

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KÜLTÜR MERKEZLERİNDE YANGIN VE DUMAN
SİMÜLASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hasan KAMAL

Enstitü Anabilim Dalı : YANGIN VE YANGIN GÜVENLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Hakan Serhad SOYHAN

Eylül 2021

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÜLTÜR MERKEZLERİNDE YANGIN VE DUMAN
SİMÜLASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hasan KAMAL

**Enstitü Anabilim Dalı : YANGIN VE YANGIN
GÜVENLİĞİ**

Bu tez 16/09/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Hasan KAMAL

12/07/2021

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Hakan Serhad SOYHAN'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
YANGIN GÜVENLİĞİ VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	4
2.1. Duman Kontrol Sistemleri.....	4
2.2. Yangının Safhaları ve Oluşum Şekli	6
2.3. Yangın Sırasında Meydana Gelen Isı Transfer Türleri.....	9
2.4. Yangının İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri.....	10
2.5. Yangın Güvenlik Önlemleri	12
2.5.1. Pasif yangın güvenlik önlemleri	12
2.5.2. Aktif yangın güvenlik önlemleri.....	13
2.5.2.1. Yangın algılama ve uyarı sistemleri.....	13
2.5.2.2. Yangın söndürme ve duman kontrol sistemleri	14
BÖLÜM 3.	
MODELLEME VE SİMÜLASYON TEKNİKLERİ	15
3.1. Yönetmelikte Bulunan Tanımlamalar.....	23

BÖLÜM 4.

UYGULAMA	24
4.1. Kadir Topbaş binası.....	24
4.1.1. Farklı senaryolar için bina içerisindeki duman dağılımının incelenmesi.....	26
4.2. Necmettin Erbakan Külliyesi.....	42
4.2.1. Farklı senaryolar için bina içerisindeki duman dağılımının incelenmesi.....	44

BÖLÜM 5.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME	51
KAYNAKÇA.....	52
ÖZGEÇMİŞ	53

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AD-B	: Onaylı Belge B
CO	: Karbon Monoksit
DIN	: Alman Norm Enstitüsü
FEG	: Yangın Mühendisleri Rehberi
IST	: Entegre Güvenlik Teknolojisi
MHHR	: Örnek Yüksek Bina Direktifi
MHochR	: Örnek Yüksek Bina Direktifi
MRFC	: Çok Odalı Yangın Kodu
NFPA	: Ulusal Yangın Koruma Birliği
VfDB	: Alman Yangın Koruma Birliği

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Jet fan sistemi.....	5
Şekil 2.2. Jet Fanlar arasındaki mesafeler.....	5
Şekil 2.3. Jet Fan kullanılan bir yapıda duman ve havanın hareketi.....	6
Şekil 2.4. Kapalı bir ortamda yangının gelişme aşamaları.....	7
Şekil 3.1. Örnek yangın modeli.....	15
Şekil 3.2. Otopark yangın simülasyonu	16
Şekil 3.3. Bir tiyatro salonuna dair model ve simülasyon aşamaları	17
Şekil 3.4. Malzeme kütüphanesi	18
Şekil 3.5. Mesh optimizasyonu ve simülasyon aşamasına geçiş	19
Şekil 3.6. Senaryoların oluşturulması	19
Şekil 3.7. Senaryoların oluşturulmasında her kat ayrı olarak değerlendirilebilmektedir.....	20
Şekil 3.8. Sayısal çözümleme.....	21
Şekil 3.9. Yangın güvenliği analizi	22
Şekil 4.1. Kadir Topbaş binası üst görünüşü.....	24
Şekil 4.2. Kadir Topbaş binası izometrik görünüşü	25
Şekil 4.3. 0-100 saniye aralığında dumanın binadaki dağılımı	27
Şekil 4.4. 200 saniye sonra dumanın binadaki dağılımı.....	27
Şekil 4.5. 300 saniye sonra dumanın binadaki dağılımı.....	28
Şekil 4.6. 100 saniye sonra sıcaklığın dağılımı.....	29
Şekil 4.7. 100 saniye sonra hız dağılımı	30
Şekil 4.8. 200 saniye sonra sıcaklığın dağılımı.....	31
Şekil 4.9. 200 saniye sonra hız dağılımı	32
Şekil 4.10. 300 saniye sonra sıcaklığın dağılımı.....	33
Şekil 4.11. 100'üncü saniyede dumanın otoparktaki dağılımı.....	34
Şekil 4.12. 200'üncü saniyede dumanın otoparktaki dağılımı.....	35

Şekil 4.13. 300'üncü saniyede dumanın otoparktaki dağılımı.....	36
Şekil 4.14. 100'üncü saniyede sıcaklık ve dağılım hızı	37
Şekil 4.15. 200'üncü saniyede sıcaklık değerleri.....	38
Şekil 4.16. 200'üncü saniyede dağılım hızı	39
Şekil 4.17. 300'üncü saniyede sıcaklık ve dağılım hızı	40
Şekil 4.18. Necmettin Erbakan Külliyesi üst görünüşü	43
Şekil 4.19. Necmettin Erbakan Külliyesi yan görünüşü	43
Şekil 4.20. Necmettin Erbakan Külliyesi izometrik görünüşü.....	44
Şekil 4.21. 100'üncü saniyedeki dumanın bina içerisindeki dağılımı	45
Şekil 4.22. 200 saniye sonraki duman dağılımı	46
Şekil 4.23. 300 saniye sonraki duman dağılımı incelenmiştir.	47
Şekil 4.24. 100'üncü saniyedeki dumanın bina içerisindeki sıcaklık ve hız dağılımı.....	48
Şekil 4.25. 200'üncü saniyedeki dumanın bina içerisindeki sıcaklık ve hız dağılımı.....	49
Şekil 4.26. 300'üncü saniyedeki dumanın bina içerisindeki sıcaklık ve hız dağılımı.....	50

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Yanma üçgeni	3
-------------------------------	---

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Yangın güvenliği, simülasyonu

Dünya nüfusunun %50'sinden fazlası artık şehirlerde yaşamaktadır. Bu oran her geçen gün artmaktadır. Özellikle Çin ve Hindistan gibi nüfusu yoğun olan ülkelerde bu trend daha da hızlanarak artıyor. Bu nüfus artışını karşılamak için modern şehirlerin çoğunda yüksek binalar gökyüzüne doğru uzanmaktadır. Böylece kısıtlı olan alanlarda artan sayıda insan barındırma ihtiyacını karşılamak için, uygun maliyetli konut ve çalışma alanı sağlama ihtiyacını karşılayacak yüksek binalar inşa edilmektedir. Bu şekilde yüksek katlı kuleler inşa edilerek arazi kullanımını ve ekonomik verimliliği en üst düzeye çıkarılmaktadır. Bu çalışmada her geçen gün sayısı artan yüksek yapıların yangın güvenliği bir simülasyon çalışması ile incelenmiş elde edilen verilerle optimal sonuçlara ulaşmaya çalışılmıştır.

FIRE AND SMOKE MODELING IN CULTURAL BUILDINGS

SUMMARY

Keywords: Fire burn, simulation

More than 50% of the world's population now lives in cities. This rate is increasing every day. Especially in densely populated countries such as China and India, this trend is accelerating and increasing. To accommodate this population growth, high-rise buildings in most modern cities extend to the sky. Thus, high-rise buildings are being built to meet the need to provide cost-effective housing and work space to accommodate the growing number of people in restricted areas. In this way, high-rise towers are built, maximizing land use and economic efficiency. In this study, the fire safety of high buildings, whose number is increasing every day, was examined by a simulation study and the data obtained tried to achieve optimal results.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Yangın yanabilen maddelerin, çevresine değişik oranlarda ısı ve ışık yayarak, kontrol dışı yanmasıdır. Yanmanın başlaması ve sürebilmesi için gereken; yanıcı madde (yakıt), yakıcı madde (oksijen) ve tutuőturma (ateşleme kaynağı) uygun koőullarda bir araya gelmesine yanma üçgeni denir (Tablo 1.1.).

Yanma, ısı, oksijen ve yanıcı maddenin uygun şartlar altında gerekli oranlarda birleőmesi sonucu meydana gelen kimyasal bir reaksiyondur. Başlangıç itibariyle ısı alan (endotermik), daha sonraki aşamada ısı veren (ekzotermik) özellikte olacaktır. Yanmanın gerçekteőebilmesi için; şekil 1.1.'de görüldüğü gibi 3 temel unsur olan ve yangın üçgenini oluőturan yanıcı maddenin, oksijenin ve ısıнын uygun şartlar altında bir araya gelmesi gerekir (Sertkan, 10.06.2020).











Ateş ve yanma sık sık birbiri yerine kullanılan terimlerdir. Yanma kendi başına ilerleyen bir kimyasal tepkime olup benzeri tepkimeleri teşvik eden enerji ve ürünler ortaya çıkarır. Yanma, daha önce tanımlandığı üzere, ekzotermik bir tepkimedir. Ateş ise kendi başına hızlı bir şekilde ilerleyen oksidasyon iőlemi olup değişen oranlarda ısı ve ışık ortaya çıkarır. Tepkimenin oluőması için geçen süre tepkimenin çeőidini belirler. Bu tepkimeler kısa bir zaman içinde yüksek miktarda enerji bırakırlar (<https://www.nist.gov/image/kitchen-flashover>, Erişim Tarihi: 10.06.2021).

Yangınlar genelde bilgisizlik (maddelerin yangına neden olabilecek özelliklerini yeterince bilmemek), tedbirsizlik-ihmal (tehlikeleri bildiğimiz halde gerekli önlemleri almamak), dikkatsizlik (olası riskleri değerlendirmemek veya görmezlikten gelmek), kazalar (kontrol dışı olaylar), sıçrama (kontrol dışına çıkma, çevre yapılara sirayet etme), doğa olayları (yıldırım düşmesi, güneő ışınları, rüzgâr ve kıızıőmalar) ve sabotaj (kasıt) nedeniyle çıkabilir.

Yangın güvenliği, yangın sonrası meydana gelebilecek can ve mal kaybını, muhtemel tahribatı azaltmaya yönelik uygulamalar kümesidir. Yangın güvenliği önlemleri, kontrolsüz bir yangının oluşmasını önlemek için yapılması gerekenleri ve başladıktan sonra yangının yayılımını ve olumsuz etkilerini sınırlamak için alınan tedbirleri içerir.

Yangın güvenliğine yönelik tehditler genellikle yangın tehlikesi olarak adlandırılır. Bir yangın tehlikesi, yangın olasılığını artıran veya bir yangın meydana geldiğinde kaçmayı engelleyebilecek bir durumu içerebilir. Yangın güvenliği genellikle bina güvenliğinin bir bileşenidir. Yangın güvenliği önlemleri, bir binanın inşası öncesinde ve esnasında planlanan yangın öncesi, esnası ve sonrası tedbirlerin tamamını kapsar. Dünya nüfusunun %50'sinden fazlası artık şehirlerde yaşamaktadır ve bu oran her geçen gün artmaktadır. Özellikle Cakarta (34.540.000 kişi), Delhi (29.617.000), Manila (23.088.000), Seul (21.794.000), Şanghay (22.120.000) ve New York (20.870.000) gibi şehirler 20 milyon kişiyi aşan nüfusuyla dünyanın en kalabalık şehirleri arasında yer almaktadır. Nüfusu yoğun olan bu şehirlerde yüksek bina inşası trendi daha da hızlanarak artmaktadır.

Tablo 1.1. Yanma üçgeni [(HAKAN SERHAD SOYHAN, 2020)]

Yanma	Yangın üçgeni durumu	Açıklama
		Oksijen, ısı ve yanıcı madde olmasına karşın oksijen ve ısı yeterli miktarda olmadıkları için yanma olayı meydana gelmez.
		Yeterli miktarda oksijen ve ısı bulunmakta ancak yanıcı madde olmadığından yanma gerçekleşmez.
		Yeterli miktarda oksijen ve yanıcı madde olmasına karşın üçgeni oluşturacak ısı olmadığından yanma gerçekleşmez.
		Yeterli miktarda ısı ile yanıcı madde bulmakta ancak oksijen olmadığından yanma gerçekleşmez.
		Yeterli miktarda oksijen ve ısı ile yanıcı madde ortamdadır. Yanma olayı gerçekleşir.

İstanbul, 15.154.000 nüfusu ile dünyanın en kalabalık şehirleri arasında 22. sırada yer almaktadır (Tablo 1.1). Giderek artan nüfusu karşılamak için İstanbul'da ve dünyadaki modern şehirlerin çoğunda yüksek binalar gökyüzüne doğru uzanmaktadır. Böylece kısıtlı olan alanlarda artan sayıda insan barındırma ihtiyacını karşılamak için, uygun maliyetli konut ve çalışma alanı sağlama ihtiyacını karşılayacak yüksek binalar inşa edilmektedir. Bu şekilde yüksek katlı kuleler inşa edilerek arazi kullanımını ve ekonomik verimliliği en üst düzeye çıkarılmaktadır. Bu çalışmada her geçen gün sayısı artan yüksek yapıların yangın güvenliği bir simülasyon çalışması ile incelenmiş elde edilen verilerle optimal sonuçlara ulaşmaya çalışılmıştır.

BÖLÜM 2. YANGIN GÜVENLİĞİ VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Günümüz yerleşkesinde arsaların pahalı ve küçük olduğunu biliyoruz. Bunun verdiği sebebiyetle yüksek binaların sayıları gün geçtikçe artmaktadır. Yüksek binalarda alçak binalara göre daha fazla insan yaşadığından tehlike daha da artmaktadır ve bu nedenle yüksek binalarda yangın güvenliği planlanması daha fazla önem arz etmektedir.

2.1. Duman Kontrol Sistemleri

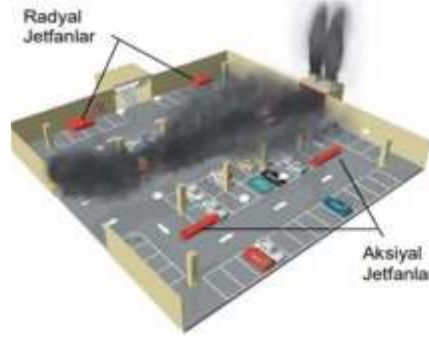
Dumanların yangının olduğu materyalden uzaklaşıp taşınmasını ve söndürülmesini değil insanların yapıdan sakince ve kazasız bir biçimde tahliye edilmesi için de Duman Kontrol Sistemleri tasarlanmıştır.

Duman kontrol ve tahliye sistemlerinin amacı can güvenliğini sağlamaktır. İnsanların yangın mahallini terk edinceye kadar solunum yaparak yaşayabileceği bir hava kalitesi sağlayabilmektir. İnsanların olası bir kaos haline girdiklerinde dumanla karşılaşmamaları, görüş mesafelerinin azalmaması ya da solunum zorluğu çekip kaçarken hayatlarını kaybetmemeleri için merdiven çıkışları, asansör holleri gibi alanlara duman girmesi engellenmelidir.

Birçok binada sprinkler sistemleri, yangın algılama sistemleri, söndürme sistemleri ya da yangını pasif engelleme sistemleri bulunmaktadır. "O zaman duman kontrolü yapılmasına ne gerek var?" diye düşünülebilir. Ancak yangınlarda dumandan zehirlenerek ölen insanların sayısı yanarak ölen insanların sayısından çok daha fazladır. Bu yüzden aslında duman, yangından ve alevden çok daha risklidir.

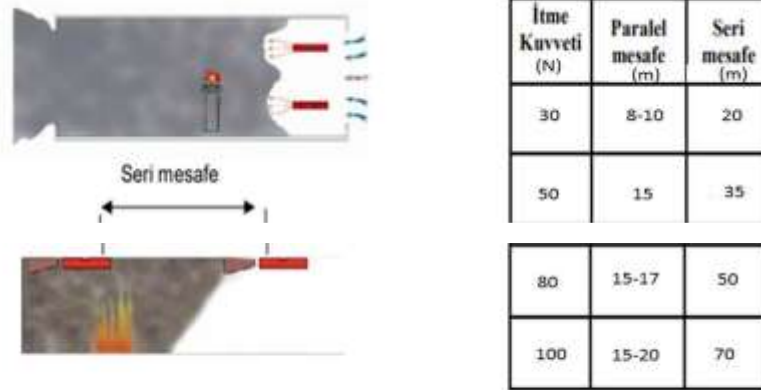
Duman tahliyesine yardımcı olana mekanik sistemler; yangın esnasında meydana gelen dumanlı ortamın hızlı bir şekilde temizlenmesi amacıyla tahliyesini sağlayan

mekanik sistemlerdir. Jet fanlar en çok kullanılan çeşitlerindedir (Şekil 2.1.). Jet fanlar meydana getirdikleri itme kuvveti sayesinde ortamda bulunan hava kütlelerini hızlı bir şekilde iterek ve sürükleyerek geniş bir alanda olan havayı harekete geçirirler. Çevrelerinde geniş bir alanda etkili olurlar (İmco, 2018).



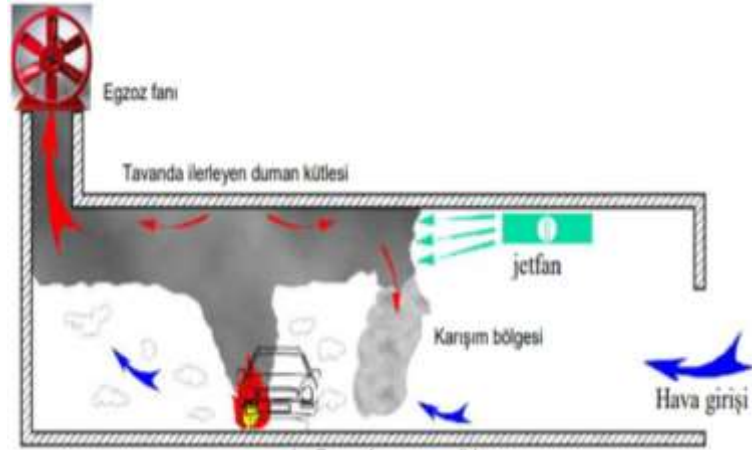
Şekil 2.1. Jet fan sistemi

Jet fanlar seçilirken itme kuvvetleri dikkate alınır. Şekil 2.2.'de görüldüğü gibi mesafe olarak etki alanı belirlenen fanlar, paralel bağlanabildiği gibi seri olarak da uyumlu şekilde ve mimariye uygun olarak tasarlanırlar [5].



Şekil 2.2. Jet Fanlar arasındaki mesafeler

Jet fanlar, Şekil 2.3.'te bir otopark örneğinde görüldüğü gibi yangın bölgesinde bulunan gazları, tozları veya yangın kaynaklı dumanı yeni alanlara yayılmadan tahliye noktalarına taşımaktadır.



Şekil 2.3. Jet Fan kullanılan bir yapıda duman ve havanın hareketi.

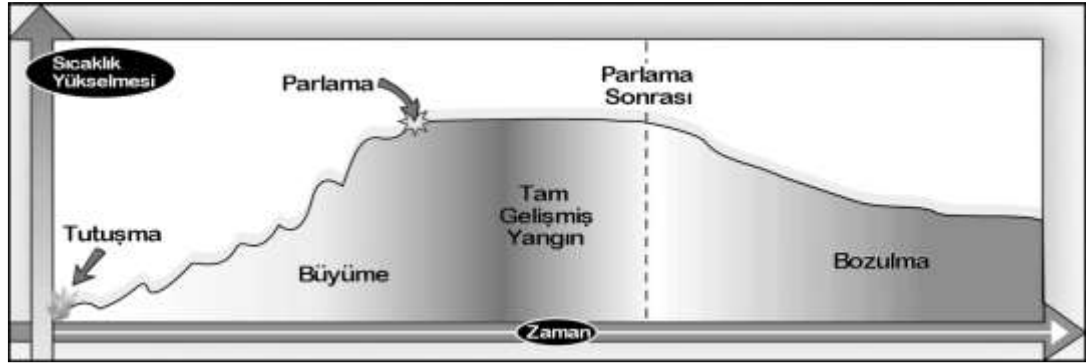
2.2. Yangının Safhaları ve Oluşum Şekli

Ülkemiz yönetmeliklerinde bina yüksekliği 21.50 m'den, yapı yüksekliği 30.50 m'den fazla olan binalar yüksek bina olarak tanımlanmıştır. Yapı yüksekliği 51.50 m'nin üzerinde olan binaların hol ve koridor gibi ortak alanlarında duman kontrol sistemi yapılması mecburîdir. Kapalı bir ortam için yangının evreleri:

Kapalı ortamda yangının gelişmesi ise, açık ortamlardan daha karmaşıktır. Kapalı ortamdaki yangın terimi, böyle ortamlarda ortaya çıkan yangınları tarif için kullanılmaktadır. Kapalı ortam yangınlarının büyümesi ve gelişmesini yakıt ve oksijenin varlığı kontrol eder. Mevcut yakıt miktarı sınırlı olduğunda, yangın yakıt kontrollüdür denir. Mevcut oksijen miktarı sınırlı olduğunda da şartlar havalandırma kontrollüdür denir. Son zamanlarda, araştırmacılar kapalı ortam yangınlarını yangının gelişmesi sırasında görülen aşamalar veya evreler açısından tanımlamaya teşebbüs etmektedirler.

Yangını 4 bölümde inceleyebiliriz (Şekil 2.4.):

1. Tutuşma, Yangının başlangıç evresi
2. Büyüme, Yangının gelişim evresi
3. Tam gelişmiş yangın
4. Bozulma, Korlanma (sönme) evresi



Şekil 2.4. Kapalı bir ortamda yangının gelişme aşamaları (Stowell & Murnane, 2013)

Yangının ilk evresi olan başlangıç evresinde alevler parlak değildir. Fazla duman çıkışı gözlenmez ve çok az ısı akışı görülür. Bu evrede, alevler henüz çoğalmamıştır. Ama kısa bir süreç diliminde yangın çıkan bölgede, tavadan başlayarak dumanla dolmaya baslar. Binadaki alevler büyüdükçe ve ortam sıcaklığı arttıkça yangın, gelişme aşamasına doğru ilerler. Yangın sonucu oluşan duman, yukarıya doğru yükselir. Tutuşmaya başladığı zaman oksijen yeterli seviyededir. Ama henüz ısı, yeterli düzeye gelmediğinden yanıcı maddeler tam yanmaya başlamamıştır. Bu süreçte hala duman içinde yanmamış gazlar yer almaktadır. Binadaki ortam sıcaklığının artması ile birlikte yanmamış gazlar ısınmaya ve tutuşma seviyelerine ulaşmaya başlarlar. Bu aşamada odanın yüksek seviyelerinde kısmi alevlenmeler, tutuşmalar meydana gelir.

Yangının gelişim evresinde alevleri ortam dışından görülebiliriz. Duman ulaşabileceği maksimum noktası olan tavan kısmına ulaştığında tavandaki sıcak gaz tabakası oluşumu başlar ve oluşan ısı yayılımıyla binanın farklı açındaki bölümlerine hızlı bir biçimde ulaşır. Binanın oksijen seviyesi ortalamanın üst seviyesinde ise parlama meydana gelir. Bu kötü durumlara yol açabilir. Bina içinde belirli güvenlik sistemlerinin olması bu yüzden önem taşır. Binadaki duman yoğun ise karbon monoksit zehirlenmesine yol açabilir. Bunun için binanın her alanında güvenlik sistemleri önem vererek ve belirli kurallara uyarak yapılmalı ve dönemsel kontrollerden geçmelidir. Yüksek bir bina ile dar bir bina arasındaki fark, ısının daha kararlı bir şekilde hareket etmesi ve yangının gelişmesine neden olmasıdır. Dar alanlarda, radyasyon ve ısı, yangın bölgesindeki tavan ve duvarlar ateşle birlikte hareket ederek yangının gelişmesine neden olur.

Yangının gelişim evresi

- Kararlı halde yanma evresidir,
- Bol miktarda oksijen vardır,
- Alev ve ısı yayılması görülür,
- Bol miktarda yanıcı ve zehirli gaz açığa çıkar,
- Sıcaklık daha çok yukarılarda olduğundan yere yakın yerler daha az tehlikelidir.

Tam gelişmiş yangın evresinde; kapalı alandaki yangın binasının tamamına yayılmış, içerideki cisimler erimeye ve yüksek bir ısıyla yanmaya başlamıştır. Tam gelişmiş yangın evresinde, yangının meydana geldiği mekândaki havalandırmanın sınırlı olduğu durumdan kısa bir zaman sonra yanma, yetersiz oksijenle devam edebilecektir. Bununla beraber, binanın sıcaklığı, yanıcı üründen buharın çıkması ve yanıcı maddenin alevsiz yanması için yeterli olabilmektedir. Bu durum, ortamda yüksek miktarda tutuşabilir gazların oluşmasına neden olmaktadır. Bu koşullar altında, havalandırmanın farklılaşmasıyla birlikte içeriye temiz hava girmesine izin verilerek, havanın ortamda oluşumu sağlanan yoğun gazlarla karışmasına neden olunmaktadır. Eğer, başlangıçtaki yangında oluşan kor halinde ve parlayan alev gibi yeterli tutuşma kaynağı olursa, bu gazları tutuşturacaktır. Yeni bir açıklığın oluşumu, içeriye girecek yoğun oksijen nedeniyle alevlenmeye neden olacaktır. Bu durum patlamayla sonuçlanacaktır.

Tam gelişmiş yangın evresinde, iç mekanlardaki yangın bina boyunca yayılmış ve yangın bölgesinde bulunan nesnelere artan sıcaklıkla ısınmaya ve sonrasında yanmaya başlar. Tam gelişmiş bir yangın fazında, yangının meydana geldiği yerdeki havalandırma sınırlı kaldıktan sonra yanma kısa bir süre için yetersiz oksijen ile devam edebilecektir. Bununla birlikte, binanın sıcaklığı, buharın yanıcı üründen salınması ve yanıcı maddenin alevsiz yanması için yeterli olabilir. Bu, çevrede büyük miktarda yanıcı gaz oluşmasına neden olur. Bu koşullar altında, içeriye hava girerse, giren hava çevrede oluşan yoğun dumanla karışırsa yangın başında oluşan kor ve parlayan bir

alev gibi yeterli ateşleme kaynağı varsa, bu gazları tutuşturur. Yeni bir açıklık oluşursa, içine giren hava alevlenmeye ve akabinde patlamaya neden olabilir.

Korlanma evresi içten yanma evresi olarak tanımlanabilir. Korlanma (sönme) evresinde yanma yerini korlanmaya bırakır ve giderek azalan alevler bulunmaktadır. Alevlerdeki azalma ile daha çok duman ve gaz çıkışı görülür, oksijen azalarak yangın sönmeye başlar.

Yangının korlaşma evresi içten yanma evresi olarak ta tanımlanmaktadır. Yangının devam etmesi için yeterli oksijen olmadığından tam yanma olmaz. Bununla birlikte, kararlı halde yanma evresinde oluşan ısı devam etmektedir ve içeri oksijen girdiği anda yanacak olan yanmamış karbon parçacıkları ve diğer parlayıcı yanma ürünleri de vardır. Havanın uygun olmayan şekilde, örneğin kapı açılarak ya da cam kırılarak girmesi tehlikeli hallere yol açar. Bununla birlikte “geri tepme (back draft)” olarak adlandırılan tehlikeli durumlar ortaya çıkabilir. Bunun belirtileri ise şunlardır:

- Küçük açıklıklardan basınçlı duman çıkışı,
- Yoğun siyah dumanlar,
- Çok az veya görülemeyen alevler,
- Dumanın üfleme şeklinde dışarıya çıkması,
- Boğuk sesler

2.3. Yangın Sırasında Meydana Gelen Isı Transfer Türleri

Yangın egzotermik bir tepkime olup ısı açığa çıkmasına neden olur. Yanma zincir reaksiyonlarla büyür ve yanma odasındaki maddeler tutuşma sıcaklığına ulaşarak yanmaya başlar. Isı sıcak noktadan daha düşük sıcaklıktaki noktalara taşınır. Bu taşıma esnasında ısı iletimi, ısı akımı, ısı yayılımı gibi fiziksel olaylar bazen tek tek bazen de birlikte rol oynarlar yangınların çoğunun parlama ve söndürülmesinde ısı transferinin çok büyük önemi vardır.

Isı transferi ışınım, taşınım ve iletim şeklinde gerçekleşir. Işınım maddelerin, bir taşıyıcı olmaksızın sıcaklığı elektromanyetik salınımlar yoluyla yayması olayıdır. Isınan maddenin rengine bağlı olarak etkilemesi farklı olur. İletim ise katı, sıvı veya gaz bir ortam içerisinde bulunan kısımlar arasında direkt fiziki temas ile meydana gelir. Akışkan hareketi ile ısı enerjisinin bir yerden başka bir yere aktarımı ise “taşınım” olarak tanımlanır. Sıvı veya gaz ortamlarında, sıcaklık farkı nedeniyle ısı enerjisi bir ortamdan diğerine aktarılır.

2.4. Yangının İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

- Sıcaklık Etkisi:

Ortam sıcaklığı ve ısı akışı hem güvenli tahliye süresine hem de söndürme yapacak ekiplerinin yangına müdahale edebilmesinde etkili bir faktördür. Sıcak metal yüzeylere, koruyucu olmadan deriyle kısa süreli dokunmalar nedeniyle deride kalıcı hasarlara neden olabilmektedir.

- Duman Etkisi:

Dumanın zararlı ve zehirli özellikleri uzun zamandır bilinmekte ve yangın vakalarında ölümlerle sonuçlanan durumların temel nedenlerinden biri olarak tanımlanmaktadır. Yangından kaynaklanan gazlar ve duman konsantrasyonu güvenli tahliye ve geri çekilme hızı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Bir malzemenin pirolizi ya da yanması sırasında, ortamda oluşacak sıvı, katı ve gaz taneleri ortaya çıkmaktadır. Yangın bölgesinden etrafa yayılmakta olan bu kütlelerin bünyesinde dışarıdan taze hava ile oluşan karışıma duman adı verilmektedir.

Dumanın olumsuz etkisi iki şekilde ortaya çıkmaktadır;

1. dumanın zehirlilik etkisi / dumanın öldürücü etkisi,
2. dumanın diğer ölümcül etkileri.

- Dumanın niteliği ve miktarı:

Duman, buhar ve zehirli gazlar yangın sırasında birlikte ortaya çıkarlar. Bu durumda hangi ürünün zararlı etki oluşturduğunu tespit etmek oldukça zordur. Duman, çok küçük parçalar ve yoğunlaşmış buhar içeren parçalı bir yapıdır. Duman önemli ölçüde, yangın sırasında gözlenebilen ve gözle görülebilir yanma ürünlerinden oluşur. Gaz ise bina normal sıcaklığına döndüğü zaman bile gaz olarak var olan bir yanma ürünüdür. Buhar, yangın sırasında gaz olan ancak normal sıcaklıkta sıvı veya katı fazına dönen bir yanma ürünüdür.

Dolayısıyla, dumanın niteliği incelenirken göz önünde bulundurulması gereken üç önemli faktör vardır. Bunlar;

- Duman karartması ve görüş mesafesindeki düşüşün yol açtığı tehlikeler
- Gaz ve buharların toksik etkileri
- Dumanın da etkili olduğu aşırı sıcak ortamın insan hayatı üzerindeki olumsuz etkileridir. Bir yangındaki duman üretiminin yaklaşık hızı, yükselen sıcak gaz ve alev sütunu içine, havanın sürüklenme ve kirlenme hızıdır. Havanın sürüklenme hızı;
- Yangının çevresel uzunluğuna,
- Yangında yayılan ısı miktarına,
- Yangın üzerindeki sıcak gaz sütununun etkili yüksekliğine (tavanın altında oluşan duman ve sıcak gaz katmanının alt seviyesi ile kat zemini arasındaki mesafeye) bağlıdır.
- Duman ve zehirlilik ilişkisi:

Yangında oluşan zehirli gaz ve buharlara canlıların nasıl bir fizyolojik tepki verdiği bilinmektedir. Genellikle;

- Oksijeni tüketerek boğulmaya,
- Solunum yollarını tahriş ve tahrip etme, akciğerleri zedeleme,
- Sinir sisteminde, kanda ve hücrelerde hasara yol açabilmektedirler.

2.5. Yangın Güvenlik Önlemleri

Yapıları, binaları, evleri yangından korumak amacı ile tasarı ve yapı aşamasında belirli kuralları göz önünde bulundurarak yetkili insanlar çeşitli önlemler almak zorundadır. İlk önce yanmaya sebebiyet veren veya büyümesine neden olacak her türlü sorunu çözüme kavuşturmaları gerekmektedir.

Bazı zamanlar dikkatsiz ve kontrolsüz davranışların oluşturduğu yangınlar ortaya çıkmaktadır. Bazı zamanlarda ise teknik sorunlar bu yanmaya sebebiyet vermektedir. Bu gibi durumlarda yangını engelleyen, büyüüp harlanmasını durduran, dışa çıkımın ve söndürme olanaklarına yer verilen bitirici önlemlerin bulunması gerekmektedir. Binalarda yangın güvenlik tedbirleri iki şekilde ele alınmaktadır. Bunlar;

- Pasif yangın güvenlik önlemleri
- Aktif yangın önlemleridir.

2.5.1. Pasif yangın güvenlik önlemleri

Yangın güvenliğinde pasif önlemler yapının tasarım, proje aşamasından başlayarak yapının uygulamasında da devam eden binada kalıcı işlevi bulunan önlemlere denir.

Kaçış yolları BYKHY’de tahliye yolu; bir yapının herhangi bir noktasından zemin seviyesindeki caddeye kadar olan devamlı ve engellenmemiş yol olarak tanımlanmaktadır. Tahliye yollarının tamamı;

- Oda ve diğer bağımsız mekânlardan çıkışlar,
- Her kattaki koridor ve benzeri geçitler,
- Kat çıkışları,
- Zemin katına ulasan merdivenler,
- Zemin katta merdiven başından aynı katta yapı çıkışına götüren yollar, son çıkış olarak belirtilmektedir.

2.5.2. Aktif yangın güvenlik önlemleri

- Yangın algılama ve uyarı sistemleri,
- Duman kontrol sistemleri,
- Yangını söndürme ve engelleme elemanları,
- İtfaiye yaklaşım ve erişimidir.

2.5.2.1. Yangın algılama ve uyarı sistemleri

Yangın çoğu zaman önemsemediğimiz ve dikkat vermediğimiz zamanlarda oluşur. Yangını algılama ve uyarı sistemi bu dikkatsizliği absorbe etmek için kullanılır. Biz dikkat etmesek bile dedektör verdiği sinyaller ile bizi uyarır ve yangın büyümeden veya bir hasara sebebiyet vermeden söndürülmesi işleminde çok büyük faydalar sağlayabilir.

Yangın oluşumunda en küçük kıvılcımı bile algılayan teknolojiler zamanımızın getirisiyle mevcuttur. Çalışma alanlarında, evlerimizde, okuduğumuz binalarda bu işleme önem göstermemiz ve dedektör takmamız büyük önem arz etmektedir.

- Yangın Dedektörleri:

Dedektörler çeşitlerine göre bir veya birkaç veride algılama yaparak santrale bilgi gönderir. Kullanım yerinin özelliğine göre uygun dedektör seçimi yapılmalıdır.

Günümüzde dedektörler aşağıdaki gibi sınıflandırılır;

1. Optik alev dedektörleri
2. Duman dedektörleri
3. Sıcaklık algılama dedektörleri
4. Gaz dedektörleri

2.5.2.2. Yangın söndürme ve duman kontrol sistemleri

İnsanlı yangın söndürme elemanları;

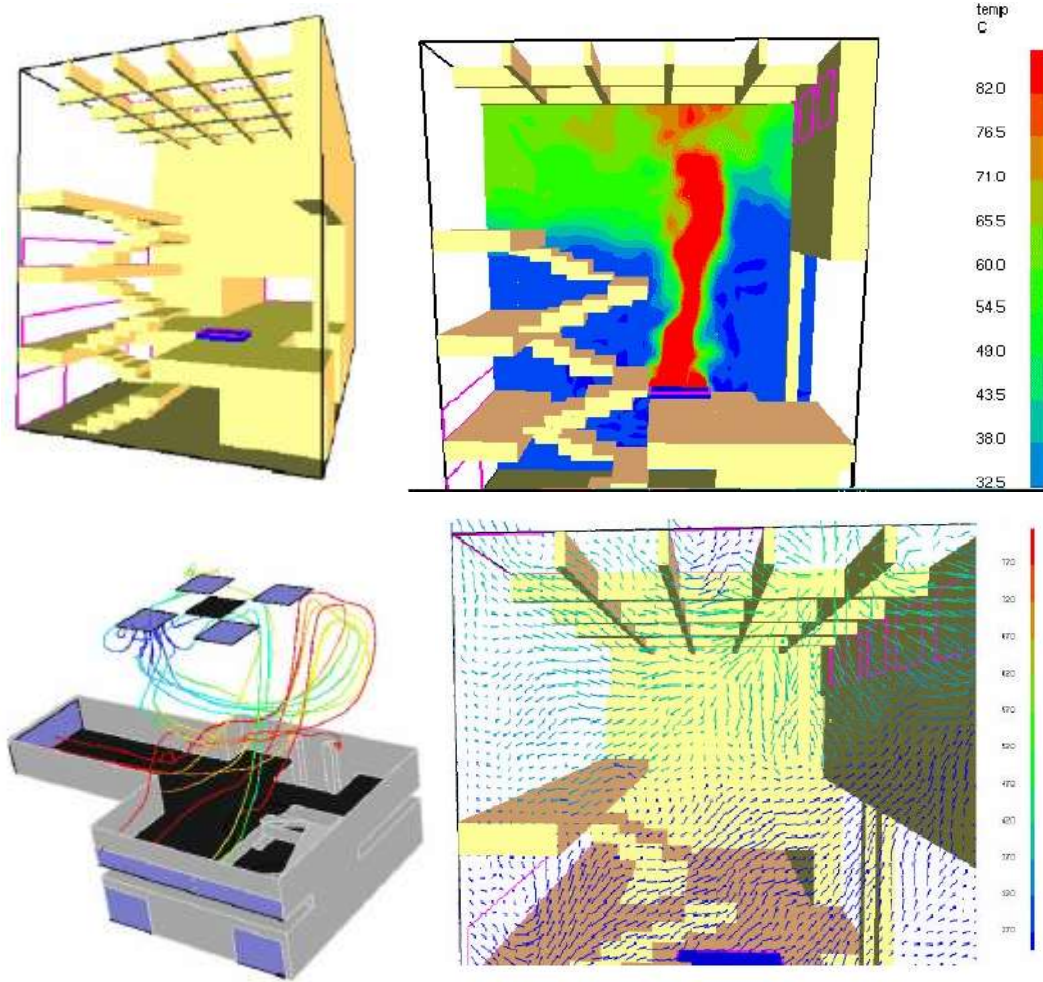
- Yangın dolapları ve sabit boru tesisatı,
- Bina dışı hortum (hidrant) sistemi,
- Taşınabilir yangın söndürücüleridir.

Otomatik yangın söndürme sistemleri;

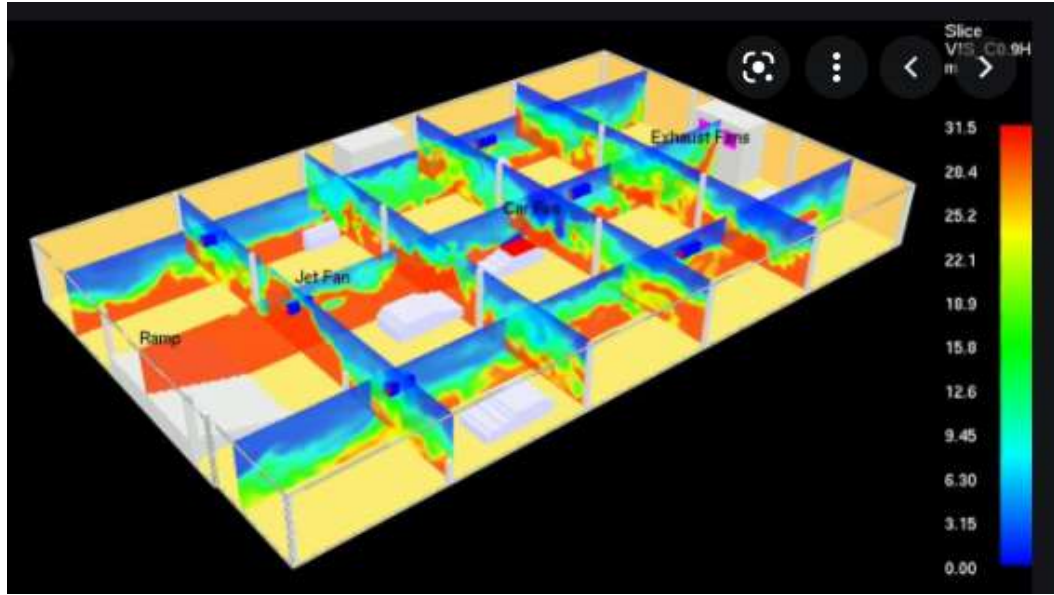
- Otomatik yağmurlama sistemi,
- Köpüklü söndürme sistemleri,
- Gazlı söndürme sistemleri,
- CO2 gazlı söndürme sistemleri,
- Davlumbaz içi otomatik söndürme sistemleri,
- FM 200 gazlı söndürme sistemleridir.

BÖLÜM 3. MODELLEME VE SİMÜLASYON TEKNİKLERİ

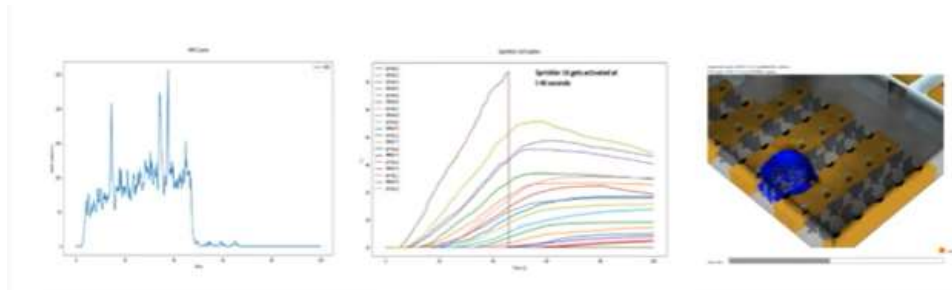
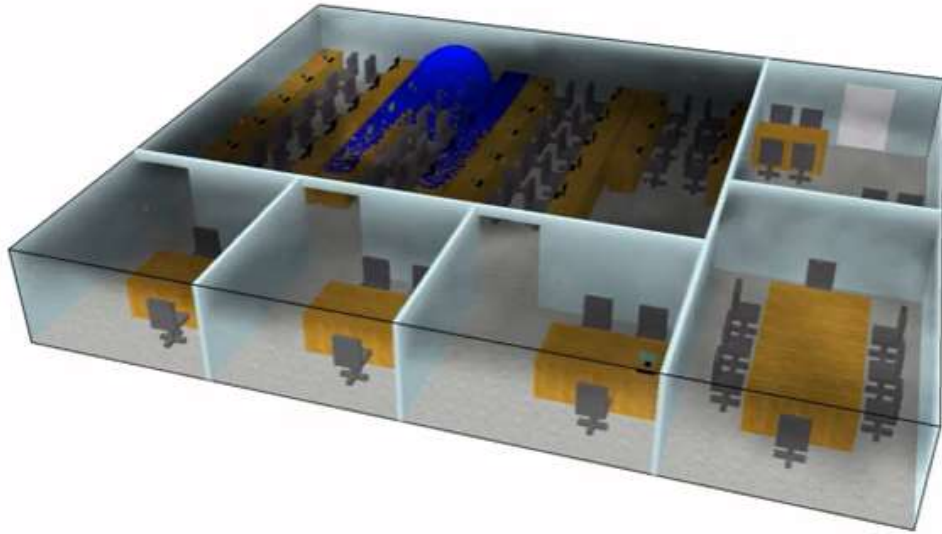
Yangın modelleri ısı salım hızı, ısı akışı, materyal yanma hızı, zehirli gazların oluşumu, duman, vs. gibi yangın özelliklerini tanımlar. Yangın modelleri ısı salım hızı, ısı akışı, materyal yanma hızı, zehirli gazların oluşumu, duman, vs. gibi yangın özelliklerini tanımlar (Hansen, 2010). Bu çalışmalara örnek olabilecek çeşitli simülasyon görselleri Şekil 3.1.'de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Örnek yangın modeli (Cheng-hsin Chang, 2003)



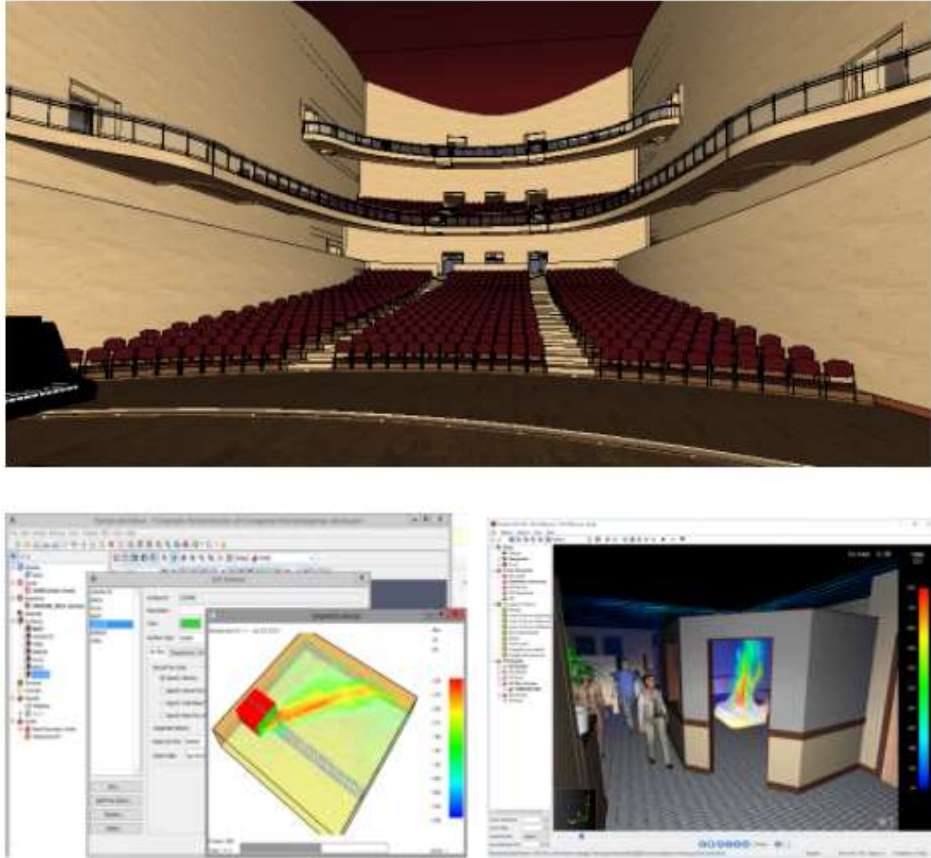
Incident Date: 2013.11.0 - gatalet/11-nisan
 FDS Sali: FDS013-0-g/11/2013-nisan



Şekil 3.2. Otopark yangın simülasyonu (StreamCFD, tarih yok)

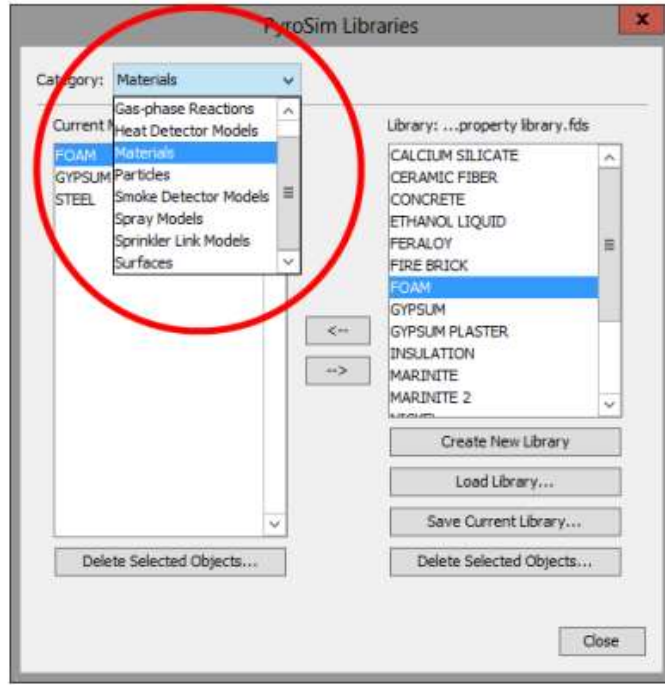
Şekil 3.2.'de sunulan çalışmada ise bir otoparkta yangın modeli oluşturulmuş ve yangın karakteristikleri modellenerek dumanın ilerleyişi simüle edilmiştir.

Bilgisayar programı olan PyroSim, Fire Dynamics Simulator (Yangın Dinamikleri Simülatörü) (FDS) için grafiksel bir kullanıcı ara yüzüdür. FDS modelleri yangın esnasındaki dumanı, sıcaklığı, karbon monoksiti ve diğer maddeleri öngörebilir. Bu simülasyonlardan elde edilen sonuçlar inşa edilmelerinden önce binaların güvenliğini sağlamak, mevcut binaların güvenlik seçeneklerini değerlendirmek, kaza sonrası teftişi için yangınların yeniden yapılandırılması ve itfaiyecilerin eğitiminin desteklenmesi amacıyla kullanılmaktadır. FDS, Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'nde (NIST) geliştirilmiş güçlü bir yangın simülatörüdür. FDS, düşük hızlı ve termal kaynaklı akış için optimize edilmiş hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) kullanarak yangın senaryolarının simülasyonunu yapar. Bu yaklaşım son derece esnek ve set üstü ocaklardan yakıt depolama tanklarına kadar birçok yangın için kullanılabilir (Kullanım Kılavuzu, <https://pages.nist.gov/fds-smv/manuals.html>, ziyaret tarihi: 16.07.2021). Pyrosim yazılımı ile modellenen bir tiyatro salonuna ait simülasyon aşamaları örnek olarak Şekil 3.3.'de sunulmuştur:



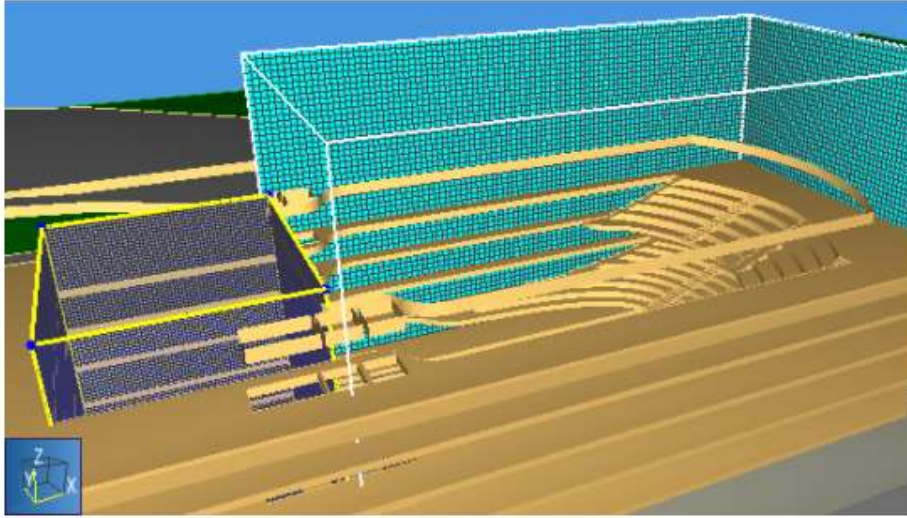
Şekil 3.3. Bir tiyatro salonuna dair model ve simülasyon aşamaları

Model kurulurken sonra Şekil 3.4.'de görüldüğü malzeme kütüphanesinden binanın ve yangın donanımlarının seçimi yapılmaktadır. Hali hazırda kütüphanede mevcut olan bu komponentlerin zaten validasyonu yapıldığı için sistemin içinde her bir bileşenin ayrı ayrı doğrulanmasına gerek kalmamakta ve böylece model kurulum süresi azalmaktadır.



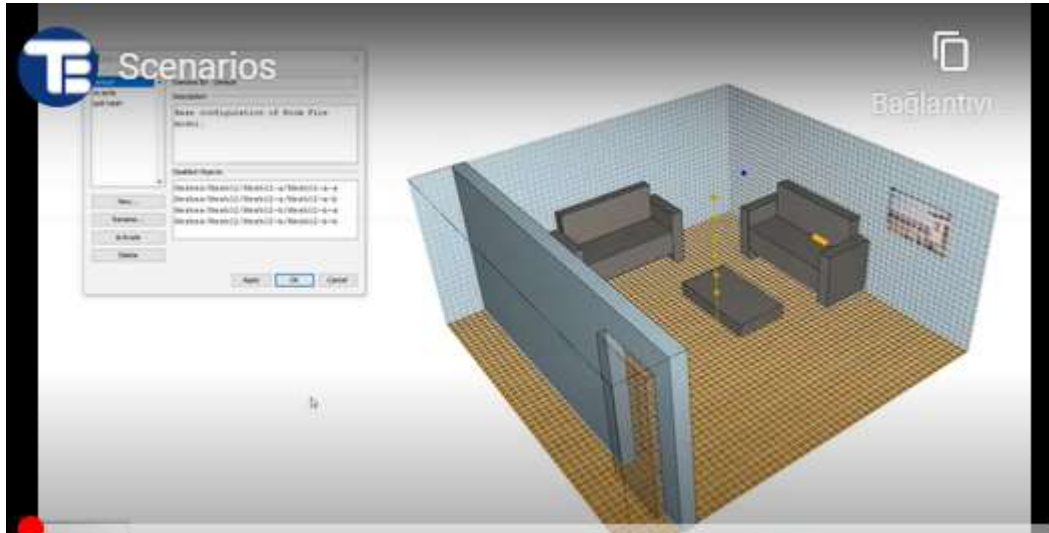
Şekil 3.4. Malzeme kütüphanesi

Model kurulduktan sonra Şekil 3.5.'de görüldüğü gibi mesh atılıp optimizasyon çalışması ile simülasyon aşamasına gelinmektedir. Mesh sayısı arttıkça modelin simülasyonunun doğruluğu artmaktadır ancak bu artış simülasyonların tamamlanmasında CPU zamanını artırdığı için mesh şekli ve sayısının optimize edilmesi faydalı olmaktadır.

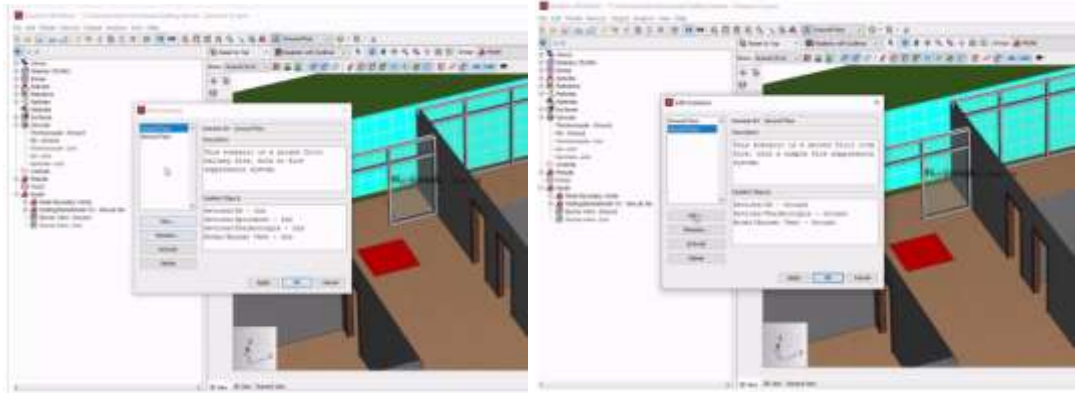


Şekil 3.5. Mesh optimizasyonu ve simülasyon aşamasına geçiş

Sonraki adım ise Şekil 3.6.'da verilen senaryoların oluşturulması aşamasıdır. Bu senaryolar, her biri farklı nesne kümelerine sahip belirli bir modelin birden çok örneğini düzenlemek için hızlı bir yöntem sağlayan bir araçtır. Bir modelleyici aynı geometri için birden fazla reaksiyon tasarlayabilir, ancak FDS sadece bir aktif reaksiyona izin verir. Bu nedenle senaryolar kullanılır ve modelleyicinin her senaryo için ayrı dosyalar oluşturmasına izin verilir.



Şekil 3.6. Senaryoların oluşturulması

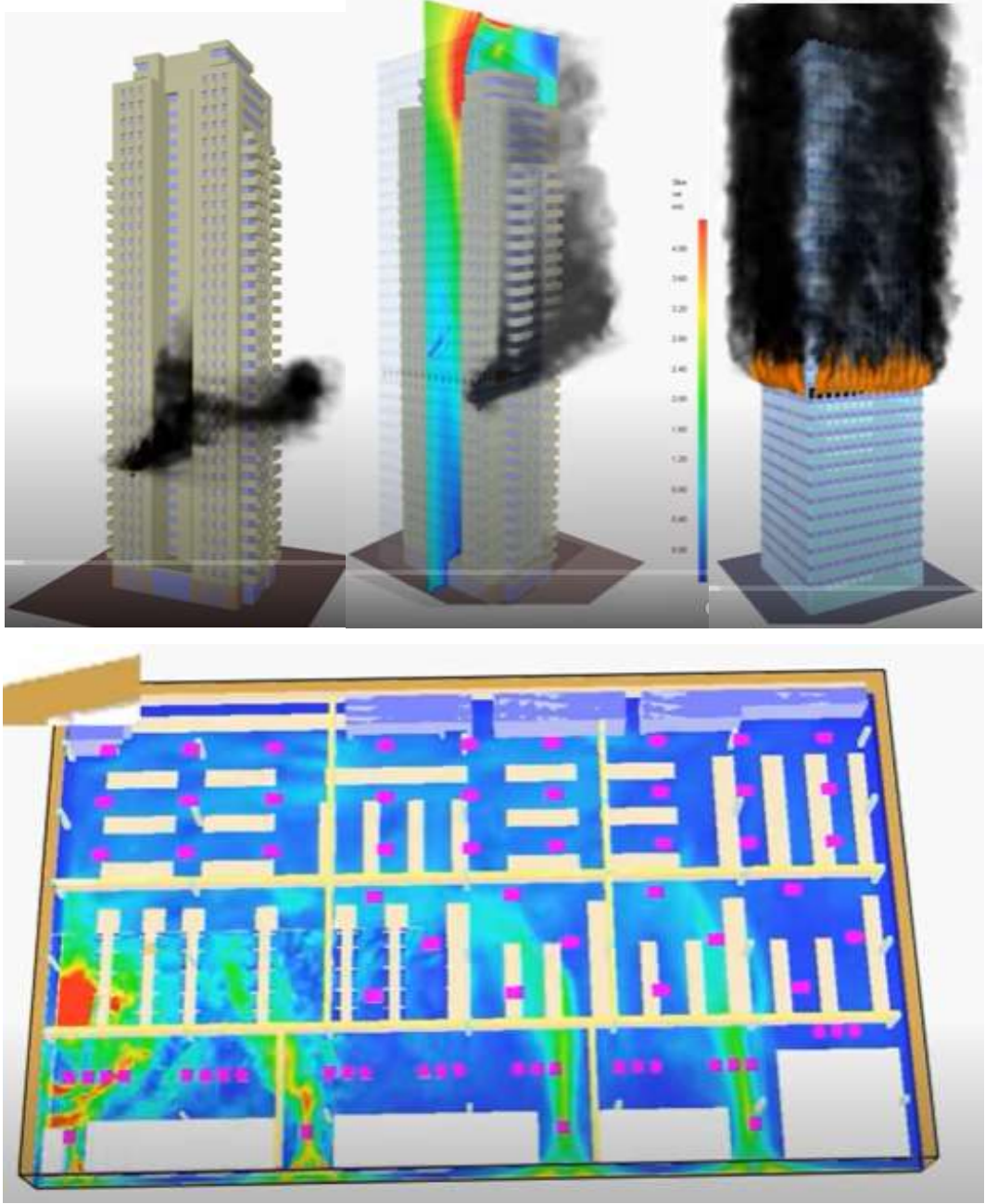


Giriş katı senaryosu

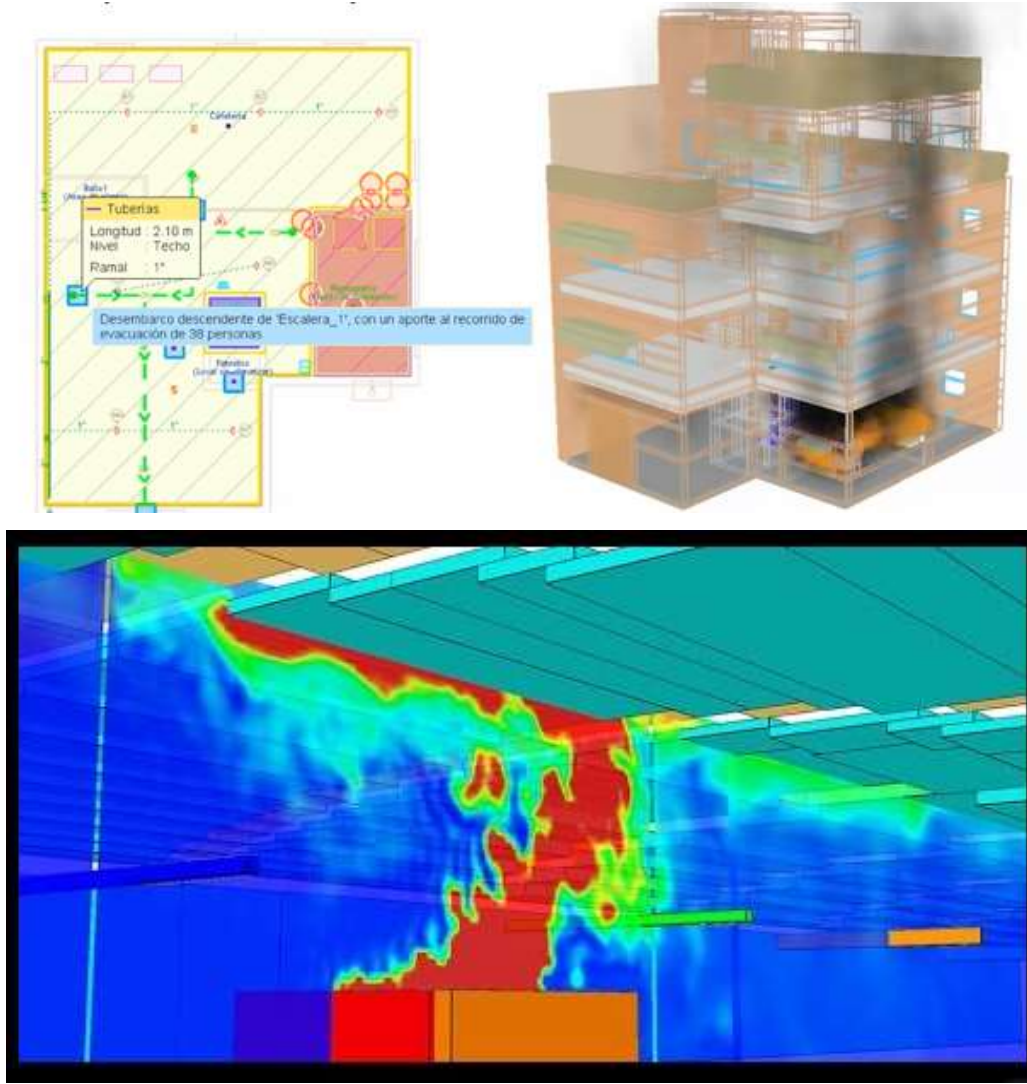
İkinci kat senaryosu

Şekil 3.7. Senaryoların oluşturulmasında her kat ayrı olarak değerlendirilebilmektedir

Senaryolar oluşturulduktan sonra artık simülasyon başlatılarak mevcut durumun sayısal çözümlemesi gerçekleştirilir (Şekil 3.7.). Farklı senaryolar için oluşturulan dosyalar koşturularak parametrik çalışmalarla yangın güvenliği irdelenir (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Sayısal çözümleme



Şekil 3.9. Yangın güvenliği analizi

Bu tez çalışmasının amaçları doğrultusunda, PyroSim yazılımında incelenecek binalara dair üç boyutlu bilgisayar çizimi ve CAD modelinin oluşturulmuştur. Böylece PyroSim kullanılarak karmaşık yangın modellerinin ayrıntıları, giriş ve sınır şartları tanımlanmıştır. PyroSim’de yapılan analiz ve hesaplamalara, seçilen yangın konumuna tekabül eden gerçek havalandırma hava hızı ve işletme parametreleri eklenmiştir. Modellenen yangın senaryosu; ısı salım hızı, zararlı yangın gazlarının oluşumu, duman, materyalin yanma hızı, yangından dolayı ortaya çıkan ısı, vs. gibi varsayılan yangın özelliklerini tanımlamak için gereklidir. FDS yazılımı ile oluşturduğumuz yangın senaryosuna dair modellere temel veriler ve yangın parametreleri eklenmiştir. Böylece bina içi hava hızını farklı duman tahliye senaryoları ve stratejileri ile bilgisayar ortamında modellemek mümkün olmuştur.

2.1. Yönetmelikte Bulunan Tanımlamalar

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte çalışmamıza konu olacak tanımlar aşağıda verilmiştir:

- Bina yüksekliği: Binanın kot aldığı noktadan saçak seviyesine kadar olan mesafeyi veya imar planında ve Yönetmelikte öngörülen yüksekliği,
- Basınçlandırma: Kaçış yollarındaki iç hava basıncını yapının diğer mekânlarındaki basınca göre daha yüksek tutarak duman sızıntısını önleme yöntemini,
- Bodrum katı: Döşemesinin üst kotu, yapının dış duvarına bitişik zeminin en üst kotuna göre 1.2 m'den daha aşağıda olan katı,
- Duman kontrolü: Yangın hâlinde duman ve sıcak gazların yapı içindeki hareketini veya yayılımını denetlemek için alınan tedbirleri,
- Duman tahliyesi: Dumanın yapının dışına kendiliğinden çıkmasını veya mekanik yollarla zorlamalı olarak atılmasını, k) EN: Avrupa standartlarını,
- Son çıkış: Bir yapıdan kaçış sağlayan yolun yapı dışındaki yol ve cadde gibi güvenli bir alana geçit veren bitiş noktasını,
- Yangın tahliye projesi: Mimari proje üzerinde, kaçış yollarının, yangın merdivenlerinin, acil durum asansörlerinin, yangın dolaplarının, itfaiye su verme ve alma ağızlarının ve yangın pompalarının yerlerinin renkli olarak işaretlendiği projeyi,
- Yapı yüksekliği: Bodrum katlar, asma katlar ve çatı arası piyesler dâhil olmak üzere, yapının inşa edilen bütün katlarının toplam yüksekliğini,
- Yüksek bina: Bina yüksekliği 21.50 m'den, yapı yüksekliği 30.50 m'den fazla olan binaları,
- Yüksek tehlike: Yüksek tehlike sınıfına giren maddelerin üretildiği, kullanıldığı ve depolandığı yerleri,

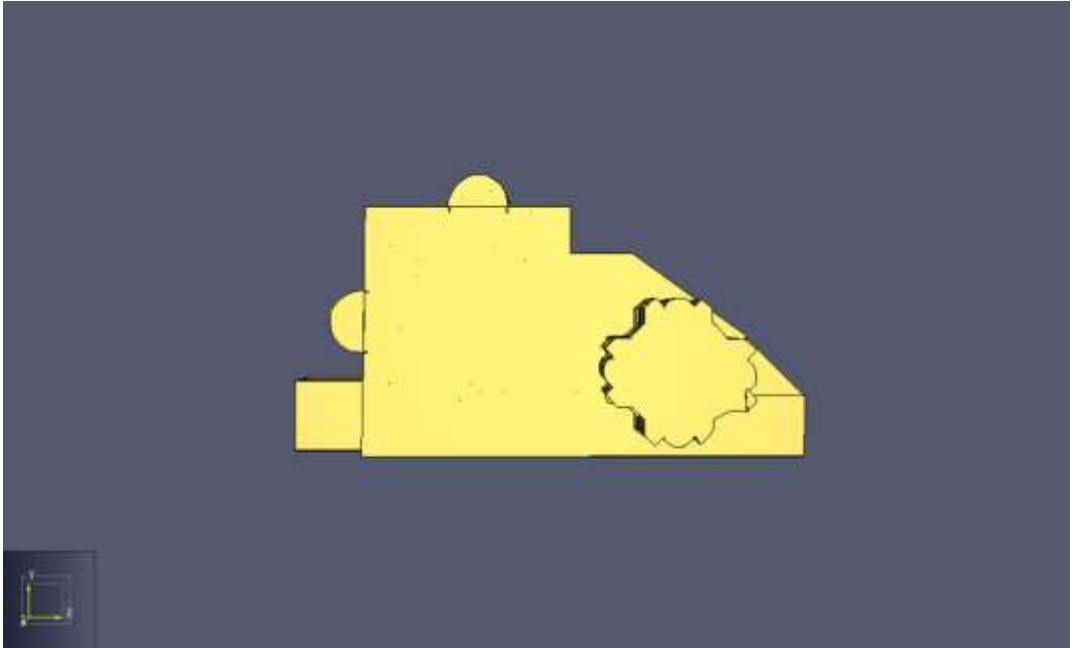
ifade eder.

BÖLÜM 4. UYGULAMA

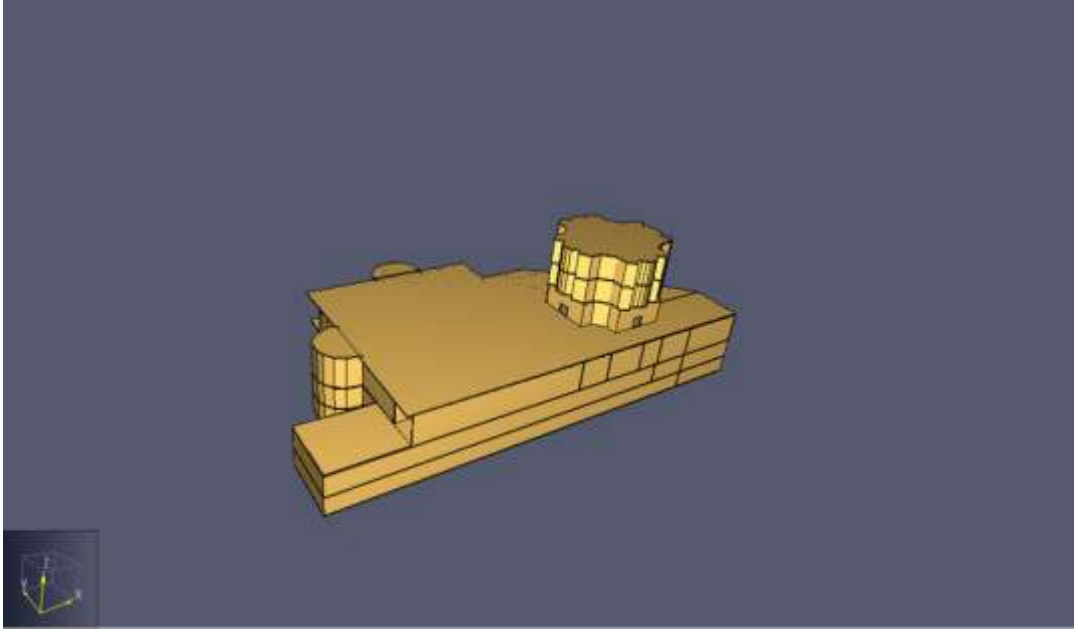
4.1. Kadir Topbaş binası

PyroSim kitaplığında bulunan daha önceden validasyonu yapılmış komponentler de model oluştururken kullanılmıştır. Bunlarda kimyasal reaksiyonlar, ısı dedektörleri, malzemeler, ve parçacıklar yanma karakteristiklerinin doğru oluşturulmasını sağlamıştır.

Kadir Topbaş binasına ait tüm katların ayrıntılı teknik resmi kullanılarak PyroSim programı aracılığıyla 3 boyutlu model oluşturulmuştur. Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de binanın 3 boyutlu görselleri verilmiştir.



Şekil 4.1. Kadir Topbaş binası üst görünüşü



Şekil 4.2. Kadir Topbaş binası izometrik görünüşü

Kadir Topbaş binası zemin ve otopark katları olmak üzere iki farklı duman tahliye senaryosu incelenmiştir. Tüm simülasyonlar yangın merdiveni ve acil çıkış kapıları açık konumda iken çalıştırılmıştır. PyroSim yazılımının sunduğu basitleştirmelerle modelimizdeki tüm bölümlerle ilişkili özellikleri etkileşimli olarak görüntülemek mümkün olmuş, modelin validasyonu yapılarak model doğrulanmıştır. PyroSim yazılımı ile aynı modelde farklı ağ yapıları oluşturulmuş ve hesap doğruluğu artırılmıştır. Bu şekilde çözüm hızlandırılmış ve gerçek geometriye daha da uyum sağlanmıştır.

Geliştirilen model için iki farklı senaryo düzenlenmiştir. Bu senaryolar şunlardır:

- Senaryo 1: Zemin kat yangını,
- Senaryo 2: Otopark kat yangını.

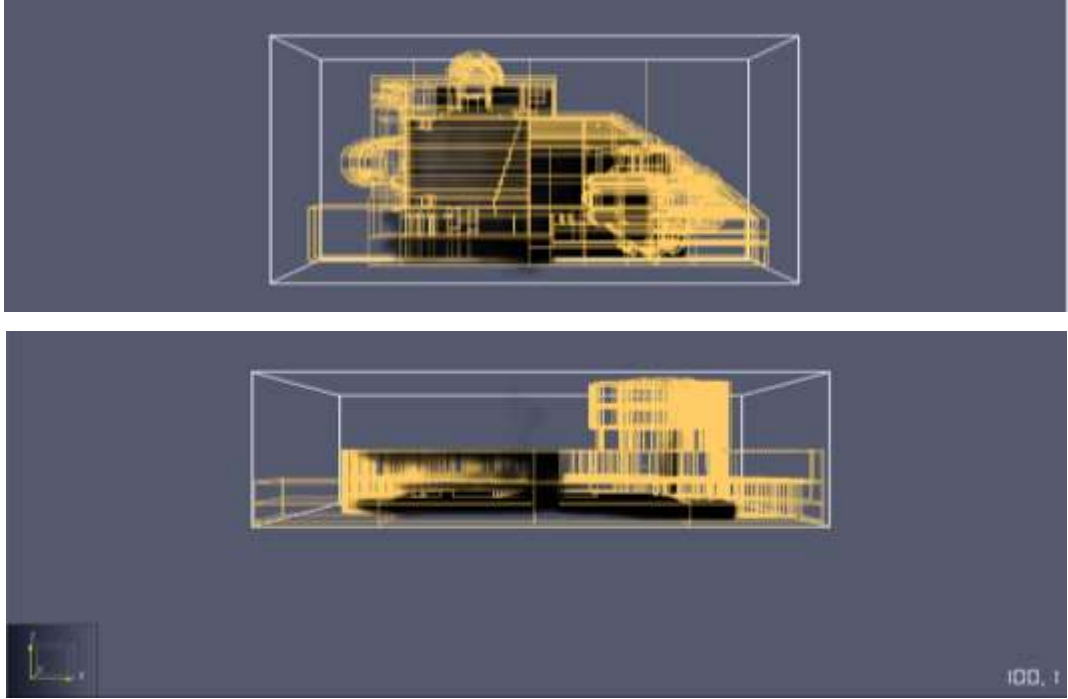
Yangından ve dumandan korunma önlemlerinin dikkatli bir şekilde planlanması ve uygulanması, yangın anında ortaya çıkabilecek can ve mal kayıplarının büyük oranda engellenmesi açısından büyük öneme sahiptir. Yangın anında hızlı bir şekilde tahliyenin gerçekleşmesi ve yangının itfaiye ekiplerine bildirilmesini sağlayan yangın detektörleri gibi koruyucu önlemler mevcut binalarda sıklıkla uygulanmaktadır.

Yangın anında özellikle yoğun plastik içerikli ileri teknoloji cihazlar ve yüksek oranda yanıcı özelliğe sahip kimyasalların yandığı binalarda ortaya çıkabilecek yoğun dumanın dış ortama hızlıca tahliye edilmesinin, hem ortamdan uzaklaşmaya çalışan insanların sağlığı açısından kritik önem taşıdığı hem de yangına müdahale eden ekiplerin hızlı bir şekilde yangın bölgesine ulaşmasına ve yangını kontrol altına almasına büyük oranda katkı sağlayacağı aşikârdır.

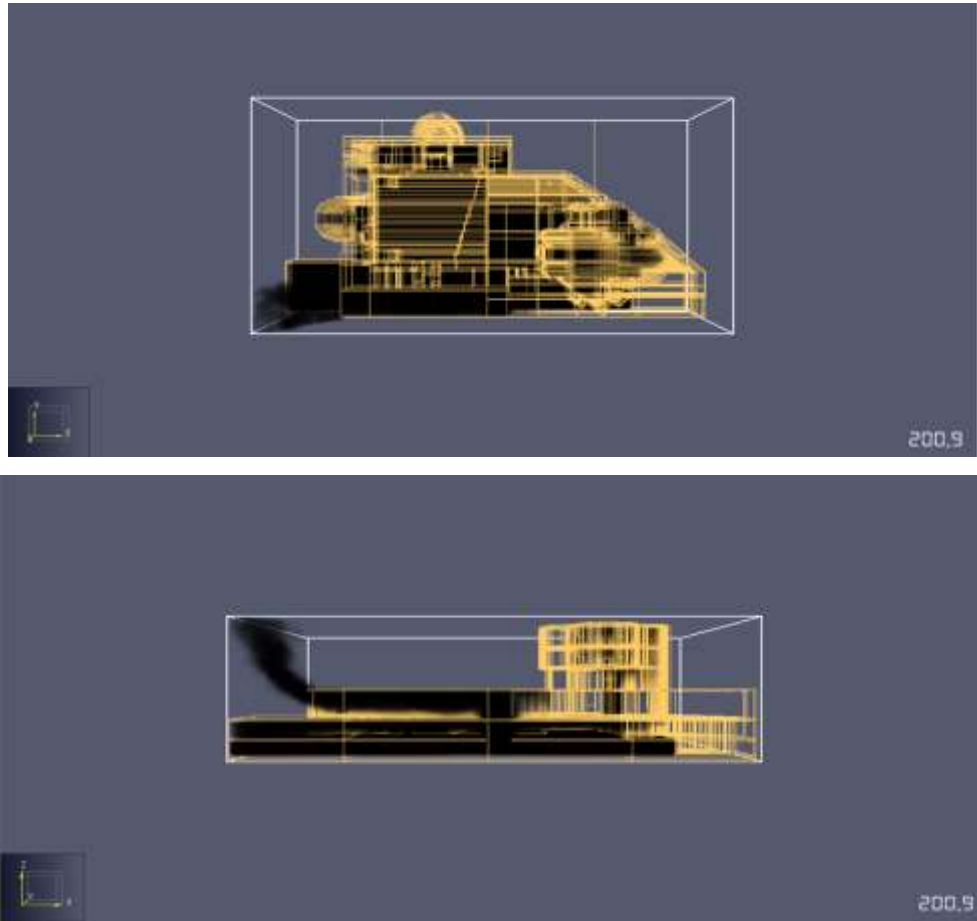
4.1.1. Farklı senaryolar için bina içerisindeki duman dağılımının incelenmesi

- Senaryo 1

Model oluşturulurken binaya ait teknik ölçüler kullanılmış ve PyroSim programında 3 boyutlu olarak çizilmiştir. Yapılan simülasyonlar sonucunda elde edilen verilere göre zemin katta meydana gelen yangın neticesinde bina içerisinde dumanın yangın başlangıcından 100 saniye sonraki durumu Şekil 4.3.'de görülmektedir. Buradan da görüldüğü gibi duman bina içerisindeki boşlukları baca etkisi olarak kullanmış ve yukarı kısımlara doğru yayılmaya başlamıştır. Duman vasıtasıyla ısınmada transfer edilmeye başlandığı hususu unutulmamalıdır. Duman kontrolü sağlanamadığı takdirde yangının bina içerisinde daha geniş alanlara yayılması kaçınılmazdır.

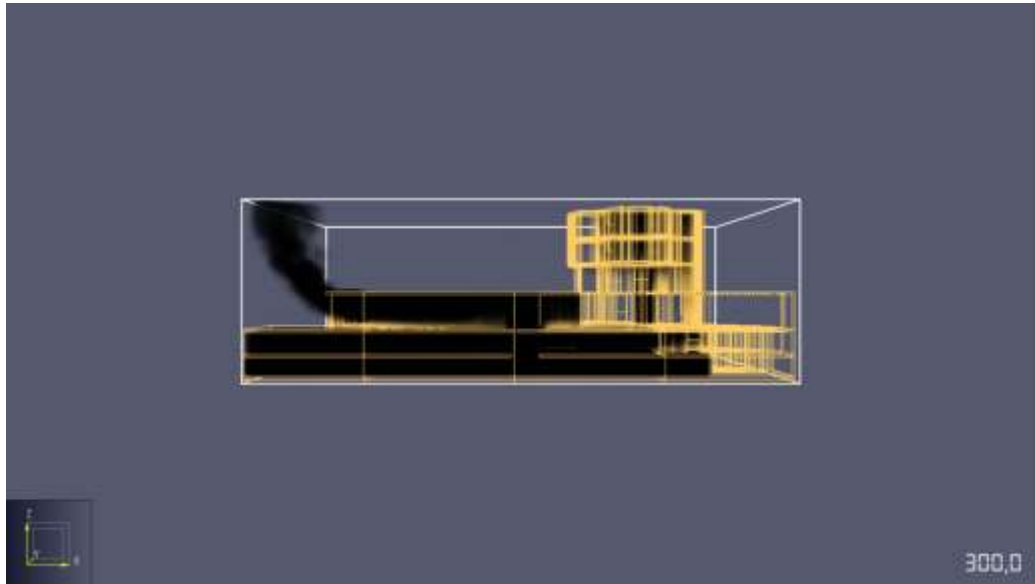
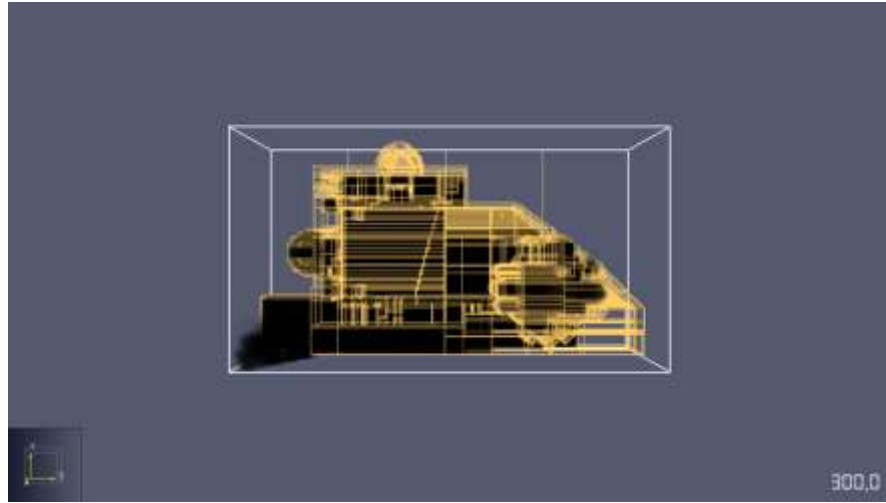


Şekil 4.3. 0-100 saniye aralığında dumanın binadaki dağılımı



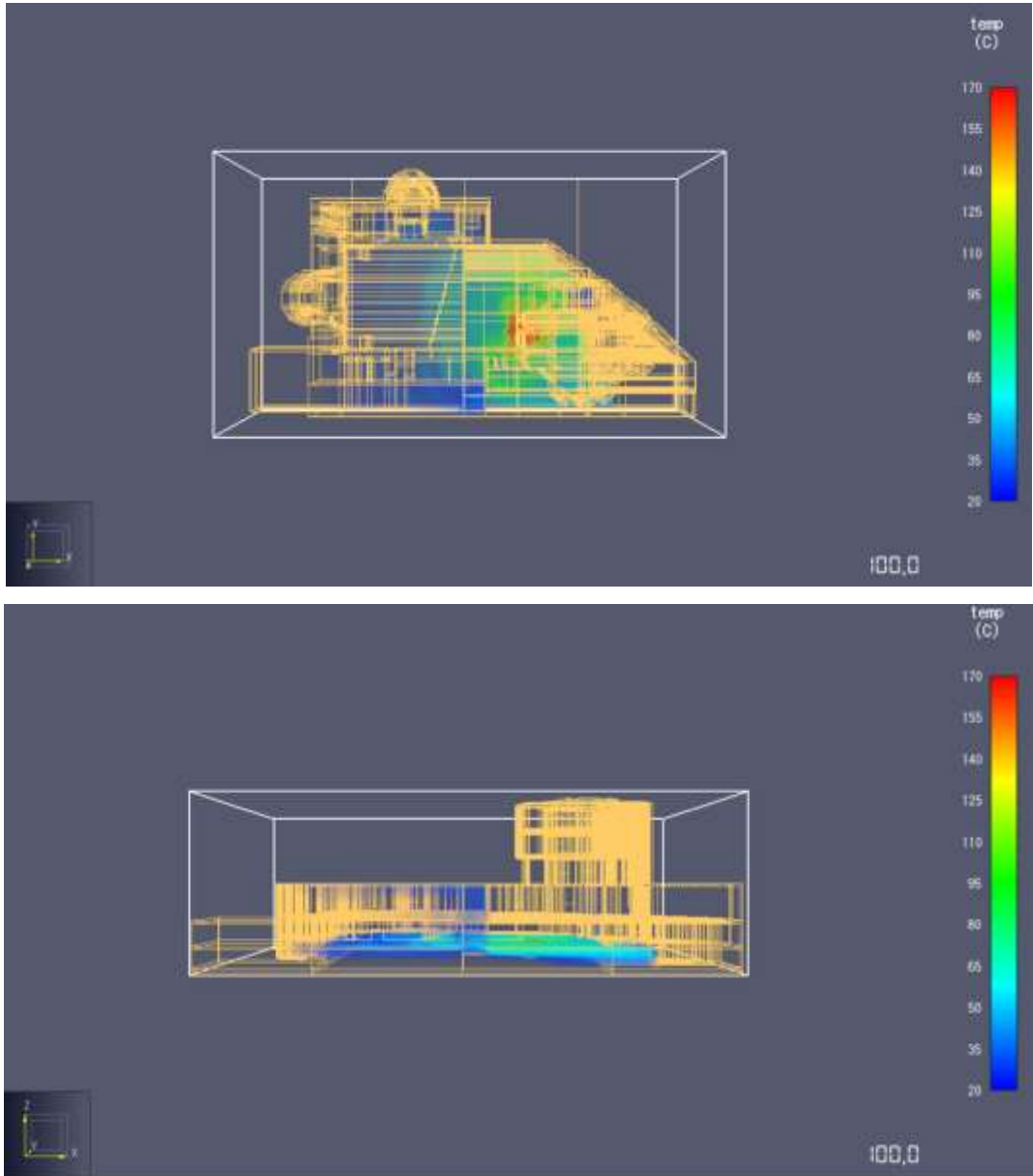
Şekil 4.4. 200 saniye sonra dumanın binadaki dağılımı

Yangın başlangıcından itibaren 200 saniye geçtiğinde; simülasyon sonuçlarına göre duman dağılımını takip ettiğimizde yangın ürünü olan gazlar ve duman zemin katın tamamını bir üst katın ise neredeyse yarısından fazla bir alanını doldurmuştur. Şekil 4.4.'de görüldüğü üzere duman yayılımı bir havalandırma noktasına doğru yönelmiş ve dışarı çıkmaya başlamıştır. Bu noktada baca ve koridor etkisini çok rahat gözlemleyebilmekteyiz. Kontrolsüz şekilde hareket eden duman uzak noktadaki bir açıklıktan dış atmosfere transfer olduğundan bina içerisinde geniş bir alanda dolaşarak hem yangının yayılımı (ısı transferi ve yanmamış gazlar nedeniyle) fazla olmuştur. Binayı terk etme fırsatı bulamamış kazazedeler için bu durum temiz ve solunabilir havayı kısıtlamaktadır.



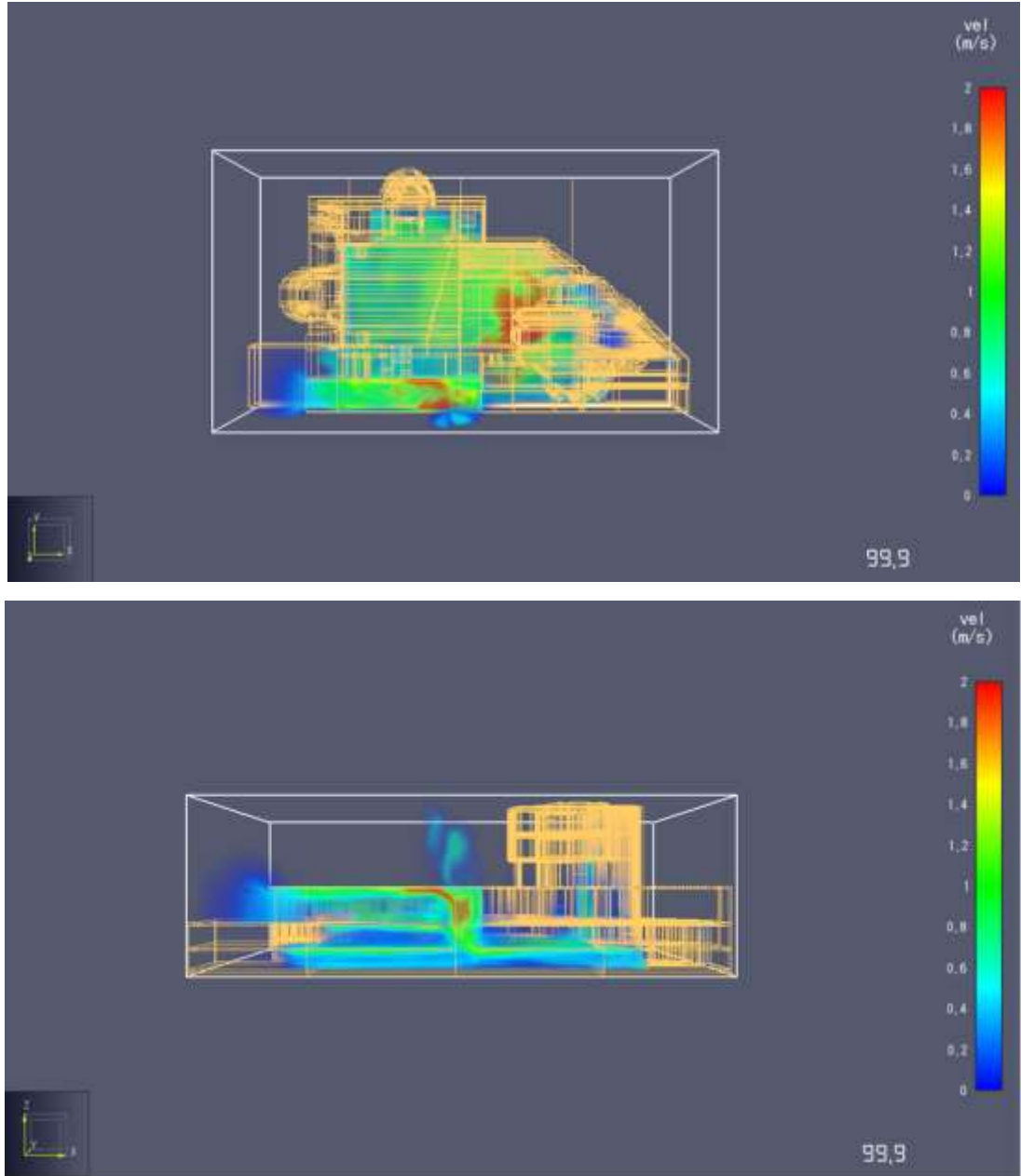
Şekil 4.5. 300 saniye sonra dumanın binadaki dağılımı

Şekil 4.5.'de görüldüğü üzere artık duman binanın kullanım alanlarını tamamen doldurmuş otopark kısmını da kısmen ele geçirmiştir. Artık bina ve kazazedeler için tehlikeli bir durum kaçınılmazdır. Duman dağılım hareketlerinin incelenmesine müteakip bu noktadan sonra bina içerisindeki sıcaklık ve dumanın hız dağılımını 100'üncü, 200'üncü ve 300'üncü saniyelere bakılarak incelenecektir.



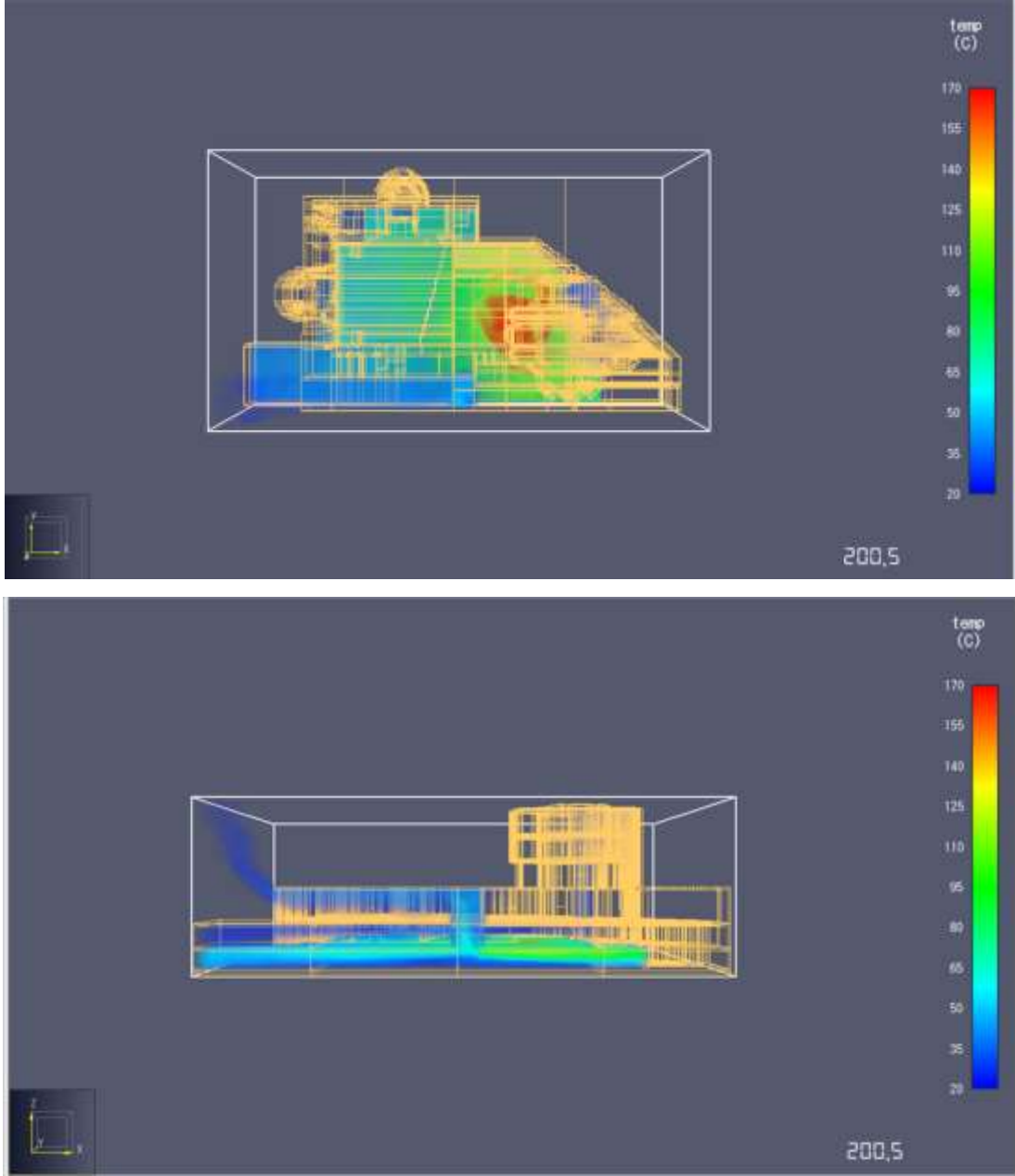
Şekil 4.6. 100 saniye sonra sıcaklığın dağılımı

Şekil 4.6.'da görüldüğü gibi sıcaklık ilk 100 saniye sonunda yangının merkez noktasında 170 C ye ulaşmış yakın civarında ışınlım ve yayılım etkisiyle 110-140 C aralığında gözlemlenmiştir.



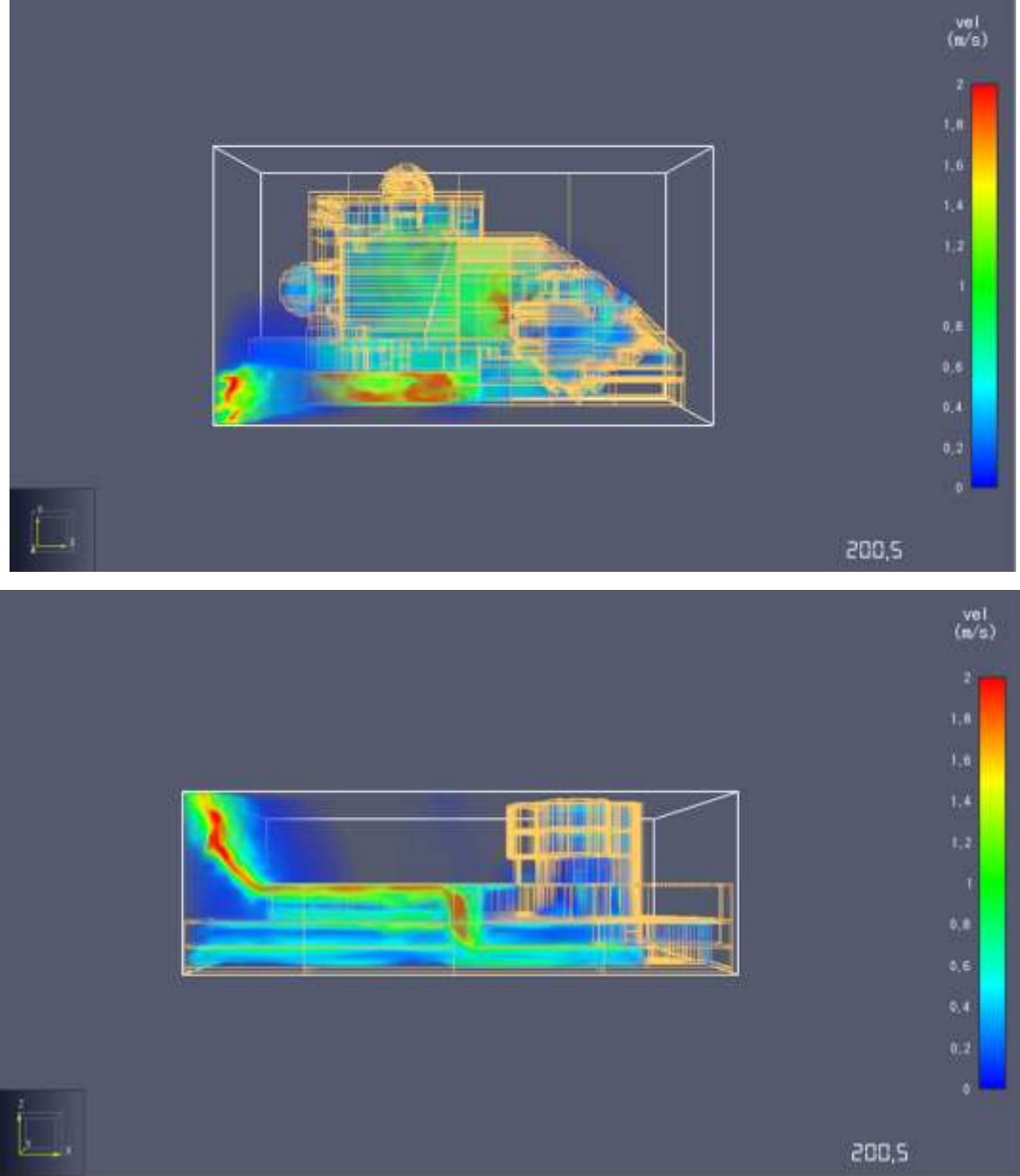
Şekil 4.7. 100 saniye sonra hız dağılımı

Şekil 4.7.'de dumanın yayılmasındaki hızı gözlemlenmiş ve baca etkisi ve kapılardan çıkış noktasında 2 m/s'lere kadar çıktığı gözlemlenmiştir. Çevreye çıkış noktasında ise daha geniş bir atmosfere çıktığından dağılım hızındaki yavaşlama dikkat çekmektedir.



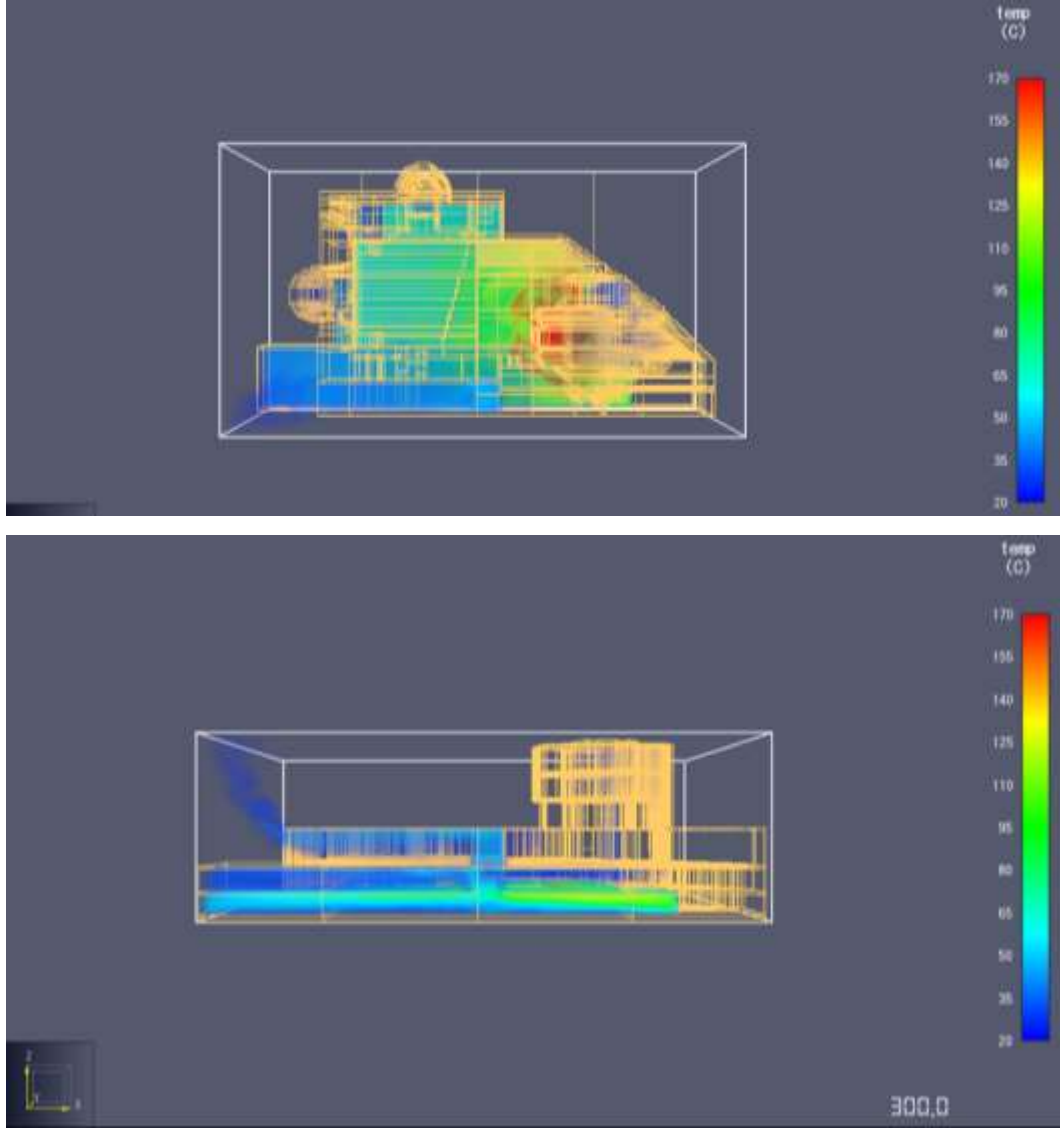
Şekil 4.8. 200 saniye sonra sıcaklığın dağılımı

Şekil 4.8.'de görüldüğü gibi sıcaklık artışı 200'üncü saniyede yangının merkezinden daha geniş bir alanda gözlemlenmeye başlamış ve bu durumun artık gelişme aşamasındaki bir yangına dönme eğilimini hızlandırdığının sinyallerini vermektedir. Bu noktada dış ortama çıkabilme fırsatı bulacak olan duman ve yanmamış gazların belli bir sıcaklık değerini kazanarak ilerlemeye başladığı gözlemlenmektedir.



Şekil 4.9. 200 saniye sonra hız dağılımı

Yangının merkezindeki yayılımcı ve gelişmeci itme kuvveti nedeniyle veya yanma neticesinde çıkan dumanların yoğunluğundan baca ve koridor etkisine sahip yapıda yayılım ve hareket hızında fark edilir bir şekilde hızlanma gözlemlenebilmektedir. Şekil 4.9.'da simülasyon sonucu görülen 200 saniye verileri de bir anda 2 m/s lik bir akış hızıyla dumanların baca etkisinden çıktığı noktada tavan kısmında hareket ettiğini bize göstermektedir. Burada artık yanmaya hazır duman ve partiküller tavan boyunca hareket ederek hem müdahale edecek olan personel için hem de bina içinde mahsur kalan personel için çok büyük riskleri beraberinde hareket ettirmektedir.



Şekil 4.10. 300 saniye sonra sıcaklığın dağılımı

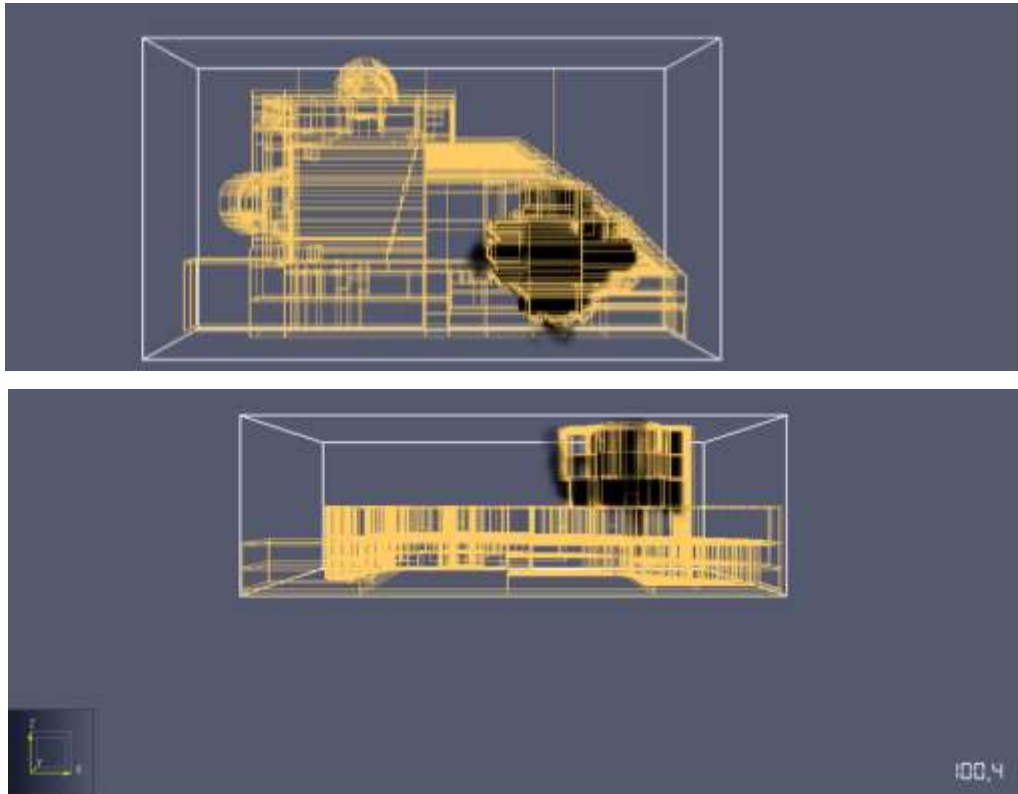
Şekil 4.10.'da görüldüğü gibi sıcak yüzeylerin daha geniş alanda gözlemlendiği ve artık temiz havanın ortama ani girişleriyle patlama risklerinin ortaya çıktığı durumlar söz konusudur.

Yangın anında duman tahliyesini kolaylaştıracak havalandırma teknikleri üzerine yapılan çalışmalarda havalandırma sistemlerinin duman tahliyesine ölçüde katkıda bulunabileceği görülmüştür. Binalarda duman hareketi ve kontrolü üzerine yaptıkları çalışmada havalandırma sisteminin doğrudan duman yüksekliğini etkilediğini görülmüştür. Doğal havalandırma yanında mekanik olarak zorlanmış hava akışı sağlayan duman tahliyesi sistemleri yangına maruz kişiler için önemli bir zaman

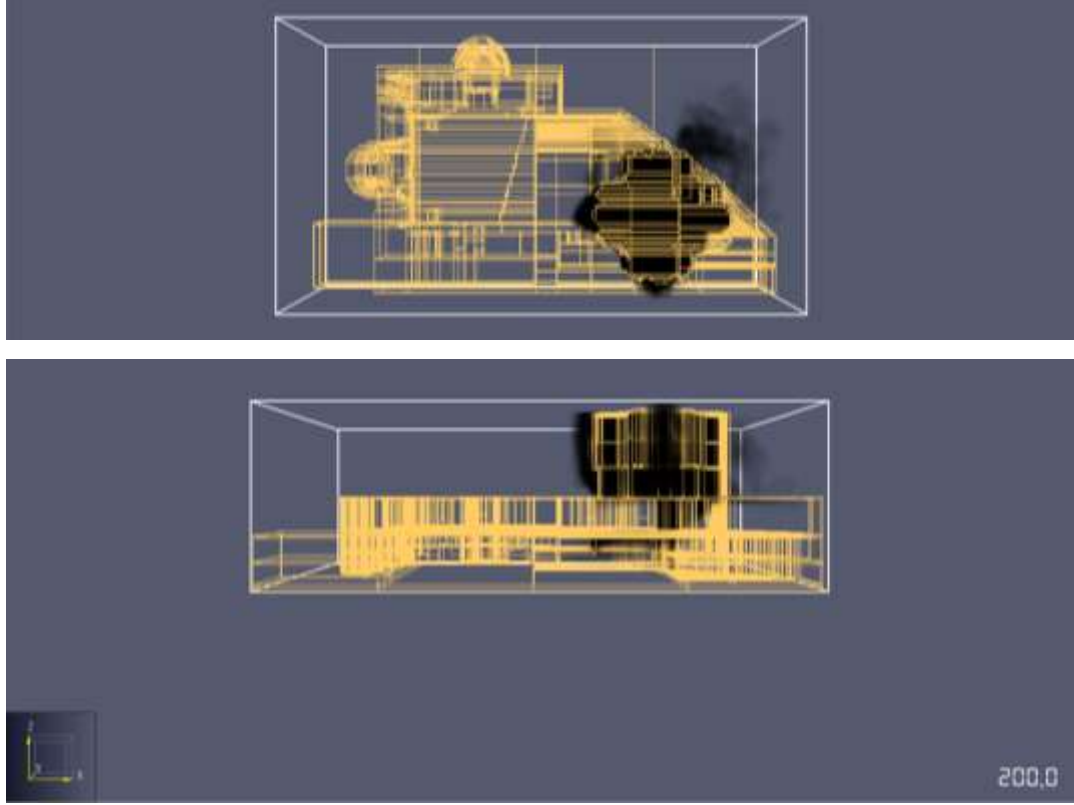
kazandırmaktadır. Bununla birlikte havalandırma yüksekliğinin duman tahliye verimliliğine tek başına etkisinin olmadığı görülmüştür. Küçük havalandırma borusu ve yüksek duman tahliye hızlarında, havalandırma yüksekliğinin azalması ve duman tahliye hızının düşmesi ile duman tahliyesinin azaldığı tespit edilmiştir.

- Senaryo 2

Model oluşturulurken PyroSim programı kullanılmış ve binaya ait teknik ölçüler kullanılarak 3 boyutlu olarak çizilmiştir. Yapılan simülasyonlar sonucunda elde edilen verilere göre otoparkta meydana gelen yangın neticesinde bina içerisinde dumanın yangın başlangıcından 100 saniye sonraki durumu Şekil 4.11.'de görülmektedir. Görüldüğü gibi duman binanın üst bölümünde ve dar bir yapısal alanda hareket etmektedir ve bu nedenle mevcut bölümü hızlı bir şekilde doldurmaya başlayacaktır. Duman aynı zamanda ısıyı da transfer ettiğinden daha hızlı bir yayılmayla karşı karşıya kalınma ihtimali göz ardı edilmemelidir. Duman kontrolü sağlanamadığı takdirde yangının bina içerisinde daha geniş alanlara yayılması kaçınılmazdır.

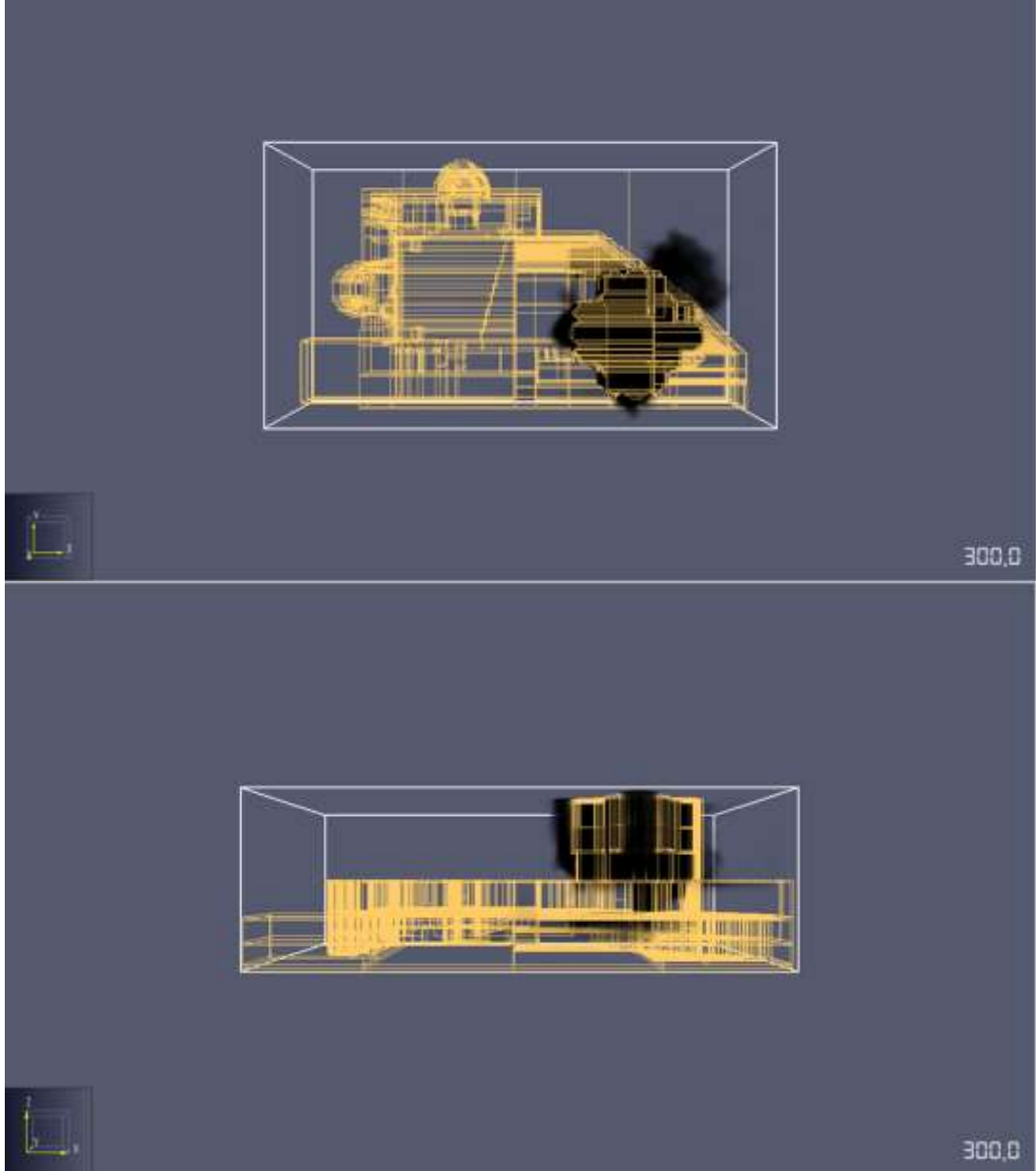


Şekil 4.11. 100'üncü saniyede dumanın otoparktaki dağılımı



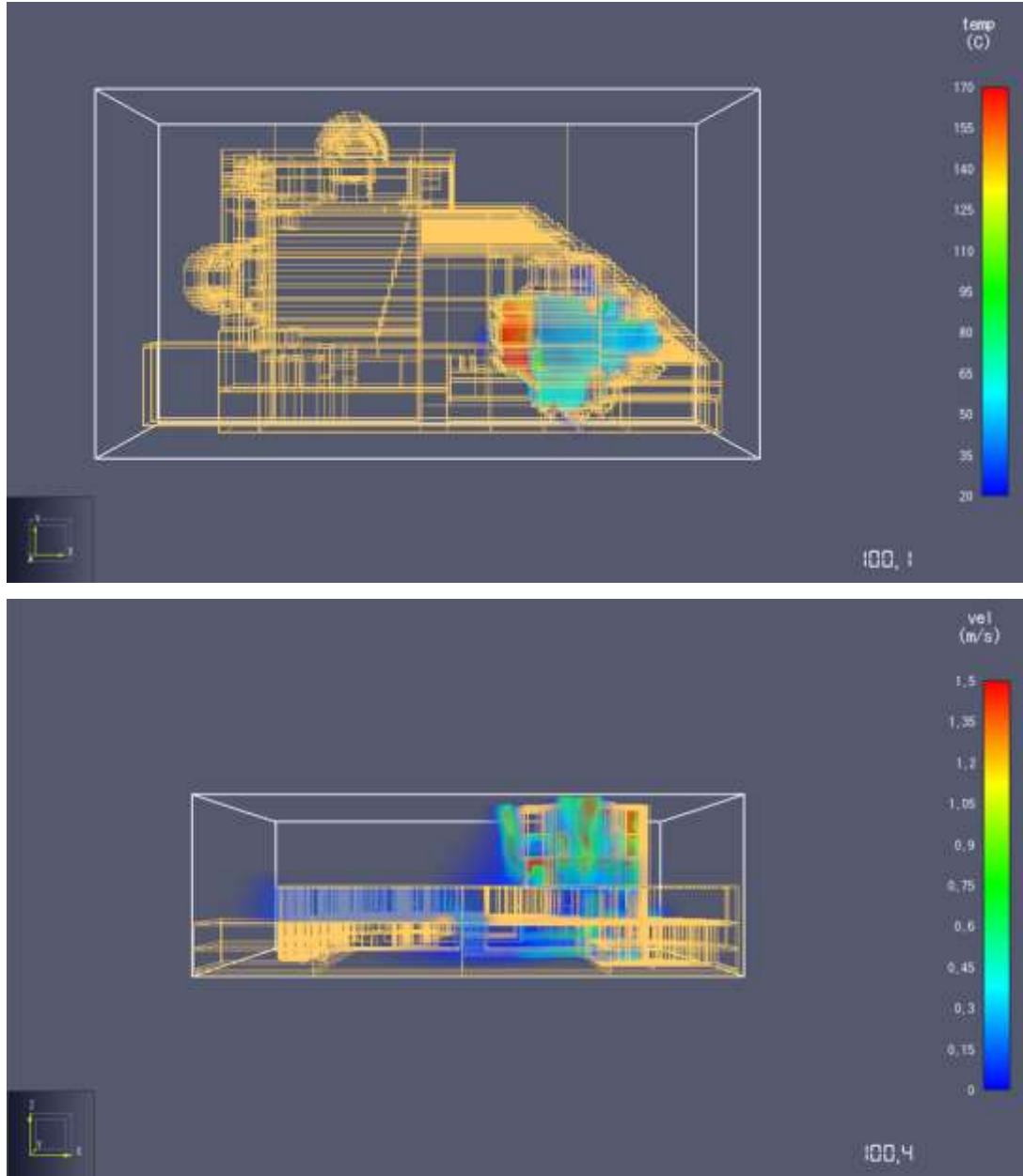
Şekil 4.12. 200'üncü saniyede dumanın otoparktaki dağılımı

Şekil 4.12.'de görüldüğü gibi bina içerisindeki duman yayılımı artık doyum noktasına gelmiş ve bulunduğu her açıklıktan bina dışına çıkış yapmaya çalışmaktadır. Bu noktada binaya müdahale etmek için gelen yangın ekiplerinin havalandırma yapma ihtiyaçları söz konusu olmaktadır.



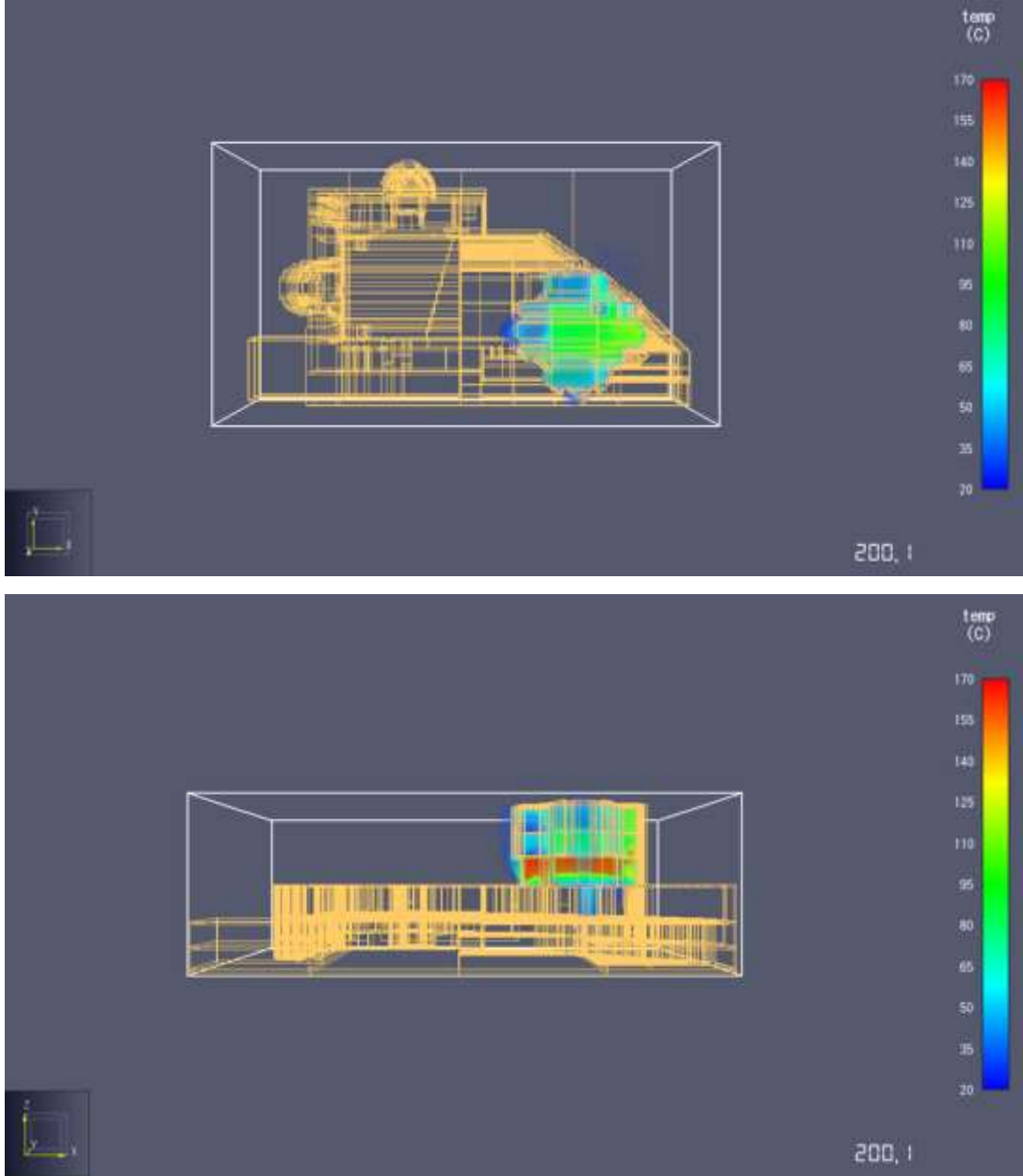
Şekil 4.13. 300'üncü saniyede dumanın otoparktaki dağılımı

Şekil 4.13.'de artık bina içerisinde sadece duman hakimiyeti başlamıştır. Bu noktada alt kısımlara doğru yayılır. Görüldüğü gibi bina içerisinde hapsolmuş duman hem mahsur kalmış kazazedeler için hem de müdahale eden ekipler için süreç uzadıkça çok daha tehlikeli bir duruma dönüşmektedir. Bu tehlikelerin varlığından söz etmek için tek kriter tabi ki duman yayılımı olmamaktadır. Bunun yanı sıra sıcaklık ve dağılım hızları da tehlikenin boyutlarını direkt etkileyen veriler olarak karşımıza çıkacaktır. Bu kısımdan sonra aynı simülasyon verileri üzerinden bu değerleri inceleyeceğiz.



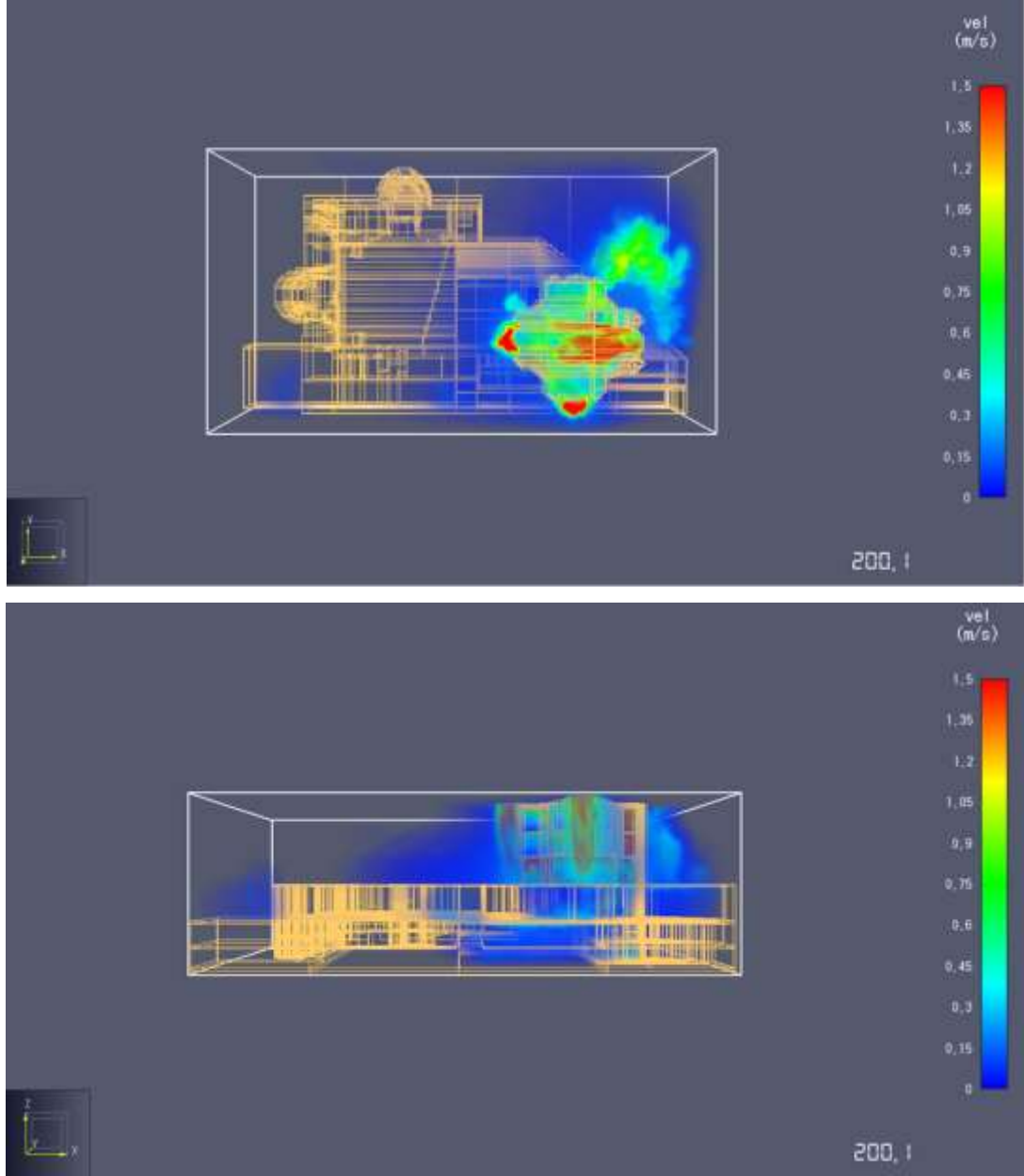
Şekil 4.14. 100'üncü saniyede sıcaklık ve dağılım hızı

Şekil 4.14.'de görüldüğü gibi sıcaklığın yangının merkezinde ve etrafına yayılması durumu daha hızlı gelişmekte yukarıya doğru hareket sahasında ise hızının daha fazla olduğu takip edilmektedir.



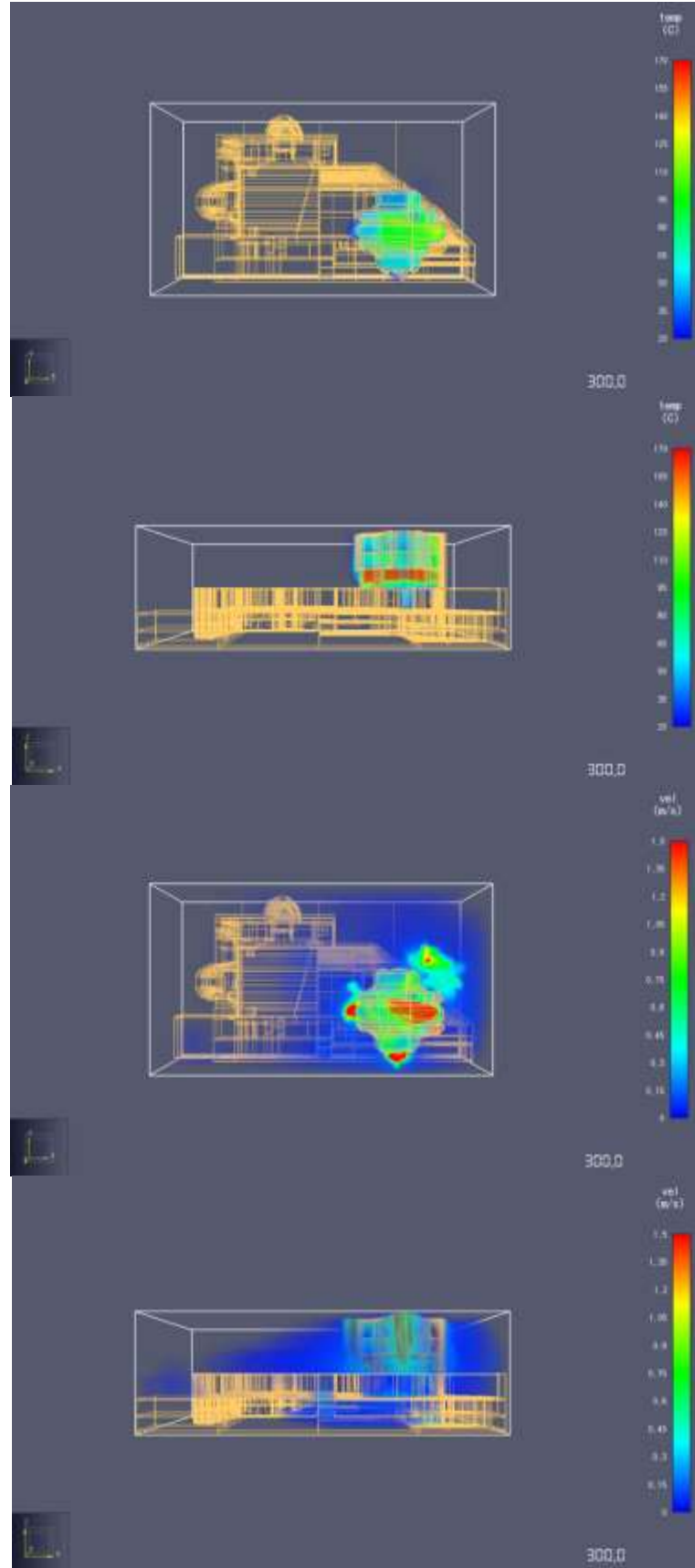
Şekil 4.15. 200'üncü saniyede sıcaklık değerleri

Şekil 4.15.'e baktığımızda sıcaklığın taban boyunca yayıldığı üst kısımlarda ise yangın merkezine nazaran daha soğuk bölgelerin hakim olduğu görülmüştür.



Şekil 4.16. 200'üncü saniyede dağılım hızı

Şekil 4.16.'da görüldüğü gibi taban bölümlerde sıcaklığın fazla olması, yüksek bölümlerde ise daha düşük olması Şekil 4.17.'de görüldüğü üzere dumanın ve yanmamış gazların tahliye açıklıklarındaki hareketlerinin ve sirkülasyonlarının hızının etkili olduğu görülmüştür.



Şekil 4.17. 300'üncü saniyede sıcaklık ve dağılım hızı

Şekil 4.17.'de görüldüğü gibi sıcaklık değerlerinin kapladığı alana göre değerlendirme yapıldığında 200 ve 300 saniye arasında çok büyük farklılık görülmemektedir. Bunun nedeni ise duman ve yanmamış gazların dağılım hızlarındaki artış ve daha geniş bir alanda havalandırma imkanını bulmuş olmasıdır.

Büyüme aşaması sonrasında, mekânın tüm yanabilir yüzeyleri sıcaklık sebebiyle katı malzemelerden yanıcı gazlar açığa çıkarırlar (proliz). Yanıcı malzemeler mekân içinde 1300-1400 °C (tuğla için yeterli erime sıcaklığı) den başka 1000-1100 °C gibi yüksek sıcaklıktaki hava ile karşılaştığı zaman, prolizle yanma sonucu yanıcı gaz açığa çıkarmaktadırlar. Yangının bu aşaması sırasında, yapı elemanları (duvar, kiriş, kolon vb.), taşıyıcı güçlerini kaybetmeleri ve yangının bitişikteki mekâna yayılımına neden olmaları için yeterli sıcaklığa sahiptirler.

Ancak, içeriye oksijen girişi kontrol altında tutulursa patlama engellenmiş olmaktadır.

Patlamanın meydana gelebileceğinin belirtileri ise şunlardır;

- Küçük açıklıklardan basınçlı duman çıkışı,
- Yoğun siyah dumanlar,
- Yoğun dumanın ve aşırı sıcaklığın mekân içinde sınırlanması,
- Çok az veya görülemeyen alevler,
- Dumanın aralıklarla veya üfleme (soluma görüntüsü) şeklinde binadan dışarıya çıkması,
- Yangın yerinden boğuk sesler çıkması gibi durumlardır.

Bu aşama, tekrar yangının oluşabileceği düşünülüyorsa, yangın ekibi ve boşaltılmış binada araştırma yapanlar için önemlidir. Yangına müdahale edenler tarafından kullanılan basınç düşürme tekniği gibi söndürme maddeleri, tam büyüme aşamasındaki tehlikeleri azaltabilir. Patlama sonrası ateş topları, hacmin her tarafını sarar. Hacimdeki tüm yanıcı maddelerin yanması sebebiyle yangının oksijene olan ihtiyacı da artar. Bu safhanın sonlarında karbon monoksit yayılımının artması, bununla

birlikte yanıcı maddelerin ve oksijenin azalması sonucu yangın hız kaybeder ve bir sonraki aşama olan korlanmaya (sönmeye) doğru ilerler.

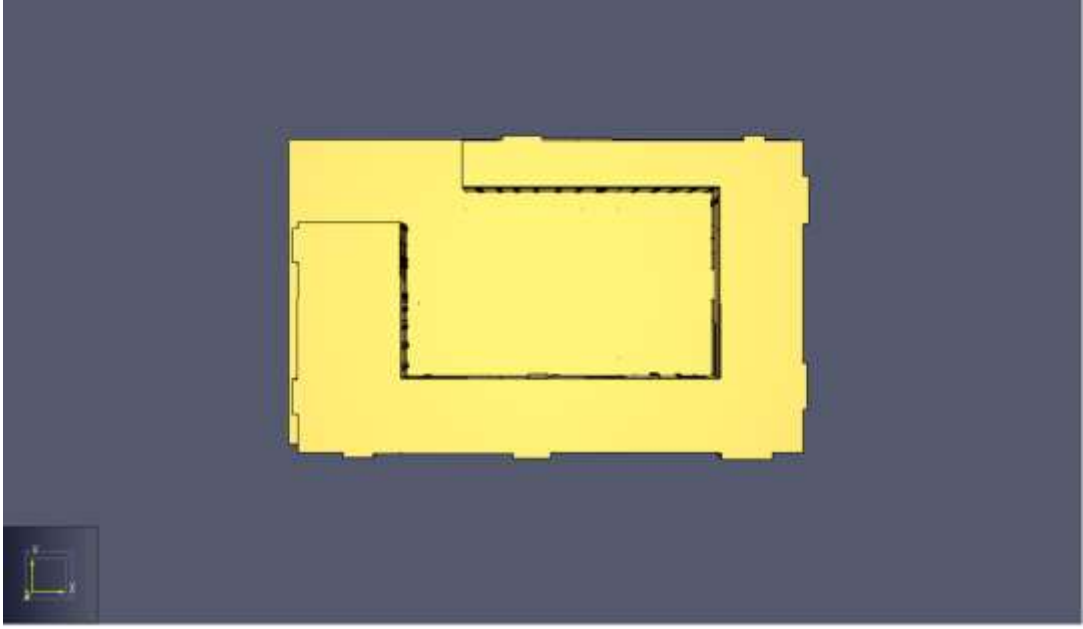
4.2. Necmettin Erbakan Külliyesi

Necmettin Erbakan Külliyesi binasında çıkacak bir yangında duman tavana doğru ilerledikten sonra kenarlara yayılmaya başladığında fanların dumanı emmesi sayesinde insanların tahliyelerinin kolaylaştığı görülebilir. Modern bina sistemlerinde duman kontrol sistemleri standart olduğundan yapılan analizlerin olumlu sonuçlar vermesi çıkabilecek yangınların büyük ölçüde benzer konfigürasyonda olacağı düşünülerek bina için standartların yeterli olduğunu görülmüştür.

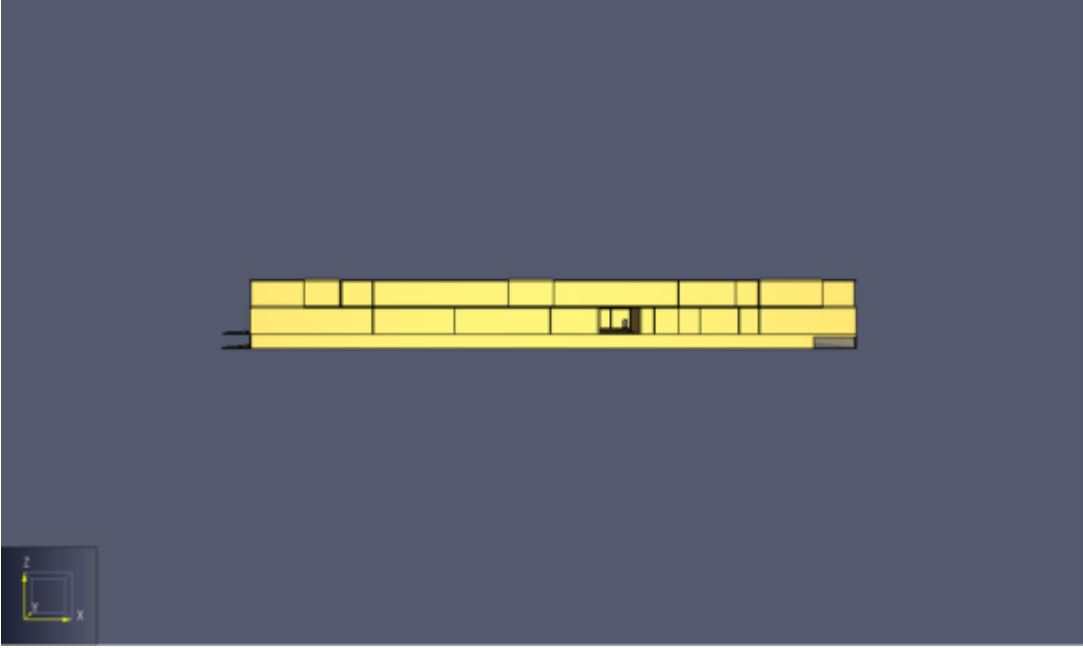
Yapılan analizler sonucunda çıkan yangın senaryolarından kaynaklanan dumanın dağılımı, hızı ve sıcaklığı iki boyutlu ve üç boyutlu şekilde incelenmiş olup bu senaryolar dahilinde binada alınmış yangın güvenlik önlemlerinin uygunluğu hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

CAD modelinin oluşturulması için PyroSim programından yararlanılmıştır. Sancaktepe Belediyesi binasının güreş salonu tüm katlarının ayrıntılı teknik resmi kullanılarak PyroSim programı aracılığıyla 3 boyutlu model oluşturulmuştur.

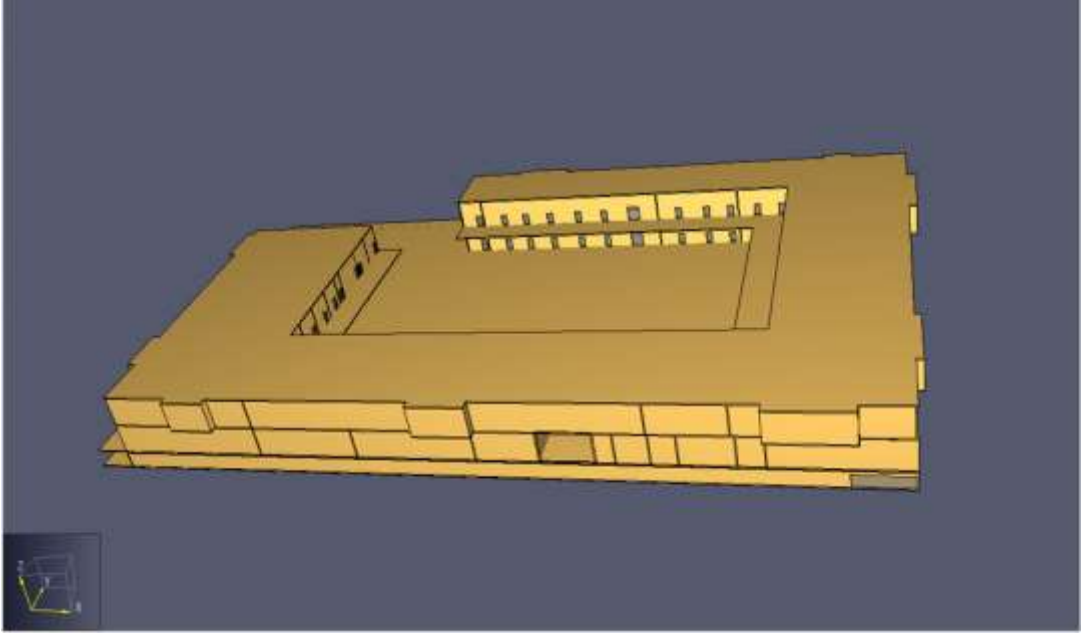
Şekil 4.18., Şekil 4.19. ve Şekil 4.20.'te binanın 3 boyutlu görseli verilmiştir.



Şekil 4.18. Necmettin Erbakan Külliyesi üst görünüşü



Şekil 4.19. Necmettin Erbakan Külliyesi yan görünüşü



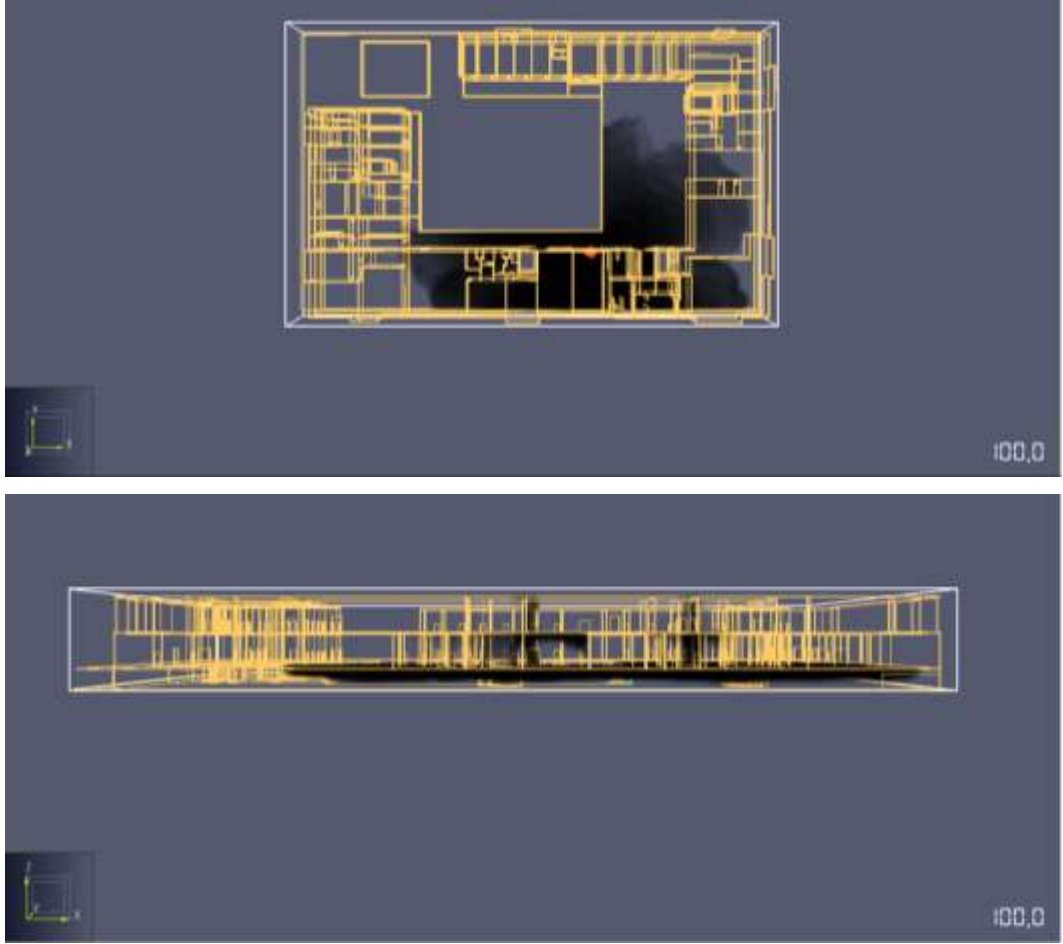
Şekil 4.20. Necmettin Erbakan Külliyesi izometrik görünüşü

4.2.1. Farklı senaryolar için bina içerisindeki duman dağılımının incelenmesi

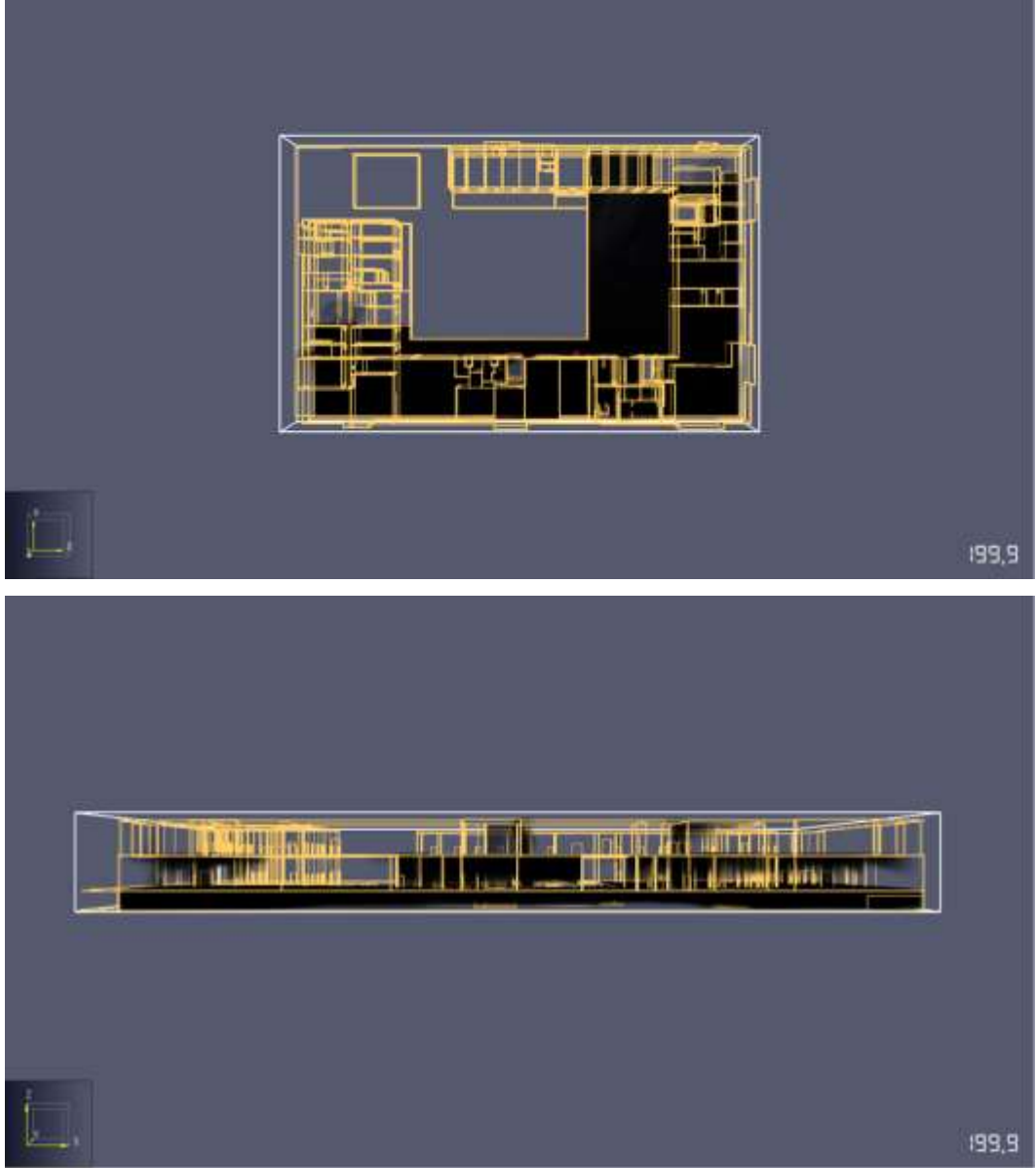
Yapılan simülasyonlar sonucunda elde edilen verilere göre yangın neticesinde bina içerisinde dumanın yangın başlangıcından 100, 200 ve 300 saniye sonraki durumu Şekil 4.21., Şekil 4.22., ve Şekil 4.23.'de görülmektedir. Şekil 4.24., Şekil 4.25. ve Şekil 4.26.'da ise aynı sürelerde dumanın bina içerisindeki sıcaklık ve hız dağılımı zemin kat yangını için gösterilmiştir.

- Senaryo: Zemin kat yangını

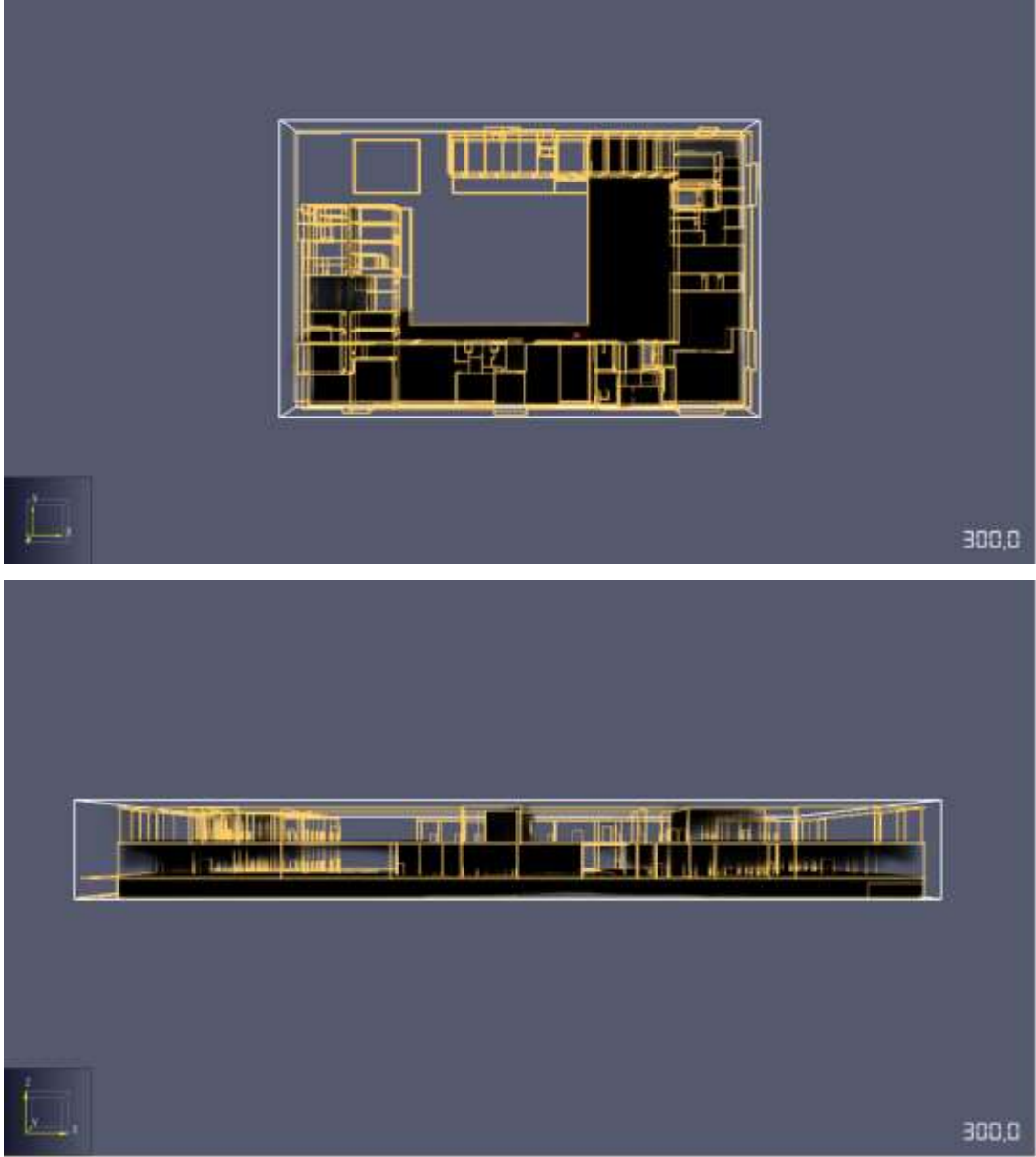
Necmettin Erbakan binası için yapılmış simülasyon sonuçları ile yangın tedbirlerinin etkinliğini araştırılmıştır. Necmettin Erbakan binasında üç boyutlu duman akış alanları CFD teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir.



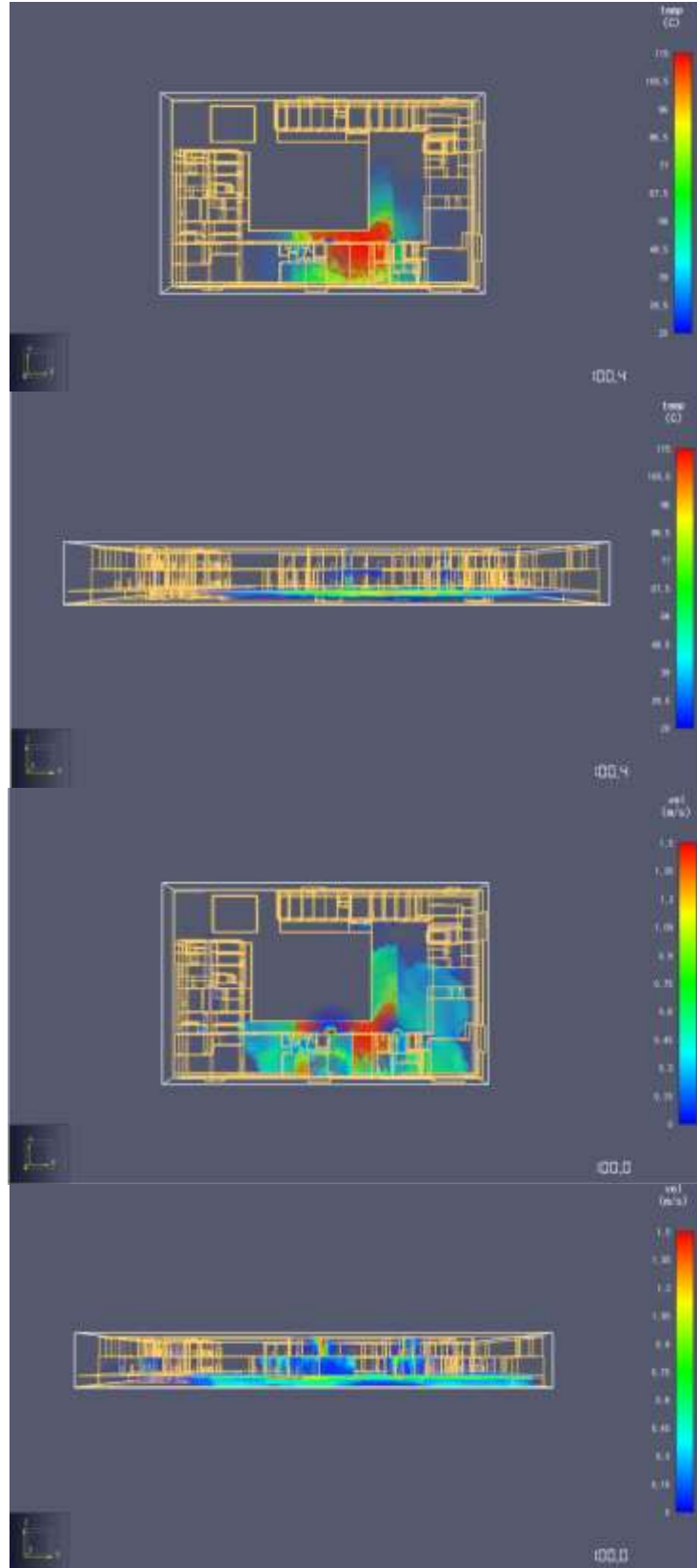
Şekil 4.21. 100'üncü saniyedeki dumanın bina içerisindeki dağılımı



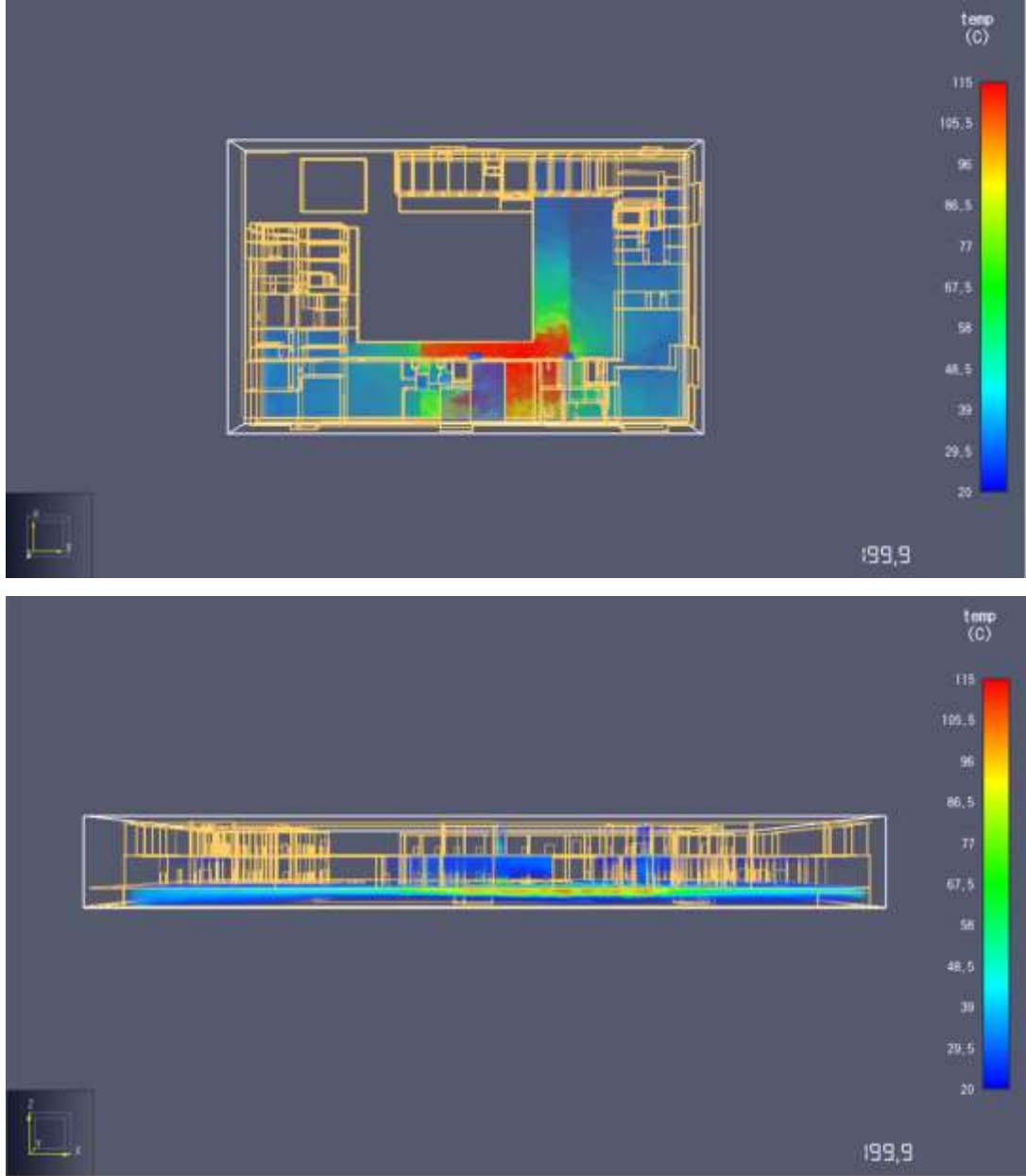
Şekil 4.22. 200 saniye sonraki duman dağılımı



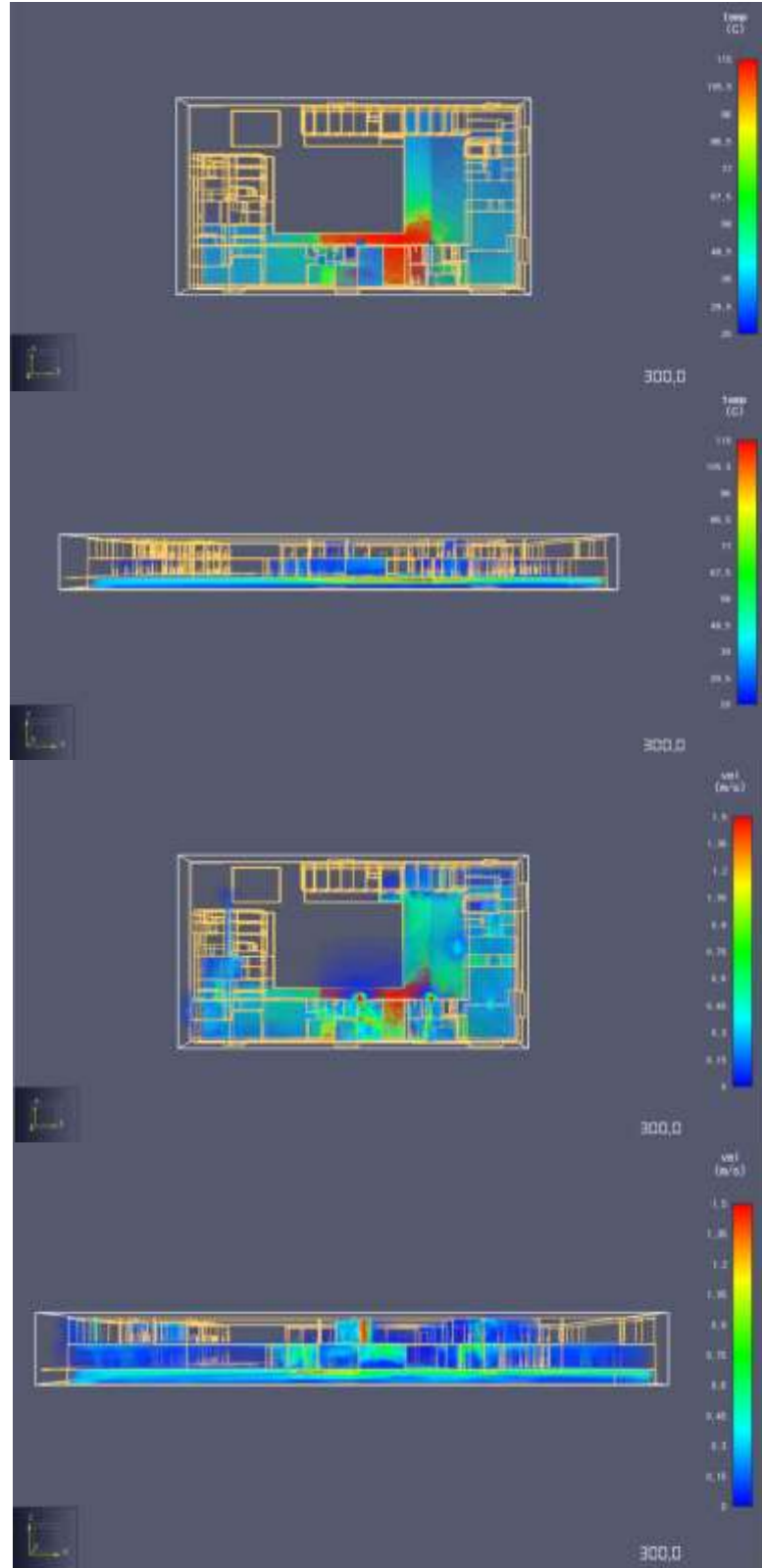
Şekil 4.23. 300 saniye sonraki duman dağılımı incelenmiştir.



Şekil 4.24. 100'üncü saniyedeki dumanın bina içerisindeki sıcaklık ve hız dağılımı



Şekil 4.25. 200'üncü saniyedeki dumanın bina içerisindeki sıcaklık ve hız dağılımı



Şekil 4.26. 300'üncü saniyedeki dumanın bina içerisindeki sıcaklık ve hız dağılımı

Yapılan farklı analizler sonucunda fanların yerleşiminin yangında etkilerinin çok önemli olduğunu analiz sonuçlarından görülmüştür.

BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Son yıllarda, malzeme teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, yapıların yüksekliğini ve şeklini büyük ölçüde etkilemiştir. Dünya’da 1920’lerde sadece iki gökdelen varken bu sayı 2017’de dünya çapında 1200’den fazla yapıya ulaşmıştır. Bu arada, yangın güvenliği hususlarının farkındalığı küresel olarak artmıştır. Uygun bir yangın güvenliği tasarımı, bina yangını meydana geldiğinde, özellikle yüksek katlı yapılar için yolcu güvenliğini sağlamalıdır. Yaşanan yangınlar ve bunların getirdiği yeni standartlar, bu gereksinimlerin etkisinin tasarım, bakım ve karar verme sürecinde önemli ölçüde etkin olacağı şekilde geliştirilmiştir. Bununla birlikte, başarılı bir yangından pasif korunma stratejisinin bir parçası, bina mimarisinin yangının yayılmasını engelleme yetenekleri açısından gözden geçirilmesidir. Bu, yangın durumunda bir bina için doğru koruma seviyelerini sağlamalıdır.

Dünyanın farklı bölgelerinde yüksek binalarda karşılaşılan yangın olaylarının ardından, daha yetkin yangın teknolojileri geliştirmek için uzmanlar simülasyon tekniklerini ortaya çıkarmıştır. Hangi bölgelerin yüksek risk altında olduğu ve ne tür eksikler bulunduğu, bu gelişmiş yazılımlarla yangın öncesinde tespit edilebilmektedir. Yangında uzaktan kontrol odaları, bilgisayar ve server odaları gibi önemli bölgelerde yangında-güvenli bölgeler sağlanması mümkün olmaktadır. Ayrıca yüksek binalarda mevcut yangın sprinkler sistemlerinin etkinliği simüle edilebilmektedir. Yüksek nüfuslu olan bu yerlerde yangını söndürmek için mevcut yangın sprinkler sisteminin kurulum şekline bağlı olarak performansı tespit edilebilmektedir. Sonuç olarak bu tez çalışmasında yaptığım araştırmalar neticesinde yangın esnasında açığa çıkabilecek duman miktarı ve konumu tespit edilmiş, yangın yükü tespit edilmiştir. En büyük risklerin mutfak, otopark, server odası gibi bölgelerde olduğu görülmüştür. Yüksek binalarda bu riskli bölgelerde yangın öncesi algılama sistemlerinin etkin bir şekilde kullanımının yangın riskini azaltacak en etkin yaklaşım olduğu kanaatine varılmıştır.

KAYNAKÇA

Chang, C. H., Banks, D., & Meroney, R. N. (2003). Computational fluid dynamics simulation of the progress of fire smoke in large space, building atria. *Journal of Applied Science and Engineering*, 6(3), 151-157.

Cochran, L., & Derickson, R. (2011). A physical modeler's view of computational wind engineering. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 99(4), 139-153.

Hakan, S. S., C. Ö. (2020). *Yangın ve Yaşam*. İstanbul.

Hansen, R. (2010). *Design fires in underground mines*.

<http://www.imco.com.tr/icerik/@ii1270327680028.pdf>, Erişim Tarihi: 10.06.2020.

<https://ahmetsertkan.blogspot.com/search?q=yanma>., Erişim Tarihi: 10.06.2020.

<https://www.nist.gov/image/kitchen-flashover>., Erişim Tarihi: 10.06.2021).

Stowell, F. M., & Murnane, L. (Eds.). (2013). *Essentials of fire fighting and fire department operations*. Brady Pub...

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hasan KAMAL

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Lisans	Fırat Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Makine Mühendisliği	1988
Lise	Bingöl Lisesi	1985

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2014-Halen	Sancaktepe Belediyesi	Başkan Yardımcısı
1994-2007	Ümraniye Belediyesi	Müdür

YABANCI DİL

İngilizce

ESERLER

1. Aksoy, R., Coşkun, G., Kayış, V., Kamal, H. & Soyhan, H.S. (2018). Büro binaları acil tahliye senaryolarının simülasyon destekli oluşturulması. ISHAD, 881-890.
2. Oduncu, O., Kayış, V., Kamal, H. & Soyhan, H.S. (2018). Yangın bilincinde güncel gelişmeler, ISHAD, 891-898.

HOBİLER

Balık tutma