

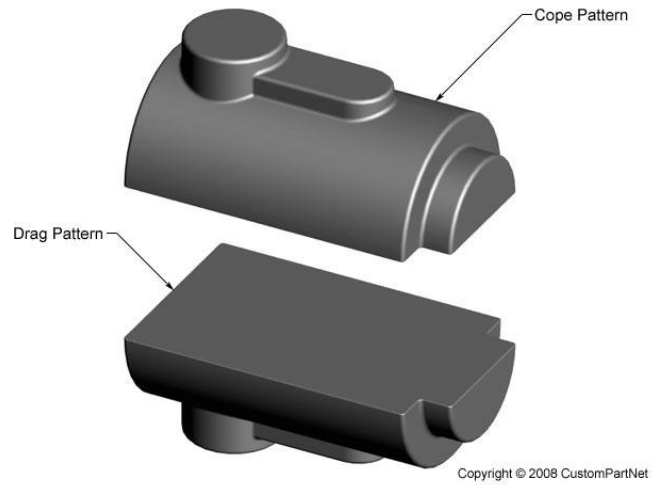
Kalıp Yapımında Kullanılan Modeller

Dr. Serhat ACAR

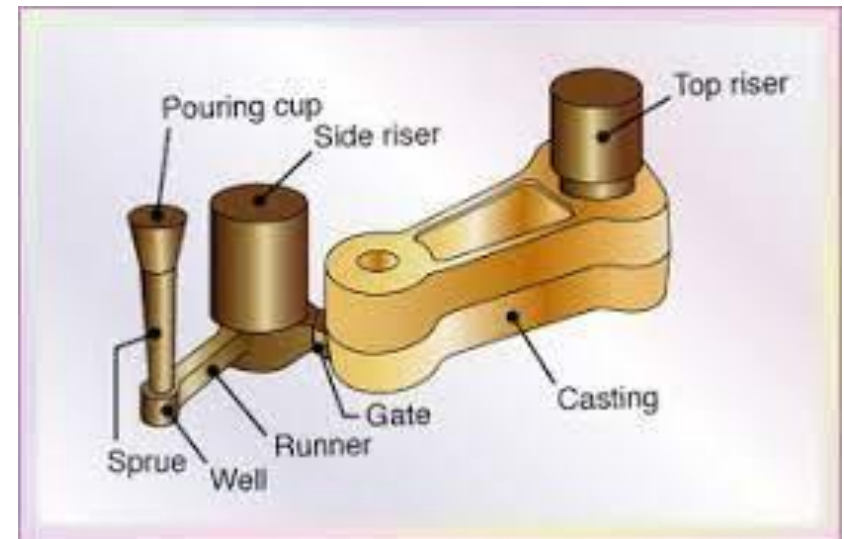
MODEL, bir kalıbın döküm boşluğunu şekillendirmek için etrafında bir kalıplama malzemesinin (genellikle hazırlanmış kum) yerleştirildiği ahşap, metal, plastik veya kompozit malzemelerden yapılmış bir formdur. Çoğu model, tamamlanmış kalıp yarılarından çıkarılır ve birçok kalıp yapmak için tekrar tekrar kullanılır. Mum veya genleştirilmiş polistiren (EPS) gibi malzemeler kullanılarak harcanabilir modeller yapılır ve bunlar tek bir kalıp üretmek için yalnızca bir kez kullanılabilir.

Model Türleri (Kalıcı modeller için)

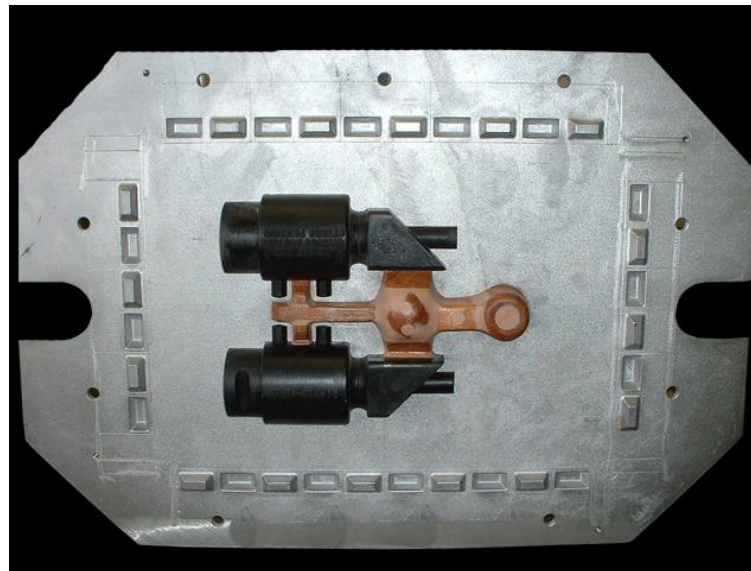
- Serbest model
- Yolluklu serbest model (loose pattern)
- **Plak model**
- Özel modeller



Serbest model



Yolluklu serbest model



Plak model

Model malzemeleri

Kalıcı modellerin malzemeleri

- **Ahşap** (Kuru, sert ve düşük gözenekli olmalıdır.)
 - Çam, - Gürgen
- **Metal** (Talaşlı işlemeyle, dökümle veya eklemeli imalat ile üretilebilir)
 - Al alaşımları, - Cu alaşımları, - Dökme demir, -Çelik
 - Pb-Sn alaşımları
- **Polimerik** (Geleneksel polimer şekillendirme yöntemleri veya eklemeli imalat ile üretilebilir.)
 - Fenolik reçineler, -Epoksi reçineler,-Poliüretan
- **Alçı** (Plastikle kaplanabilir, fiberler ile katkılandırılabilir.)

Characteristic	Pattern material			
	Wood	Aluminum	Cast	Polyurethane
			iron	
Machinability	E	G	F	G
Wear resistance	P	G	E	E
Strength	P	G	E	F
Repairability	E	F	G	E
Corrosion resistance	E	E	P	E

E, Excellent; G, Good; F, Fair; P, Poor

Kalıcı model malzemelerinin bazı karakteristik özellikleri

Harcanabilir modellerin malzemeleri

- Mum (Hassas döküm için)

Ingredient	Composition, %
Hard wax ^(a)	40
Microcrystalline wax	25
Soft resinous plasticizers ^(b)	15
Hard resins ^(b)	20
Antioxidant	0.05

(a) Microcrystalline, amorphous.

(b) Amorphous

Tipik bir model mumu içeriği

- Polimerik köpük (Kaybolan köpük döküm için)
 - **EPS**, - EPMMA, - Kopolimerler



Mum model ve
döküm parça



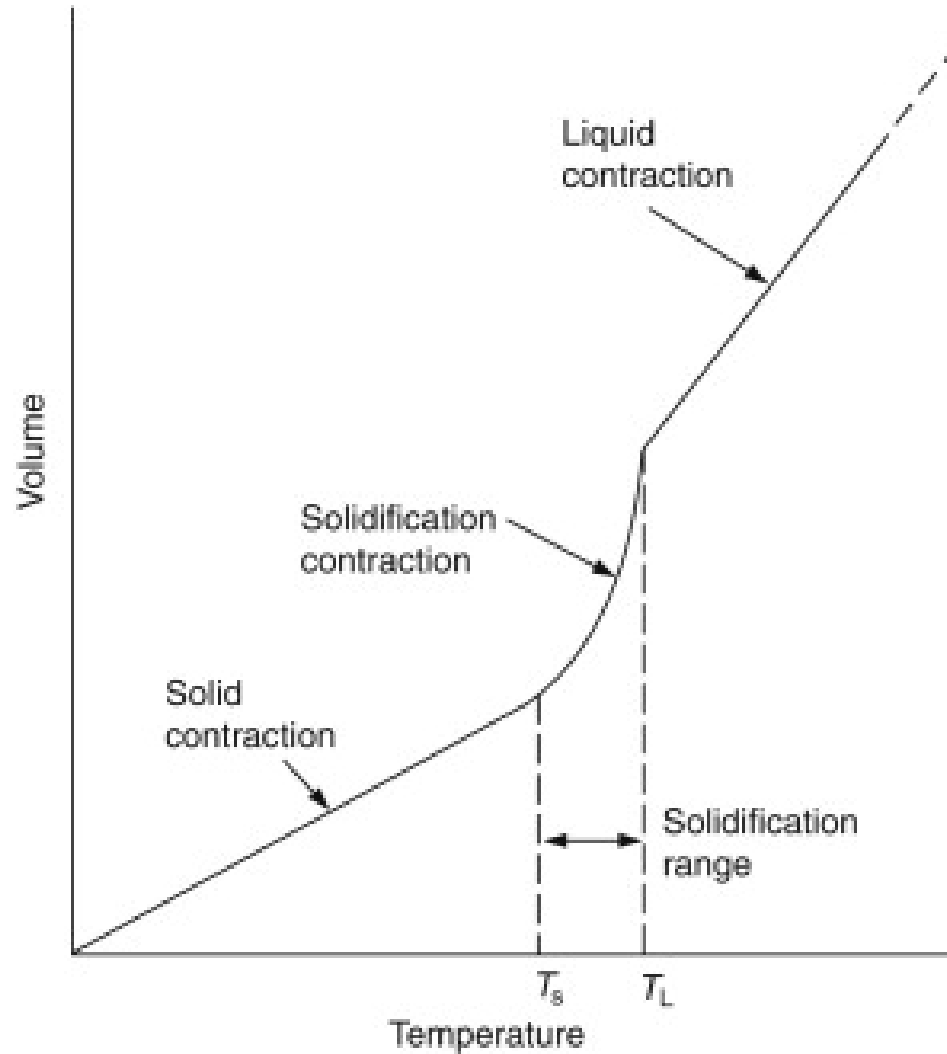
Köpük model ve
döküm parça

Model türünün seçimi

Belirli bir döküm seti için kullanılan model veya maça kutusu tipi ve kullanılan model veya maça kutusu malzemesi aşağıdaki temel faktörlere bağlıdır:

- Üretilecek döküm sayısı
- Kullanılacak kalıplama veya maça yapım tekniği
- Döküm parçanın tasarımı
- Gerekli boyutsal toleranslar

Çekmenin (büzülmenin) aşamaları



Model payları (toleransları)

Bir model istenen boyutlarda bir döküm üretmek için kullanılsa da, boyutsal olarak dökümle aynı değildir. Bitmiş dökümün boyutsal olarak doğru olmasını sağlamak, modelin kalıptan etkili bir şekilde çıkarılabilmesini sağlamak ve maçaların sıkıca sabitlenmesine izin vermek için model üzerinde bir dizi pay bırakılmalıdır.

- Çekme payı
- İşleme payı
- Çarpılma (distorsiyon) payı (Bazı özel şekiller için)
- Koniklik ya da sıyırma açısı

Çekme payı, metal dökümün katılaşması ve oda sıcaklığına kadar soğuması sırasında büzülmesini telafi etmek için modele yerleştirilen düzeltme faktörüdür. Model, dökümün katılaşmasına ve soğurken büzülmesine izin vermek için kasıtlı olarak istenen nihai döküm boyutlarından daha büyük yapılır. Bu büzülme payı bazen modelcinin büzülmesi olarak adlandırılır. Toplam büzülme hacimseldir, ancak genellikle doğrusal olarak ifade edilir. Dökülen her bir metal türü için farklı çekme payları kullanılması gerektiğinden, boyutsal değişiklikler beklemeden farklı döküm metalleri için aynı model ekipmanını kullanmak mümkün değildir. Bu çekme paylarının yalnızca kılavuz niteliğinde olduğu ve yalnızca gerçek döküm tasarımı ve kullanılacak kalıplama teknikleri hakkında önemli ölçüde bilgi sahibi olarak uygulanabileceği bilinmelidir.

Bazı metal ve alaşımların hacimsel katılaşma büzölmeleri

Metal or alloy	Volumetric solidification contraction (%)	Metal or alloy	Volumetric solidification contraction (%)
Aluminum	6.6	70%Cu–30%Zn	4.5
Al–4.5%Cu	6.3	90%Cu–10%Al	4
Al–12%Si	3.8	Gray iron	Expansion to 2.5
Carbon steel	2.5–3	Magnesium	4.2
1% carbon steel	4	White iron	4–5.5
Copper	4.9	Zinc	6.5

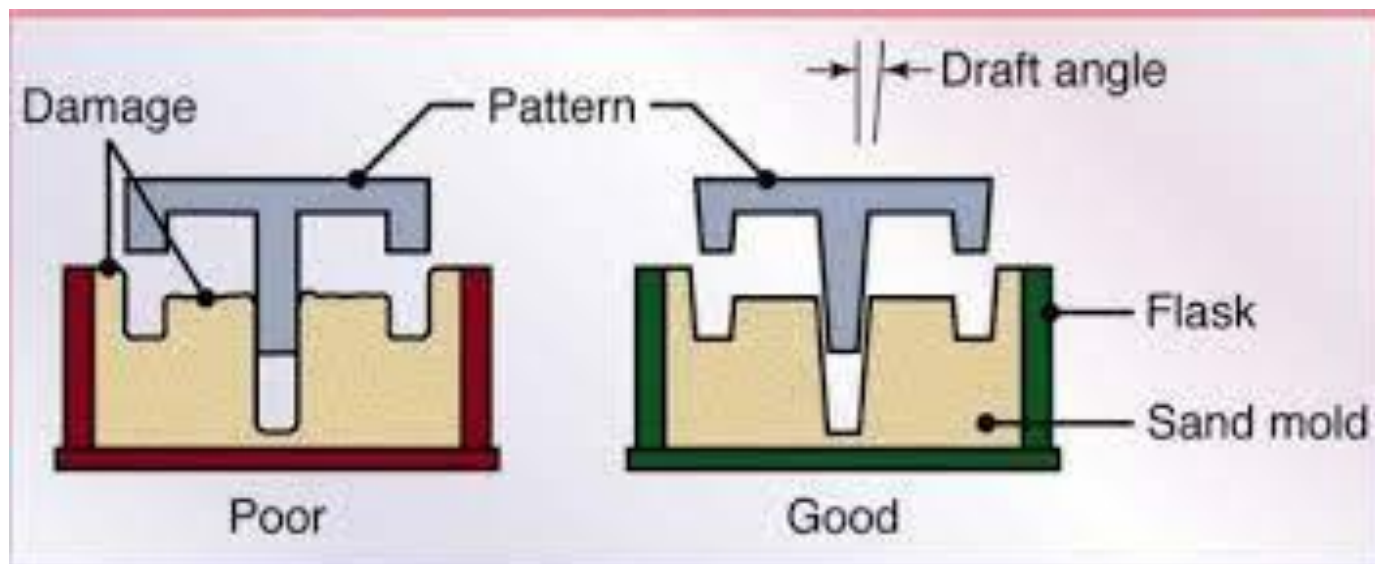
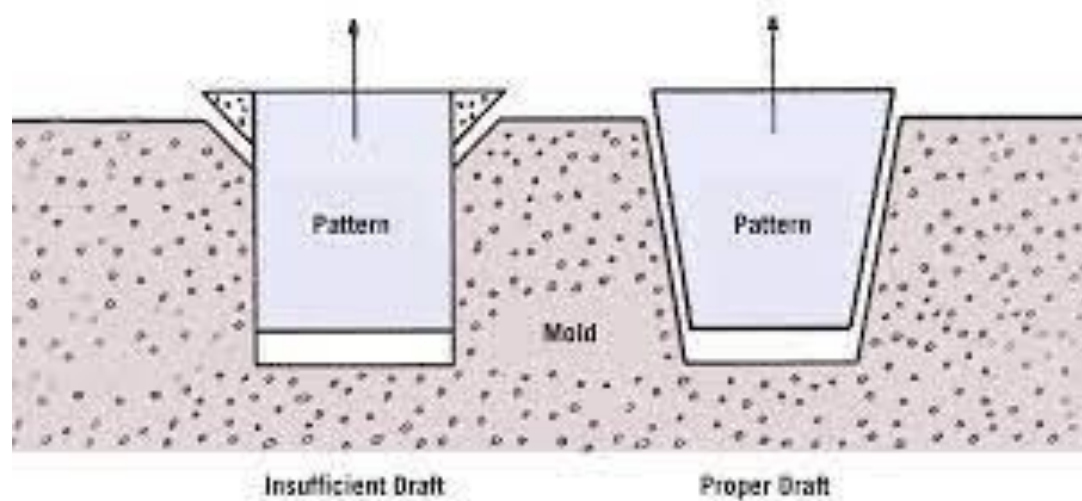
Çeşitli metal ve alaşımlar için tipik model çekme payları

Alloy being cast	Allowance	Approximate shrinkage, %	Shrinkage allowance	
			mm/m	in./ft
Steel	1 in 64	1.6	15/7	3/16
Gray cast iron	1 in 100	1.0	8/4	1/10
Ductile cast iron	1 in 120	0.8	7/8	3/32
Aluminum	1 in 77	1.3	13/1	5/32
Brass	1 in 70	1.4	14/4	11/64

Makine işleme payı, yüzey bitimi için tüm döküm yüzeylerinde yeterli metal fazlalığı sağlar. Gerekli makine işleme payı, dökülen metal, dökümün boyutu ve şekli, döküm yüzey pürüzlülüğü ve beklenebilecek yüzey kusurları ve dökümün beklenen çarpılma ve boyutsal toleransları dahil olmak üzere birçok faktöre bağlıdır. Otomatik kalıplama makineleri ile birleştirilmiş kalıplar, genellikle nihai işleme maliyetlerini önemli ölçüde azaltabilecek minimum makine işleme payı ile yakın toleranslı dökümler üretebilir.

Çarpılma payları. Büyük düz plakalar ve kubbe veya U şekilli dökümler gibi bazı döküm şekilleri, düz veya mükemmel modellerden üretildiklerinde bazen deforme olurlar. Bu bozulma, düzensiz şekilli tasarımların katılaşması sırasında düzgün olmayan büzülme gerilmelerinden kaynaklanır. Küçük çarpımlar normalde dökümün mekanik olarak preslenmesi veya düzeltilmesi ile düzelir, ancak çarpımlar büyük ve belirgin ise, döküm çarpımlarına karşı koymak için model şekli kasıtlı olarak değiştirilebilir. “ Çarpık ” model daha sonra çarpıklıktan arındırılmış bir döküm üretecektir. Çarpımları ön görmek ve gidermek için çarpılma payı uygulamak belirli bir tecrübe gerektirmektedir.

Koniklik, kalıp duvarları yırtılmadan kumdan veya diğer kalıplama ortamından çıkarılmasına izin vermek için bir modelin dikey yüzeylerinde izin verilen açıdır. (Dikey olarak ayrılmış kalıplarda, yatay model yüzeylerinde koniklik gereklidir). Gerekli koniklik miktarı dökümün şekline ve boyutuna, kullanılan kalıplama işlemine, kalıp üretim yöntemine ve kalıbın durumuna bağlıdır. Tasarım boyutlarına genellikle yaklaşık 1,5°'lik (16 mm/m veya 0,2 inç/ft) bir sıyırma açısı eklenir. Elle kalıplama teknikleri kullanıldığında sıyırma açısı daha yüksek olabilir. İç yüzeyler genellikle dış yüzeylerden biraz daha fazla açı gerektirir ve derin cepler veya boşluklar çok daha fazla koniklik gerektirebilir.



Yönlendirilmiş katılma

Dökümlerde katılma doğal olarak daha hızlı soğuyan ince kesitlerde başlayarak kalın kesitlere doğru ilerler, doğru tasarım ile katılma besleyicilere (çıkıcılara) ve yolluk sistemine doğru yönlendirilmeli ve buralarda son bulmalıdır. Bu şekilde büzülme son katılan kısımlarda kalır ve parçanın dışına taşınmış olur. Buna yönlendirilmiş katılma denir. Bu amaçla:

- Uygun sıcaklık gradyanı için optimum yolluk ve besleyici sistemi hazırlanır.
- Etkili şekillerdeki besleyiciler doğru yerlere yerleştirilir.
- Gerekli durumlarda doğru yerlerde soğutucu (çil) kullanılır.
- Kalıpların farklı yerlerinde farklı tipte kumlar kullanılır. Bu kumlar farklı ısı özelliklerine sahip olmalıdır.
- Besleyicilerin katılmasını geciktirmek için besleyici gömlekleri kullanılabilir.

Besleyici (riser) şekli

SPHERE



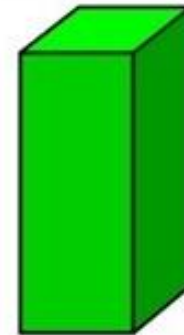
V
A

CYLINDER



V
1.2 A

CUBOID



V
1.35 A

$$t_{\text{sphere}} = 1.5 t_{\text{cylinder}}$$

$$t_{\text{sphere}} = 2 t_{\text{cuboid}}$$

$$\text{Module } (M) = \frac{\text{Volume } (V)}{\text{Surface Area } (A)}$$

$$\text{solidification time } (ts) \propto \left(\frac{V}{A}\right)^2$$

$$M_R^2 > M_C^2 \quad (10 - 15\%)$$

R: Riser

C: Casting

Alaşımların akışkanlığını etkileyen faktörler

- Döküm sıcaklığı (Üst ısı miktarı)
- Ergimiş malzemenin ısı özellikleri
- Kalıp malzemesinin ısı özellikleri
- Yolluk sisteminin tasarımı
- Döküm metalin kalıp ısılatma kabiliyeti
- Kalıp duvarının yüzey pürüzlülüğü
- Döküm parçanın kesit kalınlığı
- Alaşımın katılaşma aralığı (Liquidus ve solidus sıcaklıkları)

Ergimiş Metalin Akışkanlığı

Ergimiş metalin kalıp boşluklarını doldurma kabiliyetini tanımlamak için yaygın olarak kullanılan bir terim akışkanlıktır. Bu terim iki temel faktörden oluşur: (1) ergimiş metalin özellikleri; ve (2) döküm parametreleri. Ergimiş metalin aşağıdaki özellikleri akışkanlığı etkiler:

1. **Viskozite.** Viskozite ve viskozite indeksi (sıcaklığa duyarlılığı) arttıkça akışkanlık azalır.

2. **Yüzey gerilimi.** Sıvı metalin yüksek yüzey gerilimi akışkanlığı azaltır. Ergimiş metalin yüzeyinde oluşan oksit filmlerinin akışkanlık üzerinde önemli bir olumsuz etkisi vardır; örneğin saf ergimiş alüminyumun yüzeyindeki bir oksit filmi yüzey gerilimini üç katına çıkarır.

3. **İnklüzyonlar.** Çözünmeyen partiküller olarak inklüzyonlar akışkanlık üzerinde önemli bir olumsuz etkiye sahip olabilir. Bu etki, içinde ince kum parçacıkları bulunan ve bulunmayan yağ gibi bir sıvının viskozitesini gözlemleyerek doğrulanabilir; ilkinin daha düşük viskoziteye sahip olacağı not edilecektir.

4. **Alaşımın katılaşma şekli.** Akışkanlık katılaşma aralığı ile ters orantılıdır, dolayısıyla aralık ne kadar kısa olursa (saf metaller ve ötektiklerde olduğu gibi) akışkanlık o kadar yüksek olur. Tersine, uzun katılaşma aralığına sahip alaşımlar (katı-çözelti alaşımları gibi) daha düşük akışkanlığa sahiptir.

Aşağıdaki döküm parametreleri akışkanlığı ve sistemin akışkan akışı ve ısı özelliklerini etkiler:

1. **Kalıp tasarımı.** Yolluk, yolluklar ve besleyiciler gibi bileşenlerin tasarımı ve boyutları akışkanlığı değişen derecelerde etkiler.

2. **Kalıp malzemesi ve yüzey özellikleri.** Kalıbın ısı iletkenliği ne kadar yüksekse ve yüzeyleri ne kadar pürüzlü ise akışkanlık o kadar düşük olur. Kalıbın ısıtılması akışkanlığı artırır, ancak katılaşma süresini de artırarak daha iri tanelere ve dolayısıyla daha düşük mukavemete neden olur.

3. **Üst ısı miktarı.** Bir alaşımın ergime noktasının üzerindeki sıcaklık artışı olarak tanımlanan üst ısı, katılaşmayı geciktirerek akışkanlığı artırır.

4. **Dökme hızı.** Kalıba dökme hızı ne kadar düşükse akışkanlık da o kadar düşük olur, çünkü metal daha hızlı soğur.

5. **Isı transferi.** Isı transferi sıvı metalin viskozitesini ve dolayısıyla akışkanlığını doğrudan etkiler.

Dökülebilirlik terimi genellikle bir metalin iyi kalitede bir parça üretmek için dökülebilme kolaylığını tanımlamak için kullanılır. Bu terim döküm pratiklerini de içerdiğinden, yukarıda listelenen faktörlerin dökülebilirlik üzerinde doğrudan etkisi vardır.

Akış özellikleri

Yolluk sistemlerindeki akışkan akışında önemli bir husus, akışkanların laminar akışının aksine türbülansın varlığıdır. Reynolds sayısı, Re , akışkan akışının bu yönünü karakterize etmek için kullanılır; Re , akışkan akışındaki ataletin viskoz kuvvetlere oranını temsil eder ve şu şekilde ifade edilir:

$$Re = vD\rho/\eta$$

Burada v sıvının hızı, D kanalın çapı ve ρ ve η sırasıyla sıvının yoğunluğu ve viskozitesidir. Reynolds sayısı ne kadar büyük olursa türbülanslı akış eğilimi de o kadar büyük olur. Sıradan yolluk sistemlerinde Re 2000 ile 20.000 arasında değişir; 2000'e kadar olan Re değerleri laminar akışı temsil eder. 2000 ile 20.000 arasında akış laminar ve türbülanslı bir karışımdır ve genellikle döküm için yolluk sistemlerinde zararsız olarak kabul edilir. Ancak 20.000'in üzerindeki Re değerleri şiddetli türbülansı temsil eder ve hava girişine ve cüruf oluşumuna neden olur.