

**BİR TRAKTÖR KABİNİNDE KLİMADAN ÇIKAN
HAVANIN
HIZ, NEM VE SICAKLIK DAĞILIMININ
HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ YÖNTEMİ
İLE MODELLENMESİ**

Serhat ÖZTÜRK

**Yüksek Lisans Tezi
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER**

**T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BİR TRAKTÖR KABİNİNDE KLİMADAN ÇIKAN HAVANIN HIZ,
NEM VE SICAKLIK DAĞILIMININ HESAPLAMALI AKIŞKANLAR
DİNAMİĞİ YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ**

SERHAT ÖZTÜRK

BİYOSİSTEM MÜH. ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. POYRAZ ÜLGER

TEKİRDAĞ-2015

Her hakkı saklıdır

Bu tez NKÜBAP tarafından NKUBAP.00.24.AR.14.20 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Prof. Dr. Poyraz ÜLGER danışmanlığında, Serhat ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “Bir Traktör Kabininde Klimadan Çıkan Havanın Hız, Nem ve Sıcaklık Dağılımının Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yöntemi İle Modellenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

İmza :

Üye : Prof. Dr. Türkan AKTAŞ

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Serap AKDEMİR

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Caner KOÇ

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİR TRAKTÖR KABİNİNDE KLİMADAN ÇIKAN HAVANIN HIZ, NEM VE SICAKLIK DAĞILIMININ HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMIĞI YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ

Serhat ÖZTÜRK

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

Traktör kabinleri insanların tarım ile uğraşırken onları dış etkilerden, traktör kazalarından koruduğu gibi üretimin de daha sağlıklı ve konforlu bir şekilde yapılabilmesine olanak sağlar. Kabin içindeki sürücünün iklim şartlarından olumsuz etkilenmemesi için klima sisteminin de verimli olması ve sürücü konforunu sağlaması amaçlanır. Bu çalışmada Hattat A 110 Maxi modeli traktörün kabini içerisindeki klimadan üflenen havanın sıcaklık, nem ve hava hızı dağılımını belirlemek amacıyla hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemi ile sayısal analizi yapılmıştır. Analiz yapılmadan önce traktör kabini içerisinden sıcaklık, nem ve hava hızı ölçümleri alınmış ve bu ölçüm değerleri bilgisayara kaydedilmiştir. Bu ölçümler yaz ve kış mevsimi olmak üzere iki kez alınmıştır. Traktörün katı modeli Pro-Engineer programı ile oluşturulduktan sonra Ansys Design Modeler programında sayısal ağ yapısı oluşturulmuştur. Analizi yapılacak olan traktör kabinin yüzeyleri için sınır şartı isimlendirmeleri yine bu program aracılığı ile yapılmıştır. Bu aşamalardan sonra analiz için dosya Ansys Fluent programına okutulmuş ve analiz bu programda yapılmıştır. Analiz çalışması bittikten sonra hava hızı , nem ve sıcaklık dağılımları, sensör ölçümü yapılan noktalardan kesitler alınarak bu kesitler üzerinde kontur olarak gösterilmiştir. Ayrıca ölçüm yapılan noktalar ile analiz değerleri arasında da yüzdesel olarak farklar tablo ve grafiksel olarak ortaya konulmuştur. Sonuç olarak bu traktör kabini için yaz ve kış koşullarında traktör içerisindeki havanın sıcaklık, nem ve hava hızı ölçüm değerleri ile analiz değerleri karşılaştırılması yapılmış ve ortaya çıkan farkları azaltmak için gerekli öneriler verilmiştir.

Anahtar kelimeler: hesaplamalı akışkanlar dinamiği, traktör kabini, fluent

2015, 62 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

**A TRACTOR CAB AIR CONDITIONING SPEED OF THE AIR LEAVING THE
HUMIDITY AND TEMPERATURE DISTRIBUTION OF COMPUTATIONAL FLUID
DYNAMICS METHOD AND MODELING**

Serhat ÖZTÜRK

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biosystem

Supervisor: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

Tractor cabins protect people from external effects and tractor accidents while they are doing agriculture. Also enable the production to be made more healthy and comfortable. Air conditioning system is being efficient is aimed for the driver, in the cabin, is not to be effected negatively from climate conditions. In this study, digital analysis was made by using Computational Fluid Dynamics method in order to determine the distribution of temperature, humidity and air velocity of the air blown from the air conditioner in the Hattat A 110 Maxi model tractor's cabin. These measurements were taken twice, in the summer and winter seasons. Digital network structure was created by Ansys Design Modeler after solid model of tractor had been made by Pro-Engineer program. Naming the boundary condition for the surface of the tractor cabin also was made by Ansys Design Modeler program. After these stages the data was written on Ansys Fluent program and analysis was made. After analysis had been finished, sections were taken from the spots which took a reading by sensor. Air velocity, humidity and temperature distribution are shown as contour on the sections. Also the percental differences between the spots which took a reading and analysis data are revealed by graffics and tables. As a result, measurement data of temperature, humidity and air velocity of the air in the cabin are compared with analysis data in summer and winter conditions and suggestions are offered to decrease the differences.

Keywords: computational fluid dynamics, tractor cabin, fluent

2015, 62 Pages

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
TEŞEKKÜR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Önemi ve Amacı.....	1
1.2. Traktör Kabinleri	1
1.2.1. Kabin çeşitleri.....	2
1.2.1.1. Modül kabinler	2
1.2.1.2. Entegre kabin.....	2
1.3. Havalandırma ve Klima.....	3
1.3.1. Pasif havalandırma tekniği	4
1.3.2. Aktif havalandırma tekniği (temiz hava vantilatörü)	5
1.3.3. Klima tesisatı	5
1.3.4. Motor sıcak havasını üfleyerek ısıtma.....	5
1.3.5. Sıvı ile ısıtma	6
1.4. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği.....	6
1.5. HAD Yöntemiyle Çalışan Bilgisayar Programları	7
1.5.1. Ansys	7
1.5.2. Fluent.....	7
1.5.2.1. Fluent'in Teknik Özellikleri	8
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Traktör	13
3.1.2. Testo Sıcaklık, Nem ve Hava Hızı Ölçüm Sensörleri	14

3.1.3. Workstation(İş İstasyonu)HP Z600 Workstation	15
3.2. Yöntemler	16
3.2.1. Traktör kabininde sıcaklık, nem ve hava hızı ölçümleri	16
3.2.1.1. Kış koşullarında alınan sıcaklık, nem ve hava hızı ölçümleri	16
3.2.1.2. Yaz koşulları ölçümü.....	17
3.2.2. Katı Model ve Sayısal Ağ Yapısının Oluşturulması	18
3.2.3. Sınır Şartları ve Malzeme Yapısı.....	20
3.2.4. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD)	22
3.2.4.1. HAD analizinin temel basamakları.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	24
4.3. Yaz Koşulları için sıcaklık ve hava hızı dağılımları.....	27
4.3.1. Sıcaklık dağılımı.....	27
4.3.2. Hava hızı dağılımı	29
4.4. Kış Koşulları.....	32
4.4.1. Sıcaklık dağılımı.....	32
4.4.2. Hava hızı dağılımı	37
4.4.3.Nem Dağılımı	43
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	58
6. KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	62

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Traktörün teknik özellikleri.....	14
Çizelge 3.2. Ölçüm noktalarının yerleri	17
Çizelge 3.3. Traktör Sınır Şartı Değerleri	21
Çizelge 3.4. Traktör Malzeme Özellikleri	21
Çizelge 4.1. Kış koşulları için sıcaklık, nem ve hava hızı değerleri ölçüm tablosu	24
Çizelge 4.2. Yaz koşulları için ölçüm noktaları ve ölçüm sonrası kaydedilen değerler	25
Çizelge 4.4. Yaz Koşulu Menfez Değerleri.....	26
Çizelge 4.5. Kış koşulları için sıcaklık ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırması	50
Çizelge 4.6. Kış koşulları için nem ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırılması	52
Çizelge 4.7. Kış koşulları için hava hızı ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırılması.....	54
Çizelge 4.8. Yaz koşulları için sıcaklık ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırılması.....	55
Çizelge 4.9. Hava hızı ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırılması	56

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Traktör Kabini	2
Şekil 1.2. Pasif Havalandırma Tekniği	4
Şekil 1.3. Aktif Havalandırma Tekniği	5
Şekil 3.1. Hattat A 110 maxi modeli traktör.....	13
Şekil 3.2. Testo sıcaklık, nem ve hava hızı ölçüm sensörleri.....	15
Şekil 3.3. HP Z600 Workstation.....	15
Şekil 3.4. Traktör kabini içerisinde sensör yerleşim	16
Şekil 3.5. Ön konsolda bir sensörün görünümü	17
Şekil 3.6. Sensörlerin kabin içerisindeki konumu	18
Şekil 3.7. Traktör katı modeli.....	18
Şekil 3.8. Modelin Akış Hacmi	19
Şekil 3.9. Sayısal Ağ Yapısı	19
Şekil 3.10. Traktör Sınır Şartları	20
Şekil 4.1. Menfezlerde sıcaklık dağılımı	27
Şekil 4.2. Menfezlerde sıcaklık dağılımı	27
Şekil 4.3. Kabin içi sıcaklık.....	28
Şekil 4.4. Diz altı bölgesi sıcaklık dağılımı.....	28
Şekil 4.5. Sıcaklık dağılımının kesitlerdeki genel görünümü.....	29
Şekil 4.6. Menfezlerde hava hızı dağılımı	29
Şekil 4.7. Ön menfezlerde hava hızı dağılımı	30
Şekil 4.8. Kabin içi hava hızı dağılımı	30
Şekil 4.9. Diz altı bölgesinde hava hızı	31
Şekil 4.10. Hava hızı dağılımının kesitlerdeki genel görünümü	31
Şekil 4.11. Sürücü koltuğu alt bölgesi sıcaklık dağılımı	32
Şekil 4.12. Çıkış menfezi sensöründe sıcaklık dağılımı.....	32
Şekil 4.13. Sağ ve sol arka menfezler sıcaklık dağılımı.....	33
Şekil 4.14. Sağ ve sol ön menfez noktalarında sıcaklık dağılımı	33
Şekil 4.15. Diz altı bölgesinde sıcaklık dağılımı	34
Şekil 4.16. Sağ ön konsol sıcaklık dağılımı.....	34
Şekil 4.17. Sol ön konsol sıcaklık dağılımı	35

Şekil 4.18. Sağ koltuk altı bölgesi sıcaklık dağılımı	35
Şekil 4.19. Ön konsol ortası sıcaklık dağılımı.....	36
Şekil 4.20. Sürücü sağ yanı sıcaklık dağılımı.....	36
Şekil 4.21. Sürücü sol yanı sıcaklık dağılımı	37
Şekil 4.22. Koltuk arkasında hava hızı dağılımı.....	37
Şekil 4.23. Çıkış menfezinde hava hızı dağılımı	38
Şekil 4.24. Sağ ve sol arka menfezler hava hızı dağılımı.....	38
Şekil 4.25. Sağ ve sol ön menfezler hava hızı dağılımı.....	39
Şekil 4.26. Diz altı bölgesinde hava hızı dağılımı.....	39
Şekil 4.27. Sağ ön konsol bölgesinde hava hızı dağılımı	40
Şekil 4.28. Sol ön konsol hava hızı dağılımı	40
Şekil 4.29. Sağ koltuk alt bölgesinde hava hızı dağılımı.....	41
Şekil 4.30. Sol koltuk alt bölgesinde hava hızı dağılımı	41
Şekil 4.31. Ön konsol ortasında hava hızı dağılımı.....	42
Şekil 4.32. Sürücü sağ yanı hava hızı dağılımı	42
Şekil 4.33. Sürücü sol yanı hava hızı dağılımı	43
Şekil 4.34. Koltuk arkasında nem dağılımı	43
Şekil 4.35. Çıkış menfezi nem dağılımı	44
Şekil 4.36. Sağ ve sol arka menfez nem dağılımı.....	44
Şekil 4.37. Sağ ve sol ön menfezlerde nem dağılımı	45
Şekil 4.38. Diz altı bölgesinde nem dağılımı	45
Şekil 4.39. Sağ ön konsol nem dağılımı	46
Şekil 4.40. Sol ön konsol nem dağılımı.....	46
Şekil 4.41. Sağ arka alt nem dağılımı.....	47
Şekil 4.42. Sol arka alt nem dağılımı	47
Şekil 4.43. Ön konsol orta nem dağılımı.....	48
Şekil 4.44. Sürücü sağ yanı nem dağılımı	48
Şekil 4.45. Sürücü sol yanı nem dağılımı.....	49
Şekil 4.46. Sıcaklık ölçüm ve analiz değerleri arasındaki farklılıklar.....	51
Şekil 4.47. Nem ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırması	53
Şekil 4.48. Hava hızı ölçüm ve analiz değerlerini karşılaştırma grafiği.....	55
Şekil 4.49. Sıcaklık ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırma grafiği.....	56
Şekil 4.50. Hava hızı ölçüm ve analiz değerlerini karşılaştırma grafiği.....	57

SİMGELER VE KISALTMALAR

BG	: Beygir Gücü
BDT	: Bilgisayar Destekli Tasarım
CFD	: Computational Fluid Dynamics
C	: Santigrat
HAD	: Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği
ISO	: International Organization for Standardization
j	: Joule
K	: Kelvin
kg	: Kilogram
m	: Metre
s	: Saniye
W	: Watt
°	: Derece
%	: Yüzde

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamda bana yardımcı ve destek olan aileme, danışman hocam Prof. Dr. Poyraz ÜLGER' e, ve ikinci danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Serap Akdemir ile tüm bölüm hocalarıma teőekkürü bir borç bilirim.

Nisan 2015

Serhat ÖZTÜRK
Ziraat Mühendisi

1. GİRİŞ

1.1. Tezin Önemi ve Amacı

Traktör kabinleri insanların tarım ile uğraşırken onları dış etkilerden, traktör kazalarından koruduğu gibi üretimin de daha sağlıklı ve konforlu bir şekilde yapılabilmesine olanak sağlar. Sürücü kabin içerisindeyken atmosfer koşullarından korunur fakat kabin içerisindeki hava koşulları da uygun değilse verimi düşer. Bu yüzden traktör kabinlerindeki havalandırma sisteminden çıkan havanın sıcaklık, nem ve hava hızı gibi özellikleri incelenmesi yerinde olur. Bu çalışmada traktör kabinindeki klima sisteminden üflenen havanın sıcaklık, nem ve hava hızı dağılımı hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemiyle Ansys Fluent programı yardımı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları kapsamında sıcaklık, nem ve hava hızı kontur dağılımları sensör noktalarını kesen düzlemler üzerinde gösterilmiştir. Havanın sıcaklık, nem ve hava hızı ölçüm ve analiz değerleri arasındaki farklar tablo ve grafiksel olarak açıklanmaya çalışılmıştır.

1.2. Traktör Kabinleri

Günümüzde çiftçiler çalışma zamanlarının bir kısmını traktör üzerinde geçirmektedir. Traktör üzerindeki çalışma yeri ne kadar konforlu olursa sürücü de aletleriyle o derecede verimli bir çalışma elde edebilir. Traktörlerde devrilmeye karşı koruyucu emniyet muhafazaları bulunmaktadır. Bunlar; sürücü kabinleri, devrilmeye karşı koruyucu barlar ve emniyet çerçeveleridir.

Traktör sürücü kabinlerinin beş önemli görevi vardır. Bunlar;

- 1) Sürücünün kazalardan korunması,
- 2) Sürücünün kötü hava şartlarına karşı korunması,
- 3) Sürücünün çalışma yerinde toz, egzoz gazlarına ve havadaki yabancı maddelere karşı korunması,
- 4) Sürücünün titreşim ve gürültüye karşı korunması,
- 5) Görüş şartlarının optimum olmasının sağlamasıdır.

Bir traktör sürücü kabini görünümü Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Traktör Kabini (Kut 1984)

1.2.1. Kabin çeşitleri

1.2.1.1. Modül kabinler

Bu kabinler yaklaşık 70 BG’ne kadar olan traktörler için öngörülür. Burada temel koruyucu çerçevedir. Tavan, yan parçalar (kapı ve pencereler), arka ve ön parçalar da onun tamamlayıcıları olarak üzerine takılır. Bu kabinler gürültü ve sarsıntıyı kısmen hafifletirler. Özellikleri şunlardır;

- Değişken yapıları ile müşteri isteklerine uydurulabilirler,
- Sonradan monte edilebilir yapıdadırlar,
- Entegre bir kabine göre gürültü izolasyonu yapılamaz,
- Sürüş konforu tatminkardır,
- Ekseri oturma ve diğer yapı parçaları malzeme yönünden sınırlıdır.

1.2.1.2. Entegre kabin

Bu kabin çeşidinde; emniyet köprüsü, platform, armatürleri taşıyıcı vb. bir ünite teşkil eder ve komple olarak traktöre monte edilirler. Bu kabinlerin avantajları;

- Kabin ses kesici bloklar üzerine destekli yataklandırılabilir,
- Bütün parçaları uygun biçimde toza karşı izole edilebilir,
- Kabin tabanının gürültü izolasyonu mükemmeldir,
- Göstergeler; kablo, hortum ve kol tertibatından başka bir tertibatla komuta yerlerine bağlanmadıkları için titreşimden etkilenmezler,
- İyi izole edilmiş etkili bir klima ve havalandırma tertibatı monte edilebilir,

Komuta ve kontrol organları çok elverişli bir düzenlemeyle birlikte kabine yerleştirilmişlerdir,

Yapı yüksekliği konfor sınırlaması ile değiştirilebilirler. Örneğin: Vantilatör havayı tavan altından aşağıya üfleyebilir. Dezavantajları ise;

Yapıları pahalıdır,

Basit yapılu kabinlere göre yükseklikleri biraz fazladır,

Önceden tespit edilmiş donanımda çok az değişiklik yapılabilir.

1.3. Havalandırma ve Klima

Soğutma, havalandırma ve iklimlendirme konularında ana hedef insanlara daha iyi, rahat, sağlıklı ve güvenli bir yaşam sağlamaktır.

Traktör kabinlerinin havalandırılması temel olarak üç ayrı yöntemle yapılmaktadır. Bunlar;

- 1) Filtre edilmiş havanın sirkülasyonu,
- 2) Su filtrasyonu yoluyla sabit serinlik ve hava yıkama,
- 3) Soğutma sistemleri kullanmaktır.

Bu yöntemlerin her biri ayrı avantaj sağlamaktadır. Birinci yöntem en ekonomik yöntemdir. Fakat bu yöntemde hızlı hava akımı hava temizleme aygıtlarını kirletir ve dış atmosferdeki havanın sirkülasyonu, gerekli serinliği sağlayamaz. Hava yıkama sistemleri işlev ve maliyet açısından diğer iki sisteme göre daha uygundur (Henry ve Zoerb 1967).

Kut (1984) tarafından bildirildiğine göre klima dilimize Almancadan girmiş olup İngilizce karşılığı “Hava koşullandırma” (Air Conditioning)’dir. Sıcaklık ve bağıl nem düzeylerinin belirli değerler arasında korunması, oksijen ihtiyacı, toz-duman ve kokudan arındırma, hava hareketini sağlama şeklinde özetlenen iklimlendirmenin (klimanın) beş ana fonksiyonu Özkol (1994) tarafından aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

1) Optimum sıcaklık düzeyinin sağlanması ve korunması: İklimlendirilen hacmin ısı kaybı (kış konumu) veya ısı kazancı (yaz konumu) durumuna göre ısıtma veya soğutma ile sağlanır.

2) Optimum nem oranlarının sağlanması: Hacmin nem kaybı veya kazancı durumuna göre nemin alınması veya ilave edilmesi ile yapılır. Özellikle kışın nem oranı (birim ağırlık için havadaki su buharı miktarı) düşük olan dış havanın ısıtılarak iklimlendirilen hacme verilmesi ile çok düşük düzeylere inen hava bağıl nem yüzdesinin, kullanma amaçlarına uygun düzeylere çıkartılması ile sağlanır.

Bağıl nemin;

Yükseltilmesi için nemlendiriciler kullanılır,

Düşürülmesi ise hava sıcaklığının çığ nokta değerlerinin altına indirilip tekrar ısıtılması ile sağlanır veya kimyasal yollarla sağlanmaktadır.

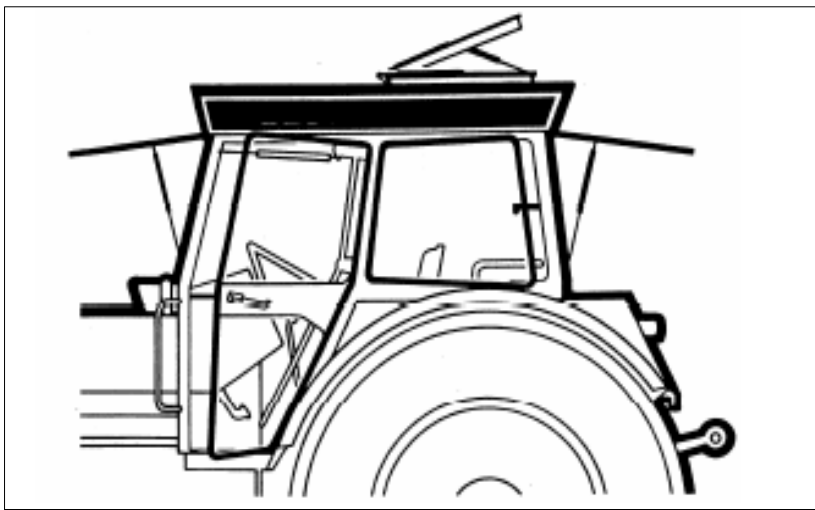
3) Oksijen ihtiyacının karşılanması: Doğada bol miktarda bulunan ve yaşayan tüm varlıkların vazgeçilmez ihtiyacı olan oksijen, pratik olarak sadece dış havadan sağlanabilmektedir. Bu amaçla ve iklimlendirilen hacime ulaştırılmak üzere klima sistemi için hesaplanan belirli oranlarda dış havanın alınması gereklidir.

4) İklimlendirilen hacmin havasının; kir, toz, koku, sigara dumanı gibi zararlı ve rahatsız edici maddelerden arındırılması: Havanın değişik tür ve verim değerlerine sahip filtrelerden geçirilmesiyle sağlanır. Koku ve sigara dumanının atılması en etkin şekilde dış taze hava ile sağlanmakta olup aktif karbon filtreler, bazı özel yıkayıcılar, adsorban maddelerle temas ettirme gibi yöntemler de uygulama gereksinimine göre kullanılmaktadır.

5) Havanın harekete geçirilmesi: İklimlendirilen hacmin gerek sıcaklık ve nem düzeyi, gerekse kirlenme durumu her noktada aynı olamaz. Isı kayıp ve kazançları, başta cam olmak üzere dış yüzeylerde daha fazladır. Kirlenme durumu ise kirlenme kaynağının yoğunlaştığı noktalarda fazla olur.

1.3.1. Pasif havalandırma tekniği

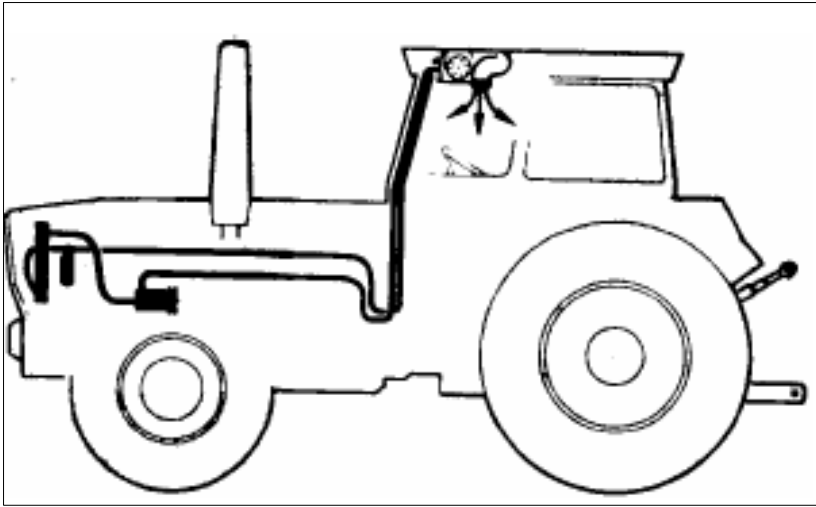
Pencerenin açılması ile hareket halinde olmaktan kaynaklanan dış havanın kabin havası ile pasif olarak değişmesiyle elde edilen bir havalandırma tekniğidir. Kabin içerisinde pencerenin açılmış olmasından kaynaklanan aşırı gürültü ve toz bulunması bu havalandırmanın dezavantajlı yönüdür (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Pasif Havalandırma Tekniği (Kut 1984)

1.3.2. Aktif havalandırma tekniği (temiz hava vantilatörü)

Tozsuz ortamlarda temiz hava emilir, filtreden geçilir ve bir vantilatör yardımı ile manuel olarak ayarlanabilir havalandırma başlıklarından kabin içerisine dağıtılır (Şekil 1.3). Havalandırma başlıkları; ön camda, ayak ve vücut yüksekliğindeki bölgelerde bulunur. Bu havalandırma tekniğinde sürücünün baş bölgesi direkt soğuk hava akımına maruz kalmamalıdır.



Şekil 1.3. Aktif Havalandırma Tekniği (Kut 1984)

1.3.3. Klima tesisatı

Sıcak ülkelerde genellikle havalandırma tekniği yeterli olmadığı için klima donanımı (kompresörlü klima tesisatı) teklif edilmektedir. Klima, içerisinde soğutucu bir sıvının dolaştırıldığı boru sistemidir. Bir kompresör sıkıştırılmış gaz formundaki soğutucu maddeyi sıvılaştırır ve ısıyı alması için serbest olarak dolaştırır. Sıvı soğutucu madde kabin içerisindeki buharlaştırıcıya akar ve kabin ısını buharlaştırma sırasında alır. Soğutucu madde gaz formunda kompresöre tekrar döner. Dış ortam ile kabin arasındaki ısı farkı 6 °C'yi aşmamalıdır (Kut 1984). İhtiyaç duyulan soğutma enerjisi motor tarafından karşılanır.

1.3.4. Motor sıcak havasını üfleyerek ısıtma

Sıcak hava üfleyerek kabin ısıtılmasında kullanılan en basit yöntemdir. Hava soğutmalı motorlarda motor soğutma havası boru ile sürücü kabini içerisine sevk edilir. Emniyet yönünden ısıtma kutusu silindir kafalarından gelen sıcak havaya karşı izole edilmelidir.

1.3.5. Sıvı ile ısıtma

Sıvılı ısıtmada motor yağlama yağı veya su ile soğutmalı motorlarda soğutma suyu ısı değiştirici (radyatör) üzerinde ısıyı alır. Bir vantilatör filtre edilmiş temiz havayı ısı değiştiriciden geçirerek emer ve dağıtıcı başlıklarına sevk eder. Ayarlanabilir bu dağıtıcı başlıklarla sıcak hava manuel olarak sürücü kabini içerisine dağıtılabılır. Dağıtıcı başlık iyi ayarlanırsa kışın ön camdaki buzlanma ve buğulanmanın da önüne geçilebilir.

1.4. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği

Akışkanlar mekaniği ve ısı akışı, mekanik bilim alanının en karmaşık ve modellemesi en zor problemlerinden biridir. Bu nedenle araştırmacıların hala bu alanda yapacakları ve konuya olacak katkıları büyük boyutlardadır. Bu alanda bilgisayar donanım ve yazılım teknolojilerine paralel olarak geliştirilen çok sayıda bilgisayar destekli çözüm modelleri mevcuttur. Bu modeller Akışkanlar dinamiğini tarifleyen ana denklemlerin bilgisayarın özelliklerine göre değişik sayısal yöntemler kullanarak çözülebilir hale getirilmesi ile oluşmaktadır. Geliştirilen çözüm yöntemleri tümü Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin (HAD) temelini oluşturur. Çözüm, belirli bir mühendislik hassasiyeti ile tek bir bilgisayar veya birkaç taneden birkaç bin tane işlemcinin kullanıldığı paralel hesaplama yöntemleri ile akış ve enerji denklemlerinin formülasyonunu ve çözümünü kapsamaktadır. HAD yöntemlerinin akış ve ısı transferi alanlarının modellenmesinde büyük gelişmeler sağladığı görülmektedir. Daha önceden pek çok anlaşılmayan akış özelliklerinin doğası bu yöntemle anlaşılır hale gelmiştir. Endüstride birçok uygulamalı mühendislik probleminde kullanılan HAD tekniklerinin deneysel gözlemleri de destekleyen bir yöntem olarak kullanımı her geçen gün büyümekte ve yeni bir teknoloji alanı ortaya çıkmaktadır. HAD kod program analizleri, bilimsel çalışmalara maliyet ve zaman açısından olumlu katkılar sağlamaktadır.

HAD modellenmesi, akışkan alanını etkileyen denklemlerin çözümlenmesi yolu ile modellenmesidir. Bir HAD model, akış içerisindeki bütün önemli noktaların simülasyonunu ihtiva etmelidir. Bir HAD modelden, deneylerin çoğunda elde edilen ekonomiklik ve hız gibi sonuçlar beklenmektedir. Güçlü bilgisayar sistemlerinin gelişimindeki hızlı artışla birlikte HAD kodu, tamamlayıcı olarak büyük ilgi çekmektedir. Isı değiştiricilerinin tasarımı, borularda ve kanallarda akış, oda ve bina içlerinde akış gibi konularda da HAD uygulamaları mevcuttur. HAD analizlerinde hız dağılımları, sıcaklık dağılımları, basınç dağılımları gibi, model içindeki akış hakkında ayrıntılar elde edilebilmektedir.

1.5. HAD Yöntemiyle Çalışan Bilgisayar Programları

1.5.1. Ansys

1970 yılında Dr. John A. Swanson tarafından Ansys (Swanson Analysis Systems) sonlu elemanlar yazılımı geliştirilmiştir. Ansys yazılımı 1970 yılında statik, dinamik ve ısısal sorunlara dayalı olarak yapısal, hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD), elektronik ve elektromanyetik, tasarım optimizasyonundan oluşan sonlu eleman programı olarak 2000'den fazla uzman mühendis tarafından geliştirilmiş ve bilgisayar tabanlı mühendislik simülasyonlarında kullanılan sonlu eleman yazılım programıdır (Anonymous 2012).

Ansys, ürünlerin henüz prototipleri üretilmeden sanal ortamda test edilmelerine olanak sağlar. Prototip üretimi, simülasyon yöntemine göre daha maliyetli ve fazla zaman gerektirmektedir. Bundan dolayı günümüzde bilgisayar destekli mühendislik yöntemi tercih edilmektedir.

1.5.2. Fluent

Fluent, sonlu hacimler yöntemini kullanan bir hesaplamalı akışkanlar dinamiği yazılımıdır. 1983'ten günümüze dünya çapında birçok endüstri dalında kullanılan ve günden güne gelişerek tüm dünyadaki HAD pazarında en çok kullanılan yazılım durumuna gelen Fluent, en ileri teknolojiye sahip ticari HAD yazılımı olarak kullanıcılarının en zor problemlerine kolay ve kısa sürede elde edilen çözümler sunmaktadır.

Fluent, genel amaçlı bir HAD yazılımı olarak, otomotiv endüstrisi, havacılık endüstrisi, beyaz eşya endüstrisi, turbomakina endüstrisi, kimya endüstrisi, gıda endüstrisi gibi birbirinden farklı birçok endüstriye ait akışkanlar mekaniği ve ısı transferi problemlerinin çözümünde kullanılabilir. Bu özelliği sayesinde kullanıcılarına birbirinden farklı birçok probleme aynı arayüzü kullanarak çözüm alma olanağı sağlar.

Fluent, ürün performansını ürün henüz tasarım aşamasındayken ölçme, performansı düşüren etkenleri detaylı bir şekilde tespit ederek yine bilgisayar ortamında giderme ve piyasaya iyileştirme işlemleri tamamlanmış son ürünün verilmesini sağlayarak kullanıcılarının zorlu rekabet şartlarında emsallerinden bir adım önde olmasına katkıda bulunur.

Fluent, sahip olduğu ileri çözücü teknolojisi ve bünyesinde barındırdığı değişik fiziksel modeller sayesinde laminar, geçişli ve türbülanslı akışlara, iletim, taşınım ve radyasyon ile ısı geçişini içeren problemlere, kimyasal tepkimeleri içeren problemlere, yakıt pilleri, akustik, akış kaynaklı gürültü, çok fazlı akışları içeren problemlere hızlı ve güvenilir çözümler üreterek Ar-Ge bölümlerinin tasarım esnasındaki en güvenilir aracı olmaya adaydır.

1.5.2.1. Fluent'in Teknik Özellikleri

Fluent, sıkıştırılmaz (düşük subsonik), orta sıkıştırılabilir (transonik) ve yüksek sıkıştırılabilir (süpersonik ve hipersonik) akışlar için Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği çözücüsüdür. Yakınsamayı hızlandıran çoklu ağ metoduyla beraber çoklu çözücü seçenekleri ile Fluent geniş hız rejimleri aralıklarında optimum çözüm etkinliği ve hassasiyeti getirir. Fluent'teki fiziksel modellerin zenginliği, laminar, geçiş ve türbülanslı akışların, ısı transferinin, kimyasal tepkimelerin, çok fazlı akışların ve diğer olguların sayısal ağ esnekliği ve çözüm tabanlı ağ uyarlaması ile hassas çözümlerine olanak sağlar.

Genel modelleme yetenekleri:

- 2 boyutlu düzlemsel, 2 boyutlu aksel simetrik, 2 boyutlu döngülü aksel simetrik (dönel simetrik) ve 3 boyutlu akışlar sabit rejim veya geçici rejim akışları,
- Bütün hız rejimleri (düşük subsonik, transonik, süpersonik ve hipersonik akışlar),
- Laminar, geçişli veya türbülanslı akışlar,
- Newtonyen ve Newtonyen olmayan akışlar,
- Zorlamalı, doğal, karışık konveksiyon, konjuge ısı transferi ve radyasyon,
- Homojen ve heterojen yanma modellerini ve yüzey tepkime modellerini de içeren kimyasal türler karışımı ve tepkimesi modelleri,
- Gaz-sıvı, gaz-katı ve sıvı-katı akışlar için serbest yüzey ve çok fazlı akış modelleri,
- Sürekli yüzeyle akuplu yayık fazlar (parçacık, damla, baloncuk) için Lagrangian yörünge hesaplama,
- Erime/katılaşma uygulamaları için faz değişikliği modeli,
- İzotopik olmayan geçirgenlik, ilk direnç, katı ısı iletimi ve gözenekli yüzey basınç zıplaması modelleriyle gözenekli ortam,
- Fanlar, pompalar, radyatörler ve ısı değiştiricileri için yığık modeller,
- Durağan ve dönel referans çerçeveleri,
- Çoklu hareketli çerçeveler için çoklu referans çerçevesi ve kayan ağ seçenekleri,
- Kütle korunumu ve döngü korunumu seçenekleriyle beraber rotor-stator etkileşimleri, tork konverterleri ve benzer turbo makine uygulamaları için karışım düzlemi modeli,
- Kütle, momentum, ısı ve kimyasal türler için hacimsel kaynaklar,
- Malzeme özellikleri veri tabanı,
- Sürekli fiber modeli,
- Magneto hidrodinamik modeli,
- Akış kaynaklı gürültü öngörme modeli,

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Henry ve Zoerb (1967) , sürücünün rahatlığı için kabin ortamı denetimi konusunda yaptıkları çalışmada; toz, sıcaklık, güneş ışınımı gibi etkilere karşı havanın filtre edilmesini, ısıtma ve buharlaştırma yoluyla soğutma sağlayan bir havalandırma sistemi tasarımını açıklamışlardır. Havalandırma aygıtı, ön filtre sistemi, fan ve taşıyıcı şase ile birlikte takılıp çıkartılabilecek üç aksesuardan birinin kullanımına izin verecek şekilde tasarlanmıştır. Bu ekler bir kuru ısıtıcı içermektedir. Aygıt daha aşağıdaki tozları giderecek, sürücüye soğutulan havayı etkin olarak yöneltecek ve görüş alanını en az etkileyecek şekilde tasarlanmış olup hava yıkayıcı ilavesi arazide denenmiş ve sürücüye yöneltilen havanın serinletilmesinde etkili bulunmuştur. Araştırmacılar, suyun buharlaşmasının kuru termometre sıcaklığını % 80 oranında düşürdüğünü belirtmektedirler.

Kut (1984) , insan, makine ve çevre etkileşimleri insan yaşantısında çok önemli bir yer tutmaktadır. Doğa koşullarında ya da çalışma sonucu oluşabilecek gürültülerden ve diğer olumsuzluklardan en az etkilenmenin çalışmaları içindedir. Makinalardan dolayı insanlar açısından oluşabilecek kötü etkileri en aza indirebilecek yeni düzenlemeler yapılması kaçınılmazdır. Tarımda kullanılan traktör ve diğer ekipmanlar gürültülü ve tozlu bir ortam yaratmaktadır. Bu istenilmeyen gürültülü ve tozlu ortam ve diğer etmenler insanlar için rahatsız edici olmaktadır. Fazla gürültülü ortamda çalışan insanların ise gittikçe artan işitme kaybına uğradığı, bunun yanı sıra psikolojik ve fizyolojik olarak yıprandığı bilimsel olarak tespit edildiğini açıklamıştır.

Kocabıçak (1994) yapmış olduğu bir çalışmada, traktör güvenlik kabinlerinin konstrüksiyon ve imalatına destek olmak, imal edilmiş kabinlerin standart şartlara uygunluğunun kontrolünde zaman ve para isteyen deneylerin yükünü azaltmak üzere kapsamlı bir matematik model ve bu modele dayalı KABAN isimli bir bilgisayar programı geliştirmiştir.

Aybek (1996) araştırmasında Çukurova Yöresi yaz koşullarında farklı tip kabinlerde çalışan traktör sürücülerinin fizyolojik özelliklerine iklim etmenlerinin etkilerini ortaya koymak, kabinlerde iklim etmenlerinin değişim sınırlarını ve kabin içerisinde oluşan ısı yükünü belirlemek; bu konuda öneriler geliştirmeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda havalandırmasız ve havalandırılmalı klimasız kabinlerin, sürücülerin fizyolojik özelliklerini olumsuz yönde etkilediği, sadece üstü kapalı kenarları açık olan kabinde bu etkilerin küçük olduğu ve klimalı olan kabinlerin sürücü fizyolojik özelliklerini etkilemediği belirlenmiştir.

Kayılı (2005) tezinde yeraltı toplu taşıma sistemindeki bir istasyonda, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği kullanılarak yangın ve havalandırma simülasyonu yapılmıştır. En güvenli kaçış senaryosunun belirlenmesi amacıyla iki farklı istasyonda çeşitli örnek çalışmalar CFDDesign 7.0 ile yapılmıştır. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği simülasyonlarında karmaşık geometrilerdeki akış dağılımını gerçeğe daha yakın tasvir edebilmek için üç boyutlu istasyon modelleri kullanılmıştır. Metro istasyonunda çıkan bir tren yangını simülasyonu için zamandan bağımsız ve zamana bağımlı analizler yapılmıştır. Yangın, duman ve enerji kaynağı olarak ifade edilmiştir. Zamana bağımlı analizlerde ısı ve duman yayılım hızları için hızlı t2 büyüme eğrisi kullanılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar sıcaklık, hız ve duman yoğunluk dağılımları kontur grafikleri ile verilmiştir. Çalışmalardan biri, yangın güvenliği için özel olarak geliştirilmiş, Fire Dynamics Simulator programı ile karşılaştırılmıştır. Tercih edilen kaçış yolu seçiminde göz önünde bulundurulacak temel unsurlar belirtilmiştir.

Kukul (2006) çalışmasında ısı yalıtımlı çift cam üretiminde kullanılan butil makinasının tasarımına bağlı olarak akış değerlerinin ne şekilde değiştiği incelendi. Tasarımdaki değişikliklerin olumlu yönde değişmesi makinanın verimini dolayısı ile üretkenliğini artıracaktır. Ayrıca makinanın daha az yükte çalışmasından dolayı faydalı kullanım ömrü artacaktır.

Kalkan (2007) çalışmasında TS.3416 ve A.İ.T.M.Y (Araç-İmal-Tadil ve Montaj Yönetmeliği)' de açıklanan statik yükleme deneyinin uygulama yöntemi ve geçerlilik koşulları açıklandı. Daha sonra bu deneylerin benzetiminde kullanılacak model içindeki Eğimli ve Çok Noktalı Kısmi Doğrusal malzeme eğrileri oluşturuldu. Deneysel yük-esneme eğrisi bilinen güvenlik kabini taşıyıcı sisteminin ANSYS sonlu elemanlar modeli oluşturularak sınır koşulları tanımlandı. Kabin taşıyıcı sisteminin nonlineer malzeme ve geometrik analizleri 8 aşamada yapıldı. Elde edilen sonuçlar TAMTEST (Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarım Alet ve Makineleri Test) de verilen sonuçlarla karşılaştırıldı. Kabin tarafından yutulan enerji ve plastik deformasyon miktarları baz alındığında sonuçlar birbirine oldukça uyumlu çıktı.

Uyar (2008) tez çalışmasının tamamlanması ile 3 boyutlu tarayıcılar kullanılarak, simülasyonların ilk aşaması olan ürün geometrik şeklinin tanımlanmasının ve proses analizinin hızlı bir şekilde ürünün gerçek boyut ve şekliyle yapılabileceği gösterilmiştir.

Topçu (2009) tez çalışmasında bir insansız hava aracının kontrol ve aviyonik sistemlerinin test edilmesi için hazırlanan 1/3 ölçekli Piper J3 model uçağının HAD (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) yöntemi ile aerodinamik katsayılarının çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle 1/3 ölçekli Piper J3 model uçağının geometrik boyutları alınarak bilgisayar ortamında sayısal BDT (Bilgisayar Destekli Tasarım)

modeli oluşturulmuştur. Bilgisayar modelinin oluşturulması sırasında literatür araştırmalarından elde edilen kanat profili kullanılarak kanat yapısı elde edilmiştir. Ayrıca aslına sadık kalınarak uçağın gövde ve kuyruk yapıları da modellenmiştir. Katı model oluşturma işleminden sonra HAD analizi için modelin sayısallaştırma işlemi yapılmıştır. Bu işlem için ticari bir HAD yazılımı olan Fluent yazılım paketinden yararlanılmıştır. Fluent HAD çözümlerinde kullanılacak yöntemin ve türbülans modelinin doğru bir şekilde seçilebilmesi için NACA (National Advisory Committee for Aeronautics) raporları kullanılarak bir doğrulama çalışması yapılmıştır. Bu çalışma neticesinde belirlenen türbülans modeli ve çözüm yöntemi kullanılarak HAD çözümleri tamamlanmıştır. HAD çözümleri neticesinde elde edilen sonuçlar kullanılarak aerodinamik katsayılar çıkarılmıştır.

Akbulut (2010) çalışmasında, hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) kullanılarak akım kırıcsız ve akım kırıclı düşük hızlı düşey milli mekanik yüzey havalandırıcının biyolojik arıtma prosesi için akışkanlar mekaniği çözümü karşılaştırılmıştır. Ekipmanların katı modeli Pro-Engineer programında oluşturulurken, analizde ağ (mesh) oluşturmak için ANSYS ICEM-CFD ve akışkanlar mekaniği sonuçları için de ANSYS CFX programı kullanılmıştır.

Kocaman (2010) sunduğu çalışmada ticari bir tanker formu örnek alınmış ve bu forma bağlı olarak üç adet değişik boyutlarda gemi formu sistematik analiz yöntemi ile oluşturulmuştur. Oluşturulan bu formların CFD analizleri yapılmış ve direnç açısından en iyi gemi formu bulunmaya çalışılmıştır. Oluşturulan formların basınç dağılımları, gemi formu üzerindeki hız vektörleri ve akım hatları gösterilmiştir. Sonuç olarak uygun modelleme ve sınır koşulları belirlenerek yapılan bu analizlerin model deneylerine alternatif olarak, bir çok parametreye karar verilmesi gereken ön dizayn aşamasında rahatlıkla ana boyutları belirlemede kullanılabileceği gözlemlenmiştir.

Güney (2010) çalışmasında hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizi için kullanılan Fluent programı ile adyabatik mikrokanallarda akışın karakteristiği incelenmiş olup deneysel sonuçlar ve mevcut bağıntılar ile karşılaştırılmıştır.

Atiş (2011) çalışmasında altı farklı özellikte sera kullanılmış, farklı doğal havalandırma sistemlerinin aerodinamik özellikleri etkisi belirlenmiştir. Kullanılacak sera tipi bölgede mevcut sera tiplerinden farklı özellikler göstermektedir. Bu farklılıklar seraların yan duvar yükseklikleri ve havalandırma giriş ve çıkış açıklıkları ile sera çatı şekliyle oluşmaktadır. Hali hazırda üreticiler tarafından kullanılan doğal havalandırma sera modelinin (alçak çatılı ve sadece yan havalandırma) farklı dış hava hızı koşullarında sera

hava değişim oranlarına ve hava akış paternine olan etkisi hesaplamalı akışkan dinamiği (CFD) ile simülasyonu gerçekleştirilmiştir.

Akdemir ve ark. (2012) araştırmalarının amacı, bir test odasında sıcaklık ve nem dağılımını incelemek ve tarımsal ürünlerin daha uzun sürelerle ekonomik olarak saklanabilmesi için önerilerde bulunmaktır. Araştırmada, deneysel ölçümler ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizleri (CFD) yapılmıştır. Hesaplamalı analizler, geometrik ve fiziksel modelleme açısından ayrıntılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar her aşamada deneysel verilerle karşılaştırılarak sağlama yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, havalandırma şartları ve ürün yerleşiminin sıcaklık ve nem dağılımı açısından etkilerini belirlemede kullanılmıştır. Araştırmada; sıcaklık ve nem dağılımının soğuk oda konfigürasyonu ile ilişkisi incelenmiştir. Ayrıca, Fluent yazılım programında yer alan, sonlu hacimler yöntemini kullanan Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği yöntemlerinin soğuk depo ve tasarımını iyileştirmesinde kullanılmıştır. Sonuçlar evaporatör yüzey alanının oluşturduğu hava kanalı boyunca incelenmiştir. Depo set değeri olan +2 °C ve % 90 bağıl nemde havanın sıcaklık ve bağıl nem kontur değerlerinin odanın yarısında tolerans değerlerinde olduğu saptanmıştır. Ancak diğer kısımlarında +5 °C sıcaklıkta ve % 70 bağıl nemde olduğu görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Traktör

Bu araştırmada Hattat A 110 Maxi modeli kabinli ve klimalı bir traktör kullanılacaktır. Bu traktörün resmi (Şekil 3.1) ve teknik özellikleri (Çizelge 3.1) de belirtilmiştir.



Şekil 3.1. Hattat A 110 maxi modeli traktör

Çizelge 3.1. Traktörün teknik özellikleri

MODEL	A110 4WD
Motor	Perkins
Emisyon Tipi	Euro3
Azami Motor Gücü KW/BG/rpm (ISO 14396)	74,9/102/2200
Azami Motor Torku Nm/Rpm	416/1400
Silindir Hacmi (cm ³) –Silindir Sayısı	4400/4
Silindir Çapı x Strok (mm)	105x127
Hava Filtresi Tipi	Kuru Tip, Uyarı Göstergeli
Aspirasyon	Turboşarj ve Intercooler
Diferansiyel Kilidi Kumanda Tahriki	16+8 Mekanik/12+12 Elektro Hidrolik
Dört Çeker Kumanda Tahriki	16+8 Mekanik/12+12 Elektro Hidrolik
Toplam Yüksüz Ağırlık - (kg)	3740
Ön Ağırlık-(kg)	10x40
Arka Ağırlık-(kg)	2x80 / 2x70
Toplam Uzunluk-(mm)	3985
Dingil Açıklığı-(mm)	2300
Toplam Genişlik-(mm)	2220
Toplam Yükseklik -(mm)	2882
Ön İz Genişliği-(mm)	1780
Arka İz Genişliği-(mm)	1595-1795
Alt Açıklık-(mm)	500
Kabin	Klima, Geniş Kabin Ve Yardımcı Koltuklu

3.1.2. Testo Sıcaklık, Nem ve Hava Hızı Ölçüm Sensörleri

Traktör kabini içerisinde klimanın çalışır durumda ve klimanın devre dışı kaldığı durumda farklı noktalarda aşağıda resmi gösterilen sensörler (Şekil 3.2) yardımıyla ölçüm değerleri alınıp bu değerler bilgisayar ortamında değerlendirilecek ve ortalamaları hesaplandıktan sonra modelde gerçeğe uygun olup olmadığı karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.2. Testo sıcaklık, nem ve hava hızı ölçüm sensörleri

a) Sıcaklık ve nem ölçme sensörü : Testo R1-177 H1 ekranlı sıcaklık ve nem ölçme kayıt cihazı kullanılmıştır. Ölçüm aralığı: -40°C ile 70°C arasında, bağıl nem için ise %0 ile %100 RH arasında değişmektedir. Hassasiyet : $\pm \% 2$ RH, $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (-25°C ile $+70^{\circ}\text{C}$ arasında) değişmektedir.

b) Hava hızı ölçüm sensörü: Testo 435 marka teleskopik problu dijital ölçüm cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz ile ölçüm cihazında ölçülen veriler infraruj bir yazıcı ile direkt yazdırılabilmektedir. Cihazın hız ölçüm aralığı 0.2 - 40 m/s'dir.

3.1.3. Workstation(İş İstasyonu)HP Z600 Workstation

Verilerin analiz edilmesi için yüksek grafik, işlemci ve ram kapasitesine sahip bir bilgisayar kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. HP Z600 Workstation

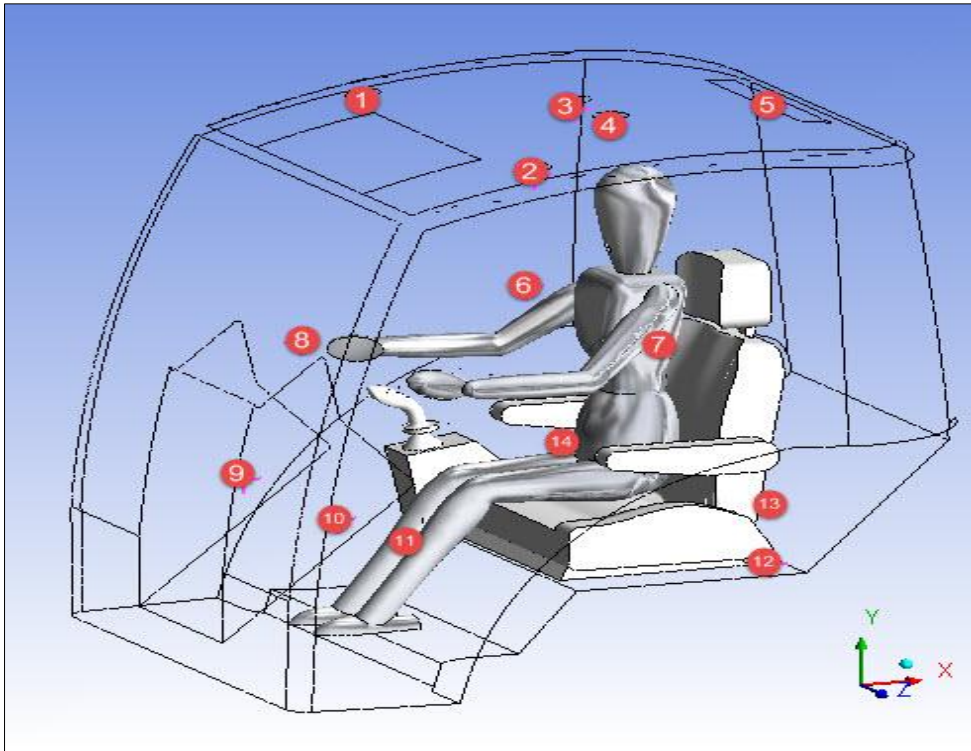
3.2. Yöntemler

3.2.1. Traktör kabini içinde sıcaklık, nem ve hava hızı ölçümleri

3.2.1.1. Kış koşullarında alınan sıcaklık, nem ve hava hızı ölçümleri

Bu çalışmada kış ve yaz koşullarında sıcaklık, nem ve hava hızı ölçen sensörler yardımıyla kabin içerisinden ölçümler alınmış Hattat A 110 MAXI marka traktörün HAD analizi yapıldı. Analiz esnasında menfezlerden verilen akışkanın sıcaklık, hava hızı ve nem değerleri ile belirli noktalarda ölçülmüş sıcaklık, hava hızı, değerleri dikkate alınarak HAD sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Kış koşulu için ölçümler dış ortamda sıcaklığın 8°C olduğu bir zaman diliminde sürücü kabin içerisinde bulunurken alınmıştır. Toplam 14 sensör ve bu sensörler sıcaklık ve nemi aynı anda ölçebilmektedir. Hava hızı sensörü ise bir tane olduğu için bu noktalarda hava hızı ölçümleri tek tek alınmıştır. Sensörler (Şekil 3.4)'te belirtilen noktalara koyularak 15 dk süre boyunca 1'er dk aralıklarla sensörler ayarlanarak ölçümler alınmıştır. Traktörün motoru 1500 devire getirilip klima en yüksek seviye olan 4.seviyede çalıştırılmıştır. Bu şekilde çalıştırılmasının sebebi klimanın en yüksek kapasitesini görerek buna göre yeterli olup olmadığı anlaşılacaktır.



Şekil 3.4. Traktör kabini içerisinde sensör yerleşim

Şekil 3.5’te traktörün ön konsolunda ölçüm sensörünün bir fotoğrafı görülmektedir.



Şekil 3.5. Ön konsolda bir sensörün görünümü

3.2.1.2. Yaz koşulları ölçümü

Ölçüm, 15 dk süre boyunca fabrika içinde, sürücü kabin içerisindeyken yapılmıştır. Traktörün iç ortam sıcaklığı dış ortam sıcaklığına gelene kadar beklenmiştir. Bu koşul sağlandıktan sonra hızlı bir şekilde motor çalıştırılarak el gazı yardımıyla motor 1500 devire getirilip, klima 4.seviyede çalıştırılmıştır. Test bittikten sonra 15 dk sonunda anemometre yardımıyla menfez çıkış hızları ölçülmüştür.

Ölçüm yöntemi:

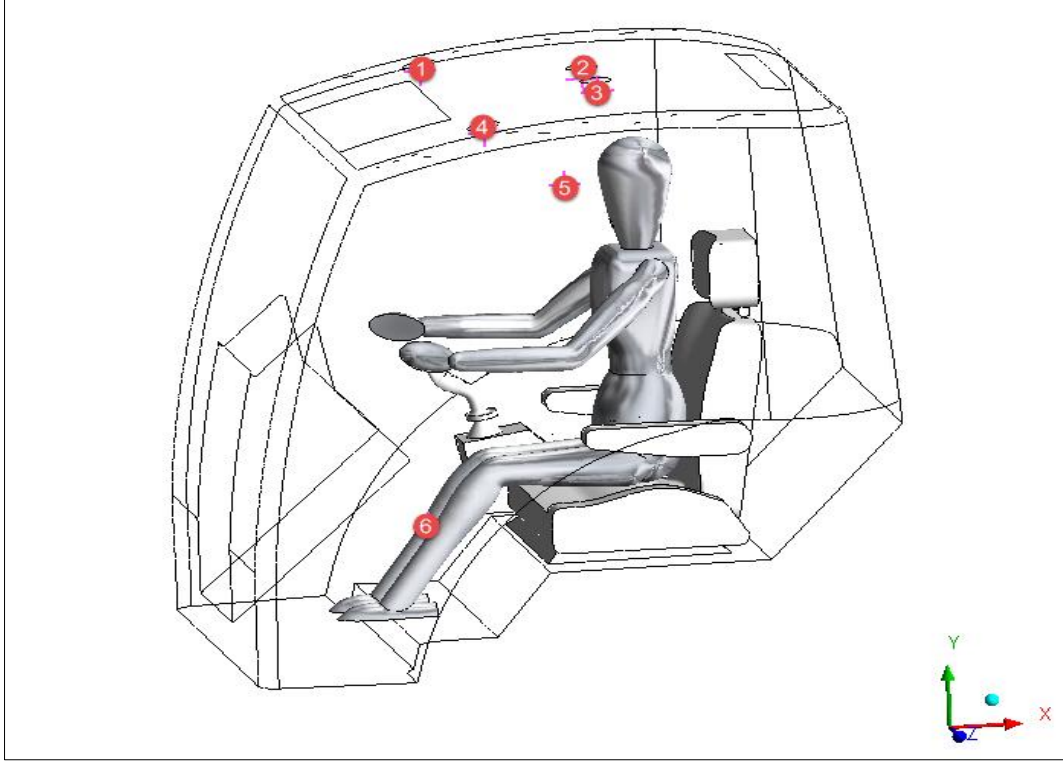
Traktör kabin içi sıcaklığı dış ortam sıcaklığı ile eşitlendiğinde ölçüm yapılır. Bu ölçüm başlangıç değeri olarak seçilmiştir. Test başladıktan sonra her 1 dakikada ölçümler yapılarak değerler kaydedilmiştir. Kabin içinde 6 noktadan ölçüm yapılmıştır.

Ölçüm yapılan noktaların yerleri çizelge 3.2. ‘deki gibidir:

Çizelge 3.2. Ölçüm noktalarının yerleri

Ölçüm noktaları	
Menfez	Sol arka menfezden 30 mm prob ile uzakta
Kabin içi	İç tavandan 320 mm aşağıda prob ile
Diz altı	Direksiyon hizasında taban döşemesinden 320 mm yukarıda prob ile
Dış Sıcaklık	Plaka sacı arkasından prob ile

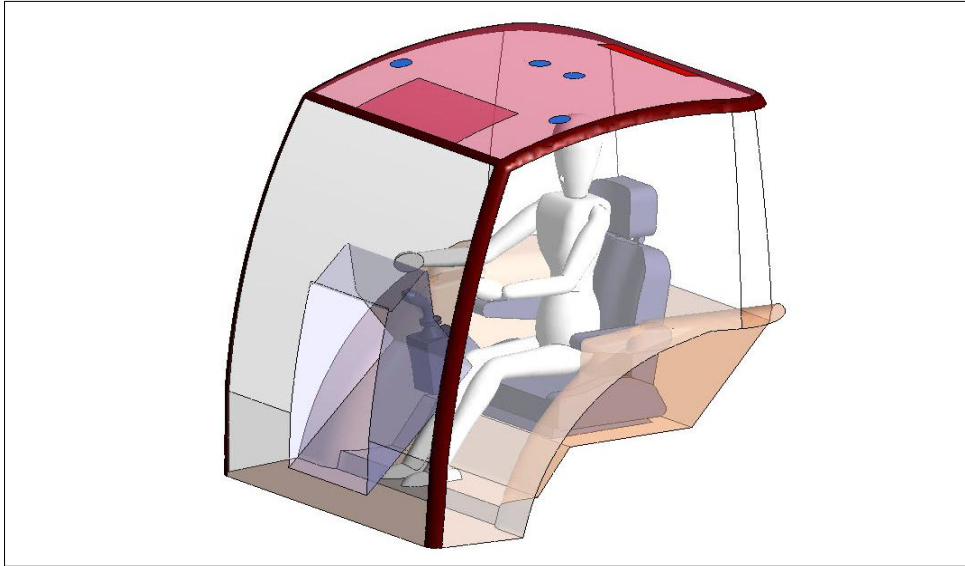
Şekil 3.6’da yaz koşulları için sensörlerin ölçüm noktalarındaki yerleri gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Sensörlerin kabin içerisindeki konumu

3.2.2. Katı Model ve Sayısal Ağ Yapısının Oluşturulması

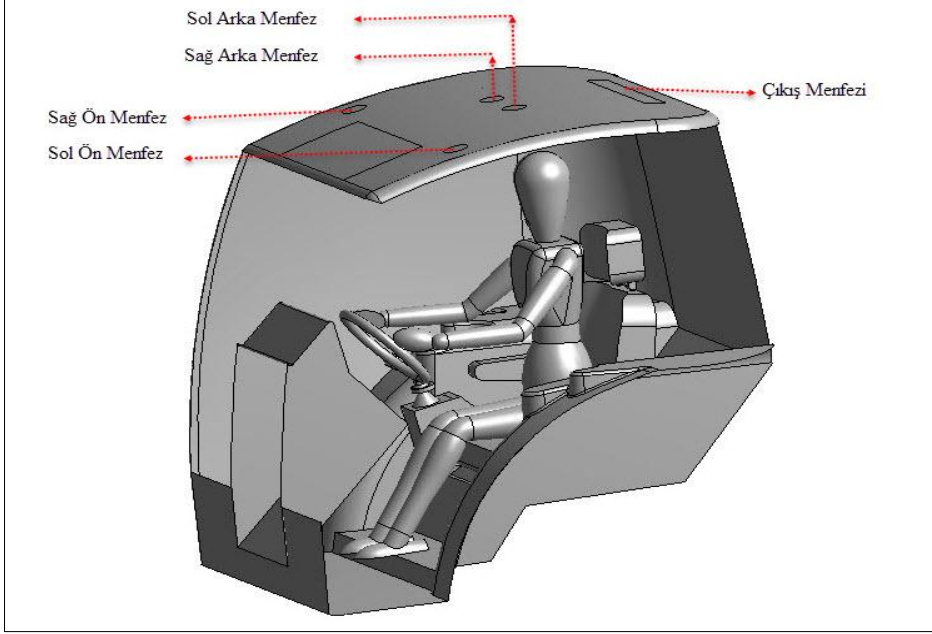
Traktör kabinin gerçek ölçüleri alınarak bilgisayar ortamında 3 boyutlu tasarım programı olan Pro-Engineer kullanılarak kabinin katı modeli oluşturulmuştur (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Traktör katı modeli

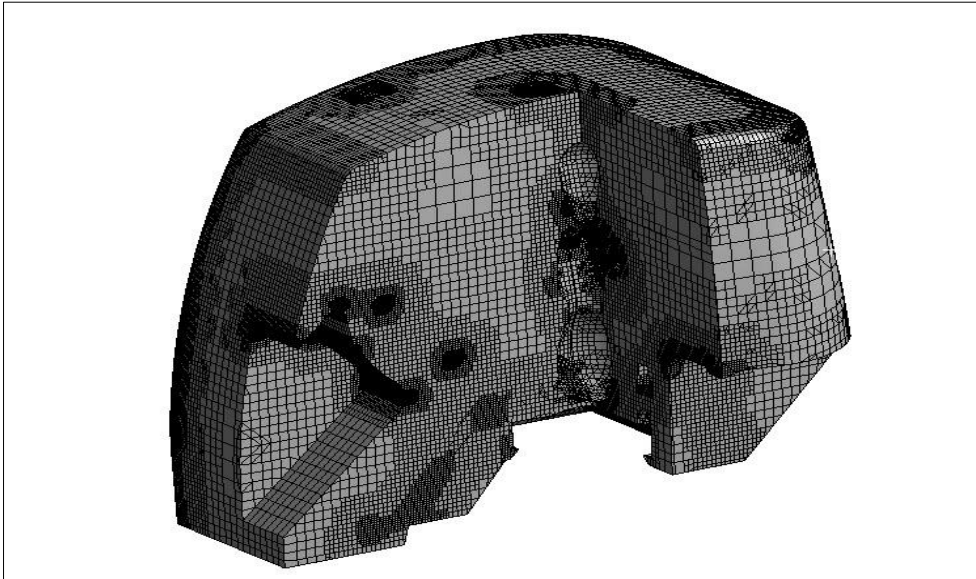
Traktörün katı modeli oluşturulduktan sonra ANSYS programındaki Design Modeler modülü kullanılarak .stp uzantılı dosya tanıtılmış ve mesh modülü açılarak katı modele ait akış hacmi ve sınır şartları isimleri girilmiştir. Design Modeler modülünde oluşturulan katı

model üzerinde gerekli düzeltmeler yapılarak modelin akış hacmini oluşturmak üzere mesh modülüne geçiş yapılmıştır. Modelin akış hacmi şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Modelin Akış Hacmi

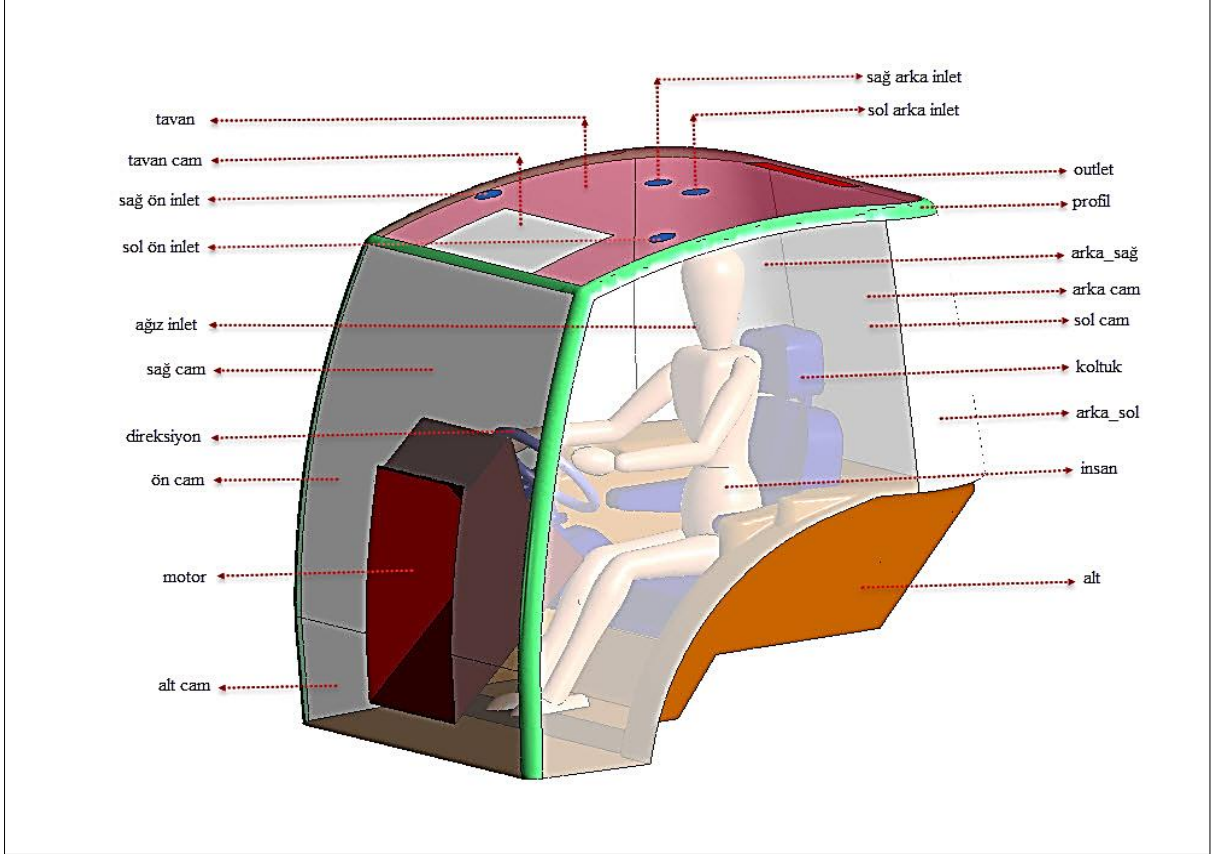
Şekil 3.9’da gösterilen traktör kabininin sayısal ağ yapısı ANSYS programındaki Mesh modülü kullanılarak oluşturulmuştur. Eleman sayısı 1074644’tür. Prizmatik ve hegzagonal mesh yapısı mevcuttur.



Şekil 3.9. Sayısal Ağ Yapısı

3.2.3. Sınır Şartları ve Malzeme Yapısı

Şekil 3.10’da traktörün sınır şartları görülmektedir. Menfezlerden belirli sıcaklık ve nem değerinde hava girmektedir. Motor ve insan yüzeyinden ısı akışı mevcuttur. Diğer yüzeylerden konveksiyon ve radyasyon ile ısı alışverişi söz konusudur.



Şekil 3.10. Traktör Sınır Şartları

Çizelge 3.3. ve çizelge 3.4'te verilen traktör kabine ait sınır şartı değerleri malzeme özelliklerine göre firma tarafından belirtilen katsayı ve malzeme özellikleridir.

Çizelge 3.3. Traktör Sınır Şartı Değerleri

Sınır Şartları	Malzeme	Kalınlık (m)	Isı İletim Katsayısı (W/m ² .K)	Isı Yayılm Kabilitesi	Isı Akısı W/m ²
Alt	Poliüretan	0.005	10	0.9	***
Alt Cam	Cam	0.005	10	0.88	***
Arka Cam	Cam	0.005	10	0.88	***
Arka Sağ	Cam	0.005	10	0.88	***
Arka Sol	Cam	0.005	10	0.88	***
Direksiyon	***	***	10	***	***
İnsan	***	***	***	***	65
Koltuk	***	***	10	***	***
Motor	Pvc	***	***	***	110
Ön Cam	Cam	0.005	10	0.88	***
Profil	Çelik	0.005	10	0.97	***
Sağ Cam	Cam	0.005	10	0.88	***
Sol Cam	Cam	0.005	10	0.88	***
Tavan	Polyester	0.05	10	0.95	***
Tavan Cam	Cam	0.005	10	0.88	***

Çizelge 3.4. Traktör Malzeme Özellikleri

Malzeme	Isı Sığası (j/kg.K)	Isıl İletkenlik Katsayısı (W/m.K)
Hava	1006.43	0.0242
Poliüretan	1500	0.024
Pvc	900	0.19
Polyester	1400	0.17
Çelik	502.48	16.27
Cam	840	0.8

3.2.4. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD)

Traktör kabininde klimadan üflenen havanın akış analizi hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemiyle yapılmıştır. Bu kısımda hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizinin temel aşamaları açıklanmıştır.

3.2.4.1. HAD analizinin temel basamakları

Hesaplamalı Akışkan Dinamiği analizi yapılırken, işlemler şu sıralamayla gerçekleştirilir:

- 1) Analizin hedeflerinin belirlenmesi,
- 2) Bilgisayar ortamında çözüm modelinin oluşturulması,
- 3) Çözüm için sayısal ağ (mesh) oluşturulması,
- 4) Analiz için fiziksel tanımların yapılması,
- 5) Analizin çözdürülmesi,
- 6) Sonuçların incelenmesi olarak sıralanabilir.

1) Analizin hedeflerinin belirlenmesi :

Aranan sonuçlar (basınç düşümü, kütle debisi vb.) ve bu sonuçların nasıl kullanılacağı aşağıdaki maddeler göz önünde bulundurularak belirlenir:

- Modelin hangi opsiyonlara göre çözüleceği,
- Analizlerde bulunan gerekli fiziksel modeller (türbülans, sıkıştırılabilirlik, radyasyon gibi.),
- Yapmak zorunda kalınan basitleştirme varsayımları,
- Yapılabilecek varsayımlar (simetri, periyodik vb.),
- Yalnız modelde hazır bulunan fonksiyonlar veya kullanıcının hazırlamış olduğu özel fonksiyonlar (C programlama dili ile yazılmış).

2) Çözüm için sayısal ağ (mesh) oluşturulması :

Model geometrisine uygun grid yapısı (Quad/hex, tri/tet, hybrid gibi gridler) belirlenir. Ayrıca geometri ve akışın kompleksliğine bağlı olarak gerekli olan grid yoğunluğu saptanır.

3) Analiz için fiziksel tanımların yapılması :

Verilen bir problemin sayısal modelini kurmak için aşağıdaki noktalar dikkate alınmaktadır:

- Uygun fiziksel model seçimi (Türbülans, yanma, çok fazlı vb.)
- Maddesel özelliklerin belirlenmesi (Sıvı, katı, karışım vb.),
- Çalışma şartlarının tanımlanması (atmosfer basıncı, yerçekim ivmesi vb.),
- Bütün sınır bölgelerinde sınır şartlarının tanımlanması,

- Başlangıç değerlerinin verilmesi,
- Çözümde hangi kontrol metotlarının kullanılacağı,
- Yakınsama kriterlerinin ayarlanması.

4) Analizin çözdürülmesi :

Korunum denklemleri lineer denklemler halinde çözülmektedir. İterasyon sonucu yakınsama sağlanmaya çalışılmaktadır. İterasyon sayısı ise yakınsama durumuna göre tercih edilmektedir.

5) Sonuçların incelenmesi:

İterasyon sonucu elde edilen değerler grafikler, çizimler yardımı ile incelenebilmekte veya değer olarak okunabilmekte ve istenilen durum ve şartlara göre sonuçlar ayrı ayrı değerlendirilebilmektedir. Bu şekilde değerlendirme sonucunda, örneğin oluşturulan modelden çok fazla sayıda üretim yapılacaksa sorunlar veya sorun oluşturabilecek durumlar bu şekilde önceden şekillendirilebilmekte ve ileride oluşabilecek aksaklıklar daha önceden ve henüz modelleme aşamasında çözülebilmeye şansı bu yöntemle sahip olmaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Kış koşulları için ölçümler sonucu sıcaklık, nem ve hava hızı değerleri tablosu aşağıdaki çizelge 4.1. 'deki gibidir:

Çizelge 4.1. Kış koşulları için sıcaklık, nem ve hava hızı değerleri ölçüm tablosu

	SICAKLIK (°C)	NEM (%)	HAVA HIZI (m/s)
Sensör Numarası ve Yeri	Ölçüm Değerleri	Ölçüm Değerleri	Ölçüm Değerleri
(13) koltuk arka alt	25,3	29,2	0,1
(5) çıkış menfezi	29,6	23,3	4,5
(4) sol arka menfez	42,3	12	14,68
(2) sol ön menfez	38,1	15,1	5,71
(3) sağ arka menfez	33,7	12,8	12,36
(1) sağ ön menfez	22,6	22,5	5,85
(11) diz altı	26,4	29,5	2,5
(9) sağ ön konsol	27	26,6	0,9
(10) sol ön konsol	30,8	21,7	1,5
(14) sağ koltuk arka alt	29,9	22,1	1,2
(12) sol koltuk arka alt	32,4	19,2	1,4
(8) ön konsol orta	24,5	30	3,6
(7) sürücü yanı sağ	27	27,1	1,2
(6) sürücü yanı sol	25,5	30,4	2
ORTALAMA	29,7	22,7	4,5

Çizelge 4.1'deki sıcaklık, nem ve hava hızı değerleri kış koşullarında belirtilen noktalarda sensörler yardımıyla traktör kabini içerisinde yapılan ölçüm değerleridir. Son satırda verilen değerler ise bu değerlerin ortalamalarıdır. (Aybek 1996) tarafından bildirildiğine göre rahat yaşam koşullarının sağlanabilmesi için sıcaklık değeri 23,9-26,7 °C arasında kalan bölge rahat bölge, 9,7 °C ve altındaki bölge rahatsız edici soğuk bölge, 38,8 °C ve üzerindeki bölge ise rahatsız edici sıcak bölge olarak belirlenmiştir (Huchingson 1981). Bu kaynaktan yola çıkılarak kış koşulu için sıcaklık ortalama değerlerine bakıldığında 29,7 °C ortalama sıcaklık değeri rahat bölge üst sınırını geçmektedir. Bunun sebebi de klima seviyesinin maksimum seviyede tutulması olmuştur.

Yaz koşullarında yapılan ölçümlerin sonuçları çizelge 4.2’de verilmiştir:

Çizelge 4.2. Yaz koşulları için ölçüm noktaları ve ölçüm sonrası kaydedilen değerler

Sensör Yerleri	Sıcaklık °C	Hava Hızı (m/s)
(3) sol arka menfez	6,5	13,56
(4) sol ön menfez	11,5	6,19
(2) sağ arka menfez	6	13,32
(1) sağ ön menfez	10,4	6,24
(5) kabin içi	19,99	1,5
(6) diz altı	18,5	2,4
ORTALAMA	12,4	7,3

Çizelge 4.2’de yaz koşullarında traktör kabini içerisinde yapılan ölçümler sonucunda belirlenen ölçüm değerleridir. Bu değerlere bakıldığında ortalama sıcaklık değeri 12,4°C olarak ölçülmüştür. Bu değer soğuk bölge olan 9,7 °C ye yakın bir değer olduğu için rahatsız edici olarak gözükmemektedir. Klima yaz koşulları için de maksimum seviyede çalıştırıldığı için bu kadar soğutması doğal karşılanmaktadır.

Çizelge 4.3’te kış koşullarında yapılan ölçümler sonucu kabin içerisindeki menfezlere ait sıcaklık, nem ve hava hızı değerleri ile sürücüden kaynaklanan sıcaklık ve dış ortam sıcaklığı belirtilmiştir.

Çizelge 4.3. Kış Koşulu Menfez Değerleri

Kış Sınır Şartları	Hız (m/s)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Debi (kg/s)
inlet sağ arka	12.36	33.7	12.8	
inlet sağ ön	5.85	22.6	22.5	
inlet sol arka	14.68	42.3	12	
inlet sol ön	5.71	38.1	15.1	
inlet ağız		34	85	0.00019849
Dış ortam		8		

Çizelge 4.4. 'de yaz koşulunda yapılan ölçümler sonucu kabin içerisindeki menfezlere ait sıcaklık ve hava hızı değerleri ile sürücü ve dış ortam kaynaklı sıcaklık değerleri belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. Yaz Koşulu Menfez Değerleri

Yaz Sınır Şartları	Hız (m/s)	Sıcaklık (°C)	Debi(kg/s)
inlet sağ arka	6	13.32	
inlet sağ on	10.4	6.24	
inlet sol arka	6.5	13.56	
inlet sol ön	11.5	6.19	
inlet ağız		34	0.00019849
Dış ortam		46.4	

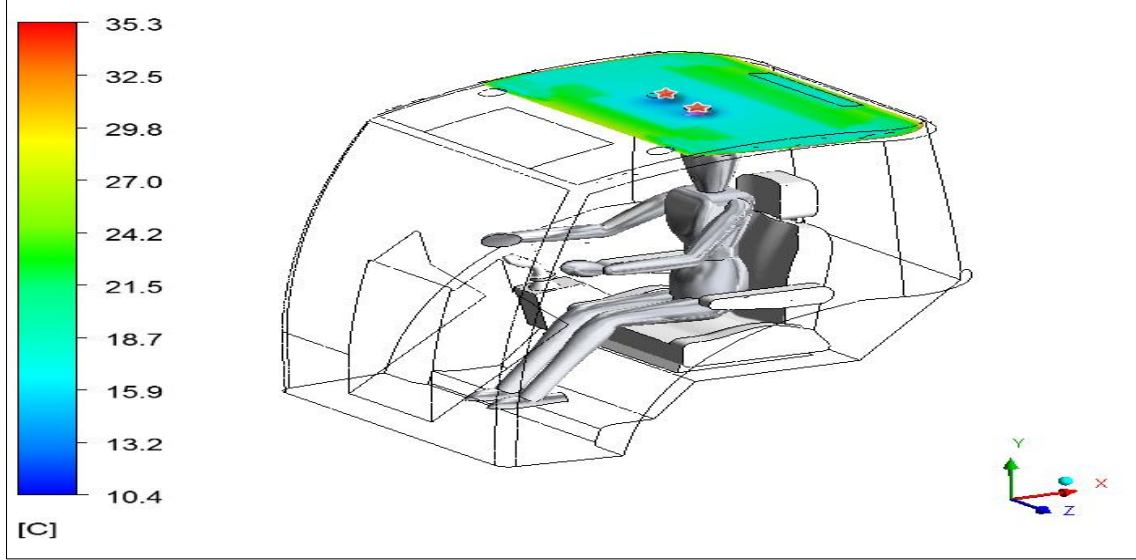
Çizelge 4.3 ve çizelge 4.4' teki bu ölçüm değerleri analiz yapılmadan önce ANSYS programındaki Fluent modülünde sınır şartı olarak tanımlanmıştır.

Analiz sonuçları yöntemler kısmında açıklanan sınır şartları doğrultusunda yapılmıştır. XY düzlemini referans alarak sensör noktalarını kesen X eksenini yönünde düzlemler oluşturulmuştur. Sıcaklık, hava hızı ve nem değerleri bu düzlemler üzerinde lokal değer aralıklarıyla gösterilmiştir. Kış koşulları ve yaz koşulları için analiz sonuçları bölüm 4.3 ve bölüm

4.3. Yaz Koşulları için sıcaklık ve hava hızı dağılımları

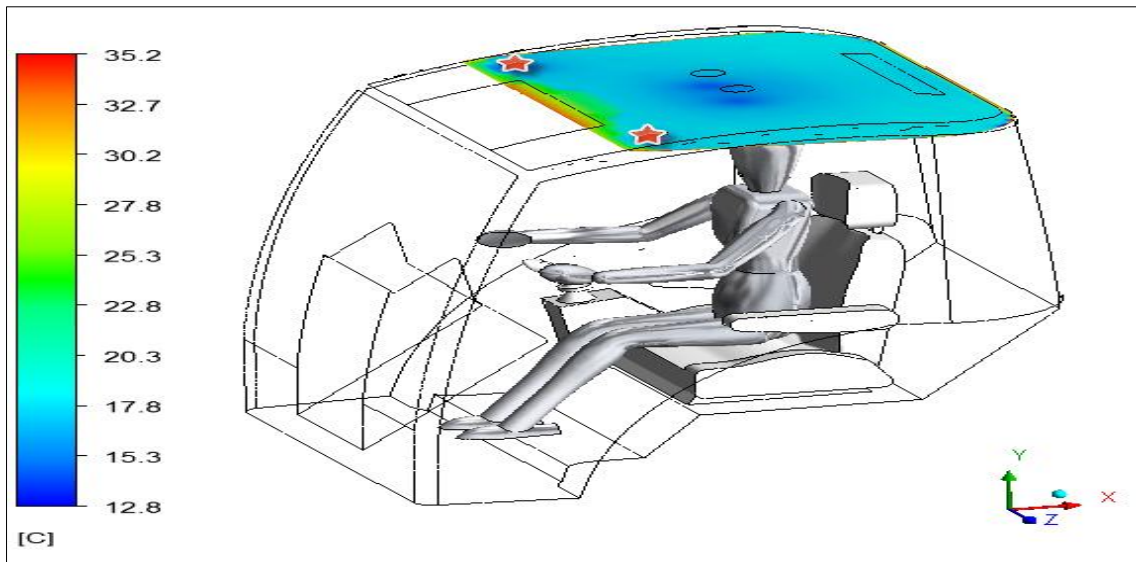
4.3.1. Sıcaklık dağılımı

Şekil 4.1. 'de sensörlerin bulunduğu yerlerde sıcaklık değerlerinin 13.5°C olduğu gözlemlenmiştir.



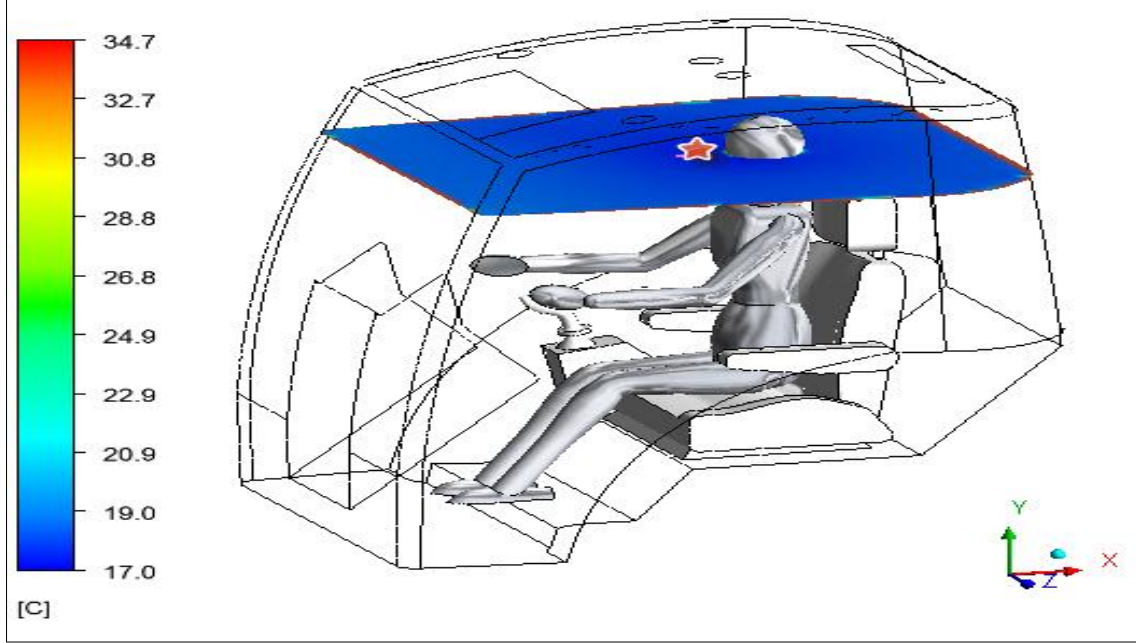
Şekil 4.1. Menfezlerde sıcaklık dağılımı

Şekil 4.2. 'de menfez bölgesinden alınan kesitte işaretli kısımlarda sıcaklık değerlerinin 14 ile 16°C arasında olduğu gözlemlenmiştir.



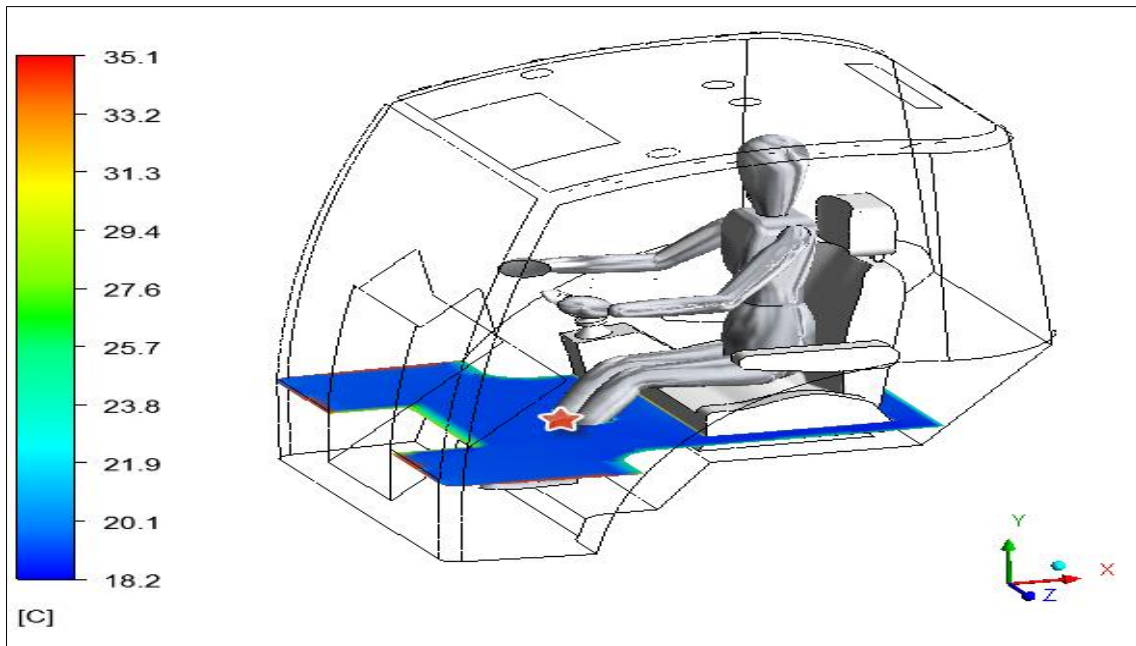
Şekil 4.2. Menfezlerde sıcaklık dağılımı

Şekil 4.3. 'de kabin içinden alınan kesit üzerinde sensör noktasında analizde görülen sıcaklık değeri 17.5°C olarak gözükmektedir.



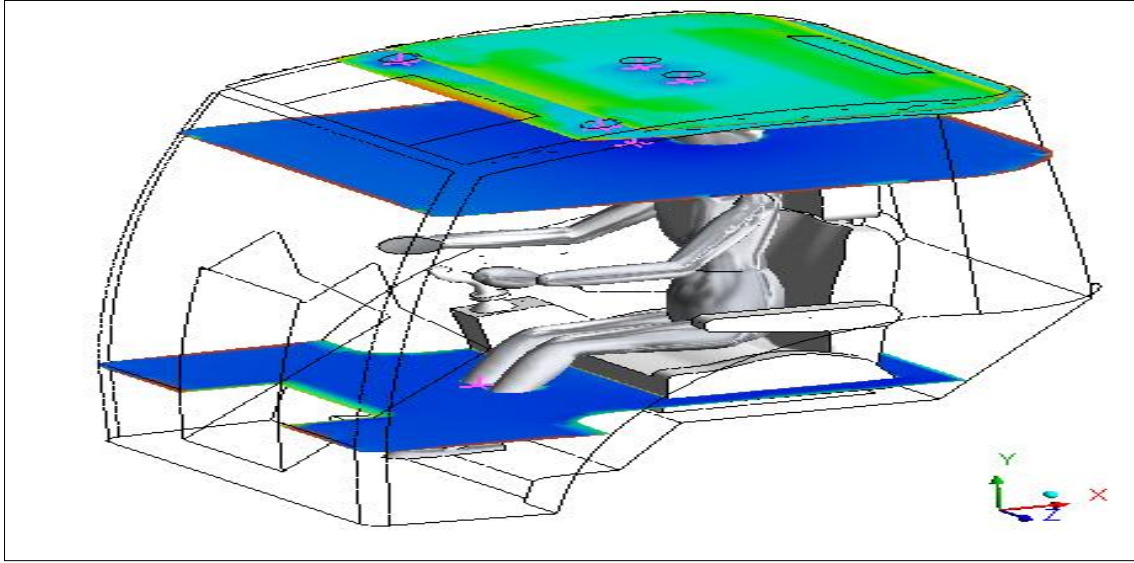
Şekil 4.3. Kabin içi sıcaklık

Şekil 4.4. 'te diz altı bölgesinden alınan kesit üzerinde sensör noktasındaki sıcaklık değeri 19.1°C olarak gözlemlenmiştir.



Şekil 4.4. Diz altı bölgesi sıcaklık dağılımı

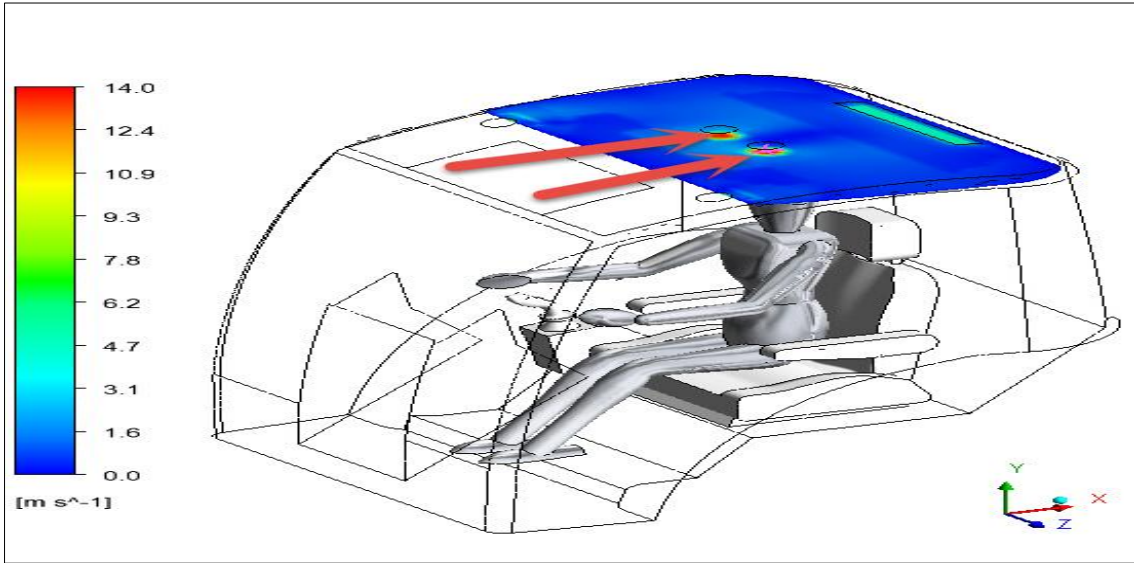
Şekil 4.5. 'de sensör noktalarından alınan kesitlerdeki sıcaklık dağılımının genel görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.5. Sıcaklık dağılımının kesitlerdeki genel görünümü

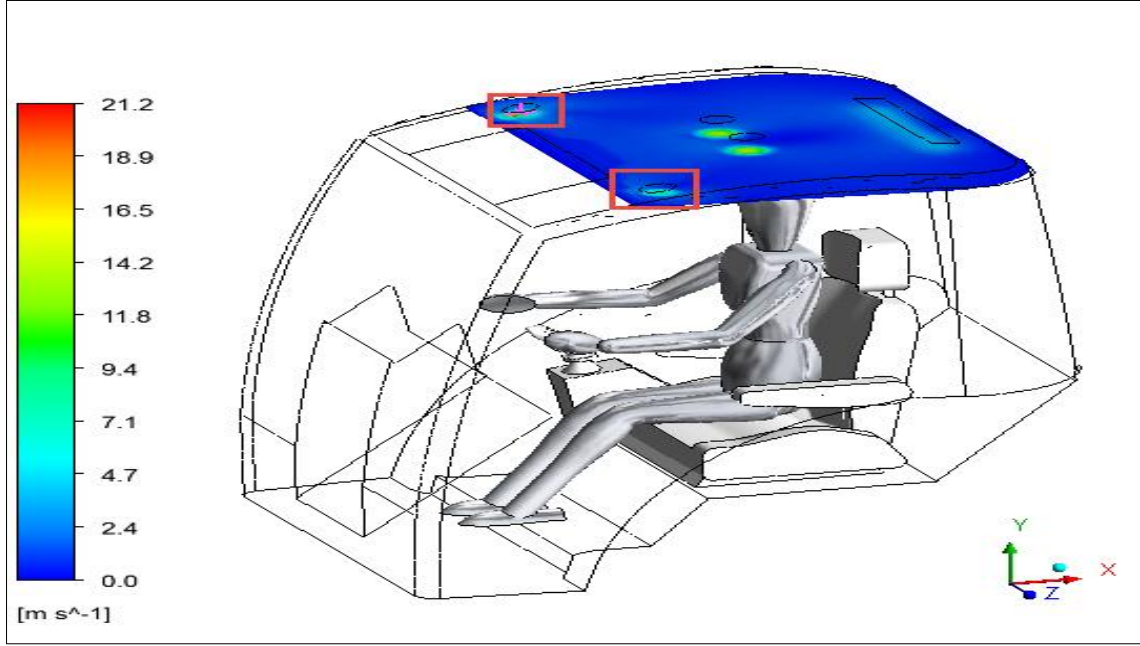
4.3.2. Hava hızı dağılımı

Şekil 4.6. 'da menfez bölgesinden alınan kesit üzerinde ok işareti ile gösterilen noktalarda hava hızı dağılımının 14 m/s civarında olduğu gözlemlenmiştir.



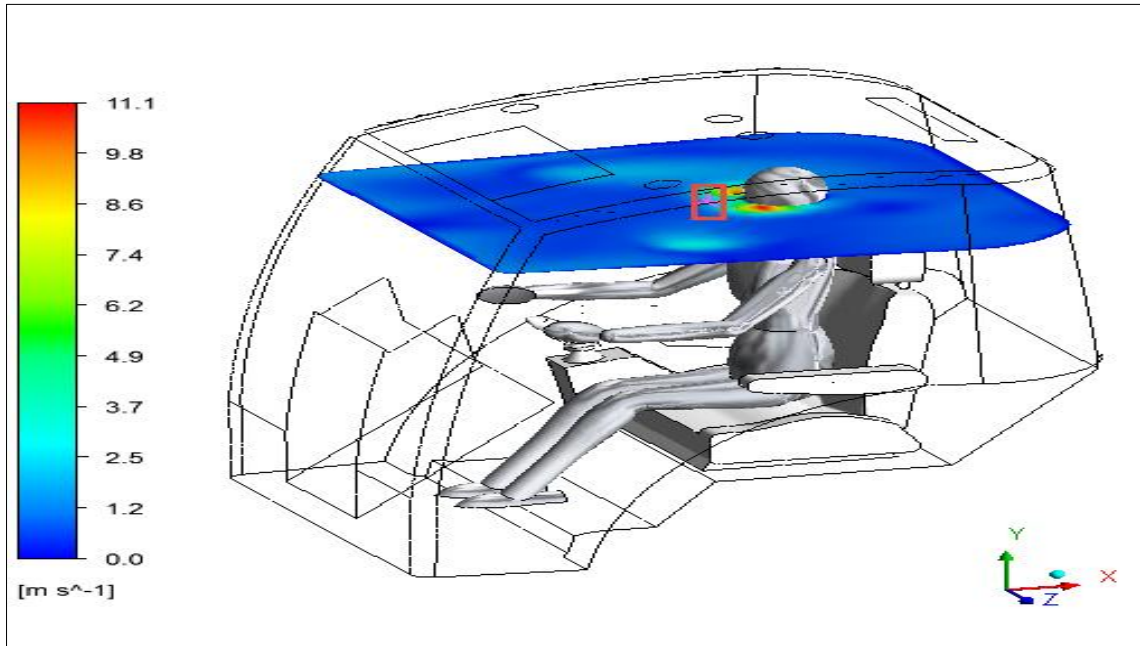
Şekil 4.6. Menfezlerde hava hızı dağılımı

Şekil 4.7. 'de ön menfez noktalarındaki hava hızı değeri 6.3 m/s civarında bir değer almaktadır.



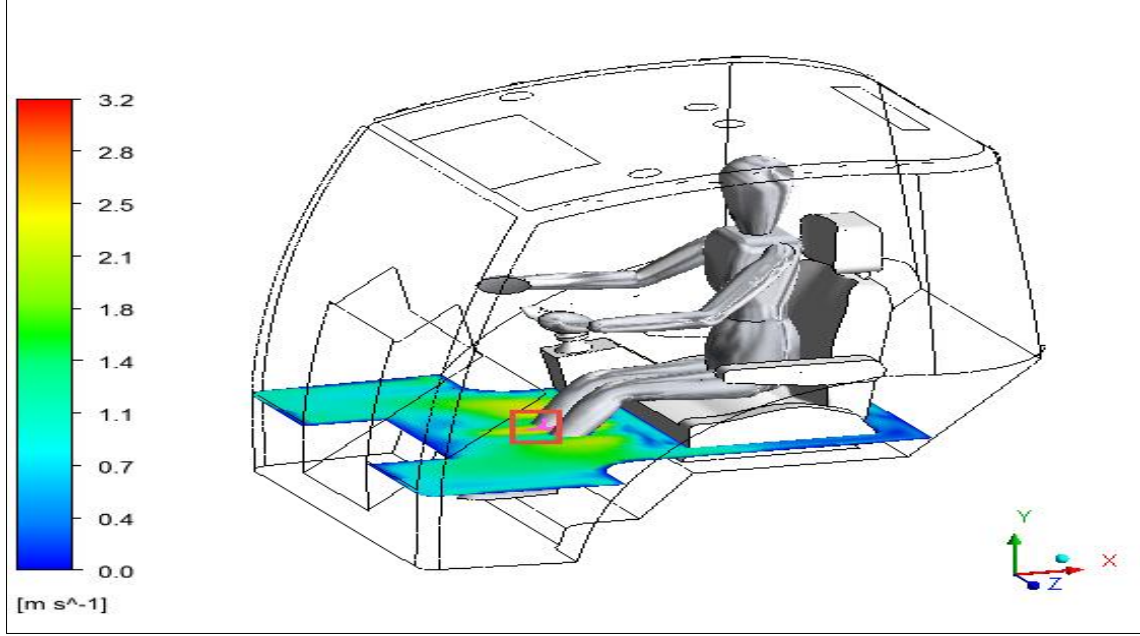
Şekil 4.7. Ön menfezlerde hava hızı dağılımı

Şekil 4.8. 'de kabin içinde alınan kesit üzerindeki sensör noktasında hava hızı değerinin 1.9 m/s olduğu gözlemlenmiştir.



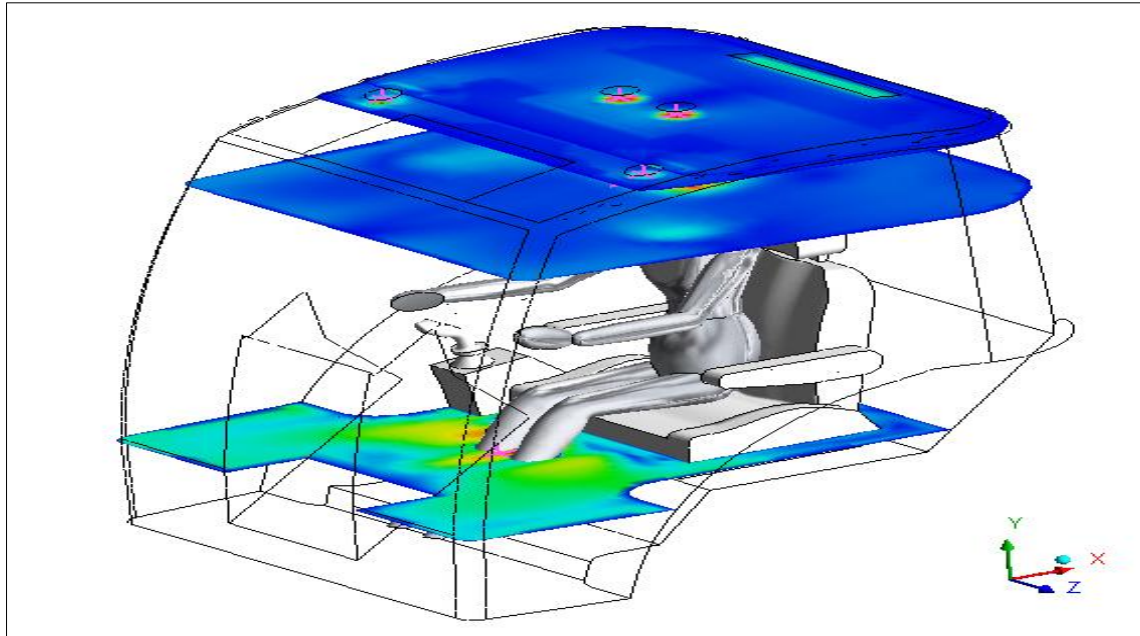
Şekil 4.8. Kabin içi hava hızı dağılımı

Şekil 4.9. 'da diz altı bölgesinden alınan kesitte ölçüm noktasındaki hava hızı analiz değeri 2.6 m/s civarında gözlemlenmektedir.



Şekil 4.9. Diz altı bölgesinde hava hızı

Şekil 4.10. 'da ölçüm yapılan sensör noktalarında alınan kesit üzerinde hava hızı dağılımının genel görünümü verilmiştir.

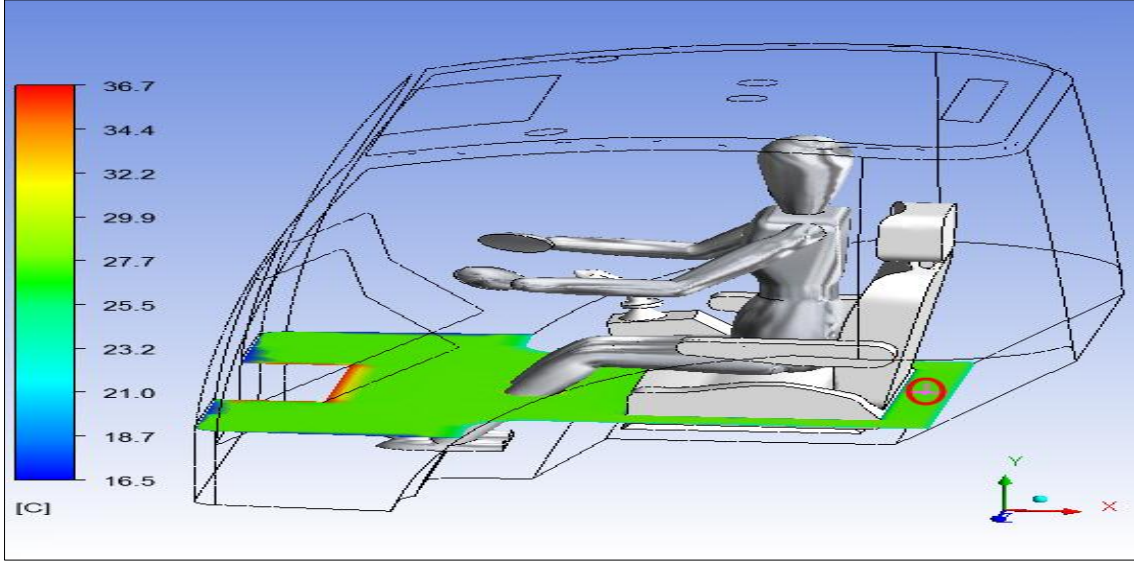


Şekil 4.10. Hava hızı dağılımının kesitlerdeki genel görünümü

4.4. Kış Koşulları

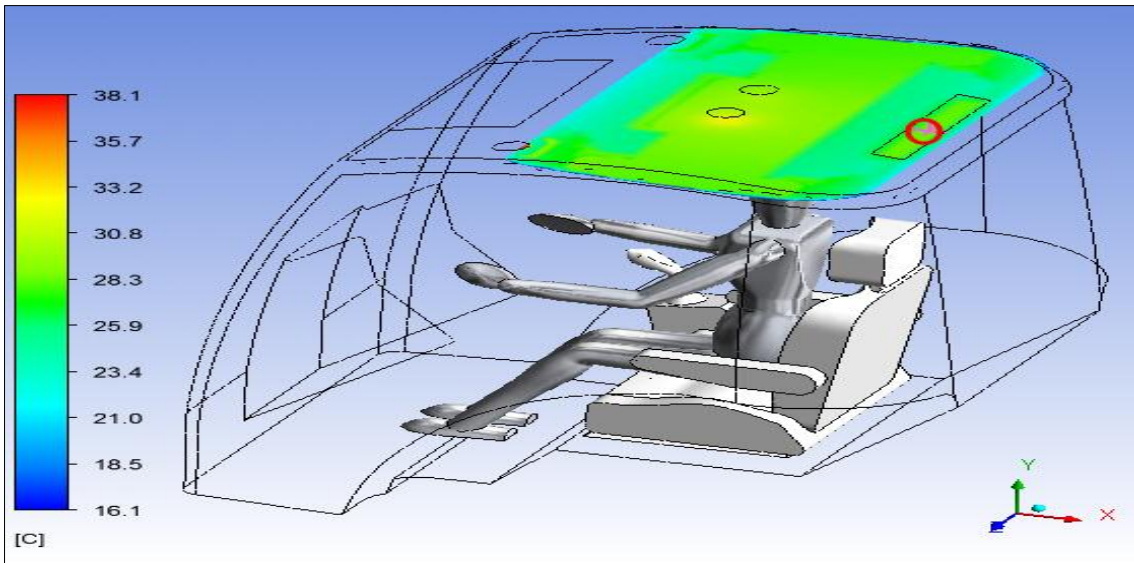
4.4.1. Sıcaklık dağılımı

Şekil 4.11. 'de sürücü koltuğu arkasında bulunan sensör üzerinden bir kesit alınmış ve bu kesit üzerindeki sensörde okunan sıcaklık değeri 27,4 °C olarak gözükmektedir.



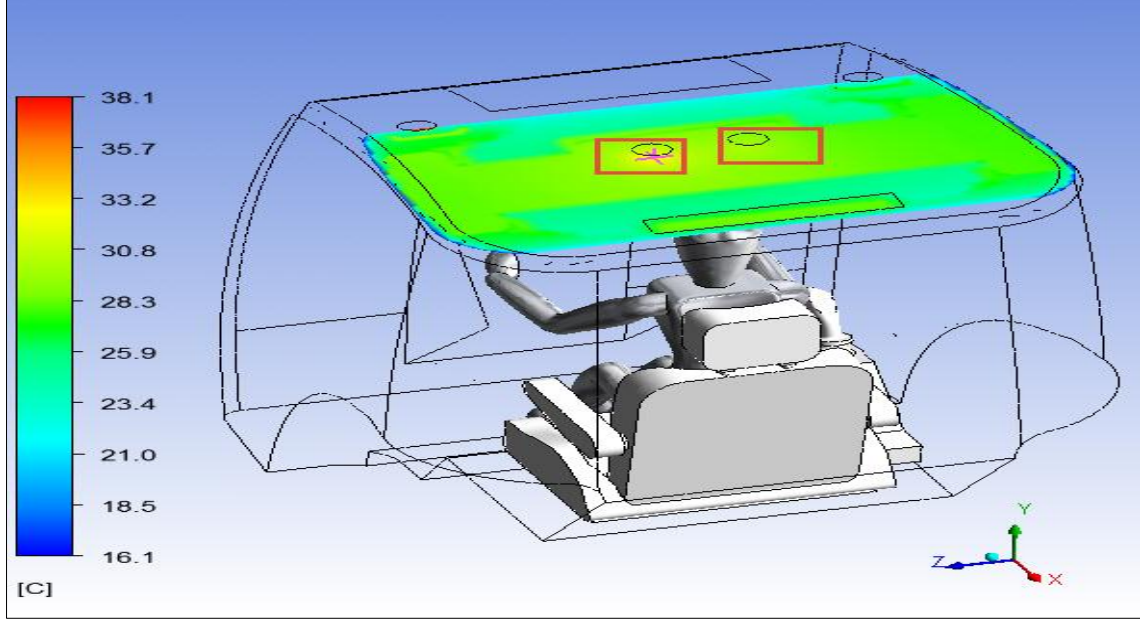
Şekil 4.11. Sürücü koltuğu alt bölgesi sıcaklık dağılımı

Şekil 4.12. 'de çıkış menfezine koyulan sensör hizasında kesit alınmış ve bu kesit üzerindeki sensörün analiz değeri 28,4 °C olarak belirlenmiştir.



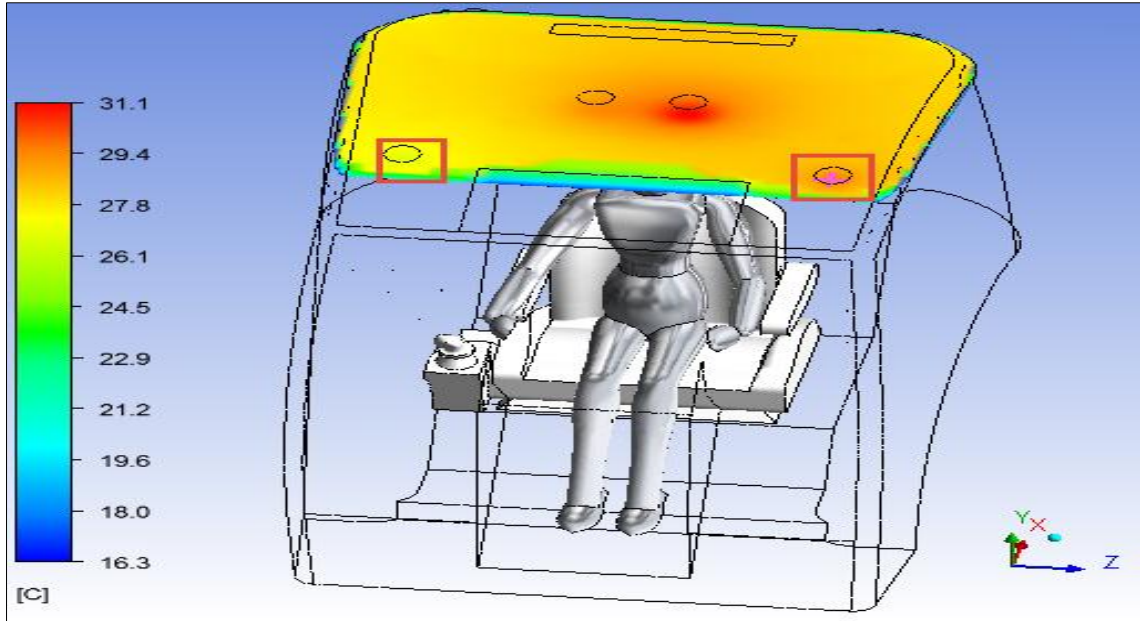
Şekil 4.12. Çıkış menfezi sensöründe sıcaklık dağılımı

Şekil 4.13. 'de sağ ve sol arka kısımda bulunan menfezler hizasında x ekseninde kesit alınmış ve bu noktalarındaki sıcaklık değeri sırasıyla; 30 °C ve 32,5 °C olarak gözlemlenmiştir.



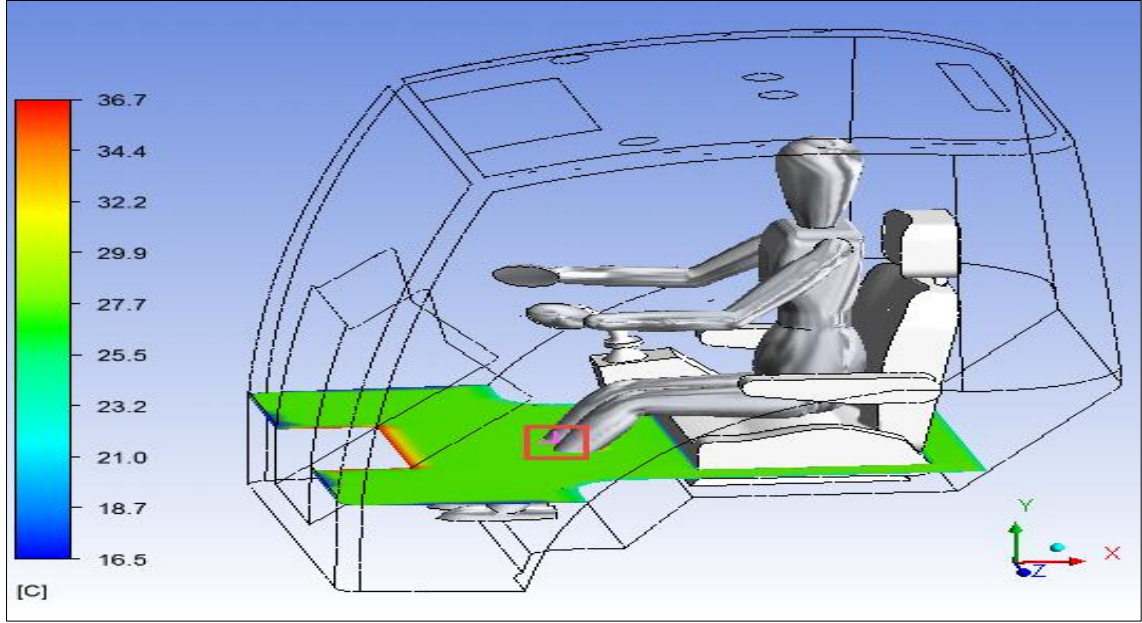
Şekil 4.13. Sağ ve sol arka menfezler sıcaklık dağılımı

Şekil 4.14. 'de sağ ve sol ön menfezlere koyulan sensörler hizasında x ekseninde bir kesit alınmış ve bu sensör noktalarındaki sıcaklık değerleri analizde sırasıyla; 26,8 °C ve 29,5 °C olarak gözlemlenmiştir.



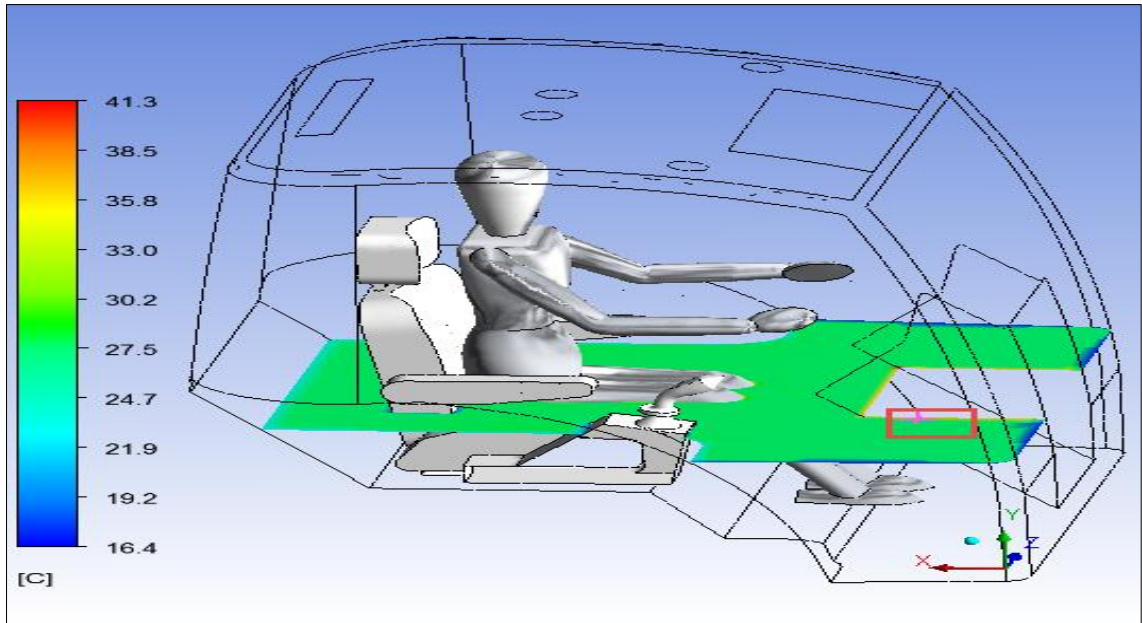
Şekil 4.14. Sağ ve sol ön menfez noktalarında sıcaklık dağılımı

Şekil 4.15. 'de diz altı bölgesinde bulunan sensör hizasında x ekseninde kesit alınmış ve bu noktanın analiz değeri 27,6 °C olarak gözlemlenmiştir.



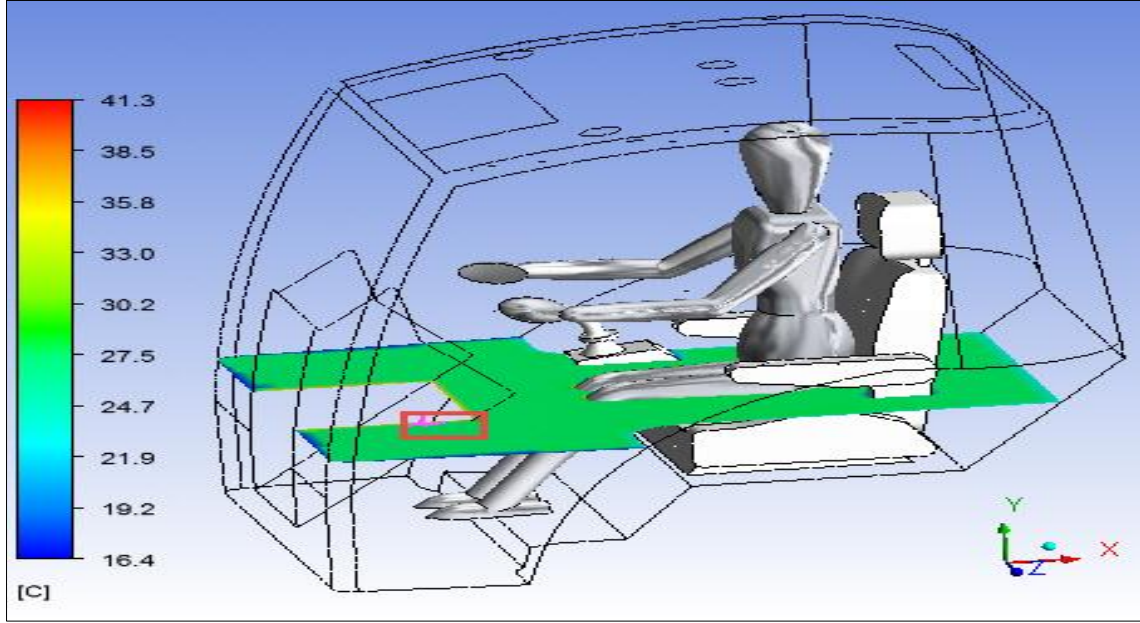
Şekil 4.15. Diz altı bölgesinde sıcaklık dağılımı

Şekil 4.16. 'da sağ ön konsolda işaretli noktada bulunan sensörün x ekseninde hizasında bir kesit alınmış ve bu kesit üzerindeki analiz değeri bu noktada 30,7°C olarak ölçülmüştür.



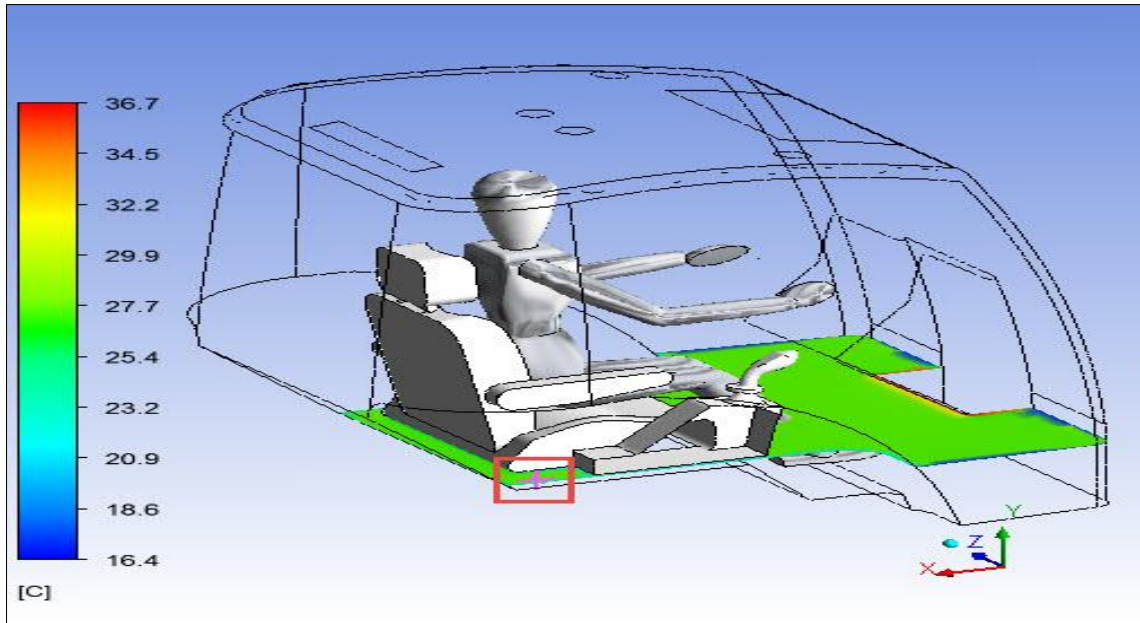
Şekil 4.16. Sağ ön konsol sıcaklık dağılımı

Şekil 4.17. 'de sol ön konsol bölgesinde bulunan sensör noktasının x eksenine hizasında bir kesit alınmış ve işaretli olan noktada analiz değeri 28,4 °C olarak ölçülmüştür.



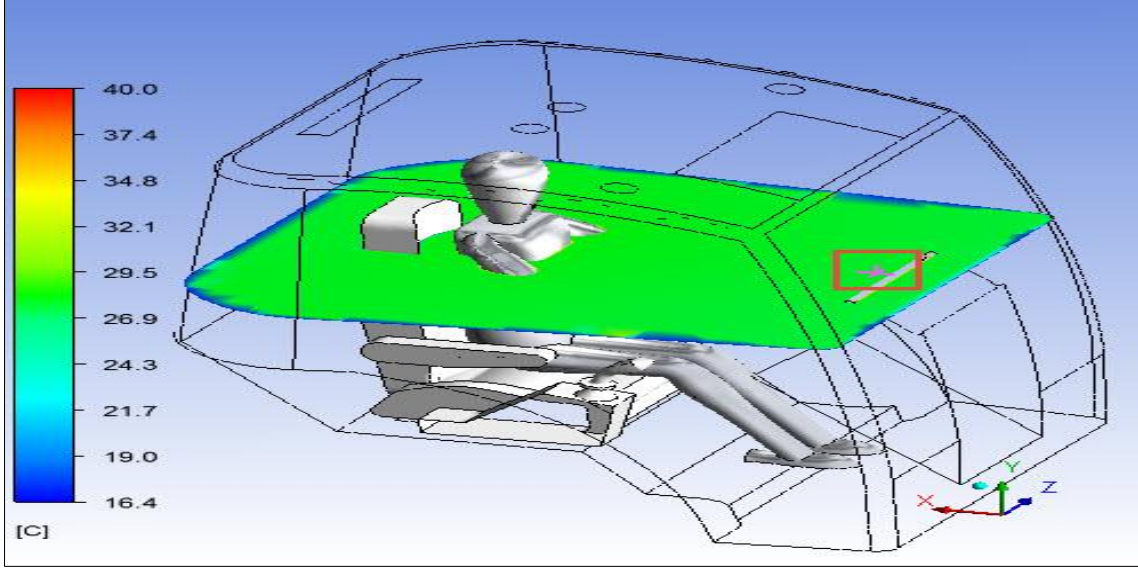
Şekil 4.17. Sol ön konsol sıcaklık dağılımı

Şekil 4.18. 'de koltuk arkası sağ alt bölgesindeki sensör noktasından x eksenine yönünde bir kesit alınmış ve yine bu noktada belirlenen sıcaklık değeri 27,6 °C olarak tespit edilmiştir.



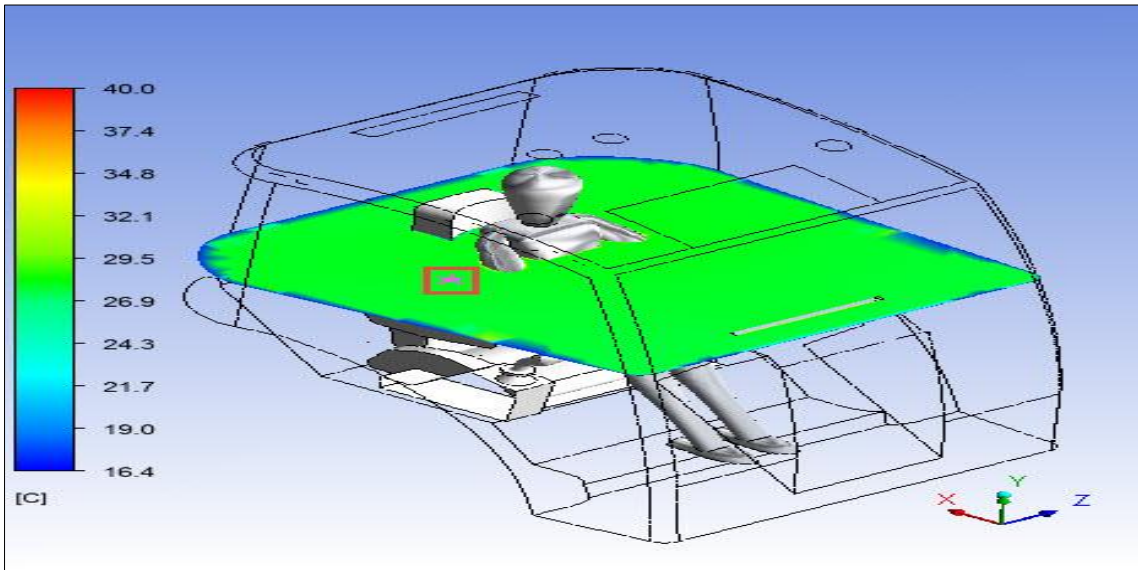
Şekil 4.18. Sağ koltuk altı bölgesi sıcaklık dağılımı

Şekil 4.19.'da ön konsol ortasında bulunan sensör noktasında x eksenini yönünde bir kesit alınmış ve yine bu nokta üzerinde sıcaklık değerine bakıldığında 27,8 °C olduğu gözlemlenmiştir.



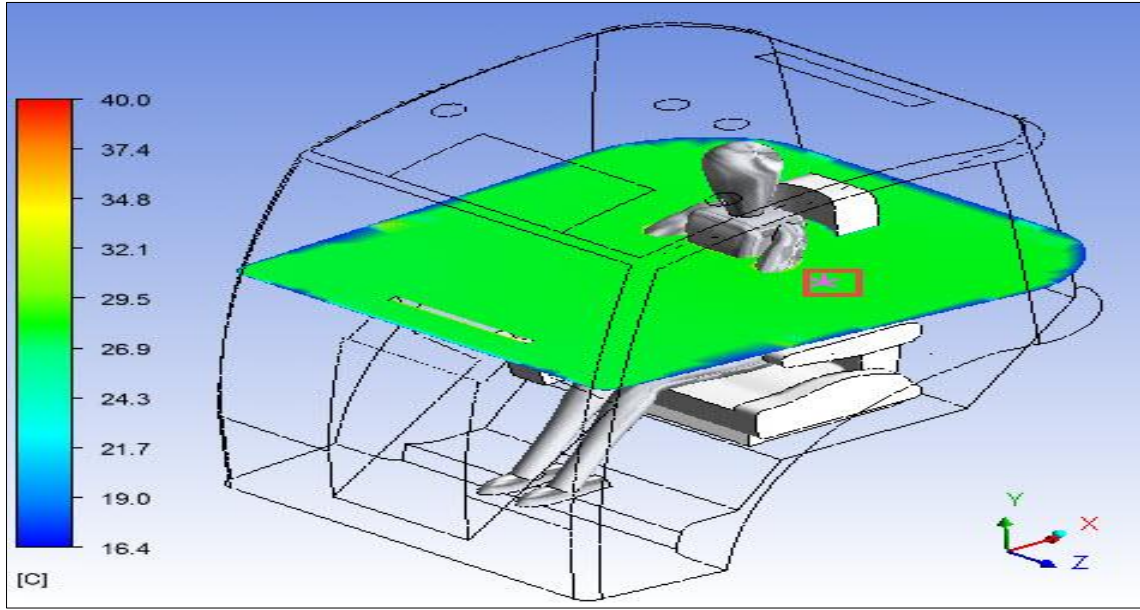
Şekil 4.19. Ön konsol ortası sıcaklık dağılımı

Şekil 4.20. 'de sürücünün sağ tarafında bulunan sensör noktasından x eksenini hizasında bir kesit alınmış ve bu kesit üzerinde yine aynı noktada gözlenen sıcaklık değeri 27,8 °C olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.20. Sürücü sağ yanı sıcaklık dağılımı

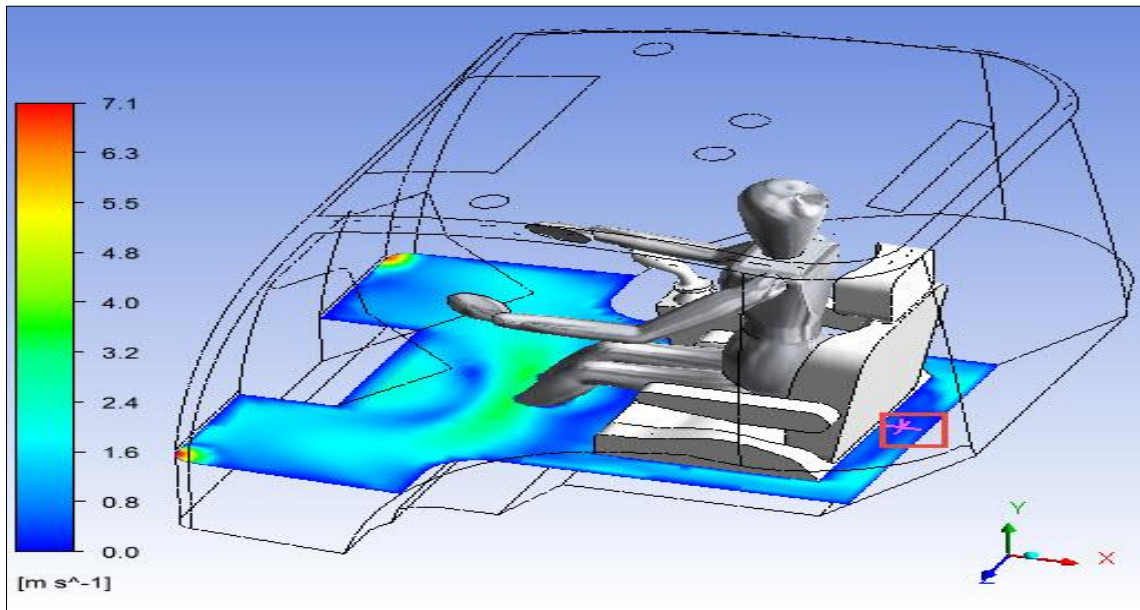
Şekil 4.21. 'de sürücünün sol yanında bulunan sensör noktasından x ekseninde bir kesit alınmış ve yine aynı noktada gözlenen sıcaklık değeri 28 °C olmuştur.



Şekil 4.21. Sürücü sol yanı sıcaklık dağılımı

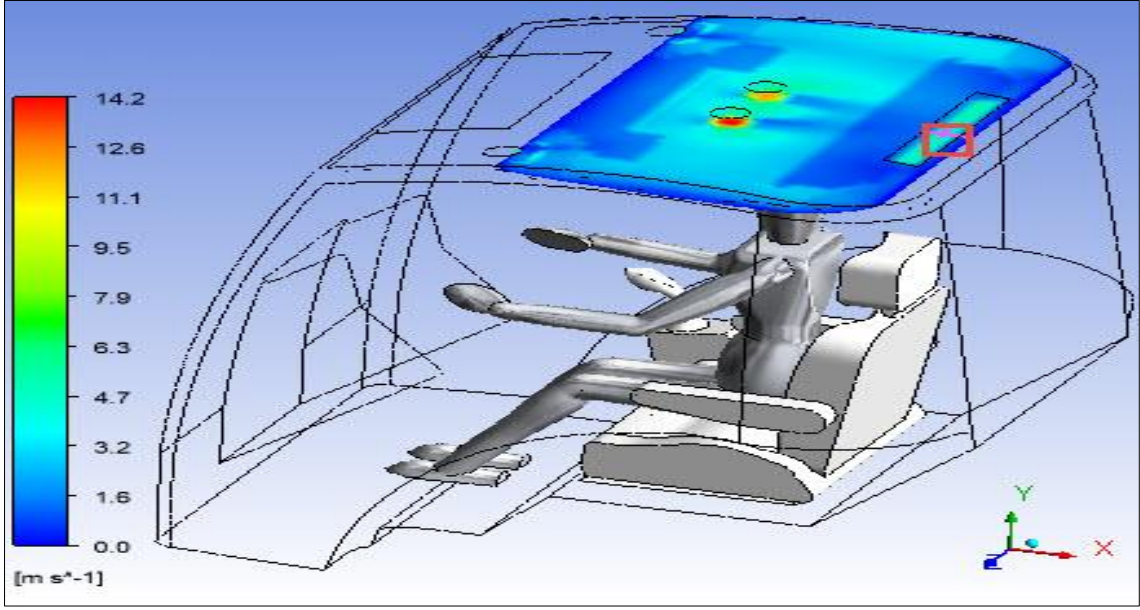
4.4.2. Hava hızı dağılımı

Şekil 4.22. 'de koltuk arkasında bulunan sensör hizasında x ekseninde bir kesit alınmış ve bu kesit üzerindeki noktada ölçülen hava hızı analiz değeri 0,2 m/s olarak gözlemlenmiştir.



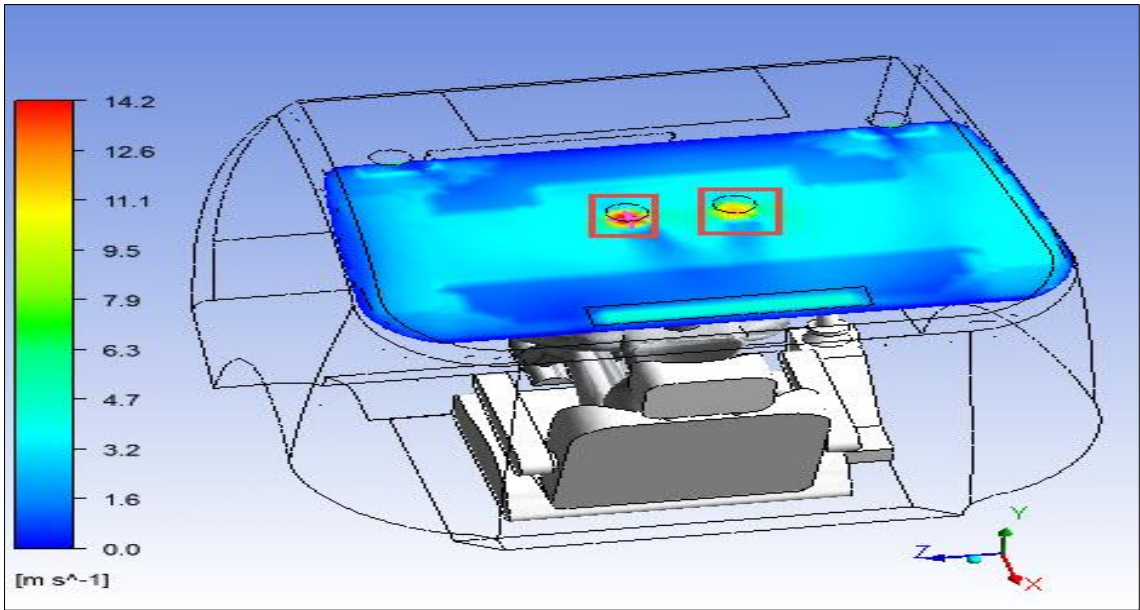
Şekil 4.22. Koltuk arkasında hava hızı dağılımı

Şekil 4.23. 'de çıkış menfezinde bulunan sensör noktasından x eksenine hizasında bir kesit alınmış ve bu noktanın hava hızı değeri 4,5 m/s olarak gözlemlenmiştir.



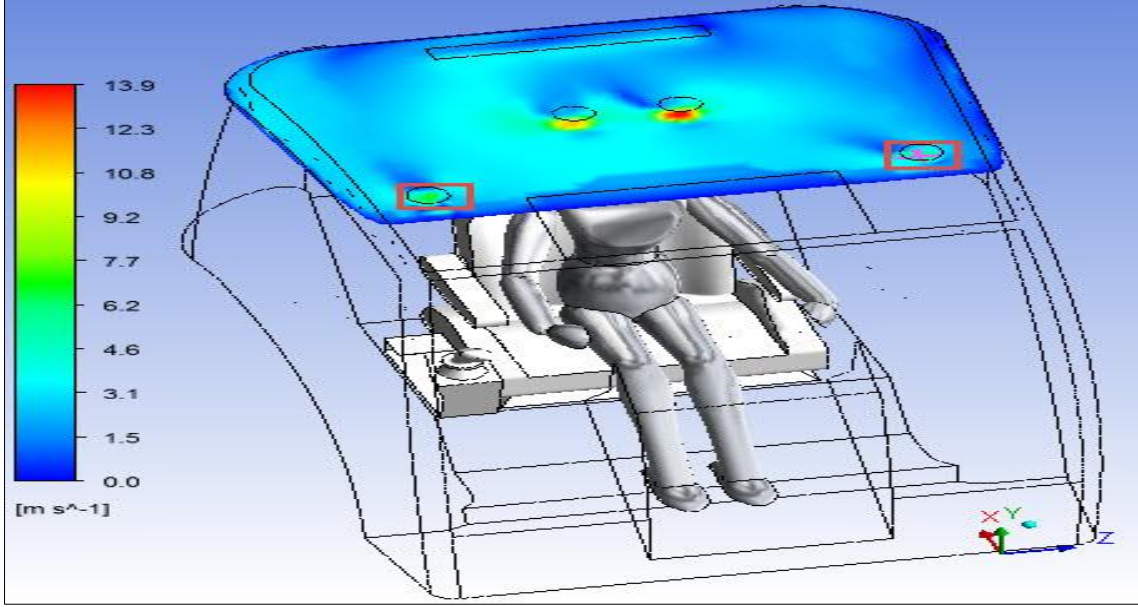
Şekil 4.23. Çıkış menfezinde hava hızı dağılımı

Şekil 4.24. 'de sağ ve sol arka menfez noktalarında bulunan sensörlerin x eksenine hizasında bir kesit alınmış ve bu noktalarda ölçülen hava hızı değerleri sırasıyla 12 m/s ve 14,2 m/s olarak gözlemlenmiştir.



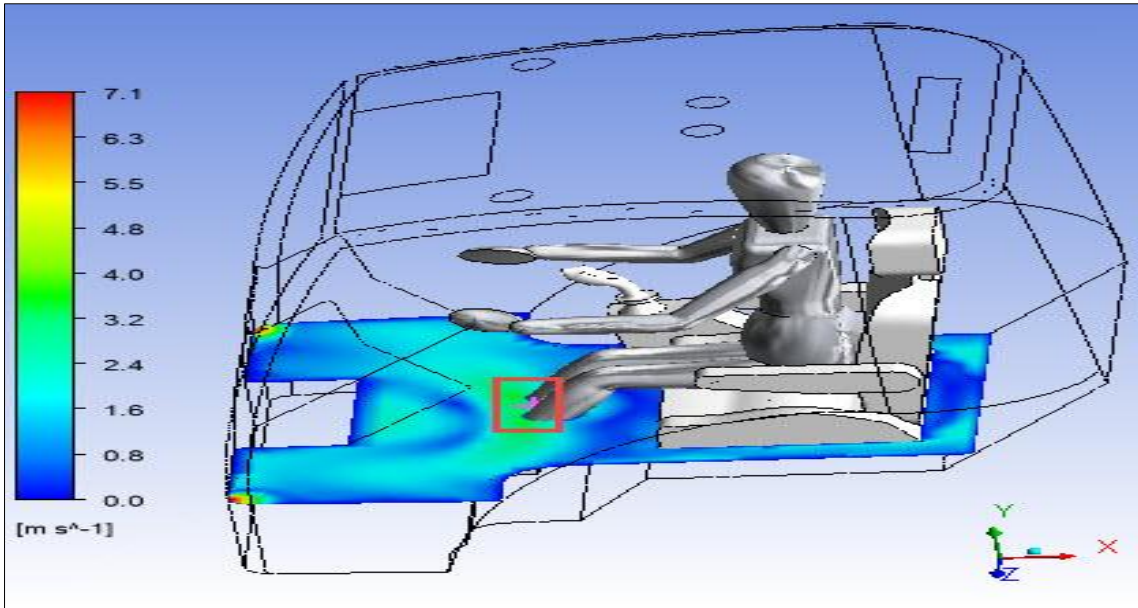
Şekil 4.24. Sağ ve sol arka menfezler hava hızı dağılımı

Şekil 4.25. 'de sağ ve sol ön menfez noktalarında bulunan sensörlerin x eksenli hızından bir kesit alınmış ve bu kesit üzerindeki noktalarda gözlemlenen hava hızı değerleri sırasıyla 6,5 m/s ve 5,5 m/s olarak belirlenmiştir.



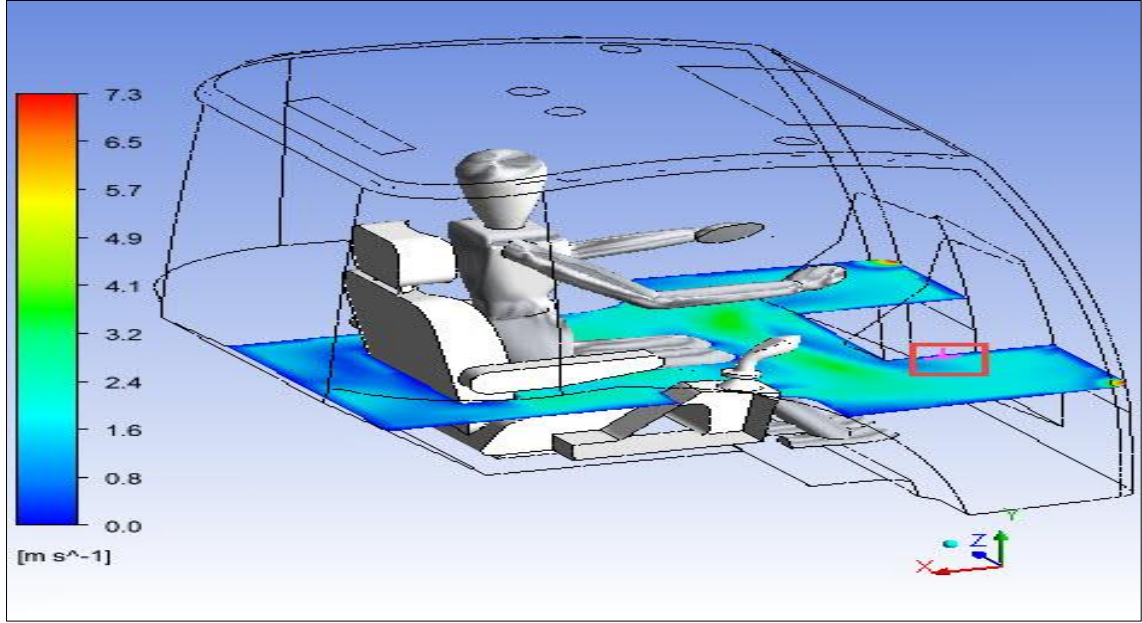
Şekil 4.25. Sağ ve sol ön menfezler hava hızı dağılımı

Şekil 4.26. 'da diz altı bölgesinde bulunan sensörün x eksenli hızında bir kesit alınmış ve bu kesit üzerindeki noktada hava hızı analiz değerine bakıldığında 2,7 m/s olarak tespit edilmiştir.



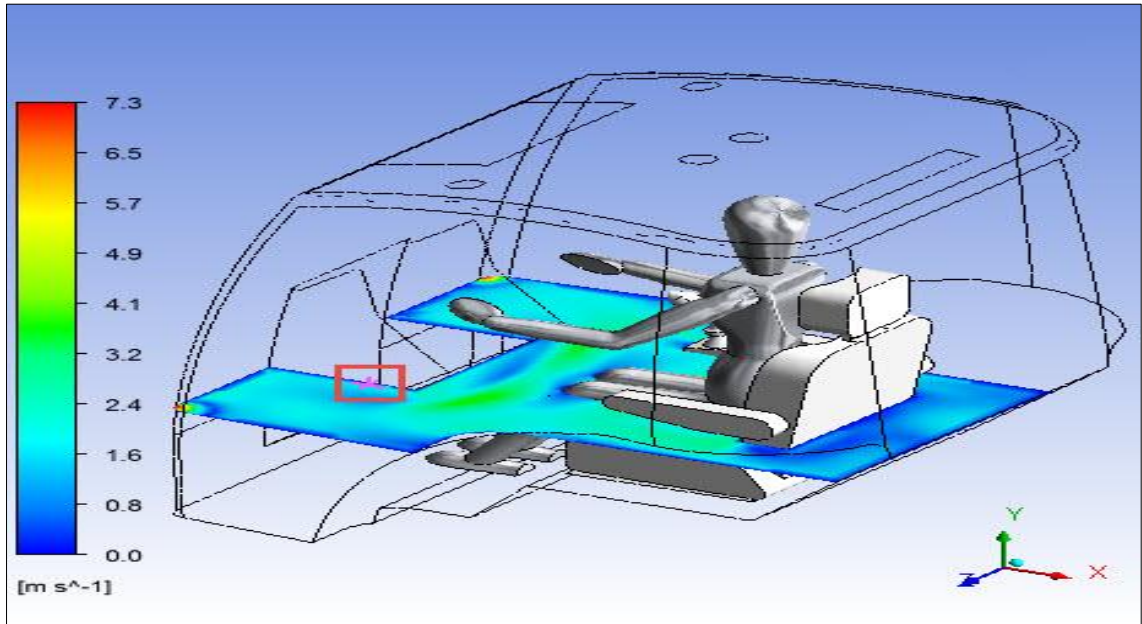
Şekil 4.26. Diz altı bölgesinde hava hızı dağılımı

Şekil 4.27. 'de sağ ön konsolda bulunan sensör noktasının x eksenine hizasında bir kesit alınmış ve bu kesit üzerinde hava hızı değeri 1,2 m/s olarak gözlemlenmiştir.



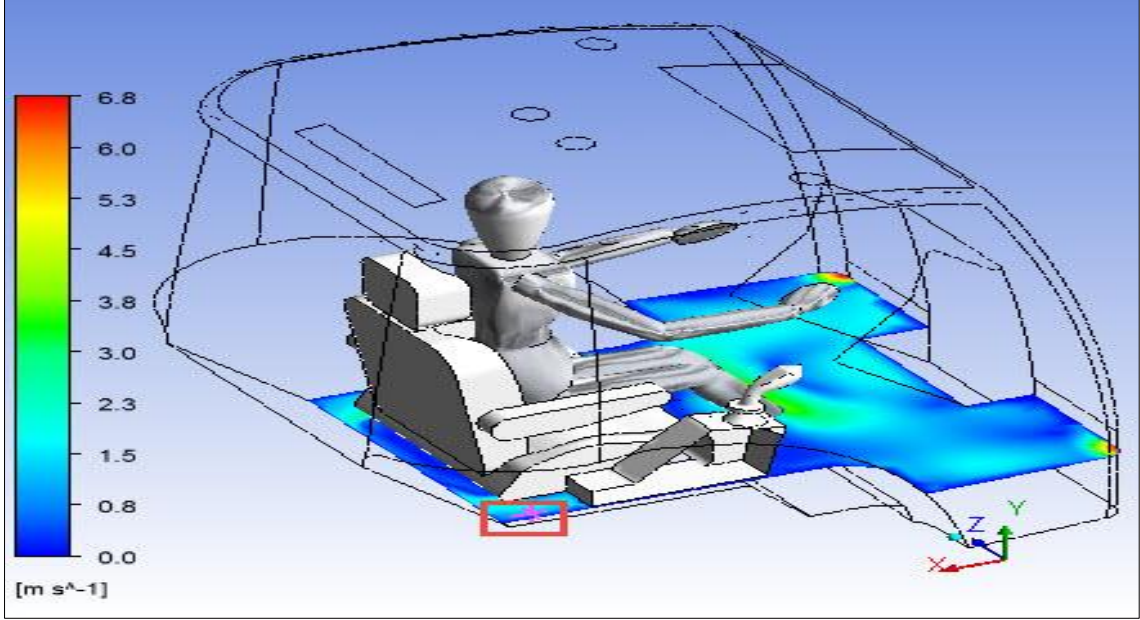
Şekil 4.27. Sağ ön konsol bölgesinde hava hızı dağılımı

Şekil 4.28. 'de sol ön konsol noktasında bulunan sensörün x eksenine hizasında bir kesit alınmış ve bu noktada hava hızı analiz değeri 1,7 m/s olarak belirlenmiştir.



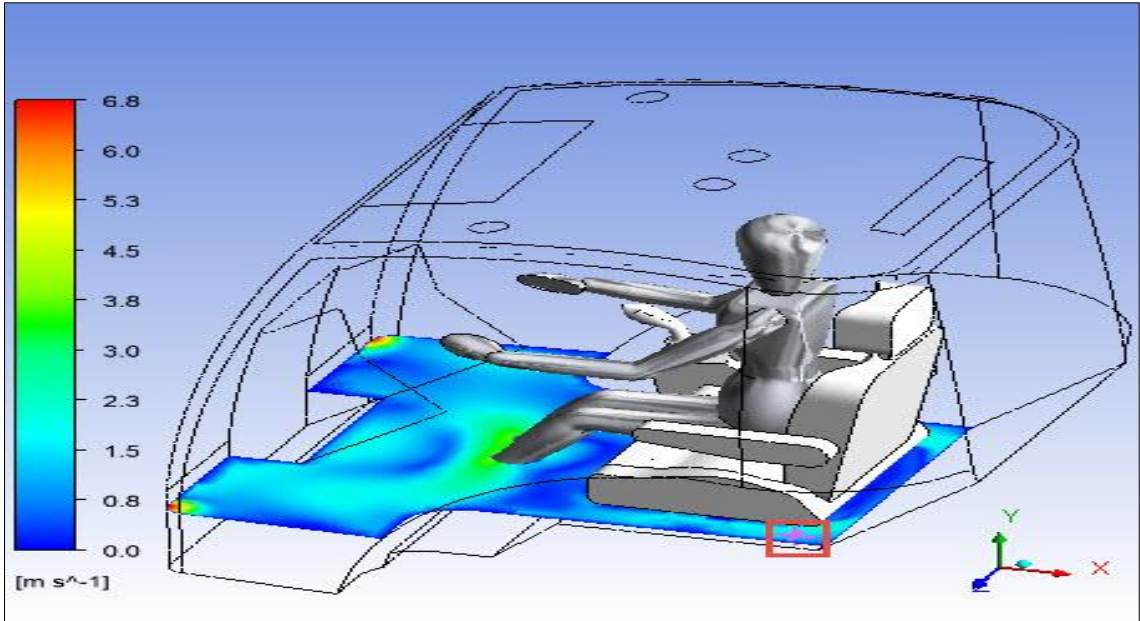
Şekil 4.28. Sol ön konsol hava hızı dağılımı

Şekil 4.29. 'da sağ koltuk altında bulunan sensör noktasında x eksenine hizasında bir kesit alınmış ve bu kesit üzerinde hava hızı değeri 1,4 m/s olarak belirlenmiştir.



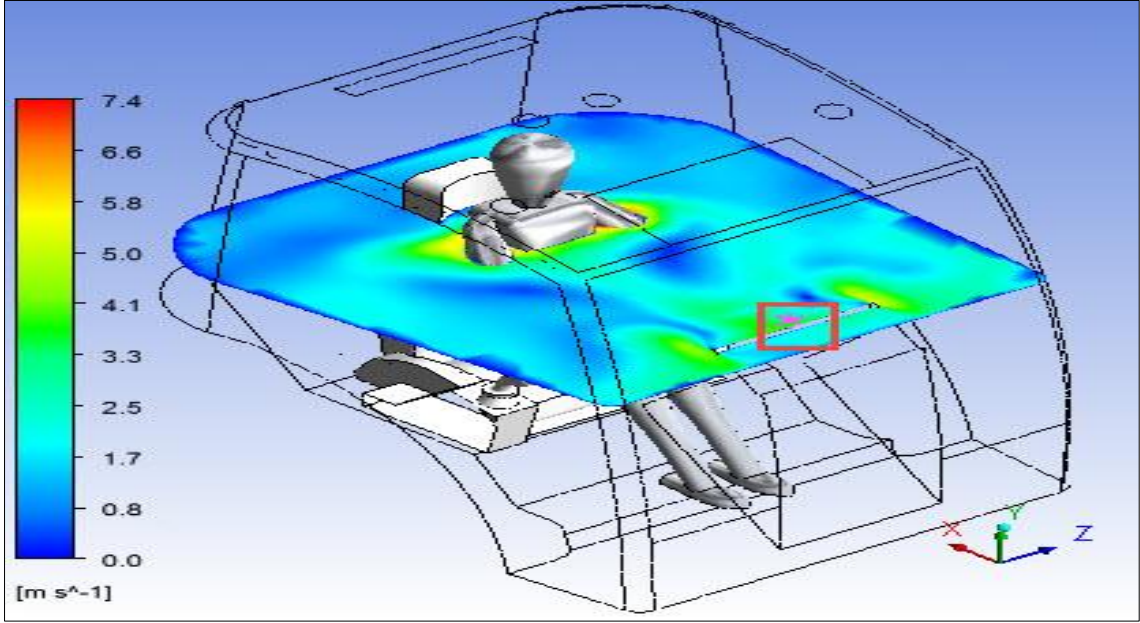
Şekil 4.29. Sağ koltuk alt bölgesinde hava hızı dağılımı

Şekil 4.30. 'da sürücü koltuğunun alt sol tarafında bulunan sensör noktasının hizasında x ekseninde bir kesit alınmış ve bu noktada ölçülen hava hızı analiz değeri 1,2 m/s olarak belirlenmiştir.



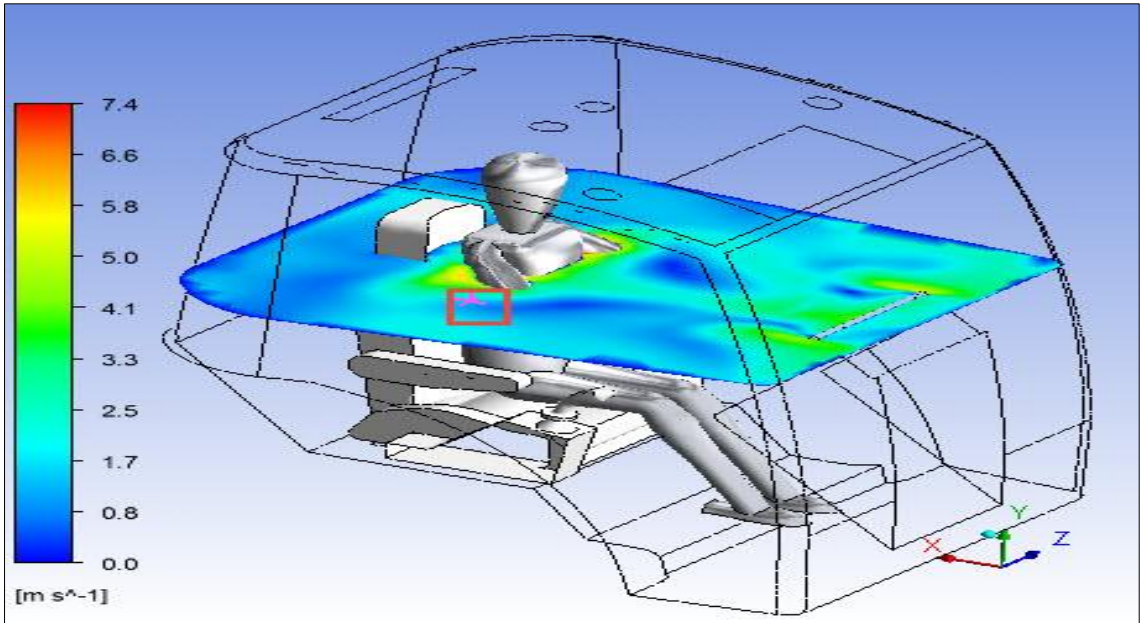
Şekil 4.30. Sol koltuk alt bölgesinde hava hızı dağılımı

Şekil 4.31. 'de ön konsol ortasında bulunan sensör noktasında x eksenı yönünde bir kesit alınmış ve bu kesit üzerindeki sensör noktasında belirlenen analiz değeri 3,3 m/s 'dir.



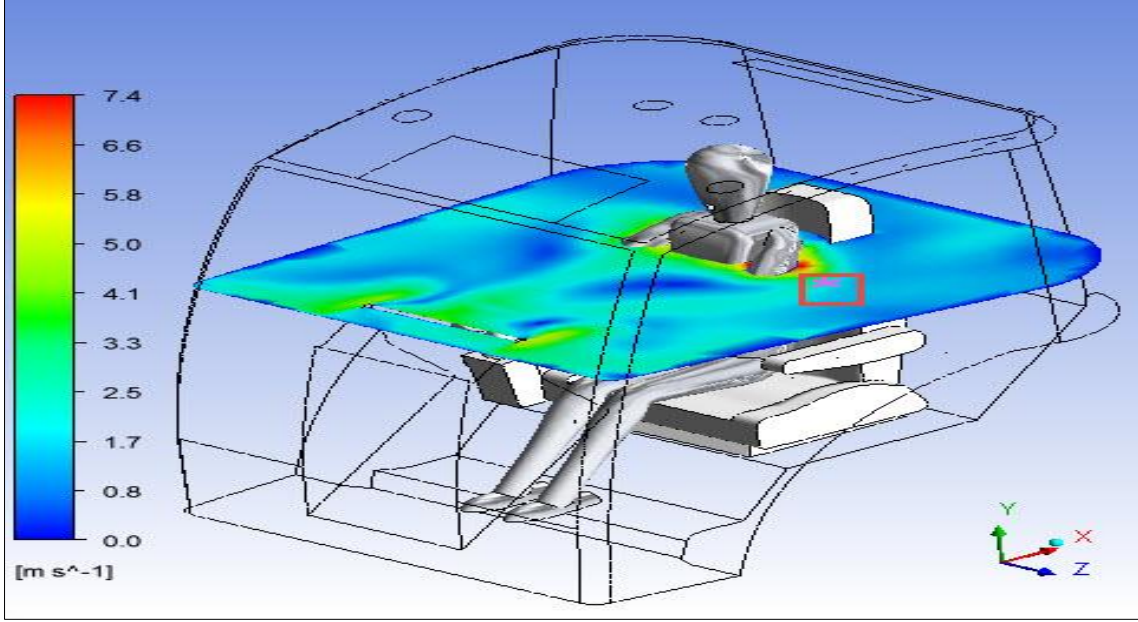
Şekil 4.31. Ön konsol ortasında hava hızı dağılımı

Şekil 4.32. 'de sürücünün sağ tarafında belirtilen noktada bulunan sensör noktasının x eksenı hizasında bir kesit alınmış ve bu kesit üzerinde ölçülen hava hızı analiz değeri 1,4 m/s olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.32. Sürücü sağ yanı hava hızı dağılımı

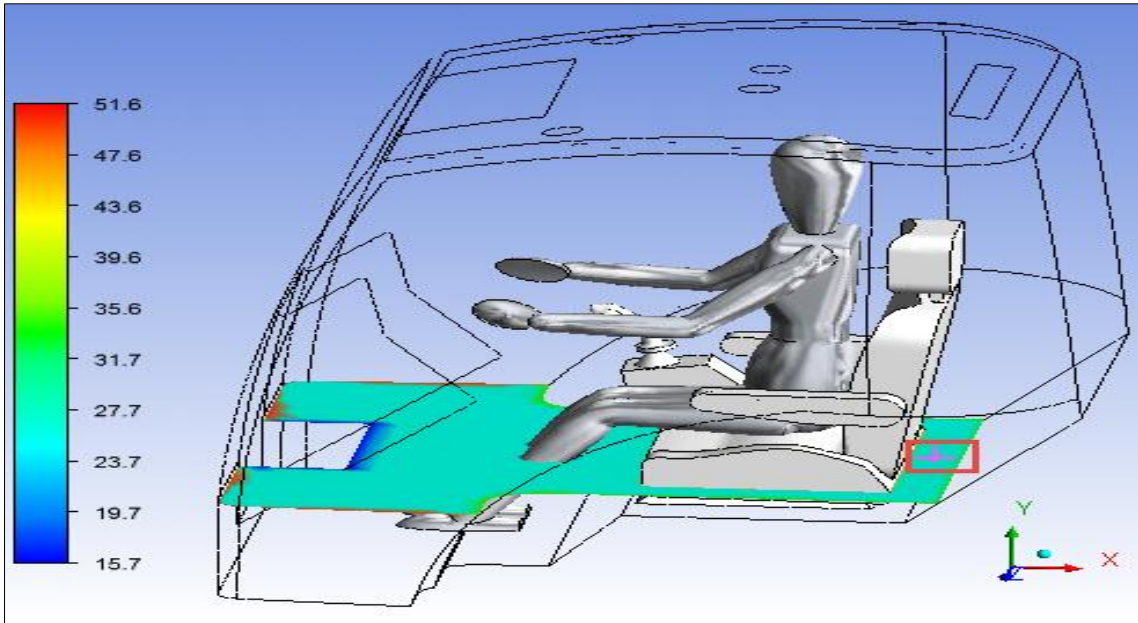
Şekil 4.33. 'de sürücünün sol yanındaki belirtilen sensör noktasının x eksenine hizasında bir kesit alınmış ve bu kesit üzerinde yine aynı noktada tespit edilen hava hızı değeri 2,3 m/s'dir.



Şekil 4.33. Sürücü sol yanı hava hızı dağılımı

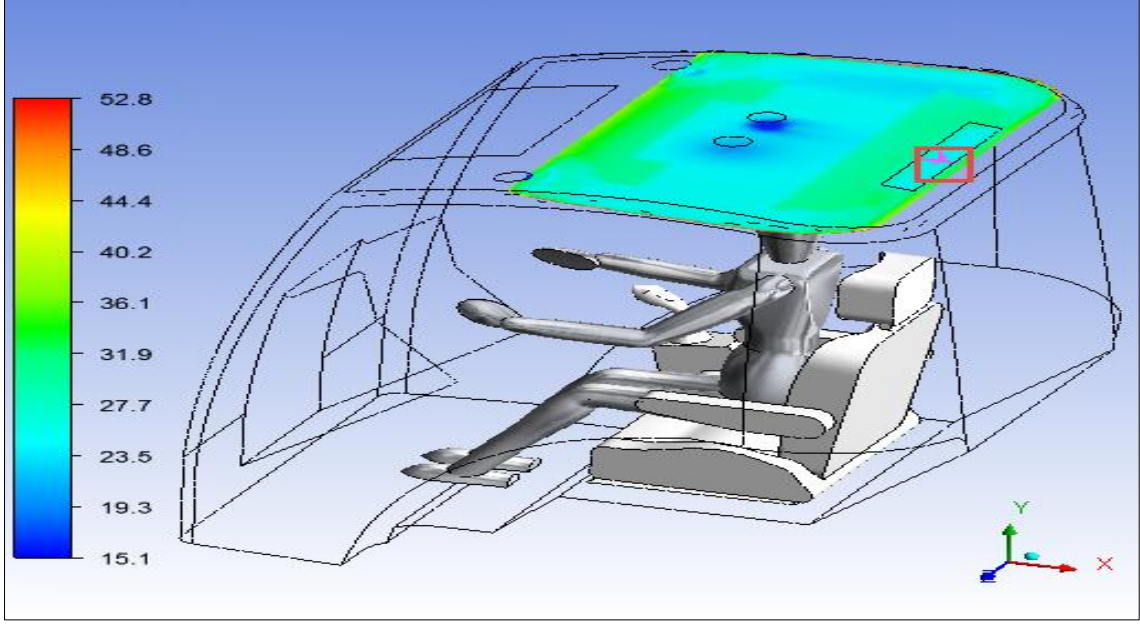
4.4.3.Nem Dağılımı

Şekil 4.34' de koltuk arkasındaki sensör noktasında x eksenine yönünde bir kesit alınmış ve bu kesit üzerindeki nem değeri % 26,5 olarak belirlenmiştir.



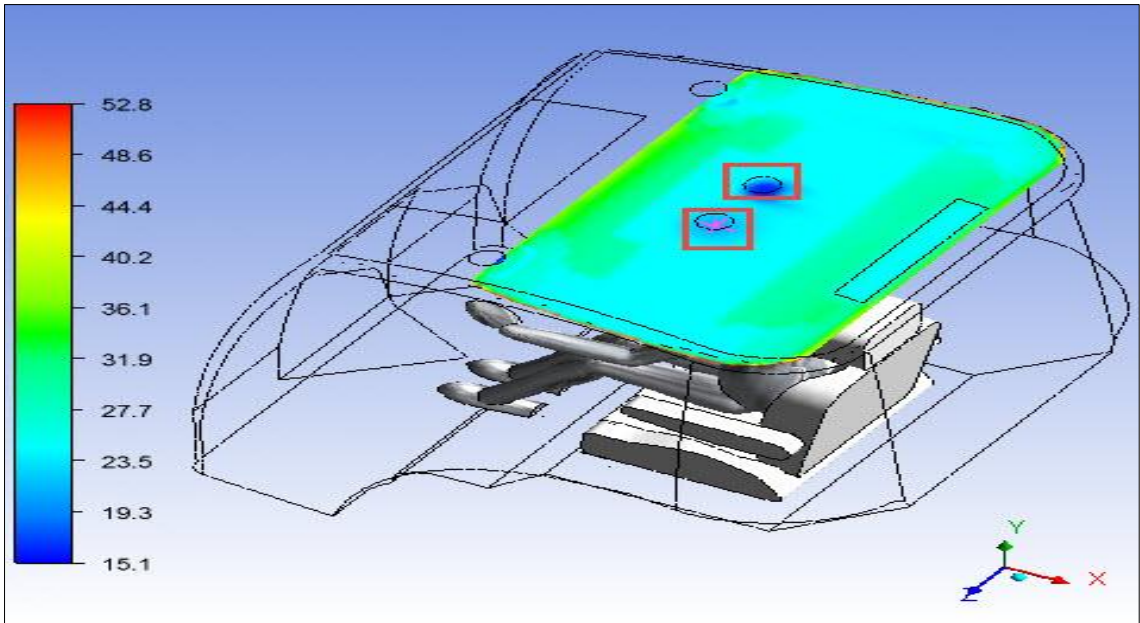
Şekil 4.34. Koltuk arkasında nem dağılımı

Şekil 4.35. 'de çıkış menfezindeki sensör noktasının x eksenine hizasında bir kesit üzerinde nem analiz değerine bakıldığında bu değerlerin % 24,9 olduğu görülmüştür.



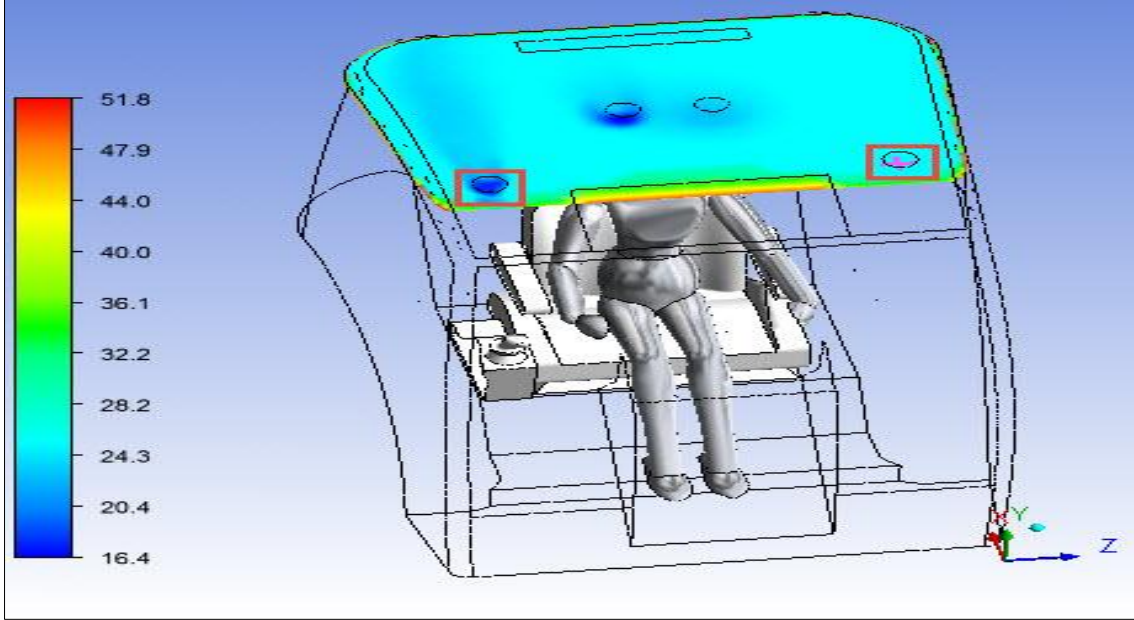
Şekil 4.35. Çıkış menfezi nem dağılımı

Şekil 4.36. 'da sağ ve sol arka menfez noktalarında bulunan sensörlerin x eksenine hizasında bir kesit alınmış ve bu kesit üzerindeki noktalarda görülen nem değerleri sırasıyla % 20,4 – 15,9 olarak belirlenmiştir.



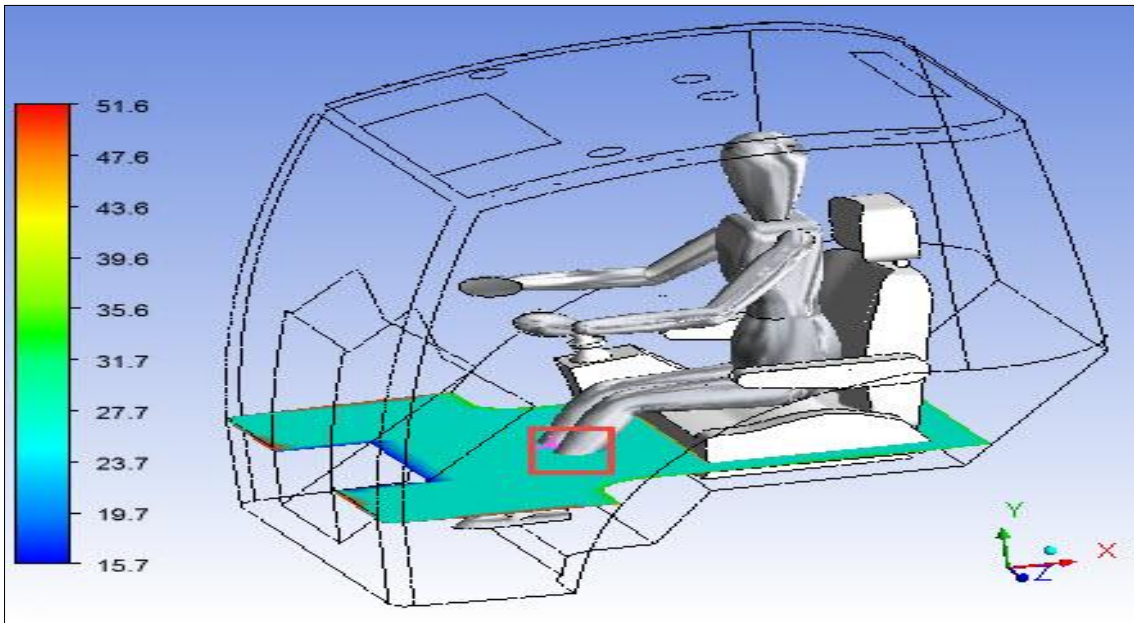
Şekil 4.36. Sağ ve sol arka menfez nem dağılımı

Şekil 4.37. 'de sağ ve sol menfezlerde bulunan sensör noktalarını kesen x eksenini hizasında bir kesit alınmış ve bu noktadaki nem değerlerine bakıldığında sırasıyla % 17,5 ve % 24,4 olarak ölçülmüştür.



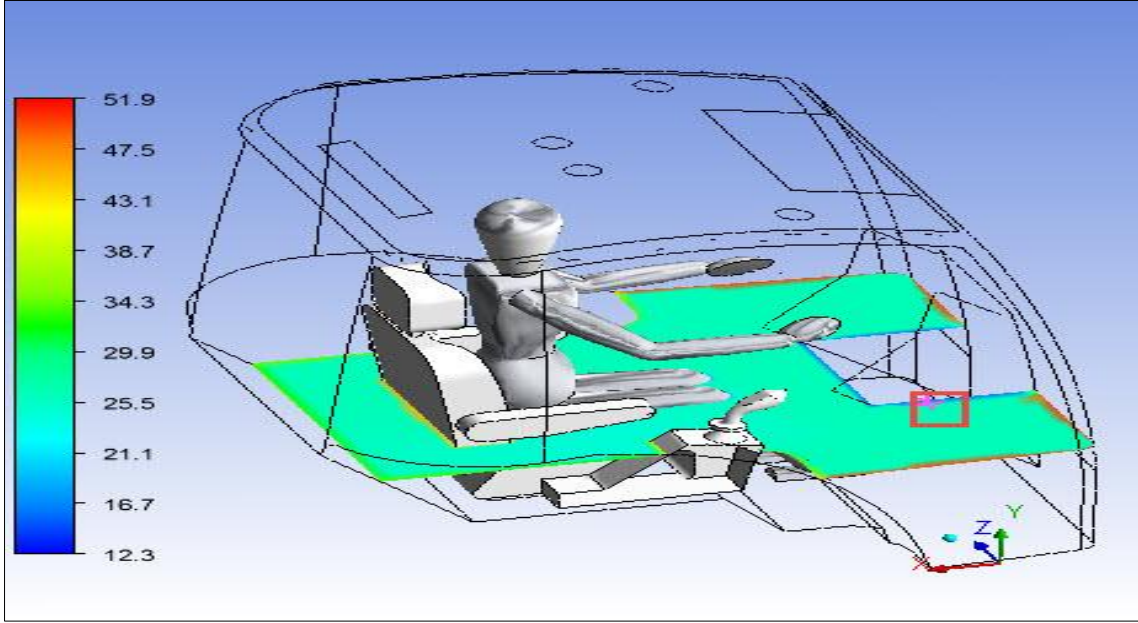
Şekil 4.37. Sağ ve sol ön menfezlerde nem dağılımı

Şekil 4.38. 'de diz altı bölgesinde bulunan işaretli sensör noktasından x eksenini hizasında bir kesit alınmış ve bu kesit üzerinde yine bu noktada ölçülen nem analiz değeri % 26,2 olarak belirlenmiştir.



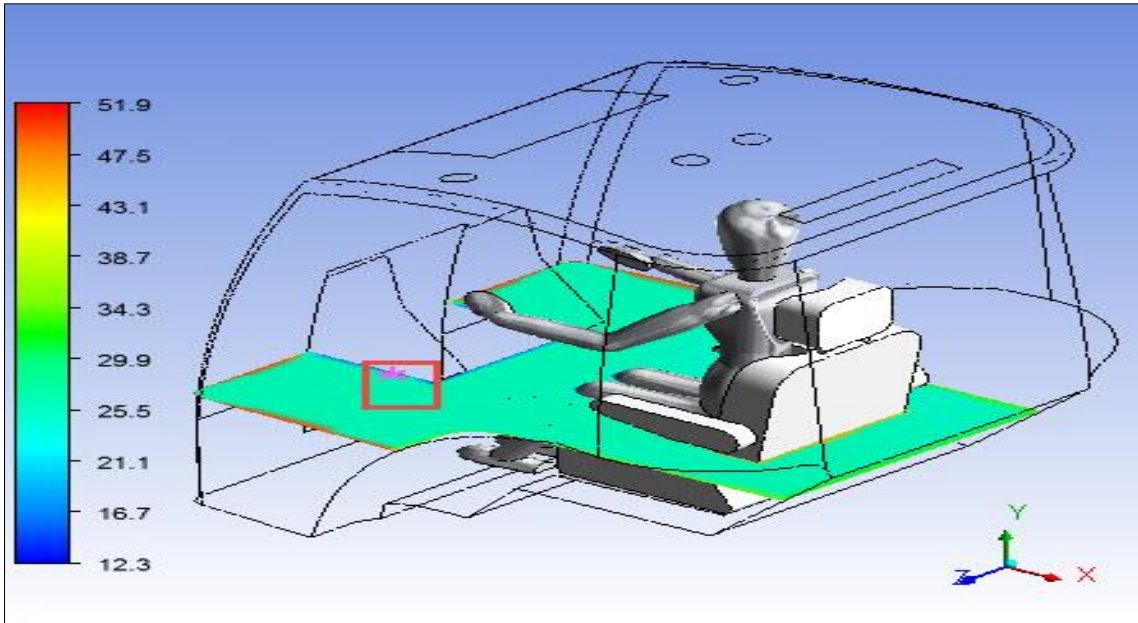
Şekil 4.38. Diz altı bölgesinde nem dağılımı

Şekil 4.39. 'da sağ ön konsolda bulunan işaretli sensör noktasını x eksenini yönünde kesen bir kesit alınmış ve bu kesit üzerinde yine sensör noktasında ölçülen nem değeri % 21,8 olarak tespit edilmiştir.



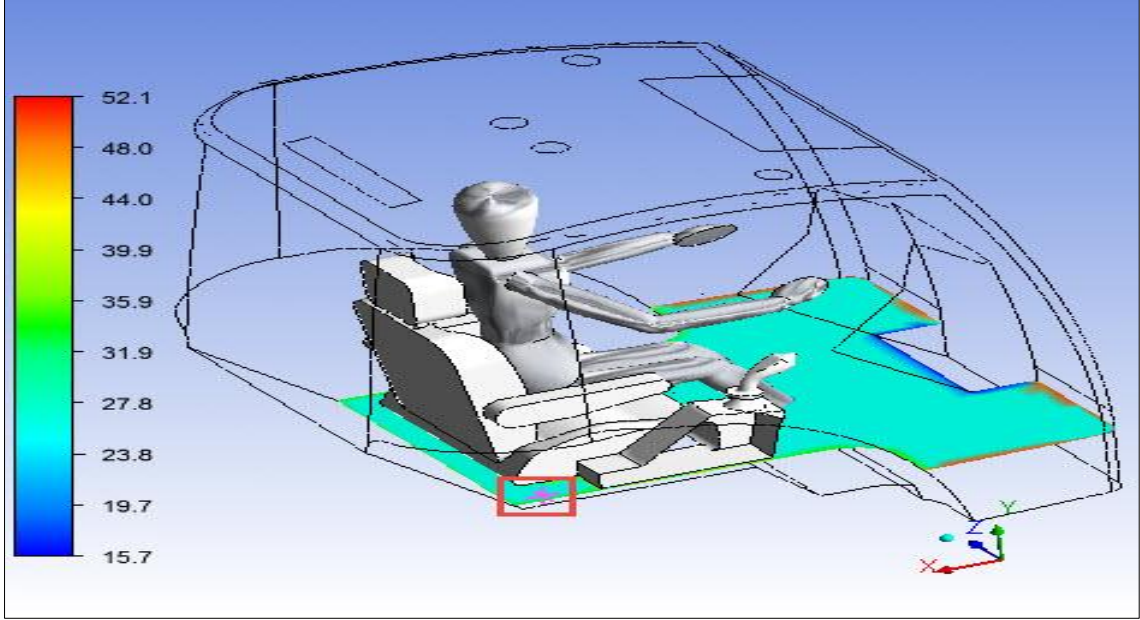
Şekil 4.39. Sağ ön konsol nem dağılımı

Şekil 4.40 'da sol ön konsolda bulunan sensör noktasını kesen x eksenini yönünde bir kesit alınmış ve bu kesit üzerinde işaretli noktada görülen nem değeri % 25 olarak tespit edilmiştir.



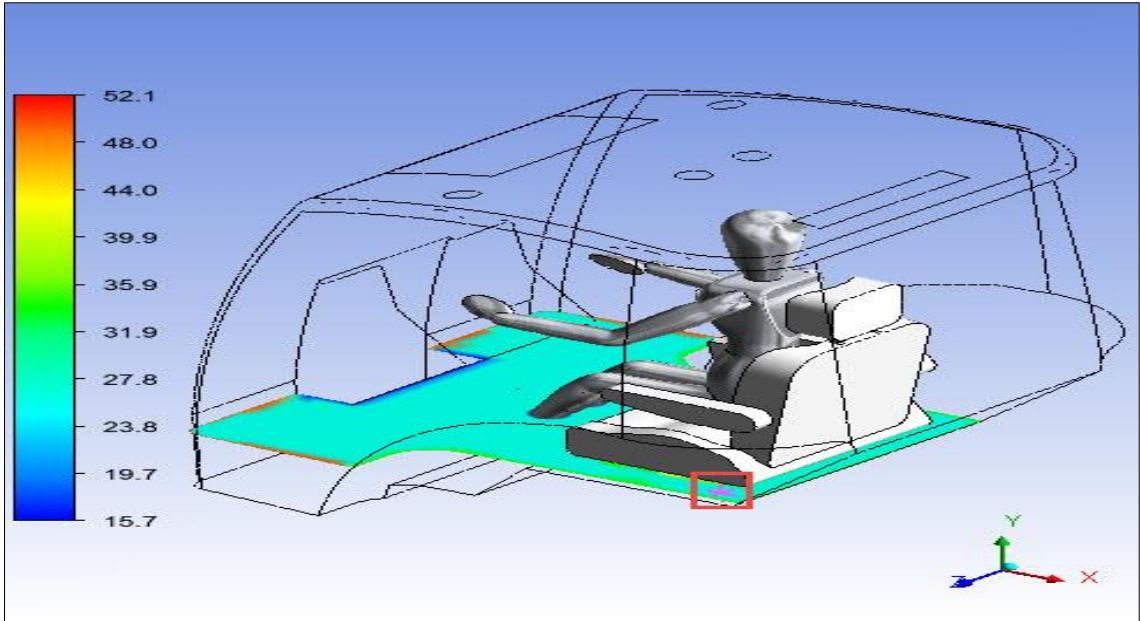
Şekil 4.40. Sol ön konsol nem dağılımı

Şekil 4.41. 'de sürücü koltuğunun arka sağ alt kısmında bulunan sensör noktasından bir kesit alınmış ve bu kesit üzerinde ölçülen nem analiz değeri % 26,1 olarak belirlenmiştir.



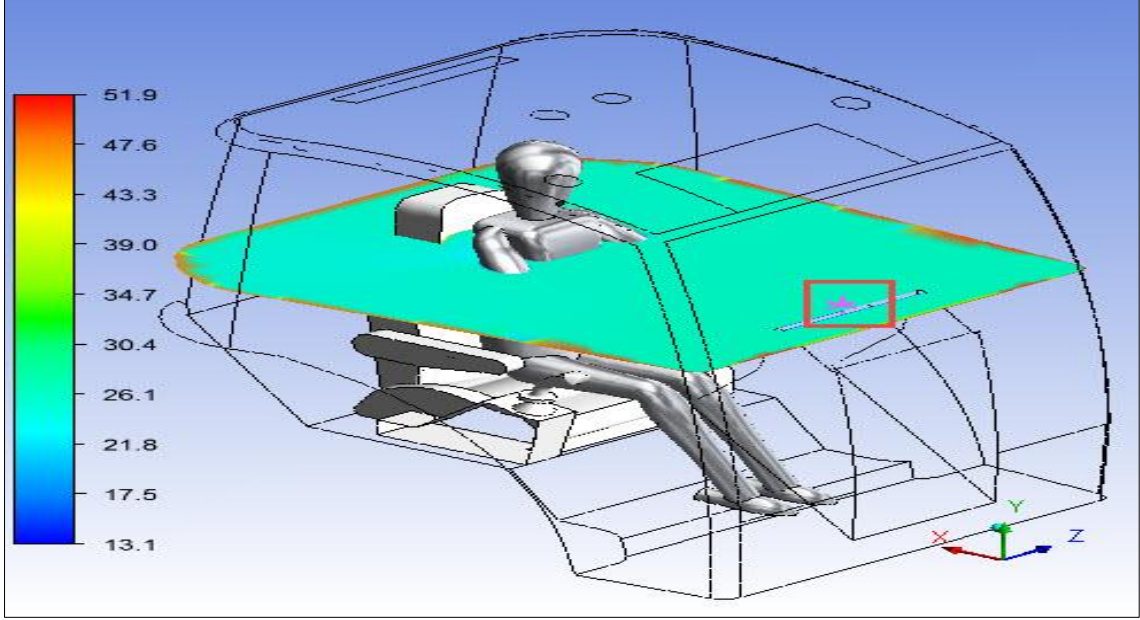
Şekil 4.41. Sağ arka alt nem dağılımı

Şekil 4.42. 'de sürücü koltuğunun sol arka alt kısmında bulunan sensör noktasından x eksenini yönünden geçen bir kesit alınmış ve bu kesit üzerinde okunan nem analiz değeri % 25,6 olarak tespit edilmiştir.



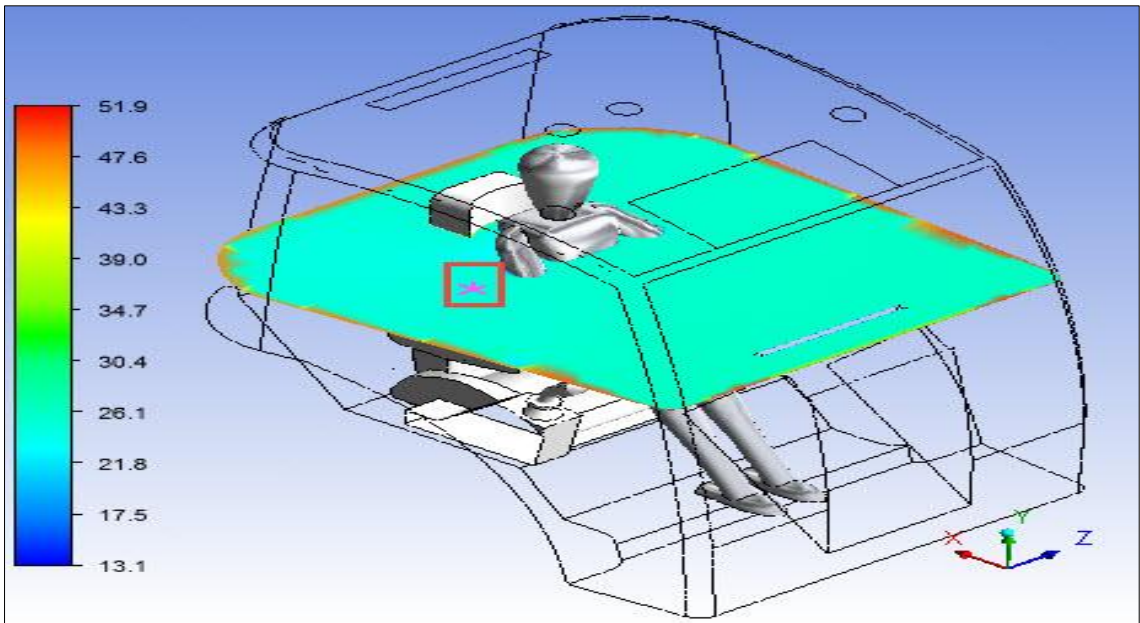
Şekil 4.42. Sol arka alt nem dağılımı

Şekil 4.43’de ön konsol ortasındaki sensör noktasından x eksenine hizasında bir kesit alınmış ve bu kesit üzerinde yine aynı noktada nem değerine bakıldığında % 26 değeri görülmüştür.



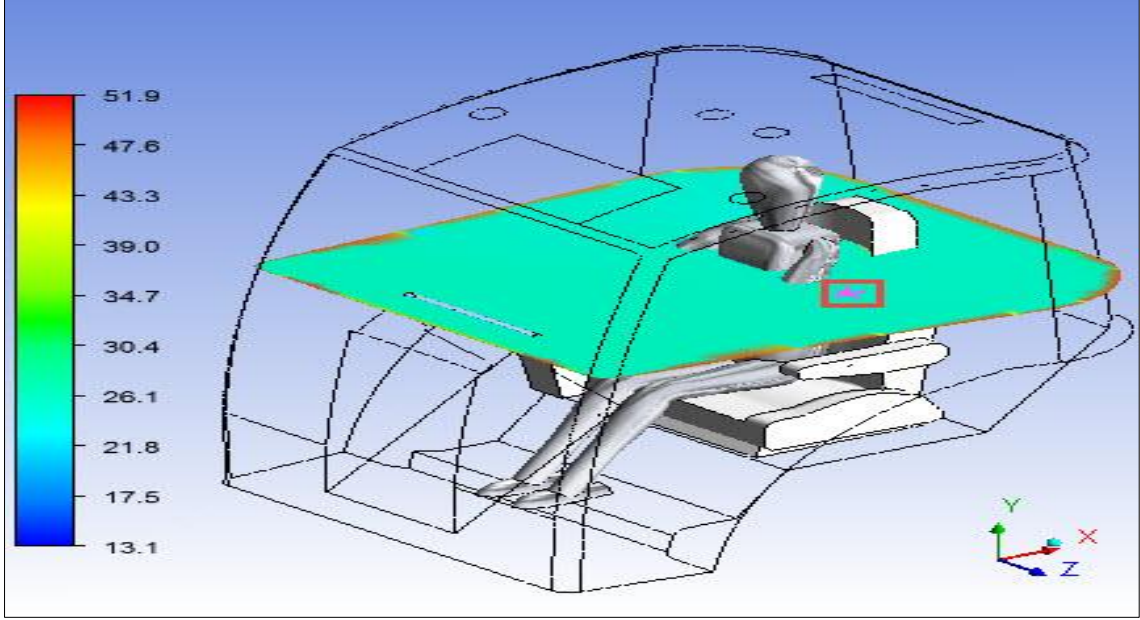
Şekil 4.43. Ön konsol orta nem dağılımı

Şekil 4.44 ‘de sürücü sağ yanında bulunan sensör noktasından x eksenine yönünde bir kesit alınmış ve bu kesit üzerinde yine aynı noktadan nem değerine bakıldığında % 25,3 değeri görülmüştür.



Şekil 4.44. Sürücü sağ yanı nem dağılımı

Şekil 4.45.'te sürücünün sol yanında bulunan sensör noktasından geçen x eksenine yönünde bir kesit alınmış ve yine aynı sensör noktasında nem değerine bakıldığında % 25,7 değeri gözlemlenmiştir.



Şekil 4.45. Sürücü sol yanı nem dağılımı

Yapılan analizler sonucunda yaz ve kış koşulları için ayrı ayrı olmak üzere ölçüm değerleri ile analiz değerleri arasındaki farklılık çizelge ve grafikler ile ortaya konmuştur.

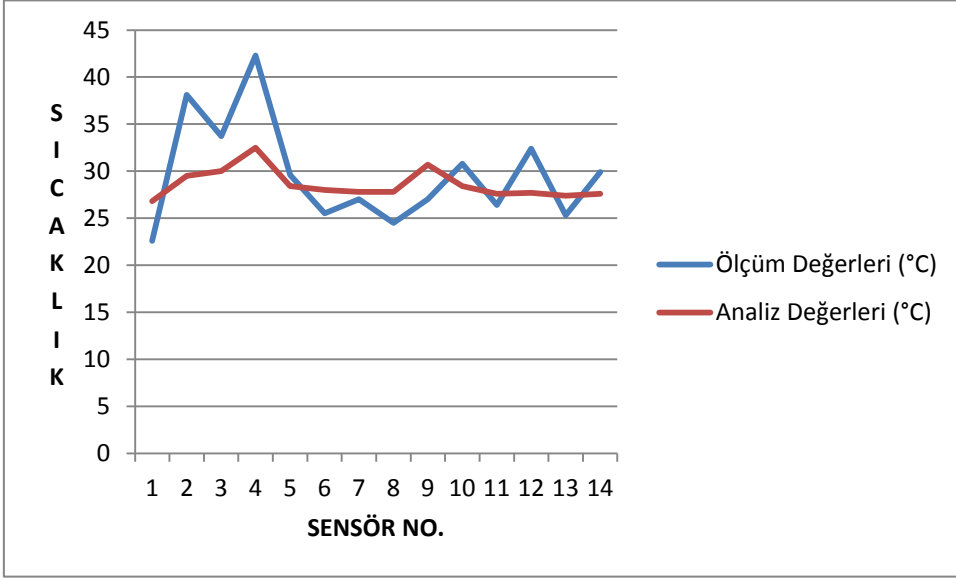
Çizelge 4.5’de kış koşulları için sıcaklık ölçüm ve analiz değerleri, sensör yerleri ve numaraları, ölçüm ve analiz değerleri arasındaki fark ve yüzde fark verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kış koşulları için sıcaklık ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırması

Sensör Numarası ve Yeri	Ölçüm Değerleri (°C)	Analiz Değerleri (°C)	Fark	% Fark
1 (sağ ön menfez)	22,6	26,8	4,2	18,6
2 (sol ön menfez)	38,1	29,5	8,6	22,6
3 (sağ arka menfez)	33,7	30	3,7	11
4 (sol arka menfez)	42,3	32,5	9,8	23,2
5 (çıkış menfezi)	29,6	28,4	1,2	4,1
6 (sürücü yanı sol)	25,5	28	2,5	9,8
7 (sürücü yanı sağ)	27	27,8	0,8	3
8 (ön konsol orta)	24,5	27,8	3,3	13,5
9 (sağ ön konsol)	27	30,7	3,7	13,7
10 (sol ön konsol)	30,8	28,4	2,4	7,8
11 (diz altı)	26,4	27,6	1,2	4,5
12 (sol koltuk arka alt)	32,4	27,7	4,7	14,5
13 (koltuk arka alt)	25,3	27,4	2,1	8,3
14 (sağ koltuk arka alt)	29,9	27,6	2,3	7,7
En Yüksek Değer	42,3	32,5	9,8	23,2
En Düşük Değer	22,6	26,8	0,8	3
Ortalama	29,7	28,6	3,6	11,6

Çizelge 4.5’de ölçüm değeri kısmında en yüksek sıcaklık değeri 4 numaralı sensörde 42,3 °C olarak ölçülmüştür. En düşük sıcaklık değeri ise 1 numaralı sensörde 22,6 °C olarak ölçülmüştür. Ölçüm değeri ortalama sıcaklığı 29,7 °C iken analiz değeri 28,6 °C olarak hesaplanmıştır. Genel olarak analiz değeri ile ölçüm değeri arasındaki sıcaklık farkı ortalama olarak % 11,6 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 4.46'da kış koşulları için sıcaklık ölçüm ve analiz değerleri arasındaki fark grafiksel olarak ortaya konmuştur.



Şekil 4.46. Sıcaklık ölçüm ve analiz değerleri arasındaki farklılıklar

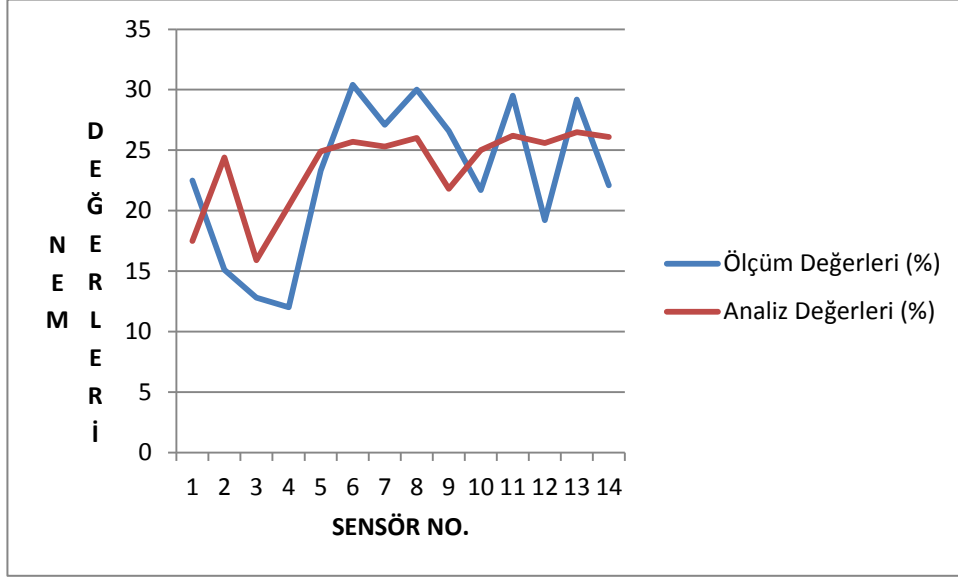
Çizelge 4.6'da kış koşulları için nem ölçüm ve analiz değerleri, sensör numara ve yerleri, ölçüm ve analiz değerleri arasındaki fark ve yüzde fark verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kış koşulları için nem ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırılması

Sensör Numarası ve Yeri	Ölçüm Değerleri (%)	Analiz Değerleri (%)	Fark	% Fark
1 (sağ ön menfez)	22,5	17,5	5	22,2
2 (sol ön menfez)	15,1	24,4	9,3	61,6
3 (sağ arka menfez)	12,8	15,9	3,1	24,2
4 (sol arka menfez)	12	20,4	8,4	70
5 (çıkış menfezi)	23,3	24,9	1,6	6,9
6 (sürücü yanı sol)	30,4	25,7	4,7	15,5
7 (sürücü yanı sağ)	27,1	25,3	1,8	6,6
8 (ön konsol orta)	30	26	4	13,3
9 (sağ ön konsol)	26,6	21,8	4,8	18
10 (sol ön konsol)	21,7	25	3,3	15,2
11 (diz altı)	29,5	26,2	3,3	11,2
12 (sol koltuk arka alt)	19,2	25,6	6,4	33,3
13 (koltuk arka alt)	29,2	26,5	2,7	9,2
14 (sağ koltuk arka alt)	22,1	26,1	4	18,1
En Yüksek Değer	30,4	26,5	9,3	70
En Düşük Değer	12	15,9	1,6	6,6
Ortalama	22,7	23,4	4,6	25,1

Çizelge 4.6 'da en yüksek nem ölçüm değeri 6 numaralı sensörde % 30,4 olarak ölçülürken, en düşük nem ölçüm değeri 4 numaralı sensörde %12 olarak ölçülmüştür. Ölçüm değeri ile analiz değeri arasındaki ortalama nem farklılığı %25,1 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 4.47’de kış koşulları için nem ölçüm ve analiz değerleri arasındaki fark grafiksel olarak ortaya konmuştur.



Şekil 4.47. Nem ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırması

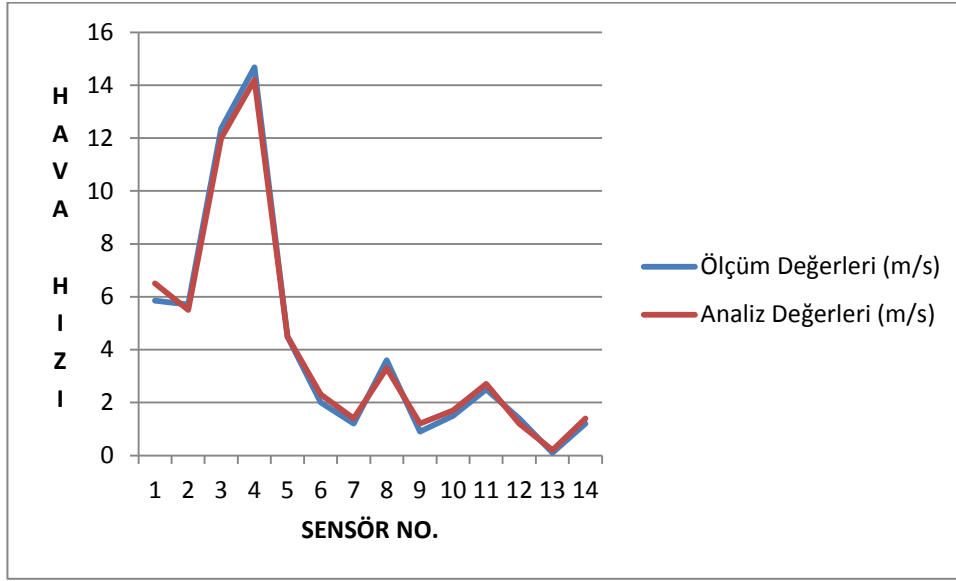
Çizelge 4.7’de kış koşulları için hava hızı ölçüm ve analiz değerleri, sensör numara ve yerleri, ölçüm ve analiz değerleri arasındaki fark ve yüzde fark verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kış koşulları için hava hızı ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırılması

Sensör Numarası ve Yeri	Ölçüm Değerleri (m/s)	Analiz Değerleri (m/s)	Fark	% Fark
1 (sağ ön menfez)	5,85	6,5	0,65	11,1
2 (sol ön menfez)	5,71	5,5	0,21	3,7
3 (sağ arka menfez)	12,36	12	0,36	2,9
4 (sol arka menfez)	14,68	14,2	0,48	3,3
5 (çıkış menfezi)	4,5	4,5	0	0
6 (sürücü yanı sol)	2	2,3	0,3	15
7 (sürücü yanı sağ)	1,2	1,4	0,2	16,7
8 (ön konsol orta)	3,6	3,3	0,3	8,3
9 (sağ ön konsol)	0,9	1,2	0,3	33,3
10 (sol ön konsol)	1,5	1,7	0,2	13,3
11 (diz altı)	2,5	2,7	0,2	8
12 (sol koltuk arka alt)	1,4	1,2	0,2	14,3
13 (koltuk arka alt)	0,1	0,2	0,1	10
14 (sağ koltuk arka alt)	1,2	1,4	0,2	16,7
En Yüksek Değer	14,68	14,2	0,65	33,3
En Düşük Değer	0,1	0,2	0	0
Ortalama	4,5	4,5	0,3	11,9

Çizelge 4.7’ de en yüksek hava hızı ölçüm değeri 4 numaralı sensörde 14,68 m/s olarak ölçülürken en düşük hava hızı değeri 13 numaralı sensörde 0,1 m/s olarak ölçülmüştür. Hava hızı ölçüm ve analiz değerleri arasındaki farkın yüzde olarak ortalaması %11,9 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 4.48’de kış koşulları için hava hızı ölçüm ve analiz değerleri arasındaki fark grafiksel olarak ortaya konmuştur.



Şekil 4.48. Hava hızı ölçüm ve analiz değerlerini karşılaştırma grafiği

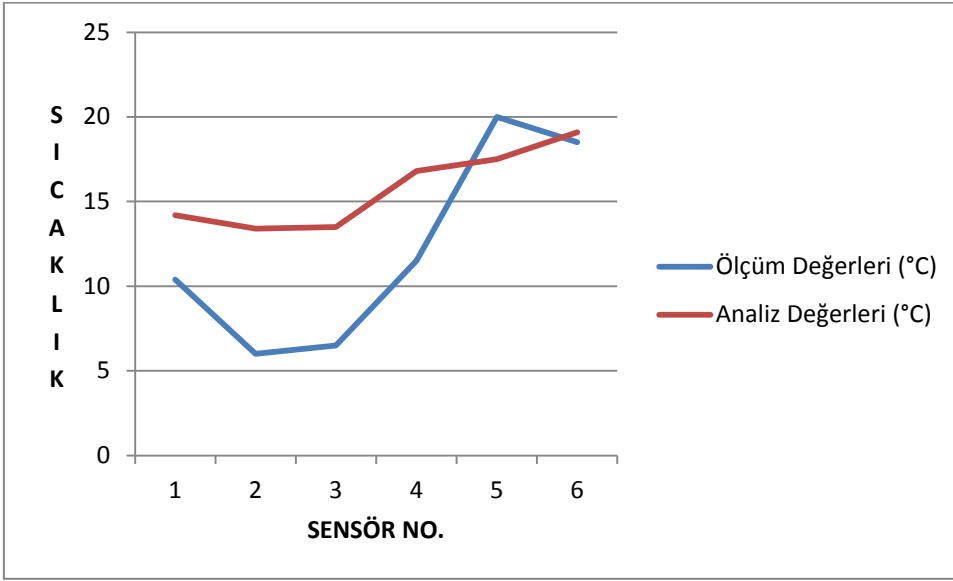
Çizelge 4.8’de yaz koşulları için sıcaklık ölçüm ve analiz değerleri ile bu değerler arasındaki fark ve yüzde fark verilmiştir.

Çizelge 4.8. Yaz koşulları için sıcaklık ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırılması

Sensör Numarası ve Yeri	Ölçüm Değerleri (°C)	Analiz Değerleri (°C)	Fark	% Fark
(1) sağ ön menfez	10,4	14,2	3,8	36,5
(2) sağ arka menfez	6	13,4	7,4	123,3
(3) sol arka menfez	6,5	13,5	7	107,7
(4) sol ön menfez	11,5	16,8	5,3	46,1
(5) kabin içi	19,99	17,5	2,49	12,5
(6) diz altı	18,5	19,1	0,6	3,2
En Yüksek Değer	19,99	19,1	7,4	123,3
En Düşük Değer	6	13,4	0,6	3,2
Ortalama	12,4	15,9	4,3	57,0

Çizelge 4.8’e bakıldığında en yüksek sıcaklık değeri 5 numaralı sensörde 19,99 °C olarak ölçülürken en düşük değer ise 2 numaralı sensörde 6°C olarak ölçülmüştür. Ölçüm ve analiz sıcaklık değerleri arasındaki farkın genel ortalaması %57 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 4.49 'da yaz koşulları için sıcaklık ölçüm ve analiz değerleri arasındaki fark grafiksel olarak ortaya konmuştur.



Şekil 4.49. Sıcaklık ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırma grafiği

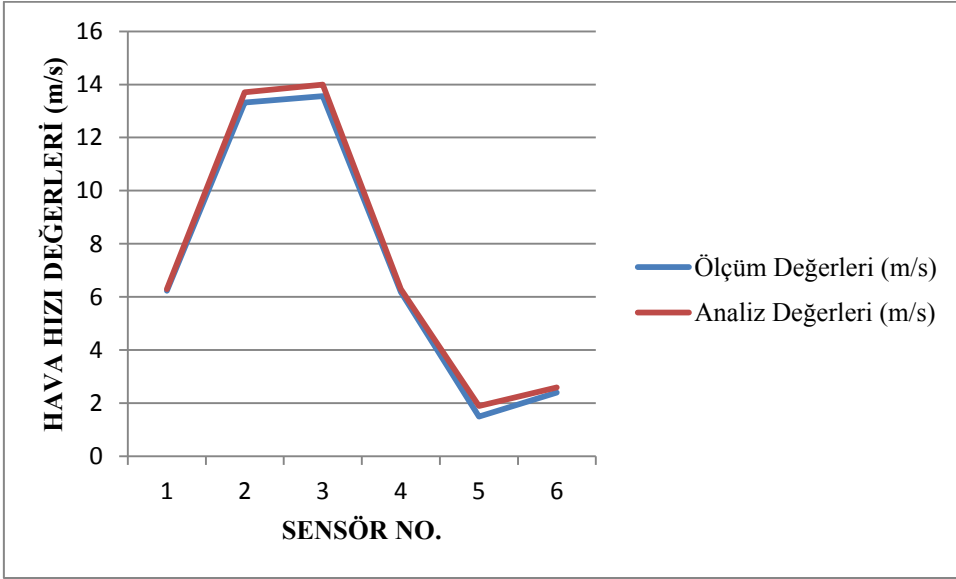
Çizelge 4.9 'da hava hızı ölçüm ve analiz değerleri, sensör numara ve yerleri ile ölçüm ve analiz değerleri arasındaki fark ve yüzde fark verilmiştir.

Çizelge 4.9. Hava hızı ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırılması

Sensör Numarası ve Yeri	Ölçüm Değerleri (m/s)	Analiz Değerleri (m/s)	Fark	% Fark
(1) sağ ön menfez	6,24	6,3	0,06	1
(2) sağ arka menfez	13,32	13,7	0,38	2,9
(3) sol arka menfez	13,56	14	0,44	3,2
(4) sol ön menfez	6,19	6,3	0,11	1,8
(5) kabin içi	1,5	1,9	0,4	26,7
(6) diz altı	2,4	2,6	0,2	8,3
En Yüksek Değer	13,56	14	0,44	26,7
En Düşük Değer	1,5	1,9	0,06	1
Ortalama	7,3	7,6	0,3	9,0

Çizelge 4.9 'a bakıldığında en yüksek hava hızı ölçüm değerinin 3 numaralı sensör noktasında 13,56 m/s olarak görülürken, en düşük hava hızı ölçüm değeri 5 numaralı sensör noktasında 1,5 m/s olarak görülmüştür. Ölçüm değerleri ile analiz değerleri arasındaki farkın genel ortalaması % 9 olarak hesaplanmıştır.

Şekil 4.50 'de yaz koşulları için hava hızı ölçüm ve analiz değerleri arasındaki fark grafiksel olarak ortaya konmuştur.



Şekil 4.50. Hava hızı ölçüm ve analiz değerlerini karşılaştırma grafiği

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Traktör kabini içerisinde yapılan sensör ölçümlerine dayanarak yaz ve kış koşulları için iki ayrı analiz yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarında sensör noktaları referans alınarak kabin içerisinde düzlemler oluşturulmuş ve bu düzlemler üzerinde sıcaklık, nem ve hava hızı değerleri kontur olarak gösterilmiştir. Ayrıca noktasal olarak ölçüm ve analiz değerlerinin karşılaştırılması grafik ve tablolar ile ifade edilmiştir. Bu karşılaştırma değerlerine bakıldığında aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

Traktör kabini içerisinde alınan noktalarda sıcaklık değerleri değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlik birçok faktöre bağlıdır. Bunlar; motordan kaynaklanan ısı, malzemelerin ısı taşınım katsayısındaki farklılıklar, güneş ışınlarının geliş açısı, traktörün sürücüsünden kaynaklanan ısı gibi çeşitli sebeplerden ortaya çıkmaktadır. Ölçüm değerleri ve analiz değerleri arasındaki farklılık ise analizin zamana bağlı yapılmamasından dolayı daimi koşullar kabul edilerek sıcaklığın kabin içerisine aynı üflendiği varsayılmıştır. Zamana bağlı analiz daha detaylı ve uzun süreli bir çalışma gerektirmektedir. Fakat bu analiz çeşidi ile daha doğru sonuçlar alınacağı düşünülmektedir.

Ölçüm ve analiz değerleri karşılaştırıldığında ortaya çıkan farklılıklar doğal karşılanmaktadır. Çünkü gerçek çeşitli ısı kayıpları, menfez içlerinden gelen havanın sıcaklık, hava hızı ve nem değerlerinin % 100 netlikte ölçülememesi gibi sebeplerden dolayı bu farklılıklar oluşmuştur.

Model validasyonu için toplanacak test datasında traktörün motor kompartmanı veya diğer ısı kaynaklarının olduğu yerlerden de sıcaklık toplanması gerekmektedir. Ayrıca traktör içinde data toplama noktalarının tam olarak koordinatlarının belirlenmesi, model validasyonunun daha doğru yapılabilmesine olanak sağlayacaktır.

Traktörün bulunduğu konum, tarih ve saat güneş yükünün belirlenmesinde etkin rol oynamaktadır. Bu sebepten doğru olarak belirlenmeli, mümkün ise bir kaç değişik model kurarak güneşin doğduğu nokta, dönüş yönü saate bağlı olarak incelenmelidir.

Bunların yanında daha sonraki çalışmalarda;

- Daha kompleks bir traktör geometrisi (traktör üzerindeki tüm girinti ve çıkıntıları içeren) veya daha fazla eleman sayısı kurulan modelin sonuçlar üzerindeki etkisinin incelenmesi yoluyla, bu tip bir çalışmada kullanılması gereken optimum eleman sayısının belirlenmesi,
- Motor bölümünde bulunan ve ısı yayan (motor, egzost, radyatör vs) komponentlerin ayrı ayrı modellenmesinin gerekliliği,

- Opak olmayan yüzeylere etkiyen güneş yükünün traktör içine etkisi (Fluent, sadece saydam ve yarı saydam yüzeyleri etkileyen güneş yükünü ele almaktadır),
- Traktör içinden nerelerden/kaç noktadan sıcaklık ve hız datası toplanmasının model validasyonu için optimum olacağı, konularının incelenmesi modelin gelişimini ve optimizasyonunu sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Akbulut C (2010). Düşük Hızlı Düşey Milli Mekanik Yüzey Havalandırıcının Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) Analizi. (Y. Lisans Tezi), Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Akdemir S, Öztürk S, Edis FO, Ülger P (2012). Soğuk Hava Depolarında Ortam Koşullarının Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) ile Modellenmesi. 27. Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 8(2), 241-248, Samsun.
- Anonim (2006). MMO Tesisat Mühendisliği Dergisi.
- Anonim (2010). Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği. www.anova.com.tr Erişim Tarihi: 30.02.2015
- Ansys Fluent Tutorial Guide, Release 14.0, 2011.
- Atış N (2011). Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (Cfd) Kullanılarak Samsun Koşullarına Uygun Farklı Sera Modellerinde Doğal Havalandırma Etkinliğinin Belirlenmesi. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Aybek A (1996). Çukurova Bölgesi'nde İklim Faktörlerinin Traktör Sürücülerine Etkileri ve Sürücü Çalışma Ortamlarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Çengel Y. A, Cimbala JM (2011). Akışkanlar Mekaniği Temelleri ve Uygulamaları. İzmir Güven Kitabevi, 937s, Türkiye.
- Çengel, Y. A., Cimbala, J. M. (2008). Akışkanlar Mekaniği Temelleri ve Uygulamaları, Çeviri Editörü: ENGİN, T., İzmir Güven Bilimsel Kitabevi, Türkiye.
- Fluent, Fluent v6.0 Introductory Fluent Notes, (2002)
- Güney HE (2010). Adyabatik Mikrokanallarda Akışın Fluent ile Modellenmesi. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Henry GM, Zoerb GC (1967). Environmental Control of Cabs for Operator Comfort. Canadian Agricultural Engineering, 9(1) : 12-16.
- Karamanoğlu Y, Mobedi M, Ertoz AO (2006). Pompa Tasarımının Geliştirilmesinde Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin Kullanılması. Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı 91: 46-55.
- Kalkan E (2007). Traktör Güvenlik Kabini Statik Yükleme Deneylelerinin Sonlu Elemanlar Yöntemi ile İncelenmesi. (Y.Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Kocabıçak Ü (1994). Traktör Güvenlik Kabinlerinin Konstrüksiyonu ve Kontrolü için Bir Analiz Modeli. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ Kütüphanesi, İstanbul.
- Kocaman C (2010). Gemi formlarının CFD kullanarak optimizasyonu. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Kukul O (2006). Butil Makinasının Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yardımıyla Analizi. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kut T (1984). Traktörlerde Sürücü Kabinlerinin Konstrüksiyon Esasları. Türkiye Ziraî Donatım Kurumu Mesleki Yayınları No.11, 112s, İstanbul.
- Özkol N (1994). Uygulamalı Klima Tekniği. Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı No.21, 164s, Ankara.
- Topçu F (2009). Piper J3 Model Uçağının Aerodinamik Katsayılarının Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) Yöntemi ile Bulunması. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uyar R (2008). Gıdaların Soğutma Simülasyonunda 3 Boyutlu Tarayıcıların Ve Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yazılımlarının Kullanımı. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

ÖZGEÇMİŞ

Serhat Öztürk, 29.03.1988 yılında İstanbul ili Fatih ilçesinde dünyaya geldi. 2006 yılında Avcılar Süleyman Nazif Süper Lisesi'nden mezun oldu. 2007 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. 2011 yılında lisans eğitimini tamamlayarak aynı yıl ve aynı üniversitede Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Yüksek lisans eğitimine burada halen devam etmektedir.