığı, hafifliği ve güvenliği bu malzemeyi gazlı alkolsüz içecekler (CSD), su, soda, meyve suyu, sıvı yağ, kişisel bakım ürünleri, konserve ve diğer hazır yiyeceklerin vazgeçilmez ambalaj malzemesi yapmıştır. Polietilen tereftalat (PET), termoplastikler arasında oryente edilmiş kristal yapıda, zayıf asitlere, bazlara ve çoğu çözücülere karşı dayanımı olduğu kadar, sağlamlık, sertlik, parlaklık ve yüksek darbe dayanımı gibi özellikleriyle de üstündür. Oryente edilmiş PET'in gerilme dayanımı 8000 psi olup bu değer 30000 psi'ye çıkarılabilir. Oryente edilmiş PET'in gaz geçirgenliği diğer plastiklerin çoğundan daha düşüktür. Tipik PET reçinesi 260-280 °C arasında erir.



Resim 2.5: PET (polietilen tereftalat)

PET reçine normal olarak kristal yapılı pelletler şeklinde üretilmektedir. Tipik olarak kristalleşme %50 civarındadır. Ekstrüzyondan önce eriyikteki hidrolik enerji kaybına engel olmak için reçine, %0,005'ten daha az nemi olacak şekilde kurutulmalıdır. Kurutma,

nemlenme derecesi -40 °C olan kuru sıcak huni şeklindeki kurutucularla sağlanmalıdır. Tipik kurutma şartları saniyedeki 1 ila 2 ft'lik hava hızıyla 2 ila 4 saatte 150-180 °C'dir. Bu sıcaklıkta amorf reçinenin yumuşama ve yapışma meyli olduğundan alışılmış kurutma şekli, kurutucudaki birbirini izleyen problemlerden kaçınmak için reçineyi kristal hâlinde tutmaktır. Tipik ekstruder vidalarının besleme, geçiş ve ölçme alanları vardır. Sıkıştırma oranları 1,8 ve 3,2 arasındadır. Erime safhasında kalış zamanı ve kayma işini azaltmak için karıştırma bölgesi kullanılmaz. Tipik erime sıcaklığı 270 ile 300 °C'dir. Erime sıcaklığının alt sınırları tercih edilir zira bu sıcaklıkta polimerin bozulma ihtimali azalır. Birçok uygulamalarda optimum özelliğe ulaşmak için PET'in oriyente ve kristalize edilmesi gerekmektedir. Elyaf ve film ekstrüzyondan sonra malzeme amorf hâlde dondurulur. Bunu oriyentasyonu oluşturmak için tek eksenli elyaf ve çift eksenli film çekim prosesi takip eder.

Enjeksiyon şişirme teknolojisinde kullanılan PET resinler şişirilmeden önce ön şekillendirme yapılarak preformlar oluşturulur. Preformlar istenilen ürün hacmine uygun olarak enjeksiyon makinelerinde standart boyutlarda üretilir.



Resim 2.6: PET preformlar

PET şişe üretimi için gerekli PET preformu standart gramaj tablosu aşağıda gösterilmiştir.

Su Preformu		**Geniş Ağız Preform**			**PCO Ağız Preform**	
Gramaj	**Hacim**	**Ağız**	**Gramaj**	**Hacim**	**Gramaj**	**Hacim**
15 g	0,5 litre	38 mm	20 g	220-300 cc	20 g	0,5 litre
15,5 g	0,5 litre	38 mm	27 g	1000 cc	20 g	0,5 litre
18 g	0,5 litre	56 mm	14 g	220 cc	20 g	0,5 litre
26 g	1 litre	56 mm	28 g	360 cc	21 g	0,5 litre
28 g	1/1,5 litre	63 mm	16 g	225 cc	22,5 g	0,5 litre
28 g	1/1,5 litre	63 mm	25 g	250-400 cc	24 g	0,5 litre
30 g	1/1,5 litre	63 mm	28 g	250-500 cc	24 g	0,5 litre
32 g	1/1,5 litre	63 mm	31 g	850 cc	24,2 g	0,5 litre
34 g	1,5 litre	63 mm	34 g	700-800 cc	27 g	0,5 litre
34 g	1,5 litre	63 mm	43 g	800-900 cc	28 g	0,5 litre
35 g	1,5 litre	63 mm	45 g	1000 cc	31 g	1 litre
37 g	1,5 litre	68 mm	32 g	200-200 cc	33 g	1 litre
38,5 g	1,5/2 litre	83 mm	42 g	400-500 cc	35 g	1/1,25 litre
44 g	2 litre	83 mm	43 g	500-700 cc	35 g	1 litre

Tablo 2.1: PET preform standart gramajları

2.3.1.1. Kurutma

Uzunca karbon zincirlerinden oluşan plastiklerin hemen hemen tümü, kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak nihai üretim aşamasına gelene kadar çeşitli oranlarda nemi bünyelerine alır. Plastiklerin nem alma yüzdesi, ilk polimerize edilip üretildikleri anda kimyasal olarak belirgindir fakat bu oran nihai üretime gelene kadar ortam şartlarına bağlı olarak artabilir. Örneğin, üretildiği tesislerden nihai kullanıcıya dağıtılana kadar nakliye sırasında, nihai kullanıcının tesislerindeki değişik nem ve sıcaklık ortamına aniden geçiş yaptığı sırada, bu tesislerin deposunda işlenene kadar stoklandığı sırada, nihai plastik ham madde tüketicisi, plastik ham madde tesislerine geldiğinde, malzemenin sıcaklık değişiminden ve stoklamadan dolayı nemlenmesine karşı bazı tedbirler alabilir. Özellikle çok sıcak yaz ve çok soğuk kış aylarında konteyneri açmadan 7-8 saat bekleterek ve ham maddeyi stoklayacağı alanın nem ve sıcaklık oranını olabildiğince sabit tutarak ham madde içindeki nem oranının yükselmesini engelleyebilir. Ancak plastiğin nem oranı, yukarıda alınacak tedbirler ile belirli bir seviyede tutulmasına rağmen hemen hemen tüm plastiklerin nihai üretim esnasında çeşitli tekniklerle kurutulması gerekir.



Resim 2.7: Kurutma

2.3.2. Ekstrüzyon Şişirme Ham Maddesini Hazırlamak

Bütün plastik işleme makinelerinde üretim için gerekli ve üründe istenen özellikleri sağlayacak ham maddelerin hazırlanması aşaması önemli derecede bilgi ve beceri gerektirmektedir. Uygun olmayan ham maddeler bize istediğimiz kalitede ürün veremeyecektir. Ürün için istediğimiz kriterlerde katkı maddelerini ve plastik maddeyi seçmek ve bunları uygun dozajlarda homojen olarak karıştırarak ham madde hazırlamak prosesi şu şekilde yapılır.

Sınırlı sayıda girdinin sınırlı zaman ve ekipmanla üretilmesini batch (yığın, karışım) üretimi olarak tanımlayabiliriz. ISA'nın belirlediği kriterlere göre bir batch üretimine başlanabilmesi için tüm girdilerin hazır olması gibi bir zorunluluktan bahsedebiliriz. Kesikli veya sürekli üretimden farklı olarak batch üretimi ayları içeren sürelerde yapılabilir. Ancak sürenin tamamı ne olursa olsun ana kriter tüm malzemelerin üretime başlamadan önce hazır olması ve sırası geldiğinde batch içerisine ilave edilebilmesidir.

Batchlerin her zaman aynı kriterde ve kalitede tekrarlanma zorunluluğu batch uygulamalarında otomasyonu önemli bir faktör yapmıştır. Zaman ve insan gücü tasarrufuna olan katkısı, batch üretiminde meydana gelen kirliliğin azaltılmasındaki önemli rolü, fabrika otomasyonunun batch uygulamalarını da kapsamasına neden olmuştur.

PVC bazlı ürünler gelişen teknoloji ile birlikte yaşamımızın her alanında yer almaktadır. Masa sandalye kaplamalarından kablo yapımına, plastik kap üretiminden, sağlık sektöründe kullanılan yardımcı malzemelere kadar yaşam alanımızın her noktasında PVC bazlı ürünlerle karşılaşırız. Bilindiği üzere malzeme her ne kadar PVC bazlı da olsa içerisine konulan yardımcı katkı maddeleri (additivler) kulanım alanına göre farklılık göstermektedir. Bu farklılık genellikle sektör bazlı olmaktadır.

Üretilecek ürünün her zaman aynı kalitede olması üretimin olmazsa olmazlarının arasındadır. Sistem tasarımlarında otomasyonun kullanılmaya başlanması ile birlikte batch kalitesi de önemli ölçüde artmıştır. Üretimin her zaman aynı kalitede tekrarlanabilir olması sonraki zamanlarda maliyetlerin ve kirliliğin veya her ikisinin minimize edilebilmesi açısından önem arz etmektedir.

Başarılı bir batch kontrol geliştirmenin yolu temel üç ögeyi iyi oluşturmaktan geçmektedir. Bunlar;

- Ürünün nasıl yapılacağı, hangi malzemelerden oluşacağı (reçete),
- Üretimin yapılabilmesi için gerekli fiziksel şartlar (ekipmanlar),
- Ekipmanların hangi sıraya göre çalışacağıdır (kontrol şekli).

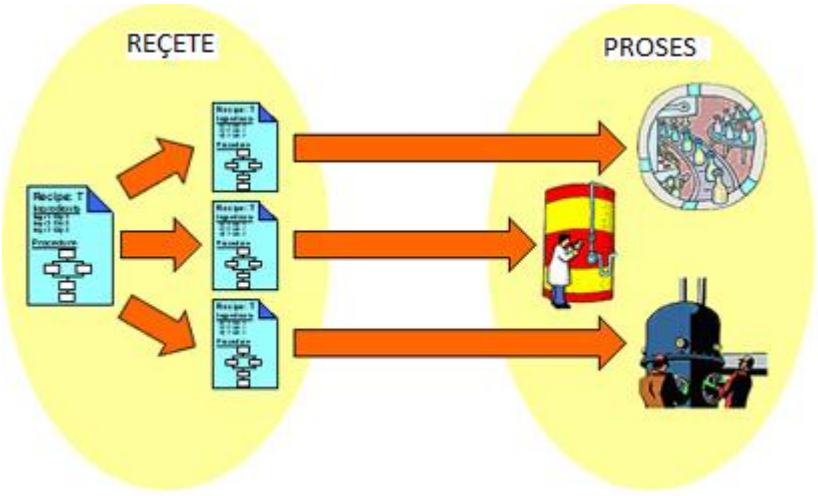
Batch üretiminin başlayabilmesi için sınırlı sayıdaki malzemelerin tamamının hazır olması gerekmektedir. Bütün plastik işleme makinelerinde kullanılacak ham maddeler için reçeteler hazırlanır. Bu işlem için reçete yönetim sistemi uygulaması bulunmaktadır. Kısacası bu sistem şu şekilde gerçekleştirilir.

2.3.2.1. Reçete (Recipe) Yönetimi

Reçete yönetimi reçete yaratan, saklayan ve reçeteleri yenileyen fonksiyonların tamamından oluşmaktadır. Reçete bir ürünün tanımlanabilmesi için gerekli minimum üretim koşullarının bilgisi olarak tanımlanabilir. Bir reçetede aşağıdaki bilgiler yer alır.

- **Başlık:** Bir reçetenin başlığı, reçetenin amacı, kaynağı, versiyonu, ürün tanımı, ortaya çıkış noktası, ürün, yazılış tarihi ve reçete ile ilgili genel kuralları kapsar.

- **Ekipman gereksinimleri:** Süreç gruplarını tanımlar ve bir batch üretebilmek için bu gruplarda olması gerekli özellikleri tanımlar. Bu özellikler, kapasite, karıştırma etkinliği, ısıtma etkinliği ve ekipmanın yapım malzemeleri olabilir.

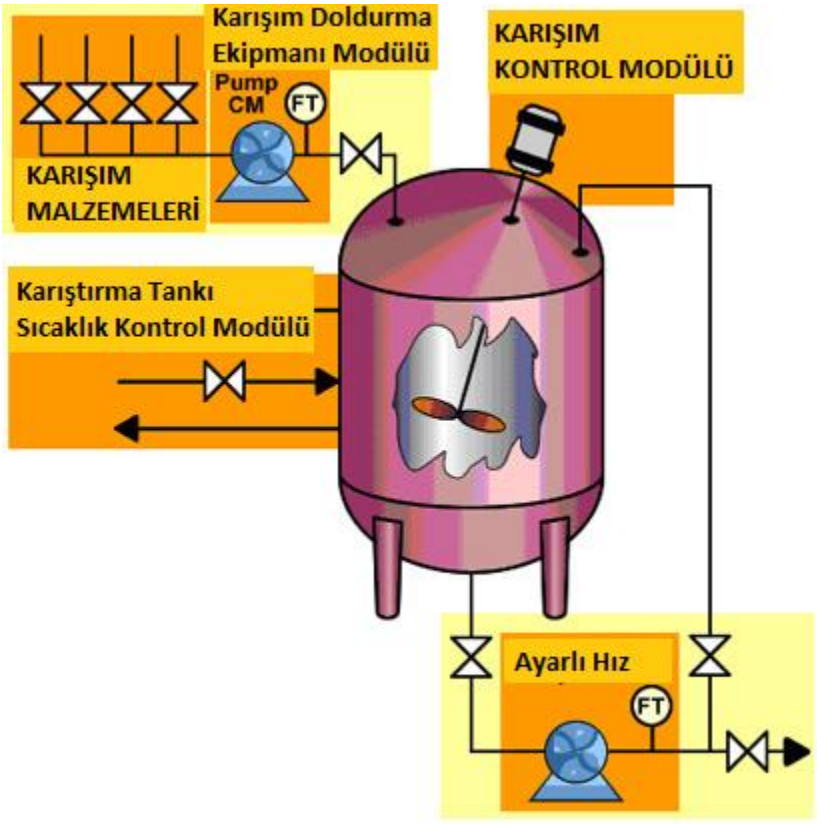


Şekil 2.1: Reçete yönetimi şeması

- **Formül:** Batch formülü malzeme girişlerini, çıkışlarını (bitmiş ürünler ve yan ürünler) ve reçete için gerekli süreç değişkenlerini kapsar.

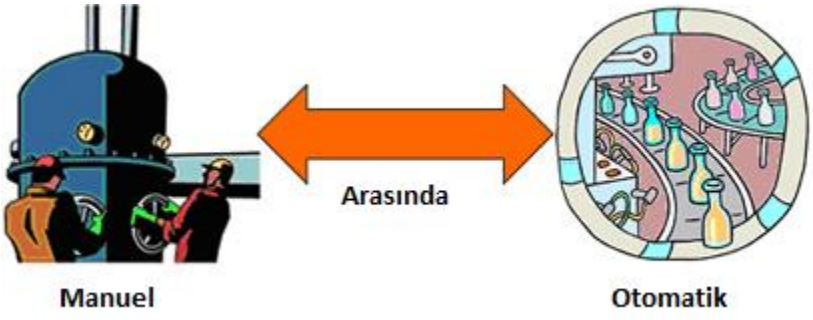
- **Yöntem (procedure):** Bir reçetenin yöntemi kullanıcının tanımladığı ve bir batch için gerekli kurallardan oluşmaktadır. Reçetenin ekipman gereksinimleri fazların iskemleme kapasitelerini tanımlar. Her bir işlem ve alt fazları bir süreç seti ile ilişkilidir. Bu fazlar belli bir sıra ile düzenlenir ve işleme konur.

- **Batch yönetimi:** Batch yönetimi, bir batch hazırlanması, kontrol işlemlerinin koordinasyonu, kontrol yöntemlerinin başlatılması ve donanım kullanımının yönetilmesi ve donanım kullanımı için gerekli stratejileri saptamaktadır. Kontrol algoritmalarının koordinasyonu aşağıdaki noktaları içermektedir.
  - Ekipmanların kapasitesi ve gözlenebilirliği
  - Ekipmanların her bir batch için rezervasyonu
  - Rezervasyon isteklerini sıralama
  - Ortak kullanılan kaynak donanım kullanımını yönetmek
  - Is yöntemlerini seçmek
  - İşlem özelliklerini değiştirmek



Şekil 2.2: Ham madde karışımı transfer modülü

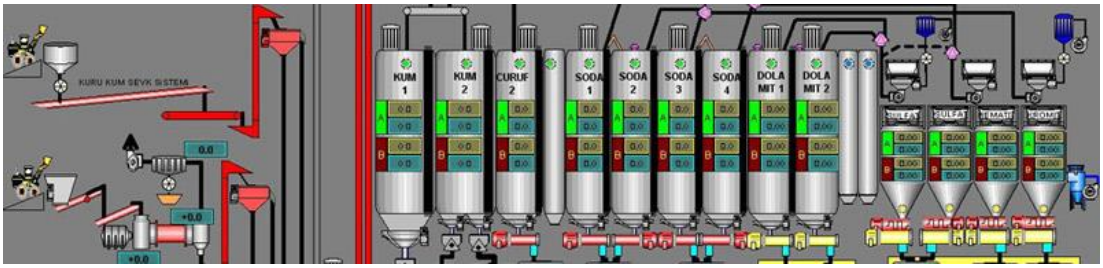
Tüm ekipmanlar reçetede belirtilen malzemelere göre kontrol birimi tarafından doğru zamanda doğru şekilde yönetilmektedir. Tüm bu işlemler operatör tarafından manuel, yarı otomatik veya otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir



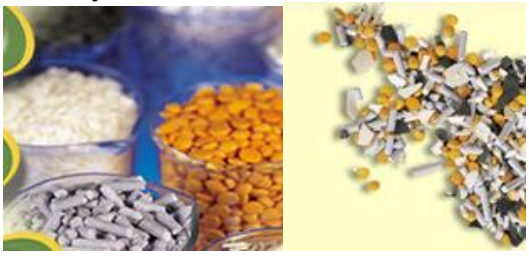
Şekil 2.3: Ham madde yönetimi

UYGULAMA FAALİYETİ

Atölyenizde mevcut bulunan bir plastik ham madde hazırlama ünitesinde önceden belirlenmiş şişirmeye uygun plastik ham maddeyi hazırlayınız.



Şekil 2.4: Ham made hazırlama

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Hazırlanacak ham maddede katkı maddelerini belirleyiniz. 	➢ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➢ İş önlüğünüzü giyiniz. ➢ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız. ➢ Makinede daha önce farklı bir ham madde karışımı hazırlanmışsa makineyi iyice temizleyiniz. ➢ Üretilecek olan ürünün özelliklerine göre karışıma ilave edilecek olan katkı maddelerinin özelliklerini araştırınız gerekirse öğretmeninize danışınız.
➢ Ham maddeleri karıştırıcıya doldurunuz.	➢ Ham maddeyi ve katkıları miksere doldurunuz. ➢ Beslemeyi elle veya bir emici ile otomatik olarak yapabilirsiniz. ➢ Ham madde ve katkıları karıştırıcıya doldururken yabancı maddelerin girmemesine özen gösteriniz.
➢ Homojen bir karışım elde edilinceye kadar karıştırınız. 	➢ Mikser kazanına alınacak olan ham madde otomatik olarak beslenecekse ilk önce mikser makinesini daha sonra besleme ünitesini çalıştırınız. ➢ Karışım elle beslenecekse ilk önce plastik ham maddeyi daha sonra katkı maddelerini kazana koyarak mikser makinesini çalıştırınız.
➢ Gerekiyorsa ısıtma kurutma işlemine tabi tutunuz.	➢ Plastik ham maddenin bulunduğu ortama bağlı olarak neminin alınması gerekliliğini

	öğretmeninize danışarak öğreniniz. ➢ Nemin alınması gerekiyorsa kurutma fırınını hazırlayınız. ➢ Kurutma esnasında sıcaklığın 120 °C'nin yukarısına çıkmamasına dikkat ediniz. ➢ Malzemenin cinsi ve özelliğini göz önünde bulundurarak fırında bekleme zamanı ve ön kurutma sıcaklığının kaç derece olacağını öğretmeninizden sorarak araştırarak öğreniniz.
➢ Soğutma işlemine tabi tutunuz.	➢ Soğuk mikserde soğutma işlemi yapılırken sıcak mikser kazanına yeni karışım alınıp alınmadığını kontrol ediniz. ➢ Karışım sıcaklığı 50 °C oluncaya kadar soğutma işlemini bitirmeyiniz.
➢ Karıştırıcıdan ham maddeyi boşaltınız. 	➢ Kurutma ve soğutma işleminden sonra ham maddeyi karıştırıcıdan makineye emici sistemi ile gönderiniz. ➢ Makinede emiciniz bulunmuyorsa elle doğrudan makine hunisine boşaltma yapabilirsiniz. ➢ Ham madde emici ayarlarını yapınız. ➢ Ham madde deposunun ağzını kapalı tutunuz, toz gibi yabancı madde girişini engelleyiniz.
➢ Karışımı kontrol ediniz.	➢ Isıları açmadan önce karışımı tekrar gözden geçirerek kontrol ediniz. ➢ Üretimde ihtiyaç duyacağınız tüm ham madde karışımını deponuzda hazır bulundurunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1.	Çalışma ortamını hazırladınız mı?		
2.	Karışımda kullanacağınız ham madde ve katkı maddelerini hazırladınız mı?		
3.	Makineyi kontrol ettiniz mi?		
4.	Makineyi ayarladınız mı?		
5.	Karışım maddelerini uygun biçimde makineye doldurdunuz mu?		
6.	Makineyi istenilen değerler ile çalıştırdınız mı?		
7.	İstenilen özellikte ham madde elde ettiniz mi?		
8.	Ham maddeyi makineden uygun biçimde boşalttınız mı?		
9.	Makineyi kapattınız mı?		
10.	Makinenin temizliğini yaptınız mı?		
11.	Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
12.	Süreyi iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Plastik malzemede polimer yapının, havanın oksijeni ve ışıma etkileriyle tahribatını önlemek için ne kullanılır?
A) Genleştiriciler
B) Antioksidanlar
C) Kaymayı kolaylaştırıcılar
D) Uv stabilizatörler

2. Aşağıdaki malzemelerden hangisi termoplastik poliesterdir?
A) Polibütilentereftalat
B) Polipropilen
C) Polikarbonat
D) Polistren

3. Termoplastik poliesterlerde dezavantaj sayılabilecek özellik aşağıdakilerden hangisidir?
A) Gaz, aroma, yağlara direnci
B) Düşük camsı geçiş sıcaklıkları
C) Saydam ve geçirgen özelliği
D) Büzülmeye karşı gösterdiği direnç

4. Ambalaj malzemelerinin çoğunu plastiklerin oluşturma sebeplerinden en önemlisi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Sertliğinin yüksek olması
B) Kolay elde edilmesi
C) Satılan malların taze ve temiz tutulması
D) Işığı geçirmemesi

5. PBT'nin cam elyaf takviyeli olanlarının en çok kullanıldığı alanlar hangisidir?
A) Tarım araçları
B) Mutfak, küçük ev aletleri
C) Banyo aksesuarları
D) Elektrik, elektronik, haberleşme ve otomotiv

6. PBT özellikle elektrikli alet üretiminde kullanıldığında hangi özellikte katkı maddesini içermesi gerekir?
A) Asitlere karşı direnç kazandırıcılar
B) Elastiklik kazandırıcı
C) Hafiflik kazandırıcı
D) Yangın geciktirici kimyasallar

7. PBT, standart poliester tipleri ile karşılaştırıldığında hangi özelliğe sahiptir?
A) Yüksek elastikiyet
B) Nem almaması
C) Sertliğinin yüksek olması
D) Yüksek sıcaklıklara karşı büzülmesinin az olması

8. Katkılı ve katkısız plastiklerin ekolojik açıdan ve ekonomiklik açısından en önemli özelliği nedir?
A) Yaygın kullanım
B) Ucuz elde edilmesi
C) Geri dönüşümü
D) Kolay bulunması

9. Polimerler, içlerine çeşitli katkı ve dolgu maddeleri karıştırılarak (örneğin, boyar maddeler güneş ışığına karşı koruma için bazı özel katkılar, kaydırıcılar, işleme kolaylığı sağlayan diğer katkılar) yapılan karışıma ne ad verilir?
A) Kompound
B) Koekstrüzyonu
C) Katalizör
D) Homopolimer

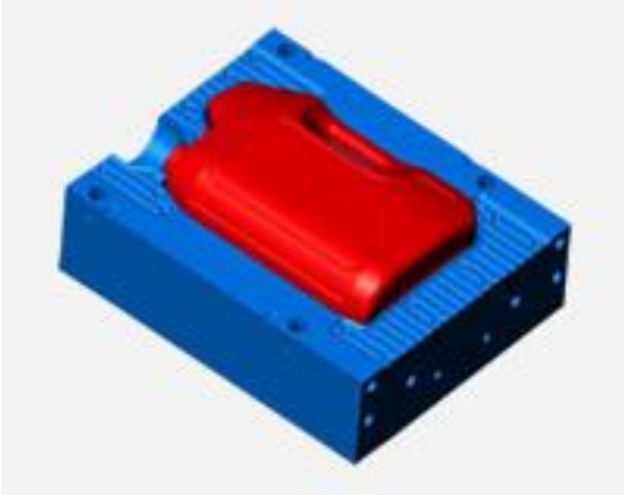
10. Plastik malzemenin görünümüne estetik etki kazandıran katkı maddesi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Oksitlenme önleyiciler
B) Plastikleştiriciler
C) Dolgu maddeleri
D) Renklendiriciler

11. Yaygın olarak kullanılan bazı darbe artırıcı polimer yapılı katkılardan biri aşağıdakilerden hangisidir?
A) Di ve triesterler
B) Sentetik kauçuklar
C) Antioksidanlar
D) Fosfatlar

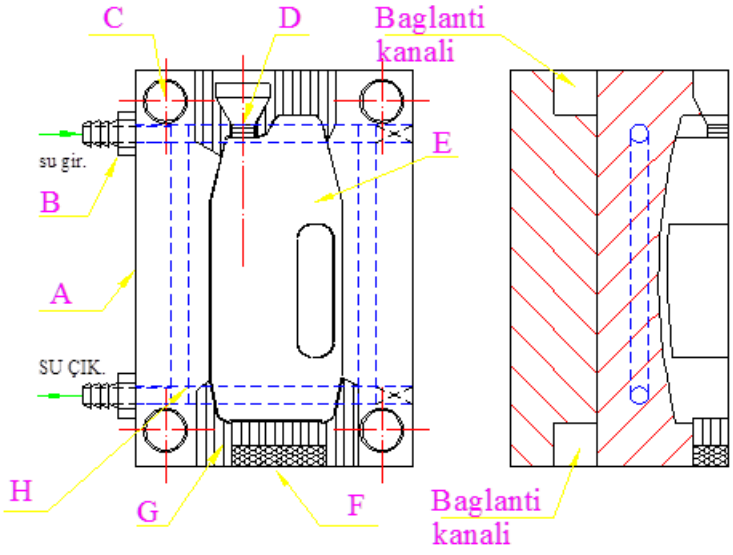
Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda resimleri verilen ekstrüzyon şişirme kalıbının makineye bağlantısını yaparak şişirilerek üretilecek olan bidonun ham madde karışımını hazırlayınız.



Şekil 2.5: Ekstrüzyom şişirme kalıbı



Şekil 2.6: Ekstrüzyon şişirme kalıbı teknik resmi

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Çalışma ortamını hazırladınız mı?		
2.	Çalışma alanınızı kalıp bağlamak için hazırladınız mı?		
3.	Kalıbı güvenli bir şekilde askıya aldınız mı?		
4.	Kalıbı kaldırma araçları ile uygun konuma getirdiniz mi?		
5.	Kalıp yarımlarının yönlerini kontrol ettiniz mi?		
6.	Bağlantı cıvata, pabuç ve saplamalarını temin ettiniz mi?		
7.	Bağlama araçlarını mengeneye uygun yerleştirdiniz mi?		
8.	Kalıbın bağlantısını emniyetli olarak yaptınız mı?		
9.	Kalıp çalışma simetrisini ayarladınız mı?		
10.	Mandrele göre bağlantı ayarını yaptınız mı?		
11.	Kalıp açma, kapama ve kilitleme mesafelerini gerekli değerler arasında yaptınız mı?		
12.	Kalıp soğutma kanallarını kontrol ettiniz mi?		
13.	Soğutma bağlantılarını uygun olarak yaptınız mı?		
14.	Kalıbı askıdan emniyetli olarak aldınız mı?		
15.	Tüm bağlantıları kontrol ettiniz mi?		
16.	Karışımda kullanacağınız ham madde ve katkı maddelerini hazırladınız mı?		
17.	Makineyi kontrol ettiniz mi?		
18.	Makineyi ayarladınız mı?		
19.	Karışım maddelerini uygun biçimde makineye doldurdunuz mu?		
20.	Makineyi istenilen değerler ile çalıştırdınız mı?		
21.	İstenilen özellikte ham madde elde ettiniz mi?		
22.	Ham maddeyi makineden uygun biçimde boşalttınız mı?		
23.	Makineyi kapattınız mı?		
24.	Makinenin temizliğini yaptınız mı?		
25.	Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
26.	Süreyi uygun kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**B**
2	**A**
3	**B**
4	**D**
5	**C**
6	**D**
7	**C**
8	**A**
9	**D**
10	**A**
11	**B**
12	**C**

ÖĞRENME FAALİYETİ -2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**B**
2	**A**
3	**B**
4	**C**
5	**D**
6	**D**
7	**A**
8	**C**
9	**A**
10	**D**
11	**B**

KAYNAKÇA

- http://www.standardplasticscorp.com (25.07.2011/20.00)
- http://www.belgeler.com/blg/9u8/kalibin-tasarimi-ve-islenmesi. (24.07.2011/15.00)
- ERCİ, Gıyasettin, **Plastik Ve Metal Döküm Kalıpları,** Ankara, 1972.
- AKBABA, Abdülhalik, **Plastik İşletmecisinin El Kitabı,** Ankara, 1973.
- ERİŞKİN, Yakup**,** İbrahim Uzun**, Hacim Kalıpçılığı,** Millî Eğitim Basımevi, Ankara, 1982.
- SAVAŞÇI, Ö.Tunç, Nurseli UYANIK, Güneri AKOVALI, **Plastikler ve Plastik Teknolojisi,** İstanbul, 1998.
- UĞUR, A. Naci, **Plastik Teknolojisine Giriş,** Mazhar Zorlu Plastik EML Yayını.
- www.hastek.com.tr (27.12.2011/13.00)
- www.tepro.com.tr (27.12.2011/14.00)
- **Plastik & Ambalaj Teknolojisi Aylık Dergileri,** İstanbul, 2000-2005.
- **PAGEV Plastik Araştırma Geliştirme Dergisi,** İstanbul, 2002–2005.
- http://www.engineershandbook.com/MfgMethods/blowmolding.htm (25.12.2011/19.25)
- http://www.safmak.com/makaleler/Banbury-mikser-batch-otomasyonu-ve-karbon-siyahi-transportu.html (28.12.2011/11.40)