

İTÜ



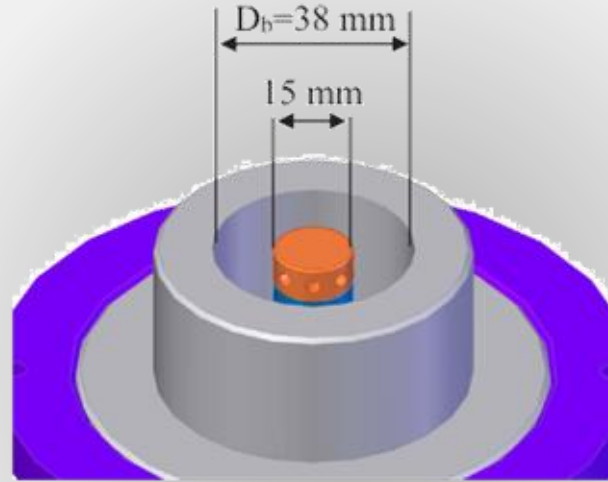
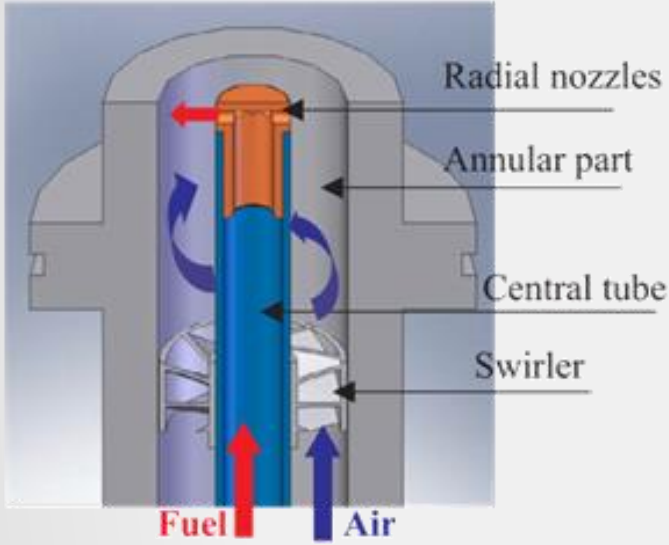
TÜBİTAK

C EURO^{4SEE}

Lattice Boltzmann Metodu'na Giriş
Alihan Atilla Çınar, Burakhan Şüküroğlu
İstanbul Teknik Üniversitesi

LBM ile kompleks bir akışın incelenmesi

➤ Dönel Karıştırıcı Yakıcı içerisinde kompleks türbülanslı akış analizi



- Dönel Karıştırıcı Yakıcı
- Kompleks Akış
- Detaylı Akış Fiziği
- **Türbülanslı Akış**

- Fiziksel Sistemin Kafes Uzayında temsil edilmesi
- Sınır Koşullarının Empoze Edilmesi
- Geometrinin oluşturulması ve düzgün olmayan ağ yapısının oluşturulması

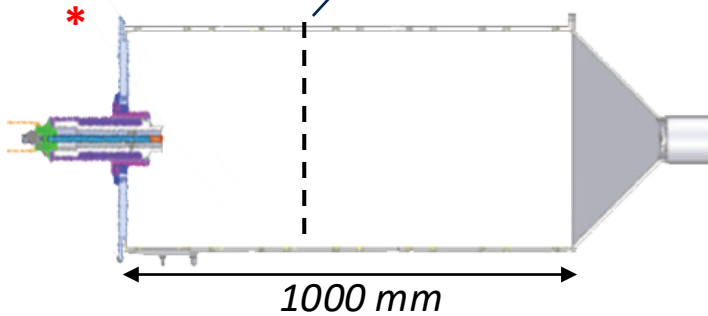


Sonuçların incelenmesi
ile LBM nin
yeteneklerinin analizi

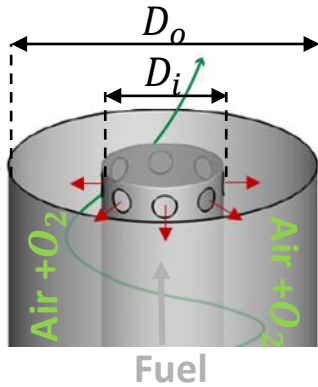
LBM ile kompleks bir akışın incelenmesi

Fiziksel Sistem

480 x 480 mm² square cross sec.



$D_o \Rightarrow 38 \text{ mm}$
 $D_i \Rightarrow 15 \text{ mm}$
 $Re \Rightarrow 7320$
 $S_n \Rightarrow 1.4$



❖ Inlet Velocity

- Axial Velocity $\Rightarrow 4.38 \text{ m/s}$
- Swirl Velocity $\Rightarrow 8 \text{ m/s}$

❖ Injection $\Rightarrow 6 \text{ m/s}$

❖ LBM'de biz boyutsuz değerlerle çalışıyoruz.

❖ For stability ;

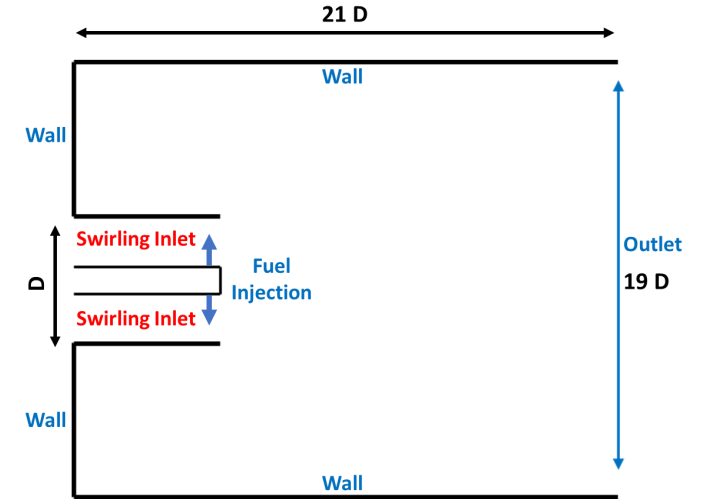
- $U_{max}^* < 0.1$
- $\tau > 0.5$

❖ Reynolds sayısı her iki sistem için de aynı olması gerekmektedir.

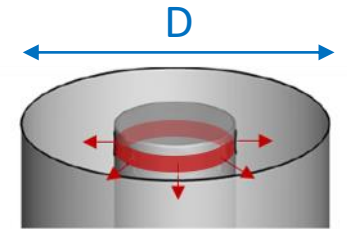
$$\frac{D U}{\nu} = \frac{D^* U_{ref}^*}{\nu^*}$$

$$\tau = \frac{1}{2} (6\nu^* + 1)$$

Kafes Sistemi



$D^* \Rightarrow 38 \text{ Lattices}$
 $Re \Rightarrow 7320$



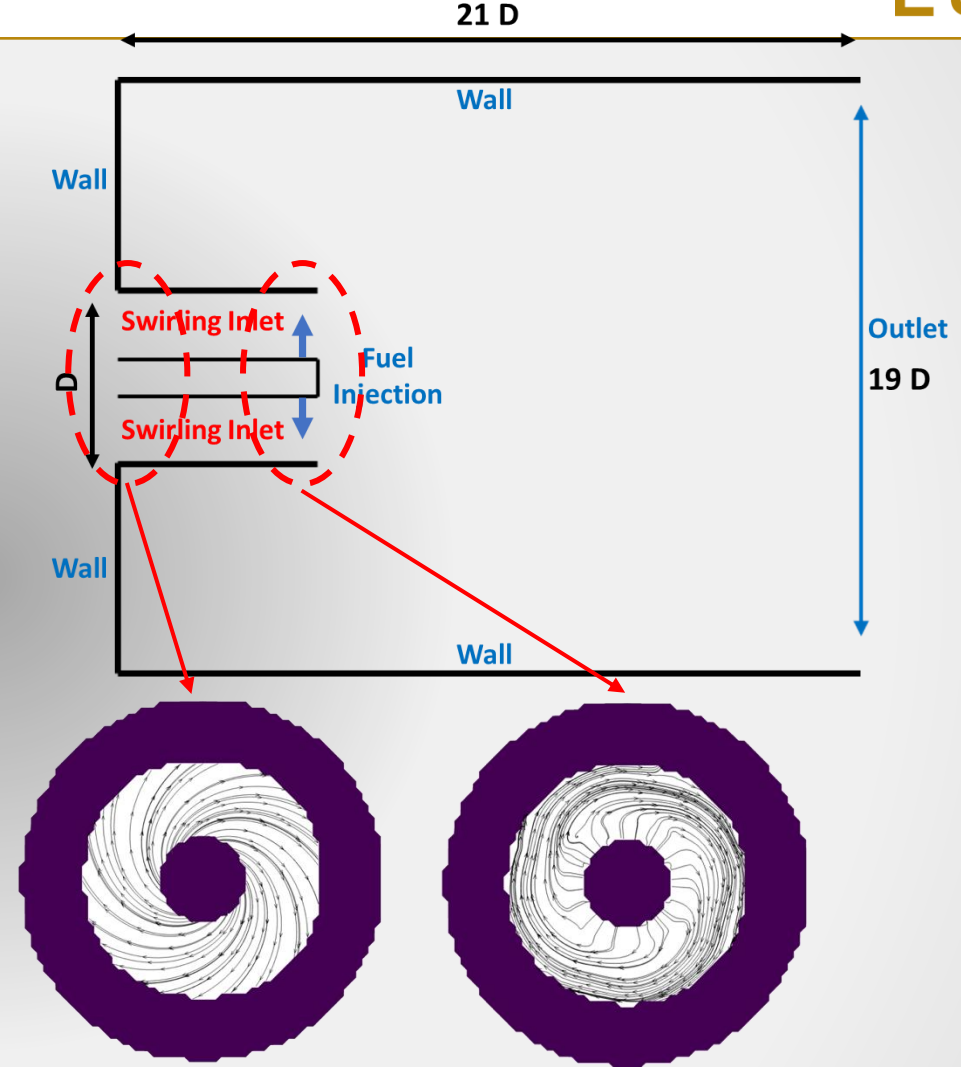
❖ Inlet Velocity

- Axial Velocity (U_{ref}^*) $\Rightarrow 0.055$
- Swirl Velocity $\Rightarrow 0.1$

❖ Injection $\Rightarrow 0.03$

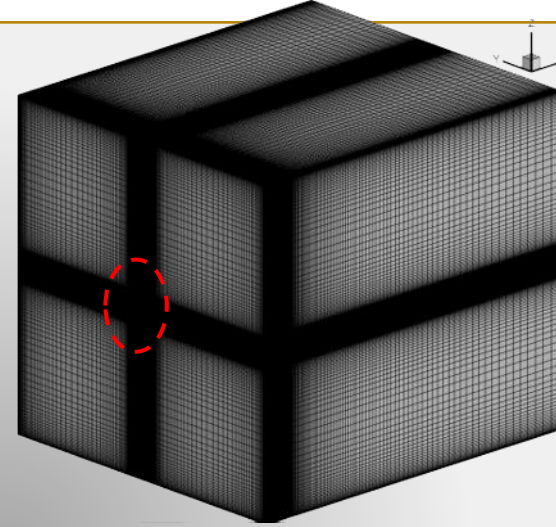
LBM ile kompleks bir akışın incelenmesi

- ❖ Simülasyon zamanı $\approx 40 \text{ ftt } (L / U_{ref}^*)$
- ❖ Yaklaşık 5 gün, 128 çekirdek
- ❖ MRT çarpışma modeli
- ❖ Smagorinsky ağ-altı modeli
- ❖ Sınır koşulları parçacık dağılım fonksiyonu üzerinden empoze edildi.
 - Kaymazlık Sınır şartı – Bounce-Back metodu
 - Çıkış sınır şartı – zero Gradient
 - Giriş sınır şartı – Swirling inlet
 - Injection Inlet Sınır şartı



LBM ile kompleks bir akışın incelenmesi

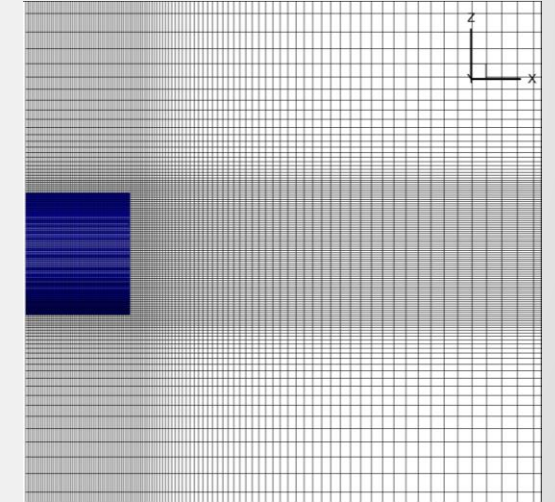
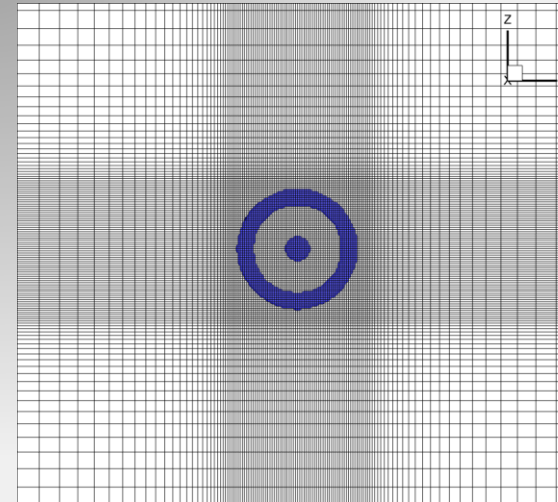
- ❖ 200x280x280 düzgün olmayan ağ yapısı
 - 15 680 000 hesaplamalı hücre
- ❖ Stretched mesh yapısı
- ❖
$$x(i) = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{\tanh \left[SF_x \left(\frac{i}{MAXI} - \frac{1}{2} \right) \right]}{\tanh \left(\frac{SF_x}{2} \right)} \right] *$$
- ❖ Stretch faktör = $SF_x = 1.2$
- ❖ Geometri düzgün kafes yapısı içerisine gömülü şekilde oluşturuldu
- ❖ Kayma bölgesi ve geometri çevresinde mesh kalitesi arttırıldı.



Non-uniform mesh configuration

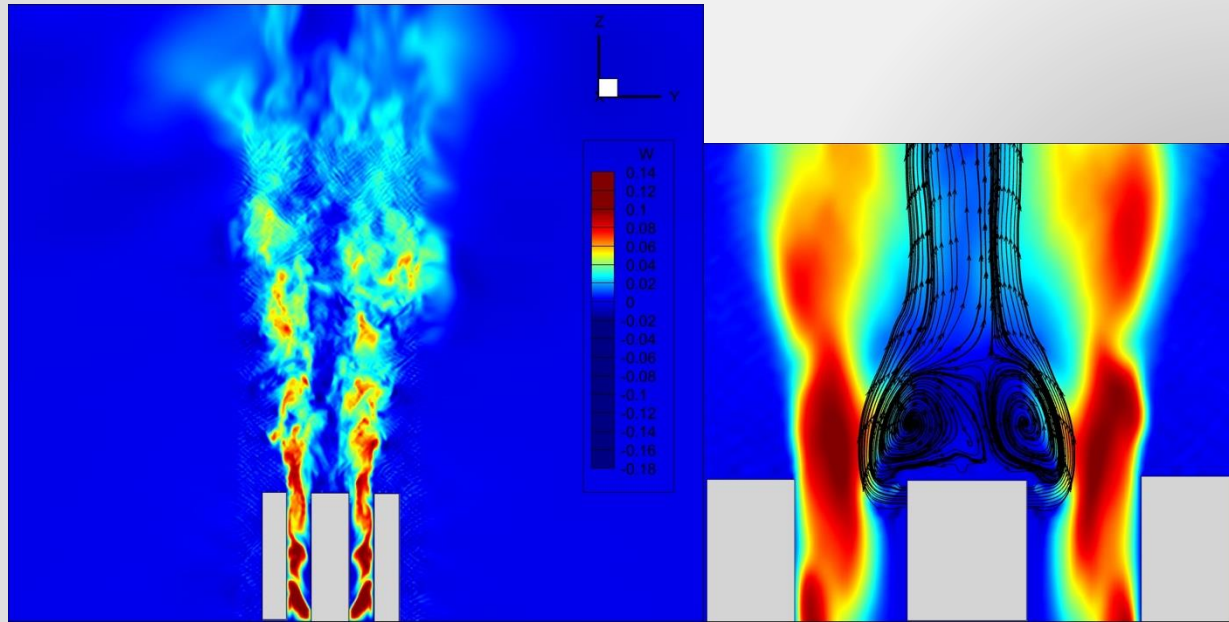


Embedded geometry

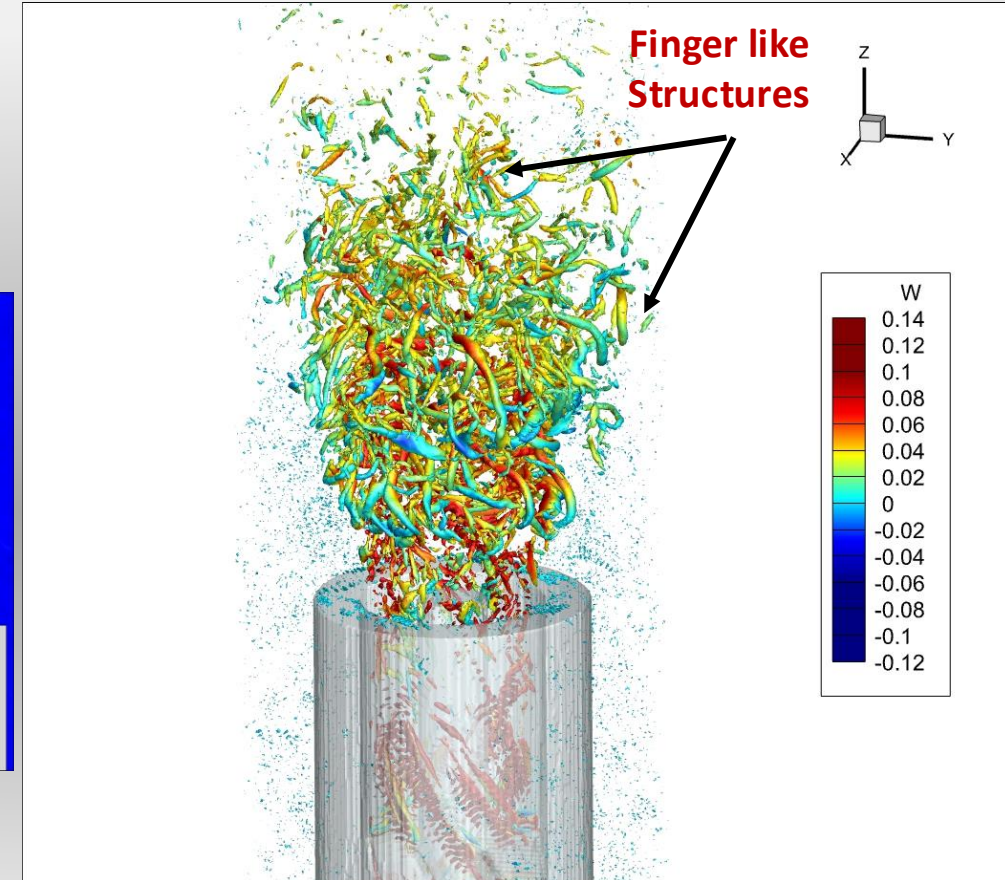


Sectional views of embedded geometry

LBM ile kompleks bir akışın incelenmesi



Instantaneous Axial Velocity Contour

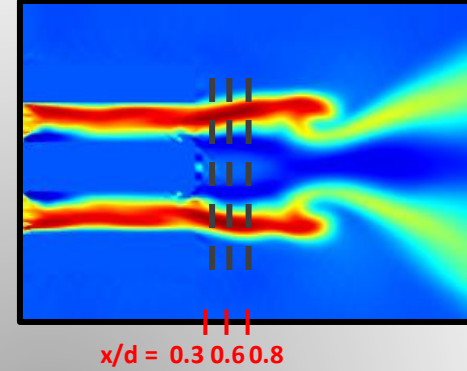


Q criterion colored by axial velocity

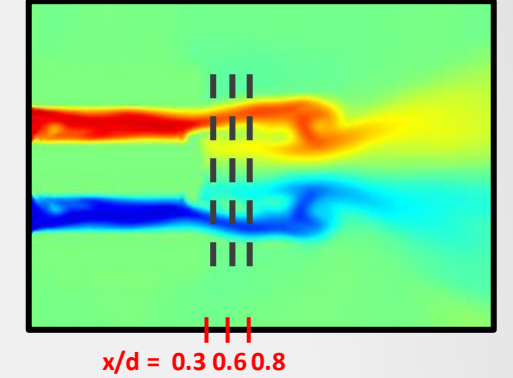
LBM ile kompleks bir akışın incelenmesi

- ❖ Oluşan devridaim bölgesi(recirculation region) ile ters akışın oluşması.
- ❖ Kayma bölgelerinin oluşumu ile yüksek hız gradyenlerinin gözlemlenmesi.
- ❖ Kayma bölgesinin varlığı yüksek türbülans aktivitesini işaret eder.
- ❖ Kayma bölgesi ve devridaim bölgesinin düzgün olarak yakalanabilmesi akış dinamiklerinin anlaşılması için önemlidir.

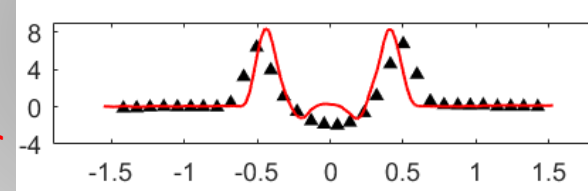
Ortalama Eksenel Hız



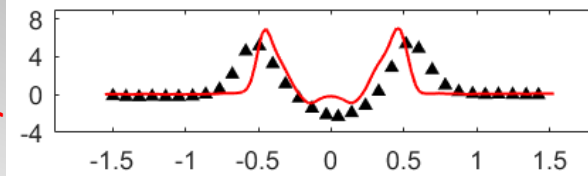
Ortalama tanjanstal hız



x/d = 0.3



x/d = 0.6



x/d = 0.8

