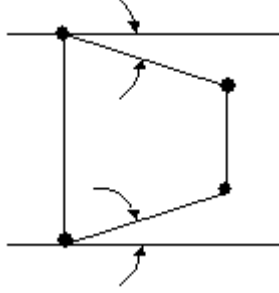
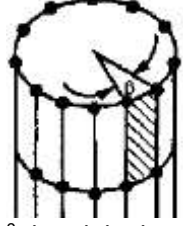
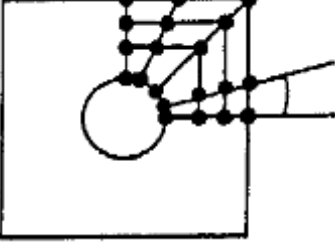


ANSYS MESH YAPMA TEKNİKLERİ

Mesh Yapımında Dikkat Edilecek Bazı Hususlar

1. Eleman Tipi ve Boyutuna Karar Vermek: Sonlu elemanlarda gerçeğe yakın bir sonuç elde edebilmek için uygun element tipinin seçimi ve gerekli sayıda kullanılması önemli bir husustur. Kullanılan elementlerin büyüklüğü hesaplama alanı içindeki değişimleri yansıtacak kadar küçük olması istenir. Gereksiz çok sayıda eleman kullanılması istenilmez. Bu durumda hem fazla hesaplama zamanı harcanır, hem de sayısal hesaplamalarda oluşabilecek bir hatanın artmasına neden olacaktır. Gerilmelerin yoğun olduğu bölgeler gibi sonucu daha fazla etkileyen kısımlarda element boyutları düşürülmelidir.
2. Elementlerde müsaade edilecek biçim bozukluklarına dikkat edilmelidir: Geometrik şekil elementlerle örülürken şeklin karmaşık olması durumlarında yada uygun element ağının oluşturulamadığı durumlarda bazı bölgelerde elementler aşırı derecede şekil bozukluğuna uğrar. Bu gibi yerlerde elementlerin şekil bozukluğunun kabul edilebilir sınırlar içinde olmasına dikkat edilmelidir. Mesh yaparken (element ağı örülürken) kontrolü tamamen programa bırakmak bazen bu sonucu verebilir. Bu nedenle mesh yapmadan önce hangi kenarların ne kadar parçaya bölüneceği, yada o bölgelerde kullanılacak element boyutlarının ne olacağı gibi bazı kararların kullanıcının alması gerekir. Mesh yaparken bazı dikkat edilecek hususlar aşağıda verilmiştir.

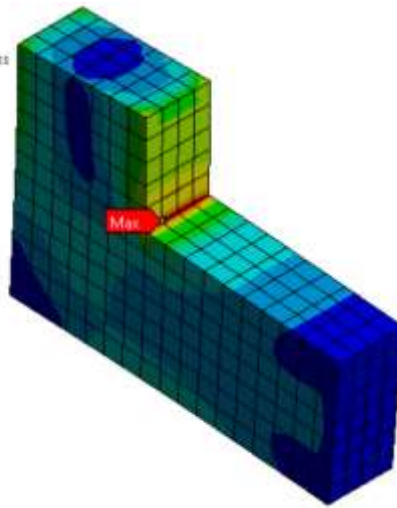
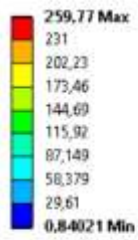
 b/a oranı için en fazla 1/10 oranı kabul edilebilir.	 Her iki açı da 20-30 dereceden daha küçük olması tavsiye edilir.	 B açısı 15° den daha küçük olması tavsiye edilir. Yani daire 24 dilimden daha fazla olacak şekilde dilimlenmelidir.
 Serbest mesh yerine kenarlar istenilen sayıda bölünerek daha kontrollü harita meshi (mapped mesh) oluşturulabilir.		

Başlangıç Mesh Denemeleri

Örnek 1

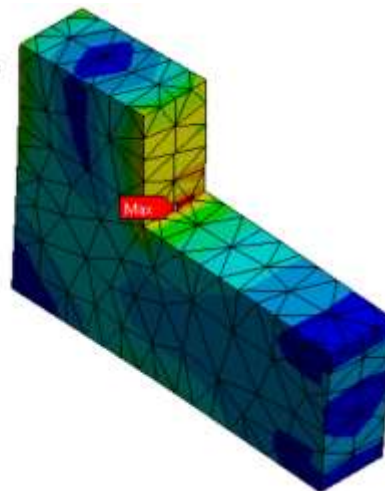
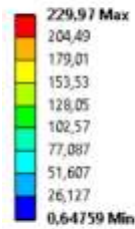
F=1000 N Ölçüler(100x20x70)mm.

A: Static Structural
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1
3.9.2021 15:26



Statistics	
☐ Nodes	3341
☐ Elements	616

A: Static Structural
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1
3.9.2021 15:34



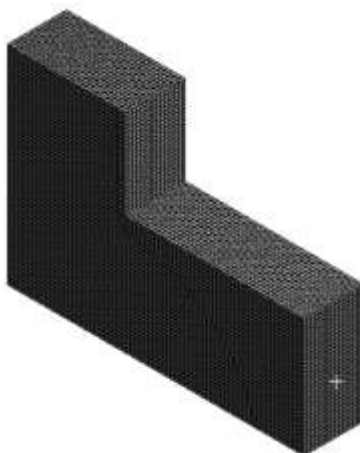
Mesh	Patch Conforming Method
Definition	
Suppressed	No
Method	Tetrahedrons
Algorithm	Patch Conforming
Element Order	Use Global Setting

Statistics	
☐ Nodes	1522
☐ Elements	740

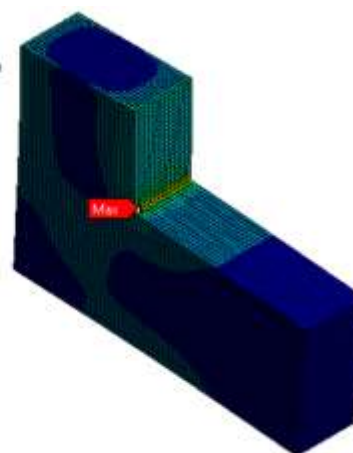
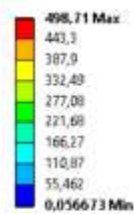
Coordinate Systems
Mesh

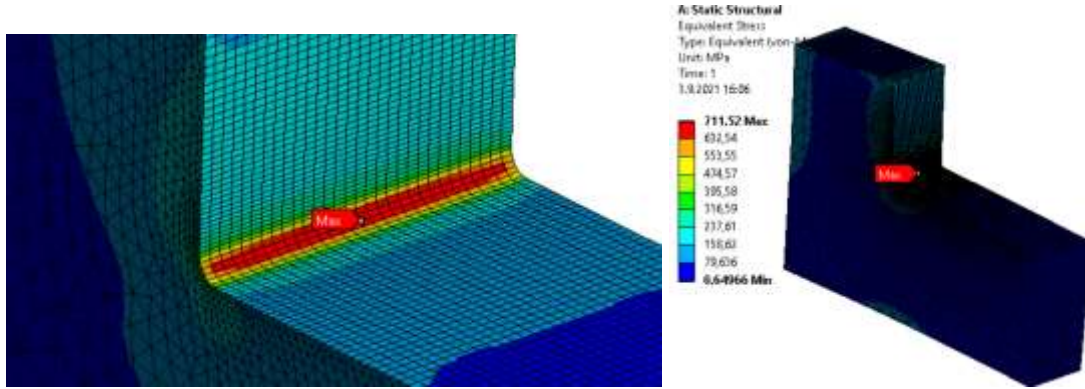
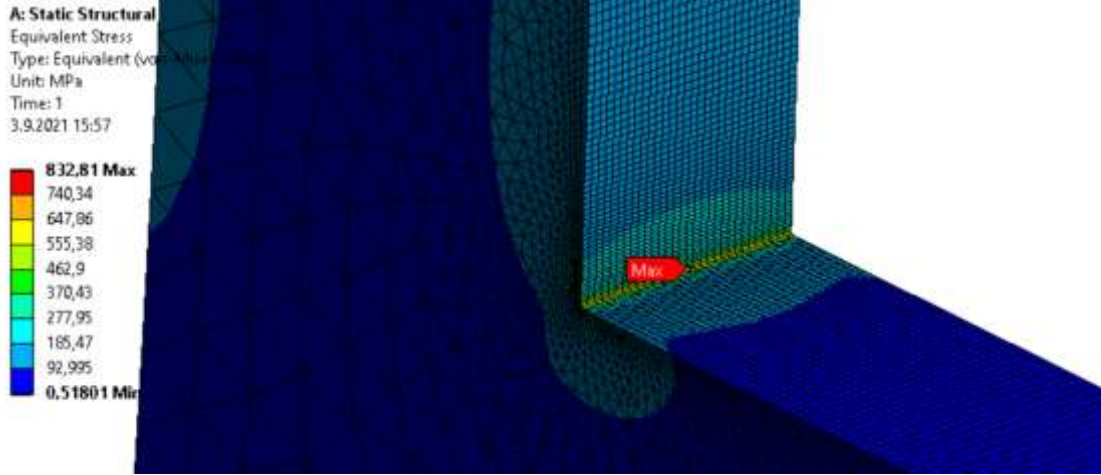
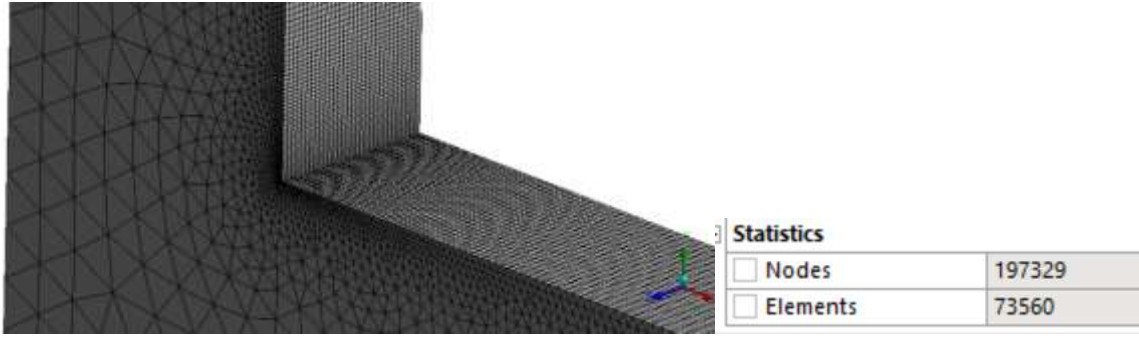
Sizing	
Use Adaptive Sizing	Yes
Resolution	7

Statistics	
☒ Nodes	258156
☐ Elements	60027



A: Static Structural
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1
3.9.2021 15:30

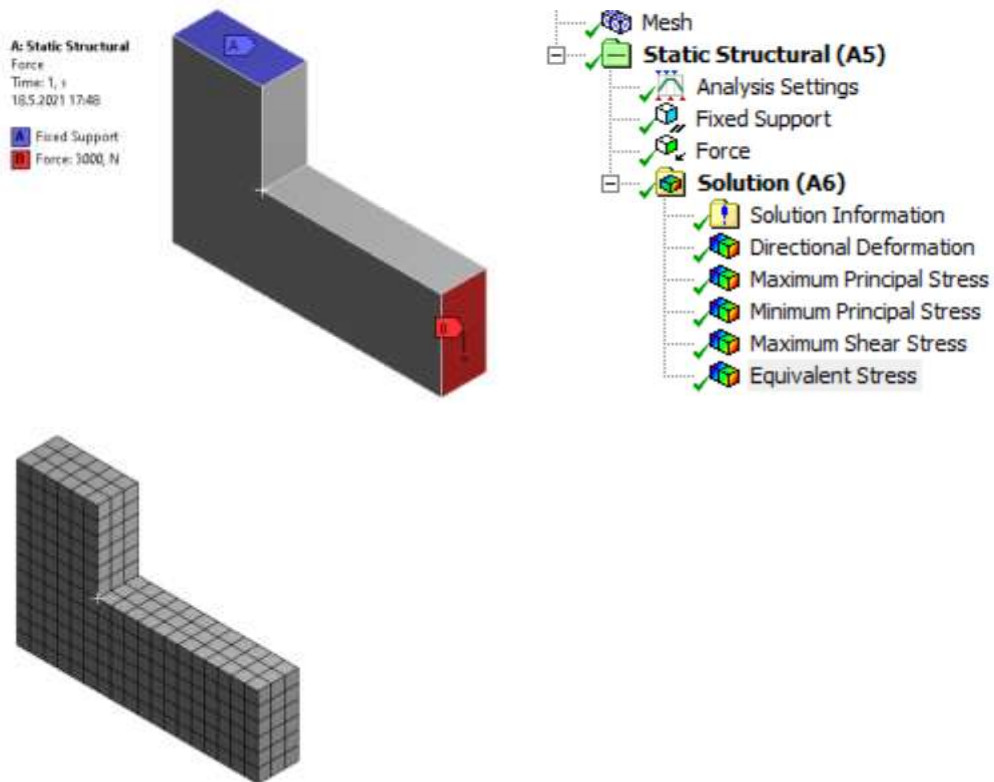




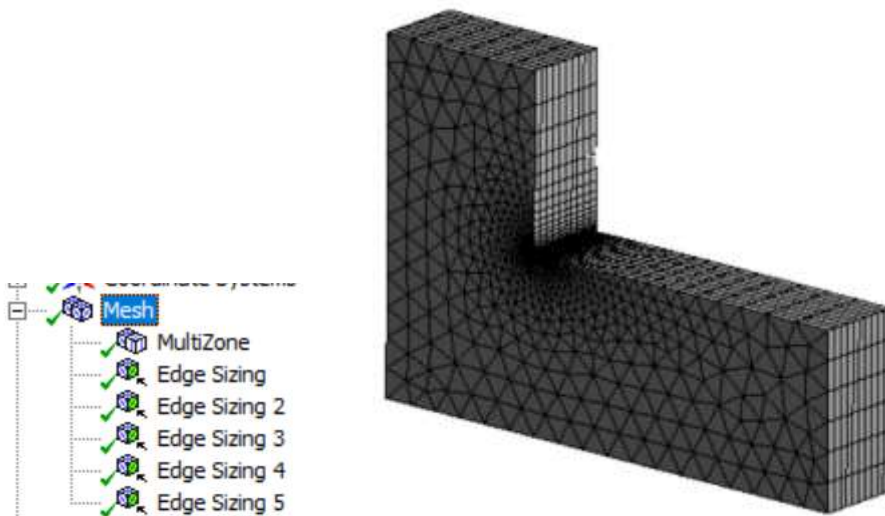
Köşeye 1 mm radüs

attık..

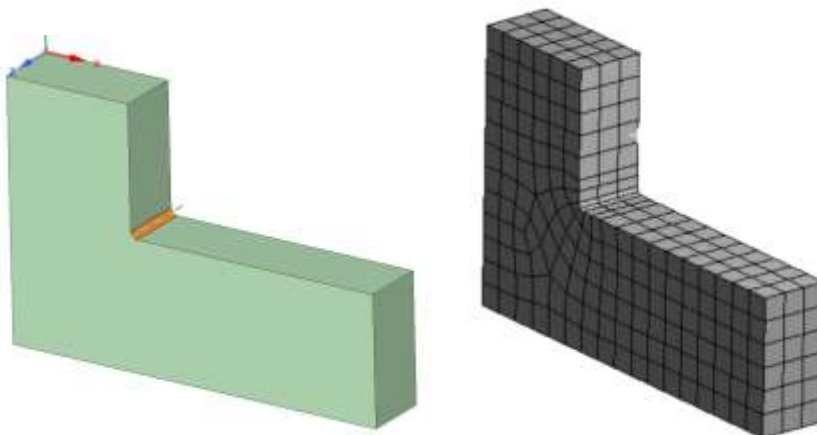
Örnek 2.



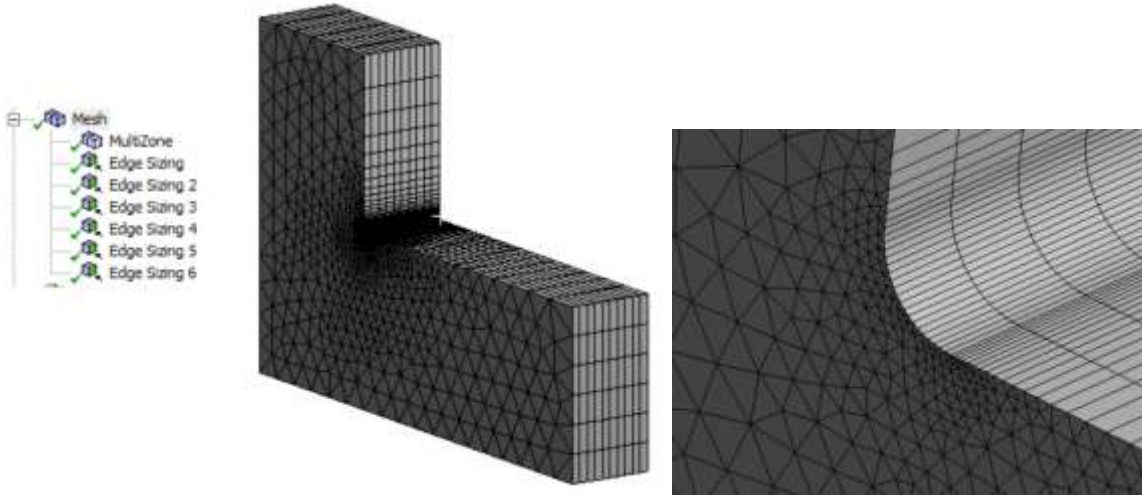
Max Princ =401, Min Princ=14, Max Shear = 194



Max Princ =2171, Min Princ=593, Max Shear = 789

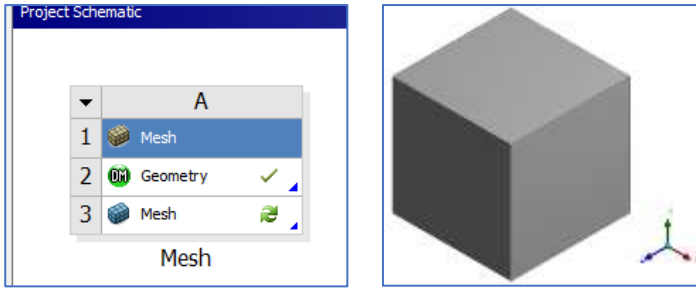


Max Princ =372, Min Princ=-1, Max Shear = 186



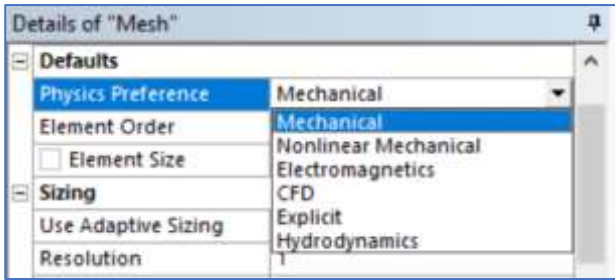
----- 000 -----

Aşağıdaki uygulamalar 2019 ekranları için geçerlidir. Sadece Mesh yapma modülünü panel üzerine sürükleyelim. 50x50x50 mm³ lük bir küp çizelim. Bunun üzerinde uygulamaları görelim.



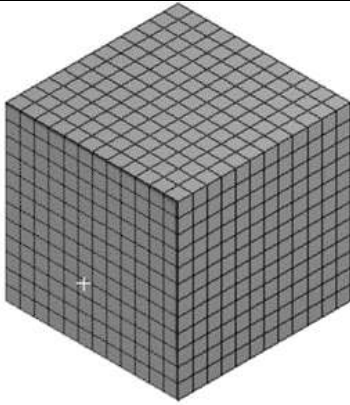
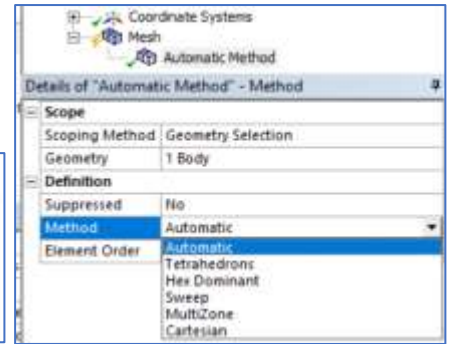
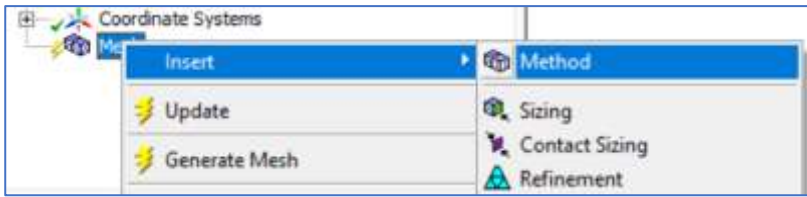
Analiz Tipini Belirleme

Mesh yapmadan önce yapılacak olan **analizin türü** seçilir.

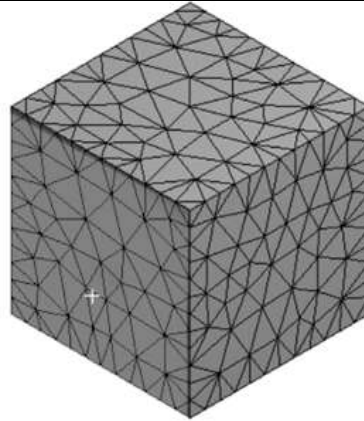


Method: Element tipini belirleme

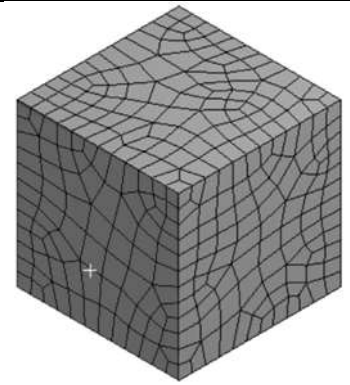
Mesh oluşturma yöntemleri için Method ekleyelim. Ardından geometriyi seçelim.



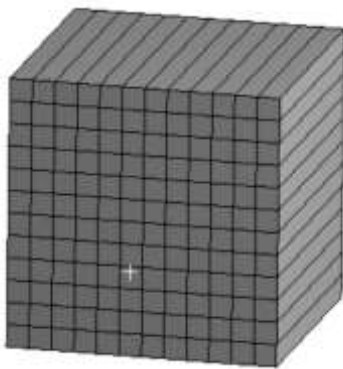
Method:Automatic



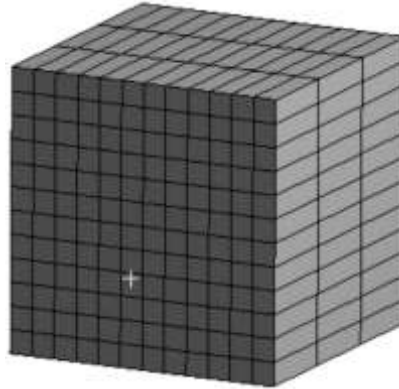
Method:Tetrahedrons



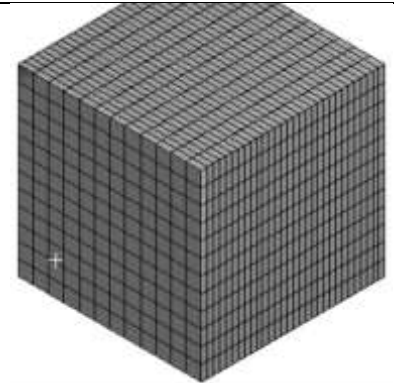
Method: Hex Dominant



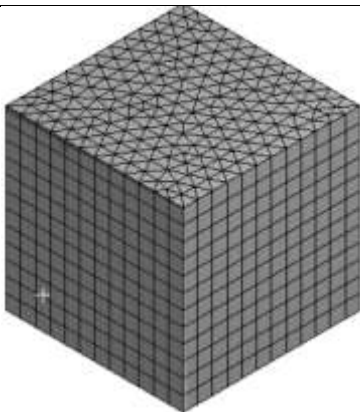
Method:Sweep >
Number of Division:1
Source Seçimi yapılmalı.



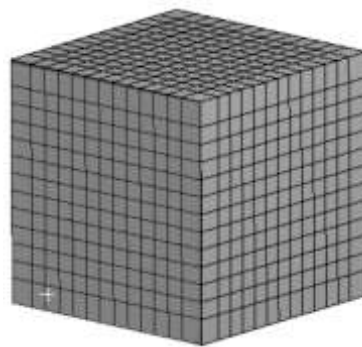
Method:Sweep >
Number of Division:3



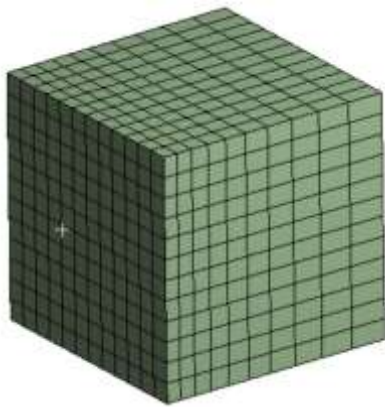
Method:Sweep >
Number of Division:30



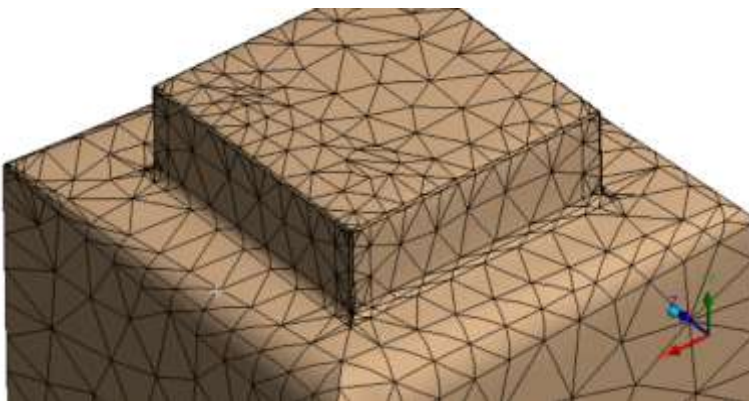
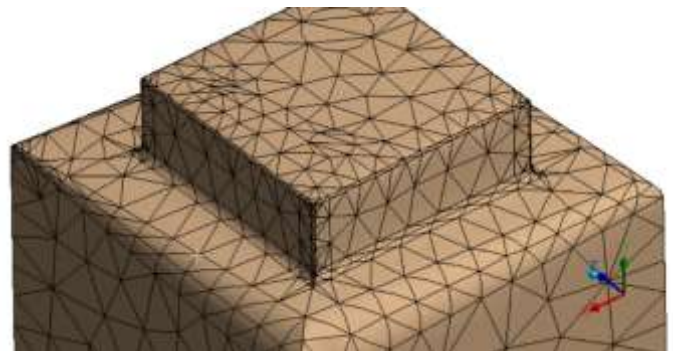
Method: MultiZone >
Mapped Mesh Type: Prizm



Method: Cartezian
DETAYLANDIR.??

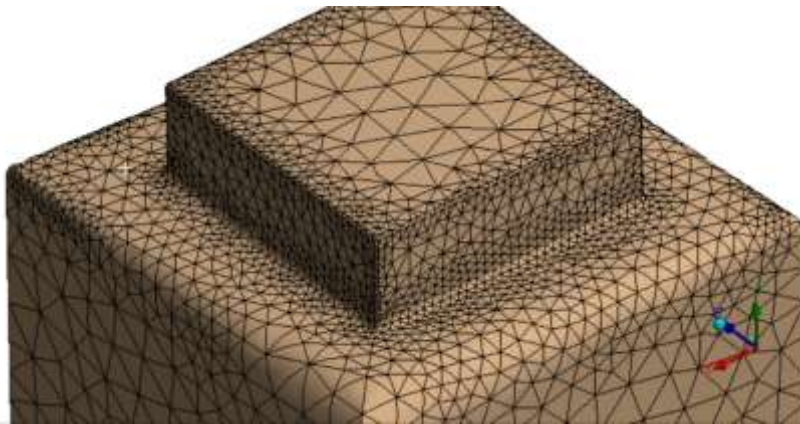


Details of "Sweep Method" - Method	
Element Order	Use Global Setting
Src/Trg Selection	Manual Source
Source	1 Face
Target	Program Controlled
Free Face Mesh Type	All Quad
Type	Number of Divisions
☐ Sweep Num Divs	10
Element Option	Solid
Advanced	
Sweep Bias Type	- - - - -
☐ Sweep Bias	2,5



Details of "Patch Conforming Method" - Method	
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Body
Definition	
Suppressed	No
Method	Tetrahedrons
Algorithm	Patch Conforming
Element Order	Use Global Setting





Connections

Mesh Patch Independent

Details of "Patch Independent" - Method

Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Body
Definition	
Suppressed	No
Method	Tetrahedrons
Algorithm	Patch Independent
Element Order	Use Global Setting
Advanced	
Defined By	Max Element Size
Max Element Size	Default
Feature Angle	30°
Mesh Based Defeaturing	Off
Refinement	Proximity and Curvature
Min Size Limit	1 mm
Num Cells Across Gap	Default
Curvature Normal Angle	Default
Smooth Transition	Off
Growth Rate	Default

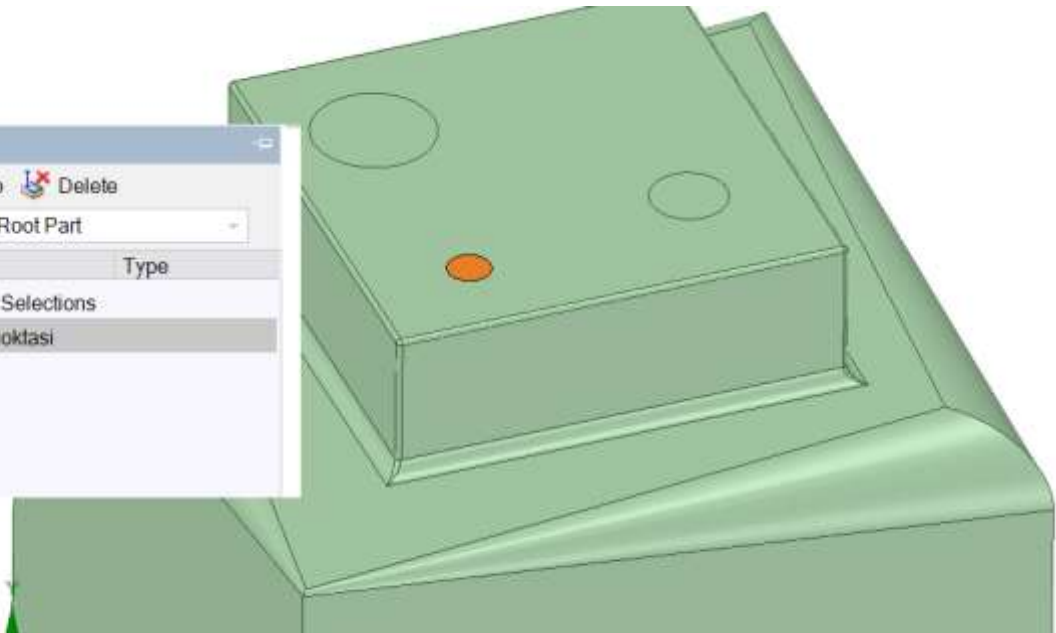
Layers Selection Groups Views

Groups

Create Group Delete

View groups in: Root Part

Name	Type
Named Selections	
YukNoktasi	



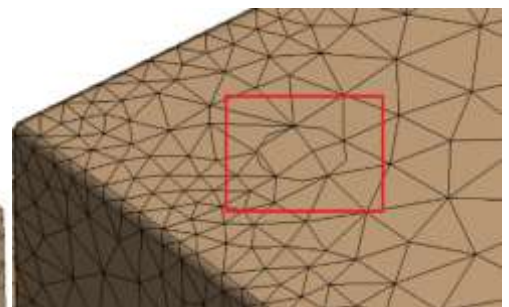
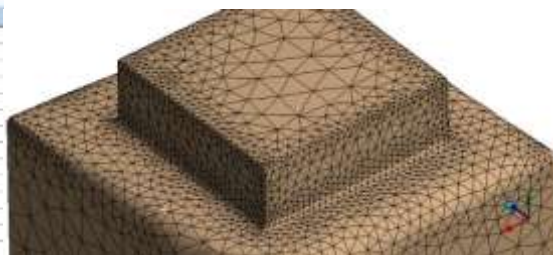
Connections

Mesh Patch Independent

Named Selections YukNoktasi

Details of "Patch Independent" - Method

Definition	
Suppressed	No
Method	Tetrahedrons
Algorithm	Patch Independent
Element Order	Use Global Setting
Advanced	
Defined By	Max Element Size
Max Element Size	Default
Feature Angle	30°
Mesh Based Defeaturing	Off
Refinement	Proximity and Curvature
Min Size Limit	1 mm
Num Cells Across Gap	Default
Curvature Normal Angle	Default



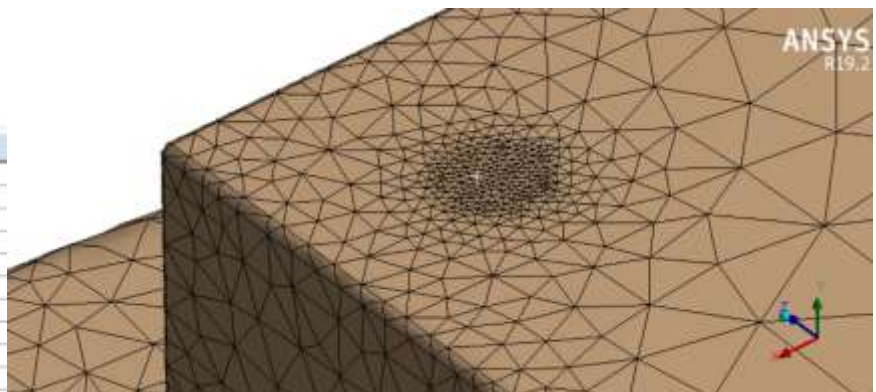
Connections

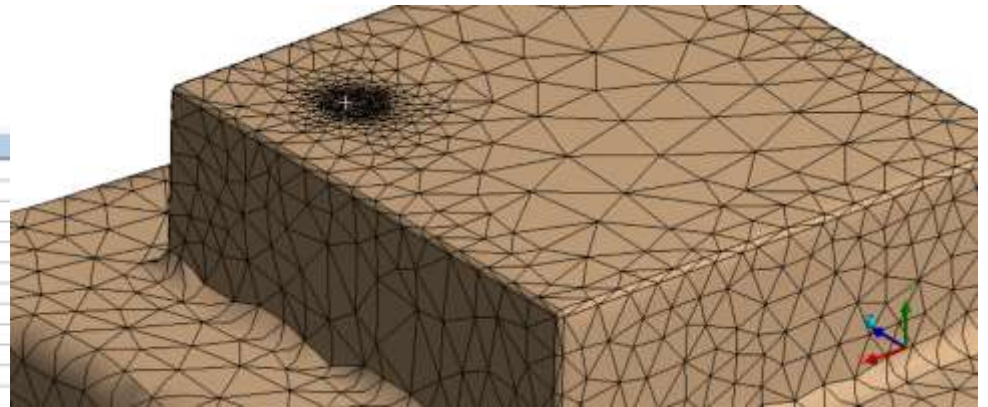
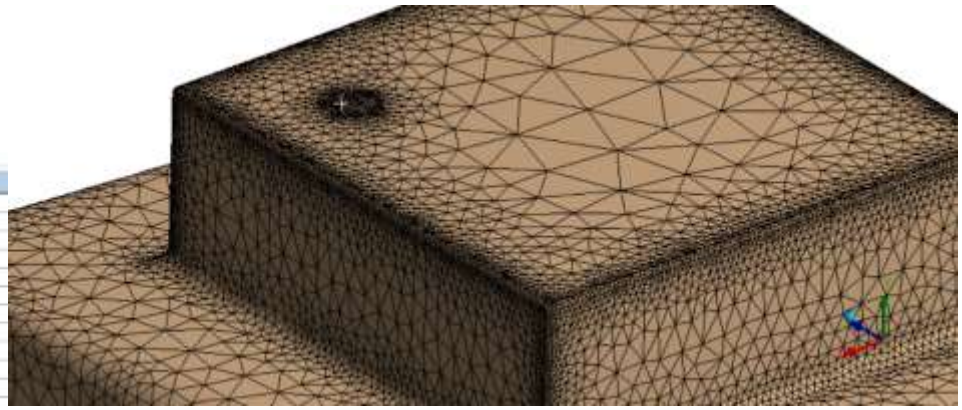
Mesh Patch Independent

Named Selections YukNoktasi

Details of "Face Sizing" - Sizing

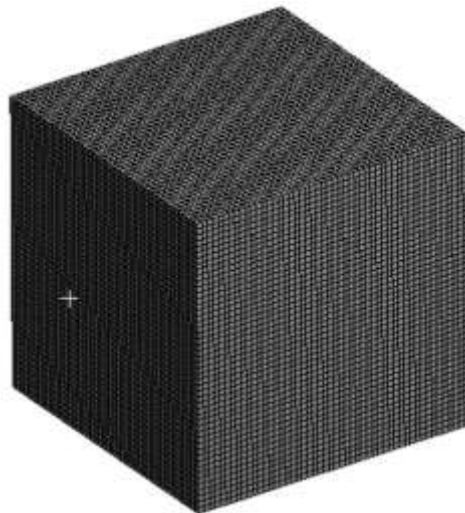
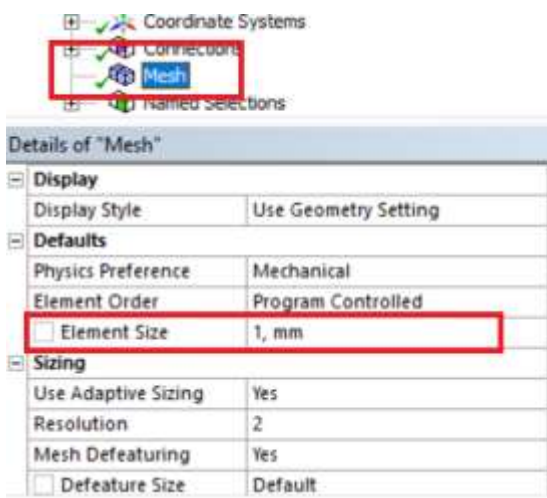
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Face
Definition	
Suppressed	No
Type	Element Size
Element Size	0,25 mm
Advanced	
Defeature Size	Default
Behavior	Soft

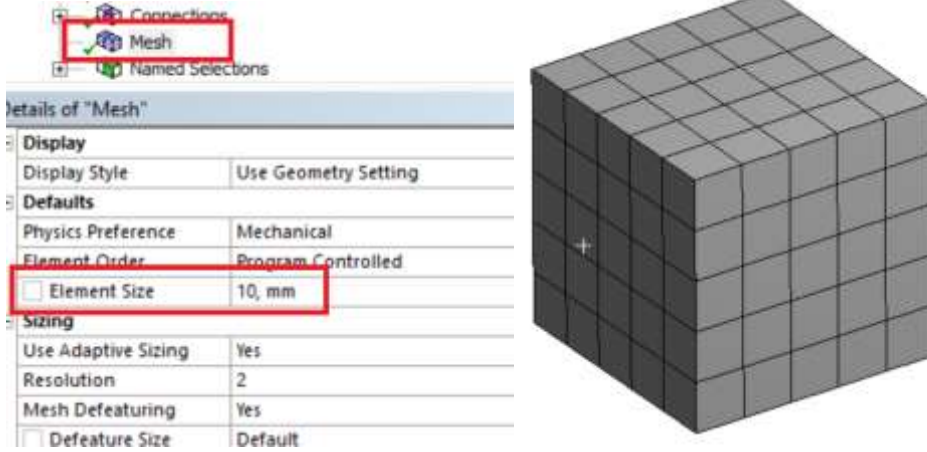




Genel Sizing uygulayarak Mesh büyüklüğünü ayarlama

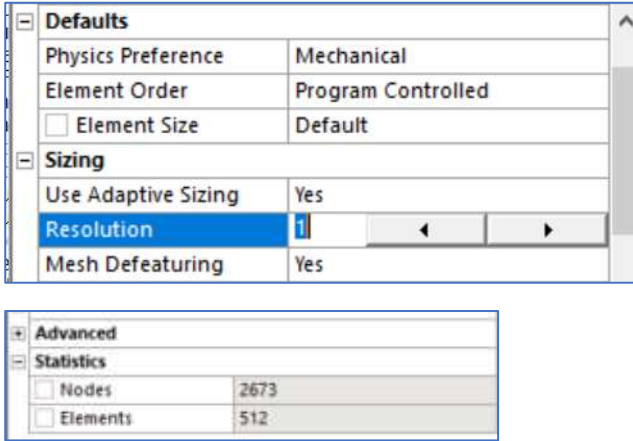
Element Sizing



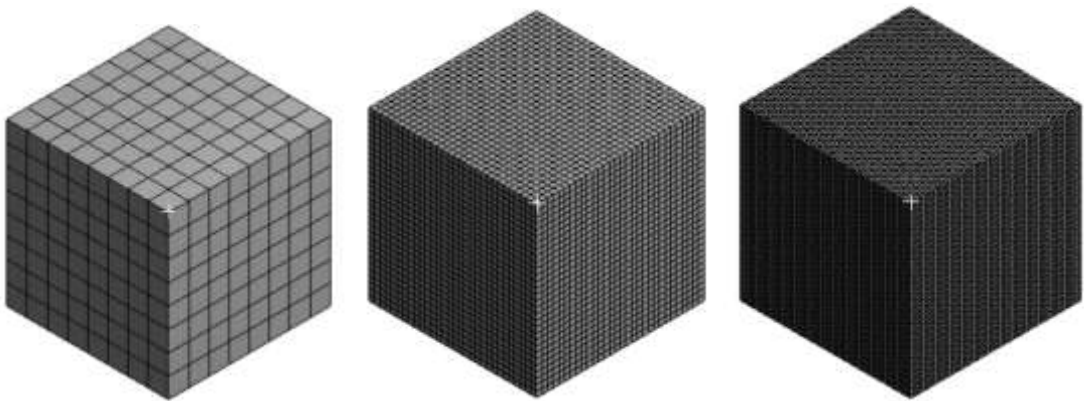


Resolution (çözünürlük): Mesh yoğunluğunu/sayısını ayarlama)

Sizing kısmından Resolution ayarı yapılarak mesh yoğunluğu artırılıp azaltılabilir. Oluşan element (eleman) ve node (düğüm) sayısı en alttaki Statics (istatistik) kısmından görülebilir.



Aşağıdaki uygulamalar Resolution=1,4,7 iken oluşan sayılardır (en son 7 dir).

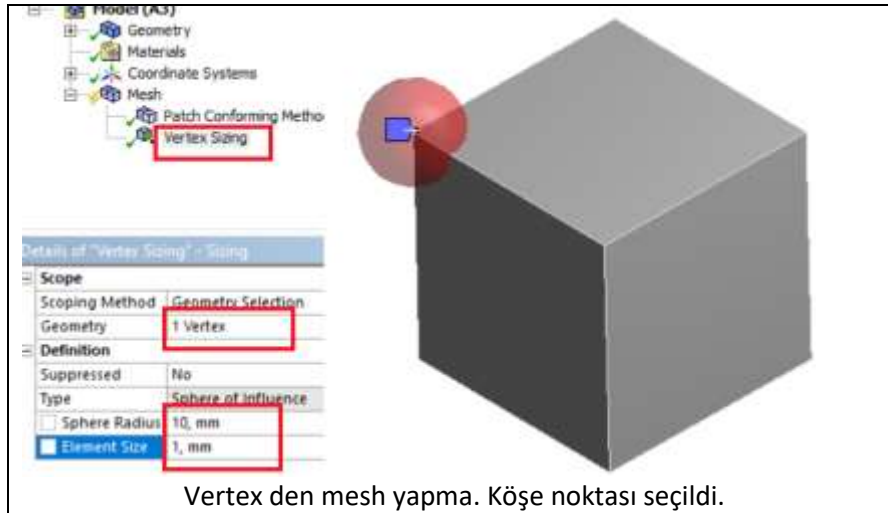
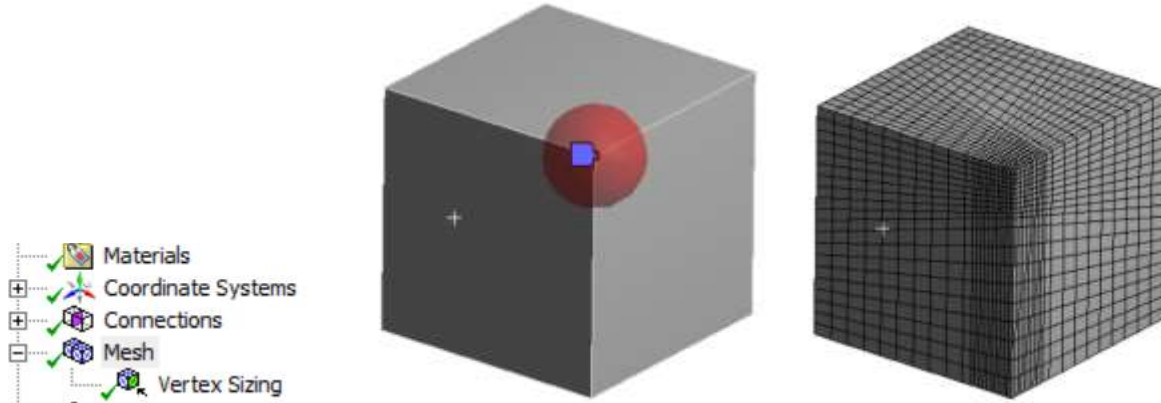


Resolution:1, Elm sayısı:512 Resolution:4, Elm sayısı:6859 Resolution:7, Elm: 195112

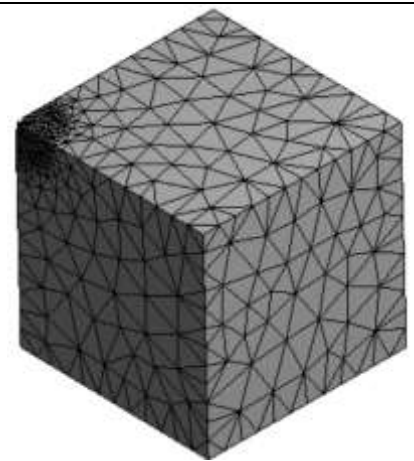
Yerel Elemanlar Üzerinden Mesh Büyüklüğünü Ayarlama

Sizing>Vertex, Kenar ve Yüzey seçerek mesh boyutlarını ayarlama

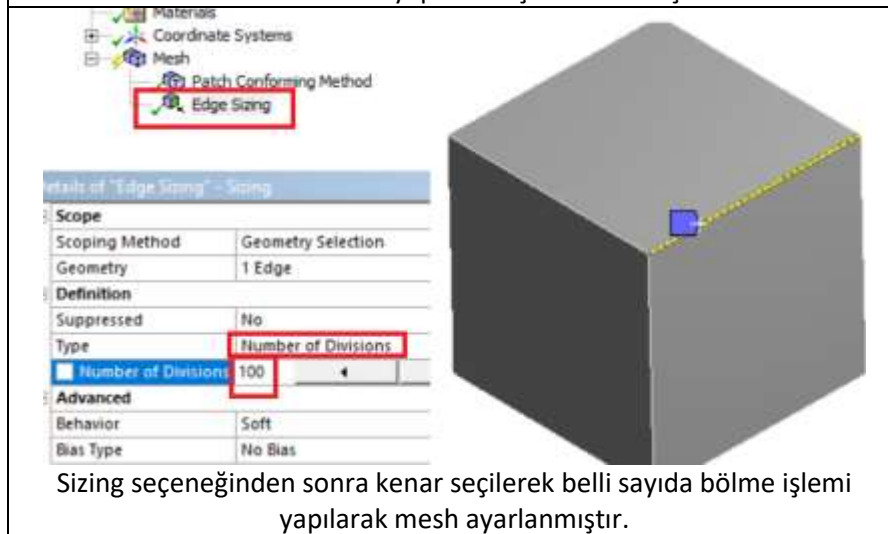
Geometrik elemanları seçerek element boyutlarını ayarlayabiliriz. Bunun için Sizing (boyutlandır) alt seçeneğini kullanacağız.



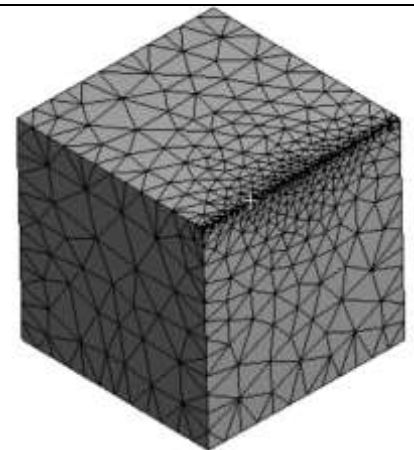
Vertex den mesh yapma. Köşe noktası seçildi.



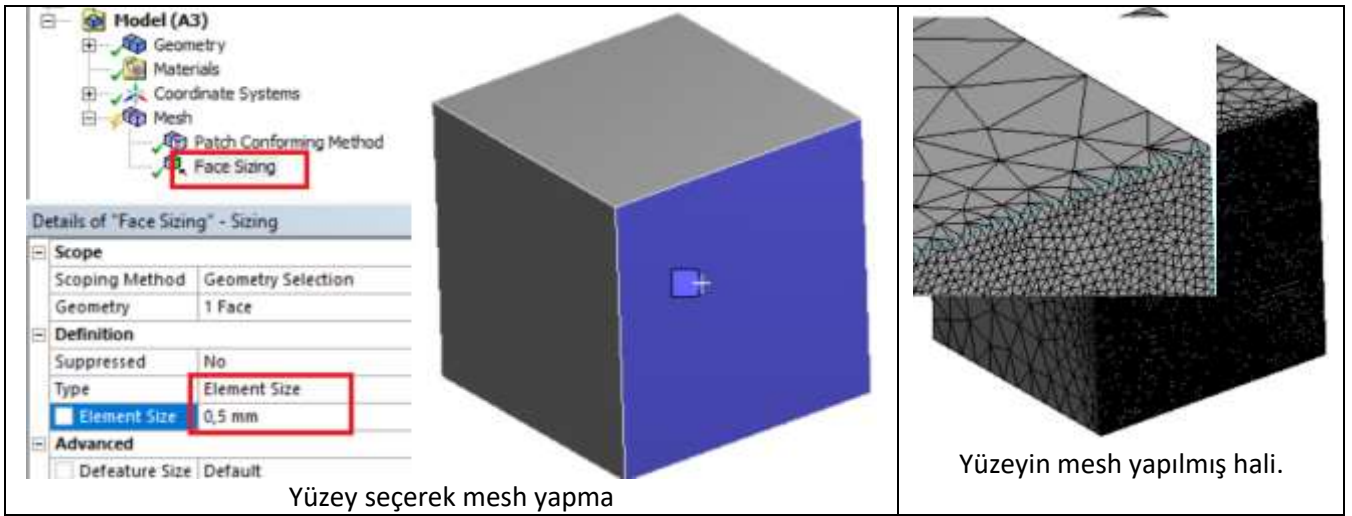
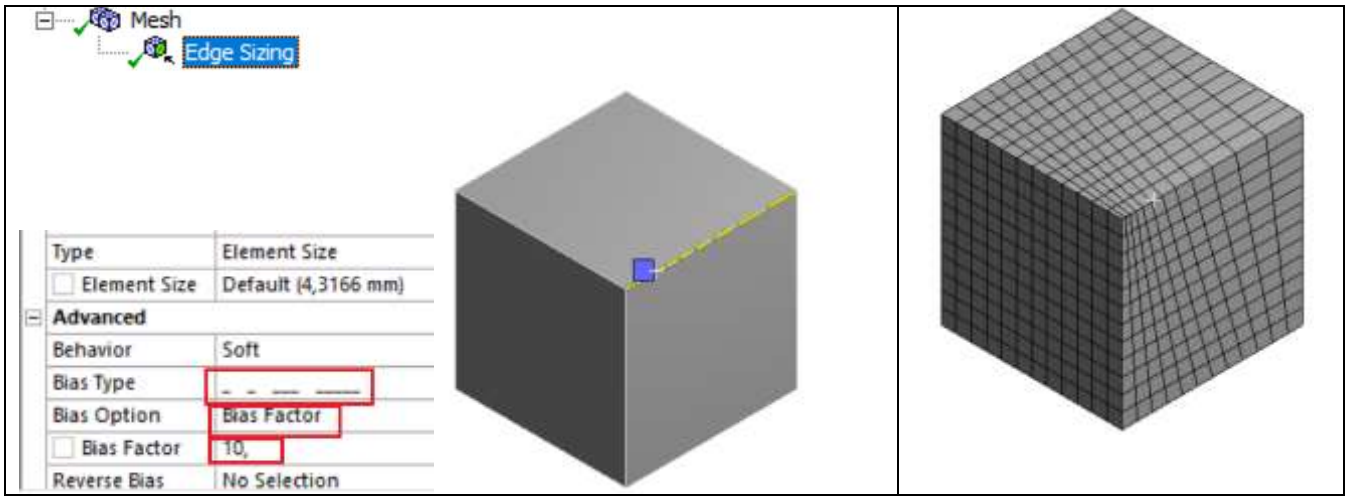
Ortaya çıkan mesh.



Sizing seçeneğinden sonra kenar seçilerek belli sayıda bölme işlemi yapılarak mesh ayarlanmıştır.



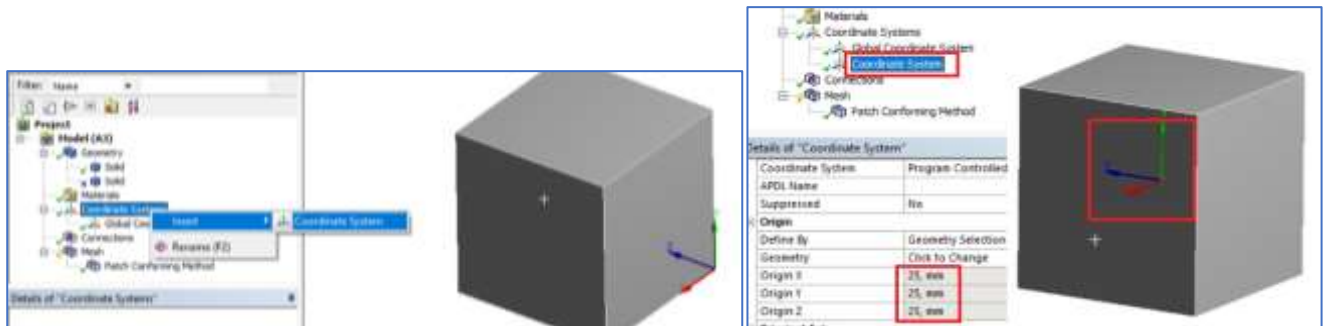
Kenarın mesh yapılmış hali



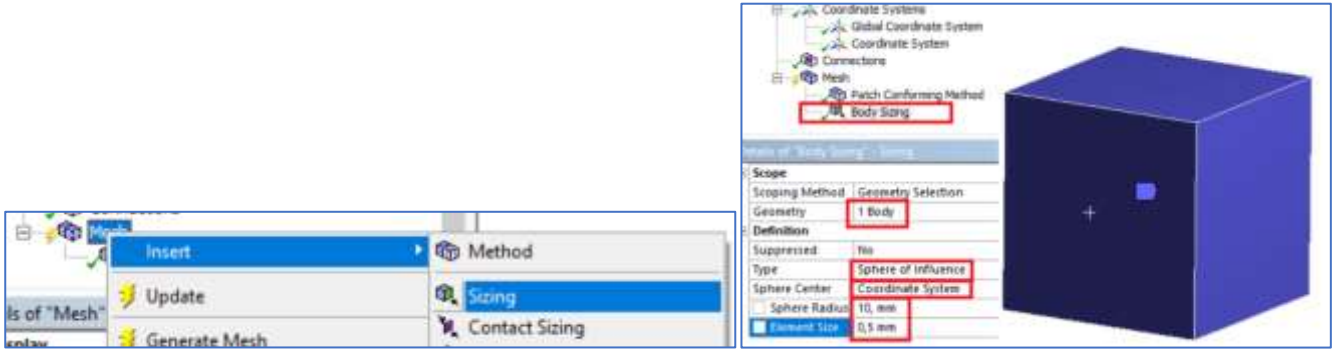
Sizing>Body>Sphere of Influence. Cismin mesh yapılacak bölgesinde küre şekli tanımlanarak o bölgenin mesh yapılması ve mesh bölgesine Section (kesit) ile bakılması

Bunun için öncelikle cisim üzerinde Küre'nin yerleştirileceği yerde bir Koordinat sistemi oluşturmalıyız. Burada küpün tam ortasında yoğun bir mesh yapmayı düşünelim. Dikkat edersek uygulamalardan hep Tetrahedron (4 yüzlü prizma) kullanıyoruz (method>tetrahedron). Aynı şekilde devam ediyoruz.

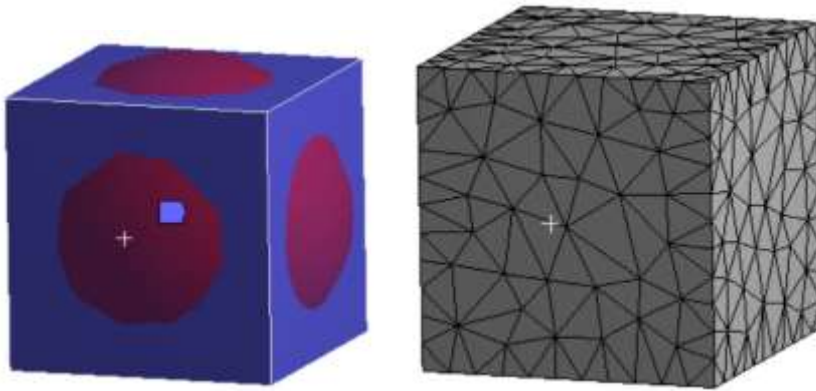
Küpün tam ortasında bir Koordinat sistemi oluşturalım.



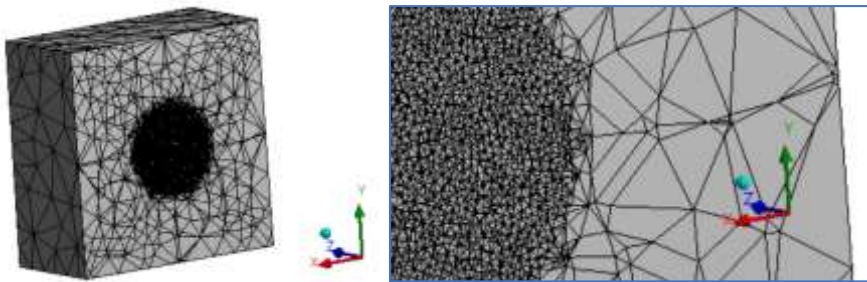
Ardından Sizing ekleyerek küpün ortasındaki koordinat ekseninde Küre (Sphere) oluşturalım.



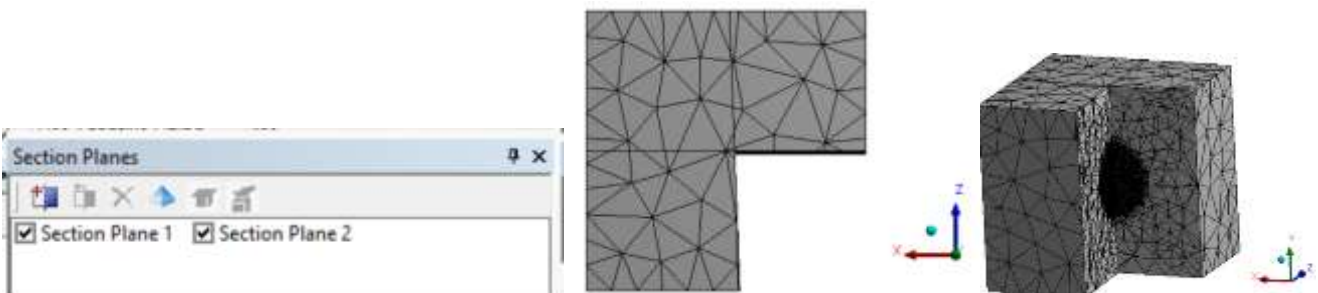
Küre oluştu fakat gözükmemektedir. Eğer çapı büyütürsek ($r=30$) kürenin küpün dışına çıktığını görebiliriz. Tekrar küreyi $r=10$ mm düşürsek küpün içinde kalacaktır. Böyle iken mesh yaparsak iç kısımda mesh yoğunluğu oluştu fakat bunu göremiyoruz.



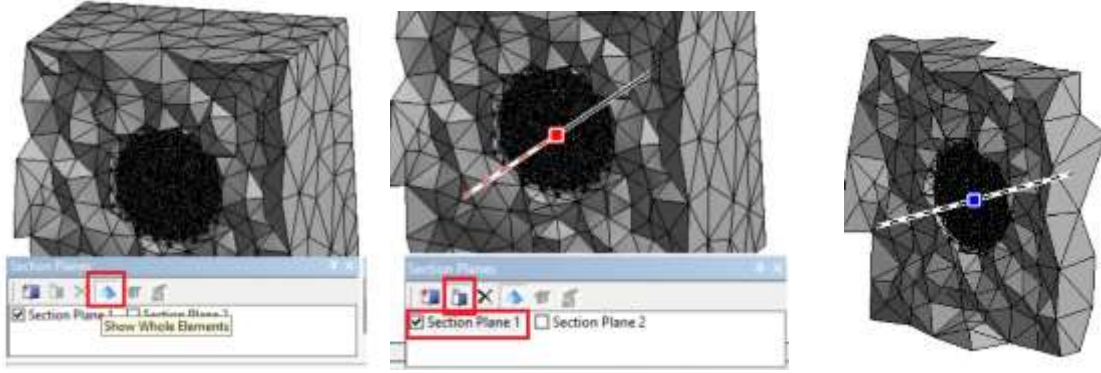
İç kısımdaki meshleri görmek için Kesit (Section) alacağız. Kesit düğmesine tıklayınca Section düzlemlerini gösteren pencere çıkar. Parçanın ortasında dikey bir şekilde kesersek bir düzlem oluşur ve parçanın yarısı gözükür.



İkinci bir düzlem daha oluşturursak parçanın 3 çeyrek kısmı görünür.

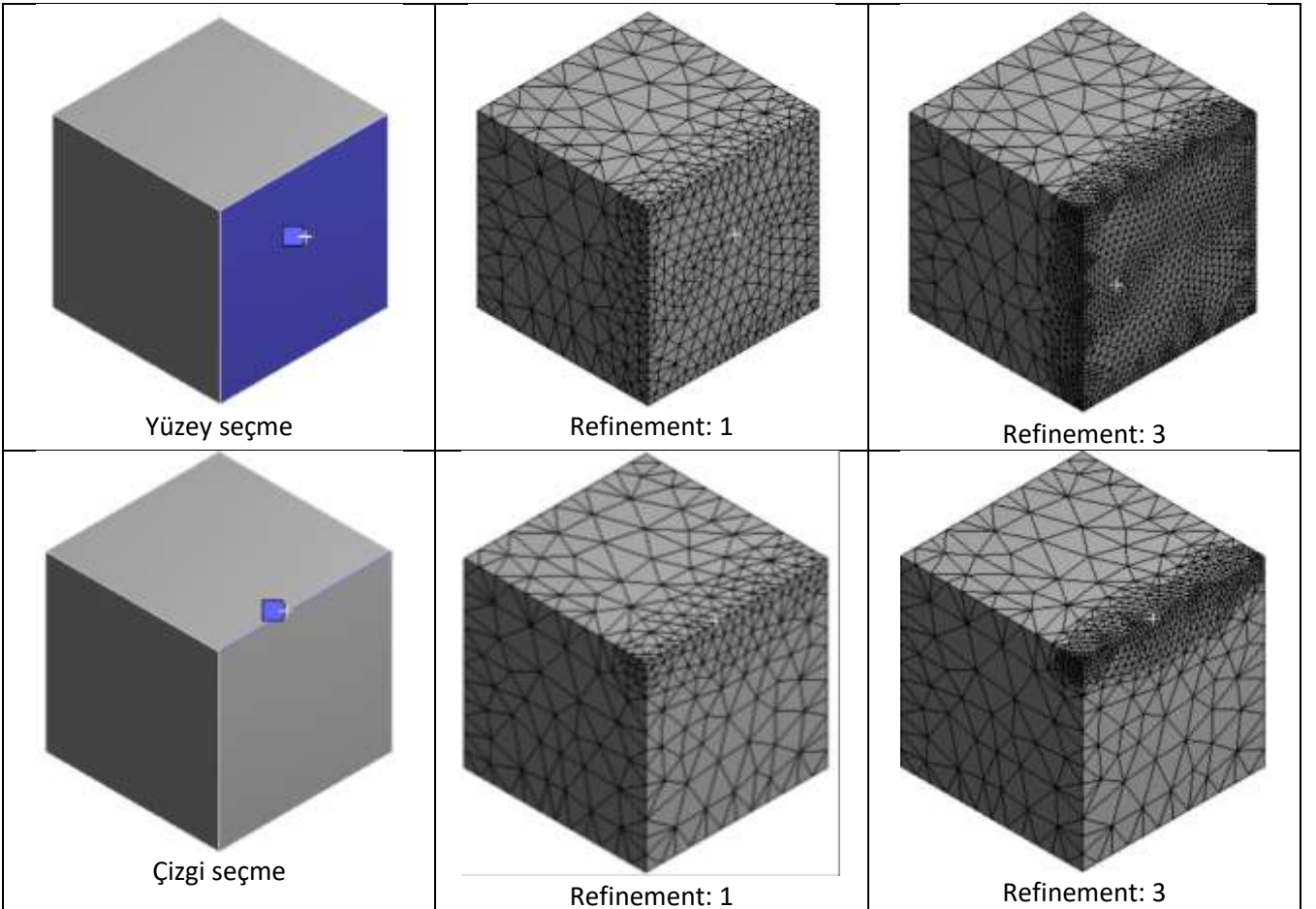
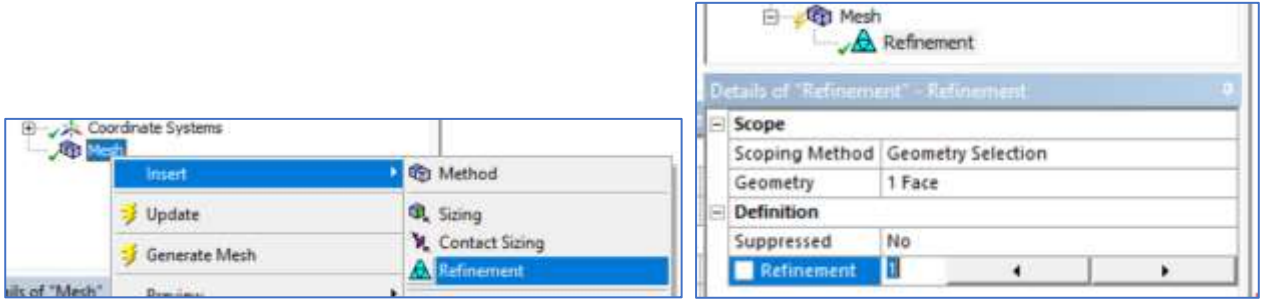


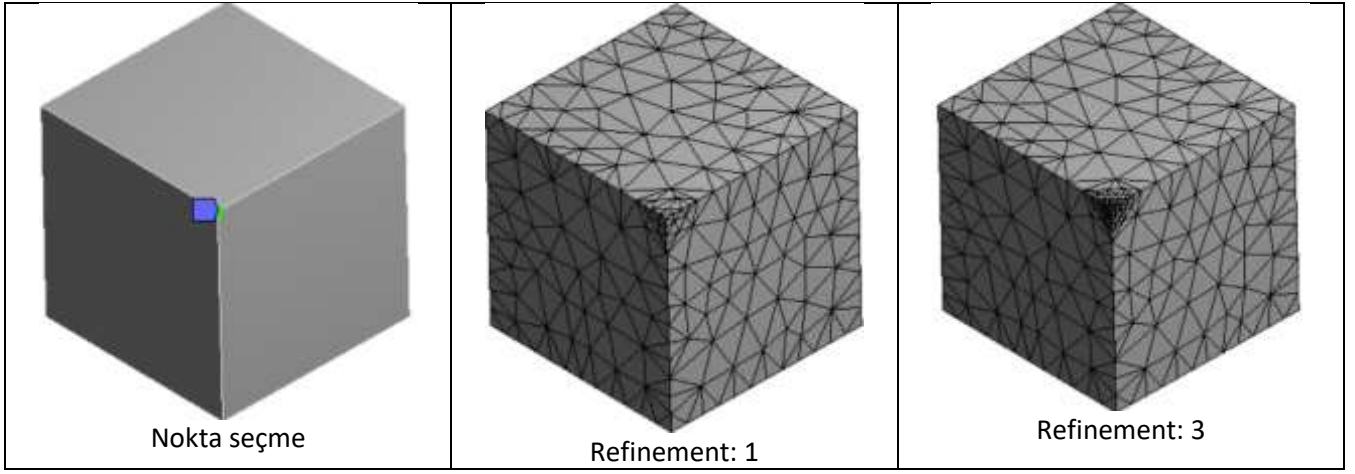
Elementleri daha iyi incelemek için kesit düzlemindeki aşağıdaki seçenekleri de deneyebilirsiniz. Oluşan çizginin üzerinden tutarsanız farklı uygulamalarda görebilirsiniz.



Refinement: Meshi yeniden rafine etme, iyileştirme

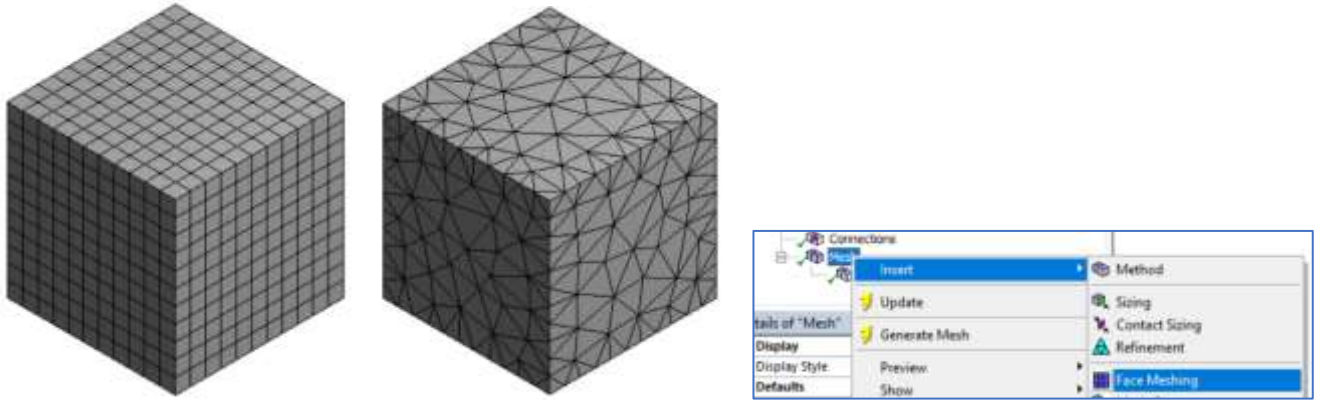
Cizim üzerinde belli bölgeleri farklı yoğunluklarda mesh yapmak için kullanılabilir. Önce geometri seçilmeli. Yüzey, Çizgi ve nokta seçilebilir. Refinement ayarı ile de mesh yoğunluğu artırılabilir.



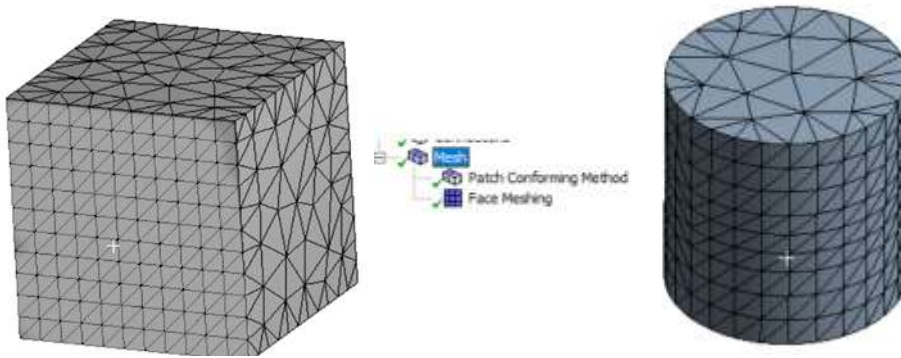


Face Meshing: Kare düzgün mesh oluşturma

Uygulama küpümüzü normalde mesh yaparsak zaten kare şeklinde olarak mesh olacaktır (şekil düzgün). Fakat biz bunu method>tetrahedron olarak değiştirilim ve ardından Face Meshing uygulayalım.

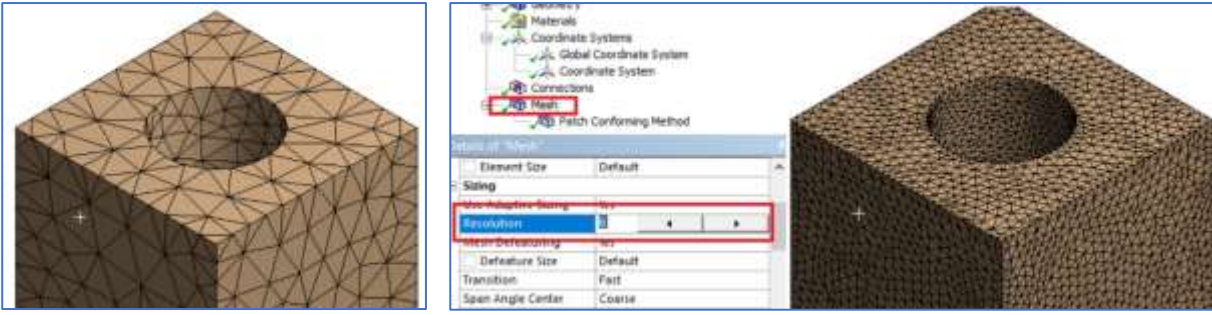


Face meshing için bir yüzeyi seçersek o yüzeyin kare şeklinde haritalanmış olduğunu görürüz.

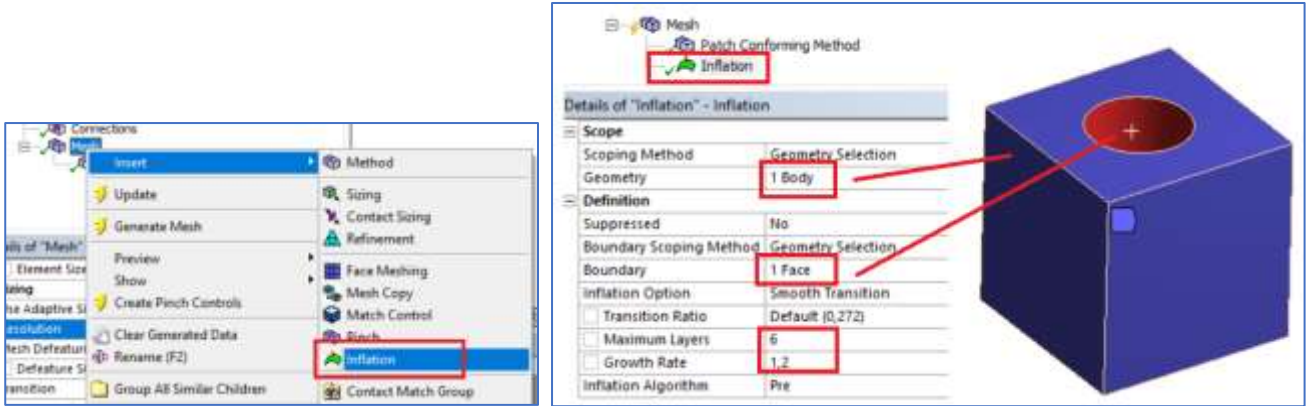


Inflation: Yüzeyi katmanlı mesh yapma

Daha çok akış analizlerinde, akışkanla yüzeyin temas ettiği yerlerde kullanmamız gereken bir mesh tekniğidir. Yüzeye yakın bölgelerde akışkan hızı değişeceği için bu kısımlarda hesaplamaların daha doğru sonuç vermesi için meshin katmanlı olarak ve giddikçe sıklaşarak yüzeye yaklaştırılması gerekir. Bunun için inflation (şişirme: herhalde şişirelen tekerdeki katmanlara benzetilmiş) komutunu kullanacağız. Açılıştaki oluşan mesh biraz sıklaştırılmalı. Daha önceki ayarlarda element tipi tetrahedron (4 gen prizma) seçilmişti (Mesh>Method>Tetrahedron)



Şimdi Inflation komutunu açalım. Seçim kısmından cismin kendisini ve şişirme yapılacak yüzeyi (içteki deliği) seçelim. İstersek katman sayısı ve katman kalınlıklarının ilerleme oranını (Growth Rate) da değiştirebiliriz.

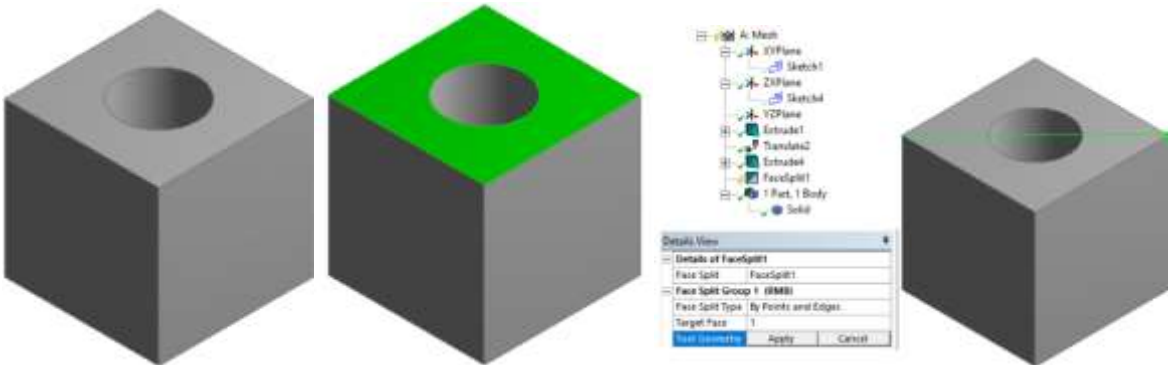


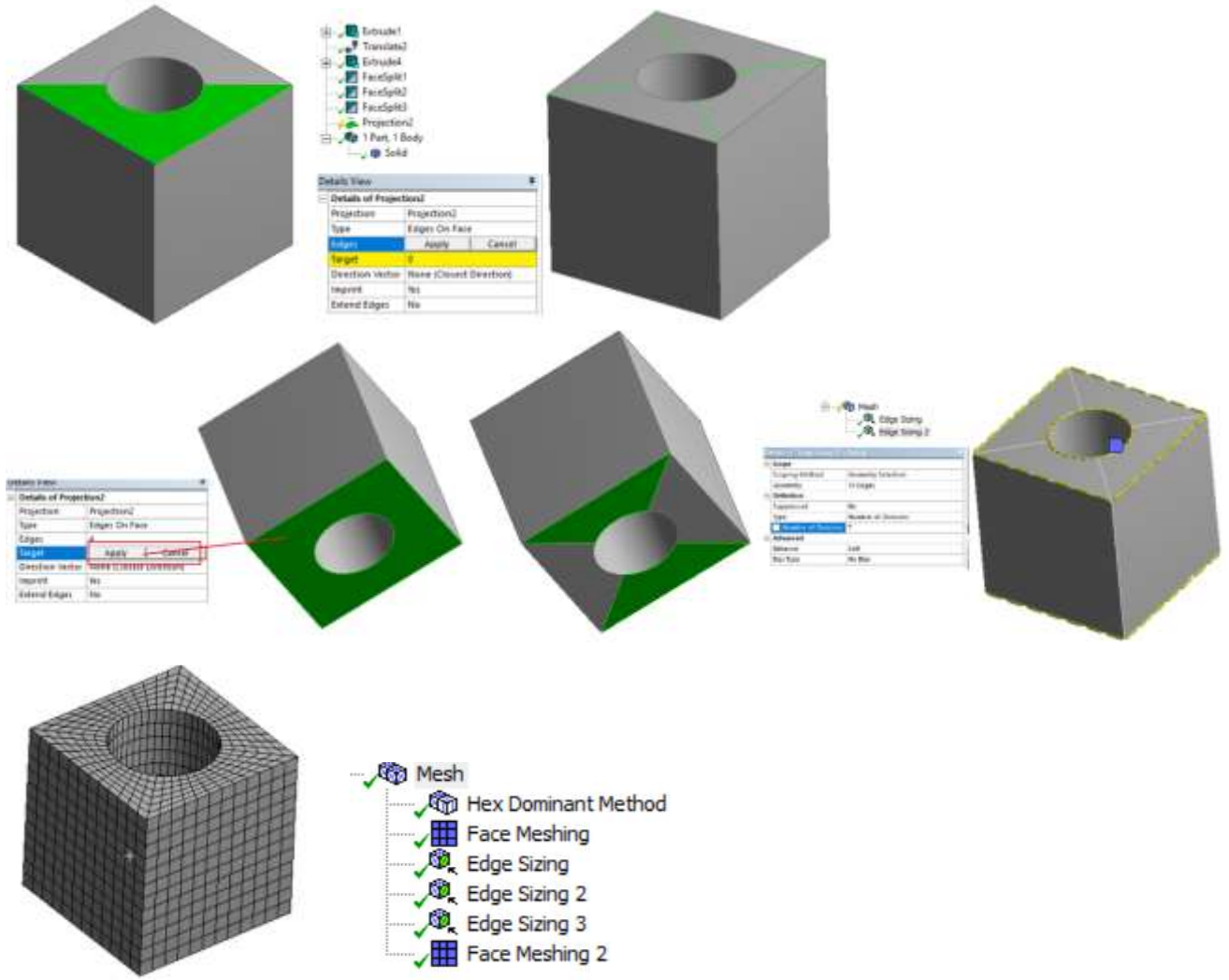
Ortaya çıkan mesh aşağıdaki gibi olacaktır.



Yüzey bölerek meshi her tarafta aynı yapma

Aşağıdaki şekli mesh varsayılan (default) yaptığımızda yandaki gibi bir sonuç alırız. Bu meshin yapısında üstteki daire ile dıştaki karenin kenarlarına geçişin düzgün olmadığını (her tarafta aynı olmadığını) görmekteyiz. Bunu nasıl düzgün hale getiririz onu görelim.

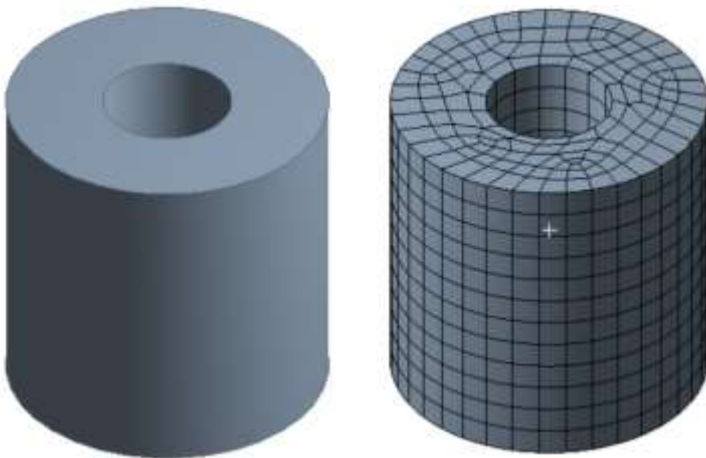




Anlatım eklenecek (Üst ve alt yüzeyler bölünerek 4 gen kenarlar oluşturulacak)

Uygulama 10 (Çizgiyi orantısız bölerek meshi her tarafta aynı yapma)

Aşağıdaki örnek üzerinde mesh yaparsak yanda görüldüğü gibi bir sonuç alırız; Şekil heryönden düzgün ve simetrik olmasına rağmen meshler öyle değildir. Şimdi dıştaki ve içteki dairelerin büyüklüğü ile de orantılı düzgün bir mesh yapmaya çalışalım.



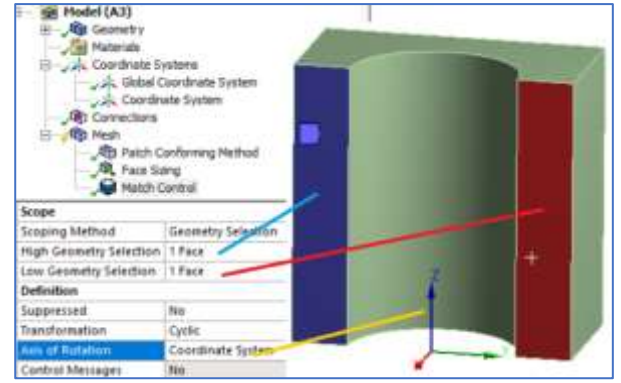
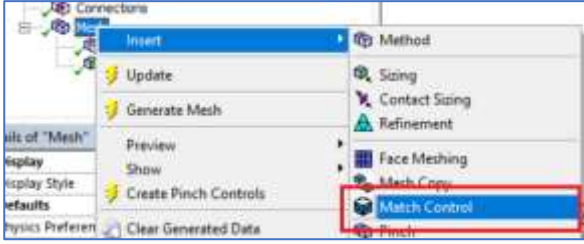
Anlatım eklenecek (Üst ve alt yüzeyler 2 ye bölünecek. Birleşim yerindeki çizgi Edge Sizing>Bias seçeneği kullanılarak çizgiler merkeze doğru daha kısa boylarda bölünecek)

Uygulama 7 (Match Control: Eşleştirme kontrolü, Yüzeyleri aynı tip mesh yapma)

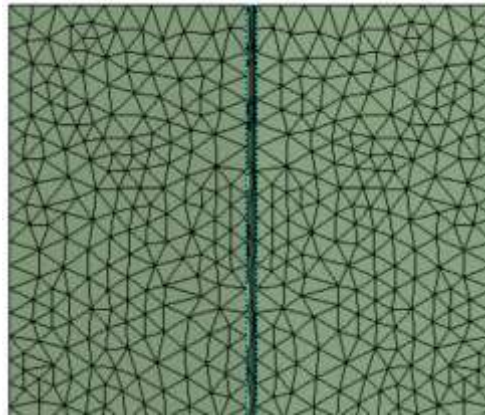
Şekildeki gibi küpümüzün ortasından bir silindir çıkaralım ve ortasında Slice komutu dilimleyerek bir yarısını Suppress yapıp şekildeki modeli elde edelim (Design modellerde yapılacak). Ardından birbirinin aynısı olması gereken ikiz yüzeylerden birini Face Sizing kullanarak farklı bir mesh yapalım. Bu modelde aslında ikizi (Twin) olan diğer yüzeyinde aynı mesh olması gerekir. Bu yüzeyi bir öncekinin aynısı yapmak için (haritalanmaları aynı olacak, ikisine de face meshing yapsak aynı olmaz) Match Control ü kullanalım. Bunu kullanabilmek için cismin merkezinde (silindir ekseninde) bir eksen takımı olmalı ve z eksenini silindir ekseninde olmalı.



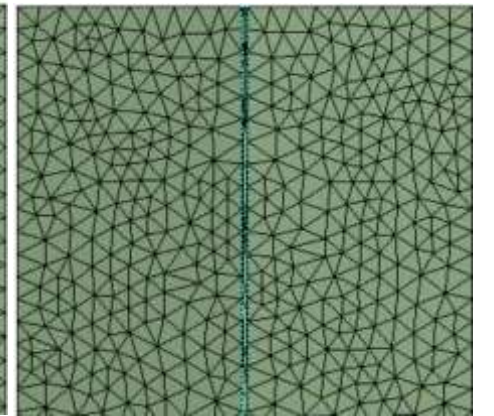
Ardından Match Control ekleyip eksen etrafında dairesel olarak (Cyclic) aynı tip yapılacak yüzeylerin iki ucundaki yüzeyleri (burada iki tane olduğu için arada başka yüzey yok) seçip mesh yaparsak eksen etrafında tanımlanan bu yüzeyleri aynı tip mesh yapacaktır.



Bu iki yüzeye yana yakından bakarsak tamamen birbirinin aynısı (simetrik şekilde) olmuştur (aşağıdaki birinci örnek). Oysa iki yüzeyi direk Face meshing ile yapsaydık birbirinin aynısı haritalamayı göremezdik. Aşağıdaki ikinci örnek onu göstermektedir.

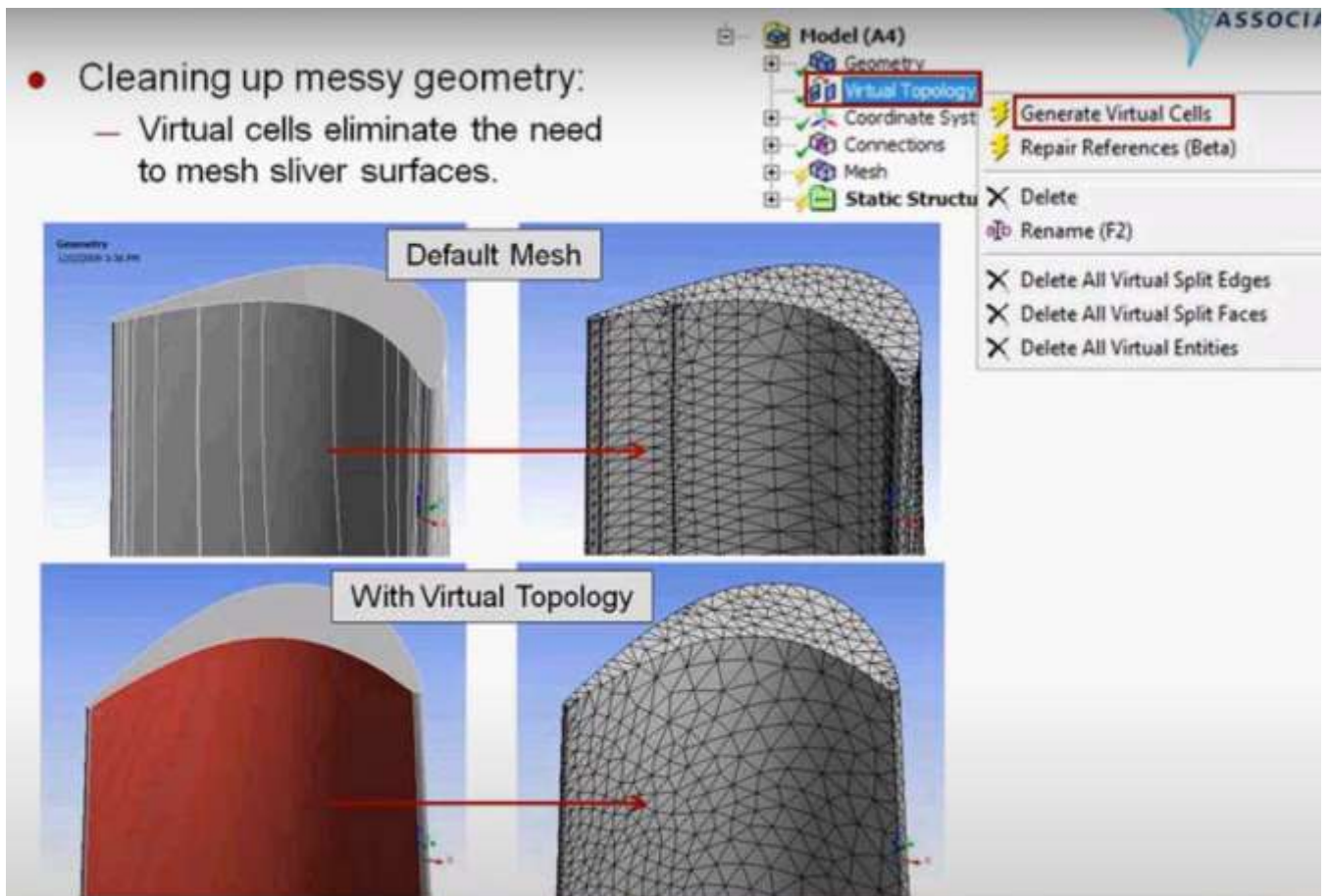


Meshler aynı tipte

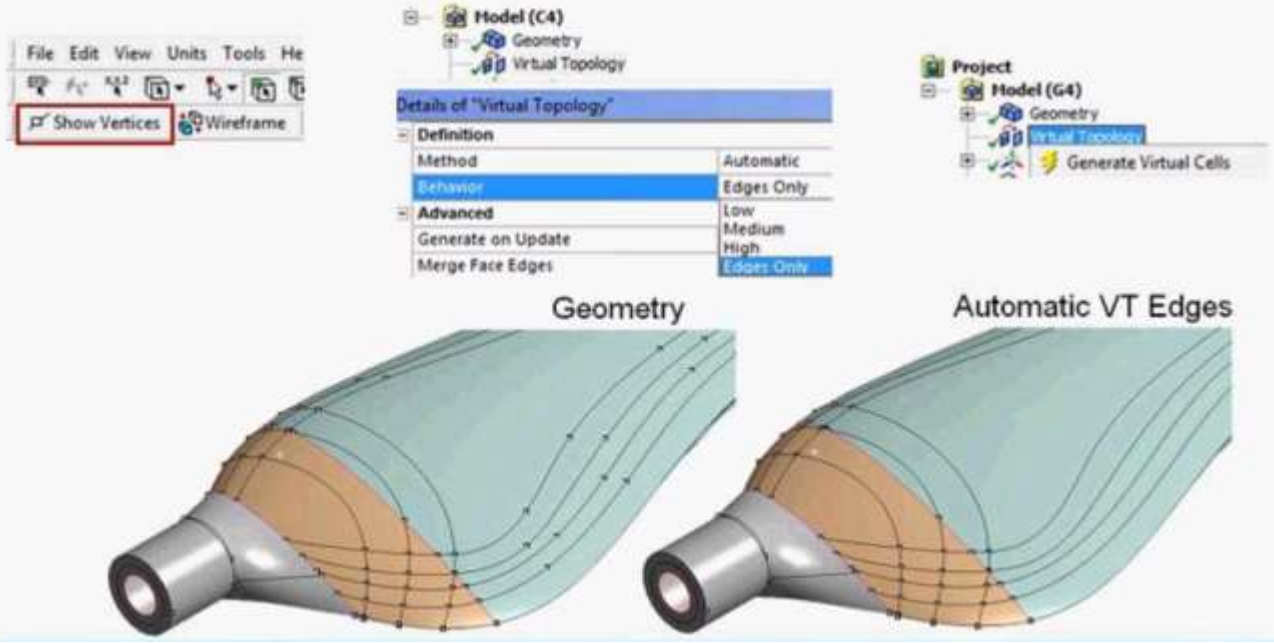


Meshler farklı tipte

- Cleaning up messy geometry:
 - Virtual cells eliminate the need to mesh sliver surfaces.



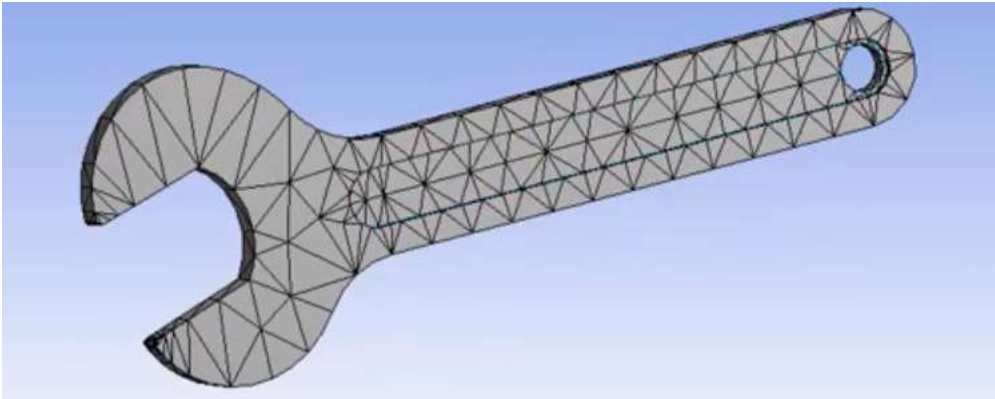
- Automatic Edge Concatenation:
 1. "Show Vertices"
 2. Set "Edges Only" in details menu of Virtual Topology
 3. RMB Click > Generate Virtual Cells



MESH YOĞUNLUĞUNUN ANALİZE GÖRE BELİRLENMESİ

Analizin türüne göre mesh yoğunluğuna dikkat etmemiz gerekebilir. Örneğin yorulma analizlerinde, gerilmelerin toplandığı kısımlar önemlidir. Bu durumda gerilmelerin yüksek çıkacağı yerlerde mesh yoğunluğunu artırmalıyız.

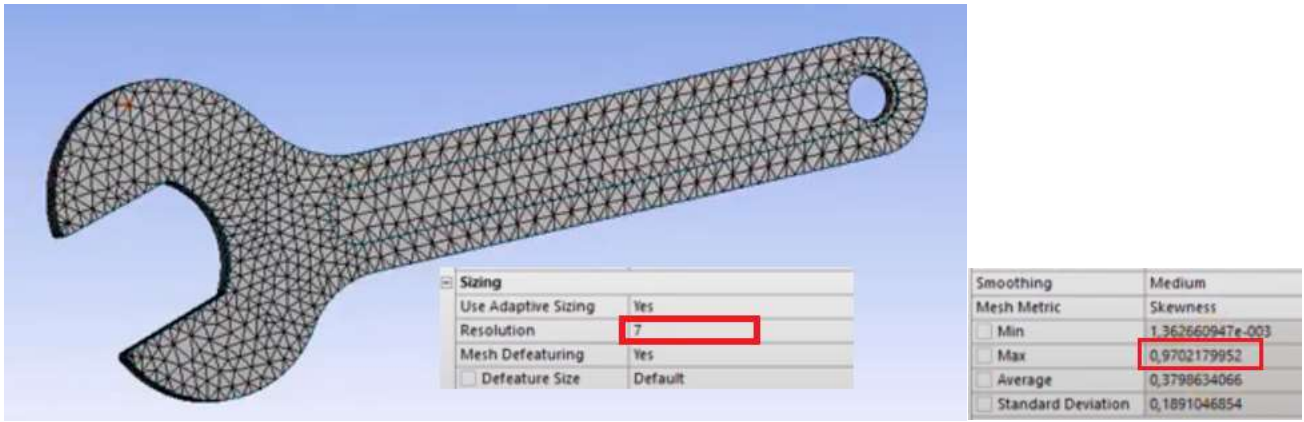
Örneğin aşağıdaki gibi bir parçada yorulma analizi yapacak isek bu parçanın mesh dağılımlarının çok kötü olduğunu görüyoruz.



Bu elemanın mesh kalitesini ölçmek için Mesh>Quality>Skewness kısmından bunu anlayabiliriz. Skewness değerine baktığımızda max=0.998 olduğunu görüyoruz. Bu değer oldukça yüksektir. Bunu olabildiğince düşürmeye çalışalım.

Details of "Mesh"			
Sizing		Quality	
Use Adaptive Sizing	Yes	Check Mesh Quality	Yes, Errors
Resolution	Default (2)	Error Limits	Standard Mechanical
Mesh Defeatureing	Yes	☐ Target Quality	Default (0.050000)
☐ Defeature Size	Default	Smoothing	Medium
Transition	Fast	Mesh Metric	Skewness
Span Angle Center	Coarse	☐ Min	0,2020878269
Initial Size Seed	Assembly	☐ Max	0,9987104911
Bounding Box Diagonal	210,1750925 mm	☐ Average	0,702090194
Average Surface Area	540,8767155 mm ²	☐ Standard Deviation	0,1639349042
Minimum Edge Length	0,4930208673 mm		
Quality			
Check Mesh Quality	Yes, Errors		
Error Limits	Standard Mechanical		
☐ Target Quality	Default (0.050000)		
Smoothing	Medium		
Mesh Metric	Skewness		

Skewness değeri ile biz ideal element boyutu ile mevcut eleman boyutunun karşılaştırılmasıdır. Mesh boyutlarını düşürmek her zaman Skewness boyutlarını düşürme anlamına da gelmeyebilir. Örneğin hızlıca Resolution 7 ye yükselterek mesh boyutlarını düşürdüğümüzde, Skewness max değeri 0.970 seviyelerine indi. Aslında çok az bir iyileşme yapmış olduk.



Sizin seçeneklerinin altında Transition (geçiş) ayarını Fast yerine Slow yapalım. Span Angle Center ayarını da Coarse (kaba) dan Fine (ince) ye çekelim. Bu durumda yeniden mesh yaptığımızda Skewness değerimiz 0.963 e düştü fakat çok fazla düşmedi.

Sizing			
Use Adaptive Sizing	Yes	Smoothing	Medium
Resolution	7	Mesh Metric	Skewness
Mesh Defeatureing	Yes	☐ Min	2,412215356e-003
☐ Defeature Size	Default	☐ Max	0,9638698968
Transition	Slow	☐ Average	0,2862746664
Span Angle Center	Fine	☐ Standard Deviation	0,1499990477
Initial Size Seed	Assembly		

Bu şekilde global ayarlar ile kaliteyi artıramadık (Skewness) düşürmedik. Bunun yerine global ayar yerine local ayarları deneyelim.Öncelikle bir metod ekleyelim. Tetrahedrons (4 yüzlü prizmalara) geçelim. Algoritmasını "Patch Independent" (yüzeyleri yok sayarak, sadece hacme bakara mesh yapacak) seçelim. Mesh oluştururken en düşük 2 mm insin.



Details of "Patch Independent" - Method

Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Body
Definition	
Suppressed	No
Method	Tetrahedrons
Algorithm	Patch Independent
Element Order	Use Global Setting
Advanced	
Defined By	Max Element Size
☐ Max Element Size	Default
☐ Feature Angle	30,°
Mesh Based Defeaturing	Off
Refinement	Proximity and Curvature
☐ Min Size Limit	2, mm
☐ Num Cells Across Gap	Default
☐ Curvature Normal Angle	Default

Smoothing	Medium
Mesh Metric	Skewness
☐ Min	3,941927659e-003
☐ Max	0,6871323369
☐ Average	0,2667299742
☐ Standard Deviation	0,1493581557

