

KALIPÇILIKTA MALZEME SEÇİMİ

KONULAR

1- GİRİŞ

2- PLASTİK HACİM KALIPÇILIĞI

3- ÇELİK

3.1. Çelik Seçiminin Tasarımdaki Yeri

3.2. Tasarımdaki Aşamalar

3.3. Çelik Seçiminde Temel Etmenler

3.3.1. Özellikleri

3.3.2. Bulunabilirlik- Sağlanabilirlik

3.3.3. Maliyet- Ekonomi

4- PLASTİK HACİM KALIPLARI İÇİN MALZEME SEÇİMİ

4.1. Kalıplanacak Malzeme

4.2. Kalıp Boşluğu Şekillendirme Yöntemleri

4.3. Kalıp Malzemesi Tipleri

4.3.1. Hazır Sertleştirilmiş Çelikler

4.3.2. Yüzey Sertleştirilmiş Çeliler

4.3.3. Tüm Kesit Boyunca Sertleştirilen Çelikler

4.3.4. Berilyum Bronzları

4.4. Presleme Yöntemiyle Kalıp İmalatında Kalıp Blok Malzemesinin seçimi

4.5. Kalıp Bloğuna Kalıplanmak Suretiyle Montaj Edilen Kalıp Parçaları İçin Malzeme Seçimi

5- KALIP MALZEMESİNİN KALIP ÖMRÜNE ETKİSİ

6- KALIP ÖMRÜNDE ARANAN ÇELİK ÖZELLİKLERİ

6.1. Dökülecek Plastik Malzeme

6.2. Kalıp Boşluğunun Yapılması

6.3. Malzeme Çeşitleri

6.4. Kalıbın Aşınması

6.5. Kalıp Bakımı

6.6. Kalıp Çeliklerinin Karakteristikleri

6.7. Isıl İşlemlere Tepki

6.8. Korozyon ve Aşınma Direnci

6.9. Kaynak Yeteneği

7- CİVATALAR, SAPLAMALAR VE SOMUNLAR İÇİN MALZEME SEÇİMİ

7.1. Civatalar Çelikleri

7.2. Saplama Çelikleri

7.3. Somunlar İçin Çelik Seçimi

7.4. Civatalarda Yorulma Dayanımı

7.5. Civata İmalatı

8- PLASTİK MADDELER İÇİN TAKIM ÇELİKLERİ VE DIN İLE AISI NORMU KARŞILIKLARI

8.1. Kabuk Sertleşen Çelikler

8.2. Isıl İşlemli Çelikler

8.3. Nitrasyon Çelileri

8.4. Korozyona Dayanıklı Çelikler

8.5. Çekirdeğine Kadar Sertleşen Çelikler

8.6. Thyrodur 2767 EFS Supra

8.7. UHB Markası Çelikleri

8.7.1. Genel Kullanım Yerleri ve Meneviş Sıcaklığı Tabloları

KAYNAKLAR

1-GİRİŞ

Malzeme bilgisi, Teknik bir elemanda bulunması gereken en önemli bilgilerin başında gelmektedir. Malzeme bilgisi; bu günün medeniyetini ve teknolojisini yarına ulaştıran bir vasıta(9).

Meslek hayatında her gün karşılaşılabilecek problemlerin çözümünde, teknik adamın en büyük yardımcısı malzeme bilgisidir. Kullanacağı çok çeşitli malzemelerin işlenmesinde tam ve sağlam bir malzeme bilgisine sahip olmayan teknik elemanın yapacağı hatalar bazen çok büyük boyutlara ulaşır ve meydana gelen zararların giderilmesi mümkün olmayabilir(9).

Endüstrinin gelişmesiyle , kullanım alanı, geniş malzeme arayışına girilmiştir. Ham demirin içerisindeki fazlalıkların malzeme üzerindeki etkileri araştırılmış ve çelik elde edilmiştir. Değişik motorlarla elde edilen çeliğin alaşımları incelenerek kullanım alanı oldukça genişletilmiştir.

Kullanılmakta olan çelik malzemenin ya da kullanılacak çeliğin bileşiminin bilinmesi zorunludur. Çeliğin kullanıldığı yerin hangi şartlara maruz kaldığı incelenir. İncelemeler sonunda çeliğin bileşiminde gerekli olan elementler tesbit edilmelidir(2).

Bunun yanı sıra kalıp parçalarının çelik seçiminde yalnızca çelikleri ve bileşimlerini tanımak yeterli olmayacaktır. Göz önüne bulundurulması gereken dökülecek plastik malzemenin özellikleri, kalıp boşluğunun yapılması, kalıp malzemelerinin tipleri, kalıp aşınması, kalıp bakımı, kalıp çeliklerinin karakteristikleri, ısı işlemlere tepki, korozyon ve aşınma direnci, kaynak yeteneği, ekonomik oluşu ve kalıp ömrüne etkileri gibi kavramlarında incelenip en uygun daha doğrusu, tüm bu özelliklere en çok karşılık verebilen çeliğin tespiti çok önemlidir. Böylece en uygun çelik seçilmiş olacak ve kalite, kullanışlılık, kalıp ömrü v.b. kavramlar uygulamaya girmiş olup ekonomik kazançta artmış olacaktır.

Bu tezin amacı tüm bu bahsedilen olguların kazanılmasında araç oluşturulmasının isteniyse de kalıp yapının, çelik ve plastiklerin bu kadar çeşitliliği çoğu zamanda değişkenliği içinde bütün sorunlara cevap verebilir iddiasıyla yazılmamıştır. Bilhakis kalıp yapımının ve çelik malzeme seçiminin araştırma işi ve ustalık olduğu kadar sanat olduğunu da düşünürsek, bu tezden faydalanacak insanların tezi temel olarak kabul edip çok daha fazla geliştireceklerini ümit ediyorum.

2-PLASTİK HACİM KALIPÇILIĞI

Günlük hayatımıza girmiş ve hayati önemi oldukça fazla olan parçaların büyük bir bölümü plastik maddelerden üretilmektedir. Başlı başına bir sanayii kuruluşunu oluşturan hacim kalıpçılığıyla plastik maddelerden hafif metallerden ve çelik malzemelerden arzu edilen biçim ve boyutlarda pek çok parçaların üretimi yapılmaktadır. Bu parçalar mutfak eşyası elektrik ve elektronik otomotiv ve makine sanayiinde büyük bir boşluğu hızla doldurmaktadır(1).

Hacim kalıpçılığıyla kalıp boşluğunu değişik malzemelerden çeşitli metotlarla doldurmak suretiyle istenilen ölçü ve biçimdeki parçaların üretimi amaçlanmaktadır. Kalıplanacak parça boyutlarına uygun hacim(kalıplama) boşluğu bulunan ve herhangi bir kalıplama metoduyla parçanın üretimi içeren meslek dalına da hacim kalıpçılığı denir.

Hacim kalıplarıyla seri üretim sağlanmakta, artık malzeme miktarı en az düzeye indirilmekte, kalıplanan parçaya özlülük kazandırılmakta, işçilik ve parça maliyeti düşürülmektedir(1).

Hacim kalıpçılığı, kalıplanacak malzeme ve kalıplama metotlarına göre üç ana gruba ayrılır(1).

- 1) Plastik hacim kalıpçılığı,
- 2) Basınçlı döküm hacim kalıpçılığı,
- 3) Sıcak dövme hacim kalıpçılığı.

Plastik hacim kalıpçılığında ham madde olarak düşük sıcaklıkta eriyebilen çeşitli plastik malzemeler kullanılmaktadır. Düşük sıcaklıkta eriyebilen plastiklerden mutfak eşyası, çocuk oyuncakları, elektrik, elektronik ve otomotiv sanayiinde kullanılan pek çok parçalar hacim kalıplarıyla üretilmektedir(1).

Plastik malzemelerden yapılan parçaların arzu edilen kalite ve özellikte olabilmesi için, kalıp yapımcısına büyük sorumluluklar düşmektedir. Çünkü, kalıplanacak parçanın malzemesi ve özellikleri, kalıplama metodu, kalıplama tezgahı, kalıp tasarımı ve yapımını içeren mesleki öncelikle bilinmesi gerekmektedir(1).

Tasarımı iyi yapılmış ve konstrüksiyon hatası bulunmayan plastik hacim kalıplarıyla yapılan üretimin sağladığı faydaları aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz(1).

- 1- Üretim oranı yüksek,
- 2- Seri üretimi kolay,
- 3- Her parça için sarf edilecek işçilik az,

- 4- Kalıplama işleminin otomatik hale gelmesi kolay,
- 5- Üretilen parçaların yeniden işlenmesi gereksiz,
- 6- Arzu edilen yüzey kalitesi, renklendirme ve bitirme işlemlerine uygun,
- 7- İyi bir dekorasyon işlemine tabi tutulabilmesi,
- 8- Değişik biçim ve boyutlardaki parça üretiminin ekonomik oluşu,
- 9- Diğer metotlarla üretilemeyen çok küçük parçaların üretim kolaylığı,
- 10- Yolluk, dağıtıcı ve giriş kanallarında meydana gelebilecek hataların giderilmesindeki kolaylık,
- 11- Bazı hallerde kalıplama tezgahı ve kalıbı değiştirmeden farklı plastik malzemelerin kalıplanabilmesi,
- 12- Üretim süresince kalıplanan parça ölçülerinin istenilen sınırlar içerisinde tutulabilmesi,
- 13- Kalıplanan plastik malzemeler içerisine metal veya metal olmayan (taşıyıcılar) parçaların yerleştirilebilmesi,
- 14- Plastik malzeme içerisine kireç, karbon, asbest, cam tozu, odun talaşı ve benzeri dolgu maddeleri karıştırılarak kalıplanabilmesi,
- 15- Çekme dayanımı yüksek, korozyona karşı dayanıklı, renkli olabileceği gibi şeffaf olarak plastik parçaların kalıplanabilmesi ve benze özellikteki faydaları vardır(1).

Sakıncalı yönlerini de şu şekilde sıralayabiliriz:

- 1- Kalıp maliyeti yüksektir.
- 2- Kalıp yapımında kullanılan takım ve tezgahlar çok pahalıdır.
- 3- Bazı hallerde üretimin kontrolü güçtür.
- 4- İyi bir kalıp tasarımcısının yetiştirilmesi kolay değildir.
- 5- Hatalara neden olabilecek temel bilgilerin eksikliği ve benzeri sakıncaları vardır(1).

3-ÇELİK

Yüksek fırında elde edilen ham demir çok sert ve kırılgan olup işlemeye elverişli değildir. Ham demiri işlemeye uygun hale getirmek için içinde bulunan karbonun büyük bir kısmını almak gerekir(2).

Çelik imalatı için genellikle beyaz ham demir kullanılır. Beyaz ham demirin içinde bulunan, Mn, Si, P ve S gibi diğer elemanların büyük bir kısmını alarak çeliğe elverişli bir düzeye getirilir(2).

Bu işleme tazeleme metodu denir. Tazeleme metodu sayesinde elde edilen çelikler her çeşit imalle şekil almaya uygundur(2)

Yani çelikler, hem soğuk, hem sıcak olarak dövülüp işlenebildiği gibi her çeşit tezgahta talaş kaldırılarak işlenebilir. Bu imkan dolayısıyla çeliklerin kullanma alanı çok geniştir. Ham demiri çelik haline getirebilmek için başlıca altı metot vardır. Bütün bu metotlarda Beyaz ham demir içindeki karbonu yakmak için hava veya demir oksit kullanılmaktadır(2).

Çelik imal usulleri: ham demirin içerisindeki fazla elemanları almak için başlıca şu altı metot uygulanmaktadır;

- 1- FUDEL Metodu,
- 2- BESSEMER Metodu,
- 3- THOMAS Metodu,
- 4- SIEMENS Metodu,
- 5- POTA Metodu,
- 6- ELEKTRİK Metodu.

3.1. ÇELİK SEÇİMİNİN TASARIMDAKİ YERİ

Çelik seçimi, genellikle, gereç seçiminin bir dalı ve en önemlisidir. Çelik seçiminde de diğer tüm analizi yapılan ürünlerde olduğu gibi, istenilen kalitede ve konumda ürün elde edebilmek için belirlenen çalışma koşulları altında çalışabilecek en uygun ve olabildiğince en uzun ömürlü çeliği seçmek amaçtır. Bu biçimi en iyi ve en uygun biçimde yapabilmek için bir yandan tasarımı yapılan parçanın çalışma koşullarıyla ilgili tüm gereksinimleri benimsemek diğer yandan da bu gereksinimlere en uygun özellikleri sağlayacak çeliği bulmak gerekir. Bunu sağlayabilmek içinde çelikler ve çeliklerin özellikleri bilinmelidir. Plastik malzeme analizinde veya ürün analizinde ortaya

çıkan gereksinimler dizisi çeliklerin özellikleri ile karşılaştırılarak en uygun seçim yapılabilir(3).

3.2. TASARIMDAKİ AŞAMALAR

Tasarım bir dizi aşamayı içeren bir süreçtir. İlk aşamada üretilecek ürün ile ilgili bilgiler toplanır, düşünceler belirlenir, kalıp kroki şeklinde çizilir. Genel çizgileri ile sonuca ulaşmadaki kısıtlamalar saptanır ve ilk adımlar atılmış olur(3).

Bu çabaların sonunda bir “tasarım kavramı” çıkarılmaya çalışılır. Amaç, istenene yönelik işleyebilen, çalışabilen kalıbı yapmak ve ürünü sağlıklı bir şekilde elde etmektir(3).

Elde edilecek ürünün elde edilme koşulları incelenip analizi yapıldıktan sonra detay resimlerinin çizim işlemleri başlayabilir. İşte üretim sürecinin bu aşamasında en önemli iş, genelde, “gereç seçimi”, özelde ise, “çelik seçimi” dir. İstenilen ürün doğrultusunda her bir parçaya ilişkin çizilen ayrıntı çizimler, parçanın çizimi ile boyutlarına, kullanılacak çeliğin türünü, üretim biçimini, uygulanacak yüzey işlemlerini, diğer işlemleri belirlenir(3).

Doğru ve uygun çelik seçimi ancak ve ancak tasarım verilerinin doğru saptanması oranında başarılı olabilir. Başarılı bir tasarım daima doğru ve uygun çelik tasarımı içerir(3).

3.3. ÇELİK SEÇİMİNDE TEMEL ETMENLER

Bir parçanın tasarımı son aşamasına vardığında çelik seçimi için en önemli etmenlerde saptanmış olmalıdır. Çeliklerin hemen saymakla bitmeyecek kadar çok ve türlü özellikleri vardır. Bunların her tasarımda tümünün birden sıralanıp gözden geçirilmesi ne olasıdır, nede gereklidir. Yapılması gereken şudur; belli bir parçanın çelik seçiminde o parçanın göreceği işleri ve niteliklerini dikkate alarak en önemli özellikler sıralanmalıdır. Özelliklerin yanında bulunabilirlik ve maliyet etmenleri de değerlendirilmelidir. Temel etmenler üç bölümde toplanabilir(3).

- a) Özellikleri
- b) Bulunabilirlik ve sağlanabilirlik
- c) Maliyet ve ekonomi.

3.3.1. ÖZELLİKLERİ

Herhangi bir uygulamada çelik kullanılacaksa, çelik seçimini en doğru ve uygun olarak yapabilmek için daha önce de belirttiğimiz gibi işi başından başlayıp son karar aşmasına dek her özellik ve etmen incelenmelidir. Çeliğin hangi çalışma koşulları altında iş göreceği saptandıktan sonra bu çalışma koşullarının gerektirdiği en önemli mekanik özellikler belirlenmektedir(3).

- Eğer parça bir destek görevi göreceyse en önemli özellik basma gerilimi olabilir;
- Eğer çarpmalı bir çalışma söz konusu ise tokluk çok önemlidir;
- Bazı kalıp ve takımlar için seçilen çeliklerde ise aşınma direnci çok önemlidir;
- Isıl işlem uygulanacak çeliklerde sertleşebilirlik çok önemlidir.

Bu örnekler çoğaltılabilir; ne var ki, uygulamaya göre öne çıkan özelliklere dikkat edilirse buna pek gerek olmadığı anlaşılır. Mekanik özelliklerin hangilerinin önemli olduğu uygulamanın gerilim türleri, devinim biçimi ve uygulanan yükler ve çalışma koşulları incelenerek belirlenebilir(3).

Benzer biçimde eldeki uygulama için gerekli fiziksel, kimyasal ve boyutsal özellikler de gözden geçirilip, en önemlileri saptanabilir. Uygulamanın gereğine göre ısı iletkenliği, genleşme katsayısı yerine göre çok önemli olabilir(3).

Kimyasal özellikler arasında en önemli yenim (korozyon) direncidir. Gerek oksitlenmeye karşı gerekse kimyasal ya da elektro-kimyasal ortamlarda yenime karşı çeliğin göstereceği direnç ilk düşünülmesi gereken özellik olabilir. Paslanma olursa çelik parçanın çalışması etkilenir mi? Besinleri korumak amacı ile bir kullanım söz konusu ise yenim, sağlığı etkileyici sonuçlar doğurur mu? Yenim olayı kabul edilebilirse bile, yenim hızı kabul edilebilir mi?bu benzeri sorulara verilecek yanıtlar en uygun çelik seçiminin yapılmasında etkilidir(3).

Kimyasal bileşim çeliğinin yalnızca temel özelliklerini belirlemede etkin değildir. Örneğin; kobalt, yüksek hız çeliklerin kızıl sertliğinin sürdürülmesinde en etkin elementtir; fakat , nükleer santrallerde kullanılan çeliklerde kobalt kesinlikle bulunmalıdır. Çünkü kobalt kolayca kısa yarı ömürlü izotoplar oluşturur. Bazı uygulamalarda %1'edek bakır, özellikle atmosfere açık yerlerde kullanılacak çelik borlarda yenim direncini artırır. Halbuki sıcak biçimlendirmenin olduğu uygulamalarda bakır oranı çok düşük tutulmalıdır(3).

Kaplama gereken uygulamalarda belirli elementlerle kaplama işlemi kolaylaştırıcı yada zorlaştırıcı etki yaratabilir(3).

Sertleşebilirlik özelliğinin olduğu uygulamalarda kimyasal bileşimlerinde sertleşebilirliği etkin olarak artıran alaşım elementlerini içeren çelikler seçilmek zorundadır. Bu tür uygulamalarda bor en önemli katkı malzemesidir(3).

Boyutsal özelliklere gelince, tasarımda parça boyutları ile birlikte toleransları, yüzey durumu yada boy düzgünlüğü düşünülme zorundadır. Masterlarda olduğu gibi bazı uygulamalarda ısıtıl işlem sonrası boyutsal değişimlerin en az düzeyde olması istenebilir. Bu gibi durumlarda boyutsal dengeliliği yüksek olan çelikler seçilmek zorundadır(3).

Talaşlı işlenecek ince uzun parçalar söz konusu olduğunda, işleme sonun bir eğilme, bel verme olmaması için soğuk çekilmiş çelik çubuklar seçilmelidir. Boy düzgünlüğünün istendiği uygulamalarda doğrultma makinelerinde geçirilmiş çelik çubuklar kullanılmalıdır(3).

Bu örneklerde de görüldüğü gibi çelik özellikleri uygulama gerekliliğine göre gözden geçirilerek göreceli bir önem sırasına konulabilir. Çelik seçimi yapılırken de bu önem sırasına dikkat edilir(3).

3.3.2. BULUNABİLİRLİK - SAĞLANABİLİRLİK

Bu temel etmen, üzerinde karar verilebilmesi en kolay olanıdır. Buna karşın çelik seçimi değerlendirilmesine girmesi gereken bir etmendir(3).

Bu tasarım işinde çelik seçimine geçildiğinde eğer stokta bulunan çeliklerden birisi kullanılabilecekse bu, en kestirme ve kolay çözümdür. Tasarım işi bir fabrika yada kuruluşun stoklarından yararlanılarak yapılabilirse hem çelik seçiminde ,sonradan karşılaşılabilecek “bulunulamama-sağlanamama” duruma ve hem de çeliği sağlama işinde karşılaşılabilecek gecikmeler önlenir. Bu nedenle, çelik seçiminde, el altında bulunan çelikleri kullanabilmek için bir çaba gösterilmelidir(3).

Her şeye karşın, eğer çelik el altındaki stoklardan karşılanamıyorsa, sorulması gereken ikinci soru şudur;istenilen çelik piyasadan yada toptancıdan sağlanabilir mi?

Bunun yanıtı olumsuz olduğunda çeliğin, yurt içindeki bir çelik üreticisinden sağlanıp sağlanamayacağıdır(3).

İstenilen çeliğin yurt içinden sağlanması teknik olanaklar bakımından olası bulunsa da, bununla iç içe iki soru daha yanıtlanmak zorundadır. Bunların ilki istenilen

çeliğin miktarı en az üretim kısıtının altında mıdır? Yani ekonomik açıdan üretilebilir mi? Diyelim ki istenilen çelik 5 tondur. Bunu teknik açıdan üretebilecek bir küçük çelik kuruluşunun elindeki en küçük elektrik ark ocağı 25 ton kapasiteli ise anılan çelik için başka hiçbir sipariş yok ise, çelik şirketi çelik şirketi 25 ton çeliği stoklarına geçirmeyi göze almayıp siparişi geri çevirebilir(3).

İkinci soru ise teslim süreleri ile ilgilidir. Tasarımı yapılan parçanın bir bitirme programına (temrin programı) göre bitirilmesi gerekecektir. Bu bakımdan, yurt içinde teknik bakımdan üretilebilecek olan çeliğin siparişi kabul edilse bile teslim süresinin tasarımı yapılan parçanın tasarımına uyması gerekir. Buna güzel bir örnek dövme parçalardan verilebilir. Olağan çalışması içinde bir fabrikanın “üretim programı” vardır. Yeni alınacak siparişler, bu üretim programını aksatmayacak biçimde onun içine yerleştirilir; ya da parça iş yapan küçük kuruluştaki belli bir sıralamaya sokulacaktır. Hangi durumda olursa olsun kendi çalışma koşullarına göre bir teslim süresi vereceklerdir. Dövme parçalarda büyüklüğe ve diğer işlere bağlı olarak bu süre 3 ay ile 12 ay arasında değişebilir. Eğer teslim süresi kendi programımıza uymuyor ise çelik seçiminde bu da kısıtlayıcı bir etmen olacaktır(3).

Görüldüğü gibi çelik seçimi, tasarım işinin bir yanı olduğu gibi, bulunabilirlik-sağlanabilirlik de çelik seçiminin önemli bir yanını oluşturmaktadır(3).

Şüphesiz bazı durumlarda yurt içinden sağlanamayan çelik yurt dışından getirmek zorunlu olabilir. Yukarıda yurt içinden sağlamada karşılaşılabileceğine değinilen hususlar yurt dışında da geçerlidir. Gerek yurt içinden gerek yurt dışından olsun istenilen çeliğin sağlanmasında miktarı ya da süre açısından sorunlar doğacaksa, daha kolay ve çabuk sağlanabilecek çeliğe yönelmek fayda sağlar sağlayacaktır. Diyelim ki 12 yuvarlak (12mm) 8620 karbonlama (sementasyon) çeliği gereken bir uygulama için bu çelik bulunamıyor. Benzer özellikleri sağlayabilecek ve kolayca bulunabilen 4320, 5120, 6120 hatta 9310 çeliklerinden biri ya da benzeri de, süreden kazanmak ya da işi bir an önce sonuçlandırmak amacı ile seçilip kullanılabilir(3).

3.3.3. MALİYET – EKONOMİ

Bulunabilirlik – sağlanabilirlik konusunda belli bir çözüme ulaşıldığında, çeliğin maliyeti ve tüm tasarımın ekonomisine etkisi gündeme gelir. Bir bakıma, maliyet-ekonomi etmeni, üç temel seçim etmeninin sonuncusu olarak ele alınmakta ise de, her tasarımın ilk aşamasından itibaren bilinçli ya da bilinç dışı olarak maliyet-ekonomi etmeni işin içine girmektedir. Bilindiği gibi her işin bir bütçe içinde gerçekleştirilmesi planlanır. “istenilen çeliği seçelim; maliyet ne olursa olsun” diye bir tutumla gerçekçi bir çelik seçimi ne yapılabilir ne de tasarım işler duruma geçirilebilir. Yetersiz tasarımlama olabileceği gibi aşırı – tasarımlama da olabilir. Tüm yapı işlerinde, alışlageldiği gibi yapı çelikleri kullanılır. Köprülerden üst geçitlere, gemilerden karayollarına, fabrika yapılarından televizyon antenlerine dek kullanılan çelikler, genel de düşük karbonlu düşük manganlı yapı çelikleridir. Bunların dışına, hem “alışkanlığı bozmamak” hem de “maliyeti artırmamak” düşüncesiyle çıkılmaz(3).

4-PLASTİK HACİM KALIPLARI İÇİN MALZEME SEÇİMİ

Plastik hacim kalıpları için malzeme seçimine etki eden başlıca faktörler:

- 1) Kalıplanacak plastik tipi.
- 2) Kalıplama yöntemi.
- 3) Kalıplanacak parçanın dizaynı.
- 4) Kalıplanacak parçanın dizaynı.
- 5) Maliyet.

Kalıp malzemesi ile ilgili faktörler:

- 6) Mekanik dayanımı.
- 7) Aşınma dayanımı.
- 8) Korozyona direnç.
- 9) Termal iletkenlik.
- 10) Tokluk veya güçlülük.

Kalıp imalatı ile ilgili faktörler:

- 11) Sertleşebilme kabiliyeti.
- 12) Isıl işlemde boyutsal denge.
- 13) İşlenebilme.
- 14) Kaynak yapılabilme.
- 15) Parlatılabilme kabiliyeti.

16) Temin edebilme.

Şekil 4-1' de büyüklük ve giriftlik bakımından değişik 9 parça gösterilmiştir. Tablo 4-1' de , kalıp boşlukları talaşlı yöntemle imal edilen plastik kalıpları için , tavsiye edilen malzemeler gösterilmiştir. Tablo 4-2'de , kalıp boşluklarının döküm veya presleme ayrı ayrı imal edilen kalıp parçalarının kalıp ana gövdesine preslenerek geçirilmesi) yoluyla imal edildiği plastik kalıpları için , malzeme seçimi gösterilmiştir.

4.1. KALIPLANACAK MALZEMELER

Kalıplanacak malzeme tipi, göz önüne alınması gereken ilk faktördür. Plastik malzemeler, başlangıçta, malzemelerin gerek enjeksiyon gerekse sıkıştırma kalıplanmasına uyarlanmasına bağlı olarak, iki önemli tip içerisinde mütalaa edilir. Keza plastik malzemeler, daha ileri şekilde, birbirlerinden farklı 7 grup içerisinde tasnif edilir. Plastik malzemelerin aşağı yukarı hepsi de ısıya, korozyona, ve aşınmaya dayanıklı kalıp malzemeleri gerektirirler(6).

Termoset plastikler için, kalıbın açılan yüzeyi çok önemlidir. Bütün termoset malzemeler aşındırıcı etkiye sahiptirler. Ancak odun talaşının (çok ince) dolgu maddesi olarak kullanıldığı genel amaçlı plastikler, termoset malzemelere kıyasla , daha az aşındırıcı etkiye sahiptirler. Örneğin, asbest, cam tozu, mika gibi dolgu maddesi ihtiva eden plastikler, darbelere dayanıklı plastikler ve ısıya dirençli plastikler gibi özel amaçlı plastikler aşırı derecede aşındırıcıdır. Gerçekten, bu şekildeki plastik malzemeler, bazen metal sacların, presleme yoluyla şekillendirilmesinde, kalıp malzemesi olarak kullanılırlar. Oldukça akıcı olan enjeksiyon – tip plastik malzemeler, benzer aşındırma problemi göstermezler. Bununla beraber, bu malzemeler korozif olabilir. Ve neticede, kalıpların krom kaplanmasını veya özel çeliklerin kullanılmasını gerektirebilirler(6).

4.2. KALIP BOŞLUĞU ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİ

Kalıp şekillerinin seçiminde, birinci derecede göz önüne alınması gereken diğer faktör, boşluk şeklinin meydana getirilmesinde kullanılacak yöntemdir. Tablo 4-1 ve tablo 4-2’ de tavsiye edilen kalıp malzemelerinin bütünü, talaşlı yöntemle kalıp boşluk formu verilebilir. Bununla, eğer ayrı ayrı imal edilen kalıp parçaları, ana kalıp bölgesine pres yolu ile montaj edilirse, bu durumda kalıp malzemeleri yumuşak malzemelerden (örneğin, düşük karbonlu çelikler) seçilir. Kalıp boşlukları basınçlı döküm yöntemiyle şekillendirildiğinde, berilyum bronz bilinen tek kalıp malzemesidir. Kalıp boşluğu yapma yöntemleri; şekil, derinlik, alan ve kalıp bünyesinde ki boşluk sayısı ile tayin edilir. Kalıp bünyesindeki boşluk sayısı bir veya iki adedi geçmiyorsa bu durumda talaşlı imalat yöntemi tavsiye edilir. Kalıptaki boşluk sayısı arttıkça, presle montaj yöntemi, kalıp imalat maliyetini oldukça azaltır(6).

4.3. KALIP MALZEMESİ TİPLERİ

Çoğu plastikler, aşağıda belirtilen dört malzeme grubunun birisinden yapılarak üretilir.

- 1) Hazır sertleştirilmiş çelikler.
- 2) Yüzey sertleştirilmiş çelikler.
- 3) Tüm kesit boyunca sertleştirilen çelikler
- 4) Berilyum bronzları.

Keza, dökme demir, yumuşak çelik ve seyrek olarak alüminyum alaşımları, bazı plastikler için kalıp malzemesi olarak kullanılırlar (özellikle kauçuk için, tablo 4-1).

TABLO 4-1. Kalıp boşluklarının talaşlı yöntemle imal edildiği plastik kalıpları için malzeme seçimi

KALILANACAK MALZEME (TABLO 4-3)	İMAL EDİLECEK TOPLAM PARÇA SAYISI				
	1,4 VE 7 NOLU PARÇALAR		2,5 VE 8 NOLU PARÇALAR		3,6 VE 8 NOLU PARÇALAR
	10.000 100.000	1.000.000 10.000.000	10.000 100.000	1.000.000 10.000.000	10.000 ve daha fazla
ENJEKSİYON KALIPLAMASI İÇİN KALIP MALZEMELERİ					
1.Grup, genel maksat plastikleri	P20 veya PPT her, ikisi de hazır sertleştirilmiş.(b)	01(53-57Rc);P6 veya P20,her ikisi de karbürüze edilmiş (54-58Rc)	P20 veya PPT,her ikisi de hazır sertleştirilmiş.	P6karbürüze edilmiş (54- 58Rc);P20 veya PTT,her ikisi de hazır sertleşt.(b)	P20 veya PPT,her ikisi de hazır sertleştirilmiş.(b)
2.Grup, akışan plastikler.	P6 veya P20, her ikisi de karbürüze edilmiş.(54-58Rc)	01 (53-57Rc)	P6, karbürüze edilmiş.(54-58Rc)	P6,karbürüze edilmiş(54- 58Rc);H13(48- 52Rc)	Bu büyüklükteki kalıba uygulanamaz
3.Grup, korozif plastikler	P20 veya PPT,her ikisi de hazır sertleştirilmiş(b) ve kaplanmış (d)	01 (53-57Rc) ve kaplanmış (d);420 paslanmaz çelik (45- 50Rc)	P20 veya PPT,her ikisi de hazır sertleştirilmiş (b) ve kaplanmış (d)	P6,karbürüze edilmiş (54- 58Rc)ve kaplanmış.420pasla n maz çelik(45- 50Rc)	P20 veya PTT, her ikisi de hazır sertleştiril- miş (b)ve kaplanmış.(d)
SIKIŞTIRMA KALIPLAMASI İÇİN KALIP MALZEMELERİ					
4.Grup,Genel maksat plastikleri	L2 (53-57Rc); P20,karbürüze edilmiş (54-58Rc)	L2,karbürüze edilmiş (53-57Rc);A2 (53- 57Rc);P20 karbürüze edilmiş(54-58Rc)	--max.10.000 parça— P20 veya P6,her ikisinde Karbürüze edilmiş (54-58Rc)	P20 veya P6,her ikisinde Karbürüze edilmiş (50-55Rc)	
5.Grup,Yüksek pişirme sıcaklığı gerektiren plastikler	H13 (48-52Rc)	H13 (48-52Rc) A2 (53-57Rc)	P20 veya P6, her ikisi de karbürüze edilmiş (54-58Rc)	P20 veya P6, her ikisi de karbürüze edilmiş.	
6.Grup,kauçuk	Döküm,alüminyum alaşımı, 356-T6 (E); dökme demir sınıf 30 (f)	Dökme demir,sınıf 30; 1020,yumuşak, kaplanmış(d);A2 (53-57Rc)	1020,yumuşak, kaplanmış(d)	1020, yumuşak, kaplanmış (d)	
7.Grup,dolgu maddeleri ile birlikte	P20,karbürüze edilmiş (54- 53Rc);L2(53-57Rc)	P20,karbürüze edilmiş (54-58Rc) veya L2 (53-57Rc)	P20,karbürüze edilmiş,(54-58Rc) veya L2 alevle sertleştirilmiş.	P20,veya P6,her ikisi de karbürüze edilmiş (50-55Rc)	

(a)Birden daha fazla verilen malzemeler, tercih sırasına göre tertiplenmiştir. (b)Hazır sertleştirilmiş çelikler için asgari sertlik 300 Bhn olmalıdır.(c)Bu malzemeler, özellikle 5,8 nolu parçalar için tavsiye edilmiştir.(d)Tavsiye edilen krom kaplama kalınlığı 0,0002 ile 0,001inç arasındadır.(e)azami 10000 parçalık, düşük sayıdaki imalatlar için tavsiye edilir.(f)10000 parçadan daha yüksek sayıdaki imalatlar için tavsiye edilir.

4.3.1. HAZIR SERTLEŞTİRİLMİŞ ÇELİKLER

Hazır sertleştirilmiş çelikler, sıkıştırma kalıpları için seyrek olarak, enjeksiyon kalıpları için geniş şekilde kullanılırlar. Bu çelikler, 32-36 Rockwell C (302-341 Bhn) sertlik aralığı civarında temin edilirler ve daha sonra her hangi bir ısıl işlem gerektirmezler. Keza bu malzemeler, sıkıştırma kalıplamasında, az sayıda üretim yapacak kalıplar için; enjeksiyon kalıplamasında televizyon maskı ve kapı pervazları gibi parçalar üreten geniş kalıplar için kullanılırlar. Bilindiği gibi, geniş kalıpların ısıl işlemi neticesinde distorsiyon (çarpılma) ihtimali büyük oranda artmaktadır. Hazır sertleştirilmiş çelikler, daha yüksek sertlikte kalıp malzemesi gerektiren naylon haricinde, çoğu remoplastik malzemeler için uygundurlar(6).

Kalıplanacak parçanın büyüklüğü, kalıp çeliği seçiminde önemli bir faktördür (Tablo 4-1). Dizaynın giritfrigi, seçimle direk ilgili değildir. Yani dizayn, boşluk şekillendirme yöntemini etkiler. Boşluk şekillendirme yöntemi ise kalıp malzemesi seçiminde göz önüne alınması gereken başlıca faktörlerdendir(6).

4.3.2. YÜZEY SERLEŞTİRİLMİŞ ÇELİKLER

Karbürasyon çelikleri, daha sert kalıp yüzeylerini gerekli olduğu ve ısıl işlemden sonra meydana gelebilecek distorsiyona müsaade eden kalıp uygulamalarında kullanılır. Karbürasyon çelikleri gerek talaşlı imalat ve gerekse presleme montaj yöntemlerinin her ikisinde de kullanılır. Karbürasyon çelikleri gerek talaşlı imalat ve gerekse presleme ile montaj yöntemlerinin her ikisinde de kullanılabilirler. Alaşımli karbürasyon çelikleri plastik kalıpcılığında çok sık bir şekilde kullanılır. Bu çeliklerin kimyasal kompozisyonu, kalıbın büyüklüğüne ve boşluk şekillendirme yöntemine bağlıdır. Bu çelikler, karbürasyondan sonra, yüksek yüzey sertliğine sünek ve mukavemetle iç kesite (iç kesit mukavemeti, alşım elementi miktarına bağlıdır) ve kafi darbe dayanımına sahiptirler(6).

Örneğin P6 gibi, yüksek miktarda krom ve nikel ihtiva eden alaşımlı karbürasyon çelikleri, daha yüksek sertleşebilme kabiliyetine sahiptirler. Ve bunun neticesinde en iyi aşınma direnci gösterirler. Bu çelikler, ısıtılma işlem yapıldıkları zaman, tüm kesit boyunca sertleştirilen çeliklerden daha fazla boyutsal değişim gösterirler. Bu çelikler, distorsiyonun daha büyük olduğu daha geniş kalıp uygulamalarında , distorsiyonu asgariye indirmek ve termal şoku azaltmak için ekseriya havada sertleştirilirler. Örneğin boşluk boyutsal büyüklükleri 4*6*6 inç olan F6 çeliği, havada sertleştirildiğinde, yağda su verildiği halden, çok hafif daha yumuşaktır. Örneğin, küçük masa radyo kabineleri yapımında kullanılan ve P6 çeliğinden yapılan kalıplar, başarılı şekilde havada sertleştirilebilirler(6).

Eğer kalıp boşluğu talaşlı yöntemle işlenemeyecek derecede girift ise , bu durumda , presle montaj yöntemine uygun, kalıp çelikleri kullanılmalıdır(6).

4.3.3. TÜM KESİT BOYUNCA SERTLEŞTİRİLEN ÇELİKLER

Yağda sertleştirilen takım çelikleri, ısıtılma işleminden sonra meydana gelen distorsiyonun asgari seviyede ve ayrıca yüksek basma mukavemeti gerektiren uygulamalarda kullanılırlar. Bu çelikler, özellikle küçük boşluklar ve boşluk yapıcı ilave paçalar için kullanılırlar. Bu çelikler, daha geniş boşluklar ve geniş kalıp kesitleri için kullanıldığında , operasyon sırasında, başka malzemelerin dayak veya mesnet olarak kullanılmasını gerektirirler. Aksi halde kalıpta çatlamalar meydana gelebilir(6).

Eğer parça oldukça geniş ve merkezler arasında hassas toleranslar gerektiren bir çok deliklere sahipse, ısıtılma işlem sonucunda, çok az distorsiyona uğrayan A2 veya H2 çeliği kullanılmalıdır(6).

420 tipi paslanmaz çelik, tüm termoplastik malzemeler için , enjeksiyon kalıp malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılır. Bu malzeme, özellikle vinil veya diğer korozif plastik malzemelerin kalıplanmasında oldukça elverişlidir(6).

Bu malzemelerden yapılan kalıplar, korozif depolama şartlarına ve atmosferik korozyona karşı dirençlidirler. Keza, 420 tipi paslanmaz çelik, yüksek sertleşebilme kabiliyetine (kalın kesitler bile 45-50 Rockwell C sertlik aralığına kadar sertleştirilebilir.) ve fevkalade aşınma direncine sahip olması sebebiyle, sıkıştırma kalıplaması içinde kullanılabilir(6).

4.3.4. BERİLYUM BRONZLARI

Berilyum bronz, birim ağırlık başına yüksek metal maliyetine rağmen, özellikle oyuncak, heykel ve buna benzer parçalar için, enjeksiyon kalıpları olarak , gittikçe artan bir şekilde kullanılmaktadır. İyi bir şekilde uygulandığında bu kalıp malzemesi, çeliğe kıyasla muhtelif avantajlara sahiptir. Bir belirgin avantajı, bu malzemenin daha yüksek termal iletkenliğine sahip olmasıdır. Bu özellik tek bir plastik parça imalatı için geçen süreye (tek bir parçanın imalat periyodu) azaltır. Neticede berilyum bronz çelik kalıpların seçilen kısımların da veya tüm bir kalıp malzemesi olarak kullanıldığında, verimi azami %25 arttırır. Hassas boyutsal toleranslara sahip olmayan kalıplar, berilyum bronzundan, döküm yoluyla elde edilirler. Berilyum bronzlarına ısıtma işlem uygulandığında, hazır sertleştirilmiş çeliklere yakın bir sertlik elde edilir. Berilyum bronzları ayna parlaklığına kadar parlatılabilir. Ve daha iyi bir yüzey aşınması için, krom kaplanabilir. Üretim sayısı az olan imalatlar hariç tutulursa, nispeten yumuşak olmaları sebebiyle, bu malzemeler, sıkıştırma kalıplaması için uygun değildirler(6).

TABLO 4-2. Kalıp boşluklarının talaşlı yöntemle imal edildiği plastik kalıpları için malzeme seçimi

KALILANACAK MALZEME (TABLO 4-3)	İMAL EDİLECEK TOPLAM PARÇA SAYISI				
	1,4 VE 7 NOLU PARÇALAR		2,5 VE 8 NOLU PARÇALAR		3,6 VE 8 NOLU PARÇALAR
	10.000 100.000	1.000.000 10.000.000	10.000 100.000	1.000.000 10.000.000	10.000 ve daha fazla
ENJEKSİYON KALIPLAMASI İÇİN KALIP MALZEMELERİ					
1.Grup, genel maksat plastikleri	P20 veya PPT, her ikisi de hazır sertleştirilmiş.(b)	01(53-57Rc);P6 veya P20,her ikisi de karbürüze edilmiş (54-58Rc)	P20 veya PPT,her ikisi de hazır sertleştirilmiş.	P6karbürüze edilmiş (54-58Rc);P20 veya PTT,her ikisi de hazır sertleşt.(b)	P20 veya PPT,her ikisi de hazır sertleştirilmiş.(b)
2.Grup, akışan plastikler.	P6 veya P20, her ikisi de karbürüze edilmiş.(54-58Rc)	01 (53-57Rc)	P6, karbürüze edilmiş.(54-58Rc)	P6,karbürüze edilmiş(54-58Rc);H13(48-52Rc)	Bu büyüklükteki kalıba uygulanamaz
3.Grup, korozyon plastikler	P20 veya PPT,her ikisi de hazır sertleştirilmiş(b) ve kaplanmış (d)	01 (53-57Rc) ve kaplanmış (d);420 paslanmaz çelik (45-50Rc)	P20 veya PPT,her ikisi de hazır sertleştirilmiş (b) ve kaplanmış (d)	P6,karbürüze edilmiş (54-58Rc)ve kaplanmış.420paslanmaz çelik(45-50Rc)	P20 veya PTT, her ikisi de hazır sertleştirilmiş (b)ve kaplanmış.(d)
SIKIŞTIRMA KALIPLAMASI İÇİN KALIP MALZEMELERİ					
4.Grup,Genel maksat plastikleri	L2 (53-57Rc); P20,karbürüze edilmiş (54-58Rc)	L2,karbürüze edilmiş (53-57Rc);A2 (53-57Rc);P20 karbürüze edilmiş(54-58Rc)	--max.10.000 parça— P20 veya P6,her ikisinde Karbürüze edilmiş (54-58Rc)	P20 veya P6,her ikisinde Karbürüze edilmiş (50-55Rc)	

5.Grup,Yüksek pişirme sıcaklığı gerektiren plastikler	H13 (48-52Rc)	H13 (48-52Rc) A2 (53-57Rc)	P20 veya P6, her ikisi de karbürüze edilmiş (54-58Rc)	P20 veya P6, her ikisi de karbürüze edilmiş.
6.Grup,kauçuk	Döküm,alüminyum alaşımı, 356-T6 (E); dökme demir sınıf 30 (f)	Dökme demir,sınıf 30; 1020,yumuşak, kaplanmış(d);A2 (53-57Rc)	1020,yumuşak, kaplanmış(d)	1020, yumuşak, kaplanmış (d)
7.Grup,dolgu maddeleri ile birlikte	P20,karbürüze edilmiş (54-53Rc);L2(53-57Rc)	P20,karbürüze edilmiş (54-58Rc) veya L2 (53-57Rc)	P20,karbürüze edilmiş,(54-58Rc) veya L2 alevle sertleştirilmiş.	P20,veya P6,her ikisi de karbürüze edilmiş (50-55Rc)

a)Birden fazla verilen malzemeler, tercih sırasına göre tertiplenmiştir.(b) Daha düzgün kalıp için tercih edilir.(c)10000' den fazla üretim sayısı için tavsiye edilmez.(d) Tavsiye edilen krom kaplama kalınlığı 0,0002 ile 0,001 inç arasındadır. (e) 1000000 veya daha fazla parça için P5 tavsiye edilir.

Tablo 4-3 Plastik malzemelerin gruplar halinde sınıflandırılması

Enjeksiyon Yoluyla Kalıplanan Plastikler

1.GRUP- Genel maksat

Akrilik

Selüloz asetat

Polipropilen

Etil selüloz

Polietilen

Polistiren

2.GRUP- Naylon ve diğer akışan plastikler

3.GRUP- Vinil ve diğer korozyif plastikler.

Sıkıştırma Yoluyla Kalıplanan Plastikler

4.GRUP- Genel maksat

Melamin formaldehit

Fenol formaldehit

Üra formaldehit

Alkid reçineleri

5.GRUP- Silikon reçinesi ve yüksek pişirme sıcaklığı gerektiren diğer plastikler.

6.GRUP- Kauçuk.

7.GRUP- Epoksiler ve polyesterler

4.4. PRESLEME YÖNTEMİYLE KALIP İMALATINDA

KALIP BLOK MALZEMESİNİN SEÇİMİ

Presleme yöntemiyle kalıp imalatında, gerek blok ve gerekse bu bloğa sonradan sonra dan preslenmek suretiyle montaj edilen parçalar için, malzeme seçimi ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

P1 çeliği, tavlı halde, oldukça düşük sertliğe sahip olması nedeniyle , presleme yoluyla kalıp imalatında , blok malzemesi olarak fevkalade uygundur. Diğer parçaların kalıp bloğuna preslenmesi sırasında , bu çelikte hafif bir sertleşme görülür. P1 çeliğinden yapılan kalıplar, karbürasyona tabi tutulabilir ve daha sonra 58-64 Rockwell C yüzey sertliği elde edilecek şekilde , suda veya tuzlu suda su verilebilir. Düşük karbon miktarı nedeniyle P1 çeliğinin iç kesit mukavemeti düşük seviyedir. Isıl işlem neticesinde , P1 çeliğinde , distorsiyon meydana gelebilir. Bu yüzden , bu çelik , hassas tolerans gerektiren uygulamalarda tavsiye edilmez(6).

Tablo 4-4. Plastik kalıplar için tavsiye edilen malzemelerin kimyasal kompozisyonları (Malzemeler maliyet bakımından artan sıraya göre listelenmiştir.)

ÇELİK	C	Cr	Mo	Diğer	Yöntem	Bhn (a)
P20	0,30	0,75	0,25	----	Talaş	190
L2	0,50 (b)	1,00	----	0,20 v	Talaş	201
P1	0,10	----	----	----	Pres-montaj	90
P3	0,10	0,60	----	1,25 Ni	Pres-montaj	131
P6	0,10	1,50	----	3,50Ni	Talaş	152
P5	0,10	2,25	----	----	Pres-montaj	100
P4	0,07	5,00	----	----	Pres-montaj	110
O1	0,90	0,50	0,50 w	1,00 Mn	Talaş	201
A2	1,00	5,00	1,00	----	Talaş	229
A6	0,70	1,00	1,00	2,00 Mn	Talaş	229
H13	0,35	5,00	1,50	1,00 V	Talaş	229
PPT (C)	C 0,20 – Al 1,20 – V 0,20 – Ni 4,00				Talaş	(d)
Be-Bronz	Cu – Be 2,0 – 0,25 Co veya 0,35 Ni				Pres-montaj Veya döküm	83

(a) Tavlınmış malzemenin azami sertliği, 3000kg yük (Be-bronzu için 500kg yük).(b) Karbon oranı 0,50 ile 1,10 arasında değişir.(c) Bir çökeltme sertleşmesi çeliğidir. (d) Piyasadan ısıl işlem yapılmış halde temin edilir.

P4 ve P5 çelikleri, preslenmeye P1 çeliğinden daha uygundur. Fakat krom miktarı (sırasıyla %5 ile %2,25) , bu çeliklerin sertleşebilme kabiliyetlerini arttırır ve karbürasyondan sonra P4'ün havada , P'in ise yağda sertleşebilmesine müsaade eder. P5'den yapılan kalıpların iç kesit sertliği , P1 çeliğine kıyasla daha yüksektir. Ve P5 çeliğinden yapılan kalıplar , orta derecede kalıp sıcaklık ve basınçlarına maruz orta ömürlü (kalıp ömrü) uygulamalar için uygundurlar. Daha yüksek iç kesit sertliğine sahip olması , sertleştirme sonunda daha az distorsiyona uğraması gibi nitelikler , P4 çeliğinin , daha yüksek kalıp sıcaklıkları ve basınçları gerektiren ve daha hassas toleranslı uygulamalarda kullanılmasını mümkün kılar(6).

P2 ve 3 çeliklerinde presleme işlemi , nikel miktarının (sırasıyla %0,5 ila %1,25) , presleme sırasında , soğuk sertleştirme oranını arttırması sebebiyle , daha fazla zor yapılır. Nikel çentik hassasiyetini azaltır. Bu çeliklere karbürasyondan sonra yağda su verilebilir ve basınçlarıyla birlikte orta büyüklükteki boşluklar için kullanılırlar(6).

4.5. KALIP BLOĞUNA KALIPLANMAK SURETİYLE MONTAJ EDİLEN KALIP PARÇALARI İÇİN MALZEME SEÇİMİ

Blok malzemesine preslenecek parçaların imal edildiği çelikler , tavlı halde iyi işlenebilme kabiliyetine; ısıtıl işleminden sonra yüksek basma dayanımına ve aşınmaya karşı dirence sahip olmalıdırlar. Keza bu çelikler , ısıtıl işleminden sonra , minimum distorsiyona , minimum boyutsal değişime ve verilen bir yüzey kalitesine parlatabilme kabiliyetine sahip olmalıdırlar(6).

Tablo 4-5’de , bu amaçla, hali hazırda en yaygın şekilde kullanılan çelikler liste halinde verilmiştir. Çentik darbe mukavemeti gerektiren , kompleks veya girift parçalar ekseriya 6F5 çeliğinden yapılır. Bu çelikler için tavsiye edilen sertlik aralığı 59-59 Rockwell C’dir(6).

Tablo 4.5. Kalıp bloğuna preslenmek suretiyle montaj edilecek parçalara ait çeliklerin kimyasal pozisyonları.

ÇELİK	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo
6F5	0,55	1,00	1,00	0,50	2,70	0,50
6F6	0,50	----	1,50	1,50	----	0,20
S1	0,50	----	----	1,50	----	2,50W
L6	0,70	----	----	0,75	1,50	0,25
O1	0,90	1,00	----	0,50	----	0,50W
A2	1,00	----	----	5,00	----	1,00
D2	1,50	----	----	12,00	----	1,00

Montaj sırasında , nispeten düşük presleme basıncı gerektiren ve az masraflı parçalar için L6 çeliği kullanılır(6).

Yüksek aşınma direnci ve sertliğe sahip olan O1, A2 ve D2 çelikleri, kırılganlık ve gevrekliğin nispeten önemsiz olduğu ve özellikle esnemeye karşı direnç gerektiren

uygulamalarda kullanılırlar. Keza bu çelikler , basit dizayn ve yüksek üretim sayısı için kullanılırlar. Bu çelikler için , tavsiye edilen sertlik aralığı 60-63 Rockwell C'dir(6).

5- KALIP MALZEMESİNİN KALIP ÖMRÜNE ETKİSİ

“Kalıp ömrü” deyimi belirli bir kalıpta imal edilebilecek parçaların sayısına göre söylenir. Kalıp ömrünün tayinindeki en önemli ölçü; kalıp biçimi, iş parçasının dökümünde ve kalıp yapımında kullanılan malzemelerdir. Genellikle kayıtları, kamaları ve hareketli parçaları bulunan parçalar, birkaç kısımdan meydana gelmiş kalıplara nazaran daha çabuk iş yaparlar. Yüksek sıkma ve enjeksiyon basıncına ilaveten ısı değişimleri , kalıbın hareketli parçalarında aşınmayı artırır. Kalıplama malzemesinin özelliği kalıp ömrüne büyük etki yapar. Basıncılı kalıp döküm kalıplamada çinko için 320 °C alüminyum için 648 °C ve bakır için en yüksek 815 °C sıcaklık kullanılmalıdır. Metal alaşımlar ,bilhassa alüminyum ve bakır alaşımlar basıncılı kokil dökümde aşındırıcı olduklarından kalıbın ömrünü kısaltırlar. Sıkıştırma, iletme ve enjeksiyon kalıplamada kullanılan birçok plastik malzemelerde aşındırıcıdır ve kalıbın ömrünü kısaltırlar. Ekseriyetle kalıbın ömrü , birçok parçalarını değiştirmek , yeniden taşlamak ve iş parçasının istediği ölçü sınırları içinde kalmak suretiyle yeniden parlatmak suretiyle arttırılır. Kalıp ömrünü uzun tutmanın en iyi yolu onu iyi kullanmak ve bakımını yapmaktır(4).

6. KALIP ÖMRÜNDE ARANAN ÇELİK ÖZELLİKLERİ

Kalıpların uzun süre çalışması ve istenilen sonucu vermesi için çelik imalatçıları çeşitli amaçlarda kullanılmak üzere mükemmel çelikler imal etmektedirler. Her kalıbın yapımında kullanılan uygun çelik , o kalıbın yapacağı işe göre değişir. Her tipteki kalıbın ve parçaların uygulamalara göre özellikleri vardır. Genellikle kalıp malzemeleri kaliteli çeliklerdir. Bu çeliklerin iç yapısında herhangi bir sakatlık olmaması , temiz bir yüz vermemesi ve kolayca işlenmesi , ısı işlemi sırasında çarpılmaması ve iyi parlatılabilmesi gerekir. Yukarıda sayılabilen özelliklere ek olarak ergime noktası yüksek alaşımlarda kullanılan basıncılı döküm kalıplarında , düşük genleşme katsayısı , sıcaklık , sağlamlık , sıcak malzemenin aşındırma etkisine karşı direnç, bir kesitten diğerine geniş ısı değişikliği tutma kabiliyeti gibi aranan özelliklerinde kullanılırlar . Orta derecede karbonlu çelikler , her tip kalıplarda erkek (masa) , dişi , destek ve bağlama plakalarının yapımında kullanılırlar(4).

Kalıplama alanının dışında kullanılan kayıt, kama, aşındırma plakaları gibi hareketli parçalar yağda sertleştirilen grafitli çelikten yapılırlar. Bu alaşımlı çeliğin içinde aşınmaya karşı direnç sağlayacak ve kalıbın hareketli kısımlarının ömrünü arttıracak grafit bulunur. Takıp çıkartmak suretiyle kolay değişebilecek olan giriş ve takma dağıtıcılar gibi fazla aşınan parçalarda ise özel alaşımlı çelikler kullanılır(4).

6.1. DÖKÜLECEK PLASTİK MALZEME

Bir kalıp malzemesi seçiminde dikkate alınacak ilk madde dökülmesi düşünülen plastik malzemedir. Plastik malzemeler enjeksiyon döküm ve basınçlı döküm olmak üzere iki ana sınıfa ayrılırlar. Enjeksiyonla döküme uygun malzemeler kendi aralarında üç guruba , basınçlı döküme malzemeler de yine kendi aralarında dört guruba ayrılırlar:

Termoset plastik parça üretiminde kalıbın aşınmaya açık yüzeyleri son derece önemlidir. Bütün termoset plastikler aşındırıcı malzemelerdir. Un şeklindeki odun talaşı ile doldurulan genel amaçlı plastikler daha az aşındırıcıdır. Isıl dirençli ve daha yüksek darbe dirençli gibi özel amaçlı plastikler asbestos , mika veya cam dolgulu diğer plastikler çok aşındırıcıdır. Gerçekte bu tip malzemeler bazen presle saç şekillendirme işlemlerinde kalıp malzemesi olarak kullanılırlar. Enjeksiyon tipi plastikler akışkan olduklarından büyük aşındırma problemleri ortaya çıkarmazlar. Fakat bu tip malzemeler korozyon olabildiklerinden özel kalıp çelikleri veya kalıpların krom kaplanmalarını gerektirebilirler(5).

6.2. KALIP BOŞLUĞUNUN YAPILMASI

Kalıp çelikleri seçiminde dikkate alınması gereken başka bir ana faktörde kalıp boşluğunun nasıl yapılacağıdır. Talaşlı işleme plastik döküm kalıp çeliklerinin hepsi için kullanılır. Ancak baskı metotları kullanılacaksa düşük karbonlu çelikler gibi yumuşak kalıp malzemeleri seçilmelidir. Basınçlı dökümle yapılacak kalıp boşlukları için kullanılabilecek tek kalıp malzemesi berilyum-bakır dır(5).

Kalıp boşluklarının yapılma metotları boşluğun şekli, derinliği, yüzey alanı ve sayısına bağlıdır. Yapılacak boşluk sayısı arttıkça baskı metodu talaşlı işleme metoduna göre önem kazanır ve ekonomi sağlar. Bir yada iki kalıp boşluğu işlenecekse talaşlı metotlar önemlidir. En yumuşak kalıp çeliklerinde bile , gerekli yüksek basınçlar dolayısıyla ,basılacak kalıp boşluğunun alan ve derinliği için limitler vardır. Basılacak boşluğun her santimetre karesinin her ilk santimetre derinliği için yaklaşık altı ton

basınç gerekir. Bundan sonraki her santimetre derinlik içinde 20 ton basınç uygulanmalıdır(5).

6.3. MALZEME ÇEŞİTLERİ

Plastiklerin çoğu aşağıdaki 4 sınıfa giren malzemelerden birinden yapılan kalıplarla üretilirler : (a) ön sertleştirilmiş çelikler , (b) yüzey sertleştirilmiş çelikler ,(c) tam sertleştirilmiş çelikler ,(d) berilyum-bakır alaşımları. Bazı plastikler özellikle lastik için ısıtılma işleminden geçirilmemiş yumuşak çelik ve döküm alüminyum alaşımlarından yapılmış kalıplar kullanılabilir(5).

Ön sertleştirilmiş çelik , daha çok enjeksiyon kalıplarında ve bazen sıkıştırmayla döküm kalıplarında kullanılır. Bu çelik rockwell c 32-36 (brinell 302-341) sertlikte üretildiğinden ısıtılma işlemi gerektirmez. Büyük enjeksiyon döküm kalıplarında ve düşük üretimli sıkıştırma kalıplarında kullanılır. Ön sertleştirilmiş çelik termoplastik malzemelerin çoğunda iyi sonuç vermekle birlikte naylon için daha sert bir çelik gerekir. Ön sertleştirilmiş kalıplarda hasar ve bozulma plastik dökümden çok , kalıba yapışmış kalıntıların kazınma suretiyle çıkarılmasından ileri gelir. Kalıp çeliği seçiminde dökülecek plastik parçaların boyutları çok önemlidir. Parça tasarımının etkileri dolaylıdır. Başka bir deyişle , parça tasarımı kalıbın işleme metodunu , buda seçilecek kalıp malzemesini etkiler(5).

Kalıp tasarımında deformasyon önemli değilse ve özellikle kompresyon dökümde ve dökülecek malzeme aşındırıcı ise karbürleşmiş çelik malzeme kullanmak gerekir. Talaş kaldırma veya baskı ile işlenen kalıplar için karbürleşmiş çelik malzeme seçilir. Bunlar arasında karbürleşmiş alaşım çelikler daha çok kullanılırlar. Çelik bileşimi daha çok kalıbın büyüklüğüne ve işleme metoduna bağlıdır. Karbürleşmeden sonra , bu çeliklerde yüksek yüzey sertliği ,yüksek bünne dayanımı (bu dayanım daha çok alaşım elemanlarına bağlıdır) ve yeteri kadar darbe direnci meydana gelir(5).

Bileşimlerinde yüksek miktarda krom ve nikel bulunan P6 gibi çeliklerin sertleşebilme ve aşınma dirençleri çok yüksektir. Bu çeliklerin ısıtılma işlemde boyut değişimleri diğerlerinden daha fazladır. Büyük kalıplarda boyutsal işlemleri azaltmak için bu çelikler hava ile sertleştirilir. Bir örnek olarak , 150*150*100 mm kalıp boşlukları için yağda su vermede havadan daha çok sertleşirler. Kalıp boşluğu çok karmaşık ise talaşlı işleme çok zor olacağından baskı çeliklerinden biri kullanılmalıdır. Yüksek baskı dayanımı ve ısıtılma işlemde minimum distorsyon istenen hallerde yağda

sertleştirilen takım çelikleri kullanılır. Bu çelikler büyük kalıplar için kullanılacakları zaman çatlamaya karşı desteklenmelidirler. Parça oldukça büyük veya parçanın küçük toleranslı bir deliği varsa havada sertleşen ve ısıl işlem deformasyonu çok küçük olan A2 veya H18 gibi çelikler kullanılmalıdır(5).

Termoplastik malzemelerin enjeksiyon dökümlerinde TİP420 paslanmaz çelik kullanılır. Bu çelik korozyif ortamlara dirençli olduğundan vinillerin ve diğer korozyif plastiklerin dökümlerinde ve özellikle korozyif depolama veya hizmet şartlarına karşı kullanılır. TİP420 çeliğin sertleşme özelliği çok yüksek olduğundan Rockwell C45-50'ye kadar sertleştirilebilir ve oldukça yüksek aşınma direnci kazanır(5).

Berilyum-bakır alaşımları ,pahalı olmalarına rağmen , enjeksiyon dökümlerde çok kullanılırlar. Bu malzemenin çeliğe karşı büyük üstünlükleri vardır. Isıl iletkenliği yüksek olduğundan diğer çeliklere karşı üretim %25 daha fazla olabilir. Küçük toleranslar gerekmiyorsa kalıp boşlukları plastik veya ağaç model kullanmakla ve vakum dökümle yapılabilir. Plastik veya ağaç model kullanılarak önce bir alçı kalıp yapılır. Daha sonra bu kalıbın , berilyum-bakırın yüksek döküm sıcaklığına dayanabilecek seramik bir kopyası yapılır. Berilyum-bakır kalıp en ince ayrıntıların tutulmasına çok elverişlidir. Isıl işlemten sonra sertleştirilmiş çeliğe çok yakın bir sertlik kazanabilir. Çok yüksek parlaklığa cilalanabilir ve yüzey aşınma direnci krom kaplama ile artırılabilir. Berilyum-bakır kompresyon dökümde kullanılamaz(5).

6.4. KALIBIN AŞINMASI

Kalıpcının karşılaştığı en büyük problemlerden biri kalıbın aşınmasıdır. Kalıbın aşınmasını ve kalıbın ömrünü etkileyen faktörler kalıbın yüzey sertliği ve dökülen malzemenin aşındırıcı özellikleridir. Aynı ısıl işlemten geçirilmiş belirli bir tip çeliğin kalıp ömrü dökülen malzemenin tipine göre çok değişiklik gösterir. Aynı kalıp ömrü dökülen malzemenin tipine göre çok değişiklik gösterir. Aynı kalıp ömrü dökülen malzemenin tipine göre çok değişiklik gösterir. Aynı kalıp malzemesinde akrilik , vinil ve naylonla yapılan döküm deneylerinde büyüklük ve şekil yönünden birbirlerine çok benzer parçalar dökülmüş ve yüksek döküm sıcaklığı dolayısıyla en büyük hasar naylonda , sonra vinillerde ve en küçük hasar akriliklerde bulunmuştur. Kalıp içinde aşınma üniform değildir ve genellikle dökülen malzemenin yön değiştirdiği bölgelerde daha fazladır. Plastik malzeme transfer potasında kalıba basıldığında yüksek basınç ve

hızlarla kalıp içindeki geçitlerden geçer. Bu akış sonunda kanal aşınır , büyür , kaçaklar ve basınç düşmesi başlar(5).

6.5. KALIP BAKIMI

Belirli döküm şartları altında, kalıpcının en büyük problemi kalıp ayrılma çizgisinin temiz olması ve kalıp yüzeylerinde çapak bulunmamasıdır. Aksi halde boş kalıp bu çapaklar üzerine konarak onları ezer. Böylece kalıp yüzeyleri ve kapama yüzeyi bozulur , ezilir ve doldurulması veya yenilenmesi gerekir. Kalıp sertliği arttıkça ayrılma çizgisinde bozukluk oranı azalır(5).

6.6. KALIP ÇELİKLERİNİN KAREKTERİSTİKLERİ

Kalıp malzemelerinin kimyasal bileşimi ne olursa olsun , çeliğin kalitesi önemlidir. Çelikler takım çeliği metodları ile üretildiklerinde elektrik fırınlarında ergitilirler ve küçük ingotlara dökülürler. Böylece metalik olmayan yabancı maddelerin varlığı ve orta bölge gözenekliği azalır. Bitirilmiş kalıp yüzeyinde metalik olmayan yabancı maddenin varlığı kalıbı kullanılmaz hale getirebilir. Çünkü dökülen her plastik parça üzerinde izi kalır. Genellikle tavsiye edilmemekle beraber , bileşimleri takım çeliklerine benzeyen standart yapı çeliklerinden yapılmış kalıplarda , özellikle parça üzerinde küçük izlerin sakıncalı olmadıkları hallerde , başarılı olmuşlardır. Fakat çelik maliyeti kalıp yanında düşük ve parçanın görünümü kritik olduğunda , ticari yapı çeliklerinin kalıp çeliği olarak kullanılmamaları yerinde olur(5).

Kalıp çeliklerinin işlenme ve ısı işlemlerinde uygulanan bütün dikkate rağmen , bazı sınırlamalar daima ortaya çıkar . Büyük takım çeliği ingotları küçüklerden daha yavaş soğur ve katılaşır. Böylece orta kısımlarda gözeneklik artar. Daha sonraki dövme ve haddeleme işlemlerinde bu gözeneklik azalır da , büyük kesitli çubuklarda yeteri kadar kesit küçülmesi sağlanamadığından bir miktar gözeneklik kalır. Kalınlığı 150mm 'den veya kesiti 1300cm²'den büyük olan blokların teker teker dövülmeleri önerilir. Büyük bloklardan bu küçük blokların kesilmeleri maliyeti artırsa da , gözeneklikten kurtulmak için tek yol olabilir(5).

6.7. ISIL İŞLEMLERE TEPKİ

Bir kalıbın maliyetindeki en önemli faktörlerden birisi, ısıl işlemde sonra uygun ölçüler elde etmek için gerekli mekanik işlemlerdir. Bu bitirme işlemlerini minimuma indirilmesi için kalıp çeliği ısıl işleme üniform tepki göstermelidir. Çelik ,

ısıtıl işlem sonunda çekmeden , biçim değişimine uğramadan gerekli sertliğe gelebilmelidir. Isıtıl işlem sonunda normalin ötesinde pas , tufal , karbon kapma veya karbon kaybı olaylarına uğramamalıdır. Bu faktörlerin bir kısmı çeliğin kendisine bağlı ise de , daha çok kalıbın büyüklüğüne, biçimine ve uygulanan ısıtıl işlem tipine de dayanabilir. Bir kalıbın karmaşıklığı ve kesit değişimleri, arttıkça, çeşitli kısımların farklı hızlarda solmaları dolayısıyla , hacim değişimleri ve distorsiyonda önem kazanır. Bu iki faktör dolayısıyla, ısıtıl işleminden sonra aşırı mekanik düzeltici işlemler gerekmeksizin ,büyük ve karmaşık kalıpların ısıtıl işlemleri çok zorlaşır. Bu yüzden sertleştirilmiş kalıp çelikleri geliştirilmiş ve gittikçe artan miktarda kullanılmaktadır(5).

Bir örnek olarak , P20 çeliği minimum 300BHN derecesine sertleştirilmiş ve temperlenmiş olarak satılır. Bu çelikten işlenen kalıplar ısıtıl işlem yapılmaksızın kullanılır. Bazı büyük kalıplarda P20 çeliği tavllanmış durumunda alınır kaba işlenir, ısıtıl işleminden geçirilerek minimum 300BHN'de yerine sertleştirilir ve sonra bitirme işlemleri yapılır. Bu işlem sırasına göre talaş kaldırma işlemi çoğu malzeme henüz düşük sertlikte iken yapıldığında hızlı ve daha ucuz olur. Bu sıranın ekonomik olup olmaması kalıptan alınacak metal miktarına ve bu amaçla ön sertleştirilmiş çeliği işlemek üzere elde bulunan donanımına bağlıdır(5).

6.8. KOROZYON VE AŞINMA DİRENCİ

Son yıllarda parça üretimi için çok kullanılan vinil esaslı plastikler döküm sıcaklıklarında ayrışarak hidroclorik asit çıkarırlar. Böylece ortaya çıkan korozyonu minimuma indirmek için , kalıp malzemesi olarak P20 paslanmaz çelik seçilmiş veya başka kalıp malzemesi kullanılacaksa krom kaplama yoluna gidilmiştir. Krom kaplama dökülmüş parçanın kalıptan alınmasını kolaylaştırır ve korozif olmayan plastiklerin dökümlerinde de kullanılır(5).

Aşınma direnci enjeksiyon dökümden çok özellikle kompresyon metodunda önemlidir. Bir çeliğin aşınma direnci alaşım tipine ve sertliğine bağlıdır. Aşınmaya karşı maksimum direnç istendiğinde ,650cm² 'den küçük kesitli kalıplar için yüksek karbonlu yüksek alaşımlı çelikler seçilmelidir. Aşınma direnci gerektiren durumlarda büyük kalıplar için karbürlenmiş düşük alaşım çelikleri seçilir. Soğuk şekillendirme çeliklerinde gereken çok yüksek aşınma direnci için genellikle yüksek karbon yüksek kromlu

çelikler , simterlenmiş karbürler , nitrülenmiş çelik veya sert yüzey geçirme gibi metotlara başvurulur(5).

6.9. KAYNAK YETENEĞİ

Zaman zaman gereken kalıp onarımı ve döküm parçalarda tasarım değişiklikleri dolayısıyla kaynak yeteneği çelik seçiminde önemli bir faktördür. A2 gibi yüksek karbonlu alaşım çelikler kaynak esnasında çatlayabildiklerinden bu tip çelikleri kaynak işlerinden önce ve sonra tam tavlamları gerekir. Aynı öneri kabullenmiş ve sertleştirilmiş düşük alaşım çelikleri içinde geçerlidir. P20 gibi su verilmiş ve temperlenmiş çelikler herhangi bir metotla kaynağa çok yakındır. Karbon miktarı %0.30 dolaylarında olan bu gibi çelikler için kaynaktan önce ve sonra 320 C° ısıtma önerilir(5).

7. CİVATALAR, SAPLAMALAR VE SOMUNLAR İÇİN MALZEME SEÇİMİ

Çelik civatalar, saplamalar ve somunlar;

Bu konu -65 ile 400° F arasındaki sıcaklıklarda kullanılacak cıvata, saplamalar ve somunlar için çelik seçimiyle ilgilidir. Keza bu konu azami 700° F sıcaklığa kadar olan servis sıcaklıkları içinde bazı tavsiyeleri kapsar. Burada müzakere edilen çelikler, bünyesindeki karbon oranı %0,55'i geçmeyen alaşımlı konstrüksiyon ve sade karbonlu çeliklerden ibarettir(6).

Civatalar için çelik seçiminde en yaygın uygulama aşağıda açıklandığı gibi vuku bulmaktadır. Satın alıcı, imalatçıya gerekli mukavemet seviyesini belirtir. İmalatçı imalat yöntemlerine en uygun çeliği seçerek, istenilen mukavemet ve kalite seviyesini temin etmiş olur. İlk bakışta bu anlaşma; imalatçıya mukavemet konusundaki isteklerin karşılanmasına karşılık, istediği çeliği seçme hakkını vermektedir. Ancak pratikte imalatçı maliyetle sınırlandırılır. Bu durum ise, cıvata imalatında kullanılan çeliklerin kendi aralarında bir tasnife gibi tutulmasına neden olurlar(6).

7.1. CİVATALAR ÇELİKLERİ

Çap büyüklüğüne ve akma dayanımına göre tavsiye edilen cıvata ve saplama çelikleri tablo 7.1'de gösterilmiştir. Tablo 7.1.'de, isim olarak sadece 1041 çeliği bahsedilmiştir. Bunun nedeni, bu çeliğe maliyet ve diğer faktörler yönünden muadil veya yakın bir çelik mevcut değildir. Diğer örneklerde, istenilen mekanik özellikler,

malzemenin ucuz ve kolay şekilde temin edilişine göre muhtelif çeliklerle karşılanabilir(6).

Cıvata ve saplama imalatında SAE standart çelikleri çok yaygın bir şekilde kullanılırlar. Tablo 7.2’de civatalar, tablo 7.1’deki akma dayanımına bağlı olarak sekiz SAE sınıfı içerisinde tasnif edilmiştir(6).

Tablo 7.1 Minimum uzama nispeti %10 ve azami karbon miktarı %0,55 olan ve - 65 ile +400° F sıcaklık aralığında kullanılan saplama, başlı vida ve civatalar için çelik seçimi kılavuzu.

ÇAP (inç)	AKMA MUKAVEMETİ, PSİ				
	25.000	50.000	75.000	100.000	125.000
1/4	Min. %0,13 C,CH	Min.%0,15C,CH, min.%0,35C,HH	Min%0,18C, QT	1041, QT	OCA, QT(a)
1/2	Min. %0,13 C,CH	Min.%0,15C,CH, min.%0,35C,HH	Min%0,28C, QT	1041, QT	OCA, QT(a)
3/4	Min. %0,13 C,CH	Min.%0,15C,CH, min.%0,35C,HH	Min%0,35C, QT	1041, QT	OCA, QT(a)
1	Min. %0,13 C,CH	Min.%35 C, CH	Min%0,35C, QT (a)	OCA, QT(a)	OCA, QT(a)
1 1/4	Min. %0,13 C,CH	Min.%0,35C,CH, min.%0,43C,HH	Min%0,43C, QT (a), 1041QT(a)	OCA, QT(a)	OCA, QT(a)
1 1/2	Min. %0,13 C,CH	Min.%0,43C,NT veya 1041 QT	OCA, QT (A)	OCA, QT(a)	OCA, QT(a)
2	Min. %0,13 C,CH	Min. %43 C, NT	OCA, QT (A)	OCA, QT(a)	OCA, QT(a)

CH= Soğuk baş verilmiş; HH=Sıcak baş verilmiş; NT=Normalize ve temper; QT= Su verme ve temper;
OCA= Orta karbonlu alaşımlı çelik.

(a) Su verildikten sonra, uçtan bir çap mesafede, dış çekilen kesit merkezinde minimum sertlik 47 Rockwell C olmalıdır.

Burada dördüncü sınıf münhasıran saplamalara ayrılmıştır. Tablo 7.1,2,3 ve 42’deki akma dayanımı değerleri, çekme test makinasın da aksenal gerilim altında, kalıcı bir uzama veya tüm uzunluk boyunca 0,0005 inç’lik kalıcı bir uzama hasıl etmek için gerekli yük olarak tarif edilir. Kimyasal kompozisyonlar gerek tablo7.1 gerekse tablo 7.2 içerisinde kesin bir şekilde belirtilmemiştir. Ancak, cıvata ve saplama imalatında en çok kullanılan karbon çelikleri 1018, 1038, 1041 ve 1045 çelikleridir. Kesit kalınlıkları arttıkça daha yüksek sertleşebilme kabiliyetine sahip çelikler gereklidir. Bu

amaçla en çok kullanılan alaşımlı çelikler ise ; 1235, 1340, 4037, 4135, 4140, 4142, 4145, 4150, 50B40, 8635, 8642, 8735, ve 4340 çelikleridir(6).

Tablo 7.2 Civatalara ait akma dayanımı, çekme dayanımı, sertlik ve diğer özellikler

SAE SINIFI	CIVATA ÇAPI (inç)	AKMA DAYANIMI	ÇEKME DAYANIMI	BHN	SERTLİK ROCKWELL	ÇELİK VE ISIL İŞLEM
0	Tüm büyükler	-----	-----	-----	-----	-----
1	Tüm büyükler	-----	55000	207 max.	95 B max.	Ticari çelik
2	1/2 max. ½-3/4	55000 52000	69000 64000	241 max. 241 max.	100 B max 100 B max.	Max. 0,28C,max.0,04P, max.0,04S ihtiva eden az karbonlu çelikten yapılan soğuk baş formu verilmiş mamul.
3	3/4-1 1/2 1/2 max. 1/2-5/8	28000 85000 80000	55000 110000 100000	207 max. 207-269 -----	----- 95-104 B -----	Ticari çelik 0,28-0,55C,max.0,04P, max.0,05S ihtiva eden orta karbonlu çelikten yapılan ve azami uzunluğu 6 inç olan,soğuk baş formu verilmiş mamul.
5	3/4max. 3/4-1 1-1 1/2	85000 78000 74000	120000 115000 105000	241-302 235-302 223-285	23-32 C 22-32 C 19-30 C	0,28-0,55,C,max.0,44P, max.0,04S ihtiva eden su verilmiş ve min. 800°F'da temperlenmiş orta karbonlu çelik.
6	5/8 max. 5/8-3/4	110000 105000	140000 133000	285-331 269-331	30-36 C 28-36 C	0,28-0,55C,max.0,04P, max.0,04S ihtiva eden,yağda su verilmiş ve asgari 800°F'da temperlenmiş orta orta karbonlu çelik.
7	1 1/2max.	105000	133000	269-321	28-34 C	Orta karbomlu alaşımlı çelik (a)
8	1 1/2max.	120000	150000	302-352	32-38 C	Orta karbomlu alaşımlı çelik (a)

Tablo 7.1 ve tablo 7.2'deki bir çok örneklerde otomatik çelikleri hariç tutulmuştur. Zira aşağı yukarı bütün civata ve vida baş kısımları sıcak ve soğuk dövme yöntemiyle (hot or cold heading) şekillendirilir. Normal limitlerin üzerinde kükürt ihtiva etmeleri nedeniyle, otomat çeliklerine, dövme yöntemiyle civata veya vida baş şekli verilemez. Genellikle özel dizayn gereği veya imal edilecek civata miktarının azlığı nedeniyle, normal civata üretiminin önemsiz bir yüzdesi yarı mamül malzemelerden talaşlı üretim yöntemiyle üretilir. Bu şekildeki civata üretimi için, SAE otomat çelikleri, diğer çeliklere nazaran daha uygundur. Boyutsal büyüklükleri tespit edilen bir civata imalatında malzeme seçimi; dövme imalat yöntemine göre, örneğin 1041 çeliği ise, talaşlı imalat yöntemine göre iyi işlenebilme kabiliyeti nedeniyle 1141 otomat olmalıdır. Ancak otomat çeliklerinin fiyatı diğerlerine nazaran biraz daha yüksektir. Talaşlı imalat yönteminde; altı köşe veya şekilli yarı mamül malzemelerden civata üretimi, yuvarlak çubuklardan civata üretimine nazaran daha ekonomiktir(6).

Bir civatanın en küçük enine kesit alanı aşıkarak dış açılan bölge içerisinde yer alır. Bu durumda gerilime maruz olan en küçük kesit alanı aşağıdaki formüle göre hesaplanır(6).

$$\text{En küçük kesit alanı} = 0,7854(D-0,9743/N)^2$$

D= Dış üstü çapı

N= İnç' teki diş sayısı

Örneğin SAE 5. sınıf malzemeden imal edilen ¼ inç çapındaki kaba diş yapısına sahip civatanın akma yükü; 2700 paund, oysa ki, aynı sınıf ve aynı büyüklükteki ince diş sayısına sahip civatanın ise 3100 paund olarak tespit edilmiştir. Aynı sınıf malzemeden imal edilen civatalar için civata çapı 1 ½ inç civarına kadar arttırılırsa, kaba ve ince diş sayısına sahip civatalar için akma yükleri bahsedildikleri sıra ile 109.350 ve 117.000 paunda kadar yükselmektedir(6).

7.2 SAPLAMA ÇELİKLERİ

Saplama tablo 7-3'de akma dayanımı esasına göre tasnif edilmiştir. Bu tablo içerisinde, her standart saplama çap büyüklükleri karşılığında gerekli mekanik özellikler ayrı ayrı gösterilmiştir. Saplamalar için çelik seçimi civatalar gibidir. Ancak bilindiği gibi, saplamalarda baş şekillendirme işlemi mevcut değildir. Eğer saplamalar talaşlı imalat yöntemi ile imal edilecekse, daha kolay işlenebilmeleriyle otomat çelikleri tercih

edilir. 1112 , 1141 ve 1114 otomat çelikleri bu amaç için en yaygın kullanılan çeliklerdir(6).

Tablo 7-2 ve 3'ün hazırlanmasında aşağıdaki hususlar göz önüne alınmıştır:

1. Boyu 6 inçten daha fazla olan civataların baş kısımları , sıcak dövme (hot heading) yöntemiyle yapılır.
2. 0 ve 1. Sınıfta mütalaa edilen çelikler için, gerekli mukavemet değeri , sıcak haddelenmiş düşük karbonlu çeliklerle karşılanabilir.
3. 2. Sınıfta mütalaa edilen ve çapları $\frac{3}{4}$ inçten daha büyük civatalar ise sıcak haddelenmiş düşük karbonlu çeliklerle karşılanabilir.
4. 3. Sınıfta mütalaa edilen civatalar , normal olarak soğuk çekiliş orta karbonlu çeliklerden yapılır. Buna örnek olarak en çok kullanılan 1038 çeliği verilebilir.
5. 4. Sınıfta mütalaa edilen bağlama elemanları (saplamlar);normal mukavemetlerden daha yüksek bir mukavemet elde etmek için , özel işleme tabi tutulan soğuk işlenmiş orta karbonlu çeliklerden üretilir.
6. 5. Ve 6. sınıf civata ve saplamalar , su verilmiş ve temperlenmiş çelikleri gerektirirler. Karbonlu 1041 ve alaşımlı çelikler arasındaki seçim, malzemenin sertleşebilme kabiliyeti, civata büyüklüğü ve uygulanacak su verme işlemine göre değişir. Maliyet faktörü 1041 çeliğinin kullanılmasını zorlar. Fakat civatalara, sertleştirmeden evvel veya sonra dış açılması, uygulanan su verme işleminin ciddiyetini tayin eder. Eğer civataya dış açma işleminden sonra sertleştirme işlemi tatbik edilirse, dişlerde su verme çatlakları teşekkül edebilir.
7. 7. Ve 8. Sınıflar, her civata büyüklüğü için, yağda su verme işleminden sonra, merkezde minimum %90 martenzit elde edilebilen alaşımlı çelikleri gerektirirler. Bunun neticesinde, çentikli-çubuk darbe dayanımı dahil olmak üzere, en yüksek kalitede bağlama elemanının elde edilmesi sağlanmış olacaktır
8. sınıf civatalara, yuvarlama (cold rolling process) ile dış açma işleminin, ısıl işleminden sonra yapılması gerekir. Isıl işlemde önce ve sonra, yuvarlanma yöntemiyle dış açma işlemlerinin, yorulma dayanımı üzerindeki etkileri şekil 7-1'de ayrı ayrı gösterilmiştir. Bir an için diğer faktörlerin eşit olduğu kabul edilirse, ısıl işlemde sonra yuvarlama yöntemiyle gereği şekilde dış açılan bir civata (mekanik hatalardan arı bir civata) talaşlı imalat tekniği ile üretilen bir civataya nazaran daha yüksek yorulma limitine sahiptir. Bu herhangi bir mukavemet kategorisi için de doğrudur. Yuvarlama yönteminde;

haddelenin soğuk şekil değiştirme etkisi, en zayıf kesitteki mukavemeti arttırarak, haddelenmiş kalıcı basma gerilimleri vermektedir. Bu yöntemle sağlanan daha geniş ve daha yuvarlak dış radyüsleri, bu sınıf cıvataların üstünlüğünü arttırmaktadır(6).

Tablo 7-3. Saplamalara ait akma dayanımı, çekme dayanımı, sertlik ve diğer özellikler

SAE SINIFI	SAPLAMA ÇAPI inç	AKMA DAYANIMI	ÇEKME DAYANIMI	SERTLİK		ÇELİK VE ISIL İŞLEM
				BHN	ROCKWELL	
1	1 1/2	-----	55.000	241 max.	100B max.	Ticari çelik
2	1/2 max.	55.000	69.000	241 max.	100B max.	Max. 0,55C, max.0,12P, max. 0,33S ihtiva eden herhangi bir çelik
	1/2- 3/4	52.000	64.000	241 max.	100B max.	
	3/4- 1 1/2	28.000	55.000	241 max.	100B max.	
4	2max. (a)	-----	115.000	-----	22-32 C	Max.0,55C, max.0,04P, 0,033S ihtiva eden orta karbonlu soğuk çekilmiş çelik
5	3/4 max.	85.000	120.000	241-302	23-32 C	0,28-0,55C, max.0,04P, max. 0,13S su verilmiş ve asgari 800°F'da temperlenmiş herhangi bir standart çelik
	3/4 - 1,0	78.000	115.000	235-302	22-32 C	
	1 – 1 1/2	74.000	105.000	223-285	19-30 C	
8	1 1/2 max.	120.000	150.000	302-352	32-38 C	Herhangi bir ince tane yapısına sahip çelik (b)

(a) akma dayanımı asgari PSİ olmalıdır.

(b) Alaşımlı çelik %0,28-0,55 C, max. %0,05S, max.%0,04P ihtiva etmelidir. Ve su verilen uçtan itibaren bir çap mesafede, dış çekilmiş kesit merkezinde, asgari yağda su verme sertliği 47 Rockwell C olmalıdır. Çelik yağda su verildikten sonra, asgari 800° F'da temperlenmelidir.

7.3. SOMUNLAR İÇİN ÇELİK SEÇİMİ

Somunlar için malzeme seçimi , cıvatalar için çelik seçiminden daha az kritiktir. Somun genellikle cıvatanın yapıldığı aynı malzemeden yapılmaz. Ayrıca somutların ısıtılma işlemi tabi tutulması gerekli değildir. Hatta bunlar ısıtılma işlemi tabi tutulması gerekli değildir. Hatta bunlar ısıtılma işlemi yapılmış cıvatalarla emniyetli bir şekilde kullanılabilir. Somun dişleri kesme alanı , cıvatanın çekme gerilimi alanının iki mislinden daha

büyüktür. Bunun neticesi olarak , düşük çekme mukavemetli malzemeden yapılan bir somun çekme testinde civatayı kırabilir. Somun imalatında, civata mukavemetinin yarısından daha fazla mukavemete ihtiyaç duyulmadığı için, adet olduğu üzere, somun malzemesi olarak düşük karbonlu çelikler kullanılır(6).

Köşe şeklinin bozulmasını önlemek veya anahtar temas yüzeylerine belli bir mukavemet vermek gayesiyle somunlara ısıtılma işlemi tatbik edilebilir. Bazı hallerde somunlara siyanürasyon veya karbonitrasyon işlemleri de uygulanabilir. Tatbikatın gereği olarak, somunlara su verme ve temperlenme işlemlerinin uygulanması gerekebilir. Bu nedenle, somun çeliklerinin elbette bir seviyede sertleşebilme kabiliyetine sahip olması gerekir. Daha yüksek seviyede karbon, manganez ve diğer alaşım elementlerinin mevcudiyeti, malzemenin soğuk şekil değiştirmeye karşı uygunluğunu azaltır. Bunun neticesi olarak, bu şekildeki somunlar eskeriya soğuk işlenmiş altı köşe çubukların otomatik dış açma tezgahlarında işlenmesiyle imal edilir. Dış açma işleminden sonra, somunlar, klasik su verme ve temperleme işlemlerine tabi tutulur. Dış açma işlemi somunun sertliğine ve dış sınıfına bağlı olarak ısıtılma işleminden önce veya sonra yapılır(6).

Tüketici firmalarca, somunlar için çelik seçimi, işin kritik olmaması nedeniyle, oldukça değişik şekillerde yapılmaktadır. Bununla beraber, azami 85.000 psi'lik akma dayanımına sahip civatalarla birlikte 1108, 109, 1110, 1113 veya 1115 otomatik çeliklerinden üretilen somunlar oldukça yaygın şekilde kullanılır. 85.000 ve 125.000 psi'lik akma dayanımına sahip civatalarla birlikte, 1035 veya 1038 çelikleri kullanılırlar(6).

400-700° F SICAKLIK ARALIĞINDA KULLANILAN CIVATA MALZEMELERİ

400° f ile 700° f sıcaklık aralığında kullanılması gereken özel civata çelikleri tablo 9-4'te gösterilmiştir. Listede gösterilen çeliklerin özellikleri diğer bir çok çeliklerle karşılanabilmesine rağmen, bu çeliklerin maliyeti diğer bir çok çeliklere nazaran daha düşüktür. Bu sıcaklık entervalinde kullanılan çeliklere su verme ve temperleme işlemlerinin uygulanması gerektiğinden, daha ziyade orta karbonlu çeliklerin seçilmesine özel gösterilmiştir(6).

Tablo 7-4. 40-700° f sıcaklık aralığında kullanılan civatalar için tavsiye edilen çelikler.

Civata çapı İnç	Akma dayanımı ² , psi		
	75.000	100.000	125.000
1/4 - 3/4	1038	4037	4037
3/4 - 1 1/4	1038	4140	4140
1 1/4 - 2	4140	4140	4145
(1) Tabloda tavsiye edilen çeliklerin asgari temperleme sıcaklıkları 850° F 'dır.			
(2) Oda sıcaklığında.			

7.4. CİVATALARDA YORULMA DAYANIMI

Civatalar iyi bir şekilde sıkıştırılmamışlarsa veya yumuşak conta veya flanş ihtiva eden montajlarda kullanılıyorsa yorulma gerilimlerine maruzdurlar. Yorulma dayanımını göz önüne alan bir civata dizaynında, temel dizayn hususiyeti; çentik paterni (dişler) ve çentiklerin şeklidir. Ayrıca yorulma dayanımı için yüzey şartları çelik kimyasal kompozisyonundan daha önemlidir. Yapılan yorulma testlerinden, yüksek karbon ihtiva eden çeliklerin daha yüksek yorulma dayanımına sahip oldukları tespit edilmiştir. Ancak yüksek karbon ihtiva eden(karbon miktarı %0,55 den daha fazla) çelikler, çentik hassasiyetlerinden dolayı, civata seçimine uygun gelmemektedirler(6).

Diş şekillendirme yöntemi civata yorulma dayanımına etki eden en önemli faktördür. Dişler talaşlı imalat, taşlama veya yuvarlama (cold rolling) yöntemiyle şekillendirilebilir. Talaşlı imalat veya taşlama yöntemiyle şekillendirilen dişlerin yorulma dayanımları arasında önemli bir fark yoktur. Oysa yuvarlama ve diğer yöntemlerle imal edilen diğer civataların yorulma dayanımları arasında önemli bir fark bulunmaktadır. Daha önce bahsedildiği gibi, yuvarlama yönteminde; civatalara uygulanan ısı işleminin haddelenmeden önce veya sonra yapılması, yorulma dayanımında önemli farkların meydana gelmesine yol açar. Bu durum şekil 7-1'de deneysel olarak doğrulanmıştır(6).

Siyanürasyon veya karbürasyon yöntemleriyle civata yüzeylerinin sertleştirilmesi, civataların yorulma dayanımı artırır. Ancak bu işlemler malzemenin çentik hassasiyetini arttıracığından, civatalara çok narin olarak uygulanır(6).

Krom ve nikel kaplamalar, dış çekilmiş kesitlerin yorulma dayanımını azaltırlar. Bu kaplamalar, görünüş için gerekli olan ve düşük gerilim altında çalışan, örneğin, otomobil tampon saplamaları veya buna benzer uygulamalar haricinde kullanılmamalıdır. Çinko ve kadmiyum kaplamalar yorulma dayanımı üzerinde az bir etkiye sahiptirler; bu daha yumuşak kaplamalar, yorulma dayanımını iyileştirmezler, fakat, yorulma dayanımı üzerinde hafif bir ters etkiye sahiptirler(6).

Cıvatalarda yorulma zayıflaması genellikle dış çekilmiş kesitte veya somun içerisindeki birinci dişte meydana gelir. Somun ve cıvata temas yüzeylerindeki diş sayısını arttırmak suretiyle gerilim konsantrasyonu azaltılabilir. Gerilim dağılımını değiştirerek, yorulma dayanımını arttırmanın diğer bir yolu, dış çekilmiş bölge yukarıdaki cıvata gövde enine kesitinin azaltılmasıdır(6).

7.4. CİVATA İMALATI

Cıvata baş kısımlarını, genellikle soğuk dövme yöntemiyle şekillendirilir. Orta karbonlu ve alaşımlı çelikler, bir darbeye çapın 2,5 misli, iki darbeye ise 4,5 misli genişletilebilir(6).

Soğuk ekstrüzyon dahil diğer şekillendirme yöntemleri ile dış formuna sahip bağlama elemanları imal edilebilir. Ancak bu tür şekillendirme yöntemlerinde, daha ziyade düşük akma dayanımı gerektiren uygulamalarda kullanılmak üzere, daha küçük karbonlu ve daha yumuşak malzemeler gereklidir(6).

Cıvata baş kısmı gövdeye nazaran oldukça geniş veya soğuk dövme yöntemiyle iki darbeye baş formu verilemeyen cıvataların baş kısımları sıcak dövme yöntemiyle şekillendirilir. Sıcak dövme yöntemi; soğuk dövme yöntemindeki teçhizat sınırlamaları ve bu işte kullanılan takımların başarısızlık olasılığının artması nedeniyle, çapı 1,25 inç'ten daha büyük cıvata imalatı için çok daha pratik olarak kabul edilir(6).

8-PLASTİK MADDELER İÇİN TAKIM ÇELİKLERİ VE DIN İLE AISI NORMU KARŞILIKLARI

Plastiklerde kullanılan takımlar, çoğunlukla baskı ve aşınmaya maruz kalırlar. Plastiklerin tipine göre, korozyon da buna dahil olabilir(7).

Çeşitli tipteki plastikler ve farklı üretim metotları takım çeliklerinden farklı özellikler beklenmesine sebep olmaktadır(7).

Bunlar;

- Ekonomik işlenebilirlik veya frezelenme özelliği

- Isıl işlemde en az boyut değişimi
- İyi parlatılabilirlik
- Çok yüksek baskı mukavemeti
- Yüksek aşınma dayanımı
- Yeterli korozyon dayanımı(7).

Bir takım için çelik seçilirken bu özellikler göz önüne alınır. Kullanılan plastik kalıp çelikleri aşağıdaki listede verilmiştir. Bu çeliklerin bazıları bütün gereksinimleri karşılamaktadır. Bu çelikler bant içerisinde(7).

Tablo-8.1 Kimyasal özellikler

Çelik cinsi	Kodu	AISI/ SAE	Kimyasal Bileşimi %									
			C	Si	Mn	S	Cr	Mo	Ni	V	Co	Ti
Kabuk sertleşen çelikler												
Thyroplast2162	21 Mn Cr 5	™P2	0.21	---	1.3	---	1.2	---	---	---	---	---
Thyroplast2341	X6Cr Mo 4	P4	0.04	---	---	---	3.8	0.5	---	---	---	---
Thyroplast2764	X19 Ni Cr Mo 4	™P21	0.19	---	---	---	1.3	0.2	4.1	---	---	---
Thyroplast2311	40 Cr Mn Mo 7	P20	0.40	---	1.5	---	1.9	0.2	---	---	---	---
Thyroplast2312	40Cr Mn Mo S 8 6	P20+S	0.40	---	1.5	0.05	1.9	0.2	---	---	---	---
Thyroplast2738	40 Cr Mn Mo 8 6 4	P20+N i	0.40	---	1.5	---	1.9	0.2	1.0	---	---	---
Korozyon dayanımlı çelikler												
Thyroplast2083	X42 Cr 13	420	0.42	---	---	---	13.0	---	---	---	---	---
Thyroplast2316	X36Cr Mo 1 7	---	0.36	---	---	---	16.0	1.2	---	---	---	---
Çekirdeğe kadar sertleşen çelikler												
Thyrotherm2343	X38Cr Mo V5 1	H11	0.38	1.0	---	---	5.3	1.3	---	0.4	---	---
Thyrodur 2379	X155 Cr V	D2	1.55	---	---	---	12.0	0.7	---	1.0	---	---

	Mo 1 2 1											
Thyrodur 2767	X45Ni Cr Mo 4											
Thyrodur 2842	90 Mn Cr V8	O2	0.90	---	2.0	---	0.4	---	---	0.1	---	---
Nitrasyon çelikleri												
Thyroplast2307	31Cr Mo V 9	-4340	0.31	---	---	---	2.4	0.2	---	0.2	---	---
Thyroplast2391	15Cr Mo V 5	---	0.15	---	1.0	---	1.4	0.9	---	0.3	---	---
Thyrodur 2842	34Cr Al Ni 7	---	0.35	---	---	---	1.7	0.2	1.0	---	---	---
Maraging çelikleri												
Thyrodur 2709	X3 Ni Co Mo Ti 1895	18MA -R300	<0.3	---	---	---	---	5.0	18.0	---	10.0	1.0
Kalıp hamilleri için çelikler												
Thyrodur 1730	C 45 W	1045	0.45	0.3	0.7	---	---	---	---	---	---	---

8.1. Kabuk Sertleşen Çelikler

Kabuktan sertleşen çelikler, çok yüksek parlatılabilir ve işlenebilirlik özelliklerine sahiptir(7).

Bu yüksek enjeksiyon kalıpları, kabuktan sertleşen çeliklerden de yapılır. Bu çeliklerin sementede edilmiş vaziyette çok tok çekirdekleri ve aşınmaya daysnıklı yüzeyleri vardır. Karbonlama (karbürizasyon) yapılarak kullanılır(7).

Büyük ebatlı kalıplarda bile yeterli çekirdek sertliği sağlanabilir. Thyroplast 2162'den farklı olarak Thyroplast 2764'e tuz banyosunda, havada veya yağda su verilebilir. Thyroplast 2764'ten mamül küçük ebatlı kalıplarda yüzey sertliği ve yeterli çekirdek tokluğu, bir kutu karbonlama yapılarak elde edilebilir. Yavaş soğumada dolayı ısı gerilmeler ve sonuçta ölçü değişimleri çok azdır(7).

Küçük ölçekli enjeksiyon kalıpları, soğuk desenleme ile ekonomik olarak üretilebilir. Bunun için tavlanmış olarak mukavemeti düşük çelik gereklidir. Thyroplast 2341 derin şekillerin işlenebildiği bir çeliktir. Bu çelik, basınçlı plastik kalıpları için kullanıldığından, 900N/mm² çekirdek mukavemeti olduğu dikkate alınmalıdır(7).

8.2. ISIL İŞLEMLİ ÇELİKLER

Gittikçe daha da büyüyen çelikler plastik parçalarda, kabuk sertleşen çeliklerin kullanılması ısıtma işlem sırasında meydana gelen ölçü değişimleri yüzünden uygun değildir. Ayrıca üretilen parça sayısı, çeşit çokluğundan dolayı az olmakta bu yüzden kalıbın tam kapasitesi kullanılmamaktadır. Bu sebeple önceden ısıtma işlem görmüş bir kalıp çeliğini işleyerek kalıp haline getirmek çok daha kolaydır. Küçük ölçülerdeki kalıplar bile bu metotla üretilebilir. Plastik kalıplarda kullanılacak sertleştirilmiş çeliğin mukavemetinin 1100N/mm² (350HV) civarında olması yeterlidir. Isıl işlemlili çelikleri olarak Thyroplast 2311, 2312, 2711 ve 2738 geliştirilmiştir. Thyroplast 2311, 3711 ve 2738 yüksek parlaklık ve desenleme gereken kalıplarda kullanılabilir. Thyroplast 2312 daha iyi işlenebilirlik elde etme amacıyla S (kükürt) ilaveli plastik kalıp çeliğidir. Thyroplast 2738 kalınlığı 400mm'yi geçen tüm plastik kalıplarda tavsiye edilir. Thyroplast 2738'deki %1 Ni ilavesi yüzünden Thyroplast 2311'e göre, daha çok çekirdeğine doğru sertleşebilirlik elde edilir(7).

8.3. NİTRASYON ÇELİKLERİ

Nitrasyon çeliklerinin aşınmaya dayanıklı yüzeyleri ve tok bir çekirdekleri olduğundan civatalar ve silindirler için başarıyla kullanılır. Thyroplast 2891 alüminyum alaşımlı nitrasyon çeliği, Thyroplast 2307 gibi alüminyum içermeyen çeliklerle kıyaslandığında daha düşük nitrasyon tabakası derinliklerinde yüksek yüzey sertliği gösterir. Nitrasyon tabakası kalınlaştıkça çalışma ömrü arttığından, alüminyumsuz nitrasyon çelikleri gittikçe daha çok kullanılmaktadır(7).

Tablo-8.2. Plastik kalıbı ve enjeksiyon kalıpları için tavsiye edilen çelikler

Çelik Cinsi	Çalışma Mukavemeti veya Sertliği (yaklaşık değerleri)
THYROPLAST 2764	Yüzey sertliği 60RC Çekirdek mukavemeti 1200-1400 N/mm ²
THYROPLAST 2162	Yüzey sertliği 60RC Çekirdek mukavemeti 1000-120 N/mm ²
THYROPLAST 2341	Yüzey sertliği 60RC Çekirdek mukavemeti 800-1000 N/mm ²
THYROPLAST 2311	1000 N/mm ²
THYROPLAST 2312	1000 N/mm ²
THYROPLAST 2738	1000 N/mm ²
THYROPLAST 2083	52RC

THYROPLAST 2316	300HB
THYRODUR 2767	52RC
THYRODERM 2343 EFS	50RC
THYRODUR 2767	60RC
THYRODUR 2767	60RC
THYRODUR 2767	56RC (çökelme sertleşmesi ile sertleştirilmiş)

8.4. KOROZYONA DAYANIKLI ÇELİKLER

Kimyasal olarak agresif plastiklerin kalıplanmasında %13 krom içeren Thyroplast 2083 kullanılır. Korozyonun daha yoğun olduğu durumda örneğin PVC ile çalışıldığında, %16 krom ve 1.2 Moliblen içeren Thyroplast 2316 tavsiye edilir. Yeni geliştirilen Thyroplast 2085 çeliğin Thyroplast 2316'a göre daha iyi talaş kaldırma özelliği vardır. Ayrıca 280-325 HB sertliğe sertleştirilmiş olarak sevk edilir. Tamamıyla paslanmaz olması istenen kalıplarda, ürün yüzeyinin çok parlak olması istenirse, çekirdeği Thyroplast 2083'den hamili Thyroplast 2316 veya 2085'ten yapılabilir. Kalıp yüzeyini krom kaplamaya gerek kalmaz. Çok iyi parlatma yapılabilir(7).

Tablo-8.3. Aksesuar için tavsiye edilen çelikler

Takım	Çelik Cinsi	Çalışma mukavemeti veya sertliği (yaklaşık değerleri)	Notlar
Vida	THYROPLAST 2891	1000 N/mm ²	Nitrasyon yapılmış
	THYROPLAST 2307	1000 N/mm ²	Nitrasyon yapılmış
	THYRODERM 2343 EFS	1300 N/mm ²	Nitrasyon yapılmış
	THYRODUR 2379	58RC	Nitrasyon yapılmış
Silindir	THYROPLAST 2891	1000 N/mm ²	Nitrasyon yapılmış
	THYROPLAST 2391	1000 N/mm ²	Nitrasyon yapılmış
	THYRODERM 2343 EFS	1300 N/mm ²	Nitrasyon yapılmış
Püskürtme burçları	THYRODUR 2379	60RC	
	THYRODUR 2842	60RC	
İtici plaka	THYRODUR 1730	650 N/mm ²	
Tutucu plaka	THYROPLAST 2312	1000 N/mm ²	
Kalıp hamili	THYROPLAST 2085	1000 N/mm ²	
Baskı plakası	THYRODUR 2379	60RC	
	THYRODUR 2842	60RC	
İtici pim	THYRODERM 2344 EFS	1450 N/mm ²	Nitrasyon yapılmış
Kılavuz pimi	THYRODUR 2842	60RC	

8.5. ÇEKİRDEĞİNE KADAR SERTLEŞEN ÇELİKLER

Çekirdeğine kadar sertleşen çelikler yüksek sertleşebilirliği ve basma mukavemetleriyle bilinirler. Ayrıca ısıtılma işlemde çok az ölçü değişikliği olur. Basma mukavemetlerinin yüksek olmasından dolayı, yüksek baskıların olduğu plastik kalıpları için çok uygundur. Bu çeliklerin bir avantajı da ısıtılma işleminden sonra gerekirse derinlere işleme imkanı vardır. Sementasyon çeliklerindeki gibi karbürize olmuş tabaka aşındıktan sonra yeniden ısıtılma işleme gitme gereği yoktur. Thyrodur 2767 takım çeliğinin yüksek tokluğu vardır ve yüksek gerilme altındaki kalıplarda kullanılır. Ayrıca bu çelik çok iyi parlatılabilir, desenlenmeye ve erozyona elverişlidir. Özellikle vakum fırınlarında yapılan ısıtılma işlemlerinde çok küçük ölçü değişimi olur. Thyrodur 2343 özellikle büyük vidalar ve kalıplarda nitrasyon yapılabilmesi ve yüksek sıcaklık dayanımı nedeniyle, daha yüksek ısıtılma yüklemelere maruz kalan kalıplarda ve vidalarda başarıyla kullanılabilir. Yüksek çekirdek mukavemeti olduğu için tavsiye edilir. Thyrodur 2379 ve Thyrodur 2842 çelikleri de çekirdeğine kadar sertleşen çeliklerdendir. Baskı plakaları ve küçük ölçekli plastik kalıplarda, özellikle termoset gibi aşındırıcı plastikler basılırken kullanılır(7).

8.6. THYRODUR 2767 EFS SUPRA

Yüksek parlatılabilirlik desenleme ve erozyon gerekli olduğu durumda yeniden ergitilmiş çelik tavsiye edilir. Ayna yüzeyli plastik kalıpları en ince desenin bile gerçekleştirebileceği bir çeliktir. Isıtılma işlemde boyutsal kararlılığı diğer çeliklerden daha iyi yüzeydedir(7).

8.7. UHB MARKASI ÇELİKLERİ

- a) IMPAX SUPREME
- b) GRANE
- c) STAVAX
- d) ELMAX (Toz Metal)
- e) RAMAX S
- f) RIGOR
- g) ORVAR SUPREME
- h) CALMAX
- i) HOLDAX
- j) UHB-11
- k) PRODAX (Alüminyum Alaşımı)
- l) MOLDMAX (Bakır-Berilyum Alaşımı)
- m) PROTHERM (Bakır-Berilyum Alaşımı)

Tablo 8-4 Kalıp türlerine göre malzeme seçimi

PROSES	PLASTİĞİN ÖZELLİKLERİ	ÖNERİLEN ÇELİK KALİTESİ	ÖNERİLEN SERTLİK HRC (HB)
Enjeksiyon Kalıpları	Korozif olmayan plastikler Örnek ABS ve benzeri	Impax Supreme	33 HRC (310HB)
		Orvar Supreme	48-52 HRC
		Holdax	33 HRC
		Calmax	56-58 HRC
	Korozif olanlar Örnek PVC ve benzeri	Stavax ESR	50-54 HRC
		Ramax S	36 HRC (340HB)
		Elmax	58-60 HRC
Şişirme Kalıpları	Korozif olmayanlar Örnek ABS ve benzeri	Prodax (Alüminyum)	(160HB)
		Impax Supreme	33 HRC (310HB)
	Korozif olanlar Örnek PVC ve benzeri	Stavax ESR	210 HB
		Ramax S	340 HB
		Prodax	160 HB
		Moldmax	40 HRC
		Protherm	190 HB
Ekstrüzyon Kalıpları	ABS ve benzeri	Impax Supreme	33 HRC (310HB)
	PVC ve benzeri	Stavax ESR	45-54 HRC
		Ramax S	36 HRC (340HB)
Özel Amaçlı Kalıplar	Elektrik\Elektronik ürünlerin Kalıpları yüksek aşınma dayanımının gerektiği takviyeli plastiklerin kalıplanması.	Calmax	56-58 HRC
		Rigor	58-62 HRC
		Stavax ESR	50-54 HRC
		Elmax	58-60 HRC
		Sverker 21	58-62 HRC
		Vanadis 4	58-62 HRC

TABLO 8-4 Çeliklerin kimyasal özellikleri

UHB Markası	DIN Normu	AISI	Ortalama Analizleri %								
			C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	W	Sair
IMPAX SUPREME	~1.2738 ESR 40CrMnMo864	Geliştirilmiş P20	0.37	0.30	1.40	2.00	0.20	---	1.00	---	S 0.008
GRANE	~1.2721 50 Ni Cr 13	---	0.55	0.25	0.50	1.00	0.30	---	3.00	---	---
STAVAX ESR	~1.2083 ESR X42 Cr 13	Geliştirilmiş 420	0.38	0.9	0.50	13.6	---	0.30	---	---	Max. 0.005
ELMAX (Toz metal)	---	---	1.70	0.80	0.30	18.0	1.00	3.00	---	---	---
RAMAX S	~1.2316 ESR X36 Cr Mo 17	~420 F	0.33	0.30	1.30	16.7	---	---	---	---	S 0.12
RIGOR	1.2363 X100CrMoV51	A2	1.00	0.20	0.80	5.30	1.10	0.20	---	---	---
ORVAR SUPREME	1.2344 ESR X40CrMoV51	H13	0.39	1.00	0.40	5.30	1.30	0.90	---	---	---
CALMAX	PATENT	---	0.60	0.35	0.80	4.50	0.50	0.20	---	---	+

HOLDAX	1.2312 40CrMnMoS86		0.40	0.40	1.50	1.90	0.20	---	---	---	S 0.07
UHB-11	1.1730 C 45 W	1050	0.50	0.2	0.60	---	---	---	---	---	S 0.04
PLASTİK KALIPLARI İÇİN ALÜMİNYUM ve BAKIR ALAŞIMLARI											
PRODAX (alüminyum alaşımılı)	3.4345	---	% Mn 0.1	% Mn 2.60	% Cr 0.13	% Zn 4.3	% Cu 0.70	Al Kalan			
MOLDMAX (Bakır- Berilyum alaşımı)	---	---	% Be 1.90		% Co+Ni 0.25		Cu Kalan				
PROTHERM (Bakır- Berilyum alaşımı)	---	---	% Be 0.40		% Ni 1.80		Cu Kalan				

Tablo 8-6 Çeliklerin ısıt işlemleri ve sertlikleri

8.7.1 GENEL KULLANMA YERLERİ ve MENEVİŞ SICAKLIĞI TABLOLARI

a) Impax Supreme;

Polisaja, foto-dağlamaya (photo-etching/Foto Atzen) çok uygun, geliştirilmiş bir kalitedir. Vakumlu, enjeksiyonla, ekstrüzyon ile ve presleme yolu ile şekillendirilen ev eşyaları, taşıt aksesuarı, büro makine ve araçları, ambalaj kutuları, oyuncak v.b. üretimlerde kalıp olarak kullanılır. Bölgesel olarak sertleştirilebilir.

b) Grane;

Sert ve büyük basınç gerektiren plastik maddelerin preslerde, enjeksiyon makinelerinde basılmasında kullanılır. Öze doğru doğru sertlik alır. Yumuşak tavllanmış halde sevk edilir. Sertleştirme işleminde ölçü ve şekil değiştirmez, tokluğu, aşınma dayanımı ve polisajlanma özelliği yüksektir.

c) Stavax ESR;

Analiz ve yapı yönünden geliştirilmiş çeliktir. Asit etkisi olan PVC ve benzeri plastik kalıpları, optik mercekleri, oto aydınlatma aksesuar kalıpları için uygundur. Ayna gibi parlatılabilir. Yumuşak tavllanmış olarak sevk edilir. İşleme problemi yoktur. Isıl işlemde sorunsuzdur.

d) Elmax;

Yüksek korozyona dayanıklı toz metalden üretilmiş özel bir kalitedir. Asit etkili sert ve yüksek sayıdaki üretimler için önerilir. Öncelikle elektrik ve elektronik endüstrisinde kullanılan plastik parçaların üretimindeki kalıplar için aranan nitelikli bir çeliktir.

e) Ramax S;

Korozyona son derece dayanıklı paslanmaz kalıp çeliğidir. Kalıp taşıyıcısı ve kalıp hamili olarak plastik ve lastik kalıplarında rahatlıkla kullanılabilir. Yüksek parlaklık istenmeyen yerlerde çekirdek malzemesi olarak da kullanılabilir. Kükürt oranının yüksek olmasından dolayı işlenebilme özelliği fevkaladedir.

f) Rigor;

Çok aşındırıcı plastik madde kalıpları için uygundur. Yüksek aşınma dayanımı yanında yeterli tokluk özelliği de vardır. Küçük kalıplar, kesme bıçakları, yüksek devirli parçalama bıçakları için kullanılır. Sertleştirme işleminde sorunsuzdur.

g) Orvar;

Çoğunlukla plastik enjeksiyon makinaların de sevk vidası ve silindiri olarak kullanılır. Çok iyi nitrasyon ve tenifer yapılabilir. Öz direncinin de yüksek oluşu, yüksek basınçlı makinalar için tercih nedenidir. Ayrıca, yüksek üretim miktarlarının istendiği her türlü kalıpta rahatlıkla kullanılabilir.

İ) Calmax;

Özellikle takviyeli aşındırıcı plastiklerin kalıplanmasında ve yüksek üretim miktarlarının istendiği kalıplarda tavsiye edilir. Esnekliği, aşınma direnci ve basınca dayanımı yüksektir. Kendi analizinde özel kaynak elektrodu olması sebebi ile kaynaklanması oldukça kolaydır. Alev ve indüksiyonla yüzey sertleştirilebilir.

k) Holdax;

Impax supreme gerektirmeyen ve yüzeyinde pek parlaklık istenmeyen plastik madde kalıplarında kullanılır. Diğerlerine oranla daha kolay işlenir. Birim fiyatı da daha uygundur. Ayrıca kalıp hamili, kalıp altı olarak ta önerilen bir kalitedir. Plastik madde kalıpları dışındaki bütün kalıplar içinde, kalıp altı yahut taşıyıcı olarak kullanılır.

j) UHB-11;

Plastik kalıpcılığında öncelikle, geniş ve kaba ölçülü kalıp hamili veya pres alt ve üst tablası olarak kullanılır. Alaşımına biraz kükürt eklenerek kolay işlenebilmesi sağlanmıştır. Önemsiz veya büyük altlıklarda ısıtılıp işlemsiz kullanılır. Alaşımına biraz kükürt eklenerek kolay işlenebilmesi sağlanmıştır. Yüksek basınçlı yerlerde 20-25 RC'ye ıslah edilerek kullanılır.

k) Produx;

ileri teknoloji ürünü Al. Alaşımıdır. İşlenebilmesi ve parlatılabilmesi çok kolay ve hızlıdır. Günümüzde plastik vakum, şişirme, enjeksiyon kalıplarında, oto lastik kalıplarında, yağ keçesi v.b. üretim ve kauçuk ayakkabı kalıplarında, model sanayiinde, prototip uygulamalarda, kalıp altı ve hamili görevi yapan parçalarda kullanılır.

İ) Moldmax;

Isıl iletkenliği ve korozyon direnci yüksek, çok iyi parlatılabilen özel Cu-Be alaşımıdır. Şişirme kalıplarında, enjeksiyon kalıplarında ve sıcak yollu sistemlerde enjeksiyon nozulları ve manifoldları olarak kullanılır.

m) Protherm;

çok yüksek ısı iletkenliğine sahip, ısıtılıp işlenmiş özel Cu-Be alaşımıdır. Enjeksiyon kalıplarında ve şişirme kalıplarında çekirdek malzemesi veya kalıpta aşınan belli bölgelerde kullanılır.

KAYNAKLAR

- 1- UZUN İbrahim, 1984, Hacim Kalıpçılığı, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- 2- YÜKSEL Hasan, 1994, Makine Endüstrisinde Çelik seçimi, Ankara.
- 3- AYKOL Faruk, 1994, Makine Endüstrisinde Çelik Seçimi ve Dökümü, Ankara
- 4- KLUZ John, 1972, Plastik ve Metal Döküm Kalıpları, Baylan Matbaası, Ankara
- 5- Doç. Dr. ÇİĞDEMOĞLU Macit, Mak. Müh. ÇİĞDEMOĞLU Ziya, 1985, “Plastik Döküm Kalıp Çelikleri” ,26(307) 20-24.
- 6- Uygulamalı Malzeme Seçimi.
- 7- Takım Çelikleri, Thyssen Asal Çelik Tic. A.Ş.
- 8- Takım Çelikleri El Kitabı, ASSAB KORKMAZ.
- 9- BAYDUR Galip, 1999, Malzeme, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.