



PLASTİK TEKNOLOJİSİ

Döner Kalıplama Yöntemi (Rotational Moulding)

AYDANUR AKKUT
201822191027

DUMLU PINAR ÜNİVERSİTESİ
SİMAV TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ

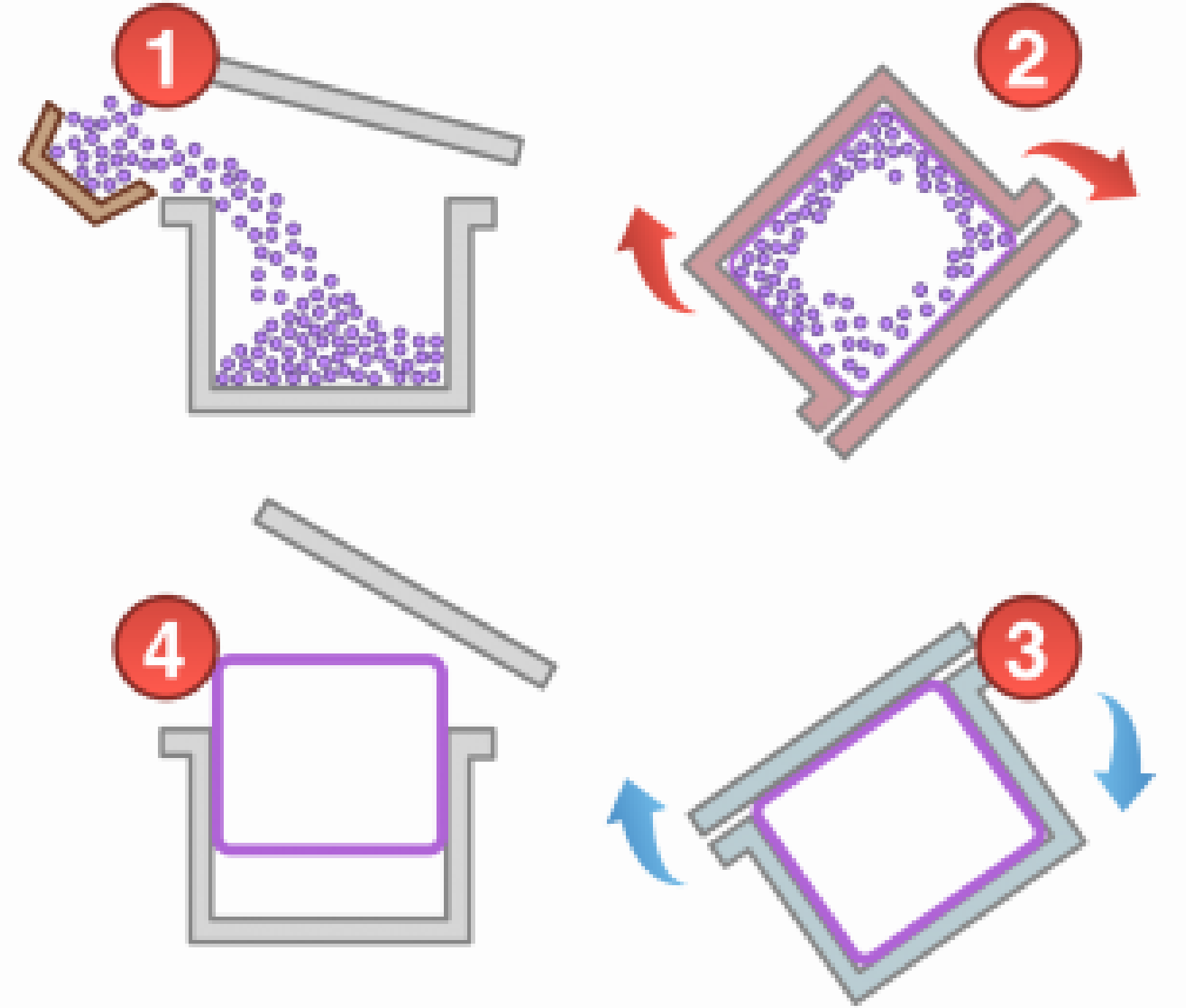
İÇİNDEKİLER



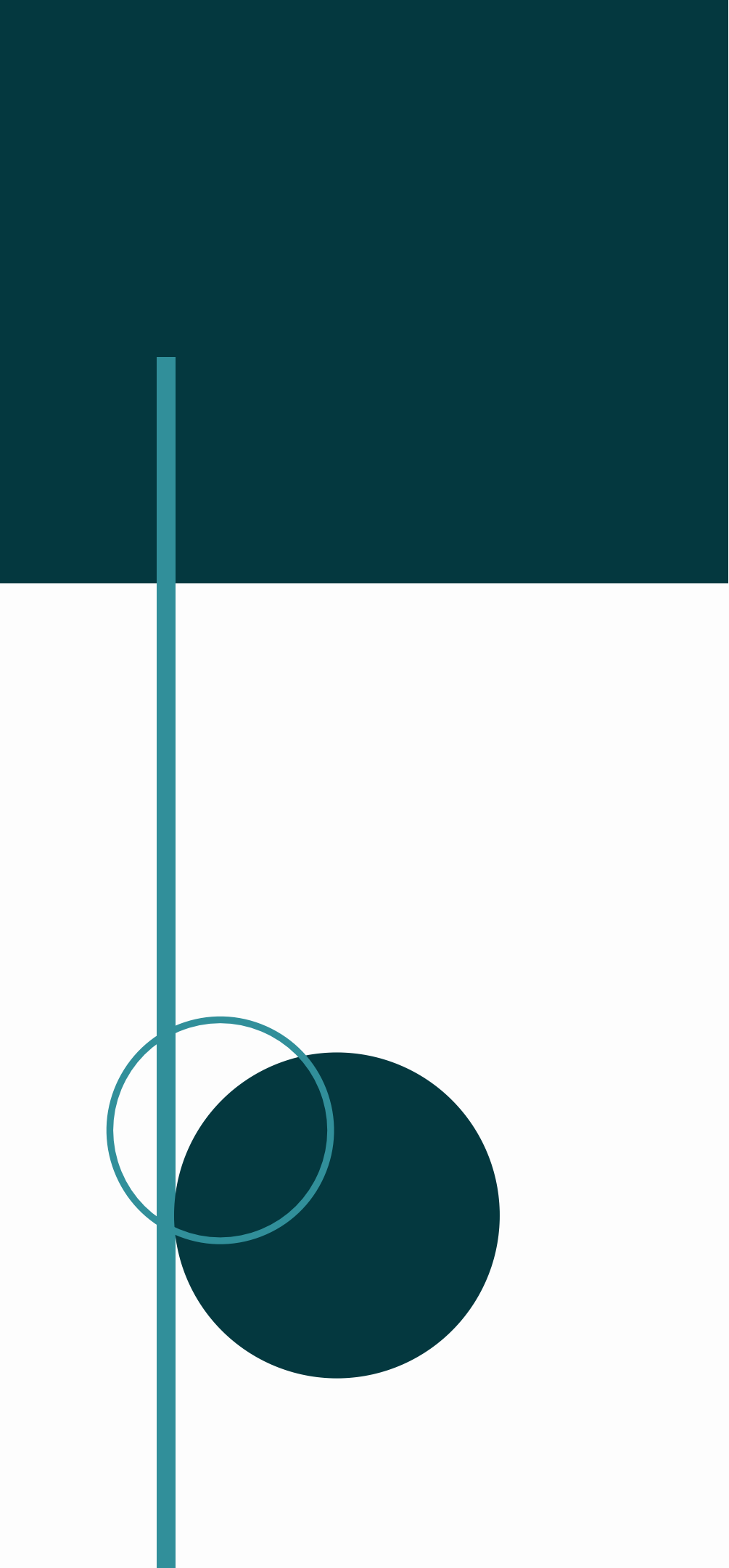
- Döner Kalıplama Yöntemi Nedir?
- Ekipman ve Makineler
- Döner Kalıplama Makineleri
- Döner Kalıplama Yönteminin Aşamaları
- Kalıp Ayırıcılar (Mold release agents)
- Tasarım Konuları
- Süreç Boyunca Avantajlar, Sınırlamalar, Malzeme Gereksinimleri
- Diğer Üretim Teknikleri ile Karşılaştırıldığında Döner Kalıplama
- Döner Kalıplama Yöntemiyle İmal Edilmiş Bazı Ürünler
- Kaynakça

Döner Kalıplama Yöntemi

Döner kalıplama, plastik ürünlerde diğerlerinin yanı sıra Polietilen veya Polipropilenin işlenmesi için kullanılan bir üretim prosesidir. Örnek olarak su ve/veya yakıt depoları, oyuncaklar vb. ürünler verilebilir. [1]



Şekil 1. Döner Kalıplama Şeması



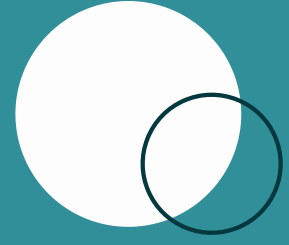
Döner kalıplama, plastik tozun bir kalıpta basınçsız ısıtılarak şekillendirilmiş plastik bir ürüne dönüştürülmesidir. Üretim sürecinde, bir alüminyum kalıbı veya bir levha şeklindeki parça, termoplastik tozla (genellikle PE veya PP) doldurulur ve ardından kapatılır. Kalıp büyük bir fırında ısıtılır. Birbirine dik iki ekseninde döndürülerek, erimiş malzeme kalıp duvarına bastırılır ve şeklini alır. Ürün daha sonra soğutulur ve kalıptan çıkarılır. Basınçsız termoplastik prosesi sayesinde, hemen hemen her şekilde mevcut olan, darbeye dayanıklı bir ürün oluşturulur. Üretim serisi, kalıp başına yılda 100 ila 5.000 ürün arasında değişir ve 0,5 kg ila 300 kg arasında bir ağırlığa sahiptir. [2]

Şekil 2. Döner Kalıplama Yapımı

”



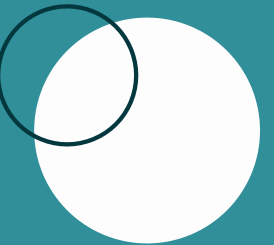
“



Ekipman, Makine ve Teçhizat

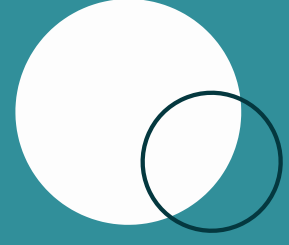


Rotasyonel kalıplama makineleri çok çeşitli boyutlarda yapılır. Normalde kalıplar, bir fırın, bir soğutma odası ve kalıp millerinden oluşurlar. Miller, her kalıbın içinde plastiğin düzgün bir şekilde kaplanmasını sağlayan dönen bir eksen üzerine monte edilmiştir. [3] Kalıplar (veya takımlar) ya kaynaklı çelik sacdan imal edilir ya da döküm yapılır. İmalat yöntemi genellikle parça boyutu ve karmaşıklığı tarafından yönlendirilir; çoğu karmaşık parçalar muhtemelen döküm takımlarla yapılır. Kalıplar tipik olarak paslanmaz çelik veya alüminyumdan üretilir. Alüminyum kalıplar, daha yumuşak bir metal olduğu için genellikle eşdeğer çelik kalıplardan çok daha kalındır.



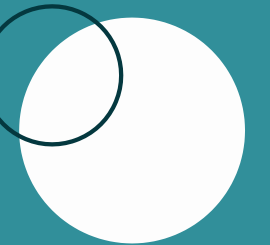


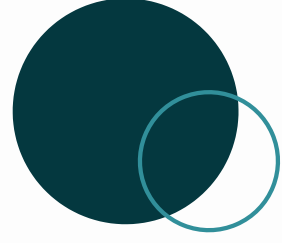
Alüminyumun ısı iletkenliği çeliğinkinden çok daha fazla olduğu için bu kalınlık çevrim sürelerini fazla etkilemez. Dökümden önce bir model geliştirme ihtiyacı nedeniyle, döküm kalıplar, takımların imalatı ile ilişkili ek maliyetlere sahip olma eğilimindeyken, fabrikasyon çelik veya alüminyum kalıplar, özellikle daha az karmaşık parçalar için kullanıldığında daha ucuzdur. Ancak bazı kalıplar hem alüminyum hem de çelik içerir. Bu, ürünün duvarlarında değişken kalınlıklara izin verir. Bu işlem enjeksiyon kalıplama kadar hassas olmasa da tasarımcıya daha fazla seçenek sunar. Çeliğe alüminyum ilavesi daha fazla ısı kapasitesi sağlar, eriyik akışının daha uzun süre sıvı halde kalmasına neden olur.



Döner Kalıplama İçin Standart Kurulum ve Ekipman

Normalde tüm rotasyonlu kalıplama sistemleri kalıpları, fırını, soğutma odasını ve kalıp millerini içerir. Kalıplar parçayı oluşturmak için kullanılır ve tipik olarak alüminyumdan yapılır. Ürünün kalitesi ve bitişı, kullanılan kalıbın kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Fırın, parçayı ısıtmak ve aynı zamanda parçayı istenilen şekle getirmek için döndürürken kullanılır. Soğutma odası, parçanın soğuyana kadar yerleştirildiği yerdir ve miller, her kalıbın içinde tek tip bir plastik kaplama sağlamak ve döndürmek için monte edilmiştir.





Döner Kalıplama Makineleri

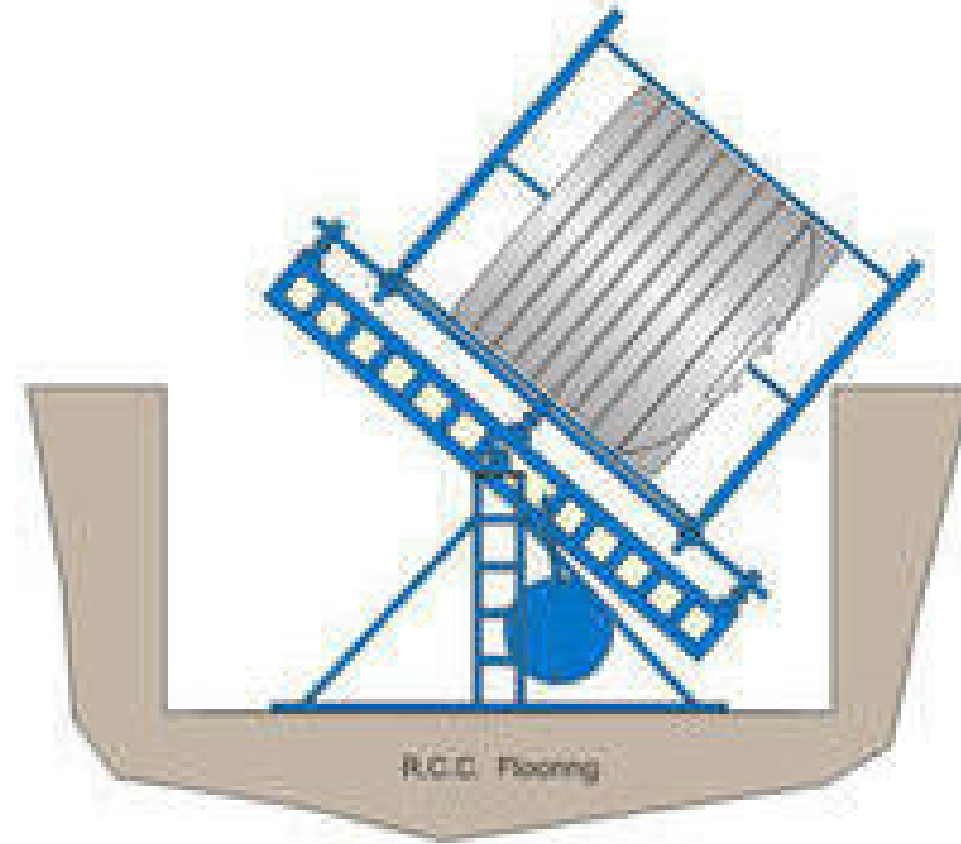
1. Rock'n roll makinesi
2. Kapaklı makine
3. Dikey veya up&over dönüşlü makine
4. Mekik makinesi
5. Sarkaç kol makinesi
6. Atlıkarınca makinesi



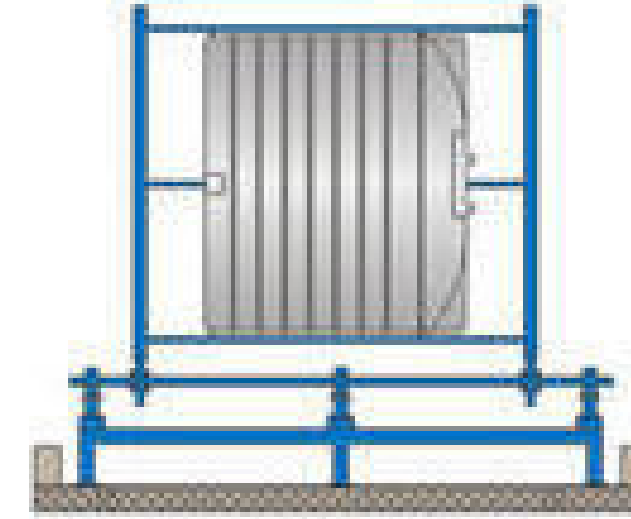
1-Rock'n Roll Makinesi

Özellikle uzun, dar parçalar üretmek için tasarlanmış özel bir makinedir. Bazıları tek kollu kapaklı tiptedir, ancak iki kollu mekik tipi rock and roll makineleri de vardır. Her bir kol kalıbı bir yönde 360 derece döndürür veya yuvarlar ve aynı zamanda kalıbı diğer yönde yatay olarak 45 derece yukarıda veya aşağıda döndürür ve sallar. Daha yeni makineler, kalıbı ısıtmak için basınçlı sıcak hava kullanır.

Daha küçük ısıtma odaları sayesinde çift eksenli makinelere göre ısıtma maliyetlerinde tasarruf sağlanır. [4]

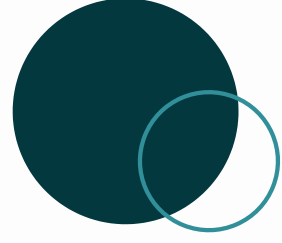


Main Machine



Cooling Station

Şekil 3. Rock'n roll makinesi



2-Kapaklı makine

Tek kollu bir döner kalıplama makinesidir. Kol genellikle her iki ucundan diğer kollar tarafından desteklenir. Kapaklı makine kalıbı aynı haznede ısıtır ve soğutur. Eşdeğer mekik ve sarkaç kol kalıp makinelerinden daha az yer kaplar. Yapılan ürünlerin boyutlarına göre maliyeti düşüktür. Prototipleme ile ilgilenen okullar ve yüksek kaliteli modeller için daha küçük ölçeklerde mevcuttur. Tek kola birden fazla kalıp takılabilir. [5]



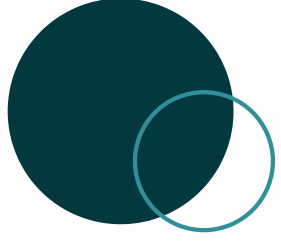
Şekil 4. Kapaklı makine

3-Dikey veya up&over Dönüşlü Makine

Yükleme ve boşaltma alanı, ısıtma ve soğutma alanları arasında makinenin ön kısmındadır. Bu makinelerin boyutu, diğer döner makinelere kıyasla küçük ile orta arasında değişir. Dikey döner kalıplama makineleri, ısıtma ve soğutma odalarının kompaktlığı sayesinde enerji açısından verimlidir. Bu makineler, yatay atlıkarınca çok kollu makinelerle aynı (veya benzer) yeteneklere sahiptir, ancak çok daha az yer kaplar. [6]



Şekil 5. Dikey veya up&over dönüşlü makine

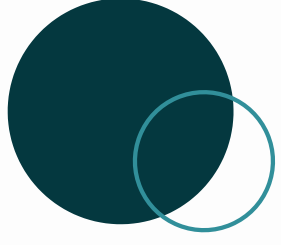


4-Mekik Makinesi

Çoğu mekik makinesi, kalıpları ısıtma odası ve soğutma istasyonu arasında ileri geri hareket ettiren iki kola sahiptir. Kollar birbirinden bağımsız olup, kalıpları çift eksenli çevirmektedir. Bazı durumlarda, mekik makinesinin yalnızca bir kolu vardır. Bu makine, kalıbı ısıtma ve soğutma odalarının içine ve dışına doğrusal bir yönde hareket ettirir. Üretilen ürünün boyutuna göre maliyeti düşüktür ve diğer makine türlerine kıyasla ayak izi minimumda tutulur. Ayrıca okullar ve prototipleme için daha küçük ölçekte mevcuttur. [7]

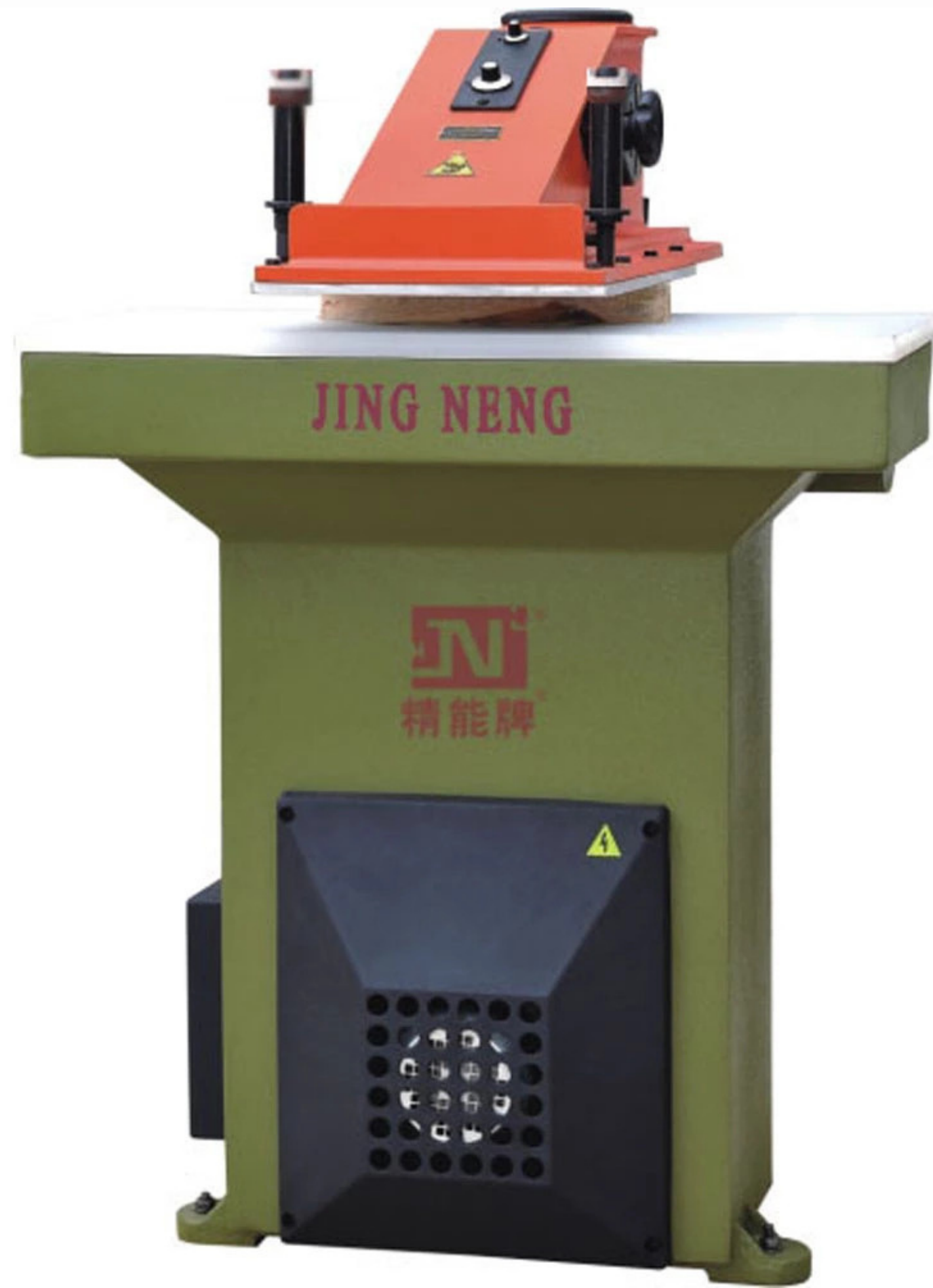


Şekil 6. Mekik makinesi

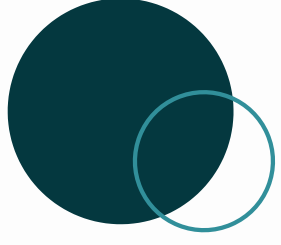


5-Sarkaç Kol Makinesi

Sarkaç kollu makine, çift eksenli bir hareketle dört kola sahip olabilir. Tüm kolların aynı anda çalıştırılması gerekmediğinden her kol birbirinden bağımsızdır. Her bir kol fırının bir köşesine takılır ve fırının içine ve dışına salınır. Bazı döner kollu makinelerde, aynı köşeye bir çift kol monte edilmiştir, böylece dört kollu bir makinede iki pivot noktası bulunur. Bu makineler, pişirme süresine kıyasla uzun soğutma döngüleri olan veya parçaları kalıptan çıkarmak için çok zaman gerektiren şirketler için çok kullanışlıdır. Makinenin diğerkollarında üretimi kesintiye uğratmadan bakım işlerini planlamak veya yeni bir kalıp çalıştırmayı denemek çok daha kolaydır. [8]



Şekil 7. Sarkaç kol makinesi



6-Atlıkarınca Makinesi

Bu, sektördeki en yaygın çift eksenli makinelerden biridir. Dört kola ve altı istasyona sahip olabilir ve çok çeşitli boyutlarda gelir. Makinenin sabit ve bağımsız olmak üzere iki farklı modeli bulunmaktadır. Sabit kollu bir atlıkarınca, birlikte hareket etmesi gereken üç sabit koldan oluşur. Bir kol ısıtma bölümünde, diğeri soğutma bölümünde ve üçüncüsü yükleme/yeniden yükleme alanında olacaktır. Sabit kollu atlıkarınca, her bir kol için aynı çevrim süreleri kullanıldığında iyi çalışır. Bağımsız kollu atlıkarınca makinesi, bağımsız hareket edebilen üç veya dört kollu olarak mevcuttur. Bu, farklı döngü süreleri ve kalınlık ihtiyaçları olan farklı boyutta kalıplara izin verir. [9]

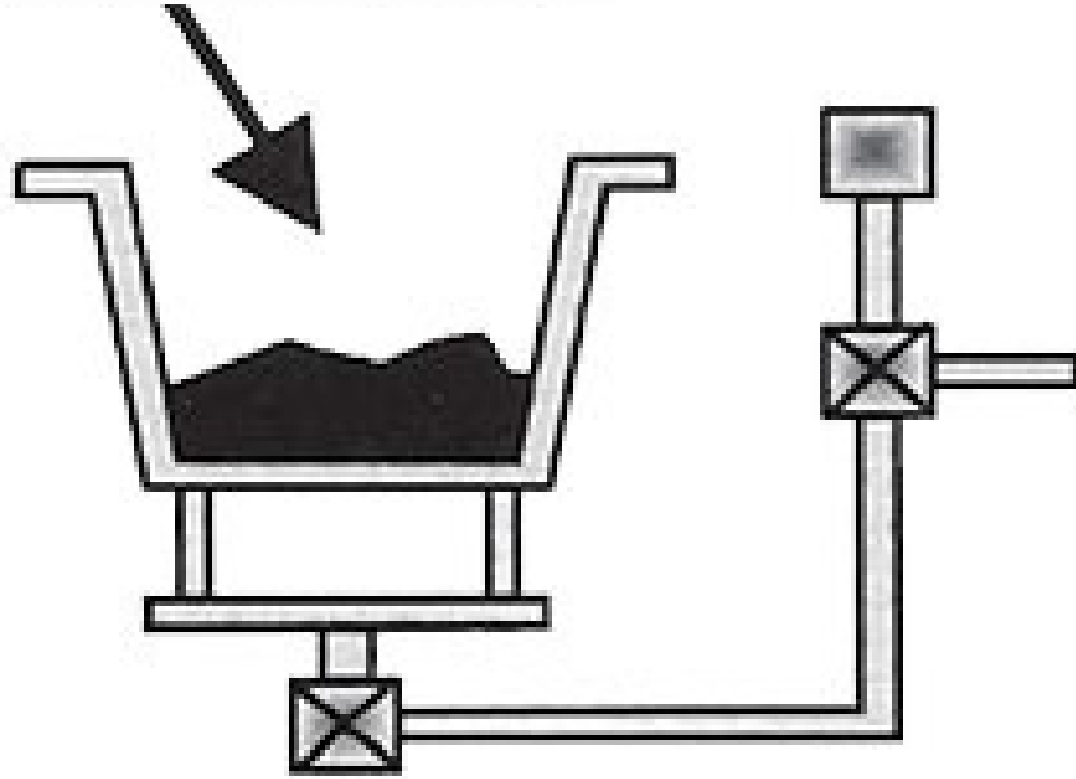


Şekil 8. Atlıkarınca makinesi

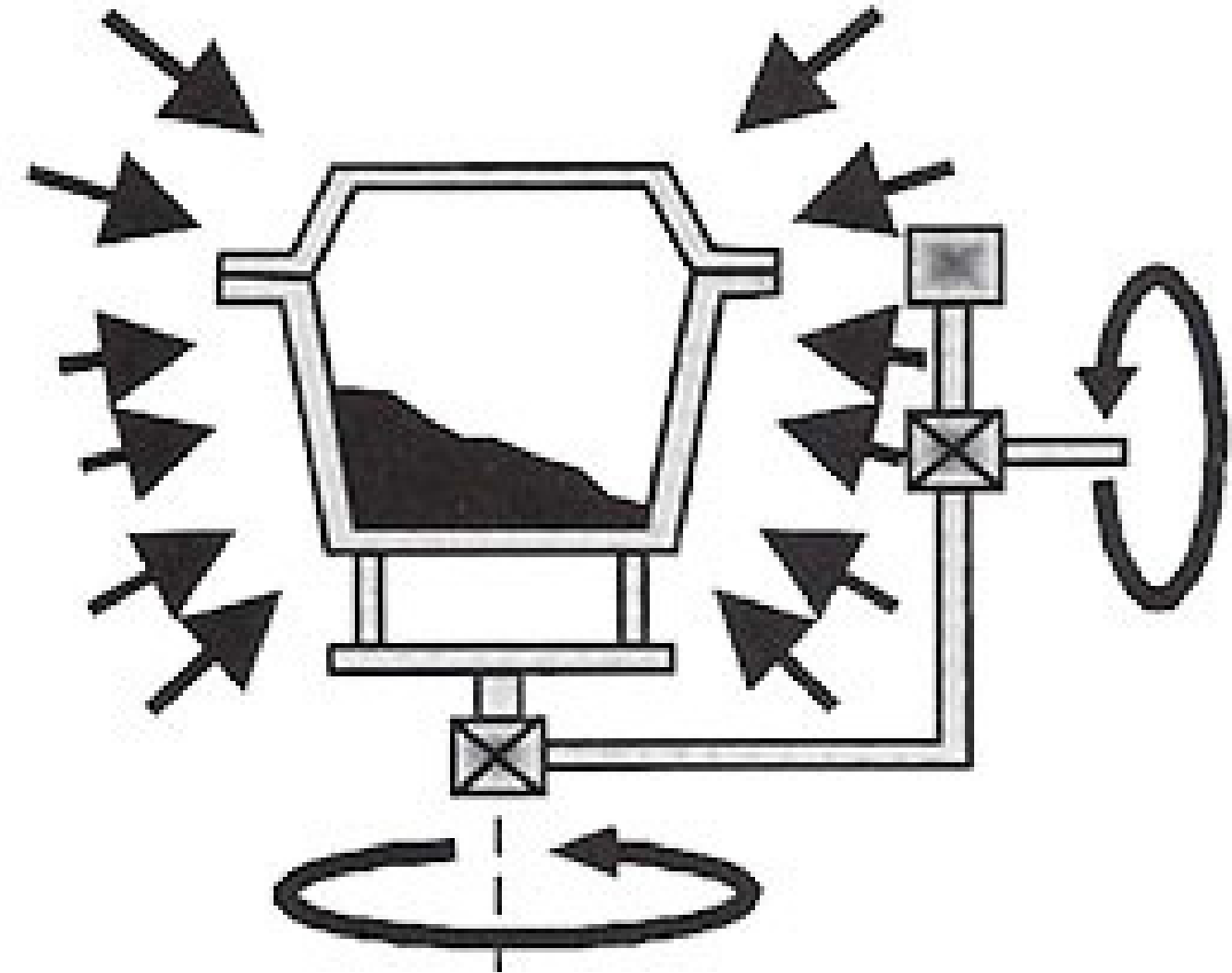
Döner Kalıplama Yönteminin Aşamaları

Şekil 9. Yöntemin Aşamaları

plastik tozu

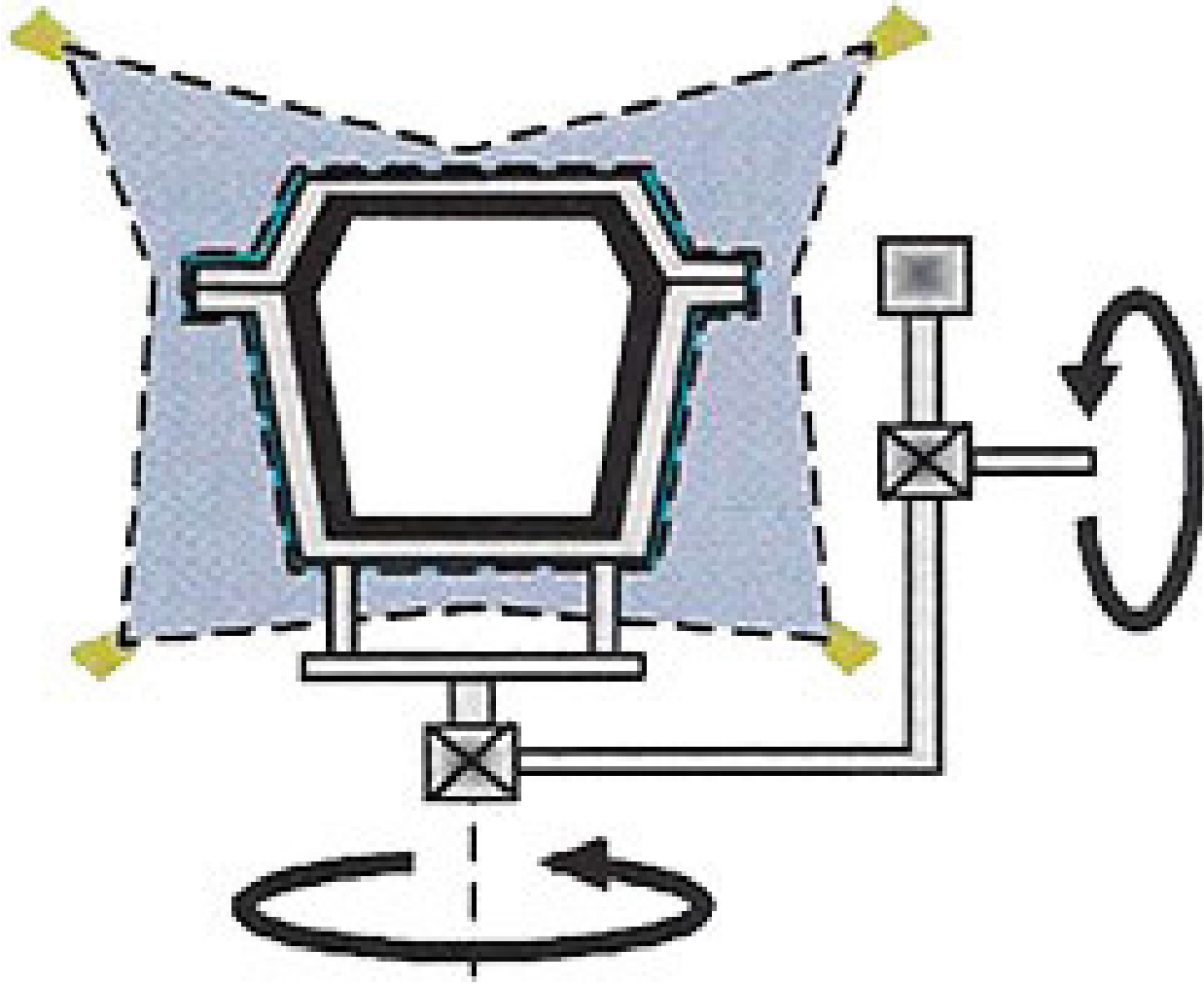


a) doldurma

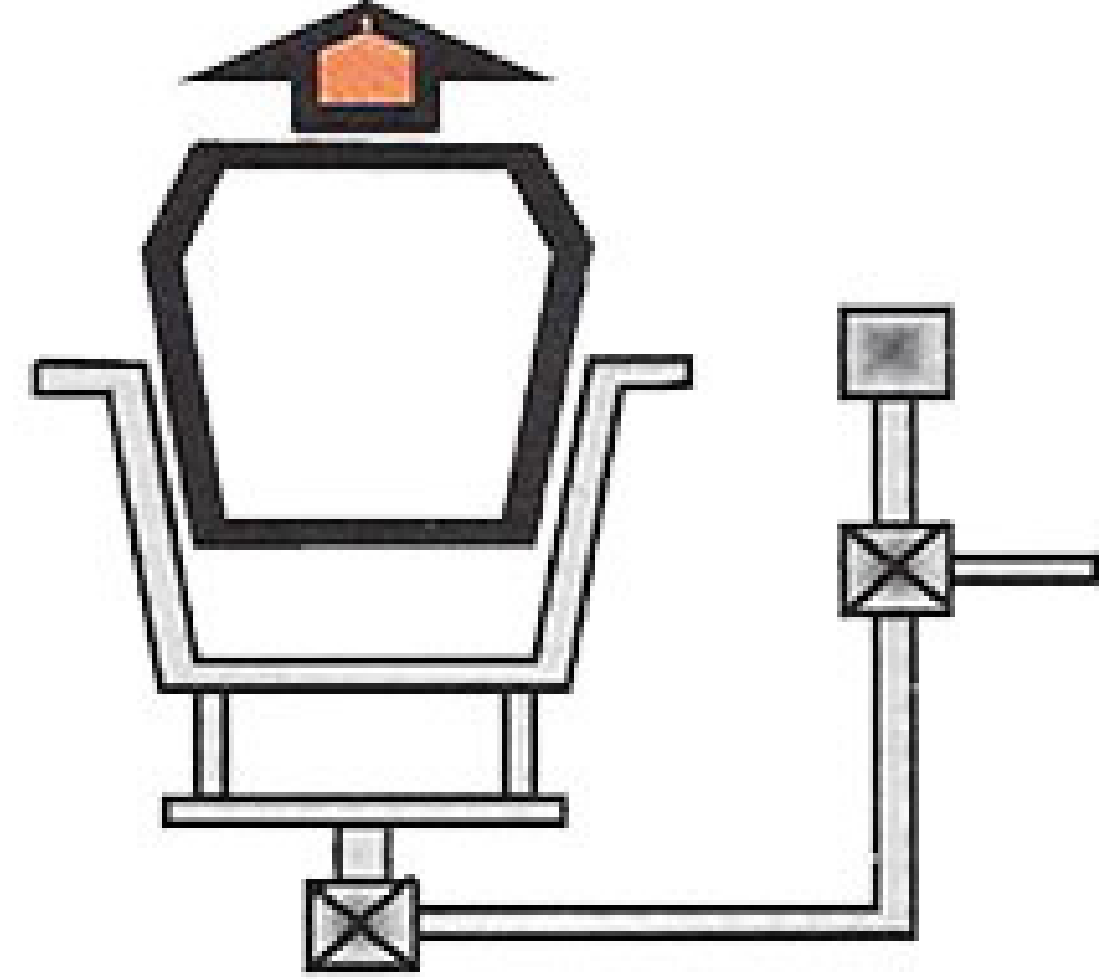


b) ısıtma

Şekil 9. Aşamaların devamı



c) soğutma



d) kalıptan çıkarma

Döner kalıplama işlemi dört farklı aşamadan oluşur:

1

Ölçülen miktarda polimerin (genellikle toz halinde) kalıba yüklenmesi.

2

Kalıbın bir fırında dönerken, tüm polimer eriyene ve kalıp duvarına yapışana kadar ısıtılması. İçi boş kısım, polimer tozunun birikmesini önlemek için farklı hızlarda dönen iki veya daha fazla eksen boyunca döndürülmelidir. Kalıbın fırında geçirdiği süre çok önemlidir: çok uzun sürelerde polimer bozularak darbe dayanımını azaltır. Kalıp fırında çok az zaman harcarsa, polimer eriyiği eksik olabilir. Polimer taneciklerinin kalıp duvarında tamamen erimesi ve birleşmesi için zamanı olmayacak ve bu da polimerde büyük kabarcıklar oluşmasına neden olacaktır. Bu, bitmiş ürünün mekanik özelliklerini bozar.

Kaynak: [10]

3

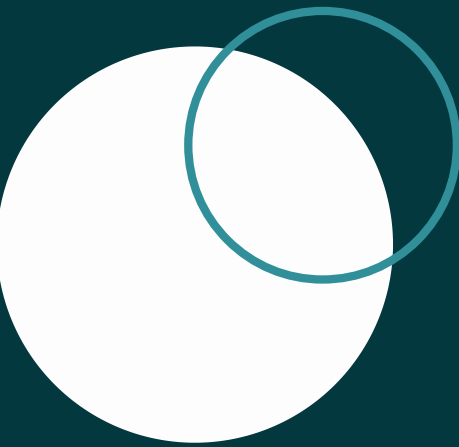
Kalıbın soğutulması, genellikle fan ile sağlanır. Döngünün bu aşaması oldukça uzun olabilir. Polimerin katılaşması ve operatör tarafından güvenli bir şekilde ele alınabilmesi için soğutulması gerekir. Bu genellikle onlarca dakika sürer. Parça soğuduğunda küçülecek, kalıptan uzaklaşacak ve parçanın kolayca çıkarılmasını kolaylaştıracaktır. Soğutma hızı belli bir aralıkta tutulmalıdır. Çok hızlı soğutma (örneğin, su püskürtme), kontrolsüz bir oranda soğumaya ve büzülmeye neden olarak çarpık bir parça üretir.

4

Parçanın çıkarılması.

Kalıp ayırıcılar (Mold release agents)

İyi bir kalıp ayırıcı (MRA), malzemenin hızlı ve etkili bir şekilde çıkarılmasını sağlar. Kalıp ayırıcılar döngü sürelerini, kusurları ve bitmiş ürünün esmerleşmesini azaltabilir.



Bir dizi kalıp ayırma türü mevcuttur; aşağıdaki gibi kategorize edilebilirler:

- **Kurban kaplamalar:** MRA'nın kaplaması her seferinde uygulanmalıdır, çünkü MRA'nın çoğu, aletten ayrıldığında kalıplanmış parçadan çıkar. Silikonlar bu kategorideki tipik MRA bileşikleridir.
- **Yarı kalıcı kaplamalar:** Kaplama, doğru şekilde uygulanırsa, yeniden uygulanması veya rötuş yapılması gerekmeden önce birden fazla serbest bırakma süresine sahip olacaktır. Bu tip kaplama, günümüzün rotasyonel kalıplama endüstrisinde en yaygın olanıdır. Bu kaplamalarda yer alan aktif kimyasal tipik olarak bir polisiloksandır.
- **Kalıcı kaplamalar:** Çoğunlukla kalıba uygulanan bir tür politetrafloroetilen (PTFE) kaplama. Kalıcı kaplamalar, operatör uygulaması ihtiyacını ortadan kaldırır, ancak yanlış kullanım nedeniyle hasar görebilir. [11]

Tasarım Konuları



Döner kalıplama için tasarım

Taslak açılarında. Parçayı kalıptan çıkarmak için bunlar gereklidir. Dış duvarlarda 1°'lik bir draft açısı işe yarayabilir (pürüzlü yüzey veya delik olmadığı varsayılarak). Tekne gövdesinin içi gibi iç duvarlarda 5°'lik bir draft açısı gerekebilir. [12] Bunun nedeni büzülme ve olası parça bükülmesidir. Diğer bir husus, yapısal destek kaburgalarıdır. Enjeksiyon kalıplama ve diğer işlemlerde katı nervürler arzu edilebilir ve elde edilebilir olsa da, döner kalıplamada içi boş bir nervür en iyi çözümdür. [13] Bitmiş bir parçayı kalıba sokarak sağlam bir nervür elde edilebilir, ancak bu maliyet ekler.



Dönel kalıplama, içi boş parçalar üretmede mükemmeldir. Ancak bu yapılırken dikkatli olunmalıdır. Girintinin derinliği genişlikten daha büyük olduğunda, ısıtma ve soğutmada bile sorunlar olabilir. Ek olarak, eriyik akışının kalıp boyunca düzgün bir şekilde hareket etmesine izin vermek için paralel duvarlar arasında yeterli boşluk bırakılmalıdır. Aksi takdirde dokuma oluşabilir. İstenen bir paralel duvar senaryosu, nominal duvar kalınlığının beş katı optimal olmak üzere, nominal duvar kalınlığının en az üç katı bir boşluğa sahip olacaktır. Paralel duvarlar için keskin köşeler de dikkate alınmalıdır. 45° 'nin altındaki açılarda köprüleme, dokuma ve boşluklar oluşabilir. [14]



Malzeme sınırlamaları ve hususlar

Diğer bir husus, malzemelerin erime akışıdır. Naylon gibi bazı malzemeler, diğer malzemelerden daha büyük yarıçaplar gerektirir. Ayarlanan malzemenin sertliği bir faktör olabilir. Çürük bir malzeme kullanıldığında daha yapısal ve güçlendirme önlemleri gerekebilir. [15]



Duvar kalınlığı

Döner kalıplamanın bir yararı, özellikle duvar kalınlıklarıyla deney yapma yeteneğidir. Maliyet tamamen duvar kalınlığına bağlıdır, daha kalın duvarlar daha maliyetlidir ve üretilmesi daha fazla zaman alır. Duvar hemen hemen her kalınlığa sahip olabilirken, tasarımcılar duvar ne kadar kalınsa o kadar fazla malzeme ve zaman gerekeceğini ve bunun da maliyetleri artıracığını unutmamalıdır. Bazı durumlarda, yüksek sıcaklıkta uzun süreler nedeniyle plastikler bozulabilir. Farklı malzemelerin farklı termal iletkenlikleri vardır, yani ısıtma odasında ve soğutma odasında farklı sürelerle ihtiyaç duyarlar. İdeal olarak, parça, uygulama için gereken minimum kalınlığı kullanacak şekilde test edilecektir. Bu minimum daha sonra nominal kalınlık olarak belirlenecektir. [16]

Süreç Boyunca Avantajlar



- **Düşük takım maliyetleri.** Bu bir döküm işlemi olduğu için baskı yoktur. Bu, kalıpların ucuz olduğu ve düşük hacmin ekonomik olabileceği anlamına gelir.
- **Karmaşık şekiller yapmak kolaydır.** Farklı yüzey dokuları gibi üretim karmaşıklıklarını kolayca barındırır.
- **Tek tip duvar kalınlığı.** Rotomoulding, köşeler daha kalın olma eğilimindeyken tutarlı duvar kalınlığı elde eder. Bu, ürün gücünü ve bütünlüğünü artırır.
- **Rotasyonel kalıplama makinesi maliyetleri diğer proseslere göre düşüktür** ve gerekli yatırım azdır. Süreçte büyük bir üretim esnekliği vardır.
- **Ürünlerin boyutunda neredeyse bir sınırlama yoktur** ve aynı anda birkaç farklı ürün kalıplanabilir. [17]

Süreç Boyunca Sınırlamalar

- Döndürerek kalıplanmış parçalar, diğer plastik işlemlerden farklı kısıtlamalara tabidir. Düşük basınçlı bir işlem olduğu için, bazen tasarımcılar kalıpta ulaşılması zor alanlarla karşı karşıya kalırlar.
- Sadece ürünün çıkarılmadan önce soğutulması gereken diğer işlemlerden farklı olarak, rotasyonel kalıplama ile tüm kalıbın soğutulması gerekir. Suyla soğutma işlemleri mümkün olsa da, hem finansal hem de çevresel maliyetleri artıran, kalıbın hala büyük bir arıza süresi vardır. Bazı plastikler, uzun ısıtma döngüleri ile veya eritilecek bir toza dönüşme sürecinde bozulur.
- Isıtma ve soğutma aşamaları, önce sıcak ortamdan polimer malzemeye, ardından da soğutma ortamına ısı transferini içerir. Her iki durumda da, ısı transferi süreci kararsız bir rejimde gerçekleşir; bu nedenle, kinetiği, bu süreçte dikkat edilmesi gerekir. [18]

Malzeme Gereksinimleri



- Kalıp içindeki yüksek sıcaklıklar nedeniyle, plastiğin ısının neden olduğu özelliklerde kalıcı değişikliklere karşı yüksek bir direnç sahip olması gerekir (yüksek termal kararlılık).
- Erimiş plastik, kalıbın içindeki oksijenle temas edecektir. Bu, potansiyel olarak erimiş plastiğin oksidasyonuna ve malzemenin özelliklerinin bozulmasına yol açabilir. Bu nedenle seçilen plastiğin sıvı halde bu tür bir bozulmayı önlemek için yeterli sayıda antioksidan moleküle sahip olması gerekir.
- Plastiği kalıba itecek basınç olmadığından, seçilen plastik kalıbın boşluklarından kolayca akabilmelidir. Parçanın tasarımı, seçilen belirli plastiğin akış özelliklerini de hesaba katmalıdır. [19]

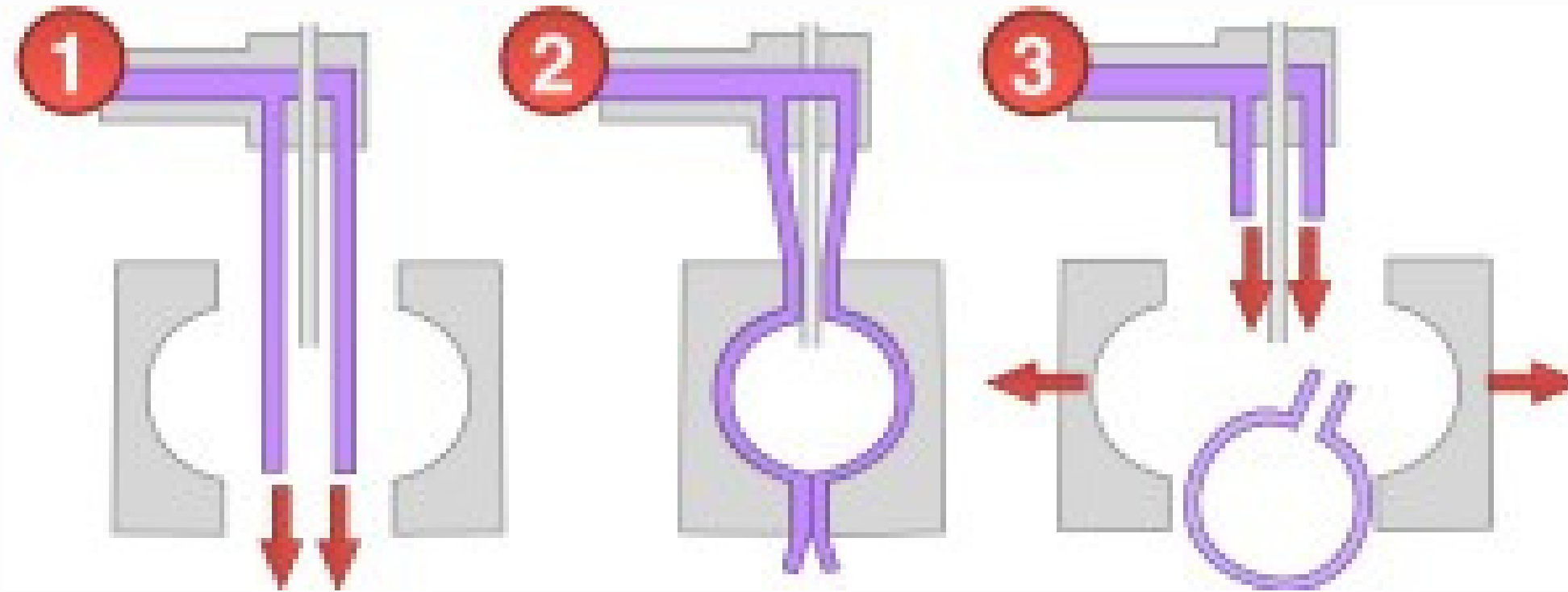
Diğer Üretim Teknikleri ile Karşılaştırıldığında Döner Kalıplama

Kaynak: [20]

1. Döner kalıplama vs şişirme kalıplama
2. Döner kalıplama vs vakumlu şekillendirme
3. Döner kalıplama vs enjeksiyon kalıplama

Döner kalıplama vs Şişirme Kalıplama

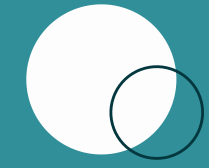
Şişirme veya şişirme kalıplama, çok popüler bir başka üretim yöntemidir. Erimiş plastik bir preforma ekstrüde edilir. Basıncı gaz – genellikle hava – daha sonra erimiş plastiği soğuyana ve sertleşene kadar kalıba bastırır. Soğuduktan sonra kalıptan çıkarılabilir.



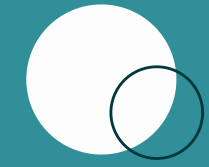
Şekil 10. Şişirme Kalıplama



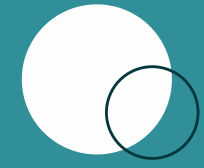
Döner kalıplama



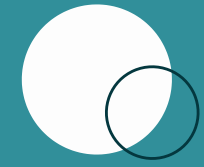
- +Basınçsız ürün
- +Düşük yatırım maliyetleri
- +Tasarım özgürlüğü



Şişirme Kalıplama

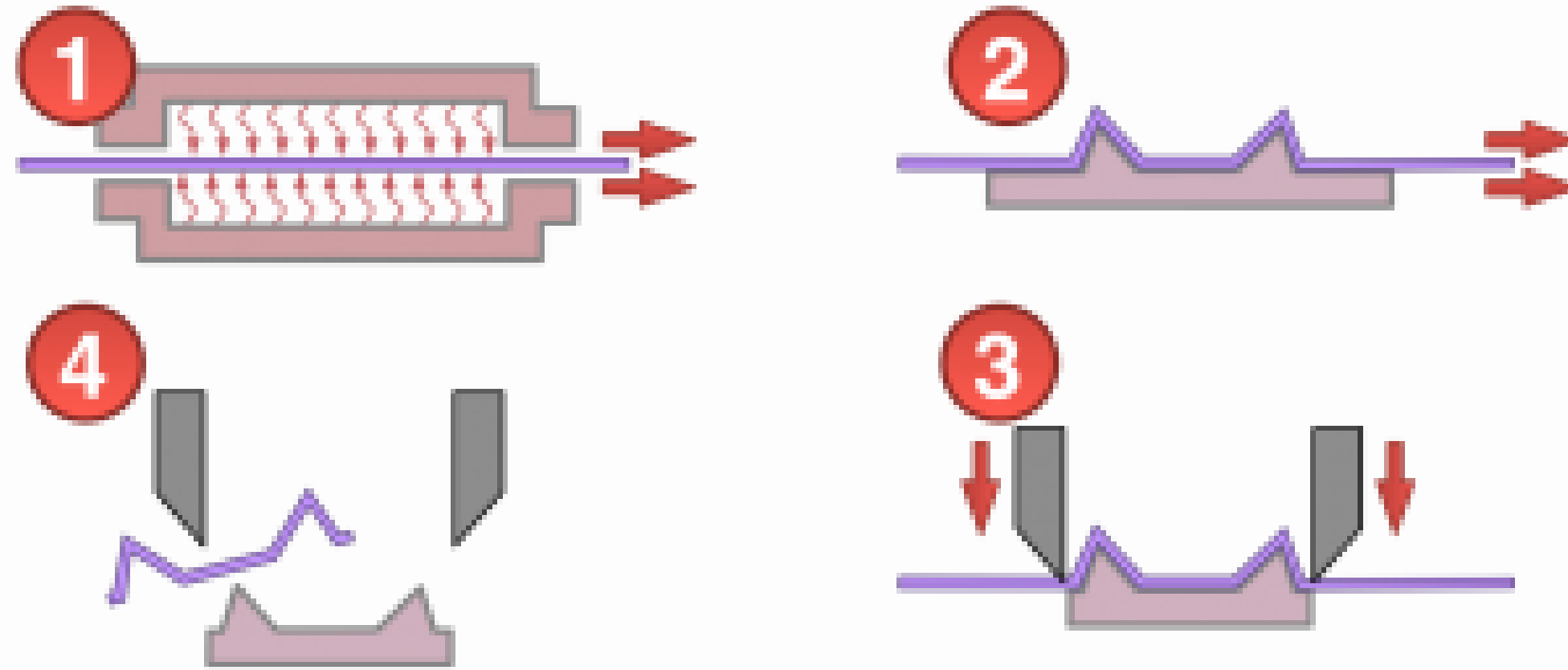


- +Kısa çevrim süreleri
- +Daha fazla malzeme türü mümkün
- +Yüksek düzeyde ayrıntı



Döner Kalıplama vs Vakumlu Şekillendirme

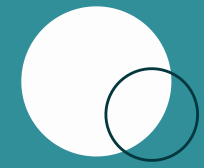
Vakumlu şekillendirmede plastik folyo, örneğin bir kızıl ötesi fırın vasıtasıyla deformasyon sıcaklığına ısıtılır. Isıtılmış folyo bir kalıbın içine veya etrafına gerilir. Kalıbın yüzeyi ile plastik arasında bir vakum oluşturularak kalıp formundaki plastiğin dışarı çekilmesi sağlanır, daha sonra ürün zorla soğutulur.



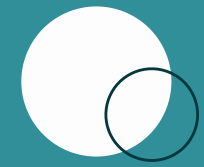
Şekil 11. Vakumlu Şekillendirme



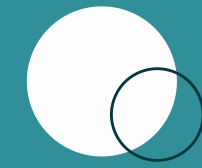
Döner kalıplama



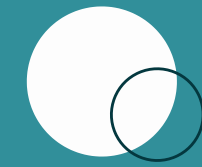
- +Basınçsız ürün
- +Düşük yatırım maliyetleri
- +Tasarım özgürlüğü



Vakumlu Şekillendirme

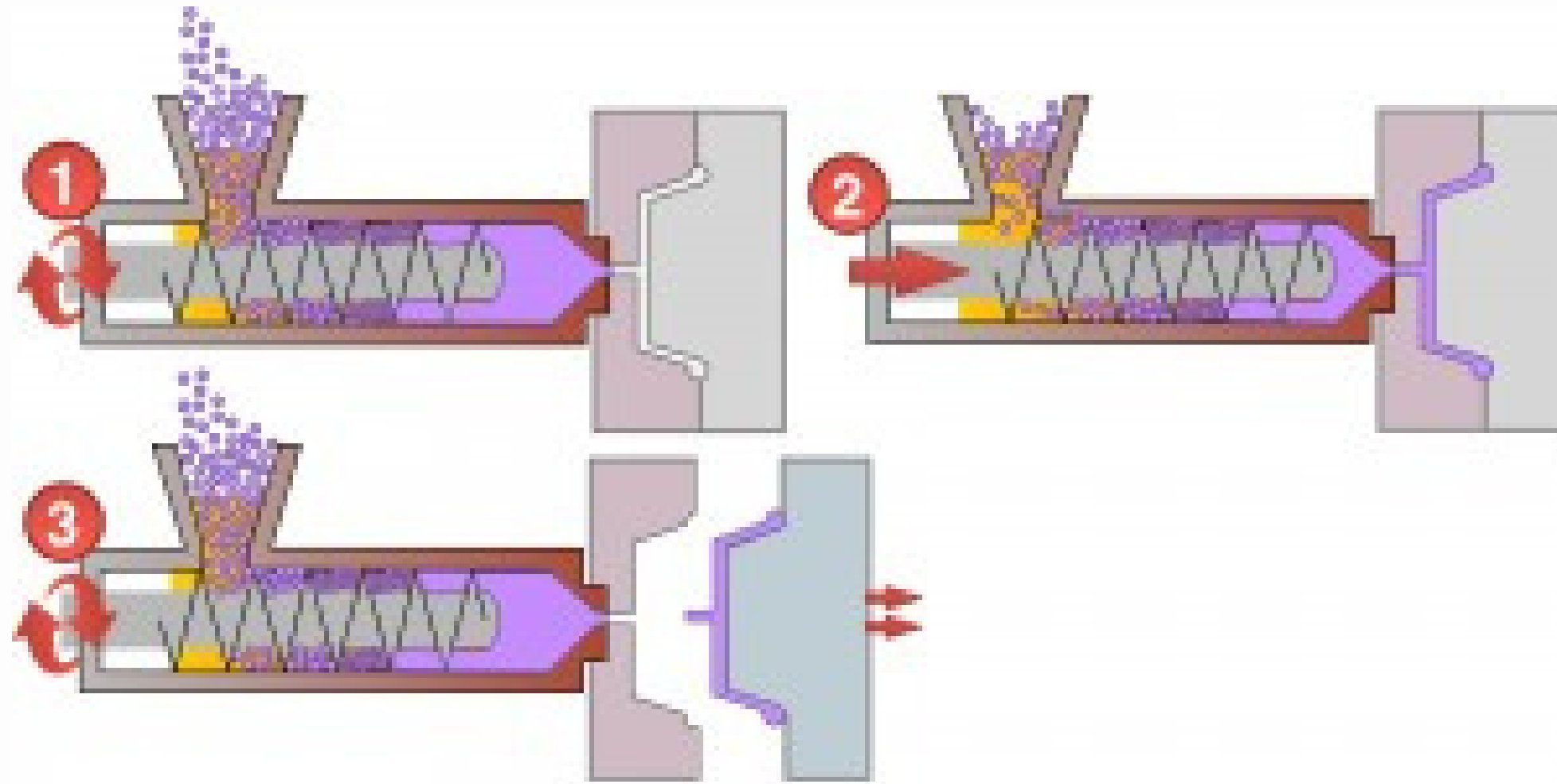


- +Kısa çevrim süreleri
- +Daha fazla malzeme türü mümkün
- +Yüksek düzeyde ayrıntı



Döner Kalıplama vs Enjeksiyon Kalıplama

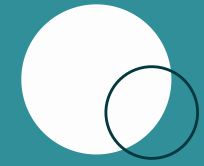
Enjeksiyon kalıplama ile erimiş plastik yüksek basınç altında bir kalıba enjekte edilir. Soğutularak plastik katılaşır, bu da plastik ürünü elde eder. Enjeksiyon kalıplamanın yüksek maliyeti nedeniyle, özellikle daha büyük üretim miktarları için uygundur.



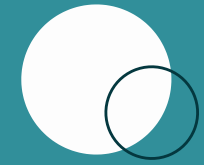
Şekil 12. Enjeksiyon Kalıplama



Döner kalıplama



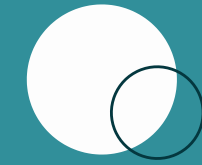
- +Düşük yatırım maliyetleri
- +Kalın duvarlar mümkün
- +İçi boş ürünler üretmek kolay

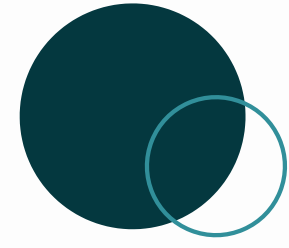


Enjeksiyon Kalıplama



- +Kısa çevrim süreleri
- +Daha fazla malzeme türü mümkün

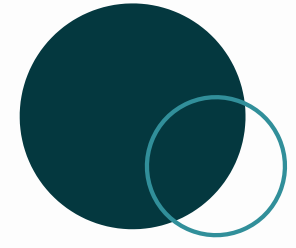




Döner Kalıplama Yöntemiyle İmal Edilmiş Bazı Ürünler



Şekil 13. Ürün örnekleri



Döner Kalıplama Yöntemiyle İmal Edilmiş Bazı Ürünler



Şekil 14. Ürün örnekleri



Şekil 15. Grafikte kalıp



Şekil 16. Plastik Flamingo



Şekil 17. Çeşitli ürünler



**Şekil 18. Sıvı depolama
tankına kalıplanmış
kör pirinç dişli altıgen**

**Şekil 19. Edon roto
kalıplı kürek teknesi**



KAYNAKÇA

- [1] Pentas, What is rotational moulding?
- [2] Pentas, Rotational moulding in short
- [3] Todd, Robert H.; Allen, Dell K.; Alting, Leo (1994), Üretim Süreçleri Referans Kılavuzu , Industrial Press Inc., ISBN 0-8311-3049-0.
- [4], [5], [6], [7], [8], [9] Beall, Glenn (1998), Döner Kalıplama , Hanser Gardner Yayınları, ISBN 978-1-56990-260-8.}
- [10] Döner Kalıplama Yönteminin Aşamaları
- [11] Wikipedia, Rotational Moulding, Mold release agents
- [12] Putting the right spin on rotational-molding designs, Fawcett J, Machine Design (2000), {ISSN:00249114}



KAYNAKÇA

- [13] Beall 1998 , s.69
- [14] Beall 1998 , s. 75-77.
- [15] Beall 1998 , s. 71
- [16] Beall 1998 , s. 70
- [17] Plastipedia, Rotational Moulding, Key Advantages
- [18] Wikipedia, Rotational Moulding, Limitations
- [19] Wikipedia, Rotational Moulding, Material requirements
- [20] Pentas, Rotational moulding compared with other manufacturing techniques

KAYNAKÇA

- Şekil 1. Döner Kalıplama Şeması
- Şekil 2. Döner Kalıplama Yapımı
- Şekil 3. Rock'n roll makinesi
- Şekil 4. Kapaklı makine
- Şekil 5. Dikey veya up&over dönüşlü makine
- Şekil 6. Mekik makinesi
- Şekil 7. Sarkaç kol makinesi
- Şekil 8. Atlıkarınca makinesi
- Şekil 9. Yöntemin Aşamaları
- Şekil 10. Şişirme Kalıplama
- Şekil 11. Vakumlu Şekillendirme
- Şekil 12. Enjeksiyon Kalıplama

KAYNAKÇA

- Şekil 13. Ürün örnekleri
- Şekil 14. Ürün örnekleri
- Şekil 15. Grafikte kalıp
- Şekil 16. Plastik Flamingo
- Şekil 17. Çeşitli ürünler
- Şekil 18. Sıvı depolama tankına kalıplanmış kör pirinç dişli altıgen
- Şekil 19. Edon roto kalıplı kürek teknesi