

1/2"

Parça
Tasarım
Kılavuzu

Parça
Tasarım
Kılavuzu

İndeks

Parça Tasarımının Temel İlkeleri

Eş Oranlı Et Kalınlıkları, Köşeler ve Yarıçaplar	6
Çıkma Açısı	8
Vida Yuvaları	9
Federler	10
Delikler ve Boşluklar	11
Kalıp Çekmesi ve Çarpılma	11

İkincil İşlemler: Montaj

Mekanik Bağlayıcılar	14
Cıvatalar	15
Kalıp İçi Vidalar	16

Akıllı Vidalar	17
Dişli Metal İnsertler	18
Perçinli Montajlar	20
Presle Geçme	21
Esneyerek Geçme	22
Kaynaklama	24

---o Son İşlemler & Dekorasyon

Boyama	32
Metalleme	34
Baskı / Markalama	38
Talaşlı İmalat	41



Parça
Tasarımının
Temel
İlkeleri

Eş Oranlı Et Kalınlıkları, Köşeler ve Yarıçaplar

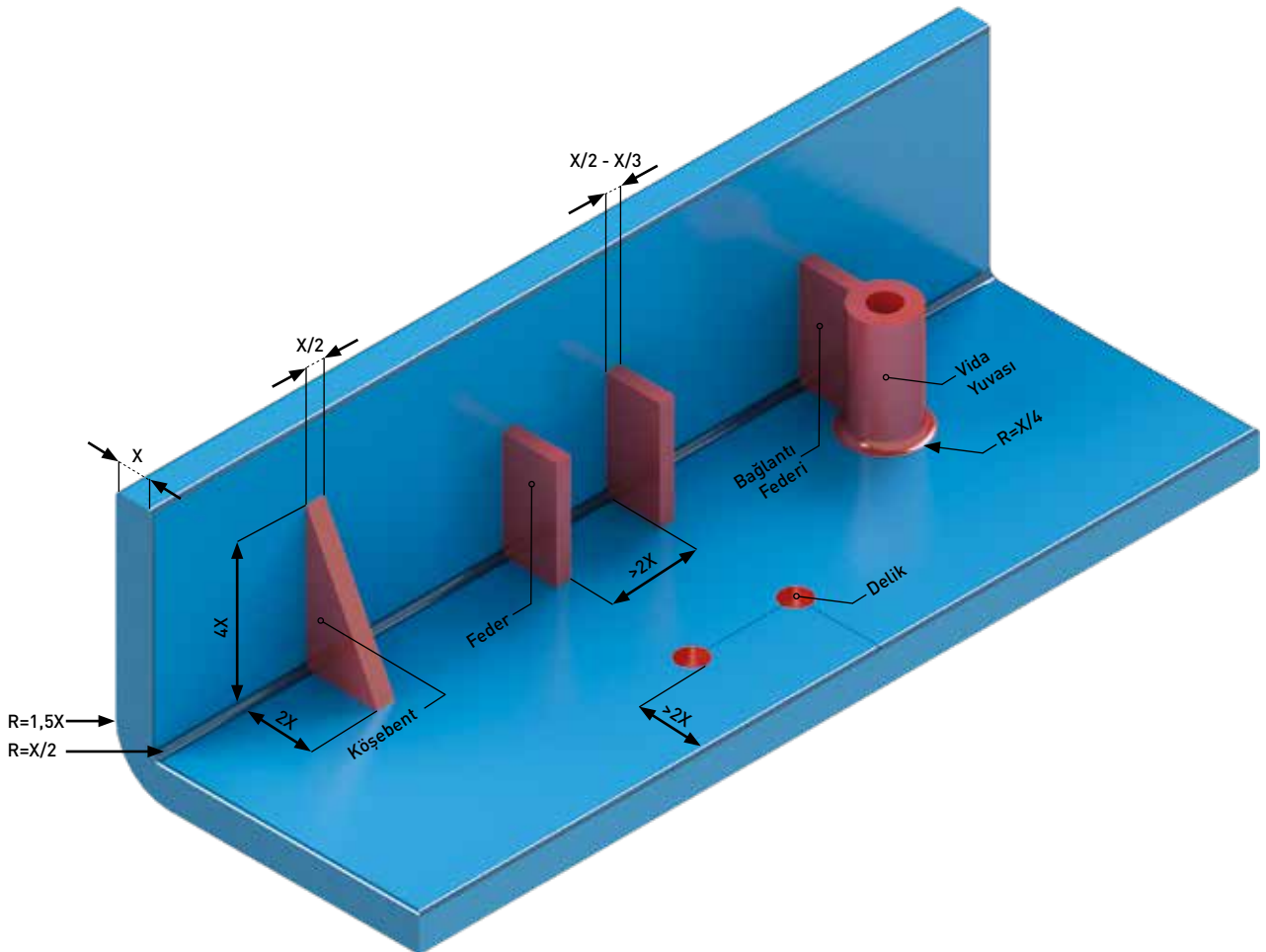
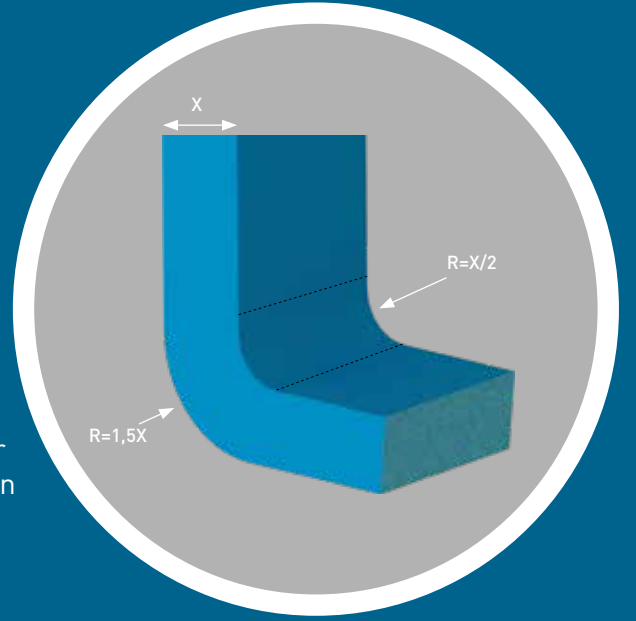
Homejen et kalınlığının etkisi; yüzey kalitesi, kalıp içerisindeki gerilmeler, çökme izleri, kalıp içerisindeki akış ve mekanik özellikler gibi pek çok anahtar parametre için azımsanmayacak kadar önemlidir. Parça et kalınlığındaki ani bir değişiklik, parçada boşluğa ve/veya hava sıkışmasına sebep olabilir; kimyasal dayanımın ve mekanik özelliklerin düşmesine sebep olabilir. Yarı kristalin plastik malzemeler et kalınlığında %15'e kadar kademeli değişimi tolere edebilir. Amorf plastikler ise et kalınlığında %25'e kadar kademeli değişimi tolere edebilir.

Homojen Et Kalınlığının Etkisi		Teknik	Estetik	Kalıplanabilirlik	Ağırlık
Kötü Tasarım		↘	↘	↘	↗
İyi Tasarım		●	↘●	↘●	↗
Daha İyi Tasarım		●	↗	↗	↘

Akış Yönü ←

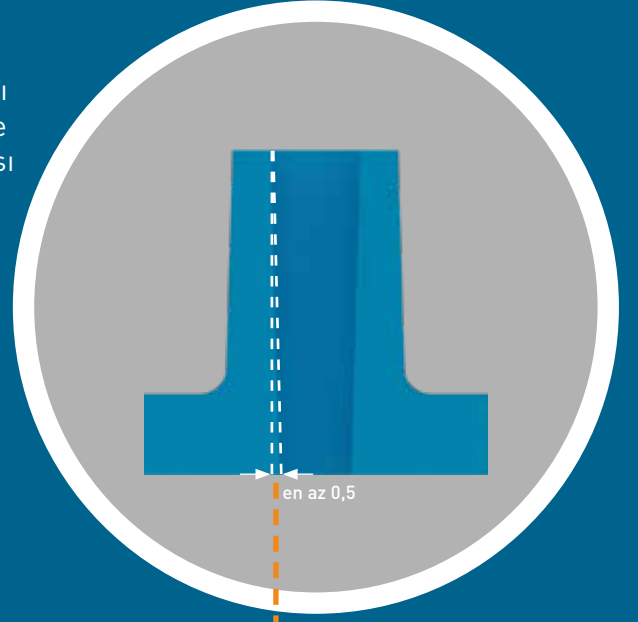
↗↗	artış	↘↘	azalma	●	etkisiz	↘●	etkisiz/azalma
----	-------	----	--------	---	---------	----	----------------

Ayrıca, parça tasarımındaki keskin köşeleri önlemek için detaylara dikkat edilmelidir. Parçanın köşeleri homojen et kalınlığını sürdürmeli; köşe iç yarıçapı duvar kalınlığının en az %50'si ve köşe dış yarıçapı duvar kalınlığının en az %150'si olacak şekilde tasarlanmalıdır. Köşeler homojen et kalınlığını sağlaması için eş merkezli olmalıdır. Köşelerin ve yarıçapın bir diğer işlevi ise gerilim birikmesini engellemek ve parça arızasına sebep olan "çentik etkisi"ni yok etmektir. Parçanın tasarımında dikkat edilen pürüzsüz yarıçap ve orantılı köşeler ergimiş plastiğin kalıp içerisinde kolayca akmasını ve parçanın kalıptan kolayca çıkmasını sağlar.

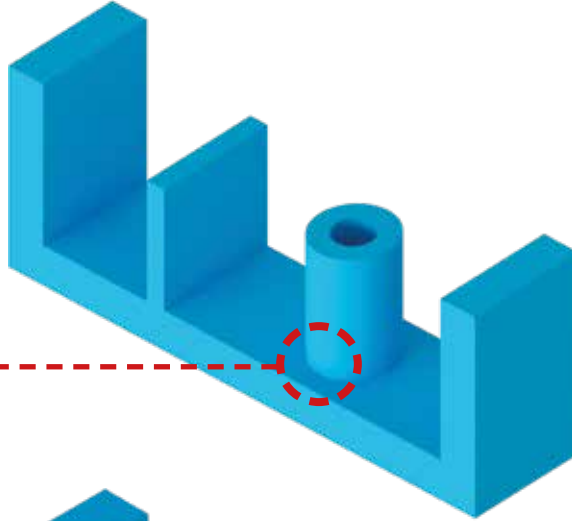


Çıkma Açısı

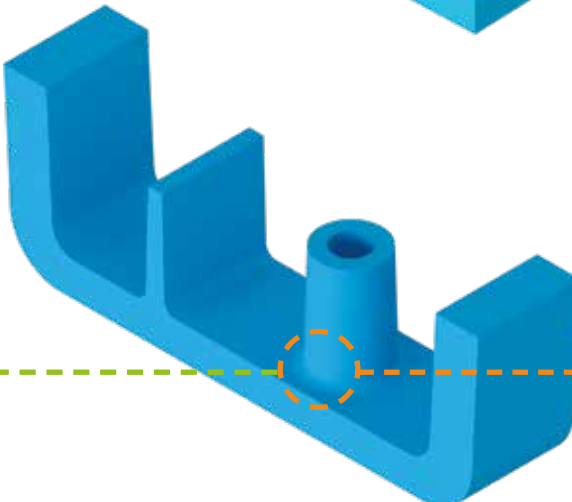
Kalıptan parçaların kolaylıkla ayrılabilmesi için çıkma açısı elzemdir. Çıkma açısı feder ve delikler dahil bütün yüzeylere uygulanmalıdır. Normalde önerilen en düşük kalıp çıkma açısı federlerde 1° ile $1/2^\circ$ 'dir. Eğer olası en küçük çıkma açısı isteniyorsa; parçanın kalıptan çıkması için kalıp yüzeyi çok iyi parlatılmalıdır ve formun yüksekliği 15 mm'yi aşmamalıdır. Eğer kalıp yüzeyinde desen varsa kalıp çıkma açısı artırılmalıdır. Çıkma açısı parça duvarlarına uygulandığında homojen et kalınlığını sağlamak için tüm duvarlar aynı açıda tutulmalıdır.



Yanlış

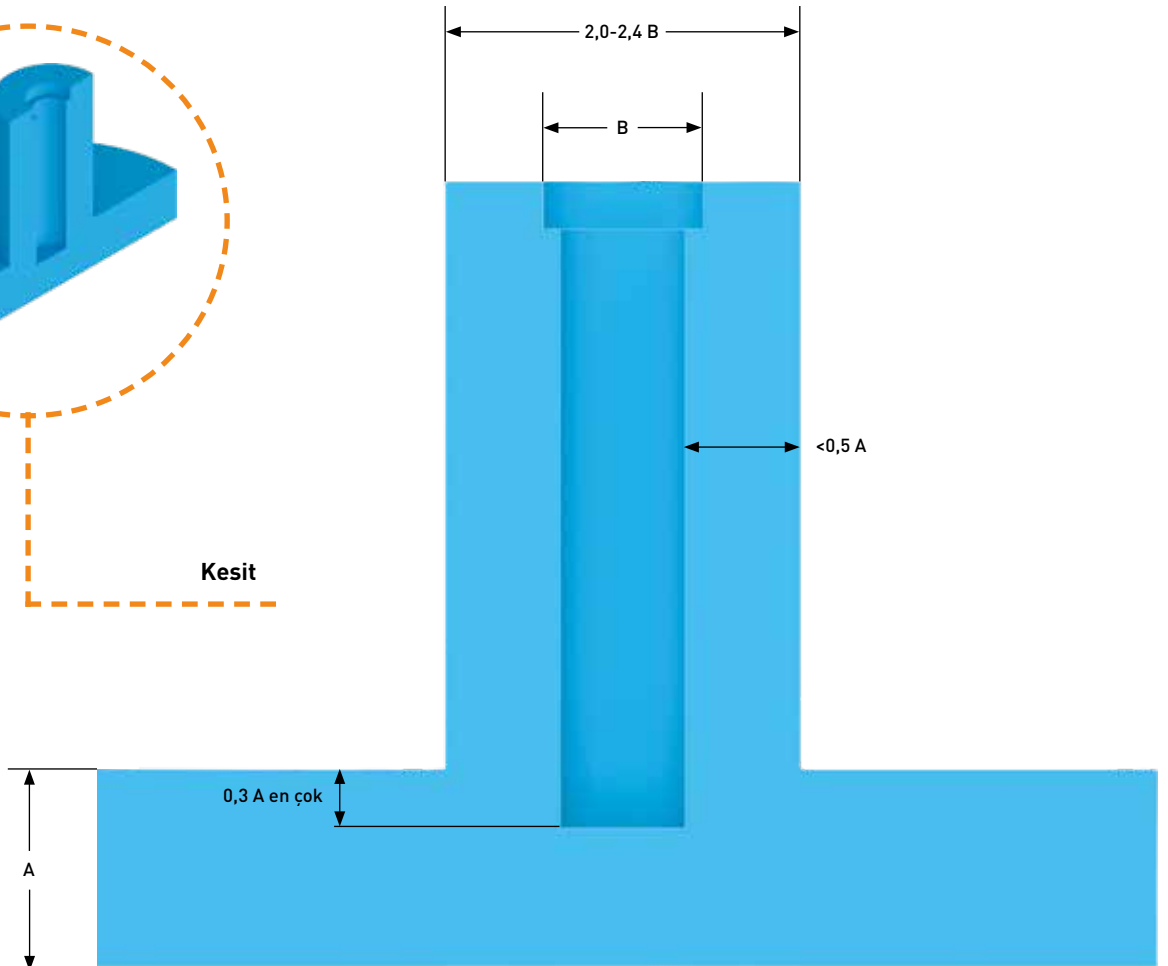
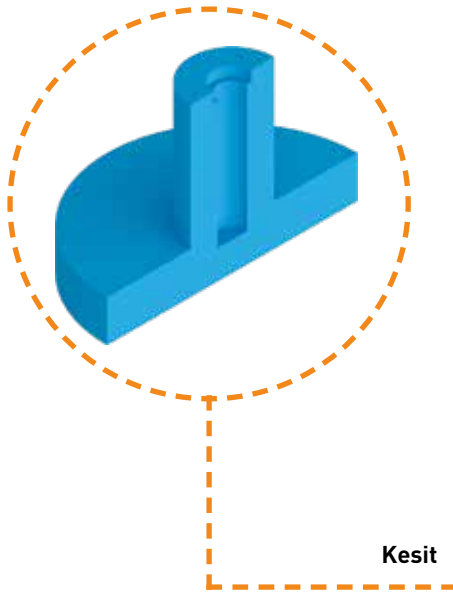
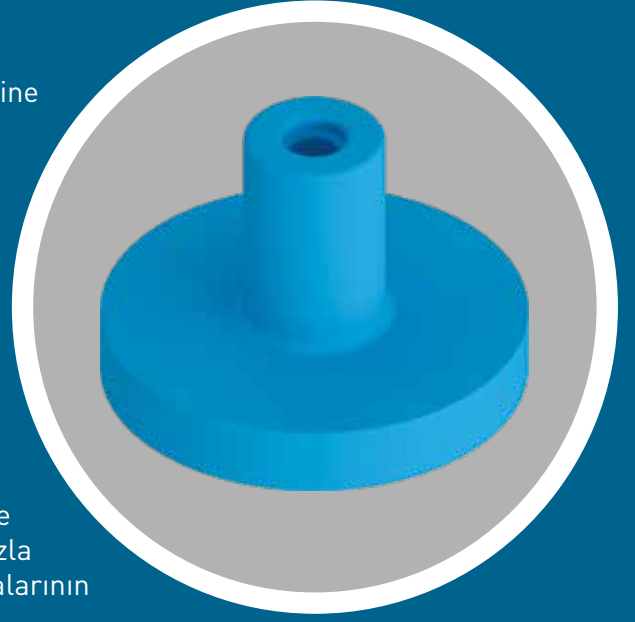


Doğru



Vida Yuvaları

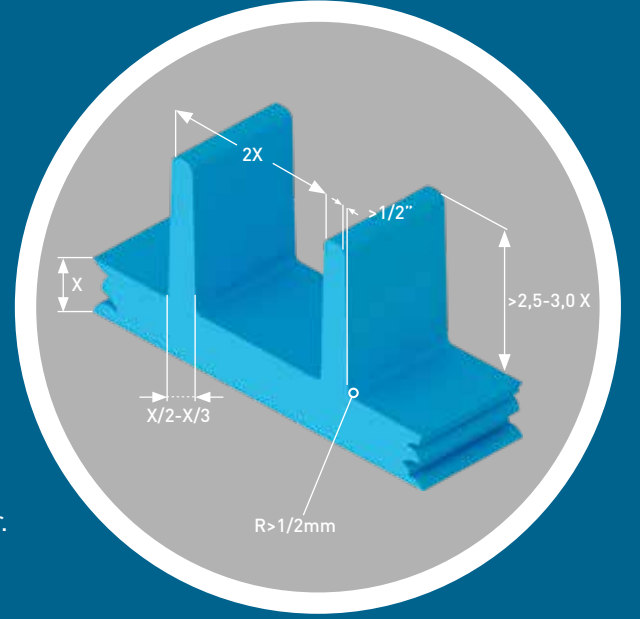
Genelde vida yuvaları; insertlere, akıllı vidalara, tahrik pimlerine veya başka sabitleme elemanlarına uyum sağlayacak şekilde oluşturacaktır. Bu özellikler delikleri desteklemek için kullanılır. Genel kural olarak vida yuvaları sadece delikten oluşmamalıdır; dış çapları, delik çapından 2,0 ila 2,4 kat büyük olmalıdır. Eğer vida yuvalarının duvar kalınlığı, parça et kalınlığının %50'sinden fazlaysa çöküntü izleri oluşur. Bu durumda çöküntü izlerini engellemek veya en aza indirmek için çökme payı girintisi kullanılabilir. Vida yuvaları, yanal duvarlarla birleşmemelidir, çünkü parça içi boşluk veya çöküntü izlerinin oluşmasına sebep olacak olan kalın kesitler oluşturacaktır. Bunun yerine federler ve bağlantı parçalarıyla desteklenmelidir. Eğer çöküntü izleri bir sorunsuzsa federlerin ve destek parçalarının kalınlığı, duvar kalınlığının %50'sinden fazla olmamalıdır. Sorunsuz bir kalıptan çıkma işlemi için vida yuvalarının iç ve dış duvarlarının çıkma açısı $1/2^\circ$ olmalıdır.



Federler

Federler parçanın sertlik ve mukavemetini arttırmak için etkili bir yoldur. Ayrıca federler doğru kullanılırsa malzeme ve ağırlıktan tasarruf sağlayabilir, enjeksiyon çevrimini kısaltabilir ve zor bölgelerin dolmasını kolaylaştırabilir. Fakat gereksiz ve uygunsuz kullanımı parçanın çarpılmasına ve parça üzerinde gerilmelere sebep olabilir. Feder tasarımı için genel kurallar şu şekildedir:

- Feder kalınlığı, bitişik duvarda oluşan çökme izini etkiler. Eğer çökme izleri oluşuyorsa tabloda verilen öneriler düşünülmelidir. Eğer duvar kalınlığı 1,5 mm'den daha azsa kalın federler kabul edilebilir.
- Etkili bir destek için feder yükseklikleri 2,5 ila 3 kat olmalıdır.
- Çoklu federler, et kalınlığının en az 2 katı aralıklarla yerleştirilmelidir.
- Her kenarda çıkma açısı $0,5^\circ$ olmalıdır.
- Feder tabanlarındaki köşe yuvarlamaları en az 0,5 mm olmalıdır.

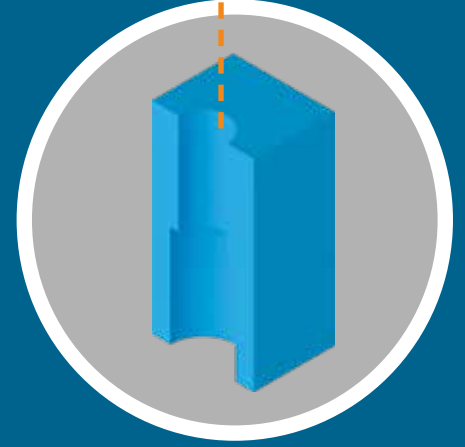
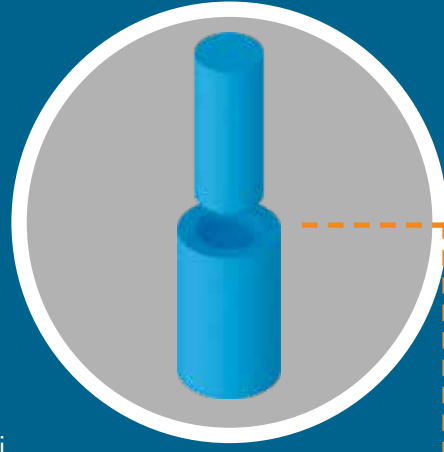


Reçine Türü	En Az Çöküntü İzi	Hafif Çöküntü İzi
Amorf	0.40X	0.60X
Yarı Kristal (dolgusuz)	0.30X	0.40X
Yarı Kristal (dolgulu)	0.35X	0.50X

Et Kalınlığı Oranı Cinsinden Feder Kalınlığı

Delikler ve Boşluklar

Boşluklar; delikler, cepler ve yuvalar gibi özellikleri oluşturmak için kullanılır. Uçtan uca delikleri tasarlarken yanlış merkezlemeyi önlemek için birleşen merkezlerden biri diğerinden biraz daha büyük olmalıdır. Eğer boşluklar dar toleranslı delikler oluşturmak için kullanılacaksa kademeleştirilemez. Boşluğun iki merkezi ergimiş plastik akışına karşı yeterli sertliği sağlayabilmek için iç içe geçmelidir. Ayrıca, enjeksiyon prosesinde yeterli destek için bu tip deliklerin uzunluk ve çap oranı 6:1 civarında tutulmalıdır. Ergimiş plastik akışı kör delikler için bir sorun oluşturabilir. Eğer boşluk çok ince ve uzunsu, ergimiş plastik akışı, kalıbın diğer yarısının destek azlığı nedeniyle deliklerin hizalanmamasına sebep olabilir. Bu sebeple kör deliklerin derinlik ve çap oranları 3:1 oranını aşmamalıdır. Fakat, desteksiz boşluğun çevresinde akış simetrikse 5:1 oranı mümkündür. Daha yüksek bir delik derinliği gerekliyse boşluk daha küçük bir çap uzatmasıyla kademeleştirilebilir. Parçadaki kabartıyı engellemek için kör deliğin taban kalınlığı, deliğin çapının en az 1/6 kadarı olmalıdır.



Kalıp Çekmesi ve Çarpılma

Kalıp çekmesi, termoplastik malzemelerin soğuma evresi esnasında oluşan genel bir durumdur. Termoplastik malzemenin kalıp çekmesi değeri kimyasal yapısı ve formülüne bağlıdır; parçanın son kalıp çekmesi de proses şartlarından, parçanın geometrisinden ve kalıp tasarımından etkilenir. Kalıp çekmesi genelde anizotropiktir ve özellikle cam elyaf takviyeli malzemelerde akış yönüne bağlıdır. Ayrıca farklı et kalınlıkları kalıp çekmesinde farklılıklara sebep olabilir, ki bu durum da parçada iç gerilmelere yol açar. Kalıp içerisinde soğuma hızı genelde çok hızlı ve düzensizdir; ve iç gerilmeler oluşturur. Parça kalıp boşluğundan çıkarılınca oluşan bu gerilmeler serbest kalır ve rahatlayan iç gerilmeler kalıplanma sonrası çekme olarak adlandırılır; ki bu çekme parçadaki çarpılmanın ana nedenidir. Yukarıda anlatılmış olan hususlar için kalıp çekmesi çok karışık bir olgudur; bu sebeple parça tasarımını bitirmeden önce bilgisayar simülasyon programlarıyla analiz edilmelidir. Yine de son parçanın çekmesi kalıp tasarımı ve enjeksiyon makinesi tasarımından kolaylıkla etkilenebilir. Bu sebeple parçanın son geometrisi üretim denemeleriyle onaylanmalıdır.



İkincil
İşlemler:
Montaj

Mekanik Bağlayıcılar

Mekanik bağlayıcılar (civata, vida, perçin, raptiye vb.) en yaygın montaj yöntemidir. Geleneksel mekanik bağlayıcılar plastik parçalarda kullanılabilir, ancak arızaları engellemek için tasarıma dikkat edilmelidir.

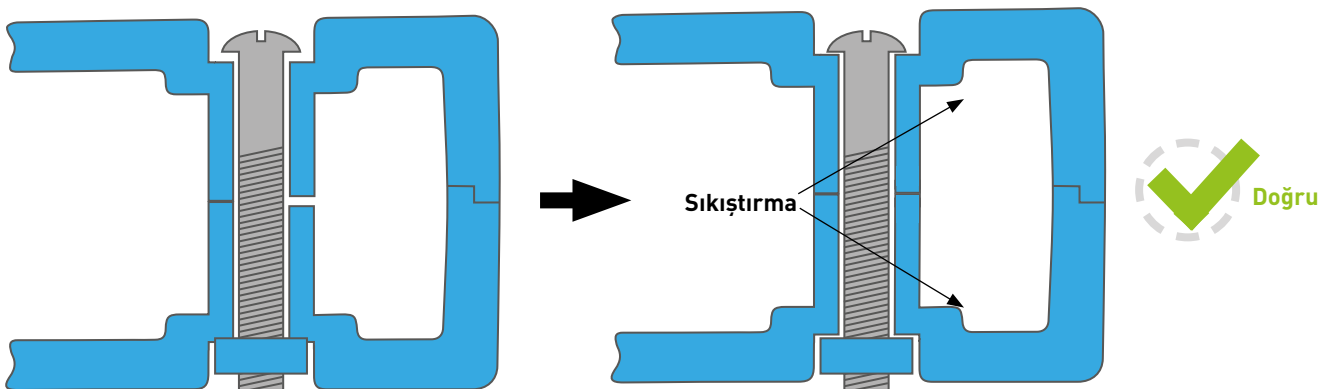
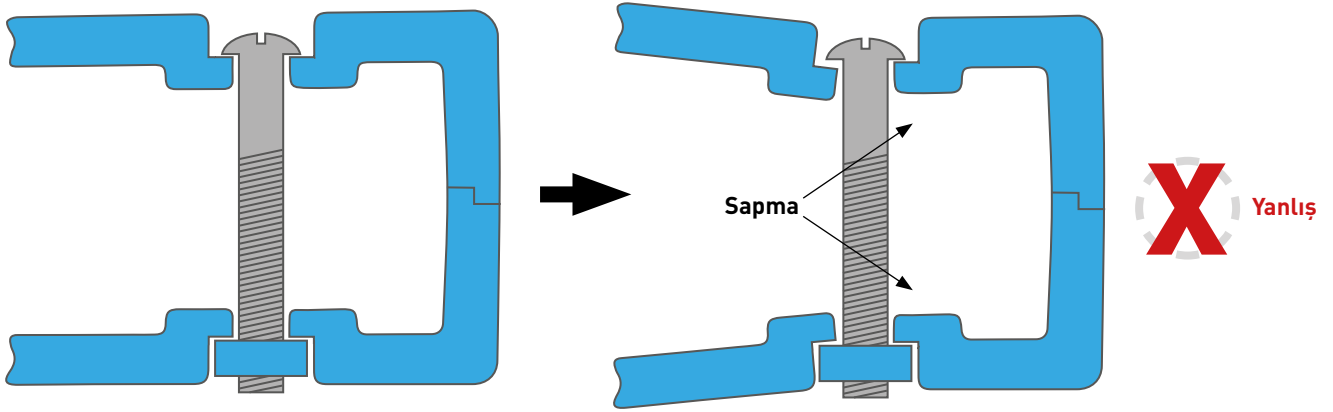
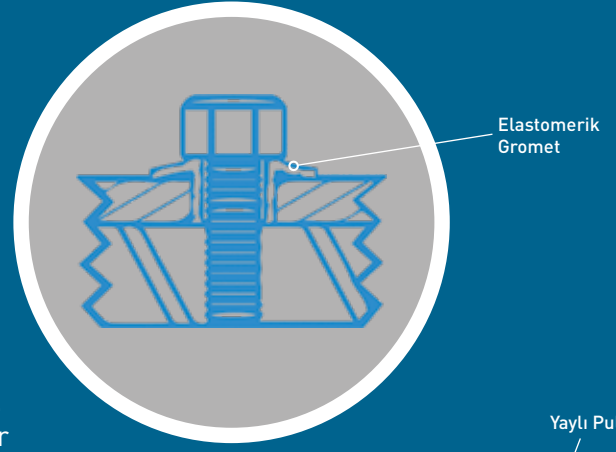
	Sökme-Takma İhtiyacı Olmayan	Sökme-Takma İhtiyacı Olan	
	Esneyerek kilitlenen bağlayıcılar		
	Dişli parçalar	Civata & somun	
	Geçmeli bağlayıcılar	Dişli metal insertler	
	Perçinler	Kanca & çengel tipi	
	Presle geçmeli		
	Akıllı vidalar		

Cıvatalar

Bir parçayı sıkça monte edip sökmek için cıvatalar ve somunlar kullanılabilir. Bu bağlayıcıların sıkılması gerekir, fakat plastik kısma gereğinden fazla baskı yapılması önlenmelidir. Eğer iki tane içi oyuk plastik parça cıvatalarla monte ediliyorsa vida yuvaları, parça duvarlarını desteklemelidir ve bükülmeyi engellemelidir. Montaj belirlenmiş bir tork seviyesinde sınırlandırılmalıdır ve tork uygulamasının oranı kontrollü olmalıdır. Hızlı bir tork uygulaması engellenmelidir.

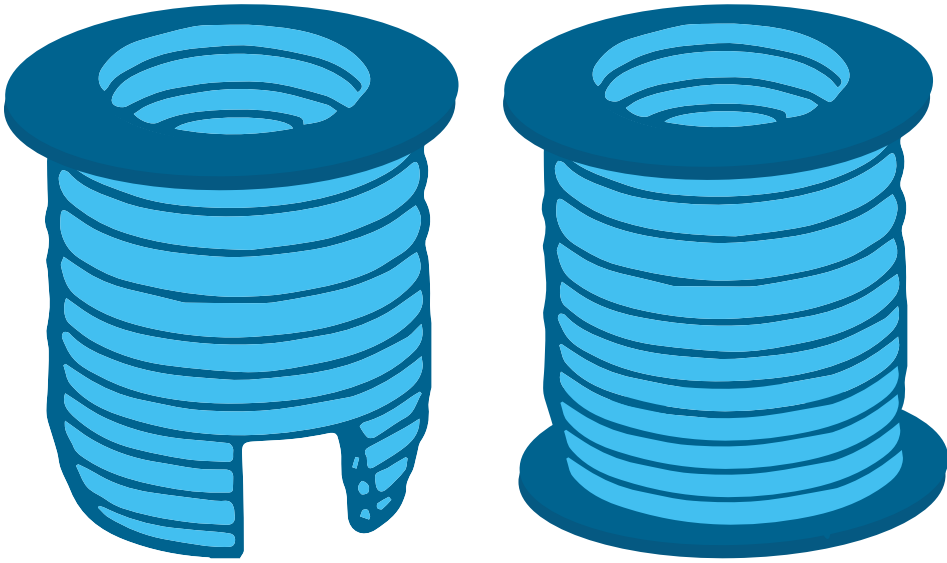
Konik başlı cıvataların kullanımından kaçınılmalıdır. Bu bağlayıcılar kama etkisi göstererek parça arızasına sebep olabilir. Bunun yerine cıvata başının altındaki baskı bir pul ile geniş bir alana yayılmalıdır. Eğer çanak bir pul kullanılıyorsa montajın gevşemesi de engellenebilir.

Eğer metal parçalar plastik parçalarla birleştirilecekse termal genişleme katsayısının farklılığı düşünülmelidir. Elastomerik grometler ve/veya büyük delikler termal genişleme uyumsuzluğunu kontrol altında tutmak için kullanılmalıdır. Eğer bu duruma dikkat edilmez ise baskı gerilmeleri plastik malzemenin akma mukavemetini aşabilir ve çatlamaya sebep olur.



Kalıp İçi Vidalar

Eğer kalıbın fiyat ve tasarımı destekliyorsa montaj için kalıp içi vidalar kullanılabilir. İç vidalar ve dış vidalar olmak üzere iki tür vida vardır. İkisi için de temel kural vida ucunun desteği olması ve vida başındaki yarıçapı kapsamasıdır. Genel kullanımda vida ucu desteği 0,8–1,0 mm arasında olur ve vidanın ucundaki yüksek gerilmelerin oluşumunu engeller.



Akıllı Vidalar

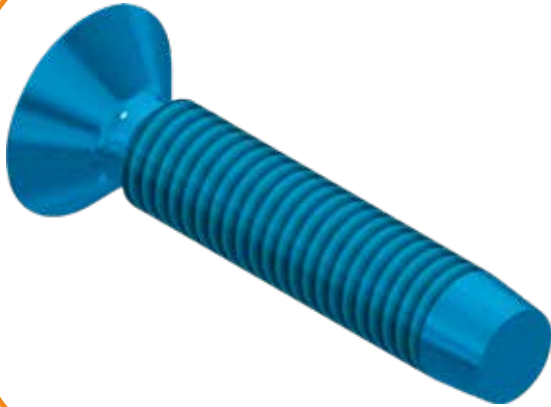
Kendinden kılavuzlu/akıllı vidalar, yerine otururken kendi dişlerini oluşturdukları için geleneksel vidalardan farklıdır. Somun kullanımı gerekliliğini ortadan kaldırmalarına ve daha hoş bir görüntü oluşturmalarına rağmen, takma ve sökme sayıları sınırlıdır.

Diş oluşturma yöntemleriyle bu vidalar ikiye ayrılır: diş açan vidalar ve diş kesen vidalar.

Diş açan vidalar, malzemeyi kaldırarak dişler oluşturur. Bu sebeple düşük dolgulu ve dolgusuz malzemelerde kullanılabilirler. Aynı zamanda, deformasyon sebebiyle sınırlı takma-sökme performansları vardır.

Diş kesen vidalar, diş oluştururken malzemeyi keserler. Bu işlem sırasında aynı zamanda talaş oluşur. Bu vidalar tekrar sıkılmamalıdır ve bir talaş boşluğu/haznesi parça tasarımında yer almalıdır.

İki vida türü için de vida yuvası çapı, kılavuz delik çapının 2,0-2,5 katı olmalıdır ve diş geçme uzunluğu, vida çapının 2,5 katı olmalıdır.



Dişli Metal İnsertler

Eğer birleşen kısım devamlı takılıp sökülebiliyorsa metal bir parça yerleştirilir. Farklı insört seçenekleri vardır:

Ultrasonik İnsertler

Ultrasonik yerleştirme esnasında pnömatik silindir küçük bir kuvvet oluşturur. Bu silindir aynı zamanda bir boru işlevi görür ve inserti ultrasonik bir frekansta titreşerek daha önceden delinmiş bir deliğin veya kalıp boşluğunun içine bastırır. Bu titreşimler, doğrudan temas yoluyla insert-plastik arayüzüne enerji iletir ve insertin etrafındaki plastiği ergitir.

Isıtılmış İnsertler

İnsertler özel bir presle ısıtılır. İstenilen sıcaklığa ulaşıldığında; pres, inserti önceden delinmiş bir boşluğun içine iter. Sıcaklık plastiği ergitir ve ergimiş plastik alt kesitlerin içine akar ve parçayı sabitler. Isıtılmış insertin uygulama süresi ultrasonik inserte kıyasla daha uzun olsa da, plastikte daha az gerilmeler oluşturur ve uygulama teçhizatı daha düşük fiyatlıdır.



Soğuk İnsertler

Bu insertler soğuk olarak preslenebilir, fakat çok fazla gerilme oluşturdıkları için tavsiye edilmez.

Kalıp İçi İnsertler

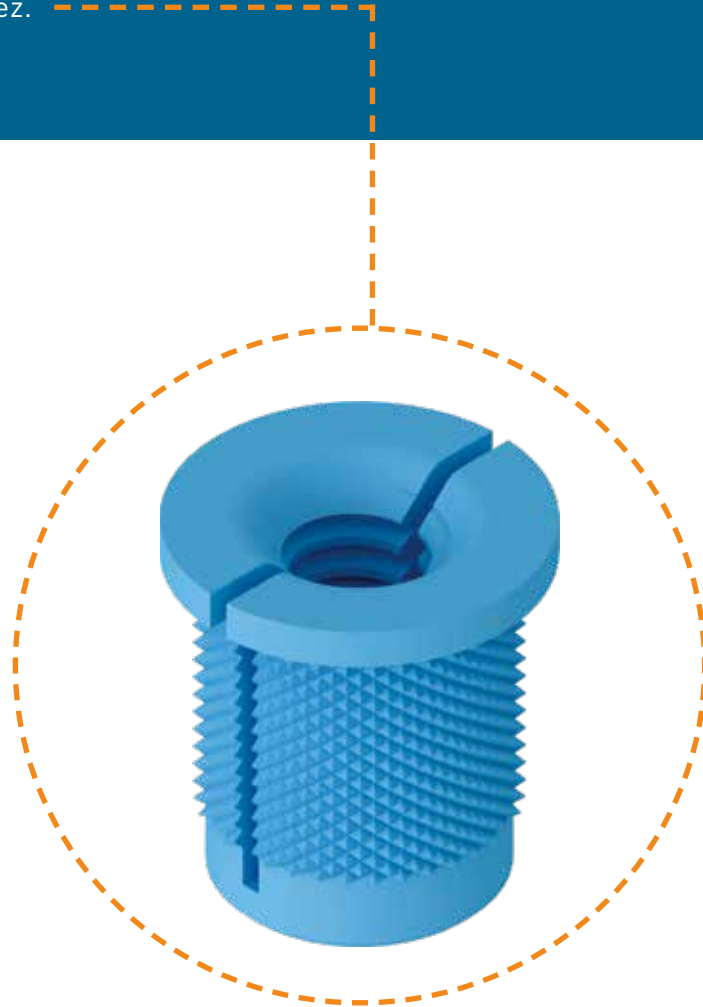
Enjeksiyon çevrimi başlamadan önce insert kalıp boşluğuna yerleştirilir ve bu durum en küçük gerilmeler ile güçlü bir insert-plastik bağı oluşturur. Bu uygulama ikincil işlem zamanını en aza indirir, fakat şekillendirme prosesinden önce inserti kalıp sıcaklığına kadar ısıtmak önemlidir. Inserti ısıtmak termal genişlemedeki farklılığın azalmasıyla prostesten sonra oluşacak olan iç gerilemeleri yok eder.

Kendinden Kılavuzlu İnsertler

Akıllı vidaların dışında bulunan kesici uç ile kalıplanmış ya da delinmiş bir dişe sahiptir, bu diğ insertin yerleşmesini sağlar.

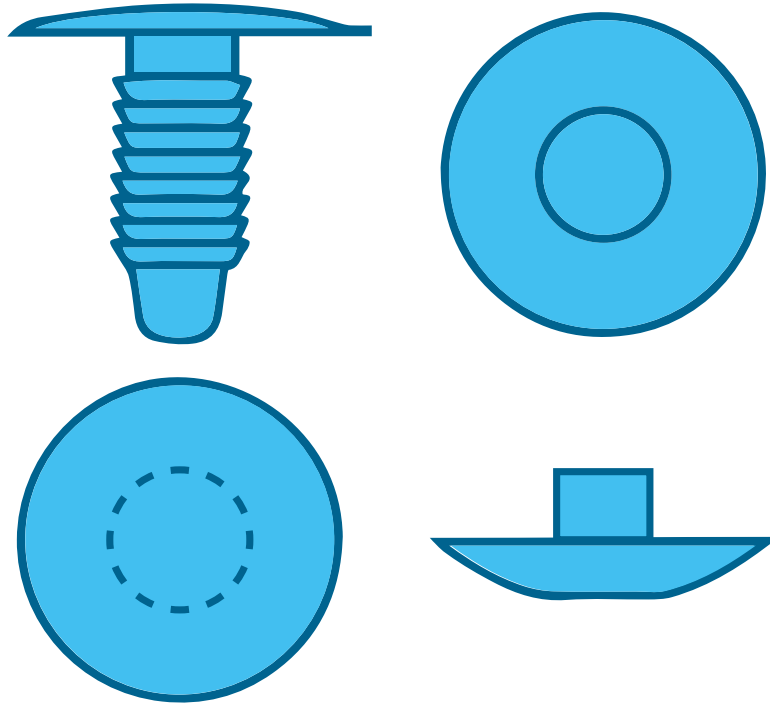
Genleşen İnsertler

Soğuk insertler gibi genleşen insertler de plastiğın içine preslenir ve montaj vidası sıkıldığında genleşir. Bu yöntem aynı zamanda yüksek gerilim oluşturur ve sert plastik malzemeler için önerilmez.



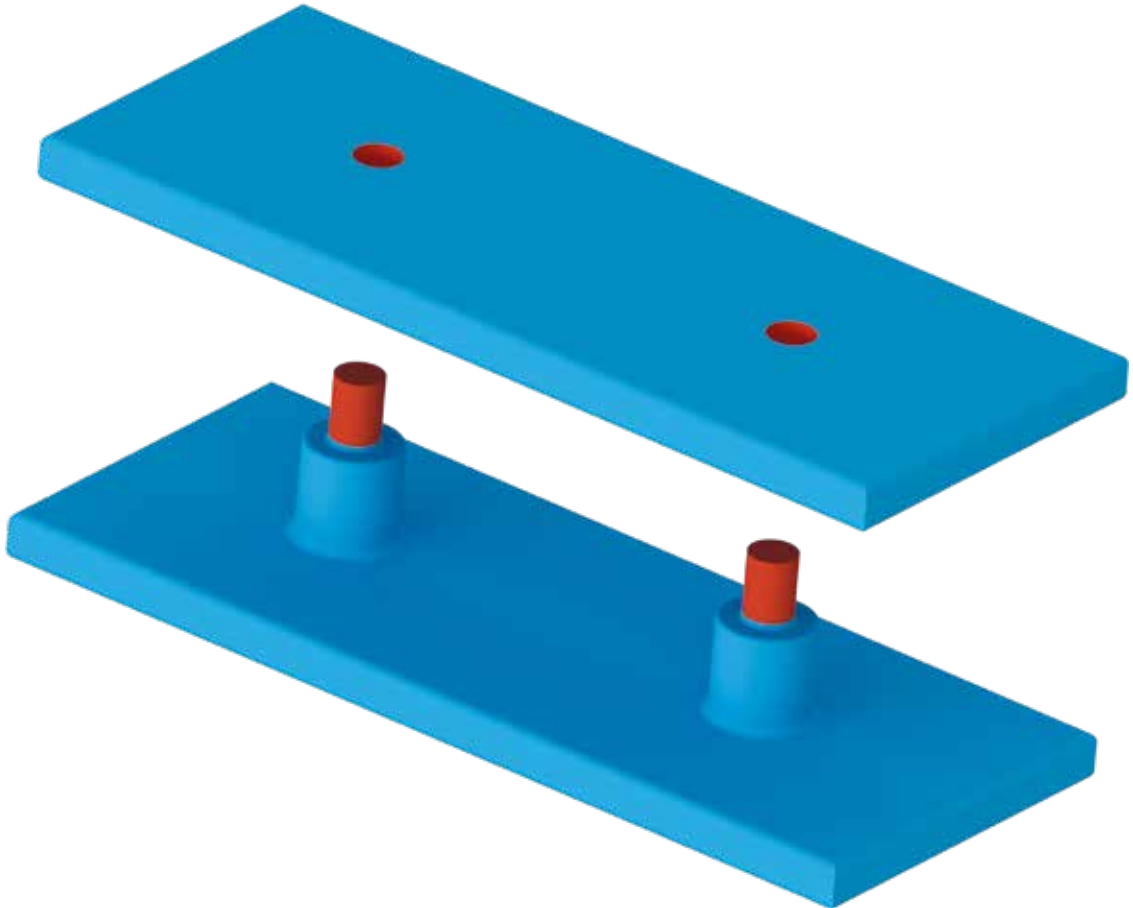
Perçinli Montajlar

Perçinleme, iki parça arasındaki güçlü ve kalıcı olan mekanik birleşme noktasıdır. Bu işlemde, perçinin iki tarafından sıkıştırma kuvveti uygulanır ve bu durum kalıcı deformasyona sebep olur. Perçinleme ortam sıcaklığında veya daha yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilebilir. Ortam sıcaklığı altında gerçekleştirilen perçinleme işlemi malzemede yüksek iç gerilmeler oluşturur. Takviyelendirilmiş poliamit kompozit malzemesi perçinlemeden önce denge nem seviyesine getirilmelidir. Diğer gevrek malzemeler için perçinleme yüksek sıcaklıklarda yapılmalıdır. Eğer perçin ve alt katman farklı malzemelerden yapıldıysa perçin ve delik arasında 0,25 mm boşluk bırakılması tavsiye edilir. Perçin başları kama etkisine sebep olabileceği için konik olmamalıdır. Ayrıca, iki uca da pul eklemek parçalardaki gerilimi azaltır.



Presle Geçme

Bir merkez ile mil veya bir burç ile yuva birbirine presle geçme yöntemiyle kolayca birleştirilebilir. Presle geçme, plastik merkez ile plastik şaft arasında, plastik merkez ile metal şaft arasında veya metal merkez ile plastik şaft arasında yapılabilir. Yalnızca gerilim gevşemesi gibi plastiğin standart özellikleri sebebiyle tasarım ömrü çevrimi için lineer termal genleşme katsayıları (CLTE) farkı ve tutma kuvvetlerinden kaynaklı sünme farkı hesaplanmalıdır. Montajda presle geçme yöntemi kullanılırken merkezi ısıtmak ve şaftı soğutmak işlemi kolaylaştırır. Aynı zamanda doğrusal termal genleşme katsayıları farkı düşünülmelidir. Bu farklılık parçalarda çatlaklara veya montajın gevşemesine sebep olabilir. Bu sebeple presle geçme, parçanın kullanım sıcaklığında her zaman test edilmelidir.

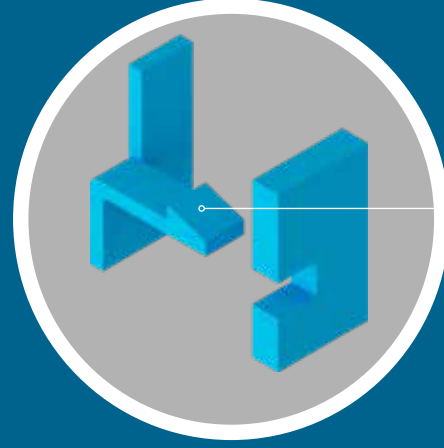


Esneyerek Geçme

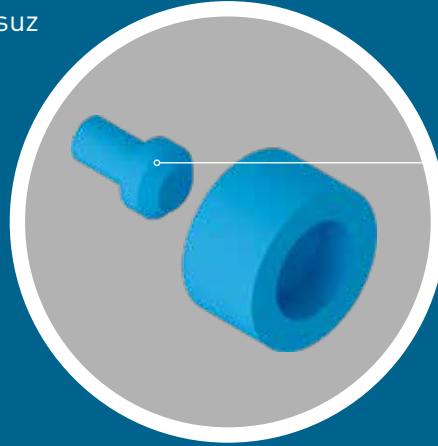
Esneyerek geçme, ek bağlantı elemanlarını ortadan kaldırmak için tasarıma entegre edilebilen ekonomik ve etkili unsurdur. Tekrarlı kullanım için veya kalıcı montajlar için tasarlanabilirler. Genel olarak, esneyerek kilitlemeler ikiye ayrılır;

A. Tırnaklı esneyerek geçme takviyeli/dolgulu veya dolgusuz malzemeler için kullanılabilir.

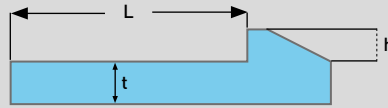
B. Silindirik esneyerek geçme sadece dolgusuz malzemelerde kullanılabilir.






A. Tırnaklı Esneyerek Geçme



B. Silindirik Esneyerek Geçme



	Kiriş Kesiti	İzin Verilen Sapma Değeri
	dikdörtgen	$h = \frac{2}{3} \times \frac{L^2}{t} \times \frac{\epsilon}{100}$
	yarım daire	$h = 0,576 \times \frac{L^2}{t} \times \epsilon$
	1/3 daire	$h = 0,580 \times \frac{L^2}{t} \times \epsilon$
	çeyrek daire	$h = 0,555 \times \frac{L^2}{t} \times \epsilon$

Esneyerek geçmeleri tasarlarırken dikkat edilmesi gereken hususlar:

- Tasarımın müsaade edilebilen gerginlikleri malzemenin gerginliğini aşmamalıdır.
- Tekrarlı kullanım (sök-tak) gerekiyse esneyerek geçmede kilitleme bölgesinde boşluk bırakılmalıdır.
- Esneyen tırnaklı geçmeler montajdan sonra döndürülmeye devam edilmemelidir.
- Sivri köşelerden kaçınılmalıdır ve en az 0,5 mm'lik bir açı kullanılmalıdır.
- Sivri köşeleri giderirken çökme izlerinin ve boşlukların oluşumunu engellemek için homojen et kalınlığı sağlanmalıdır.
- Esneyerek geçmelerin et kalınlığı, bağlı olduğu duvar kalınlığının %50-60'ını geçmemelidir.

Müsaade edilen uzama; dolgusuz malzemeler için akma gerinimi, takviyeli/dolgulu malzemeler için ise en yüksek gerinim sayesinde bulunur. Aynı zamanda esneyerek geçme elemanının tek kullanım veya sürekli kullanım için uygun olup olmamasına bağlı olarak da etkilenir.

Malzeme Açıklaması	Kabul Edilebilir Uzama - ϵ (%)	Akma Dayanımı (Mpa)	Akma Gerinimi (%)
PA (kuru halde)	2,50	80	4,0
PA GF30 (kuru halde)	1,50	190	3,0
PBT	2,00	50	3,5
PBT GF20	1,50	115	3,0
PBT GF30	1,25	135	2,5

Kaynaklama

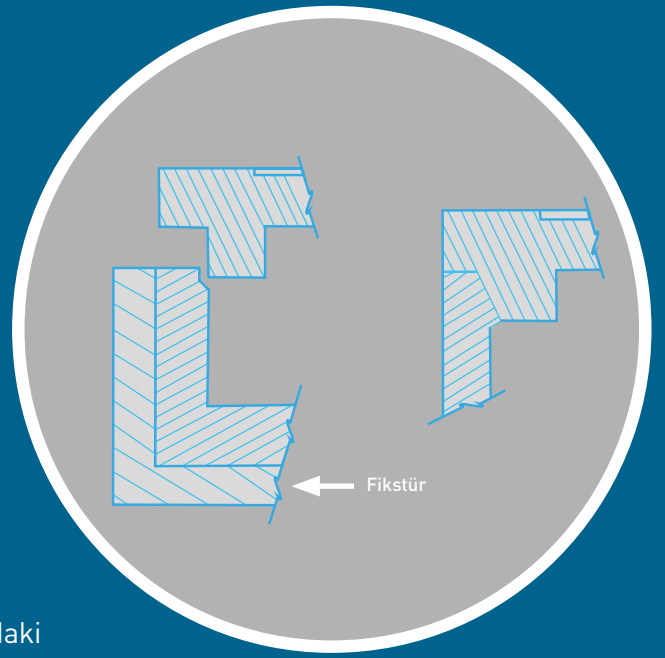
Kaynak, iki plastik parçayı önce katıdan ergimiş hale çevirip sonra tekrar katılaştırarak kalıcı bir şekilde birleştirir. Aşağıdaki gibi farklı birkaç kaynaklama yöntemi vardır.

Ultrasonik Kaynak

Ultrasonik kaynaklama işlemi, elektrik enerjisini yüksek frekansta mekanik harekete çevirir. Bu hızlı hareket uygulanan basınçla birleşince, plastik parçaların birleşme noktasını sürtünme kuvvetiyle ısıtır. Isı, birleşme noktasındaki plastiği ergitir ve tekrar katılaşma sürecinde bir bağ oluşturur.

Yarı kristalin malzemeler, amorf malzemelere göre iki sebepten dolayı ultrasonik olarak daha zor kaynaklanır. Birincil olarak, polimerin kristal kısmını çözmek için daha fazla enerji gerektirirler. İkincil olarak, düzenli moleküler yapıları titreşim enerjisini sönümler ve kaynak ucunun temas noktasından, parçaların ara yüzeylerine enerjiyi iletmeyi zorlaştırır. Amorf malzemelerdeki moleküllerin rastgele dizilişi titreşim enerjisini küçük bir azalmayla kolayca iletilir.

Uygun şekilde tasarlanmış enerji iletim yönleri ve kaynak özellikleri tutarlı ve güçlü bir birleşim için gereklidir. Genelde kaynak özellikleri yarı kristalin polimerler için kullanılır.



Polimer Tipi	20 kHz'de (μm) Titreşim Genliği Aralığı
PA	60-80
PBT	60-125
PP, PE	70-90
PPS	80-125
PEEK	60-125
POM	75-125
PC	50-70
ABS	40-60
PS	20-40

Titreşimli/Döndürmeli Kaynak

Titreşimli/döndürmeli kaynak büyük yapısal parçaların montajı için tercih edilen pratik bir yöntemdir. Bu kaynaklama yöntemi aynı veya benzer termoplastikler arasında en uygun olanıdır ve özellikle sert malzemelerin kaynaklamasında çok kullanışlıdır. Titreşimli/döndürmeli kaynaklamada parçalar belirlenen frekansta, genlikte ve basınçta birleştirilmeli, titreştirilmeli, birbirlerine karşı döndürülmelidir. Titreşim durduğunda ergimiş polimer soğur ve güçlü bir hermetik bağ oluşturur.

Isıtılmış Plaka ile Kaynak

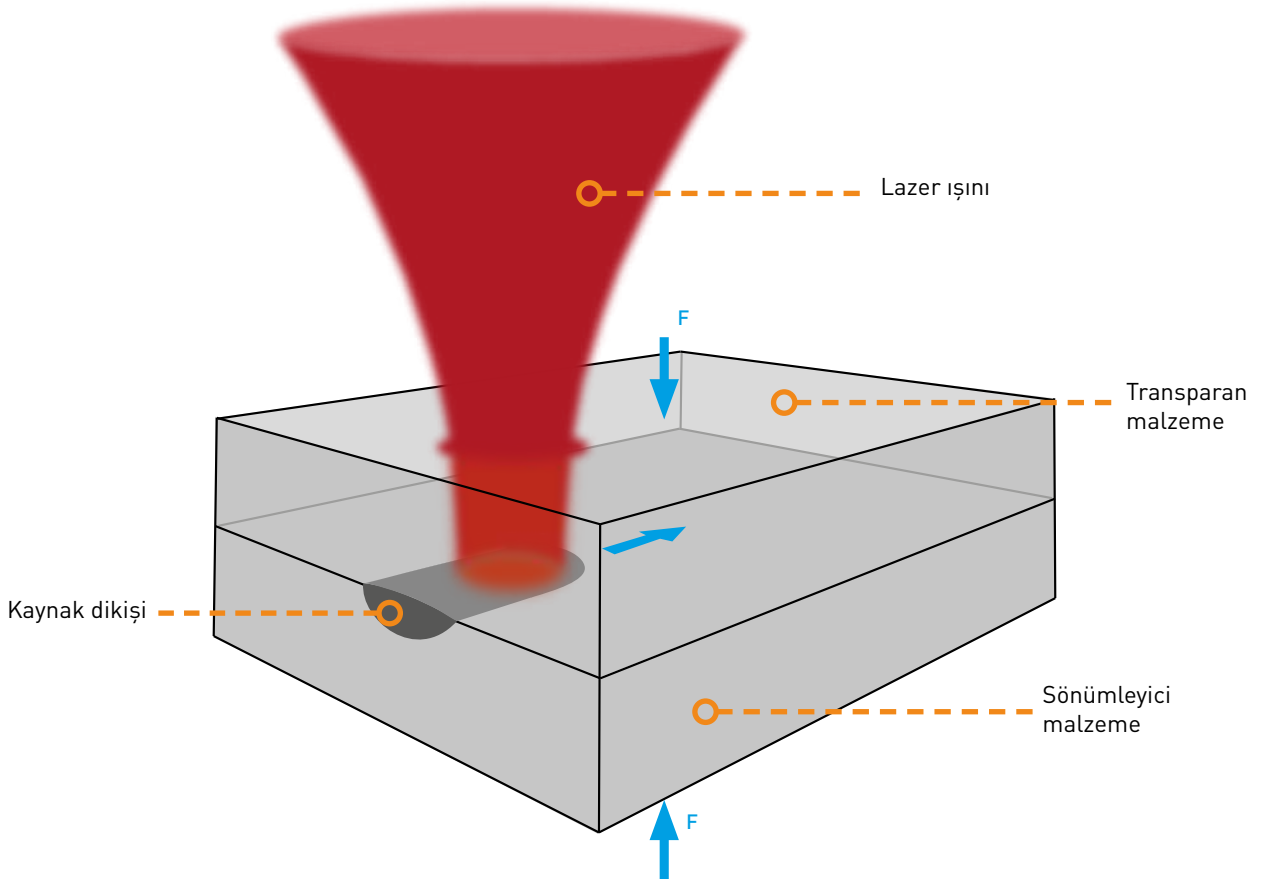
Isıtma plakası ile kaynaklama; estetik olmayan, uygun maliyetli ve tek düzlemlerle bir bağ oluşturur. Bu yöntemde, ısıtma plakası iki birleşme noktasına değer ve onları hafifçe eritir. Sonra ısıtma plakası çıkarılır ve birleşme noktaları birbirine bastırılır. Bu işlem sırasında erimiş plastik, malzemeyi termal oksitlenmeye eğilimli hale getiren havayla temas ettirilir.

Titreşim Kaynağı için Malzeme Kombinasyon Örnekleri	
ABS	PMMA
ABS	PC
ABS	PC+ABS
PC	PMMA
PC	PC+ABS
PC	PC+PBT
PPO+PS	PC+ABS
PPO+PA	PA
PE	PP

Lazer Kaynak

Lazer ile kaynak, düşük bir termal stresle iki parçayı birleştiren estetik bir kaynaklama yöntemidir. Bu işlem 3 boyutlu şekilleri kaynaklar ve ısı küçük bir alana uygulandığı için parçanın fiziksel performansı en az seviyede etkilenir.

Genel olarak bindirme kaynağı ve küt/alın kaynağı lazer ile kaynaklamanın iki tekniğidir. Bindirme kaynağında, bir lazer şeffaf malzemenin ve bir sönmüleyici plastiğin üst üste bindirilmesiyle kaynaklamadır. Lazer ışını, dalga boyu 800 ve 1100 nm arasındaki lazer radyasyonunda geçirgen olması gereken ilk kısmı geçer. İkinci kısım lazer ışını sönmüleyici ve bunu ısı enerjisine çevirir. Bu ısı transparan ve opak kısımları ergitir ve soğuttuktan sonra birleştirir. Küt kaynak tekniği termal iletkenlik seviyesi sebebiyle polimerler için ideal bir yöntem değildir. İyi bir birleşim noktası oluşması için lazer ışını tüm birleşen yüzeyleri eritmelidir. Sadece yarı transparan plastik malzemeler iyi bir kaynak performansı gösterir ve bu sebeple bu parçaların renk çeşitlilikleri sınırlıdır.

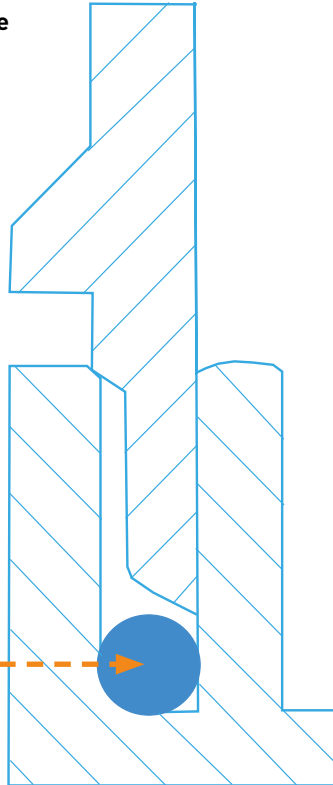


Elektromanyetik Kaynak

Bu kaynak tekniğinde, özel olarak tasarlanmış bağlayıcı ajanın kaynak yapılacak kısımlarla aynı veya uyumlu bir malzemedен olması ve manyetik olarak aktif olması gerekmektedir. Bu işlem, bağlayıcı ajanı iki parça arasındaki bir boşluğa yerleştirerek ve daha sonra hem plastik parçaları, hem de bağlayıcı ajanı ısıtmak için endüktif enerji uygulanarak yapılır. Bu durum güçlü ve hermetik bir kaplama oluşturur. Kaynak hatalarını önlemek için poliamit gibi hidroskopik malzemeler elektromanyetik kaynak öncesi kurutulmalıdır.

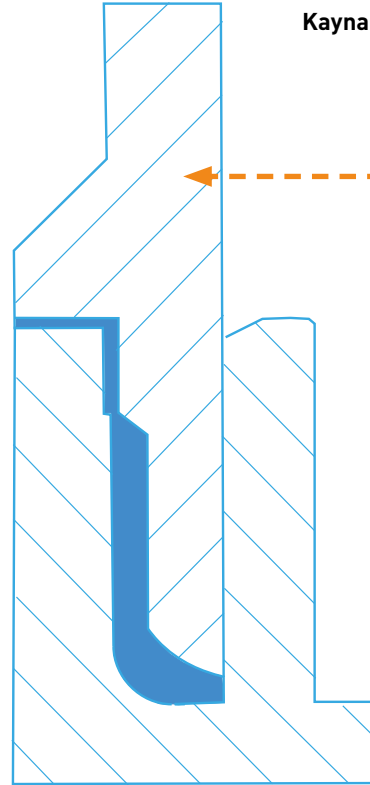
Kaynak yapılmadan önce

Bağlayıcı madde



Kaynak yapıldıktan sonra

Tıpa



Çözücü ile Birleştirme

Çözücü ile birleştirmede, ara yüzeyi kaynatmak için ara yüze uygun bir çözücü uygulanır ve kürlenme bitinceye kadar parçalara kuvvet uygulanır.

PA ve karışımları için uygun çözücüler; konsantre formik asit, alkolik kalsiyum klorür, konsantre kloral hidrat çözeltisi veya konsantre alkolik fenol ve resorsinoldür. Çözücü ile ağırlıkça %5-10 arasında hazırlanan dolgunuz PA ve karışımı uygulamayı kolaylaştırır ve düzgün bir doldurma sağlar.

PBT, PET ve PBT+PET gibi poliester malzemeler ve karışımları yüksek kimyasal dirence sahip oldukları için çözücü ile kaynak prosesine uygun değildir. Bu polimerlerin birleşmesi için düşük bağ kuvvetine neden olabilecek yoğun çözücülerin kullanımı daha doğrudur.

Polikarbonat ve polikarbonat+ABS karışımları çözücü ile kaynaklama için kullanılabilir. Metilen klorür veya etilen diklorür, bu polimerler için benzer bağ kısımları sebebiyle kullanılacak uygun çözücüdür. Metilen klorürün buharlaşma hızı etilen diklorürünkünden fazladır, bu durum da çözücü buhar sıkışmasını engeller. Eğer montaj karmaşıksa ve daha uzun bir kürlenme süresi gerekiyorsa etilen diklorür kullanılmalıdır. Bu sebeple iki çözücünün karışımı verimli bir bağ oluşumu için kullanılır. Bu malzemeler çözücü ile kaynak yapımında kullanıldığında, biraz gevrekleşebilir ve birleşme noktasında darbe dayanımı değeri azalabilir. Parçalar tam olarak birbiri üzerine oturmazsa birleşme noktasını doldurmak için metilen klorür içinde %5-10 oranında bir polikarbonat çözeltisi kullanılabilir, ancak ciddi şekilde birbiri üzerine oturmayan parçalar için kullanılmamalıdır. Eğer karışımın konsantrasyonu >%10 ise birleşme noktasında baloncuklar oluşabilir.

ABS, SAN ve ASA gibi stirenik malzemeler; metiletiketeton (MEK), aseton veya ikisinin karışımı olan bir çözücü ile birleştirilebilir. MEK ve baz polimerle hazırlanmış bir yapıştırıcı parçadaki veya montajdaki küçük boşlukları doldurmak için kullanılabilir.

Yapıştırıcı ile Birleştirme

Parçalar aynı zamanda yapıştırıcı kullanılarak da birleştirilebilir. Yapıştırıcılarla, benzer veya hiç benzemeyen iki malzeme güçlü ve boşluksuz bir bağ ile birleştirilebilir. Fakat, polimerin kristal yapısına moleküler interdifüzyon güç olduğu için amorf polimerlerde iyi bir yapışkanlık seviyesine ulaşmak kristalin polimerlere göre daha kolay olmaktadır. Poliölefinler gibi apolar olan polimerlerin yüzeyleri korona, UV, plazma ya da alev metotları ile iyileştirilirse yapışması önemli ölçüde geliştirilebilir. Eğer yapışkan katman, alt katmanla düzgün temas etmezse kötü bir bağ yapımı oluşur. Temizleme, yağdan arındırma ve zımparalama gibi ön işlemler yapışma gücünü önemli ölçüde artıracaktır. Yapıştırıcı seçimi, parçanın uygulama ve işleme koşullarına bağlıdır. Bazı yapıştırıcılarla ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

Poliüretanlar; bu yapıştırıcılar genellikle yüksek mukavemet ve iyi darbe direnci sağlayan iki kısımdan oluşur. Ayrıca düşük sıcaklıklardaki esnekliği de iyidir. Poliüretanların sınırlı nem direnci ve uzun kürlenme süreleri vardır, bu da genellikle bir sabitleme fikstürü ihtiyacı yaratır.

Epoksiler; bu yapıştırıcılar da iki kısımdan oluşur ve yüksek mukavemet değerleriyle yüksek termal direnc sağlarlar. Fakat iyi bir darbe dayanımı değerine sahip değildirler. Uzun kürlenme süreleri nedeniyle, bunların da fikstür yardımıyla sabitlenmesi gerekir.


Siyanoakrilatlar; genel olarak 95 °C civarında sınırlı servis sıcaklığına sahip, tek bileşenli, oldukça güçlü ve hızlı kürlenmiş bir yapıştırıcıdır. Siyanoakrilatlar zayıf darbe direncine ve düşük nem sıcaklığına sahiptir.

Silikonlar; genellikle yüksek sıcaklık direnci, iyi düşük sıcaklık direnci, iyi darbe dayanımı ve iyi sızdırmazlık özelliğine sahip iki kısımlı yapıştırıcılardır. Ayrıca uzun kürlenme süresine ihtiyaçları vardır ve kürlenme sırasında sabitlenmeleri gerekir.

Bazı Plastiklerin Gerilim Çatlama Dirençleri		
Polimer Türü	Siyanoakrilikler	Akrilikler
ABS	●	●
PA	○	○
PBT	○	○
PET	○	○
PC	●	●
PEEK	○	○
PES	●	●
PE	○	○
PPO	●	●
PPS	○	○
PP	○	○
PS	○	●
POM	○	○

● Gerilim çatlama incelenmeli

○ Normalde uyumlu



Son
İşlemler &
Dekorasyon

Boyama

Kendinden boyalı termoplastiklerle üretilen parçalar pek çok farklı renkte yapılabilirler, ancak boyamanın ikincil bir prosesle yapılmasının bazı sebepleri vardır:

- Farklı malzemelerden ve/veya farklı proseslerle üretilen montajlı parçaların renk uyumu isteniyorsa
- Parça yüzeyinde bazı anormallikler/hatalar saklanmak isteniyorsa
- Kimyasal dayanımı, aşınma veya UV direnci geliştirilmek isteniyorsa

Diğer bir yandan, kırılğan bir boya ve/veya sünek bir plastik birlikte kullanılırsa, boyadaki çatlaklar plastikte yayılır ve darbe dayanımını düşürür. Boyanın içindeki çözücüler, özellikle aralıklarda, kaynak çizgilerinde ve duvar kalınlığı geçiş noktalarında gerilim çatlakları oluşturabilir.

Yüzeyin ön işlemleri çok önemlidir ve boyanacak parçalar temiz ve yabancı maddelerden arınmış olmalıdır. Temizleme işlemi bu sebeple çoğu durumda elzemdir ve boyama tozsuz bir ortamda yapılmalıdır. Aleve maruz bırakma, düşük basınçta plazma işlemi, korona işlemi, astarlama ve zımparalama gibi boyanın yapışmasını artırmak için birkaç ön işlem vardır.

Temel olarak boyanın dört tane bileşeni vardır ve bunlar; kaplamayı oluşturan baz reçine, boyama için pigment ve/veya boyalar, inceltmek ve taşımak için bir çözücü ve boyayı geliştirmek için bazı katkı maddeleridir. Piyasada çok çeşitli boyalar bulunmasına rağmen, plastiklerde kullanılan yaygın boya türleri şunlardır:

- Poliüretan boyalar, kürtleme için ısıya ihtiyaç duymazlar, esnek ve sert bir yüzey sağlarlar. Bu boyalar sadece çoğu plastikte değil, aynı zamanda amorf sübstratlar için de iyi bir seçimdir.
- Epoksi boyalar, iyi bir parlaklık ile sert ve dayanıklı bir yüzey sağlar.
- Vinil boyalar yumuşak ve kauçuğumsu bir yüzey sağlar.
- Akrilik boyalar, sert ve çizilme dayanımlı bir yüzey sağlar ve çoğu yağa dayanıklıdır.
- Polisiloksan boyalar aynı zamanda transparan olabilen, çizilme ve kimyasal dayanımlı bir yüzey sağlar.

Boya sistemleri için farklı çözücüler kullanılabilir ancak genel olarak iki gruba ayrılırlar;

- Organik çözücüler, çok iyi bir yapışma özelliğine sahip güçlü kaplamalar oluşturmak için alt tabakayı şişirir. Ancak kullanılan çözücü çok güçlüyse, alt tabakaya zarar verebilir.
- Çözücü olarak su genellikle daha az agresiftir, ancak parçaya zayıf bir yapışma sağlar. Su bazlı sistemlerin en önemli avantajı çoğu sağlık ve güvenlik sorununu önlemesi ve çok düşük emisyonlara sahip olmasıdır.

Poliamitler gibi yarı kristalin plastikler birçok çözücüye karşı yüksek bir kimyasal dirence sahiptir ve bu sebeple özel ön işlemler (özellikle astarlama) gerektirir. Özellikle poliamitler için izin verilen nem seviyesi belirlenmelidir. Amorf plastiklerin kimyasal dirençleri daha düşüktür ve bu sebeple daha iyi yapışkanlık sağlar. Ayrıca boyadaki çözücü sistemi çok yoğunsa gerilim çatlamlarına sebep olabilir.

Boyayı uygulamak için en yaygın yöntem püskürtmedir, çünkü sürekliliği sağlamak için kolayca otomatikleştirilebilir. Püskürtme metodunun üç türü vardır:

- Geleneksel sprey boyama: Yüksek basınçlı hava, küçük boya damlacıkları oluşturur ve çıkartır.
- Havasız sistemler: Boya yüksek bir hızda enjektör kafasından dışarı gönderilir.
- Elektrostatik sistemler: Parça ve boya zıt yüklerle yüklenir ve damlacıklar parça yüzeyine çekilir.

Pratikte, iyi bir ıslatma için yaş boyanın yüzey gerilimi, sübstratın yüzey geriliminden daha yüksek olmalıdır. Eğer boya ortamı çok sıcak veya kuruyorsa, boya sistemindeki çözücü hızlıca buharlaşabilir ve bu durum da kuru püskürtme olarak bilinen düzensiz boya kalınlığı dağılımına sebep olur.

Plastik Yüzey Boyama Adımları

Yüzey Ön İşlemleri	Yapışmayı Güçlendirici	Boyama Prosesi	Kürleme
Temizleme	Alev uygulama	Sprey ile boyama	Hava ile kürleme
	Düşük basınçlı plazma	Havasız sistemler	Isı ile kürleme
	Korona yöntemi	Elektrostatik sistemler	İki bileşenli sistemler
	Astar uygulama		
	Zımparalama		

Metalleme

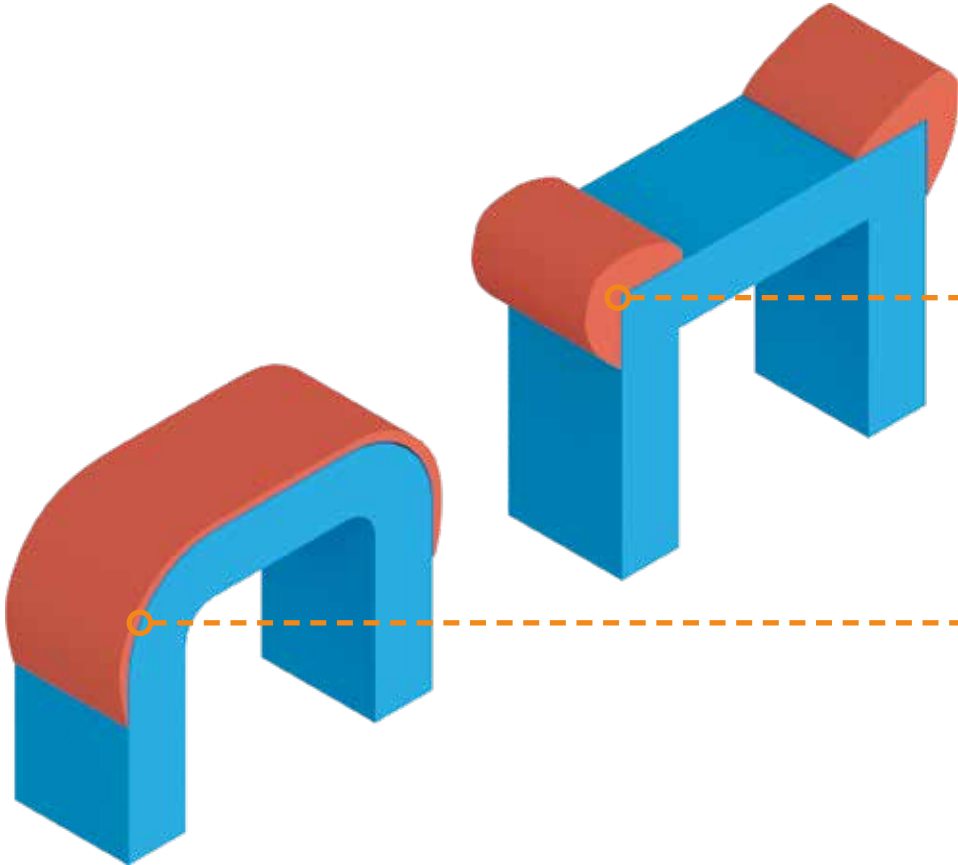
Plastik parçalar estetik, iletkenlik ve/veya EMI/RF koruyucu gibi bazı sebeplerden dolayı metalle kaplanır. Bu parçalar, metallere ekonomik ve hafif bir alternatif olabilir ve parçanın görünüş ve dokusunu geliştirebilir. Fonksiyonel kaplamalar elektriksel iletken bir yüzey ve EMI/RF koruyucu oluşturur. Bu işlem birkaç teknikle gerçekleştirilebilir, ancak yaygın olarak; elektro kaplama, kimyasal kaplama, vakumla metal kaplama ve püskürtümlü kaplama teknikleridir.

Kimyasal Kaplama

Kimyasal kaplama işlemi, elektriksel iletkenliği olmayan plastıklara yapılan bir tür metallemedir. Bu işlem için kaplamadan önce temizleme, aşındırma ve plastiğin yüzeyini aktifleştirme gibi ön işlemler gerektirir. Bu işlem genelde iletken bir katman oluşturmak için ve EMI/RF koruyucu sağlamak için kullanılır. Yaygın kaplama kombinasyonu bakır üstü nikeldir.

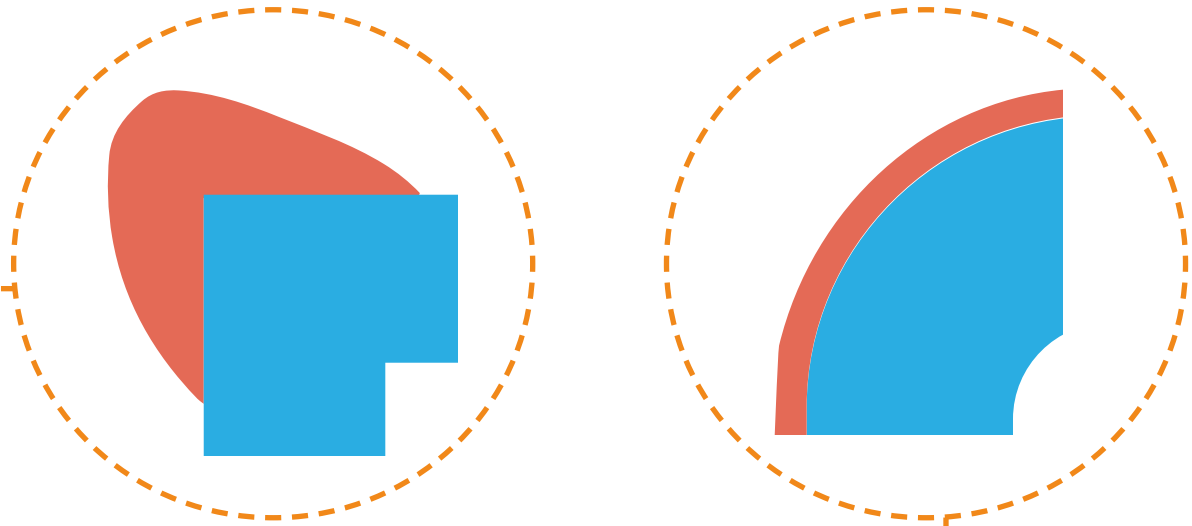
Bu proseste, parçanın tasarımı için aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir;

- Kaplanan tüm kenarların köşeleri en az 0,25 mm yarıçapa sahip olmalıdır,
- Parçanın tüm dış köşeleri en az 1.60 mm yarıçaplı olmalıdır,
- Parçanın üstündeki parlamalar en aza indirilmelidir.

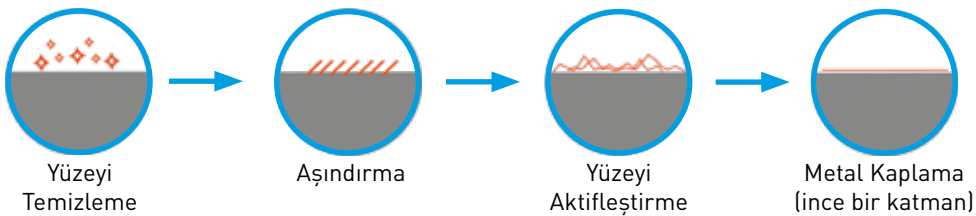


Kaplama kalınlığındaki farklılıkları önlemek için, parçanın tasarımı banyolara daldırma sırasında hava hapsolmesini/sıkışmasını engellemelidir ve kelepçeleme noktaları, parçayı esnetmeden askıya sabitleyebilecek şekilde tasarlanmalıdır.

Aynı zamanda kalıplama işlemi kaplama kalitesini direkt olarak etkiler. Yüksek kalıp sıcaklıkları ve düşük doldurma hızları kullanılarak kalıp içerisindeki yüksek gerilmeler en aza indirilmelidir. Parça tasarımı, kalıp ayırıcı maddeler kullanmadan parçanın kalıptan çıkmasına izin vermelidir. İtici pimler, parça yüzeyinde herhangi bir yağ artığı olmaması için kendinden yağlamalı olmalıdır. Kalıp tasarımındaki başka bir önemli nokta ise görünmez bir yerde olması gereken yolluk pozisyonudur. Ayrıca kalıp yüzeyindeki bir saten kaplama, kaplamanın yapışmasını iyileştirir.



Kimyasal Kaplama Adımları

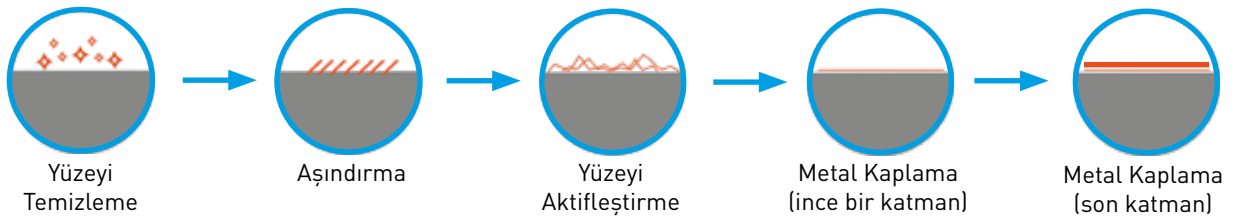


Elektrikli Kaplama

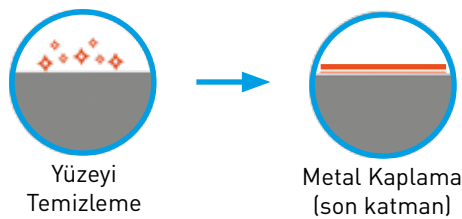
Bu proses, parçada kalıcı bir kaplama için elektrik iletken bir plastik veya kimyasal kaplanmış bir plastik parça kullanımını gerektirir. Kimyasal kaplamadaki tasarım ve kalıplama yöntemleri elektrikli kaplamada da kullanılır.

Elektrikli Kaplama Adımları

A- Elektriksel Yalıtkan Plastik



B-Elektriksel İletken Plastik

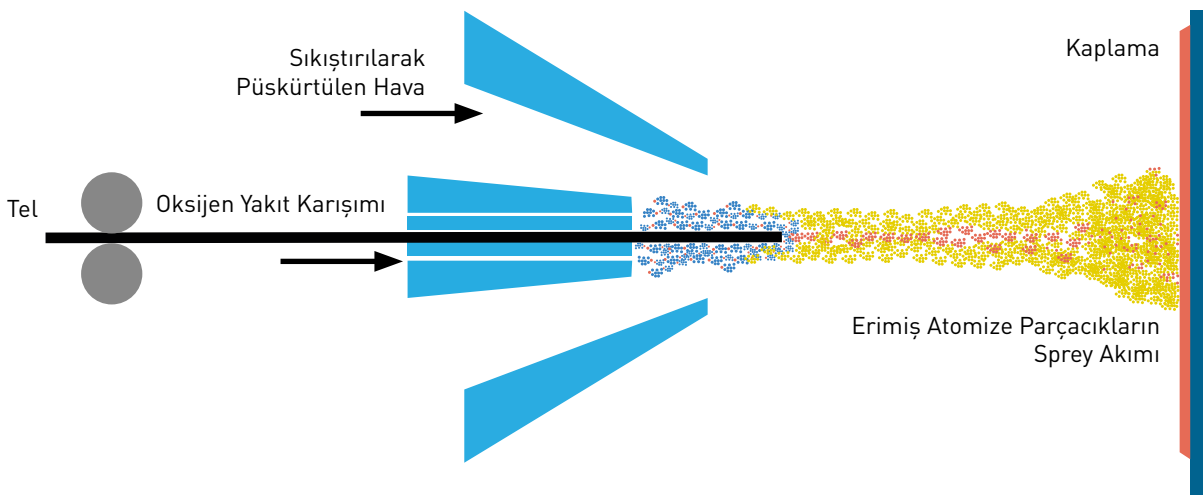


Vakumla Metal Kaplama

Vakumlu metalleştirme, bir vakum haznesindeki plastik parçalar üzerine ince bir metal tabakası biriktirerek yapılmaktadır. İşlem sırasında, tungsten filamentler veya elektron demeti metali (genellikle alüminyum) buharlaştırır ve daha sonra bu metal partiküller plastik parça üzerinde yoğunlaşır. Bu işlemden sonra kaplamayı korumak için başka bir üst tabaka uygulanır. Vakumla metal kaplama için parça tasarımında en önemli nokta, işlemin sadece modelin görünen yüzeyini kaplamasıdır. Bu sebeple gölgelenmiş veya ters açılı yüzeyler kaplanmaz. Ayrıca çift taraflı kaplama için parça döndürülmelidir.

Püskürtümlü Kaplama

Püskürtme, buharlaştırılmış metalin bir inert gaz plazma vasıtasıyla biriktirdiği bir vakumla metal kaplama yöntemidir. Püskürtme tekniği krom, bakır, altın, tungsten, paslanmaz çelik ve pirinç gibi metallerin kullanımına izin verir ve daha kalın bir kaplama katmanı oluşturur. Püskürtme aynı zamanda bir vakumla metalleştirme olduğu için sadece modelin görünen yüzeyini kaplama yapar, fakat vakumla metal kaplamaya kıyasla daha iyi bir yapışma sağlar.



Baskı / Markalama

Tampon Baskı

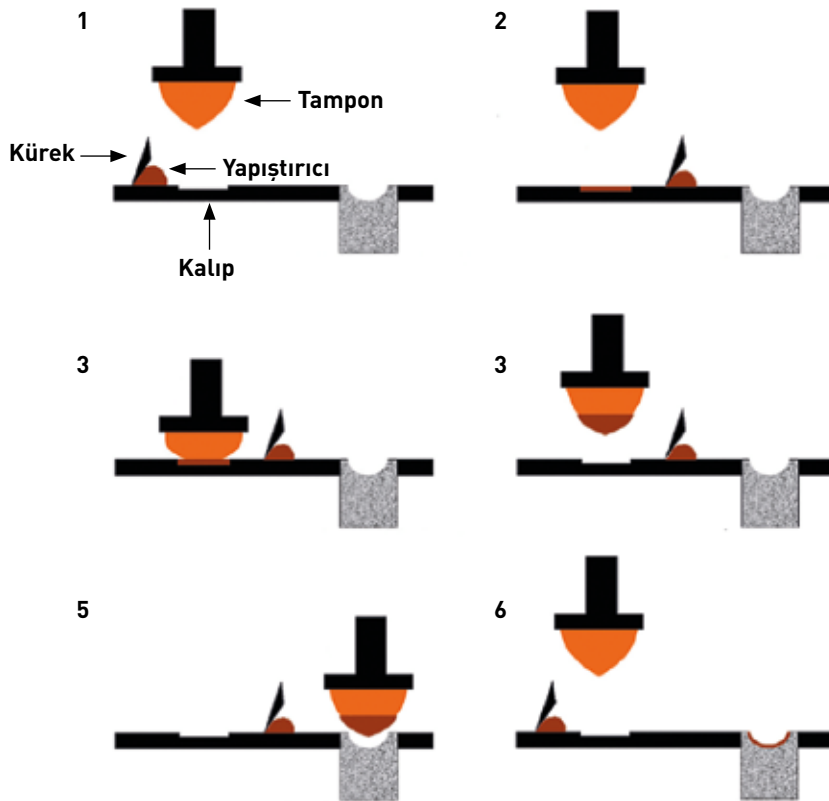
Tampon baskı, iki yöntemle yapılabilen tek renk markalama için etkili bir yoldur. Birinci yöntemde desenli mürekkep tamponu, bir silindir yardımıyla transfer plakasına mürekkep tabası bırakır. İkinci yöntemde pürüzsüz tampon, mürekkeple dolu olan ve yapılmak istenen desen üzerine oyulmuş plakadan mürekkebi alır. Her iki işlemde de tampon parça üzerine baskı uygulayarak mürekkebi aktarır.

Serigrafi/Şablon Baskı

Bu işlemde, plastik parça üzerine belirli bir desen basmak için mürekkebe daldırılmış ipek, poliester veya paslanmaz çelikten yapılmış şablon parça üzerine itilir. Birden fazla renk içeren bir desen var ise sadece üst üste baskılar ile mümkündür.

Süblimleşme Baskısı

Bu işlemde, mürekkep istenilen desende transfer filmi üzerine süblimleşir (doğrudan katı fazdan gaz fazına geçer). Sonrasında, transfer filmi sıcaklık ve basınç uygulanarak plastik parçanın üstüne yerleştirilir. Mürekkep plastik parça yüzeyine nüfuz eder ve parça soğudukça sabitlenir.

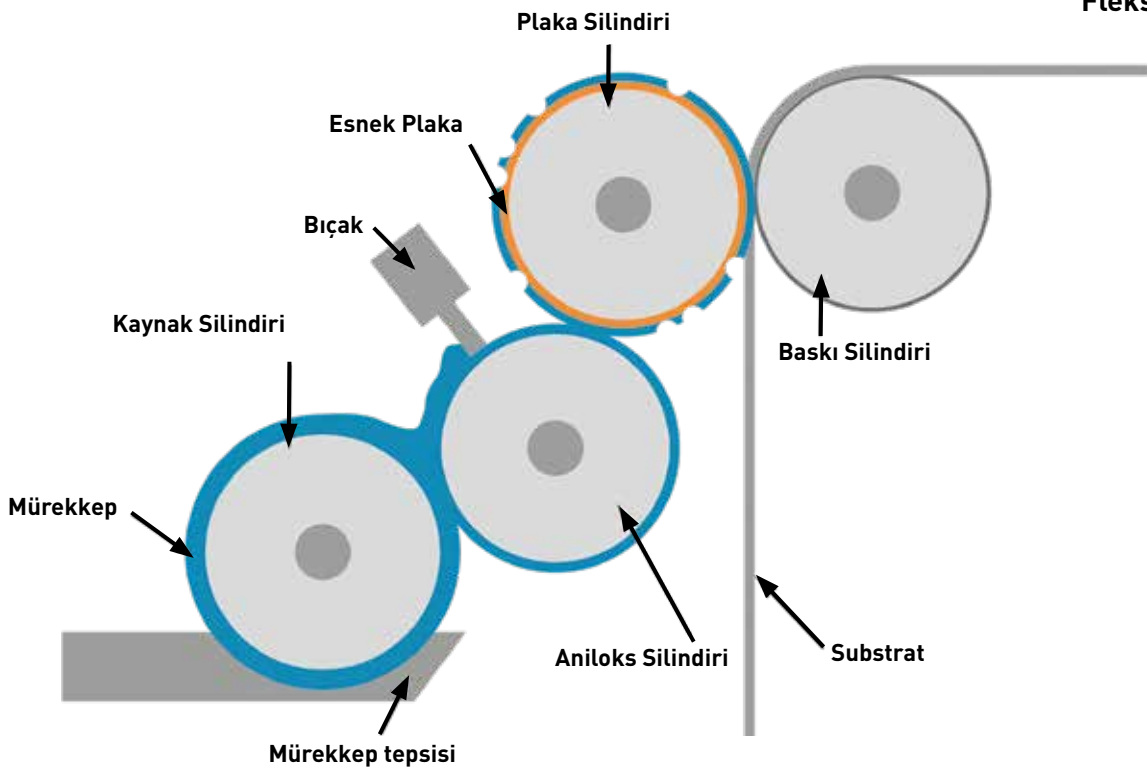


Tampon baskı
prosesi

Fleksografi

Plastik film markalamada yaygınca kullanılan yüksek hızlı bir baskı yöntemidir. Art arda baskı istasyonları ile çok renkli desenlerin baskıları mümkündür.

Yukarıdaki tüm baskı teknikleri için, ıslak mürekkebin yüzey enerjisinin parça yüzeyinkinden daha düşük olması çok önemlidir. Yüksek kimyasal dirençleri ve güçlü polar yapıları nedeniyle poliamitler üzerine baskı yapmak kolaydır. Fakat kalıp ayırıcı katkıları ve nem seviyeleri testler ile belirlenmelidir. PBT ve PET polimerleri kullanılırken iyi bir baskı kalitesi için astar gereklidir. Mürekkepler çeşitli çözücüler içerdiğinden, amorf polimerler üzerine baskı alınırken çözücü uyumluluğu kontrol edilmelidir.



Fleksografi

Lazer Baskı & Markalama

Lazer markalama, direkt temasla veya uygulanan bir kaplamın seçici buharlaştırılmasıyla plastik parçaların markalanmasının esnek bir yoludur. Direkt temasla yapılan lazer markalamada, özel olarak formüle edilmiş bir bileşik ile çeşitli renklerde markalama elde edilir.

Dalga boyu, gücü, spot büyüklüğü, frekans ve markalama hızı gibi parametrelerin kombinasyonu lazer baskı ile oluşan desenin kalitesindeki etkisi önemlidir.

Dalga Boyu (λ): Her plastik malzeme farklı dalga boylarını emer, bu sebeple markalama sırasında plastik parçaların yüzeyleri farklı dalga boylarında etkileşir.

Güç (p): Lazer ışınlar genellikle sürekli değildir ve dalgalanarak (atımlar halinde) gönderilir. Güç, atım başına düşen enerji olarak tanımlanır.

Frekans (q): Saniye başına düşen atım olarak tanımlanır. Yüksek frekans, plastik parçanın yüzeyinde daha fazla enerji salınımını ifade eder.

Markalama Hızı (v): Lazer ışının plastik parça yüzeyinde gitme hızı markalama hızıdır.

Lazer ışınının işaret genişliği ve atım yoğunluğunu belirleyen spot büyüklüğü lazer markalamada önemli bir yol oynar.

Lazer baskının DPI (görüntü çözünürlüğü) değeri, atım frekansının ve markalama hızının bir fonksiyonudur.

Lazer markalama hızının (mm/s) ve çözünürlüğün (DPI) bir fonksiyonu olarak atım frekansı (Hz)

v (mm/s)	5	7	9	11	13	15	20	25	30
dpi									
300	423	593	762	931	1101	1270	1693	2117	2540
400	318	445	572	699	826	953	1270	1588	1905
500	254	356	457	559	660	762	1016	1270	1524
600	212	296	381	466	550	635	847	1058	1270
700	181	254	327	399	472	544	726	907	1088
800	159	222	286	349	413	476	635	794	952
900	141	198	254	310	367	423	564	705	847

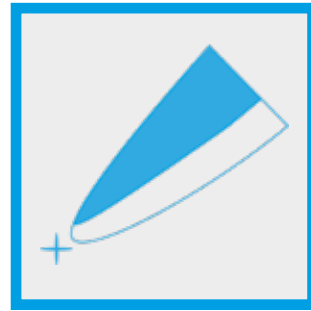
Talaşlı İmalat

Plastiklerde talaşlı imalat genel olarak, ekstrüzyon veya şişirerek kalıplama prosesiyle üretilmiş olan ürünler için kullanılır. Plastik talaşlı imalat yöntemleri fazladan tedbir gerektirir ve aşağıdaki noktalar dikkate alınmalıdır:

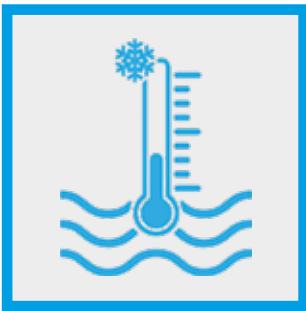
- Talaşlı imalatta HSS [yüksek hız çeliği] takımlar ve karbür takımlar kullanılabilmesine rağmen, plastiklerde talaşlı işleme için özel olarak tasarlanmış takımlar daha yüksek verimlilik sağlar. Dolgulu/takviyeli bir plastik malzeme üzerinden talaş kaldırma işlemi yapılacaksa, karbür veya elmas uçlu takımlar kullanılmalıdır.
- Özellikle takviyelendirilmiş polimerler için takım keskinliği çok önemlidir.
- Plastikler termal olarak yalıtkan malzemelerdir. Parçanın çalışma sırasında bölgesel erimesini ve yapışmasını önlemek için soğutulması kritik önem taşır. Takviyelendirilmiş yarı kristalin malzemeler yapışmaya karşı daha dirençli olduklarından, genellikle talaş kaldırma yöntemiyle işlenmeleri daha kolaydır. Metal endüstrisinde kullanılan kesme yağları ve soğutma sıvıları plastikle uyumlu olmayabileceğinden kaçınılmalıdır. Şartlandırılmış hava akımı veya uyumlu bir soğutma sıvısı kullanılmalıdır.
- Plastik malzemelerin lineer termal genleşme katsayıları yüksektir. Bu nedenle nihai parça ölçüleri soğutma işleminden sonra kontrol edilmelidir.
- Parça üzerinde gerilim birikimini önlemek için kesme kuvveti en az olmalıdır.



Karbür veya elmas uç kullanılmalı



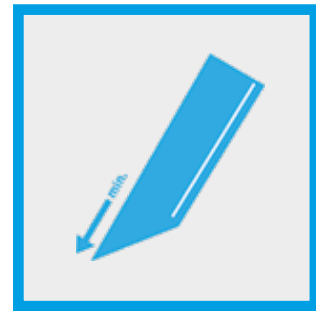
Takım keskinliği önemli



İşlem sırasında soğutmak önemli



İşlemden sonra kontrol edilmeli



En az kesme kuvveti uygulanmalı

2X

X/2-X/3

 **eurotec**[®] mühendislik
plastikleri

Karamahmet Mah. Avrupa Serbest Bölgesi
Avrasya Bulvarı No:8 TR 59930
Ergene, Tekirdağ - Türkiye
T: +90 282 265 12 00
F: +90 282 691 12 18
www.eurotec-ep.com