

CFD ANALİZ YÖNTEMİYLE KLİMA SANTRALLERİNDE İÇ KAYIPLARIN AZALTILMASI

Sefa BULUT
Merve ÜNVEREN
Ahmet ARISOY
Y. Erhan BÖKE

ÖZET

Bu çalışmada, iklimlendirme sistemlerinde kullanılan klima santrallerinin veriminin artırılmasına yönelik CFD (hesaplamalı akışkanlar dinamiği) paket programı ile yapılan incelemeler değerlendirilmiştir. Klima santrallerindeki mevcut hücre yapısı CFD analiz programı olan Fluent'de çözümlenerek, çıkan sonuçlar değerlendirilip akışın yapısını bozan ve yüksek basınç düşümüne neden olan kısımlar tespit edilmiştir. Teorik çalışmalar İTÜ Makina Mühendisliği bölümünde gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen yeni tasarımların Fluent'de CFD çözümünü elde ederek minimum direnç ve minimum basınç kaybı oluşturacak klima santrali hücre yapısını elde etmek böylece ilk tasarıma göre %5-%7 oranında daha düşük enerji tüketimi yapan klima santrali tasarlamak amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Klima santrali, CFD, İç basınç kayıpları

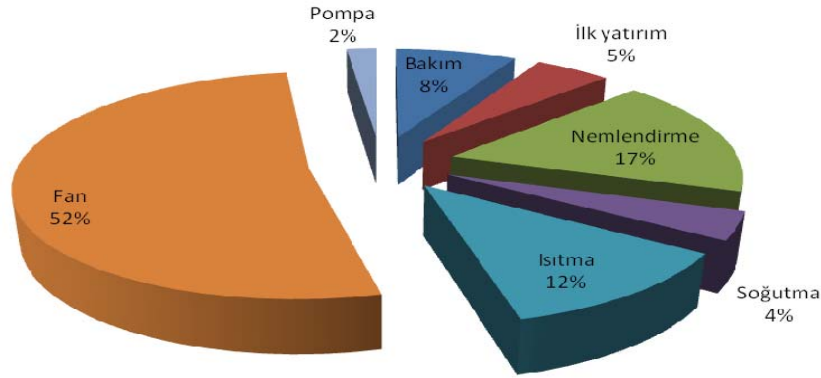
ABSTRACT

At this study, CFD analysis were carried out in order to increase the efficiency of the air handling unit used at the heating ventilating air conditioning systems. Air handling unit consist of chambers. All chambers were modeled using CFD code Fluent. The velocity and static pressure distribution in the chambers were investigated and the parts of the chambers were determined which disturbed the fluid flow and caused higher pressure drop. The theoretical study was carried out at Istanbul Technical University Department of Mechanical Engineering. It is aimed to obtain minimum pressure loss in the chambers of AHU by modeling the new developed constructions using CFD code Fluent. Thus it is intended to construct new generation of AHU with less energy consumption of 5 – 7 %.

Key Words: Air handling unit, CFD, Internal pressure losses

1. GİRİŞ

Klima santralleri, genel olarak hava şartlandırma üniteleri olarak tanımlanabilir. Kullanım amacı; kapalı bir mekana istenilen sıcaklık ve nem değerlerinde filtrelenmiş temiz hava sağlamaktır. Fakat şartlandırma esnasında hava, farklı klima santrali bileşenleriyle karşılaşmakta, dolayısı ile her karşılaştığı engel bir basınç düşümü oluşturmaktadır. Basınç düşümlerinin yüksek olması ise daha büyük güç gerektiren motor seçimine sebebiyet verecektir. Dolayısı ile iç kayıplar azaltıldığında kapasiteler küçülecek, daha düşük enerji tüketen klima santralleri tasarlanabilecektir. Klima santralinin işletilmesi en fazla enerji tüketimi fazda gerçekleşmektedir [1].



Sayısal çözümler için FLUENT 6.3.26 programı kullanılmıştır [2]. FLUENT, karmaşık geometrideki akışın, ısı geçişinin ve yanma gibi kimyasal reaksiyonlarının modellenmesi için geliştirilmiş bir bilgisayar programıdır. Çözümler için ele alınan geometrinin üç boyutlu hücre yapısı oluşturularak sayısal çözümler yapma imkânı sağlar.

Sayısal çözümler aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

1. Modelleme hedeflerinin tayini: Modelden istenen sonuçlar nelerdir ve nasıl kullanılacaklar? Modelden istenilen hassasiyet nedir?
2. Sayısal çözümler modelinin seçimi: Modellenen fiziksel sistemin belirlenmesi. Çözümler bölgesinin başlangıç ve sonunun belirlenmesi. Sınır şartlarının saptanması. Problemin iki veya üç boyutlu modellenmesinin belirlenmesi. Uygun grid yapısının seçilmesi.
3. Fiziksel modellerin seçimi: Akışın laminar olup olmadığının belirlenmesi. Isı geçişinin önemini belirlenmesi. Akışın sıkıştırılabilir olup olmasının belirlenmesi.
4. Çözüm metodunun tayini: Problem mevcut çözümler kullanılarak çözümler mi? Problemin yakınsama zamanı nedir?

Problemin önemli özellikleri belirlendikten sonra yapılacak işlemler aşağıda sıralanmıştır:

1. Model geometrinin oluşturulması
2. Modelin ağ yapısının (mesh) oluşturulması
3. İki veya üç boyutlu model için uygun çözümler için çalıştırılması
4. Gridin kontrolü
5. Çözümler seçimi
6. Çözüm modellerinin seçimi: laminar veya türbülanslı, kimyasal bileşenler veya reaksiyonlar, ısı geçiş modelleri. İlave modellerin tanımlanması: fanlar, ısı değiştiricileri, poroz ortam vb.
7. Malzeme özelliklerinin belirlenmesi
8. Sınır şartlarının belirlenmesi
9. Çözüm kontrol parametrelerinin ayarlanması
10. Akış alanının başlatılması
11. İlk çözümlerinin yapılması
12. Sonuçların değerlendirilmesi
13. Sonuçların kaydedilmesi
14. Gerekliyse grid yapısı iyileştirilmesi veya sayısal/fiziksel modelin gözden geçirilmesi.

Bu çalışmada geometriyi çizmek ve ağ yapısını oluşturmak için GAMBIT 2.2.20 programı kullanılmıştır. Ağ yapısı oluşturulurken iki parametre önem kazanmaktadır. Bunlar hücre sayısı ve grid yoğunluğudur. Yapılacak modellemede kritik noktalarda gridin yoğun olması, diğer noktalarda ise kaba ağ yapısı oluşturulması gerekmektedir. Bu şekilde geometri optimum hücre yapısına bölünüp optimum çözüm zamanı elde edilebilir. Bunların dışında, ağ yapısı oluşturulurken kullanılan hücre elemanı da önem kazanmaktadır. GAMBIT 2.2.20 bu konuda çeşitli eleman tipleri tanımlamaktadır. En genel olarak üç boyutlu geometri için iki hücre elemanı tipi kullanılmaktadır. Bunlar üçgen yüzeylere sahip tetrahedral elemanlar ve dörtgen yüzeylere sahip hexahedral elemanlardır.

2. KLİMA SANTRALİ HÜCRELERİNİN CFD MODELLENMESİ

GAMBIT 2.2.20 programında geometrik model düzenlenmiş, ağ oluşturulmuş ve sınır şartları tanımlanmıştır. Oluşturulan model CFD programı FLUENT 'e okutulmuştur. Çözüme esas "case" dosyasının yapılması için modeller, çözüm yöntemi, malzeme ve sınır şartları tanımlanmıştır. Çalışma HP Z800 iş istasyonu kullanılmıştır.

Problemi çözmek için seçilen modeller aşağıda verilmiştir:

1. Denklem çözücü (solver): FLUENT'te iki çözücü mevcuttur; "segregated" ve "coupled". Bu çalışmada segregated çözücü, implicit formülasyon ve zamandan bağımsız model kullanılmıştır.
2. Viskoz model: Modelde türbülanslı akışı tanımlayabilmek için standart k-epsilon modeli kullanılmıştır. Bu modeli için kullanılan diğer sabit katsayılar FLUENT 'in içinde yer alan katsayılar alınmıştır.

Çözümlemek üzere ele alınan Klima santrali hücresinin hava giriş kesiti mass flow inlet (kütle debisi girişi) sınır şartı, hücre çıkış kesiti ise pressure outlet (basınç çıkış) sınır şartları ile tanımlanmıştır. Filtre, porous jump (poroz geçiş) sınır şartı ile tanımlanmıştır. Santral hücresi yüzeyleri wall (duvar) sınır şartı ile modellenmiştir. Hücre duvarlarından olan ısı kayıp ve kazançları ihmal edilmiştir. Hücresinin iç yapısında kalan ve hava giriş ve çıkışına müsaade edilen kesitler interior (iç yapı) olarak belirtilmiştir.

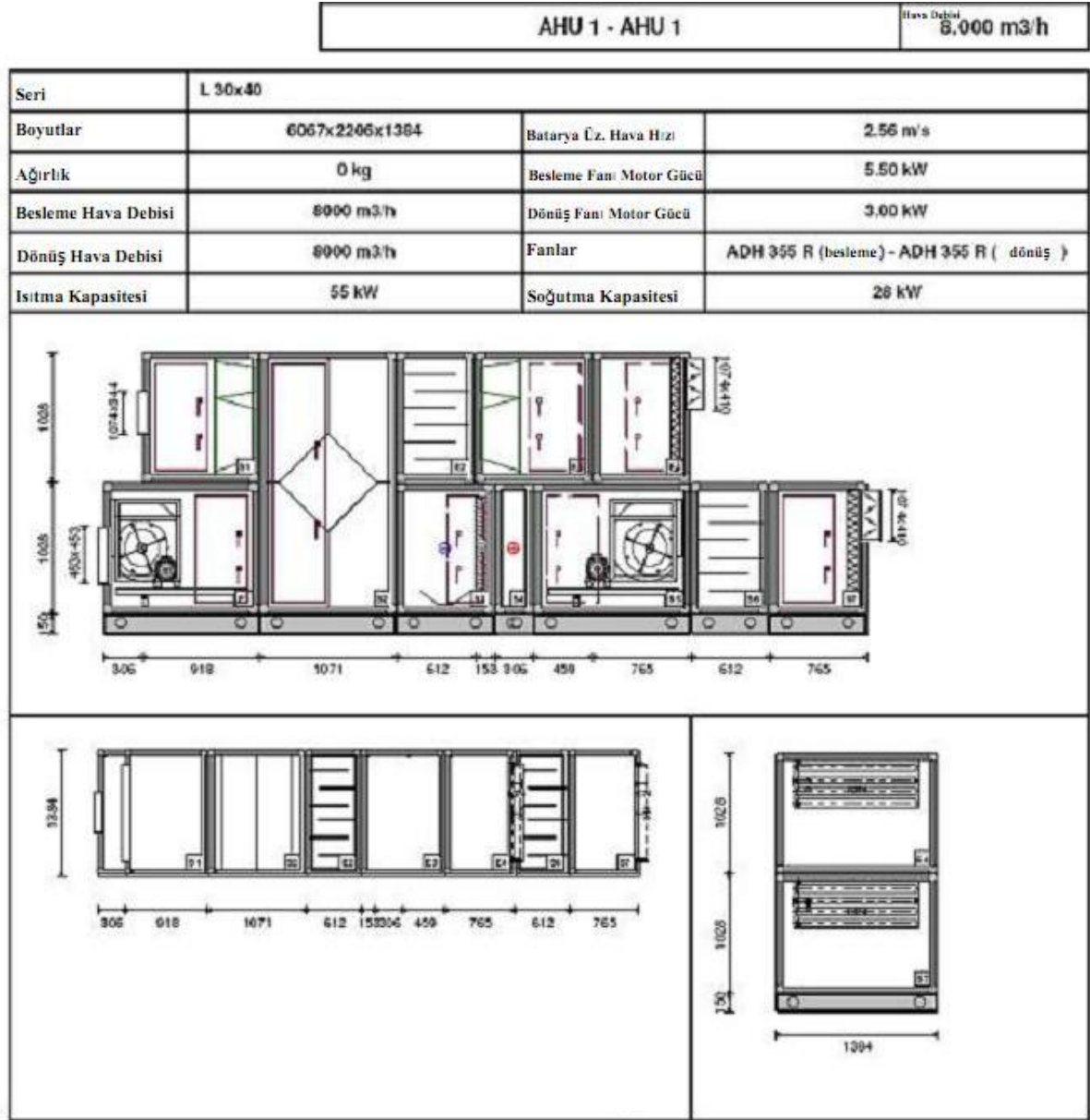
Malzemelerin özellikleri girildikten sonra çalışma ve sınır şartlarının tanımlanması gerekmektedir. Çalışma şartları için 1 atmosfer basınç, hava yoğunluğu 1.225 kg/m^3 ve yerçekimi ivmesi 9.81 m/s^2 alınmıştır.

Under-relaxation (yakınsama) parametreleri hesaplanan bir büyüklük için iki iterasyon arasındaki farkı etkilemektedir ve 0 ile 1 arasında bir değer almaktadırlar. Bu sayının düşük tutulması ile iki iterasyon arasındaki farkın azalması sağlanır ve iraksama sorunu giderilmiş olur.

CFD programı Fluent kullanılarak modellenen klima santralinin veri dosyası Şekil 1'de verilmiştir. Bu ünite, filtre, plakalı ısı geri kazanım, ısıtma ve soğutma, aspiratör, vantilatör, susturucu, damper bölümlerinden oluşmaktadır.

Solidworks programında çizilmiş olan santral bölümleri Gambit programına okutulmuştur. Gambite aktarılan geometri üzerinden ölçü alınarak, ilgili hücre Gambit programında tekrar çizilmiştir. Çizilen geometri hücrelere ayrılmış (meshlenmiş) ve sınır şartları girilmiştir. Bu işlem her hücre için ayrı ayrı yapılmıştır. Elde edilen geometri kaydedilmiş ve mesh yapısı ile birlikte "export" edilmiştir. Gambite oluşturulan meshlenmiş geometri Fluent programına okutulmuş ve daha önce tanımlanmış özellikleri kontrol edilmiştir. Geometrinin ağ yapısının uygunluğu kontrol ettirilmiştir. Fluent programında ilgili modeller seçilmiştir. İlgili hücrenin modellenmesi için gerekli sınır şartları incelenmiş ve gerekli veriler tespit edilmiştir. Model Fluent programında koşturularak, çıkan sonuçlar irdelenmiştir.

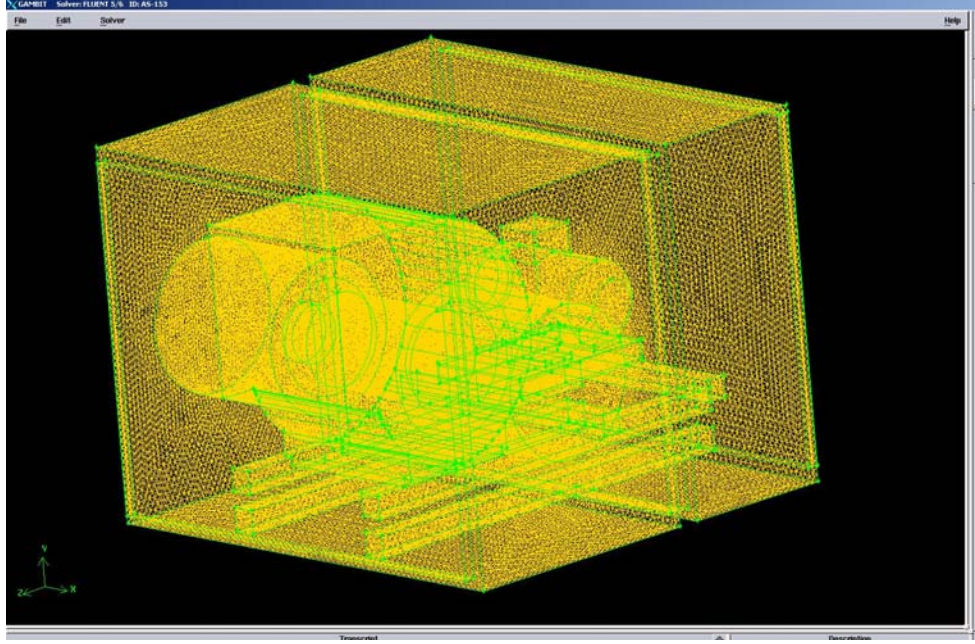
Isıtma ve soğutma bataryaları için gerekli olan ısı geçiş katsayıları, basınç kayıp katsayıları üretici tarafından verilen teknik bilgi föylerinden alınmıştır.



Şekil 1. Hava Şartlandırma Ünitesinin Teknik Bilgi Föyü.

3. ASPIRATÖR HÜCRESİ

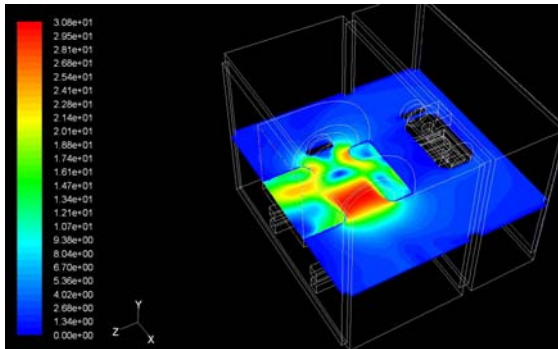
Aspiratör hücresi fanı, elektrik motorunu, taşıyıcı ayakları, kasnakları içerecek şekilde gerçek boyutlarda modellenmiştir. Fanın emiş ağızları ve salyangoz geometrisi gerçek formda ve ölçülerdedir. Kabin gerçek boyutta ve kabin içindeki profiller dikkate alınarak modellenmiştir. (Şekil 2). Aspiratör hücresi emiş kesitine “mass flow inlet”, fan çıkış kesitine “pressure outlet” sınır şartları verilmiştir. Fan emiş debisi 8000 m³/h olarak alınmıştır.



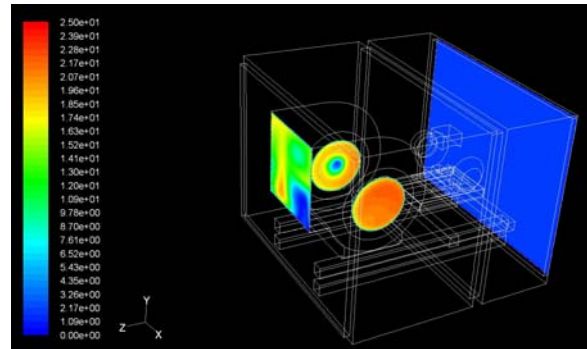
Şekil 2. Aspiratör Hücresi Mesh Yapısı

Şekil 3'de aspiratör hücresinde yatay düzlemde bileşke hız dağılımı verilmiştir. Bu metinde yer alan tüm hız dağılımının verildiği şekillerde bileşke hız değeri gösterilmiştir. Havanın büyük kısmının, girişinde kasa olmayarak, emiş ağzından emildiği görülmektedir. Bu emiş ağzındaki hız değeri 30 m/s değerindedir. Kasa olan emiş ağzından ise kasağın serbest bıraktığı kesitlerden hava emişi halka şeklinde gerçekleşmektedir. Bu kesitten giren hava hızı ortalama 15 m/s dir. Daha yüksek hızla giren hava fan çıkış ağzında hava debisinin büyük kısmının bir yarıda toplanmasına sebep olmaktadır (Şekil 4).

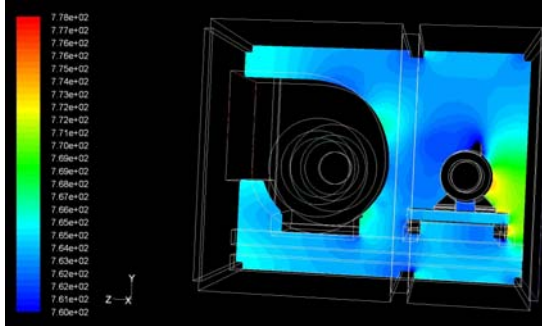
Şekil 5'de aspiratör hücresi içindeki statik basınç dağılımı verilmiştir. Elektrik motoru, fan salyangoz ve fan çıkış ağzının yer aldığı hücre duvarı statik basıncı yüksek olduğu görülmektedir. Elektrik motoru etrafında düşey düzlemde statik basınç dağılımı Şekil 6'da verilmiştir. Elektrik motorunun kasa tarafında, hücre ile motor arasındaki kısımda geçiş alanındaki daralmadan dolayı statik basınçta artma gözlemlenmiştir.



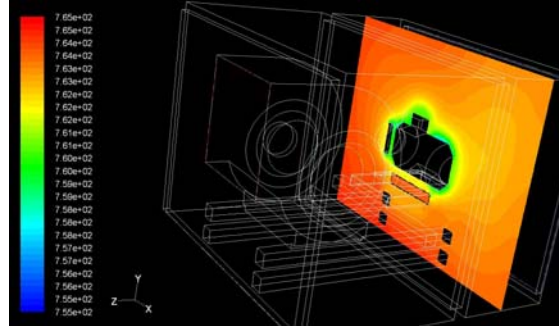
Şekil 3. Aspiratör Hücresi Yatay Düzlemde Hız Dağılımı



Şekil 4. Aspiratör Çıkış Kesitindeki ve Emiş Ağzlarındaki Hızın Değişimi



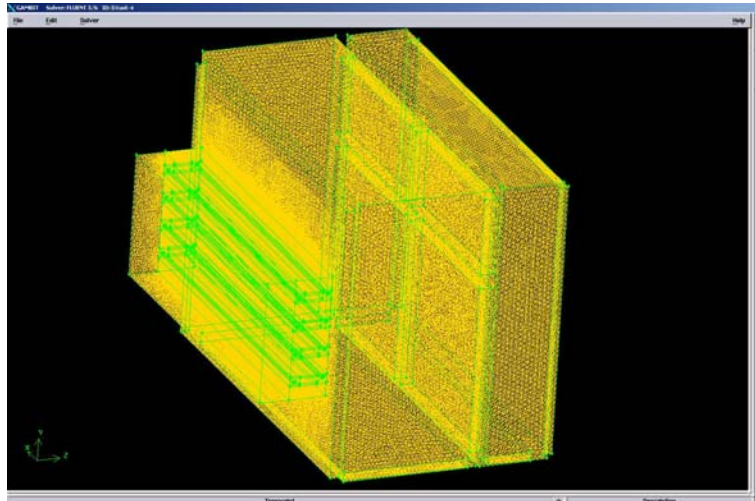
Şekil 5. Aspiratör Bölümü Orta Düzlemindeki Statik Basınç Dağılımı



Şekil 6. Elektrik Motoru Etrafında Statik Basınç Dağılımı

4. DAMPER HÜCRESİ

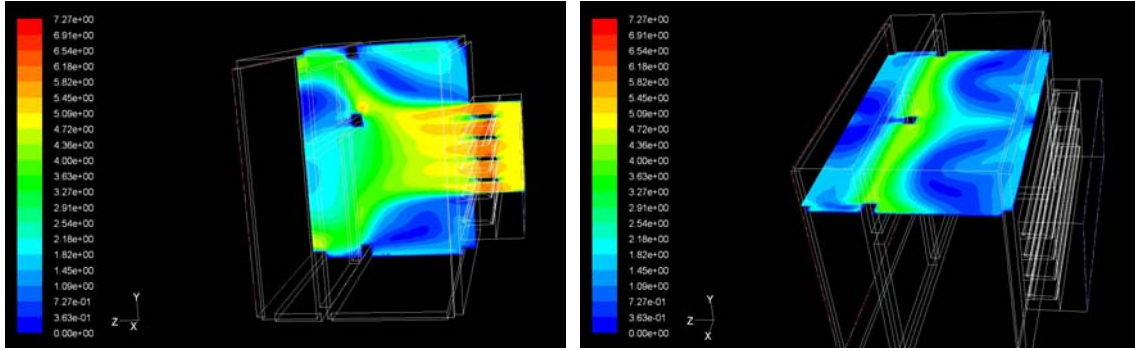
Damper kanatları ve hücre gerçek formda ve ölçülerde modellenmiştir. Hücre içindeki filtre gerçek konumunda çizilmiştir (Şekil 7). Damper hücresi emiş kesitine “mass flow inlet”, hücre çıkış kesitine “pressure outlet” sınır şartları verilmiştir. Filtre yüzeyleri “porous jump” olarak belirlenmiştir



Şekil 7. Damper Hücresinin Mesh Yapısı

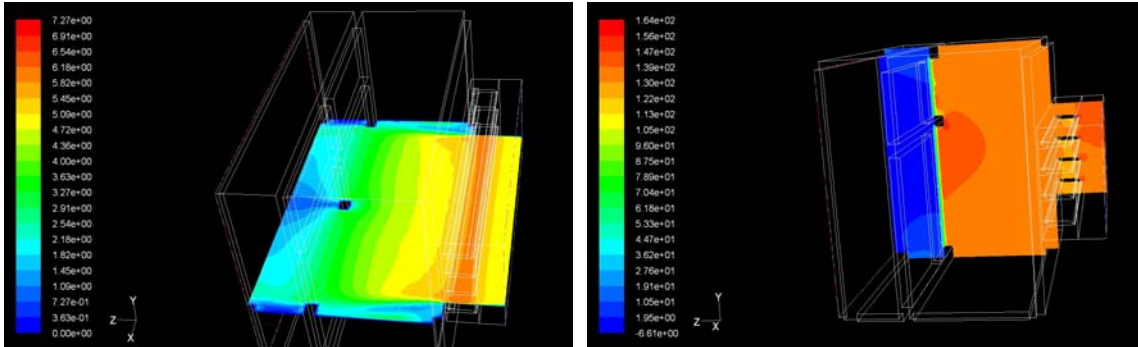
Şekil 8 a'da damper hücresi düşey düzleminde hız dağılımı verilmiştir. Damper kanatları hücre giriş kesitini daraltmakta kanatlar arasındaki hız artarak hava jetleri oluşturmaktadır. Damper yüksekliği hücre yüksekliğinden daha azdır. Damperi geçen hava huzmesi hücrenin filtre öncesi bölümünde düşey kesitte genişlemektedir. Bu sebeple hücrede hız döngüleri oluşmaktadır. Hava filtresi dört parçadan oluşmaktadır. Filtre düzlemi düşey olarak eşit iki parçaya, yatay olarak eşit olmayan iki parçaya ayrılmıştır. Üst kısımdaki iki filtre parçasının yükseklikleri alttaki iki parçadan daha azdır. Filtrenin dört bölümü artı formunda profil yapı birbirinden ayırmaktadır. Filtre hava akışına direnç oluşturmaktadır. Filtrenin yapısı ve akışa direnç oluşturması sonucu Şekil 8a'da verilen filtre sonrası hız dağılımı oluşmaktadır. Hava akımı ikiye bölünerek bir kısmı üst bir kısmı alt filtre bölümlerinden geçmektedir. Filtreleri ayıran yatay profilin akışa karşı oluşturduğu engel de damperden gelen havanın filtre üzerinden geçerken dağılımını etkilemektedir. Damperi üzerinden geçerek hücre içinde giren hava, filtre öncesinde tam homojen bir hız dağılımı oluşturmamaktadır. Hava üst ve alt filtre bölümlerine dağılmaktadır. İki filtre grubu arasındaki yatay profilin etkisi ile üst filtre grubu çıkışındaki hava hızı hücre üst kısmında daha yüksek değer almaktadır. Alt filtre grubu daha yüksek olduğu için filtre sonrası hücrede hız dağılımı üst filtre grubundaki duruma göre daha homojen olmaktadır.

Profillerin hava akışına karşı engel teşkil etmesi sebebiyle hücre çıkış ağzındaki profillere çarpan havanın hızı artmaktadır. Şekil 8b'de damper hücresi üst kısmındaki yatay düzlemde hız dağılımı verilmiştir. Damper girişinin olmadığı bu bölgede filtre öncesi hücre içinde hız döngüleri oluşmaktadır. Filtrenin üst yarısında hızın 3 – 4 m/s değerinde olduğu görülmektedir. Filtreden sonraki bölümde havanın hücre yan yüzeylerine doğru yayıldığı, hücre merkezinde hava hızının düşük olduğu belirlenmiştir. Şekil 8c'de damper hücresi alt kısmındaki yatay düzlemde hız dağılımı verilmiştir. Hız dağılımının gösterildiği yatay düzlem iki damper kanadı arasından geçmektedir. Damper kanatları arasındaki hız, kesit daralmasından dolayı daha yüksektir. Hava filtreye kadar birbirine paralel hız konturları oluşturarak yayılmaktadır. Damper genişliğinin hücre genişliğinden az olması sebebiyle hücre yan duvarlarına yakın bölgelerde hız döngüleri oluşmaktadır. Hava alt filtre grubuna homojen hızla girmektedir. Filtreler arasındaki düşey profil etkisi ile filtre sonrası akış ikiye bölünmekte ve hücre yan duvarlarına doğru yönelmektedir. Şekil 8c ve 8d'de düşey ve yatay düzlemde statik basınç dağılımı görülmektedir. Filtredeki basınç kaybı sebebiyle filtre öncesi yüksek olan statik basıncın filtrede düşerek, filtre sonrası azaldığı görülmektedir. Filtre üzerindeki profilin ve damper kanatların önünde hava durgunlaştığı için statik basınç artış görülmektedir. Damper sonrası filtre öncesi kısmın üst ve alt bölümlerinde ölü bölgeler oluştuğundan hava akımı buralara ulaşamamakta ve filtre etrafındaki çerçeve profilin basınç kaybına etkisi olmamaktadır.



(a) Düşey Düzleminde Hız Dağılımı

(b) Yatay Düzlem (Üst Kısım) Hız Dağılımı



(c) Yatay Düzlem (Alt Kısım) Hız Dağılımı

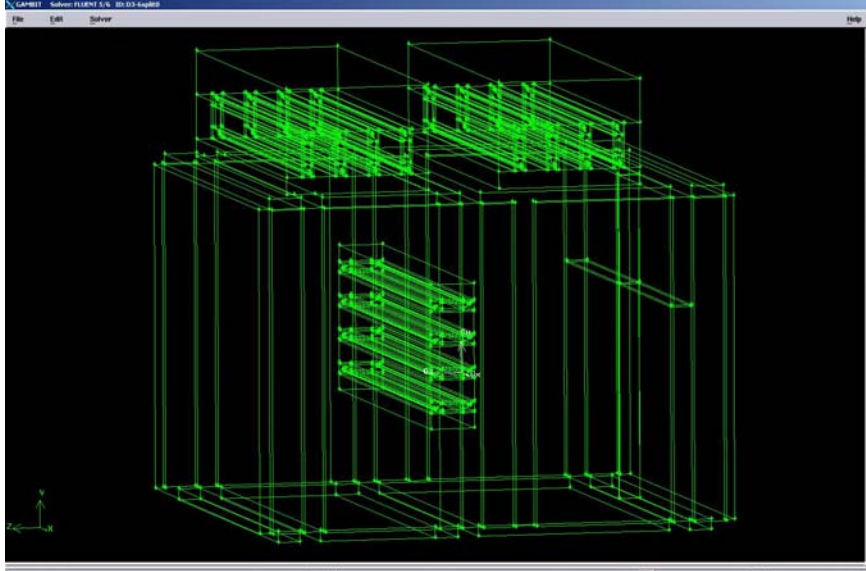
(d) Düşey Düzlem Statik Basınç Dağılımı

Şekil 8. Damper Hücresi Sayısal Model Sonuçları

5. KARIŞIM HÜCRESİ

Damper kanatları ve hücre gerçek formda ve ölçülerde modellenmiştir. Gambitte çizilen geometri alt hacimlere bölünerek farklı sıklıkta meshlenmiştir (Şekil 9). Orijinal geometride iki bölme arasındaki damperin üst kenara olan uzaklığı 237 mm dir.

Karışım hücresi emiş kesitine “mass flow inlet”, hücre çıkış kesitine “pressure outlet” sınır şartları verilmiştir. Diğer tüm yüzeyler “wall” olarak tanımlanmıştır. Hava debisi $8000 \text{ m}^3/\text{h}$ olarak alınmıştır. Hücresi içindeki akışkan “fluid” olarak tanımlanmış ve Fluent programında akışkan cinsi hava olarak belirlenmiştir. Sol üst damper egzoz çıkışı, sağ üst damper hava girişidir. Dışarı atılan egzoz havası $4000 \text{ m}^3/\text{h}$, hücreye giren taze hava ise $4000 \text{ m}^3/\text{h}$ debidedir. İki bölüm arasında damper üzerinden bir kısım egzoz sağ bölüme geçerek taze ile karışıp hücreyi terk etmektedir. Hava hücreyi terk etmeden önce filtre üzerinden geçmektedir. Filtre yüzeyleri “porous jump” sınır şartı ile tanımlanmıştır.



Şekil 9. Karışım Hücresi

Diğer kısmı ise hücreyi ikiye ayıran bölme üzerindeki damperden geçerek diğer kısma girmektedir. Hücresinin sol kısmının alt tarafından ölü bölge oluşmaktadır (Şekil 10a). Sağ üst taraftaki damperden hücreye gelen taze havanın bir kısım egzoz havası ile karışarak hücreyi terk etmektedir. Hücresinin sağ alt tarafında, ara damperin alt kısmında hız döngüsü oluşmaktadır. Hava karışımı hücreyi terk etmeden önce filtreden geçmektedir. Taze hava damperinden gelen hava ara damperden gelen havayı aşağıya doğru yönlendirmesine sebep olmakta ve filtrenin alt yarısından hücreden çıkmaktadır. Taze hava ise ağırlıklı olarak filtrenin üst yarısından geçmektedir. Bir kısım egzoz havası ile taze havanın tam olarak karışmadığı görülmektedir.

Karışım hücresi çıkışındaki hız dağılımı Şekil 10b’de verilmiştir. Taze hava ve ara damperden gelen egzoz havası sırasıyla filtrenin üst ve alt kısımlarından geçmekte ve karışım hücresini terk etmektedir. Taze hava girişi egzoz havasının aşağıya doğru yönlendirmesine sebep olmaktadır. Filtrenin en üst kısmında yer alan profil ile filtre alanı içinde yer alan ara profil hücre çıkışındaki hız dağılımını etkilemektedir. Hücre çıkışındaki hava debisi, üst ve alt yarı filtre genişlikleriyle orantılı olarak dağılım göstermektedir. Yukarıda bahsedilen profillerin etkisi bu iki yatay filtre bölümlerinin üst kısımlarında düşük hız bölgeleri oluşmaktadır. Alt bölümlerde ise hız değeri artmaktadır. Taze hava girişinin ve profillerin, hücre çıkışında oluşan hız dağılımını etkilediği görülmektedir.

Şekil 10c’de hücre düşey kesitindeki statik basınç dağılımı verilmiştir. Ara damperin bulunduğu ve hücreyi ikiye ayıran duvar üzerinde basınç yığılması oluşmaktadır. Hücresinin tümü pozitif basınçta. Filtre etrafındaki profiller akışa engel teşkil ettikleri görülmektedir.

Damper konumu üst kenardan olan uzaklığı 156 mm olarak değiştirilmiştir. Bu durumda oluşan hız dağılımı incelendiğinde hücresinin her iki bölümünde alt kısımlarda görülen ölü bölgelerin kaplandığı hacim artmıştır (Şekil 11a). Ara damperin alt kısımlarından geçen hava miktarının daha fazla olduğu görülmektedir. Ara damperden gelen egzoz havasının taze hava ile tam karışmadan filtre üzerinden geçerek hücreyi terk etmektedir. Filtre üzerindeki yatay profil hücre çıkışından alt kısımlarda hava dağılımını, ara damperin yukarıdaki bir konuma kaydırılması sebebiyle olumsuz etkilemiştir.

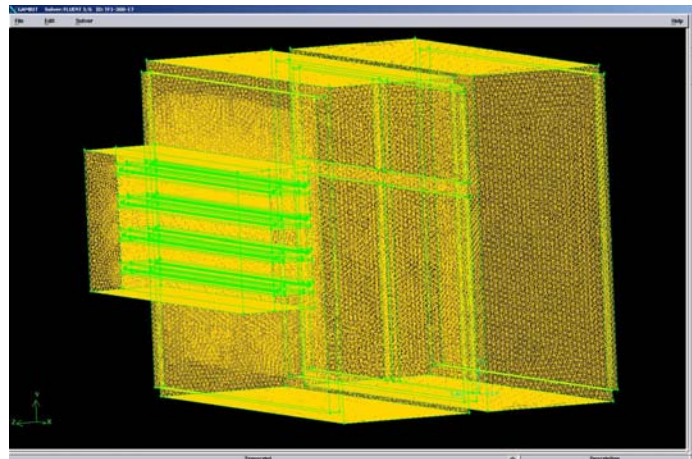
Şekil 11b'de hücre çıkışındaki hız dağılımı verilmiştir. Bu dağılım incelendiğinde filtreyi ikiye ayıran profilin etkisi ile alt ve üst filtre parçalarında benzer hız dağılımı karakteristiği oluşmaktadır. Buna göre üst kısımlarda düşük, alt bölümlerde yüksek hava hızları olduğu görülmektedir. Hava hızı dağılımı hücre çıkış kesitinde düzgün değildir. Şekil 10b'de verilen hava hız dağılımı ile kıyaslandığında düşük hız değerinin hâkim olduğu bölgelerin genişlediği görülmektedir. Şekil 11c'de hücre düşey kesitindeki statik basınç dağılımı verilmiştir. Ara damperin bulunduğu ve hücreyi ikiye ayıran duvar üzerinde basınç yığılması oluşmaktadır. Hücrenin tümü pozitif basınçlıdır. Filtre etrafındaki profiller akışa engel teşkil ettikleri görülmektedir.

Damper konumu üst kenardan olan uzaklığı 50 mm olarak değiştirilmiştir. Bu durumda oluşan hız vektörleri incelendiğinde hücrenin her iki bölümünde alt kısımlarda görülen ölü bölgelerin kaplandığı hacim, orijinal geometri ile kıyaslandığında artmıştır (Şekil 12a). Ara damperin alt kısımlarından geçen hava miktarının daha fazla olduğu görülmektedir. Ara damperden gelen egzoz havasının taze hava ile diğer geometrik düzenlemelere kıyasla daha iyi karıştığı görülmektedir. Filtre üzerindeki yatay profilin, hücre çıkışındaki hava dağılımına olan etkisinin daha az olduğu görülmektedir.

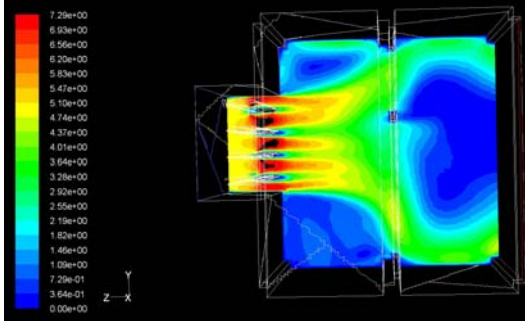
Şekil 12b'de hücre çıkışındaki hız dağılımı verilmiştir. Yukarıda verilen iki durumda elde edilen hız dağılımları ile kıyaslandığında, ara damperin yukarıda konumlandırılması hücre çıkış kesitinde homojen hız dağılımı sağlamamıştır. Düşük hız bölgesinin genişlediği ve keskinleştiği görülmektedir. Ara damperin konumunu yukarı doğru değiştirmek hücre çıkışında hız dağılımını iyileştirmemiştir. İncelenen üç durumda en iyi hız dağılımı orijinal geometride gerçekleşmiştir. Şekil 12c'de hücre düşey kesitindeki statik basınç dağılımı verilmiştir. Ara damperin bulunduğu ve hücreyi ikiye ayıran duvar üzerinde basınç yığılması hücrenin yarısına yayılmaktadır. Hücrenin tümü pozitif basınçlıdır. Hücrenin sol yarısındaki basınç dağılımı daha homojendir. Filtre etrafındaki profiller akışa engel teşkil ettikleri görülmektedir.

6. FİLTRE HÜCRESİ

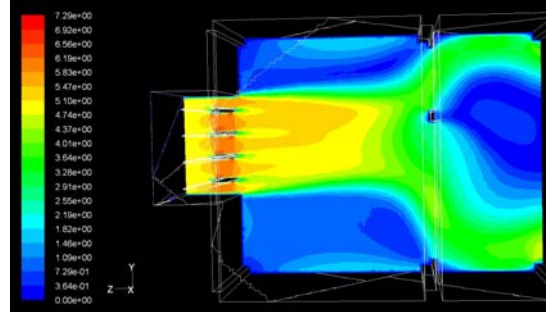
Damper kanatları ve hücre gerçek formda ve ölçülerde modellenmiştir. Hücre içindeki filtre gerçek konumunda çizilmiştir (Şekil 13). Damper filtre arası mesafe 399 mm, filtre hücre çıkışı arası mesafe 399 mm dir.



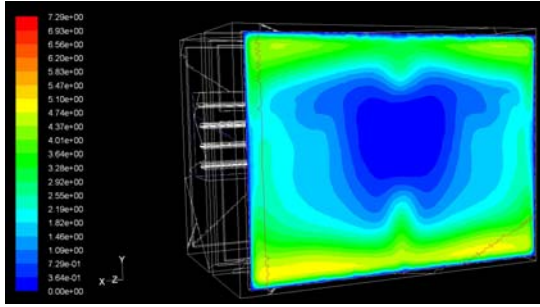
Şekil 13. Filtre Hücresi Mesh Yapısı



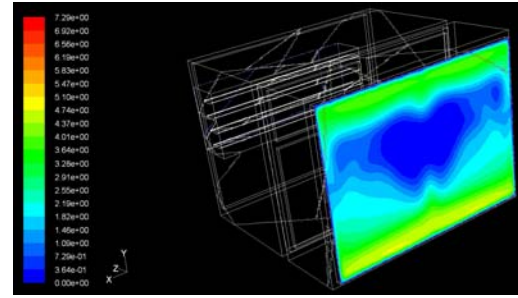
(a) Düşey Düzlemde Hız Dağılımı



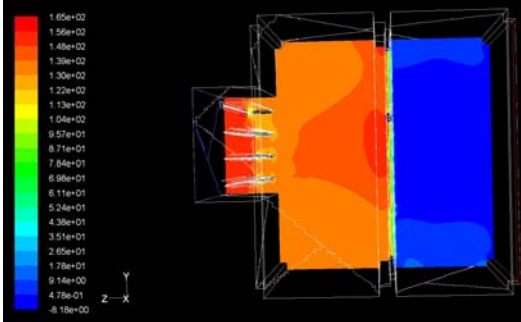
(b) Düşey Düzlemde Hız Dağılımı



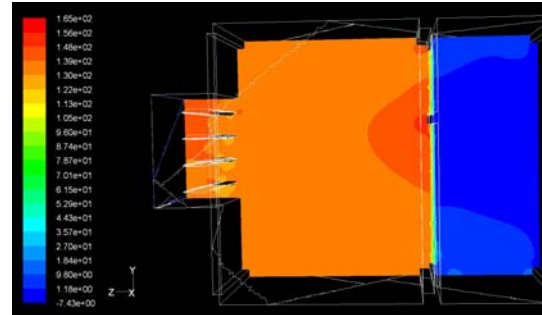
(b) Çıkış Kesitinde Hız Dağılımı



(b) Çıkış Kesitinde Hız Dağılımı



(c) Statik Basınç Dağılımı



(c) Statik Basınç Dağılımı

Şekil 14. Filtre Hücresi Sayısal Modelleme Sonuçları (x=399mm)**Şekil 15.** Filtre Hücresi Sayısal Modelleme Sonuçları (x = 705 mm)

Hava hızı, dört damper kanadının arasından geçerken artmaktadır (Şekil 14a). Damper kanatlarını içeren bölümün kesiti hücre kesitinden az olduğu için dar kesitten gelen hava geniş hacimde hava jeti oluşturmaktadır. Damper aralarında hızlanan havanın oluşturduğu huzmelerin hücre içindeki hız dağılımında etkisi devam etmektedir. Hücresinin filtre öncesi kısmında alt ve üst köşelerde ölü bölgeler oluşmaktadır. Filtre yatay ve düşey bölmeler ile dört parçaya ayrılmıştır. Üstteki iki parçanın yüksekliği alttaki iki parçaya kıyasla daha azdır. Filtreyi yatay bölen profil damperden gelen akışı düşey yönde ikiye ayırmaktadır (Şekil 14a).

Hücre çıkışında hız dağılımı Şekil 14b'de verilmiştir. Hızın dağılımını yatay ve düşey düzlemde elde edilen hız dağılımının birleşimi şeklindedir. Çıkış kesitinin üst ve alt kısımlarında kenarda yüksek hız orta kısımlarda çok düşük hız dağılımı şeklinde oluşmuştur.

Şekil 14c'de düşey kesitteki statik basınç dağılımı verilmiştir. Filtre öncesi basınç daha yüksek iken filtre sonrası düşmektedir. Profillerde basınç değeri en yüksek değerdedir.

Değiştirilmiş filtre hücrelerinde damper filtre arası mesafe 705 mm, filtre hücre çıkışı arası mesafe 399 mm dir. Havanın kesit boyunca daha iyi yayılmasını sağlamak için damper filtre arası mesafe artırılarak yeni bir geometri oluşturulmuştur. Şekil 15a'da düşey düzlemde hız dağılımı görülmektedir. Mesafenin artırılması damper çıkışında havanın kesit boyunca yayılmasını sağlamamıştır. Orijinal geometri çözümü ile kıyaslandığında mesafenin artırılması üst ve alt bölgelerde kalan ölü bölgelerin genişlemesine sebep olmuştur. Hava akışı filtre üzerindeki profiller sebebiyle ikiye bölünmüştür.

Çıkış kesitinin orta kısımlarında hız çok düşük seviyededir (Şekil 15b). Filtre sonrasında yer alan çıkış kesitinin filtreye yaklaştırılması profilin sebep olduğu özellikle düşey yöndeki akış ayrılmasının şiddetini azaltacaktır.

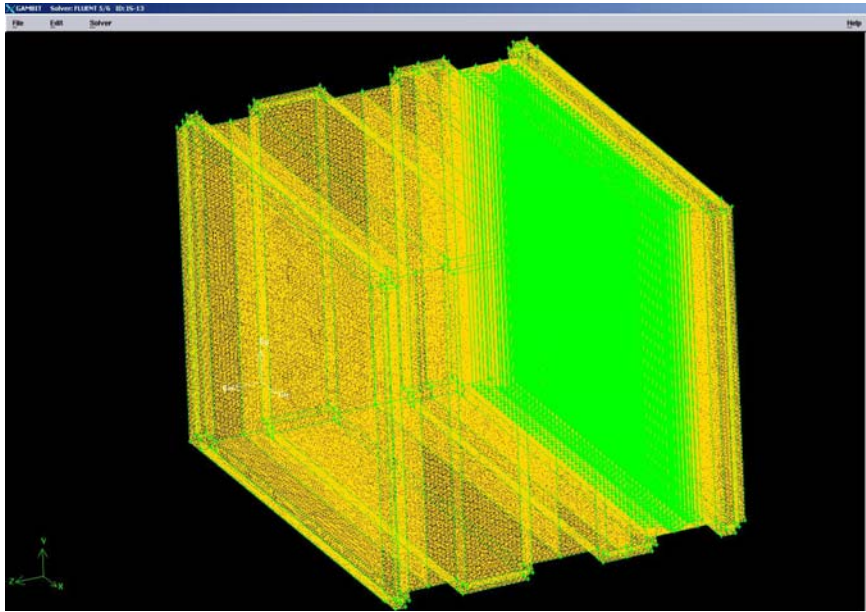
Şekil 15c'de düşey kesitteki statik basınç dağılımı verilmiştir. Filtre öncesi basınç daha yüksek iken filtre sonrası düşmektedir. Profillerde basınç değeri en yüksek değerdedir.

7. ISITMA VE SOĞUTMA HÜCRESİ

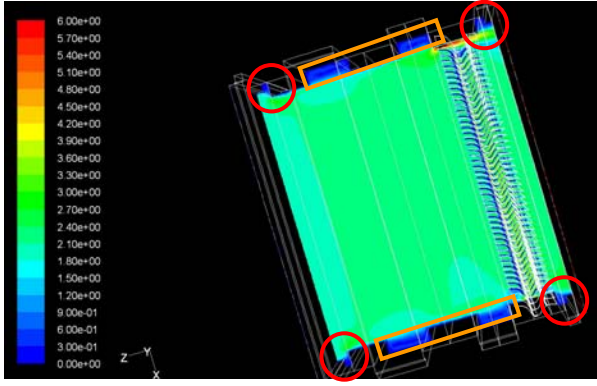
Hücre ısıtma, soğutma bataryaları ve damlacık tutucudan oluşmaktadır (Şekil 16). Isıtma ve soğutma bataryalarının gerçek geometrileri çizilmemiş, gerçek bataryalarda oluşan basınç kaybını oluşturacak şekilde radyatör sınır şartı olarak modellenmiştir. Damlacık tutucunun gerçek geometrisi modellemede kullanılmıştır. Bataryaların özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Batarya özellikleri.

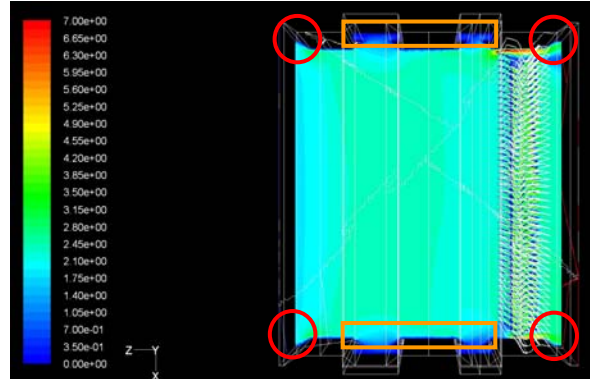
	Isıtıcı Batarya	Soğutucu Batarya
Kuru Termometre Giriş Sıcaklığı (°C)	-1.35	33
Kuru Termometre Çıkış Sıcaklığı (°C)	16.7	26
Hava Tarafı Basınç Kaybı (Pa)	30	87



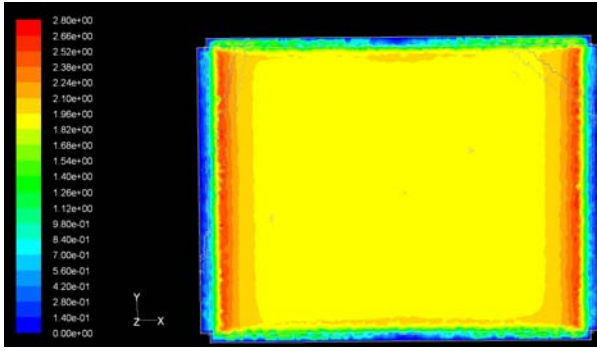
Şekil 16. Isıtma ve Soğutma Hücresinin Mesh Yapısı



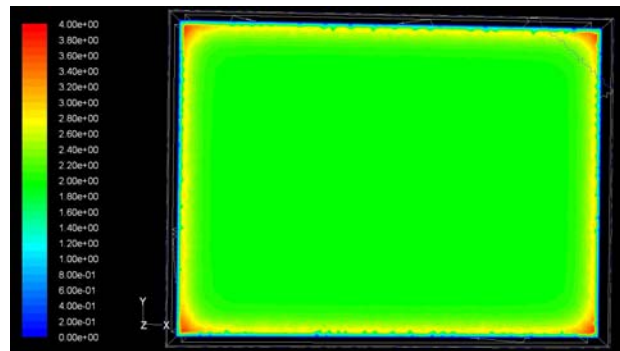
(a) Yatay Düzlemde Hız Dağılımı



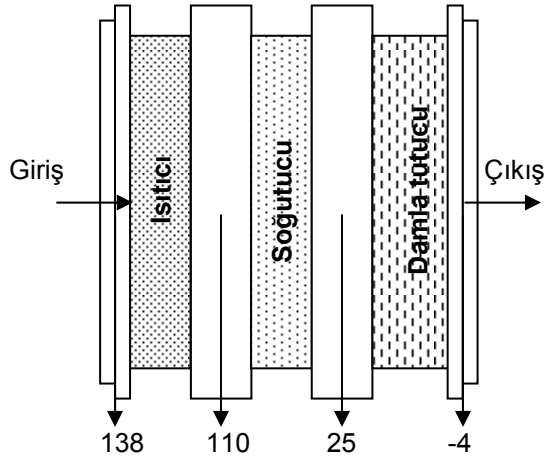
(a) Yatay Düzlemde Hız Dağılımı



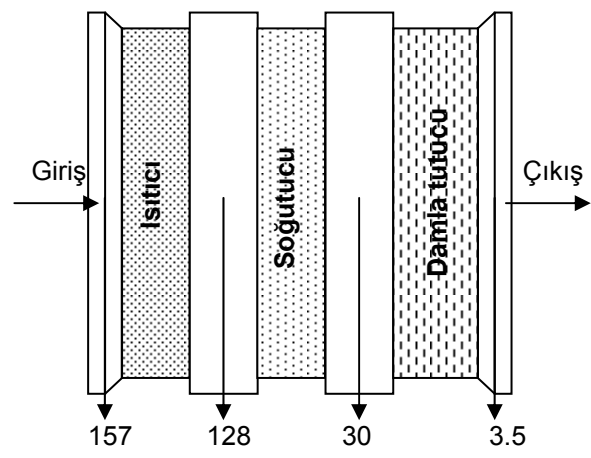
(b) Hava Giriş Kesitinde Hız Dağılımı



(b) Hava Giriş Kesitinde Hız Dağılımı



(c) Statik Basınç Değerleri



(c) Statik Basınç Değerleri

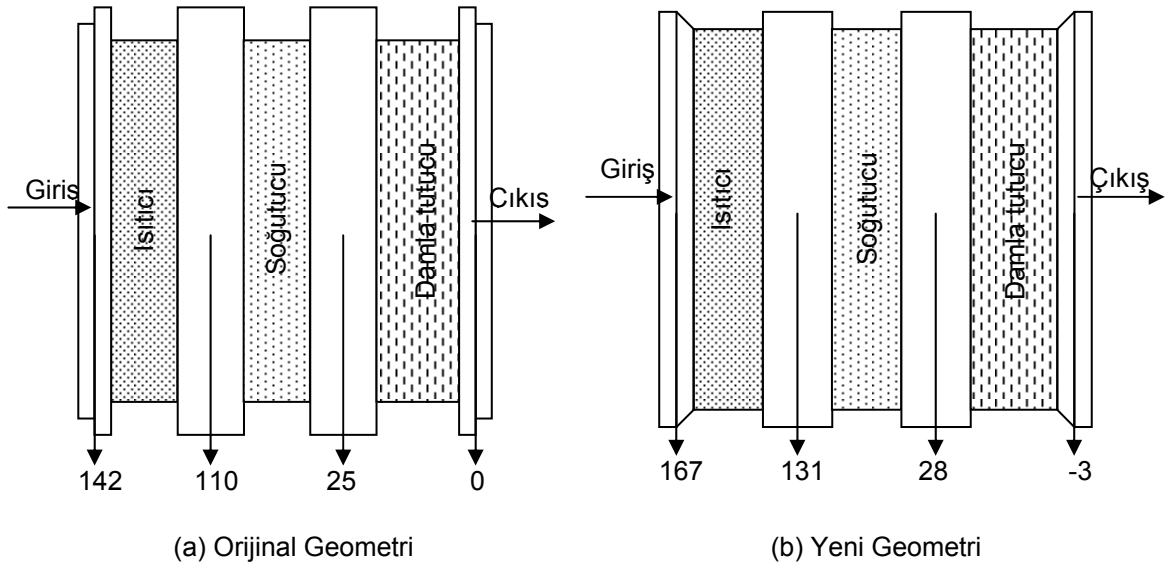
Şekil 17. Isıtma Soğutma Hücresi (Orijinal Geometri, Sıcak Çözüm)**Şekil 18.** Isıtma Soğutma Hücresi (Yeni Geometri, Sıcak Çözüm)

Şekil 17a'da yatay düzlemde hız dağılımı verilmiştir. Hava hızının ısıtıcı batarya öncesinde daha düşük olduğu, ısıdıktan sonra bir miktar artışı görülmektedir. Geometrideki kesit genişlemelerinde ölü bölgeler oluştuğu görülmektedir (daire ve dörtgen ile gösterilen kısımlar). Akışta yön değiştirmeler oluşturmak amacıyla kesiti düzenlenmiş olan damlacık tutucunun bazı kısımlarında çok düşük hızlar oluşmaktadır. Giriş düşey düzlemindeki hız dağılımı Şekil 17b'de verilmiştir. En dış kenarlarda havanın durgun olduğu, iç kısımlara doğru artarak en büyük hız değerine ulaştığı görülmektedir. En büyük hız

değeri bant şeklinde kenarlara yakın oluşmuştur. Merkeze doğru ilerledikçe hız düşmekte homojen dağılım oluşmaktadır. Şekil 17c'de şematik şekil üzerinde hücrenin ortasından geçen yatay çizgi boyunca statik basınç değerleri verilmiştir. En fazla basınç kaybının soğutma bataryasında gerçekleştiği görülmektedir.

Şekil 18a'da yeni geometride sıcak durum için yatay düzlemde hız dağılımı verilmiştir. Şekil 17a'da verilen hız dağılımı ile kıyaslandığında hücre giriş ve çıkışında yapılan geometrik değişikliklerin ölü bölgeleri ortadan kaldırdığı görülmektedir (daire içindeki kısımlar). Diğer geçiş bölgelerinde genişleme ve daralmanın etkisi ile hız dağılımının etkilendiği görülmektedir. Konik geçişler oluşturulduğunda üst kısımlarda kalan köşeli kısımlar ölü bölgeler oluşturmaktadır (dörtgen içindeki kısımlar). Giriş düşey düzlemindeki hız dağılımı Şekil 18b'de verilmiştir. Şekil 17b'de verilen orijinal geometride hücre girişinde hız dağılımı ile karşılaştırıldığında açılı geçişin oluşturulduğu geometride hız dağılımının daha homojen olduğu görülmektedir. Orijinal geometride kenarlarda meydana gelen düşük hız ve bant şeklinde oluşan hız kademeleşmesinin bu çözümde oldukça dar bir kısma indirildiği görülmektedir. Giriş kesitindeki açılı geometri hız dağılımında homojenliği arttırmıştır.

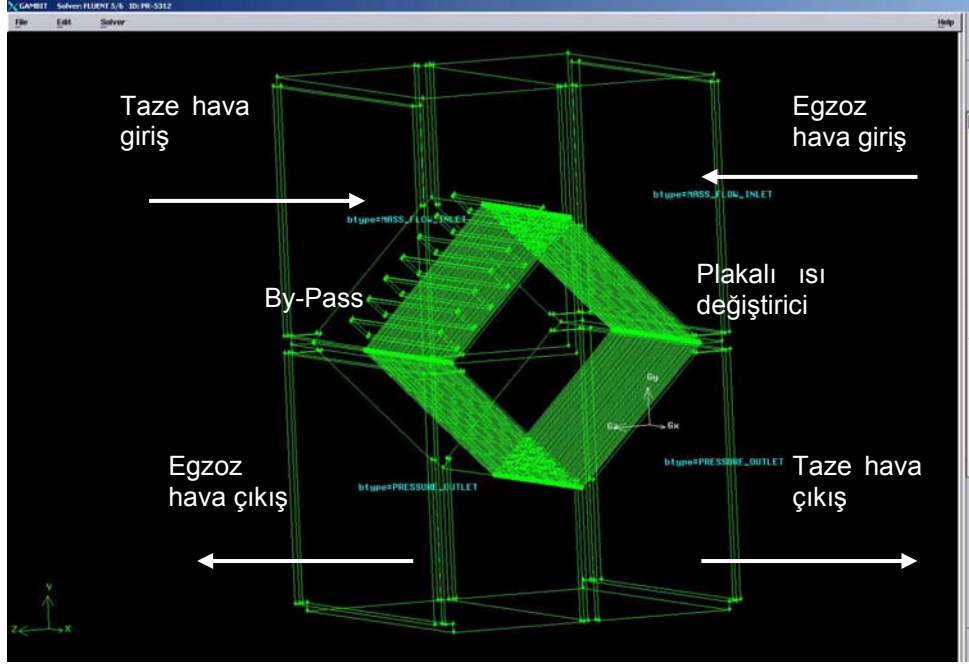
Şekil 19'da soğutma durumu için orijinal ve yeni geometrideki statik basınç değişimi verilmiştir. Isıtma çözümünde olduğu gibi en fazla basınç kaybının soğutma bataryasında gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 19. Statik Basınç Değerleri (Soğuk Çözüm)

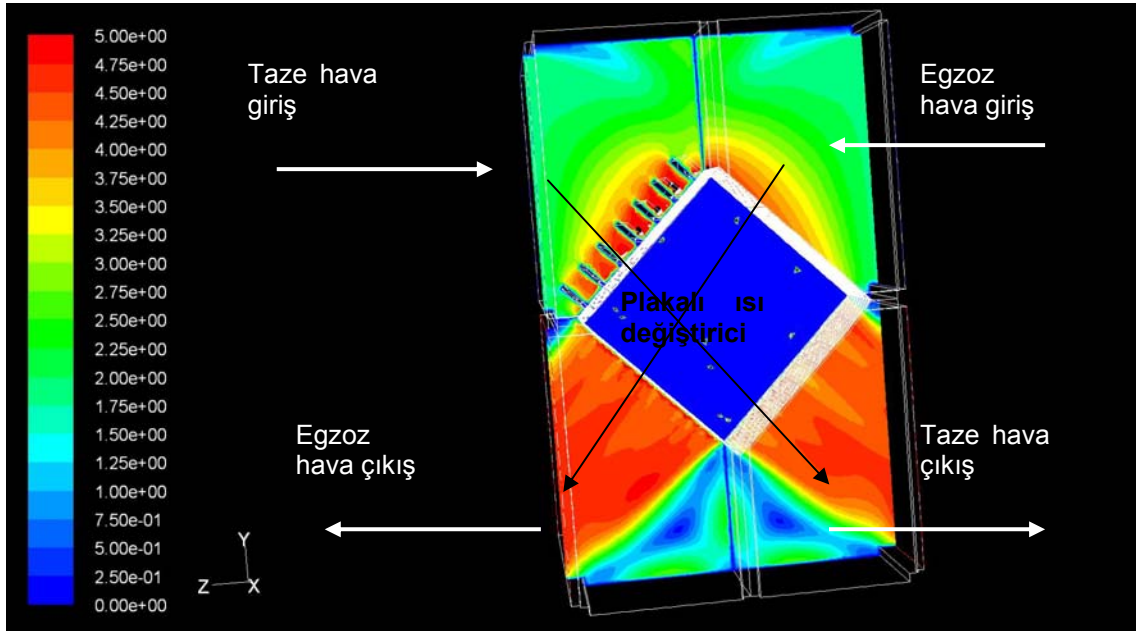
8. PLAKALI ISI GERİ KAZANIM HÜCRESİ

Taze ve egzoz havası plakalı ısı değiştiriciden geçmektedir (Şekil 20). Isı geri kazanım hücresi taze hava ve egzoz havası girişleri "mass flow inlet", çıkışları "pressure outlet" sınır şartları verilmiştir. Diğer tüm yüzeyler "wall" olarak tanımlanmıştır. By-pass geçişi tamamen kapalıdır, ısı değiştiricisi bölümünün taze hava girişi damper üzerinden olmaktadır. Hava debileri 8000 m³/h olarak alınmıştır. Akışkan "fluid" olarak tanımlanmış ve Fluent programında akışkan cinsi hava olarak belirlenmiştir.

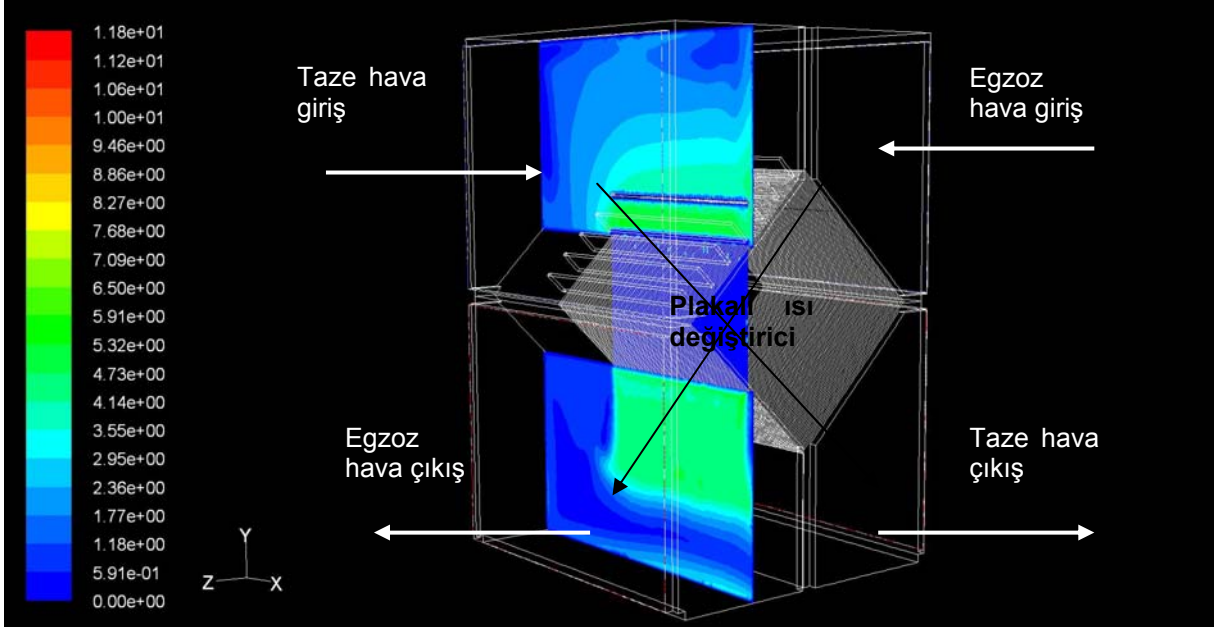


Şekil 20. Isı Geri Kazanım Hücresi Sınır Şartları (By-Pass Kapalı)

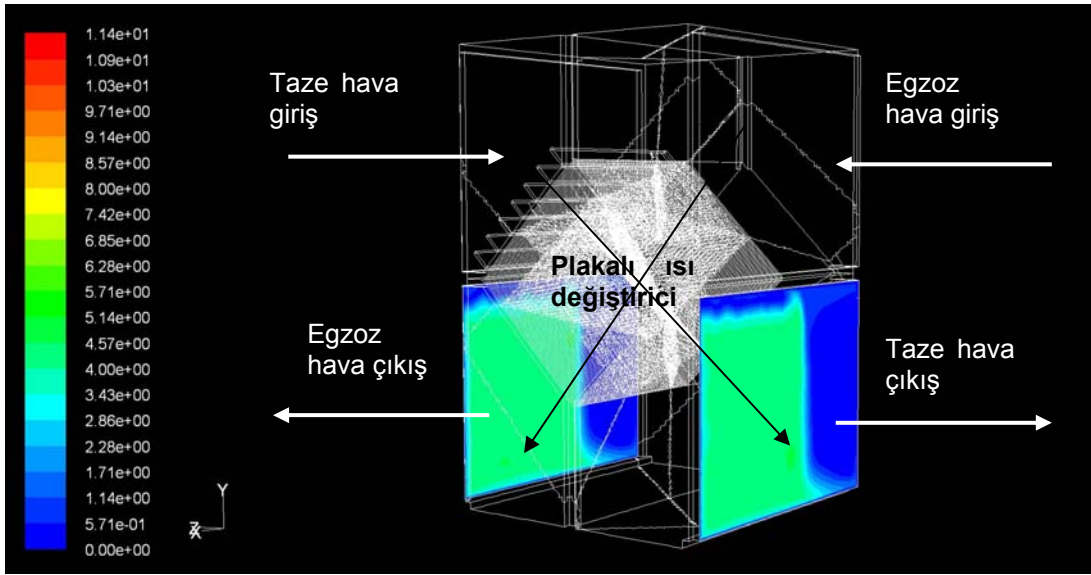
Isı değiştiricinde iki plaka arası genişlik 10 mm dir. Plakaların oluşturduğu akış kanalları bir taze hava bir egzoz havası geçişi şeklinde düzenlenmiştir. Her iki akış ısı değiştiricisinden geçerken dar kanallara ayrılarak plakalıların arasından akmaktadır. Taze hava ve egzoz havası, ısı geri kazanım hücresi içinde çapraz geçmektedir. Bu çözümde taze ve egzoz havası plakalı ısı değiştiricinin kendilerine ait bölümlerinden geçmektedir. Şekil 21 ve 22 de düşey kesitte hız dağılımı verilmiştir. By-pass geçişinin tamamen kapalı olması ve plakalı ısı değiştiricisi geçiş kesitinin yarısının taze hava veya egzoz havasına ayrılması sebebiyle akış kesitleri daralmaktadır. Bu sebepten dolayı taze hava ve egzoz havası giriş ve çıkış bölmelerinde hızın artığı görülmektedir.



Şekil 21. Taze ve Egzoz Havasının Düşey Düzlemdeki Hız Dağılımı (By-Pass Kapalı)

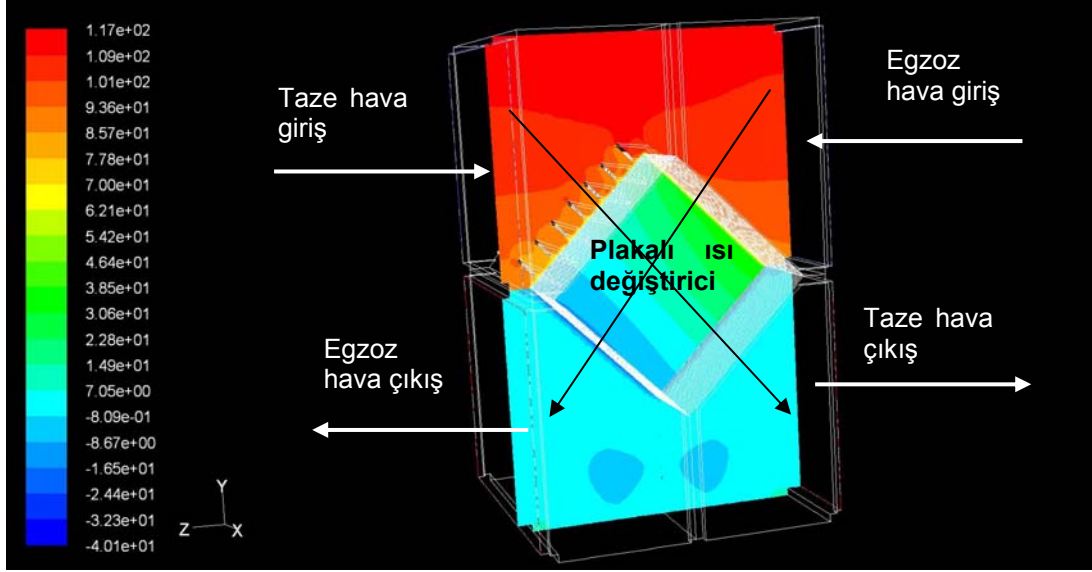


Şekil 22. Taze Hava Giriş, Egzoz Hava Çıkış Düzlemindeki Hız Dağılımı (By-Pass Kapalı)



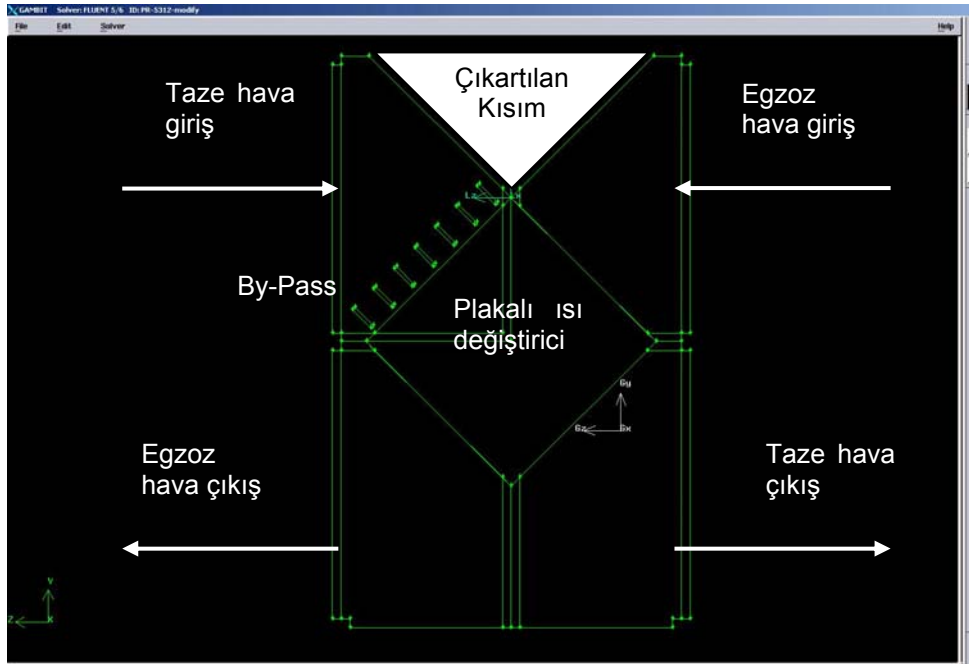
Şekil 23. Taze ve Egzoz Havası Çıkış Kesitlerindeki Hız Dağılımı (By-Pass Kapalı)

Düşey düzlemdeki statik basınç değişimi Şekil 24 de verilmiştir. Hızın düşük olduğu taze hava ve egzoz havası giriş bölümlerinde statik basıncın yüksek olduğu, damper ve by-pass kanalında kesit daralması sebebiyle statik basıncın arttığı görülmektedir. Plakalı ısı değiştiricisi içinde basınç düşerek çıkış bölümlerinde en düşük değere ulaşmaktadır. Taze ve egzoz havası taraflarında basınç düşümü 116 Pa olarak gerçekleşmiştir.



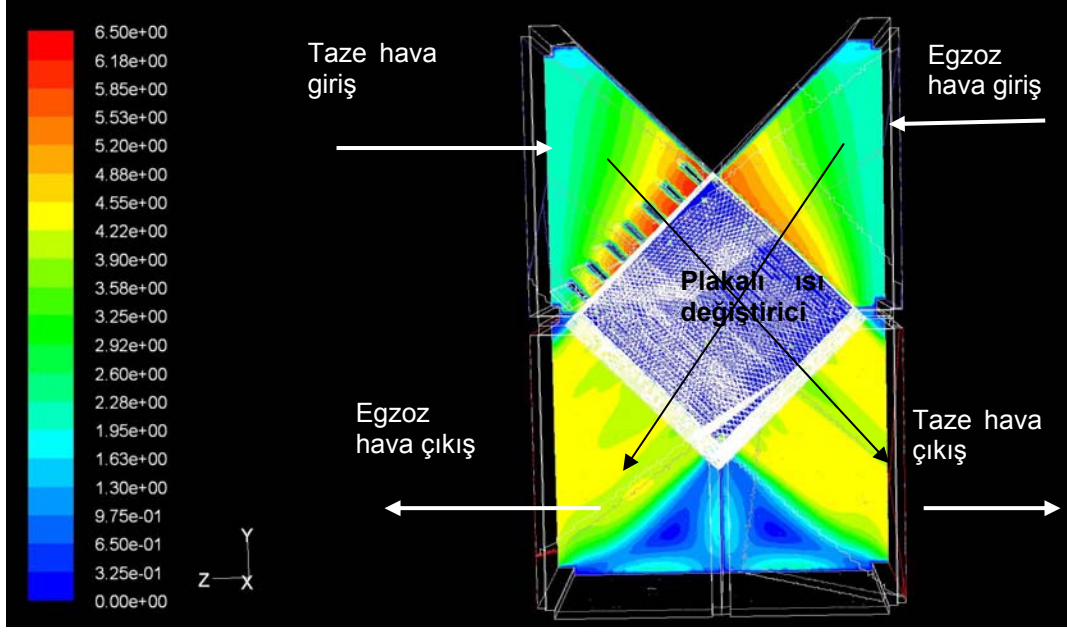
Şekil 24. Taze ve Egzoz Havasının Düşey Düzlemdeki Statik Basınç Dağılımı (By-Pass Kapalı)

Isı geri kazanım hücresinin taze hava ve egzoz havası giriş bölümlerinin üst yatay yüzeyleri plakalı ısı değiştiricinin yüzeylerine paralel duruma getirilerek akışların daha az basınç kaybı ile ısı değiştiricisine yönlendirilmesi amaçlanmıştır. By-pass geçişi kapalı çözüm yapılmıştır. (Şekil 25).

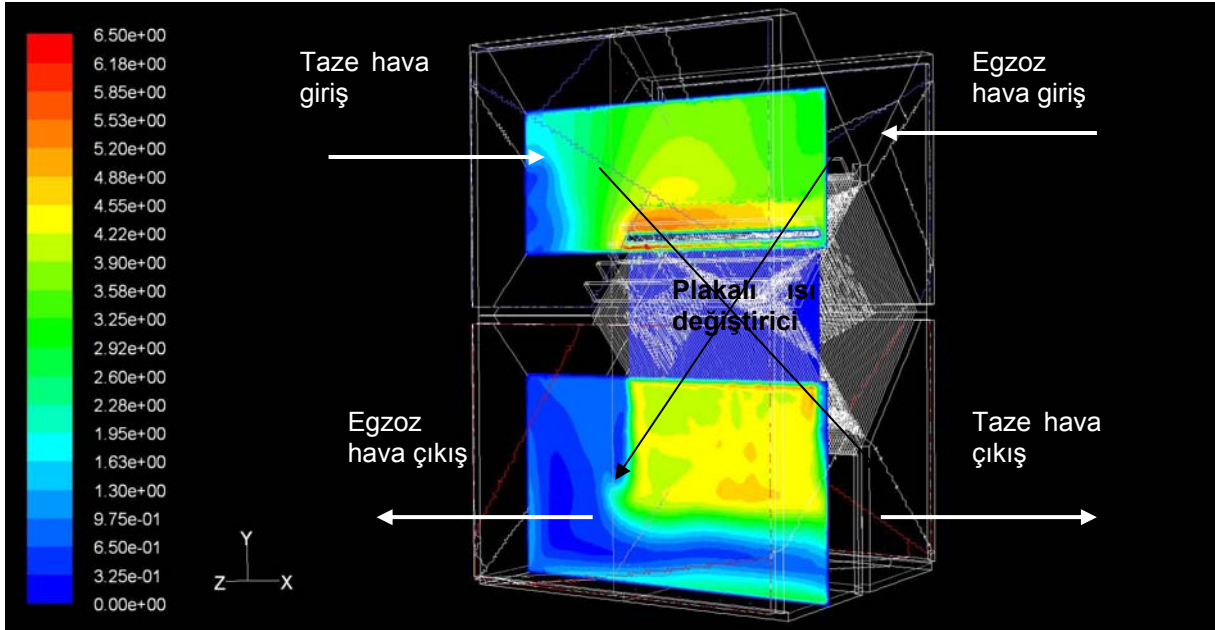


Şekil 25. Isı Geri Kazanım Hücresi Yandan Görünüşü (By-Pass Kapalı)

Her iki akış ısı değiştiricisinden geçerken, dar kanallara ayrılarak plakalıların arasından akmaktadır. Bu çözümde taze ve egzoz havası plakalı ısı değiştiricinin kendilerine ait bölümlerinden geçmektedir. Şekil 26 ve 27'de düşey kesitte hız dağılımı verilmiştir. By-pass geçişinin tamamen kapalı olması ve plakalı ısı değiştiricisi geçiş kesitinin yarısının taze hava veya egzoz havasına ayrılması sebebiyle akış kesitleri daralmaktadır. Bu sebepten dolayı taze hava ve egzoz havası giriş ve çıkış bölmelerinde hızın arttığı görülmektedir. Orijinal geometri sonucu (Şekil 21) ile karşılaştırıldığında hız dağılımında önemli ölçüde değişim görülmemektedir.

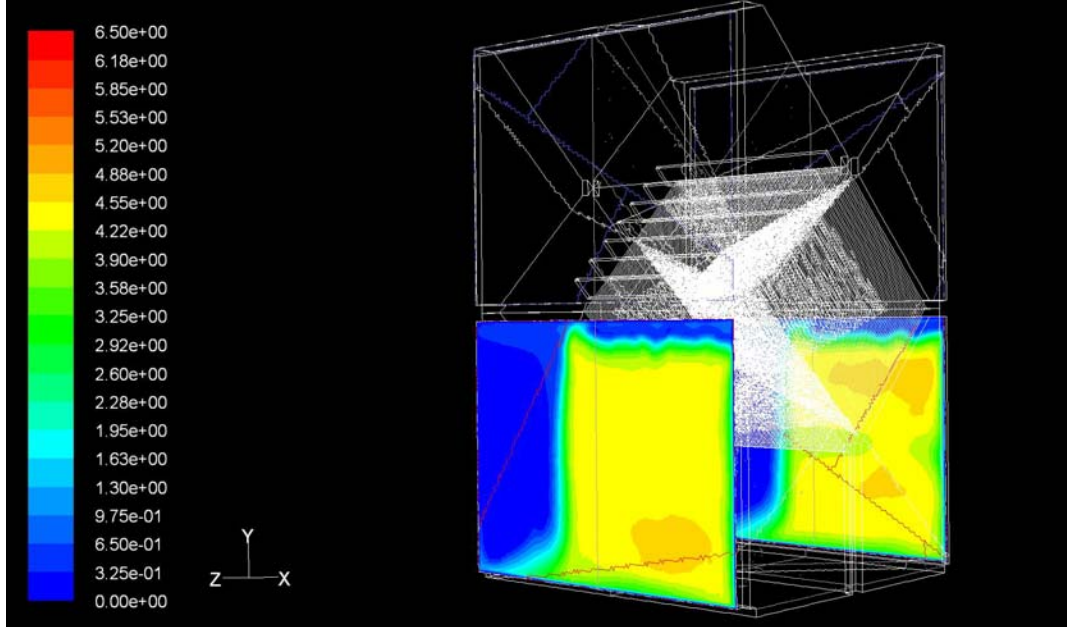


Şekil 26. Taze ve Egzoz Havaasının Düşey Düzlemdeki Hız Dağılımı (By-Pass Kapalı)

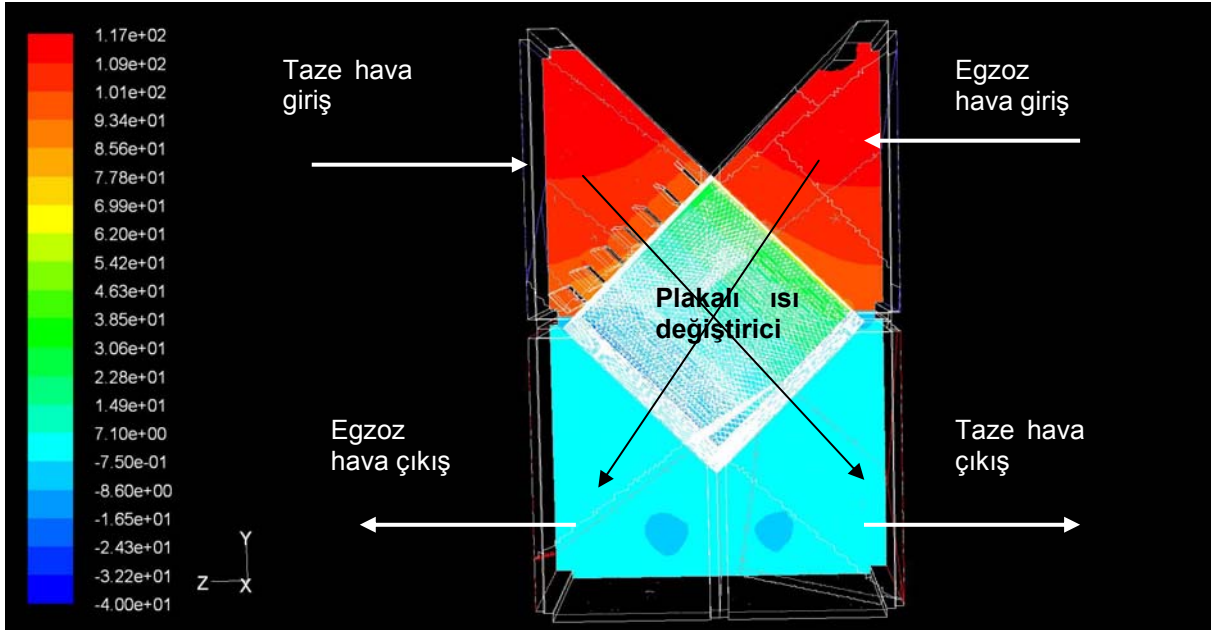


Şekil 27. Taze Hava Giriş, Egzoz Hava Çıkış Düzlemdeki Hız Dağılımı (By-Pass Kapalı)

Taze ve egzoz havası çıkış kesitlerinde plakalı ısı değiştiricisi kısmına karşılık gelen alanda yüksek, by-pass bölümüne karşılık gelen alanda ise sıfır değerinde olduğu görülmektedir (Şekil 28). Yüksek hız değerinin olduğu bölgede dağılım düzgündür. Düşey kesitte basınç dağılımı Şekil 29'da verilmiştir. Her iki hava akışı için giriş basıncı 117 Pa dır.



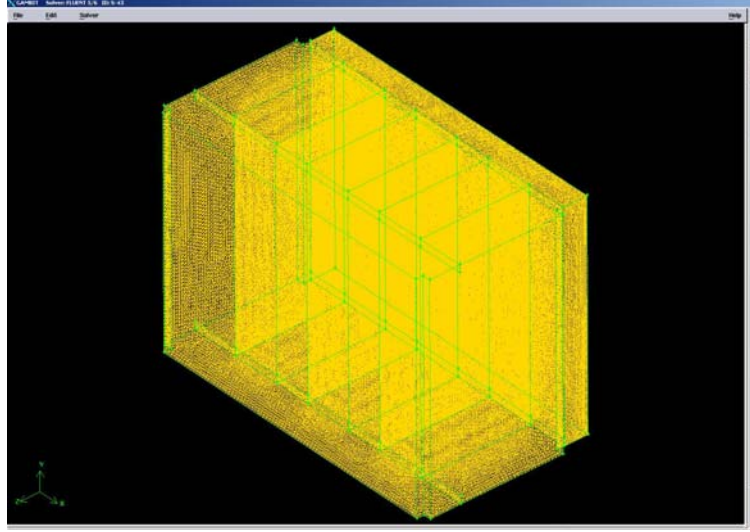
Şekil 28. Taze ve Egzoz Havası Çıkış Kesitlerinde Hız Dağılımı (By-Pass Kapalı)



Şekil 29. Taze ve Egzoz Havaasının Düşey Düzlemdeki Statik Basınç Dağılımı (By-Pass Kapalı)

9. SUSTURUCU

Susturucu hücresi gerçek boyutlarda modellenmiştir. Kabin gerçek boyutta ve kabin içindeki profiller dikkate alınarak modellenmiştir. Gambitte çizilen geometri alt hacimlere bölünerek farklı sıklıkta meshlenmiştir (Şekil 30).

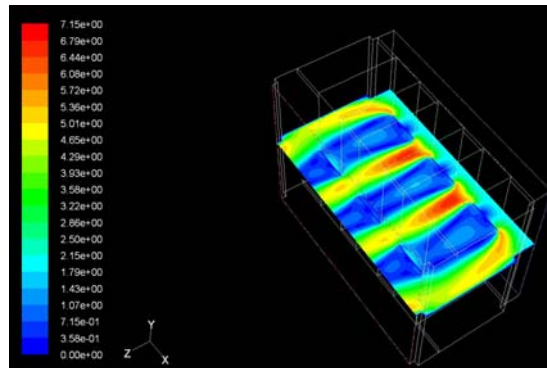


Şekil 30. Susturucu Hücresi Mesh Yapısı

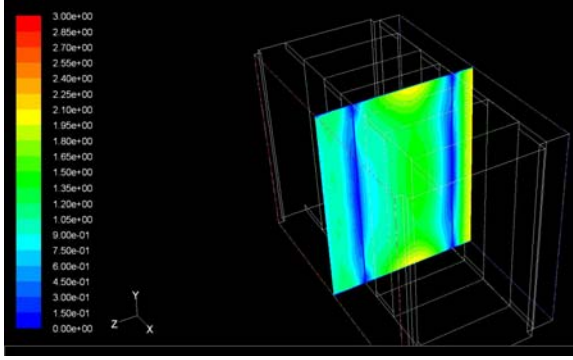
Susturucu hücresi emiş kesitine “mass flow inlet”, fan çıkış kesitine “pressure outlet” sınır şartları verilmiştir. Susturucunun hava ile temas eden yan yüzeyleri “interior” olarak belirlenmiştir. Susturucu kısımları “porous zone” olarak girilmiştir. Diğer tüm yüzeyler “wall” olarak tanımlanmıştır. Hava debisi 8000 m³/h olarak alınmıştır.

Şekil 31’de yatay düzlemdeki hız dağılımı verilmiştir. Susturucuyu oluşturan poroz malzemede düşük hız, susturucu arasındaki kısımlarda yüksek hız oluşmaktadır. Poroz ortamdaki direnç susturucu içindeki hızı belirlememektedir. Susturucuların hava girişine dik olan yüzeyleri duvar olduğundan bu yüzeylerde ölü bölgeler oluşmaktadır (Şekil 31). Akışa dik yüzeylere çarpan hava boşluklara doğru yönelmekte, susturucu arasındaki boşlukların girişinde yüksek hız oluşmaktadır. Susturucu poroz ortamın geçirgenliğine bağlı olarak bir miktar hava poroz ortama sızmaktadır. Ara boşlukların çıkışında hava hızı düşmekte ayrı birer hava huzmesi halinde çıkış kesitinden hücreyi terk etmektedir. Susturucu ortamın çıkış kesitine bakan yüzeyleri de duvar olduğundan bu kısımlarda ölü bölgeler oluşmaktadır.

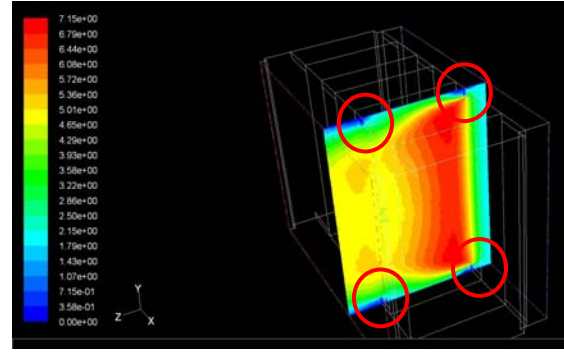
Şekil 32’de düşey düzlemde susturucunun poroz ortamı içindeki hız dağılımı verilmiştir. Hücre giriş ve çıkış kesitine dik katı yüzeylerde hava ve poroz malzeme ile temaslı her iki yüzeyde ölü bölgeler oluşmaktadır. Poroz ortamda hava akışı gerçekleşmekte, ortalama 1.4 m/s değerini almaktadır. Susturucu ortamlar arasındaki boşluk kısmındaki hava hızının dağılımı Şekil 33’de görülmektedir. İki susturucu arasındaki boşluğa giren hava sınır tabaka ve akışın tam gelişmemiş olması sebebiyle yüksek hız değerine sahiptir (Şekil 31). Susturucu arasında oluşan dörtgen kanalda akışın gelişmesi ile hızın maksimum değeri düşmüştür. Susturucu üst ve kenarlarındaki profiller üzerinde ölü bölgeler oluşmaktadır (Şekil 33).



Şekil 31. Susturucu Hücresi Yatay Düzlemde Hız Dağılımı



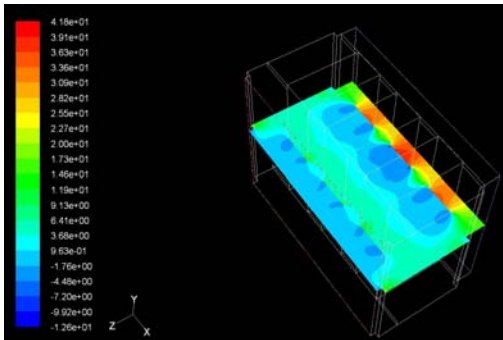
Şekil 32. Susturucu Malzemesi İçinde Düşey Düzlemde Hız Dağılımı



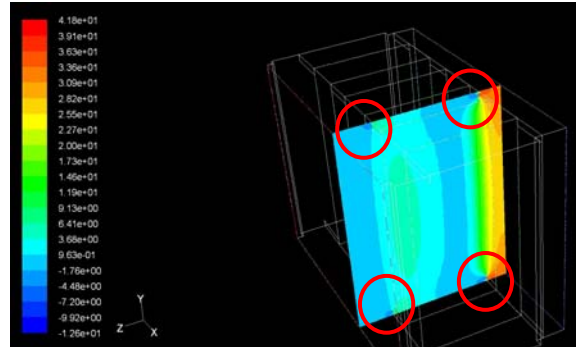
Şekil 33. Susturucular Arasındaki Boşlukta Hız Dağılımı

Susturucu içinde akış hızı düşük susturucular arasındaki boşluklarda hava hızı yüksektir. Hızın düşük olduğu susturucularda statik basınç yüksek, hızın yüksek olduğu boşluklarda ise statik basınç düşük değerdedir (Şekil 34). Hücre sol ve sağ yanını katı yüzey oluşturduğundan diğer ara kısımlar gibi havanın poroz ortama sızması burada sadece bir yan yüzeyden gerçekleşmektedir. Şekil 31'de verilen hız dağılımından kenarlardaki boşluklara yönlenen hava dış yüzeylere çarpmaktadır.

Susturucunun hava giriş kesitine dik yüzeyindeki statik basınç artışı ve üst ve alt yatay profillerin statik basınca etkisi Şekil 35 de görülmektedir.



Şekil 34. Susturucu Hücresi Yatay Düzlemde Statik Basınç Dağılımı

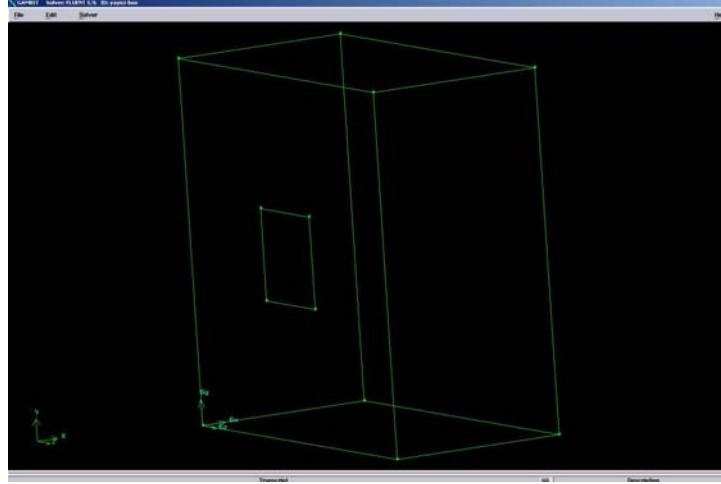


Şekil 35. Susturucular Arasındaki Boşlukta Statik Basınç Dağılımı

10. YAYICI HÜCRESİ

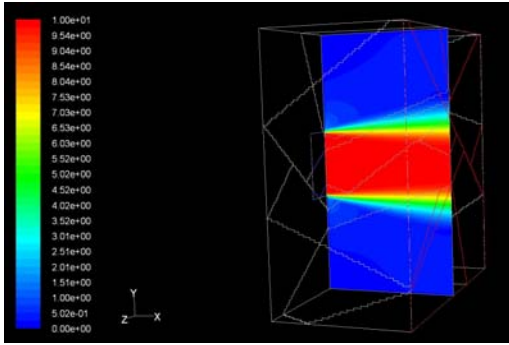
10.1. Boş Hücre İçin Sayısal Model

Yayıcı olarak tasarlanacak geometrinin oluşturduğu iyileştirmeyi belirleyebilmek için boş hücredeki hava hızı dağılımı modellenmiştir. Hücre kesiti 1200 x 1200 mm, hücre derinliği 612 mm, hava giriş kesiti 300 x 300 mm dir. Şekil 36'DA boş hücrenin geometrisi verilmiştir. Hücre hava giriş kesitine "mass flow inlet", çıkış kesitine "pressure outlet" sınır şartları verilmiştir. Hava debisi 3000 m³/h olarak alınmıştır. Akışkan "fluid" olarak tanımlanmış ve Fluent programında akışkan cinsi hava olarak belirlenmiştir.

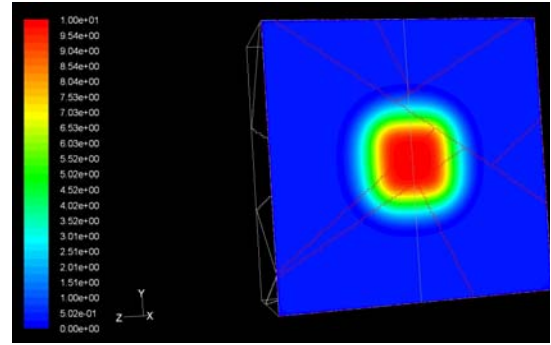


Şekil 36. Yayıcı İçin Boş Hücre Geometrisi

Boş hücreye giren hava hücre içinde az miktarda yayılmaktadır (Şekil 37). Çıkış kesitindeki merkezde yoğunlaşmış hız dağılımı görülmektedir. Hava çok dar bir alandan hücreyi terk etmekte çıkış kesitinin büyük bir kısmı hava hızı sıfırdır (Şekil 38).



Şekil 37. Hücre Düşey Kesitte Hız Dağılımı



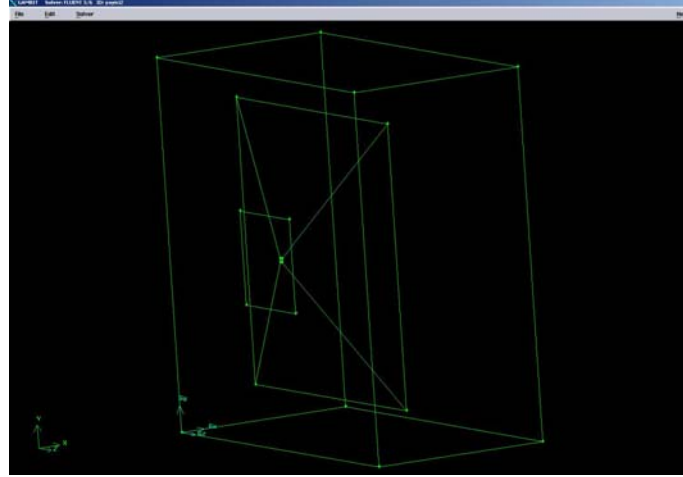
Şekil 38. Hücre Çıkışında Hız Dağılımı

10.2 Geliştirilmiş Yayıcı Geometrisi

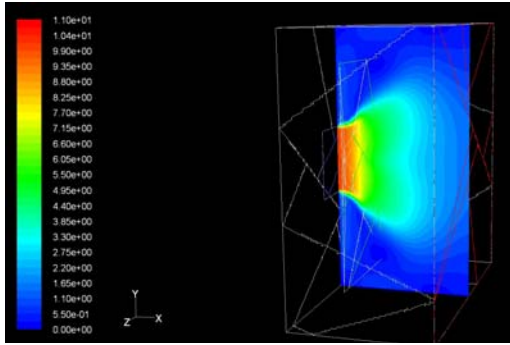
Hücre çıkışında hız dağılımının homojenleşmesini sağlamak için tasarlanan kesik kare piramit şeklindeki hücrenin taban kenar uzunlukları artırılmıştır. Hücre kesiti 1200 x 1200 mm, hücre derinliği 612 mm, yayıcı çıkış kesiti 900 x 900 mm, yayıcı tepe yüzeyi kesiti, 5 x 5 mm, yayıcı yüksekliği 50 mm, hücreye hava giriş kesiti 300 x 300 mm olarak belirlenmiştir. Yayıcı, 5 x 5 mm kesitindeki tepe yüzeyi hava giriş kesitinin tam orta hizasında olacak şekilde hücre içine yerleştirilmiştir. Piramidin tavanı yoktur, yan yüzeyleri poröz malzeme ile kaplıdır. Piramidin taban kenarları hücre kenarlarına paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 39).

Hücre hava giriş kesitine “mass flow inlet”, çıkış kesitine “pressure outlet” sınır şartları verilmiştir. Hava debisi 3000 m³/h olarak alınmıştır. Akışkan “fluid” olarak tanımlanmış ve Fluent programında akışkan cinsi hava olarak belirlenmiştir. Yayıcı yüzeyleri “porous jump” olarak tanımlanmıştır.

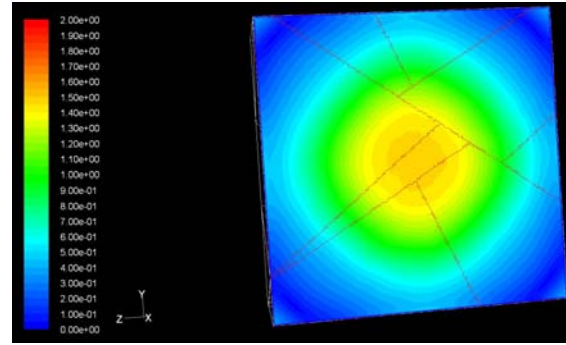
Hücreye giren hava yayıcı etkisi ile yayılmakta ve hızı azalmaktadır (Şekil 40). Yayıcı kenarlarının uzatılması hücre içinde hava dağılımını iyileştirmiştir. Çıkış kesitindeki merkezde, kısa kenarlı yayıcıya kıyasla daha iyi oranda yayılmış olduğu, kesit üzerinde sıfır hızın hâkim olduğu bölgelerin oldukça azaldığı görülmektedir. (Şekil 41). Yayıcı geometrisi çıkış kesitinde havanın homojen dağılımında önemli iyileşme meydana gelmiştir.



Şekil 39. Yayıcının Hücre İçindeki Durumu



Şekil 40. Yayıcı Bölümünde Düşey Kesitte Hız Dağılımı



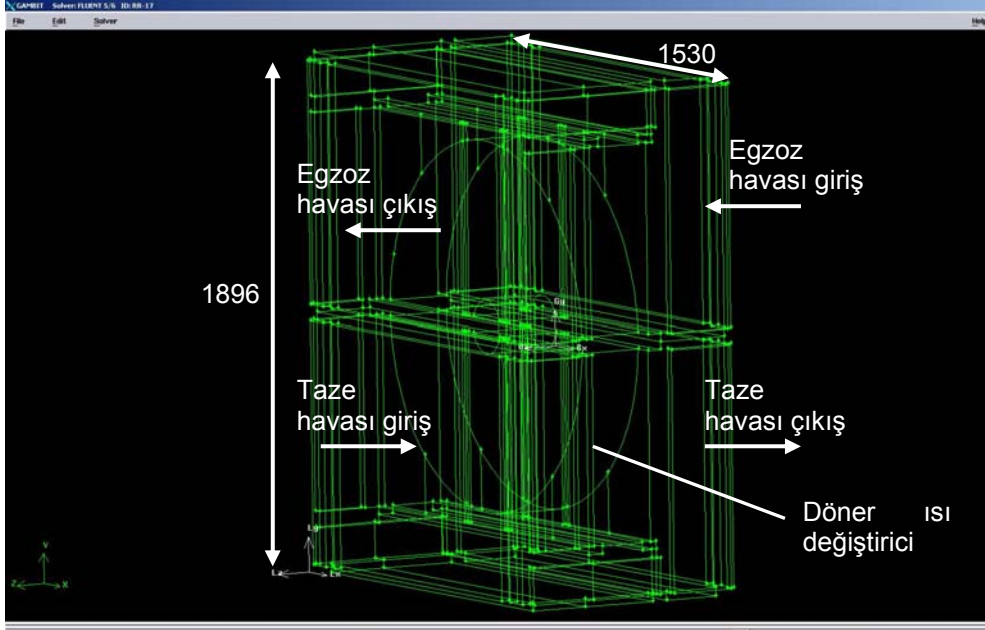
Şekil 41. Yayıcı Hücresi Çıkış Kesitinde Hız Dağılımı

11. DÖNER ISI DEĞİŞTİRİCİ HÜCRESİ

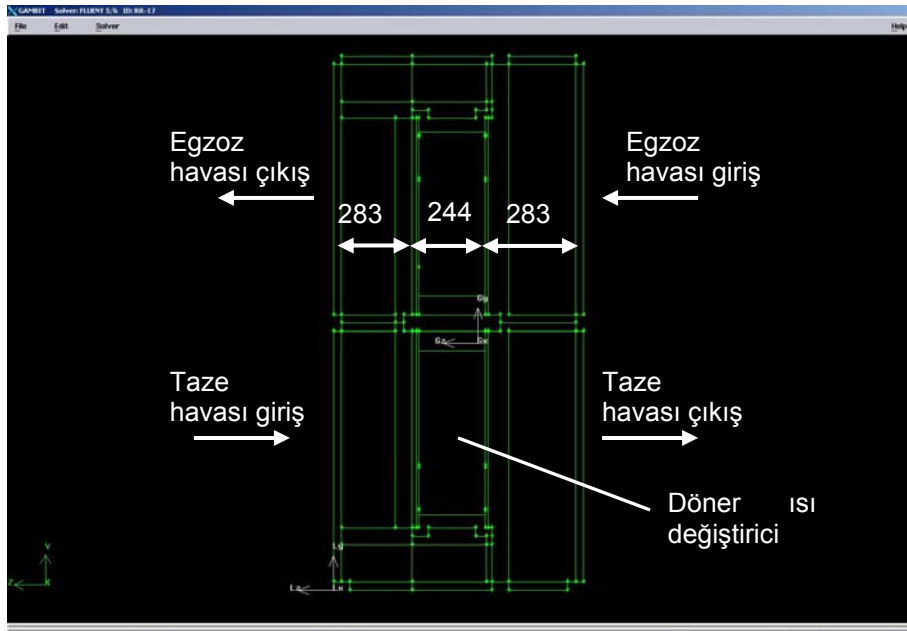
11.1. Değişiklik Yapılmamış Döner Isı Değiştirici Hücresi

Isı değiştirici hücresi gerçek boyutlarda ve konstrüktif yapısı aslının aynı olarak modellenmiştir. Döner ısı değiştiricinin ısı geçiş yüzeyleri çizilmemiş, çapı ve genişliği gerçek boyutlarda modellenmiştir. Gambitte çizilen geometri alt hacimlere bölünerek farklı sıklıkta meshlenmiştir. Böylece mesh sayısı optimize edilerek bilgisayar zamanı optimum seviyeye indirilmiş ve değişimlerin fazla olduğu bölgelerde hız dağılımının daha hassas elde edilmesi sağlanmıştır (Şekil 42, 43). Hücre yüksekliği 1896 mm, genişliği 1530 mm, döner ısı değiştiricisinin çapı 1398 mm, genişliği 244 mm, döner ısı değiştiricisinin önündeki ve arkasındaki bölümlerin derinliği 283 mm dir.

Isı değiştirici hücresi taze hava ve egzoz havası girişlerine “mass flow inlet”, çıkışlarına “pressure outlet” sınır şartları verilmiştir. Döner ısı değiştirici “porous zone” olarak tanımlanmıştır. Diğer tüm yüzeyler “wall” olarak tanımlanmıştır. Hava debileri 8000 m³/h olarak alınmıştır. Akışkan “fluid” olarak tanımlanmış ve Fluent programında akışkan cinsi hava olarak belirlenmiştir.



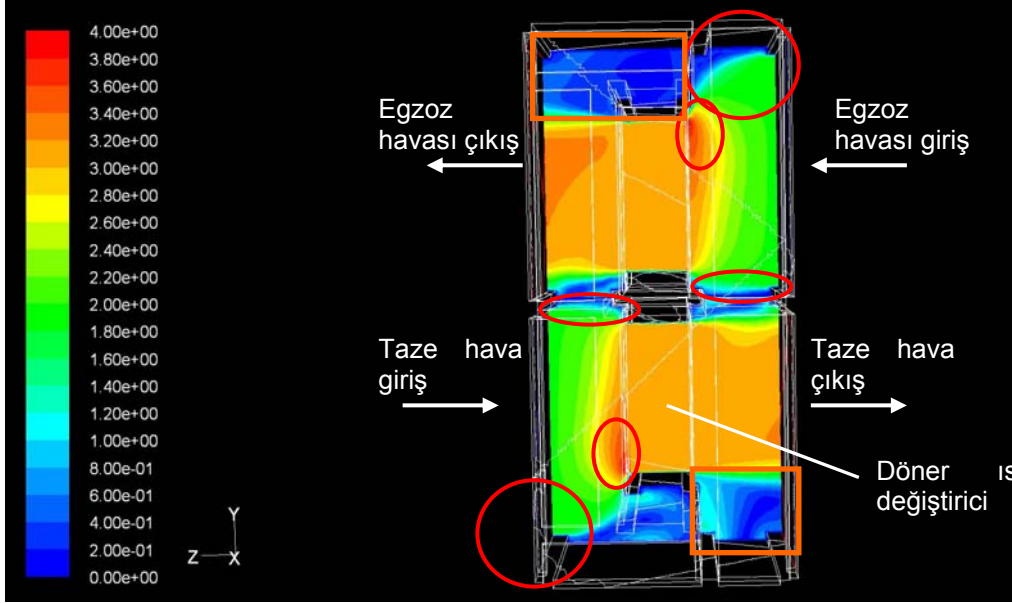
Şekil 42. Döner Isı Geri Değiştirici Hücresi



Şekil 43. Döner Isı Geri Değiştirici Hücresi Yandan Görünüş

Taze hava bölümü altta ve egzoz havası bölümü üstte yer almaktadır. Hücre yatay olarak ikiye ayrılmıştır. Taze hava ve egzoz havası giriş ve çıkış kesitleri ve döner ısı değiştiricinin bu bölümlerdeki büyüklüğü aynıdır. Şekil 44'de düşey düzlemdeki hız konturları verilmiştir. Havanın hücreye giriş ve çıkış kesitleri ısı değiştirici dairesel alanından daha büyüktür. Hücre girişleri ve çıkışları dairesel ısı değiştiricinin çapıyla karşılaştırıldığında özellikle düşey yönde yüksektir. Hücre giriş kesitlerinden homojen dağılım ile alt üst bölümlere giren taze ve egzoz havasının hızı, dörtgen kesitten daha küçük kesitteki daire kesite geçişte ani daralmadan dolayı, artmaktadır. Giriş kısımların üst (egzoz havası) ve alt (taze hava) kesit daralmadan dolayı buralarda ölü bölgeler oluşmaktadır (Şekil 44). Üsteki ölü bölgeleri dairesel ısı değiştiriciden geçiş için kullanamayan hava ısı değiştiricisine doğru yönelmekte ve ısı değiştiricisinin üst (ve alt) yayında hız değerindeki artış daha fazla olmaktadır. Hız konturları incelendiğinde ölü bölgenin etkisi ile havanın aşağıya (ve yukarı) doğru yığıldığı görülmektedir. Döner

ısı değiştiriciden çıkan taze ve egzoz havası ısı değiştiricisinden daha büyük kesitteki bir hacme geçmekte, ani genişleme meydana gelmektedir. Çıkış bölümlerinin üst (egzoz havası) ve alt (taze hava) kısımlarında ölü bölgeler oluşmaktadır. Taze ve egzoz havasının hücre çıkış kesitleri giriş kesitleri ile aynı olmasına rağmen döner ısı değiştiricisinin kesitinin küçük olması sebebiyle hücreyi terk eden havaların hızları artmaktadır.

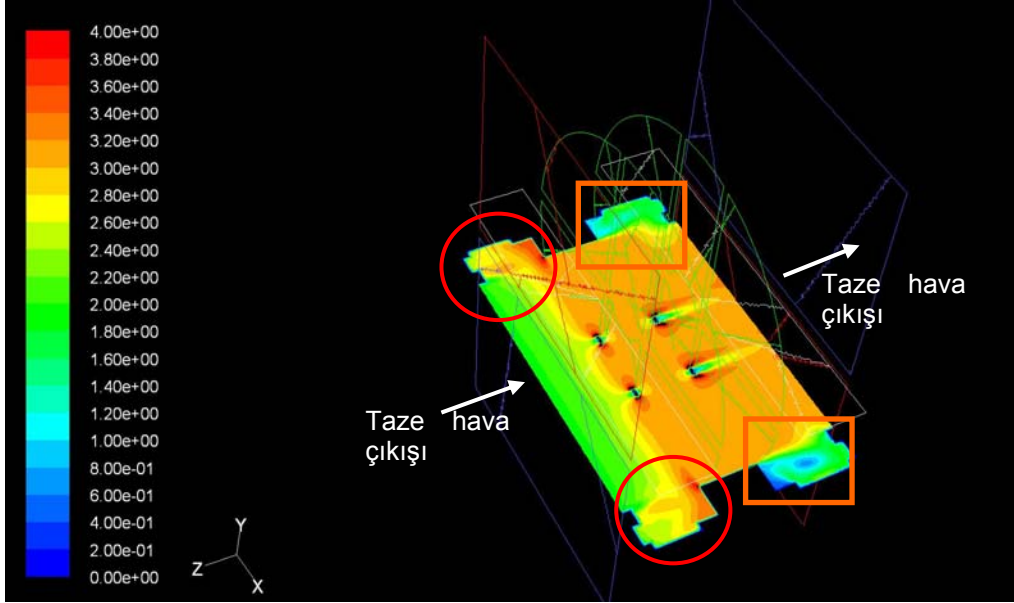


Şekil 44. Döner Isı Değiştirici Hücresi Düşey Düzlemde Hız Dağılımı

Şekil 45'de egzoz havası bölümünde, Şekil 46'da taze hava bölümünde yatay düzlemdeki hız konturları ve hız vektörleri verilmiştir. Hava giriş kesiti düşey düzlemde olduğu gibi yatay düzlemde de daralmaktadır. Döner ısı değiştiriciye giriş, hava giriş kesitinden daha küçük kesitten gerçekleşmektedir. Yatay düzlemde yan kenarlarda hız vektörleri ısı değiştiricisine doğru yönelmektedir. Döner ısı değiştiricisinin üzerine ve düşey yönde yerleştirilmiş profiller akışa engel oluşturmakta arkalarında ölü bölgeler oluşmaktadır. Isı değiştiricisinden çıkan hava, yatayda daha büyük kesit alanına boşaldığı için kenarlarda ölü bölgeler oluşmaktadır.

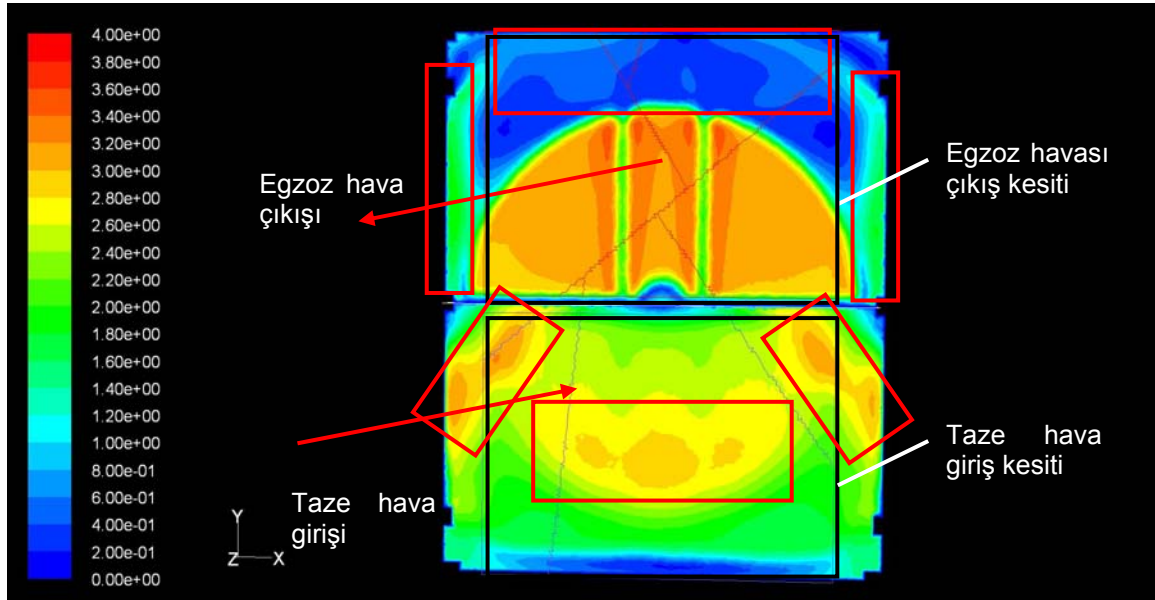


Şekil 45. Döner Isı Değiştirici Hücresi Yatay Düzlemde Hız Dağılımı (Egzoz Havası Bölümü)



Şekil 46. Döner Isı Değiştirici Hücresi Yatay Düzlemde Hız Dağılımı (Taze Hava Bölümü)

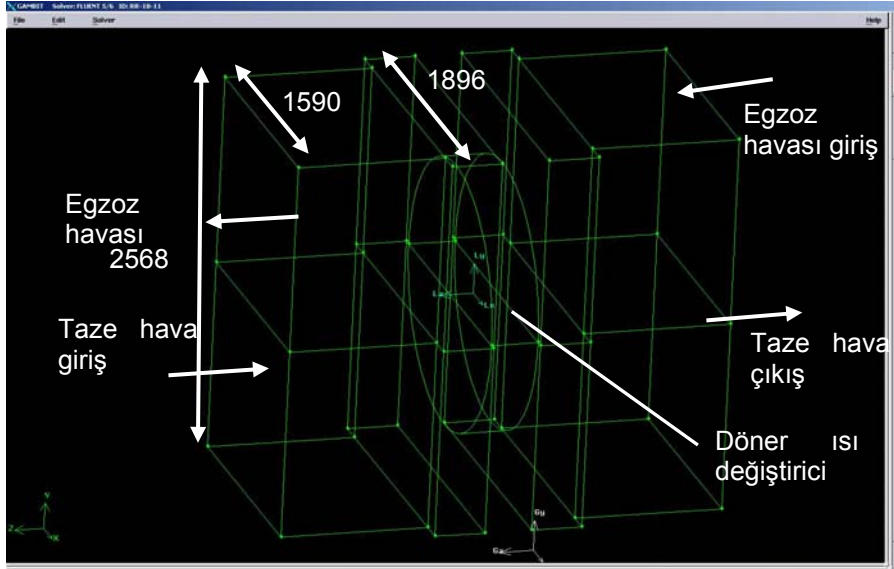
Taze hava giriş ve egzoz havası çıkış bölümlerini içeren düşey düzlemdeki hız dağılımı Şekil 47'de verilmiştir. Egzoz havasının ısı değiştiricisi içinden geçtiği alan egzoz çıkış bölümünün kesit alanından küçük olduğu için üstte ölü kısımlar oluşmaktadır. Havanın hücreyi terk ettiği kesitin genişliği hücrenin genişliğinden daha azdır. Çıkış kesitinde tekrar bir daralma meydana gelmektedir. Isı değiştiriciden çıkan hava önce genişlemekte sonra daha dar bir kesitten geçerek hücreyi terk etmektedir. Bu sebepten egzoz havası çıkışında düşey yanalarda ölü bölgeler oluşmaktadır. Isı değiştiricisinin orta kısmındaki iki düşey profil akışın bütünlüğünü bozmaktadır. Isı değiştiricisini üç bölüme ayırmakta, yarım daire alan içinde hız dağılımının düzgünlüğünü bozmaktadır. Isı geçişi bakımından hızın daha yüksek olduğu akış alanları daha etkin kullanılabilir.



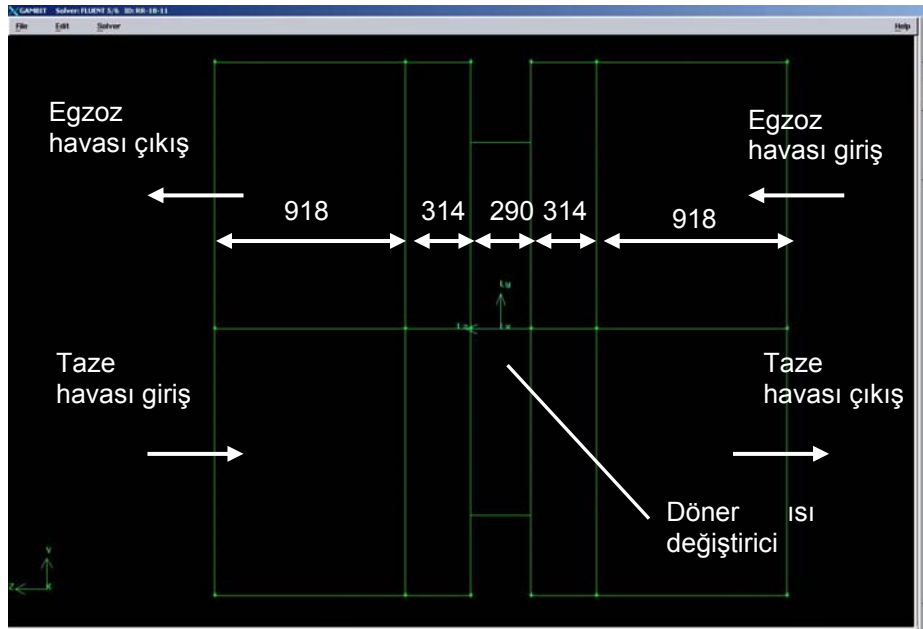
Şekil 47. Döner Isı Değiştirici Hücresi Düşey Düzlemde Hız Dağılımı

11.2. Değişiklik Yapılmış Döner Isı Değiştirici Hücresinin Sayısal Modeli 1

Döner ısı değiştiricisinin yüzeyini daha etki olarak kullanmak için orijinal geometride değişiklikler yapılmıştır. Bu başlık altında incelenen geometride hücre derinlikleri artırılmıştır (Şekil 48, 49). Orijinal geometride derinliği 283 mm olan hücrenin (Şekil 43) önüne, 918 mm derinliğinde toplam (taze hava ve egzoz havası bölümleri) 2568 mm yüksekliğinde bölümler eklenmiştir. Hücre yüksekliği: 2568 mm, genişliği: 1590 mm, ısı değiştiricisi önündeki ve arkasındaki hücrelerin derinliği: 918 mm (hava giriş ve çıkış hücreleri) , 314 mm (ısı değiştiricisi önü ve arkası), döner ısı değiştiricisinin çapı 1796 mm, genişliği 290 mm. Derinlikleri verilen kısımların genişlikleri sırasıyla, 1590 mm ve 1896 mm dir. Isı değiştirici hücresi sınır şartları bölüm 11.1 de verilenlerle aynıdır.

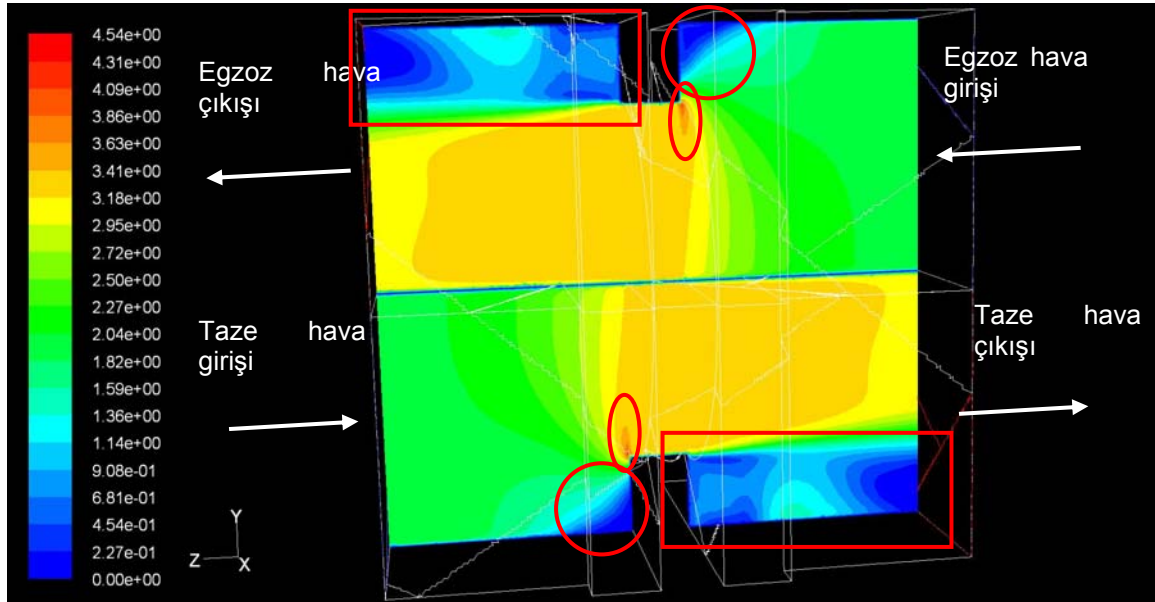


Şekil 48. Döner Isı Geri Değiştirici Hücresi



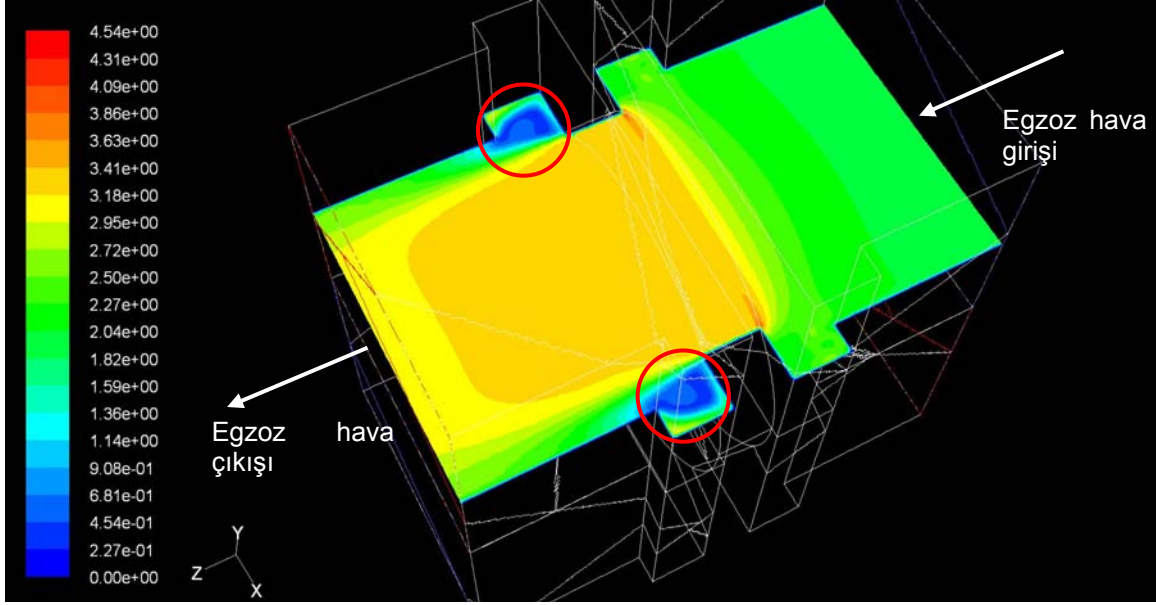
Şekil 49. Döner Isı Geri Değiştirici Hücresi (Yandan Görünüş)

Taze hava bölümü altta ve egzoz havası bölümü üstte yer almaktadır. Hücre yatay olarak ikiye ayrılmıştır. Taze hava ve egzoz havası giriş ve çıkış kesitleri ve döner ısı değiştiricinin bu bölümlerdeki büyüklüğü aynıdır. Şekil 50'de düşey düzlemdeki hız konturları verilmiştir. Havanın hücreye giriş ve çıkış kesitleri ısı değiştirici dairesel alanından daha büyüktür. Hücre girişleri ve çıkışları dairesel ısı değiştiricinin çapıyla karşılaştırıldığında özellikle düşey yönde yüksektir. Hücre giriş kesitlerinden homojen dağılım ile alt üst bölümlere giren taze ve egzoz havasının hızı, dörtgen kesitten daha küçük kesitteki daire kesite geçişte ani daralmadan dolayı, artmaktadır. Giriş kısımların üst (egzoz havası) ve alt (taze hava) kesit daralmadan dolayı buralarda ölü bölgeler oluşmaktadır (Şekil 50). Üsteki ölü bölgeleri dairesel ısı değiştiriciden geçiş için kullanamayan hava ısı değiştiricisine doğru yönelmekte ve ısı değiştiricisinin üst (ve alt) yayında hız değerindeki artış daha fazla olmaktadır. Döner ısı değiştiriciden çıkan taze ve egzoz havası ısı değiştiricisinden daha büyük kesitteki bir hacme geçmekte, ani genişleme meydana gelmektedir. Çıkış bölümlerinin üst (egzoz havası) ve alt (taze hava) kısımlarında ölü bölgeler oluşmaktadır. Taze ve egzoz havasının hücre çıkış kesitleri giriş kesitleri ile aynı olmasına rağmen döner ısı değiştiricisinin kesitinin küçük olması sebebiyle hücreyi terk eden havaların hızları artmaktadır. Hücrenin derinliği artırılmasına rağmen hava akışı orijinal geometridekiyle benzerlik göstermektedir. Hücre derinliğinin artırılması ile havanın ısı değiştiricisinden çıktuktan sonra hücrenin kesitine daha iyi yayılması hedeflenmişti. Bu iyileşmenin sağlanmadığı, çıkış kısımlarında üst ve alt kısımlarda ölü bölgelerin orijinal geometriye benzer şekilde oluştuğu görülmektedir.



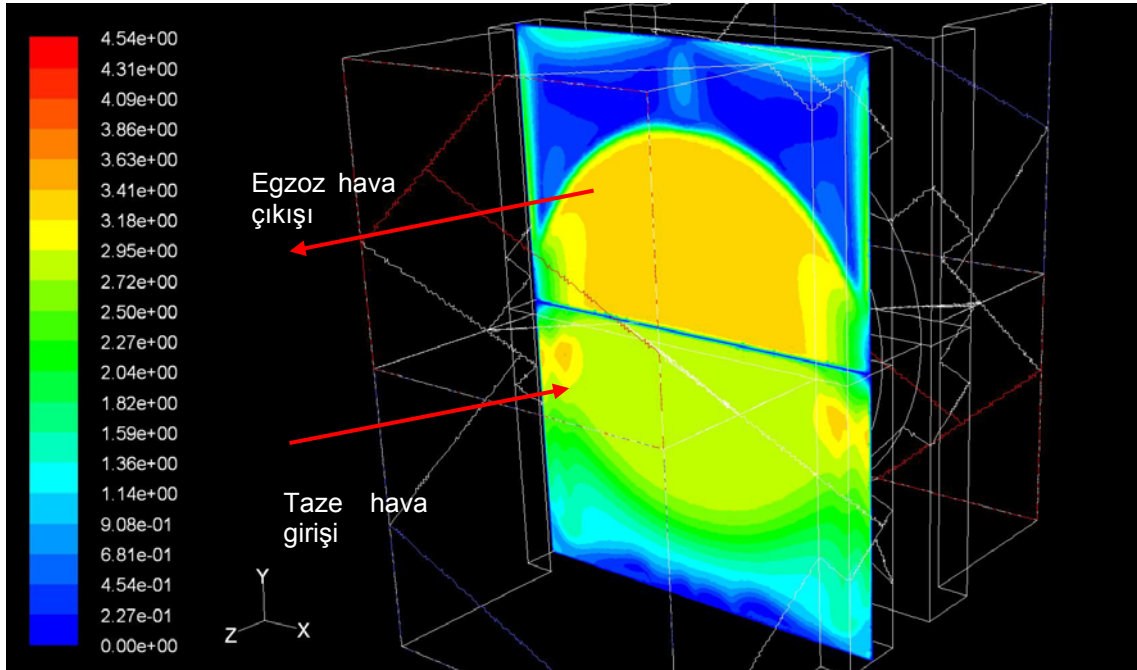
Şekil 50. Döner Isı Değiştirici Hücresi Düşey Düzlemde Hız Dağılımı
(Üst Bölüm Egzoz, Alt Bölüm Taze Hava)

Şekil 51'de egzoz havası bölümünde yatay düzlemdeki hız konturları ve hız vektörleri verilmiştir. Hava giriş kesiti düşey düzlemde olduğu gibi yatay düzlemde de daralmaktadır. Döner ısı değiştiriciye giriş, hava giriş kesitinden daha küçük kesitten gerçekleşmektedir. Yatay düzlemde yan kenarlarda hız vektörleri ısı değiştiricisine doğru yönelmektedir. Isı değiştiricisinden çıkan hava, yatayda daha büyük kesit alanına boşaldığı için kenarlarda ölü bölgeler oluşmaktadır. Hücrenin derinliğinin artırılması ısı değiştiricisinden çıkan hava hızını artırarak çıkışa doğru ilerlemektedir. Çıkış kesitinde hava hız dağılımının homojenleşmesini bakımından olumlu etkilemektedir.



Şekil 51. Döner Isı Değiştirici Hücresi Yatay Düzlemde Hız Dağılımı (Egzoz Bölümü)

Taze hava giriş ve egzoz havası çıkış bölümlerini içeren düşey düzlemdeki hız dağılımı Şekil 52'de verilmiştir. Egzoz havasının ısı değiştiricisi içinden geçtiği alan egzoz çıkış bölümünün kesit alanından küçük olduğu için üstte ölü kısımlar oluşmaktadır. Isı değiştiriciden çıkan hava önce genişlemekte sonra daha dar bir kesitten geçerek hücreyi terk etmektedir. Bu sebepten egzoz havası çıkışında düşey yanlarda ölü bölgeler oluşmaktadır. Isı değiştiricisinin orta kısımlarında hız daha yüksek olduğu için ısı geçişi bakımından daha etkin kullanılabilir.

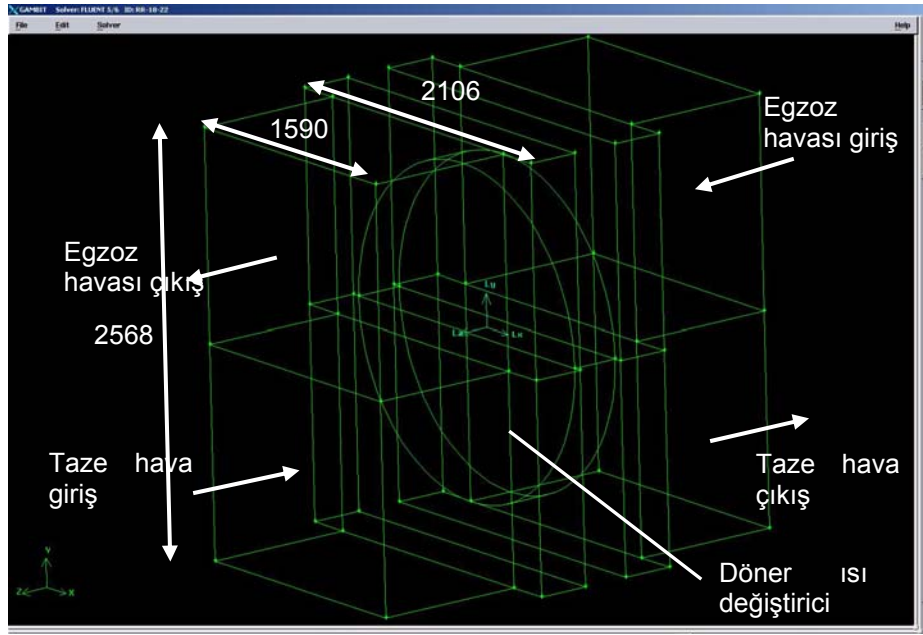


Şekil 52. Döner Isı Değiştirici Hücresi Düşey Düzlemde Hız Dağılımı (Üst Bölüm Egzoz Çıkış, Alt Bölüm Taze Hava Giriş)

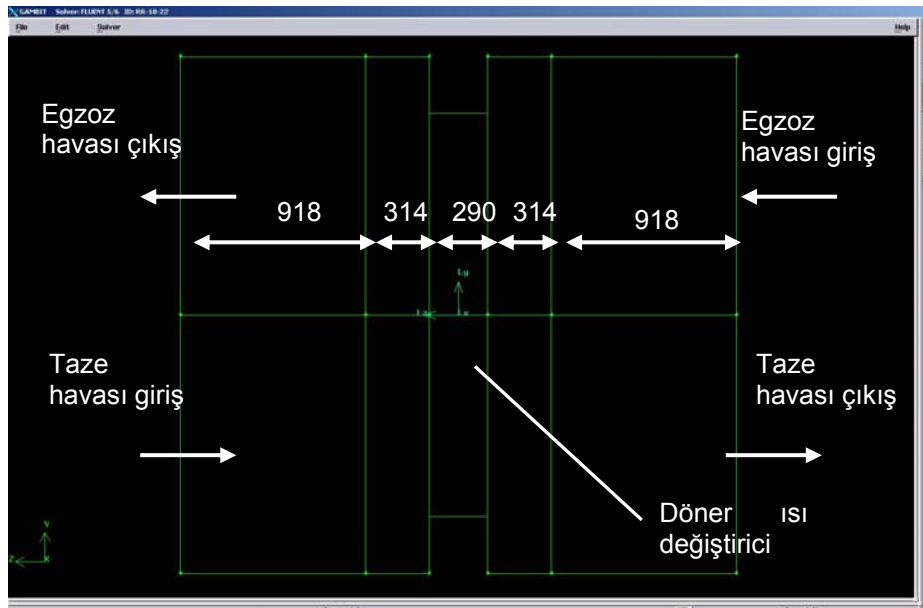
11.3. Değişiklik yapılmış döner ısı değiştirici hücrenin sayısal modeli 2

Döner ısı değiştiricisinin yüzeyini daha etki olarak kullanmak için orijinal geometride değişiklikler yapılmıştır. Bu başlık altında incelenen geometride hücre derinlikleri artırılmıştır (Şekil 53, 54). Orijinal geometride derinliği 283 mm olan hücrenin (Şekil 43) önüne, 918 mm derinliğinde toplam (taze hava ve egzoz havası bölümleri) 2568 mm yüksekliğinde bölümler eklenmiştir. Isı değiştiricisinin çapı 2006 mm ye artırılmıştır.

Hücre yüksekliği: 2568 mm, genişliği: 1590 mm, ısı değiştiricisi önündeki ve arkasındaki hücrelerin derinliği: 918 mm (hava giriş ve çıkış hücreleri) , 314 mm (ısı değiştiricisi önü ve arkası), döner ısı değiştiricisinin çapı 2006 mm, genişliği 290 mm. Derinlikleri verilen kısımların genişlikleri sırasıyla, 1590 mm ve 2106 mm dir. Isı değiştirici hücresi sınır şartları bölüm 11.1de verilenlerle aynıdır.

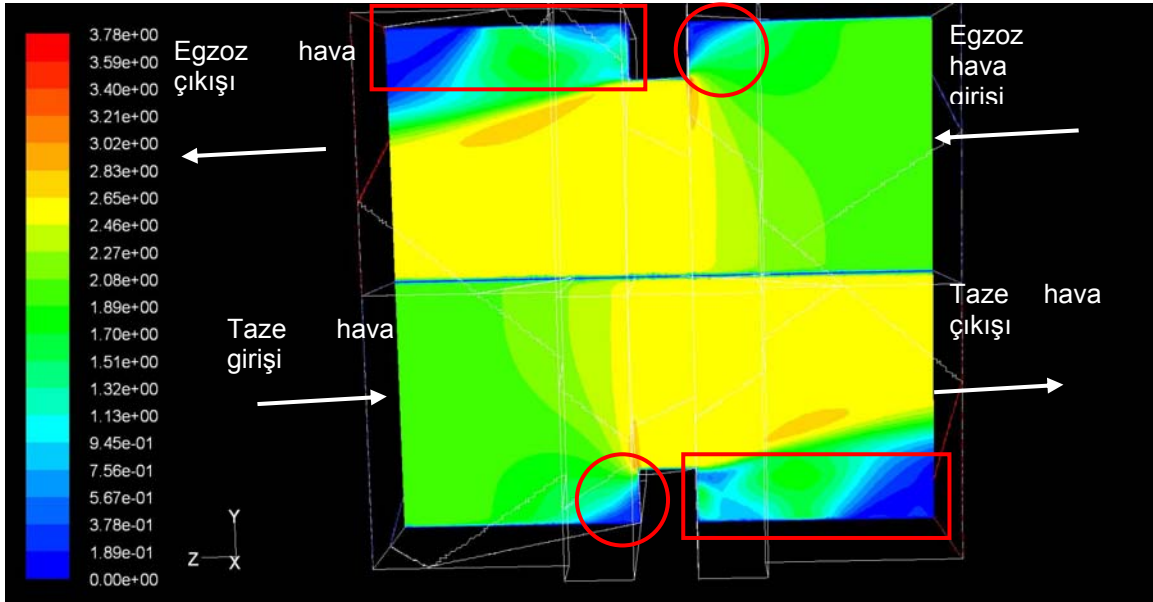


Şekil 53. Döner Isı Geri Değiştirici Hücresi



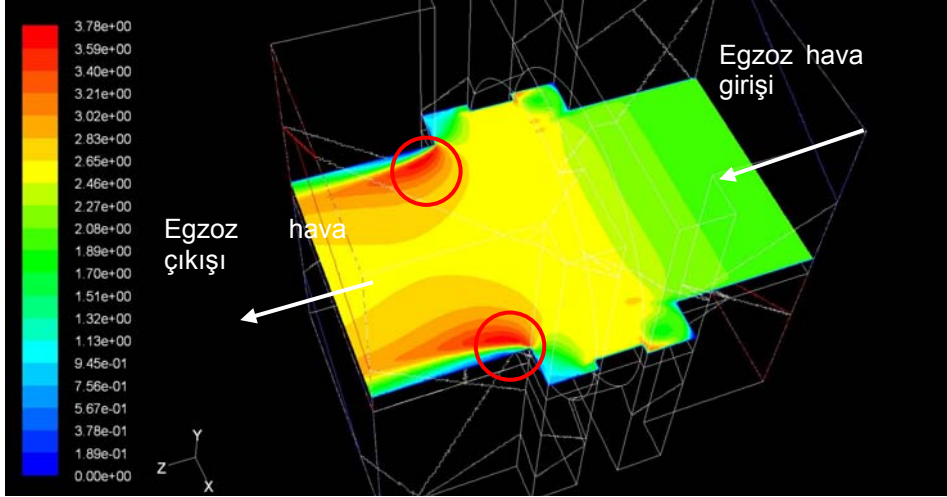
Şekil 54. Döner Isı Geri Değiştirici Hücresi (Yandan Görünüş)

Şekil 55’de düşey düzlemdeki hız konturları verilmiştir. Havanın hücreye giriş ve çıkış kesitleri ısı değiştirici dairesel alanından daha büyüktür. Hücre girişleri ve çıkışları dairesel ısı değiştiricinin çapıyla karşılaştırıldığında özellikle düşey yönde yüksektir. Hücre giriş kesitlerinden homojen dağılım ile alt üst bölümlere giren taze ve egzoz havasının hızı, dörtgen kesitten daha küçük kesitteki daire kesite geçişte ani daralmadan dolayı, artmaktadır. Giriş kısımların üst (egzoz havası) ve alt (taze hava) kesit daralmadan dolayı buralarda ölü bölgeler oluşmaktadır (Şekil 55). Üsteki ölü bölgeleri dairesel ısı değiştiriciden geçiş için kullanamayan hava ısı değiştiricisine doğru yönelmekte ve ısı değiştiricisinin üst (ve alt) yayında hız değerindeki artış daha fazla olmaktadır. Döner ısı değiştiriciden çıkan taze ve egzoz havası ısı değiştiricisinden daha büyük kesitteki bir hacme geçmekte, ani genişleme meydana gelmektedir. Çıkış bölümlerinin üst (egzoz havası) ve alt (taze hava) kısımlarında ölü bölgeler oluşmaktadır. Taze ve egzoz havasının hücre çıkış kesitleri giriş kesitleri ile aynı olmasına rağmen döner ısı değiştiricisinin kesitinin küçük olması sebebiyle hücreyi terk eden havaların hızları artmaktadır. Hücrenin derinliği artırılmasına rağmen hava akışı orijinal geometridekiyle benzerlik göstermektedir. Hücre derinliğinin artırılması ile havanın ısı değiştiricisinden çıktıktan sonra hücrenin kesitine daha iyi yayılması hedeflenmişti. Bu iyileşmenin sağlanmadığı, çıkış kısımlarında üst ve alt kısımlarda ölü bölgelerin orijinal geometriye benzer şekilde olduğu görülmektedir. Diğer tüm ölçüler aynı iken sadece ısı değiştiricinin çapı değiştirilmiştir. Çap bir önceki çözümle (bölüm 11.2) karşılaştırıldığında artırılmıştır. Çap artarken hücre yüksekliği değişmemiştir. ısı değiştiricinin çapının artırılması çıkış taraflarındaki hızın azalmasına sebep olmuştur.



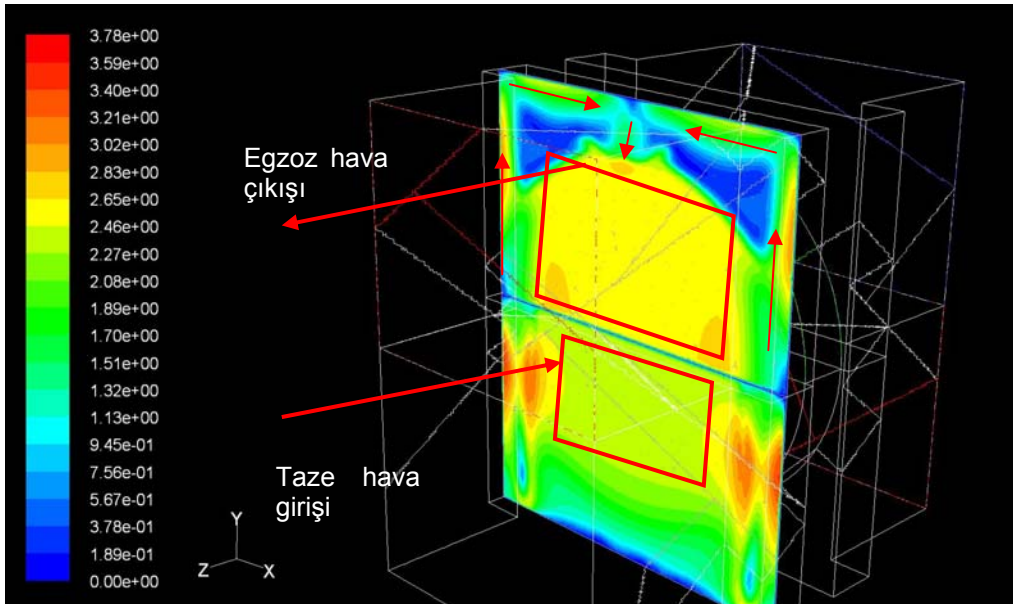
Şekil 55. Döner ısı Değiştirici Hücresi Düşey Düzlemde Hız Dağılımı
(Üst Bölüm Egzoz, Alt Bölüm Taze Hava)

Şekil 56’da egzoz havası bölümünde yatay düzlemdeki hız konturları ve hız vektörleri verilmiştir. Döner ısı değiştiricisi kesiti hava giriş kesitinden daha küçüktür. Yatay düzlemde yan kenarlarda hız vektörleri ısı değiştiricisine doğru yönelmektedir. ısı değiştiricisinden çıkan hava, yatayda daha büyük kesit alanına boşaldığı için kenarlarda ölü bölgeler oluşmaktadır. Bölüm 11.2 de verilen durumdaki ısı değiştirici çapından daha büyük olduğu için ölü bölgeler daha az bir kısımdadır. ısı değiştiricisinden çıkan havanın akış kesiti artmaktadır. Bu artış 11.2 bölümündekinden daha azdır. Hava derinliği az olan geniş hacme girmekte, burada hücreye doğru yönelmektedir. Geniş hacimde daha dar kesitli bir hacme boşalma sırasında bağlantı kenarında hızın arttığı görülmektedir (Şekil 56). Bu durum hava çıkış bölümünde hava dağılımının düzgünlüğünün kaybolmasına sebep olmaktadır.



Şekil 56. Döner Isı Değiştirici Hücresi Yatay Düzlemde Hız Dağılımı (Egzoz Bölümü)

Taze hava giriş ve egzoz havası çıkış bölümlerini içeren düşey düzlemdeki hız dağılımı Şekil 57’de verilmiştir. Egzoz havasının ısı değiştiricisi içinden geçtiği alan egzoz çıkış bölümünün kesit alanından küçük olduğu için üstte ölü kısımlar oluşmaktadır. Isı değiştiricisinden çıkan hava daha geniş kesitteki hacmin yüzeyine çarparak düşey yönde yukarı doğru ilerlemektedir. Kenarları takip eden hava hücrenin üst kenarına boyunca ilerlemekte ve hücre orta kısmından aşağıya dönmektedir. Isı değiştiricisinin orta kısımlarında hız daha yüksek olduğu için ısı geçişi bakımından daha etkin kullanılabilir.

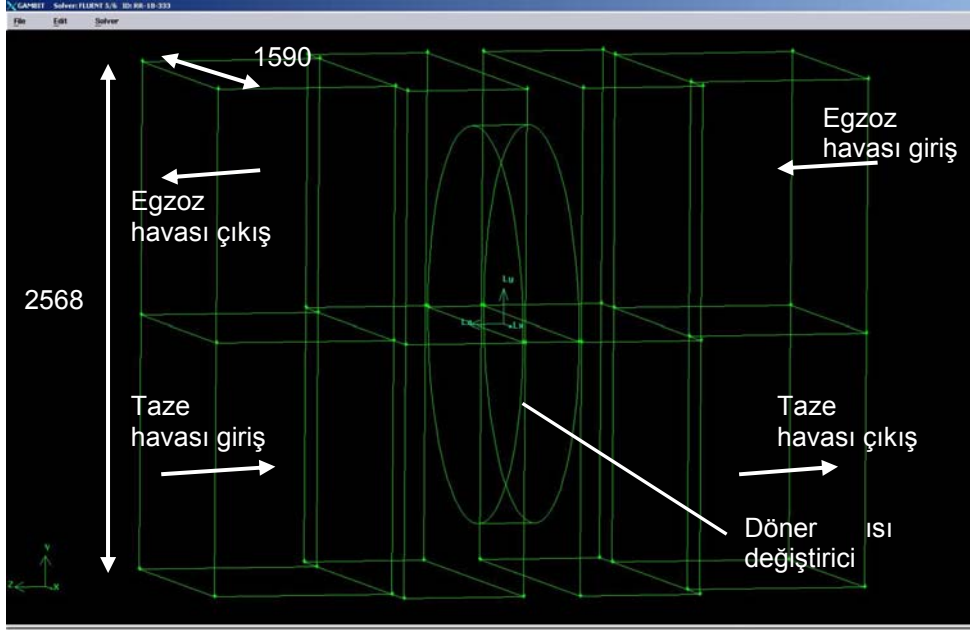


Şekil 57. Döner Isı Değiştirici Hücresi Düşey Düzlemde Hız Dağılımı (Üst Bölüm Egzoz Çıkış, Alt Bölüm Taze Hava Giriş)

Taze hava giriş bölümündeki hız dağılımı Şekil 57’ in alt yarısında verilmiştir. Döner ısı değiştiricisinin kesit alanı hücre alanından küçük olduğu için hücreden ısı değiştiricisine geçişte ani daralma meydana gelmektedir. Hücrede genişleyen hava ısı değiştiricinin sağ, sol ve alt tarafındaki duvarlara çarparak, ısı değiştiricisine doğru yönelmektedir. Hücrenin sağ, sol ve alt bölümlerinde havanın toplanması ve ısı değiştiricisine doğru yönelmesinden dolayı hız değeri artmaktadır. Isı değiştiricisinin taze havanın geçtiği bölümünde homojen hız dağılımı oluşmamaktadır. Bu durum ısı geçişi bakımından ısı değiştiricisinin etki kullanımını etkileyebilir.

11.4. Değişiklik Yapılmış Döner Isı Değiştirici Hücresinin Sayısal Modeli 3

Döner ısı değiştiricisinin yüzeyini daha etki olarak kullanmak için orijinal geometride değişiklikler yapılmıştır. Bu başlık altında incelenen geometride hücre derinlikleri artırılmıştır (Şekil 58, 59). Orijinal geometride derinliği 283 mm olan hücrenin (Şekil 43) önüne, 918 mm derinliğinde toplam (taze hava ve egzoz havası bölümleri) 2568 mm yüksekliğinde bölümler eklenmiştir. Isı değiştiricisinin çapı 2006 mm ye artırılmıştır. Isı değiştiricisinin ön ve arkasındaki hacimlerin derinliği 314 mm den 620 mm ye artırılmıştır. Hücre yüksekliği: 2568 mm, genişliği: 1590 mm, ısı değiştiricisi önündeki ve arkasındaki hücrelerin derinliği: 918 mm (hava giriş ve çıkış hücreleri) , 620 mm (ısı değiştiricisi önü ve arkası), döner ısı değiştiricisinin çapı 2006 mm, genişliği 290 mm. Derinlikleri verilen kısımların genişlikleri sırasıyla, 1590 mm ve 2106 mm dir.

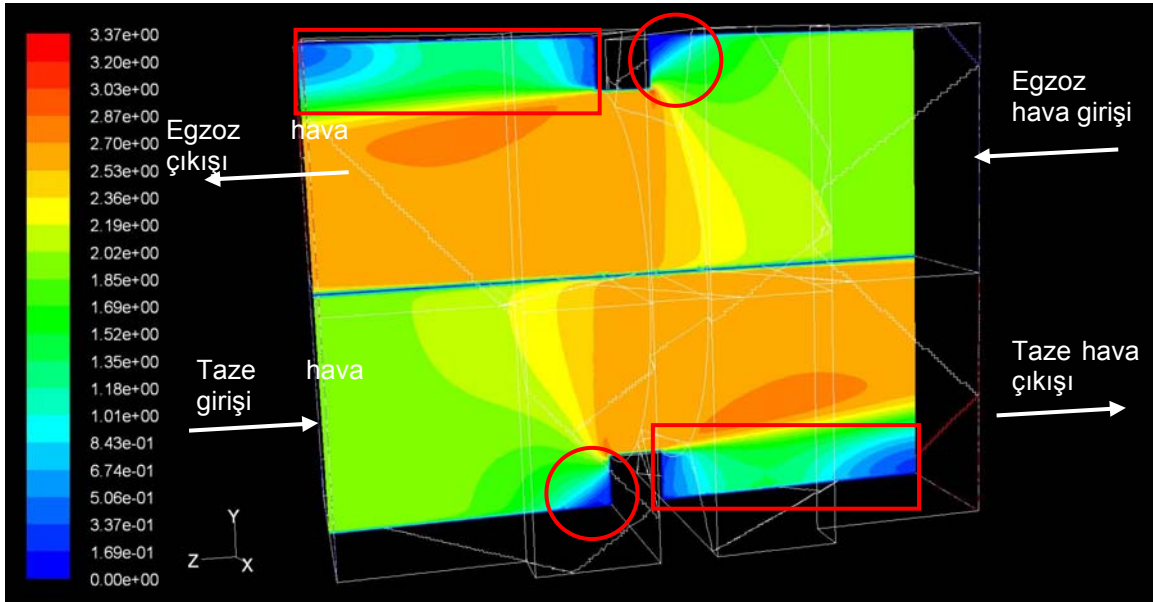


Şekil 58. Döner Isı Geri Değiştirici Hücresi



Şekil 59. Döner Isı Geri Değiştirici Hücresi (Karşıdan Görünüş)

Şekil 60'da düşey düzlemdeki hız konturları verilmiştir. Havanın hücreye giriş ve çıkış kesitleri ısı değiştirici dairesel alanından daha büyüktür. Hücre girişleri ve çıkışları dairesel ısı değiştiricinin çapıyla karşılaştırıldığında özellikle düşey yönde yüksektir. Hücre giriş kesitlerinden homojen dağılım ile alt üst bölümlere giren taze ve egzoz havasının hızı, dörtgen kesitten daha küçük kesitteki daire kesite geçişte ani daralmadan dolayı, artmaktadır. Giriş kısımların üst (egzoz havası) ve alt (taze hava) kesit daralmadan dolayı buralarda ölü bölgeler oluşmaktadır (Şekil 60). Üsteki ölü bölgeleri dairesel ısı değiştiriciden geçiş için kullanamayan hava ısı değiştiricisine doğru yönelmekte ve ısı değiştiricisinin üst (ve alt) yayında hız değerindeki artış daha fazla olmaktadır. Döner ısı değiştiriciden çıkan taze ve egzoz havası ısı değiştiricisinden daha büyük kesitteki bir hacme geçmekte, ani genişleme meydana gelmektedir. Çıkış bölümlerinin üst (egzoz havası) ve alt (taze hava) kısımlarında ölü bölgeler oluşmaktadır. Taze ve egzoz havasının hücre çıkış kesitleri giriş kesitleri ile aynı olmasına rağmen döner ısı değiştiricisinin kesitinin küçük olması sebebiyle hücreyi terk eden havaların hızları artmaktadır. Hücrenin derinliği artırılmasına rağmen hava akışı orijinal geometridekiyle benzerlik göstermektedir. Hücre derinliğinin artırılması ile havanın ısı değiştiricisinden çıktıktan sonra hücrenin kesitine daha iyi yayılması hedeflenmişti. Bu iyileşmenin sağlanmadığı, çıkış kısımlarında üst ve alt kısımlarda ölü bölgelerin orijinal geometriye benzer şekilde olduğu görülmektedir. Diğer tüm ölçüler aynı iken sadece ısı değiştiricinin çapı değiştirilmiştir. Çap bir önceki çözümle (bölüm 11.2) karşılaştırıldığında artırılmıştır. Çap artarken hücre yüksekliği değişmemiştir. ısı değiştiricinin çapının artırılması çıkış taraflarındaki hızın azalmasına sebep olmuştur.

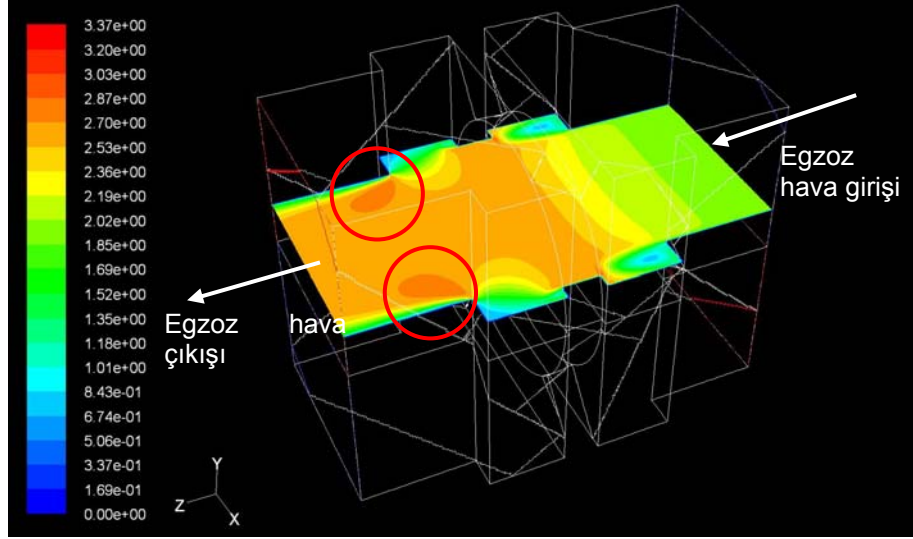


Şekil 60. Döner ısı Değiştirici Hücresi Düşey Düzlemde Hız Dağılımı
(Üst Bölüm Egzoz, Alt Bölüm Taze Hava)

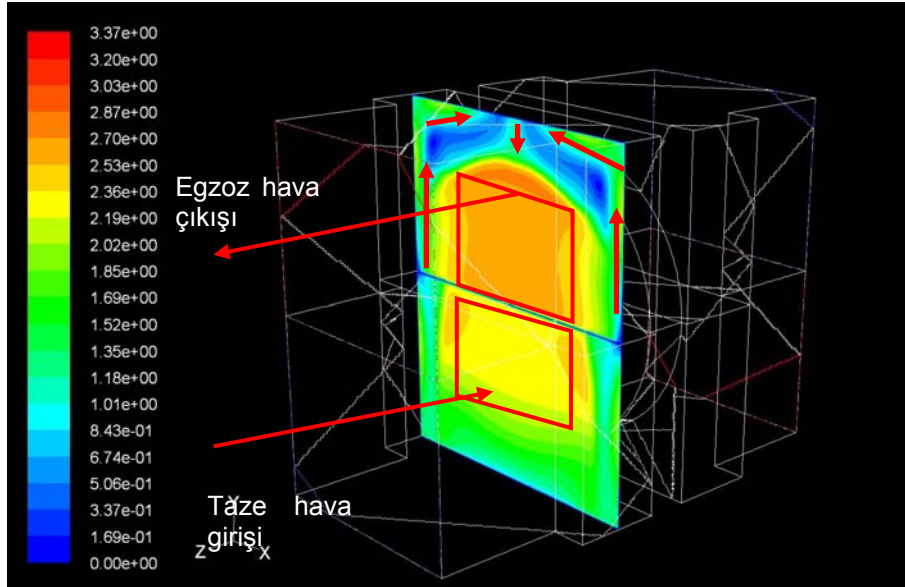
Şekil 61'de egzoz havası bölümünde yatay düzlemdeki hız konturları ve hız vektörleri verilmiştir. Döner ısı değiştiricisi kesiti hava giriş kesitinden daha küçüktür. Yatay düzlemde yan kenarlarda hız vektörleri ısı değiştiricisine doğru yönelmektedir. ısı değiştiricisinden çıkan hava, yatayda daha büyük kesit alanına boşaldığı için kenarlarda ölü bölgeler oluşmaktadır. Bölüm 11.2 de verilen durumdaki ısı değiştirici çapından daha büyük olduğu için ölü bölgeler daha az bir kısımdadır. ısı değiştiricisinden çıkan havanın akış kesiti artmaktadır. Bu artış 11.2 bölümündekinden daha azdır. Hava derinliği az olan geniş hacme girmekte, burada hücreye doğru yönelmektedir. Geniş hacimde daha dar kesitli bir hacme boşalma sırasında bağlantı kenarında hızın arttığı görülmektedir (Şekil 61). Artan hızın etkisi bir önceki duruma kıyasla daha az bir kısımda devam etmekte, hücre çıkışına doğru hız değeri düzleşmektedir. İncelenen tüm durumlar içinde çıkış kesitinde en iyi hız dağılımı bu geometride elde edilmiştir.

Taze hava giriş ve egzoz havası çıkış bölümlerini içeren düşey düzlemdeki hız dağılımı Şekil 62'de verilmiştir. Egzoz havasının ısı değiştiricisi içinden geçtiği alan egzoz çıkış bölümünün kesit alanından

küçük olduğu için üstte ölü kısımlar oluşmaktadır. Isı değiştiricisinden çıkan hava daha geniş kesitteki hacmin yüzeyine çarparak düşey yönde yukarı doğru ilerlemektedir. Kenarları takip eden hava hücrenin üst kenarına boyunca ilerlemekte ve hücre orta kısmından aşağıya dönmektedir. Isı değiştiricisinin orta kısımlarında hız daha yüksek olduğu için ısı geçişi bakımından daha etkin kullanılabilir.



Şekil 61. Döner Isı Değiştirici Hücresi Yatay Düzlemde Hız Dağılımı (Egzoz Bölümü)



Şekil 62. Döner Isı Değiştirici Hücresi Düşey Düzlemde Hız Dağılımı (Üst Bölüm Egzoz Çıkış, Alt Bölüm Taze Hava Giriş)

Taze hava giriş bölümündeki hız dağılımı Şekil 62 nin alt yarısında verilmiştir. Döner ısı değiştiricisinin kesit alanı hücre alanından küçük olduğu için hücreden ısı değiştiricisine geçişte ani daralma meydana gelmektedir. Hücrede genişleyen hava ısı değiştiricisinin sağ, sol ve alt tarafındaki duvarlara çarparak, ısı değiştiricisine doğru yönelmektedir. Hücrenin sağ, sol ve alt bölümlerinde havanın toplanması ve ısı değiştiricisine doğru yönelmesinden dolayı hız değeri artmaktadır. Isı değiştiricisinin taze havanın geçtiği bölümünde homojen hız dağılımı oluşmamaktadır. Bu durum ısı geçişi bakımından ısı değiştiricisinin etkin kullanımını etkileyebilir.

SONUÇ

Klima santralının hücrelerinin Fluent programında modellenmesi ile akışa direnç gösteren hücre eleman ve kısımlarının belirlenmesi mümkün olmuştur. Bu sonuçlardan yararlanılarak hücre iç yapısı ve yerleşiminde değişiklikler yapılarak basınç kaybının azaltılması sağlanabilir. Elde edilen hız ve basınç grafikleri yardımı ile hücre bazında aşağıdaki sonuçlar belirlenmiştir.

Çalışmada ele alınan tüm hücrelerdeki ortak konstrüktif özellik profillerin varlığıdır. Profillerin bir kısmı akışa paralel, bir kısmı akışa dik yöndedir. Akışa dik yönde olanlar, hücre içindeki akım çizgilerini bozan, statik basınç kaybını arttıran etki oluşturmaktadır. Bazı hücrelerde akışın gelişimi üzerindeki etkisi diğer etkenlerden daha fazladır. Filtre hücresinde bu durum belirgin olarak gözlenmektedir. Hücre içindeki basınç kaybında etkili olan bir başka geometrik etki ise kesit daralmaları veya akışın ani olarak yön değiştirmesine sebep olan düzenlemelerdir. Buna örnek olarak döner ısı geri kazanım hücresi verilebilir. Hücreler arasında geçişte önceki hücrenin çıkış kesit alanının küçük, sonraki hücrenin giriş kesit alanının büyük olması hücre içindeki hız dağılımının homojen olmamasına sebep olmaktadır. İki hücre arasındaki geçişte yayıcı kullanılması hız dağılımının düzgünleştirilmesi sağlayacaktır.

Aspiratör hücresinde kasnağın fan emiş ağızına yakın olması, emiş ağızlarından simetrik olarak hava emişinin gerçekleşmesini engellemektedir. Bu durum fan çıkış kesitindeki hız ve basınç dağılımının düzgünlüğünü bozmaktadır. Elektrik motoru akışa karşı statik direnç oluşturmaktadır. Hücre içindeki bir cismin varlığı hücre içinden geçen havanın karşılaştığı direnci arttırmaktadır. Hücre içindeki fan ve motor ayaklarının varlığı ve yapısı basınç kaybını arttırmaktadır. Ayakların düzenlenmesindeki değişiklikler basınç kaybını azaltacaktır.

Damper hücresinde damper grubunun yüksekliği hücre yüksekliğinden küçüktür. Dar bir hava akış jeti geniş bir hacme açılması ile hücre alt ve kısımlarında ölü bölgeler oluşmaktadır. Filtre üzerindeki profiller akışın parçalanmasına sebep olmaktadır. Bu profiller kesit alanına kıyasla küçük bir alana sahip olmasına rağmen hücre çıkış kesitinde düzgün olmayan hız dağılımına sebep olmaktadır.

Karışım hücresinde egzoz havasının bir kısmı ile taze hava karışarak filtre üzerinden geçip hücreyi terk etmektedir. Ara damperin konumu ve taze havanın dik yönde girişi ile filtre üzerindeki profillerin varlığı çıkış kesitindeki hız dağılımını ve hücre içindeki statik basınç dağılımını etkilemektedir. Ara damperin konumunun değiştirilmesi ile yapılan çalışmada çıkış hız dağılımı üzerinde damper konumunun etkili olduğu tespit edilmiştir. Ara damperin yukarı doğru kaydırılması hücre girişindeki statik basıncın 125 Pa dan 148 Pa değerine artmasına sebep olmuştur.

Filtre hücresindeki akış, damper hücresindeki akışa benzerlik göstermektedir. Filtre öncesi hücre uzunluğunun etkisi incelenmiştir. Hücre çıkışındaki hız dağılımı üzerindeki en büyük etkiyi filtre üzerindeki profillerin oluşturduğu belirlenmiştir. Hücre içindeki en büyük basınç kaybını filtre oluşturduğu için hücre boyunun uzatılması statik basınç üzerinde etki oluşturmamıştır.

Isıtma ve soğutma hücresindeki profiller ölü bölgelerin oluşmasına ve statik basınç değerinde kayıplara sebep olmaktadır. Hücre giriş ve çıkışında ve hücre içindeki geçiş bölgelerinde açılı yapının kullanımı ölü bölgeleri azaltmış, hücre girişinde daha düzgün hız dağılımı oluşmasını sağlamıştır. Açılı giriş ve çıkış ile basınç değeri 138 Pa değerinde 157 Pa değerine artmıştır.

Plakalı ısı geri kazanım hücresinde ani kesit daralmaları ve yön değiştirmeler hız ve basınç dağılımında etkili olmaktadır. Akışın plakalı ısı değiştiricisine yönlendirilmesi için hücre yapısında yapılan değişiklik statik basınç değerinde değişiklik oluşturmamıştır. Susturucu hücresinde ani kesit değişimi basınç kaybı üzerindeki en büyük etkendir. Kesit daralması ile hız artmakta ve basınç kaybını arttırmaktadır.

Hücreler arası geçişte hız dağılımını düzgünleştirmek için tasarlanan yapının oluşturduğu iyileştirme boş hücredeki durumla karşılaştırılmıştır. Hücre içine yerleştirilen kare piramit şeklindeki cismin etkisi incelenmiştir. Piramidin yan yüzeyleri poroz malzeme ile kaplanmıştır. Hücre ketine göre küçük bir kesitten giren hava piramidin etkisi ile saçılmış ve hücre çıkış kesitinde daha düzgün hava dağılımı sağlanmıştır.

Döner ısı değiştiricisinde prizmatik kesit alanında akış dairesel kesitteki ısı değiştiricisinden geçmekte ve tekrar prizmatik kesit içinden geçerek hücreyi terk etmektedir. Kesit değişiklikleri olduğu gibi ani daralmalar ve genişlemeler de gerçekleşmektedir. Ani kesit değiştirmelerin ölü bölgeler oluşturduğu görölmüştür. Hücre kesitinin ısı değiştiricinin kesitinden küçük olması halinde ısı değiştiricinin tüm etkili alanının akış tarafından kullanılmadığı belirlenmiştir. Hücre uzunluğunun arttırılmasının statik basınç üzerindeki etkisinin olumlu olduğu ancak daha fazla arttırmanın statik basınçtaki artışı azalttığı gözlemlenmiştir. Orijinal geometride hücre girişindeki statik basınç değeri 7030 Pa iken en iyi durumda statik basınç 9030 Pa değerinde gerçekleşmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Eurovent, event_energyefficiency-Berlin–10/April/2008
[2] Fluent 6.3.26 User's Guide. Fluent Inc., 2006

ÖZGEÇMİŐ

Sefa BULUT

1983 yılı Sivas doğumludur. 2002 yılında Atatürk Üniversitesi Çevre Mühendisliğini kazanmış, dereceye girmesinin ardından yatay geçiş ile Makine Mühendisliğine başlamıştır. Aynı dönemde çift anadal programı dahilinde İnşaat Mühendisliğine başlamıştır. 2006 yılında Makina Mühendisliğinden (Enerji Anabilim Dalı), 2007 yılı İnşaat Mühendisliğinden (Yapı Anabilim Dalı) mezun olmuştur. 2010 yılında İstanbul Üniversitesi MBA yüksek lisans programına başlamıştır. řu anda HSK'da Ar-Ge müdürü olarak görevine devam etmekte, bir yandan da MBA programını yürütmektedir.

Merve ÜNVEREN

1987 yılı İstanbul doğumludur. Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Isı Proses ve Termodinamik Anabilim Dalını 2010 Ocak ayında 3,5 yılda tamamlamıştır. 2010 yılı şubat ayında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Isı Proses ve Termodinamik Anabilim Dalında yüksek lisansa başlamıştır. Aynı dönemde Havalandırma Endüstri Sanayi ve Ticaret Ltd. şti. (HSK) firması Ar-Ge departmanında işe başlamıştır. Hala HSK firmasında Arge Mühendisi olarak görevine başarı ile devam etmektedir, diğer taraftan da yüksek lisans programını sürdürmektedir.

Ahmet ARISOY

Ahmet Arısoy 1950 Ankara doğumlu olup, İTÜ Makina Fakültesini 1972 yılında bitirmiştir. 1979 yılında doktor, 1984 yılında doğent ve 1991 yılında profesör unvanı almıştır. Çalışma konuları Yanma, Isı Tekniği ve Enerji olarak sayılabilir. Meslek hayatı İTÜ Makina Fakültesinde öğretim üyesi olarak geçmiştir. Halen aynı yerde görev yapmaktadır.

Y.Erhan BÖKE

1962 yılı İstanbul doğumludur. Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Enerji Anabilim Dalını 1983 yılında bitirmiştir. İstanbul Teknik Üniversitesinde 1985 yılında Yüksek Mühendis, aynı üniversitede 1993 yılında Doktor unvanını almıştır. 1990 – 1992 yılları arasında Clausthal Teknik Üniversitesinde misafir araştırmacı olarak çalışmıştır. 1984 – 1994 tarihleri arasında İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 1994 yılından beri aynı üniversitede Y.Doç.Dr. olarak görev yapmaktadır. Yanma, enerji ve ısı tekniği konularında çalışmaktadır.