

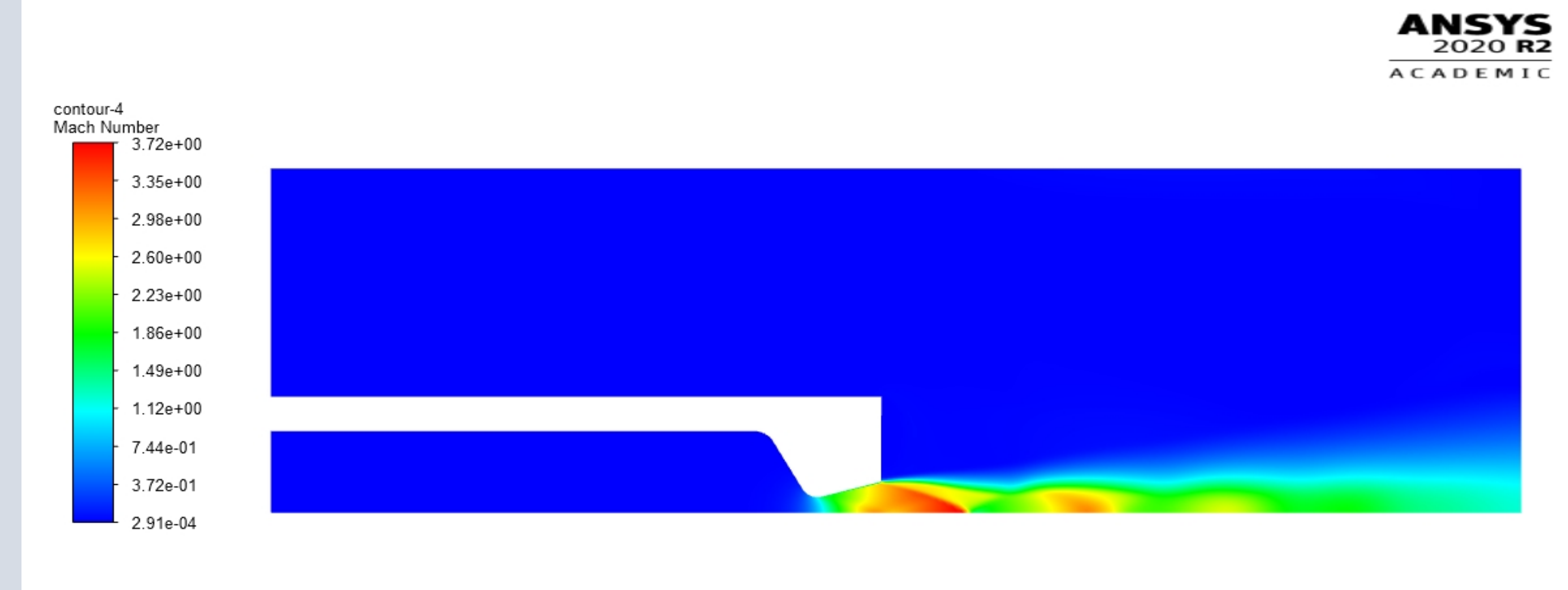


ÖZET

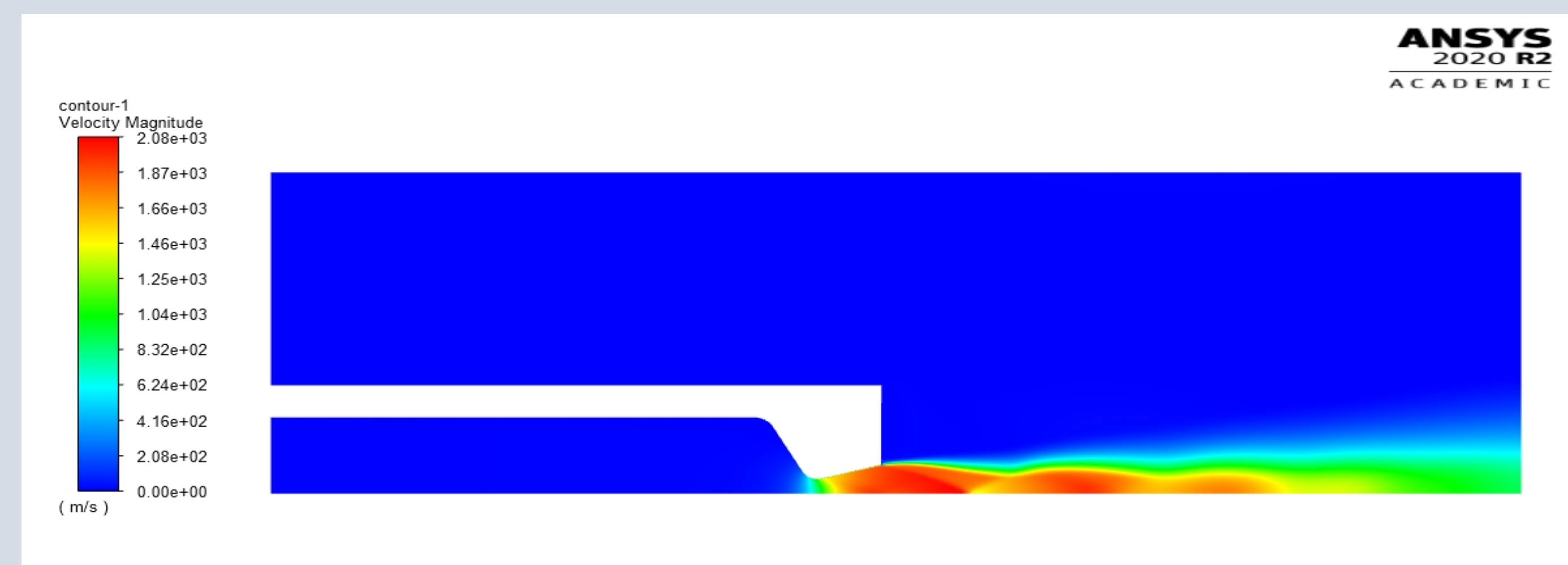
Bu bitirme projesinde laboratuvar düzeyinde küçük ölçekli sıvı yakıtlı roket motorunun teorik tasarımı ve analizleri yapılmıştır. Söz konusu tasarım için yerli ve yabancı kaynaklardan geniş kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış ve sonucunda bir çalışma yöntemi belirlenmiştir. Roket tasarım parametrelerinden özgül itki, yanma sıcaklığı ve karışım oranı yapılan araştırmalar ve analiz programları yardımıyla belirlenmiştir. Yanıcı olarak etanol, oksitleyici olarak gaz oksijen belirlenmiştir. Sıvı yakıtlı roket tasarımının temel unsurlarını oluşturan yanma odası, lüle, enjektör ve soğutma sistemi için gerekli olan hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmada sıvı yakıtlı roket motoru itki kuvveti 50 N ve yanma odası basıncı 2 MPa olarak göz önüne alınmış ve bu kriterlere göre sistem boyutlandırılarak tasarım yapılmıştır. Tasarım için gerekli olan giriş verileri; RPA ve CEA programlarına belirli başlangıç koşulları altında girilerek istenilen sonuçlar elde edilmiştir. Roketin üç boyutlu modeli SOLIDWORKS programında oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modelin silindirik koordinatlardaki eksenel simetrik geometri üzerinde Ansys Fluent programında çeşitli yanma odası basınçlarında CFD analizi gerçekleştirilip, itki kuvveti hesabı yapılmıştır. Sistemde kullanılacak olan bileşenlere ait malzemeler, çalışma koşullarına uygun şekilde seçilmiş ve sistemin çevresel etki değerlendirmesi yapılmıştır.

ANALİZ ÇALIŞMASI

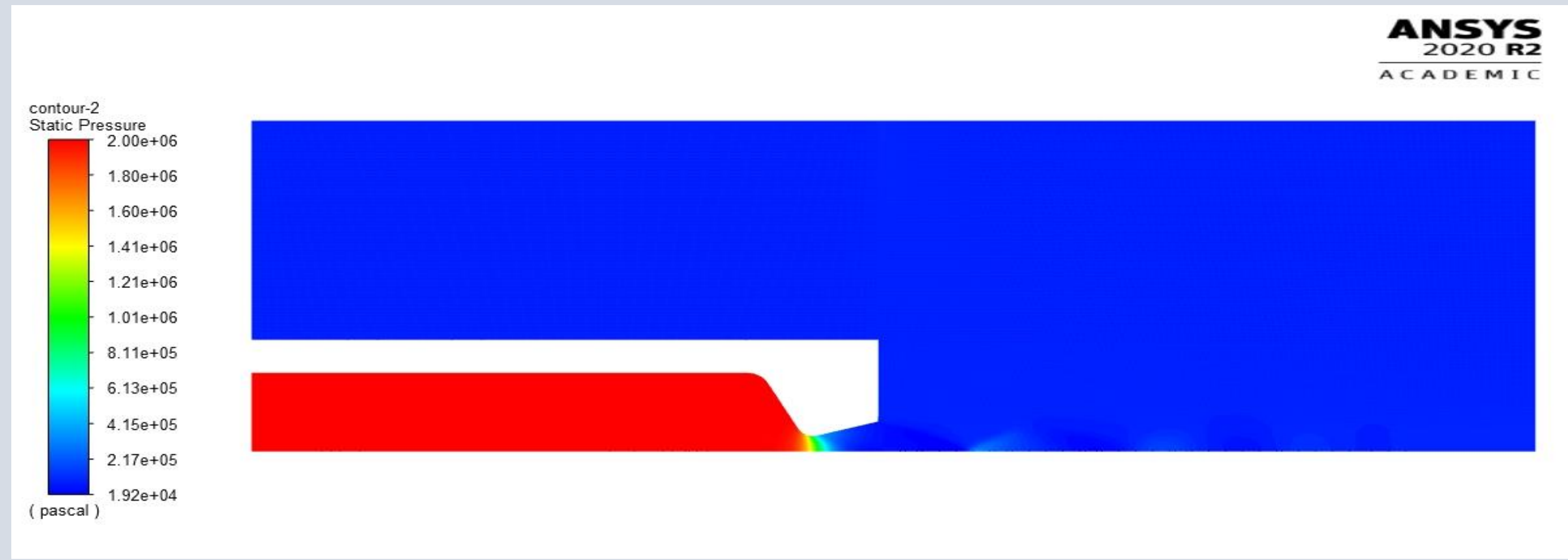
50 N'luk itki ve 2 MPa yanma odası basıncı için tasarımı yapılmış olan itki odasının iki boyutlu analizinin gerçekleştirilmesi için Ansys Fluent programına gerekli geometri yüklendi ve eksoz gazlarının davranışı fark edilebilecek şekilde mesh tayini gerçekleştirildi. Ortaya çıkan geometrinin tasarım isterlerini karşılayıp karşılamadığını anlamak amacıyla CFD analizi gerçekleştirildi. Ayrıca yanma odası basıncı değiştirilerek farklı basınç oranlarında itki değişimi incelendi.



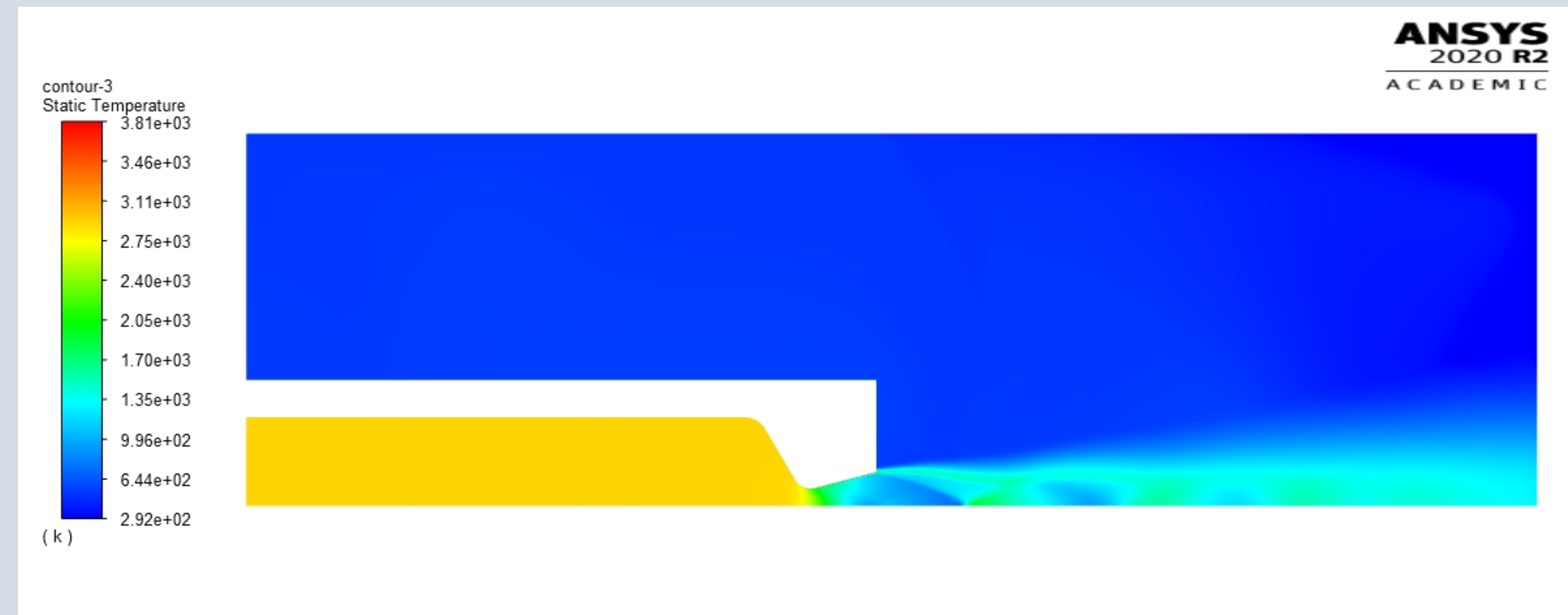
Şekil 2. İtki odası ve çıkışındaki Mach Sayısı dağılımı



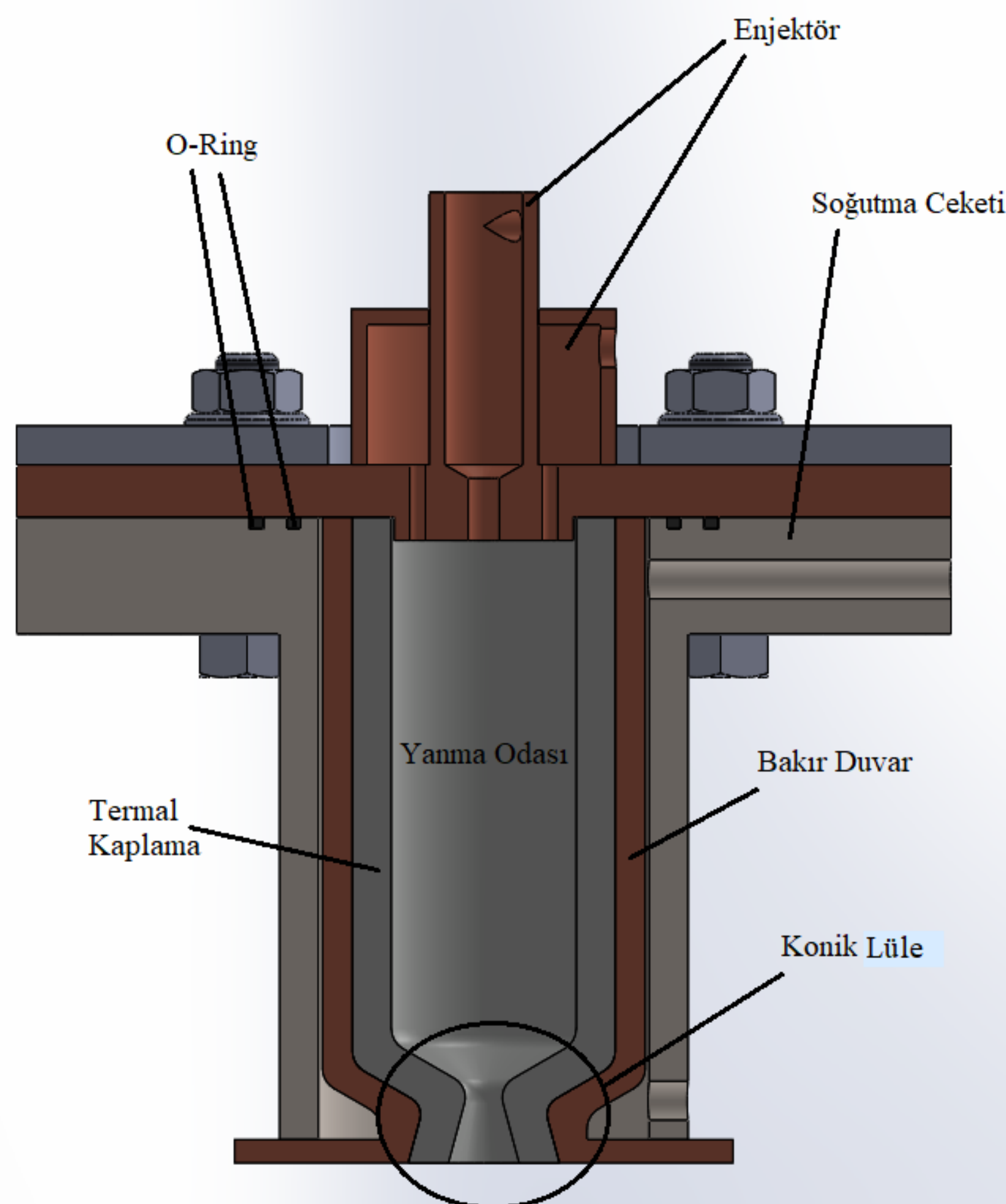
Şekil 3. İtki odası ve çıkışındaki hız dağılımı



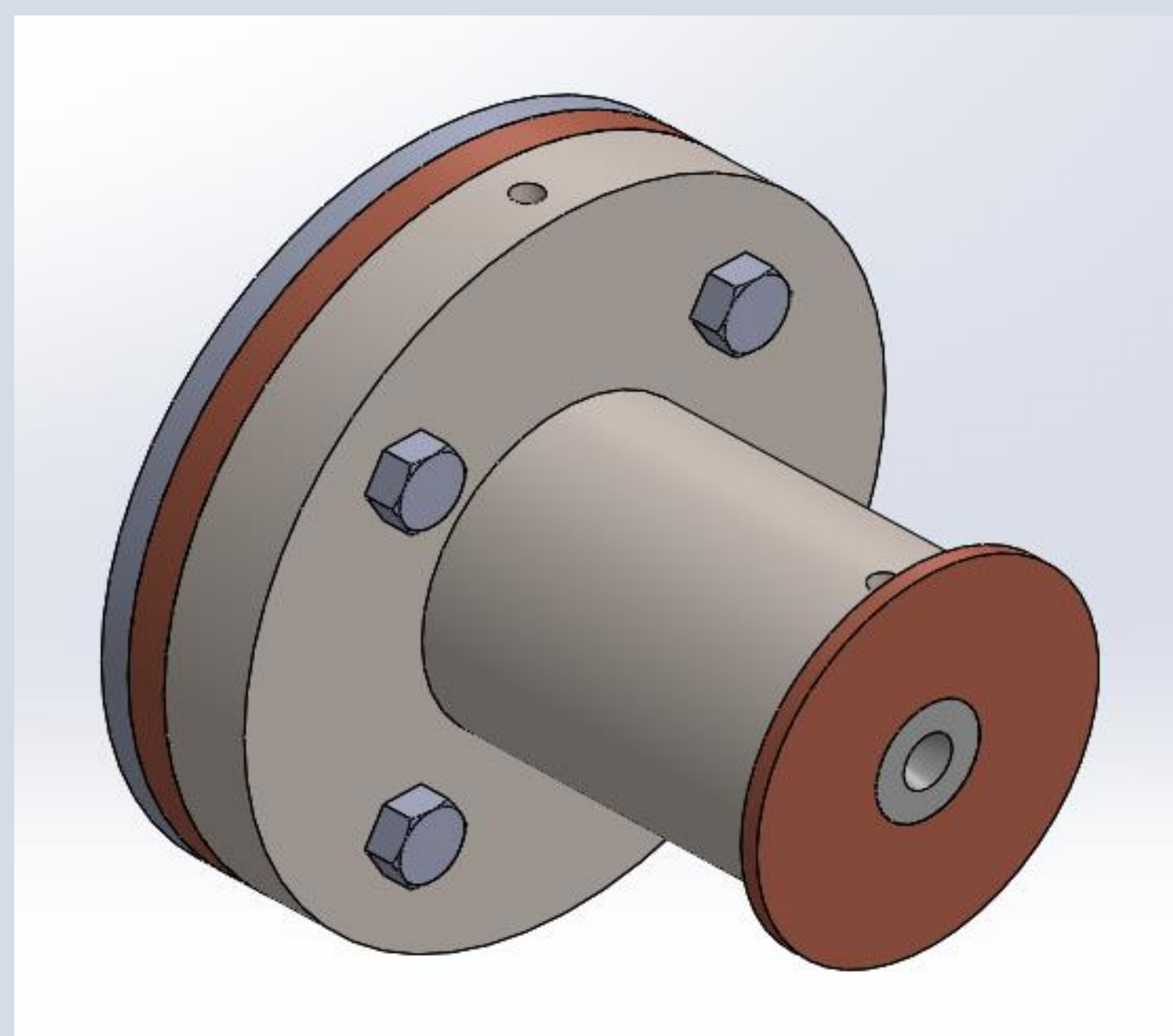
Şekil 4. İtki odası ve çıkışındaki statik basınç dağılımı



Şekil 5. İtki odası ve çıkışındaki sıcaklık dağılımı



Şekil 1. İtki odası montajı kesit görünüşü



Şekil 6. İtki odası perspektif görünüşü

SONUÇLAR

- Yüksek ısı iletkenliği sayesinde soğutma sistemine elverişli olması, akademik ve ticari uygulamalarda yanma odası duvarı malzemesi olarak kullanılması nedeniyle oksijensiz bakır seçilmiştir. Fakat yanma duvar malzemesinin ergime noktasından yüksek sıcaklıklarda gerçekleştiği için kaplama yapılması şart olduğu ve ergime sıcaklığı yanma sıcaklığından yüksek olan zirkonya seçiminin en uygun olduğu sonucuna varıldı.
- Enjektör tasarımında 0.5 MPa'lık bir basınç düşümü ile yanma odasına giriş yapan akışkanların 2MPa değerinde basınç oluşturması istendi. Fakat önceden hesaplanmış debiler ve kabul edilen basınç düşümü ile gaz oksijenin yanma odasına giriş deliklerinin çapı hesaplandığında konstrüksiyon kısıtlarına uymadı. Bunun sonucunda gaz oksijen deliklerine ayrılmış boyut kısıtlamasına uyulması için daha yüksek bir basınç düşümünün kabul edilmesi gerektiği sonucuna varıldı.
- Soğutma ihtiyacının karşılamak amacıyla ticari motorlarda rejeneratif soğutma sistemlerinin yaygın olarak kullanıldığı görüldü. Bu çalışmada karmaşıklığa yok açmamak amacıyla rejeneratif soğutmadan farklı olarak, bir ceket içerisinde suyun devir daim yapmadan dolaştırılması hedeflendi. Soğutucu akışkan olarak maliyeti düşük tutmak amacıyla su kullanıldı. Dolayısıyla ısı transferine uğrayan su ne yanma odasına ne de soğutma ceketine geri döndürülecektir.
- Yapılan analiz sonucunda tasarım hedefi olan 50 N'luk itki kuvvetine, 44,2 N'luk ortalama itki kuvveti sonucuyla yaklaşıldı. Bu durumda hata oranı %11,6 bulundu. Bu hata oranı, sıkıştırılabilir akış hesaplamaları sırasında yapılan varsayımlardan ve mesh yapısının kalitesinden kaynaklandığı düşünüldü.
- Yüksek itki kuvvetleri elde etmek istendiğinde, daha yüksek yanma odası basıncı, yanma sıcaklığı, lüle alan oranı; daha fazla yakıt ve oksitleyici debisi, soğutma ihtiyacı ve cidar kalınlığı gerekmektedir. Aynı zamanda bu gereksinimler motor boyutlarını arttırmaktadır. Dolayısıyla itki kuvveti ile maliyet doğru orantılı olarak ilişkili olduğu fark edildi.

ÖNERİLER

- Çıkış kesiti alanının boğaz kesiti alanına oranı değiştirilerek, değişen boyutlara yeterli gelen bir yanma odası basıncı sabit tutularak itki kuvvetinin değişimi incelenebilir. Söz konusu projede yanma odası basıncı olan 2 MPa değeri, artan çıkış çapına uyumlu olarak eksoz gazının genişlemesine yeterli gelmemiştir. Çıkış kesitine ulaşmadan eksoz gazları akış ayrılmasına uğradı. Bu nedenle alan oranı değişiminin itki kuvvetine etkisi incelenmedi.
- Söz konusu projede yakıt çifti seçilirken dikkat edilen hususlar ulaşılabilirlik ve güvenilirliktir. Bu hususlar göz önüne alındığında yanıcı olarak metil alkol, amonyak ve benzin kullanılarak sonuçlar karşılaştırılabilir.
- Fluent arayüzünde mevcut olan farklı türbülans modelleri, söz konusu sıkıştırılabilir akış analizinde kullanılarak sonuçların tasarım isterlerini yakınsamaları hata oranı cinsinden karşılaştırılabilir. Böylece en doğru sonuç veren model belirlenebilir.