

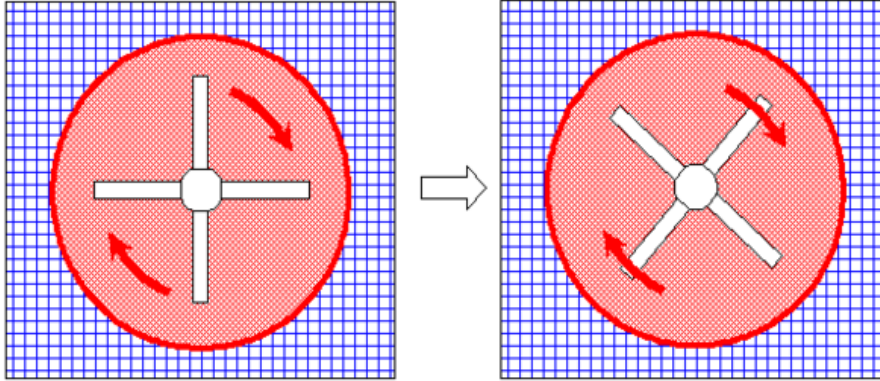
HAREKETLİ AĞ ELEMANLARI

PREPARED BY	EDITED\CHECKED BY
İBRAHİM GÜL STAJYER MÜHENDİS	M. AHMET KOZANOĞLU LİDER CFD MÜHENDİSİ

27/01/2022

Giriş

Hareketli cisimlerin etrafındaki akışı analiz etmek için, hem hareket eden bölgeye hem de sabit bölgeyi aynı anda işleyen ALE (Arbitrary Lagrange-Eularian) yöntemi kullanılır. Hareketli mesh bölgesinde, ağ etkisinin neden olduğu etki sabit bölge çözümü denklemine eklenir. Böylece sabit ve hareketli bölgelerin çözümü aynı anda hesaplanır. ALE yöntemi ile hesaplamada hareketli bir bölge için hareket sınır koşulu ile birlikte hem sabit hem de hareketli bölge için bağlantı yönteminin seçimi ve ayarı gereklidir.



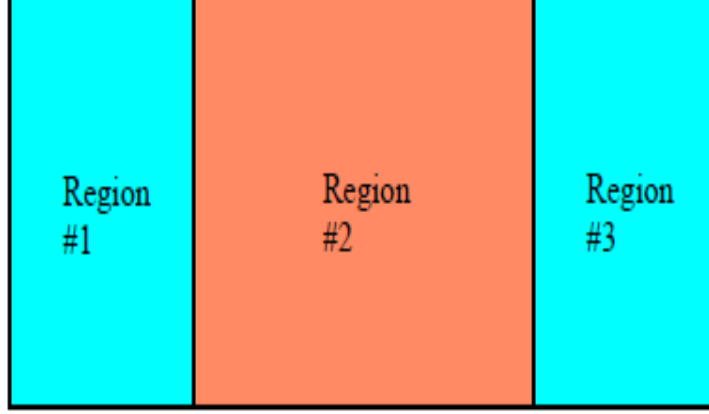
Şekil 1 Sabit bölge (Mavi) ve Hareketli bölge (Kırmızı Bölge)

Sabit ve hareketli ağ bölgeleri 3 farklı yöntemle birbirine bağlanabilir. Bu yöntemler;

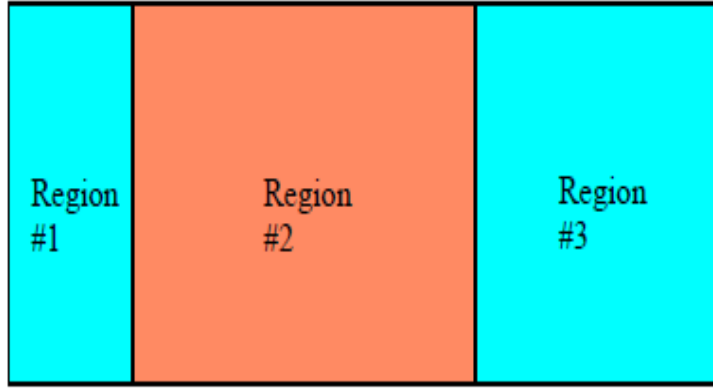
- Stretch (germe) ağ
- Discontinuous (süreksiz) ağ
- Overset (taşan) ağ

Stretch (Germe) Ağ Yapısı

Stretch Mesh, statik bölge ile hareketli bir nesneyi içeren hareketli bölgeyi birbirine bağlama yöntemidir. Bu yöntem, hesaplama alanını oluşturmak için, statik bölge ile hareketli nesne ile aynı hızda hareket eden hareketli bölge arasında, eleman boyutunun sürekli olarak değiştiği (genişleyip küçüldüğü) germe bölgesini ayarlar.

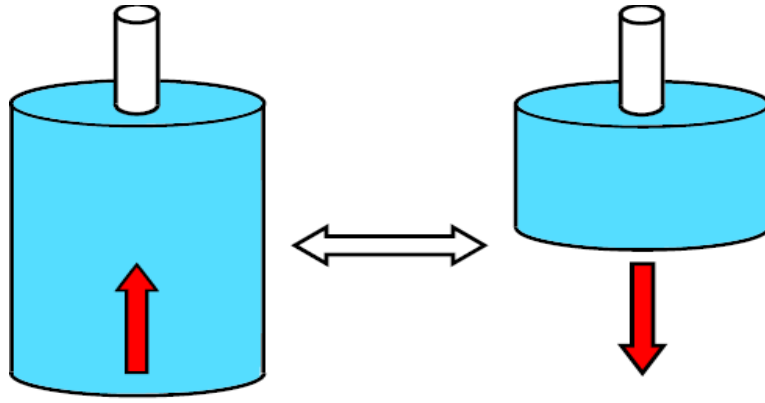


Şekil 2 Orijinal Konfigürasyon



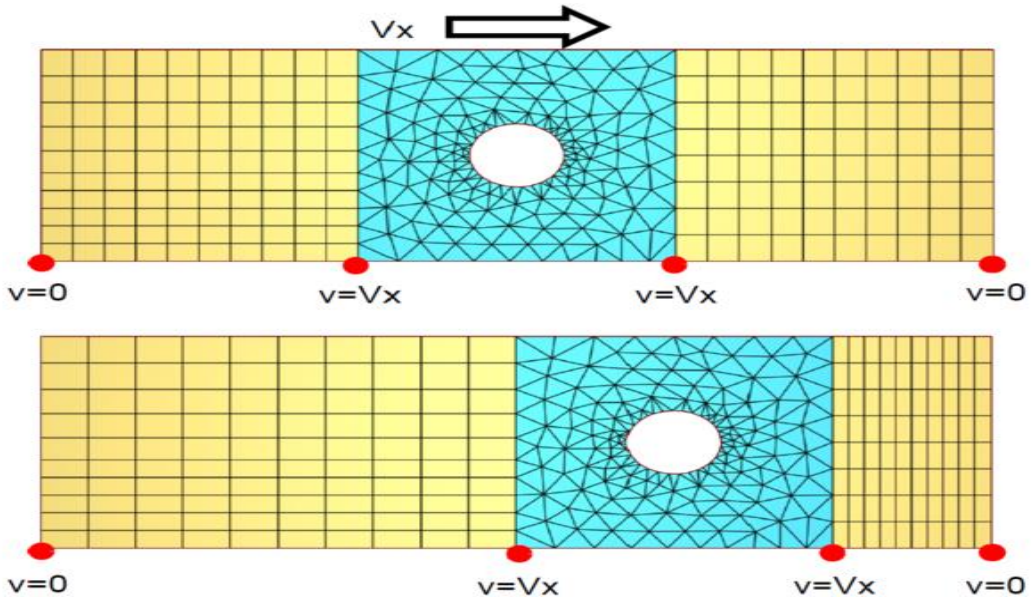
Şekil 3 Hareketten Sonra Konfigürasyon

Şekil 2 ve Şekil 3’de tipik bir stretch mesh yapısının örneği gösterilmektedir. Stretch Bölgesi 1 ve 3 sırasıyla Bölge 2’nin lineer olarak hareket eden her iki tarafında ayarlanır ve sabit sınırlar stretch ağ yapısı ile bağlanır. 2.Bölge lineer olarak 1.Bölge’ye doğru genişlediğinde 1.Bölge küçülür ve aynı zamanda 3.Bölge lineer olarak genişler. Stretch mesh hareketli bir nesne veya sınır şekli varyasyonu ile bir akış alanı analizinin yapılmasını sağlar. Örneğin, Şekil 4’de görüldüğü gibi yukarı ve aşağı hareket eden bir piston stretch mesh yapısı ile analiz edilebilir.



Şekil 4 Silindirin Yukarı Aşağı Hareketi

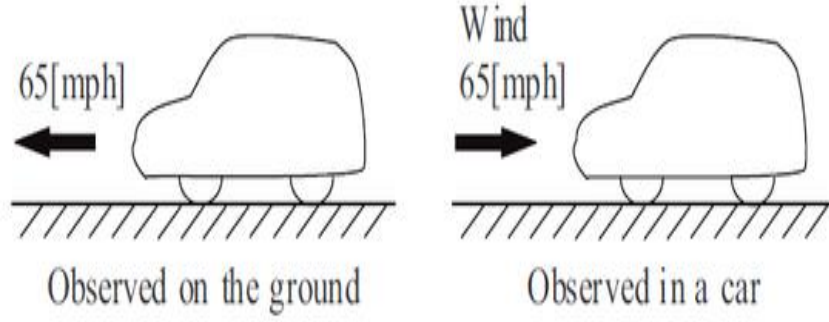
Stretch mesh yapısındaki hareketli elemanları belirlemek için Şekil 5 'te gösterildiği gibi iki referans noktasına doğru olan hareketli ağ yapısının hızları belirtilir ve bölge lineer olarak genişletilir.



Şekil 5 Stretch Hareketi

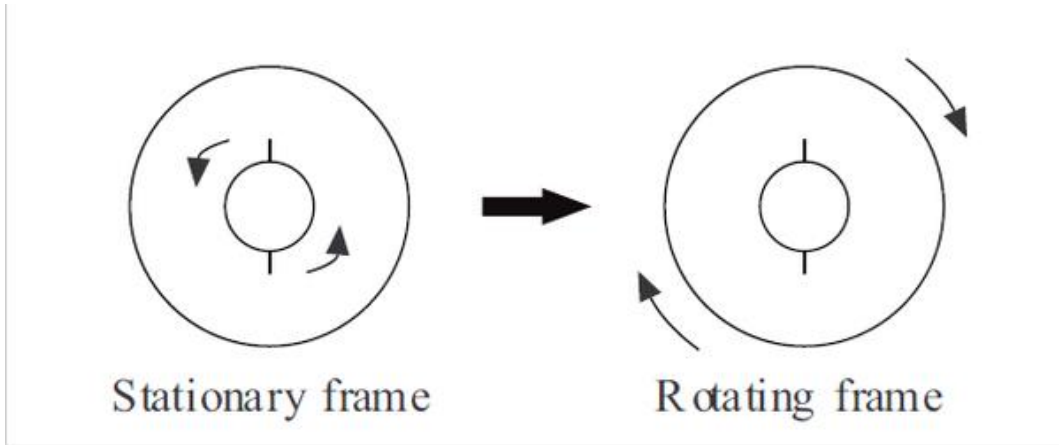
Sabit ALE (Steady State ALE)

Sonsuz bir yolda 65 mil/saat hızla sağdan sola doğru giden bir arabanın etrafındaki akış analizi yapıldığında, genellikle arabanın akış hacmi içerisinde sabit olduğu ve rüzgârın soldan sağa doğru 65 mil/saat hızla gittiği kabulü yapılır ki bu kabul bir rüzgâr tünelineki yaklaşıma benzerdir (Şekil 6).

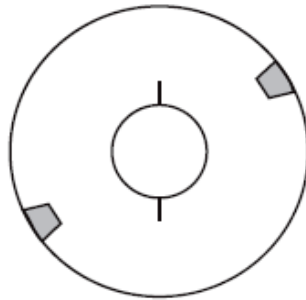


Şekil 6 Koordinat Sistemlerinin Farkı

Benzeri şekilde sabit açısal hızla dönen bir nesne, nesne ile aynı açısal hızla dönen bir koordinat sistemi üzerinden temsil edilebilir. Bu temsil dönen bir çerçeve olarak isimlendirilir ve orijinal koordinat sistemi sabit bir çerçeve olarak adlandırılır (Şekil 7). Dönen bir çerçevede, sabit koordinatta temsil edilen nesnelere ters dönüyormuş gibi görünür ve çerçeveyle birlikte dönen nesnelere durağan görünür. Sabit ALE yönteminde, dönen çerçevede kararlı durum (steady state) analizi gerçekleştirilir. Analizde sabit şekiller ve analiz şartları dönüş eksenini etrafında aksiyel simetrik olmalıdır. Şekil 8'de görüldüğü gibi aksiyel simetrik boru şeklindeki geometriye herhangi bir küçük parça eklenirse Sabit ALE olarak isimlendirilen yöntem uygulanamaz.



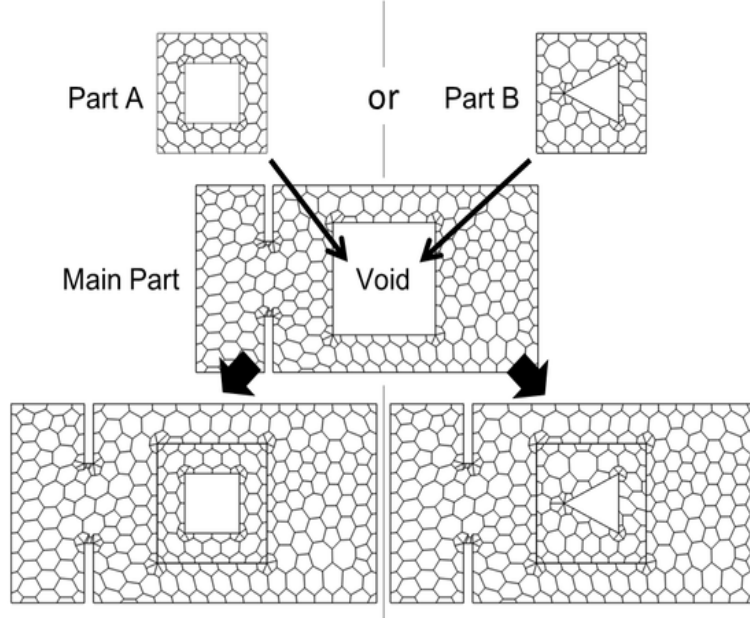
Şekil 7 Dönen bir çerçevenin sistemi



Şekil 8 Aksiyel Simetrik olmayan geometri

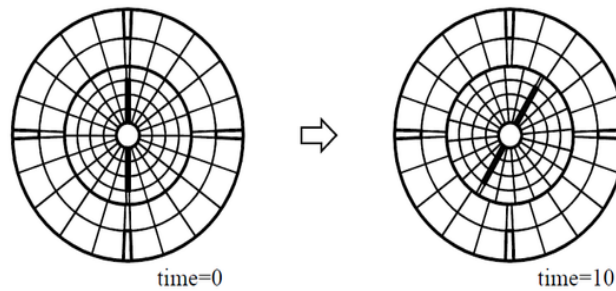
Sürekli Ağ Yapısı (Discontinuous Mesh)

Genel bir ağ yapısı oluşturulurken, bitişik olarak konumlanan elemanlar aynı yüz ve kenarları paylaşmalıdır. Ancak bu şartın kaldırılması, kullanıcıya daha geniş bir analiz yapma imkanı sağlar. Örneğin, Şekil 9'de görüldüğü üzere, bir parça başka bir parçayla değiştirileceği zaman bütün alanın tekrardan ağ yapısı ile yapılandırılma ihtiyacını ortadan kaldırır. Bu şekilde **scFLOW**'da oluşturulan ve yüzeyini ya da kenarını paylaşmayan ağ yapısı "sürekli ağ yapısı" olarak adlandırılır.



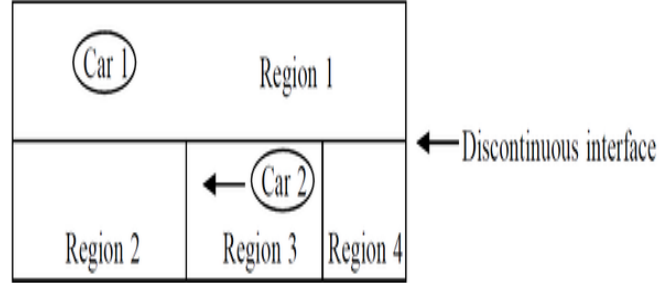
Şekil 9 Sürekli Yapı Örneği

Zamana bağlı olarak gerçekleştirilen (Transient), sürekli ara yüzlerdeki elemanların kayma hareketi çeşitli problemleri analiz etme olanağı sağlar. Şekil 10'da görüldüğü üzere, sürekli ağ yapısı ve katı dönen ağ hareketi (rigid rotating mesh), fanların ve karıştırma tanklarının analiz edilebilmesini sağlar.



Şekil 10 Hareketli Ağ

Sürekli ağ yapısının stretch ağ yapısı ile birlikte kullanımı sayesinde, Şekil 11'de görüldüğü gibi birbirini geçen araçların analizi yapılabilmektedir. 1.Bölge'de bulunan araç sabit konumdadır, 3.Bölge'de bulunan araç ise doğrusal bir hızla hareket etmektedir. 2.stretch bölgesi, 2.Bölge ve 4.Bölge, 3.Bölge'nin iki yan tarafında konumlanmış durumdadır. Sabit bölge (1.Bölge) ile hareketli bölgeler (2.,3. ve 4.Bölge) birbirine sürekli ağ ile bağlanmıştır.



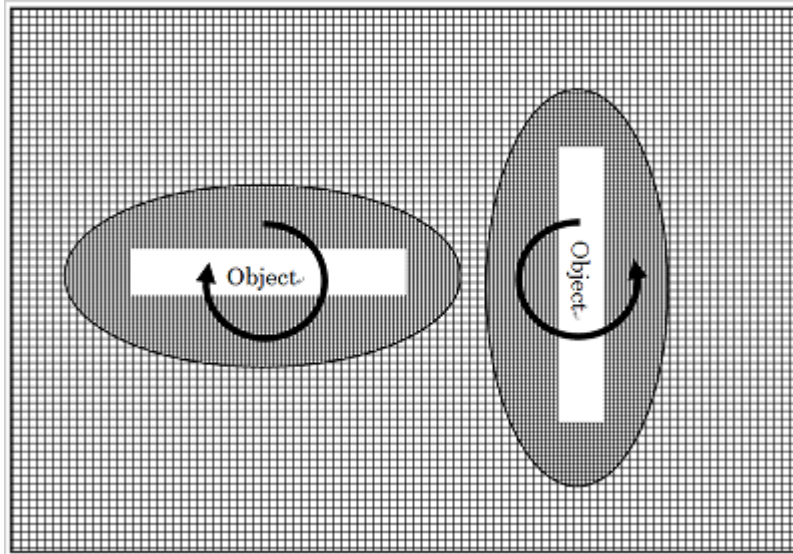
Şekil 11 Araç Geçişi

Bunlara ek olarak, duvar gerilimi sınır koşulları (wall stress boundary conditions) olarak isimlendirilen ve ısı transferinin gerçekleştiği sınır koşullarında sürekli ağ yapısı kullanılabilir. Farklı malzemelere sahip elemanlar sürekli ağ yapısı ile bağlanabilir. Duvar gerilimi sınır koşulu için, sürekli ağ bölgesinin akış tarafına sınır koşullarının uygulanması gereklidir. Isı transferinin gerçekleştiği sınır koşullarında ise, aynı şartlar iki tarafa da uygulanmalıdır.

Taşan Ağ Yapısı (Overset Mesh)

Taşan Ağ Yapısına Genel Bakış:

Taşan (overset) ağ olarak isimlendirilen ağ yapısı, sürekli ağ yapısı ile analiz etmenin imkansız olduğu hareketli objelerin analiz edilmesinde kullanılır.

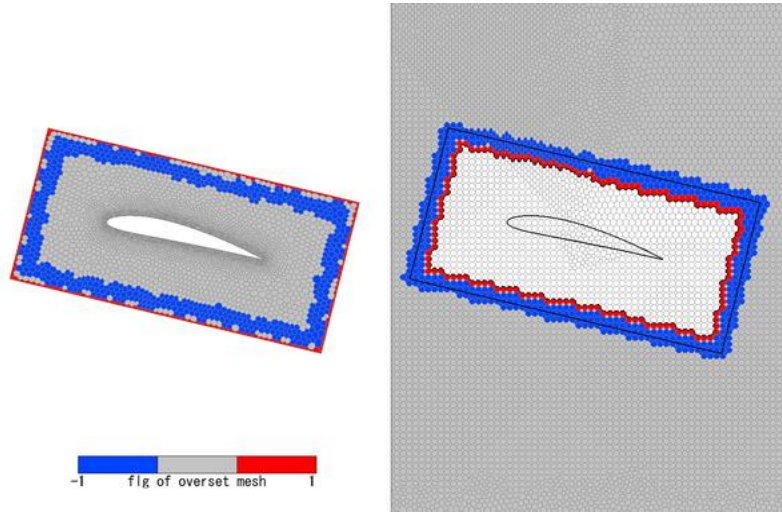


Şekil 12 Overset Mesh Örneği

Taşan Ağ Yapısı Oluşturma Şeması:

Taşan ağ yapısı 3 adımdan oluşur. İlk olarak, hesaplama alanında oluşturulacak ağ yapısı, birbiri üzerine örtüşen ağ elemanlarından seçilir. Bu işleme "Hole Cutting" denir. Hesaplama için gereksiz olduğu belirlenen ağ bölgesi analiz edilecek bölgenin dışında olarak değerlendirilir. Ardından, analiz bölgesinin içinden belirlenen "acceptor" ağ elemanı olarak isimlendirdiğimiz elemanlar sayesinde analiz bölgesinde bulunan kesme yüzeyindeki ağlar arası iletişimi sağlayan elemanlar belirlenir. Belirlenen bu elemanlar karşı tarafta "donor" olarak adlandırılan verici elemanlarla koordinasyonu sağlar.

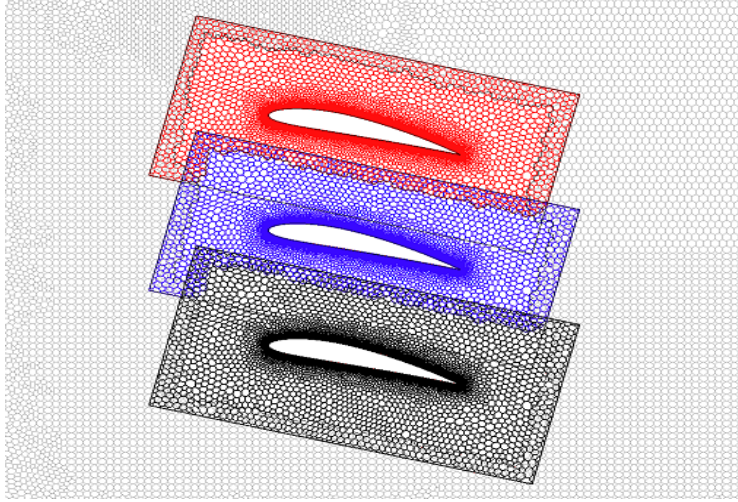
Yukarıda açıklanan taşan ağ yapısında bulunan "acceptor ve "donor elemanlar aşağıda bulunan Şekil 13 üzerinde daha net olarak görülebilir.



Şekil 13 "Acceptor" Elemanlar (Kırmızı) ve "Donor" Elemanlar (Mavi)

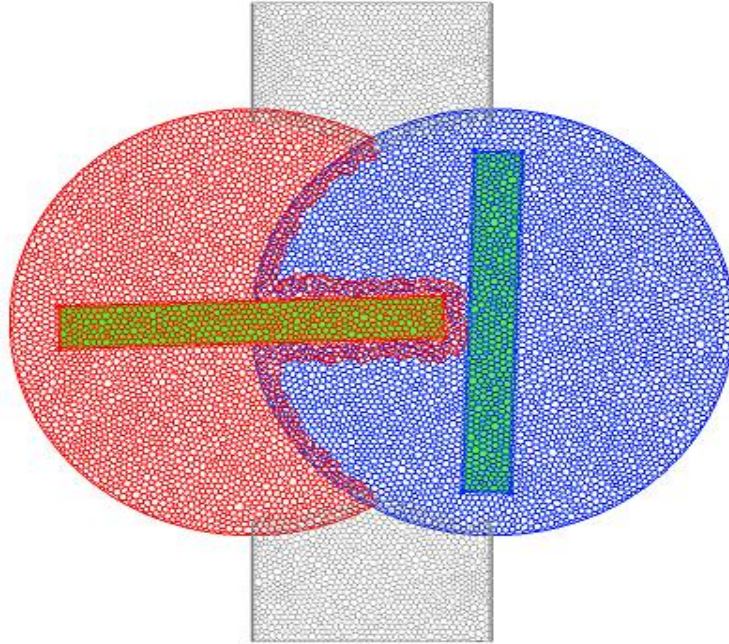
Taşan ağ yapısı scFLOW yazılımında, OSET_REGION komutuyla belirlenir. Taşan ağ yapısında öncelik sırası ağ yapısı atanan bölgelerin sırasıyla belirlenir. Taşan ağ atanan bölgelerde, sonradan belirlenen ağ yapısı hesaplama için kullanılır. Şekil 14' de "hole cutting" olarak isimlendirilen bölgede 4 tane taşan ağ yapısının uygulama örneğini göstermektedir.

4 tane hacim ismi "gray"(gri), "red"(kırmızı), "blue"(mavi), "black"(siyah) olarak isimlendirilir ve OSET REGION komutu tarafından bu sırayla belirtilir.



```
OSET_REGION  
gray 1  
red 1  
blue 1  
black 1  
/
```

Şekil 14 Taşan Ağ Örneği



Şekil 15 Katı bir bölgeyle örtüşen bir sıvı bölgesinin analiz kapsamı dışında olduğu bir örnek