

EuroCC@Turkey
HPC@ODTÜ

EURO



Hesaplama Akışkanlar Dinamiği Seminer Serisi

2. Seminer: OpenFOAM HAD Yazılımı

24 March 2022

HAD Seminer Serisi -- 2. Seminer



HAD Seminer Serisi:

1. Seminer : OpenFOAM HAD Yazılımı ile Uygulamalar
24 Mart 2022

1. Gün (24 Mart 2022)

9:30 - 11:30 -- OpenFOAM HAD yazılımı

Ara

13:30 - 14:30 -- TRUBA paralel bilgisayarlarında OpenFOAM kullanımı ve seri ve paralel işlerin gönderilişi

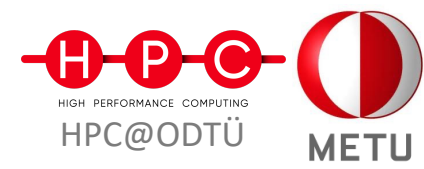
Ara

15:00 - 17:00 -- OpenFOAM ile örnek uygulamalar

17:00 - 17:30 -- Soru-Cevap

HAD Seminer Serisi -- 2. Seminer

OpenFOAM



EURO

İÇERİK

Bu seminerin amacı,

- Giriş
 - OpenFOAM HAD yazılımı hakkında genel bilgi vermek,
- Kullanım ve Uygulamalar
 - Temel çalışma prensipleri hakkında bilgi vermek,
 - Truba paralel bilgisayarlarında seri ve paralel işlerin gönderilişini anlatmak, ve
 - Örnek Uygulamalar göstermektir.

EuroCC@Turkey

HPC@ODTÜ CFD Group



- Assist. Prof. Dr. Mehmet Karaca, Aerospace Eng, METU CFD, Combustion, HPC
 - Assoc. Prof. Dr. Nilay Sezer Uzol, Aerospace Eng, METU CFD, Aerodynamics, HPC
 - Assist. Prof. Dr. Özgür Uğraş Baran, Mechanical Eng., METU CFD, Mesh Generation, HPC
 - Aras Saygın, PhD Candidate, Mechanical Eng., METU CFD, HPC
-
- HPC@ODTÜ : <https://www.hpc.info.tr/home>
 - EuroCC@Turkey : <https://eurocc.truba.gov.tr/>

EuroCC@Turkey

HPC@ODTÜ CFD Activities



- Training/Seminars:

- HPC Winter School – CFD Intro & Applications, 8-13 Feb 2021
- CFD Summer School, 9-10 Aug 2021
- CFD Seminar Series: Open-source CFD Software, Jan-May 2022:
 - Code_Saturne Semineri, 13-14 Jan 2022
 - OpenFOAM Semineri, 24 March 2022
- EuroCC CFD Workshop, 28 April 2022
- CFD Summer School, July 2022 ...
- <https://www.hpc.info.tr/home>
- <https://indico.truba.gov.tr>

- Documentation:

- Documentation on HPC: <https://docs.truba.gov.tr>
- Documentation on CFD: <https://docs.truba.gov.tr/education/cfd/index.html>

- Research Areas:
 - Aerodynamic Simulations and Design
 - Wind Energy / Wind Turbines / Wind Farms
 - Combustion
 - Turbulence
 - Numerical Methods / Linear Algebra
 - Parallel Programming
 - CFD Software Development (MPI, CUDA)
- Collaborations with Industry
 - MS/PhD Thesis Studies
 - University/Industry Projects
 - EuroCC@Turkey Test Cases for SMEs

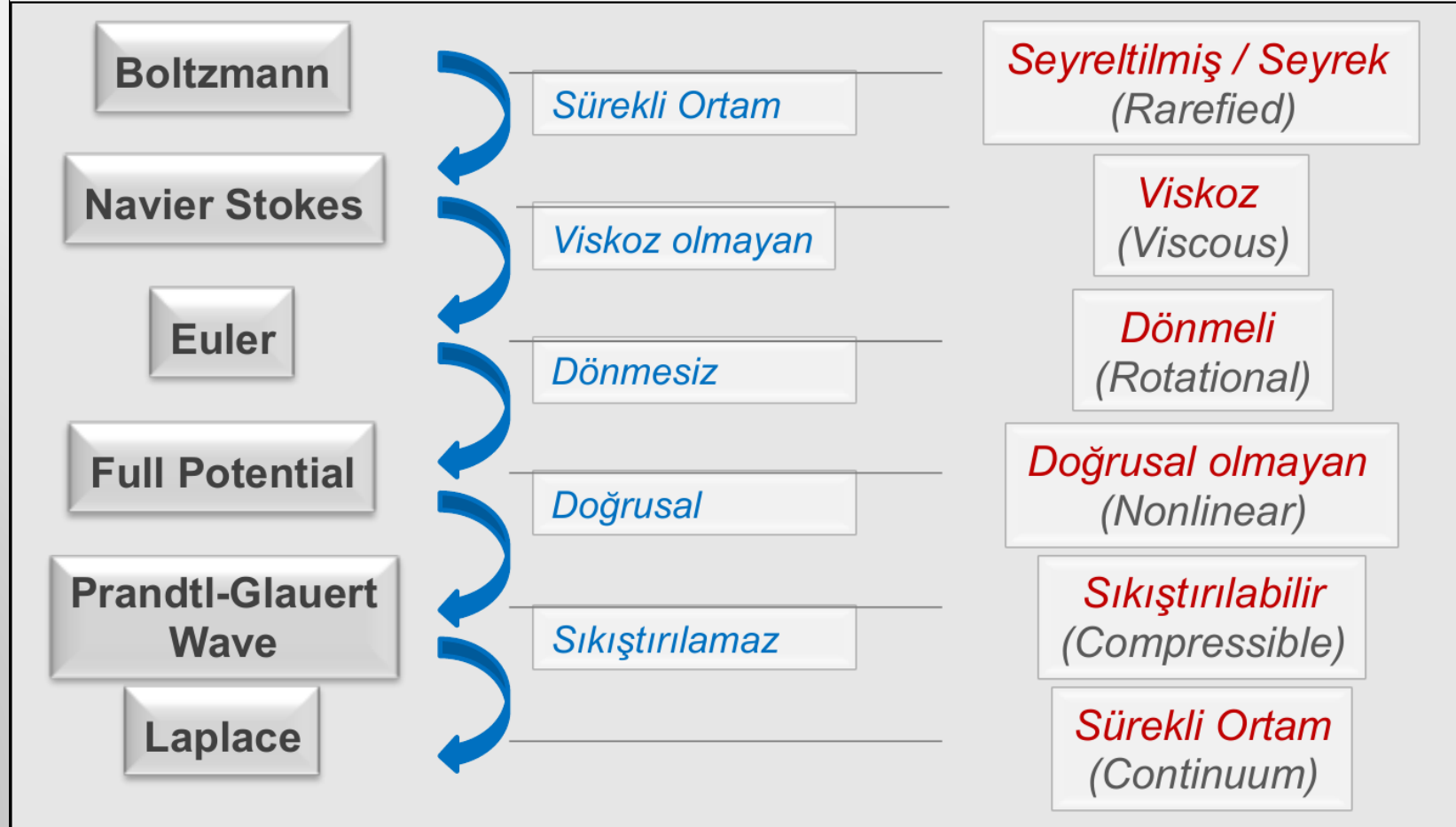
Hesaplama Akışkanlar Dinamiği Seminer Serisi

2. Seminer: OpenFOAM HAD Yazılımı

Giriş

Doç. Dr. Nilay Sezer Uzol

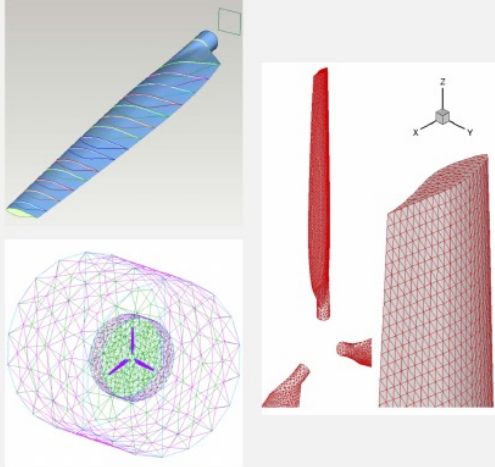
Akışkanlar Dinamiği Denklemleri ve Varsayımları



HAD Simülasyon Adımları

Ön-İşlem

Pre-processing



- **Katı Modelleme**
- **Çözüm Ağı Oluşturma**
Grid Generation
- Çözüm Ağı Bölünme

Hesaplama:
HAD Akış Çözücü

Computation: CFD Solver

- Temel Akış Denklemleri
- Sayısal Yöntemler
- Türbülans Modelleme

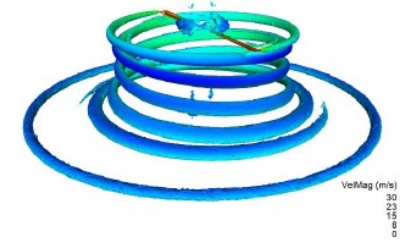
Çözüm: Akış Değişkenlerinin Hesaplanması (hız, basınç, sıcaklık, yoğunluk)

Yüksek Başarımlı Hesaplama (YBH)
High Performance Computing (HPC)

- Paralel Programlama
- Bilgisayar Donanımı ve Algoritmalar

Art-İşlem

Post-processing



- **Görüntüleme**
Visualization
- Kuvvet ve Moment Hesaplanması

OpenFOAM HAD Yazılımı:

- Açık kaynaklı bir Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yazılımıdır.
- FOAM: Imperial College, London, 1989.
- OpenFOAM v1.0 (GPL License): [OpenCFD, Ltd.](#), 2004.
- **OpenFOAM: Open Field Operation And Manipulation**
- Linux vb tabanlı sistemlerde çalışmaktadır.
- ESI OpenCFD olarak 2012'den beri geliştirilmeye devam edilmektedir.

- ESI OpenCFD: <https://www.openfoam.com/>
 - Son versiyonu: OpenFOAM® v2112 (December 2021, OpenCFD) (GPLv3 License)

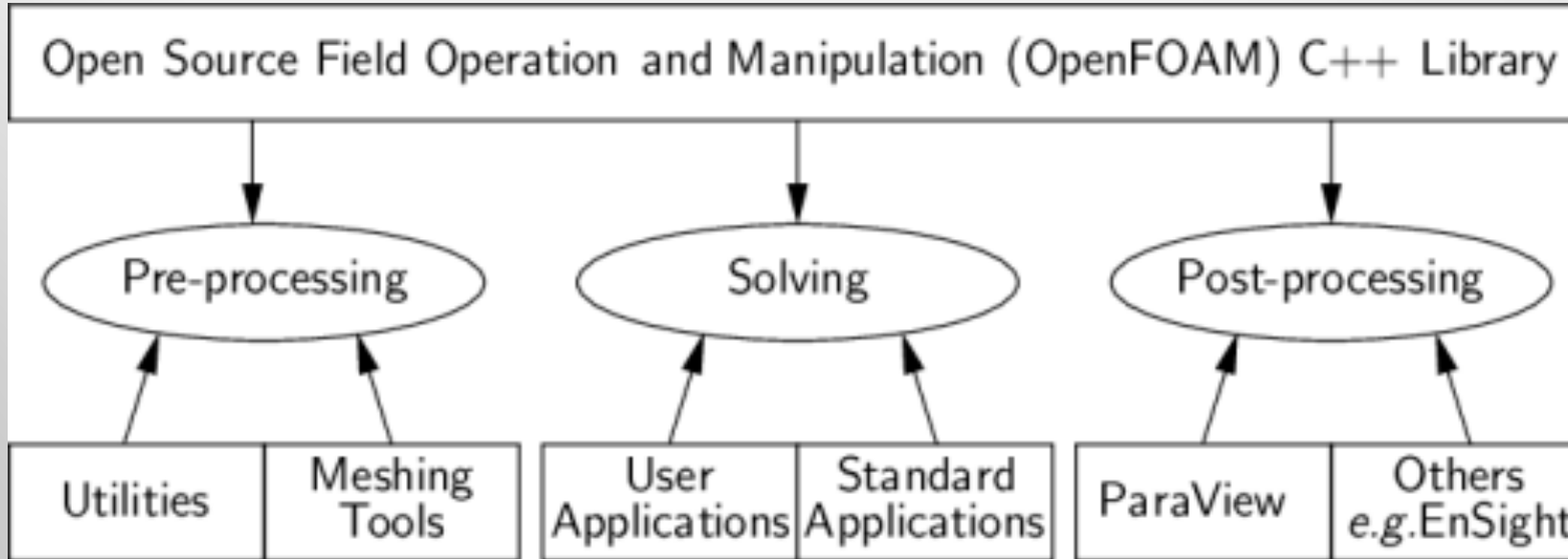
- The OpenFOAM Foundation: <https://openfoam.org/>
 - Son versiyonu: OpenFOAM v9 (20 July 2021) (GPLv3 License)

OpenFOAM HAD Yazılımı:

- Hem ticari hem de akademik kuruluşlarda farklı mühendislik ve bilim alanlarında kullanılmaktadır.
- Navier-Stokes denklemlerini farklı türbülans modelleri kullanarak çözebilen bir HAD yazılımıdır:
 - Reynolds-Ortalama Navier-Stokes (RANS) Simülasyonları
 - Detached Eddy Simülasyonları (DES)
 - Large Eddy Simülasyonları (LES)
 - Direkt Sayısal Simülasyonlar (DNS) – (for boxes of isotropic turbulence)
- Çok farklı akış problemlerini sayısal olarak çözülebilmektedir:
 - 2-boyutlu, 3 boyutlu, daimi veya zamana bağlı
 - laminar veya türbülanslı
 - sıkıştırılmaz, sıkıştırılabilir
 - kimyasal reaksiyonlar
 - çok fazlı akışlar
 - türbülans ve ısı transferini içeren karmaşık sıvı akışları
 - akustik
 - katı mekaniği
 - elektromanyetik

- **OpenFOAM**, açık kaynaklı bir HAD yazılımıdır.
 - Kullanıcı Kılavuzlar: <https://cfd.direct/openfoam/user-guide/>
 - Dokümantasyon: <https://www.openfoam.com/documentation/overview>
 - Eğitimler: <https://www.openfoam.com/trainings/about-trainings>

- **OpenFOAM**, açık kaynaklı bir HAD yazılımıdır:
 - C++ programlama dili ile yazılmıştır.
 - Farklı çözücüler şu klasörde bulunmaktadır: \$FOAM_SOLVERS directory.
 - Hücre-merkezli Sonlu Hacim Yöntemi (Cell-centered Finite Volume Method) kullanılmaktadır.



- Ön- ve Art-işlemler:

- Geometri oluşturulması
 - Model ve Geometry

- Çözüm ağı yaratılması

- *blockMesh*
- *snappyHexMesh*
- *fluentMeshToFoam* (convert meshes from well known formats into the OpenFOAM format)
- *mapFields* (maps field data from one mesh/geometry to another)

- Görüntüleme

- ParaView
- *paraFoam* (data transformation to ParaView)
- *foamToVTK* (data transformation to other formats)

- OpenFOAM Kod Yapısı:

- applications/
 - solvers/
 - utilities/
 - bin/
 - test/
- bin/
- doc/
- lib/
- src/
- test/
- tutorials/
- wmake/

```
-----  
$ app  
$ sol  
$ util  
  
$ src  
-----
```


- **OpenFOAM** için referans:

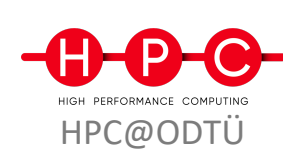
- OpenFOAM v2112, OpenCFD, <https://www.openfoam.com/>, Dec 2021.
- OpenFOAM v9, The OpenFOAM Foundation: <https://openfoam.org/>, July 2021.
- OpenFOAM User Guide, <https://cfd.direct/openfoam/user-guide/>, Mart 2022.
- OpenFOAM Documentation, <https://www.openfoam.com/documentation/overview>, Mart 2022.

- **Windows Kullanıcıları:**

- Linux subsystem for Windows & GUI için X-server kullanabilirler.
- Oracle Box ve Ubuntu kullanabilirler.

OpenFOAM

Referanslar



EURO

- Referanslar:

- OpenFOAM, OpenCFD, <https://www.openfoam.com/>, Mart 2022.
- OpenFOAM, The OpenFOAM Foundation: <https://openfoam.org/>, Mart 2022.
- TRUBA Kullanıcı Dökümanları, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, <https://docs.truba.gov.tr/education/cfd/index.html>

HPC@ODTÜ
EuroCC@Turkey

<https://www.hpc.info.tr/home>
<https://eurocc.truba.gov.tr/>



EuroHPC
Joint Undertaking

This project has received funding from the European High-Performance Computing Joint Undertaking (JU) under grant agreement No 951732. The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Germany, Bulgaria, Austria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Lithuania, Latvia, Poland, Portugal, Romania, Slovenia, Spain, Sweden, United Kingdom, France, Netherlands, Belgium, Luxembourg, Slovakia, Norway, Switzerland, Turkey, Republic of North Macedonia, Iceland, Montenegro