Plastik enjeksiyon tekniği ile üretilecek parçalar tasarlamak pek çok tasarımcının tecrübe ettiği üzere kendi içerisinde farklı dinamiklere ve limitasyonlara tabidir. Örneğin çelik konstrüksiyon tasarımlarda kalınlığın ne olacağına yüklere ve sipariş edebileceğimiz sac yahut profil kalınlıklarına göre karar vermemiz gerekir. Ancak plastik enjeksiyon parça tasarımcılığı, kalıp içerisinde açabileceğimiz herhangi bir ölçüdeki standard dışı kalınlıkları kullanabilmekte daha özgür tasarımlar yapabilme imkanı verir.

İmkanlarımız daha geniş ve esnek olmasına rağmen tabiki plastik enjeksiyona yönelik ürün tasarımında da kalınlık limitlerimiz mevcuttur. Bu konudaki çokça kitap 0,06 inç ile 0,25 inç arasında yani yaklaşık 1,5 mm ile 6 mm arasında kalınlıklarda ürün tasarlamamızı tavsiye ederler. 1,5 mm’den ince cidarlı plastik parça tasarlamak ürün maliyeti açısından faydalıyken, kalıbı doldurma ve çarpılma kontrolü açısından problemler ortaya çıkartacaktır. Diğer taraftan 6 mm den kalın plastik ürün tasarımları ise örneğin PC PolyCarbonate (poli-karbon) malzemelerden üretilecek ürünlerde dinamik darbe dayanımı açısından gevrek darvanışa sebep olup düşme gibi dış yükler altında gevrek parçalanma davranışı göstermektedir.[1]

Plastik enjeksiyon ile üretim tekniğinin hızlı ve ucuz imalat bakımından çok rekabetçi olması tasarımcıları ve üreticileri bu gibi kalınlık limitlerini zorlayarak çok daha kalın parçaları bu metodla üretmeye zorlamıştır. Yüksek dayanım gerektiren kalın plastik parça üretimindeki en iddialı sektörlerden bir taneside Alt Yapı Sektörüdür. İçme suyu tesisatı boru hatları, kanalizasyon tesisatı boru hatları gibi bir çok akışkan nakil hattında ucuz, dayanıklı, esnek, kolay montaj yapılabilir plastik boru hatlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Yüksek tesistat basınçlarına ve dış yüklere dayanıklı olması gereken bu sektörde 71 mm kalınlıklara kadar fitting ve 94 mm kalınlıklara kadar boru üretimi yapılabilmektedir! Plastik enjeksiyon metodunun doğasına ters olan bu kalınlıklar doğal olarak çeşitli imalat ve enjeksiyon risklerini de beraberinde getirmektedir. Bu riskleri 2 başlık altında özetleyebiliriz.

1. Çok kalın hacimlerin dolumu sırasında iç hava boşlukları oluşumu riski.
2. Çok kalın hacimli parçaların 200C’nin üzerinde enjeksiyon yapıldıktan sonra oda sıcaklığına soğuması sırasında oluşabilecek ölçüsel çarpılma problemleri.

İç hava boşlukları oluşumu riski

Plastik parçaların enjeksiyonu sırasında kalıp içerisindeki boşluğu doldurmuş olan hava, enjekte edilen plastiğin havanın yerini alması sırasında kalıp boşuk, ayrım hatları yada ventilasyon delikleri aracılığı ile dışarı atılır. Parça duvar kalınlıkları ne kadar büyük ve parça ne kadar hacimli ise enjeksiyon süresi içerisinde dışarı atılması gereken hava miktarı o kadar fazla olur. Bu sebeple pekçok plastik parça tasarım kitabı havanın tahliye kolaylığı sebebi ile eşit duvar kalınlığı ile tasarımı tavsiye eder. Örneğin aşağıda görülen parça kalın duvarlarından başlayarak dolduğunda ince duvar merkezinde hava boşluğu oluşturmaya daha meyilli olacaktır.

Kalın parça üretimi konusunda iddialı alt yapı sektöründe iç boşluk oluşumu önemli üretim kusurlarından ilkini oluşturmaktadır. Çünki bu ürünler 10 bar gibi su basınçları altında çalışabilecek şekilde tasarlanmaktadır. Bu basınç değeri altında boşluk barındıran ürünlerin basınç (patlatma) testlerinden geçemeyeceği de açıktır. İşin daha vahim boyutu bu boşlukları ince parçalarda olduğu gibi enjeksiyon sonrasında gözle tespit etmek de çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu sebeple ürünün boşluklu olduğu basınç testleri sonrasında ortaya çıkabildiğinden bir kaç gün boyunca üretilen tüm parti ürün fire olabilmektedir.

Moldex3D Simülasyonları 3D mesh teknolojisi sayesinde enjeksiyon sırasında plastiğin izlediği yolu çok hassas biçimde hesaplayabilmektedir. Bu hesabın yapıldığı dolum analizleri sonucunda hava boşlukları (air traps) ve iç boşluklar (inner voids) kullanıcıya mavi baloncuklar ile de gösterilmektedir. Tasarımcı bu boşlukların tam olarak hangi akış yolları sebebi ile video halinde görebildiğinden kalıp meme giriş noktası değişimi yada kalınlık değişimi gibi revizyonlar ile kalıp tasarımı sırasında problemsi tasarımlar yapılabilmektedir. Bu sayede üretim sırasında teslimat gününe az bir zaman kala yaşanacak kötü süprizlerin önüne geçilmiş olur.

Soğuması sırasında oluşabilecek ölçüsel çarpılma riskleri

Plastik enjeksiyon kalıplarında 180C ile 300C sıcaklıklar arasında enjeksiyon yapılan ürünlerin kalıp içerisine işlenen soğutma suyu kanalları ile soğutulma süreleri ortalama 20 saniyeler mertebelerindedir. Parçalar küçük ve ince ise bu süre azalırken parça kalınlığı arttıkça soğutma süreleri artmaktadır. Toplam çevrim süresinin artması daha yavaş üretime sebep olacak ve bir günde üretilen ürün adedini azaltacaktır. Bu durum da daha uzun teslim sürelerine ve daha yüksek ürün maliyetlerine sebep olacaktır.

Alt yapı sektörü bu konudaki en zorlu sektörlerden birisi konumundadır. 71 ile 94 mm kalınlıklardaki plastik parçaların soğutulması sırasında geleneksel plastik kalıplarında 20 saniyeler yeterli olurken bu sektörde 45 dakika yada üzerinde çevrim sürelerine rastlanabilmektedir! Soğutlmak için bu kadar uzun süreler kalıpta tutulması gereken boru ve fittinglerin dış cidarı ile iç hacimlerinin donma süreleri arasında ciddi süre farkları bulunmaktadır. Bu durumda da fittinglerde eğrisellik borularda ise çapta ovallik gibi üretim ölçü kusurları yaşanmaktadır. Bu ölçüsel kusurlar zaman zaman öyle büyüktür ki parçanın kusurlu olduğunu anlamak için ölçü aleti kullanmaya bile gerek kalmayabilir.

Moldex3D içersinde yapılacak Çarpılma Simülasyonları enjeksiyon sıcaklığı, malzeme bilgisi, soğutma süresi gibi çok parametreyi hesaplayarak boru ve fittinglerin kalıptan çıktıktan sonra final ölçüsünün kaç mm olacağını ön görebilmektedir. Insource Mühendislik müşterilerinde Moldex3D ile bu sektörde gerçekleştirilen simülasyonlarda üretim sonrasi çarpılma ölçüsü ile Moldex3D hesabının %98,9 doğrulukta yakın olduğu ispatlanmıştır. Sözü geçen çalışmalarda 361 mm olan final ölçüyü Moldex3D simülasyonu 365 mm olarak %98,9 doğrulukla tespit edebilmiştir. Bu denli yakın doğrulukla sonuç alınabilmesine rağmen 4 mm farklı sonuç bulmak ürünlerin boyutu hakkında da çarpıcı bir rakam olarak karşımıza çıkmaktadır.

Moldex3D simülasyonları kalın plastik parça üretiminde karşılaşılan sinsi üretim kusurlarının dahi kalıp tasarım araşamasına yüksek doğrulukla görülmesini sağlamaktadır. Bu gibi üretimlerde simülasyon yapmadan üretim yapmak ürün ve kalıp geliştirmesi gereken kıymetli personel ve mühendislerimizin zamanını iç boşluk yada çarpılma problemi çözmekle harcamasına sebep olmaktadır. İç boşluk gibi sinsi üretim kusurlarının çok adetli parti ürün üretimi sonrasında yada basınç testlerinde ortaya çıkması zaman, para ve prestij kaybettiren stresli mesai saatleri anlamına gelecektir.