



**TMMOB
KİMYA MÜHENDİSLERİ
ODASI**

**PLASTİK İŞLEME TEKNİKLERİ
VE
KALİTE KONTROL**



**TMMOB
KİMYA MÜHENDİSLERİ
ODASI**

PLASTİK İŞLEME TEKNİKLERİ VE KALİTE KONTROL

Ekim 1989

SUNUŞ

Plastik Sanayii ülkemiz kimya sanayii içinde önemli bir yer tutmaktadır. Daha önemlisi sektörler arası ilişkilerde hemen hemen her sanayi dalına girdi üretmekte, dolayısı ile sektör içi ve yan ilişkilerde büyük bir entegrasyon içinde yer almaktadır.

Bugün ülkemizde, teknoloji yoğun büyük kuruluşlardan; orta ve küçük ölçekli üniteler ve imalathanelere kadar, sayıları binlerle ifade edilen üretim birimi faaliyet göstermektedir.

Kimya Mühendisleri Odası olarak, plastik sanayiini yakından izlemeyi, üretimde bilimsel yöntemlerin yerleşip gelişmesine katkı koymayı görev kabul ediyoruz.

Buradan hareketle 1988 yılında İzmit'te **Plastik Teknolojisi ve Plastik Mühendisliği**, 1989'da İstanbul'da **Plastik İşleme Teknikleri ve Kalite Kontrol Okulları** adı altında Teknik Okullar düzenledik. Okullarımız büyük ilgi gördü. Bilgi iletişimini daha da yaygınlaştırmak için bu okulların ders notlarını redakte ederek plastik sanayi için temel başvuru niteliğini taşıyan bu eseri sunmak istedik.

Plastik İşleme Teknikleri ve Kalite Kontrol Kitabı'nı, plastik konusunu bütün yönleri ile ele alan ve tüm gerekli bilgileri içeren, temel bir yapıt olarak sunuyoruz.

Okullarımızda bu konuların sunuculuğunu yapan ve bu değerli yapıtı Odamıza ve Sanayi'e özverili çalışmaları ile kazandıran Sayın **Şevki Keskin'e**, Sayın **Murat Burçoğlu'ya**, Sayın **Bülent Ünsalan'a**, Sayın **Celal Beysel'e** ve Sayın **Faruk Tuzcuoğlu'ya** ve kitabımızın Kalite Kontrol Bölümünü değerli çalışmalarıyla gerçekleştiren Sayın **Dr. Tunç Savaşçı'ya** içten teşekkürlerimizi sunuyoruz. Plastik İşleme Teknikleri ve Kalite Kontrol Kitabı'nın yararlı olacağı güveni ile sunuyoruz.

XXXI.Dönem
Yönetim Kurulu adına
İhsan KARABABA
Başkan

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM I

PLASTİK BİLİMİ VE TEKNOLOJİSİNE GİRİŞ

Sayfa

Şevki Keskin	7
1.1. Sınıflandırma	7
1.2. Üretim	11
1.3. Tanımlama	11
1.4. Termoplastiklerin İşlenmesi	14

BÖLÜM II

EKSTRÜZYON

Faruk Tuzcuoğlu	17
2.1. Ekstrüzyon Prosesinin Temelleri	17
2.2. Ekstrüzyon İşleminde Sorunlar	23
2.3. Ekstrüzyonda Kullanılan Ekipman	25
2.4. Soğutma ve Çekme İşleminde Malzeme Özellikleri	29

BÖLÜM III

ENJEKSİYON

Murat Burçoğlu - Bülent Ünsalan	31
3.1. Plastik Enjeksiyon Tekniği	31
3.2. Termoplast Enjeksiyon Tekniğinde Parçanın Çekmesindeki Etkili Faktörler	36
3.3. Enjeksiyonda Çalışma Şartlarının Basılan Parçaların Özelliklerine Etkileri	41
3.4. Uygulama: Poliamid 6.6 Enjeksiyon Tekniği	58
3.5. Termoplastik Enjeksiyonda Ürün Hataları	65
3.6. Plastik Enjeksiyon Kalıplamada Üretim Maliyetleri	86

BÖLÜM IV

ROTASYON

V.Celal Beysele	115
-----------------------	-----

BÖLÜM V

STANDARD PLASTİK TESTLERİ

Ö.Tunç Savaşçı - Bilsen Beşergil	120
--	-----

BÖLÜM VI

PLASTİKLER

Şevki Keskin	139
6.1. Stiren Esaslı Plastikler	139
6.2. Etilen Polimerleri	140
6.3. Poliamidler	142
6.4. Floroplastikler	145
6.5. Kükürt İçeren Plastikler	149
6.6. Diğer Bazı Önemli Plastikler	152
Çizelgeler	155

EK-1

PLASTİKLERİN ENJEKSİYON VE EKSTRÜZYONDAKİ

UYGULAMA SICAKLIKLARI	162
-----------------------------	-----

BÖLÜM I

PLASTİK BİLİMİ VE TEKNOLOJİSİNE GİRİŞ

Şevki KESKİN

GİRİŞ :

Günümüzden 10.000 yıl önce, insanlar taş devrinden maden devrine geçmişlerdi ve 10.000 yıl boyunca da madenlerin yerini başka malzemeler alamadı. Ancak 20. yüzyılın ikinci yarısında devreye giren plastiklerin, metallerin bu saltanatına son verecekleri tahmin ediliyor.

İstatistikler, plastiklerin tüketimindeki hızlı (hatta hiperbolik) artışı çok kesin bir şekilde gözler önüne sermektedir. 1930 yılında, kauçuk ve lifler hariç tutulmak kaydı ile, dünya plastik üretimi 100.000 ton idi. 1976 yılında bu miktar 45 milyon tona ulaştı. 1976 - 1986 yılları arasındaki tüketim değerleri incelenecek olursa yıllık metal tüketim miktarının ancak her 15 yılda bir iki katına çıkabildiği, buna karşılık plastik tüketiminin her 5 yılda bir ikiye katlandığı görülür.

Ayrıca 10.000 yıldır haşır neşir olduğu madenlerle ilgili yapılabilecek her uygulamayı yapan, tüm olası alaşımları deneyen insanlığı, madenlerle ilgili yeni buluş ihtimalini çok aza indirmişken daha kendisi için çok yeni ve alabildiğine geniş bir kaynak olan plastik alanında bulunacak birçok yeni ürün sırada beklemektedir. Plastik sektöründe başdöndürücü bir gelişme yaşanmakta ve her yıl yeni plastik türleri kullanıma sunulmaktadır. Her yeni plastik türü ile metaller, kullanım alanlarından bir bölümünü daha kaybetmektedirler.

2000 yılında insanlar, büyük bir olasılıkla, plastiklere binecek, plastiklerde oturacak ve yatacak, plastiklere sarılı yemeklerini plastikte pişirip plastik kaplarda yiyecek, kısıcası 24 saatinin bir dakikasını bile plastiksiz geçiremeyecektir.

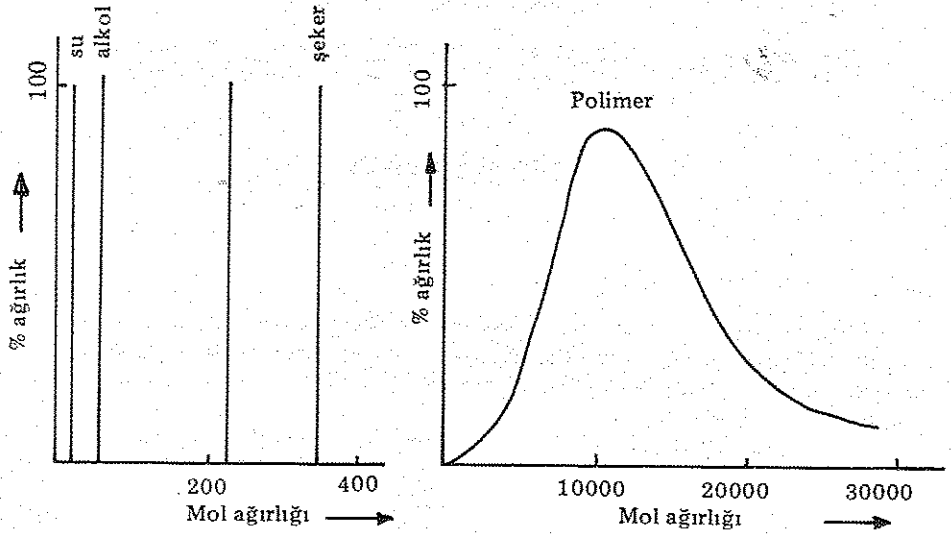
1. SINIFLANDIRMA

Plastik, kauçuk, suni elyaf ve selüloz, polimer (makromolekül) diye tanımladığımız bir bileşik sınıfına girer. Polimer, monomer adı verilen küçük moleküllerin, kovalent bağlarla birbirine bağlanmasıyla oluşturduğu iri moleküller olarak tanımlanır.

Polimerlerin ayrı bileşik olarak ele alınıp incelenmesi ve uygulama sahasında giderek önem kazanması molekül büyüklüğünden kaynaklanmaktadır. Bu farklı durum, şöyle ortaya çıkar.

1. Polimerlerin mol ağırlıkları, küçük moleküllere kıyasla çok yüksektir. Mol ağırlığı 18 olan su, 46 olan alkol ve 342 olan şeker'e karşılık, naylon ve polietilen gibi polimerlerin mol ağırlıkları 10 000'lerden başlar, milyonlar mertebesine ulaşabilir.

2. Bir polimer numunesinin içerdiği moleküllerin büyüklükleri bir dağılım gösterir, yani ortalama bir mol ağırlığına sahiptir (Şekil 1). Halbuki, su, alkol veya şeker gibi küçük moleküller içeren bileşiklerden alınan bir numunedeki moleküller birbiriyle aynı büyüklüktedir. Bir şeker numunesinde, şeker moleküllerinin hepsinin mol ağırlığı 342'dir.



Şekil 1. Su, alkol ve şeker gibi moleküllerle, polimerlerin mol ağırlıkları ve mol ağırlığı dağılımının karşılaştırılması

Mol ağırlığında bu durum, polimerlerle basit küçük bileşikler arasındaki fiziksel özellik farklılığını ortaya çıkarır. Örneğin; etilen gaz, stiren sıvı olmasına karşın, polietilen ve polistiren katı malzemelerdir. Polimerlerin aralarındaki fiziksel özellik farklılığını etkileyen başka etkenler de vardır. Bunlar, polimer molekülünün üç boyutlu uzaydaki düzeni (taksiste), polimer molekülleri arasındaki hidrojen köprüleri ve polimer molekülünün kimyasal yapısıdır. Mol ağırlığı ve bu etkenler, polimerin çözünürlük, erime sıcaklığı, mekanik mukavemeti ve esnekliği gibi özelliklerini belirler.

Polimerlerin Sınıflandırılması

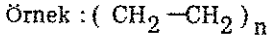
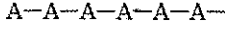
Polimerlerin kimyasal yapılarına, kaynaklarına, fiziksel özelliklerine ve molekül yapılarına göre bir genel sınıflandırması yapılabilir. Şekil 2'de bu sınıflandırma görülmektedir. Mevcut polimer malzemelerden bir kısmı bu sınıflandırmanın dışına düşebilir. Fiziksel özelliklerine göre sınıflandırmada, sınıflandırma kesin çizgilerle ayrılmayabilir. Örneğin, aynı polimer hem elyaf hem de termoplastik sınıfı içinde yer alabilir. Örneğin; poliester'den hem elyaf hem de plastik malzeme yapmak mümkündür. (Poliester iplik ve PET şişe gibi). Buna benzer bir çok örnek göstermek mümkündür. Plastik, elastomer ve elyaf tanımları, o malzemenin gerilme-uzama eğrisine bakılarak ortaya çıkar (Şekil 3 a). Ayrıca, çeşitli plastik türleri için bu gerilme uzama eğrilerinde belirgin farklılıklar görülür (Şekil 3 b). Diğer yandan termoset terimi hem sıcakta hem de oda sıcaklığında çapraz bağlı yapıya (termoset'e) dönüşebilen anlamına gelmektedir. Örneğin; poliester reçinesi, peroksit ve aktivatörler yardımıyla, oda sıcaklığında çapraz bağlı yapıya (termoset'e) dönüşür.

Molekül Yapılarına Göre Sınıflandırma

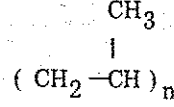
Bir polimer molekülünü oluşturan, tekrarlanan ünitelerin (monomerler) artan

sayısına bağı olarak; tek cins içerenlere homopolimer, iki cins içerenlere kopolimer, adı verilerek sınıflandırılabilir. A ve B iki farklı monomer olduğunu düşünürsek; kopolimerlerde çeşitli alt gruplara ayrılabilir.

HOMOPOLİMER :



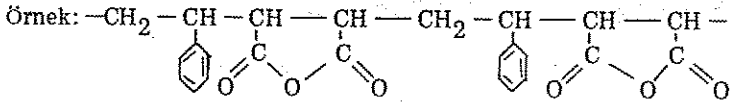
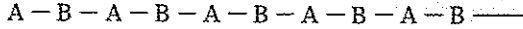
Polietilen



polipropilen

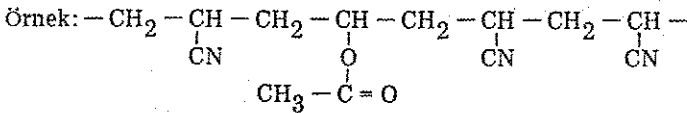
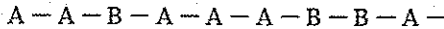
KOPOLİMERLER

1. ALTERNATİF KOPOLİMERLER



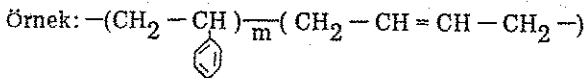
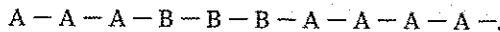
Stiren — Maleik anhidrit kopolimeri

2. GELİŞİGÜZEL KOPOLİMERLER



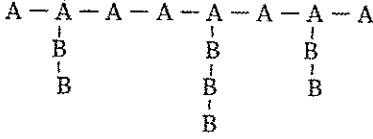
Akrilonitril-vinilasetat kopolimeri

3. BLOK KOPOLİMERLER



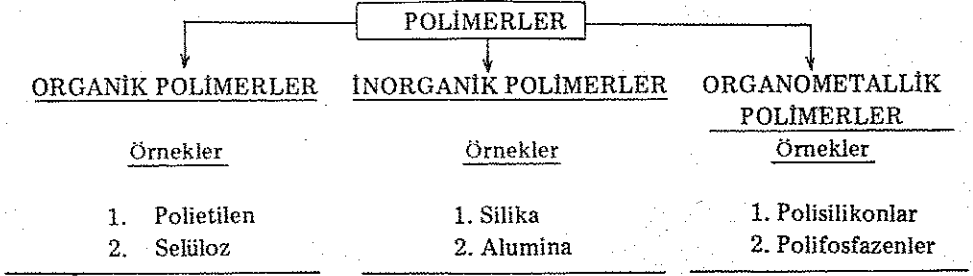
Stiren-butadien blok kopolimeri

4. GRAFT KOPOLİMERLER

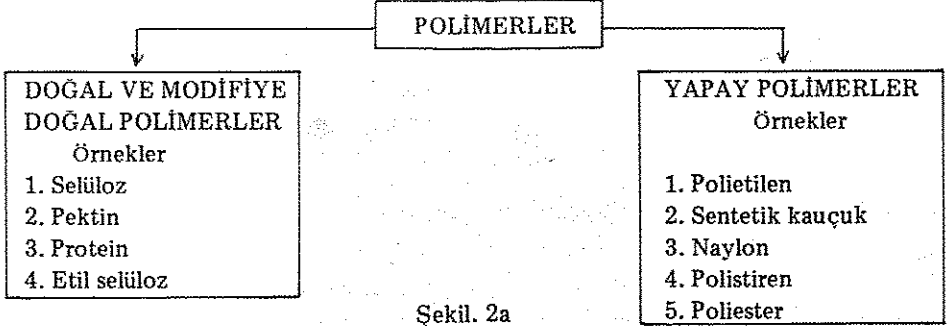


Örnek: Akrilamid graft edilmiş selüloz.

Yapılarına göre sınıflandırılması

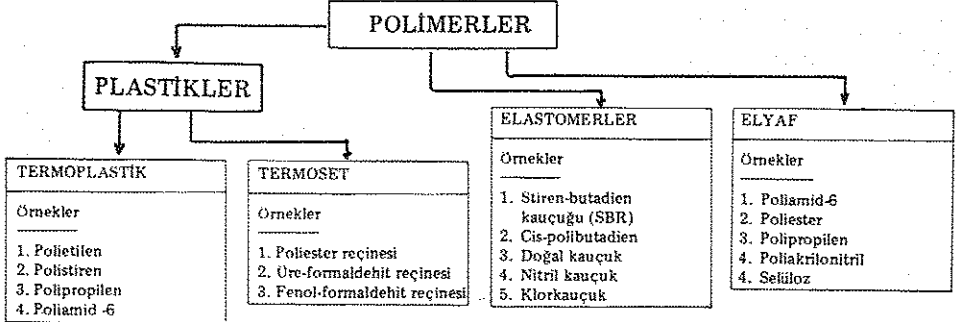


Kaynaklarına göre sınıflandırılması

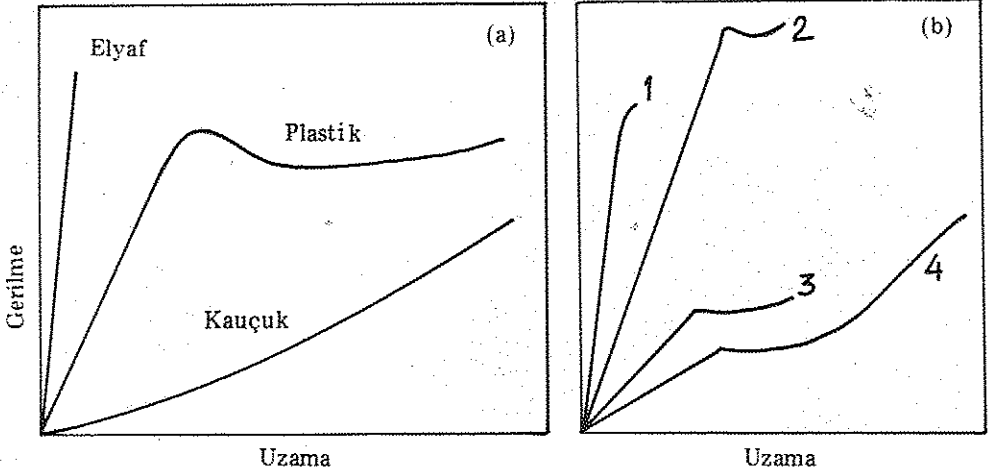


Şekil. 2a

Fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılması



Şekil. 2 b



Şekil 3. Elyaf, kauçuk ve çeşitli plastiklerin gerilme-uzama eğrileri:
 1. Sert ve kırılgan plastik, 2. Sert ve kuvvetli plastik,
 3. Yumuşak ve zayıf plastik, 4. Yumuşak ve mukavim plastik.

2. ÜRETİM

Termosetler genellikle malzemenin özelliklerine bağlı olarak muhtelif tepkime türleri ile üretilirler, şartlandırılırlar. Makromoleküllerin oluşumu sıcaklığın artırılması, katalizör ve sertleştirici katkı ilavesi ile sağlanır. Baskı ve kalıplama uygulamalarında termosetler hemen her zaman dolgu ve takviye malzemeleri ile harmanlanarak kullanılırlar.

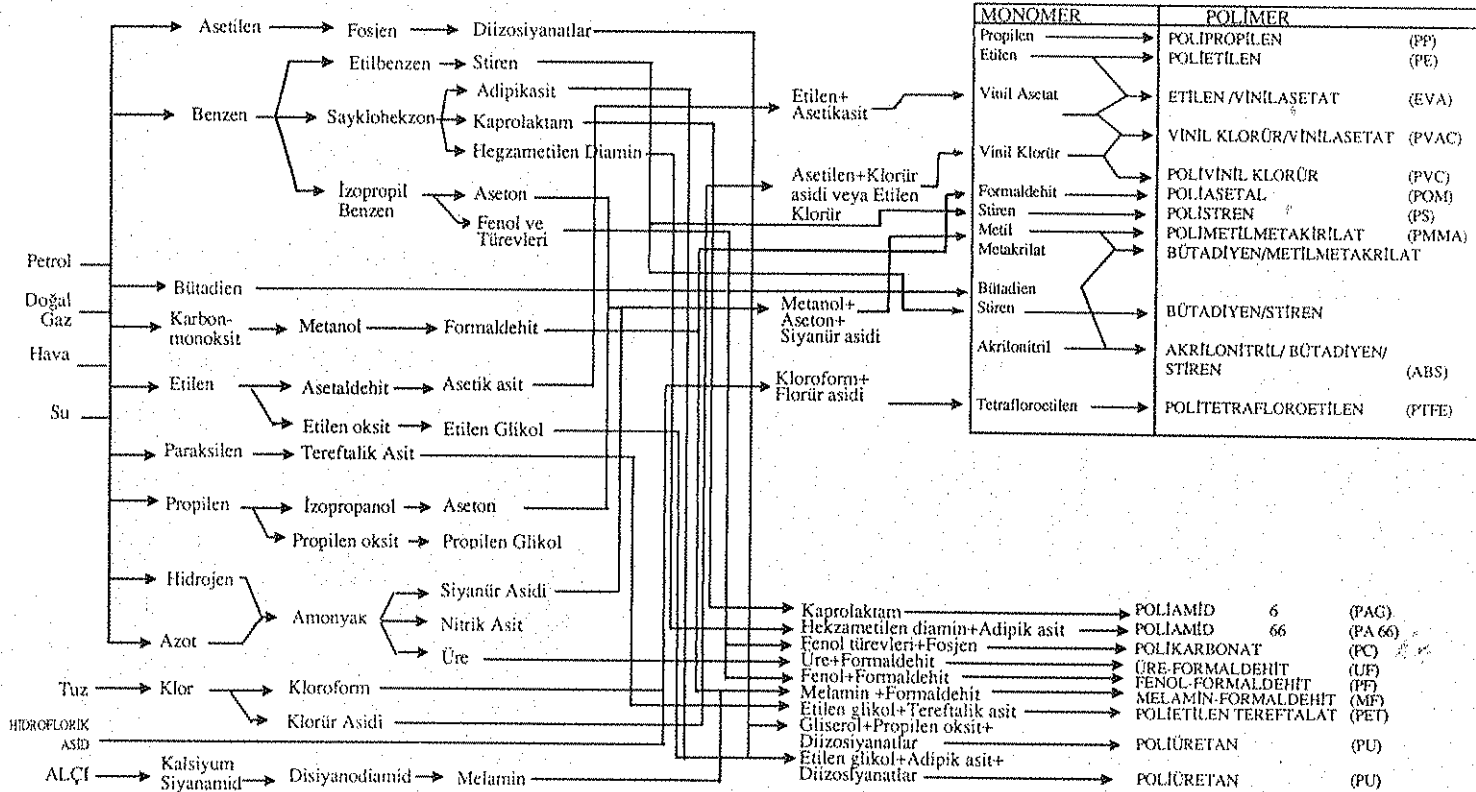
Termoplastikler genel olarak polimerleşme reaksiyonu ile üretilirler. Bu reaksiyon esnasında monomerler birleşerek bir makromolekül oluştururlar. Polimerleşme sırasında monomerler aktive edilerek diğer monomerlere bağlanmaları ya da oluşan zincirlere eklenmeleri sağlanır. Bu işlemler genellikle sıcaklığı arttırarak, reaktör basıncını yükselterek ama özellikle katalizörler kullanımı ile sağlanır.

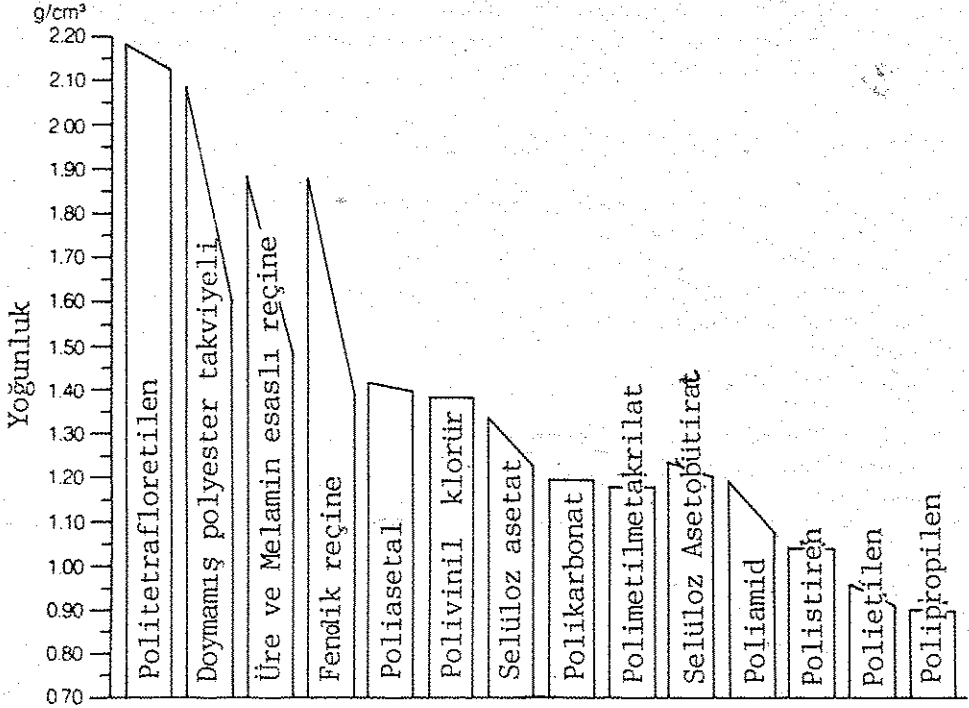
Polimerizasyon şartlarına ve monomer tipine bağlı olarak sert, ya da yumuşak, kırılgan ya da esnek, kristal ya da amorf yapıda polimerler elde edilebilir. Bu polimerlerin herbirinin fiziksel özellikleri ve kimyasal dayanımları birbirlerinden farklıdır ve elde edilen her plastik türünün kendine has kullanım alanları olduğu görülmektedir. Polimerlerin üretim teknolojilerine ait bilgi Şekil 4 de verilmiştir.

3. TANIMLAMA

Plastiklerin tanımlanmasında kullanılan en basit yöntemlerden biri yüzdürme yöntemidir. Bu yöntem yardımı ile, incelenen plastiğin yoğunluğu bilinen bir sıvının içinde (örneğin su) yüzip yüzmediği kontrol edilir ve bu sıvıdan daha hafif mi yoksa daha ağır mı olduğu anlaşılır. Örneğin dolgu içermeyen poliolefinlerin (polietilen, polipropilen gibi) yoğunluğu 1'den düşüktür. Aşağıdaki şekil 5 te bazı termoset ve termoplastiklerin yoğunlukları görülmektedir.

Şekil:4 PLASTİKLERİN ÜRETİMLERİ





Şekil 5. Bazı plastiklerin yoğunluk aralıkları

Tanımlamada kullanılan ikinci yol yakma metodudur. Poliolefinler hafif ışık veren bir alevle yanarlar ve eriyerek damlarlar. Alev söndürüldüğünde ise parçadan henüz söndürülmüş bir mum kokusuna benzer bir koku yayılır.

Polivinilklorür alevle tutulduğunda parlak ve küçük patlamalar çıkaran bir alevle yanar, ancak alevden uzaklaştırıldığında klorür asidi kokusu yayarak derhal söner. Polistiren alevle tutulduğunda küçük patlamalarla kıvılcımlar saçarak eriyip damlayarak çok parlak bir alevle yanar. Alev uzaklaştırıldığında ve söndürüldüğünde tatlı bir koku yayar. Poliasetal numune renksiz bir alevle yanar ve söndürüldüğünde keskin bir formaldehit kokusu yayar.

Politetrafluoroetilen yanmaz. Ancak sıcaklık 650°C'nin üstüne çıktığında ve oksijenli ortamda alev alır, ancak alev kaynağı uzaklaştırıldığında derhal söner. Yanma esnasında açığa çıkardığı flor gazı fazla miktarda teneffüs edilirse gripal arazlar ortaya çıkar.

Termosetler yanıcı olmadıklarından alevle uzaklaşınca genellikle derhal sönerler. Fenolik reçineler fenol kokusu yayarken üre ve melamin formaldehit reçinelerinden keskin bir formaldehit kokusu yayılır. Bazı poliester reçinelerin yaydığı koku ise polistireni andırmaktadır.

Plastiklerin sertlikleri birbirlerinden farklı olduğundan tırnakla çizme yöntemi ile de incelenen parçayı tanımlamak mümkündür. Örneğin polietilen türlerini, politetrafluoroetileni, plastikleştirilmiş polivinil klorürü tırnakla çizmek mümkünken, polipropilen, poliasetal, polistiren, polivinilklorür kompaund ve naylon türlerini çizmek mümkün değildir.

Bu basit tanıma yöntemlerinin yanı sıra laboratuvar düzeyinde uygulanabilecek muhtelif test ve kontroller vardır. Bunları kısaca çözünme, yoğunluk, sertlik, ısı karşısında ki davranış ve kimyasal metodlar olarak sıralayabiliriz.

4. TERMOPLASTİKLERİN İŞLENMESİ

Plastik işleme teknolojisini 6 etaba ayırmak mümkündür.

- Malzemenin hazırlanması
- Basma işlemi
- Yarı mamulün şekillendirilmesi
- Yarı mamulün mekanik işlenmesi
- Birleştirme, montaj
- Dekoratif işlemler

Bu etaplar içinde en önemlisi basma işlemidir. Muhtelif parça basma metodları aşağıda kısaca izah edilmektedir.

Polimerleştirme reaksiyonu ile elde edilen plastik hammadde genellikle toz ya da yarı sıvı halindedir ve stabilizatör, aktivatör, renklendirici gibi muhtelif katkıları ilave edildikten sonra işlenmesi sağlanır. Bu katkıları çok yüksek devirli mikserlerle homojen bir şekilde karıştırılabilir. Eğer karıştırma plastiğin yumuşama sıcaklığının altında yapıyorsa hamur karıştırıcı, karıştırma ruloları ya da ekstrüderler kullanılır.

4.1 KALENDERLEME

Kauçuk Teknolojisinden kopya edilen kalenderleme prosesi, özellikle PVC film ve levha üretiminde çok önem kazanmıştır. Milyonlarca liralık bir yatırımı gerektiren kalenderleme tesisleri, plastik sektöründeki en "sermaye yoğun" yatırımdır. Kalender tezgahında genellikle ısıtılmış 4 ya da 5 silindir bulunur. Bu sistem çoğunlukla film ve levha yapımının yanı sıra kağıt, kumaş ve metallerle plastiklerin laminasyonunda kullanılır.

4.2 EKSTRÜZYON

Ekonomik açıdan sürekli bir ekstrüzyon tesisi kadar ekonomik bir sistem, özellikle plastik işleme sektöründe çok az görülür. Boru, profil, çubuk, yassı ya da yuvarlak film, levha, yay ve kablo kaplama, lamineler gibi klasik kullanım amaçlarının yanı sıra ekstrüzyon sistemi ile oluklu, delikli ya da gerilmiş plastik bantların imali de mümkündür.

Ekstrüderin fonksiyonu toz ya da granül halindeki plastik malzemeyi beslemek, sıkıştırmak (ve bu aşamada hapsolan havayı dışarı atmak), eritmek, homojenize etmek ve nihayet istenen formda şekillendirmektir. Genellikle tek ya da çift burgulu ekstrüderler ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır.

4.2.1 Şişirme Film Ekstrüzyonu

Poliyeten filmlerin büyük çoğunluğu bu metod ile yapılmaktadır. Mevcut sistemler birbirlerinden, ekstrüzyonun yönü ile (yukarı, aşağı ya da yatay) ya da üretilen boru şeklindeki filmin yassılaştırılma metodu ile ayrılırlar. Günümüzde genellikle yukarıya doğru ekstrüzyon metodu tercih edilmektedir, zira bu şekilde ağır olan ekstrüder ve üfleme sistemleri zemine yerleştirilebilir; daha hafif olan bölümler yükselen bir platforma monte edilebilir.

4.2.2 Ekstrüzyon Şişirme

Ekstrüderin eritme bölümünde eritilen (yumuşatılan) plastik malzeme yuvarlak bir mastardan (die) geçirilir. Elde edilen tüp şeklindeki plastiğin üzerine kapanan iki parçalı bir kalıp bu tüpün üst ve alt kısımlarını kesip kapatırken içine basınçlı hava tatbik edilen tüp şişerek kalıbın şeklini alır. Parça soğuduktan sonra kalıp açılır, ve bitmiş şişe (ya da kavanoz, vb.) alınır.

4.3 ENJEKSİYON

Enjeksiyon metodunun en iyi yanı istendiği kadar çok sayıda parçanın oldukça düşük maliyetle ve bitmiş olarak imaline olanak sağlamasıdır. Genellikle kalıptan çıkan parçanın kalıp yolluğundan kaynaklanan uzantısının kesilmesi ile parça kullanıma hazır hale gelebilmektedir. Seri üretimler için en uygunu olan enjeksiyon metodu ile uzun süreli üretimlerde büyük ölçülerde maliyet düşüşü sağlanabilmektedir.

Birkaç gramlık parçalar basan küçük enjeksiyon preslerinin yanısıra modern ve karmaşık sistemler de artık hemen her yerde kullanılmaktadır. Bu sistemlerde burğu ile hem malzeme yumuşatılmakta hem de uçtaki yuvaya doğru itilmektedir. Burğu yeni bir parça için gerekli malzemeyi almak için geri dönerken yuvadaki malzeme sıkıştırılarak yolluklardan kalıbın içine itilmektedir. Parça basılıp soğuduktan sonra kalıp açılmakta ve dışarıya alınmaktadır. Tekrar kapanan kalıpla birlikte işlem yenilenmektedir.

4.4 İŞİL ŞEKİLLENDİRME

Bu sistemde homojen olarak ısıtılmış bir levha ya da film, kalıbın içinde vakum ya da basınçlı hava uygulamak sureti ile şekillendirilir. Film ya da levhanın ısıtılması genellikle hava sirkülasyonu olan bir ısıtma fırınında yapılmakla birlikte günümüzde infrared ısıtıcıları da kullanılmaya başlanmıştır.

Eğer levhanın kalınlığı 3 mm'den azsa tek taraflı ısıtma yeterli olabilmektedir, ancak daha kalın parçalar için mutlaka çift taraflı ısıtma yapmak gereklidir.

4.5 KÖPÜRTME

Köpük plastikler birçok değişik metod ile üretilebilir. Genel olarak basınç altında (kapalı kalıp) ya da basınçsız (serbest köpürtme) olmak üzere iki ayrı üretim yönteminin söz edilebilir. Kullanılan köpürtücüye bağlı olarak köpükleşme kimyasal ya da fiziksel olabilir. Meydana gelen boşluklar açık ya da kapalı formda oluşabilir. Elde edilen ürünün yoğunluğu büyük ölçüde başlangıçtaki karışım formülüne ve uygulanan köpürtme yöntemine bağlıdır.

4.6 KOMPRESYON BASKI

Üretim tekniği açısından dünyanın en eski metodlarından biri olan kompresyon baskı ile yapılan ilk üretim, ilkel insanın çamuru sıkıştırıp kurutarak yaptığı çanakta. Günümüzde kullanılan şekli ile bu metod iki parçalı bir kalıba dayanmakta ve temel olarak plastiğin eriyerek şekil almasından ibaret olmaktadır. Bugün özellikle kauçuk üretiminde yaygın olarak kullanılan kompresyon baskı metodu bazı durumlarda plastik imalinde de kullanım alanı bulabilmektedir. Özellikle termoset malzeme ve CTFE

örneğinde olduğu gibi problemli bazı termoplastiklerin imalinde kullanılan bu yöntemde dikkat edilecek husus termoset baskıda parçayı kalıptan çıkartmak için kalıbın ısıtılması, termoplastik baskıda ise soğutulması gereğidir.

Kompresyon baskının avantajlarını şöyle sıralayabiliriz: Malzeme kaybı ve kapı erozyon sorunlarının olmaması; basılan parçanın iç geriliminin enjeksiyonla basılanlara göre daha az olması; çoklu kalıp kullanabilme olanağı; ince etli parçaların yapılabilmesine olanak sağlaması; 1.5 kg'dan daha ağır ve büyük ebatta parçaların imalinin mümkün olması; akmaazlığı (viskozite) yüksek hammaddelerin kullanılabilmesi.

Bunlara karşılık girintili çıkıntılı ve ince kalıp parçalarının baskı esnasında kırılması, ve kalıpta meydana gelen kaçakların önlenememesi ise bu yöntemin dezavantajlarıdır.

4.7. TRANSFER BASKI

Günümüzde yaygın olarak kullanılan ekstrüzyon ve enjeksiyon sistemlerinin atası olarak kabul edilen bu sistem ilk defa 1926 yılında kullanılmaya başlanmış; 1956 yılında geliştirilerek günümüzdeki şeklini almıştır. Malzemenin ısıtılıp eritilerek basınçla bir kaptan, kapalı ve ısıtılmış bir kalıba yolluklar yardımı ile transfer edilmesi olarak tarif edilebilecek olan bu metod özellikle günümüzde komplike ve hassas parça yapımında kullanılmaktadır.

Transfer baskı yönteminin avantajlarını kısaca şöyle sıralamak mümkündür. Hassas parçaların imali; hassas kalıp kullanabilme imkanı; plastiğin içine metal parça yerleştirebilme; her üç yönde hassas tolerans istenen komplike parça yapımı; çok temiz ve düzgün yüzeyli parça eldesi.

4.8 KAPLAMA

Günümüzde değişik amaçlarla yüzlerce uygulaması yapılan plastik kaplama genellikle metal üzerine birkaç mikrondan birkaç milimetreye kadar değişen kalınlıklarda bir plastik filmin tatbik edilmesidir. Kaplama türleri sıvı ve katı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sıvı kaplama yönteminde bir solvent içinde çözünmüş ya da süspansiyon halindeki plastiğin metal (ya da benzeri) bir yüzey üzerine püskürtülmesi, daha sonra çözücünün buharlaştırılarak yüzeyde yalnızca plastiğin kalması esasına dayanır. Katı ya da toz kaplama metodları ise üç tanedir. Akışkan yatak kaplamasında 100 mesh lik elekten geçirilmiş çok ince toz halindeki plastik, alttan hava üfleyerek hareketli hale getirilir ve bir tür sıvı hareketi sağlanır. Kaplanması istenen metal parça ısıtıldıktan sonra bu hareketli plastiğe daldırılır. Sıcak metal yüzeyi ile temas eden plastik parçacıkların eriyerek yapışması sonucu kaplanmış yüzey elde edilir. Sıcaklığı ve metalin plastiğin içinde kalış süresini ayarlayarak istenen kaplama kalınlığını sağlamak mümkündür.

Elektrostatik kaplamada ise 60-120 KV ve 200-400 mikroamperlik bir akım geçirilerek statik elektrik yüklenen plastik tanecikleri zıt kutuba bağlanmış metal tarafından büyük bir hızla çekilirler ve çarpma anında açığa çıkan enerjinin ısıya dönüşmesi sonucu eriyerek yüzeye yapışırlar. Plazma kaplama bu yöntemler arasında en az kullanılanıdır. Bu sistemde plastik parçacıkları çok yüksek ısıdaki bir ağızdan hızla geçerek kaplanması istenen yüzeye püskürtülürler. Aldıkları ısı ve çarpmanın etkisi ile eriyen parçacıklar karşı yüzeye yapışarak istenen kaplamayı sağlarlar.

BÖLÜM II

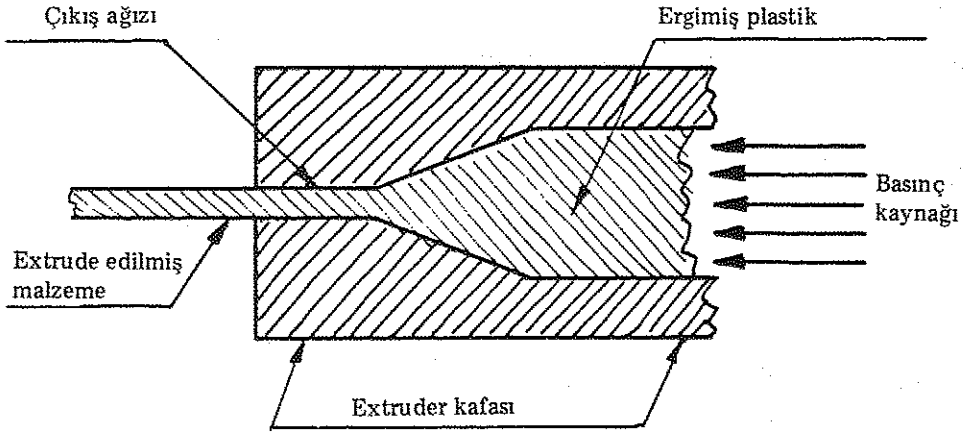
EKSTRÜZYON

Faruk TUZCUOĞLU

I. EKSTRÜZYON PROSESİNİN TEMELLERİ

Plastik ekstrüzyonu, plastifiye edilmiş bir polimer bileşimini basınçla zorlayarak, bir şekil verici kafa deliğinden dışarı çıkartarak ve sonradan, soğutma ile birlikte şekillendirmeden oluşan bir imalat şeklidir. Kafada şekillendirme olayı, aynen dışımacunun sıkma olayı ile karşılaştırılabilir ve bu imalatın ana bölümünü oluşturur. Bu nedenle bu bölüm en başta incelenecektir.

Aşağıdaki şekilde, idealize edilmiş bir extruder ağzından geçen malzeme gösterilmektedir. (Şekil 1)



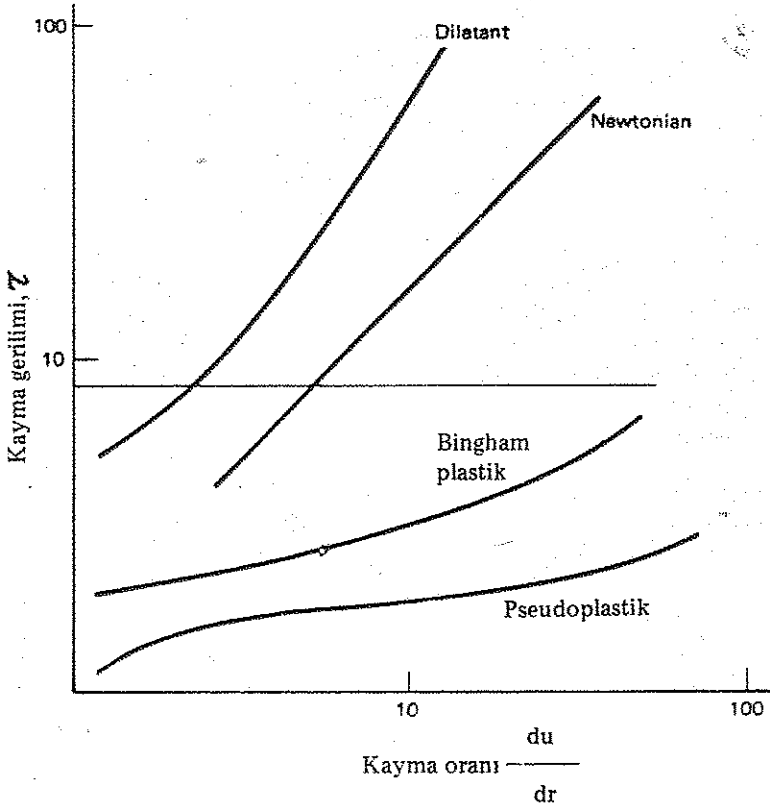
Şekil 1 İdealize edilmiş plastik ekstrüzyonu şeması

Burada, malzemenin komple plastifiye veya ergimiş olduğu ve kafa ağzının, malzemenin soğumasını engelleyecek sıcaklıkta olduğu varsayılmıştır.

İlgilendiğimiz nokta uygulanan basınçla karşılık ne kadar malzemenin ağızdan akacağı ve ağızın çeşitli köşelerinde akışın ne kadar uniform olacağıdır. Birinci faktör çıkışı, ve ikinci faktör de kafanın şekil vericiliğini tayin edecektir. Bu iki faktör de malın reolojisi tarafından kontrol edilmektedir.

Malzemenin reolojisi, ona uygulanan kuvvete cevaben, deformasyona uğrama davranışındır. Ergime durumundaki plastik söz konusu olunca, uygulanan kuvvet, basınç olacaktır ve tepki de devamlılık gösteren deformasyon sonucu akış olacaktır. Akış,

malzemenin kayma (shear) karakteristiğine bağlıdır ve bu tepkileri birkaç türde olmaktadır. (Şekil 2)



Şekil 2. Değişik reolojik özellikteki malzemelerin akış eğrileri

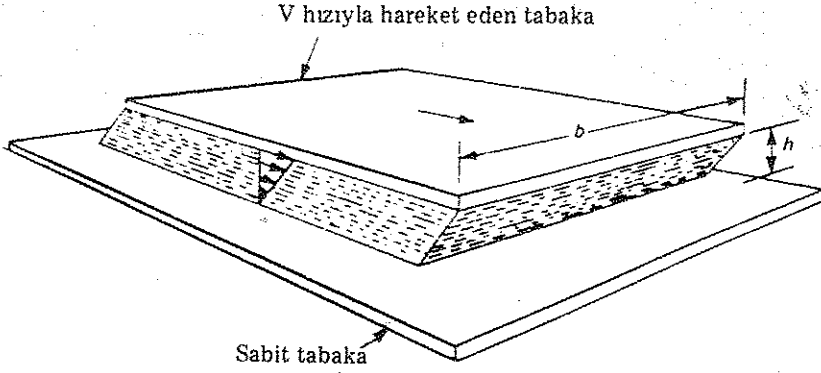
Eğer mal sabit viskozitede ise, örneğin kayma-gerilimi ve kayma oranı arasındaki oran sabitse, buna "Newtonian Fluid" Newton akışkanı diyoruz. Kayma-gerilimi ve kayma-oranını formüle etmek gerekirse:

$$\text{Kayma-gerilimi} = \frac{\text{kayma kuvveti}}{\text{kayma bölgesi}} = \frac{F}{A}$$

$$\text{Kayma oranı} = \frac{dv}{dh} = \frac{V \text{ (hareket)}}{h \text{ (yükseklik)}} \quad (\text{Newton Akışkanı İçin})$$

$$\text{Newton viskozitesi } \mu_N = \frac{\text{kayma gerilimi}}{\text{kayma oranı}} = \frac{F/A}{V/h}$$

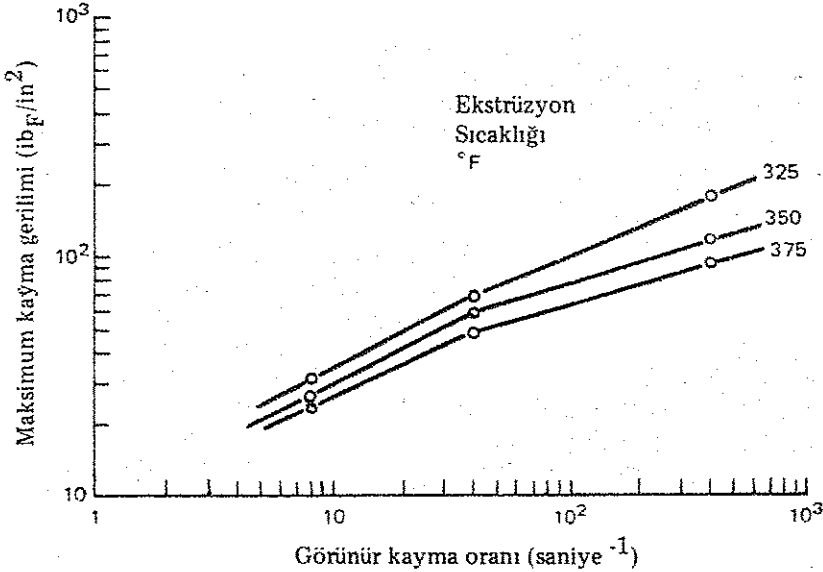
$$\text{Genel viskozite } \mu = \frac{F/A}{dV/dh}$$



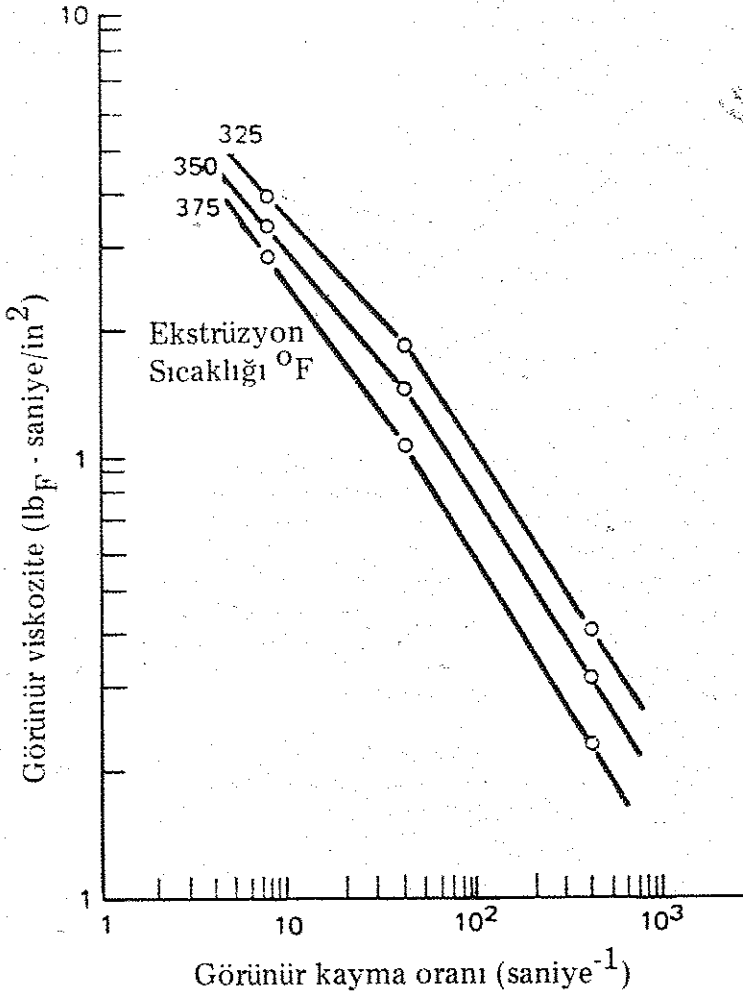
Şekil 3. Newtonvari akışkanın iki tabaka arasında kayması

Ne varki çoğu plastikler Newtonvari olmayan karakteristikleri taşırlar. Bu, onların uzun zincirli, yüksek-polimer malzemeler olmalarından dolayı beklenen birşeydir. Malzemelerin viskozitesi kesme kuvvetlerinin miktar ve süresine bağlı olarak değişecektir, ki bu polimer moleküllerini akış yönüne doğru sıraya dizmek ve sonradan da akış direncini düşürme eğilimi gösterir. Sonuç olarak, polimerlerin çıkış ağzından çıkışları çok kompleks bir olaydır ve gerçek şekillendirme etkilerini ortaya koymak için iyi bir analiz yapmak gerektir. Plastik malzemelerin akışları hakkındaki veriler genellikle literatürde şekil 4 ve 5 teki gibi verilir. Bunlar sırası ile, kayma- oranı/kayma- gerilimi eğrisi ve kayma-oranı/viskozite eğrisi. Bizim verdiğimiz eğriler geniş kullanımı olan Polivinilklorür (PVC) için verilmiştir.

Bu eğrilerin sınanması şunu açıklamaktadır ki, gerçekten, "büyük kayma-oranları için viskozite daha düşük" ve "kayma-gerilimi, yüksek kayma oranları için daha düşüktür". Sonuç, çıkış ağzından akışın değişmesidir.



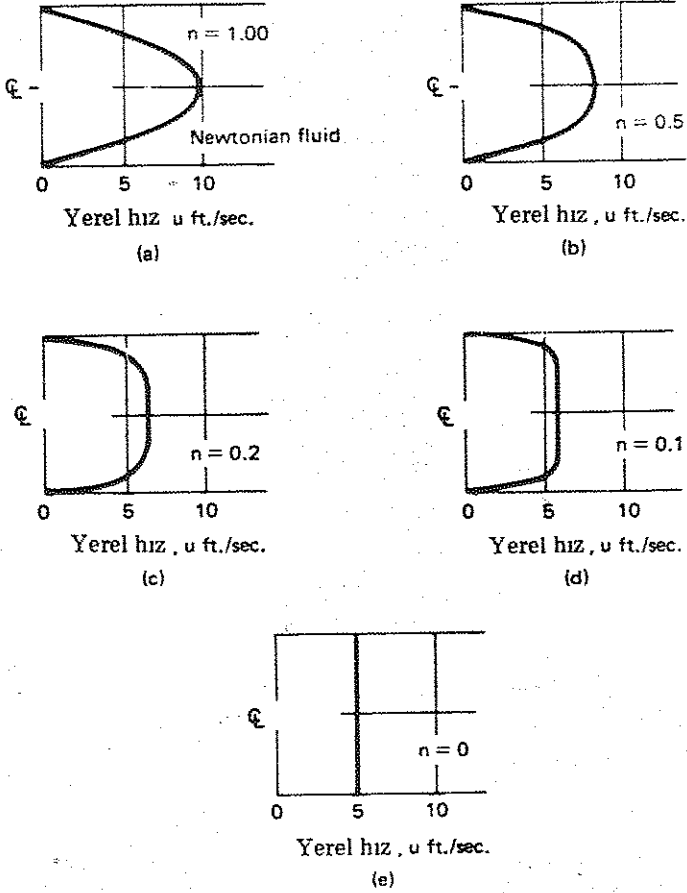
Şekil 4. Kayma oranı - kayma gerilimi ilişkisi



Şekil 5. Görünür akmazlık - kayma oranı ilişkisi

Kayma nedenli viskozitenin oluşturduğu akış değişiklikleri Şekil 6 da açıkça görülmektedir.

Bir Newton Akışkanının (velosite) hareket profili (a) daki gibi olurdu, çünkü viskozitesi, kayma oranından bağımsızdır. Kayma oranına bağımlı viskozitesi olan malzeme ile bu ilk hareket profili olabilir, fakat çabukça değişecektir çünkü dış duvarlara yakın malzeme extrude edilen kütle akımının ortasındaki malzemeden çok daha fazla kaymaya uğrayacaktır. Sonuçtaki hareket profili, (b) (c) (d) veya sonunda (e) deki şekillerden biri gibi olabilir. Bu, viskozitenin, yüksek oranda kayma- oranına bağımlı olmasından ve düşük viskoziteli akımların kafa çakış- ağızı cıdarlarına yakın oluşmasından kaynaklanmaktadır. Viskozitenin daha yüksek oranda kayma-oranına bağımlı olması, hareket profili (e) deki durumu alacaktır. Bu durum tıkanım akışı olarak da adlandırılabilir. Bu özellikleri yüksek oranda gösteren polimerler, olduğu gibi, rahatça, çıkış kafasından extrude edilirler. Bu özelliğe tixotropi diyoruz. Şekil 5 ve 6 da eğrileri gösterilen PVC (Polyvinylchloride) reçinesi kolay şekil alanlardan bir tanesidir.

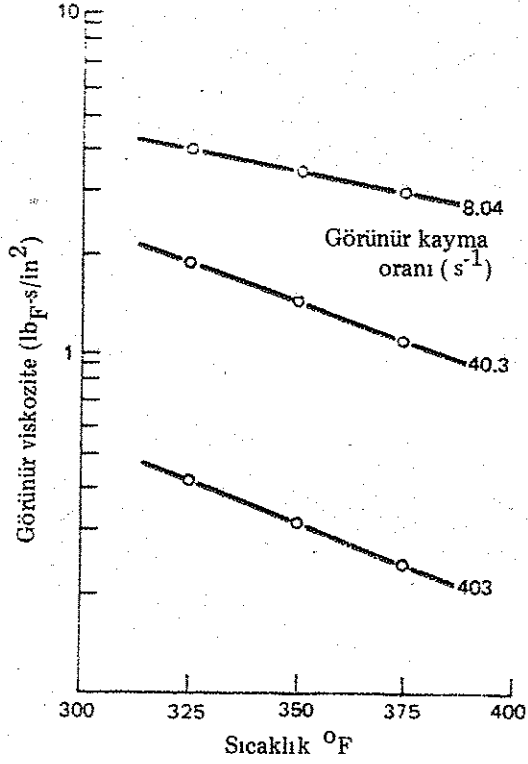


Şekil 6. Laminer akışla borudan akan akışkanın hız profilleri

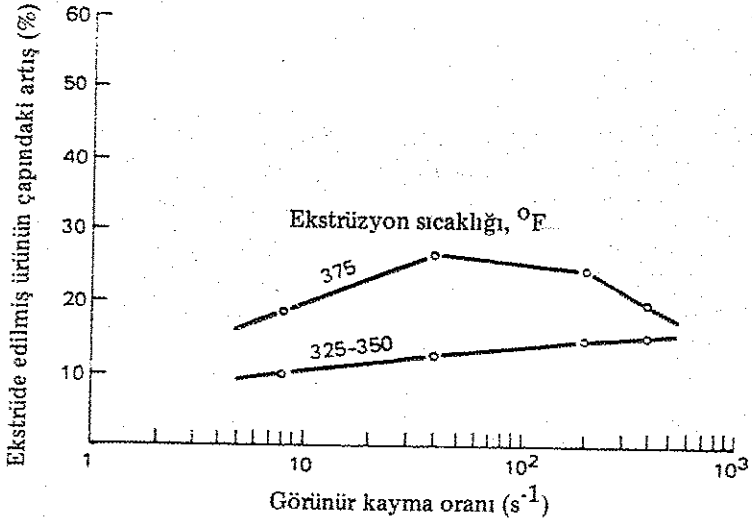
Kafa çıkış ağzından akışı anlamak için, kaymanın yanında, sıcaklığın viskoziteye etkisinin de mutlaka hesaba katılması gerekmektedir.

Kafa veya başka bir deyişle, çıkış-kabarması, ergimiş polimerlerin viskoelastik tabiatının sonucu; bir başka değişkendir. Kafadan geçen malzemede basınç olarak saklı olan enerji, çıkışta serbest kalmakta ve extrude edilen malzemenin kesitinde bir büyüme gibi görülmektedir. Sıcaklığın çıkış-kabarması ile ilişkisini gösteren grafikler şekil 7 ve 8 de gösterilmiştir. Yükselen ısıdan dolayı düşen viskozite, sabit basınçtaki ortalama akış oranını artırır. Bazı durumlarda kafa ağzının çeşitli yerlerindeki akışı dengelemek ve kontrol etmek için, ergime ısı kontrolü, bölgesel ısıları değiştirmek amacı ile kullanılmaktadır.

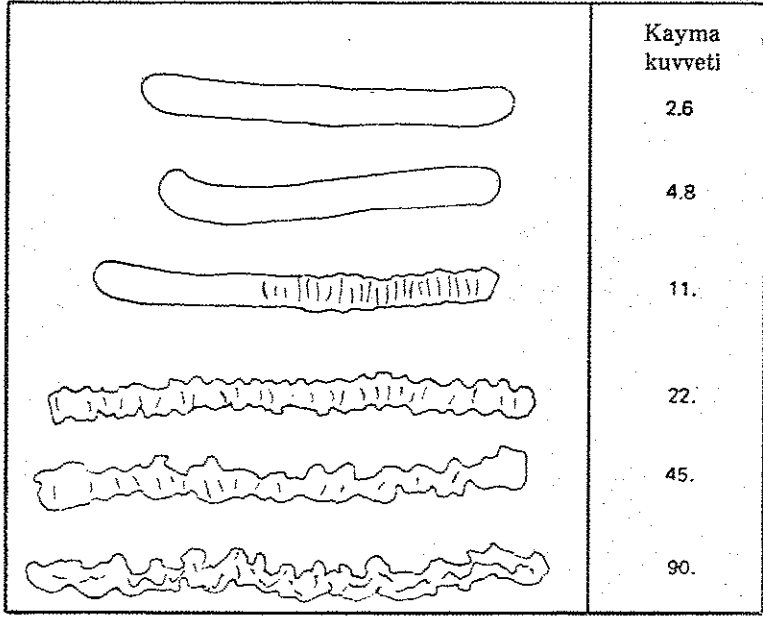
Bir komplikasyon da ısı-viskozite bağımlılığı nedeni ile ortaya çıkmaktadır, çünkü kayma sonucu ısı ortaya çıkar. Kaymanın yüksek olduğu yerde malzeme ısınacak ve viskozitesi düşecektir. Bu, kaymanın yarattığı, polimer moleküllerinin sıralanmasından dolayı, viskozitenin düşmesine eklenir ve akışın parabolikten düz, yani tıkaç akışına dönüşmesini belirleyecektir. Bu durum, aynı zamanda ısıya duyarlı polimerlerde lokal degradasyonlara neden olabilmektedir.



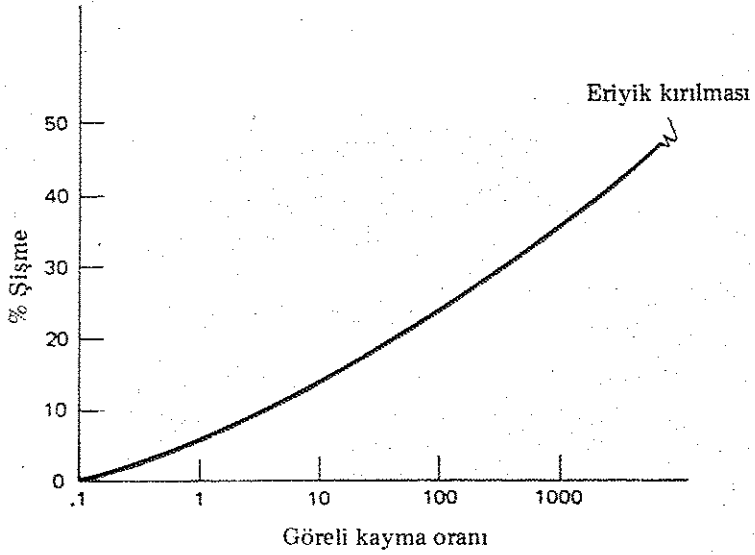
Şekil 7. Sıcaklığın görünür viskoziteye etkisi



Şekil 8. İki ayrı sıcaklıkta kayma oranının ürün çapına etkisi



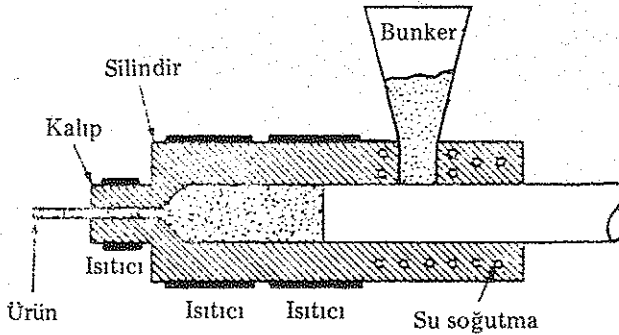
Şekil 10. Plastiklerde eriyik kırılması



Şekil 11. Kafa şişmesi ve göreceli kayma oranı ilişkisi

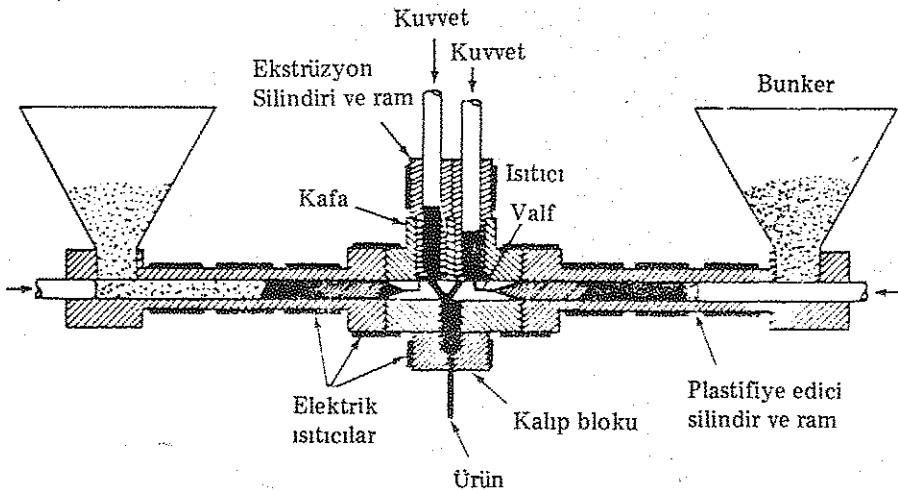
III. EKSTRÜZYONDA KULLANILAN EKİPMAN

Plastikleştirme ve basınç-yaratma fonksiyonları üretimi etkileyen önemli konulardır, çünkü kafa çıkış - ağız ve basınç ünitesi üretim sırasında birbirlerini çok etkilerler. İki fonksiyonu da uygulamak için pekçok metodlar vardır. Şekil 12 a da ekstrüzyon için kullanılan bir piston ve ısıtılmış silindir görülmektedir. Bu metod, ergime-reometrelerinde malzemelerin özelliklerini kontrol için kullanılmaktadır. Eskiden de bazı ekipmanlarda kullanılırdı fakat artık bu metod sadece bazı fluorokarbon ve yüksek molekül yapıli mühendislik plastiklerinde kullanılmaktadır. Literatürde Ram Extrusion diye anılır.



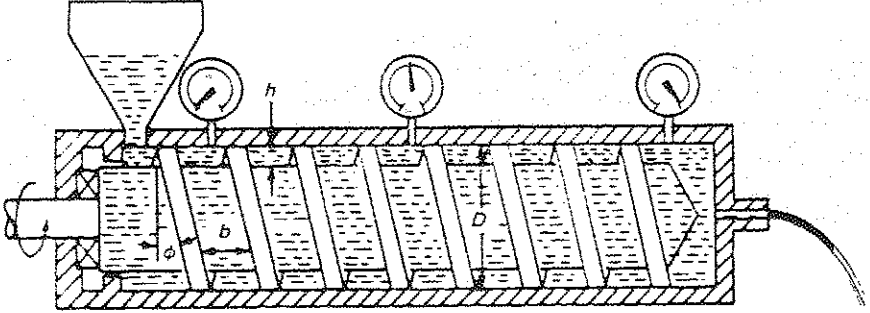
Şekil 12. a. Ram ekstrüder

Bu bir defalık itişten, devamlı akış sağlamak için birkaç itici ve valf düzeneğine ihtiyaç vardır ve silindirler birbiri ardına dolup boşalır. Şekil 12 b de bu gösterilmiştir.



Şekil 12. b. Sürekli akış ram ekstrüder

Çoğu ekstrüzyon pompası sürekli çıkışı gerektirir, bu yüzden piston iticili ekstruderlerin mutlaka valfa gereksinimleri vardır. Şekil 13 a, b, c ve d ekstrüzyonda kullanılan çeşitli pompaları göstermektedir.

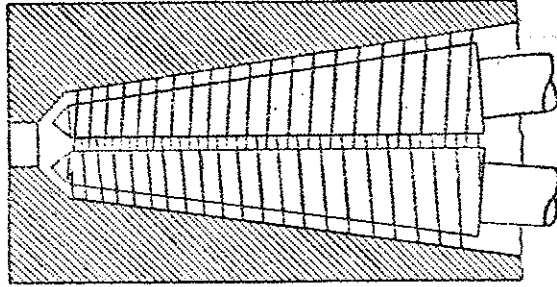


Şekil 13. a Vida ve silindir arasında basınç artışı

Şekil 13 a, tek vidalı ekstruderi oluşturan bir vidalı pompadır.

Şekil 13 b, çift vidalı (burgulu) ekstruderi oluşturan bir çift burgulu pompadır.

Mahın çıkış oranının, göreceli olarak (nispeten) çıkış basıncından bağımsız olması istenilen bir özelliktir.



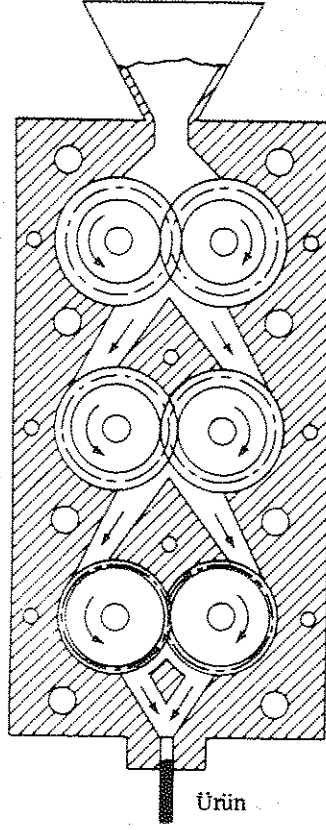
Şekil 13. b Konik yaklaşımli ikiz burgulu ekstrüder

Şekil 13 c'de gösterilen dişli pompalar, ergimiş halde düşük viskozite gösteren (low-melt-viscosity) malzemelerin çıkışını kontrol etmek amacıyla tek burgulu (vidalı) pompalarla birlikte kullanılırlar.

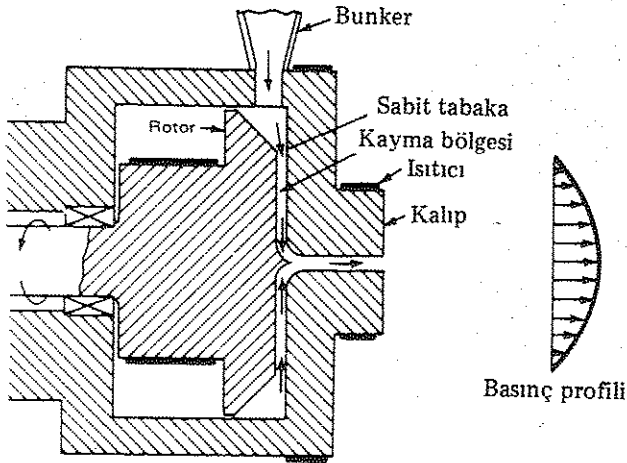
Basınç oluşturmaya değişik bir yaklaşım da şekil 13 d de görülen Maxwell erime-elastisitesi pompasıdır. Bu alışılmamış polimer pompası için tipik bir örnektir. Çünkü çalışması ergimiş polimerlerin özel karakteristiklerine dayandırılmıştır.

Ekstruder üretim sırasında üç görevi yerine getirir. Malzemeyi ergitir veya plastikleştirir, malın kafa ağzından dışarıya çıkması için gereken basıncı oluşturur, malı kaydırır ve karıştırır. Yukarıda şekilleri verilmiş olan (13 a, b, c, d) her bir sistem, tüm bunları kendi özel tarzında yapar ve ergimiş polimere değişik karakteristikler verirler.

Ram ekstruder öncelikle, ısıtıcılarla ısıtılmış gövde silindirindeki ısıyı polimere temas yoluyla iletir ve malzeme gövdeden çıkmadan önce malzemeyi ısıtmış olur; basıncı da direkt olarak hidrostatik etki ile sağlar. Karıştırma ve kayma ise düz akış ve direkt kafa çıkışına gelme dolayısı ile çok düşük limitlerde kalmaktadır. Diğer ekstrüzyon makinaları çok daha karışık tarzlarda çalışmaktadır.



Şekil 13. c Dişli pompalı ekstrüder



Şekil 13. d Elastik eriyik ekstruder

Tek Burgulu Pompa:

Basınç yaratma etkisinin, sürüklenme akışı (drag-flow) adı verilen mekanizmanın üzerindeki etkisine bağlıdır.

Tek burgulu pompalar, yarattıkları basıncın sürüklenme akışı (drag flow) adı verilen mekanizmayı etkileme olayı ile açıklanırlar. Artan basıncın nedeni, malzeme ve burğu ile kovan arasındaki etkileşimdir ve çıkış miktarı (delivery-rate), malzeme ısısı, gövde ısısı ve kayma oranının kompleks fonksiyonudur. Polimerin eritilmesi olayı, malzemenin gövde çeperlerinden geçen ısıyı transfer etmeleri ve kesimden dolayı oluşan ısıtma kombinasyonu ile oluşur. Malzeme makinadan geçerken üzerinde bol miktarda kayma ve karıştırma olmaktadır. Kayma miktarı, malzeme ısısı ve karıştırma yüksek oranda birbirinden bağımsızdırlar ve ayrı ayrı kontrol edilemezler. Sonuç olarak bazı durumlarda, özellikle yüksek çıkış miktarlarında sabit işlem yapmak zordur.

Çift Burgulu Pompa:

Çift burgulu (veya çok burgulu) pompalar, ergimiş polimerde basınç oluşturmak için, dişleri birbirinin içine geçecek şekilde aynı yönde veya birbirinin tersi (corotating) (counterrotating) yöne dönerek oluştururlar. Burgular arasındaki açıklık az olmadığı için, makina, çıkış miktarı konusunda malzemenin özelliğine bağlı olmayan bir pozitif pompalama düzeneğidir.

Hernekadar Ram ekstrüzyondaki kadar pozitif değilse de, çıkışta çok dengeli, pompadan geçen reçine üzerindeki kayma etkilerinden bağımsızdır. Basınç arttırma ve kayma-karıştırma (shear-mixing) fonksiyonları, aslında birbirinden bağımsızdırlar fakat, herbirini ayrı ayrı uygun vida dizaynı ve makina kontrolü ile değiştirmek olasıdır. Burada malzemeyi ısıtan ısı çoğunlukla kovan duvarından sağlanmıştır. göreceli az bir kısmı kayma sonucu oluşturmuştur. Malzeme gerçekte, burğu ve kovan tarafından oluşturulan hareketli bir boşluk içinde az miktarda kayma ve vidalar arasında çimdikleme ile götürülmektedir. Çift burgulu pompalar, özellikle kaymaya yüksek hassasiyet gösteren malzemelerde kullanılır, çünkü kayma ve çıkış birbirinden bağımsız olarak kontrol edilebilirler.

Dişli Pompa:

Dişli pompa ekstrüzyon pompası olarak kullanılan, bir pozitif boşaltma düzeneğidir. Birbirine geçmiş dişlilerden oluşan yapısı nedeniyle yüksek basınçlarda sabit çıkışlar sağlar. Pompanın iç hacmi küçük olduğundan, pompa duvarları ısıtılarak polimeri ısıtmak çok güçtür. Sonuç olarak, dişli pompalar genellikle ergimiş polimerle beslenen, daha çok tek burgulu extruder gibi diğer ergitme düzeneklerinden sonra çıkışlarını kontrol etmek amacıyla kullanılırlar. Dişli pompanın diğer iki karakteristiği de faydalıklarını sınırlıyor. Bunlardan ilki, yüksek viskoziteli ergimiş polimerlerde, hemen girişte kolaylıkla boşluğun oluşması, diğeri de birbirinin içinde dönen dişlilerin bölgesel de olsa çok yüksek-kayma oranları meydana getirmesi ve bunun kaymaya- hassas reçinelerde problem yaratmasıdır. Bu tipler, genellikle düşük molekül ağırlıklı, düşük viskoziteli reçinelerde kullanılır. Örneğin: Tekstil fiberlerinin yapıldığı ve adhezivlerin (yapıştırıcıların) reçineleri.

Elastik Eriyik Pompası:

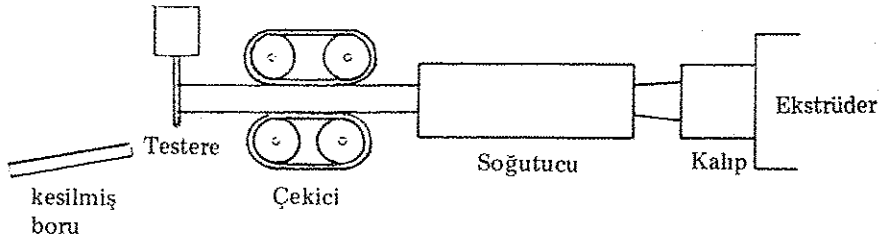
Elastik Eriyik pompası, polimerlerdeki kayma etkilerinin viskoelastik malzemeler üzerinde yarattığı güçten yararlanarak çalışır. Bu birimler, şimdiye kadar gördüğümüz tüm pompa türlerinden daha fazla olarak kaymaya duyarlıdırlar. Herhangibir pompala-

ma aksiyonu alabilmemiz için, malzeme yüksek oranda kaymaya uğramalıdır. Erime elastisitesi pompaları, çok yüksek basınçlar üretmezler. Bu üniteleri üretimde kullanmak için, bunlar tek-burgulu pompa veya dişli pompa gibi basınç oluşturan pompalarla birlikte kullanılırlar. Fakat burada basınç oluşturan pompalar, erime elastisitesi pompalarından sonra kullanılırlar. Çok yüksek kayma oranı uniform bir şekilde giren eriyiğe dağılır ve çok üniform bir eriyik kalitesi sağlar. Elastik eriyik pompası, karışmanın ve rengin çok iyi dağılmasının elzem olduğu ve diğer yünden eriyik kalitesi üzerinde yüksek oranda kontrol sağlanması gereken durumlarda kullanılır. Kaymaya duyarlı malzemelerle kullanılırsa degradasyona neden olabilir.

Üretimde kullanılan ekipmanın tasarımında, en iyi koşullarda ekstrüzyon işlemini gerçekleştirmek için çeşitli karıştırma ve pompalama işlemlerini yaparak eriyik koşullarının istenen biçimde olmasını sağlamak gerekir. Özellikle tek burgulu ekstrüderlerde kafa çıkışının ekstrüder ile olan etkileşimi, üretimi etkileyen önemli bir faktördür.

Ekstrüzyon işleminin son aşaması, ekstrüderde şekil verilmiş malzemenin şeklini bozmadan soğutmaktır. Bunun için gerekli mekanizma, bir yandan ekstrüderden çıkan malzemeyi çekerek kafa ağzından uzaklaştıracak, bir yandan da soğutulmasını sağlayacaktır. Çekme işleminin, kafa ağzından çıkış hızına göre ayarlanabilmesi gerekir.

Şekil 14'te ekstrüzyonla plastik boru üretimine ilişkin şema verilmiştir. Burada çekme işlemi, çift yollu merdane tipi konveyörlerle yapılmakta, Konveyör bandının hızı, ürünün ekstrüderden çıkış hızına göre ayarlanmaktadır. Soğutma işlemi ise su tankları ile yapılmaktadır.



Şekil 14. Ekstrüzyonla plastik boru üretimi

Kafa ağzından çıkan ürünün soğutulması, şekillendirilmesi ve depolanacak hale getirilmesi, ekstrüzyon hattının tasarımında belki de ekstrüzyon kalıbından daha fazla özen göstermek gerekir.

IV. SOĞUTMA VE ÇEKME İŞLEMİNDE MALZEMELERİN ÖZELLİKLERİ

Daha önce sözü edilen malzeme özelliklerinin kafa ağzından çıkıştan sonraki soğutma ve çekme işlemlerini nasıl etkilediğini görelim. Levha veya şerit gibi basit şekiller, yüksek eriyik direnci gibi özel eriyik özellikleri gerektirmezler. Bunlarda kafa ağzından çıkan reçine doğrudan konveyöre aktarılarak soğutma işlemi burada gerçekleştirilebilir. Boru ya da profil gibi şekillerin ekstrüzyonunda ise ergime sıcaklığında deformasyona karşı direnç, yani yüksek eriyik direnci gerekir.

Özel şekillerin ekstrüzyonunda ise eriyiğin tiksotropisinin yüksek olması çok önemlidir. Kayma kuvvetinin ortadan kalkmasıyla birlikte viskozitesi büyük ölçüde değişime uğramayan malzemelerin kompleks profiller halinde ekstrüzyonu oldukça zordur. PVC, bu özelliği taşıdığından ekstrüzyon yöntemi ile kolayca şekillendirilirken, tiksotropisi düşük olan poliolefin ve poliamidler, genelde ekstrüzyon işleminde kullanılmaz.

Soğutma ve çekme işlemini etkileyen bir başka özellik de polimerin kristalleşme hızı ve derecesidir. Polimerler soğutulduklarında kristalleşerek ekstrüde edilmiş malzeme büzülme hızında önemli değişiklikler yaratırlar. Ekstrüde edilmiş malzemenin soğutulmasında soğutma işlemi, malzemenin her tarafına eşit biçimde uygulanmazsa önemli şekil bozuklukları meydana gelir. Asetal, poliamid ve bazı poliolefinler yüksek derecede kristalleşme gösterdiklerinden soğutma ve şekil verme işlemleri çok zordur.

Ekstrüzyon işleminde genellikle gözden kaçırılan önemli bir özellik de ısı dengeğidir. Malzemenin ekstrüderden geçirilirken özelliklerini kaybetmemesi, aynı zamanda şekillendirilirken yüksek kayma kuvvetlerinden doğan yüksek ısıya da dayanması gerekir. Yüksek ısı sonucu degradasyon veya yanma olabilir ki, sert PVC örneğinde buna sık rastlanır, veya metil metakrilat plastiklerinde olduğu gibi polimer zincirinin yer yer koparak daha düşük molekül ağırlıklı ürünlerin oluşmasına neden olabilir.

Çizelge 1'de genelde kullanılan malzemelerin özelliklerine dayanılarak ekstrüzyon işlemine olan etkileri verilmiştir.

Çizelge 1. Profil Ekstrüzyonunu Etkileyen Özellikler

Malzeme	Tiksotropi	Eriyik Viskozitesi	Termoset aralığı	Sürtünme ısısı	Eriyik elastisitesi
Sert PVC	1	1	3	4	4
Esnek PVC	2	2	3	2	3
Akrilik	3	2	3	3	6
Modifiye PPO	2	3	2	2	5
ABS	3	3	3	3	4
İmpalet Stiren	4	4	3	2	4
Polikarbonat	4	3	4	4	4
Termoplastik polyester	4	4	2	3	4
Polipropilen (PP)	6	4	3	2	4
Yüksek yoğunluk PP	6	5	5	2	2
Polietilen	7	5	6	2	4
Poliamidler	8-9	7	3	2	3

(*) Sayılar, malzemenin profil ekstrüzyonunda kullanımının kolaylık derecesini vermektedir. Düşük bir sayı, o malzemenin ekstrüzyonla kolayca şekillendirilebileceğini gösterir.

Ek — 1'de ayrıca çeşitli malzemelerin ekstrüzyon sıcaklıkları verilmiştir.

BÖLÜM III

ENJEKSİYON

Murat BURÇOĞLU-Bülent ÜNSALAN

I. PLASTİK ENJEKSİYON TEKNİĞİ

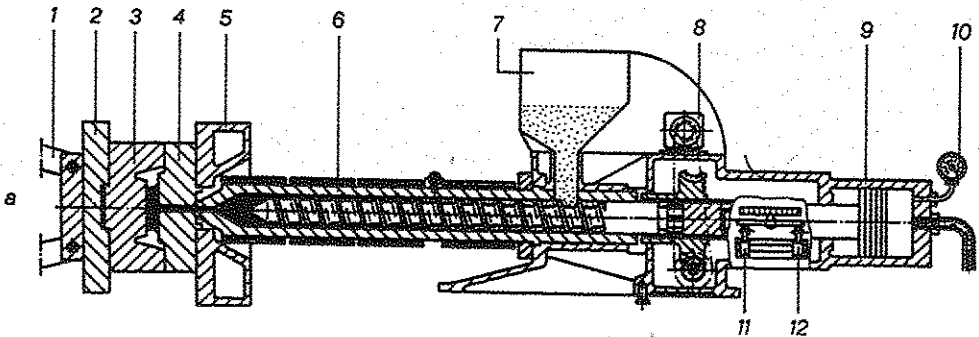
1) ENJEKSİYON MAKİNALARI:

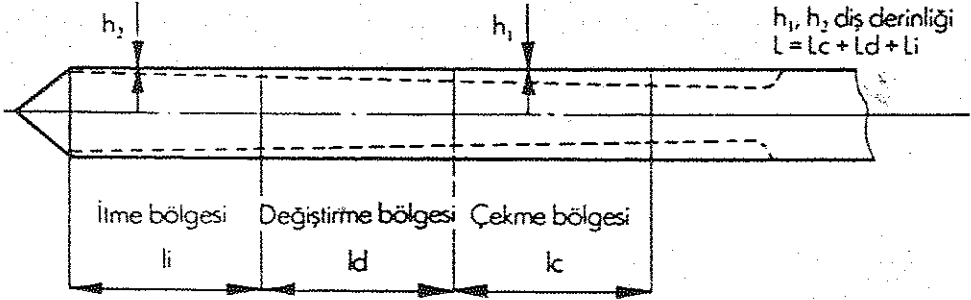
İlk enjeksiyon makinaları 1872 yılında Amerika'da yapılmış dik pistonlu makinalar-
dı. (US-Patent 133229, John W. Isaiah Hyatt) 1938 yılında Fransız Ouillery ilk kez bur-
gulu bir enjeksiyon makinası geliştirdi ve bu elastomer baskısında kullanıldı. 1956 yılı-
nda Nürnberg'de ANKER Firmasında ilk burgulu plastik enjeksiyon makinası imal edil-
di ve bu sistem günümüze kadar gelişerek yayıldı.

Enjeksiyon makinaları periyodik olarak çalışırlar. Huniden alınan granül şeklindeki
hammadde, ısıtılmış bir silindir içinde eritilip burgu tarafından kalıp içine püskürtülür.
Eriyik kalıp boşluklarını doldurduktan sonra içinde donar ve neticede tam veya yarı
mamül parça olarak kalıptan çıkartılır. Aşağıda bir enjeksiyon makinasının çalışması
şematik olarak gösterilmiştir.

- 1 Kapama Mekanizması
- 2 Hareketli kalıp plakası
- 3 Dişi kalıp
- 4 Erkek kalıp
- 5 Sabit kalıp plakası
- 6 Püskürtme silindiri
- 7 Huni
- 8 Hidromotor
- 9 Püskürtme organının hidrolik silindiri
- 10 Manometre
- 11 İkinci basınç şalteri
- 12 Dozaj ayarı

a) Püskürtme





Burgunun çekme bölümünde plastik genellikle granül olarak alınır, sıkıştırılır, iletilir ve bir ön ısıtmadan geçer. Çekme bölümü daima öteki bölgelerin ihtiyacını karşılamalı, bu bölümün sonunda sürekli olarak belirli bir basınç bulunmalıdır.

Değişme bölgesinde eriyik ve katı yanyanadır. Devamlı ısı enerjisi verilmesiyle katı parçacıklar erimeye başlar, saf eriyik olarak itme bölgesine iletilir, bu bölgeye kompresyon bölgesi de denir.

İtme bölgesinde madde iyice homojenleşmiş olarak burgu önündeki silindirik hacmine iletilir, bu durumda madde püskürtülmeye hazırdır.

Enternasyonal Ölçüler:

- a) Enjeksiyon hacmi (cm³)
- b) Kapama gücü (Mp)

Örnek: Burgu çapı d= 60 mm
 Burgu stroku s= 240 mm
 Enj. basıncı p= 1370 (kp/cm²)

$$\text{Enj. hacmi} \quad v = \frac{d^2 \pi}{4} s \frac{p}{1000} = 940$$

Kapama kısmı:

Karakteristikleri: Kapama sistemi
 Kapama gücü
 Açma mesafesi
 Kolon araları
 Plaka arası mesafe
 Kalıp bağlama mesafesi
 Plaka boyutları

Kapama sistemleri hidrolik veya hidrolik-mekanik olabilir, her iki sistem de kapama hareketini yapar ve kapama kuvveti uygular. (mengene kilitlenmesi)

Hidrolik ve hidrolik-mekanik sistemlerin karşılaştırılması:

Karakteristikleri :

a) Mengenenin hareketi hidrolik sistem hareketinden seridir ve daha az miktar yağ ile bu hareketi yapar.

b) Mengene sisteminde kapama ve kilitleme olayı birdir. Hidrolik sistemde değişik basınç kademeleri gerekir.

c) Kalıp açılması çabuktur.

d) Mengene sisteminin hidrolik silindiri daha ufaktır.

e) Makina daha az yer kaplar.

f) Hidrolik sistem basit olduğu için nispeten basit bir elektrik sistemi uygulanır.

h) Sistemdeki hidrolik elemanların daha az sayıda olması, daha az anzaya maruz kalması demektir.

i) Daha düşük hidrolik basınçlarla çalışıldığından, hidrolik elemanlar daha az yıpranır.

j) Tek yerden motor veya elle kalıp ayarı yapılır ve kapama gücü ayarlanır.

k) Direkt hidrolik sistemden daha az elektrik enerjisine ihtiyacı vardır.

2) Hidrolik sistem:

a) Kalıp bağlama çabuk ve basit.

b) Çeşitli kalınlıklardaki kalıplar bağlanabilir.

c) Kalıp koruma hassas ayarlanabilir. (hidrolik basınç istenildiği kadar alçaltılabilir)

d) Kullanılan hidrolik elemanlar, hidrolik basınç ayarlanan seviyeyi geçemiyeceği için korunmuştur.

e) Kapama gücü direkt manometreden okunur ve kolay ayarlanır.

f) Kalıp ısıdıktan sonra ikinci bir kalıp ayarna gerek yoktur.

g) Hareketli plakaya kuvvet merkezden etki ettiğinden eğilme durumu yoktur.

Kapama gücü mekanik sistem:

$$F_k = \Sigma A.E.10^{-3}$$

$$\Sigma = \frac{\Delta l_k}{l_k} . 10^3 (\%)$$

Σ . . . Kolon uzaması

A . . . Kolon kesit alanı

E . . . E-Modül

Kapama gücü hidrolik sistem:

$$F_k = P_H . A$$

F_k . . . Kapama gücü

P_H . . . Silindirdeki hidrolik basıncı

A . . . Silindir alanı

Enjeksiyon kısmı:

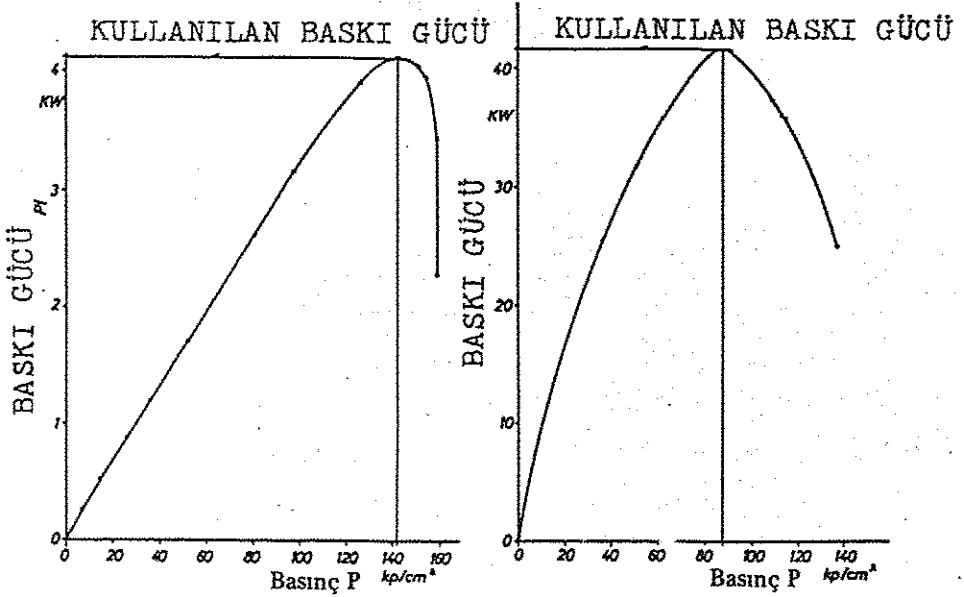
Karakteristikleri:

Eritme sistemi
Enjeksiyon basıncı
Enjeksiyon stroku
Isıtma-Soğutma bölgeleri
Isıtma gücü
Burgu çapı
Enjeksiyon hacmi
Burgu boyu
Burgu devir sayısı
Burgu tahrik gücü
Enjeksiyon gücü

Enjeksiyon gücü $P_i = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot p \cdot s}{4 \cdot 102 \cdot 2 \cdot t}$

d ... Burgu çapı
s ... Burgu stroku
p ... Enj. basıncı
t ... Enj. zamanı

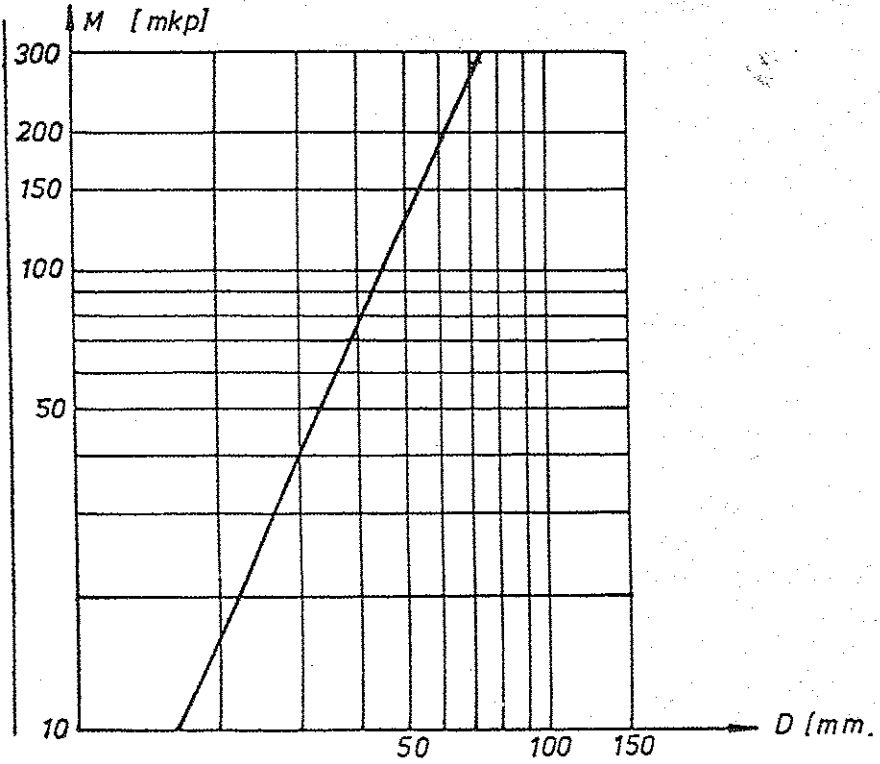
Enjeksiyon borusu tahriği direkt hidrolik pompadan veya bir akü üzerinden olabilir.



Burgu tahrik gücü :

N	0.25 kwh/kg	PE
	0.29 kwh/kg	PP
	0.12 kwh/kg	PVC-sevt

Burgu momenti : Burgu çapına göredir.

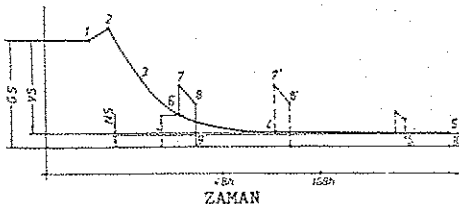


II. TERMOPLAST ENJEKSİYON TEKNİĞİNDE PARÇANIN ÇEKMESİNDEKİ ETKİLİ FAKTÖRLER

Enjeksiyon prosesinde kullanılan termoplastın çekme oranı kalıp ölçülerinin belirlenmesi için en önemli faktördür. İmal edilen parçaların ölçüleri çekme nedeniyle kalıp ölçülerinden daha küçüktür. Buna ilave olarak uzun müddet stoklama ve ısı tesiriyle ikinci çekme efekti oluşur ki, bu da parça ölçülerinin değişmesinde önemli rol oynar.

1. TERİMLER VE TARİFLER :

- VS — — — Proses esnasında çekme
- NS — — — İkinci çekme
- GS — — — Toplam çekme



- 1 Soğuk kalıbın ölçüsü
- 2 Sıcak kalıbın ölçüsü
- 3 Parçanın kalıptan çıktığı andaki ölçüsü
- 4 Parçanın 24-168 saat sonraki ölçüsü
- 1-4 Proses çekmesi VS
- 4-5 İkinci çekme NS
- 6-9 ısı altındaki ikinci çekme NS
- 1-9 Toplam çekme GS=VS+NS

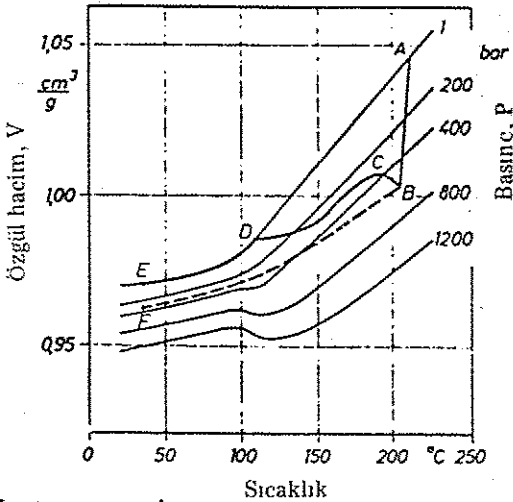
VS (1-4) DIN 16901 normuna göre soğuk kalıp ölçüsü (23 C + 5) ile soğumuş parça (23 C ± 5) arasında baskıdan 24-168 saat sonra alınan ölçü farklarıdır.

NS soğumuş parçanın belli bir ısı etkisinde kaldıktan sonraki ölçü farklarıdır.

GS (1-9) VS ile NS'nin toplamı olup, amorf termoplastlarda proses çekmesine (VS) eşittir. Kristalli termoplastlarda çekme olayı daha değişik ve çekme oranı daha fazladır. Kristalli termoplastlarda parçalar oriyantasyon nedeniyle akış istikametinde farklı, akış istikametine dikey istikamette farklı çekme oranları gösterebilir ki, bu da çekme farkıdır.

Literatürde çeşitli termoplastlar için çekme oranları verilmiştir :

	Çekme Oranı %	GF Katkılı
PS	0,4-0,6	
SB	0,4-0,9	
SAN	0,4-0,6	0,1-0,3
ABS	0,4-0,6	0,2-0,4
PMMA	0,2-0,7	
PVC	0,4-0,5	
LDPE	1,5-3,0	
HDPE	2,0-4,0	
PP akıcı	1,2-2,5	0,5-1,2
PP rafyalık	2,0-3,0	0,5-1,2
PA 6, 6.6	1,0-2,5	0,2-0,8
CA	0,4-0,7	
CAB	0,4-0,7	
PC	0,4-0,8	0,2-0,5
POM	2,0-3,2	0,2-0,6
PUR	0,9-1,8	



2. ÇEKMENİN SEBEPLERİ :

Çekmenin en önemli sebebi, termoplastların sıvı halden katı hale geçerken uğradıkları hacim değişikliğidir. Bu olay amorf bir termoplastta (PS) aşağıda görüldüğü gibidir.

Polistiren P—V—T Diyagramı

A—B Püskürtme

B—C Bir miktar malın burğu önüne geri gitmesi

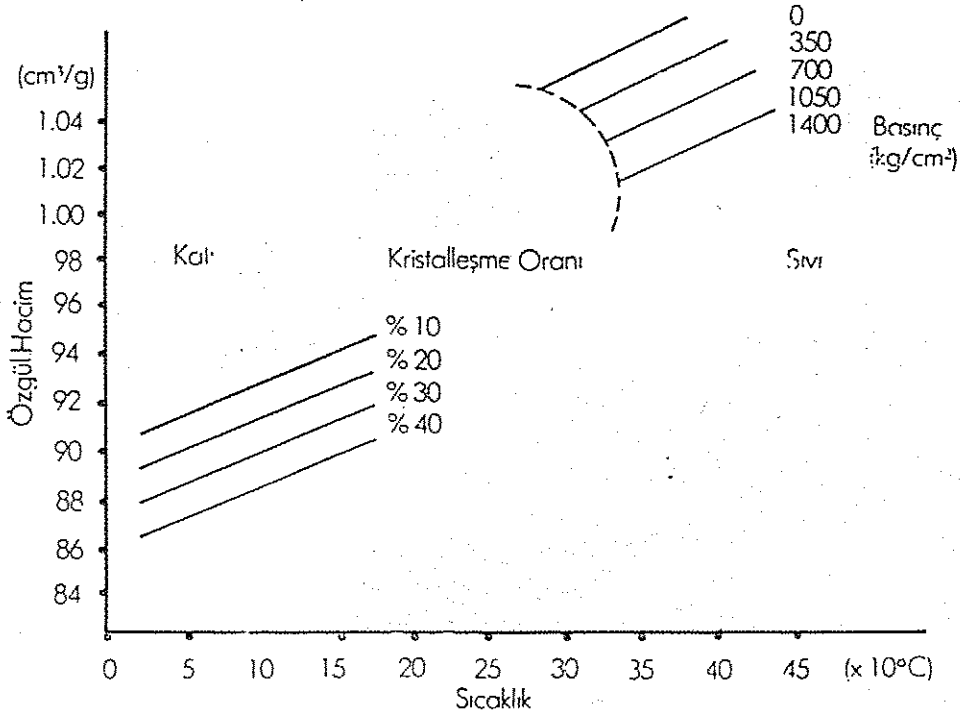
D Çekmenin başlaması, parça soğuyana kadar çekiyor.

F—E Kalıptan çıkarma

Kristalli termoplastlarda eriyik içindeki polimer zincirleri boyunca kısmen de olsa bir düzen meydana gelir.

Bu düzensizlikten düzenliliğe geçiş durumu hacim küçülmesine yol açar. Ayrıca eriyiğin basınçla sıkıştırılmasının ve sıcaklığa bağlı çekmenin de hacim küçülmesinde rolü vardır. Şekil 1'de kristalleşme oranının, sıcaklığın ve basıncın hacim üzerindeki etkileri görülmektedir.

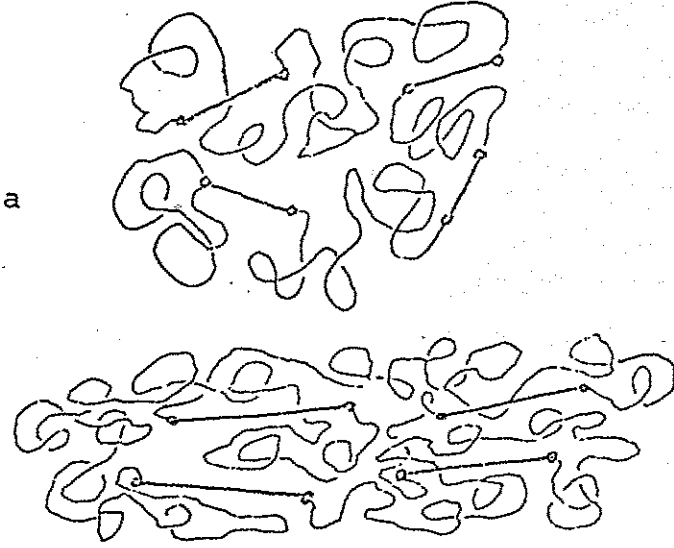
Özgül hacim sıvı ve katı safhalarda oldukça farklıdır. Ayrıca katı safhada kristalleşme oranı, sıvı safhada ise basınç hacmi etkilemektedir. Buna bağlı olarak PA 6.6. diğer kristalli termoplast türleri gibi, amorf bir termoplasttan daha fazla çeker.



Poliamid 6.6 P—V—T diyagramı

3. ORİYANTASYONLAR :

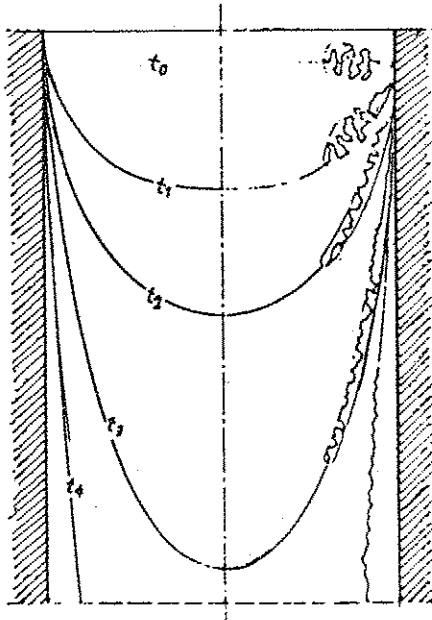
Termoplastikler normal hallerinde homojen ve isotropturlar. Proses esnasında uğradıkları deformasyonlar neticesi yumak halinde olan termoplast makromolekülleri oryante olurlar.



- a) Statik olarak her istikamete dağınık molekül
 b) Deformasyondan sonra molekül zincirleri üstüste binmiş.

Enjeksiyon prosesinde oriyantasyonlar:

Enjeksiyon prosesinde baskı esnasında eriyik kalıba temas ettiği anda kalıbı ince bir film tabakası gibi kaplar, arkadan gelen eriyik bu tabakanın üzerinden akar ve akış istikametinde sürtünmeden dolayı statik yumak halinde bulunan moleüller oryente olur, aynı istikamete doğru yön alırlar ve bu halde donarlar.

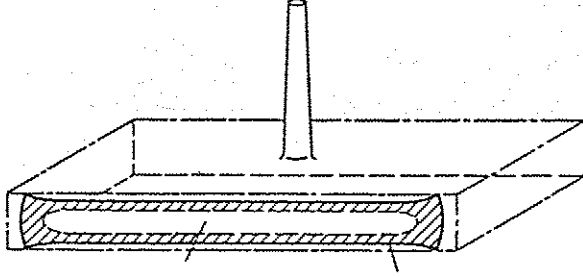


4. İÇ GERİLİMLERİ :

İç gerilimler bir malzeme üzerinde dışardan herhangi bir kuvvet etki etmeden, malzemenin içinde bulunan gerilimlerdir. Bunlar enjeksiyon prosesinde iki çeşittir.

- a) Soğumadan dolayı oluşan iç gerilimler
- b) Basınçtan dolayı oluşan iç gerilimler

a) Eriyik soğuk kalıba girince dışı hemen donar, kristalleşmez (termoplastlarda kristalleşme oranı soğuma zamanına bağlıdır.) Eriyiğin iç tarafı ise kristalleşecek zaman bulur.



Parçanın içi kristalli, dışı amorf kaldığından iç taraf dış kabuğu çekme durumundadır.

b) Enjeksiyon esnasında uygulanan ikinci basınç, dış tabaka donmuş olduğu için parçanın içine etki eder. Donmuş dış, hacimsel olarak genişleme durumunda olan iç tarafın genişlemesini engellediğinden iç gerilim oluşur.

III. ENJEKSİYON PROSESİNDE ÇALIŞMA ŞARTLARININ (BASINÇ, MAL, KALIP SICAKLIĞI, ZAMANLAR) BASILAN PARÇALARIN ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ:

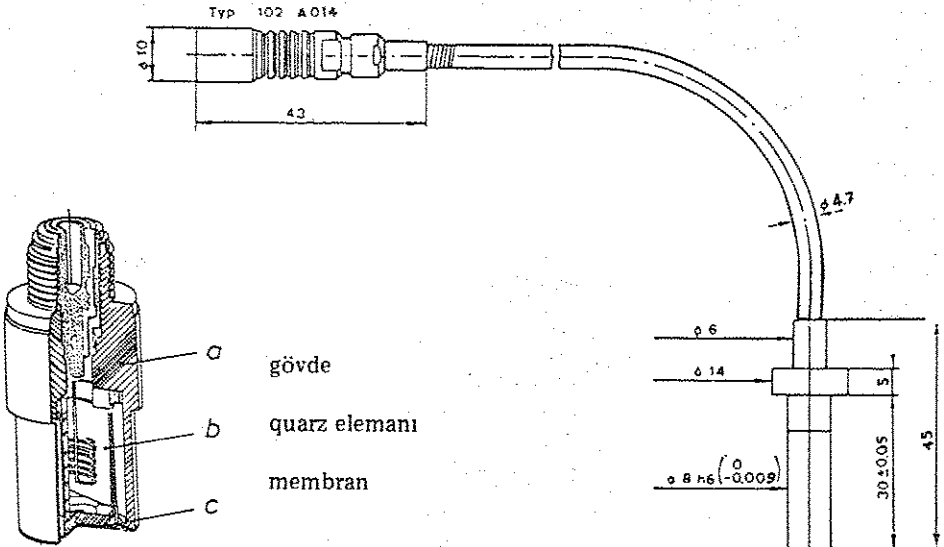
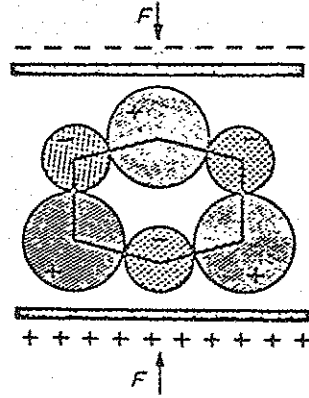
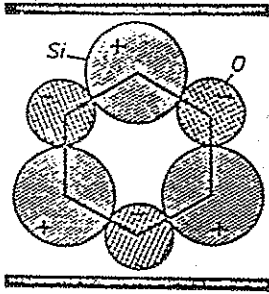
1) BASINÇLAR

1A Enjeksiyon basınçları

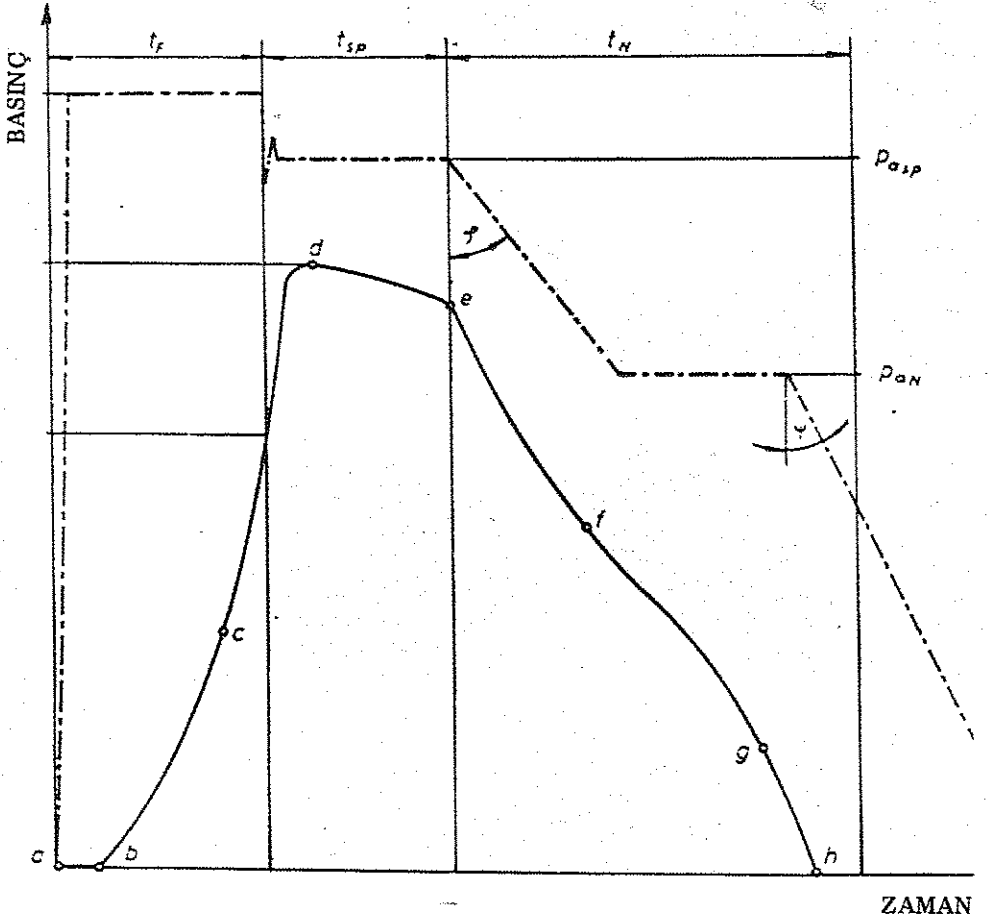
Manometreden okunur.

1B Kalıp içindeki basınç

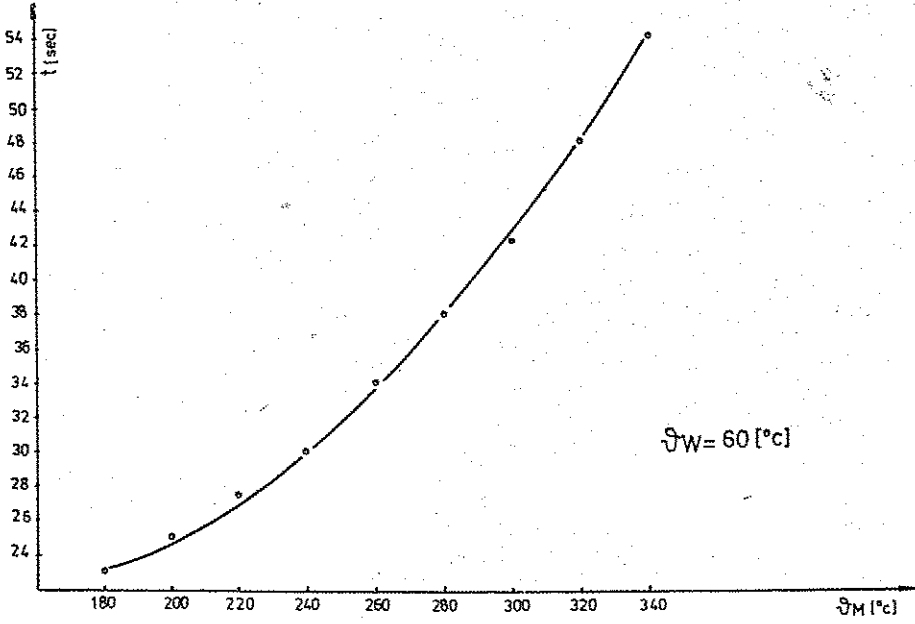
Kalıp içi basıncını ölçmek için quarz kristal basınç ölçeri kullanılmıştır. Quarz kristali basınç altında kristal strukturun şekil değiştirmesi ile elektriksel olarak yüklenir, bu elektrik yükü ölçülür.



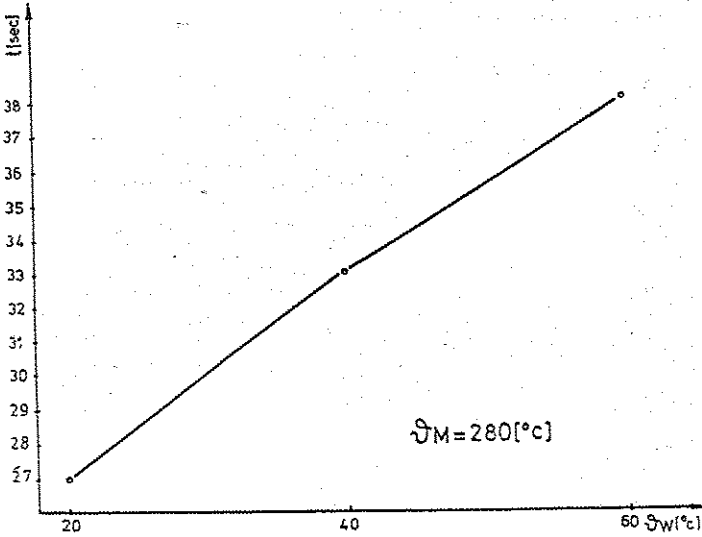
Eriyiğin kalıp içindeki basınç durumu:



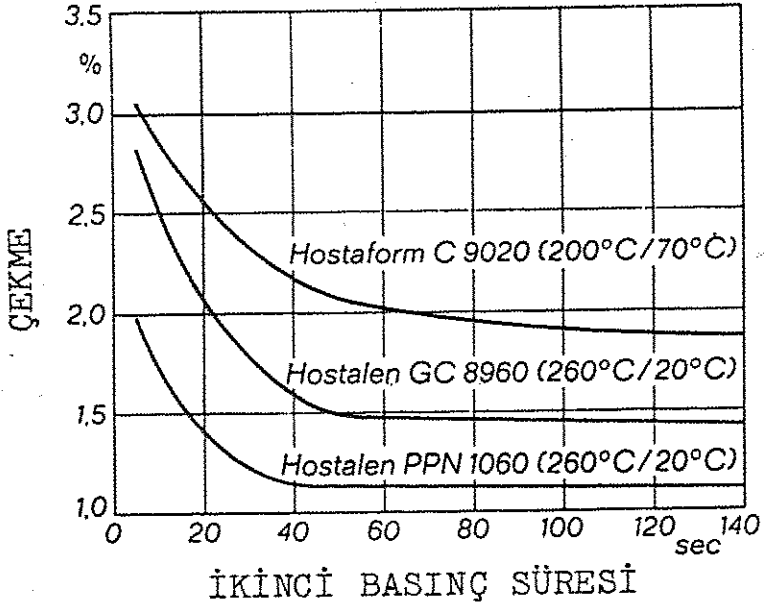
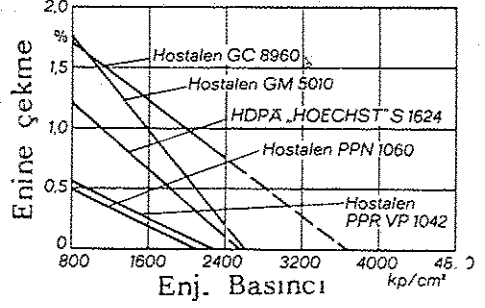
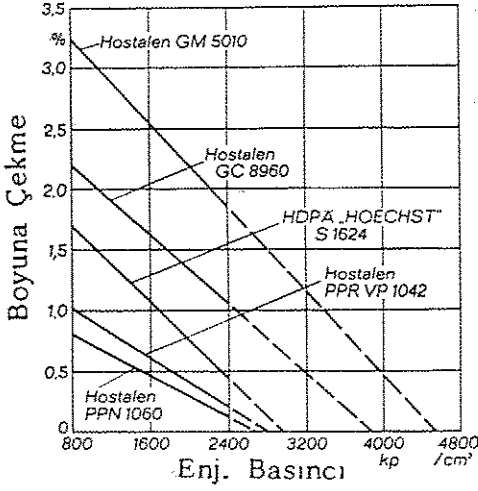
- | | |
|-----------------|--|
| $t_f + t_p$ ——— | Enjeksiyon zamanı |
| t_N ——— | 2. basınç |
| a ——— | Enjeksiyon başlangıcı burğu ileri hareketi |
| b ——— | Eriyiğin basınç ölçere ulaşma zamanı |
| c ——— | Kalıp boşluğunun eriyik ile dolması |
| c-d ——— | Eriyiğin basınç altında sıkışması |
| d ——— | Maksimum basınç |
| e ——— | Enjeksiyon basıncından 2. basınca geçiş |
| f-g ——— | 2. basınçta soğuma |
| g ——— | Yolluk donma zamanı |



ERİYİK SICAKLIĞININ YOLLUK DONMA SÜRESİNE ETKİLERİ :



KALIP SICAKLIĞININ YOLLUK DONMA SÜRESİNE ETKİLERİ :

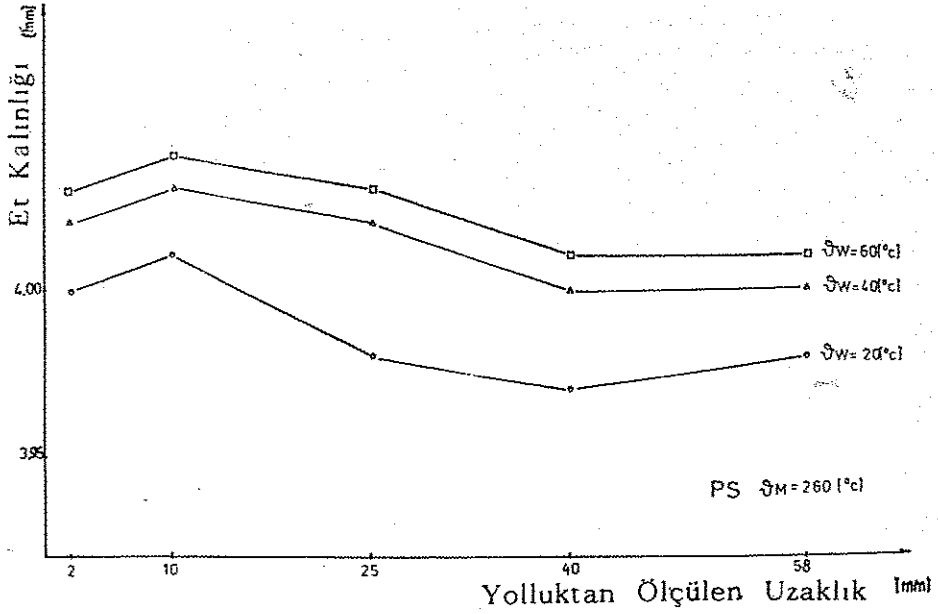


Parçanın çekmesi üzerindeki en büyük etki basınç ve basınç zamanıdır.

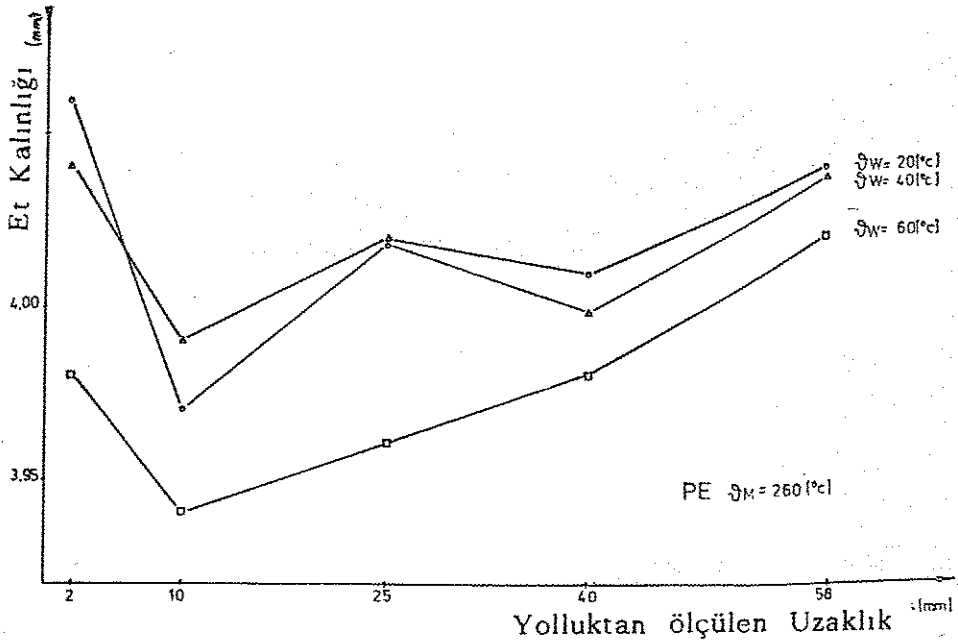
Örnek: Enjeksiyon basıncı 800 → 1400 (kp/cm²) çekme azalması > 0,5 %

2. basınç zamanı 5 → 40 (su) çekme azalması > 0,5 %

Yolluktan uzak bölgelerde çekmenin daha fazla olması, o bölgelerde basıncın daha az etki yapmasındandır.



KALIP SICAKLIĞI VE YOLLUKTAN UZAKLIĞA BAĞLI OLARAK ET KALINLIĞI (PS)



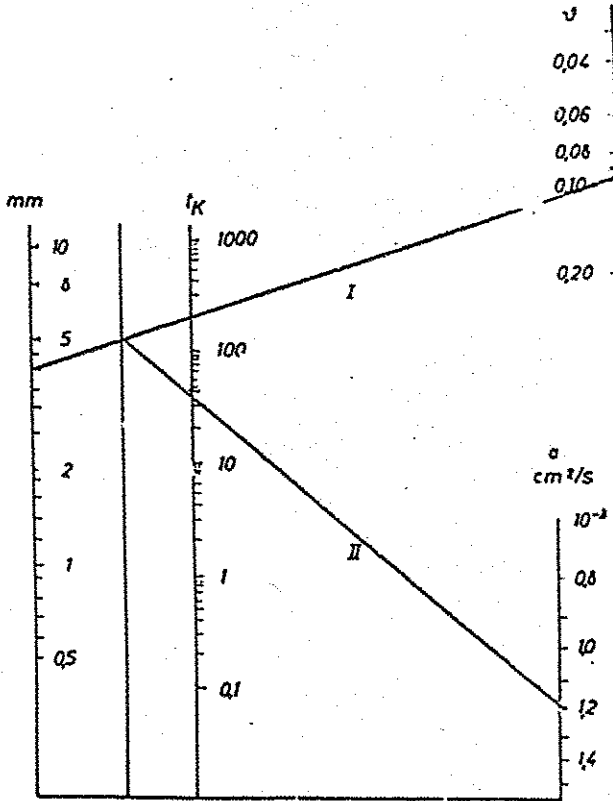
KALIP SICAKLIĞI VE YOLLUK UZAKLIĞINA BAĞLI ET KALINLIĞI (HDPE)

2) SOĞUMA ZAMANI

2A Soğuma zaman cetvelinden okunur.

$$v = \frac{T_e - T_k}{T_s - T_k}$$

Te Parça sıcaklığı
Tk Kalıp "
Ts Eriyik "



SOĞUMA ZAMAN CETVELİ

(Et kalınlığı ve a ile birleştirilir. Referans çizgisini kestiği yerden a değeri ile birleştirildiği doğrunun zaman doğrusunu kestiği nokta soğuma zamanıdır)

$a \dots 1,22 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s} \dots \text{PS}$

$a \dots 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{s} \dots \text{HDPE}$

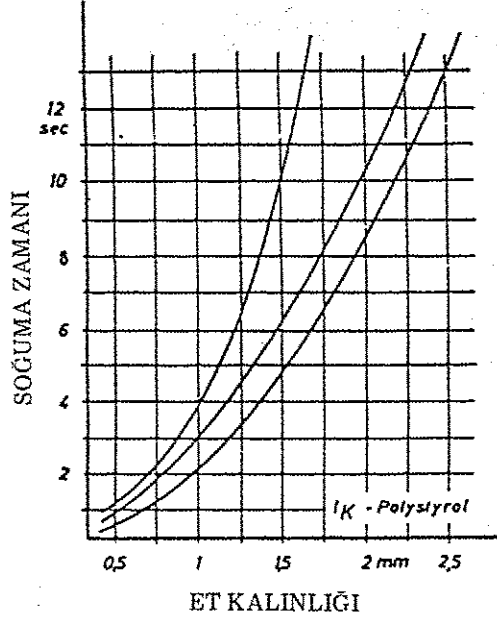
2B Soğuma zaman formülü :

$$t_k = \frac{S^2}{\pi^2 \cdot a} \cdot \ln \left[\frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{T_s - T_k}{T_e - T_k} \right] \quad (\text{sn})$$

2C Soğuma zamanı tahmini:

0—4 mm et kalınlığı arası her 0,5 mm'yi kademe olarak alırsak;
(0 = 1 , 0,5 = 2 , 1 = 3 , 1,5 = 4 , 3 = 7 vs)
 $4 \times 9 = 36$ (Sn)

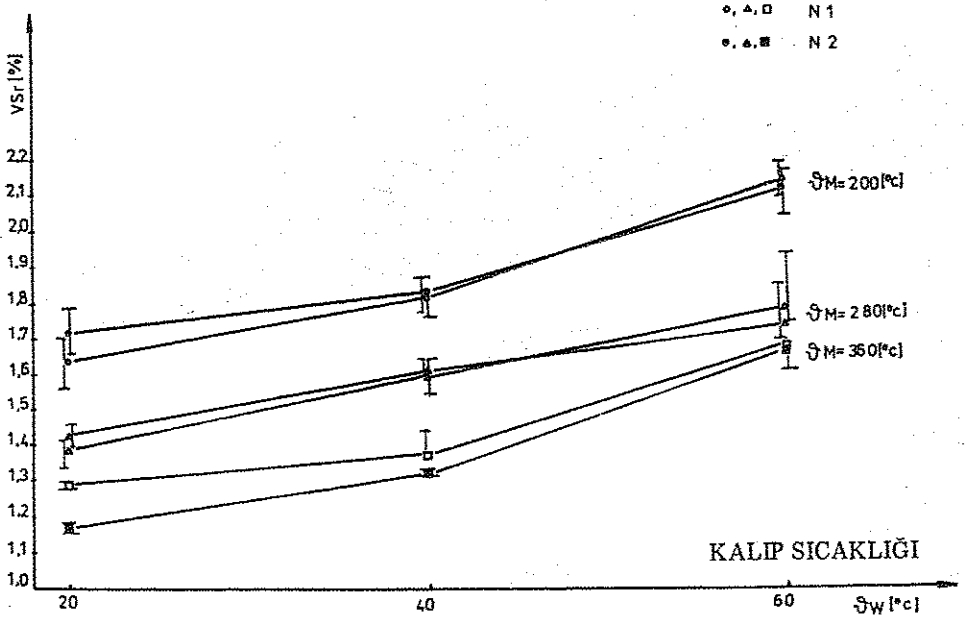
2D Katologlardan alınır:



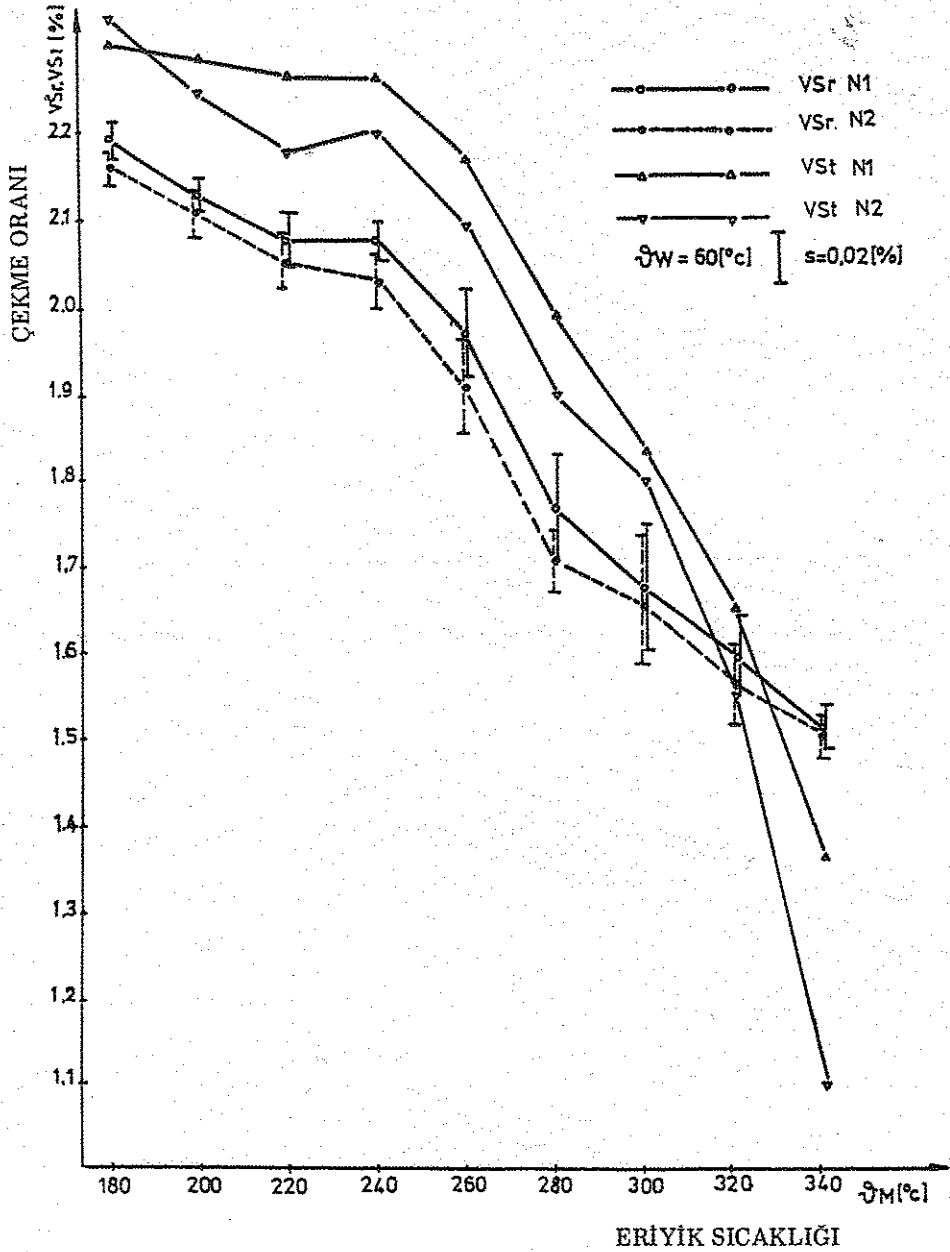
Soğuma zamanının et kalınlığına bağlantısı

3) ERIYİK VE KALIP SICAKLIKLARI :

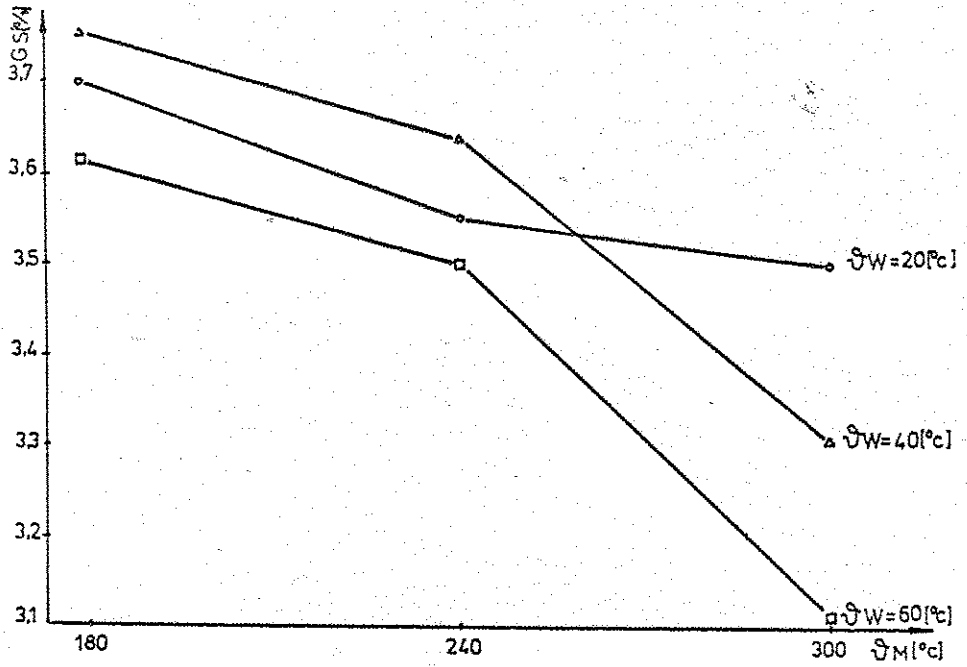
Bu sıcaklıklar, enjeksiyon teknolojisinde çeşitli termoplastlara göre ayarlanması gereken en önemli parametrelerdir. Bu sıcaklıkların HDPE ve PS'de çekme, oriyantasyon, ağırlık ve büzülme üzerindeki etkileri deney uygulaması olarak aşağıda gösterilmiştir.



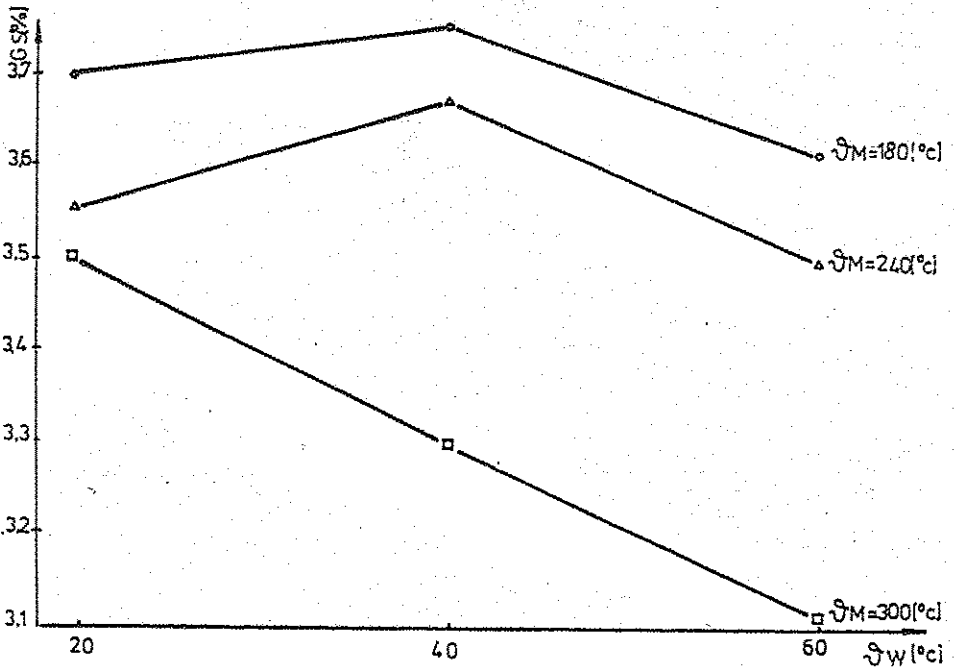
Kalıp sıcaklığının proses esnasındaki çekmeye etkileri (HDPE)



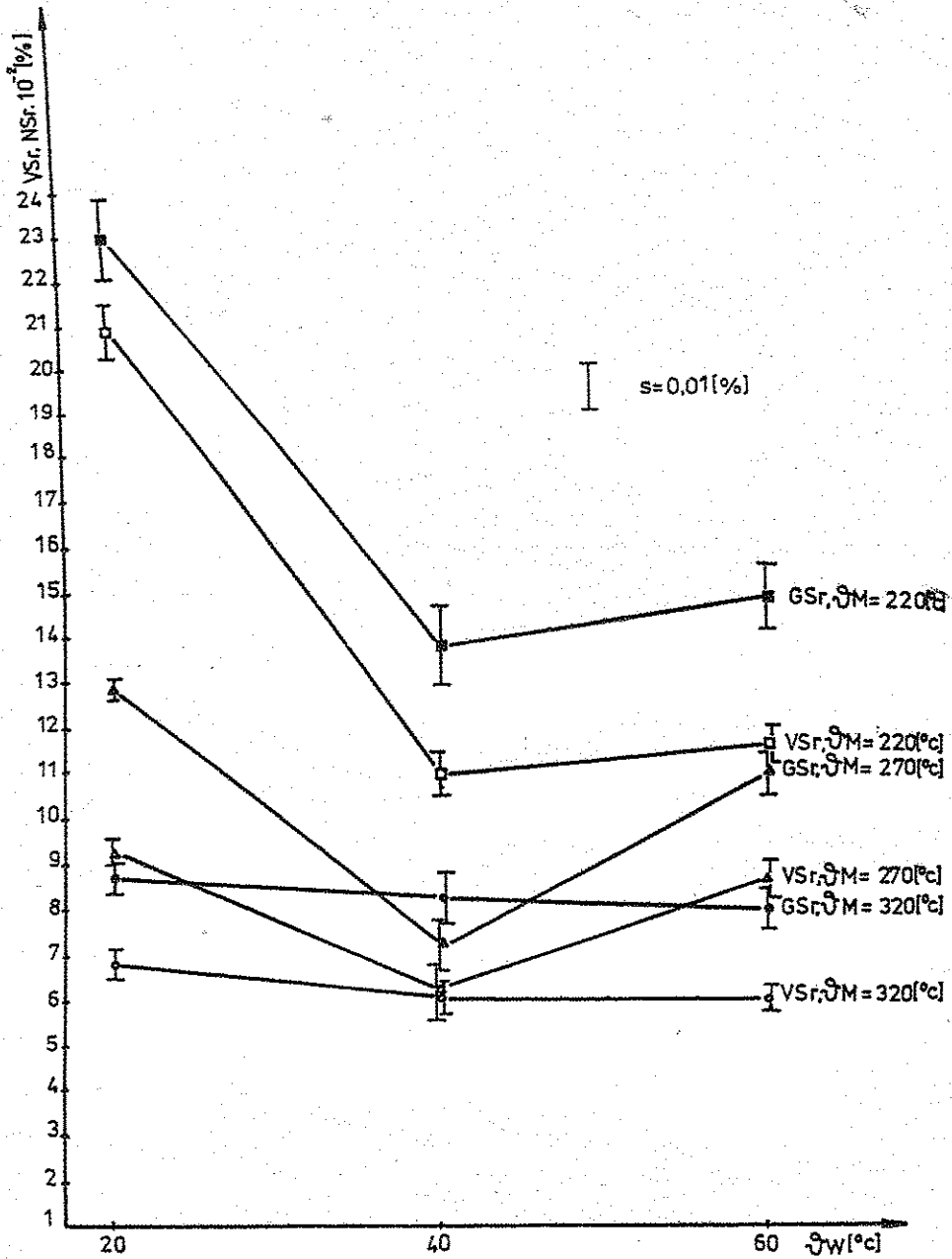
Akış istikameti ve buna dikey çekmelerin (Radyal ve tangensiyal çekmeler) eriyik sıcaklığı ile orantıları (HDPE)



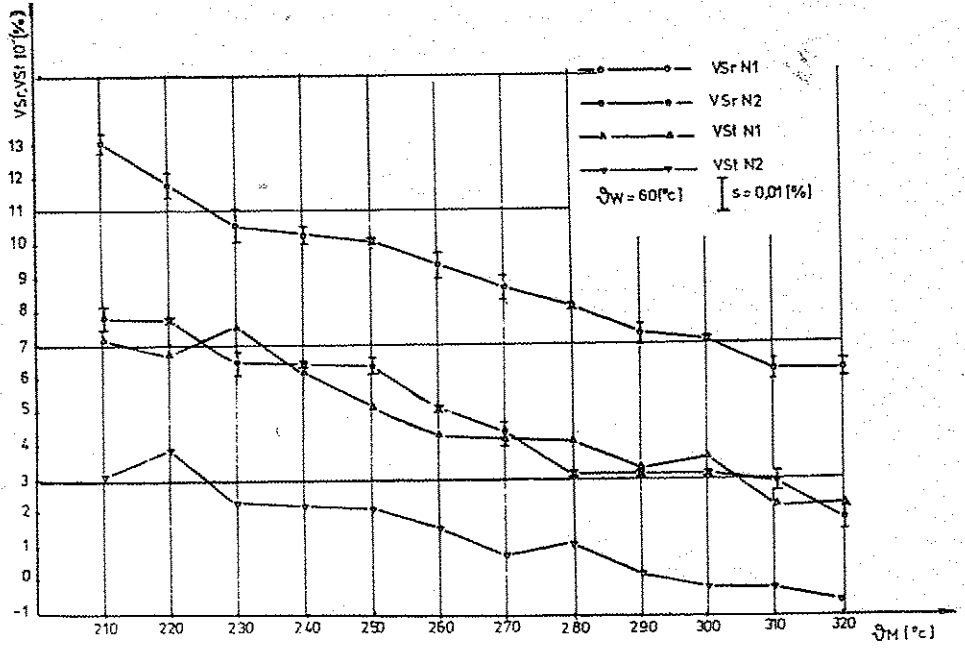
ERİYİK SICAKLIĞININ TOPLAM ÇEKME ÜZERİNE ETKİLERİ (HDPE)



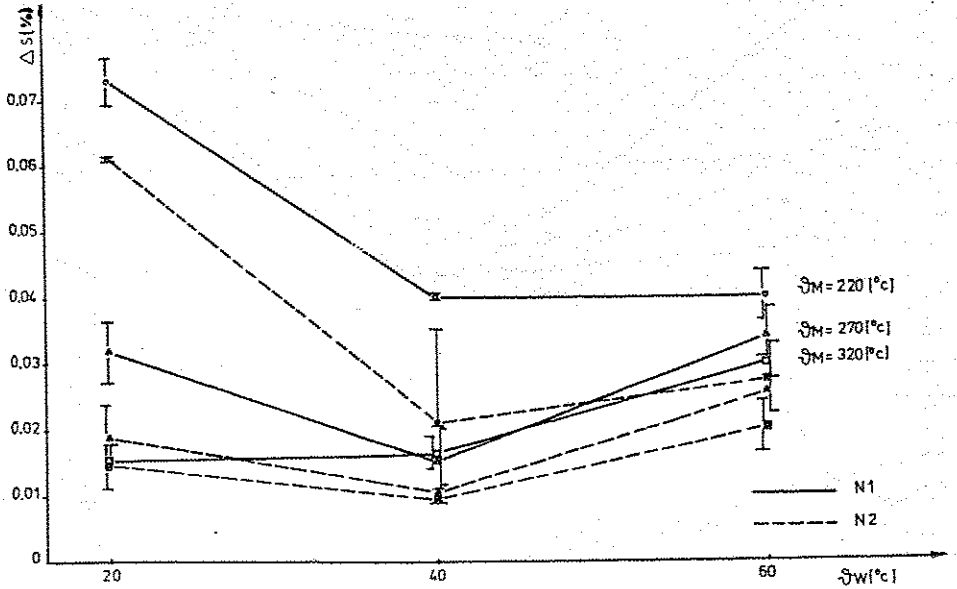
KALIP SICAKLIĞININ TOPLAM ÇEKME ÜZERİNE ETKİLERİ (HDPE)



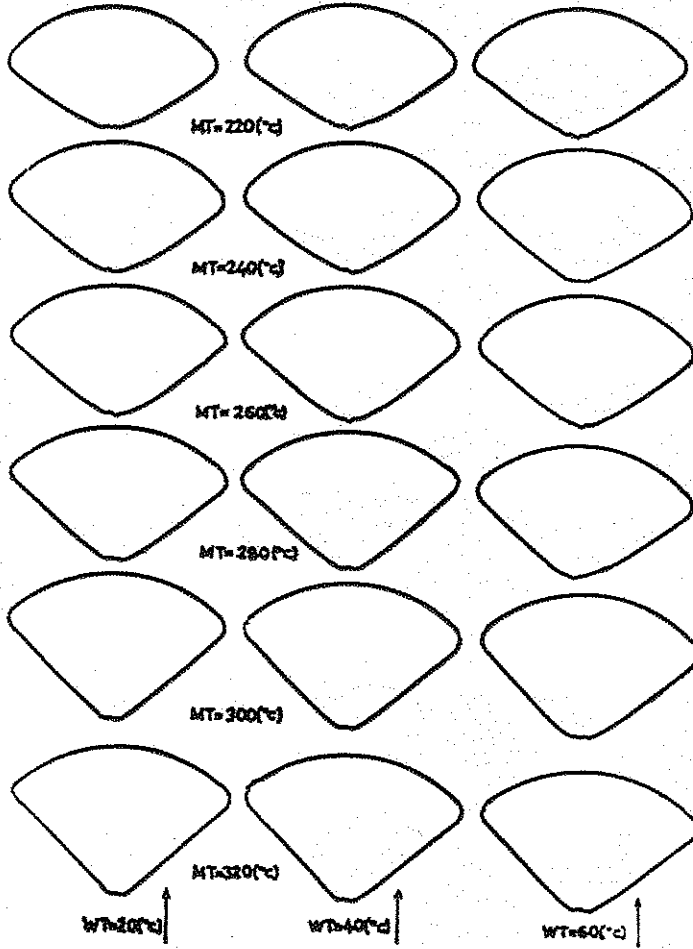
KALIP SICAKLIĞININ ÇEKME ÜZERİNE ETKİLERİ PS



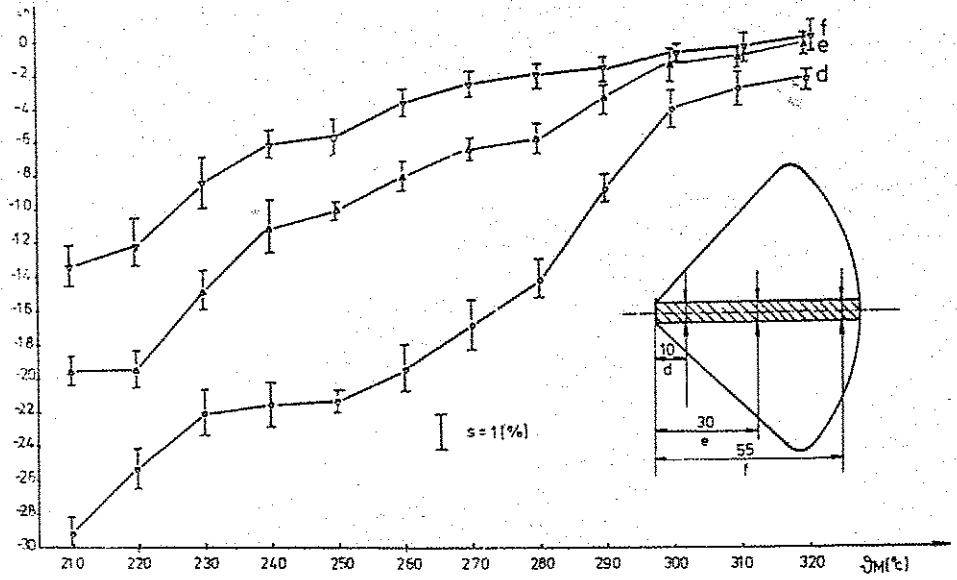
ERİYİK SICAKLIĞININ ÇEKME ÜZERİNE ETKİLERİ PS



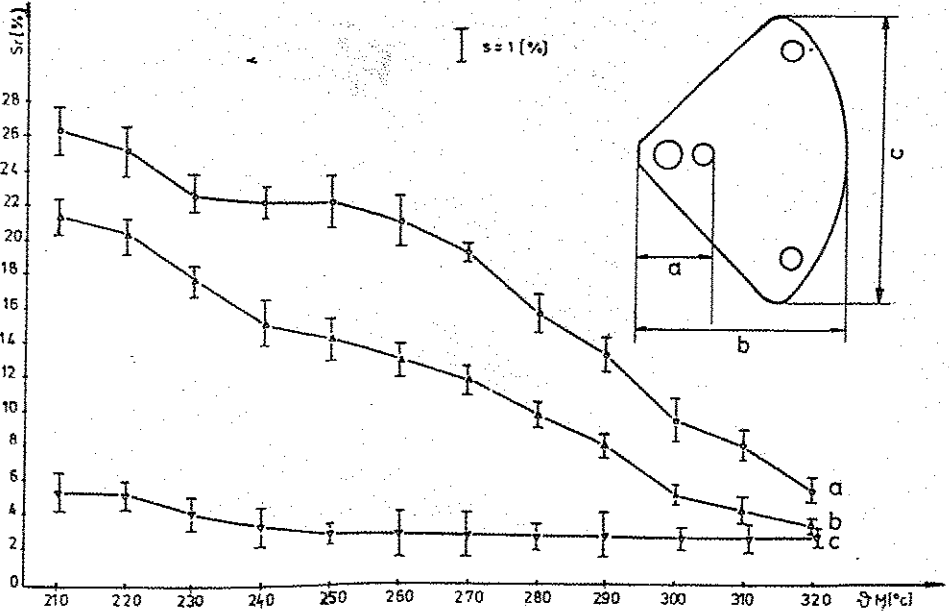
ERİYİK SICAKLIĞININ ÇEKME FARKLARI ÜZERİNE ETKİLERİ (PS)



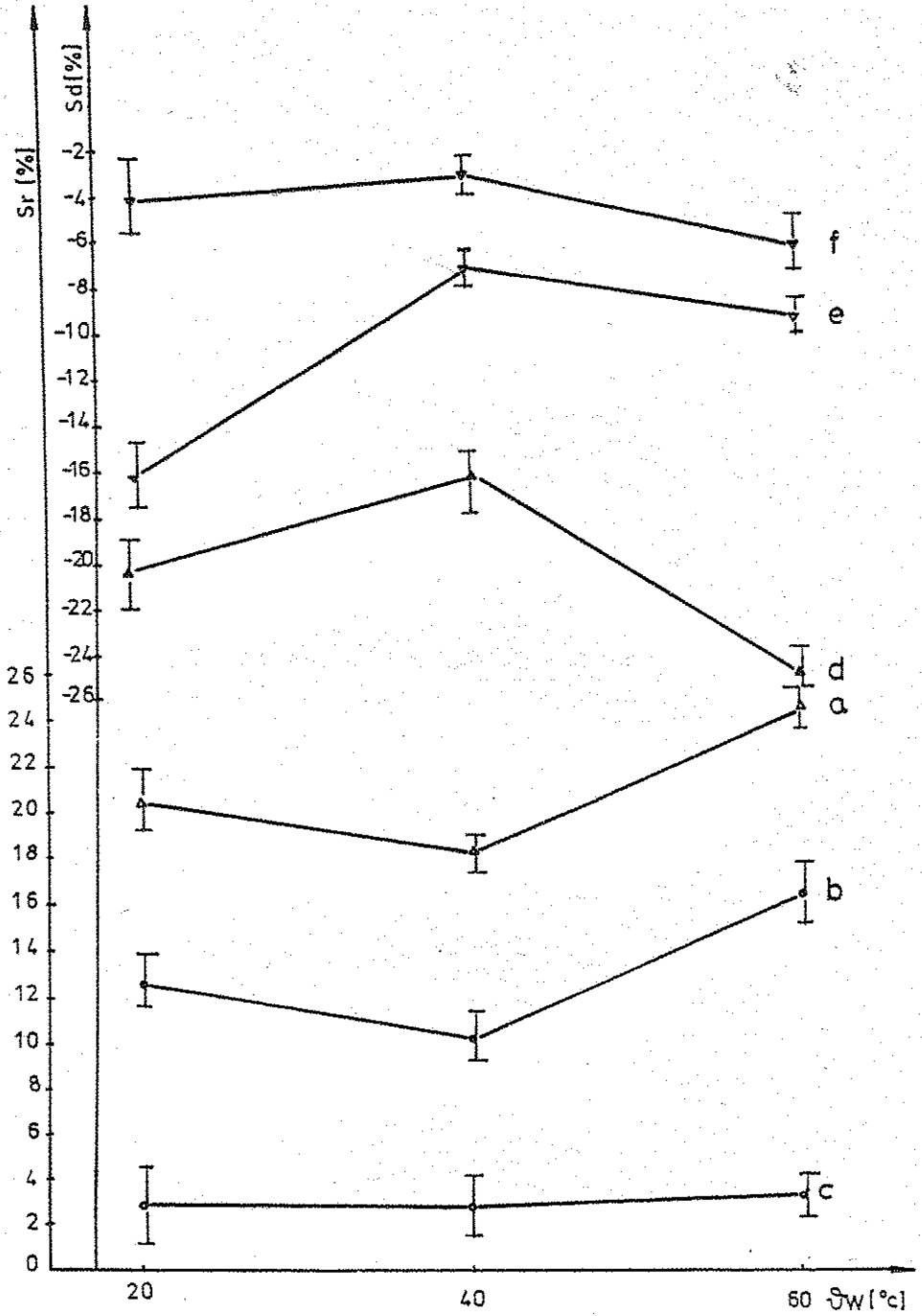
PS PARÇALARIN TEMPERLEME SONUCU BUZÜLMELERİ



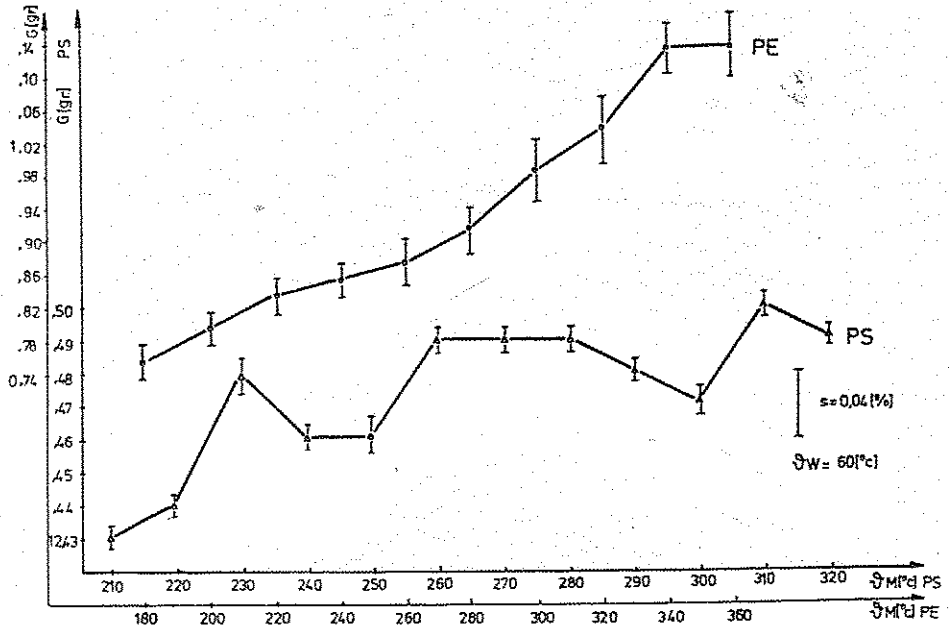
ERİYİK SICAKLIĞININ BÜZÜLME ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ (30 dk. 127 c)



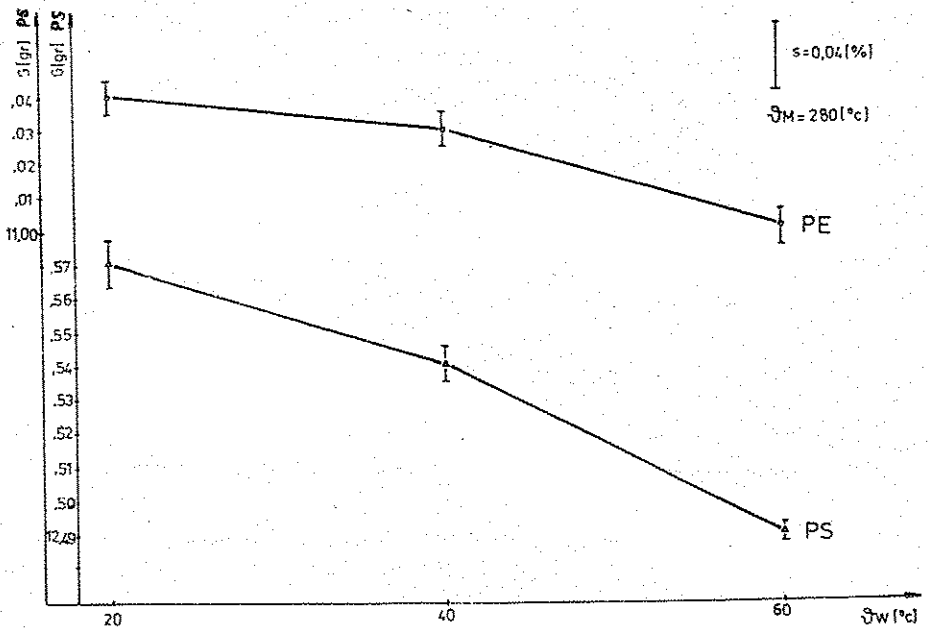
ERİYİK SICAKLIĞININ BÜZÜLME ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ (30 dk. 127 c)



KALIP SICAKLIĞININ PARÇANIN, PARÇANIN ET KALINLIĞININ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ (30 dk. 127 c)



ERİYİK SICAKLIĞININ PS VE HDPE'NİN PARÇA AĞIRLIĞINA ETKİLERİ



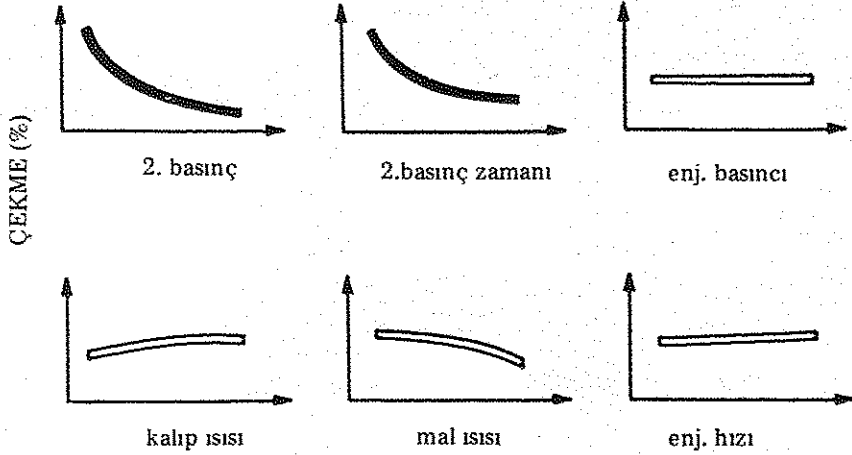
KALIP SICAKLIĞININ PS VE HDPE'NİN PARÇA AĞIRLIĞINA ETKİLERİ

SONUÇ :

Bu çalışmada basınç, eriyik ve kalıp sıcaklığının mamul parça kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmış ve kalite değerleri olarak çekme, ikinci çekme, toplam çekme, oriyantasyonlar, büzülme ve ağırlık araştırılmıştır.

Basıncın çekme üzerine etkisi büyüktür. İkinci basınç ve ikinci basınç zamanı artınca çekme azalır. Enjeksiyon basıncının çekme üzerine çok önemli bir etkisi yoktur.

Eriyik sıcaklığının yüksek olması çekmeyi, çekme farklarını ve oriyantasyonu azaltır, parçanın yüzey kalitesi artar.



Oriyantasyonla çekme arasında direkt bir bağlantı vardır; kalıp dolarken molekül zincirleri sürtünme ve uzama ile akış istikametine göre oriente olurlar ki, bu da çabuk donan yüzey tabakasında daha belirgindir. Enjeksiyon prosesiyle imal edilen parçaların akış istikametinde daha fazla çekmeleri bu yüzden dir.

Oriyantasyon eriyik ısısıyla ilgilidir. Büzülme deneylerinde görülen, eriyik ısısı arttıkça parçaların akış istikametinde daha az büzüldüğüdür. Bu da artan ısı ile makromoleküllerin akış istikametine göre daha az oriente olduğunun işaretidir.

Kalıp ısısının oriyantasyon üzerine fazla bir etkisi yoktur, çekme üzerine az da olsa etkisi vardır. Yüksek kalıp sıcaklığı prosesi esnasındaki çekmeyi artırır fakat, ikinci çekme daha az olduğu için sonuçta toplam çekme azalır.

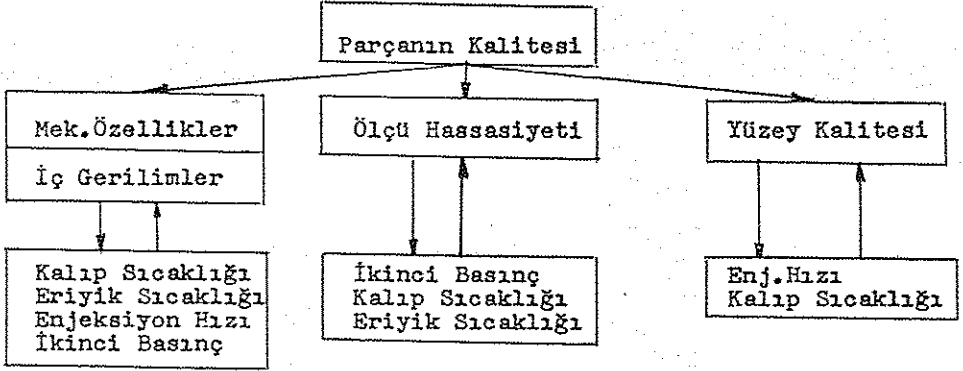
HDPE'nin çekmesi 1-3 %'dir. PS'de çekme, sadece soğumadan dolayı meydana gelen bir hacim küçülmesi olup, 0,2-0,3 %'dir. HDPE ve diğer kristalli plastiklerde olan, donarken kristalleşmeden meydana gelen hacim değişikliği PS'de yoktur.

İç gerilimler, kalıp ve eriyik ısısı arasındaki farklar büyük olunca oluşur. İç gerilimi az olan bir parça için yüksek mal ve kalıp ısısı gereklidir. Ayrıca iç gerilimler, kalıp çok yüksek basınçlara (ikinci basınç = enj. basıncı) maruz kalırsa oluşur, bu da parçanın kalıptan ayrılmasını zorlaştırır.

Ağırlık ölçmeler prosesi esnasında devamlı yapılmalıdır. Bu ölçümler imalat şartlarındaki en ufak bir değişikliği hemen belli eder. Ağırlık, eriyik sıcaklığına orantılı olarak az da olsa artar, kalıp sıcaklığına bağlı olarak azalır.

Yolluk donma süresi eriyik ve kalıp sıcaklığına orantılı olarak uzar, ikinci basıncın etki etme süresini gösterir.

Enjeksiyon processıyla imal edilen bir parçanın kalitesi üzerine etkenler, özetle:



IV. UYGULAMA: POLİAMİD 6.6 ENJEKSİYON TEKNİĞİ

1 – ÖZELLİKLERİ

1. Kristal Durumu:

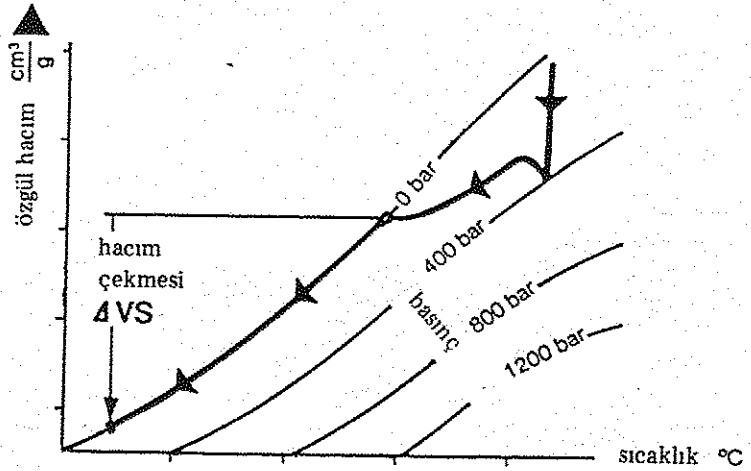
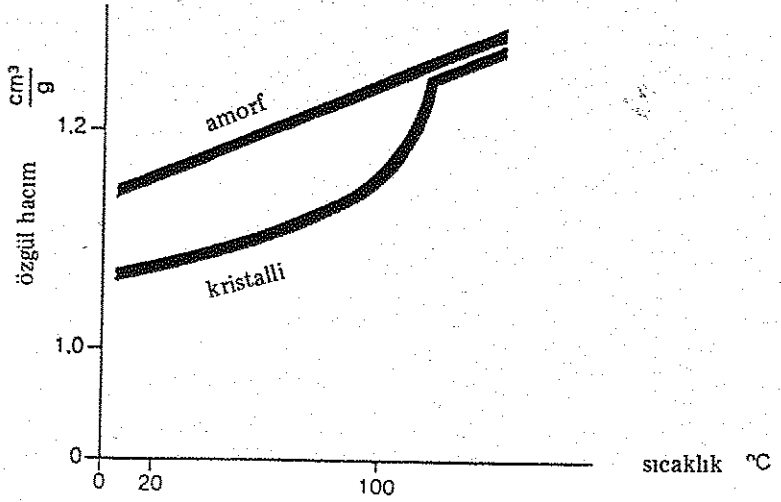
PA 6.6 kristalli bir termoplasttır. Kristalli termoplastlar enjeksiyon çalışmasında bazı özel durumlar gösterir. Amorf termoplastların, örneğin polistirenin, bir erime sahası olmasına karşın kristalli termoplastlarda kesin bir erime noktası vardır. PA 6.6'nın erime noktası 254°C'dir. PA 6.6 bu sıcaklığın altında sert, üstünde sıvı haldedir. Kesin erime noktasının varlığı PA 6.6'nın enjeksiyonunda iki etki meydana getirir. Bunlardan birincisi, erirken veya donarken PA 6.6'da meydana gelen hacim değişikliği, diğeri ise eritirken verilen, dondururken çekilmesi gereken ısı miktarıdır.

2. Hacim Değişikliği :

Eriyik içindeki polimer zincirleri düzensizdir. Kristalleşme (donma) sırasında polimer zincirleri boyunca kısmen de olsa bir düzen meydana gelir.

Bu düzensizlikten düzenliliğe geçiş durumu hacim küçülmesine yol açar. Ayrıca eriyiğin basınçla sıkıştırılmasının ve sıcaklığa bağlı çekmenin de hacim küçülmesinde rolü vardır. Şekil 1'de kristalleşme oranının, sıcaklığın ve basıncın hacim üzerindeki etkileri görülmektedir.

Özgül hacim sıvı ve katı safhalarda oldukça farklıdır. Ayrıca katı safhada kristalleşme oranı, sıvı sıvı safhada ise basınç hacmi etkilemektedir. Buna bağlı olarak PA 6.6, diğer kristalli termoplast türleri gibi, amorf bir termoplasttan daha fazla çeker.



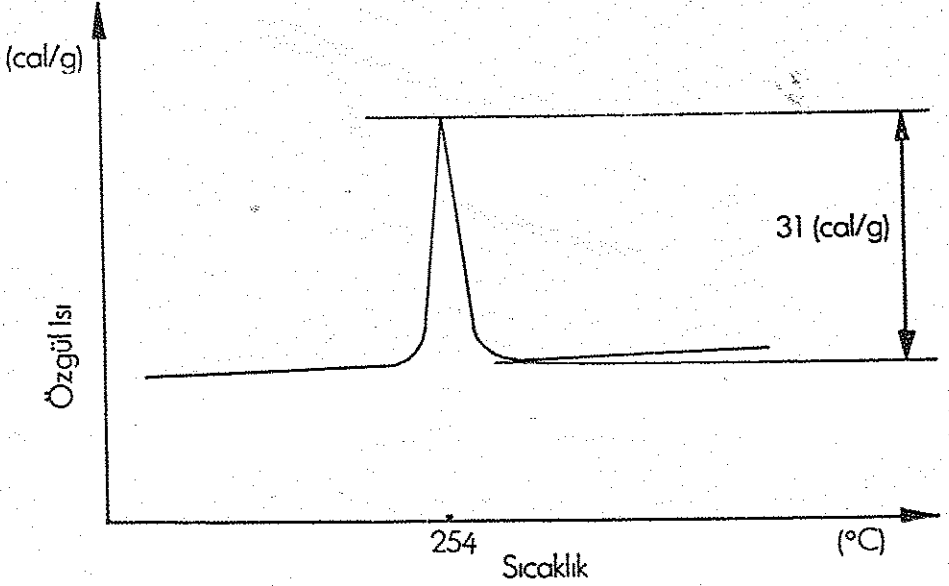
Şekil 1 — Sıcaklık, basınç ve kristalleşmenin hacma olan etkileri

3. Isı İhtiyacı :

Kristalli plastiklerin enjeksiyonunda sıcaklık ile orantılı olan ısı ihtiyacı özel bir durum gösterir. Erime noktasında verilen ısı miktarı, katı durumdan sıvı duruma tam bir geçiş sağlanmadan plastiğin kendi sıcaklığını arttırmaz. Şekil 2'de görülen bu durum, "kristallerin erimesi için kullanılan ilave ısı" olarak tanımlanabilir.

Örneğin, PA 6.6'yı ortalama çalışma ısısı olan 275°C 'a çıkarmak için 190 cal/g ısı miktarına ihtiyaç vardır ve bunun 31 cal/g 'lık kısmı kristallerin erime noktasında harcanır.

Buna karşılık amorf plastiklerde böyle bir ilave ısıya ihtiyaç yoktur, buna bağlı olarak bir enjeksiyon silindrinde aynı ısı miktarıyla PA 6.6'dan daha fazla PS eritilir.



Şekil 2 — Sıcaklığın özgül ısıya olan bağlantısı (PA 6.6)

Plastiklerin mekanik özellikleri molekül ağırlığıyla orantılıdır. Molekül ağırlığıyla birlikte bu özelliklerde bir düşme meydana gelir. PA 6.6'da molekül ağırlığını azaltan faktörler şunlardır:

a) Hidroliz

Enjeksiyon sırasında PA 6.6'da bulunan nem oranı parçanın mekanik, fiziksel özelliklerini ve dış görünümünü etkiler. Erime noktası üzerindeki sıcaklıklarda su kimyasal olarak PA ile reaksiyona girer ve molekül ağırlığını düşürür. Hidroliz yoluyla meydana gelen bu olay, molekül ağırlığının dengeye gelmesine kadar devam eder. Bu denge noktası nem miktarı ve sıcaklıkla orantılıdır. Fazla nemli bir PA 6.6 çalışırken buhar kabarcıkları meydana gelir. Plastik donunca bu buhar damlacıkları dış yüzeyde mat lekeler, iç kısımlarda hava kabarcıkları meydana getirirler. Enjeksiyonda çalışacak olan PA 6.6'nın nem oranının, ağırlığının % 0,28'inden az olması gerekir. Yüksek sıcaklıkta (300°C) çalışmak istenen PA 6.6'ların % 0,2 nem oranının altına kadar kurutulması gerekmektedir. Sıcaklığa bağlı olarak da PA 6.6'nın molekül ağırlığı düşebilir. Bu durum PA 6.6'nın uzun süre yüksek sıcaklıklarda (260°C) tutulmasıyla meydana gelir. Örneğin, 310°C sıcaklıkta molekül ağırlığı 10 dakikada % 6, 30 dakikada % 17 düşer.

b) Oksidasyon

Bu durum PA 6.6'nın kurutulması sırasında yüksek ısı (100°C) kullanılırsa meydana gelir, renk değişimi (sarıma) ile kendini belli eder. Kısa sürelerde önemli değildir, uzun sürelerde (örneğin, 8 saat) polimerin mekanik özelliklerini etkileyebilir.

2 – ENJEKSİYON MAKİNASININ AYARLANMASI

PA 6.6'yı çalışırken parçanın nominal ölçülere uygun olmasını sağlamak için aşağıdaki ayarlara dikkat etmelidir.

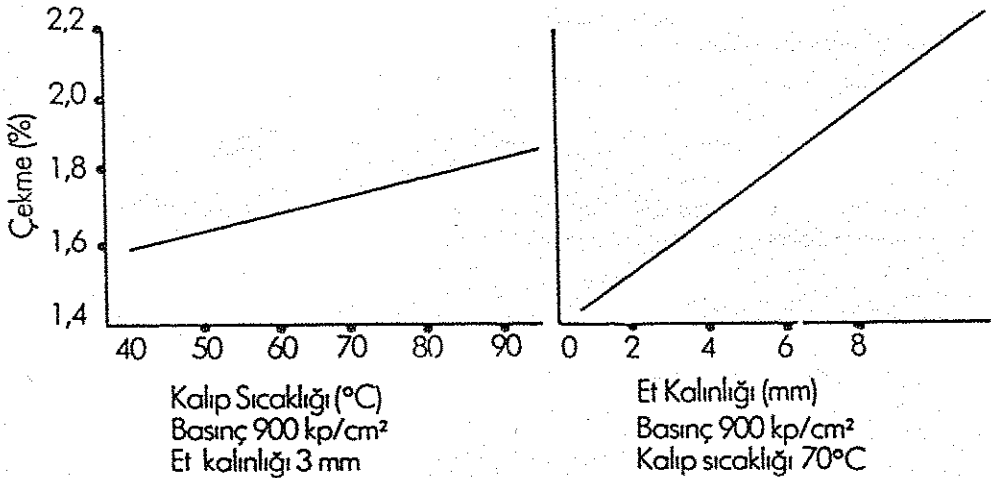
1. Kalıp sıcaklığı
2. Mal sıcaklığı
3. Basınç, basınç zamanı
4. Çekmenin tahmini

1. Kalıp Sıcaklığı :

PA 6.6 kristalli bir plastik türü olduğundan çekme oranı gözönünde bulundurulmalıdır. Kristalleşme oranı parçanın kalıptaki donma hızına bağlıdır. Katı halde plastiğin özgül hacmi kristalleşme oranı arttıkça azaldığından (şekil 1), donma hızı doğrudan doğruya parçanın çekmesini etkiler.

Enjeksiyonda donma hızı sadece kalıp sıcaklığına bağlıdır. Kalıp sıcaklığı yüksek olursa donma hızı yavaş, parçanın kristalleşme oranı fazla, buna bağlı olarak mukavemeti yüksektir.

Soğuk kalıpta ise kristalleşme ve buna bağlı olarak parçanın çekme oranı azdır. Et kalınlığı fazla olan parçalar ince parçalardan daha fazla çekerler. Bunun sebebi, kalın bir parçanın içinin daha uzun bir zaman eriyik halinde kalması ve moleküllerin daha yüksek oranda kristalleşebilmek için zaman bulabilmeleridir. (şekil 3)



Şekil 3 – Kalıp sıcaklığı ve et kalınlığının çekme oranına etkileri

PA 6.6 enjeksiyonunda 70°C'lik bir kalıp sıcaklığı kristallik ve çekme oranı bakımından en uygundur. Kristalli plastiklerin çekmesi üretim tarihinden sonra aylar sürebilir. Bu süre içinde kristalli plastikler çok az miktarda da olsa kristalleşmeye devam edip parçanın çekmesine yol açabilirler. Yüksek kalıp sıcaklığında parça maksimum derecede kristalleşeceğinden daha sonraları ek bir kristalleşme olmayacak ve parçanın çekme oranı minimum olacaktır.

PA 6.6 istenilen özelliklere göre 40-90°C arasında kalıp sıcaklıklarında çalışır. Alçak kalıp sıcaklığı hızlı üretim, yüksek kalıp sıcaklığı ise kristalleşmeye bağlı olarak mukavemet ve parlak bir dış görünüm sağlar.

2. Mal Sıcaklığı:

PA 6.6'nın enjeksiyonda çalışma sıcaklığı 270-300°C arasındadır. Mal sıcaklığı ayarlanırken dikkat edilecek noktalar, malın silindir içinde kalma süresi ve rutubetli olup olmadığıdır. Açık meme kullanılıyorsa rutubetli mal köpürerek ve buhar çıkararak memeden dışarı akabilir.

PA 6.6'nın optimum çalışma sıcaklığı 280°C'dir. Eğer az toleranslı teknik parçalar üretilmek isteniyorsa, sadece regler, termostat gibi sıcaklık ölçerlere güvenmemeli, eriyik sıcaklığı pirometre ile ölçülmelidir. Bunun için ünite geride iken boş bir kaba enjeksiyon yapılmalı, pirometre eriyiğin içine sokulup hareket ettirilerek sıcaklık ölçülmelidir. En mükemmel enjeksiyon makinalarında bile kumanda tablosunda gösterilen sıcaklık ile eriyiğin asıl sıcaklığı arasında 10-15°C civarında farklar görülmüştür.

Polimerlerin viskoziteleri artan mal sıcaklığı ile azaldığından, kalıp içindeki eriyiğe etki eden basınç artan mal sıcaklığı ile daha tesirli olacak, bu da çekme oranını azaltacaktır.

PA 6.6'nın kesin bir erime noktası olduğundan, mal alma bölgesindeki sıcaklık ayarına dikkat edilmelidir. Sıcaklık yetersizse vida mal alırken zorlanır, vidaya büyük momentler yüklenerek dönüşü azalır, hatta durabilir. Buna karşılık yüksek sıcaklıkta plastik vidayı sarar, makina mal almaz. Buna göre vida normal dönüşünde mal almazsa sıcaklık düşürülür, mal alma bölgesindeki soğutma suları açılır, vida dönmediği için mal almıyorsa, sıcaklık yükseltilir.

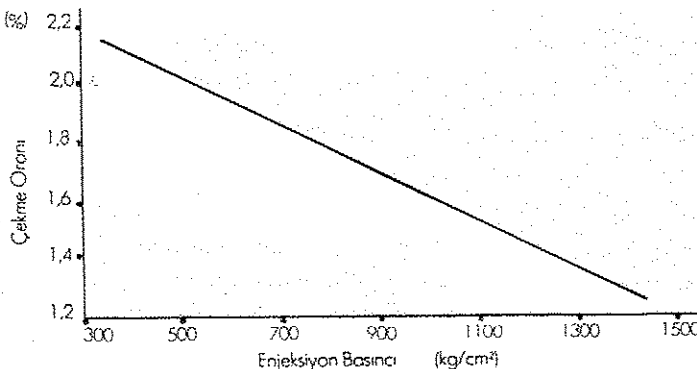
PA 6.6'nın ideal sıcaklıkları şöyledir:

Sıcaklık°C	280	270	270	270	275
Bölge	Meme	3	2	1	Mal alma

Vidanın mal alma zamanı, kalıptaki parçanın soğuma zamanına göre ayarlanmalıdır. Devir sayısını yükseltip çabuk mal aldırmanın faydası olacaktır.

3. Basınç, basınç zamanı :

Enjeksiyon basıncının çekme oranına doğrudan doğruya etkisi vardır. Basıncı 100 kg/cm² kadar yükseltmek, çekmeyi % 0,1 azaltır. (şekil 4)

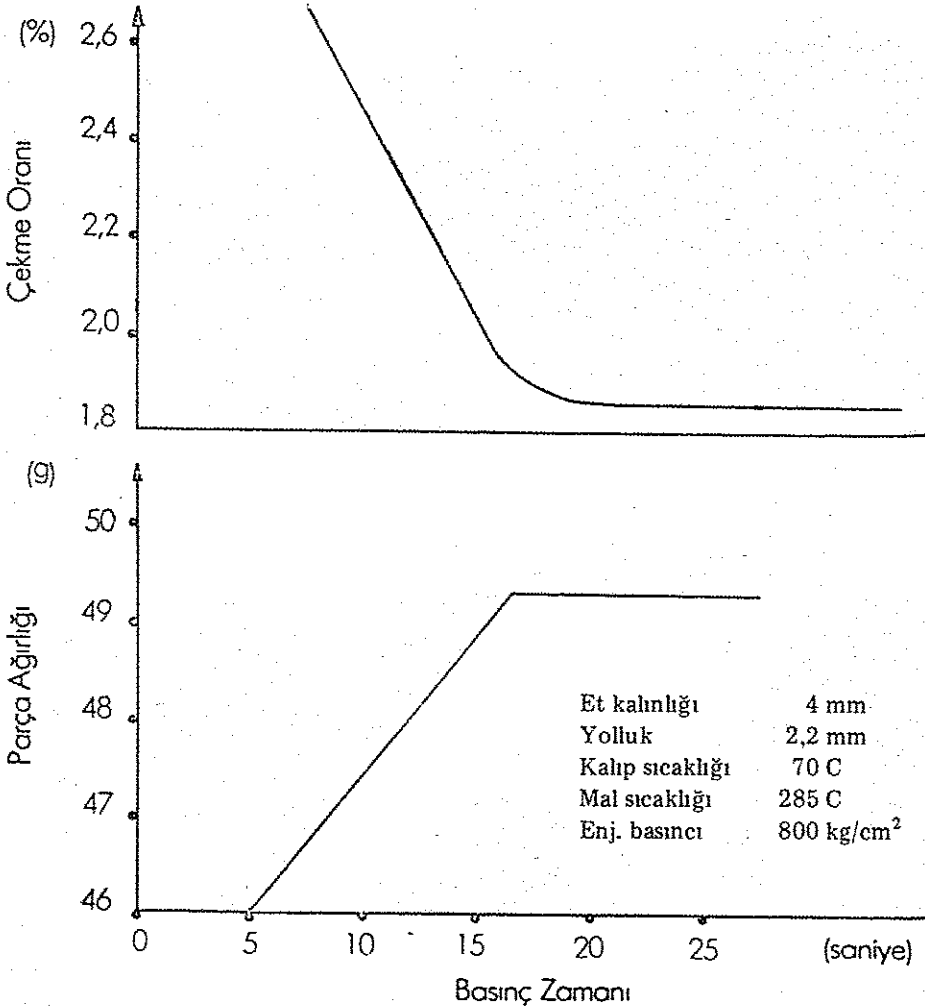


Şekil 4 - Enjeksiyon basıncının çekme oranına etkisi

İyi bir dış görünümüne sahip, nominal ölçülere uygun ve az çekecek bir parça basmak için basınç zamanının yeterli olması lazımdır. Bu zaman süresi öncelikle parçanın et kalınlığı, daha sonra kalıp sıcaklığı ile orantılıdır. Kalıp tam dolmadan önce donmaması için yolluğun yeterli derecede büyük olması gerekir. (Yolluk çapı = 1/2 Et kalınlığı)

Parçanın ağırlığı basınç zamanına bağlı olarak devamlı olarak artar ve bir noktada durur. Bu noktada kalıp optimum olarak dolmuş, donduktan sonra yolluk donmuş ve çekme oranı minimuma düşürülmüştür. (Şekil 5)

Basınç zamanının en sıhhatli ayarlama metodu çeşitli basınç zamanları kullanarak basılan parçayı tartmaktır. Basınç zamanı parçanın ağırlığı maksimum olana kadar yükseltilir. Belirli bir basınç zamanında parçanın ağırlığı değişmez. Bu zaman basınç zamanı olarak kumanda tablosunda yazarlar. Bu deney sırasında makinanın otomatikte çalışması ve basınç zamanından başka ayarları değiştirmemek gerekir. PA 6.6'da her mm et kalınlığı için 4-5 saniye basınç zamanı gerekmektedir.



Şekil 5 — Basınç zamanının parça ağırlığı ve çekme oranına etkileri

PA 6 ve PA 6.6'nın çalışma anındaki fiziksel özellikleri:

Özellikler	Birim	PA 6	PA 6.6
Eriyik yoğunluğu	g/cm ³	0,95--9,99	0,95--0,99
Kalıpta donarken çekme	%	5	5
Kalıp çıkışında çekme	%	0,5--1,5	1,2--2
Isıtılınca maksimum çekme	%	0,6	0,5
Çalışma sıcaklığı	C	240--260	260--290
Bozulma sıcaklığı	C	350	350
Özgül ısı (20°C)	kcal kg.gird.	0,4	0,4
Erime ısısı	kcal kg	17	20
10 kg eriyik/saat için kullanılan ısıtma gücü	kw	1,8	2

V. TERMOPLASTİK ENJEKSİYONDA KALIPLANMIŞ ÜRÜN HATALARI, NEDENLERİ VE GİDERİLEBİLMELERİ İÇİN ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Bir plastik enjeksiyon işletmesinde ürün sorumlusu teknik elemanlar ve denetçilerin en büyük sorunu ve uğraşları, üretilen plastik parçalarda karşılaşılan ve genel olarak "enjeksiyon hataları" diye adlandırdığımız istenmeyen oluşumlardır. Biraz sonra tek tek ele alacağımız bu hataların kaynakları çeşitli olmakla birlikte arzettikleri önem genellikle iki kategoride toplanabilir. Birincisi ürünün kullanım yerinde veya süresince etkili olabilecek performansı ilgilendiren hatalar, ikincisi parçanın estetiğini ve satışını etkileyebilecek olan görüntüsel bozukluklardır.

İşte parçanın bazen de kaçınılmaz olarak taşıdığı hataların ne denli önemli olabileceği ve ne kadarlık bir hatanın kabullenebileceği bu ürünle ilgili spesifikasyonlarda belirtilmelidir. Hataların kaynaklarının bilinmesi, oluşmuş bozuklukların gerek performans gerekse de görüntü yönünde ne denli önem taşıyacağını kestirilmesi ve ekonomikliğinde göz önüne alınması ile böylesi bir belirleme yapılmalıdır. Gereksiz bir titizlik kalıp, proses ve kalite kontrolde gereksiz maliyet yükselişlerine neden olabilir. Buna karşı bazı bozuklukların nelere mal olacağı düşünülmemiş ve önemsenmemişse bedeli ağır olabilir.

Hatalar çeşitli olmakla birlikte genellikle malzemeden, kalıptan, makinadan, işletme düzeninden ve ürün tasarımından kaynaklanırlar. Bu hatanın düzeltilmesi yönünde alınacak önlemler konusunda literatür ve malzeme kataloglarında tavsiye reçeteleri yayınlanmaktadır. Bir hata için örneğin basıncı yükselt, hızı yükselt, silindir sıcaklığını yükselt, kalıp sıcaklığını yükselt, kalıp havalandırmasını arttır gibi çeşitli ve genellikle tek satırlık tavsiyelerde bulunulur. Aslında "herşeyi dene, bir çözüm bulacaksın" denmektedir. Hatta bazen kalıbı tadil et ya da yenile gibi son derece pahalı çözümler önerilebilmektedir. Mevcut bir kalıp için düşünülebilecek şey yolluk ile ürün beslemelelerinin şekli ve büyüklüğünün değiştirilmesi ve kalıp havalandırmasının fazlaştırılması olabilir.

Yapılacak şey plastik malzemenin özellikleri ve davranış biçiminin ışığı altında sonuna yaklaşmak ve bilinçli bir yol izlenerek hatanın azaltılması ya da giderilmesidir. Hatanın tesbit ve çözümü yönünde izlenilmesi önerilebilecek, yedi adımlı şematik bir yol aşağıda verilmektedir.

1) Hatanın Adlandırılması: "Kırıksık yüzey", "Serpinti", "Lekeli Yüzey" gibi hatanın nevi tam olarak belirtilir.

2) Hatanın Tanımı: Hatanın şekli, büyüklüğü, yeri gibi biçimsel tanımı yapılır.

3) Hatanın Nedeninin Bulunması: Araştırması uzun sürebilecek bir işlemdir. Şu yol takip edilir.

a) Malzeme: Malzemenin cinsi, kodu, kirlenme olup olmadığı ve satıcının ürün spesifikasyonuna uyup uymadığı tetkik edilir.

b) Makina: Makinanın basıncı, sıcaklığı, hızı ve zamanı etkileyici bir fonksiyonel bozukluğu olup olmadığı incelenir.

c) Kalıp: Kalıbın yerleştirmenin doğruluğuna, sıcaklığının uygunluğuna ve parçalarının çalışma fonksiyonlarına bakılır.

d) Proses: Basıncı ve sıcaklık, hız ve zaman gibi değerlerin malzeme ve kalıba uygun olup olmadıklarına bakılır.

4) Hatanın Etkisinin Belirlenmesi: Eğer hata parçanın tümünden kullanılamamasını getiriyor ise çare aramaya devam edilmelidir. Fakat tolere edilebilir bir şey ise azaltılması yönü düşünülür.

5) Hatanın Sorumlusunun Bilinmesi: Tekrarlanan hata sözkonusu ise sorumlu-malzeme, kalıp, makina, proses veya makina operatörü-bilinmelidir.

6) Hatanın Zararının Azaltılması: Alınan önlemler yeterli olmuyor ise üretimin sürdürülmesinde veya denemelerde zararın azaltılması yönünde uygulamalar düşünülmelidir.

7) Hatanın Tekrarlanmaması Yönünde Önlemler Almak: Eğer hata giderilmiş ise bununla ilgili tüm kayıtlar tutulmalıdır. Yapılan düzeltmeler, değişiklikler, kullanılan kırık malzeme oranı gibi bilgiler yazılarak saklanır.

Şimdi enjeksiyon hatalarını tek tek ele alalım.

YANIK İZLERİ

Eğer parçanın bir bölgesinde siyahlaşma ve sararma var ise, ilk yapılacak iş, kalıbın hava atma durumunun incelenmesi olacaktır. Kalıba giren malzeme tarafından sıkıştırılan ve kaçamayan hava, çok yüksek bir sıcaklığa çıkar ki, plastikte oksidasyon reaksiyonuna girer. Eğer plastiğin tümüyle yanma reaksiyonu sonucu karbondioksit ve suya ayrışmasına yetecek kadar hava bulunmuyor ise malzemedeki hidrojen komponenti ilk ve tek başına reaksiyona girecek ve yüzeyde siyah bir kalıntı bırakacaktır. Bu yanık izine katlanılardan üretime devam edildiği takdirde, zamanla metal yüzeyinde, oksitlenme nedeni ile karncalanma meydana gelebilecektir.

Kalıpta hava sıkışması kötü bir kalıp tasarımı sonucu olabilir. Bazen de bu durum, kalıpcının aşırı titiz çalışması sonucu ortaya çıkabilir. Normal olarak hava, kalıbın öpüşme yüzeylerinden, tampon pimlerinden veya süzdürme plakalarının arasından kaçır. Eğer öpüşme yüzeyleri iyi parlatılır, ve tampon pimleri çok düzgün yapılırsa, havanın tahliyesi önlenmiş olur. Olabilecek 0,04mm.lik bir aralıktan plastiklerin sızma kabiliyeti çok azdır. Bu nedenle öpüşme yüzeyleri çok iyi parlatılmadan ve tezgah kalem izleri ile bırakılmadıkları.

Geri emişin yanlış uygulanmasından dolayı, silindir memesinde havanın sıkışmasında, parçanın yüzeyinde yanık izlerinin oluşmasına neden olabilir. Memeden mal akışının olmaması için yapılan ve mal alımından sonra vidanın biraz geriye alınması işlemi olan geri emiş yeterinden fazla ise memedeki malzeme oksitlenebilir ve parça yüzeyinde yanık izlerine neden olabilir.

Malzemenin silindirde iken oksitlenmesinden veya degradasyonundan kaynaklanan bir yanık türüne de özellikle PVC, asetal ve naylonlarda karşılaşılr. PVC'de bu olay, baskıdan baskıya yeri değişen koyu ve uzun bir iz şeklindedir. Çaresi rezistanlardan gelen ısıyı azaltılıp, gerekli ısının sürtünme yoluyla teminidir. Silindir sıcaklık bölgelelerinin arka sıcak, orta soğuk ve ön sıcak şeklinde ayarlanması bir önlem olarak kullanılabilir. Asetal'in degradasyona uğradığının ilk belirtisi, renginin beyazdan, sarı veya açık kahve rengine dönüşmesidir. Degradasyon durumunda sıcaklıklar düşürülmeli ve silindir temizlenmelidir. Sıcaklık kontrolörlerinin ve termokapların sağlıklı olup olmadıkları sınanmalıdır.

AKIŞ İZLERİ

Plastik malzeme bir kahlba enjekte edildiğinde, her akışkanda olduğu gibi kalın ve geniş bölgelere daha hızlı yayılır. Buralar dolduktan sonra daha dar ve ince kesitlere nüfus eder. Malzemenin yol alışı esnasında delik oluşturan bir pim, oyuk çıkaran bir erkek parçaya rastladığında türbülans olayı yaşanır ve akış bölünür. Bazen oluşan türbülansın izi akış yolunun sonuna kadar taşınabilir ve donduğu yüzeyde dalgalı bir görüntü verir.

Aynı olay yolluk girişinde de yaşanabilir. Konik ürün besleme ağzından (sprue gate) giren akışkan düz kalıp duvarına dikey çarptığında da ürünün besleme ağzı çevresinde dalgalı bir görüntü verebilir. Yandan ürün besleme ağzı (side gate) kullanılarak bu görüntü bozukluğu azaltılabilir. Ya da tünel tipi besleme ağzı ile parçanın görüntüsünü etkilemeyeceği bir bölgesine taşınır.

Akış izi dediğimiz bu kalıplama hatasının, proses ayarlamaları ile giderilmesi bir hayli zordur. Ürün ve kalıp tasarımı esnasında önlem alınmalıdır.

BİRLEŞME İZLERİ

İki veya daha fazla akış hattının birleştiği ve kaynaştığı yerlerde oluşan çizgilere birleşme izleri denir. Kalıpta birden fazla ürün besleme ağzı, delik çıkaran pimler ya da maçalar, insertler, bozlar vb. erkek parçalar var ise birleşme izi olacaktır. Önem verilmez ve etkilerinin azaltılmasına çalışılmazsa büyük sorunlar çıkarabilir. Birleşme izi, görüntünün önemli olduğu bir üründe göze en çarpan yerde derin ve uzun bir çizgi halinde belirebilir, ya da daha kötüsü en ufak bir yükte çatlayabilen çok zayıf bir kesit oluşturabilir.

Bir önceki enjeksiyon hatası "akış izleri"nin nedenleri birleşme izlerine de kaynaklık eder. Ancak birleşme izleri mukavemet sorunlarını da yaratan ve diğeri gibi yalnızca yüzeyde olmayıp, kesitte de etkili olan bir hatadır. Yüzeyde yılan gibi kıvrımlı bir görünüş arzeden "jetting" denilen iz, bir akış değil soğuk bir birleşme izidir. Kalıba püskürerek ilk giren ve nispeten soğuk olan malzeme, eğer birleşme tam gerçekleşmeden donuyor ise bu izi yapabilir. Kalıp yolluğunda soğuk mal tutucu (cold slug well) yapılması bunun için bir önlemdir. Silindir ve kalıp sıcaklığının yükseltilmesi "jetting" veya diğeri tip birleşme izlerinin etkisini azaltabilir. Kalıp sıcaklığının yükseltilmesinde dikkat edilmesi gereken bir husus, malzemenin kristallik yüzdesinin ve kristal boylarının kırılabilirliği arttıracak bir düzeye çıkmamasıdır.

Birleşme yerlerindeki kesitin, malzemenin belirtilen gerilme mukavemetinin yüzde 80'ine kadar zayıflamasına müsaade edilebilir. Bu izin hem görüntünün etkilenmeyeceği hemde mukavemet bakımından kritik olmayan bir bölgede oluşması kalıp tasarımında gözönüne alınmalıdır. Ürün besleme ağzı yandan verilmiş tasarımda, birleşme yeri bu ağzın tam karşı (180 derece) yerinde oluşur. Konik besleme ağzılı yada iğne besleme ağzılı (pin gate) kalıplarda parçanın ne ölçüde konsantrik ve et kalınlığının ne kadar yeknesak olduğuna bağlı olarak birleşme izleri oluşmayabilir. Birden fazla ürün besleme ağzının olması birleşme izlerinin sayısını çoğaltır. Zaten, eğer başka amaç yok ise (çarpılmanın önlenmesi gibi) birden fazla besleme ağzı verilmesi sorunlar yaratır. Belki diğeri kalıplamasında olduğu gibi, konsantrikliği arttırabilir ancak her birleşme mukave-

met düşmesine neden olur. Kalıp parlatma izlerinin (zımpara gibi) malzemenin akış yönünde verilmesinin, birleşme izlerinin azaltılmasına yardımcı bir unsur olduğu unutulmamalıdır.

Birleşme izinin azaltılması için silindir ve kalıp sıcaklığının yükseltilmesi kadar, hızlı enjeksiyon suretiyle malzeme soğumadan birleşmenin sağlanmasında önemli bir önlemdir. Buna karşın kalıptaki havalandırmanın yerleri ve etkinliği hızlı enjeksiyona elverişlidir. Sıkışmış hava enjeksiyon izlerinin artmasına ve yarıklara neden olacaktır.

KALIP ÖPÜŞME YÜZEYİNDE İZ

Kalıp öpüşme yüzeylerinin parçaya denk gelen yerlerinde çapaklanma şeklinde iz bırakması, kalıp yapımında gerekli ihtimamın gösterilmemesine yada kapama gücünün yetersizliğinden olabilir. İyi parlatılmış yüzeyler öpüşme izini mat olanlara göre daha fazla gösterdiklerinden buraların desenlendirilmesi bu izi maskeliyecektir. En iyisi kalıp tasarımında öpüşmeleri mümkünse en az mahsurlu yerlerde gerçekleştirilmesi düşünülmelidir.

KIRIŞIK VE PÜRÜZLÜ YÜZEY

Genellikle ürün besleme ağzının çevresinde olmak üzere düzensiz yarım daireler şeklinde (plak yüzeyini andıran) beliren izlere sıkça rastlanmaktadır. Bunun bir nedeni kalıba son giren malzemenin yeterince basınç sağlayamaması sonucu o bölgede kalıp yüzeyinin şeklinin alınamamasıdır.

Enjeksiyon esnasında kalıba giren malzemenin, küçülen ürün besleme ağzı nedeni ile basıncının düşmesine, kalıp içinde oluşmuş karşı basınçta eklenince malzemenin vizkositesi iyice yükselir ve genellikle ürün besleme ağzı çevresinde donmakta olan plastiğe kalıbın şeklini alması için yeterli kuvvet uygulanamaz. Bu hatanın üstesinden gelmenin en iyi yolu, kalıbı mümkün olan en büyük hızla doldurmaktır. Yeterli enjeksiyon hızı ve kuvveti sağlanamıyor ise daha güçlü bir makinada üretim gerçekleştirilmelidir. Kalıp yolluk kanallarının kısaltılması, genişletilmesi parlatılması gibi akışı kolaylaştıracak ve basınç düşmesini azaltacak önlemler alınabilir.

Bu izin bir diğer oluş biçimi ise, baskıdan baskıya memenin ucunda kalan ve hava ile nispeten soğumuş bulunan plastik muhtevanın kalıba girer girmez dediği yüzeyin şeklini alamadan donmasıdır. Soğuk malzeme tutucu (cold slug well)nun yolluk sisteme eklenmesi bu hatanın giderilmesini sağlayabilir.

Poliasetal gibi sıcaklığa karşı hassas ve yüksek vizkositeye sahip malzemelerde bu yüzey hatasına sıkça rastlanmaktadır.

YÜZEY GÖRÜNTÜSÜNÜN KÖTÜ OLMASI

Kalıbın içeride kalan bir parça nedeni ile ezilmesi, sert bir cisimle çizilmesi gibi dikkatsizlik ürünü nedenler dışında, yüzey görüntüsünün istenenden kötü çıkması kalıp yapımı, malzeme seçimi ve proses şartlarının etkisiyle oluşur.

Bir süre için kullanılmayacak kalıpların uygun bir koruyucu yağlama sonrası nemin düşük olduğu bir ortamda depolanması, paslanmadan kaynaklanan yüzey görüntüsü bozukluğunun oluşmaması için gereklidir. Nemli bir ortam (kalıp terlemesi oluşur)

var ise veya daha kötüsü suluklardan zaman zaman su damlıyorsa, buharlaşan su yüzeyde kireç artıkları bırakır ki bunlar kolaylıkla temizlenemezler.

Kalıplanmış bir parçanın görüntüsü, kalıp yüzeyinin verebileceğinden iyi olamaz. Eğer yeterli bir parlatma yapılmış ve sürtünen yüzeylerden dolayı sarma izleri yoksa, iş proses şartlarının ayarlanmasına kalmıştır. Akışkanlığı fazla bir malzeme iyi ve parlak bir yüzey verir. Melt indeksi (akış indisi) yüksek bir alçak yoğunluklu polietilenden yüksek silindir ve kalıp sıcaklığında parlak bir yüzey elde edilir. Çünkü malzemenin, parlatılmış kalıp yüzeyine tam intibakı sağlanır. Ancak ABS'te silindir sıcaklığı yüksek ise ürün yüzeyi matlaşır, buna karşın kalıp sıcaklığı 70°C ta tutulduğunda azami parlaklık elde edilir (altında ve üstünde parlaklık giderekten azalır). Parlaklık için malzeme ürün kataloglarının tavsiyelerine uyulmalıdır. Silindir ve kalıp sıcaklığının yüksek tutulmasının üretim randımanını olumsuz yönde etkileyeceği tabiidir. Bu nedenle görünüş ve ekonomiklik arasında bir optimizasyon yapılması gerekmektedir.

Cam elyaf, talk, asbest gibi katkıları olan bir plastik kullanılacak ise en iyi yüzeyin sağlanması için ürün besleme ağzının mümkün olduğu kadar dar yapılması düşünülmelidir.

YÜZEYDEKİ LEKELER

Plastik malzeme içerisindeki bir katkı maddesinin dekompozisyonu kullanılan pigmentin yüzeye göçmesi veya yanığa neden olmasa da kalıp yüzeyi ile reaksiyona giren gazlaşmış polimer dekompozese, parça yüzeyinde lekeler oluşturabilir. Bu olgular malzeme, boya ve katkı maddelerinin kendileri ile ilgilidir ve araştırılmalıdır. Ancak yinede proses şartları ile önlenebilirler. Örneğin PVC'nin dekompozisyonu sonucu ortaya çıkan hidroklorik asit yüzeyde lekelenmeler yapar. Sıcaklığın düşürülmesi ile bu olay engellenebilir.

SERPİNTİ (GÜMÜŞİ İZLER) OLUŞMASI

Ürün besleme ağzından yayılan, bazen de tüm parçayı kapsayabilen gümüşü izleri andıran ve serpinti denilen görüntü bozukluğu sıkça rastlanabilen bir enjeksiyon hatasıdır. Kökeninde plastik eriyiğin ihtiva ettiği uçucu maddelerin kalıplama esnasında parça yüzeyinde yoğunlaşarak bu görüntüyü vermesi yatmaktadır. Bu uçucu madde, malzeme tarafından absorblanıp kurutma yoluyla uzaklaştırılmamış nem, yine malzemenin ihtiva ettiği solvent, fazla miktarda kullanılmış, kalıp ayırıcı madde ve polimerin ısıl dekratasyonu sonucu ortaya çıkan gazdır.

Eğer malzeme nemli ise bir fırında kurutulmalıdır. Hidrofil olan karbonil grubu ($>C=O$) ihtiva eden akrilik, naylonlar ve selülozikler gibi malzemeler ise ABS ve polikarbonat gibi poröz yüzeyli granüle sahip olan plastikler en fazla nem absorblayanlardır. Bazı kritik plastiklerin kurutma sıcaklıkları ve serpintisiz bir kalıplama için müsaade edilebilir en fazla nem oranları aşağıda verilmektedir.

	Kurutma sıcaklığı °C	Müsaade Edilebilir Nem Muhtevası
ABS	80	0
Akrilik	75	0.05
Naylon 6 ve 66	85-110	0.25
Sellülozikler	75	0.40
Polikarbonat	120	0.02
SAN	85	0.10

Polimerin ısıl değratasyonu (dekompozisyonu) sonucu ortaya çıkan gazın varlığı malzemenin memeden kusturularak incelenmesi ile tesbit edilebilir. Hem bir gaz çıkışı, hem de köpüklenme bu olayı kantılar. Bu takdirde sıcaklık kontrolörleri, resistanslar ve termokuplur kontrol edilmelidir. Malzeme akışı esnasında sürtünme kaynaklı ısı oluşması da gaz ayrışmasına kaynaklık edebilir. Ayrıca ürün besleme ağzındaki aşırı sürtünmeden oluşan kinetik enerjinin ısıya dönüşmesi gazlaşmaya neden olabilir. Rejene-re malzeme ile çalışılıyor ise, bu malzemenin daha önceki kullanımından kalmış uçucu bir solventin varlığı araştırılmalıdır.

Bazen de kalıp suluklarından sızabilecek ve kalıba damlayabilecek su, serpintiye kaynaklık edebilecektir.

ÇİZİKLER

Kalıp açıldığında, ürünün yüzeyinde kalıbın açılış yönünde çizikler oluşuyor ise bunun nedeni iki kategoride toplanabilir. Birinci neden, öpüşme yüzeylerinde eğer bir tahribat var ise ve metal çapaklanması süzdürülen parçayı çiziyorsa, bu kalıp yüzeylerinin iyi alıştırılmamasından yada hızlı kalıp kapama nedeni ile kalıbın hasarlanmasından kaynaklanmaktadır.

İkinci neden, kalıbın aşırı doldurulmasıdır. Eğer kalıp aşırı doldurulmuş ve kalıbın yüzey parlatılması iyi yapılmamış ise dışı kısım parçayı çizebilir. İkinci basıncın yüksekliği ve sürenin uzunluğu, ürün besleme ağzının büyük, parçanın et kalınlığının fazla olduğu durumlarda bu çizilmelere yol açabilir. Özellikle ABS ve akrilik malzeme için yapılan kalıplarda yeterince koniklik verilmemişse ve pah kırma tasarlanmamışsa ürün yüzeyinde çizilmelere rastlanabilir.

EKSİK ÜRÜN

Eksik ürün almanın birçok nedeni olabilir. İlk bakılacak şey makinanın enjeksiyon grubunun yeterince güçlü olup olmadığı, malzemenin akışkanlığının yeterince sağlanıp sağlanmadığı ve kalıbın tamamen dolmamasını getiren bir karşı basınç veya engelin varlığıdır.

Kalıp içinde oluşan ve parçanın tamamen şekillenmesine karşı koyan bir iç basınç genellikle hava veya başka bir gazın sıkışıp kalmasındandır. Hava tamamen sıkışıp kalıyor ve hiçbir şekilde kaçamıyor ise, eksik ürün verme olayının yanında yanık izinin de oluşması kaçınılmazdır. Ancak, bazen havanın yavaş bir sızma şeklinde kaçması durumunda oksidasyon reaksiyonu (yani yanma) oluşmaz, fakat malzeme bu sırada donduğu için tam dolma gerçekleşmez. Havanın sıkışması kalıp yapım hatasından meydana gelebildiği gibi, havalandırma kanallarının yağ, gres, herhangi bir pislik veya plastik ile tıkanması yada küçülmesinden de olabilir. Kalıbın yüksek basınçta sıkılması durumunda da metalin elastik halde aşırı bastırılmasından dolayı havalandırmalar etkisiz halde kalabilir.

Kalıp içinde bir iç basınç oluşması, özellikle boyu uzun ama ince bir et payı bulunan parçalarda donma sonucu ortaya çıkar (parçanın her iki yüzeyindeki donmuş tabaka toplam kesitin yüzde ellisine ulaştığında kalıp doldurulmuş olmalıdır). Enjeksiyon basıncının artırılması ile tam doldurma gerçekleşebilir, ancak bu ürün besleme ağzı çevresinde kalıcı gerilmelere neden olacağından iyi bir yöntem değildir. Bunun yerine, kalıbın tam doldurulabilmesi için enjeksiyon hızının daha fazla artırılacağı, yağ debisi yüksek bir makinede üretimin gerçekleştirilmesi yararlı olacaktır.

Diğer bir çare ise kalıp sıcaklığının yükseltilmesidir. Gerilim giderilmesi veya parlaklık sağlanması nedeni dışında kalıp sıcaklığının artırılması, çevrim süresini uzatacağından verimi düşürecektir.

Prosesle ilgili tüm faktörler üzerinde çaba gösterildiği, yeterli güç, sıcaklık ve malzeme beslemesi yapıldığı ve hatta basınç ve hız valfleri, resistanslar, termokulplar, sıcaklık kontrolörleri denetlendiği halde eksik üründen kurtulunamıyor ise suç enjeksiyon grubunda aranmalıdır. Şüphe edilebilecek bir yer çek-valf görevi yapan enjeksiyon vidası bileziğidir. Çatlamış veya aşınmış bir bilezik enjeksiyon esnasında geriye malzeme kaçırır. Geriye kaçan malzeme miktarı, beslemenin aşırı artırılması ile de kompanse edilemeyebilir. Çünkü kalıba enjekte edilen malzemenin net hızı düşmüş olacaktır. Benzeri bir şekilde, eğer enjeksiyon hidrolik silindir pistonundaki sızdırmazlık elemanlarından da geriye yağ kaçırma olur ise eksik parça söz konusu olabilir.

Kalıbın tam dolmasındaki engellerden biride, enjeksiyon memesinin küçük bir metal parçası yada malzemeye karışmış olan ve daha yüksek sıcaklıkta eriyebilen bir plastik granülü tarafından tıkanmış olmasıdır. Aşırı sıcaklıktan veya subabın takılmasından dolayı meme ucundan malzeme akması da düzensizlik ve eksik ürün nedenidir. Memenin kalıp meme enjeksiyon ağzına tam oturmaması da enjeksiyonu engeller, hatta malzemenin kalıp dışına akmasına yol açar.

Eksik ürünü önlemek için yollukların ve ürün besleme ağzlarının, üretim denemesi yapılan bir kalıp takdirinde büyütülmeleri düşünülebilir. Ancak yeni olmayan bir kalıbın sırf malzeme değişikliğinden dolayı eksik ürün verdiği durumlarda bu genişletme işlemi yapılmamalıdır.

PARÇANIN KALIPTA KALMASI

Parçanın kalıpta kalmasının birçok nedeni olabilir. Malzemenin akışkanlığı buna kaynaklık edebilir. Çok akışkan bir malzeme, kalıp içerisine gereğinden fazla bir basınçla enjekte edilebilir. Kalıp yüzeyini sıkıca kavrayan parçanın soğuma esnasında oluşan hacim küçülmesi neticesindeki vakum kuvvetinden kurtulması zorlaşır. Eğer malzeme vizkozitesi yüksekse, o zaman basıncı arttırmak gerekirken bunun sonucu yolluk besleme kanalında veya parçaya ait feder, bölme gibi yerleri çıkaran kalıp oyuklarında oluşacak aşırı basınç parçanın kalıba yapışmasına neden olabilir.

Enjeksiyon hızının yavaş tutulmasında çekmeyi arttıracaktır ve parçanın kalıbın erkeğine yapışmasına yol açabilecektir.

Fazla malzeme beslemesinde ise parça kalıbın dışısında (hareketsiz plakada) kalabilir ki bu da ciddi bir yapışma sorunudur. Bazen kalıbın dışısı erkeğine göre daha sıcak tutularak, dışıda kalma sorunu çözümlenebilir.

Kalıpta kalma makinanın da suçu olabilir. Eğer hidrolik sistem yeterli yağ debisini sağlayamıyor ise yukarıda da bahsedilen aşırı çekme olayı ile karşılaşılabilir.

Tabiidir ki kalıpta kalmanın en büyük kaynağı kalıp hatasındandır. İyi parlatılmamış yüzeyler parçanın sıkışmasına neden olabilir. Yalnız burada unutulmaması gereken bir şey süzdürmenin yapılacağı erkek yüzeyin iyi parlatılmasının ters etki yapacağı ve parçanın dışıda kalabileceğidir. Ürün tasarımında yeterli aç, koniklik, pah kırma gibi süzdürmeyi kolaylaştıracak koşullar öngörülmelidir.

ÇAPAKLI ÜRÜN

Genellikle kalıp öpüşme yüzeylerinde, tampon pimlerinin çevrelerinde veya parçanın herhangi bir yerinde çapak tabiri kullanılan malzeme taşmasının bir çok nedeni vardır. Çapak oluşması kalıp veya makineden kaynaklanabildiği gibi plastik parçanın ve kalıbın iyi tasarlanmamasından malzeme seçiminin yanlış olmasından ya da proses şartlarının iyi ayarlanmamasından meydana gelebilir.

a) Kullanılan makinanın kapama gücünün kalıbın ebatlarının büyük olmasından dolayı yetersiz kalması (kesitte yeterli kapama basıncının olmaması) çapak vermeye neden olabilir. Basınç kontrol ve debi kontrol valflerindeki arıza, hidrolik kapama sistemine sahip makinalarda yağ ısınması, hidrolik devreden gelen arazları oluşturur. Menegene grubunda kolon ve plakaların sentesinde olmamasıda belli bölgelerde çapak oluşmasına yol açar.

Isıtıcı rezistanslara kumanda eden termokupl'ların arızalanması, yerlerinden oynamaları veya malzeme beslemesinde vidanın hızlı ya da gereğinden uzun süre dönmesi sonucu oluşan mekanik sürtünme kökenli ısınma sonucu plastik sıcaklığının istenilenden fazla yükselmesinin doğurduğu düşük vizkosite kalıp öpüşme yüzeylerinden malzeme sızmasını getirir.

b) Tasarım ve malzeme seçimi iyi yapılmış bir kalıbın uzun süre çapaksız ürün vermesi gerekmektedir. Kalıbın çarpılmasına karşı koyacak yeterli kalınlıkta plaka sağlanması, oplüklerin gereğinde mesnetleyici takozlarla desteklenmesi ile yerinden oynamasını engelleyici önlemlerin alınması, yine oplüklerin öpüşme yüzeylerinin hamillerinden milimin bindelikli miktarları kadar yüksek tutulması, soğutmanın yeterli ve parçanın değişen et kalınlıklarına göre yapılması çapaklanmaya karşı iyi bir kalıp tasarımının gerekleridir. Ürün besleme ağızlarının geniş tutulması plastik eriyik sıcaklığının ve gerekli enjeksiyon basıncının düşürülmesinde etkin olacaktır.

Tampon pimlerinin çevresinden hava kaçışının sağlanması genel bir kalıpcılık tekniğidir. Bu bir kere kalıptan havanın gereğinden çabuk tahliye olmasına ve dolayısıyla ile kalıp içinde karşı koyacak basıncın düşmesine neden olur. O zaman dengelenmeyen enjeksiyon basıncı oplük kenarlarından malzeme taşmasına yol açabilir. İkinci tampon çevresinde oluşan çapak parçanın kalıptan çıkmasında zorluk çıkarabilir ve süzdürmenin kolaylaşabilmesi için kalıpta malzeme çekmesinin daha fazla olması için soğuma süresinin uzatılması yoluna gidilir ki bu da zaman kaybıdır. Ancak başka amaçlarla tampon çevresinden hava tahliyesi gerekiyor ve oluşan çapak ürünün kullanım yerinde sorun yaratmıyor ise bahsedilen sakıncaları göz önüne alınarak optimize edilmelidir.

c) Ürün tasarımıda çapaklı ürün alınmasını getirebilir. Parçadaki federler, boz'lar, insert'ler, delikler, girinti ve çıkıntılar basınç düşmesine yol açarlar. O takdirde uygulanması gerekli yüksek basınç, bu engeller öncesi öpüşme yüzeylerinde malzeme taşması yapabilir. Mütecaris olmayan parça et kalınlığı durumunda ise, ince tutulan bölgelerin donmadan doldurulması için fazla hıza ihtiyaç duyulur. Bu durumda da öpüşme yüzeyi zayıf bölgeler çapağa kaçabilir. Böylesi sorunların olabileceği düşünüldükten et kalınlığı az olan bölgeler, kalın göre (örneğin ısı iletkenliği düşük malzeme kullanıldıktan) daha yavaş soğutulmalıdır.

d) Plastik malzeme seçimi veya malzeme değişikliği de çapaklanmaya yol açabilir. Eğer mekanik veya diğer özellikler belli bir akış indisini belirlemiyor ise kalıba uygun akışkanlığı olan malzeme seçilmelidir. Yüksek akış indisi çapaklanmaya yol açabilir.

Granül büyüklüklerindeki farklar ya da granüle edilmemiş rejenere malzemenin eşit oranda kullanılmaması, hacimsal malzeme besleme nedeni ile baskıdan baskıya gramaj farklılaşmasına ve çapaklanmayı oluşturabilir. Küçük granül veya parçalar daha çabuk eriyebilmekte ve daha fazla ısı alabilmektedir, bu da vizkoziteyi düşürücü bir faktördür. Ayrıca rejenere malzemenin kendi orijinaline göre akış indisinin yüksek olabileceği unutulmamalıdır.

Bundan başka bazı renklendirici pigmentlerin ısı kapasitelerinin diğerlerinden az olması da (siyah, kırmızı, kahve renkleri mavi, beyaz ve yeşile göre azdır) renk değişimlerinde kalıp boşluğundan dışarıya malzeme sızmasını sağlayabilir.

e) Çapak oluşmaması için enjeksiyon şartlarının dengeli ayarlanması lazımdır. Malzemenin sıcaklık yükseltilerek viskozitesinin azaltılması sonucu kalıp içerisinde gereğinden fazla basınç oluşur ve bu basınç makinanın kapama gücünü yener ise çapaklanma başlar, bu durumda enjeksiyon basıncının düşürülmesi gerekir. Aksine sıcaklığın düşürülerek vizkozitenin artırılması durumunda enjeksiyon basıncının yükseltilmesi gerekir ki, bu da çapaklanmayı getirebilecek bir yüksek enjeksiyon hızına yol açabilecektir.

Çapak vermeye neden olan başka bir proses şartı ise ikinci kademe basıncın yüksekliği ve süresinin gereksiz uzunluğudur.

Anlaşılmaktadır ki sıcaklık, hız ve basınç ayarları spesifik bir iş için dikkatlice denetlenmelidir.

PARÇA İÇİNDE BOŞLUK VE YÜZEYDE ÇÖKÜNTÜ OLUŞMASI

Malzeme yeterli bir şekilde kurutulmamışsa özellikle et kalınlığı oldukça fazla parçaların içerisinde boşlukların oluşmasına neden olabilir. Eğer malzeme uçucu madde taşıyor ise veya silindir içerisinde degradasyon sonucu gaz oluşumu varsa, yine parça içerisinde boşluklar oluşabilir. Bu mahzurun tespiti halinde giderilmesi kolaydır.

Yine gazın neden olduğu boşluk durumu hava sıkışmasıdır. Özellikle akışkanlığı fazla olan malzemenin kullanıldığı kalın parçalarda, kalıplama boşluğu içerisinde hapsolan hava, boşluk oluşturur. Enjeksiyon hızının düşürülmesi, ürün besleme ağzının (veya ağızlarının) değiştirilmesi gibi önlemlerle netice alınabilir. Silindirde hava sıkışmasını engelleyici bir önlem, malzeme alışında silindire ters basınç (back pressure) uygulanmasıdır.

Bir de parça içerisinde vakum boşluk diyebileceğimiz bir boşluk oluşur ki nedeni, yüzeydeki çöküntüleri yaratan olgu ile aynıdır. Plastik malzeme eriyik halinde iken katı haline oranla daha fazla hacim kaplar. Faz değiştirme ve soğuma esnasında hacimsal küçülmeye uğrar ve tabiidir ki uzun ve kalın yerlerde bu küçülme kısa ve ince kesitlere göre fazla olur. Kalıplanmış bir plastik parça üzerinde ani kesit kalınlığı değişiklikleri var ise farklı hacimsal küçülme yüzeyde çöküntü şeklinde kendini belli eder. Eğer malzemenin kalıba değen yüzeyi çabuk donar ise, bu hacimsal küçülme içeride bir boş-

luk yaratarak gerçekleştirilecektir. Malzemenin özelliğinden ve parça tasarımının sonuçlarından kaynaklanan bu önemli mahzurun giderilmesi pek kolay değildir.

Daha soğuk eriyiğin donduğunda büzülmesinin az olacağı düşünülerek silindir sıcaklığının düşürülmesi suretiyle çöküntü ve boşlukların giderilmesine çalışmak, özellikle kristalin yapıdaki plastiklerde (poli - etilen, propilen, amidler) sınırlı bir başarı verir. 10°C'lık bir sıcaklık farkı, kristalin plastiklerde yüzde 1 civarında bir büzülme azalmasına neden olur (amorf yapıda bu iki katına çıkabilir). Sıcaklığın fazlaca düşürülmesi, eriyik viskozitesini arttıracaktır ki kalıbın doldurulması güçlüğüne yol açacaktır. Böylesi bir durumda basınç arttırmakta, parça içerisinde gerilmelerin oluşmasına neden olacaktır.

Yaygınca kullanılan bir yöntem, enjeksiyonda bekleme basıncının ve uygulama süresinin artırılmasıdır. Et kalınlığı ince olan ve ürün besleme ağzı küçük tutulmuş parçalar için bu uygulamanın faydası yoktur. Et kalınlığı fazla, ürün besleme ağzı büyük ve malzeme akışkanlığı yüksek parçalar için, bunun kalıp beslemesinde malın büyüyen iç basınç nedeni ile geriye dönüşünü engelleme ve ayrıca az da olsa fazladan bir malzeme enjekte etmede faydası olabilir. Ancak fazladan enjekte edilen mal eşit dağılmayıp ürün besleme ağzı çevresinde kalıyor ise parçada gerilmelerin büyümesine etkili olacaktır.

Kalıp soğutmasının et kalınlıklarının da gözönüne alınarak yapılması çöküntüleri azaltacak bir faktördür.

Birçok durumda mümkün olan en düşük eriyik sıcaklığında, yeterli malzeme ile kalıbın hızla doldurulması çöküntü ve boşlukların azaltılmasında en etkin yöntem olacaktır.

Parçanın kullanımında eğer yüzey görüntüsü çok önem taşımıyor ise, çöküntü iç boşluklara tercih edilmelidir. Çünkü parça içerisinde bir çentik etkisi yapan iç boşluklar düşük malzeme sorunlarını getirir. Görüntünün galebe çaldığı durumlarda, örneğin kalıp sıcaklığı düşürülerek çöküntüler lehine iç boşlukların oluşumuyla hacim küçülmesinin etkisi yüzeyde azaltılır.

YÜZEYDE OLUŞMUŞ PENCERECİKLER

Bazen plastik ürün üzerinde yer yer pencerecikleri andıran lekelere rastlanabilir. Polietilen, polipropilen, naylonlar gibi kristalin plastiklerde karışılan bu durum, eğer malzeme naturel olarak kalıplanıyor ise yüzeyde şeffaf pencerecikler şeklinde gözlemlenir. Bir miktar plastik granülü, enjeksiyon plastifikasyon silindrinde yalnızca kristal yapısının bozulacağı kadar ısı almışsa; kalıba enjekte edildiğinde ki kalıp yüzeyi gereğinden fazla soğuk ise tekrar kristal yapıya erişmeden amorf yapıda katılaşır. Aynı malzemenin kristal ve amorf yapılarının değişik ışık kırılma indisleri nedeni ile amorf durumunda katılaşan bölgeler şeffaf bir görüntü arzeder. Bu, görüntü hatası yanında malzeme yapı devamlılığının bozulması yüzünden düşük darbe mukavemeti sorununu da yaratır (malzeme üzerinde bir çentik etkisi oluşturur).

Bu hata, kalıbın plastifikasyon kapasitesi yüksek bir makinada çalışılması, sıcaklığın yükseltilmesi, kalıp sıcaklığının artırılması ya da malzemenin daha fazla ısı alabilmesini sağlayacak olan çevrim süresinin uzatılması ile ortadan kaldırılır.

KALIPTAN ÇIKARKEN ÇARPIKILMA

Bu çarpıklığın kökeni, parça kalıptan çıktıktan sonra oluşan ve iç gerilmelerin neden olduğu çarpılmadan farklıdır. Bir parça kalıptan çarpılmış olarak çıkıyor ise bunun nedeni yetersiz soğuma veya soğutma zamanıdır. Parçalar mutlaka kullanılan plastik malzemenin ısıl distorsiyon sıcaklığının altında soğutulmalıdır. Aksi takdirde yeterince soğumamış yüzeye vuran tampon pimleri parçanın çarpılmasına neden olur.

SONRADAN OLUŞAN ÇARPIKLIK

Parçanın kalıptan çıktıktan kısa bir süre sonra ya da uzun bir süre sonra çarpılması iç gerilmeler veya da farklı malzeme çekmeleri dolayısıyladır. Katkılı malzeme enjeksiyonunda katkı maddesinin yönlendirilmesine bağlı olarak çarpılmalar meydana gelebilir.

Ürün tasarımı iyi yapılmış bir parçanın, kalıp besleme yeri hatalı verilmemiş ve farklı soğumalara neden olacak bir soğutma sistemi öngörülmemişse, çarpılma hatasını proses şartlarında aramak gerekir.

Ürün tasarımında farklı et kalınlıklarının verilmesi kaçınılmaz ise, erken soğuyan ve daha çok çeken ince kesitler, geç soğuyan kalın kesitlere doğru parçayı çarpıtacaktır. Bilinçli yerleştirilmemiş federlerde çarpılmaya yol açabilirler.

Çarpılmanın bir nedeni parçadaki farklı malzeme çekmesindendir. Malzeme kalıba girdikten sonra karşılaştığı soğuk kalıp duvan üzerinde bir film tabakası yaparak döner. Kesit daraldıkça sonradan gelen malzeme akış yönünde fazladan bir kayma gerilmesine neden olacaktır ve molekül zinciri akış yönüne doğru fazladan gerilecektir. Sonuçta akış yönünde (radyal) soğuma tamamlandığında buradaki malzeme çekmesi, akışa dik olan (tangential) yöndeki çekmeye oranla daha fazla olacaktır. İki farklı çekme, parçanın üzerinde çekmenin fazla olduğu yöne doğru çarpılmalar oluşturacaktır. Farklı soğuma uygulaması, özellikle büyük parçaların kalıplanmalarında bu çarpılma etkisini azaltacak neticeler verebilir.

Eğer çarpılmanın suçlusunun iç gerilmeler olduğu düşünülüyor ise ilk yapılacak şey eksik ürün verdirerek parçanın dolu şeklinin incelenmesidir. Eğer malzeme kalıba dengeli bir biçimde dolmuyor ise bazı kanalların akışı kolaylaştıracak şekilde açılması, parlatılması vb. önlemler alınmalıdır. Malzemenin kalıp içerisine eşit şekilde dağılımı gerçekleşebiliyor ise, doğru miktarda malzeme tesbit edilen bu hızda enjekte edilerek parça şekillendirilmelidir.

Kalın parçaların enjeksiyonunda ikinci kademe basıncı ve süresi fazla veriliyor ve ürün besleme ağzı halen açık ise parçanın donmamış iç kısmına fazladan malzeme enjekte edilmiş olacak bu da çarpılmayı getirecek iç gerilmeleri oluşturacaktır. Nispeten ince et kalınlığı olup da kalın konik besleme ağzı verilmiş parçalarda da besleme ağzı çevresinde fazla enjeksiyon nedeni ile gerilmeler oluşur ki, kullanım sırasında kısa sürede çatlamalar meydana gelir (leğen, kova vb. ürünlerde sıkça rastlanmaktadır).

Kalıp sıcaklığının yüksek tutulması kalıptan çıkan üründe gerilmelerin daha az olmasını sağlar. Bu kristalin plastiklerde daha da gereklidir.

ÇATLAMA

Eğer plastikte proses esnasında giderilmemiş iç gerilmeler kaldı ise bu durum daha sonra elverişsiz çevre ve iklim koşullarında çatlamaların ortaya çıkmasına yolaçabilir. İç gerilmelerin azaltılması lazımdır.

SOYULMA

Yüzey soyulmalarının bir nedeni yine iç gerilmelerin fazla oluşundandır. Parça içerisinde giderilmemiş gerilmeler taşıyan bir parça, normalde etkilenmeyeceği bir solventle sıcak bir ortamda karşılaştığında yüzeyinde soyulmalar görülebilir. Örneğin polipropilenden yapılmış ve dibinde iç gerilmeler kalmış bir kovaya sıvı deterjan dökelim. Üstüne su ilave edildiğinde çıkan çözünme ısısında etkisiyle yüzeyde pullanmalar şeklinde soyulmalar gözlemlenir.

Bir plastik malzemeye başka bir plastik malzeme karıştırıldığında da üründe, özellikle le ürün besleme ağzında soyulmalar olur.

Fazla miktarda kullanılan kalıp ayırıcı yağları (silikon gibi) daha sonradan yüzey soyulmalarına neden olabilirler.

PLASTİK ÜRÜN TASARIMINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR VE NORMLAR

Tasarım zaafalarının enjeksiyon hatalarında oldukça etkinliğinin bulunduğu yukarıdaki bölümde değinilmişti. Tasarımda öngörülen biçim ve sayısal değerler, bazen giderilmesi mümkün olmayan enjeksiyon hatalarına ve ürün yetersizliklerine yol açarlar. Tasarımcıların plastik malzemenin özellik ve davranışları ile enjeksiyon prosesinin şart ve imkanları hususunda bilgili olmaları yanında ürünün kullanım şartlarından ve performans beklentilerinden haberdar olmaları gerekmektedir. En iyisi tasarımcı, kalıpcı, plastikçi ve kalite kontrolcü ile istişarelerde bulunmaları ve işbirliği içinde çalışılmalıdır.

Proses ile ilgili teknik elemanda, enjeksiyon hatalarına parça tasarımındaki yanlışlıkların ne şekilde yol açtığına bilincinde olarak çare aramalıdır. Şimdi ürünlerde öngörülen boyutsal toleranslar, montaj kısımları gibi tasarım hususlarına göz atalım.

BOYUTSAL TOLERANS

Ürün tasarımı sırasında parçanın boyutları için verilecek toleransın tesbiti bir hayli zordur ve birçok faktör gözönünde bulundurulmalıdır. Temelde bu faktörleri ikiye ayırır isek:

1) Kalıp ve proses ile ilgili: Kalıp tasarımı esnasında kalıpcılık tekniğinin getirdiği gerekler (örneğin koniklik verilmesi gibi), kullanılacak metalde zaman içinde oluşabilecek aşınmalar vb. faktörlerin yanısıra enjeksiyon esnasındaki şartların çekmeye etkileri, kullanılacak malzemedeki değişiklikler, kalıplama sonrası çekmeler vb. gerçekler dikkate alınmalıdır.

2) Ürünün kullanım yeri ile ilgili: Üretilen parçanın kullanım esnasında aşınması, maruz kalacağı dış yüklerin büyüklük ve süresi (malzemenin sürünme halinde uzaması gibi), yüksek sıcaklık etkileri, temasta olabileceği kimyasal maddelerden etkilenmesi,

nemden dolayı şişme (Naylonlarda % 10'a kadar şişme görülebilir) vb. boyutlarda değişiklik yapabilecek etkiler gözönünde bulundurulmalıdır.

Toleranslar verilirken mutlaka gerçekçi ve cömert olunmalıdır. Bir kere plastik üreticileri bile malzeme çekmeleri için sıkı aralıklar verememektedirler. Örneğin polipropilen için aynı parçada çekme aralığı % 1-2.5 arası gerçekleşebilmektedir. Özellikle kristalin plastiklerde ölçü toleranslarını tutturmak bir hayli zordur. Parçanın büyüklüğü arttıkça toleransların sınırının genişletilmesi lazımdır. Çeşitli termoplastiklere ait en sıkı ve tercih edilmesi gereken boyutsal toleranslar Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1

Parçanın Boyu

Malzeme	25 mm		100 mm		300 mm	
	Sıkı	Tercih Edilecek	Sıkı	Tercih Edilecek	Sıkı	Tercih Edilecek
ABS	0.05	0.10	0.10	0.15	0.40	0.75
Asetal	0.07	0.15	0.12	0.25	0.80	1.75
Polietilen	0.10	0.20	0.20	0.40	0.80	1.80
Polipropilen	0.10	0.18	0.18	0.30	0.80	1.75
Naylon 6/6	0.09	0.15	0.15	0.30	1.00	1.90

Bu toleranslar $\pm$ mm şeklinde verilmektedir.

Eğer parçanın kullanım yerinin gereği olarak sıkı toleranslar ön görülüyor ise proses şartlarının çok sıkı takibi yanında, uzun kalıplama çevrim süresi, kalite kontrol maliyeti ve mamul redleri gibi parasal hususlarda dikkate alınmalıdır.

Tabiidir ki kalıp konstrüksiyonu da yapılabilecek düzeltmelere imkan sağlayacak şekilde düşünülmelidir.

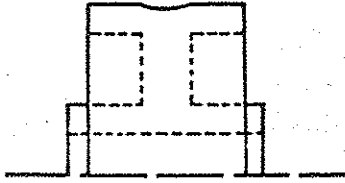
ET KALINLIĞI

Et kalınlıklarının doğru tesbiti ürünün görüntü ve performansı açısından hayati öneme sahip olduğu kadar, enjeksiyon kalıplama prosesinin ne kadar başarılı ve verimli olacağını da belirler.

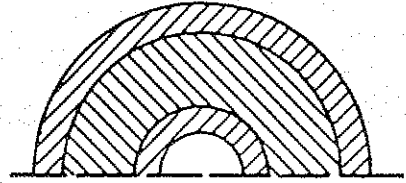
Mukavemet şartlarının gerektirdiği mümkün olan en az et kalınlığı verilmelidir. Bu malzeme sarfiyatını azalttığı gibi enjeksiyon çevrim süresini de kısaltır. Ancak burada dikkat edilmesi gerekli olan nokta, ince et kalınlığından dolayı kalıbın doldurulmamasıdır. Akış yolu uzun parçalarda et kalınlığının artması gerekebilir. Ancak iyi konumlandırılmış birden çok ürün besleme ağzı sayesinde bu gerek asgariye indirilebilir.

Ayrıca parçanın çatlamasına veya çarpılmasına yol açabilecek tampon pimleri darbesine karşı koyacak bir asgari et kalınlığı da göz önünde bulundurulmalıdır.

Görüntü bozukluklarının ve performans zafiyetinin asgariye indirilmesinin ön şartı et kalınlığında sağlanacak yeknesaklıktır. Eşit olmayan et kalınlığı parçanın çarpılmasına, yüzeyde çöküntü ve birleşme izi gibi hataların oluşmasına kaynaklık eder. Tasarım esnasında dikkate alınmayan et kalınlığı farklılaşmaları, çoğunlukla proses esnasında da düzeltilemeyecek hatalar ortaya çıkarırlar. Et kalınlığında yalnızca % 20'lik bir farklılaşma yüzeyde çöküntüye neden olabilir. Bu bazen performansı etkileyen bir iç boşluk şeklinde belirebilir. Şekil 1 ve 2'de doğru ve yanlış tasarım ürünü enjeksiyon parçaları verilmektedir."

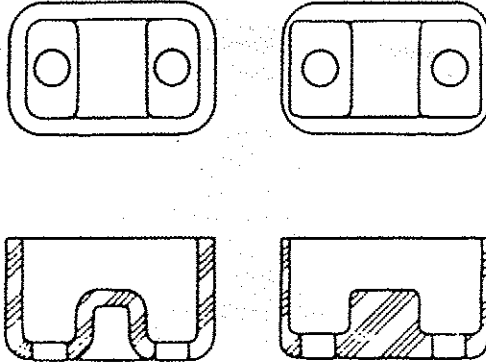


a) Çöküntü veren orijinal tasarım



b) Değişiklik Yapılmış Durumu

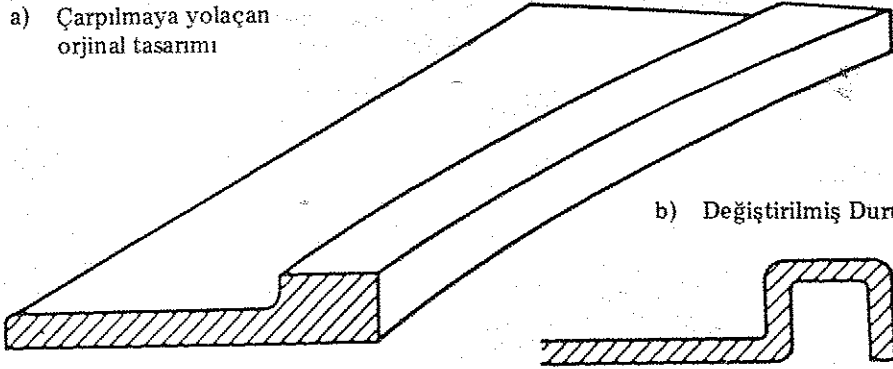
Şekil 1



Şekil 2

Çöküntü ve boşluklar yanında kalıcı gerilmelere neden olduğundan çarpılmalar meydana gelir. Şekil 3'te çarpılmaya müsait bir parça ve olması gereken kesiti verilmektedir.

a) Çarpılmaya yolaçan orjinal tasarımı



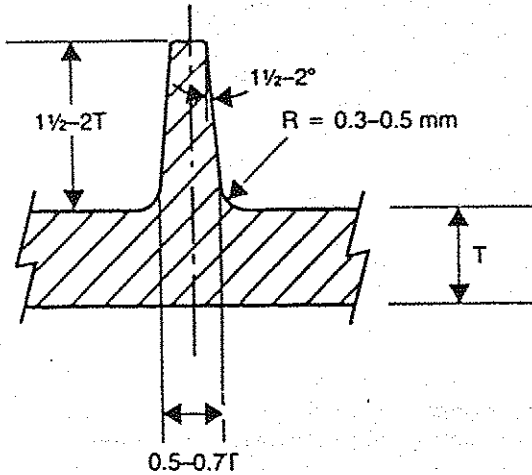
b) Değiştirilmiş Durum

Et kalınlığında büyük farklılıklar kaçınılmaz ise kalınlık artışı tedrici ve yumuşak bir şekilde yapılmalı, ya da ayrı ayrı parçalar halinde imal edilip montaj yapıştırma veya kaynakla birleştirilmelidir.

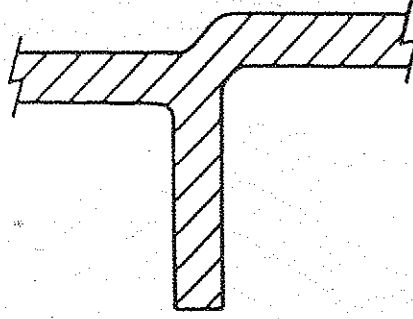
FEDERLER

Tüm parça et kalınlığını arttırmadan, ürünün dış duvarlarının mukavemetini yükseltmek için federler kullanılırlar. Eğer doğru yerleştirilirler ise parçadaki çarpılmayı da azaltabilirler. Ancak gerilimin yoğunlaştığı noktalar yaratmamaları ve çöküntülere sebebiyet vermemeleri için tasarımlarının bilinçli şekilde yapılması gerekmektedir.

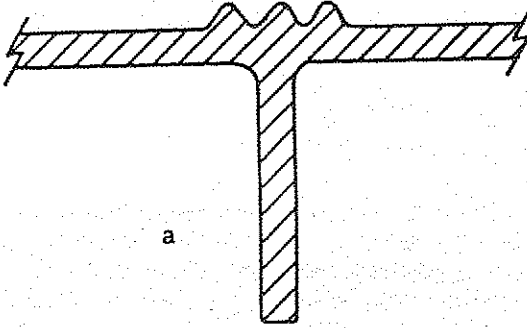
Rahatsız edici bir çöküntü vermeyecek bir federin eni, irtibatta bulunduğu duvarın et kalınlığının en fazla % 70'i kadar olmalıdır. Boyu ise bu kalınlığın en fazla 1.5 katı ile sınırlanmalıdır. Ayrıca federin kalıptan süzdürülmesinin kolaylaşması için koniklik sağlanmalı, duvarla birleşim yerlerine 0.5 mm. civarında kavis verilmelidir. Öngörülenler Şekil 4'te gösterilmektedir.



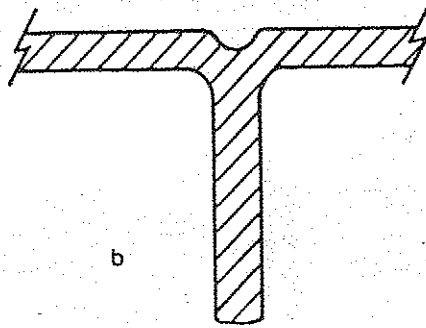
Şekil 4



Şekil 5



a



b

Şekil 6

Uzun ve kalın federlerde gerektiğinden çöküntünün maskelenebilmesi için değişik önlemler alınabilir. Örneğin:

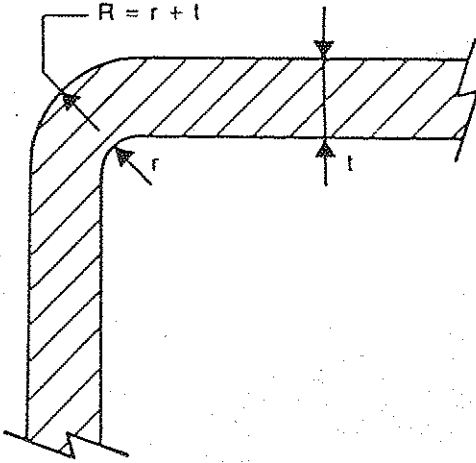
- a) Federin geldiği yerde duvar düzlemi değiştirilebilir (Şekil 5).
- b) Federin çöküntü vereceği yere dekoratif düzenlemeler yapılabilir (Şekil 6).
- c) Kumlu ve desenli yüzeylerde görüntü bozukluğu gizlenebilir.
- d) Tek bir feder yerine birkaç federle mukavemet verilebilir.

Federlerin neden olabileceği çekmelerden dolayı parçada çarpılmalar oluşmaması için, bunların simetrik bir düzende yerleştirilmeleri düşünülmelidir.

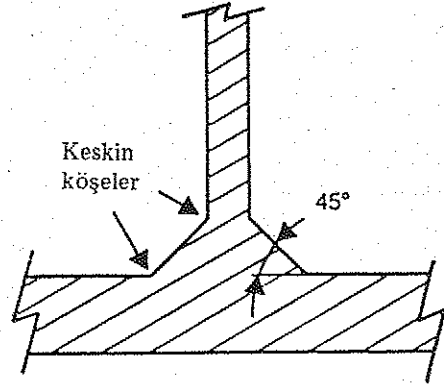
YUVARLATMALAR (RADYÜSLER)

Plastik enjeksiyonunda akışın sağlanması için yüksek basınçlara çıkılmaktadır. Keskin köşeler akışı engelleyici bir etki yaparlar ve buralarda gerilim yoğunlaşması olur. Bu nedenle parçanın bu kesitlerinin darbeye karşı mukavemeti azalır. Ayrıca parçanın kalıptan kolaylıkla süzdürülmesini engeller.

Hem akışın, hem de süzdürülmenin rahatlatılması yanında parçadaki gerilimlerin dağıtılması bakımından iç ve dış köşeler yuvarlatılmalıdır. (Radyüs verilmelidir). Dönüşlerde iç köşeye verilecek radyüs et kalınlığının $\frac{1}{2}$ 'si kadar olmalıdır. Dış köşeye ise bu et kalınlığının $\frac{3}{2}$ 'si oranında radyüs verilmelidir. Dönüşlerde et kalınlığı korunur ise çekme farkından doğacak çarpılmalarda önlenabilir. Böyle bir örnek Şekil 7'de verilmektedir.



Şekil 7



Şekil 8

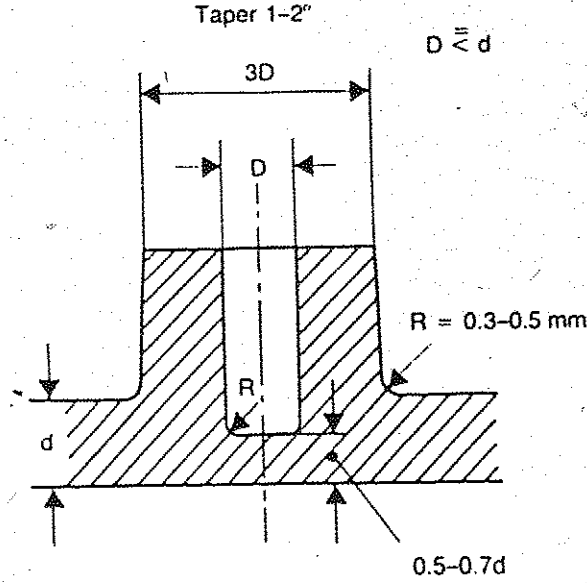
Aceleye gelmiş keskin köşeler ihtiva eden bir kötü uygulama Şekil 8'de gösterilmektedir.

Parçada verilecek kare veya dikdörtgen şeklindeki deliklerin iç köşelerine en az 0.5 mm. radyüs sağlanmalıdır.

BOZLAR

Parçanın başka bir yere monte edilmesinde bağlantı elemanının tutulması ve mesnetlenmesi için bozlar kullanılabilir. Ayrıca parçanın kuvvetlendirilebilmesi içinde belli bölgelere yerleştirilebilirler. Çöküntü oluşturuca etkisine karşı federler için alınacak önlemler, bozlar içinde alınmalıdır.

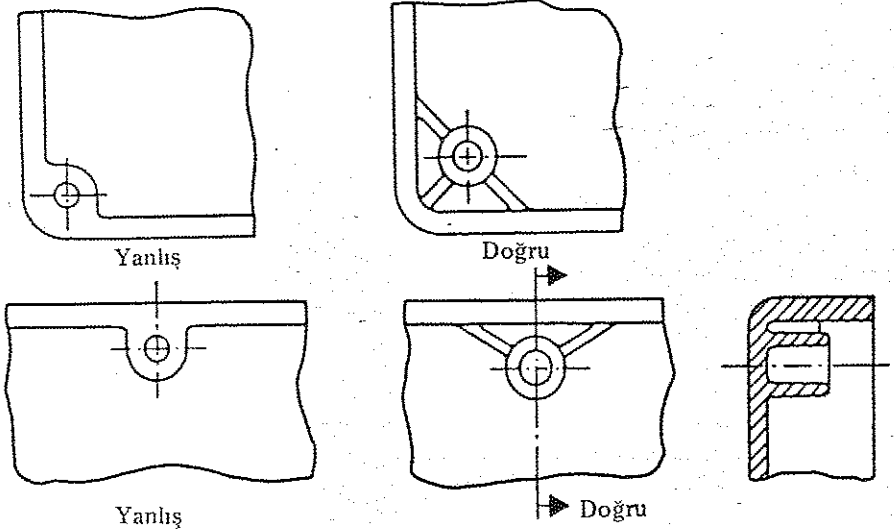
Bozlar mümkün olduğu kadar küçük tasarlanmalıdır. 0.8 mm.'den az olmamak kaydı ile, et kalınlığı deliğin çapı kadar olmalıdır. Çapı irtibatta olduğu duvarın et kalınlığına eşit ya da daha az olmalıdır. Çöküntünün azaltılması için deliğin derinliği duvar et kalınlığının yarısına kadar indirilebilir. Parçanın kalıptan kolaylıkla süzdürülebilmesi için boyunca % 1 civarı bir koniklik sağlanmalıdır. Bunları içeren bir boz tasarımı Şekil 9'da gösterilmektedir.



Şekil 9

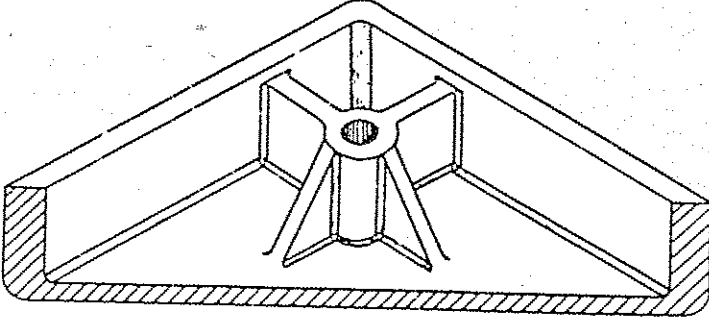
Eğer kalıplama esnasında bir insert parçaya ekleniyor ise (örneğin bozun deliğine), plastik çekmesinden dolayı insert çevresinde oluşacak gerilime karşı koyabilmesi için bozun et kalınlığının büyük tutulması gerekebilir. Eğer insertler bozlara daha sonra geçirileceklerse bu et kalınlığı nispeten az olacaktır.

Bozların enjeksiyon sırasında birleşme izlerine neden olmamaları ve daha sonradan çarpılmalara yol açmamaları gibi hatalarının ortadan kaldırılması bakımından bozlar ile aynı yöndeki parça duvarı arasında en az bozun delik çapı kadar mesafe bırakılmalıdır. Şekil 10'da doğru ve yanlış tasarımlar gösterilmektedir.



Şekil 10

Parça montajında ağır yükler altında kalacak bozlar, yükün geniş bir alana dağıtılması için bir seri federler ile desteklenmelidirler. Şekil 11'de böylesi bir tasarım gösterilmektedir.



Şekil 11

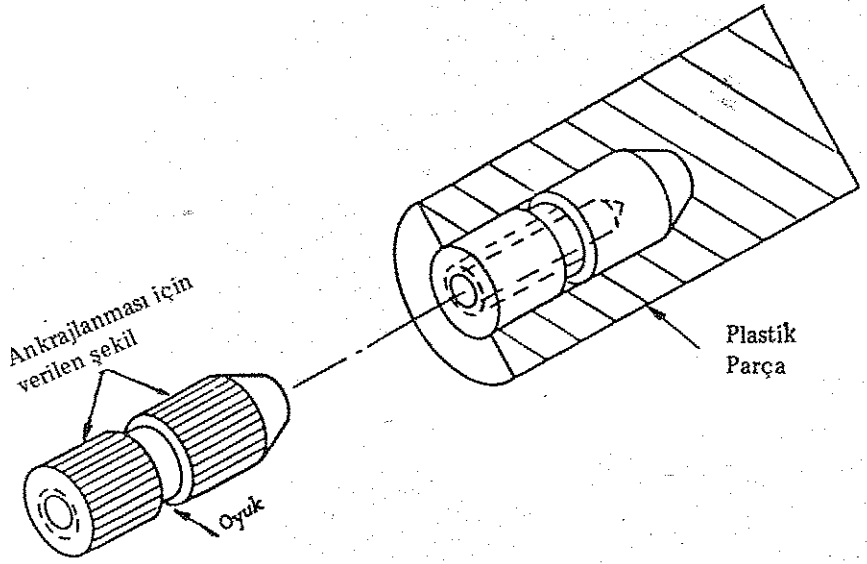
DELİKLER

Eğer maruz kalabileceği fazlaca bir yük söz konusu ise parçada oluşturulacak delikler bozlarla birlikte tasarlanırlar. Çapı 6 mm.den az olan deliklere eşlik edecek bozun et kalınlığı, bu çapa eşit veya yükün durumuna göre daha fazla olarak seçilmelidir. Daha büyük çaplı delikler pratikte genellikle fazlaca yük taşımayacakları için bozların eşliğine ihtiyaç göstermezler.

Üründe azami mukavemetin korunması ve enjeksiyonda yeknesak bir akışın sağlanması bakımından deliklerin bilinçli bir şekilde tasarlanmış olması gerekir. Küçük bir bölgeye birçok delik açılacak ise delikler arası mesafe en az delik çapı kadar olmalıdır. Büyükçe deliklerde bu mesafe çapın % 70'ine kadar düşürülebilir.

Çapı 1,5 mm.den küçük kör deliklerin derinliği çapları kadar olmalıdır. Büyük deliklerde derinlik/çap oranı büyüyebilir. Ancak derinliğin çapın dört misline çıktığı durumlarda kör delikten vazgeçilip, deliğin duvarı tümüyle deldiği tasarım seçilmelidir. Büyük bir deliği meydana getiren pimin kalıp duvarına değer ucunda pah kırılarak, kalıplama esnasında basıncın etkisiyle pimin merkezlenmesinin bozulmasının engellenmesi lazımdır.

Montajın kolaylaştırılması, elektrik akımının iletilmesi, parçanın dekorasyonu ve daha bir çok nedenle plastik parçaya metal insertler eklenebilirler. Genellikle bakır, pirinç, çelik gibi metallerden yapılan insertlere bir örnek Şekil 12'de verilmektedir. Insertler kalıplama esnasında veya daha parça sıcakken içerisine bastırıldıktan ya da soğuduktan sonra, örneğin dişli bağlantılar kullanıldıktan, parçaya eklenebilirler.



Şekil 12

İnsert tasarımında şunlar tavsiye edilebilir.

1) İnsertlerin çevresinde yeterli plastik et kalınlığı verilmelidir. Bu plastik malzemelere göre değişmektedir. Tablo 2'de çelik bir insert kullanıldığı takdirde, verilebilecek en az et kalınlığının insert çapının yüzde kaçı olması gerektiği listelenmektedir.

Tablo 2

Malzeme	İnsert Çap. (Çelik)	
	% X 1,5-12,5 mm.	% X 12,5-25 mm.
Asetal	50 X insert çapı	30 X insert çapı
Akrilik	75 X " "	60 X " "
Naylon 6/66	50 X " "	30 X " "
Polikarbonat	100 X " "	80 X " "
Polietilen	40 X " "	25 X " "
Polipropilen	50 X " "	25 X " "
Polistiren	150 X " "	130 X " "

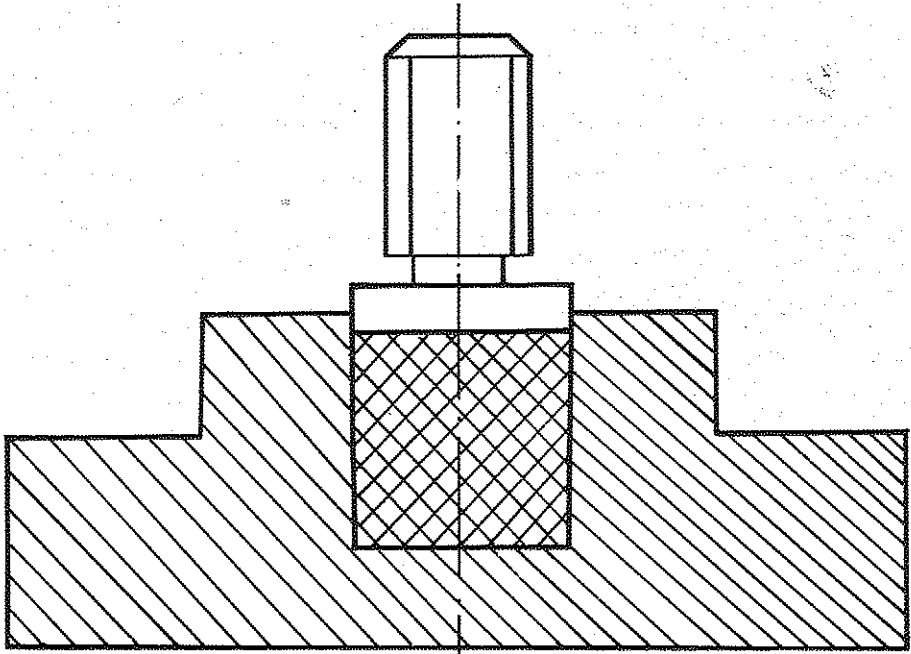
2) Çok ince et kalınlıklı ve kırılgan insertlerin kırılmasından kaçınılmalıdır. Enjeksiyon basıncı altında ezilebilirler ya da zedelenebilirler.

3) İnsertler keskin köşeler ihtiva etmemelidirler.

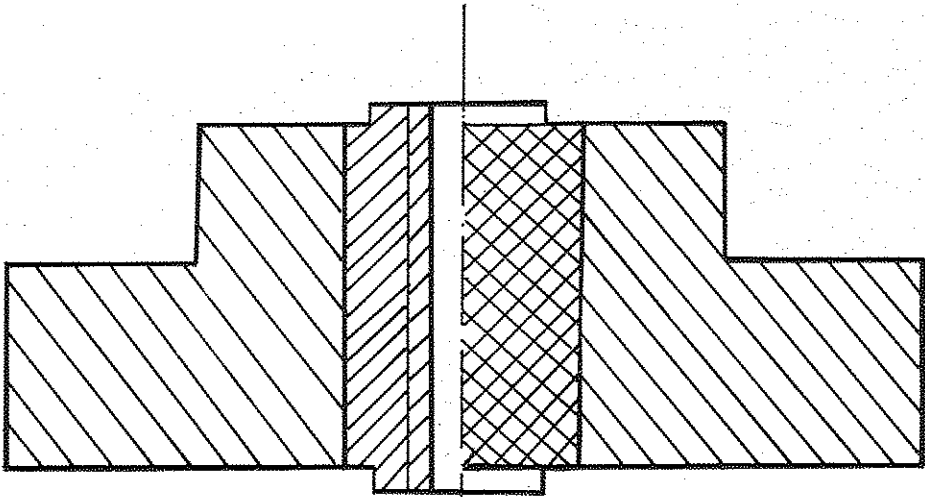
4) Plastik parçaya uygun bir biçimde ankre olmasını sağlayıcı yapıda olmalıdır.

5) Uzun ve ince insert kullanımından kaçınılmalıdır. Eğer gerek var ise insertin her iki ucundan desteklenmesi yararlı olacaktır.

6) Tüm et kalınlığını delen insert kullanılmıyor ise, çöküntünün oluşmaması için insert deliği et kalınlığının en az yarısına kadar uzatılmalıdır (Şekil 13).



A



B

Şekil 13

VI. PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLAMADA ÜRETİM MALİYETLERİNİN BELİRLENMESİ VE MÜHENDİSLERİN TEKNİK ROLÜ

İŞLETMENİN EKONOMİK YÖNLENDİRİLMESİNDE MÜHENDİSİN ÖNEMİ

Plastik endüstrisine yapılan yatırımlar nicelik olarak hızla artarken, bu sektördeki teknolojik standart niteliği aynı oranda gelişmektedir. Bunun sonuçları olarak, gelişmiş makina ve teçhizata yapılan sermaye yatırımları eskiye oranla çok yüksek meblağlara, işletme yönetim ve denetimleri hem karmaşık, hem de pahalı yöntemlere ulaşırken rekabetin doğurduğu riskler artmıştır.

Artık firmalar yaşantılarını devam ettirebilmek için kontrollerinin dışındaki (bu sektör tekelleşme veya kartelleşmeye uygun değildir) ürünlerinin piyasa fiyatları yerine ürün maliyetlerini kontrol altında tutmaya çalışmaktadırlar. Gelişmiş ülkelerde firmalar bu amaçla ciddi işletme bütçeleri, maliyet ve fiyat belirleme sistemleri ile bunu gerçekleştirmeye çalışmaktadırlar. Ülkemizdeki işletmelerde ise, bazı istisnalar dışında, bu mali yöntemler gereğince uygulanmamaktadır. Bunun olası nedenlerine birazdan değinilecektir.

Konu başlığından da anlaşılacağı üzere, burada plastik işleme yöntemlerinden işletme açısından en komplike olan ve ülkemizde oldukça yaygın durumdaki enjeksiyonla plastik kalıplama sanayiinde maliyetlerin belirlenmesi ve fiyat tesbitinde teknik elemanların rolünden bahsedilecektir.

Ülkemizde plastik enjeksiyon kalıplama işletmeciliği birkaç farklı kategoride biçimlenmektedir. Birinci kategoride temel faaliyet alanı bu alan ve diğer sanayi sektörlerine veya pazara ürün veren, büyüklü küçüklü atelye ve fabrikalar; ikinci kategoride ekstrüksiyon, şişirme, vakum kalıplama vb. gibi birkaç işleme yönteminin birlikte olduğu işletmeler yer almaktadır. Nihayet, temel faaliyet alanı başka sektör olmasına rağmen entegre tesis çerçevesinde enjeksiyon kalıplama ünitesine sahip firmalar üçüncü kategoriyi teşkil etmektedirler. Çırak-usta sürecinde oluşan bilgi ve görgü birikiminin artık teknik işlev ve üretim yönetiminde yeterli olmadığının tesbiti ile, mühendis ve teknikerler bu işletmelerde genellikle üretim sorumlusu veya nezaretçisi olarak istihdam edilmektedirler. Kimi firmalar yetersiz organizasyonları nedeni ile bu mühendislere asıl görevlerinin yanında kalite kontrol, ürün tasarımı vb. gibi mühendislik hizmetlerini de ek görev olarak vermektedirler. Ancak bu elemanlardan, ekonomik konularda yararlanmayı düşünmemektedirler. Halbuki mühendislik, bir ürünün veya hizmetin teknolojik anlamda en ekonomik olarak üretilmesinin ilmidir. Bu nedenle, sanayide çalışan teknik elemanlar, yalnızca tasarım, operasyon ve üretim nezaretiyle ilgili olarak değil, ayrıca aldıkları sorumluluk ölçüsünde işletmenin ekonomik anlamda yönlendirilmesinde de görev almalıdırlar. Aksine bu durumun gözlenmesi, ülkemizdeki meslek öncesi eğitimin program yapısından ve meslek içi çalışmalarda mühendislerimizin konuya ilgisizliği yanında firma yönetimlerinin de maalesef bilinçsizliğinden kaynaklanmaktadır.

Halbuki maliyet kontrol sisteminin gerçekleştirilebilmesi ve fiyat tahmininin yapılabilmesi yönetim, mühendislik ve muhasebenin birleştirilmiş faaliyetlerine bağlıdır. Burada, yönetim üretim seviyesini ve şartlarını belirler. Mühendislik ya da üretim bölümü ise yönetimin belirttiği sınırlar içinde maliyet standartlarını (standart maliyet sisteminin kullanılması durumunda) tesbit eder. Muhasebeye düşen görev ise fiili maliyetlerle tahmin edilmiş standart maliyetler arasındaki farkların belirlenmesi ve düzel-

tilmesidir. Mühendisler bu alanda uzak tutuldukları takdirde, yönetim-işletme-muhasebe üçgeninin orta ayağı kopmuş olacaktır. Sonucunda firmaların, kapasitelerinin yeterince bilmeleri, bilinçli bütçe yapmaları, maliyet kontrol sistemini teşkil etmeleri ve ciddi bir fiyat tesbiti yapmaları mümkün olmamaktadır. Kapasiteleri geniş bir yelpazeye yayılan makina parklarına, çok değişik fiyatlı malzeme girdilerine ve yüzlerce değişik ürünlere sahip firmalar için bu büyük bir eksiklik yaratmaktadır. Kaldı ki, birkaç enjeksiyon makinasına sahip küçük atelyeler bile yaşayabilmeleri için imkanları dahilinde maliyet hesabı yapmalı ve fiyatlarını ona göre vermelidirler.

Sanayide, tek veya benzer ürünler üreten sektörlerde üretim safhasındaki işlemlerin maliyetleri belirlenmiştir ve eldeki donelerden çıkarak yönetim ve muhasebece fiyat takdiri büyük bir sakınca teşkil etmemektedir. Bu birçok plastik işleme yöntemi için de geçerlidir. Ancak plastik enjeksiyon tekniğinde kullanılan malzeme ve kalıp çeşitliliğinden ve plastik malzemelerin kendi aralarındaki ısı, akışkanlık vb. özelliklerindeki farklılıklardan dolayı ürünlerin üretim safhasındaki maliyetleri çok değişken olmaktadır. Bu nedenle, yeni bir siparişin veya pazara yeni sürülecek bir ürünün tahmini maliyet tesbitinin teknik elemanlar tarafından yapılması gerektiği söylenebilir.

Yukarıda sayılan zorunluluklar nedeni ile teknik elemanların maliyet muhasebesi ve doneleri konusunda bilgilendirilmeleri ve sistemin yönlendirilmesine katılımları sağlanmalıdır. İşletmenin ekonomik hedeflerinden ve maliyetlerin oluşma biçimlerinden haberdar edilmeyen teknik personel, üretimin optimizasyonu ve verimliliğin artırılması konusunda da bilinçsizliğe itilmiş olacaktır.

ENJEKSİYON KALIPLAMADA MALİYETLERİN BELİRLENMESİ

Standart Maliyet Yöntemi

Belli bir faaliyet seviyesinde ve belli şartlar altında bir mamul veya hizmetin maliyetini meydana getiren direkt malzeme, direkt işçilik ve imalat genel giderlerinin ilmi esaslara göre önceden tesbit edilmiş olan maliyetlerine standart maliyetler denmektedir.

Plastik enjeksiyon işletmelerinde veya ünitelerindeki yapıya uygunluk nedeni ile standart maliyet sistemleri ile maliyetlerin kontrolü gerçekçi olmaktadır. Kanuni zorunluluğu olmaması nedeni ile bu yöntemi kullanan firmalar kendi yapı, felsefe ve imkanlarına göre bir sistem, tesbit ve kayıt yöntemi kullanmaktadırlar. Ancak, güvenilir ve başarılı bir şekilde uygulamanın sağlanması için işletme yeterli bir organizasyona sahip olmalıdır. Ayrıca firmanın faaliyet seviyelerinin (kullanılacak kapasite) tesbiti ve fleksibl (esnek) bütçelerinin de bilimsel bir şekilde hazırlanması şarttır. Bu zorluklarına karşın, mümkün olduğunca sağlıklı bilgiler ve büyük sapmalara yol açmayacak varsayım ve basitleştirmelerle konulacak bir sistem, maalesef küçük işletmelerde ve hatta büyük firmalarda bile karşılaşılabilen "olsa olsa" ya da "kg maliyet x bir yüzde" biçimindeki maliyet hesaplaması, ya da "açma-kapama" tarifesini, "malzeme fiyatı x 2 = satış fiyatı" gibi fiyat belirlenmesi yöntemlerinden daha gerçekçi olacaktır. Kaldı ki, günümüzde bilgisayarların yaygın kullanımı bu husustaki imkanları artırmaktadır.

Standart maliyet muhasebesindeki sistemleri incelemek, kayıt sistemlerini tanıtmak ve fiili maliyetlere göre sapmaların tesbiti gibi hususlar konumuz dışında tutulmaktadır. Standart maliyetlerin ne olduğunun ve ürün maliyetlerinin belirlenmesinde teknik elemanlarca nasıl yorumlanmaları gerektiğinin belirtilmesi amaçlanmaktadır.

Standart Maliyetler İle İşletme Bütçeleri Arasındaki İlişki

Standart maliyetlerin tesbiti için bir işletme bütçesinin varlığının şart olduğundan bahsedilmişti. İşletme bütçeleri de standart maliyetler gibi maliyetlerin önceden tesbit edebilme teşebbüsünü temsil ederler. Fakat, bütçeler, beklenen maliyetlerin veya muhtemel maliyetlerin tahminini ifade ederken, standart maliyetler, belli faaliyet seviyesinde (kullanılacak kapasite) ve belli şartlar altında maliyetlerin ne olması gerektiğini gösterir. İşletme bütçeleri kullanılacakları dönemin başında, üretim ve satışlarla ilgili finansman, işgücü ve diğer unsurlara ait ihtiyaçların tesbiti için hazırlanırlar. Standart maliyetler çoğunlukla imalat bölümlerini ve imalat maliyetlerini kapsadıkları için burada sadece gider bütçeleri ele alınacaktır.

Gider Bütçeli Standart Maliyet Sisteminin Kullanılması

Standart maliyetlerin tesbitinde ürün birimi başına direkt malzeme kullanımının hesaplanması tümü ile değişken bir gider olduğu için kolaydır, aynı şekilde direkt işçilik giderinin de yerine konması kolaydır. Ancak diğer giderleri basitçe toplayıp sınıflandırdığımız imalat genel giderlerinin diğer üretim faktörlerinden daha karmaşık olması, bütçelendirilmiş sistemlere ihtiyaç duyulmasını getirmektedir.

Bütçelendirilmiş sistem derken, bir dönem için gider bütçesinin dayandırıldığı faaliyet hacminin ve bu faaliyetle ilgili ölçü birimlerinin (alınacak baz) tesbiti gerekmektedir. Faaliyet hacmi, o işletmenin belli şartlar altında bir dönem için (1 aylık, 3 aylık, 1 yıllık) hangi beklenen kapasite ile çalışacağını ifade eder. Pazar ve bayram gibi tatil günleri dışında kalan 300 gün/yıl pratik kapasite olarak ele alınabilir. Ancak bakım ve onarım çalışmaları, yıllık ücretli izinler, elektrik kesilmeleri, arıza, kalıp değiştirme süresi kayıpları ve olası talep yokluğu nedenleri ile bu pratik kapasiteye erişmek mümkün değildir. 3 vardiya çalışan bir işyeri için beklenen ortalama kapasitenin % 80-85 dolaylarında alınmasında yarar vardır. İlerdeki örnekte de bu değer kullanılacaktır.

Bir diğer seçim ise faaliyet ölçü birimleri içindir. Burada da üretim faktörlerine ait fiziki miktarların esas alınması tercih edilmelidir. Bu anlamda, direkt malzeme miktarları, işçilik saatleri, makina saatleri vb. birimler baz olarak alınabilir. Her üretim faktörü ve maliyet yeri (masraf merkezi) için ayrı ayrı ölçü birimleri tesbit edilebilir. Burada üretim faktörleri için ayrı, ama masraf merkezleri için tek bir ölçü birimi tesbit edilecektir.

Şimdi, plastik enjeksiyon işletmesi veya ünitesindeki maliyetler için hangi ölçü birimi seçilecektir? Birinci üretim faktörü direkt malzeme standart fiyatının tesbitinde malzeme miktarı ve fiyatı ölçü birimi olarak alınabilir. Burada nakliye, sigorta ve depolama giderleri bu yöntemle malzeme standart maliyetine dahil edilebilirler. İkinci üretim faktörü direkt işçilik maliyetini ise parça başına (akort) ücret sistemi uygulanmadığı takdirde, plastik işletmelerinin mahiyetine bakarak nezaret, kalite kontrol, idari ve sosyal hizmetlerde çalışan personelin genel işçilik giderleri ile birleştirilerek imalat genel giderlerinde ele alınmasında bir sakınca olmayacaktır.

İmalat genel giderleri, mahiyetleri birbirinden farklı olan birçok gider kalemini ihtiva ederler. Üretim Hacmindeki değişiklikler karşısında imalat genel gider kalemlerinin farklı eğilimlere sahip olması, bunları sabit, değişken ve yarı-değişken giderler olarak gruplandırılmalarını da gerektirmektedir. Aynı eğilimlere sahip gider kalemlerinden özellikleri birbirine yakın olanların birleştirilmesi kolaylık sağlayacaktır. Büyük

meblağlar ifade eden imalat genel giderlerini ürün birim maliyetlerine nasıl yansıtacağız? Bu giderler, tüm ürün çeşitlerinin müşterek giderlerini temsil etmektedir, belli ürün çeşitleri ile direkt ilişkisi tesbit edilemez. Bundan ötürü bu üretim faktörlerine ait standart maliyetlerin tesbitinde, işletmenin toplam üretim hacminin gözönünde bulundurulması gerekir.

Belirlenmiş bir dönem için üretim hacmi, faaliyet seviyesi dediğimiz beklenen kapasite ile tespit edilir. Peki, bunun ölçü birimi ne olacaktır? Kapasite ifade etmesi ve üretim faktörlerine ait fiziki bir miktarı belirtmesi için şu değerler düşünülebilir: İşçilik makina-saati, işlenen kg-plastik, sarfedilen KWS elektrik, kullanılan makina-saat vb. Ölçü biriminin doğru tesbiti, sağlıklı standart maliyetlerin tesbitinde şüphesiz ki en önemli unsurdur. Ancak, imalat genel gider kalemlerinin çok değişik mahiyetleri nedeni ile yukarıda bahsedilen ölçü birimlerinden herhangi birinin bu giderlerin ürün birim maliyetlerine yansıtılmasında tam anlamıyla uyum sağlayabileceği söylenemez. Başka bir deyiş veya örnekle, kullanılan elektriğin standartlaştırılmasında kg-plastik birimi gerçeğe yakın yaklaşım sağlarken, bakım giderlerinin dağıtımına makina-saat kullanımı uyum sağlamaktadır. Tersi kullanım sapma miktarlarını artırabilecektir. Ancak, bütçeleme tekniğinin gereği en gerçekçi ölçü biriminin seçilip, imalat genel giderlerinin standart maliyetlendirilmesinde kullanılması gerekmektedir.

En gerçekçi birimin ne olabileceği uzun uzun tartışılabilir. Ancak, bugün işletmelerde bu amaçla kullanılan iki ölçü birimini kısaca ele alalım. Bunlardan biri kg-plastik ölçüsüdür. Bazı gider kalemlerinin standartlaştırılmasına iyi cevap vermekle birlikte, en önemli mahzurları enjeksiyon kalıplamanın makina kapasitesi-ürün ağırlığı-ürün produktivitesi ilişkisinin büyük değişkenlik göstermesinden kaynaklanmaktadır. Az sayıda ürünün söz konusu olduğu, bu ürünlerin benzer üretkenlik gösterdikleri ve ağırlıklarının makina kapasitelerine uyumlu oldukları şartlarda bu seçimin uygun olacağı söylenebilir. Ancak kalıp ebadı/parça ağırlığı çok büyük değişkenlikler gösteren, farklı malzemelerden, farklı üretkenlikte yüzlerce değişik ürün üreten bir enjeksiyon ünitesi için, bu birime dayandırılan standart maliyet sistemi sonuçlarının, tutarsız fiyatlandırmalara yolaçması kaçınılmazdır. Örneklersek, 1500 gr. kapasiteli bir makinada 600 gr. ağırlığında bir üründen, günde 900 kg. üretilmektedir. Kalıp yapısı itibariyle yine bu makinada çalışması gereken 120 gr. ağırlığında ve üretkenliği düşük başka bir üründen ise günde 120 kg. üretilmektedir. Eğer kg-plastik ölçü olarak alınıyor ise, göze çarpan ilk olgu ilk ürünün ikinci ürüne göre 5 kat daha fazla genel gider maliyetine sahip olacağıdır. Eğer amortisman, sabit bir gider olarak maliyetlere dahil ediliyor ise, bu mahzurun etkisi daha da büyüyecektir. Devam edersek, 100 gr. kapasiteli bir enjeksiyon makinasında 2 gr. ağırlıklı ve 4 gözlü bir hassas montaj parçası çalışmakta ve günde 10.000 adetden toplam 20 kg. üretim yapılmaktadır. Birim maliyette 2 gr. ağırlığı ile çok düşük bir genel gider payına sahip olacak bu ürün için yönetim, nezaretçi ve kalite kontrol elemanları 600 gr.lık parçadan daha çok mesai harcayabilecektir. Yine aynı 100 gr. makinada 40 gr. ağırlıklı bir parça da üretilebilecektir. Bu taktirde aynı mikandan çıkan başka bir ürün için genel gider payı gereğinden fazla yükselebilecektir. Bu ölçü biriminin alınmasıyla ağır gramajlı parçaların fiyatlandırılmasında yüksek tutarlara çıkılırken, küçük gramajlı parçalar için maliyet sistemi düşük fiyatlar çıkarabilmektedir.

Pratikte yaşanabilecek bir sorunda her faaliyet dönemi için çok değişik faaliyet seviyesi ile karşılaşılabilmektedir. Aynı makina parkı kapasitesi kullanılarak bir ay 400 ton/ay, bir sonraki ay 150 ton/ay plastik işlemek olasıdır. Bu durumda standart maliyet miktarlarının büyük ölçüde değiştirilmesi gerekecektir.

Kullanılan bir diğer ölçü birimi makina-saat'tir. Faaliyet hacmi makina-saat ölçüsünden alınır. Firma genelinde makina-saat kapasitesi bellidir. Alınan veya muhtemel siparişlere göre bir faaliyet seviyesi tesbit edilir ve makina-saat (M/S) cinsinden ifade edilir. Giderler bütçelendirilir. Bütçelenen imalat sabit genel giderleri bu makina-saat tutarlarına bölünerek beklenen standart maliyetler tesbit edilir. Yarı-değişken giderlerin değişken kısmı ile tümüyle değişken sayılan giderler kullanılan makina saatlere göre ürün birim maliyetlerine yansıtılır.

Bu yöntemde fiili maliyetlerle olan farkların tesbiti daha kolaydır. Teknik elemanlar makina-saat'e dayalı standart maliyetlerin bilincine vardıkları takdirde daha optimum program ve makina utilizasyonu yapmaları gerektiğini kavrayabilirler. Kalıplama çevrim sürelerinin düşünülmesi yoluyla standart maliyetler aşağıya çekilip marjinal kârlar artırılabilirse, bu işletme teknik elemanının başarısı olacaktır.

Bu ölçü biriminin de gerçekten sapmalar yönünden mahzurları vardır. Örneğin plastiklerin kalıplama sıcaklığında eritilmesi büyük elektrik sarfiyatına neden olmaktadır. Bu cal./gr. cinsinden ifadesini bulan eritme için gerekli entalpi (20°C ortam sıcaklığına göre), ürün parçanın ağırlığını gündeme getirmektedir. Bu yöntem de, belli bir kapasitedeki enjeksiyon makinası için değişken elektrik M/S, her saatlik kullanım için sabit tutulmaktadır. Aynı makina için saatte 10 kg. işlenen bir plastik ile daha fazla entalpiye ihtiyaç duyulan fakat 30 kg./saat işlenen başka bir cins plastik aynı gider payına (dolayısıyla maliyete) sahip olacaktır. Aynı mahzurlar soğutma suyu, mamul depolama maliyeti, bozuk parçaların öğütülmesi, malzeme kurutması gibi giderler için de geçerlidir. Ambalajlama ve nakliye gibi kalemler direkt malzeme maliyeti faktörüne değil de imalat genel giderlerine dahil ediliyorsa mahzurlar daha da artacaktır.

Her ölçü biriminin mahzurlarına karşın birinin seçilmesi zorunda kalınacağı için makina-saat biriminin seçilmesinin daha doğru olduğu kabul edilebilir. Burdaki bir neden maliyet yeri (merkezi) ayrımının kolaylıkla yapılabilmesinden ve ayrıca başka bir amaç olarak teknik elemanların standart maliyetleri aşağı çekme ölçümlemesini makina-saat birimiyle daha kolay yapılabileceğinin sanılabilesindendir.

İmalat Genel Giderlerinin Sınıflandırılması ve Makina Saat Birimleri ile Standart Maliyetlerin Tesbiti

İmalat genel giderlerini eğilimlerine göre sınıflandırır ve bunlara ait masrafları standart maliyetler şeklinde belirlerken, varsayılan bir plastik enjeksiyon işletmesinden somut bir örnek ele alalım. Ele aldığımız plastik enjeksiyon işletmesi 10 enjeksiyon makinasına sahiptir ve çeşitli ebad ve malzemeden oluşan çok sayıda mamul üretmektedir. Üretimdeki bazı kalıplar firmaya ait olmayıp emanet olarak (mülkiyeti müşteriye ait) kullanılmaktadır. Makinalar sırasıyla 100, 150, 200, 350, 500, 600, 750, 1000, 1500 ve 2600 gr. polistren enjeksiyon kapasitesine sahiptir. Standart maliyet muhasebesi amaçları ile ilk üç (100-150-200), sonraki üç (350-500-600), daha sonraki iki (750-1000) ve en son (1500-2600) kapasiteli makinalarını 4 ayrı masraf merkezi (maliyet yeri) olarak gruplandırmıştır.

Üç vardiya esasına göre çalışan işletmedeki kadrolu direkt işçi sayısı 33'tür. Yine sürekli çalışan nezaret, rötuş-ambalajlama, sosyal hizmet, ambar ve kalite kontrol işçisi 12, yönetim, muhasebe ve idari işlerle ilgili personeli 5 olmak üzere toplam 50 kişi istihdam edilmektedir. Direkt işçilik parça başı hesabı ile değil, aylık ücret hesabına göre verilmektedir. Direkt-indirekt işçilik ayrımının zorluğundan kurtulmak açısından

dan direkt işçilik maliyeti, indirekt işçilik maliyeti ile birleştirilerek imalat genel giderleri hesaplamasına dahil edilmektedir.

Ambalaj, nakliye ve finansman giderleri malzeme maliyetinde gösterilmektedir. Burada, firmanın yalnızca direkt malzeme temini için dış parasal kaynak (banka kredisi) kullandığı kabul edilmektedir.

Kalıp yapım ve bakım atelyesinin olmadığı varsayılmaktadır. Kalıp onarım ve bakımı ile ilgili işler dışarıda yaptırılmakta ve genel bakım-onarım giderlerine dahil edilmektedir.

Bütçelendirilmiş standart maliyet sistemi kullanan bu firma ölçü birimi olarak makina-saat'i kabul etmiştir. 3 aylık peryotları faaliyet dönemi olarak alan firma önümüzdeki dönem ortalama faaliyet seviyesinin kapasitenin yaklaşık % 85'inde olacağını tahmin etmektedir. (Pratik kapasite 300 gün/yıl; 1 gün 24 saat) Her masraf merkezi için aynı bir faaliyet seviyesi tesbit edilmiştir. (Ortalaması yaklaşık % 85) Değişken masraflar önceki dönemlerin verilerine göre tahmin edilmiştir ve masraf merkezlerindeki kullanım farklılıklarına göre yüzde ağırlıklarla dağılımları yapılmıştır.

Şimdi, imalat genel giderlerinin dağılımının tartışmasını yaparken örneğimizi de kullanalım (Tablo 1'i izleyelim).

Tablo 1'de gider kalemleri ve bunlara ait bütçelenen giderler alt alta sıralanmıştır. Karşılığında ise masraf merkezleri bulunmaktadır. Bu masraf merkezlerinin peryot içindeki (75 gün x 24 saat x makina adedi) pratik kapasiteleri sıralanmıştır. Buna karşılık, bütçeleme yapılırken her masraf merkezi için tesbit edilen faaliyet seviyesi (beklenen kapasite kullanımı) ve buna karşılık gelen bütçelenen standart makina saat miktarları yazılmıştır. Sabit giderlerde, bütçelenen miktar toplam makina adedine (10) bölünerek dağıtılmakta, masraf merkezi faaliyet seviyesine göre standart fiyatlara dönüştürülmektedir (Makina saat toplamlarına bölünerek).

Sabit Genel Giderler

Bu gider kalemleri bütün üretim seviyelerinde sabittir. İşletmenin üretime hazır olması için gerekli olan bu giderler, üretim yapılan ya da yapılmasını daima yaklaşık aynı tutardadır. Bu nedenle toplamına "hazır bulundurma maliyeti"de denmektedir. Bu giderlerin masraf merkezlerine dağıtılması (eşit veya belli bir yüzde ile) ve o merkezin sorumluluğuna verilmesi kapasite kullanımının etkilerinin tesbiti yönünden yararlı olacaktır. Şimdi bu gider kalemlerini ele alalım.

Tablo 1
Sabit Genel Giderlerin Standart M/S Maliyetlerine Dağılımı

		Masraf Merkezleri			
		I	II	III	IV
Makina Kapasiteleri (Gr.)		100/150/200	350/500/600	750/1000	1500/2600
Bütçelenen Faaliyet Seviyesi		% 85	% 90	% 80	% 70
Pratik Kapasite (M/S)		5.400	5.400	3.600	3.600
Bütçelenen Dönem M/S		4.590	4.860	2.880	2.520
Gider Kalemi	Bütçelenen Gider (TL.)				
1) İşçilik	51.750.000	3.383	3.194	3.594	4.107
2) Kira	6.000.000	392	371	417	476
3) Sosyal Giderler	5.250.000	343	324	365	417
4) Aydınlatma ve Isıtma	1.100.000	72	68	77	87
5) Büro Giderleri	2.200.000	144	136	154	174
6) Dış Hizmetler	700.000	46	43	49	55
7) Sigorta ve Vergiler	600.000	39	37	42	48
8) Amortismanlar	Merkezlere göre	402	694	1.432	2.740
a) Enjeksiyon mak.					
b) Ekipman ve Diğer					
Demirbaşlar	450.000	30	28	28	36
9) Özel Giderler	600.000	39	37	42	48
10) Bakım ve Onarım	750.000	49	46	52	60
Sabit Giderleri					
Sabit Giderler		4.939	4.978	6.255	8.248
Toplam M/S Standart Maliyeti					

Tablo 2
Değişken Genel Giderler Standart M/S Maliyet Dağılımı

	Masraf Merkezleri			
	I	II	III	IV
Bütçelenen Dönem M/S	4590	4860	2880	2520
1) Elektrik Değişken Gideri	550	962	1.857	2.745
2) Bakım ve Onarım Değişken Gideri	32	57	109	162
Toplam Değişken Gider M/S Standart Mali	582	1.019	1.966	2.907

1) Direkt işçilikte, bir genel gidermiş gibi ele alınarak indirekt işçilik ve yönetim ücretleri ile birlikte ele alınmıştır. Bu kalem aylık brüt ücretleri, SSK işveren primlerinin, kanuni fonların, ayrıca yıl içerisinde seyyanen yapılan ikramiye ve diğer sosyal yardımların dönem başına payımı ihtiva eder.

Örnekte, bütçelenen işçilik dönem (periyot) için (3 ay) 51.750.000 TL.sıdır. Bu miktar 10 makina bölündükten sonra her merkezdeki makina sayısı ile çarpılır. I nolu merkez için düşen pay 15.525.000 TL.sıdır. Bu rakam, dönem için bütçelenen makina saat toplamına bölündüğünde makina-saat birim bazında 3.383 TL.sı işçilik standart maliyeti bulunur. Daha düşük üretim seviyesi beklenen IV nolu merkezde bu miktar 4.107 TL.sına çıkmaktadır. Diğer sabit giderlerinde makina-saat başına standart maliyetlendirilmesi bu hesaplama ile yapılacaktır.

2) Kira: İşyerinin firmaca kiralanmış olduğunu düşünelim. Dönem için kira sto-pajı ve fonlar dahil 6.000.000 TL.sı bütçelenmiştir. Yine aynı yolla, standart maliyetlere tablodaki gibi dönüştürülebilir. Burada üretimce kullanılan alanın makinalara göre bölünerek maliyetlendirilmesi, yine ham ve mamul maddelere ayrılan bölümün kap-layacakları alana göre değişken maliyetlerde gösterilmesi mümkündür. Ancak bu oldukça karmaşık bir yöntem olacaktır.

3) İşçilik sosyal giderleri: İşyerinde verilen yemek, ayran, çay, servis aracı gider-leri, sağlık hizmetleri, iş giyecekleri vb. giderleri kapsar. Dönem için 5.250.000 TL.sı olarak bütçelendirilmiştir.

4) Aydınlatma ve ısıtma giderleri: Benzeri giderlerse (örneğin temizlik) bu gruba dahil edilebilir. Örneğimizde 1.100.000 TL.sı olarak alınmıştır.

5) Büro giderleri: Burada telefon, PTT, noter, matbaa, kırtasiye, bilgisayar, daktilo, fotokopi sarfiyatları gibi giderler gösterilir. Bütçelenen miktar 2.200.000 TL.sıdır.

6) Dış hizmetler: Mali müşavirlik, avukatlık gibi hizmetlere ödenen masrafları içerir. Meslek oda aidatları gibi giderler de buraya dahil edilebilir. 700.000 TL.sı bütçelendirilmiştir.

7) Sigorta ve vergiler: Yangın, sel, işçi kaza vb. sigortalar ile kazanç vergisi dışın-daki vergiler bu kapsama alınır. 600.000 TL.sı bütçelendirilmiştir.

8) Amortismanlar: Makinalar, yardımcı ekipman, tesisat ve diğer demirbaşların amortismanlarını kapsar. Bunu üçe bölüp inceleyelim.

a) Enjeksiyon makinaları: Defter değerlerine göre kanunen ayrılan amortismanların günümüzdeki enflasyon ve teknolojik gelişmeler karşısında maliyetler için kullanılması mümkün değildir. Zaman içerisinde yıpranacak veya teknolojik anlamda demode olacak makinaların yenilenmesi gerekecektir. Yeni bir makina kapasitesine göre büyük meblağlar ödenecektir. Bu nereden karşılanacaktır ve eskisinin kullanımı esnasındaki yıpranma bugünkü net değere göre nasıl hesaplanacaktır? Yeni kurulan işletmeler makinalarının büyük amortisman giderleri göstermesi ve sonuçta eski firmalarla rekabet edemeyecekleri düşüncesi ile amortismanları maliyetlerine yüklemektedirler. O takdirde, yenileme zamanında pratikman farkı kârlarından veya sermaye artırımından karşılayacaklardır. Şimdi, önemli ve karmaşık bir konu olan yıllık amortisman maliyetinin nasıl hesaplanabileceğine dönelim.

Bir yöntem, eldeki makina kapasitesindeki yeni bir makinanın bugünkü maliyetinden, o makinanın piyasadaki rayiç değerinin çıkarılıp, belirlenecek bir amortisman süresine bölünmesiyle bulunabilir. Biraz daha gerçekçi davranmak gerekirse, o makina için daha önceleri ayrılmış amortismanlar bir fonda toplanır ve bileşik faiz uygulanacak bir şekilde saklanırsa makina değeri enflasyona karşı belli bir ölçüde korunur. Ancak kanunen ayrılan amortisman miktarları pratikte başka amaçlar için kullanılmaktadır. Yukarıdakileri formüle edersek,

(Yeni Mak.Maliyeti-Eski Mak.Terkedilme Değeri-Biriken Fon)

5

= Yıllık Amortisman Mik.

tesbit edilebilir. Terkedilme değeri eski makinanın o günkü satış fiyatını ifade etmektedir.

Bir diğer kullanılan yöntem, eski makinanın satınalma maliyeti ile yenileme maliyetinin ortalamasının 5 yıla bölünmesi ile yıllık amortismanın tesbiti şeklindedir.

$$\frac{\text{Satınalma Maliyeti} + \text{Yenileme Maliyeti}}{2} \times \frac{1}{5} = \text{Yıllık Amortisman Miktarı}$$

Pratiklik açısından örneğimizde bunu kullanacağız. Amortisman miktarları masraf merkezleri itibarıyla ortalamaları alınarak ve makina-saat birimlerine bölünerek standart maliyetler haline getirilecektir. Birini örnek olarak çözümleyelim. 3 nolu maliyet merkezinde 750 gr. makina 20.000.000 TL.sına satın alınmıştır. Yeni makine maliyeti 95.000.000 TL. olacaktır, eldeki makinanın piyasa değeri 45.000.000 TL.sıdır. Öyle ise,

$$\frac{20.000.000 + (95.000.000 - 45.000.000)}{2} \times \frac{1}{5} = 7.000.000 \text{ TL/yıl}$$

1000 gr.lık makina için ise 9.500.000 TL.sı bulunmuştur. Toplamlarının dönem başına düşen payı 4.125.000 TL.sıdır. Makina Saat cinsinden, merkez ortalaması, amortisman standart maliyeti 1.432 TL.sı olmaktadır. Diğer merkezler içinde benzeri şekilde hesaplanabilir.

b) Yardımcı Ekipman ve Tesisat: Plastik kırıcıları, kurutma fırınları, konveyörler soğutma kuleleri, soğutucular, vinçler vb. ile su, elektrik, hava vb. tesisatı kapsar. Buradaki ekipmanların bazılarının yenilenmesi için büyük meblağlar gerekebilir. Ancak pratikte bunlar daha uzun süre kullanılabilmekte olup 10 yıllık amortismanlarına göre yıpranmalarının maliyetlere yansıtılması işlemi yerinde olacaktır. Bu toplam maliyette diğer sabit giderler gibi makina-saatlere yansıtılabilir.

c) Diğer Demirbaşlar: Üretim yerindeki ve ofislerdeki demirbaşların amortismanlarının maliyetlere yansıtılması (b)deki gibi ve birlikte yapılabilir. Örneğimizde (b) ve (c) toplamı 450.000 TL. alınmıştır.

d) Özel Giderler: İş toplantıları, seyahat, reklam, ilan, personele verilen benzin vb. giderler yer alabilir. Sınıflandırılmamış diğer masraflarda buraya dahil edilebilirler. Bu giderlerin bazıları, değişken karakterli olmasına rağmen üretim seviyesiyle fonksiyonları tesbit edilemediğinden, sabit giderlerde gösterilecektir. Tahmini bütçe rakamı 600.000 TL.sıdır.

Yarı Değişken ve Değişken Genel Giderler

Değişken giderler üretim seviyesi ile fonksiyonel olarak bağlı giderlerdir. Toplamına 'iş yapım maliyeti'de denir. Bazı gider kalemleri hem sabit, hem de üretimle artabilen masraflar doğururlar. Bu nedenle bunların sabit ve değişken kısımlarının birbirlerinden ayrılması gerekir. Bakım, yakıt, elektrik böylesi giderlerdir. Elektrik giderinin, aydınlatma kısmı sabit masraflarda gösterildiğinden ve diğer kullanım hemen hemen tümüyle üretime bağlı olacağından bu gider tamamen değişken giderlerde yorumlanabilir. İşletme ile ilgili yakıt giderleri de ihmal edilecek seviyededir. Ancak bakım giderinin sabit ve değişken kısımları ayırt edilmelidir.

Bakım ve Onarım Giderleri

Bu gider kalemi makinaların, yardımcı ekipmanların, tesisatın ve kalıpların bakım ve onarımını kapsar. Koruyucu bakım, korozyondan dolayı onarım gibi masraf gerektiren işlemler üretim seviyesinden bağımsız olarak yorumlanmalı ve sabit giderlere kaydırılmalıdır.

Bu ayırım için bir çok metod söz konusudur. Burada, önceki verilerin uyarlandığı grafiksel korrelasyon analizine dayanan serpilme grafiği yöntemini kullanacağız.

Veri olarak son dört dönemin fiili (gerçekleşmiş) bakım ve onarım giderlerini ve fiili üretim seviyelerini alalım.

Dönem	Fiili Makina Saat	Fiili (TL) Bakım ve Onarım Giderleri
I	14.100	1.433.000
II	11.800	1.265.000
III	17.000	1.620.000
IV	16.300	1.500.000
Toplam	59.200	5.818.000

Bu verilerin serpilme grafiğini yapalım (Şekil I). Regrasyon doğrusunun y-eksenini kestiği nokta dönem sabit gider payı olarak alınabilir. Bu tutar yaklaşık 580.000 TL.sıdır. Değişken kısım, $5.818.000 - (580.000 \times 4) = 3.498.000$ TL. olarak bulunur. Öyle ise,

$$\frac{3.498.000}{59.200}$$

$$= 59.09 \text{ TL. M/S başına}$$

$$59.200$$

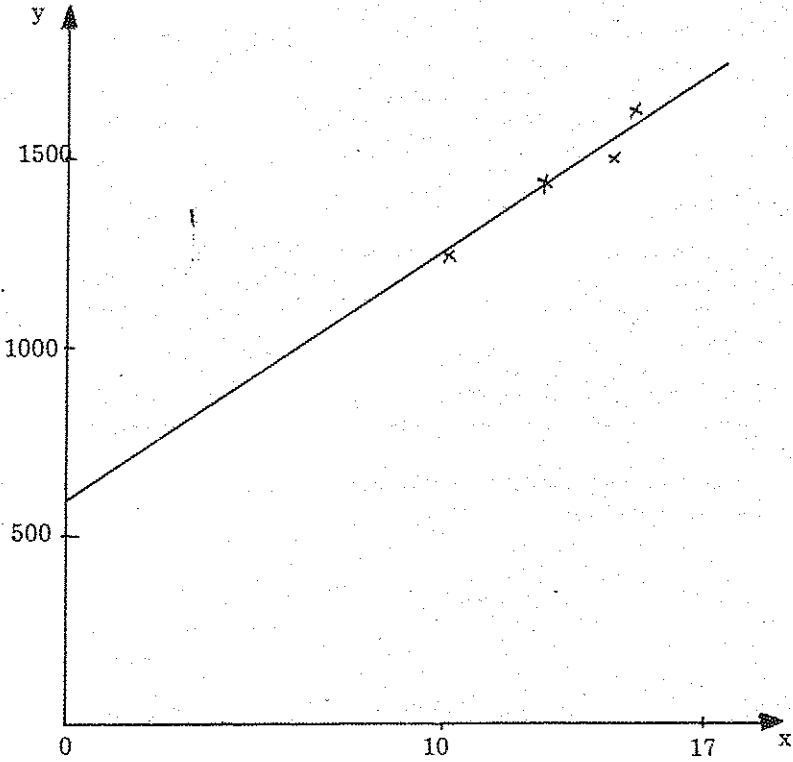
ortalama değişken maliyettir. Burada dört dönem boyunca da mal oluş fiyatlarının sabit kaldığı varsayılmıştır. Biz önümüzdeki bütçelenmiş dönem için % 30 fiyat farkını alırsak,

Sabit gider payı: 750.000 TL./dönem

Değişken standart maliyet: 77.00 TL./saat

Örneğimizde kullanılacaktır.

Bütçelediğimiz bakım ve onarım sabit giderini Tablo I'de masraf merkezlerine dağıttığımızda sabit giderler tamamlanmış olur. Toplam bölümünde masraf merkezinde yer alan her makina için bu dönemin makina-saat sabit standart maliyet tutarı gösterilmektedir.



Şekil 1.

Elektrik Değişken Gideri

Değişken giderleri bütçelendirir ve standart maliyetlerini hesaplarken masraf merkezlerine dağıtımını sabit giderlerde olduğu gibi yapmak çok yanlış olacaktır. Elektrik standart M/S maliyetini hesaplarken makinaların kapasiteleri dikkate alınmalıdır. Biz burada yine ayırımı masraf merkezlerine göre yapacağız.

Makinaların ısıtıcı rezistans ve motor güçleri dikkate alınarak örneğimizdeki firmamızın kullanım yüzdeleri aşağıdaki gibi tesbit ettiğini kabul edelim. Kırıcılar, kurutma fırınları ve diğer ekipmanlarca kullanılan elektriğinde bu yüzdelere dahil edilmesi çok yanlış olmayacaktır.

Masraf Merkezi	Gücüne Göre %'si	Makina Başına Pay %'si
I	12	4
II	21	7
III	27	13.5
IV	40	20

Örneğimizdeki firma geçen dönem toplam 16.300 fiili saatte 21.350.000 TL.sı karşılığı elektrik enerjisi tüketmiştir. Masraf merkezlerinin fiili üretim saatleri ve bunların üretim kapasitelerine yüzdesel oranları aşağıda verilmektedir. Bunların masraf merkezlerinin elektriksel güç yüzde katsayıları ile çarpımları birer katsayı olarak tesbit edilir.

Masraf Merkezi	Fiili Mak.Saat	Üretim Kapasite Kul.Yüzdesi	Elektriksel Güç Yüzdesi	Katsayı	Katsayı Oranı
I	5200	96.3	12	1156	13.4
II	5150	95.4	21	2003	23.2
III	3150	87.5	27	2363	27.4
IV	2800	77.8	40	3112	36.0
	16300		100	8634	100.0

21.350.000 TL.sının masraf merkezlerine dağıtımını ve üretim saatlerine göre önümüzdeki dönem kullanacağımız standart elektrik gideri maliyetini bulalım.

Masraf Merkezi	Dönem Elekt. Sarfıyat	X	Katsayı	Dönem MS	M/S Standart Maliyet (TL)
I	21.350.000	X	0.134	÷ 5200	= 550
II	21.350.000	X	0.232	÷ 5150	= 962
III	21.350.000	X	0.274	÷ 3150	= 1.857
IV	21.350.000	X	0.360	÷ 2800	= 2.745

Tabii ki, önümüzdeki dönem için tesbit ettiğimiz standart M/S maliyetlerinin geçmiş birkaç dönemin ortalamasına göre hesaplanması daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

Bakım ve Onarım Değişken Giderleri

Bir önceki bölümde bulunan ortalama 77.00 TL.lık değişken onarım standart maliyetin kullanılması makina kapasitelerinin farklı olması nedeni ile pek gerçekçi olmayacaktır. Masraf merkezlerine göre yeniden yapılacak tesbitin elektrik giderleri verilerini kullanarak yapmamız işimizi basitleştirecektir. Değişken giderin aşağıdaki gibi olduğunu kabul edelim.

$$77.00 \text{ TL.} \times 16.300 \text{ saat} = 1.255.100 \text{ TL.}$$

Masraf Merkezi	Önem Bak.ve ve Onarım Gid.	Katsayı Oranı	Dönem M/S	Standart M/S Maliyet (TL)
I	1.255.000	X	0.134 ÷ 5200	= 32
II	1.255.000	X	0.232 ÷ 5150	= 57
III	1.255.000	X	0.274 ÷ 3150	= 109
IV	1.255.000	X	0.360 ÷ 2800	= 161

Önümüzdeki dönem için bütçelenebilecek tutar ve m/S maliyetin değişken standardı Tablo II de gösterilmektedir.

İşçilik Fazla Mesai Gideri

İşçilere çeşitli nedenlerle (en başta planlanan üretim hacminin gerçekleştirilebilmesi için) fazla mesai yaptırılabilir. Bu değişken bir giderdir. İşyeri ortalama işçilik saat ücretinin vereceği rakam standart tutar olarak alınabilir. Örneğimizde bu gideri kullanmayacağız.

MALZEME STANDART MALİYETİ

İlk üretim faktörü olan malzeme maliyetinin içine, örneğimizde direkt malzeme, kalıp amortismanları, finansman, nakliye ve ambalaj dahil edilebilir.

Direkt Malzeme

Her bir plastik hammaddenin, boyanın ve yardımcı maddenin peşin alım fiyatını direkt malzeme maliyeti olarak aldığımızı kabul edelim.

Finansman Maliyeti

Peşin piyasa fiyatı ile alınan malzemenin hammadde stok, üretim ve mamul stok süreci 8 (diğer tüm banka masrafları dahil) faiz ödeyerek karşılayacaktır. Geçen dönem 970 milyon TL. hammadde kullanılmış, 146 milyon TL banka faizi ödenmiştir. Aynı oranın korunacağı varsayılarak bu dönem için,

900

$$\frac{900}{970} \times 146 = 135.5 \text{ milyon TL.}$$

970

faiz kullanılacağı tahmin edilmektedir. Bu oransal olarak
135.5

$$\frac{135.5}{900} = 0.15 \text{ bulunur. (Aylık faiz oranı \% 5)}$$

öyle ise (mamul + firesinin) 1 kg.'ı için direkt malzeme maliyeti, (Hammadde + boya + yardımcı madde) TL/kg X 1.15 = Direkt malzeme standart maliyeti olacaktır. Finansman maliyetin malzeme maliyetine dahil edilmesi konusu tartışılabilir. Ancak, bir yere konulması gereken bir giderdir. Üretimin gerçekleştirilebilmesi nedeni ile yapılmıştır. Eğer malzeme 2 ay vadeli fiyatla tedarik edilse idi, direkt malzeme maliyetinin içinde olacak idi. Eğer bir siparişin tahsilatı önceden, daha kısa veya uzun vadede yapılıyor ise bunun üretim maliyeti ile bir ilgisi olmayacaktır, denebilir. Bu durumda yönetim ve satış, bir iskonto veya fark fiyatı politikası uygulayabilir.

Nakliye Maliyeti

Hammadde ve mamul ürün nakliyesinin standart kg. maliyet şeklinde ele alınması mümkündür ve değişken bir maliyettir. Dönem için 5.400.000 TL'si hammadde, 12.600.000 TL'si mamul ürün nakliyesi için geçmiş verilere göre tahmin edilmiş ise,

5.400.000

Hammadde nakliyesi kg. standart maliyeti : $\frac{5.400.000}{300.000} = 18 \text{ TL/kg.}$

300.000

12.600.000

Mamul nakliyesi kg. standart maliyeti : $\frac{12.600.000}{300.000} = 42 \text{ TL/kg.}$

300.000

olacaktır.

Ambalaj Maliyeti

Her ürün için tek tek hesaplanabilir. Ancak firma genelinde standardını bulmak istersek, yine kg hammadde bazından hesaplanabilir. Koli, band, plastik torba vb. gibi ambalaj malzemeleri için dönem içinde 7.500.000 TL. değişken gider olabileceği tahmin edilmektedir.

7.500.000

Ambalaj kg. (hammadde) standart maliyeti : $\frac{7.500.000}{300.000} = 25 \text{ TL/kg.}$

300.000

olarak bulunur.

Kalıp Maliyetleri

Eğer ürüne ait kalıp firmanın ise onunla ilgili amortisman da malzeme maliyetlerine eklenebilir.

Dışarıda Yapılan İşler

Ürünün içerisinde yer alan herhangi bir parça (insert), serigrafi gibi firma bünyesinin dışında yaptırılan işlere ait maliyetlerde malzeme maliyetine dahil edilebilir.

Maliyetlerle ilgili tüm unsurların tamamlanmış olduğunu kabul edip, siparişi alınmış bir ürün için standart maliyetin ne olacağını bir örnekle görelim.

Birim Standart Maliyet Örneği

Firmaya 10.000 adet olarak siparişi verilmiş ve dönem faaliyetlerine dahil edilmiş bir ürünün birim standart maliyetini hesaplayalım. 200 gr. ağırlığında ve firesi % 3 olarak

alınan ABS malzemeden mamul bir ürün 600 veya 750 gr.lık enjeksiyon makinasında imal edilebilecektir. 750 gr. makinadaki saatlik net üretim miktarı 65 adet olarak bilinmektedir. ABS kendinden reknli olup 6.000 TL/kg.dan tedarik edilmektedir. Kalıp ve mamul nakliyesi alıcı firmaya aittir.

Faturaların bedelleri tarihlerinden bir ay sonra nakde dönüştürülecek şekilde yapılacaktır. (Sonuç Tablo 3)

Standart Maliyet Kartı

Ürün kodu: D/K—D/ABS—025

Standart miktar: 10.000 Adet

Direkt Malzeme Maliyeti

Gider	Kod	Birim	Standart Miktar	Bir.Malz.Maliyeti	Tutar (TL)
Hammadde	I-1001	kg.	10000X0.206 = 2.060	6000X1.15 = 6900	14.214.000
Boya	—.—	—.—	—.—	—.—	—.—
Yardımcı Madde	—.—	—.—	—.—	—.—	—.—
H.Madde Nakliye	—.—	kg.	2.060	18	37.080
Mamul Nakliye	—.—	—.—	—.—	—.—	—.—
Ambalaj	—.—	kg.	2.060	25	51.500
Kalıp Amortismanı	—.—	—.—	—.—	—.—	—.—
Toplam					14.302.580

			İmalat Maliyeti		
Sabit Gider	MMII	M/S	10.000/65 = 154	4.978	766.612
Değişken Gider	MMII	M/S	10.000/65 = 154	1.019	156.926
Toplam					923.538

	Toplam Standart Maliyeti (TL)	Birim	Standart Maliyeti (TL)
Malzeme Maliyeti	14.302.580		1.430.25
İmalat Maliyeti	923.538		92.35
Toplam	15.567.538		1.522.60

Tablo 3 Standart Maliyet Kartı

Standart Maliyetlerle Fiili (Gerçekleşmiş) Maliyetler Arasındaki Farkların Değerlendirilmesi

Standart maliyetler aslında gerçek verilere dayandırılmış maliyetlerdir. Uygulamada fiyat tesbiti, bütçelerin hazırlanması ve maliyet kontrolü için kullanılırlar. Ancak dönem sonunda elde edilen fiili rakamlar genellikle değişik olurlar. Gider bütçeleri aşılabılır veya daha düşük giderlerle karşılaşılabılır. Tahmin edilen üretim rakamlarına (sipariş miktarı) ulaşamayıp gider bütçesi aşılmış ise hedeflenen kâr azalır veya yokolabilir. Eğer bu öngörülen üretim seviyesi (M/S programlaması)nın aşılmasında da meydana geliyor ise verimliliğin üzerine gidilmesi gerekebilir. Tersi bir durumda yani, gerekli üretim seviyesinin altında bir zamanda ve daha düşük bir giderle hedefe ulaşabiliyor ise işletme verilerinin tekrar düzenlenmesi gerekir.

Burada bir noktaya dikkati çekelim. Eğer Masraf Merkezi II'de programlanan üretime % 90 faaliyet seviyesinde değil de % 80'de ulaşılabilseydi M/S sabit gider tutarı, $4.978 \times \frac{9}{8} = 5.600$ TL.sına çıkacak idi.

8

Bir an için bize daha yüksek verim, daha yüksek bir maliyeti mi çıkıyor diyebiliriz. Halbuki, daha öncede bahsedildiği gibi, sabit genel giderinin üretim miktarı ile fonksiyonel bir ilişkisi yoktur. Ancak, birim maliyetteki etkisinin bu miktarla ilişkisi vardır. Toplam üretim miktarının ne olacağı da yönetim ve satış teşkilatının bir sorunudur. Alınan sipariş ve gerçekleştirilecek üretim ne kadar fazla olur ise sabit gider payı da ölçüde düşecektir. Bir başka düşünce şekli ise, üretim bölümü ne kadar verimli çalışıyor ise, üretim niceliği imkanı o kadar artmaktadır.

Örneğimize dönüp yukardaki fiili üretim rakamını (% 90 yerine % 80 faaliyet seviyesinde üretimin gerçekleştirildiği durum) fiili maliyete uygulayalım. Yani birim maliyet standardını bulduğumuz Tablo 3'de verilen örnekteki 65 parça/saat'lik miktarın, siparişin gerçekleştirilmesinde 73 parça/saat olarak üretildiğini varsayalım. Bu arada toplam sipariş 2.025 kg. hammadde ile gerçekleştirilmiş olsun. Bu malzemenin tedariki özel olarak nakliye ambarna 70.000 TL.sı ödeyerek yapılmış olsun. Ambalaj için 45.000 TL.sı harcanmış olduğunu kabul edelim. İmalat değişken giderlerinin verimli çalışmadan dolayı aynı kaldığını hatasına rağmen kabullenelim. Fiili seviyedeki standart maliyet şöyle olacaktır. (Tablo 4)

Fiili Seviyedeki Standart Maliyet Kartı

Ürün kodu: D/K-D/ABS-025

Standart miktar: 10.000 Adet

Direkt Malzeme Maliyeti

Gider	Kod	Birim	Standart Miktar	Bir.Malz.Maliyeti	Tutar (TL)
Plastik Hammadde	İ-1001	kg.	10000X0.2025=2025	6000X1.15=6900	13.972.500
Boya	—	—	—	—	—
Yardımcı Madde	—	—	—	—	—
H.Madde Nakliye	—	kg.	—	—	70.000
Mamul Nakliye	—	—	—	—	—
Ambalaj	—	kg.	—	—	45.000
Kalıp Amortismanı	—	—	—	—	—
Toplam					14.087.500

İmalat Maliyeti

Sabit Gider	MMII	M/S	10.000/73 = 137	4.978	681.986
Değişken Gider	MMII	M/S	10.000/73 = 137	1.019	139.603
					821.589

Toplam Fiili Maliyet (TL)

Birim Fiili Maliyet (TL)

Malzeme Maliyeti	13.972.500	1.397.25
İmalat Maliyeti	821.589	82.15
		1.479.40

Buradan şu sonuç çıkmaktadır. Üretim bölümü proses kontrolünü (makina ayarlarını) daha iyi gerçekleştirip, üretim nezaretini daha iyi yapıp üretim çevrim süresini kısaltarak ve fireyi azaltarak programa göre 154 saatlik bir üretimden 432.000 TL.sını maliyetten kâra doğru kaydırabilmiştir.

Sonuç olar': üretim (mühendislik) bölümünün maliyetlerin kontrolünde ve standart maliyetlerin düşürülmesinde önemli bir rolü vardır. "Makinaların dolu, iyi çalışabiliyorum" diyebilmek yerine teknik rolünü kullanarak üretim sürelerini kısaltmak ve kapasiteyi gereğince kullanmak görev ve sorumluluğu olmalıdır.

Burada bahsettiğimiz konular üretim safhasının maliyetleri ile ilgili Firmanın satış (ciro) ve kâr hedefleri ile (maliyet yükselmesinin kâra etkisi tabiidir) ilgili değildir. Bu hususlar yönetim, satış ve muhasebenin politikaları ile belirlenir.

Şimdi teknik elemanın proses kontrolü tecrübesi ve plastik özellikleri bilgisi ile maliyetlerin düşürülmesinde ve yeni ürünlerin fiyatlandırılmasındaki rolünden bahsedelim.

MALİYETLERİN DÜŞÜRÜLMESİ, ÜRETİM OPTİMİZASYONU VE FİYATLANDIRMA TEKNİĞİ HAKKINDA

Plastik Enjeksiyon Çevrim Sürelerinin Kısaltılması

Bir üretimin aranan kalitenin sağlanması koşulu ile en kısa sürede yapılmasının, bir işletmenin amacı olacağı çok açıktır. Bir plastik enjeksiyon makinasında saatlik parça üretiminin en üst rakama çıkarılmasına gayret edilir. Bu, maliyet kontrolü makina-saat veya başka bir ölçü birimine ya da hiçbir maliyet kontrolü yapılmayan işletmelerde bile geçerlidir.

Üretim programında olan her parça, makinaya bağlandığında, en yüksek üretkenliğe göre ayarlanmaya çalışılır ve termini tamamlanıncaya kadar kontrol altında tutulur. Bu arada, işletmedeki diğer makinalarda çalışmaya devam etmekte, ya da çeşitli nedenlerle üretim dışı durumda bulunmaktadırlar. Birçok makinadan oluşan, bir ünitenin ekonomik performansı, en basit deyiş ile kâr ya da zarar etmekte olduğu nasıl anlaşılacaktır? Makina-saat ölçüsü ve belirlenmiş standart maliyetler var ise, günlük üretim raporlarına bakarak ve hedeflenen performans referans alınarak, işletmenin tümü için bir ölçümleme yapılabilir. Üretim sorumlusu, üretimin aksadığı veya randımanın düştüğü yerlerde, bunun işletmeye neye malolabildiğini somut olarak görebilir.

Diğer yandan, zamanın maliyet olduğunun bilinci ile işletmeye hali hazırda girmemiş yeni bir mamulün veya dışarıdan fiyat istenen bir parçanın ne sürede üretilebileceğini en az yanlış ile tahmin etmelidir.

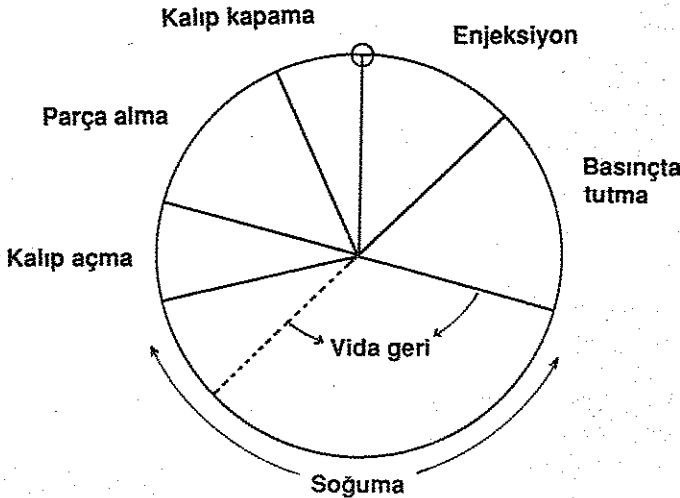
Gerek yeni bir parçanın en kısa hangi sürede kalıplanabileceğinin tahmininde, gerekse de üretimde olan bir parçanın çevrim süresinin kısaltılma çalışmasında, mühendis, plastik malzemenin yapısal, ısı, akışkanlık, gibi özelliklerine ait bilgi ve tecrübesini çok iyi kullanmalıdır. Burada bu özelliklere değinip, kalıplama tekniğindeki etkilerinden bahsedilecektir.

Kalıplama Çevrimi

Bir kalıplamanın gerçekleştirilmesi için gerekli safhaların sürelerinin toplamını ifade eden çevrim Şekil II'de verilmektedir. Bu çevrim süresini şu üç faktör etkilemektedir.

- 1) Makinanın tasarım ve performansı
- 2) Kalıbın tasarım ve kalitesi, soğutma (su) kanallarının etkinliği
- 3) Parçanın şekli ve boyutları. Malzemenin ısıl ve reolojik özellikleri.

Kalıp açma ve kapama süreleri ile parçanın alınma (düşme) süreleri makina ve kalıbın performansına, makina operatörünün becerisine ve ayarları yapan formenin eğitime bağlıdır. Enjeksiyon, basınçta tutma ve soğuma sürelerinden oluşan esas kalıplama safhaları özellikle büyük ve kalın parçalarda, çevrimin ağırlıklı kısmını oluşturmaktadır. Kalıp ve parçanın tasarımı çevrim süresini önemli ölçüde etkiler. Burada bu faktörlerin etkisinden yeri geldiğince (max.ve min. et kalınlığı ısının uzaklaştırılması gibi) bahsedilecek, ancak yine de konumuz dışında tutulacaktır. Plastik mühendisinin bilgisini kullanarak çevrimi optimize edeceği faktör malzemenin özellikleri ile ilgili olan olgulardır.



Şekil 2.

Malzemenin Yapısal Özelliklerinin Etkisi

İşletmedeki teknik eleman, genellikle üretimde birçok plastik malzeme ile çalışmaktadır. Bu malzemelerin işlenmeleri esnasında malzemeler çok değişik davranışlar göstermektedirler. Kalıplanmalarında sıcaklık, basınç, süre gereksinimleri yanında ürünlerin hacimsel değişime, çöküntü oluşması, gramaj farklılaşması gibi sorunlarında da değişiklikler göstermektedirler.

Bu tip değişiklikler genellikle plastik moleküllerinin kendi aralarındaki düzenlenmelerinin farklılıklar göstermesinden kaynaklanmaktadır. Kendi aralarındaki farklılık, plastik malzemelerin iki grupta genelnenmelerini gerektirmektedir: Düzenli yapıda bulunan kristalin plastikler ve düzensiz amorf yapıya sahip plastikler. Yapısal farklılıkları pratikte şu özellikler ayırımı getirmektedir. (Tablo 5)

Tablo 5. Yapısal Özellikler

Özellik	Kristalin Yapı	Amorf Yapı
Ergime ve yumuşama	Keskin bir ergime noktasına sahiptir.	Yumuşama geniş bir sıcaklık aralığındadır
Yoğunluk (aynı malz. için)	Kristalinlik yükseldikçe artar.	
Isı kapasitesi (mufitevası)	Daha yüksek.	Daha düşük.
Isıtılmada hacim değiş.	Daha yüksek.	Daha düşük.
Kalıplama sonrası çekme	Daha yüksek.	Daha düşük.
Bastırılabilme	Genellikle daha çok.	Bazen daha az.

Enjeksiyon kalıplama esnasında eriyik halindeki plastik kristalin yapısını (düzenli) kaybeden ve (amorf) düzensiz bir yapıya sahip olur. Soğumada tekrar eski düzenli yapısına dönmeye gayret eder. Şu konuya dikkat etmelidir ki, kristalin yapı pratikte % 100 değildir. Kristal yapı bozuklukları nedeni ile bir oranda bulunması söz konusudur. (AYPE'de % 40 civarındadır.) Bu nedenle yukarıda bahsedilen davranış özelliklerine uyması, kristalin yapının oranına bağlıdır. Örneğin hacim değişikliğine meyli, kalıplanma sonrasındaki kristalinlik oranı ile artar veya azalır.

Kristalin yapıya sahip plastikler arasında polietilen, polipropilen, poliamid, poliasetal, poliester göze çarpar. Amorf yapıya sahip olanlar arasında polistiren, ABS, SAN, PVC, akrilik sayılabilir.

Enjeksiyon kalıplama esnasında çeşitli plastiklerin gösterdikleri davranış değişikliklerine kaynaklık eden bu yapı farklılığının pratik sonuçlarını, plastiklerin ısıl özelliklerinin çevrim süresine etkileri ile birlikte irdeleyelim.

Plastiklerin Isıl Özellikleri

Plastiklerin ısıl özelliklerine değinirken, burada yalnızca enjeksiyon kalıplamadaki davranışları ve çevrim süresine olan etkileri ele alınacaktır. Bilindiği gibi; tüm plastikler, metallere kıyasla yüksek ısı kapasitesine ve düşük ısı iletkenliğine sahiptirler. Proses esnasında plastiklerin erime sıcaklıklarına ve enjeksiyon için gerekli akışkanlık düzeyi sıcaklığına ulaşana kadar ısıtılmaları gerekmektedir. Metallerde olduğu gibi yüksek sıcaklıkta süratle ısıtılabilmeleri mümkün değildir. Bir kere düşük ısıl iletkenlik sürati engellemektedir. Diğer yandan, karşımıza plastiklerin ısıl stabilite özellikleri olumsuz bir faktör olarak çıkmaktadır.

Belli sıcaklık değerlerinde plastikler yanabilmekte ve dekompoze (degratasyon) olmaktadırlar. Bu yüzden plastiklerin ısıtıldıkları silindirin sıcaklık değerleri sınırlandırılmış olacaktır. (Tablo 6'da çeşitli malzemenin pratikteki azami silindir sıcaklık değerleri ile dekonpozisyon sıcaklıkları verilmektedir.

O halde kullanılan malzeme ve parçanın ağırlığına göre makina seçimi önem kazanmaktadır. Bazen parça kalıptan çıkarılabileceği sıcaklığın altına düşmesine rağmen, vidaya, gelecek baskı için yeterli malzeme alınamadığından soğuma süresi uzatılmak zorunda kalınmaktadır. Bu genellikle makinanın parça girliği ve kullanılan malzemeye göre yetersiz kalmasından kaynaklanmaktadır. Aksine bir durumda, yani düşük ağırlıkta bir parça ısıtma kapasitesi yüksek bir silindirde proses ediliyor ise dekompozisyon olmaması için düşük sıcaklıklara inilecek, bu da parçada baskı hataları dediğimiz hatalara yol açabilecektir.

Tablo 6

Malzeme	Azami °C Silindir Sıcaklığı	Dekompozisyon Sıcaklığı °C
ABS	225	310
Asetal (POM)	200-220	220-240
Akrilik	200-225	250
Naylon 66	300	310-320
Polistiren	200	250
Polietilen	200-280	320-350
Polipropilen	220	280
PVC	150-210	180-220

Makinanın malzeme alma süresini uzatan faktörlerden biri de malzemelerin yapısal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Kristalin yapıda plastiklerin ısı kapasiteleri amorf yapıda olanlara göre daha yüksektir. Ayrıca bu yapıda malzeme de kristal erime (gizli ısı) ısıları da söz konusudur. Çeşitli plastiklere ait ısı özelliklerinin verildiği Tablo 7'de bu görülebilir. Makinaların gramaj kapasiteleri genellikle polistiren bazından verilmektedir. Biri kristalin, diğeri amorf yapıda ama aynı ağırlıkta iki parçanın enjeksiyon sıcaklığına getirilmesindeki zaman farkı % 30'lara kadar çıkabilmektedir. Bu da makina seçiminde ve de saatlik üretimdeki verimsizliğin araştırılmasında gözönüne alınması gereken bir olgudur.

Tablo 7'deki beşinci sütunda plastiklerin 20°C ta göre enjeksiyon sıcaklığına gelmeleri için verilmesi gerekli entalpi değerleri verilmektedir. Şimdi burada bir konuya da değinilmesi gerekmektedir. Enjeksiyon sıcaklığına çıkarılması için "verilmesi" gereken ısının bir miktarı mutlaka ki, parça soğuyup kalıptan çıkarılacak sıcaklığa gelene kadar "geriye" alınması gerekir. Bu "geri alma" işlemi, kalıpta soğutma suyu aracılığı ile yapılacaktır. Enjeksiyon esnasında verilen ısının yaklaşık yarısının kalıpta iken geri alınması pratikte kabul edilmektedir. Kalıpların soğutma suyu tasarımları, ülkemizdeki kalıp imalatçıları tarafından maalesef yeterince önemsenmemektedir. Halbuki, soğutma verimliliği, çevrim süresinin miktarında çok önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü parçanın kalıptan deforme olmadan ve yaralanmadan çıkarılabilmesi için belirli bir sıcaklığa (distorsiyon sıcaklığının altına) getirilmesi gerekmektedir. Aşında kalıp tasarımcısına, verilerin plastik mühendisi tarafından sağlanması gerekmektedir. Bu hususta, bilinçli olarak tasarlanmış bir kalıp soğutmasını örnek olarak alalım.

100 gr. ağırlığında polipropilen bir parça dakikada üç baskı verimliliği ile çalışmaktadır. Bir parça 130 cal/gr. entalpi ihtiva etmektedir. (20°C'ta göre) Kalıpta bunun yarısının alınması gerektiğine göre bir saatte uzaklaştırılması gereken ısı 1.700.000 cal. olacaktır. Eğer soğutma suyundaki sıcaklık artışı (giriş-çıkış) 5°C ise ($\Delta t=5^{\circ}\text{C}$) suyun debisi 234 lt/saat olmalıdır.

Parçanın 25 cm. uzunluğunda ve 15 cm. genişliğinde olduğunu kabul edelim. Polipropilenin ısı distorsiyon sıcaklığı olduğu için, kalıp parça değme yüzeyinin 140°C'tı geçmemesi gerekmektedir ve ortalama sıcaklığın 100°C'ta tutulması istenmektedir. Kalıptaki suyun 60°C'ta olacağı kabulü ile saniyede 325 cal. ısının uzaklaştırılması gerekmektedir. 1 cm. çapında yedi soğutma kanalı açılmıştır. Kanal ile parça arasındaki

Tablo 7. Plastiklerin Isıl Özellikleri

Malzeme	Yoğunluk gr/cm ³	Isı Kapasitesi	Hal Değiş Gizli Isısı cal/gr	Kalıplama Sıcaklığı	Gerekli Toplam Isı cal/gr	Isıl Diffüzivite cm ² sn ⁻¹ /°C
ABS	0.01	0.35	—	225	72	1.7 x 10 ⁻³
Acetal (homo)	1.42	0.35	39	210	105	0.7 x 10 ⁻³
Acetal (co)	1.41	0.35	39	225	111	0.72x10 ⁻³
Akrilik	1.18	0.35	—	225	72	1.09x10 ⁻³
Naylon 66	1.14	0.40	31	280	135	1.01x10 ⁻³
Naylon 6	1.13	0.38	38	250	125	0.98x10 ⁻³
Naylon 66 (GF)	1.38	0.30	22	290	103	1.33x10 ⁻³
Polikarbonat	1.20	0.30	—	300	84	1.47x10 ⁻³
Polietilen (AY)						
MFI 7	0.918	0.55	50	260	182	1.15x10 ⁻³
MFI 20	0.916	0.55	50	220	160	1.09x10 ⁻³
Polietilen (YY)	0.94	0.55	50	240	171	1.57x10 ⁻³
Polifenilenoks	1.06	0.32	—	310	93	1.53x10 ⁻³
Polipropilen	0.90	0.46	24	250	130	0.65x10 ⁻³
Polistiren	1.05	0.32	—	200	57	0.6 x10 ⁻³
PVC (sert)	1.44	0.24	—	180	38	1.6 x10 ⁻³
PVC (esnek)	1.30	0.40	—	160	56	0.7 x10 ⁻³
Selüloz Asetat	1.28	0.36	—	195	63	1.04x10 ⁻³
SAN	1.09	0.33	—	220	66	0.81x10 ⁻³

Notlar: 1) Kalıplama sıcaklığı ortalama değerdir. 2) Gerekli toplam ısı gr. başına 20°C'a kıyasla hesaplanmıştır.

ortalama uzaklık 4 cm.dir. Çeliğin ısı iletkenliği 0.115 cal/cm.sn. °C tır. Kanalların alanının yarısının ısının uzaklaştırılmasında etkin olduğu kabul edilmektedir. Soğutma kanalının ne uzunlukta olacağı ise aşağıdaki formülle belirlenmektedir.

Soğutma Kanalları

$$\text{Toplam Uzunluğu} = \frac{\text{Uzaklaştırılması Gereken Isı} \times \text{Çelik Kalınlığı}}{\frac{\text{Çeliğin Isı İletkenliği} \times \text{Sıcaklık Farkı} \times \text{Alan}}{325 \times 4}} = 180 \text{ cm.}$$

$$= \frac{0.115 \times (100-60) \times \pi \times 0.5}{325 \times 4} = 180 \text{ cm.}$$

Öyle ise yedi kanalın her birinin etkin uzunluğu 26 cm. olmaktadır.

Plastik proseslerinde ısı iletimi konusunu incelerken ısıl diffüzivite kavramının kullanılması gerekmektedir. Band rezistanslar ve vidanın dönmesi esnasındaki sürtünmenin oluşturduğu ısı, erimenin gerçekleşmesini sağlar. Bu ısının küçük bir bölümü, radyasyon ve konveksiyon (eriyiğin çok viskoz olması nedeni ile) yoluyla plastik malzeme içinde iletilir. Isı iletiminin büyük bir bölümü kondüksiyon veya diffüzyon şeklinde olur. Kalıp içindeki plastik'ten ısının uzaklaştırılması (soğuma) ise tümüyle diffüzyon yoluyla olur.

Isıl diffüzyon katsayısı şöyle verilmektedir:

$$\alpha = k \cdot c_p^{-1} \cdot \rho^{-1} \text{ (cm}^2 \text{ sn}^{-1}\text{)}$$

burada, α : Isıl diffüzyon katsayısı (ısıl diffüzivite)

k : Isıl iletkenlik (cgs birimleri ile)

c_p : Spesifik ısı (ısı kapasitesi)

ρ : Yoğunluk (gr/cm³)

Bazı malzemelerin kalıplama sıcaklıklarındaki ısıl diffüzitivite sabitleri Tablo 8'de verilmektedir.

Tablo 8. Isıl diffüzitivite katsayıları

Malzeme	$\alpha \text{ (cm}^2 \text{ /sn}^{-1}\text{)}$
Polietilen (AY)	0.9×10^{-3}
Polipropilen	0.9×10^{-3}
Akrilik	1.0×10^{-3}
Polikarbonat	1.1×10^{-3}
Naylon	1.3×10^{-3}

Soğutma İçin Gerekli Sürenin Tayini

1959 yılında Ballman ve Shusman adlı iki plastik mühendisi, polistirenden mamul bir parçanın kalıptan bozulmadan çıkmaları için gerekli sıcaklığın ne olması (soğuma süresi) gerektiği ile ilgili deneysel çalışmalarını aşağıdaki formülle somutlaştırmışlardır.

$$0 = \frac{-D^2}{2\pi\alpha} \log \frac{\pi}{4} \frac{T_x - T_m}{T_c - T_m}$$

Burada, O = Gerekli soğuma süresi
D = Parçanın azami (max.) et kalınlığı
 α = Isıl diffüzivite
Tx = Isıl distorsiyon sıcaklığı
Tc = Silindir sıcaklığı (kalıplama sıcaklığı)
Tm = Kalıp sıcaklığı

Kalıp konfigürasyonu ve soğutma etkinliği soğuma süresini önemli ölçüde etkiler. Ancak soğutmanın bilinçli yapıldığı durumlardaki pratik sonuçlarla, yukarıdaki denklemden hesaplanan sonuçların uyumlulukgösterdiği tesbit edilmiştir. Bu denklemin diğer plastikler içinde kullanılabilmesi için diffüzivite katsayısının özellikle kristalin plastiklerde düzeltilmesi gerekmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi kristalin yapının bozunma ve oluşmasında bir gizli ısı söz konusudur. Bunun hesaba katılmış ve kalıplamadaki sıcaklık aralığına göre ortalaması alınmış ısıl diffüzivite katsayıları Tablo 7'de verilmektedir.

Bu denklemden çevrim sürelerinin tesbitinde ve yeni bir parçanın fiyatlandırılmasında yararlanılabilir. Ancak kalıbın yapısı ve soğutması yanında distorsiyon sıcaklığı da sapmalara neden olabilir. Çünkü parçanın kalıptan zedelenmeden çıkması için gerekli olan bu en düşük sıcaklık değeri malzemeye (çeşitli makinaların değişik ürünlerine), parçanın şekline ve kalıp süzdürücü sistemine göre değişiklikler gösterebilir. Daha düşük ısı distorsiyon değerleri daha uzun soğutma süreleri gerektirebilir. Ancak, yine de literatürdeki veya firmalarca broşürlerinde verilen distorsiyon sıcaklıkları kullanılabilir.

Tablo 9'da çeşitli malzemelere ait tipik proses sıcaklıkları ve bunların kullanılması ile bulunan faktörler (katsayılar) verilmektedir.

Tablo 9. Enjeksiyon Kalıplama Tipik Proses Sıcaklıkları

Malzeme	Silindir °C	Kalıp °C	Isıl Distorsiyon °C	Faktör
ABS	230	50	80	190
Asetal	225	100	140	305
Naylon 66	280	70	180	140
Naylon 66 (GF)	300	130	230	81
Polietilen	230	30	90	200
Polipropilen	250	60	120	338
Polistiren	200	30	90	340

Yukarıdaki faktörler, bu denklemin sağ kısmındaki max. et kalınlığı dışındaki değerlerin hesaplanmış (verilen sıcaklıklara göre) tutarlarıdır. Böylece denklem,

$O = \text{Faktör} \times D^2$ şeklinde oldukça basitleştirilebilir.

Bu denklem 0,5 cm. et kalınlığına kadar çok iyi sonuçlar vermekle birlikte et kalınlığının artmasıyla sapmalarda olabilmektedir.

Denklemi bir örnekle kullanalım. Maksimum et kalınlığı 4 mm. olan ABS bir parça yukarıdaki sıcaklık değerlerinede kalıplanmış olsun, gerekli soğutma süresi

$O = 190 \times 0.4 \times 0.4 = 30.4$ saniye olacaktır.

Eğer aynı parça polistiren olarak tasarlanırsa idi, bu süre 54.4 saniyeye çıkacak idi. Ama, polistiren olarak max. et kalınlığı 2.5 mm.ye indirilebilse idi, 21.3 saniye soğutma süresi için yeterli olacaktı.

Tüm çevrim süresini bulmak için buna enjeksiyon, kalıp açılma, parçanın alınması ve kapama sürelerinin de eklenmesi gerekmektedir. Enjeksiyon süresinin ne olması gerektiğini ele almadan önce genellikle basınçta tutma veya bekleme basıncı süreleri denen safhanın ne kadar sürmesi gerektiği konusuna değinelim.

Genellikle bu süre, parçanın boyutsal küçülmesinin, kalıp çekmesinin (büzülmesinin) azaltılması, yüzey, çöküntülerinin ve iç boşlukların giderilmesi amacı ile verilir. Soğuma süresi, malzeme alma süresinden uzun ise, bu sürenin fazla tutulmasının toplam çevrim zamanını artırıcı bir etkisinden söz edilmeyebilir. Ancak, tersi bur durumda bu, gereksiz bir zaman kaybına neden olabilecektir.

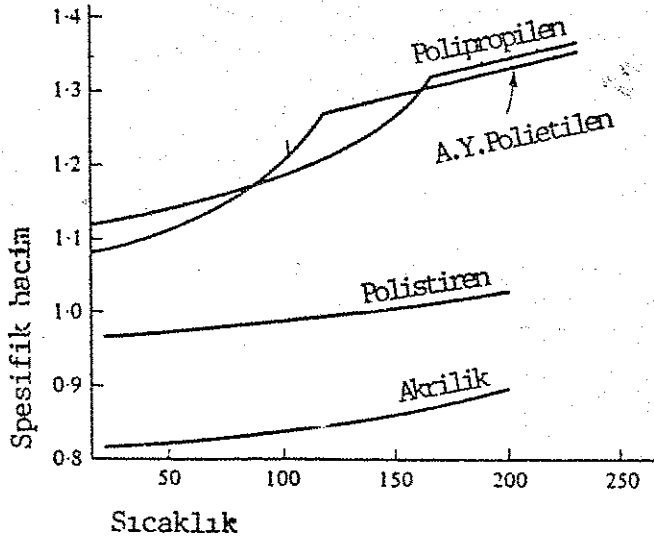
Plastiklerin Büzülme, Hacim Değişikliği ve Bastırılabilme Özellikleri

Bu özellikler, plastik malzemenin yapısal durumunun ısı ve reolojik davranış biçimleri ile etkilenmesiyle biçimlenirler.

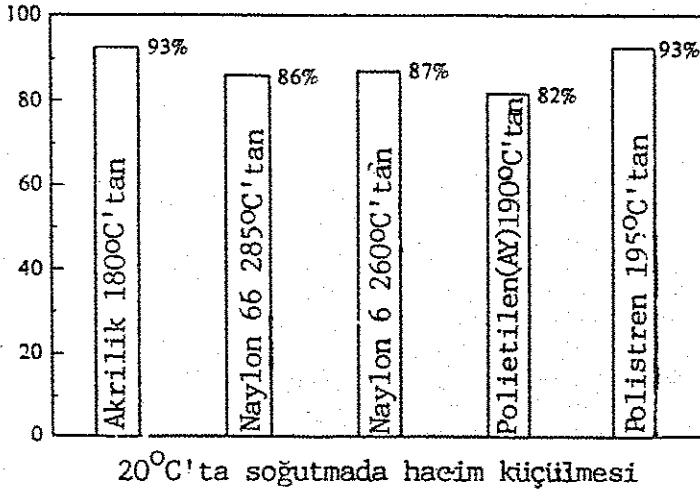
Eriyik halindeki plastiğin enjekte edilebilmesi için moleküllerinin birbirleri üzerinde kaymaları gerekmektedir. Kuvvet altında ve belli bir sıcaklık düzeyindeki eriyik enjeksiyon yönünde istenilen kayma hızına (düşük viskoziteye) erişebilmesi için ve kayma geriliminin etkisi ile molekül zincirleri yönelirken uzarlar. Elastik (geriye dönüşlü) bir uzama olan yönelme kalıptaki soğuma esnasında ters yönde bir gerilim giderilmesi şeklinde olur. Bu durumda moleküllerin oluşmuş gerilimin giderilmesi yönündeki toparlanmaları kalıp çekmesi (büzülmesi) dediğimiz olayı yaratır. Burada soğumayı hızlandırarak moleküllerin eski hallerine dönemeden dondurulmaları ile kalıp çekmesinin azaltılması düşünülebilir. Ancak, moleküler kuvvetler o kadar büyüktür ki, gerilim giderilmeden katı hale döndürülen bir parçada bu yüzden daha sonra çarpılmalar meydana gelebilir. Aksine bu gerilimlerin kalıplanmış halde iken giderilebilmesi için kalıp sıcaklığı yüksek bile tutulabilir. Kalıp çekmesi daha sıkı yapılan kristalin plastiklerde daha da fazla olmaktadır. Kalıba enjekte edilen plastiğin daha uzun süre ile daha yüksek basınçta tutulmasının kalıp çekmesini azaltacağı kanısı yanlıştır. Bu konuya biraz sonra tekrar döneceğiz.

Kalıplama esnasında hacim küçülmesi (aynı anlamda yoğunluk artması) bir fenomendir. Sıcaklıkla çeşitli malzemelerin spesifik hacimleri arasındaki ilişki Şekil III'de, yine bu malzemelerin kalıplama sıcaklıklarından 20°C'ta kadar soğutulmalarında uğrayacakları hacim küçülmesinin yüzde kaç olabileceği Şekil IV'te gösterilmektedir. Görülmektedir ki kristalin plastiklerin hacim küçülmeleri amorf olanlara nazaran yaklaşık iki misli olmaktadır ki, bu küçülme amorf plastiklerde yüzde 7 iken, kristalin yapıdakilerde yüzde 14'ün bile üzerine çıkmaktadır. Bu pratikte, kristalin plastiklerden mamul parçaların boyutsal kontrolünü daha zor hale getirmekte ve ayrıca bunlarda çöküntü ve iç boşlukların daha fazla oluşmasına neden teşkil etmektedir.

Soğuma halindeki parçaya fazladan malzeme enjekte edilerek çöküntü ve iç boşlukların giderilmesine çalışılmaktadır. Bunun yapılabilmesi malzemenin bastırılabilme özelliğine büyük ölçüde bağlıdır. Çeşitli plastiklerin kalıplama sıcaklığındaki bastırılabilme oranları Şekil V'de görülmektedir.

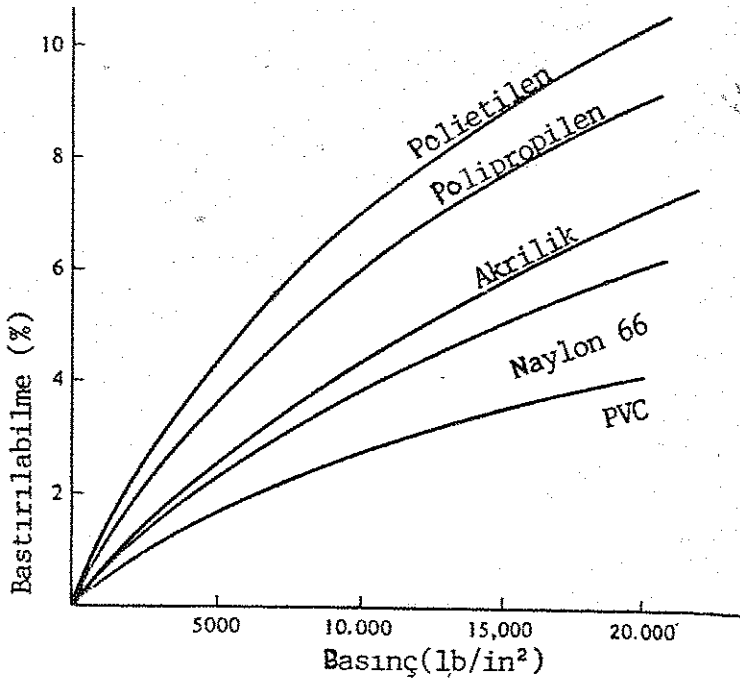


Şekil III. Spesifik hacmin sıcaklıkla değişimi



Şekil IV. Soğumada hacim küçülmesi

Makina tarafından uygulanacak basıncın ortalama yarısının kalıpta etkin olacağı düşünüldüğünde, çok yüksek makina basınçlarında bile çöküntünün yeterince alınmayacağı görülebilir.



Şekil V. Plastiklerin Bastırılabilme Oranları

Basınçta Tutma Süresi

Pratikte çok yüksek basınçlara çıkılmadan bu fazladan mal enjeksiyonunun, basınçta tutma süresinin artırılması ile gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir. Et Kalınlığı fazla parçalar için bu, bir ölçüde doğrudur. Kalın bir yolluk ve geniş bir girişe (gate) sahip bir kalıpta, et kalınlığı fazla bir parça çalışılıyor ise düşük bir enjeksiyon hızı ve ardından verilen bir bekleme süresi ile çöküntü ve boşluklar azaltılabilir. Bununla beraber, basıncın parçanın her yerinde eşit etkiye olmaması halinde oluşacak iç gerilmeler, kullanım zamanında düşük mukavemet sorunları yaratacaktır. Çok kalın olmayan ve yollukları küçük kalıplara sahip parçaların enjeksiyonunda bekleme süresinin yeterinden fazla uzatılmasının bir yararı olmayacaktır.

Silindir sıcaklığının düşürülerek hacimsel küçülmenin önüne geçilebileceği düşünülebilir. Ancak kristalin plastiklerde 10°C lık bir fark ancak yüzde 1'lik bir hacimsel küçülmeye karşılık gelmektedir. (amorf yapıdakilerde daha da az) Sıcaklık düşürülmesi viskoziteyi artıracığından ve kalıbın doldurulamamasına yolaçabileceğinden sınırlıdır.

Et kalınlığı fazla olan parçalar dışındaki bir çok durumda doğru miktarda ve mümkün olan en düşük sıcaklıktaki malzeme ile kalıbın sıratle doldurulması, çöküntü ve boşlukların azaltılmasında en etkili yöntemdir. Yolluk girişi donana kadarki bir basınçta bekleme süresi yeterli olacaktır.

Enjeksiyon Hızı ve Süresi

Şüphesiz ki gerekli enjeksiyon hızı ve buna bağlı enjeksiyon süresinin ne olacağının tayini oldukça güç bir konudur. Makinanın gücü (hidrolik yağ debisi), parçanın yapısı, yolluk ve girişin şekli ve boyutları, hızla ilgili olarak parçada oluşabilecek hataların ne ölçüde önemsendiği gibi hususlar bu tesbiti etkiler. Yine de plastik mühendisi bir parçaya bakarak enjeksiyon hızının ve dolayısı ile süresinin ne kadar olacağını tahmin edebilmelidir. Soğuma süresinin aksine parçanın minimum et kalınlığı enjeksiyon süresinin tayininde rol oynar.

Plastik eriyiği kalıptan içeri girdikten sonra kalıp boşluğunun duvarlarından donmaya başlar ve ardından gelen plastiğin geçebileceği aralığı küçültmeye başlar. I.T. Barrie adlı bir plastik mühendisi, ilk giren plastik malzemenin kalıp boşluğunun en uç noktasına ulaştığında duvarlardaki donmanın her yerde eşit olacağı kabulü ile donmuş malzeme kalınlığının kalıbın doldurulma süresi ile bir orantı içinde olduğunu gözlemlemiştir. Bu gözlemi sonucu elde ettiği ampirik denkleme göre kalıp doldurma azami süresi

$$t = \frac{(dw Pf/Pfr)^3}{8 [(Tx-Tm)/(Tc-Tm)]^3} \quad \text{şekliyle tesbit edilebilecektir.}$$

- Burada, Pf: Akış yolu (mm)
Pfr: Akış yolu oranı
dw: Parçanın minimum et kalınlığı (mm)
Tx: Malzemenin ısıl distorsiyon sıcaklığı (°C)
Tm: Kalıp sıcaklığı (°C)
Tc: Silindir sıcaklığı (°C)
t: Kalıp dolma süresi (sn.)

Yukarıdaki denklemden, kalıbın her iki yüzeyindeki donmuş tabaka toplamının kesitin yüzde 50 sine ulaştığı, dolayısı ile donmamış aralığında yüzde 50'ye düştüğünde kalıbın doldurulmuş olması gerektiği varsayılmıştır. Bu varsayımla birlikte, grafiksel bir başvuru kaynağına sahip olmak için denklemi basitleştirelim.

$$d_s = V t^{1/3}$$

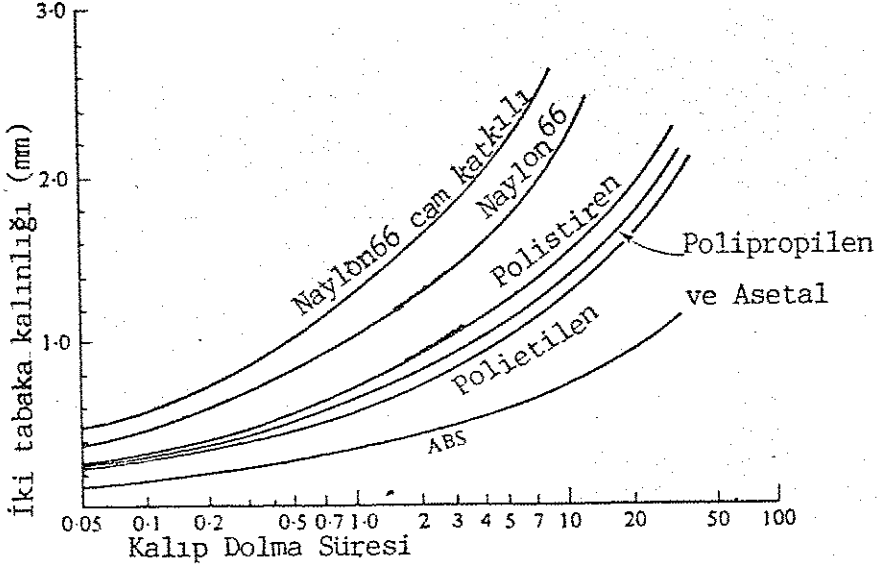
Burada, d_s : Bir tabakanın kalınlığı (mm)
t : Enjeksiyon süresi (sn)
V : Tablo 10 dan alınacak değerler

Tablo 10. $(Tx-Tm) / (Tc-Tm) = V$ değerleri

Malzeme	V	V^3
Polietilen	0.3	0.027
Polipropilen	0.32	0.033
Asetal	0.32	0.033
Polistiren	0.35	0.043
ABS	0.17	0.004
Naylon 66	0.52	0.141
Naylon 66 (GF)	0.65	0.275

Not: Tablo 9'daki sıcaklık değerlerine göre.

Bu V değerleri kullanılarak oluşturulan Şekil VI'daki grafiksel ilişki verilerine, et kalınlığı ince olan parçalar için başvurulabilir. Grafik kullanılırken, parçanın ortalama et kalınlığının yarısı ordinat değeri olarak alınmalıdır. Grafikteki eğrilere göre 2 mm. ortalama et kalınlığına sahip polipropilen bir parça için verilmesi gereken maksimum enjeksiyon süresi 4.5 saniye olmaktadır. Eğer et kalınlığı 4 mm. olsa idi maksimum süre 30 saniyenin üzerine çıkacak idi ki, bunun pratikte çok uzun bir süre olduğu bellidir. Denklem et kalınlığının yarısının donması kabulü ile teşkili bir sonucu getirmektedir. Zaten gerek denklemden gerekse de grafik eğrilerinden elde edilecek veriler azami süreyi ifade etmektedirler. Bu değerlerin çok altına inmek mümkündür.



Şekil VI. Kalıp doldurma zamanı

Termoplastik malzemelerin direkt enjeksiyon sistemlerinde geçerli olan işletme koşulları Tablo 11'de verilmiştir.

Özetle

Çevrim sürelerinin en optimum şekilde tesbiti ve diğer işletme içi düzenlemeler ile plastik mühendisinin birim maliyetler üzerinde oldukça fazla bir belirleyiciliği bulunmaktadır. Gerek literatür bilgilerinden, gerekse de tecrübesiyle oluşan gözlemlerinden azami şekilde yararlanmalıdır. Çok değişken ürünlerin söz konusu olduğu bu sektörde fiyat tayinleri hayati önem taşımaktadır. Bilinçli bir şekilde motive edilmiş teknik elemanlar firma yönetimine ışık tutacaklardır.

TABLO 11. TERMOPLASTİK MALZEMELERİN ENJEKSİYONUNDA KULLANILAN ORTALAMA ISILAR
(BU ISILAR DİREKT ENJEKSİYON SİSTEMLERİNDE GEÇERLİDİR)

KISALTILMIŞ ADI	TERMOPLASTİK MALZEME	ENJEKSİYON MEME SICAKLIĞI	KALIP ISISI	KURUTMA	
		C°	C°	DOLAP ISISI C°	SÜRESİ Saat
LDPE	Alçak Yoğunluklu	180 – 220	—	—	—
HDPE	Yüksek Yoğunluklu Polietilen	180 – 220	—	—	—
PS	Polistiren	220 – 250	—	—	—
PP	Polipropilen	220 – 250	—	—	—
SAN	Stiren Akrilonitril	240 – 260	50 – 70	70 – 80	1 – 2
ABS	Akrilonitril Butadien Stiren	240 – 270	60 – 80	70 – 80	1 – 3
POM	Asetal	190 – 206	60 – 80	100 – 120	2 – 4
PA 6	Polyamid 6	230 – 270	70 – 100	80 – 100	2 – 4
PA 66	Polyamid 66	260 – 290	60 – 90	80 – 100	2 – 4
PMMA	Polimetil Metakrilat	260 – 280	60 – 80	70 – 80	2 – 4
PPOMOD	Polifenilen Oksit (Takviyeli)	250 – 270	80 – 120	110 – 120	3 – 4
PBT	Polibütillen Tereftalat	270 – 295	100 – 120	90 – 110	2 – 4
PC	Polisulfon	320 – 360	100 – 140	120 – 130	3 – 4
PPS	Polifenilen Sülfür	320 – 360	80 – 120	—	—

BÖLÜM IV

ROTASYON

V. Celal BEYSEL

Plastik hammaddelerinin dünyada kullanılmaya başlanması ile birlikte ortaya çıkan ve bugüne kadar gelişerek gelen teknolojilerden bir tanesi de "Rotasyon" veya "Savurma" adı altında tanınan teknolojisidir.

Bu teknolojiyi günümüzde iki bölümde inceleyebiliriz:

1. Kalıbın yağ veya elektrik ile doğrudan ısıtılması.
2. Kalıbın sıcak hava ile dolaylı olarak ısıtılması.

I. Kalıbın sıcak yağ veya elektrikle ısıtılması tekniği

Rotasyon ile üretimlerde kalıbın sıcak yağ veya elektrikle ısıtılması tekniği ısı ayarının hassas olarak yapılması ve ısıların aynı proseste değişken olması gereken durumlarda kullanılır.

Bu teknik ile en fazla, laktamların aniyonik polimerizasyonu gerçekleştirilir.

Pratikte, sulandırılmış laktam eriyikleri, mesela kapro laktam, gerekli katalizatörler ile birlikte, ön ısıtması tamamlanmış formlara doldurulur. Bu basınçsız döküm sistemi sayesinde istenilen büyüklükteki parçaların yapımı gerçekleştirilebilir. Bu tür döküm, hareketsiz formlar içerisine de yapılabilir. Bu durumda, çekme gerilmeleri nedeni ile, içerisi boş parçaların üretimi çok güçtür. Rotasyon teknolojisinde ise, maça olmaması nedeni ile, çekme gerilmeleri oluşmamakta ve böylece içi boş parçalar ve boru üretimi daha kolay gerçekleşmektedir.

Poliamidlerde içi boş parça üretimleri, hammaddenin ve özellikle aniyonik polimerizasyon ile elde edilen hammaddenin üstün özellikleri nedeni ile enteresandır. Yüksek mekanik sertlik, darebeye mukavemet, sıcaklık ve kimyevi maddelerde mamul formunun korunması, kimyasal olarak yağlara, organik çözücülere dayanıklılık aniyonik polimerizasyon ile elde edilmiş mamullerin başlıca üstünlükleridir.

KALİTE

Rotasyon teknolojisi ile aniyonik polimerizasyon yapılırken dikkat edilmesi gereken en mühim nokta, hatasız bir ısı profilidir. Isının kalıbın her tarafında eşit olması gerekir, aksi takdirde polimer mamulün çeşitli yerlerinde değişik özelliklere sahip olur. Isının düşük olması, polimerizasyonun tamamlanamaması demektir ki yüzeyde beyaz lekeler halinde kendini gösterir. Çok yüksek ısılarda, yani Poliamidin erime noktasına erişildiği durumlarda ise, küçük hava kabarcıkları gözlenecektir.

Çok detaylı kalıplarda, köprü yapma denilen olay görülebilir. Köprü yapma, 2. bölümün sonunda daha detaylı olarak incelenecektir.

MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLER

Rotasyon teknolojisi ile yapılan Poliamid mamullerin en çok kullanıldığı yerlerden biri, yakıt tanklarıdır. Bu nedenle, darbeye mukavemet, çok önemli bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tür tanklara, genelde % 90 dolu bir şekilde, oda sıcaklığında ve -18 °C de çeşitli darbeye mukavemet testleri uygulanmaktadır.

Gaz geçirgenliği konusu, Poliamid için sorun olmamaktadır. Poliolefinlerin yanında, Poliamidin permeabilitesi yok denilebilmektedir.

Elektrostatik yüklenme de, poliamidlerde problem teşkil etmemekte, bu nedenle yanıcı maddelerin depolama ve taşınmasında rahatlıkla kullanılabilir. Poliamidin kendiliğinden sönməsi, bu konuda aranan bir diğer özellik olması bakımından önemlidir.

II. Kalıbın, sıcak hava ile indirekt olarak ısıtılması tekniği:

Rotasyon teknolojisinde ağırlık, bu tür üretimlerdedir.

Bu üretim şeklini de ikiye ayırmak mümkündür:

- a) Platisol haldeki hammaddelerden yola çıkarak yapılan üretimler.
- b) Katı haldeki termoplastiklerin hammadde olarak kullanıldığı üretimler.

a) Platisol denince, akla PVC gelmektedir. Rotasyon teknolojisinde de en çok kullanılan hammaddelerden biri, PVC dir. Bu hammadde kullanılarak yapılan mamullerin başında, otomotiv sanayiinde kullanılan bazı oto iç aksamları ve oyuncaklar gelmektedir.

Rotasyon teknolojisi ile yapılan PVC parçalar, yüzey parlaklığı sorunsuz elde edilebilen detaylı şekiller nedeni ile önem kazanmışlardır. Deri görünümü, çok parlak veya mat bir yüzey elde etmek, PVC sayesinde mümkün olabilmektedir. Parçanın "tuşesi" de önemlidir. PVC'yi, sert veya yumuşak olarak formüle etmek mümkündür. Renk, dayanıklılık esneklik, ısı dayanımı, elektrik rezistansı gibi konular da, PVC'nin çeşitli formülasyonları sayesinde, müşteri arzusuna uymak mümkün olabilmektedir.

PVC plastisoller ile rotasyon teknolojisi kullanılarak mamul elde edebilmek için, PVC hammaddesi, plastifiyan stabilizanlar ve mamule gerekli özellikleri verebilecek diğer katkı maddeleri gerekecektir.

Platisol, kapağı açılmış olan soğuk kalıplara istenilen ağırlıkta takıldıktan sonra doldurulur ve fırına sokulur. Mamul kalınlığı, kalıp büyüklüğü ve fırın teknolojik özelliklerine göre, 10-20 dakika arasında fırında dönerek pişirilir. Fırından çıkarılan kalıp, soğuduktan sonra açılır ve mamul dışarıya alınır. Kalıp, yeni bir şarj için hazırır.

- b) Katı haldeki termoplastiklerin kullanıldığı üretimler:

Rotasyon teknolojisinde son yıllarda gittikçe ağırlığını arttıran bu tür hammaddeler, çok çeşitlidir.

Bunlar arasında,

- Asetatlar
- Polietilenler
- Polikarbonatlar
- Naylonlar
- Termoplastik polyesterler
- Poliüretanlar
- Florakarbonları

saymak mümkündür. Gelişen plastik teknolojisi, hem bu hammaddelere yenilerini ilave etmekte, hemde bu sayılan plastiklerin özelliklerini arttırarak daha kaliteli mamullerin üretilmesine neden olmaktadır.

Yukarıda sayılan hammaddelerden, rotasyon teknolojisinde en çok kullanılan şüphesiz polietilenlerdir.

Polietilen bilindiği gibi, yüksek ve alçak yoğunluklu olmak üzere iki kısımda tanınlanmaktadır. Son senelerde gelişen "orta yoğunluk polietilen" kavramı, daha çok "Lineer polietilen" tipine uymakta olup, rotasyon teknolojisinde en çok kullanılan hammadde haline gelmiştir. Fiatının yüksekliği nedeni ile dezavantajlı durumda olmasına rağmen, kalite farkı Lineer polietilenin Rotasyon teknolojisinde yaygın olarak kullanılması sonucunu doğurmuştur.

Katı haldeki termoplastiklerin rotasyon teknolojisinde kullanılabilmesi için, önce, genelde granül haldeki bu hammaddenin öğütülüp toz haline getirilmesi gerekir. Toz kalitesi, mamul kalitesini direkt olarak etkilemektedir, rotasyonda kullanılacak toz polimerin, 150-200 mikron arasındaki büyüklüklerde seçilmesi gerekir. Aksi takdirde mamul özelliklerinde düşme gözlenecektir. Toz halindeki polimer, soğuk kalıplara doldurulur ve fırında, döndürülerek pişirilir. Fırın sıcaklığı ve pişme süresi, yine mamul kalınlığı, kalıp büyüklüğü ve fırının teknik özelliklerine göre seçilir. Polietilenlerde pişme süresi, 15 dakika ile 1 saat arasında değişebilmektedir. Fırından çıkartılan kalıp, su ve hava ile soğutulduktan sonra, açılır ve mamul dışarıya alınır. Kalıp, yine yeni bir şey için hazır durumdadır.

Rotasyon teknolojisi şişirme ve enjeksiyon teknolojilerine göre avantajları şunlardır:

1. Deney gayesi ile prototip kalıplar, düşük bir maliyetle imal edilebilir.
2. İmalat kalıpları, basınçlı kalıplama teknolojileri ile karşılaştırıldığında daha ekonomik ve süratli olarak hazırlanabilir.
3. İmalat esnasında hammadde kaybı yok denecek düzeydedir.
4. Büyük parçalar, düşük sayılarda dahi rantabl olarak imal edilebilir.
5. Mamullerde, soğutma prosesi kontrollü olduğu takdirde iç gerilimler oluşmaz.
6. Mamul parça içine konulması arzu edilen metal ve plastik insert'ler rahatça yerleştirilebilir.
7. Parça dizaynında sınır, insan hayal gücüdür denebilir.
8. Çift katlı imalat mümkündür.
9. Mamullerde ek yeri yoktur.

Bu avantajların yanında, rotasyon teknolojisinin sınırları da vardır:

1. Cidar kalınlığındaki arzu edilen varyasyonları elde etmek güçtür.
2. Boyutlarda toleransların geniş olması arzu edilir. $\pm 2\%$ normal toleranslardır.
3. Cidar kalınlığındaki toleranslarda $\pm 5\%$ normal kabul edilir.
4. Kalıp imalatında her malzeme için değişik çekimlerin olması, problem olabilir.
5. Her türlü hammaddenin kullanılması mümkün olamamaktadır.
6. Üretimin yavaşlığı, emek yoğun olması, parça adedi yüksek olduğu durumlarda, enjeksiyon ve şişirme teknolojileri ile rekabeti imkansız duruma getirebilmektedir.

MAKİNALAR

Sıcak hava ile dolaylı kalıp ısıtma tekniği kullanılan makinalar, genelde şu şekilde dizayn edilmişlerdir:

1. Yanma odası ve ısıtma kabini
2. Kalıp değiştirme ve şarj yükleme istasyonu
3. Soğutma istasyonu
4. Kalıpların üzerine bağlandıkları, aynı zamanda dönüşü sağlayan araba

Bu ana dizayn, her rotasyon makinasında vardır. Makinaların aralarındaki farklar, bu 4 bölümün adetleri ve yerleşim şekillerinde kendini belli eder. Sürat, rotasyon teknolojisinin en önemli problemi olması nedeni ile, genel de makinalar şu şekilde dizayn edilir:

Bu dizaynda ortada 3 adet kalıp bağlamaya yarayan kol bulunur. Her kol, birbirlerinden bağımsız şekilde çalışabilir. Kollar, üzerine monte edildikleri araba sayesinde ısıtma odası, kalıp değiştirme/şarj istasyonu ve soğutma kabini arasında hareket ederler. Bu sistemde, bir kol ısıtma kabininde iken, diğer kol kalıp değiştirme/şarj istasyonunda, üçüncü kol ise soğutmada bulunabilir. Böylece, mamul elde etmek sürati üç misline çıkmış olur.

Tek ve çift araba kullanılan sistemlerde, üretim süratının önemli olmadığı durumlarda kullanılmaktadır.

Makinalardaki ortak özellik, kol üzerine bağlanan kalıpların iki aksda aynı anda ve çeşitli süratlerde döndürülebilmesidir. Bu dönüş sayesinde, kalıbın içerisine yerleştirilmiş olan toz her istikamette hareket etme imkanını bulmakta, sonra da eriyip kalıp cidarına yapışmaktadır. Erime zamanı sona erdikten sonra, kalıp, dönmeye devam ederek soğutma istasyonuna alınmakta ve içerisindeki mamulün sertleşmesi sağlanmaktadır.

Makinalarda, ısı ayarının 100 ile 400 derece arasında kontrol edilebilir olması, dönüş hızlarının her iki alanda ayrı ayrı 1-30 dönüş/dakika arasında ayarlanabilir olması, soğutma ve ısıtma zamanlamalarının her araba için otomatik kontrollü yapılabilmesi, aranan özelliklerdendir.

Bu makina türü haricinde, açık alev ile, direkt kalıbı ısıtan stasyonier makina türleri de kullanılmaktadır. Bu tür makinalarda dönüş genelde tek aksta olmakta, ikinci akstaki hareket ise "sallanma" şeklinde yapılmaktadır. Bu tür makinalara "rock and roll" adı da verilmektedir.

Rotasyon makinaları, genelde fuel oil, mazot, doğal gaz veya LPG ile çalışabilmektedirler. Gaz ile çalışan makinalarda, gaz kaçağı detektörlerinin kullanılması şarttır. Rotasyon tesislerinde yangın, sıkça görülen olaylardandır. Bu nedenle emniyete azamî dikkat edilmesi gerekir.

Rotasyon makinalarında imal edilen mamullerin büyüklüğü fırın büyüklüğüne göre değişebilmektedir. Bu gün rantabl sayılan en büyük tanklar, 20 tona kadar hacimli olabilmektedirler.

KALIPLAR

Rotasyon teknolojisinde kalıplar, metal döküm, alüminyum döküm, paslanmaz çelik levha, normal sac, alüminyum levha gibi çeşitli malzemelerden yapılabilirler. Kalıp ağırlığı, yüzey düzgünlüğü, ısı geçirgenliği, yüzeydeki detayların az veya fazla olması, kalıp ömrü, kalıp imal süresi, kalıp maliyeti, bu malzemeler arasında seçim yaparken dikkat edilecek noktalardır.

Kalıplar genelde iki parça olmakla birlikte, çok parçalı kalıplar da yapılabilmektedir. Kalıpları enjeksiyon ve şişirme kalıplarına nazaran daha ucuza mal olabilme nedeni, enjeksiyonda gereken maçaların bu kalıplarda olmaması ve prosesin basınçsız olmasıdır.

MAMULLER

Rotasyon teknolojisi kullanılarak imal edilen ve genelde içi boş olan mamuller, çok çeşitlidir. Mamul çeşitleri, kullanılan hammaddeye göre değişmektedir.

A) Polietilen mamuller

Daha öncede belirtildiği gibi, bu teknolojinin en fazla kullandığı hammadde polietilendir. Rotasyon'da kullanılan polietilenin akış indeksinin 2 den aşağı olmaması, yoğunluğu ise 0.950 den yukarı olmaması, prosesin sorunsuz yürüyebilmesi için gereklidir. İstisnalar görülebilmektedir.

- a. Çeşitli depo ve bidonlar: 20 ton hacime kadar çeşitli amaçlarda kullanılan depo, silo ve bidonlar. Bu imalatla et kalınlığı 2 mm'den 1,5-2 cm'ye kadar olabilmektedir. Polietilenin çeşitli asit ve kimyevi maddelere olan dayanıklılığı, ve gıda nizamnamelerine uygunluğu elerine uygunluğu nedeni ile asit tankları, gıda maddesi imalat ve depolama siloları, su depoları, nakliye bidon ve tankları bu hammaddeden yapılabilmektedir. Son yıllarda otomotiv sanayinin kullandığı yakıt tanklarının da polietilenden yapılmaya başlandığı gözlenmektedir.
- b. Plastik arabalar: Tekstil sanayiinde kullanılan çeşitli arabalar, çöp depolaması için gerekli tekerlekli çöp kutuları, lunaparklarda görülen minyatür arabalar.
- c. Oyuncaklar: Park ve bahçeler için çeşitli dayanıklı oyuncaklar.
- d. Spor malzemeleri: Sandallar, surf'ler, salllar.
- e. Dekoratif malzemeler: Saksılar, reklam bebekleri.
- f. Çeşitli kutular: Sanayinin çeşitli yerlerinde kullanılan üst üste istiflenebilir dayanıklı kutular, buz kutuları.

Bu örnekleri çoğaltmak mümkündür.

B) PVC mamuller:

- a. Oto içlerinde kullanılan kolçaklar, ön panolar.
- b. Çeşitli oyuncaklar, bebekler, topolar.

C) Polikarbonat:

Lamba karpuzları, dekoratif malzemeler, sürahiler.

D) Teflon:

Çeşitli keçeler, borular, fittings malzemeleri.

E) Diğer plastiklerin rotasyon teknolojisinde kullanımı sınırlı olmakla beraber, genelde yukarıda belirtilen konularda olmaktadır.

BÖLÜM V

KISA AÇIKLAMALARIYLA EN YAYGIN UYGULANAN FİZİKSEL NİTELİKTEKİ STANDARD PLASTİK TESTLERİ

Ö. Tunç SAVAŞÇI - Bilsen BEŞERGİL

GİRİŞ

Diğer pek çok malzemede olduğu gibi plastikler de, bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile tanımlanmaktadır. Bu özelliklerin belirlenmesi için ise, çok sayıda standard test uygulanmaktadır. Bu testler sayesinde, üreticiler, işleyiciler ve kullanıcılar, bahse konu olan plastik malzemelerin ne olduğunu ortak bir dille anlatmakta ve aralarındaki ilişkileri düzenlemektedir.

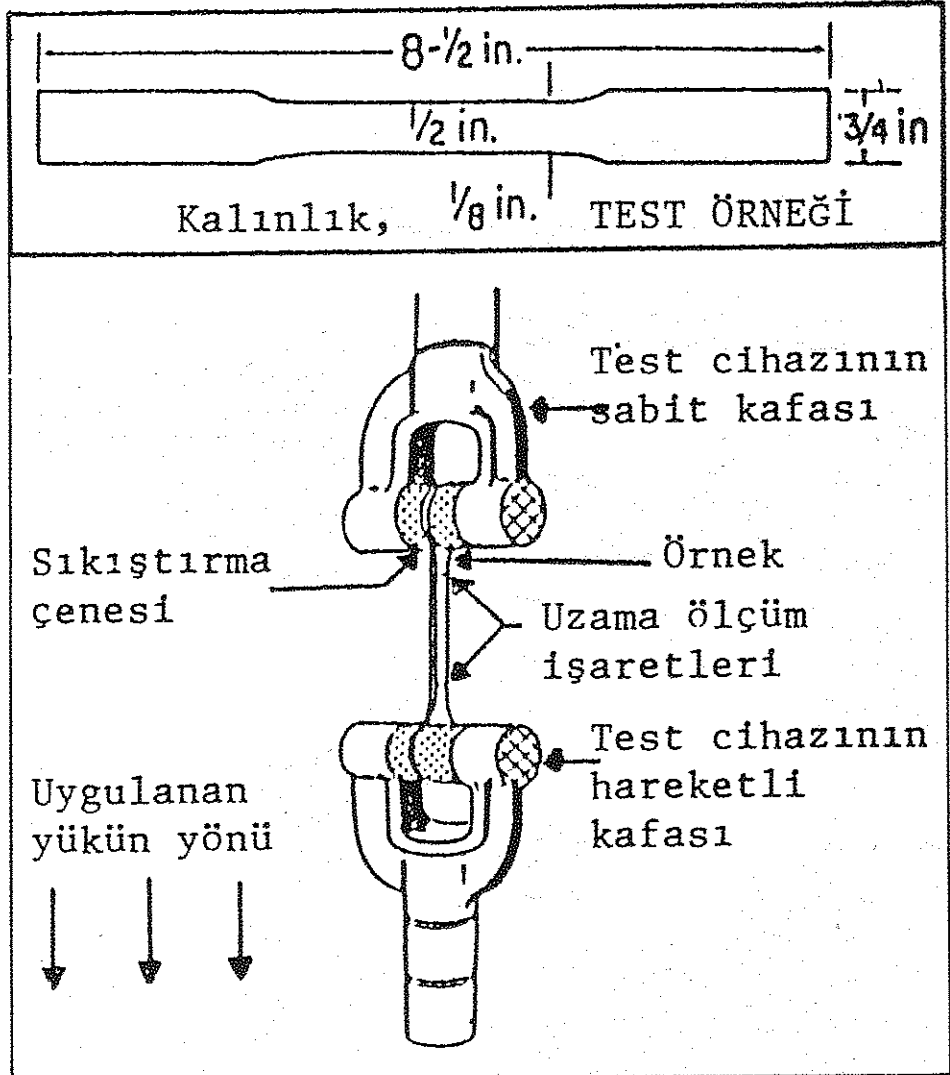
Bu bölümde söz konusu edilecek olan standard testler, diğer malzemelerde olduğu gibi, plastik uygulamaları içinde tercih edilmektedir. Ancak, "American Society For Testing Materials (ASTM)"'in görüşlerinde de yer aldığı gibi, malzeme testleri, dinamik bir yapıya sahip olup, yıllarca uygulanıp, kullanıcılar tarafından benimsenseler bile üzerlerinde çalışılıp değiştirilmeye, geliştirilmeye ve ilaveler yapılmaya açıktır. Bu nedenle, belirli konularda standard testler geliştirilmesi için çalışmalar yapan kuruluşların sadece ABD'deki sayısı 400'ü aşmaktadır. Yine sadece ASTM tarafından bu güne kadar hazırlanan standard spesifikasyon ve test metodunun adedi 6000'den fazladır. Bu kadar çok sayıda standard arasında, PVC'de K sayısı tayini gibi belirli bir türe özgü olmayan, genelde plastiklere uygulanan belli başlı standard testler Tablo-1'de verilmektedir. Doğal olarak bir testin doğru sonuç vermesi, tekrarlanabilir ve değişik laboratuvarlarda aynı hassasiyetle uygulanabilir olması esastır. Kalite kontrol amacıyla kullanılıyorsa, testin çabuk sonuç veren ve pratik olması ise aranan bir diğer özellik olmaktadır. Ayrıca, Tablo-1'den de görüldüğü gibi özellikle plastik testlerinin sonuçlarının doğruluğu, testin yapıldığı laboratuvarın sıcaklığı, nem oranı, test numunelerinin hazırlanış yöntemi ve şekli, kondisyonlanması vs. gibi çeşitli parametrelerden etkilendiğinden, standard testlerde bu hususların da bir esasa bağlanması zorunlu olmaktadır.

Bu bölümde, en yaygın uygulanan fiziksel nitelikteki plastik testleri değişik ülkelere ait standard test numaraları da verilerek, elde edilen test sonuçlarının anlamlarıyla birlikte açıklanmaya çalışılacaktır. Bu açıklamalar ASTM testleri bazında yapılacaktır. Ancak, burada belirtilmesi zorunlu olan husus, standard test metodlarının, plastikleri, temel özellikleri açısından değerlendirmek üzere geliştirilmiş olduğudur. Bu nedenle, söz konusu metodlar bilimsel olarak sağlam temellere otursalar bile zaman zaman yanıltıcı olabilmektedirler. Zira, standard test metodlarında uygulanan koşullar ve parametreler, elde edilen sonuçların malzeme özellikleri açısından kıyaslama yapılabilmesine veya malzeme ticareti ve kabulünde kullanılabilmesine imkan verecek bir biçimde seçilmişlerdir. Söz konusu parametre ve koşulların gerçek kullanım parametre ve koşullarına benzer veya eşdeğer olduğuna ise nadiren rastlanmaktadır. Örneğin, standard bir test uygulanarak elde edilen bir permivite (dielektrik sabiti) sonucu, eğer uygulama-

daki frekans, sıcaklık ve ortam parametreleri standarddakinin aynı değilse, uygulama için pek de anlamlı olmayacaktır. Bazı hallerde ise standard test metodları yetersiz kalabileceğinden doğrudan uygulamanın kendisi test metodunu oluşturabilecektir. Bütün bu nedenlerle, plastiklere testler uygularken ve elde edilen test sonuçları değerlendirilirken, uygulanan metod standard bile olsa, Tablo-1'de belirtilen "Etki Eden Faktörler" in hiç bir zaman gözardı edilmemesi gerekmektedir.

GERİLME ÖZELLİKLERİ TESTİ Tensile Properties

Standard Test Numaraları: ISO 1184, ASTM D638-84, BS 2782 (Part 10, 1003), DIN 53455, TS - 90



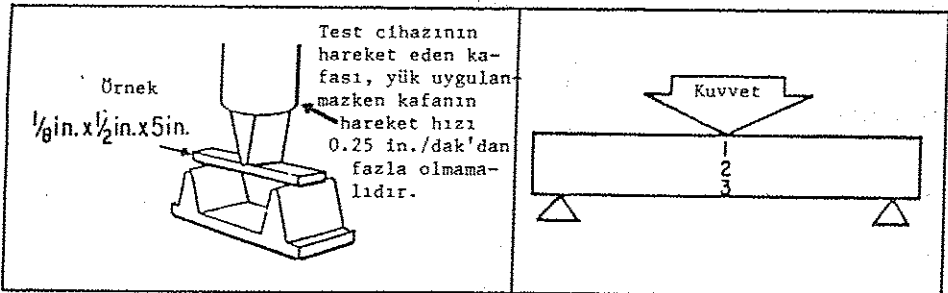
Test Örneği: Test örnekleri enjeksiyonla kalıplanmakta veya basınçla kalıplanan plakalardan kesip hazırlanabilmektedir. Hazırlanan test örneklerinin şekli ve boyutları genellikle yandaki şekilde gösterildiği gibidir. Ancak, testi yapılacak plastiğin türüne göre test örneklerinin şeklinde ve boyutlarında bazı değişiklikler yapılmaktadır. Örneğin vulkanize edilmiş (pişirilmiş) kauçukların gerilme testleri için ASTM D412'de belirtilen, örneğin daha fazla uzamasına imkan verecek daha kısa ve küçük bir test örneği kullanılmaktadır. Ayrıca, test örneğinin arasına sıkıştırıldığı test cihazının çeneleri de farklılandırılmaktadır. Hangi plastik türü kullanılırsa kullanılsın, test örneklerinin standard bir yöntemle kondisyonlanması da gerekli olmaktadır.

Testin Uygulanışı: Test örneğinin her iki ucu, standard test aletinin çeneleri arasına sıkıştırılmakta ve çeneler belirli, sabit bir hızla birbirlerinden uzaklaştırılırken test örneği iki ucundan belirli bir hızla gerdirilmektedir. Genellikle 0.2, 0.5, 2.0 veya 20.0 in./dak.'lık gerdirme hızları standard metodlarda yer almaktadır. Bu arada gerilme miktarı, uzama miktarıyla birlikte kaydedilmektedir.

Testin Anlamı: Gerilme testleri, malzemelerin gücünü gösteren en önemli testlerden biridir. Bu yolla test örneğini iki ucundan tutup uzatmaya başlamak ve gerdirerek koparmak için gerekli güç miktarları belirlenebilmekte, uzama miktarları ve uygulanan güç göz önünde bulundurularak esneklikleri veya kırılma güçleri hakkında bir yargıya varılabilmektedir. Bu testte fazla uzayan plastikler elastik (kauçuk gibi) bir yapıdadırlar. Rijit uygulamalar için malzemenin pek de fazla uzamaması gerekmektedir. Uzama miktarı malzemenin darbelere dayanımının da bir göstergesi olduğundan, orta derecede uzamalar plastik malzemenin aranan özelliklerinden biridir. Ayrıca, uzamaya karşı çizilen, gerdirmedeki güç eğrilerinin altında kalan alanın büyüklüğünün de önemi bulunmaktadır. Bu alan ne kadar büyükse malzeme mekanik açıdan o kadar güçlü olmaktadır. Bu nedenle, kopma anında uygulanan güç miktarının fazla olması şüphesiz arzu edilen bir husus olmakla birlikte, sözü edilen bu eğriler altındaki alan da göz ardı edilmemelidir. Örneğin, kopma anında uygulanan güç değeri yüksek olan bir plastik türünde, gerdirme gücü-uzama eğrilerinin altındaki alan küçükse, yani malzeme çok az uzuyorsa, söz konusu malzeme kırılma eğilimindedir.

ESNEME ÖZELLİKLERİ TESTİ Flexural Properties

Standard Test Numaraları: ISO 178, ASTM D790-84, BS 2782 (Part 3, 335A), DIN 53452, TS 985



Test Örneği: Test örnekleri genellikle $1/8 \times 1/2 \times 5$ inç boyutlarında çubuklar halindedir. Enjeksiyonla kalıplanarak elde edilirler. Kalınlığı $1/16$ inç'e kadar, daha ince olan plaka ve levhalar da kullanılabilir. Bu levhaların eni ve boyu kalınlıklarına göre belirlenmektedir. Ancak, yukarıda boyutları verilen test çubukları tercihen kullanılmaktadır. Test numuneleri standard yöntemle göre kondisyonlandıktan sonra test uygulanmaktadır.

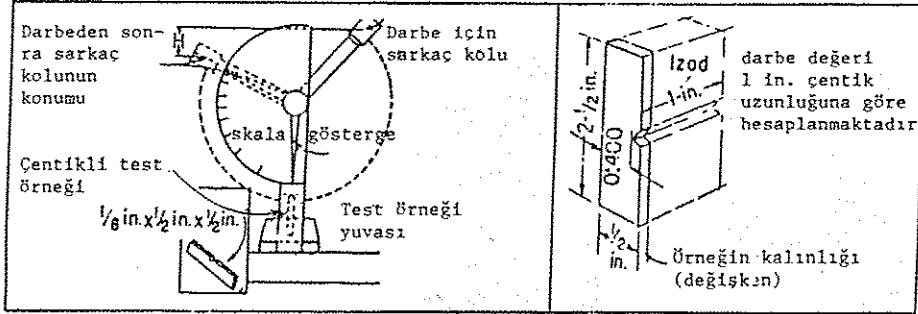
Testin Uygulanışı: Test çubukları, aralarındaki açıklık 4 inç olan iki destek arasına yerleştirilir. Daha sonra test çubuğunun ortasına standard bir başlıkla ve belirli bir hızla güç uygulanır. Test çubuğunun kırılmasına neden olan güç, o plastik numunenin esneme gücüdür. Eğer örnek kırılmıyorsa, %5 esnemede kaydedilen güç esneme gücü olarak kaydedilir.

Testin Anlamı: Bu testte kullanılan örnekler hem gerilime hem de kompresyona maruz kalmaktadır. Termoplastiklerin büyük bir çoğunluğu, bu tesle kırılmadıklarından %5 esnemede kaydedilen güç esneme gücü olarak verilmektedir. %5 esneme, test örneğinin dış yüzeyinin %5 gerdirildiği an olarak tarif edilmektedir.

IZOD DARBE DAYANIMI TESTİ

İzod İmpact

Standard Test Numaraları: ISO 180, ASTM D2782 (Part 3, 350) DIN 53447, TS 1005



Test Örneği: $1/8 \times 1/2 \times 2$ inç boyutlarında enjeksiyonla kalıplanmış test örnekleri kullanılmaktadır. Zaman zaman $1/2$ inç'e kadar olan daha kalın örnekler de kullanılıyorsa da, özellikle kalıplama amacıyla kullanılan plastiklerde, $1/8$ inç. kalınlık tercih edilmektedir. Ayrıca, test örneğinin ince yüzüne standard boyutlarda bir çentik açılmaktadır. Bu çentik örnek enjeksiyonla kalıplanırken açılabilirdiği gibi, sonradan da açılabilir.

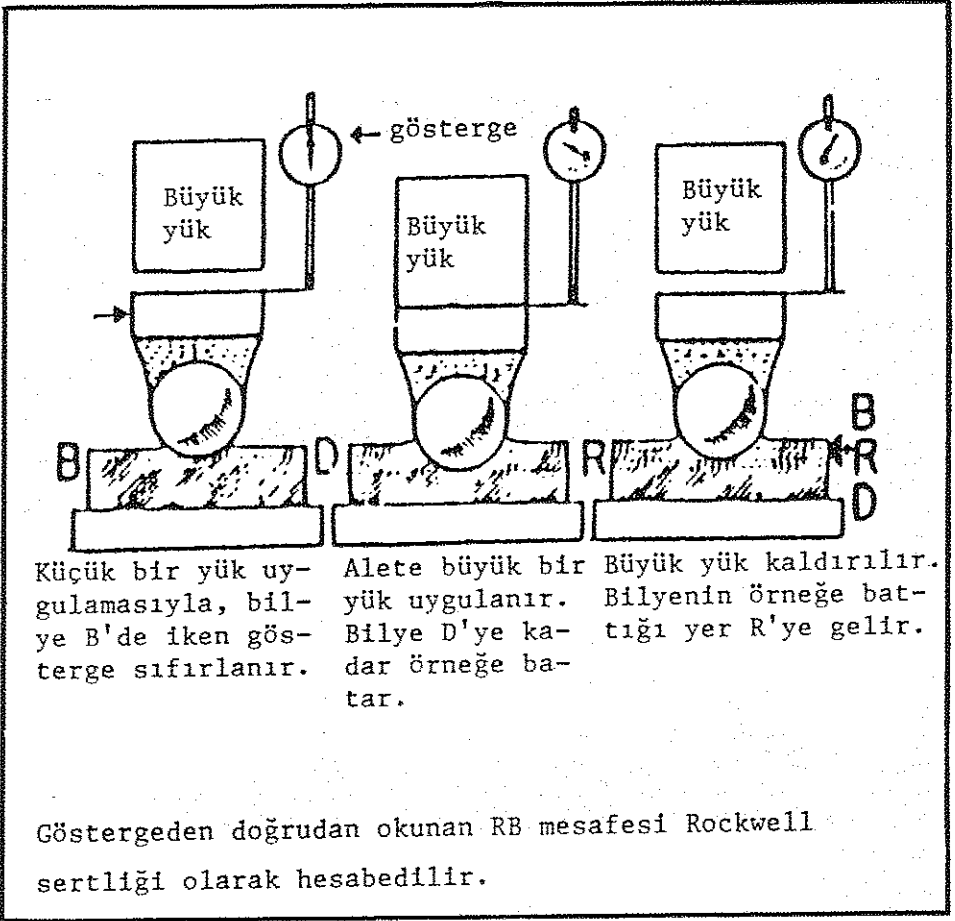
Testin Uygulanışı: Test örneği, çentiği kendisine çarpacak olan sarkaç koluna dönük olarak test aletinin alt kısmındaki yuvasına dikine yerleştirilerek sıkıştırılır. Aletin üst tarafında hareketsiz bekletilen sarkaç kolu serbest bırakılır. Sarkaç numuneye çarparak çentiğin olduğu yerden kırılmasına neden olur ve malzemenin darbe dayanımı miktarına göre, darbeyi yaptığı yönün aksi tarafında belirli bir miktar yükselir. Sarkaç kolunun yükseldiği miktardan malzemenin darbe dayanımı hesab edilerek kaydedilir.

Testin Anlamı: Bu testle, çentikli standard bir örneğin standard koşullarda kırılması

için gerekli güç belirlenmektedir. Test sonuçları ft. lb/in. cinsinden çentik uzunluğu, olarak ifade edilmektedir. İlgili şekillerde görüldüğü gibi, çentik uzunluğu genellikle 1 in. den küçük olsa da, sonuçlar 1 in. çentik boyuna çevrilerek verilmektedir.

ROCKWELL SERTLİĞİ TESTİ Rockwell Hardness

Standard Test Numaraları: ASTM D,785,86, BS 2782 (365 C), TS, 1326



Test Örneği: En az 1/4 in. kalınlığında levha veya plakalar test örneği olarak kullanılmaktadır. Test örneği olarak uygun şekilde işlenmiş, mamul malzeme kullanılabilir gibi, levhaların özel olarak kalıplanması da söz konusu olabilmektedir. Ayrıca, daha ince levha veya plakalar üst üste koyularak en az 1/4 in. kalınlığa getirilebilmektedir. Örneklerin her durumda standard koşullarda kondisyonlanması da gerekmektedir.

Testin Uygulanışı: Test uygulanırken bir çelik bilye düşük bir yük ile plastik levhanın yüzeyine hafifçe bastırılmaktadır. Böylece çelik bilye ile plastik yüzeyinin iyice temas

etmesi sağlanmaktadır. Bu konumda iken test aletinin göstergesi sıfırlanmaktadır. Daha sonra bilye, düşük yüke ilave olarak testte belirlenen, daha büyük bir yük ile plastik yüzeyine bastırılmakta ve 15 saniye beklenmektedir. 15 saniyenin sonunda büyük yük kaldırılmakta ve 15 saniye daha beklendikten sonra çelik bilyenin plastik malzemenin yüzeyinde açtığı oyuğun derinliği kaydedilmektedir. Testlerde değişik bilye büyüklükleri ve ağırlıklar kullanılmakta olup, bir bilye, ağırlık kombinasyonu ile elde edilen sonuçlar, bir başka bilye, ağırlık kombinasyonu ile elde edilen sonuçlarla bağlantılı olmamaktadır.

Testin Anlamı: Rockwell sertliği aynı plastik türünün değişik tipleri için, kıyaslama amacıyla uygulanabilecek bir testtir. Çelik bilyeye yük uygulayarak plastik malzemede meydana getirilen oyuğun boyutlarında, 15 sn. beklenerek elastikiyet nedeniyle şeklinin geriye dönmesi de söz konusu olduğundan, sertlik yanında elastikiyet de etkili olmakta ve bu nedenle, Rockwell sertliği farklı türdeki plastiklerin sertlik tayinlerinde sağlıklı olarak uygulanamamaktadır. Ayrıca bu sertlik türü kendine özgü olup, malzemenin sürtünmeyle aşınma veya çizilme özelliği hakkında bir fikir verememektedir. Örneğin polistirenin Rockwell sertlik değeri oldukça yüksek olmakla birlikte, sürtünmeyle aşınma veya çizilmeye dayanımı oldukça kötüdür.

DUROMETRE SERTLİĞİ TESTİ **Indentation Hardness (Durometer)**

Standard Test Numaraları: ISO 868, ASTM D-1706-67 (son yıllarda programdan çıkarılmıştır), DIN 53456, BS 2782 (Part 3 365 B), TS 1181

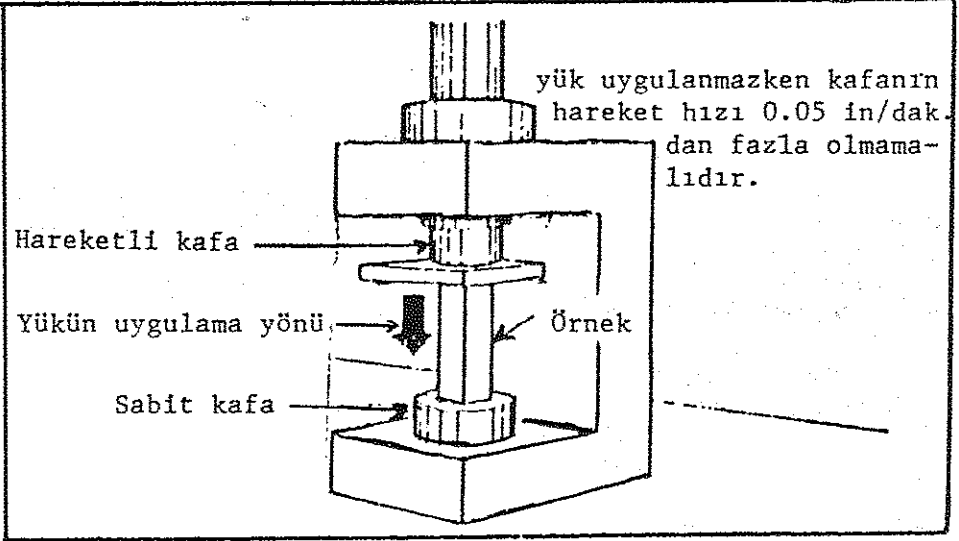
Test Örneği: Sonuçların aynı olacağı kanıtlanmak koşuluyla 1/8 in. kalınlığa kadar örneklerde kullanılmakla birlikte, 1/4 in. kalınlıktaki örnekler tercih edilmektedir. Test örneklerinin standard koşullarda kondisyonlanması da zorunludur.

Testin Uygulanması: Durometre cihazının basınç uygulanan kısmına bağlı ince uçlu bir ayağı bulunmaktadır. Bu ayak temeli tamamen yüzeye değecek şekilde bastırıldığında göstergede okunan değer, sertlik değeri olarak kaydedilmektedir.

Testin Anlamı: Test sonuçları, 0'dan 100'e kadar bölümlenmiş bir göstergeden okunmakta olup, elde edilen değer bir birimi yoktur. Durometreye basınç uygulanır uygulanmaz okunan değerler, basınç uygulamasından sonra bir süre bekleyip okunan değerlerden farklıdır. Bu durum plastik malzemenin "creep" özelliğinden kaynaklanmaktadır. "Creep" değerinin çok fazla olması nedeniyle Rockwell testi polietilen için anlamını yitirdiğinden, bu test daha çok polietilen örneklerine uygulanır. Diğer plastik türleri için ise Rockwell sertliği tercih edilmektedir.

SERT PLASTİKLERDE SIKIŞTIRMA ÖZELLİKLERİ TESTİ Compressive Properties of Rigid Plastics

Standard Test Numaraları: ISO 604, ASTM D 695-85, DIN 53454, BS 2782 (Part 3, 345 A), TS 1096



Test Örneği: Enjeksiyonla kalıplanmış 1/2x1/2x1 inc boyutlarında dikdörtgen prizması şeklinde, veya 1/2 in. çapında 1 in. yüksekliğinde silindirik test örnekleri kullanılmaktadır. Örneklerin standard koşullarda kondisyonlanması gerekmektedir.

Testin Uygulanışı: Test örnekleri, standard bir sıkıştırma aletinin kafaları arasına dikine yerleştirilir ve belirli bir hızla sıkıştırılır. Örneğin kırıldığı andaki kuvvet p.s.i olarak basınç cinsinden ifade edilirler. Plastik maddeler bu testte genellikle kırılmadıklarından, test numunesinin boyunda belirli bir yüzdede kısılma sağlandığı andaki kuvvet p.s.i cinsinden hesaplanıp malzemenin sıkıştırılmaya dayanımı olarak belirlenir.

Testin Anlamı: Köpük türleri hariç, plastik malzemenin hemen hepsi sadece sıkıştırma nedeniyle dikkate değer ölçülerde etkilenmediklerinden, bu testin plastik malzeme tasarımında pek de anlam bulunmamaktadır. Bu testle aynı plastik türünün değişik tipleri arasındaki farklılıklar belirlenebildiği gibi, elde edilen sonuçlardan, diğer test sonuçlarıyla birlikte, malzemenin genel dayanımı hakkında bir fikir edinilebilir.

VİCAT YUMUŞAMA SICAKLIĞI TESTİ Vicat Softening Point

Standard Test Numaraları: ISO-306, ASTM D-1525-82, DIN 53460, BS 2782 (Part 1, 120 A-120 E), TS 1825

Test Örneği: 3/4 in. genişliğinde ve 1/8 in. kalınlığında yassı numuneler ya enjeksiyonla ya da basınçla kalıplanmalıdır. Gerekli kalınlığı elde etmek için ince örnekler üst üste de koyulabilir.

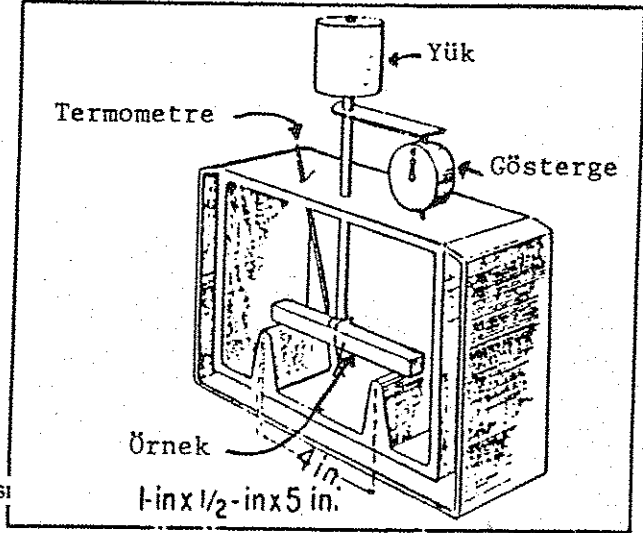
Testin Uygulanışı: Vicat yumuşama noktası test cihazı sabit sıcaklıkta bir yağ banyosundan ve ucunda, uç kısmı düz bir iğnesi olan bir batırma kolundan oluşur. Batırma kolunun, iğnenin battığı miktarı bir göstergeden okunmasına imkan verecek bir de düzeneği bulunmaktadır.

Test örneği batma iğnesi yüzeyinde serbestçe duracak şekilde cihaza yerleştirilir. Daha önce beklenen vicat yumuşama noktasının 50°C altında ısıtılmış olan yağ banyosunun sıcaklığı, testte belirlenmiş olan hızla yükseltilir (genellikle $50^{\circ}\text{C}/\text{saat}$). Batma iğnesinin 1 mm battığı sıcaklık vicat yumuşama noktasıdır.

Testin Anlamı: Vicat yumuşama sıcaklığı tayini, plastiklerin değişik türleri veya bir türünün değişik tipleri arasında, sıcaklıkla yumuşama özelliklerinin kıyaslanması açısından yararlı bir testtir.

ISIYLA DEFORMASYON TESTİ Deflection Temperature

Standard Test Numaraları: ISO 75, ASTM D 648-86, DIN 53411, TS 1400



Test Örneği:

5x1/2 in. x1/8 ile 1/2 in.
arasında kalınlıkta,
enjeksiyonla kalıplanmış
dikdörtgen prizmalarıdır.

Test örneklerinin standard
koşullarda kondisyonlanması
gerekmetedir.

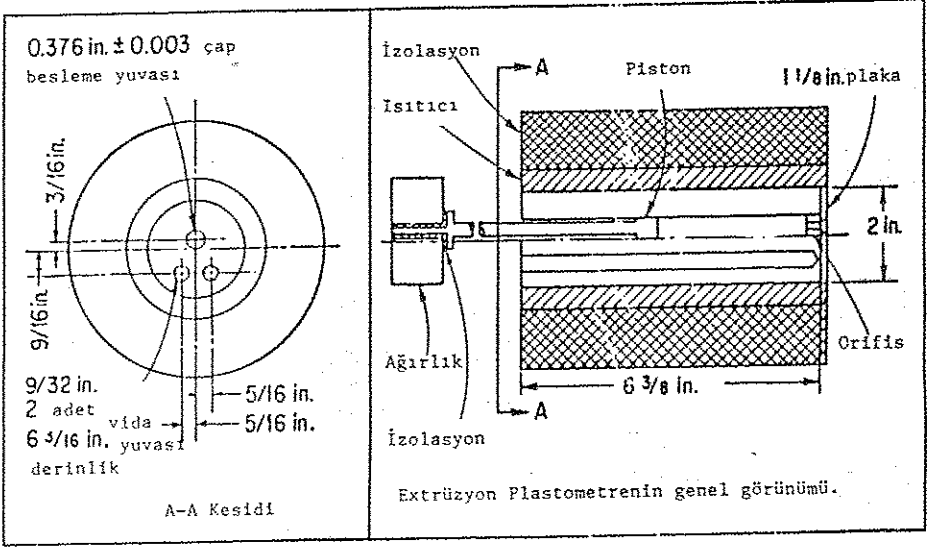
Testin Uygulanışı: Test örneği aralarındaki açıklık 4 in. olan desteklerin üzerine yerleştirilir. Test çubuğunun ortasına 66 veya 264 p.s.i. basınç uygulanır ve test kutusunun sıcaklığı dakikada $2 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ hızla arttırılır. Test çubuğunun orta yerinden 0.010 in. eğildiği sıcaklık, 66 (veya 264) p.s.i.'daki ısıyla deformasyon sıcaklığı olarak belirlenir.

Testin Anlamı: Bu test, uygulanan belirli bir yük altında, test örneğinin rastgele seçilen bir deformasyonu göstermesi için gerekli sıcaklığı belirlemektedir. Bu nedenle, belirli uygulamalar için ihtiyaç duyulan yüksek sıcaklık uygulama limitlerinin belirlenmesi için uygun değildir. Ancak, test şartlarında kıyaslamalar yapılabilmesi için yararlanılabilir. Ayrıca kontrol ve geliştirme çalışmalarında da yararlı olabilir.

EKSTRÜZYONLA AKMA HIZI, MELT INDEX

Flow Rate (melt index) by Extrusion plastometer

Standard Test Numaraları: ISO R 1133, ASTM D 1238-86, DIN 53735, BS 2782
(Part 7, 720 A) TS 1323 (TS 1675)



Test Örneği: Silindir besleme hunisinden cihaza beslenebilecek, toz, granül, şerit, film parçaları vs. gibi çeşitli şekillerde örnekler kullanılmaktadır. Plastik türüne göre kondisyonlama koşulları ayrıca belirtilmektedir.

Testin Uygulanışı: Şekilde gösterilen test sistemi, testin yapılacağı ve plastik cinsine göre değişen sıcaklığa ısıtılır. Örneğin, polietilen için bu sıcaklık 190°C'dir. Test örneği, ısıtılmış bölgede yer alan silindire doldurulur ve numune üzerinde yaklaşık 43.25 p.s.i. basınç yaratacak şekilde ağırlık taşıyan piston silindire sürülür. Beş dakika sonra silindirin sonundaki kapilerden ekstrude edilmekte olan örnek kesilip atılır. Aynı şekilde takibeden 1. dakikadaki ekstrude edilmiş olan örnek te kesilip atılır. Daha sonra, numunenin akma hızına (ekstrude olma hızına) göre, 1, 2, 3 veya 6. dakikalarda kapilerden çıkmış olan numune kesilerek tartılır ve Melt Index gr/10 dak. olarak hesaplanır.

Testin Anlamı: Bu test, plastik hammaddesi üreten firmaların, üretimlerinin uniform olmasını kontrol edebilmeleri açısından yararlı bir testtir. Bu testten elde edilen sonuçla, plastiğin işlenmesi sırasındaki akışkanlığı arasında doğrudan bir bağlantı bulunmamaktadır. Ancak, işleme sırasında hangi tür veya tip plastiğin daha akışkan olacağı konusunda bir kıyaslama yapmak mümkündür. Bu testle aslında ölçülen plastiğin ergimiş haldeki vizkozitesi veya "shear" hızıdır. Ayrıca, genel bir kural olarak akmaya direnci daha fazla olan plastik örneğinin molekül ağırlığı, daha az olan bir diğerine nazaran daha fazladır. Ekstrüzyon plastometresi diye adlandırılan test cihazından elde edilen "akış hızı", temel polimer özelliklerinden biri değildir. Bu, ampirik olarak tanımlanmış bir parametre olup, testi yapılan polimerin özelliklerinden, geniş ölçüde etkilenmektedir. Ergimiş haldeki polimerik maddelerin rekolojik özellikleri çok sayıda değişkene bağlıdır. Bu testteki değişkenlerin sayısı ve değerleri gerçek plastik işleme koşullarındakinden farklı olabileceğinden, elde edilen sonuçların da gerçek işleme koşullarıyla korelasyonu olmayabilir.

0.050 in.'den DAHA KALIN PLASTİKLERİN YANABİLİRLİK TESTİ (Flammability for materials thicker than 0.050 in.)

Standard Test Numaraları: ISO 1220, ASTM D 635-81, BS 2782 (Part 1 140 D, 140 E), TS 1066 (TS 1850)

Test Örneği: 1/2x5 in. x0.5-0.250 in. boyutlarında örnekler kullanılmaktadır. Aksi belirtilmedikçe örnekler oldukları gibi teste tabi tutulmaktadır.

Testin Uygulanışı: Test örneği, uzun kenarı yatay, bu kenarın karşısındaki kenarı ise yatayda 45°'lik bir açı teşkil edecek şekilde, halka şeklindeki bir desteğe yerleştirilir. Daha sonra test örneğin yatay kenarından 3/8 in. aşağıya, üzerine bunzen beki yerleştirilmek üzere uygun bir levha yerleştirilip sıkıştırılır. Bu levha üzerine, alevi test örneğinin alt kenarına değecek şekilde, yanmakta olan bir bunzen beki yerleştirilerek alevinin test örneğinin alt kenarıyla 30 sn. temas etmesi sağlanır ve 30 sn. sonunda bunzen beki test örneğinden uzaklaştırılır. Eğer test örneği yanmaya başlamazsa, bunzen beki alevi tekrar 30 sn. test örneğinin alt kenarına temas ettirilir.

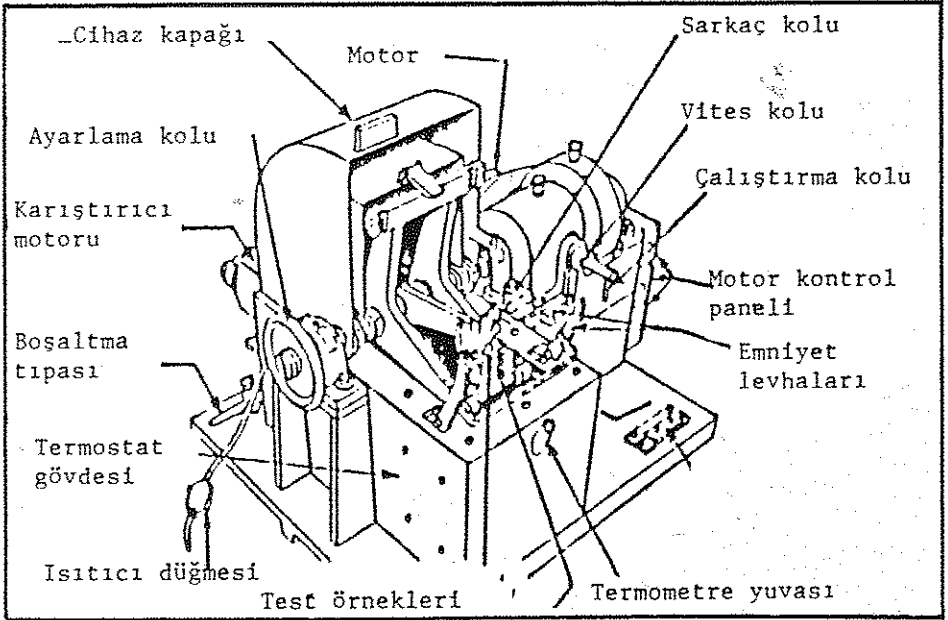
Testin Anlamı: Eğer test örneği yanmaya başlamazsa, plastik madde, bu teste göre "Yanmaz" olarak nitelendirilir. Test örneği yanmaya başlarsa, alt yüzeyden 4 in. yukarıya çizilmiş olan işarete kadar yanıp yanmadığı gözlenir. Eğer yanma 4 in. işaretinden önce durursa, plastik madde, bu teste göre, kendi kendine sönen (selfextinguishing) olarak sınıflandırılır ve yanmanın ilerlediği uzunluk, yanma mertebesi olarak rapor edilir. Eğer yanma 4 in. işaretine erişir veya onu geçerse, plastik madde yanabilir olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca, yanmanın eriştiği mesafe ve geçen zaman belirlenerek, in./dak. cinsinden yanma hızı da tesbit edilir.

KIRILGANLIK SICAKLIĞI TESTİ Brittleness Temperature

Standard Test Numaraları: ISO 974, ASTM D 746-79, BS 2782 (Part 1, 150 D), TS 1166

Test Örneği: Enjeksiyonla kalıplanmış 1/4 in. genişliğinde, 0.075 in. kalınlığında ve 1 1/4 in. uzunluğunda test örnekleri kullanılmaktadır. Örnekler standard koşullarda kondisyonlanmalıdır.

Testin Uygulanışı: Bir test örneği taşıyıcısına yerleştirilmiş olan örnekler, daha önceden kırılma eğilimi neden olacağı tahmin edilen sıcaklığa soğutulmuş olan test aletine yerleştirilir. Test örnekleri 3 dakika test aletinin içinde bekletildikten sonra, tüm örnekler aynı anda darbe uygulanır. Daha sonra örnekler dışarı alınarak darbenin etkisi incelenir. Kırılmalar, kısmi kırılmalar ve gözle görülen çatlaklar içeren örneklerin kırıldığı kabul edilir ve toplam örnekler göre yüzdesi belirlenir. Test, çeşitli yüzdelerde kırılan test örneği sonuçları veren değişik sıcaklıklarda tekrar edilir. Elde edilen bu sonuçlardan grafik veya hesaplama yöntemiyle test örneklerinin %50'sinin kırıldığı sıcaklık, bu test tarafından belirlenen kırılma sıcaklığı olarak rapor edilir.



Testin Anlamı: Bu testin, çeşitli plastiklerin düşük sıcaklıklardaki darbe dayanımı hakkında kısmen bir anlamı olabilmektedir. Test sonuçları, kullanılan test örneklerinin şekline ve uygulanan test koşullarına bağlı olduğundan, bu sonuçlar söz konusu şekil ve koşullar çerçevesinde geçerli olabilmekte bir başka şekildeki örnekler ve koşullar için korelasyon yapılamamaktadır. Ayrıca bu testle elde edilen kırılma sıcaklıkları testi yapılan plastiğin uygulamadaki en düşük kullanım sıcaklığını da belirleyememektedir. Bu test zaman zaman spesifikasyon testleri arasında yer alabilmektedir.

ŞEFFAF PLASTİKLERDE BULANIKLIK VE GEÇİRGENLİK TESTİ Haze and Luminous Transmittance of Thermoplastics

Standard Test Numaraları: ASTM D 1003-87, DIN 53490

Test Örneği: Şeffaf film ve levha halindeki mamul maddelerden hazırlanmış veya alt ve üst yüzeyleri birbirine paralel olacak bir biçimde kalıplanmış test örnekleri kullanılmaktadır. Çapı 2 in. olan disk şeklindeki örnekler tercih edilmektedir. Örneğin kondisyonlanmasına gerek duyulmamaktadır.

Testin Uygulanışı: Testte cihaz olarak bir bulanıklık ölçer (haze mater) kullanıldığı takdirde uygulama yöntemi A, bir spektrofotometre kullanıldığı takdirde uygulama yöntemi B kullanılmaktadır. Örnek üzerine gönderilerek örnekten geçen ışığın, 2.50° den daha fazla sapma gösteren miktarı, yüzde olarak belirlenerek bulanıklık olarak ifade edilmektedir. Örnekten geçen ışığın, örneğe gönderilen ışığa oranı ise, test örneğinin geçirgenliği olarak belirlenmektedir.

Testin Anlamı: İsminden de anlaşıldığı gibi bu test şeffaf veya geçirgenliği olan plastiklere uygulanmaktadır. Test sonuçları mutlak veriler olmaktan çok, kıyaslama amacıyla yararlı olabilmektedir. Ayrıca, hammadde üreticileri için, önemli bir kalite kontrol testi olarak da kullanılabilmektedir.

AÇIK HAVADA YAŞLANMA TESTİ

Outdoor weathering

Standard Test Numaraları: ASTM D 1435-85, DIN V 53386 (DIN V 53388), BS 2782 (Part 5, 550 A), ISO 4607

Test Örneği: Opak örneklerin en az bir yüzü düz olmalıdır. Şeffaf ve yarı şeffaf örneklerin en az iki yüzeyi birbirine paralel ve düz olmalıdır. Test örneği olacak parçanın en az 2 in. çapında olması gerekmektedir.

Testin Uygulanışı: Test örnekleri, 45° eğimle ve düz yüzeyleri güneye bakacak şekilde açık havadaki raflara yerleştirilir. Testin sonunda kıyaslama yapabilmek için, açık havaya bırakılan örneklerin eşleri, laboratuvar ortamında, bina içinde de muhafaza edilir. Elde edilen sonuçların kapsamlı olabilmesi için, açık havaya mümkün olduğu kadar çok örnek bırakılarak, çeşitli hava koşullarının ve iklim şartlarının örnekler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi tercih edilmektedir. Bu test sonunda, belirlenen özellik değişiklikleri yanında, örneklerin açık havada bırakıldığı bölge ve süresi de rapor edilmektedir.

Testin Anlamı: Bu test, açık havada kullanılacak plastiklerin bu nedenle ve ne ölçüde yaşlanacaklarının belirlenmesi için uygulanabilecek, en doğru sonuçları veren testtir. Ancak, en önemli darboğazı, anlamlı test sonuçlarının elde edilebilmesi için gerekli olan oldukça uzun test süreleridir. Ayrıca, belirli zaman aralıklarıyla alınarak ilgili testlerin yapılabilmesi ve zamanla özellik değişikliklerinin izlenebilmesi için çok sayıda test örneğine de ihtiyaç duyulmaktadır.

HIZLANDIRILMIŞ AÇIK HAVADA YAŞLANMA TESTİ

Accelerated Weathering

Standard Test Numaraları: ASTM G-23-81, DIN 53387, DIN V 53389, BS 2782 (Part 5, 551 A-552 A), ISO 4892 (ISO 877)

Test Örneği: 5x7x2 in. boyutlarına kadar, her boyutta ve şekilde test örnekleri kullanılabilir.

Testin Uygulanışı: Bu testte, test örneklerinin bulunduğu atmosferde, doğal koşullara kıyasla oldukça abartılmış, ancak benzeri koşullar yaratılmaya çalışılarak açık havada gerçekleştirilen yaşlanma testinin hızlandırılmasına çalışılmaktadır. Bu amaçla test örnekleri, suyla duşanırken veya duşlanmazken test kabinesinde bir program çerçevesinde periyodik olarak değiştirilen çeşitli sıcaklık, bağıl nem ve UV ışımalarının etkisi altında bırakılmaktadır. Testlerde uygulanan UV ışımalarının şiddeti, dolayısıyla kullanılan UV kaynağı; test edilen plastiğin türüne, öngörülen kullanım alanına, daha önceki test deneyimlerine ve elde edilmeye çalışılan bilginin türüne göre değişmektedir. Kapalı veya açık alevli karbon ark, veya su soğutmalı ksenon ark lambaları en yaygın kullanılan UV ışınım kaynaklarıdır.

İki farklı atmosferik koşul yaratabilen oniki civarında farklı test cihazı bu amaçla kullanılabilir. Bu koşullardan ilkinde, test süresince devamlı UV ışınımı ve kesikli duşlama işlemi uygulanmaktadır. Bu uygulamada, atmosferik koşullara yakın UV ışınımı/nem oranı yaratılabildiğinden, tercihen ve sıklıkla kullanılmaktadır.

Yaratılan ikinci atmosferik koşulda, zaman içinde değişen parametreler uygulanmaktadır. Test örneğinin zaman zaman değiştirildiği, %50 bağıl nemde 18 saat UV ışınması uygulandıktan sonra, test örneği, %95 bağıl nemde 6 saat karanlıkta bırakılarak bu işleme periyodik olarak devam edilmektedir.

Testin Anlamı: Atmosferik koşullar günden güne, yıldan yıla ve coğrafi bölgeden coğrafi bölgeye önemli değişiklikler gösterdiğinden, hızlandırılmış açık havada yaşlandırma testlerinin sonuçlarının, uygulama ve açık havada yaşlandırma testleri ile doğrudan bir bağlantısı bulunmamaktadır. Ancak, standard test koşullarında da gerçekleştirilen testler oldukça iyi tekrarlanabilir sonuçlar vermekte ve genel yargılar açısından açık havada yaşlandırma testleriyle paralellik sağlanabilmektedir. Söz konusu yargılar içinde şüphesiz daha önceden gerçekleştirilmiş açık havada yaşlandırma test sonuçlarına veya uygulama sonuçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle hızlandırılmış testlerin hiçbir zaman tam bir alternatif olmadığı rahatlıkla söylenebilir.

SU ABSORPSİYON TESTİ Water Absorption

Standard Test Numaraları: ASTM D 570-81, DIN 53495, BS 2782 (Part 4, 430 A-430 D), ISO 62, TS 702

Test Örneği: Kalıplamada kullanılan plastiklerde 1/8 in. kalınlığında 2 in. çapında disk şeklinde örnekler kullanılır. Levha halinde olan malzeme de, kalınlığı değişik olabilen 3 in. x 2 in. boyutlarında örnekler tercih edilmektedir.

Testin Uygulanışı: Test örnekleri 73.4 °F sıcaklıktaki suyun içine daldırılarak 24 saat veya daha fazla bekletilir. Sudan çıkarılan örnek temiz bir bez parçasıyla kurulanıp hemen tartılır. Ağırlığında kaydedilen artış yüzde su absorpsiyonu olarak hesaplanır. Suyu daldırıldığı zaman, içerdikleri suda çözünebilen maddeler nedeniyle kısmen ağırlıkta kaybeden, selülozik plastikler gibi türlerde, örnek sudan çıkarılıp kurulandıktan sonra tekrar kurutulup tartılır. İlk ve kurutulmuş ağırlık arasındaki fark suda çözünebilen maddeler olarak belirlenir.

Yüzde suda kazanılan ağırlık + yüzde çözünebilen maddeler = Yüzde su absorpsiyonu olarak rapor edilir.

Testin Anlamı: Çeşitli plastikler değişik miktarlarda su absorplıyabilmektedir. Absorplanmış olan su ise plastiklerin özelliklerini değişik açılardan etkilemektedir. Örneğin, elektrik özellikleri absorplanan su miktarıyla önemli ölçülerde kötüleşmektedir. Aynı şekilde su absorpladıkça boyutları değişen bir plastik türünde de bu özellik önem kazanmaktadır. Bu nedenle, belirli uygulamalar için kullanılacak plastik türlerinin belirlenmesinde su absorpsiyonu testi ve sonuçları sıklıkla kullanılmaktadır.

SPEŞİFİK GRAVİTE VE DENSİTE TAYİNİ TESTİ Specific Gravity and Density

Standard Test Numaraları: ASTM D 792-86, BS 2782 (620 A-620 D), ISO R 1183, TS 1310

Test Örneği: Metod A uygulandığı takdirde, levha, çubuk, tüp vs. gibi çeşitli şekillerdeki plastikler, Metod B uygulandığı takdirde ise kalıplama tozları, paletler, granüller,

vs. test örneği olarak kullanılabilir. Ancak ekstrude edilmiş ve kalıplanmış örnekler tercihen kullanılmaktadır. Kalıplanmış örnekler, 24 saat bekletildikten sonra test edilebilmektedir.

Testin Uygulanışı: İnce bir telle bağlanmış olan örnek tartılır. Daha sonra bu örnek suya daldırılarak su içinde iken tekrar tartılır. Havada ve sudaki ağırlık farklarından dansite kolaylıkla hesaplanır. Metod B uygulandığı takdirde, toz veya palet halindeki 5 gr. numune hacmi bilinen bir piknometreye tartılır ve 73.4 °F'de belirlenen hacim ve ağırlık değişikliğinden dansite hesaplanır. Metod B uygulanırken piknometre içinde hiç hava kalmamasına özen gösterilmelidir. Bu nedenle film halindeki numunelerin kullanılması halinde metodun, kalabilecek hava kabarcıklarından kaynaklanan belirli darboğazları bulunmaktadır.

Testin Anlamı: Dansite ve spesifik gravite plastiklerin fiyatları açısından ayrı bir öneme sahiptir. Ayrıca bu özellik gerek mamul gerekse işlenmiş madde üretiminde önemli bir kontrol parametresi olarak da kullanılmaktadır. Örneğin kalıplaması sırasında uygulanan koşullara, extrüzyon sonrasındaki ani soğutma işleminin süratine ve sıcaklığına bağlı olarak, Polietilen ve benzeri malzemenin dansitesinde önemli farklılıklar olabilmektedir.

Dansite ve spesifik gravite sıklıkla birbirinin yerine kullanılmaktadır. Ancak iki özellik arasında az da olsa bir fark bulunmaktadır. Dansite 73.4°F (23 °C)'de, birim hacim plastiğin ağırlığıdır. Spesifik gravite ise belirli hacimdeki plastiğin ağırlığının aynı hacimdeki suyun ağırlığına oranıdır. Bu nedenle spesifik gravite 23/23°C olarak ifade edilir. Dansite ile spesifik gravite arasındaki fark ise 23 °C'de suyun yoğunluğunun bir değil, birden biraz küçük olmasından kaynaklanmaktadır. Dansite ile spesifik gravite $D \text{ } 23 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ g/cm}^3 = \text{Spesifik gravite}, 23/23 \text{ } ^\circ\text{C} \times 0.99756$ eşitliği ile birbirine bağlıdır.

ELEKTRİK RESİSTANSI TESTİ

Test For Electrical Resistance

Standard Test Numaraları: ASTM D 257-83, ISO 1325, DIN 53482, TS 1403

Test Örneği: Test cihazına uygun levha, düz plaka veya tüp şeklindeki örnekler kullanılabilir.

Testin Uygulanışı: Testin yapılışında test örneğinin yüzeyine yerleştirilen veya batırılan elektrotlar'a belirli bir gerilim uygulanmaktadır. Test örneğinden geçen akımın miktarına göre de çeşitli özelliklere ait değerler hesaplanmaktadır. Bunlar, izolasyon rezistansı, hacimsal rezistivite, yüzeyel rezistivite, hacimsal rezistans ve yüzeyel rezistans-tır.

Testin Anlamı: Yalıtım amacıyla kullanılan plastiklerde mümkün olduğu kadar yüksek izolasyon rezistansı değerleri arzu edilmektedir. Yüzeyel ve hacimsal rezistivite değerlerinin bilinmesi, belirli uygulamalar için yalıtkanların tasarımına imkan vermektedir. Aynı şekilde bir plastik maddenin hacimsal ve yüzeyel rezistans değerleri ne kadar yüksekse, bir iletken maddeyi yalıtım amacıyla kullanıldığında o ölçüde az akım kaçakları olacaktır.

DİELEKTRİK SABİTİ VE SARFIYAT FAKTÖRÜ TESTİ

Dielectric Constant and Dissipation Factor

Standard Test Numaraları: ASTM D 150-81, ISO 1325, BS 903 (Part C₄ and C₃), DIN 53483, TS 1224

Test Örneği: Test cihazında kullanılabilecek boyutlarda levha şeklindeki test örnekleri kullanılmaktadır. Bu örneklerin kalınlığının üniform olması gerekmektedir.

Testler, sıcaklığı ve bağıl nem oranı tarif edilmiş standard laboratuvar koşullarında yapılmaktadır. Zaman zaman isteğe göre belirlenen özel koşullarda da test yapılabilir. Testin yapıldığı koşullar ne olursa olsun, test örneklerinin testin yapıldığı koşullarda daha önceden kondisyonlanması gerekmektedir.

Testin Uygulanışı: Test örneğinin karşılıklı iki yüzeyine elektrotlar yerleştirilir. Test cihazında yer alan dielektrik kopru devresinde, kıyaslama veya çıkarma yöntemleri uygulanarak, kapasitans ve dielektrik kayıp değerleri ölçülür. Bu ölçümler ve test örneğinin boyutları kullanılarak, dielektrik sabiti ve sarfiyat faktörü hesaplanır.

Testin Anlamı: Sarfiyat faktörü çeşitli şekillerde tarif edilmekle birlikte genel olarak gerçek gücün (fazda olan gücün) oranı olarak hesaplanmaktadır.

Dielektrik sabiti, belirli bir dielektrik madde ile yaratılmış bir konsansatörün (test yapılan örnek) kapasitesinin, dielektrik madde olarak hava kullanılması halinde elde edilen kapasite değerine oranıdır. Elektrik aletlerinin parçalarını birbirinden veya topraktan yalıtım için kullanılan malzemeler için dielektrik sabitinin mümkün olduğu kadar küçük olması arzu edilmektedir. Diğer taraftan dielektrik malzeme veya kapasitör olarak kullanılmak istenilen malzemelerde ise, dielektrik sabitinin yüksek olması arzu edilir.

DİELEKTRİK DAYANIMI TESTİ

Dielectric Strength

Standard Test Numaraları: ISO 1325, ASTM D 495-84, BS 2782 (Part 2, 220-221), (BS 903 Part C₃, C₄), TS 1397

Test Örneği: Test örnekleri alt ve üst yüzeyleri birbirine paralel ince tabaka veya levhalar şeklindedir. Dielektrik dayanımı, kullanılan örneklerin kalınlıklarına bağlı olduklarından, test sonuçlarıyla birlikte, test örneğinin kalınlığı da rapor edilmelidir.

Sıcaklık ve rutubet test sonuçlarını etkilediğinden, her plastik türünün, testten önce, spesifikasyonlarında belirtilen koşullarda kondisyonlanması gerekmektedir. Ayrıca testin, ya özel kondisyonlama kabinlerinde veya test örnekleri kondisyonlama kabininden alınır alınmaz hemen gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Testin Uygulanışı: Test örneği, elektrik akımının örneğe iletilmesini sağlayan, kalın silindirik şeklindeki princten yapılmış elektrotlar arasına yerleştirilir. Testin uygulamasında iki yöntem kullanılmaktadır.

1. Kısa süreli test: Bu testte, malzemeye uygulanan gerilim sıfırdan başlanarak, 0.5'le 1.0 kv/sn. arasında seçilen sabit bir hızla artırılır. Seçilecek hız testi yapılan plastik malzemenin spesifikasyonunda belirtilmiş olmalıdır. Belirli hızda gerilim artırılışına, malzeme kendini bıraktığı ana kadar devam edilir. Bu an, test sisteminde yer alan göstergelerde izlenen, malzemeden ani olarak büyük miktarlarda akımın geçtiği veya gözle gözlenen, malzemede hasar meydana geldiği andır.

2. Adım-Adım uygulanan test: Malzemeye ilk uygulanan gerilim, kısa süreli testte belirlenen, malzemenin kendini bıraktığı gerilimin %50'sidir. Daha sonra voltaj malzemenin spesifikasyonunda belirtilen belirli bir hızla artırılarak, malzemenin kendini bıraktığı voltaj tesbit edilir.

Genel olarak testin, malzemenin gerçekte kullanılacağı ortamda yapılması tercih edilmektedir. Dolayısı ile ortam, hava, belirli gazlar veya yağlar olabilmektedir. Eğer malzemenin gerçekte kullanılacağı ortam belli değilse, testin hava ortamında yapılması tercih edilmektedir veya varsa, plastik cinsine göre ilgili standard da belirtilen ortam kullanılmalıdır. Malzemenin kendini bıraktığı voltaj değeri çok yüksek olan örneklerde testin yağ içinde yapılması uygun olmaktadır. Bu takdirde, kaliteli ve temiz bir stansformatör yağının kullanıldığı uygun ebatlı bir yağ banyosuna ihtiyaç duyulacaktır.

Testin Anlamı: Bu testin sonuçları, testi yapılan plastik malzemenin, yalıtkan malzeme olarak dielektrik gücünü göstermektedir. Elektriksel açıdan belirlenen bu özellik, bir açıdan mekanik özelliklerden gerilme dayanımına karşı gelmektedir denebilir. Bu testin de sonuçları, yapıldığı belirlenmiş koşullarda geçerli olup, uygulama ile doğrudan bir bağlantısı bulunmamaktadır. Bu nedenle sonuçlar mutlak olmaktan çok, kıyaslamalar yapılabilmesine imkan vermeleri açısından önem arz etmektedir.

TEST ÖRNEKLERİNİN KONDİSYONLANMASI TESTİ Conditioning Procedures

Standard Test Numaraları: ISO 291, ASTM D 618-81, DIN 50005, TS 720

Test Örnekleri: Test öncesi standard koşullarda kondisyonlama gerektiren, yukarıda belirtilen veya benzerleri standard tesitlerde kullanılan çeşitli örnekler.

Testin Uygulanışı: Testin uygulanışında değişik yöntemler uygulanmaktadır. En yaygın kullanılan yöntem A'dır.

Yöntem A'ya göre, ± 2 bağıl nemi bulunan 73.4 ± 1.8 °F sıcaklıktaki test ortamında 0.25 in. veya daha ince örnekler 40 saat, 0.25 in. den daha kalın örnekler ise 88 saat bekletilerek kondisyonlandırılırlar. Bu işlem sırasında, tüm örneklerin etrafında iyi bir hava akımı sağlanmalıdır.

Testin Anlamı: Plastiklerin mekanik ve elektrik özellikleri, sıcaklığa ve neme bağlı olarak değişmektedir. Değişik zamanlarda kıyaslanabilir sonuçlar elde etmek ve laboratuvarlar arası uyumu sağlamak amacıyla bu standard'a ihtiyaç duyulmuştur.

Yöntem A'nın yanında, daha yüksek veya düşük sıcaklık ve nemde kondisyonlama yapılmasına olanak verecek diğer bazı kondisyonlama yöntemleri de ilgili standardlarda verilmiştir.

TABLO-1

PLASTİKLERE UYGULANAN BELLİ BAŞLI TESTLER

Özellik	ASTM		Etki Eden Faktörler
	Test Numarası		
— Sıkıştırılma (Compressive)	D — 695		A, B, C, H, J
	D — 3410		
— Dinamik Mekanik (Dynamic Mechanical)	D — 2236		A, C, H, J, K
	D — 4065		
— "Creep" (Creep)	D — 2990		A, C, H, J, M
	D — 621		
— Yorulma (Fatigue)	D — 671		A, B, C, D, H, J, K, M
	D — 3479		
— Esneme (flexural)	D — 790		A, B, C, H, J
	D — 747		
— Darbe dayanımı (impact) (Ağırlık düşürülerek) (Falling weight)	D — 1709		A, B, C, D, E, H, J, N
	D — 2444		
	D — 3029		
	D — 3420		
— İzod darbe dayanımı (İzod impact)	D — 256		A, C, D, E, H, J
— Gerilme (Tensile)	D — 638		A, C, H, J, M
	D — 882		A, B, C, H, J
	D — 1180		
	D — 3039		
	D — 1708		A, B, C, E, H, J
— Aşınma (Abrasion, Armstrong)	D — 1242		A, C, F, G, H, J, L, M
(Abrasion, folling Carborandum)	D — 673		A, C, F, G, H, I, J, L, M
(Abrasion, taber)	D — 1044		A, C, F, G, H, I, J, L, M
— Kendisine veya başka bir yüzeye sürtünme (Friction against self or other surface)	D — 1894		A, C, F, G, H, I, J, L, M, N
	D — 3028		
— Sertlik (Indentation Hardness, Borcol (Indentation Hardness) Rockwell	D — 2583		A, C, F, H, J, N
	D — 785		A, C, F, H, J, M, N
— AA dielektrik sabiti (AC dielectric constant and loss factor)	D — 150		A, C, H, J, L
	D — 669		
	D — 1531		
	D — 1673		
	D — 2520		
	D — 3380		

TABLO-1 (devam)
PLASTIKLERE UYGULANAN BELLİ BAŞLI TESTLER

Özellik	ASTM		Etki Eden Faktörler
	Test Numarası		
— DA resistivity (DC resistivity surface and volume)	D -- 257		A, C, H, J, L, M, N
— Dilektrik gücü (Dielectric breakdown strength)	D -- 149		A, B, C, D, E, H, J, K, M, N
	D -- 3426		
	D -- 3755		
— Elektrostatik yük (Electrostatic charge)	D -- 3756		A, C, D, F, G, H, I, J, L, M, N
	D -- 2679		
— Kırılgenlik sıcaklığı (Brittleness temperature)	D -- 746		B, C, D, E, H, I, J, N
— Yanma, yatay (Burning, horizontal)	D -- 1790		A, C, D, E, H, I, J
	D -- 635		
— Yanma, dikey (Burning, vertical)	D -- 757		
— Oksijen İndeksi (Oxygen Index)	D -- 2863		A, C, D, E, J, N
— Duman yoğunluğu (Smoke density)	D -- 2843		C, D, E, M
— Isıl Geçirgenlik (Thermal Conductivity)	C -- 177		A, C, H
— Isıl Genleşme (Thermal Expansion)	D -- 696		A, H, J
	D -- 864		
	E -- 289		
	E -- 831		
	D -- 3418		C, H, J
— Geçiş Sıcaklıkları (Transition temperatures)	D -- 4065		
	E -- 286		
	E -- 831		
	C -- 351		A, C, H
	D -- 3418		
— Renk (Color)	D -- 1525		D, F, H, J, N
	E -- 308		K
	D -- 523		E, H, J, L, N
— Parlaklık (Gloss)	D -- 2457		
	E -- 179		

TABLO-1 (devam)
PLASTİKLERE UYGULANAN BELLİ BAŞLI TESTLER

Özellik	ASTM	
	Test Numarası	Etki Eden Faktörler
— Işık geçirgenliği ve bulanıklık (Transparency and haze)	D — 1003 D — 1494 D — 1746 D — 179	E, F, H, J, L, N
— Refraktif Index (Refractive Index)	D — 542	A, K, N
— Gaz geçirgenlik hızı (Gas transmission rate)	D — 1434 D — 3985	A, C, D, F, H, J, M
— Su buharı geçirgenlik hızı (Water vapor transmission rate)	E — 96 E — 398	A, C, D, F, H, J
— Su absorpsiyonu (water absorption)	D — 570	A, D, E, F, J, M
— Spesifik gravite ve yoğunluk (specific gravity and density)	D — 792 D — 1505	A, C, G, H, J

Etki Eden Faktörler:

A Sıcaklık	H Kalıplama koşulları
B Yükleme hızı	I Kötü tekrarlanabilirlik
C Nem düzeyi	J Çevresel koşullara maruz kalma
D Test örneğinin boyutları	K Frekans
E Test örneğinin şekli	L Yüzeyin veya birlikte kullanılan malzemenin kalitesi
F Basınç	M Test süresi
G Yüzey hızı	N Test cihazı

BÖLÜM VI

PLASTİKLER

Şevki KESKİN

1. STİREN ESASLI PLASTİKLER

1.1 AKRILONİTRİL – BÜTADİEN – STİREN (ABS)

Üstün ve dengeli özellikleri nedeni ile giderek daha fazla kullanım alanı bulan ABS, Akrilonitril, Bütadien ve Stiren'den oluşan bir terpolimerdir ve bu polimerlerin oranlarında oynamalar yapılarak ABS'in özelliklerini belli ölçülerde değiştirmek mümkün olabilmektedir.

ABS amorf termoplastikler sınıfındadır ve -45°C ile $+90^{\circ}\text{C}$ arasında sürekli olarak kullanılmaktadır, ancak bu sıcaklığın üzerinde de sertliğini ve sağlamlığını korumaya devam eder. ABS'in en önemli özelliği, bilhassa 5°C ve altındaki çok yüksek darbe dayanımıdır. Diğer önemli özellikleri yüksek kimyasal dayanım, gıda ile temas edebilme, kolayca işlenebilme ve birleştirilebilme, yüksek dielektrik dayanım ve şekil verilebilmedir.

ABS'in en çok kullanıldığı alan boru yapımıdır. Doğal gaz dağıtım şebekesinde, petrol taşıma borularında, su, atık tahliye ve tuzlu su borularında, dreynlerde kullanılan ABS pürüzsüz bir yüzeye sahip olması ve kolayca renklendirilebilmesi nedeni ile telefondan elektrik süpürgesine, bavuldan emniyet şapkasına birçok yerde kullanılmaktadır. Ayrıca amorf yapısı nedeni ile sıcaklıkla sertliğinin değişmemesi muhtelif mutfak eşyası ve saç kurutma makinası gibi, çeşitli kullanım malzemesinin yapımında ABS'i rakipsiz bırakmıştır.

ABS ekstrüzyon, enjeksiyon, vakum yada şişirme yöntemleri ile şekillendirilebilir. Ekstrüzyon sırasında L/D oranı 24:1, sıkıştırma oranı 2:1 olan burgular kullanılır. Sıcaklık $200-240^{\circ}\text{C}$ arasındadır.

1.2 POLİSTİREN (PS)

1839'da Berlin'de Simon adlı bir eczacı hava ve ışık ortamında stirenin polimerleştiğini tespit etmişti. 1845'de 200°C 'ta sadece 1 saatte bu polimerizasyon başarılabiliyordu. 1920'de bugün kullanılan üretim yöntemi bulundu ve 1932'de PS fabrikası IGFI bünyesinde üretime başladı.

Polimerizasyon; kütle, çözelti, emülsiyon ya da süspansiyon yöntemi ile sağlanabilmektedir. Elde edilen ürünün fiziksel ve kimyasal özellikleri içindeki fenil grubu ile bağlıdır.

Polistiren klasik enjeksiyon malzemesidir; ancak levha, profil, yassı ya da tüp film üretimi ekstrüzyonla yapılmaktadır. Dielektrik dayanımı çok yüksek olan PS'den ambalajdan mutfak eşyasına, oyuncaktan alçak gerilim elektronik sektörüne kadar bir çok alanda yararlanılmaktadır.

2. ETİLEN POLİMERLERİ

2.1 LDPE (Alçak yoğunluklu Polietilen)

1933 Mart'ında ICI Laboratuvarlarında yapılan bir deney sırasında yüksek basınç altında ve benzaldehitin mevcut olduğu bir ortamda etilenin polimerleşerek polietilene dönüştüğü görüldü. Bu dönemde yapılan gözlemler polimerleşme için bir katalizörün mevcudiyetinin şart olduğunu gösterdi. Bugün LDPE yaklaşık 1600 atmosfer basınç altında ve 200 °C'in üzerindeki sıcaklıklarda tüp reaktörlerde elde edilmektedir. YYPE'e göre molekül yapısında çok daha fazla dallanma olan AYPE bu nedenle daha düşük bir kristallliğe sahiptir. Bu nedenle de sertliği ve dayanıklılığı daha düşük, kimyasal dayanımı sınırlıdır. Buna karşılık darbe dayanımı daha yüksektir. -40 ile + 70 °C arasında kullanılabilen AYPE'in yoğunluğu 0,918- 0,928 arasında değişmektedir.

Tüm plastik İşleme teknikleri ile işlenebilen AYPE'in en büyük kullanımı filmidir ve üretilen tüm AYPE'in % 50'den fazlası film imalinde kullanılmaktadır.

2.2 LLDPE (Alçak yoğunluklu lineer polietilen)

LLDPE malzeme etilen-alfa olefin kopolimerlerine verilen genel bir isimdir. Bu malzeme LDPE'e göre çok daha düşük basınçlarda üretilebildiği için üretim maliyetlerinde önemli düşüşler sağlamak mümkün olabilmıştır. Yoğunluğu 0,925-0,945 arasında değişen LLDPE özellikle sağlamlığı nedeni ile, film üretiminde (LLDPE'den daha az miktarda kullanılmasının yeterli olmasından ötürü ekonomik olduğundan) giderek daha fazla kullanılmaktadır.

LDPE'in oldukça yeni bir ürün olmasına rağmen kendine bir çok pazar bulması ve geçmişte LDPE veya HDPE'le yapılan birçok malzemede kullanılmaya başlaması geleceğinin parlak olduğunu gösteriyor. 1987 yılındaki üretimi 1986'ya göre % 20 artış gösteren LLDPE bilinen tüm plastik işleme metodları ile işlenebildiğinden kullanımının 1988'de daha da artması bekleniyor.

2.3 HDPE

Ziegler katalizörünün kullanılması sayesinde çok düşük basınçlarda polietilene polimerleştirmek mümkün olabilmiş ve 1953'te ilk HDPE üretimi gerçekleştirilmiştir. 1954'te Hoechst HDPE fabrikası üretime başlamıştır. Bugün hekzan ortamında tranzisyon metal katalizörü kullanılarak yapılan üretimlerde reaktör basıncını 30 kg/cm²'ye sistemin geri kalan bölümlerinde ise 2 kg/cm²'nin altına düşürmek mümkün olabilmıştır. Gaz fazında yapılan bir diğer üretim tekniğinde ise reaktör basıncı 20 kg/cm²'ye düşürülmüş ancak sıcaklık 105°C'ye çıkartılarak sonuç alınmıştır.

HDPE -80 °C'de bile yüksek darbe dayanımına sahip, sterilize edilebilen ve yük omadığında 80 °C'ye kadar rahatlıkla kullanılabilen bir malzemedir.

HDPE özellikle enjeksiyon preslerinde işlenir. Enjeksiyona çok uygundur. Zira 100 °C'nin üzerinde çok geniş bir işleme sıcaklık aralığına sahiptir; ancak çıkan parçalar şekillerine göre her iki yönde de değişik çekme oranlarına sahip olduklarından kalıp tasarımının uygun yapılması gerekir.

Ekstrüzyon şişirme yöntemi HDPE için çok uygun olduğundan çok ufak şişelerden binlerce litrelik tanklara kadar her türlü kap imali oldukça yaygındır. Doğal gaz boruları da bir başka kullanım alanıdır. Yer altında ömrünün elli yıldan fazla olacağı tahmin edilmektedir.

2.4 ULTRA YÜKSEK MOLEKÜL AĞIRLIKLIL POLİETİLEN (UHMW-PE)

UHMW-PE, çok yüksek molekül ağırlığına sahip lineer bir polietilendir. Ortalama molekül ağırlığı $3,5-6,0 \times 10^6$ arasındadır. Bu yapısından dolayı UHMW-PE mamullerin geniş sıcaklık aralığında, darbeye ve aşınmaya karşı dayanımı diğer plastiklerden çok daha yüksektir.

Özelliklerinin bazıları:

- Çok yüksek darbe dayanımı
- Çok yüksek aşınma direnci
- Düşük sürtünme katsayısı
- Kendinden yağlama, kayganlık
- Yüksek kimyasal dayanım
- Su ve iklim koşullarına tam dayanım
- Geniş çalışma sıcaklığı aralığı
- Titreşimleri azaltma ve sessiz çalışma
- Mükemmel elektriksel yalıtım
- Metal veya ağaç işleme tezgahlarında kolay işlenebilme
- Çok düşük özgül ağırlığı nedeni ile ekonomik olma
- İnsan sağlığı açısından zararsız olma

UHMW-PE'in en önemli özellikleri üstün aşınma direnci ve darbe dayanımıdır. Kum, toz ve benzeri aşındırıcı malzemelerin bulunduğu ortamlarda, aşınma dayanımının çelikten daha fazla olması nedeni ile birçok uygulamada bu malzemenin yerini almıştır.

KULLANIM ALANLARI

1) Kağıt Sanayii

UHMW-PE mükemmel aşınma ve darbe dayanımı, düşük sürtünme katsayısı, su emme özelliği ve yüksek kimyasal dayanımı nedeni ile özellikle kağıt hamurunun suyunun ayrılmasında kullanılır. Kendisi aşınmadığı gibi üzerinde süratle hareket eden tel filtrenin ömrünü artırır. Bu nedenlerden ötürü, kağıt sektöründe vakum kasası, örtüsü, hidrofolyo kasası, vakafoil sınırlama plakaları ve benzeri uygulamalarda başarı ile kullanılmaktadır.

2) Tekstil Sanayii

Eski uygulamalarda deri, ağaç veya bezli kauçuktan yapılmış olan birçok tekstil makina parçası günümüzde, darbe ve aşınma dayanımının üstün olması nedeni ile UHMW-PE'den yapılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan parçaların bazıları şunlardır: Silindir, mekik, masura, darbe, çubukları, çekic kutuları, dişli, burç, bant, take başlığı, take bağlayıcıları ve koruyucuları.

3) Makina ve Konstrüksiyon

Çeşitli makinaların aşınma, darbe ve korozyona maruz kalan parça ve kısımları için tercih edilen UHMW-PE genellikle kızak, kızak ayağı, sürtünme plakaları, kılavuz plakaları, raylar, yataklar, dişli çarklar, kayar mesnetler, salmastra, conta ve benzeri sızdırmazlık elemanları yapımında kullanılır.

4) Kömür ve Madencilik

UHMW-PE, aşınma ve darbe direncinin yüksek olması, su tutma ve yapışmama özellikleri nedeni ile büyük kömür işletmelerinde, gerek açık ocak, gerekse yeraltı çalışmalarında veya depolama sırasında nemli kömür tozları, camur vs.nin bunker, tank, silo duvarlarına yapışmasını ve aşındırmasını önlemekte fevkalade geniş bir uygulama alanına sahiptir.

UHMW-PE siloların, kok taşıma oluklarının, her türlü nemli, aşındırıcı ve yapışkan malzeme taşıyan vagonların kaplanması, filtre artıklarının sıyırılmasında, hava filtrelerinde kömür tozlarının tutulmasında, aşınma plakaları imalatında, yatak ve burçlarda kullanılabilir.

5) Kimya Sanayii

UHMW-PE, üstün mekanik özelliklerinin yanısıra asit, alkali, tuz çözeltileri ve birçok solventten etkilenmemesi nedenleri ile kimya sanayiinde geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Kimya ünitelerindeki aşınma ve korozyona maruz kalan birçok parçanın yanısıra pompa, vana, diyafram, conta, salmastra, filtre kapağı ve kafesi, körük, silindir, aşınma plakaları ve döner filtre parçalarının yapımında kullanılmaktadır.

6) Gıda Sanayii ve Paketleme

Tabii renkteki UHMW-PE yalnızca lineer hidrokarbonlardan meydana geldiği için gıda maddeleri ile temasında hiçbir sakınca yoktur. (BGA ve FDA tarafından onaylanmıştır).

Bıçakları körletmemesi, sıcak suyla kolayca temizlenebilmesi ve deterjanlardan etkilenmemesinden ötürü evlerde, kasaplarda, lokantalarda, et, balık ve peynir sanayiinde kesme masası olarak kullanılır.

Ayrıca sessiz çalışması, yağlama gerektirmemesi, asidik ortamlara dayanıklı olması ve yukarıda belirtilen özellikleri nedeni ile konserve, meşrubat ve süt sanayilerinde zincir yatakları, aşınma parçaları, konveyör vidaları, yıldız çarklı taşıyıcılar, kılavuz silindirler, şişe dolum ve ölçü makinalarının parçaları, burgulu taşıyıcılar olarak kullanılır.

7) Diğer Kullanım Alanları

UHMW-PE, elektriksel özelliklerinin iyi olması, düşük dielektrik kayıp faktörüne sahip olması, çok yüksek frekanslarda bu faktörün sabit olması nedeni ile yüksek ve çok yüksek frekans aralığında izolatör elemanları üretiminde kullanılır. Bunlar arasında fişler, çeşitli teçhizat, izolasyon parçaları, bağlantı parçaları, klemens, devre kesicileri, kablo tutucuları ve kıvılcım önleyici elemanlar yer almaktadır.

UHMW-PE ayrıca düşük sıcaklıklarda da teknik özelliklerini koruduğundan soğukta çalışan pompa, segman, conta, vana, makara ve ray yapımında; kayganlık ve aşınmama özellikleri nedeni ile kayak tabanlarından, bowling kulvarlarına kadar birçok spor amaçlı uygulamada; takma kol, bacak ve diğer cerrahi uygulamalarda başarı ile kullanılmaktadır.

3. POLİAMİDLER

3.1 POLİAMİD -6

PA- 6 molekül ağırlığı 80000-100000 arasında değişen yüksek kristaliniteye

sahip, nem aktivitesi düşük, döküm yöntemi ile de imal edilebilen sentetik bir termoplastik olup, Naylon türlerinin içinde mekanik ve fiziksel özellikleri açısından en iyi olanıdır.

PA-6 molekül ağırlığı ve yapısından dolayı darbe dayanımı yüksek olup, aşınma ve darbe dayanımının çok yüksek, nem aktivitesinin düşük olması gereken uygulamalarda tercih edilir.

PA-6 mamul r yatak, dişli, aşınma plakaları yatak, birleştirme parçaları, silindirler vb. parçaların yapımına uygun olup, pirinç, bronz, çelik, paslanmaz çelik yerine gereken durumlarda tercih edilir.

Düşük ve normal kayma hızlarında, toz, kum ve benzeri bulunan aşındırıcı ortamlarda bu plastiğin çalışma ömrü, döküm, demir, bronz ve çelikten 2-10 kat daha fazladır.

PA-6 zayıf asidik ve bazik kimyasallara ve organik çözücülere dayanıklıdır.

MEKANİK İŞLEME

PA-6 yarı mamul olarak, levha kütük şeklinde temin edilebilir. Normal tahta, metal tezgahlarda kolaylıkla işlenebilir.

Tornada işlenirken yüksek devir kullanılması (minimum 150 m/dak.) ile temiz ve pürüzsüz yüzey elde etmek mümkündür. Bıçaklar keskin ve işleme uygun olmalıdır.

Keskin spiral uçları kullanılarak kolaylıkla delinebilir. Uç açısı 115° ve helis açısı $10-20^{\circ}$ olan matkap uçlarının kullanılması tavsiye edilir.

Yumuşak metaller için kullanılan standart freze bıçakları PA-6 işlemek için yeterlidir. Özel kesicilerle temiz yüzeyler elde etmek mümkündür. Tüm bıçakların çok keskin olmasına özen gösterilmelidir.

GENEL UYGULAMA ALANLARI

PA-6, sert ve sağlam bir malzeme olması nedeniyle birçok sanayi dalına hizmet vermektedir.

Bunlar;

- Makine konstrüksiyonu
- Elle ve mekanik taşıma
- İnşaat makinaları
- Paketleme ve doldurma üniteleri
- Tekstil makinaları
- Gemi imalatı
- Otomotiv sanayii
- Madencilik
- Gıda sanayii
- Tıbbi cihazlar vb.

Bu sanayi kollarında çeşitli silindirler, ip gericiiler, ip olukları, kılavuz ve burç yataklar, yatak segmanları, sevk yataklar, kayar bloklar ve plakalar, aşınma şeritleri, koruma şeritleri, mil dirsekleri, konik ve normal dişli çarklar, helezon dişlisi, vana yatakları, kesme ve basma plakları, seramik ve beton kalıplar ve benzer birçok eleman olarak kullanılırlar.

TİPİK UYGULAMA

- Silindirler (Rollers)
 - Guide Rollers (Kılavuz Silindirler)
 - Supporting Rollers (Destek Silindirleri)
 - Straightening Rollers (Düzeltilme Silindirleri)
 - Diabolic Rollers (Düzeltilme Silindirleri)
 - Crane Rollers (Vinç Silindirleri)
 - Conveyor Rollers (Taşıyıcı Silindirleri)
 - Butt Chain Rollers (Zincir Silindirleri)
 - Take Up Rollers (Germe Silindirleri)
 - Glazing Rollers (Sırlama Silindirleri)
 - Pressure Rollers (Baskı Silindirleri)
- Rope Tensioner (İp gericiler)
- Rope Sheaves (İp olukları)
- Sheave (Oluk)
- Bearing Bushes (Burç yatakları)
- Guide Bushes (Kılavuz Yataklar)
- Tyres for Rolls (Silindir çemberi)
- Bearing Blocks (Yatak Blokları)
- Sliding Blocks (Kayar bloklar)
- Wear strips (Aşınma şeritleri)
- Sliding Plates (Kayar plakalar)
- Guides (Sevk yatakları)
- Protection Strips (Koruma şeritleri)
- Cams (Mil dirsekleri)
- Gear Rocks (Dişliler)
- Bevel Gears (Konik dişli çarklar)
- Worms (Helezon dişlisi, Helezonik boru)
- Chain Sprockets (Zincir dişlisi)
- Dosing Wheels (Ölçüm çarkları)
- Bottle Infeed Stars (Şişe dolum yıldızları)
- Conveyor Screws (Konveyör Vidaları)
- Curved Guides (Eğimli yataklar)
- Sealing Rings (Salmastra)
- Valve Seats (Vana yatakları)
- Compressor Liners (Kompresör kılıfı)
- Cutting and Stamping Plates (Kesme ve basma plakaları)
- Moulds for Concrete and Ceramic (Seramik ve beton kalıpları)

3.2 POLİAMİD — 6.6

Ticari olarak bulunabilen tüm poliamid plastikler içinde en dayanıklısı olarak bilinen PA-66 en yüksek erime noktasına sahip olanıdır. 264 °C'ta eriyen PA-66'nın sürekli kullanım sıcaklığı 120 °C'dir. Yarı kristal bir yapıya sahip olması nedeni ile PA-66'dan yapılan parçaların bazı bölümleri kristal bir yapı arz ederken diğer bölümlerinde amorf bir yapı gözlenmektedir. İmalat şartları değiştirilerek kristal miktarı artırılıp azaltılabilir, böylece mekanik özellikleri değiştirilebilir. Su emme özelliğinden dolayı üretim sırasında dikkatli olunması gereklidir; ancak daha sonra bitmiş parçaların su emmesi sağlanırsa basma dayanımlarının artacağı görülür. Parça suyu havanın neminden elde

edebilir; ancak bu çok yavaş bir prosestir ve genellikle 60 °C'taki sıcak suya daldırarak işlem hızlandırılabilir.

PA-66 çok yüksek eğilme ve çekme dayanımına ve yüksek darbe dayanımına, düşük sürtünme katsayısına sahiptir ve yük altında çabışmaya en uygun malzemelerden biridir.

Alkalilere ve birçok organik solvante dayanıklı olan PA-66 özellikle yüksek sıcaklıklarda kuvvetli asitlere hiç dayanıklı değildir.

PA-66, su buharı haricinde, birçok gazı karşı çok düşük geçirgenliğe sahip olduğu için zaman zaman gaz geçişini engelleme amacıyla da kullanılmaktadır.

80 °C'ta oksijen ortamında tüm poliamidler zaman içinde kırılğan hale gelirler. Aynı etkiye UV ışınları da neden olabilmektedir. Bu problemi gidermek için cam elyafı ya da UV stabilizatörlü tipleri kullanılmaktadır.

Enjeksiyon ya da ekstrüzyon preslerinde işlenebilen PA-66, kristal miktarını arttırmak için daha sonra, genellikle 150-180 °C'taki mineral yağ içinde belirli bir süre tavllanır. Bu tavlama sonucunda yüzey sertliği, aşınma dayanımı ve boyutsal kararlılık artar.

Burgulu enjeksiyon presinde kolaylıkla işlenebilir. Tavsiye edilen sıcaklıklar silindiri için 256-300 °C, kalıp için 60-80 °C ve burgu hızı olarak da 50-200 devir/dak.dır.

Ekstrüzyon için ise besleyiciden kafaya kadar 250-280 °C'lık bir profil tavsiye edilmektedir.

3.3. PA 11 ve PA 12

Ticari olarak bütiksel yağlardan üretilen PA 11 ile bütadienin polimerizasyonu sonucu elde edilen PA 12 birbirlerine, kimyasal yapıları ve dolayısı ile özellikleri açısından çok benzemektedirler. PA 11 ve PA 12, poliamidlere özgü darbe, mekanik aşınma ve kimyasal dayanıma sahip olmanın yanı sıra çok az su emmeleri ile diğer poliamidlerden farklılık gösterirler.

Bilinen tüm plastik işleme tekniklerinin yanı sıra daldırarak kaplama yöntemi ile de kullanılabilen PA 11 ve PA 12 özellikle kılıflamada çok büyük bir kullanım alanı bulmuşlardır. Ayrıca elektrikten otomotive, mekanikten inşaatla birçok alanda başarıyla kullanılmaktadırlar.

4. FLOROPLASTİKLER

1938 yılı 6 Nisan'ında DUPONT laboratuvarlarında yürütölmekte olan soğutucu gazlarla ilgili bir çalışıma sırasında tesadüfen bulunan politetrafloroetilen (PTFE) ile floroplastik çağı başlamıştır. Başka hiçbir plastik malzemenin bir arada sahip olamadığı kimyasal direnç, nem ve ortam şartlarından etkilenmeme, esneklik, geniş çalışıma sıcaklığı aralığı, düşük sürtünme katsayısı, yapışmayan yüzey ve üstün dielektrik özelliklere sahip olan floroplastikler kısa sürede tüm sektörlerin gözdesi haline gelmişler ve insan vücudundan uzaya kadar her alanda giderek artan bir kullanıma ulaşmışlardır. Polimer kimyasındaki gelişmeler nedeni ile sayıları yediye ulaşan ve ticari açıdan büyük bir öneme sahip bu plastik ailesinin ortak özelliğı yapılarındaki karbon flor bağının özelliğı ile yüksek kimyasal dayanım ve geniş çalışıma sıcaklığı aralığına sahip olmalarıdır. Bu plastiklerin karşılaştırmalı özellikleri Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. FLOROKARBONLARIN ÖZELLİKLERİ

ÖZELLİKLER	PTFE	ECTFE	ETFE	FEP	PFA	PVDF	CTFE
YOĞUNLUK gr/cm ³	2.16	1.68	1.70	2.14	2.15	1.77	2.13
ÇEKME DAYANIMI kg/cm ²	135-440	400-475	440	180-210	270-300	300-420	270-400
KOPMA UZAMASI %	200-400	200-300	100-400	250-330	300	100-300	80-250
ERİME NOKTASI °C	327	240	270	275	310	170	210
SERTLİK SHORE D	50-60	75	75	55	64	75	78
SÜREKLİ KULLANIM SICAKLIĞI °C	270	175	180	205	260	130	200
DEFORMASYON SICAKLIĞI °C (18 Kg/cm ²)	50	75	70	—	—	115	70
DEFORMASYON SICAKLIĞI °C (5 Kg/cm ²)	120	115	105	70	75	150	125
İZOD DARBE DAYANIMI kg.cm/cm	16	—	—	—	—	20	16
KİMYASAL DAYANIM*	1	2	3	1	1	4	2
TERMAL GENLEŞME KATSAYISI (×10 ⁻⁵) °C ⁻¹	10	8	6	10	12	11	6
KIRILGANLIK SICAKLIĞI °C	-268	-75	-100	-75	—	-60	-250
DİELEKTRİK SABİTİ 50 Hz-10 ⁷ Hz	2,1	2,5	2,6	2,1	2,1	8,9	2,5
ARK DAYANIMI sn	> 200	135	72	> 165	—	60	> 360
SURTUNME KATSAYISI*	1	4	4	3	2	5	5
AŞINMA DAYANIMI*	5	1	4	6	7	3	2
FİYAT*	6	1	2	5	5	3	4
ŞEKİLLENDİRME*	ENJEKSİYON	—	1	2	4	5	6
	AKIŞKAN YATAK KAPLAMASI	—	1	4	3	—	2
	ELEKTROSTATİK KAPLAMA	—	1	4	3	—	2
	ŞİŞİRME	—	1	2	3	—	—
	TRANSFER BASKI	—	3	2	1	1	2

* 1'den 7'ye kadar verilen numaralar kendi aralarındaki göreceli sıralamayı yansıtmaktadır.

4.1 POLİTETRAFLOROETİLEN (PTFE)

DUPONT laboratuvarlarındaki bulunuşunun ardından Teflon adı verilen ve günümüzde de daha çok bu adla tanınan PTFE, flor atomları ile doymuş uzun bir lineer karbon zincirinden oluşan molekül yapısı ve flor atomlarının karbon atomları ile çok kuvvetli bağlar oluşturmaları nedeni ile diğer plastiklerin hiçbirinde birarada bulunmayan mükemmel özelliklere sahiptir. Bütün mühendislik plastikleri arasında en geniş çalışma sıcaklık aralığına (-260 °C, +270 °C) sahiptir. Sanayide kullanılan bütün kimyasal maddelere, neme ve ortam şartlarına tam ve süresiz dayanıklılığının yanısıra bilinen bütün katılar içinde en düşük statik ve dinamik sürtünme katsayısına sahip oluşu, üstün dielektrik dayanımı, yüzeyine hiçbir malzemenin yapışmaması, yanmama ve yeterli mekanik özelliklere sahip olması nedeni ile PTFE birçok kullanım alanında diğer malzemelere tercih edilmekte, çoğu durumda ise sadece PTFE kullanımı mümkün olabilmektedir.

Ancak PTFE'nin aşınma dayanımı ve yük altında deformasyona karşı direnci düşük, ısıl genleşme katsayısı ise yüksektir. Bu özelliklerini iyileştirmek, iletkenliğini artırmak ve benzeri özellikler kazandırabilmek için PTFE'nin içine belli oranlarda cam elyaf, karbon, grafit, bronz, alumina, molibden disülfür ilave edilebilmektedir. Bu şekilde PTFE'nin aşınması 1000 katına kadar azaltılabilmekte, ısı iletkenliği 4 kat artırılabilen, iletken olması sağlanabilmektedir.

PTFE'nin statik ve dinamik sürtünme katsayıları incelendiğinde statik katsayının dinamikten daha düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle sızdırmazlık elemanları ve yatak uygulamalarında ilk hareket için gereken gücün fazla olmasına gerek kalmaz. PTFE'nin sürtünme katsayısı yük arttıkça azalır, hız arttıkça artar, ancak sıcaklık ve çevre koşullarından hemen hemen hiç etkilenmez. Sızdırmazlık elemanı olarak conta, keçe, segman, aşınma ringi, o-ring, v-ring, saf PTFE veya PTFE emdirilmiş amyant salmastralar; akışkan iletiminde hortum, körük, sparger; PTFE kılıflı boru, vana, bağlantı elemanları ve pompalar; vana diyaframları; tüm dışı bağlantılarda sızdırmazlık için PTFE sinterlenmemiş bant; yataklar; laboratuvar malzemeleri; yapışmayan yüzey elde-sinde PTFE kaplama, inşaat sektörü için kayar mesnet ve kızaklar; yapışmayan ısıtıcı yüzey ve konveyör bantlar için PTFE emdirilmiş cam kumaş; kimyasal silahlara karşı koruyucu elbise aklı ilk gelen kullanım alanları olup bu listeyi insan vücudundaki mafsallardan uzay elbiselerine kadar genişletmek mümkündür. (Daha geniş bilgi için bkz. EK-1).

4.2 ETİLEN – KLOROTİFLOROETİLEN (ECTFE)

1971 yılında ALLIED CHEMICALS tarafından ilk defa HALAR adı ile üretilmiş olan ECTFE, etilen ve klorotrifloroetilenin eşit molekül sayısı ile bünyesinde yer aldığı bir kopolimerdir. Çok düşük gaz geçirgenliğine sahip olan ECTFE tüm floroplastikler arasında aşınma dayanımı en yüksek olanıdır. Bilinen tüm plastik işleme teknikleri ile kolayca şekillendirilebilen ECTFE bu özellikleri ile geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. ECTFE'i kullanan sektörleri ve kullanım şekillerini kısaca şöyle sıralayabiliriz:

— Elektrik: Tekli, ikili ve koaksiyal kablo kılıflamaları, bilgisayar tellerinin izolasyonu, uçak ve otomobillerde kullanılan kabloların kılıflanması; korozyon malzemeleriyle temasta bulunan direnç, açma kapama düğmeleri, konektör, terminaller; pil ve akülerin dış bölümleri; esnek baskılı devreler.

— Kimya: Kimyasal madde tankları; tank, pompa, vana, boru, kule, reaktör, karıştırıcı ve eşanjör kılıflamaları; esnek hortumlar; kule dolgu malzemeleri; vana sızdırmazlık parçaları; filtreler ve toz toplayıcılar; pompa, vana ve bağlantı parçaları.

— Çok Düşük Sıcaklık ve Uzak: Kablo ve tel izolasyonu ve kılıflaması; vana ve tel izolasyonu ve kılıflaması; vana ve pompa kılıflaması; sızdırmazlık elemanları; aşınmaya dayanıklı muhtelif parçalar; uçak ve uzak araçlarının kabinleri.

— Paketleme: Korozyif kimyasalların ve ilaçların ambalajları, fıçı ve aerosol kılıflaması, gaz numune toplama kapları.

— Tıp: Sterilizasyon kutuları, dişçi malzemeleri.

4.3 ETİLEN – TRİFLOROETİLEN (ETFE)

Plastik kullanıcılarının, aşılması zor bir termoplastik diye nitelendirdikleri ETFE özelliklerinin tamamının belli bir çizginin üzerinde olması nedeni ve yüksek radyoaktif ışınlarla mükemmel dayanımı ile dikkati çekmektedir. Diğer floroplastiklere kıyasla oldukça genç sayılabilecek olan ETFE'yi DUPONT, TEFZEL ticari markası ile üretmektedir. ETFE'in molekül yapısının ağırlık olarak % 75'inin PTFE olması, buna karşılık hem daha hafif, hem de daha kolay şekillendirilebilir olması, ayrıca aşınma ve radyoaktivite dayanımının PTFE'den daha iyi olması nedeni ile kullanım sıcaklığının 180 °C'nin altında kaldığı korozyif ortam uygulamalarının çoğunda boru, bağlantı parçaları ve vanaların kılıflanmasında kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

4.4 FLOROETİLEN – PROPİLEN (FEP)

PTFE'nin kullanıcı için mükemmel özelliklere sahip olması, ancak şekillendirilmesinde mevcut metodların birçoğunun kullanılmaması, hammadde üreticilerini ona bir ikiz yaratma yoluna gitti. Gerçekten de FEP ve PTFE gerek fiziksel ve kimyasal özelliklerin benzerliği, gerekse bünyelerinde yalnızca karbon ve flor atomları bulunması nedeni ile bu benzetmeyi hak etmektedirler. Ticari olarak üretilmeye 1960'ta başlanan FEP floroetilen ile floropropilenin kopolimerleşmesi ile elde edilmektedir. Bu yapı benzerliği nedeni ile FEP, PTFE'nin kullanıldığı hemen her yerde başarı ile kullanılabilen, gerçekte malzeme olarak daha pahalı olmasına rağmen işleme kolaylığı ve firenin azalması nedeni ile sonuçta daha ekonomik olmaktadır. 200 °C sıcaklığa kadar PTFE'nin kullanılabildiği hemen her yerde kullanım alanı bulması ayrıca PTFE'ye göre daha şeffaf olması nedeni ile FEP'in geleceğinin oldukça parlak olduğu görülmektedir.

4.5 PERFLOROALKOKSİ (PFA)

FEP'in sıcaklık dayanımının PTFE'ye göre sınırlı kalması araştırmacıları yeni bir malzeme aramaya itmştir. Yapılan çalışmaların meyvesi olarak ortaya çıkan PFA, mükemmel kimyasal dayanım, şeffaflık, düşük geçirgenlik, ısı ile kaynak yapılabilme, geniş kullanım sıcaklığı aralığı, yapışmazlık, düşük sürtünme katsayısı ve mükemmel dielektriksel özellikleri ile PTFE'nin kullanımının teknik açıdan zorluklar getirdiği

uygulamalarda geniş şekilde kullanılabilir. Özellikle karmaşık parçaların kılıflanması, korozif malzeme pompaları, tüm laboratuvar malzemeleri ve esnek hortum imalatında PFA kullanımı PTFE'nin yerini tamamiyle almıştır.

4.6 POLİVİNİLİDENFLORÜR (PVDF)

Mekanik, kimyasal ve termal dayanımı bir arada sağlayabilen PVDF, tüm floroplastikler içinde yük altında deformasyon sıcaklığı en yüksek olanıdır. Bu dayanım, malzemenin formülünde yer alan etilenin yarı yarıya flor atomu ile doymuş olmasına bağlıdır. Böylelikle PVDF polietilenin mekanik dayanımı ile PTFE'nin kimyasal dayanımını belli ölçülerde birleştirmektedir.

PVDF ısı dayanımı yüksek, zamanla özelliklerini kaybetmeyen, yüksek kimyasal dayanıma sahip; mor ötesi (UV) ışınlardan, β ve γ radyasyonlarından etkilenmeyen, aşınmaya dayanıklı, yüksek dielektrik dirence sahip, yanmayan, zehirli olmayan ve hemen tüm şekillendirme teknikleri ile çalışılabilen mükemmel bir malzemedir. 0.5 mm kalınlıkta PVD'nin gaz geçirgenliğinin pratik olarak ihmal edilebilir düzeyde kalması, malzemenin ısıtılarak kaynaklanabilmesi ve bilhassa polyesterle kuvvetli bir bağ oluşturabilmesi büyük hacimli kılıflama uygulamalarında önemli bir kolaylık sağlamaktadır. PVDF'in arka yüzünde yer alan polyester tabaka kılıflanacak metal yüzeye yapıştırılabilmekte, PVDF levhalar birbirine kaynatılarak kılıflama tamamlanmaktadır. Bu şekilde yapılan bir kılıflama, herhangi bir deformasyon tehlikesi olmaksızın vakum sistemlerinde de kullanılabilir.

Kimya, petrokimya, gıda, nükleer ve ilaç endüstrilerinde tank, otoklav, boru, vana ve pompa kılıflamalarının yanı sıra PVDF film, levha, çubuk boru, bağlantı parçaları, vana, pompa, dişli ve yatak olarak da kullanılmaktadır.

Elektrik endüstrisinde baskılı devre zeminleri, soketler, buatlar, izolatörler ile mikrofon ve hoparlörlerde film ya da levha olarak kullanılan PVDF ayrıca kimyasal ya da fiziksel açıdan problemlili ortamlarda koruyucu kaplama olarak da kullanılmaktadır.

4.7 KLOROTRİFLOROETİLEN (CTFE)

PTFE'nin flor atomu ile doymuş olmasına karşın CTFE'den bir flor atomu klor atomu ile yer değiştirmiştir. Böylece sıcaklık ve kimyasal dayanımı daha düşük ancak darbelere daha dayanıklı ve sert bir floroplastiğin elde edilmesi mümkün olabilmektedir. CTFE'in şekillendirmesi ancak enjeksiyon yoluyla sağlanabildiği ve diğer yöntemler kullanılmadığı için genellikle kullanımı, aşınma dayanımı ve kimyasal dayanımının birlikte istendiği uygulamalarla sınırlı kalmaktadır.

5. KÜKÜRT İÇEREN PLASTİKLER

5.1 POLİETERSÜLFON

Genel olarak Polisülfon polimerleri, şeffaf ve yüksek performanslı mühendislik termoplastikleridir. Önemli özellikleri;

- 200 °C'a kadar servis
- Yüksek sıcaklıklarda çok uzun ömür
- Uzama/deformasyona karşı mükemmel mukavemet
- Mekanik özelliklerini 200 °C'a kadar koruma
- Boyut kararlılığı
- 0.5 mm'de UL 94'e göre V.O sınıfı yanmazlık
- Yanma halinde, çok düşük miktarda duman ve zararlı gaz çıkışı
- Konvansiyonel termoplastik işleme teknikleri ve standart makinalarda işlenebilme

PES (polieter sülfon)in camısı faza geçiş sıcaklığı 222 °C olup, oksidasyona dayanma sınırı 180 °C'dır.

PES'in oda sıcaklığında çekme dayanımı modülü 700 kg/cm²'nin üzerindedir. Yine oda sıcaklığında 500 kg/cm² sabit çekme kuvvetine karşı 10 yıl sonundaki uzaması sadece % 3 olmuştur. Darbe mukavemeti nylon'a eşdeğer olup "Çentik Hassasiyeti" yüksektir. İzod darbe testi değeri çentiğin herbir cm'si için 87x10⁻³ kg.m'dir. Bu nedenle parça dizaynı sırasında köşelerdeki radyus seçimlerine gereken özen gösterilmelidir.

Polisülfonlar enjeksiyonla kalıplama, ekstrüzyon, şişirme, pres ile kalıplama, vakum ya da basınçla şekillendirme yöntemleri ile işlenebilir. İşleme aralığı 335-385 °C'dır. Kalıp sıcaklığının 100 °C ila 150 °C arasında olması tavsiye edilir. Yüksek kalıp sıcaklığı bilindiği gibi, kalıp doldurmayı ve parçadaki iç gerilimin azaltılmasını kolaylaştırır.

Malzeme işlem öncesi muhakkak kurutulmalıdır.

Genel olarak polisülfonlar, özel olarak "PES", amorf olmaları nedeniyle ısı boyut değişikliğinin (çekme payının) düşük olması gereken yerlerde ve özellikle boyutsal toleransların geniş bir sıcaklık aralığında değişmeden kalması istendiğinde ideal malzemelerdir. PES'in elektriksel ve mekanik özellikleri pratik olarak sıcaklığa bağımlı değildir. Yüksek sıcaklıklarda yük altındaki performansı çok iyi olmasına rağmen, tavlama ile belirgin miktarda daha da artırılabilir. 200 °C da 8 saat şartlandırıldıktan sonra 150 kg/cm² yük altında ve 150 °C ısıda gösterdiği uzama oda sıcaklığındaki ile aynıdır. Ancak tavlama sonucu uzama ve işlenebilirlik özelliklerinde azalma görülür.

Isıl kararlılığı inanılmaz derecede yüksektir. Faydalı ömrü 200°C'da 4-5 yıl, 180°C'da 20 yıl civarındadır. PES, Yapısal olarak "yanmaz" bir malzemedir. UL 94'e göre 0,5 mm kalınlıkta V-O sınıfının gerektirdiği değerleri verir. Oksijen index'i % 34-42 arasında olup, Amerikan NBS duman kabini testinden başarı ile geçmiştir. PES, pekçok inorganik kimyasala, yağlara, greslere, alifatik hidrokarbonlara, kurşunlu/kurşunsuz benzine, oda sıcaklığında ve yüksek sıcaklık değerlerinde çok iyi kimyasal direnç gösterir. Hidrolize karşı direnci iyidir. % 30 cam takviyeli PES, 150 °C daki süper sıcak suda 1 sene kaldıktan sonra çok az bozulma göstermiştir.

Genel maksatlı temizlik çözücülerini parçalarda had safhada iç gerilim olmadıkça PES'e etki edemezler. Bilinen istisnalar: Esterler, ketonlar, metilen klorit ve polar aromatik çözücülerdir.

Genel olarak diğer amorf plastikler gibi güçlü solventlerle temas etmeleri halinde polisülfonların iç gerilim nedeniyle çatlama riski olduğu bilinirse de bu karakteristik özelliğin kaplama işlerinde bir avantaj olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Bunun yanı sıra PES klor ve flor içerenler de dahil olmak üzere çok geniş bir organik

solvent grubu ile denemiş herhangi bir yetersizliğe rastlanmamıştır.

PES, X ve gama ışınlarında 10^6 rad.doza kadar dayanıklı olup, 200°C da bu dozda çok az bir etki tespit edilmiştir.

Ancak materyal UV ışınlarına hassas olup, açık hava uygulamalarında koruyucu lak uygulaması veya karbon siyahı ile boyanmış tipler tavsiye edilir.

PES, nikel ve bakırla özel bir yöntem kullanılarak kaplanabilir ve her cm için yaklaşık 2 kg'lık tutunma gücüne ulaşılabilir.

PES, banyo usulü ile lehimleme ısısına dayanıklı olup, herhangi bir yamulma olma-
dan belirli süreler için 290°C 'a kadar güvenle kullanılabilir.

Ürün Çeşitleri

Dolguşuz PES'in şeffaf ve opak olarak enjeksiyonluk ve ekstrüzyonluk tipleri mevcuttur. Bunun yanında PES'in gıdalarla defalarca temasta olacak şekilde kullanımı FDA tarafından onaylanmıştır.

Mineral ve cam elyaf takviyeli PES tipleri, standart ve "Kolay Akan" olmak üzere, iki değişik eriyik viskozitesi önerebilecek şekilde piyasaya sunulmuştur. Bunun yanında dekoratif yapışmaz kaplama işi içinde muhtelif formülasyonlar mevcuttur.

Uygulama Alanları

Hem dolgulu hem de dolguşuz tipler yüksek ısıdaki, çok uçlu elektrik akımı temas elemanlarında (multipin connectors) vazgeçilmez malzemelerdir. Yapısal olarak yüksek dielektrik özelliği göstermesi ve çok düşük çekme payları PES ile hassas parçaların imalini mümkün kılar. Diğer elektriksel uygulamalar şunlardır. Bobin göbeği, entegre devre prizleri, terminal blokları ve elektronik baskı devrelerinin taşıyıcıları. Bugün, bu parçaların bazıları sıcak yolluklu kalıplarda hemen hemen firesiz üretilebilmektedir. PES, mekanik gücü nedeniyle, muhtelif, koruyucu fanusların, pompa gövdeleri, otomobil farı reflektörleri ve motorlu testere manifoldu gibi parçaların imalinde kullanılır. Bunun yanında saç kurutma makinalarının hava çıkış parçaları, elektrikli taraklar, projektör gövdeleri hep PES'den yapılır. Ayrıca şeffaflığı, ağır şartların olduğu yerlerde, sayacamlarının, dikiz pencerelerinin PES'den yapılmasını olanaklı kılar. Çok önemli bir diğer kullanım sahası medikal uygulamalardır. PES'den yapılan tüm parçalar sterilize edilebilir. Malzemenin teknik olarak yanmaz oluşu ve had safhadaki ısı işlemlerde çok az zararlı gaz çıkışı ve solvent dayanımı ile sağlamlığı uçak parçaları imalinde yaygın olarak kullanılmasına yol açmıştır.

Cam elyaf takviyeli tipler, elektrik akım hücrelerinde, sıcak su sayaçlarında ve pompaların gövdesinde 150°C 'a kadar güvenle kullanılabilir.

Dolguşuz tipler sıcak sudaki yüksek uzama/deformasyon mukavemeti nedeniyle kontak lens sterilizasyonu banyolarında kullanılırken dolgulu tipler daha çok yük altındaki uygulamalar için tavsiye edilir.

PES, genel anlamda alternatifi olan PEI (polieterimid)'e göre daha ucuz ve çok daha işlenebilir bir malzemedir. PEI işleme aralığı $350-350-425^{\circ}\text{C}$ olup, yüksek sıcaklık nedeniyle de bozunma riski fazladır.

5.2 POLİFENİLEN SÜLFÜR

Kristal ve lineer aromatik yapıda bir plastiktir. Sürekli kullanım sıcaklığı 240°C'a kadar ulaşabilen PPS'in kimyasal dayanımı çok iyidir; ancak özellikle halojenlere ve halojenli asitlere dayanımı çok azdır. Su emmemesi ve yüksek mekanik dayanıma sahip olmasının yanı sıra, yaşlanma direncinin yüksek olması ve mükemmel elektriksel özelliklere sahip olması nedeni ile yaygın olarak kullanılmaktadır. İçine takviye malzemesi olarak amiyant, camelyatı, demir oksit, alumina, PTFE, grafit ya da titanyum dioksit katılabilmektedir.

Poliolenlerin işlenmesinde kullanılan ekipman ile işlenebilen PPS'ün enjeksiyon sıcaklığı 350 °C, kalıp sıcaklığı ise 50-150°C civarındadır. Bilinen tüm kaplama metodları ile kaplanabilir; ve mekanik işlemeye çok uygundur.

Bu özelliklerinden ötürü özellikle piston, impeller gibi pompa ve kompresör parçalarının, elektrik motor aksamının, TV ve bilgisayar parçalarının yapımında kullanılmaktadır.

5.3 POLİSÜLFON

Yüksek darbe dayanımı, yanmazlık, elektriksel özelliklere ve FDA ya uygun olmasının yanı sıra PS'un en önemli özelliklerinden biri ısı deformasyon dayanımıdır (18MPa yük altında 149°C).

Sadece açık renklere enjeksiyonu yapılabilirken ekstrüzyonunda böyle bir kısıtlama yoktur, ve muhtelif renkler kullanılabilir. Enjeksiyon sıcaklığı 315-345°C, kalıp sıcaklığı ise 90-140°C arasında olmalıdır. Kalıp sıcaklığı arttıkça basılan parçanın yüzey düzgünlüğü de artmaktadır. Dikkat edilmesi gereken en önemli husus kurutma gereğidir. Malzeme 135°C ta 4 saat süre ile kurutularak içindeki nem oranı % 0.02'nin altına düşürülmeli ve hemen kullanılmalıdır; aksi takdirde tekrar atmosferden nem alacaktır.

Gıda tüzüğüne ve FDA'ya uygun olması nedeni ile mikrodalga fırınlarda, kahve makinası türünde gıda ve sıcaklığın birlikteliğinde, oksijen maskelerinde, dializ makinalarında ve otomobil farlarında kullanılmaktadır.

6. DİĞER BAZI ÖNEMLİ PLASTİKLER

6.1 POLİAMİD – İMİD

Bilhassa yüksek sıcaklıklarda yük altında çalışabilme özelliği ile kendini gösteren bu plastik malzeme 260 °C sıcaklıkta bile yük altında sürekli kullanılabilir. Genleşme katsayısının düşük olması da metallerle birliktelik için önemli bir avantajdır. (Poliamid-imid'in termal genleşme katsayısı $0.89 \times 10^{-5} \text{ cm/cm/}^{\circ}\text{C}$, bakırın ise $0.93 \times 10^{-5} \text{ cm/cm/}^{\circ}\text{C}$ 'dir) Mekanik dayanımının yüksekliğinin yanı sıra kimyasal ve dielektrik dayanımları da çok yüksek, boyut kararlılığı mükemmeldir. 18 kg/cm² yük altında akma sıcaklığı 275 °C civarında olduğundan özellikle yüksek sıcaklıklarda yük altında çalışması gereken parçalarda, örneğin yataklarda rakipsiz olarak kullanılmaktadır.

Poliamid-imid 315-335 °C sıcaklıkta enjeksiyonla ya da 315-355 °C arasında ekstrüzyonla şekillendirilebilir. Ancak optimum fiziksel özellikleri elde edebilmek için çıkan parçaların daha sonra 260 °C ye kadar oldukça yavaş bir şekilde ısıtılarak tavlanması gereklidir. St 37 çelik için kullanılan malzeme kullanılarak mekanik olarak

işlenebilen bu plastik kaynaklama ya da yapıştırma metodları ile birleştirilebilir.

6.2 POLİİMİD

Lineer aromatik polimerler grubundan olan poliimiddeki bağ, standart karbon-karbon bağına göre ısıya daha mukavim olduğundan sürekli kullanım olarak 290 °C'a, kısa süreler içinde 350 °C'a ulaşabilmektedir. 250MPa'a ulaşan bir basma dayanımına sahip olan bu plastik 290 °C'deki 500 saatlik yaşlandırma deneyi sonunda ise bu özelliğinin % 85'ini muhafaza edebilmektedir. Solventlere ve asitlere çok dayanıklı olmakla birlikte bazik çözeltilerde kısa sürede yumuşamaktadır. Mekanik olarak işlenmesinde titan ya da seramik aparat kullanılması, hatta grafit dolgulu olan tipi için elmas ucun tercih edilmesi tavsiye edilir. Conta, yatak, segman, ring tipi yüksek sıcaklıkta kullanılan sızdırmazlık elemanları için ideal bir malzeme olan poliimidin sürtünme katsayısı 0,30-0,35 arasında olduğundan çoğunlukla PTFE veya MoS₂ dolgulu tipleri kullanılmaktadır.

6.3 POLİBÜTİLEN TEREFALAT

Politetrametilen tereftalat olarak da bilinen bu plastik özellikle sertliği, dayanıklılığı, çok az su emmesi, ölçülerini koruması, aşınma dayanımı, mükemmel elektriksel özellikleri, kimyasallara ve hava şartlarına dayanımı ile dikkat çekmektedir. Burgulu tipte preslerle enjeksiyonu yapılabilen bu malzemenin imalatında bazı zorluklar mevcuttur. Örneğin sistem önce HDPE ya da PP ile temizlenmelidir; besleyiciye sadece 1-2 saatlik kullanıma yetecek kadar hammadde konulmalı ve ağız nem almayacak şekilde kapatılmalıdır. Sistem 230-270 °C arasında çalıştırılmalıdır. Bilinen her metodla kaynak yapılabilen polibütilen tereftalatın, sıcaklığı kontrol etmek kaydı ile mekanik işlenmesi mümkündür.

6.4 POLİASETAL

Poliasetal (POM) formaldehidin polimerizasyonu sonucu elde edilen çok uzun zincirli termoplastik bir malzemedir. POM, kimyasal yapısı ve kristal bünyesinden dolayı diğer plastiklerde bulunmayan birçok üstünlüklere sahiptir.

Bu özelliklerden bazıları:

- Yüksek mekanik dayanım
- Yorulmama
- Rutubet, benzin ve solventlere karşı dayanım
- Ölçülerini koruma özelliği
- Yüksek darbe dayanımı
- Çok kolay mekanik işlenmesi
- Çok iyi elektriksel özelliği
- Sert fakat esnek oluşu
- Geniş kullanım sıcaklığı
- Kendinden yağlayıcı oluşu

POM solventlere karşı çok dayanıklıdır. 70 °C'ın altında hiçbir solventte çözün-

mez. Aromatik ve alifatik hidrokarbonlardan, bitkisel ve madeni yağlardan etkilenmez. Zayıf asit ve bazlara dayanıklıdır. Kuvvetli asit, baz ve oksidan maddelere dayanıklı değildir.

POM metal işleyen torna, matkap, freze, planya, testere gibi üniversal tezgahlarda çok rahatlıkla şekillendirilebilir. Delik ve diş açılabilir. POM'la çalışmak birçok pirinç ve alüminyum alaşımlarından daha kolaydır. İşleme esnasında, yağlama ve soğutma malzemelerine genellikle gerek yoktur. En iyi sonuç düşük devir-hızlı beslenme veya yüksek devir-yavaş beslenme ile sağlanır. Çeşitli endüstriyel uygulamalarda dişli, yatak, burç, kam, makara gibi komponentlerin imalinde kullanılır. POM dişli ve yatakların diğer malzemelere üstünlüğü:

- Yağsız veya çok az yağ ile çalışır
- Aşınma dayanımı daha fazladır
- Esneklik, şok yüklenmelerinde kırılmaz
- Sessiz çalışır
- Metallerden çok hafiftir
- Paslanmaz, yağ ve solventlerden etkilenmez
- Mekanik işlemesi kolaydır
- Ekonomiktir.

6.5 POLIETERETERKETON

Kristal yapılı bir plastik olan PEEK sürekli olarak 250°C ta kısa sürelerle de 300°C ta kullanılabilen bir yüksek sıcaklık plastigidir. Örneğin 310 °C ta 20 saat bekletildiğinde özelliklerinde hiçbir değişiklik olmamaktadır.

Mükemmel basma ve çekme dayanımına, yanmazlığa, yaşlanma direncine, kimyasal olarak tüm solventlere, organik ve inorganik sıvıların büyük bölümü ile 250°C'ta buhar ya da yüksek basınçtaki suya tam dayanıma ve yüksek aşınma dayanımına sahip olan PEEK'a bu özelliklerini arttırabilmek amacı ile % 20-30 oranında camelyaf, ya da % 30 oranında karbon elyafı katmak mümkündür. Radyasyon dayanımı en yüksek malzemelerden biridir. (Radyasyon dayanımı yüksek olarak kabul edilen PTFE'nin 2000 katı); buna karşılık UV ışınlarına dayanımı azdır ve dış uygulamalarda stabilizatör katkısı veya boyama şarttır.

Birçok plastikte olduğu gibi PEEK'un da işlenmeden önce kurutulması gereklidir. Bu kurutma 150°C sıcaklık için 3 saattir. Hammaddeye % 30 a varan oranda hurda katmak mümkündür. Ekstrüzyonu da yapılabilen PEEK'un enjeksiyon sıcaklığı 350-380°C, kalıp sıcaklığı ise 150-180°C arasındadır. Mekanik işleme değerleri yumuşak çelikte aynıdır; tüm yapıştırıcılarla kolayca yapıştırılabilir; kaynak yapılabilir.

Çizelge 2 de plastiklerin genel özellikleri, Çizelge 3 te ise bazı plastiklerin kimyasal dayanım sınırları ayrıntılı olarak verilmiştir. EK'de ise dünyada yaygın olarak kullanılan plastiklerin enjeksiyon ve ekstrüzyondaki uygulama sıcaklıkları, üretici firma bazında alfabetik olarak verilmiştir.

Çizelge 2. Plastiklerin Genel Özellikleri

GENEL ÖZELLİKLER		ABS	SAN	PS	PC	PEI	HDPPE	LDPE	UHMW-PE	PETP	PBTY	PEEK	PAG	PA11	PA12	PA6 10	PA6 12
Yoğunluk g/cm ³	ASTM D-792	1.05	1.08	1.07	1.20	1.27	0.96	0.92	0.94	1.34	1.31	1.32	1.14	1.05	1.02	1.08	1.07
Su emme % (Doyma)	D-570	0.35	0.25	0.10	0.35	1.25	0.02	0.01	0.05	0.4	0.08	0.15	6.5	0.40	0.25	3.50	3.0
Kalıpta Çekme %	D-955	0.15	0.10	0.10	0.70	0.70	0.45				2.90	1.10	1.60	1.20	1.50	1.60	1.60
MEKANİK ÖZELLİKLER																	
Çekme Dayanımı MPa	D-638	55	80	50	63	105	29	15	47	65	60	109	83	55	52	60	62
Çekme Uzaması %	D-633	10	3.5	2.5	90	60	600	800	450	120	300	70	80	300	300	85	150
Bükülme Dayanımı MPa	D-790	50			95	145	30	27	60	90	90	110	105	55	50	84	85
Elastik Modülü GPa	D-790	2800	4200	3100	2300	3350	940	800	1000	2600	2350	3800	2800	1000	1200	1950	2000
Rasma Dayanımı MPa	D-695	70			90		25	15	25	135			62	60		21	17
İzod darbe (kerfiksiz) J/m	D-256	190	21	21	145	27	32		Kırılgaz	45	48	48	53	96	105	32	53
Sertlik Rockwell M	D-785	80			78		53	ShD.43	ShD.67	90			82	70		81	84
ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER																	
Hacimsel Direnç Ω.cm	D-257	10 ¹⁵			2x10 ¹⁶	10 ¹⁷	>10 ¹⁶	10 ¹⁶	5x10 ¹⁶	10 ¹⁶		10 ¹⁶	10 ¹³	10 ¹³			
Yüzeysel Direnç Ω	D-257				16		>10 ¹³	10 ¹⁴	10 ¹⁴			10 ¹⁵	10 ¹³				
Dielektrik Dayanımı HV/mm	D-149				100		100	80	90			19	19				
Dielektrik Sabiti (60Hz)	D-150	3.2	2.5	2.4	3.15		2.3	1.5	2.3	3.2		3.0	4.0	4.0			
Kayıp faktörü (60Hz)	D-150	0.01	0.01	0.0003	0.0006		0.0002	0.0005	0.0005	0.004			0.01	0.06			
Ark Enerjisi s	D-495				120												
FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ																	
Aşınma katsayısı, K	ÖZEL	4150	3550	3550	2950	4700					250		240			210	230
Sürtünme katsayısı, Statik	"	0.30	0.28	0.28	0.31	0.18	0.25	0.36	0.25	0.09	0.19		0.22	0.15		0.23	0.24
" " " dinamik	"	0.35	0.33	0.32	0.38	0.17			0.20		0.25		0.26			0.31	0.31
PV sünn (30m/min) MPa	"			3.2	1.1								4.3			4.3	4.3
THERMAL ÖZELLİKLER																	
Yük altında def.(%)(28MPa)	ÖZEL				0.15								1.6			1.6	1.6
" " alana °C (OSMP.)	ÖZEL	93	96	82	132	210	55	50	90	90	85	182	175		52	149	149
Sürekli kullanım °C	UL746	-45,+90	-100,+85	-100,+80	-40,+135		-50,+90	-50,+90	+120	+120	+125	+238	-40,+130			50,+120	
Termal İletkenlik W/m.K	C 177			0.19	0.22		1.1	0.80	0.97		0.16		0.19	0.22		0.22	0.22
Termal genleşme K x10 ⁻⁵	D-696	9.0	6.18	6.5	6.7	6.12	10.8	22	18	6.0	9.54		8.28	9.0	9.9	9.0	9

Çizelge 2. Plastiklerin Genel Özellikleri. (devam)

GENEL ÖZELLİKLER		PA66	POM	PSU	PES	PPS	PP	PPO	PUR	PMMA	PVC	PTFE	PEP	PFA	ETFE	ECTFE	PVDF
Yoğunluk g/cm ³	ASTM																
Su emme % (Doyma)	D-792	1,14	1,42	1,24	1,37	1,34	0,91	1,06	1,25	1,18	1,27-1,38	2,16	2,15	2,16	1,70	1,68	1,76
Kalıpta Çekme %	D-570	8,0	0,22	0,60	0,43	0,05	0,05	0,37	0,40	0,40	0,40	0,01	<0,01	0,03	0,03	<0,1	0,05
	D-955	1,80	2,0	0,75	0,65	1,0			0,80			3,0	4,0	4,0	3,5	2,5	3,0
MEKANİK ÖZELLİKLER																	
Çekme Dayanımı MPa	D-638	83	62	70	85	75	35	65	14	70	48	30	20	25	45	50	50
Çekme Uzaması %	D-638	60	18	100	80	4	>200	45	510	4	70	300	250	300	>100	200	155
Bükülme Dayanımı MPa	D-790	105	90	110	130	98	50	90	12	110	80		22	28	70	50	70
Elastik Modülüs MPa	D-790	2850	2600	2700	2600	4200	1250	2500	105	3300	2500	3500	665	660	1400	1650	1930
Basma Dayanımı MPa	D-695	87	100	95				110		120	70	45	20		50		
İzod darbe (kırıktık) J/m	D-256	48	70	64	85	15	21	25	>2100	6	10	15	850	690	>2100	1300	70
Sertlik Rockwell M	D-785	88	80	69	58			118		85	78	Sh.D.57	Sh.D.55	Sh.D.64	Sh.D.75	Sh.D.75	Sh.D.75
ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER																	
Hacimsel Direnç Ωcm	D-257	5x10 ¹³	10 ¹⁴			5x10 ¹⁴	>10 ¹⁴	10 ¹⁷		5x10 ¹⁷	10 ¹⁵	>10 ¹⁸	>10 ¹⁸	10 ¹⁸	10 ¹⁸	10 ¹⁸	2x10 ¹⁴
Yüzeysel Direnç Ω	D-257	10 ¹²					>10 ¹³	10 ¹⁶		>10 ¹⁶		10 ¹⁷	>10 ¹⁸	10 ¹⁸	5x10 ¹⁴	10 ¹⁵	
Dielektrik Dayanımı HV/mm	D-149				15	80	35	23,5		23,5		40,80	20	20,24		19,3	10,2
Dielektrik Sabiti (60Hz)	D-150	4,0	3,7		3,0	3,25	2,6	3,7		3,7	2,8	2,1	2,1	2,1	2,6	2,5	8,9
Kayıp faktörü (60Hz)	D-150	0,7	0,0006					0,0004		0,02	0,02	<0,0003	0,0005	0,0003	0,0006	<0,0009	0,033
Ark Direnci s	D-495											>200	>165		75	135	60
FİZİKSEL ÖZELLİKLER																	
Aşınma katsayısı, K	ÖZEL	240	77	1800				400					1300	1500	5900	1200	1200
Sürtünme katsayısı, statik	"	0,29	0,14	0,29				0,32		0,54	0,40	0,40	0,11	0,12	0,50	0,27	0,21
" " dinamik	"	0,28	0,21	0,37				0,37				0,06	0,16	0,15	0,40	0,29	0,24
PV aın (30n/min) MPa	"	5,4	7,5	11				3,2									
THERMAL ÖZELLİKLER																	
Yükaltında def.%(28MPa)	ÖZEL	1,4	1,0	0,2													
" akma °C (0,5MPa)	ÖZEL	182	110	181	202	138	57	130	63	90	70	120	70	75	105	115	150
Sürekli kullanım °C	UL746		-40,+100		+180		-25,+100	+80		-40,+135	-50,+60	-260,+270	+205	+260	+180	+175	+130
Termal iletkenlik W/m.K	C 177	0,25	0,23	0,26	0,27	0,29	0,23	0,40		0,5		0,58	0,24	0,23	0,24	0,19	0,26
Termal genişleme K x10 ⁻⁵	D-696	8,1	8,46	5,6	5,58	5,4	11,0	6,0		7,0	8,0	12,4	12,6	13,86	7,56	7,20	10,0

Çizelge 3 – BAZI PLASTİKLERİN KİMYASAL DAYANIM SINIRLARI

KİMYASAL MADDE	KONS.	MAKSİMUM SICAKLIK C°					
		(Sert) PVC	PP	POM	PA 6	UHMW-PE	PTFE
AKRİLONİTRİL		—	20	20	20	60	270
ALİL ALKOL		20	90	—	20	60	270
ALİL KLORÜR		UD	UD	—	20	UD	270
ALTIN SUYU (Aqua Regia)		UD	UD	UD	UD	UD	270
ALUMİNYUM AMONYUM SÜLFAT		40	100	—	—	60	270
ALUMİNYUM FLORÜR		40	100	20	20	60	270
ALUMİNYUM HİDROKSİT		40	80	20	20	60	270
ALUMİNYUM KLORÜR		40	60	20	20	60	270
ALUMİNYUM POTASYUM SÜLFAT		40	90	—	—	60	270
AMİL ALKOL		UD	60	—	20	40	270
AMİL ASETAT		UD	UD	20	20	20	270
AMİL KLORÜR		UD	UD	20	20	UD	270
AMONYAK (Gaz)		40	65	20	20Ş	60	270
AMONYUM FLORÜR	% 25	40	80	—	20	60	270
AMONYUM FOSFAT		40	100	20	20	60	270
AMONYUM HİDROKSİT	% 30	40	100	20	—	60	270
AMONYUM KARBONAT		40	100	20	20	60	270
AMONYUM KLORÜR		40	100	20	20	60	270
AMONYUM NİTRAT		40	100	20	20	60	270
AMONYUM SÜLFİD		40	100	—	20	60	270
ANİLİN		40	65	20Ş	20Ş	60	270
ANTİPİRİN 3 - KLORÜR		20	60	—	UD	60	270
ASETALDEHİT		UD	50	20	20Ş	20	270
ASETİK ANHİDRAT		UD	40	UD	UD	40	270
ASETİK ASİT	% 50	40	90	20Ş	UD	60	270
ASETİK ASİT (GLASYAL)		UD	60	20Ş	UD	20	270
ASETİLEN		20	20	20	20	20	270
ASETON		UD	50	20	20	40	270
ASETONİTRİL		—	20	—	20	—	270
AZOT 2- OKSİT (N2O)		20	20	20	20	20	270
BAKİR FLORÜR		40	70	—	—	60	270
BAKİR KLORÜR		40	70	20	—	60	270
BAKİR NİTRAT		40	70	—	—	60	270
BAKİR SİYANÜR		40	70	20	—	60	270
BAKİR SÜLFAT		40	70	20	20	60	270
BARYUM HİDROKSİT		40	90	—	—	60	270
BARYUM KARBONAT		40	90	—	—	60	270
BARYUM KLORÜR		40	90	—	—	60	270
BARYUM SÜLFİD		40	80	—	—	20	270
BENZALDEHİT		UD	20	20	20Ş	60	270
BENZEN		UD	20Ş	40	20	20	270
BENZEN SÜLFONİK ASİT		—	20	—	UD	20	270
BENZİL ALKOL		20	60	20	20Ş	40	270
BENZİL KLORÜR		UD	20Ş	20	20	20Ş	270
BENZİN		40	20	40	20	40	270
BENZOİK ASİT		—	60	20Ş	20Ş	60	270
BORAKS		40	80	20	20	60	270
BORİK ASİT		40	100	20Ş	20Ş	40	270
BROM		UD	UD	UD	UD	UD	270
BROMİK ASİT		UD	UD	UD	UD	UD	270
BÜTADİEN		40	UD	20	20	UD	270
BÜTAN		40	50	20	20	40	270
BÜTİL ALKOL (n.s.t.)		40	80	60	20	20	270
BÜTİL ASETAT		UD	UD	40	20	20	270
BÜTİLEN		20	UD	—	—	UD	270
BÜTİRİK ASİT		UD	80	20Ş	20Ş	20	270
CİVA		40	60	20	20	60	270
CİVA KLORÜR		20	80	20	UD	60	270
CİVA NİTRAT		20	80	20	20	60	270
CİVA SİYANÜR		20	80	—	—	60	270
ÇİNKO KLORÜR		20	60	20Ş	20Ş	50	270
ÇİNKO NİTRAT		20	80	20	20	50	270
ÇİNKO SÜLFAT		20	80	20	20	50	270
DEKSTRİN		20	65	20	20	60	270
DEMİR 2 KLORÜR	% 50	20	90	UD	UD	50	270
DEMİR 3 KLORÜR		20	90	—	—	50	270
DEMİR 2 NİTRAT		—	90	—	—	50	270
DEMİR 3 NİTRAT		—	90	—	—	50	270
DEMİR 2 SÜLFAT		—	90	—	—	50	270
DEMİR 3 SÜLFAT		—	90	—	—	50	270
DİETİL AMİN		UD	25	—	—	20	270
DİETİL ETER		UD	20	40	20	20	270

KİMYASAL MADDE	KONS.	MAKSİMUM SICAKLIK C°					
		(Sert) PVC	PP	POM	PA 6	UHMWPE	PTFE
DİETİLEN TRIAMİN		—	50	—	—	40	270
DİGLİKOLİK ASİT		20	20	20ş	—	20	270
DİİZOBÜTİL KETON		UD	20	UD	—	20	270
DİKLOROBENZEN		UD	UD	UD	UD	UD	270
DİKLOROETİLEN		UD	60	—	UD	UD	270
DİMETİL AMİN		UD	50	20	20	20	270
DİMETİL ANİLİN		—	60	—	—	20	270
DİMETİL FORMAMİD		UD	50	UD	20	40	270
DİMETİL FTALAT		UD	20	40	—	20	270
p-DİOKSAN		UD	20	20	20	40	270
DİZEL YAKITI (Mazot)		—	25	40	20	20	270
DOĞAL GAZ		—	60	—	—	20	270
DİOKTİL FTALAT		UD	20	20	20	20	270
ETİL AKRİTAL		UD	UD	—	—	—	270
ETİL ALKOL		40	70	40	20ş	40	270
ETİL ASETAT		UD	20	20	20	20	270
ETİL KLORÜR		UD	UD	20	20	20ş	270
ETİLEN BROMÜR		UD	20	—	—	UD	270
ETİLEN DİAMİN		20	20	20	20	60	270
ETİLEN GLİKOL		40	60	20	20	60	270
ETİLEN KLOROHİDRİN		UD	20	—	—	UD	270
ETİLEN KLORÜR		UD	20	20	20	UD	270
FENOL		20ş	50	UD	UD	50	270
FLOR (Gaz)		UD	UD	UD	UD	UD	UD
FORMALDEHİT	% 31	20	60	40	20ş	50	270
FORMAMİD		20	20	20	20	30	270
FORMİK ASİT		UD	60	UD	UD	50	270
FOSFOR PENTAOKSİT		—	70	—	—	40	270
FOSFOR TRİKLORÜR		UD	UD	UD	UD	30	270
FOSFORİK ASİT	% 30	20	100	UD	UD	50	270
FOSFORİK ASİT	% 85	20	60	UD	UD	40	270
FREON		20	UD	20	20	UD	270
FTALİK ASİT		—	20	UD	UD	40	270
FUEL OİL		20	20	40	20	40	270
FURFURAL		—	UD	—	20ş	20	270
GAZ YAĞI		20	20	20	20	20	270
GLİKOLİK ASİT		20	60	—	—	50	270
GLİSERİN		20	100	50	20	50	270
GÜMÜŞ NİTRAT		20	100	20	20	50	270
GÜMÜŞ SİYANÜR		20	100	20	20	50	270
HAM PETROL		20	40	40	20	40	270
HAVAGAZI		20	60	—	—	20	270
HEKZAN		20	20	20	20	20	270
HEPTAN		20	20	20	20	20	270
HİDROBROMİK ASİT	% 50	20	60	UD	UD	50	270
HİDROFLORİK ASİT	% 30	20	80	UD	UD	40	270
HİDROFLORİK ASİT	% 70	—	30	UD	UD	30	270
HİDROFLOSLİLİLİK ASİT	% 32	—	60	UD	UD	40	270
HİDROJEN		20	100	20	20	20	270
HİDROJEN PEROKSİT	% 30	20	50	UD	UD	40	270
HİDROJEN SİYANÜR		—	50	—	—	50	270
HİDROJEN SÜLFÜR		20	70	UD	20	40	270
HİDROKLORİK ASİT	% 10	20	80	UD	UD	50	270
HİDROKLORİK ASİT	% 35	20	80	UD	UD	50	270
HİDROKLORİK ASİT (Gaz)		—	100	—	—	50	270
HİDROSİYANİK ASİT		20	50	UD	UD	20	270
İYOT (Kuru)		UD	20	—	—	20	270
İYOT (Sıvı)		20	20	20	UD	20	270
İYODOFORM		—	20	UD	UD	20	270
JET YAKITI JP-4, JP-5		—	20	60	—	—	270
KALAY KLORÜR		20	50	—	—	—	270
KALSIYUM HİDROKSİT		20	100	20	20	60	270
KALSIYUM HİPOKLORİT		20	70	UD	UD	60	270
KALSIYUM KARBONAT		20	100	20	20	60	270
KALSIYUM KLORAT		20	90	—	—	—	270
KALSIYUM KLORÜR		20	100	40	—	—	270
KALSIYUM NİTRAT		20	100	40	—	60	270
KALSIYUM SÜLFAT		20	100	—	—	60	270
KARBONDİOKSİT		20	100	20	20	60	270
KARBONDİSÜLFİR		UD	UD	20	20	UD	270
KARBON TETRAKLORÜR		20ş	UD	40	20	UD	270

KİMYASAL MADDE	KONS.	MAKSİMUM SICAKLIK C°					
		(Sert) PVC	PP	POM	PA 6	UHMW-PE	PTFE
KLOR GAZI (KURU veya ISLAK)	Doymuş % 50	UD 20Ş	UD	UD	UD	UD	270
KLOR(SIVI)		UD 20Ş	UD	—	—	UD	270
KLORLU SU		20Ş	20	UD	UD	20	270
KLOROASETİK ASİT		20	20	UD	UD	40	270
KLOROBENZEN		UD	UD	40	20	20Ş	270
KLOROFORM		UD	UD	UD	UD	20Ş	270
KLOROSÜLFONİK ASİT	% 50	UD	UD	UD	UD	UD	270
KRESİLİK ASİT		UD	20	—	—	UD	270
KRESOL		UD	25	UD	UD	20	270
KROMİK ASİT		20	40	UD	UD	20	270
KSİLEN		UD	UD	40	20	20Ş	270
KURŞUN ASETAT		20	80	20	20	50	270
KÜKÜRT DİOKSİT		20	20	UD	UD	50	270
KÜKÜRT TRİOKSİT		UD	UD	UD	UD	UD	270
LAKTİK ASİT		20Ş	60	20	UD	50	270
MAGNEZYUM TUZLARI		20	100	20	20	50	270
MALEİK ASİT		20	60	—	UD	50	270
METAN		20	20	20	20	20	270
METİL ALKOL		40	80	50	20	50	270
METİL ASETAT		UD	20	20	20	40	270
METİL BROMÜR		UD	UD	UD	20	UD	270
METİL ETİL KETON		UD	50	20	20	30	270
METİL İZO BUTİL KETON		UD	50	40	20	40	270
METİL KLORÜR		UD	UD	UD	20	20	270
METİL SÜLFİRİK ASİT		20	50	—	—	UD	270
METİLEN KLORÜR		UD	UD	UD	20Ş	20Ş	270
MORFOLİN		20Ş	60	—	—	50	270
NAFTA		20	50	20	20	20	270
NAFTALİN		20	20	20	20	20	270
NİKEL TUZLARI		—	90	40	—	50	270
NİTRİK ASİT	10 % 50 70 Fuming	20	50	UD	UD	50	270
NİTRİK ASİT		UD	20	UD	UD	20	270
NİTRİK ASİT		UD	UD	UD	UD	UD	270
NİTRİK ASİT		UD	UD	UD	UD	UD	270
NİTRİK AMHİDRİT (N2O5)		20Ş	20	UD	UD	20	270
NİTRO BENZEN		UD	40	20Ş	20Ş	30	270
NİTRO METAN		UD	50	—	20	—	270
OKSALİK ASİT		20	50	UD	20	50	270
OKSİJEN		40	40	20	20	40	270
OKTAN		20	20	20	20	40	270
OLEİK ASİT		20	50	UD	20	40	270
OLEUM		UD	UD	UD	UD	UD	270
OZON	Herbaca %2	20	UD	UD	UD	UD	270
PALMITİK ASİT	% 10 % 72	20	60	UD	—	20	270
PERKLORİK ASİT		20	60	UD	UD	50	270
PERKLORİK ASİT		20	50	UD	UD	20	270
PERKLOREOTİLEN		UD	UD	20	20Ş	UD	270
PIKRİK ASİT		UD	20	20Ş	20Ş	30	270
PİRİDİN		UD	20	20	20	20	270
POTASYUM ASETAT		—	—	20	20	20	270
POTASYUM BROMÜR		20	100	20	20	50	270
POTASYUM DİKROMAT		20	100	—	—	50	270
POTASYUM FERROSİYANÜR		—	100	—	—	—	270
POTASYUM HİDROKSİT		40	80	20	20	40	270
POTASYUM HİPOKLORİT		20	60	UD	UD	20	270
POTASYUM KARBONAT		20	100	20	20	50	270
POTASYUM KLORAT		—	100	—	20	50	270
POTASYUM KLORÜR		40	90	—	—	50	270
POTASYUM NİTRAT		—	70	—	—	50	270
POTASYUM PERMANANAT		20	20	20	UD	20	270
POTASYUM SİYANÜR		20	90	20	—	50	270
POTASYUM SÜLFAT		—	100	—	20	50	270
PROPAN		20	60	20	20	20	270
PROPİL ALKOL		—	60	20	20Ş	40	270
SİKLOHEKZAN		20	20	20	20	40	270
SİKLOHEKZANOL		UD	20	20	20	40	270
SİKLOHEKZANON		UD	20	20	20	40	270
SİTRİK ASİT		40	60	20Ş	20Ş	40	270
SODYUM ASETAT		20	90	—	20	50	270
SODYUM BENZOAT		—	90	—	—	40	270
SODYUM BİKARBONAT		20	100	40	20	50	270
SODYUM BİSÜLFAT		20	100	20	—	50	270

KİMYASAL MADDE	KONS.	MAKSİMUM SICAKLIK C°					
		(Sert) PVC	PP	POM	PA 6	UHMW-PE	PTFE
SODYUM BISÜLFİT		40	100	UD	20	50	270
SODYUM BROMÜR		20	100	—	20	50	270
SODYUM FLORÜR		—	70	20	20	40	270
SODYUM FOSFAT		20	70	40	20	50	270
SODYUM HİDROKSİT	% 10	40	90	UD	20	50	270
SODYUM HİDROKSİT	% 50	40	90	UD	UD	50	270
SODYUM HİDROKSİT	Konsantre	UD	60	UD	UD	40	270
SODYUM HİPOKLORİT	% 17	20	60	UD	UD	20	270
SODYUM KARBONAT		20	100	50	20	50	270
SODYUM KLORAT		20	90	40	20	50	270
SODYUM KLORÜR		40	100	40	20	50	270
SODYUM NİTRAT		20	70	50	20	50	270
SODYUM PEROKSİT		—	50	—	—	20	270
SODYUM SİLİKAT		20	100	20	20	50	270
SODYUM SİYANÜR		—	80	20	20	20	270
SODYUM SÜLFAT		—	100	—	20	50	270
SODYUM SÜLFİT		20	60	20	20	50	270
SODYUM SÜLFÜR		40	60	20	20	50	270
SODYUM TİOSÜLFAT		20	60	20	20	50	270
STEARİK ASİT		20	80	20	20	30	270
STİREN		—	20	—	20	20	270
SU (Saf, mineral,Deniz)		40	100	40	20	60	270
SÜKSİNİK ASİT		—	60	—	—	50	270
SÜLFÜR		—	60	20	20	50	270
SÜLFÜRİK ASİT	%10-30	20	100	UD	UD	50	270
SÜLFÜRİK ASİT	% 50	20	90	UD	UD	50	270
SÜLFÜRİK ASİT	% 85	20	80	UD	UD	50	270
SÜLFÜRİK ASİT	% 98	—	50	UD	UD	20	270
SÜLFÜRİK ASİT	YUMANLI	—	UD	UD	UD	UD	270
SÜT		—	100	20	20	60	270
TANNİK ASİT	% 10	20	50	20Ş	—	40	270
TARTARİK ASİT		40	50	20Ş	20	40	270
TEREBENTİN		—	20	20	20	20	270
TETRAHİDROFURAN		UD	UD	20	20	UD	270
TOLUEN		UD	UD	30	30	20Ş	270
TRİBÜTİL FOSFAT		UD	20	—	20	40	270
TRİETİLAMİN		20	20	20	20	20	270
TRİETİLPOSPAT		UD	—	—	20	20	270
TRİKLOROASETİK ASİT		—	20	—	—	20	270
TRİKLOROETİLEN		UD	UD	20Ş	20Ş	20Ş	270
TRİKRESİL FOSFAT		—	50	—	—	50	270
TRİSODYUM FOSFAT		—	60	—	20Ş	20	270
ÜRE		20	60	20	20	50	270
YAĞ ASİTLERİ		40	40	20Ş	20Ş	40	270
YAĞLAR - BİTKİSEL		40	50	20	20	40	270
MADENİ		40	50	50	20	40	270
ARSENİK ASİT		20	50	20	20	60	270

UD — Uygun değil

S — Şartlı dayanım

POM — Poliasetal

PA-6 — Nylon - 6

UHMW-PE — Çok yüksek molekül ağırlıklı polietilen

PTFE — Politetraflorüetilen

EK-1
PLASTİKLERİN ENJEKSİYON ve EKSTRÜZYONDAKİ
UYGULAMA SICAKLIKLARI

A	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	A
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	Akzo Plastics BV NL-5809 Arnhem	Akulon K 222-D	PA 6 niedrigviskos low viscosity	230-260	80- 90		
		K 222-F	PA 6 niedrigviskos, trans- parent, bis 1 mm Wandstärke low viscosity, trans- parent, till 1 mm wall thickness	230-260	≤ 20		
		M 223-D	PA 6 mittelviskos medium viscosity	240-270	80- 90		
		M 231-D1	PA 6 mittel-hoch viskos medium-high viscosity	250-280	80- 90		
		M 238-D1	PA 6 hochviskos high viscosity	260-290	80- 90		
		K 224-G6	PA 6 30% GF	260-290	80- 90		
		K 224-G0	PA 6 50% GF	260-290	80- 90		
		K 223-HM6	PA 6 30% Mineralienfü- llung, hitzestabilisiert 30% mineral filler, heat stabilized	260-270	80- 90		
		K 223-HMS6	PA 6 30% Mineralienfü- llung, hitzestabilisiert flammmwidrig 30% mineral filler, heat stabilized, flame retardant	235-250	80- 90		
		K 223-HGM15	PA 6 30% Glas/Mineral, hitzestabilisiert 30% glass/mineral, heat stabilized	260-290	80- 90		
		K 224-HGR33	PA 6 30% Glasfaser/Glas- perlen, hitzestabili- siert 30% glass-fibres glass beads, heat stabilized	260-290	80- 90		
		S 223-D/E/F	PA 66 mittelviskos medium viscosity	270-290	80- 90		
		S 240-C	PA 66 hochviskos high viscosity	270-290	80- 90	270-290	
		S 240-CH1	PA 66 hochviskos, hitze- stabilisiert, für Back- und Bratfolien high viscosity, heat stabilized, for oven- baking foils			270-290	
		S 223-G6	PA 66 30% GF	280-290	80- 90		
		S 223-G0	PA 66 50% GF	280-290	80- 90		
	Akzo Plastics BV (Fortsetzung/Cont.)	Akulon S 223-H2G6	PA 66 30% GF, stabilisiert für Wasserkästen 30% GF, stabilized for headertanks	275-290	80- 90		
		S 223-HM8	PA 66 40% Mineralienfü- llung 40% mineral filler	270-290	80- 90		
		S223-HMV7	PA 66 35% Mineralienfü- llung, flammwidrig 35% mineral filler flame retardant	265-280	80- 90		
	Arnite	AD4-102	PETP unverstärkt, trans- parent/not reinforced transparent	270-295	≤ 20		
		AD4-900	PETP unverstärkt not reinforced	270-295	130		
		AV4-340	PETP 20% GF	275-290	130		
		AV2-370	PETP 35% GF	275-290	130		
		AV2-390	PETP 50% GF	275-290	130		
		AV2-360 S	PETP 30% GF flammwidrig flame retardant	270-290	130		
		TO8-200	PBTTP unverstärkt not reinforced	240-270	30- 90		
		TO3-200	PBTTP unverstärkt, mittel- viskos not reinforced, medium viscosity	240-270	30- 90	240-270	
		TO8-201T	PBTTP unverstärkt, mittel- viskos, schlagzäh not reinforced, medium viscosity, impact modified	240-270	30- 90		
		TV6-240	PBTTP 20% GF	240-270	30- 90		
		TV6-241S	PBTTP 20% GF flammwidrig flame retardant	240-270	30- 90		
		TV4-260 S	PBTTP 30% GF flammwidrig flame retardant	240-270	30- 90		
		TV4-270	PTBP 35% GF	240-270	30- 90		
		TM4-250	PBTTP 25% Mineralien- füllung/mineral filled	250-270	90		
		TZ6-260 SY	PBTTP 30% Glas/Minera- lienfüllung, hoch kriech-stromfest, flammwidrig 30% glass/mineral filled, high tracking resistant, flame retar- dant	250-270	90		

A	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	A
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	Akzo Plastics BV (Fortsetzung/Cont.)	Arnitel EM 400 EM 460 EL 550 EL 530 EL 740 EM 550 EM 630 EM 740	Thermoplast, Polyether- Elastomer	220 220 240 245 250	50 50 50 50 50	200 200 225 230 235	
	Allied Corp. B-3030 Heverlee (Leuven)	Capron® 8200-8221 8230-8234 8250-8350 8265-8267 CPN-1030 8207/8209 100 F Halar®	PA 6 unverstärkt not reinforced glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced PA 6 copolymere glas-/mineral- verstärkt glass/mineral reinforced PA 6 verchrombar mineralverstärkt chromium plated mineral reinforced für Folien for foils E-CTFE	230-280 240-290 230-280 240-290 250-295 260-285	50-100 60-120 50-100 60-120 80- 95 90-135	250-270 260-310	
	Amoco Chemicals (Europe) S. A. CH-1211 Genève 21	Udel GF-110, 120, 130 Mindel A-670 B-322, 340 M-800, 825 Ardel D-100, 170 D-240	Polysulfon Glasfaserverstärktes PSU/glass-fibre reinforced Polymerblend, PSU-Basis Glasfaserverstärktes Poly- merblend PSU-Basis/glass- fibre reinforced polymerblend Mineralgefülltes PSU with mineral filler Polyarylat Polyarylat	330-400 340-400 280-310 270-310 355-410 355-390 270-320	100-160 120-160 70-120 65-100 120-160 120-150 65- 75	315-375 345-400 250-280	
	Asia Polymer Corp. Taipei/Taiwan	Polymer-E M 2100 M 5150 F 2201 F 6102	LDPE Spritzqualität moulding grade LDPE Spritzqualität moulding grade LDPE Filmqualität film grade LDPE Filmqualität film grade	180-220 170-210 160-180 150-170	15- 25 15- 25		
	Atochem F-92081 Paris- la-Défense	Rilsan BMF BMN BMN P40 BMV BMV P40 BZM 30 BZM 23 G9 43 G9 BUM 30 AMN AMV AZM 30 BESNO BESNO P40 BESVA O AESNO AESNO P40 Orgamid RMN O CD RMNO P40 RZM 15 RZM 30 RZM 23 G9	PA 11 niedrigviskos low viscosity PA 11 mittelviskos semi-viscous PA 11 mittelviskos flexibel semi-viscous flexible PA 11 hochviskos very viscous PA 11 hochviskos flexibel very viscous flexible PA 11 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced PA 11 glasfaserverstärkt + Graphit glass-fibre reinforced + graphite PA 11 glasfaserverstärkt + Graphit/glass-fibre reinforced + graphite PA 11 glasperlengefüllt glass bead filled PA 12 mittelviskos semi viscous PA 12 hochviskos very viscous PA 12 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced PA 11 mittelviskos semi viscous PA 11 mittelviskos weich semi viscous soft PA 11 hochviskos very viscous PA 12 mittelviskos semi viscous PA 12 mittelviskos weich semi viscous soft PA 6 PA 6 weich/soft PA 6 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced PA 6 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced PA 6 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced PA 6 glasfaserverstärkt + Graphit/glass-fibre reinforced + graphite	210-240 210-240 210-240 220-260 220-260 230-250 230-280 230-280 220-280 210-240 220-260 230-280 230-280 220-280 210-240 220-260 230-280 230-280 230-260 230-260 240-280 240-280 240-280 240-280	30- 60 30- 60 30- 60 40- 70 40- 70 60-120 60-120 60-120 60-120 30- 60 40- 70 60-120 40- 80 30- 60 60-120 60-120 60-120	230-260 230-260 240-270 220-260 220-250	

A B	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	A B
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	Atochem (Fortsetzung/Cont.)	Orgamid RESN O	PA 6 mittelviskos semi viscous			240-260	
		RESV O	PA 6 hochviskos very viscous			240-260	
		Orgater TMN	PBTP	245-265	60- 80		
		TZM 30	PBTP glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	250-280	60- 90		
		TMN W8	PBTP selbstverlöschend self-extinguishing	240-260	60- 80		
		TZM 30 W8	PBTP GF + VO	250-280	60- 90		
		TUM 30	PBTP glasperlengefüllt glass bead filled	250-280	60- 90		
		Pebax		160-240	15- 30	160-240	
		2533 SN 00	Polyether-Block Amide	180-230	15- 30	180-230	
		3533 SN 00	Polyether-Block Amide	200-260	15- 30	200-260	
		4033 SN 00	Polyether-Block Amide	200-260	15- 30	200-260	
		5533 SN 00	Polyether-Block Amide	180-230	15- 30	200-250	
		2533 SD 00	Polyether-Block	200-240	15- 40		
		3533 SD 00	Polyether-Block	200-260	20- 40		
		4033 SD 00	Polyether-Block	200-260	20- 40		
		5533 SD 00	Polyether-Block	220-260	20- 50		
		5512 MN 00	Polyether-Block	220-270	20- 50		
		6312 MN 00	Polyether-Block	160-220	30- 50	140-200	
		Lacqtène	LDPE	160-220	30- 50		
		Lacqtène HD	HDPE	120-170	30- 50	120-190	
		Evatene	EVA Copolymer	220-280	20- 70	230-260	
		Lacqtène P	PP Homopolymer	220-280	20- 60	230-260	
			PP Copolymer	170-280	10- 50	150-220	
		Lacqrène	PS glasklar und schlagfest transparent and impact resistant				
	Bakelite GmbH D-5850 Iserlohn- Letmathe	Bakelite- Formmassen Moulding compounds		Zylinder Einzug Intake	Düse Nozzle		
		Type 31	Phenolharz-Formmasse mit Holzmehl/Phenolic mould- ing compound with wood flour	50- 85	80-110	160-195	
		Type 31.5	Phenolharz-Formmasse mit Holzmehl/Phenolic mould- ing compound with wood flour	50- 85	80-110	160-195	
		Type 31.9	Phenolharz-Formmasse mit Holzmehl/Phenolic moulding compound with wood flour	50- 80	80-110	160-195	
		Type 51	Phenolharz-Formmasse mit Zellstoff/Phenolic moulding compound with cellulose	50- 85	80-110	160-195	
		Type 71	Phenolharz-Formmasse mit Baumwollfaser Phenolic moulding compound with cotton fibre	50- 85	80-110	160-195	
		Type 83	Phenolharz-Formmasse mit Baumwollfaser und Holz- mehl/Phenolic moulding compound with cotton fibre and wood flour	50- 85	80-110	160-195	
		Type 85	Phenolharz-Formmasse mit Holzmehl und Zellstoffasern Phenolic moulding com- pound with wood flour and cellulose fibres	50- 85	80-110	160-195	
		Type 12	Phenolharz-Formmasse as- bestgefüllt/Phenolic mould- ing compound with asbestos	50- 85	80-110	160-195	
		Vortype CD Pre-type	Phenolharz-Formmasse, as- bestfrei anorgan. Faserstoffe Phenolic moulding com- pound without asbestos organic fillers	50- 85	80-110	160-195	
		Type 150	Melaminharz-Formmasse mit Holzmehl Melamine moulding com- pound with wood flour	60- 90	80-110	150-180	
		Type 152	Melaminharz-Formmasse mit Zellmehl Melamine moulding com- pound with cellulose	60- 90	80-110	150-180	
		Type 156	Melaminharz-Formmasse mit Asbestfasern Melamine moulding com- pound with asbestos fibres	60- 90	80-110	150-180	
		Type 180	Melamin-Phenolharz-Form- masse mit Holzmehl Melamine phenolic moulding compound with wood flour	60- 90	80-110	150-180	
		Type 181.5	Melamin-Phenolharz-Form- masse mit Zellstoff Melamine phenolic moulding compound with cellulose	60- 90	80-110	150-180	

B	ÜRETICI FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON			EKSTRÜZYON	B
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEM SICAKLIĞI °C		
	Bakelite GmbH (Fortsetzung/Cont.)	Type 183	Melamin-Phenolharz-Form- masse mit Zellstoff und Gesteinsmehl Melamine phenolic moulding compound with cellulose and mineral flour	Zylinder Einzug Intake 60- 90	Düse Nozzie 80-110	150-180		
		Type 802	Polyesterharz-Formmasse mit Glasfaser und Mineral- mehle/Polyester moulding compound with glass fibre and mineral flour	30- 70	70-110	160-190		
		Type 804	Polyesterharz-Formmasse mit Glasfaser und Mineral- mehle/Polyester moulding compound with glass fibre and mineral flour	30- 70	70-110	160-190		
		Sorte/type 3415	Polyesterharz-Formmasse mit Glasfaser und Mineral- mehle/Polyester moulding compound with glass fibre and mineral flour	30- 70	70-110	160-190		
		Sorte/type 3625	Polyesterharz-Formmasse mit organischen Faser und Mineralmehle Polyester moulding com- pound with organic fibres and mineral flour	30- 70	70-110	160-190		
		Sorte/type 3925	Polyesterharz-Formmasse mit organischen und anorga- nischen Fasern/Polyester moulding compound with organic and inorganic fibres	30- 70	70-110	160-190		
		Rütamid 6	PA 6 unverstärkt not reinforced	230-260		30- 80		
		Rütamid 6 GF	PA 6 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	250-280		60-120		
		Rütamid 6 GK	PA 6 glaskugerverstärkt glass bead reinforced	250-280		60- 90		
		Rütamid 6 CV	PA 6 kreidegefüllt chalk filled	240-270		60- 90		
		Rütamid 66	PA 66 unverstärkt not reinforced	260-290		30- 80		
		Rütamid 66 GF	PA 66 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	270-300		60-120		
		Rütamid 66 GK	PA 66 glaskugerverstärkt glass bead reinforced	270-300		60- 90		
	BASF Aktien- gesellschaft D-6700 Ludwigshafen	Ultramid A	PA 66 PA 66 + GF PA 66 + M PA 66 + GF + BS	280-300 285-310 290-300 285-300		40- 80 60-120 40- 60 80-120	260-290 260-290 260-290 260-290	
		Ultramid B	PA 6 PA 6 + GF PA 6 + M PA 6 + M + GF PA 6 + GK + GF PA 6 + M + BS	230-290 260-290 270-290 270-290 270-290 250-275		40- 60 60-120 60- 80 60- 80 60- 80 60- 80	230-260 260-270 240-270 240-270 240-270 240-270	
		Ultramid S	PA 6.10	230-290		30- 60	230-290	
		Ultramid	PA 66/6 (Copolyamid) PA 66/6 + M PA 66/6 + GF PA 66/6 + GF + M	270-300 270-300 270-300 270-300		40- 60 40- 60 80- 90 60- 80	260-290 260-290 260-290 260-290	
		Ultraform	POM-Copolymer POM-Copolymer + GF	180-230 180-230		60-120 80-120	180-220 180-220	
		Ultradur	PBT PBTP + GF PBTP + GK PBTP + BS PBTP + GF + BS PBTP + M PBTP + M + GF	245-270 250-270 245-270 245-265 245-265 245-270 245-270		60- 80 60- 90 40- 90 40- 60 80- 90 40- 60 40- 60	230-270 240-270 220-260 220-260 220-260 220-260 220-260	
		Ultrason E	PES PES + GF	320-360 350-390		140-160 150-180	340-380 340-380	
		Ultrason S	PSU PSU + GF	310-360 310-360		100-160 100-160	320-360 320-360	
		Lupolen (LDPE) (HDPE) V 3510 K	PE PE EVA	180-240 210-270 160-230		20- 60 20- 60 10- 40	140-240 180-240 110-200	
		Novolen	PP	200-270		20- 60	180-250	
		Standard-Polysty- rol/polystyrene	PS PS + GF PS + UV	170-280 190-290 170-280		20- 70 40- 80 20- 70	170-240 170-240 170-240	
		Polystyrol - schlagfest, 400er u. 500er Marken	SB SB + BS, Type A SB + BS, Type B	180-280 190-220 220-250		30- 70 30- 70 30- 70	180-240 190-220 180-240	
		Polystyrene - impact resistant, types 400 and 500 - spannungsriß- beständig/ESCR 2710 + 2711	SB + Y SB + TSG SB + TSG + BS SB	180-280 220-260 220-250 180-280		20- 40 20- 40 30- 70	180-240 180-240 180-240	

B	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	B
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C		
	Bergmann Th. GmbH + Co. (Fortsetzung/Cont.)	Bergamid B 70 L	PA 6 polymermodifiziert polymer modified	230-260	30- 50		
		B 70 G/GK	PA 6 glasfaser- glaskugel verstärkt glass-fibre- glass bead reinforced	250-280	40- 80		
		B 70 Mi/G	PA 6 mineralien glasfaser- verstärkt minerals- glass- fibre reinforced	245-275	40- 80		
		A 65/70/75/80	PA 66 unverstärkt not reinforced	260-290	40- 80		
		A 70 G	PA 66 glasfaserverstärkt glass- fibre reinforced	270-290	80-120		
		A 70 GK	PA 66 microglasperlen- verstärkt micro glass-bead reinforced	260-290	40- 90		
		A 70 Mi	PA 66 mineralienverstärkt minerals reinforced	260-290	40- 80		
		A 70 Mi/G	PA 66 mineralien glasfaser- verstärkt minerals- glass fibre reinforced	265-290	40- 80		
		Bergopor N 500 T 20/40	PP 20%/40% talkum verstärkt talcum reinforced	200-280	20-80		
		N 500 K 30	PP 30% kreideverstärkt chalk reinforced	200-280	20- 80		
		N 500 GK 20	PP 20% glaskugelverstärkt glass bead reinforced	220-280	20- 80		
		Bergadur PB 40	PBTP unverstärkt not reinforced	245-270	60- 80		
		PB 40 G 20	PBTP 20% glasfaserverstärkt glass- fibre reinforced	250-270	60- 90		
		PB 40 G 30	PBTP 30% glasfaserverstärkt glass- fibre reinforced	255-270	60- 90		
	BIP Chemicals Ltd. Oldbury GB-Warley 869 4PD (Fortsetzung/Cont.)	«Beetle» Nylon 6 MD2	Standard-Viskosität Standard viscosity grade	220-260	60- 80		
		LO3	Schnellverarbeitung, niedrigviskos Fast cycling, low viscosity	220-260	60- 80		
		MD3	Schnellverarbeitung, mittel- viskos Fast cycling, med. viscosity	220-260	60- 80		
		MD3C	Ultra-Schnellverarbeitung Ultra fast cycling	220-260	60- 80		
		MD4	Hitzestabilisiert, mittelviskos Heat stabilized, medium vis- cosity	220-260	60- 80		
		MD6	Molybdenum disulphide	220-260	60- 80		
		MD81	Flammwidrig/flame retardant	220-260	60- 80		
		EN30	Schlagzäh modifiziert Impact modified	220-260	60- 80		
		MD2ST/HY2ST	Spezialtyp für Gleitrollen Special grade for castor wheels	220-260	60- 80		
		MDF2	30% Glasfaser, hitzestabili- siert 30% Glass-fibre, heat stabi- lized	220-260	60- 80		
		MDF3	30% Glasfaser, flammwidrig 30% Glass-fibre, flame retar- dant	220-260	60- 80		
		MDF4	15% Glasfaser/Glass-fibre	220-260	60- 80		
		MDS2	50% Glaskugeln, hitzestabi- lisiert 50% Glass sphere heat stab.	220-260	60- 80		
		MDS4	25% Glaskugeln 25% Glass sphere	220-260	60- 80		
		MDM51	Spezial «Elektro»-Typ Special electrical grade	220-260	60- 80		
		MDM52	Standard «Elektro»-Typ General purpose electrical grade	220-260	60- 80		
		MDM53	Standard «Elektro»-Typ General purpose electrical grade	220-260	60- 80		
		MDM54	Standard «Elektro»-Typ General purpose electrical grade	220-260	60- 80		
		MDM20	30% mineralgefüllt 30% mineral filled	220-260	60- 80		
		MDM21	Standardtyp, schlagzäh mo- difiziert/General purpose, impact modified				
		«Beetle» Nylon 6 for Extrusion		220-260	60- 80		
		LO1	Niedrigviskos/Low viscosity	220-260	60- 80		
		MD1	Mittelviskos Medium viscosity	220-260	60- 80		
		HY1	Hochviskos/High viscosity	220-260	60- 80		
		MD5	Hitzestabilisiert, mittelviskos Heat stab., medium viscosity				

B	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	B
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	BASF Aktien- gesellschaft (Fortsetzung/Cont.)	Styrolux	SB, glasklar/transparent	200-260	30- 50	170-260	
		Luranyl					
		- Standard	PPE	270-300	70- 80	260-280	
		- schlagzäh/impact resistant	PPE + GF	280-320	80-100	250-280	
		- Brandschutz fire proofing	PPE	280-300	70- 90	250-280	
			PPE + BS	260-290	70- 90	250-270	
			PPE + BS + GF	270-300	80-100	-	
		Luran	SAN	200-260	30- 80	180-240	
			SAN + GF	220-260	60- 80	190-230	
		Luran S	ASA	230-280	40- 80	200-240	
			ASA + UV	230-280	40- 80	200-240	
		Terluran					
		800er Marken	ABS	240-280	40- 80	200-240	
		types 800	ABS + GF	240-280	70- 90	200-240	
		900er Marken	ABS	230-260	40- 80	200-240	
		types 900	ABS + BS	220-240	40- 80	-	
			ABS + BS + GF	220-240	70- 90	-	
			ABS + GF	240-270	70- 90	200-240	
		- transparent	ABS, transparent	230-260	40- 80	-	
		2802 TR					
		Terblend S	ASA/PC	260-300	70- 90	250-280	
			ASA/PC + BS	260-290	70- 90	-	
		Ultrablend KR 4080	PBTP + PC	260-280	60- 80	-	
		Vinoflex	PVC hart/hard	190-220	30- 60	180-195	
			PVC weich/soft	170-200	30- 60	140-190	
		Vinidur	Hart-PVC schlagfest			180-195	
			PVC hard, impact resistant				
		Vinuran	PVC hart modif./hard modif.	190-220	30- 60	180-195	
	Bayer AG D-5090 Leverkusen		BS = Brandschutz Fine proofing				
			CF = Glasfasern Glass-fibre				
			GK = Glaskugeln Glass beads				
			M = Mineral				
			TSG = Treibmittel Propellant				
			UV = Stabilisierung Stabilized				
			Y = Antistatikum Antistatic agent				
		Bayblend		240-280	40- 80	230-260	
		Baylon LDPE		160-240	20- 50	160-310	
		Baylon EVA		200-230	20- 40	160-210	
		Celldor		190-235	40- 80	185-215	
		Desmopan		180-240	20- 40	180-220	
		Durethan A		260-290	70- 90		
		Durethan AKV		270-300	80-120		
		Durethan B		240-270	70- 90	240-270	
		Durethan BKV		260-280	80-120	250-270	
		Makroblend PR		250-280	60- 70	240-270	
		Makroblend EC		280-340	60-100	250-290	
		Makrolon		280-320	80-100	260-300	
		Makrolon GF		280-360	80-130	260-300	
		Novodur		220-260	60- 90	220-240	
		Pocan		240-280	80-100	230-250	
		Pocan GF		250-270	80-100		
		Elastomere					
		Desmopan	TPU	190-240	20- 30	180-220	
		Levaflex EP	TPO	190-230	15- 70	190-240	
	Bergmann Th. GmbH + Co. Kunststoffwerk KG D-7560 Gaggenau 2						
		Bergamid					
		B 65/70/75/80	PA 6 unverstärkt not reinforced	230-270	40- 80		
		B 70 G	PA 6 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	250-280	80-120		
		B 70 GK	PA 6 microglasperlen- verstärkt micro-glass bead reinforced	250-280	40- 90		
		B 70 K	PA 6 kreidegefüllt chalk filled	240-270	70- 90		
		B 70 Mi	PA 6 mineralienverstärkt mineral reinforced	240-270	40- 80		

* Vulkanisation bei
Vulcanization at
180-250 (Luft/air)

B	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENEKSİYON		EKSTRÜZYON	B
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C		
	SIP Chemicals Ltd (Fortsetzung/Cont.)	«Beetle» Nylon 6.6 A20 A25 A30 A40 A60 A81 A91 AF303 AF307 AF407 AF317 AS408 AS403 «Beetle» PET PET 102F PET 164F PET 100 PET 166F PET 1610F PET 804F PET 866F	Standard-Spritzqualität Standard injection grade A20 mit verbesserten Entformungseigenschaften A20 with improved mould release Schnellverarbeitung Fast cycling Schnellverarbeitung, hitzestabilisiert Fast cycling, heat stabilized Schlagzäh modifiziert Impact modified Flammwidrig Flame retardant Molybdenum disulphide 15% Glasfaser/Glass-fibre 33% Glasfaser/Glass-fibre 33% Glasfaser, hitzestabilisiert 33% glass-fibre, heat stabilized 33% GF mit verbesserter Oberflächenqualität 33% GF with improved surface appearance 40% Glaskugeln/Glass sphere 15% Glaskugeln/Glass sphere 10% Glas/20% Füllstoff, filter 20% Glas/10% Füllstoff, filter Hochviskoses Harz (Standard) High viscosity GP resin 30% Glasfaser/Glass-fibre 50% Glasfaser/Glass-fibre 20% Glasfaser, flammwidrig Glass-fibre, flame retardant, UL94 VO 30% Glasfaser, flammwidrig Glass-fibre, flame retardant, UL94 VO	265-300 			

B C	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	B C
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KAUP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	Herrendi Weyss Kombinat (Fortsetzung/Cont.)	Originalit Ongrovil HI 50/54	PVC Compound hart/hard PVC Compound weich/soft PE chloriniert/chlorinated PVC Konzentrat, schlagfest high impact	140-180 140-180	20- 50 20- 50	150-180 150-180	
	BP-Chemicals International Ltd. Belgrave House 76 Buckingham Palace Road GB-London SW1W 0SU	BP Polystyrol Polystyrene BP Polyethylen Vernetzbar Interlacing Zellstruktur Cellular structure Rigidex Natène Napryl BP-LLDPE	PS SB LDPE LDPE (EEA Copolymer) LDPE (VPE) LDPE (Cell) HDPE HDPE PP Homo-/Copolymer LLDPE	170-280 190-280 180-240 170-260 200-370 200-370 190-260 200-280	20- 70 20- 70 20- 60 20- 40 20- 70 20- 70 5- 80 20- 60	170-280 170-260 160-240 160-230 190-205 120-150 180-250 180-250 210-260 180-230	
	Bunawerke Hüls GmbH Vertrieb/Sales: Hüls AG D-4370 Mari	Buna EM Buna AP Vestopren	SBR EPM, EPDM Y-EPM	80-120 80-120 180-220	140-200 150-200 40- 60		
	Cdf Chimie E. P. F-92080 Paris	Lotrène Lotrex Gedex Cristal Gedex Choc	LDPE LLDPE PS GP PS HI	160-260 200-280 190-260 190-260	10- 40 20- 60 10- 50 10- 60	130-220 180-230 180-240 180-240	
	Celanese Ltd. GB-Watford/Herts WD2 4AP	Kematal M 25 M 90 M 140	POM-Copolymer, unver- stärkt, hochschlagzäh not reinforced, very impact resistant POM-Copolymer, unverstärkt not reinforced POM-Copolymer, unver- stärkt, schnellfließend not reinforced, fast flowing	170-200 170-200 170-200	70-100 70-100 70-100	180-185	
	Celanese Ltd. (Fortsetzung/Cont.)	Kematal M 270 M 450 MC 90/ MC HM LW 90 UV 90 GC 25-A GB 25 TX-90 TX-90 Plus EP-90 EC-90 Celanex 2000 2002 2012 3200 3300 3400 3112	POM-Copolymer, unver- stärkt, schnellfließend not reinforced, fast flowing POM-Copolymer, unver- stärkt, sehr schnell- fließend/not rein- forced, very fast flowing POM-Copolymer, mineralverstärkt mineral reinforced POM-Copolymer, abriebfest non-abrasive POM-Copolymer, UV-stabilisiert UV-stabilized POM-Copolymer, 25% glasfaser- verstärkt/glass-fibre reinforced POM-Copolymer, 25% glaskugel- verstärkt/glassbead reinforced POM-Copolymer, schlagzähmodifiziert impact modified POM-Copolymer, galvanisierbar electroplatable POM-Copolymer, elektrisch leitfähig electrically conductive PBT unverstärkt, leicht- fließend not reinforced, easy flowing PBT unverstärkt, zähere Type not reinforced, more tough type PBT unverstärkt, UL 94 V-O not reinforced PBT 15% GF* PBT 30% GF* PBT 40% GF* PBT 12% GF*, UL 94 V-O	170-200 170-200 170-200 170-200 170-200 170-200 180-190 170-200 240-255 240-255 240-255 240-255 240-255 240-255 240-255	70-100 70-100 70-100 70-100 80-110 80-110 70-100 100-110 70-100 70- 90 70- 90 70- 90 70- 90 70- 90 70- 90		

C	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	C
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	Celanese Ltd. (Fortsetzung/Cont.)	Celanex 3210 3310 3211 3311 4300 4330 5200 5300 6400 7700 Celanese Nylon Serie 1000 Serie 1200 Serie 1300 Serie 1400 Serie 1500 Serie 1600	PBT 18% GF*, UL 94 V-O PBT 30% GF*, UL 94 V-O PBT 19% GF*, UL 94 V-O PBT 30% GF*, UL 94 V-O PBT 30% GF*, mittel- schlagzäh medium impact toughness PBT 30% GV*, schlagzäh impact proof PBT/PET Blend 15% GV*, verzugsarm, Hoch- glanz non warping, high gloss PBT/PET Blend 30% GV*, verzugsarm, Hochglanz non warping, high gloss PBT 40% Glas/Mineral PBT Glas/Mineral, UL 94 V-O PA 66 unverstärkt, wärme- stabilisiert/not rein- forced, heat stabilized PA 66 unverstärkt, hoch- viskos/not reinforced, highly viscous PA 66 unverstärkt, kristal- isationskontrolliert not reinforced, controlled crystalli- zation PA 66 13% glasfaserver- stärkt, wärmestabi- lisiert/glass-fibre reinforced heat stabilized PA 66 33% glasfaserver- stärkt, wärmestabi- lisiert/glass-fibre reinforced, heat stabilized PA 66 40% glasfaserver- stärkt, wärmestabi- lisiert/glass-fibre rein- forced heat stabilized	240-255 240-255 230-255 230-255 240-255 240-255 240-255 240-255 240-255 260-285 260-285 260-285 260-285 260-285 260-285	70- 90 70- 90 70- 90 70- 90 70- 90 70- 90 40- 90 40- 90 70- 90 (120) 70- 90 (120) 60- 90 60- 90 60- 90 60- 90 60- 90 60- 90	280-300	
	Celanese Ltd. (Fortsetzung/Cont.)	Celanese Serie 7000 Vectra A 130 A 515 C 130 A 420 A 625 B 900	PA 66 schlagzähmodifi- ziert mit/ohne Glasfasern impact resistance modified with/with- out glass-fibres LCP-Flüssigkristall-Polymer, glasfaserverstärkt liquid cristal polymer, glass-fiber reinforced LCP-Flüssigkristall- Polymer, schnellfließend liquid cristal polymer, high flow LCP-Flüssigkristall-Polymer, hochtemperaturfest liquid cristal polymer, high temperature resistant LCP-Flüssigkristall-Polymer, abriebfest liquid cristal polymer, wear resistant LCP-Flüssigkristall-Polymer, chemisch hochbeständig liquid cristal polymer, chemical resistant LCP-Flüssigkristall-Polymer liquid cristal polymer, extrusion	260-285 285-300 285-300 315-328 285-300 285-300	60- 90 30-150 30-150 30- 50 30-150 30-150	290-310	
	Chemie Linz AG A-4020 Linz	Daplen HDPE PP	LDPE HDPE PP	170-240 210-270 190-280	20- 70 20- 60 20- 70	160-200 190-240 200-260	
	Chemopetrol CSSR-16000 Praha Export, Petrimex CSSR-82834 Bratislava	Neralit Liten Mosten Taboren Krašten Forsen Spolamid Nerafen	Suspension PVC hart/hard Suspension PVC weich/soft HDPE PP Homopolymer Copolymer PP Füllstoffverstärkt filler reinforced PP Glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced PS schlagfest/impact resistant PS Standard ABS PA 6 unverstärkt not reinforced PPO/PS Blend	180-220 150-190 220-280 200-260 200-280 210-290 190-280 170-280 200-270 230-250 270-300	20- 70 20- 60 20- 80 20- 70 30- 70 40- 70 20- 70 20- 70 40- 80 70- 80 70-110	160-200 130-180 190-270 200-260 190-220 170-230 200-240	

C	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADİ	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	C
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C		
	China General Plastics Corp. Taipei/Taiwan	R-10 X R-11 X SO-38 X SO-33 X SO-30 X	PVC hart/hard PVC hart/hard PVC weich/soft PVC weich/soft PVC weich/soft	170-210 170-210 140-200 140-200 140-200	20- 40 20- 40 20- 40 20- 40	150-220 150-220 140-200	
	Ciba-Geigy AG CH-4002 Basel	Araldit NU 480 NU 481 NU 460 NU 461 NU 510 XB 3097 XB 3183 XB 3170 XB 3394 XB 3453 XB 3677	Epoxidharz-Formmasse Epoxy resin moulding material Epoxidharz-Formmasse Epoxy resin moulding material Epoxidharz-Formmasse Epoxy resin moulding material Epoxidharz-Formmasse Epoxy resin moulding material Epoxidharz-Formmasse Epoxy resin moulding material Epoxidharz-Formmasse Epoxy resin moulding material Epoxidharz-Formmasse Epoxy resin moulding material Epoxidharz-Formmasse Epoxy resin moulding material Epoxidharz-Formmasse Epoxy resin moulding material Epoxidharz-Formmasse Epoxy resin moulding material	Zylinder Cylinder Düse Nozzle 50- 60 80- 90 50- 60 80- 90 60- 70 80- 90 60- 70 80- 90 60- 70 80- 90 nur Pressen und Spritzpressen moulding and transfer moulding only, 90/110 50- 60 70- 90 50- 60 70-100 50- 60 80- 90 60- 70 80- 90 50- 70 80-100 50- 60 80- 90	180-220 180-220 160-200 160-200 170-190 180-190 180-200 180-220 160-200 170-190 180-200		
	Ciba-Geigy Mannenberg GmbH D-6140 Bensheim (Fortsetzung/Cont.)	Ampal PG 310, Typ 802 Ampal PG 315 (UL-gelistet/ listed) PG 325 (UL-gelistet/ listed) PM 350 PM 355 (selbst- löschend/self- extinguishing) PM 360 PM 365 (selbst- löschend/self- extinguishing) PM 375 (selbst- löschend/self- extinguishing) PK 380 PK 385 (UL-gelistet/ listed) Crastin XMB 1050 XMB 1052 XMB 1051 XMB 1056 XMB 1057 XMB 1058 Melopas N, Type 152 MP Type 181.5 BMPL Type 182	UP (Glasfasern, Gesteinsmehl/ glass-fibres, mineral filler) UP (Glasfaser, Gesteinsmehl/ glass-fibres, mineral filler) UP (Langglasfasern, Gesteinsmehl/long glass-fibres, mineral-filler) UP/MF (Zellulose, Gesteins- mehl/cellulose, mineral filler) UP/MF (Zellulose, Gesteins- mehl/cellulose, mineral filler) UP/MF (Glasfasern, Zellu- lose, Gesteinsmehl glass-fibres, cellulose, mineral filler) UP/MF (Glasfasern, Zellu- lose Gesteinsmehl glass-fibres, cellulose, mineral filler) UP (Textilfasern, Gesteins- mehl/textile fibres, mineral filler) UP (Glasfasern/glass-fibres) UP (Glasfasern, Gesteins- mehl/glass-fibres, mineral filler) PBTP (10% GF + VO) PBTP (20% GF + VO) PBTP (30% GF + VO) PBTP modifiziert/modified (10% GF + VO) PBTP modifiziert/modified (20% GF + VO) PBTP modifiziert/modified (30% GF + VO) MF (Zellulose, cellulose) MP (Zellulose, Gesteinsmehl cellulose, mineral filler) MF (Holzmehl, Gesteins- mehl/wood floor, mineral filler)	60- 80 80- 90 60- 80 80- 90 60- 80 80- 90 70- 80 80- 90 70- 80 80- 90 70- 80 80- 90 70- 80 80- 90 70- 80 80- 90 70- 80 80- 90 70- 80 80- 90 70- 80 80- 90 70- 80 80- 90 70- 80 80- 90 70- 80 80- 90 230-260 230-260 230-260 220-250 220-250 220-250 220-250 80- 90 100-110 80- 90 100-110 80- 90 100-110	170-180 170-180 170-180 170-180 170-180 170-180 170-180 170-180 170-180 170-180 170-180 170-180 170-180 170-180 60- 90 60- 90 60- 90 60- 90 60- 90 160-175 160-175 160-175		

C D	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON			EKSTRÜZYON	C D
				MALZEME SICAKLIĞI °C	Zylinder Düse Sıcaklığı °C	KALIP Sıcaklığı °C	İŞLEME Sıcaklığı °C	
	Ciba-Geigy Mariberg GmbH (Fortsetzung/Cont.)	Melopas AMPL Type 183 (UL-gelistet/ listed) GLS GLF XMB 2 000 XMB 2 001 (cold runner) XMB 2 002 (cold runner) XMB 2 003 (low shrinkage) XMB 2 004 (low shrinkage) HT (UL- gelistet/listed)	MP (Zellulose, Gesteinsmehl cellulose, mineral filler) MF (lange Glasfasern long glass-fibres) MP (kurze Glasfasern short glass-fibres) MF (Holzmehl, Gesteinsmehl wood floor, mineral filler) MP/MF (Zellulose, Gesteinsmehl/cellulose, mineral filler) MP/MF (Holzmehl, Gesteinsmehl/wood floor, mineral filler) MP/MF (Zellulose, Gesteinsmehl/cellulose, mineral filler) MP/MF (Holzmehl, Gesteinsmehl/wood floor, mineral filler) MF (Gesteinsmehl/mineral filler)	80- 90 100-110 nur verpressbar/only for compression moulding 70- 90 90-100 80- 90 90-100 80- 90 90-100 80- 90 90-100 80- 90 90-100 80- 90 90-100 80- 90 90-100	160-175 160-175 155-170 160-175 160-175 160-175 160-175 160-175			
	Centrauls Speciality Plastics GB-London W/A 4 SN	Dexel	Ca	170-220		10- 70	170-180 Einzug intake 170-225 Düse/nozzle	
	Degussa AG D-6090 Frankfurt 1	Degalan 6 7 8 6E 7E 8E Lieferformen: Granulat und Part- polymersat Supply grades: granulate and pearl polymerisate Degalan SZ 70 Lieferform/supply grade: Granulat	PMMA PMMA PMMA PMMA PMMA PMMA PMMA schlagzäh impact resistant	180-240 200-250 220-250 200-250 220-250 230-250 220-250	40- 80 40- 90 40- 90 40- 80 40- 90 40- 90		220-280 220-280 220-270	
	Donit Tord Fenselit YU-Serevnica	Fenolit- Formmassen Moulding materials	Phenolharz-Formmassen mit anorganischem Füllstoff Typ 12/Phenol-resin moulding materials with anorganic filler type 12 Phenolharz-Formmassen mit organischem Füllstoff Typ 31, 31.9/Phenol-resin moulding materials with organic filler type 31, 31.9 Phenolharz-Formmassen mit organischem Füllstoff Typ 71 Phenol-resin moulding materials with organic filler type 71	Zylinder Düse 60-80 80-100 60-80 85-105 50-70 70- 90	160-180 160-180 150-170			
	Dow Chemical Europe S.A. CH-8810 Horgen	Styron Dow ABS Tyril Dow Niederdruck- Polyethylen Dow low density polyethylene Dow Hochdruck- Polyethylen Dow high density polyethylene Dowlex Primacor Tyrin	PS glasklar und schlagfest transparent and impact resistant ABS SAN HDPE LDPE LLDPE Copolymer (octene) EAA Ethylen Acrylsäure Copolymer/ethylene acrylic acid copolymer CPE Chloriertes Niederdruck Polyethylen chlorinated high density polyethylene	180-280 220-260 220-260 160-300 190-260 200-260 150-240	10- 70 20- 80 20- 80 10- 80 20- 70 20- 30 10- 30		180-220 200-240 200-240 150-260 180-250 190-260 190-240 160-200	
	DSM Polymers International NL-6160 AP Geleen	Stamylan LD Stamylan HD Stamylex Stamylan P	LDPE HDPE LLDPE PP	160-300 160-300 170-300 200-290	10- 35 10- 50 10- 35 20- 70		160-240 180-300 170-300 200-260	

D ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON
			MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	
DSM Polymers International (Fortsetzung/Cont.)	Keltan TP	EMPP (elastomer modif. PP)	230-280	10- 40	220-270
	Kelburon	R-EMPP (reactor-elastomer modif. PP)	230-300	10- 40	220-280
	Ronfalin	ABS	200-270	35- 75	180-240
	Stanyl	PA 46	300-330	80-120	300-320
Du Pont de Nemours International S.A. CH-1211 Genève	Delrin®				
	Acetal Harz/resin	Acetal Homo-Polymer	205-230	80-105	195-215
	Superhartes Acetalharz/super tough acetal resin	Acetal Homo-Polymer	195-215	10- 70	
	Hytrel®				
	Polyester				
	Elastomer				
	G-3548	Polyetherester Copolymer	170-200	30	170-220
	4056				
	G-4074	Polyetherester Copolymer	180-210	40	170-220
	5526	Polyetherester Copolymer	220-240	40	170-220
	5555 HS				
	5556				
	G-5544	Polyetherester Copolymer	230-250	40	170-220
	6355				
	7246				
	Minlon®				
	Engineering Thermoplastic Resin/Harz				
	10 B	(MR) 66 Nylon	295-305	60-120	
	20 B	(MR + GR) 66 Nylon	295-305	60-120	
	11 C	Mittelzäh/Intermediate toughened (MR) 66 Nylon	280-300	60-120	
	12 T	Zäh/Toughened (MR) 66 Nylon	280-300	60-120	
	22 C	(MR + GR) 66 Nylon	295-305	60-120	
	Rynite®				
	Thermoplastic Polyester				
	530	30% (GF/GR) modif. PETP	280-305	95-125	
	545	45% (GF/GR) modif. PETP	280-305	95-125	
	555	55% (GF/GR) modif. PETP	280-305	95-125	
	935	35% (MICA-GF/GR) PET	280-305	95-125	
	940	40% (MICA-GF/GR) PET	280-305	95-125	
	940 FB	Schaum-Spritzgiess-Typ von/Foam injection moulding version of Rynite® 940	280-305	95-125	
	430	30% (GF/GR) PET	275-305	95-125	
	FR-943	43% (GF) + Flocken/flake Verstärktes modif. PET Reinforced modif. PET	275-305	85-130	
	FR-530	PET (30% GR, flammwidrig flame retarded) 30% GR	275-295	85-120	
	FR-543	PET (flammwidrig, 43% GF/GR) (flame retarded, 43% GF/GR)	275-295	85-110	
	SST 35	35% (GFR) modif. PET	275-300	85-120	
	415 HP	15% (GF/GR) modif. PET	275-310	85-120	
	Zytel®				
	66 Nylonharze resins	Thermoplastisches PA Thermoplastic PA	280-305	35- 95	302
	Superharte Nylonharze super tough Nylon resins	Thermoplastisches PA Thermoplastic PA	275-300	35- 95	
	612 Nylonharze resins	Thermoplastisches PA Thermoplastic PA	230-290	35- 95	220-260
	6 Nylon-211	Thermoplastisches PA Thermoplastic PA	225-290	35- 95	230-240
	Modif. Copolymer - 109 L	Thermoplastisches PA Thermoplastic PA	255-290	35- 95	265
	Transparent Nylon - 330	Thermoplastisches/ thermoplastic PA	300-320	65- 95	
	Nylon FR 10	Thermoplastisches PA Thermoplastic PA	250-275	40- 70	
	(FR) -50	Thermoplastisches PA Thermoplastic PA	285-310	65-120	
	(FR) -60	Thermoplastisches PA Thermoplastic PA	295-305	65-100	
	(GR) 66 Nylon	Thermoplastisches PA Thermoplastic PA	270-310	65-120	
	(GR) 612 Nylon	Thermoplastisches PA Thermoplastic PA	280-305	65-120	
	(GR-66/6) Copolymer	Thermoplastisches PA Thermoplastic PA	270-285	65-120	

D E	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	D E
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	Dutral SpA (Gruppo Montedison) I-20155 Milano	Kostil BV5 BV7 Tecnoprene T30 VC4/U T30 VC4/D T30 VC5 T30 VC6 X30 VC5 A60 K4 A60 K6 Urtal AR AR/M AR/T Pibiter N100 NRV20 NRV30 NRV20 AE NRV30 AE Dutral	SAN GF-verstärkt reinforced SAN GF-verstärkt reinforced Polypropylene GF- verstärkt/reinforced Polypropylene GF- verstärkt/reinforced Polypropylene GF- verstärkt/reinforced Polypropylene GF- verstärkt/reinforced Polypropylene GF- verstärkt/reinforced Polypropylene GF- verstärkt, chemisch gebunden/reinforced, chem. coupled Polypropylene GF- verstärkt, chemisch gebunden/reinforced, chem. coupled ABS GF-verstärkt/reinforced ABS GF-verstärkt/reinforced ABS GF-verstärkt, hochtem- peraturbeständig GF-reinforced, high temperature resistant PBTP PBTP GF-verstärkt reinforced PBTP GF-verstärkt reinforced PBTP GF-verstärkt, flammswidrig GF-reinforced, flame retarded PBTP GF-verstärkt, flammswidrig GF-reinforced, flame retarded Ethylene-propylene copolymer	230-260 230-260 210-230 210-230 210-230 210-230 210-230 210-230 210-230 210-230 220-260 220-260 230-270 230-250 240-260 240-260 240-270 240-270 240-270 70- 90	60- 70 60- 70 20- 50 20- 50 20- 50 20- 50 20- 50 20- 50 20- 50 20- 50 60- 80 60- 80 70- 90 50- 60 60-100 60-100 60-100 60-100 60-100 180-210		
	Dynasit Nobel AG D-5210 Troisdorf	Poliopas Ultrapas Polydur Trosiplast SW 1056 Trosiplast Trogamid T Trogamid TG 35 Dyflor 2000	Harnstoffhartz-Formmasse mit Zellulose als Füllstoff. Urea resin moulding material with cellulose filler Melaminhartz-Formmassen mit organischen und anorganischen Füllstoffen. Melamine resin moulding materials with organic and inorganic fillers. Polyesterhartz-(ungesättigt) Formmassen mit Glasfasern als Füllstoff. Polyester resin (unsaturated) moulding materials with glass fibre filler. PVC hart/hard (UPVC) PVC weich/soft PA-6 (3)T PA-6 (3)T glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced PVDF	Zylinder Cylinder 70- 80 70- 80 40- 60 160-200 160-200 280-290 280-290 200-270	Düse Nozzle 95-115 95-115 60- 90 20- 50 70-110 60- 90 60- 90 70- 90	145-160 155-175 155-175 170-200 120-190 250-270 250-270 200-270	
	Eastman Chemical International AG CH-6301 Zug 3	Kodapak Tenite Kodar	PET-Polyester CA-, CAB-, CAP- Massen/compounds PP PP-Schaumkonzentrat foam concentrate PETG-Copolyester	280-295 175-260 165-230 170-210 250-265	5- 15 50- 60 20- 40 20- 40	280-320 175-260 210-310 200-250	
	Elastogran Polyurethan- Elastomere GmbH D-2344 Lemförde	Elastollan	TPU unverstärkt not reinforced TPU glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	175-230 200-230	15- 65 40- 70	175-215	
	El Paso Products Company Odessa, 79760 Texas/USA	El Rexene PP Type 51 Type 31	Polypropylen Homopolymer Homopolymer	170-240 170-240 170-240	20- 40 20- 40 20- 40	190-310 190-310 190-310	

ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON
			MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C
El Paso Products Company (Fortsetzung/Cont.)	Type 13	Random-Copolymer	170-240	20- 40	190-310
	Type 23	Random-Copolymer	170-240	20- 40	190-310
	Type 14	Block-Copolymer	170-240	20- 40	190-310
	Type 17 + 18	Hochschlagzähes Copolym. High impact copolymer	170-240	20- 40	190-310
	EL Rexene PE [®]	Amorphes/Amorphous Polyalphaoilphen LDPE Homopolymer EVA Copolymer	200-260 140-260 140-260 140-260	20- 70 20- 70 20- 70	140-310 140-310 140-310
EMS CHEMIE AG CH-8039 Zürich	Grilon A 23 FC	PA 6 niederviskos, extrem kurze Zyklen low viscosity, extremely short cycles	240-300	80	
	A 23 G	PA 6 niederviskos, transparent bis 1 mm Wanddicke/low viscosity, transparent up to 1 mm wall thickness	240-300	20	
	A 28 GM	PA 6 mittelviskos medium viscosity	240-300	80	
	A 28 NX	PA 6 trocken schlagzäh dry impact tough	240-290	80	
	A 28 NY	PA 6 hohe Trockenschlagzähigkeit highly dry impact toughness	240-290	80	
	A 28 NZ	PA 6 extrem trocken- und kalteschlagzäh extremely dry- and cold impact toughness	240-300	80	
	A 28 DZ	PA 6 schlagzäh, extrem kurze Zyklen impact tough, extremely short cycles	250-280	80	
	A 28 VO	PA 6 flammgeschützt UL-94, VO, halogen- u. phosphorfrei flame retardant, without halogen and phosphor	240-260	80	
	R 40 GM	PA 6 hochviskos high viscosity	240-300	80	
	R 47 HW	PA 6 hochviskos, flexibel high viscosity, flexible	260-300	80	
	R 40 N 38	PA 6 flexibel/flexible	230-260	80	
	ELX 23 NZ	PE-Elastomer hochflexibel, schlagzäh/highly flexible, impact tough	210-260	30	
	PV-15 H	PA 6 glasfaserverst. (15%), hitzestabilisiert glass-fibre reinforced (15%), heat stabilized	250-300	80-100	
	PV-25 H	PA 6 glasfaserverst. (25%), hitzestabilisiert glass-fibre reinforced (25%), heat stabilized	250-300	80-100	
	PV-3 H	PA 6 glasfaserverst. (30%), hitzestabilisiert glass-fibre reinforced (30%), heat stabilized	250-300	80-100	
	PV-35 H	PA 6 glasfaserverst. (35%), hitzestabilisiert glass-fibre reinforced (35%), heat stabilized	250-300	80-100	
	PV-5H	PA 6 glasfaserverst. (50%), hitzestabilisiert glass-fibre reinforced (50%), heat stabilized	260-300	80-100	
	PVN-3H	PA 6 glasfaserverstärkt (30%), schlagzäh, hitzestabilisiert glass-fibre reinforced (30%), impact tough, heat stabilized	250-300	80-100	
	PVZ-3H	PA 6 glasfaserverst. (30%), extrem schlagzäh, hitzestabilisiert glass-fibre reinforced (30%), extrem impact tough, heat stabilized	270-300	80-100	
	PK-5 H	PA 6 glasperlengefüllt (50%), hitzestabilisiert glass bead filler (50%), heat stabilized	240-300	80-100	
	PM-3H	PA 6 mineralverstärkt (30%), mineral reinforced (30%)	260-300	80-100	
	PMV-4H	PA 6 mineral- und glasfaserverstärkt (25/15%), mineral- and glass-fibre reinforced (25/15%)	260-300	80-100	
	T 300 GM	PA 66 gute Fließfähigkeit, kurze Zyklen good flowability, short cycles	260-290	80	

E	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	E
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C		
	EMS CHEMIE AG (Fortsetzung/Cont.)	Grilon T 300 VO	PA 66 flammgeschützt UL-94, VO, halogen- und phosphorfrei flame retardant, without halogen and phosphor	260-270	80		
		TV-35 H	PA 66 glasfaserverst. (35%) glass-fibre reinforced (35%)	270-290	80-100		
		BT 40	PA-Legierung/alloy	240-300	80		
		Griamid L 20 G	PA 12 mittelviskos medium viscous	210-300	40		
		L 20 GM	PA 12 mittelviskos, schnelle Zyklen medium viscous, fast cycles	210-300	40		
		L 20 W 40	PA 12 mittelviskos, flexibel medium viscous, flexible	210-260	40		
		L 25 W 40	PA 12 hochviskos, flexibel high viscous, flexible	210-260	40		
		L 25 W 40 NZ	PA 12 hochviskos, flexibel extrem kälteschlagzäh high viscous, flexible, extremely cold impact	210-260	40		
		LV-3 H	PA 12 glasfaserverst. (30%) hitzebeständig glass-fibre reinforced (30%), heat stabilized	240-300	80-100		
		LKN-5H	PA 12 glasperlengefüllt (50%), hitzebeständig glass-bead filled (50%), heat stabilized	240-300	80		
		ELY 60	PE-Elastomer	210-260	20- 50		
		ELY 20 NZ	PE-Elastomer, extrem kälte- schlagzäh/extrem. cold impact tough	210-260	20- 50		
		TR 55	Co-PA transparent, steif transparent, stiff	260-305	80-100		
		TR 55 LX	Co-PA transparent, zäh leicht fließend transparent, tough easy flowing	245-275	30		
		Griipet E 2 NZ	PETP unverstärkt, schlagzäh not reinforced, impact modified	260-270	90-120		
	EMS CHEMIE AG (Fortsetzung/Cont.)	Griipet EVZ-3H	PETP glasfaserverstärkt (30%), schlagzäh glass-fibre reinforced (30%), impact modified	260-270	90-120		
		EVZ-30 HVO	PETP glasfaserverstärkt (30%), schlagzäh, flammgeschützt UV-94 VO glass-fibre reinforced (30%), impact modified, flame retardant	260-270	90-120		
		EVZ-10 M 20 H	PETP glasfaserverstärkt (10%), mineral- verstärkt (20%), schlagzäh/glass-fibre reinforced (10%), mineral reinforced (20%), impact modified	260-270	90-120		
		Entwicklungs- produkte Development products					
		Grilon W 8067	PA 6 mineralverstärkt (40%)/mineral reinforced (40%)	260-300	80-100		
		Griamid W 6198	PA 12 extrem kälteschlagzäh extremely cold impact tough	210-260	80		
		W 5941	PA 12 leitfähig/conductive	250-290	60- 80		
		W 2193	PA 12 kohlefaserverstärkt (25%) leitfähig carbon fibre reinforced (25%), conductive	220-290	80		
	Enichem I-20057 San Donato Milanese	Riblene	LDPE Homopolymer	180-240	20- 60	140-240	
		Riblene	EVA Copolymer	180-230	30- 50	140-240	
		Riblene LX	LLDPE	170-280	10- 50	180-250	
		Eraclene	LLDPE	170-280	10- 50	180-250	
		Eraclene H	HDPE	210-270	20- 60	130-240	
		Ravikral	ABS	200-270	40- 80	200-240	
		Urtal	ABS	200-270	40- 80	200-240	
		Sinvet	PC	280-320	80-100	270-290	
		Nivionplast	PA 6	230-280	40- 80	240-280	
		Europrene	SBS	140-200	30- 60		

E F G	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	E F G
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	Esso Chemix GmbH D-5000 Köln 1	Escorene	LDPE	160-250	20- 40	150-230	
		Escorene Ultra	LLDPE EVA Copolymer	180-250 130-190	20- 40 5- 30	170-230 130-200	
	Etimo Química E-08011 Barcelona	Polidux PS	PS	170-280	20- 70	170-240	
		Cristal	SB	190-280	80-120	270-290	
		Anitchoque	EPS	90-115	70	80-115	
		Polidux EPS	SAN	200-240	20- 70	170-280	
		Polidux SAN	ABS	200-270	50- 80	200-260	
	Firestone Synthetic Rubber Co. USA-Akron, Ohio	Stereon 880 + 881	SBS	180-220	30- 40	200-250	
	Formasa Plastics Corp. Taipei, Taiwan	Taisox 7150	HDPE Spritzgiessen injection moulding	180-260	20- 60		
		7070	HDPE Spritzgiessen injection moulding	200-280	20- 60		
		8050	HDPE Spritzgiessen injection moulding	220-280	20- 60		
		7010	HDPE monofilament	220-270			
		8010	HDPE stretched tape	180-220			
		8003	HDPE Blasformen blow moulding	160-200			
		9003	HDPE Blasformen blow moulding	150-200			
		9001	HDPE Folienblasen film blowing	180-220			
	Frisette GmbH Kunststoffwerke D-7865 Schönaus	Frisette-Nylon B 63/64	PA 6 niederviskos low viscosity	230-270	50- 80	230-280	
		B 63/74	PA 6 mittelviskos medium viscosity	230-270	50- 80	230-290	
		B 63/64 GV	PA 6 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	230-280	60-100	230-290	
		B 63/64 KV	PA 6 glaskugolverstärkt glass bead reinforced	230-280	60- 90	230-290	
		B 63/64 MV	PA 6 mineralverstärkt mineral reinforced	230-270	50- 90	230-290	
		B 63/64 KG	PA 6 kreidegefüllt chalk filler	230-270	50- 90	230-290	
		B 63/64 MF	PA 6 mineralien-glasfaser- verstärkt/ minerals-glass-fibres reinforced	230-280	60-100	230-290	
		B 63/64 WL	PA 6 polymodifiziert polymer modified	220-270	30- 70	230-280	
		A 63	PA 66 niederviskos low viscosity	260-290	50- 80	260-290	
		A 63 GV	PA 66 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	260-290	60-100	260-290	
		A 63 KV	PA 66 glaskugolverstärkt glass-bead reinforced	260-290	50- 90	260-290	
		A 63 MV	PA 66 mineralverstärkt mineral reinforced	260-290	50- 90	260-290	
	General Electric Plastics BV NL-4500 Bergen op Zoom	Noryl 110	Copolymer auf/on PPO-Basis	270-300	50- 80		
		731	Copolymer auf/on PPO-Basis	275-310	80-120		
		SE 90	Copolymer selbst- verlöschend/self-extin- guishing V 1	270-300	50- 80		
		SE 100	Copolymer selbst- verlöschend/self-extin- guishing V 1	270-300	50- 80		
		SE 1	Copolymer selbst- verlöschend/self-extin- guishing V 1	275-310	80-120		
		SE 0	Copolymer selbst- verlöschend/self-extin- guishing V 0	270-300	50- 80		
		VO-150 B	Copolymer selbst- verlöschend/self-extin- guishing V 0	275-290	100-140		
		GFN 1	Copolymer 10% GF	270-310	70-120		
		GFN 2	Copolymer 20% GF	270-310	70-120		
		GFN 3	Copolymer 30% GF	270-310	70-120		
		GFN 1 SE 1	Copolymer 10% GF selbstverlöschend self-extinguishing V 1	270-310	70-120		
		GFN 2 SE 1	Copolymer 20% selbstverlöschend self-extinguishing V 1	270-310	70-120		
		GFN 3 SE 1	Copolymer 30% selbstverlöschend self-extinguishing V 1	270-310	70-120		
		EN 110	Copolymer			230-260	
		EN 130	Copolymer			250-270	

G ÜRETICI FIRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON
			MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	
General Electric Plastics BV (Fortsetzung/Cont.)	Lomod				
	BO 520	Flexible eng. thermoplastics	170-195	20- 50	160-195
	BO 800	Flexible eng. thermoplastics	170-200	20- 65	165-200
	BO 852	Flexible eng. thermoplastics	170-205	20- 65	165-215
	Uitem 1000	Polyetherimid unverstärkt not reinforced	350-420	100-150	350-420
	1010	leichtfließend/easy flow	350-420	100-150	350-420
	2100	10% GF	350-420	100-150	350-420
	2110	10% GF + easy flow	350-420	100-150	350-420
	2200	20% GF	350-420	100-150	350-420
	2210	20% GF + easy flow	350-420	100-150	350-420
	2300	30% GF	360-430	120-160	355-435
	2310	30% GF + easy flow	360-430	120-160	355-435
	Uitem 2400	40% GF	360-430	120-160	355-435
	2410	40% GF + easy flow	360-430	120-160	355-435
	4000	Type mit niedrigen Reibungskoeffizienten Low friction grade Copolymer, gute Chemi- kalienbeständigkeit/good chem. resistant	350-425	100-150	350-425
	5000	Hitzebeständiges Copolym. High heat copolymer	375-460	120-160	375-450
General Electric Silicones NL-4600 Bergen op Zoom	Silplus	VSI Standardtyp/General purpose	30- 40	175-230	315-425*
	SE-6035				
	SE-6075				
	SE-6140				
	SE-6160				
	SE-6180				
	SE-6250				
	SE-6335	VSI Hohe Festigkeit High strength	30- 40		315-425*
	SE-6350				
	SE-6370				
	SE-6635	PSI Phenyl tiefe Temperaturen low temperatures	30- 40		315-425*
	SE-6660				
					*Heissluft-Vulkani- sation Hot air vulcanization Kontinuierliche Vul- kanisation mit Dampf Continuous vulcani- zation with steam 14-17 bar
Himont Italia S. R. L. I-20124 Milano	Pro-Fax	PP Homo- + Copolymer	220-300	20- 70	200-280
	Moplen	PP isotaktisch	200-280	30- 80	
	Moplen EP	Ethylen-Propylen Isotaktisches Copolymer	200-280	30- 80	
HIP-RO Petrohemija YU-25000 Pancevo	Hipnil	PVC hart/hard weich/soft	160-200 150-180	30- 60 20- 50	160-210 150-190
	Hiplex	HDPE	190-240	40	190-220
	Hipten	LDPE			160-200
Hitachi Tokyo/Japan	Piflon	PPS PAI	300-360 420-430	120-180 220-230	250-320 380-400
Hochtat AG D-6230 Frankfurt/ Main 80	Hostalen	HDPE	200-300	10- 90	190-270
	Hostalen PP	Homo- und Copolymer PP	200-300	20- 80	200-260
	Hostalen VPP	Verstärktes PP/reinforced	200-280	20- 90	190-270
	Hostafion ET	ETFE modifiziert/modified	320-340	80-150	320-340
	Hostafion TFA	Copolymer aus/of Tetra- fluorethylen + perfluorierten Cokomponenten	350-425	150-250	350-425
	Hostaform C	POM-Copolymer	180-230	60-120	180-200
	Hostaform S	POM-Copolymer schlagzäh/impact toughness	180-210	60- 80	180-190
	Hostadur B	PBTP	240-260	60- 80	230-260
		PBTP + GF/glass-fibres	250-270	60- 80	240-270
	Hostalit	PVC hart/hard	170-190	20- 40	175-200
	Hostalit Z	PVC hart, erhöht schlagzäh/hard, in- creased impact toughness	150-175	20- 50	175-195
Höls AG D-4370 Marl	Vestodur	PBTP	230-270	20- 90	220-270
	Vestolit	PVC hart/hard	180-210	30- 60	150-200
	Vestolit LF	PVC hart/leicht fließend hard/easy flowing	180-210	20- 50	
		PVC weich/soft	140-190	20- 60	130-180
	Vestylon	PS, SB	180-280	10- 60	180-220

G	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	G
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	General Electric Plastics BV (Fortsetzung/Cont.)	Nonyl ENV 90	Copolymer selbst- verlöschend self-extinguishing V1			220-250	
		ENV 100	Copolymer selbst- verlöschend self-extinguishing V1			220-250	
		ENV 125	Copolymer selbst- verlöschend self-extinguishing V1			220-250	
		N 190	PPO modifiziert selbstverlöschend, VO modified self-extin- guishing	270-300	60- 90		
		GTX 900	PPO Copolymer	260-300	50-100	260-300	
		GTX 901	Niedriger/lower ViCAT B	260-300	50-100	260-300	
		GTX 910	Hitzebeständig Heat stabilized	260-300	50-100	260-300	
		GTX 810	10% GF	270-300	60-100	260-290	
		GTX 820	20% GF	270-300	60-100	260-290	
		GTX 830	30% GF	270-300	60-100	260-290	
		Valox 325	PBT unverstärkt/ not reinforced	235-260	20- 70		
		310-SEO	PBT unverstärkt/ not reinforced VO bei/at 0.8 mm	235-260	20- 70		
		420	PBT 30% GF	235-260	20- 90		
		420-SEO	PBT 30% GF, VO bei/at 0.8 mm	235-260	20- 90		
		815	PBT/PET Cop. 15% GF	235-260	40- 90		
		855	PBT/PET Cop. 15% GF, VO	235-260	40- 90		
		836	PBT/PET Cop. 15% GF schlagzäh/impact toughness	235-260	40- 90		
		730	PBT 35% Glas/Mineral	235-260	20- 90		
		752	PBT 45% Glas Mineral, VO	235-260	20- 90		
		745	PBT 30% Mineral, schlagzäh/impact toughness	235-260	20- 90		
		760	PBT 25% Mineral, VO, schlagzäh/impact toughness	235-260	20- 90		
		404	PBT 30% Glas, schlagzäh/impact toughness	235-260	20- 90		
		467	PBT 30% Glas, VO, schlagzäh/impact toughness	235-260	20- 90		
		Valox 340	PBT unverstärkt; extrem schlagzäh/not rein- forced, extreme impact toughness	235-260	20- 90		
		357	PBT unverst. VO, schlagzäh/not teinf. extreme impact toughness	235-260	20- 90		
		Xenoy 100/101	PC modifiziert, chemikalien- beständig/modified, chemical resistant	245-265	20- 90		
		Lexap 100/120/ 140/160 940/920/ 950	PC	280-310	80-120	240-300	
		940 A/920 A/ 950 A	PC selbstverlöschend VO, 1.1 mm/self- extinguishing	280-310	80-120		
		500	PC selbstverlöschend VO, 3 mm/self-ex- tinguishing	280-310	80-120		
		3412	PC 10% GF, selbst- verlöschend VO/self- extinguishing	270-320	80-120	240-300	
		3414	PC 20% GF	270-320	80-120	240-300	
		130/150	PC 40% GF	270-320	80-120	240-300	
		LS 1/2/3	PC Linsen-Qualität Extra optical	280-310	80-120	260-305	
		HF 1110	PC Leichtfließend High flow	280-300	80-100	260-310	
		HF 1110 R	PC Leichtfließend + Entformungsmittel High flow + Release	280-300	80-100	260-310	
		HF 1113 R	PC High flow + UV stab.	280-300	80-100	260-310	
		PPC 4501	PC Hitzebeständig High heat quality	290-340	80-130	285-345	
		PPC 4701	PC Hitzebeständig High heat quality	290-340	80-130	285-345	
		PPC 4504	PC Hitzebeständig + FDA High heat quality + FDA	290-340	80-130	285-345	
		PPC 4704	PC Hitzebeständig + FDA High heat quality + FDA	290-340	80-130	285-345	
		Lomod					
		BO 100	Copolymer	165-190	20- 30	150-190	
		BO 150 VO	Flexible eng. thermoplastics	170-190	20- 30	150-195	
		BO 200	Flexible eng. thermoplastics	170-190	15- 40	155-195	
		BO 220	Flexible eng. thermoplastics	170-190	15- 45	155-195	
		BO 250 VO	Flexible eng. thermoplastics	170-190	20- 45	155-195	
		BO 320	Flexible eng. thermoplastics	170-190	20- 50	155-195	

ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADİ	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	H I K L
			MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C		
Hüls AG (Fortsetzung/Cont.)	Vestylon TSG	PS (TSG)	180-260	10- 40		
	Vestolen A	HDPE	220-300	20- 60	190-220	
	Vestolen P	PP	210-295	15- 70	190-220	
	Vestolen EM	PP kautschukmodifiziert rubber modified	240-280	20- 50	190-220	
	Vestamid	PA (12)	190-240	10-110	180-240	
	Vestoran	Basis PPE	260-300	90	240-300	
I. C. I. Ltd. Petrochemicals & Plastics Division GB-Welwyn Garden City/Herts.	Propathene	PP	200-300	20- 80	225	
	Diakon	PMMA	200-270	60- 80	240	
	Maranyl	PA 6 (Polyamid)	230-260	60- 90	250	
		PA 66	270-290	60- 80	275	
		PA 66 (GF)	270-300	70- 90	275	
	Victrex	PES	350-370	130-140	360	
		PEEK (Polyetherketon)	370-390	160-170	380	
	Corvic	PVC hart/hard PVC weich/soft	175-210 175-195	20- 40 20- 40	175-210 140-195	
Iglas YU-55 000 Koper	Verton	PA 66 PA 6/66 Beide Produkte: 30-50% Langglasfaser- verstärkt Both types: 30-50% long glass-fibre reinforced	280-310	70-100		
	Ipladur Standard-SMC Low-profile SMC	Polyesterpressmassen teig- artig, glasfaserverstärkt, selbstverlöschend Polyester moulding mate- rials, pasty, glass-fibre rein- forced, flame retardant	20- 65	130-160 145-165		
Kamijaki Kombinat sChromosoy YU-41000 Zagreb	Fenoform Type 12/13.5/31/ 31.5/31.9	Phenolharz-Formmassen mit organischen und anorganischen Füllstoffen. Phenol resin moulding materials with organic and inorganic fillers.	60- 90	160-190		
	Uroform Type 131.5	Harnstoffharz-Formmasse mit Zellulose. Urea-resin moulding material with cellulose.	50- 80	145-170		
	Melaform Type 150/152/ 152.7	Melaminharz-Form- massen mit Holzmehl bzw. Zellulose. Melamine-resin moulding material with wood flour or cellulose.	60- 90	155-180		
	Melform Type 180/181.5	Melamin-Phenolharz- Formmassen mit Holz- mehl bzw. Zellulose. Melamine-phenol resin moulding materials with wood flour or cellulose.	60- 90	155-180		
	Egform Type 802	Ungesättigte Polyesterharz- Formmassen mit Glasfasern (reselfähig). Unsaturated polyester-resin moulding materials with glass-fibres (pourable).	40- 60	150-170		
	Eteform Type 804	Ungesättigte Polyesterharz- Formmassen mit Glasfasern, selbstlöschend (reselfähig). Unsaturated polyester-resin moulding materials with glass-fibres, selfextin- guishing (pourable).	40- 60	150-170		
	Estemix Type 801	Ungesättigte Polyesterharz- Formmassen mit langen Glasfasern (teigartig). Unsaturated polyester-resin moulding materials with long glass-fibres (pasty).	30- 55	150-170		
	Estemix Type 803	Ungesättigte Polyesterharz- Formmassen mit langen Glasfasern, selbstlöschend (teigartig). Unsaturated polyester-resin moulding materials with long glass-fibres, selfextin- guishing (pasty).	30- 55	150-170		
La Béthille SA F-95672 Bezons- Cédex	Perstorp Phenolic Formmassen Moul- ding compounds	Phenolharzformmasse mit organischen und anorgani- schen Füllstoffen/Phenol re- sin moulding material with organic and inorganic fillers	70- 90	170-190		

L ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON
			MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	
Lati Industria Termoplastici S.p.A. I-21040 Veduggia Olona	Latan 13	POM mittelviskos medium viscosity	170-210	80-110	
	13 TF 20	POM mit PTFE-Pulver with PTFE powder	170-210	80-110	
	13 G/30	POM mit/with GF	170-210	100-120	
	Later 4	PBT mittelviskos medium viscosity	230-250	60- 80	
	4G/30	PBT mit/with GF	240-260	80-110	
	Latilon 26	PC niederviskos low viscosity	250-290	90-110	
	28	PC mittelviskos medium viscosity	250-290	90-110	
	28D G/30	PC mit/with GF	250-290	100-120	
	28D K/20	PC mit Kohlefasern with carbon fibres	250-290	100-120	
	30D G/ 10-VO	PC mit GF, mittelviskos, selbstverlöschend with GF, medium viscosity, selfextin- guishing	250-290	100-120	
	Lesulf	PPSU	270-300	90-100	
	Lesulf G/20	PPSU mit/with GF	270-300	100-120	
	Laril 13	PPO modif.	250-280	90-110	
	13 G/30	PPO modif. mit/with GF	250-280	110-130	
	13-V1	PPO modif. selbstver- löschend	250-270	90-110	
	13 G/20-V1	PPO modif. selbstver- löschend mit GF selfextinguishing with GF	250-270	110-130	
	Lastane	PUR variable Härte variable hardness	je nach Typ acc. to type	je nach Typ acc. to type	
	Larflex	PP Mischung mit EPM- Kautschuk mixture with EPM rubber	je nach Typ acc. to type	je nach Typ acc. to type	
	Larion G/50	PPS mit/with GF	300-320	130	
Lati Industria Termoplastici S.p.A. (Fortsetzung/Cont.)	Lastirol N G/25	PS mit/with GF	210-230	60- 80	
	R-VO	PS selbstverlöschend, schlagfest/self- extinguishing, impact resistant	170-190	30- 50	
	Lastil G/35	SAN mit/with GF	240-270	60- 80	
	Lastilac				
	SP	ABS	200-240	50- 70	
	SP G/17	ABS mit/with GF	210-250	50- 80	
	AR-VO	ABS selbstverlöschend selfextinguishing	190-210	50- 70	
	ARUV-VO	ABS selbstverlöschend UV-beständig selfextinguishing UV resistant	190-210	50- 70	
	Latene HD 7 G/30	HDPE mit/with GF	210-230	40- 60	
	3 T/40	PP mit 40% Talk with 40% talcum	180-230	50- 70	
	3 CA/60	PP mit 60% CaCO ₃ with 60% CaCO ₃	210-240	50- 70	
	9 TES/30	PP mit Mineralfüllung und guter Oberflä- chenbeschaffenheit. With mineral filler and good surface structure.	170-220	50- 70	
	AG7H G/30	PP mit GF, chemisch gebunden/with GF, chemically bound	220-250	50- 70	
	7-V2	PP selbstverlöschend selfextinguishing	180-200	20- 40	
	7H2W T-VO	PP mit Talk, selbstver- löschend, farb- stabilisiert. With talcum, self- extinguishing, colour stabilized.	180-200	20- 40	
	7 G/25-VO	PP mit GF, selbst- verlöschend with GF, selfextin- guishing	180-200	20- 40	
	Latamid 6-	PA 6 mittelviskos medium viscosity	210-230	70- 80	
	6 CE/50	PA 6 mit Mineralfüllung with mineral filler	230-260	80-100	

L M	ÜRETICI FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	L M
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	Lati Industria Termoplastici S.p.A. (Fortsetzung/Cont.)	Latamid 6H G/30 6 MS 01 66 66 MS 01 66 TF 20 66 H CE/ 50 66 S/30 66 H G/30 66 H K/30 66 H-VO 66 H2 G/ 25-VO 12 12 FE 90 12 G/30	PA 6 farbstabilisiert, mit GF colour stabilized, with GF PA 6 selbstschmierend self lubricating PA 66 mittelviskoses medium viscosity PA 66 selbstschmierend self lubricating PA 66 mit PTFE-Pulver with PTFE powder PA 66 mit Mineralfüllung und farbstabilisiert. With mineral filler and colour stabilized. PA 66 mit Glaskugeln with glass beads PA 66 farbstabilisiert mit GF colour stabilized, with GF PA 66 farbstabilisiert mit Kohlefasern. Colour stabilized, with carbon fibres. PA 66 selbstverlöschend, ohne Halogene, farbstabilisiert. Selfextinguishing, without halogens, colour stabilized. PA 66 selbstverlöschend, farbstabilisiert, mit GF selfextinguishing, colour stabilized, with GF PA 12 PA 12 mit magnetisier- barer Füllung/with magnetisable filler PA 12 mit/with GF	220-250 210-230 250-280 250-280 250-280 260-290 250-280 250-280 260-290 250-270 245-275 210-240 240-260 240-260	70- 90 70- 80 70- 90 70- 90 70- 90 80-100 70- 90 70- 90 70- 90 70- 90 70- 80 60- 80 60- 80 70- 90		
	Matsushita Osaka/Japan		Phenol PMT M. MPF	80-100 70-100 90-110	170-190 155-170 160-180	50- 80 45- 80 50- 85	
	Mazzucchelli Celluloide SpA I-21043 Castiglione-Di-sona	Mabliex S 273 S 274 S 280 Mafill F 83 F 128 F 193 F 235 F 239 F 271 F 385 Sicoflex 85 86 90 91 92 95 99 100 Sicoflex CR AU-O Sicostiril 951/961 575/582	Mischung ABS-PC compounds 45% PC 65% PC 85% PC PP Polymer 40% Talk/talcum 30% Talk/talcum 30% GF 30% Kreide/chalk 20% Talk/talcum 20% Talk/talcum VO 30% Talk/talcum UL 94 ABS Standard ABS Oberflächenglanz lustre ABS Extrusion ABS kältebeständig cold resistant ABS schlagzäh/impact resistant ABS steif, hart/stiff, hard wärmeverformungs- beständig/resistant against warm defor- mation ABS Chromtype VO nach/acc. UL 94 PS glasklar/transparent SB schlagfest/impact resist.	220-250 230-260 230-260 200-240 200-240 210-240 200-250 200-240 200-230 200-230 190-230 180-230 190-230 210-240 200-230 200-240 210-250 210-250 200-220 190-260 190-260	80 80 80 40- 70 40- 70 40- 60 30- 50 40- 70 40- 60 50- 70 60- 70 50- 70 50- 70 50- 70 50- 70 60- 80 50- 70 50- 70 20- 60 20- 70	auf Anfrage on request	180-240 180-240
	Menzolit-Werke D-7527 Kraichtal- Menzingen	Menzolit Typ 801/803 Sonder- massen Special materials Standard- SMC Sonder- SMC Special	Polyesterpressmassen, teigartig, glasfaserver- stärkt/Polyester moulding materials, pasty, glass- fibre reinforced Polyesterpressmassen, teigartig, glasfaserver- stärkt/Polyester moulding materials, pasty, glass- fibre reinforced Polyesterpressmassen, teigartig, glasfaserver- stärkt/Polyester moulding materials, pasty, glass- fibre reinforced Polyesterpressmassen, teigartig, glasfaserver- stärkt/Polyester moulding materials, pasty, glass- fibre reinforced	20- 70 20- 70 20- 70	140-170 120-180 130-150 100-170		

M N P	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	M N P
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KAUP SICAKLIĞI °C	İSLEME SICAKLIĞI °C	
	Mitsubishi Gas Tokyo	Elasten FR-PET FR-PET RENY	PPS PE PBT PET PA	300-360 145-175 230-270 250-270 360-400	120-180 50 30-120 50-150 180-200	250-320 130-180	
	Mitsubishi Kasei Tokyo/Japan	Novatec-L Novamid	PE Nylon	200-260 240-250	40- 60 40- 80	185-240 215-230	
	Mitsui Petro- chemical Tokyo/Japan	Hi-zex	HDPE	220-280	20- 70	180-240	
		Ultzex	LLDPE	200-260	20- 60	170-230	
		Sunlet	PP füllstoffverstärkt filler-reinforced	200-280	40- 80		
		MPC FR-PP	PP glasfaserverstärkt glass-reinforced	200-280	40- 80		
		ADMER	Adhesive polyolefin			180-240	
		TPX	Polymethylpentene	260-300	40- 80	240-280	
		TAFMER	Alpha-olefin copolymer			180-240	
		MILASTOMER	Olefinic thermoplastic elastomer	220-280	20- 70	180-240	
		MPC Polybutene	Polybutene-1			180-240	
		FR-PP FR-PMT	PP PMT	180-250 230-280	40- 80 40- 90		
	Mitsui Polychemical Tokyo/Japan	HI-Milan	Lonomer-Harz/resin	300-350	80-120	270-290	
	Monsanto (Europe) S. A. B-1156 Bruxelles	Lustran	SAN ABS ABS wärmeformbeständig resistant against warm deformation	200-240 190-260 220-280	40- 70 40- 70 40- 80	200-260	
		Lustropak	ABS (Nahrungsmittel- verpackungs-ABS foodstuff packing ABS)	230-260	40- 70	220-250	
	Monsanto (Europe) S. A. (Fortsetzung/Cont.)	Cadon	Maleinsäure-Butadien Maleic acid-Butadien Styrol-Terpolymer Styrene terpolymer	210-265	50- 85		
		Vydyne	PA 66 PA 66 mineralverstärkt mineral reinforced	270-295 285-305	50- 95 70-110		
	Montedipe (Gruppo Montedison) I-20124 Milano	Edistir	PS normal und schlagfest/ standard and high impact	180-260	10- 70		
		Kostil	SAN	190-260	20- 70		
	Neste Oy Keilaniemi SF-02150 Espoo	Neste Polyethylene	LDPE $M_L < 2$ $M_L > 2$	170-220 150-210	20- 50 20- 40	150-210 150-180	
			LLDPE $M_L < 8$ $M_L > 8$	200-280 150-220	20- 40 20- 40	190-240	
			HDPE $M_L < 3$ $M_L > 3$	200-280 180-240	30- 60 20- 50	180-220 170-210	
			HMWPE	230-290	30- 60	180-240	
			EBA	150-220	20- 40	150-200	
			EVA	130-220	10- 40	150-190	
		Pekevic	PVC hart/hard PVC weich/soft	170-210 140-180	20- 50 20	170-200 140-180	
		Stymer PS SB	PS SB	170-270 180-260	20- 60 20- 60	180-250 190-240	
	Nissan Chemical Chiba/Japan	VDEL UCC	PSF	340-380	150	290-300	
	Perstorp AB Compounds S-22480 Perstorp	Perstorp Urea Formmassen Moulding com- pounds	Harnstoffharzformmasse Typ 131.5 (zellmehlgefüllt) Urea resin moulding mate- rial (cellular flour filled)	70- 90	150-170		
		Perstorp Melamine Formmassen Moulding com- pounds	Melaminharzformmasse Typ 152.7 (zellmehlgefüllt) Melamin resin moulding material (cellular flour filled)	80-100	150-170		
		Perstorp Phenolic Formmassen Moulding com- pounds	Phenolharzformmasse mit organischen und anorga- nischen Füllstoffen/Phend resin moulding material with organic and anorganic fillers	70- 90	170-190		

P	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	P
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	Perstorp Ab Compounds (Fortsetzung/Cont.)	Perstorp Polyester- Formmassen Moulding com- pounds	Polyesterharzformmassen mit anorganischen Füll- stoffen/Polyester resin compounds with anorganic fillers		160-180		
	Perstorp SpA I-21053 Castellanza	Perstorp Urea Formmassen Moulding com- pounds	Harnstoffharzformmasse Typ 131.5 (zellmehligfüllt) Urea resin moulding material (cellular flour filled)	70- 90	150-170		
		Perstorp Melamine Formmassen Moulding com- pounds	Melaminharzformmasse Typ 153.7 (zellmehligfüllt) Melamin resin moulding material (cellular flour filled)	80-100	150-170		
	Perstorp Ferguson Ltd. Newton Aycliffe GB-Co Durham DL5 6EF	Perstorp Phenolic Formmassen Moulding com- pounds	Phenolharzformmasse mit organischen und anorgani- schen Füllstoffen/Phenol resin moulding material with organic and inorganic fillers	70- 90	170-190		
		Perstorp Urea Formmassen Moulding com- pounds	Harnstoffharzformmasse Typ 131.5 (zellmehligfüllt) Urea resin moulding material (cellular flour filled)	70- 90	150-170		
	Perstorp Compounds Inc. Florence, Mass. 01060, USA	Perstorp Urea Formmassen Moulding com- pounds	Harnstoffharzformmasse Typ 131.5 (zellmehligfüllt) Urea resin moulding material (cellular flour filled)	70- 90	150-170		
		Perstorp Melamine Formmassen Moulding com- pounds	Melaminharzformmasse Typ 153.7 (zellmehligfüllt) Melamin resin moulding material (cellular flour filled)	80-100	150-170		
	Petkim A. S. İzmit/Turkey	Petilen G03-5	LDPE	-	-	190-220	
		G 2-1	LDPE	270-280	40- 60	160-250	
		G 7-2	LDPE	250-280	40- 60	135-140	
		I 20-3	LDPE	190-240	45- 55	-	
		I 30-9	LDPE	-	-	-	
		I 07-6	LDPE	-	-	-	
		S 07-6	LDPE	-	-	180-190	
		H 2-8	LDPE	240-260	40- 60	130-160	
		F 2-10	LDPE	-	-	-	
		F 2-11	LDPE	-	-	-	
		F 2-12	LDPE	-	-	165-180	
		KO 2-14	LDPE	-	-	150-200	
		KK 02-902 M	LDPE	-	-	150-200	
	Petkim A. S. (Fortsetzung/Cont.)	Petvinil E 36/71	PVC Harz/resin (Emulsion type)				
		P 34/74	PVC Harz (pastenförmig): resin (for paste)				
		P 38/74	PVC Harz (pastenförmig): resin (for paste)				
		S 23/59	PVC Harz/resin (suspension type)				
		S 27/R/63	PVC Harz/resin (suspension type) Steif/rigid				
		S 29/64	PVC Harz/resin (suspension type)				
		S 39/71	PVC Harz/resin (suspension type)				
		KA 13/46	PVC Harz/resin copolymer mit /with VAC				
		AI-301	PVC Zum Pressen mit elast. Stempel/Compound, for flexible injection				
		AI-434	PVC Compound, for flexible injection				
		AI-139	PVC Compound, for flexible injection				
		KIE-406	PVC Compound, Extrusion von weichgestelltem Material Flexible Extrusion				
		KKE-1	PVC Compound, Extrusion von weichgestelltem Material Flexible Extrusion				
		PE 301	PVC Compound, Extrusion von weichgestelltem Material Flexible Extrusion				
		PE 220	PVC Compound, Extrusion von weichgestelltem Material Flexible Extrusion				
		PE 420	PVC Compound, Extrusion von weichgestelltem Material Flexible Extrusion				
		PE 98	PVC Compound, Extrusion von weichgestelltem Material Flexible Extrusion				

P	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	P
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KAUP SICAKLIĞI °C	İSLEME SICAKLIĞI °C	
	Petkim A. S. (Fortsetzung/Cont.)	Petvinil RE-800 MP-1 SE-9 Petkauçuk SBR 1502 SBR 1712 SBR 1778 CBR 1203 CBR 1220 Petren K 500 K 560 A 825 A A 825 E-1	PVC Compound, Extrusion von hartgestelltem Material rigid extrusion PVC Compound, Pressen compr. moulding PVC Compound, transparent Flaschen clear bottles SBR SBR SBR Cis-BR Cis-BR PS GP PS GP PS HI PS HI				
	Petkim Petrokimya A. S. Aitaga İzmir/Turkey	Petilen G 03-5 F 2-12 I 20-3 G 7-2 Petoplen EH 102 IH 510 IH 113 IC 615 IC 216 IC 117 FH 924 MH 418 MH 419 MH 220 Petilen YY I-1058 I-688 S 0464 S 0459 S 0452 M 0954 F 0753 F 0954 B 0153	LDPE LDPE LDPE LDPE PP PP PP PP PP PP PP PP PP PP HDPE HDPE HDPE HDPE HDPE HDPE HDPE HDPE HDPE	- - 190-240 250-280 200-260 200-260 200-260 200-260 220-280 220-280 - - - - - - - - - 210-230 210-230 - - - - - - - - -	- - 45- 55 40- 60 20- 60 20- 40 20- 40 20- 40 20- 40 20- 40 - - - - - - - - - 30- 70 30- 70 - - - - - - - - -	190-220 165-180 - 135-140 - - - - - - - 190-230 200-230 200-230 200-240 200-260 200-260 170-190 170-190 170-190 200-320 140-200 140-200 170-200	
	Petrofina S. A. B-1040 Bruxelles	Finathene Finaprop Finaprene	HDPE LDPE PP SBS Thermoplast. Kautschuk thermoplastic rubber	210-260 180-240 220-290 140-200	20- 60 20- 60 20- 70 30- 50	180-230 140-230 210-250	
	Phillips Petroleum Chemicals NV/SA B-1900 Overijse	Marlex K-Resin Ryton	HDPE SB PPS	200-300 180-220 300-350	20- 60 10- 60 140-180	180-250 160-230	
	Phoenix AG D-2180 Hamburg 90	Karipol R/RE Type 802 RF/REF Type 804 RL/REL Type 804 RW/RWF	Polyesterharz (UP)-Form- massen mit Glaskurzfasern, anorganischer Füllung, Granulat/ Polyester resin (UP) compounds with short glass-fibres, inorganic filler, granulate. Polyesterharz (UP)-Form- massen mit Glaskurzfasern, selbstlöschend UL 94-V1, lichtbogenfest 185-190 s, Granulat. Polyester resin (UP) com- pounds with short glass- fibres, selfextinguishing UL 94-V1, arc resistant 185-190 s, granulate. Polyesterharz (UP)- Formmassen mit Glaskurz- fasern selbstlöschend, UL 94-V0, lichtbogenfest ≥ 190s, Granulat. Polyester resin (UP) compounds with short glass fibres, selfextinguishing, UL 94-V0, arc resistant ≥ 190s, granulate. Polyesterharz (UP)-Form- massen mit Glaskurzfasern, gute Dauerwärmeständig- keit, auch V1-V0, Granulat. Polyester resin (UP) compounds with short glass fibres, fatigue stability at elevated temperatures, also V1-V0, granulate.	Zylinder-Temp. 65- 85 65- 85 65- 85 70- 95	160-190 165-190 165-190 165-200		

P R	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	P R
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	Phoenix AG (Fortsetzung/Cont.)	Keripol RT/RFT	Polyesterharz (UP)- Formmassen mit Textilfasern, abriebfest, auch selbst- löschend V1-V0, Granulat. Polyester resin (UP) with textile fibres, abrasionproof, also selfextinguishing V1-V0, granulate.	65- 85	165-190		
		RZ/RFZ	Polyesterharz (UP)-Form- massen mit Zellulose-Fül- lung, auch selbstlöschend, Granulat/Polyester resin (UP) compounds with cellu- lose filler, also selfextin- guishing, granulate.	65- 85	165-190		
		K Typ 801 K Typ 803	Polyesterharz (UP)-Form- massen (BMC) mit langen Glasfasern, mech. hoch- wertig, auch selbstlöschend V0, ichtbogenfest > 190s, teigartig./Polyester resin (UP) compounds (BMC) with long glass-fibres, good mech. properties, also selfextinguishing V0, arc resistant > 190s, pasty.	30- 60	155-190		
	Plásticos celulósicos, S.A. Palau de Plegamans (Barcelona)	Krasnia PE Krasnia PS	Masterbatch Masterbatch	160-180 190-280	40- 60 30- 70	130-230 180-240	
		Plenco	Phenol-Spritzmassen. Standardtyp, hitzebeständig, schlagzäh und Spezialpro- dukte Phenolic moulding com- pounds: General purpose, heat resistant, impact and speciality products Duroplast-Granulat-Polye- ster, Elektro- und Farbtypen. Thermoset granular and pel- letized polyesters. Electrical and colors	45- 50 132-138	163-180 168-180		
	Raschig GmbH D-6700 Ludwigshafen	Resipol® Type 802	Polyestermasse mit Glas- fasern/Polyester-resin compound, with glass-fibres	Zylinder Einzug Intake 40- 60	Düse Nozzle 60- 90	ca./approx. 150-185	
		Type 804	Polyestermasse mit Glas- fasern/Polyester-resin compound, with glass-fibres	40- 60	60- 90	150-185	
		Fibresipol® Type 801	Polyesterharzmasse mit Glasfasern in Stäbchenform Polyester-resin compound with needleshaped glass- fibres	40- 60	60- 90	165-185	
		Type 803.	Polyesterharzmasse mit Glasfasern in Stäbchenform Polyester-resin compound with needleshaped glass- fibres	40- 60	60- 90	165-185	
		Resinol® Vortype CD	Phenolharzmasse anorganisch gefüllt Phenol-resin compound inorganic filler	50- 70	70- 90	160-180	
		Type 31	Phenolharzmasse mit Holzmehl Phenol-resin compound with wood flour	50- 70	80-100	160-180	
		Type 31.5	Phenolharzmasse mit Holz- mehl/Phenol-resin compound with wood flour	50- 70	80-100	160-180	
		Type 51	Phenolharzmasse mit Zeli- stoff/Phenol-resin compound with wood flour	50- 70	80-100	160-180	
		Type 83	Phenolharzmasse mit Textil und Holzmehl Phenol-resin compound with textile and wood flour	50- 70	80-100	160-180	
		PF/K	Phenolharzmasse kautschukmodifiziert Phenol-resin compound rubber-modified	50- 70	70- 90	160-185	

R	ÜRETICI FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	R
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C		
	Resart GmbH D-6500 Mainz 1	Resart 150 152 152.7 M-E M-T 180 181 181.5 182 183 MPV MPV z MPV 111 -MPV-RSL MPV-LK Resarthem 794 796 Resarthem 798 Type 802 Type 804 Type 806 807	Melamin mit Holzmehl with wood flour Melamin mit Zellulose with cellulose Melamin mit Zellulose, lebensmittelgeeignet with cellulose, for food contact Melamin - Glasfaser + anorg. Füllstoff/glass-fibre + inorg. filler Melamin - Glasfaser + anorg. Füllstoff/glass-fibre + inorg. filler Melamin-Phenol mit Holzmehl/with wood flour Melamin-Phenol mit Zellulose/with cellulose Melamin-Phenol mit Zellulose/with cellulose Melamin-Phenol mit Holzmehl + anorg. Füllstoff with wood flour + inorg. filler Melamin-Phenol mit Zellulose + anorg. Füllstoff with cellulose + inorg. filler Melamin-Polyester mit Holzmehl/with wood flour Melamin-Polyester mit Zellulose/with cellulose Melamin-Polyester mit Zellulose + anorg. Füllstoff with cellulose + inorg. filler Melamin-Polyester + org. Füllstoff UL-zugelassen org. filler UL permitted Melamin-Polyester mit Holzmehl + anorg. Füllstoff with wood flour + inorg. filler UP-Polyester - Glasfaser + anorg. Füllstoff/glass-fibre + inorg. filler UP-Polyester - Glasfaser + anorg. Füllstoff/glass-fibre + inorg. filler UP-Polyester - Glasfaser + anorg. Füllstoff/glass-fibre + inorg. filler UP-Polyester - Glasfaser + anorg. Füllstoff/glass-fibre + inorg. filler UP-Polyester - Glasfaser + anorg. Füllstoff/glass-fibre + inorg. filler, UL permitted UL zugelassen/glass-fibre + inorg. filler, UL permitted UP-Polyester - Glasfaser + anorg. Füllstoff/glass-fibre + inorg. filler	Zylinder Einzug Intake 60- 80 90-100 60- 80 90-100 60- 80 90-100 50- 80 80-110 50- 80 80-110 60- 80 85-105 60- 80 85-105 60- 80 85-105 60- 80 85-105 60- 80 85-105 50- 80 75-100 50- 80 75-100 50- 80 75-100 50- 80 75-100 50- 80 75-100 nur Pressqualität only for compression moulding 50- 80 75-100 50- 80 75-100 50- 80 75-100 50- 80 75-100 50- 80 75-100 50- 80 75-100 50- 80 75-100 50- 80 75-100	Düse Nozzle 155-170 155-170 155-170 165-185 165-185 155-170 155-170 155-170 155-170 155-170 155-170 155-170 155-170 155-170 155-170 170-185 165-180 165-180 165-180 165-180 165-180 165-180 165-180 165-180	Bedingt durch ver- schiedene Schnecken- geometrien und Schneckenlängen sowie Beheizung des Zylinders mit 2 oder mehreren zu koppeln- den Heizzonen, sind die angegebenen Zylinder- temperaturen nur als Richtwert an- zusehen. Due to various geometrical configurations and lengths of the screws and heating of the cylinder with 2 or more coupled heating zones, the cylinder temperatures given here should be regarded as standard values only.	
	Resart-Ihm AG D-6500 Mainz 1	Resart Acryl-Form- massen/moulding compounds Type 810 S Type 810 Type 830 Z Type 840 Z Type 840 Type 844 Z Type 844 Type 870 Type 5045 Type 5041 Type 5036	PMMA schlagzäh/impact resistant schlagzäh/impact resistant schlagzäh/impact resistant	210-250 220-260 220-270 220-260 210-250 210-250 200-240 190-240 220-270 220-270 220-270 220-270	60- 95 60- 95 60- 90 60- 90 50- 80 40- 70 40- 70 20- 60 60- 80 60- 80 60- 80 60- 80	210-260 210-260 220-260 200-260 190-250 190-220 190-240 180-230 190-270 190-270 190-270 190-270	
	Rhône-Poulenc S. C. / Technyl F-69006 Lyon	Technyl A 216 A 217 A 218 A 221 A 216 V	PA 6.6 PA 6.6 wärmebeständig heat resistant PA 6.6 hochtemperatur- beständig resistant to elevated temperatures PA 6.6 niedrigviskos easy flowing PA 6.6 + GF (10-50%)	270-290 270-290 270-290 270-290 270-300	60- 80 60- 80 60- 80 60- 80 80-120		

R S	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	R S
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KAUP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	Rhône-Poulenc S. C./Technyl (Fortsetzung/Cont.)	Technyl A 218 V A 20 A 20 V A 148 MT30 A 228 MT40 B 216 B 216 V B 230 B 218 MX C 216 C 216 V D 316 Dynyl Techster T. 29 001 T. 29 000 V T. 29 101 T. 20 001 T. 20 001 V T. 29 000 VM 30 FE 80 010 FE 80 018	PA 6.6 + GF + wärme- beständig/heat resistant PA 6.6 UL 94 V-O PA 6.6 + GF UL 94 V-O PA 6.6 modif. Elastomer + Mineralienfüllung mineral filled PA 6.6 temp. beständig + Mineralienfüllung heat resistant + mineral filler PA 6.6 modif. PA 6.6 modif. + GF PA 6.6 modif. schlagfest impact resistant PA 6.6 modif. + Mineralien- füllung/mineral filler PA 6 PA 6 + GF PA 6.10 Polymer-Block Amid PBT PBT + GF PBT, hochschlagfest/high impact resistant PBT UL 94 V-O PBT + GF, UL 94 V-O PBT + GF + Mineralienfül- lung/mineral filler PET + 35% GF PET + 35% GF, UL 94 V-O	270-300 270-280 270-280 270-290 270-290 250-270 250-280 250-270 250-270 240-260 240-270 240-260 230-260 240 250 240 240 250 250 270 270	80-120 60- 80 80-120 60- 80 60- 80 60- 80 80-120 60- 80 60- 80 60- 80 80-120 60- 80 60- 80 80 80 80 80 130 130		
	Rhône-Poulenc Silicones F-02527 Neuilly sur Seine	Rhodorsil EVC	VMO PVMQ	80 max.	160-200	H. A. V. temperature 200-500	
	Rio Rodano, S.A. E-Madrid	Plastirex	Hard PVC hart/hard Soft PVC weich/soft PVC hart/hard modif.	190-290 170-200 190-220	30- 60 30- 60 30- 60	180-195 140-190 180-195	
	Rohm and Hess Company Philadelphia/USA	Oroglas Oroglas DR	PMMA PMMA, HI	220-250 230-260	60- 90 15- 75	220-250 245-265	
	Rohm GmbH Chemische Fabrik D-5100 Darmstadt 1	Plexiglas-Form- massen/moulding compounds: Type 5 N Type 6 N und 6 H Type 7 N und 7 H Type 8 N und 8 H Type zk 20, zk 30, zk 40 u. zk 50 Type hw 55 Cyroite G 20	PMMA PMMA PMMA PMMA PMMA (mit Acrylelastomer modifiziert/with acrylic- elastomer modified) PMMA MBS	170-250 180-260 190-270 200-270 240-270 220-250 220-250	20- 60 30- 70 40- 80 50- 90 60- 80 60- 90 30- 70	190-210 200-220 210-230 220-240 220-240 220-250 220-250	
	A. Schulman GmbH D-5814 Kerpen 3	Polyman Polyflam Polyfort Schulemid 6.6 6.6 GF 6.6 MI 6 6 GF	ABS unverstärkt und ver- stärkt/not reinforced and reinforced R.ABS flammwidrig, unver- stärkt und verstärkt flame retardant not reinforced and rein- forced PS flammwidrig flame retardant PP flammwidrig und ver- stärkt flame retardant and reinforced HDPE flammwidrig flame retardant LDPE flammwidrig flame retardant PP verstärkt/reinforced PA 6.6 unverstärkt not reinforced PA 6.6 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced PA 6.6 mineralverstärkt mineral reinforced PA 6 not reinforced PA 6 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	210-250 220-240 180-240 200-240 180-210 170-200 200-240 260-300 280-300 280-310 230-290 250-290	50- 70 50- 80 20- 50 20- 50 10- 40 10- 40 20- 50 60- 80 60- 80 80-100 60- 80 60- 80	190-230 200-210 180-220 160-220 180-205 160-195 260-290 260-295 250-280 260-280	

S	ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADİ	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON	S
				MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	İŞLEME SICAKLIĞI °C	
	A. Schulman GmbH (Fortsetzung/Cont.)	Schulamid 6 MI 6 MI + GF	PA 6 mineralverstärkt mineral reinforced PA 6 mineral- und glas- faserverstärkt mineral- and glass- fibre reinforced	250-300 280-300	80-100 80-100		
	Shell International Chemical Co. Ltd. Shell Centre GB-London SE1 7PG	Shell Polybutylen Shell Polyethylen Shell Polypropylen Shell Polystyrol Polystyrene Cariflex TR Kraton G Elxar Kautschuk Rubber	PB LDPE PP Homopolymer + Copolymer PS glasklar und schlagfest transparent and impact resistant SBS, SIS (thermoplast. Kau- tschuk/rubber compounds) SEBS (thermoplast. Kau- tschuk/rubber compounds)	180-220 180-250 210-290 155-280 160-210 190-225	15- 25 20- 60 20- 80 15- 40 25- 50 35-65	170-185 160-230 190-230 170-260 130-210 190-230	
	Shin Etsu Tokyo/Japan		PPS	300-360	120-180	250-320	
	Showa Denko Tokyo/Japan	Elasten	PE	145-175	50	130-190	
	Solvay & Cie SA B-1050 Bruxelles	Solef 1008 1010 1012 Eltex Eltex-P Solvic Benvic	PVDF PVDF PVDF HDPE PP PVC hart/hard PVC weich/soft PVC hart/hard PVC weich/soft	220-240 220-240 230-240 180-270 220-280 170-210 140-180 170-210 140-180	80- 90 80- 90 80- 90 40- 80 40- 80 40- 70 20- 50 40- 70 20- 50	255 235 245 190-230 190-280 150-210 130-180 150-210 130-180	
	Süd-West-Chemie GmbH D-7510 Neu-Ulm	Supraplast Type 12 31/31, 5/51/71/ 83/84 und Spezial- einstellungen/and special adjustments	Phenolharz-Formmassen Phenol-resin moulding compounds	Zylinder Cylinder 60- 80	Düse Nozzle 90-110	160-180	
	Süd-West-Chemie GmbH (Fortsetzung/Cont.)	Supraplast Type 150 156/157 und Spezial- einstellungen/ and special adjust- ments Supraplast Type 182 183 und Spezial- einstellungen/and special adjustments Supraplast Type 801 802/803/804/Pre- pregs und Spezial einstellungen/and special adjustments Supraplast DAP	Melaminharz-Formmassen Melamine-resin moulding compounds Melamin Phenolharz- Formmassen Melamine phenol-resin moulding compounds Polyesterharz-Formmassen Polyester-resin moulding compounds Diallylphthalat-Formmassen/ moulding compounds	60- 80 60- 80 30- 60 30- 60	85-105 85-105 60- 95 60- 90	155-175 155-175 150-175 150-170	
	Synres-Almoco BV NL-3150 AA Hoek van Holland	Synres-Almoco AMC 2509, 2555, 2561 Synres Almoco DAP 5501, 5553, 5561 Synres-Almoco DAIP 6501, 6551 Synres-Almoco E-3505, 3506, 3507, 3511, 3570	Alkyd-Formmassen mit anorganischen Füllstoffen und mit kurzen Glasfasern verstärkt, in Granulatform. Alkyd moulding compounds with inorganic fillers and reinforced with short glass- fibres, in granular form. Diallylphthalat (ortho)- Formmassen mit anorga- nischen Füllstoffen und mit kurzen Glasfasern verstärkt, in Granulatform. Moulding compounds with inorganic fillers and rein- forced with short glass- fibres, in granular form. Diallylisophthalat (meta)- Formmassen mit anorga- nischen Füllstoffen und mit kurzen Glasfasern verstärkt, in Granulatform. Moulding compounds with inorganic fillers and rein- forced with short glass- fibres, in granular form. Epoxyd-Formmassen mit anorganischen Füllstoffen und mit kurzen Glasfasern verstärkt, in Granulatform. Moulding compounds with inorganic fillers and rein- forced with short glass- fibres, in granular form.	Zylinder Cylinder 50- 70 60- 70 60- 70 40- 70	Düse Nozzle 75- 95 85- 95 85- 95 75- 95	160-190 160-200 160-200 160-190	

T V W ÜRETİCİ FİRMA	TİCARİ ADI	ÖZELLİKLERİ	ENJEKSİYON		EKSTRÜZYON
			MALZEME SICAKLIĞI °C	KALIP SICAKLIĞI °C	
Teite Chemical Co. Ltd. Taipei/Taiwan	Tartarac 1000	ABS	200-240	40- 80	200-230
	5000	ABS	200-240	40- 80	200-230
	6000	ABS	200-240	40- 80	200-230
	8540	ABS flammwidrig/flame retardant	180-230	50- 70	170-220
	8540 H	ABS flammwidrig/flame retardant	180-230	50- 70	170-220
	1250	ABS Additive/additives	200-240	40- 80	200-230
Technopolimeri S. P. A. I-20020 Ceriano Laghetto	Sniamid ASN- AES-, ADS-Typen	PA 6 unverstärkt not reinforced	230-280	20- 80	230-280
	Sniamid SSD-Typen	PA 66 unverstärkt not reinforced	260-290	40- 90	260-290
	Renyl C-Typen	PA 6 unverstärkt not reinforced	230-280	20- 80	230-280
	Nailonplast A-APQ-APN- ARI-AST	PA 66 unverstärkt not reinforced	260-290	40- 90	260-290
	Sniamid ASN 27/... -Typen	PA 6 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	240-280	60-100	240-280
	Sniamid ASN 27/... 300 EP	PA 6 mineralienverstärkt reinforced with minerals	230-270	60-120	
	Sniamid SSD-Typen	PA 66 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	260-290	80-120	
	Sniamid SSD 400 EP*	PA 66 mineralienverstärkt reinforced with minerals	260-290	80-120	
	Nailonplast AVE- Typen	PA 66 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	260-290	80-120	
Teijin Tokyo/Japan	FR-PET	PBT	230-270	30- 70	
	FR-PET	PET	250-270	50-150	
Tubize Plastics SA B-1360 Tubize	Fabelnyl R	PA 66	260-290	50- 90	approx. 275
	R 650F	PA 66 selbstverlöschend selfextinguishing	260-270	50- 90	
	RV	PA 66 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	270-310	80-120	
	RM	PA 66 mineralienverstärkt mineral reinforced	270-310	80-120	
	Fabelnyl C	PA 6	230-260	50- 90	approx. 250
	CV	PA 6 glasfaserverstärkt glass-fibre reinforced	250-290	70-100	
	CM	PA 6 mineralienverstärkt mineral reinforced	250-290	70-100	
	Sentilite	CA	160-230	40- 80	160-230
	Fabeltan	PUR	170-220	10- 30	170-210
Vedril SpA (Gruppo Mont- edison) I-20017 Rho	Vedril 5	PMMA	170-190	40- 60	
	7	PMMA	170-230	50- 70	
	8	PMMA	180-240	60- 80	
	9D	PMMA	190-250	60- 80	
	9E	PMMA	190-250	60- 80	220-240
N. V. Vynckier B-3000 Gent	Vyncolite	Phenolharz-Formmassen Phenolic resin based moulding compounds Ersatz zu/replaces: DIN Typ 12	100-120	160-180	
	4623XB-4523XB 4221XB-4421XB 2920W-2723W 2923W-2523W RX611-RX613 RX605-RX655 RX620-RX640	Phenolharz-Formmassen mit langen Glasfasern gefüllt Phenolic resin based mould- ing compounds filled with short glass-fibres.	100-120	160-180	
Wacker-Chemie GmbH D-8060 München 22	Vinnol	PVC hart/hard PVC weich/soft	170-210 140-180	40- 70 20- 50	180-210 140-190
	Wacker- Polyethylen	HDPE	180-280	20- 60	180-260