

Büro Binaları Acil Tahliye Senaryolarının Simülasyon Destekli Oluşturulması

*,¹ Recai AKSOY, ² Gökhan COŞKUN, ³ Veysel KAYIŞ, ⁴ Hasan KAMAL, ^{5,6} Hakan Serhad SOYHAN

*,¹ Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yangın Güvenliği ve Yanma EABD,
recaiaksoy@gmail.com, 54150, Serdivan -Sakarya

² Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yangın Güvenliği ve Yanma EABD,
gcoskun@sakarya.edu.tr, 54150, Serdivan -Sakarya

³ Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yangın Güvenliği ve Yanma EABD,
veysel.kayis@sancaktepe.bel.tr, 54150, Serdivan -Sakarya

⁴ Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yangın Güvenliği ve Yanma EABD,
hasan.kamal@sancaktepe.bel.tr, 54150, Serdivan -Sakarya

⁵ Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yangın Güvenliği ve Yanma EABD Bşk.,
hsoyhan@sakarya.edu.tr, 54150, Serdivan -Sakarya

⁶ Team-San Ltd.Şti., Sakarya Üniversitesi, Teknokent, hsoyhan@teamsan.com.tr, 54150, Serdivan -Sakarya

* Corresponding author

Özet

Son yıllarda, nüfusun artışı ve ekonomik gelişmeler sonucunda ülkemizde “**Büro Binaları**”nın sayısında önemli artış görülmektedir. İnşa edilen bu binalar oldukça büyük ve yapılarına göre komplekstirler. Dolayısıyla yangın tesisatı ve yangın durumunda binada bulunanların tahliye senaryoları, bina proje aşamasında iken planlanmalıdır. Tahliyenin önceden planlanmış senaryolara bağlı olarak başlamaması halinde, optik yoğunluk sonucu boğulma kaynaklı ölümlerle karşılaşılabilir. Bu çalışmada, hem insani hem de yapısal tahliye unsurları ile ilgili olarak 6 farklı senaryo hazırlanarak analizler yapılmış ve senaryolar geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yangın, Tahliye, Tahliye Planları, Senaryo

OFFICE BUILDINGS IMPLEMENTATION OF SIMULATION SUPPORT OF EMERGENCY DISCHARGE SCENARIOS

Abstract

In recent years, as a result of population growth and economic developments, there has been a significant increase in the number of Office Buildings in our country. These built buildings are quite large and complicate according to the structures. Therefore, the evacuation scenarios of the fire system and those in the building in case of fire should be planned while the building is in project phase. If the extraction does not start due to a pre-planned scenario, optical density may be associated with death from asphyxiation. In this study, 6 different scenarios were prepared for human and structural evacuation elements and analyzed and scenarios were developed.

Keywords: Fire, Evacuation, Agents, Scenarios.

1.GİRİŞ

Büro binaları acil durumlarında, yaş grupları farklı olan insanların bulunması sebebiyle tahliyedeki kişilerin hareket kabiliyeti sınırlanır. Kullanıcıların tahliyesinde, acil kaçış noktaları ve tahliye süreleri farklı senaryolar planlanarak en uygun tahliye seçilir.

Geçerli yönetmelik ve standartların belirlediği gereklilikler ve kurallara uyulması ile oluşan sonuç bilinmemektedir [1]. Yönetmeliklerin yerine getirildiği, kuralların eksiksiz uygulandığı birçok farklı durumda bile, tahliye süresi veya tahliyenin genel koşullarını etkileyen faktörler değerlendirilememektedir. Bu nedenle, yönetmelikteki maddelerin yerine getirilmesi ile yapılan bir tasarımda dahi, özellikle binayı işgal eden kullanıcıların tipinin antropometrik özelliklerden değişkenlik gösterdiği alanlarda bilgisayar destekli, acil tahliye koşullarına bakmak ve bunları öncesinde simülasyon destekli, birbirinden farklı durum tahliye senaryolarını canlandırmak önem kazanmaktadır. Ayrıca büro binalarında birçok alanda olağan kullanıcı profili bulunsa da, gerçekte dışarıdan gelen birçok yönüyle farklı kullanıcılar da bulunmaktadır. Bu sebeple tahliyede risk faktörü artmakta ve olumsuz birçok etkisi görülmektedir [2]. Tüm bu risk faktörleri göz önünde bulundurulduğunda, farklı acil tahliye senaryolarının oluşturulması hem acil kaçış yönünden hem de can güvenliği önlemleri bakımından büyük önem arz etmektedir.

1.1. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik (BYKHY-2015)

Madde 159 (1)

Büro binaları en az 2 bağımsız kaçış merdiveni veya başka çıkışların sağlanması gerekir. Ancak;

- Yapı yüksekliğinin 21.50 m'den az olması,
- Bir kattaki kullanıcı sayısının 50 kişiden az olması,
- Bütün katlarda en fazla kaçış uzaklığının Ek-14'teki uzaklıklara uygun olması,
- Yapımda yanmaz ürünler kullanılmış olması,
- İmalat ve depolamada kolay alevlenici ve parlayıcı maddeler kullanılmaması, şartlarının hepsinin birlikte gerçekleşmesi hâlinde tek kaçış merdiveni yeterlidir.[9]

Madde 161 (1), Madde-75, Ek-7

5000 m²'yi geçen tüm büro binalarında algılama ve uyarı sistemi uygulanır.[9]

Bu maddeler ile belirlenen tasarım kriterleri ile büro binalarındaki kullanıcıların acil durumda seri ve karmaşaya mahal vermeyecek şekilde hareket edebildiklerini varsaymak, bu değerlerle kaçış yolu uzunluklarını ve bina tahliye sürelerini belirlemek, can ve yangın güvenliği açısından sağlıklı sonuçlar vermemektedir.

Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik-2015 ile belirlenen *Bina Tehlike Sınıflandırmasında*;

Tablo 1. Düşük tehlike kullanım alanları

EK-1/A Düşük Tehlike Kullanım Alanları
Düşük yangın yüküne sahip, düşük yanabilirliği olan ve yangına karşı direnci en az 30 dakika olan 126 m ² 'den büyük bölümü olmayan mekânlar. Okullar ve diğer eğitim kurumları (belirli alanları*), bürolar (belirli alanları*), hapishaneler
* Kullanım alanları, Ek-1.b ve Ek-1.c kapsamına girmeyen alanlar.

Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik-2015 ile belirlenen yangına dayanım (direnc) süreleri, binanın kullanım sınıflarına göre ayrılmaktadır.

Tablo 2. Bina kullanım sınıflarına göre yangına dayanım süreleri

Ek-33/C Bina Kullanım Sınıflarına Göre Yangına Dayanım (Direnc) Süreleri						
Bina Kullanım Sınıfları	Yapı Elemanlarının Yangına Dayanım Süreleri (dak)					
	Bodrum Katlar (üstündeki döşeme dahil)			Giriş veya Üst Katlar		
	Bodrum Katların Derinliği (m)		Bina Yüksekliği (m)			
	10 m'den fazla	10 m'den az	5 m'den az	21,50 m'den az	30,50 m'den az	30,50 m'den fazla
4. Büro Binaları						
*yağmurlama sistemi yok	90	60	30	60	90	İzin verilmez 120
*yağmurlama sistemli	60	60	30	30	60	

BYKHY–2015 Ek5/A'da tanımlanan Büro Binalarında, konferans salonu, mutfaklar, resepsiyon alanları, bekleme alanları, atrium zemini için alınması gereken kullanıcı yükü katsayıları.

Tablo 3. Kullanıcı yükü katsayıları

Ek-5/A Kullanıcı Yükü Katsayısı Tablosu			
Kullanım Alanı		M2/kişi	
1	Konferans salonu, çok amaçlı salonlar (balo vs), lokanta, kantin, bekleme salonları, konser salonları, sinema ve tiyatro salonları, topluma açık stüdyo, düğün salonu vb.	1.5	
2	Dans salonları, bar, gece kulüpleri ve benzeri yerler	Oturulan kısımları için	1.0
		Ayakta durulan kısımları için	0.5
3	Sergi alanları, stüdyolar (film, radyo, televizyon, kayıt)	1.5	
4	Terminalerin yolcu gelip gidiş bekleme salonları	3	
5	Derslikler, bilgisayar odaları, seminer salonları	1.5	
6	Resepsiyon alanları, bekleme alanları, atrium zemini	3	

BYKHY–2015 Ek5/B'de tanımlanan Büro Binaları için tek yönde ve çift yönde çıkışlara götüren maksimum kaçış mesafeleri.

Tablo 4. Çıkışlara götüren en uzun kaçış uzaklıkları

Ek-5/B Çıkışlara Götüren En Uzun Kaçış Uzaklıkları ve Birim Değişlikleri										
Kullanıcı Sınıfı	Tek yön en çok uzaklık(m)		İki yön en çok uzaklık(m)		Birim genişlik için kişi sayısı				Çıkamaz koridor en çok uzaklık(m)	
	Yağmurlama sistemi yok	Yağmurlama sistemli	Yağmurlama sistemi yok	Yağmurlama sistemli	Kapı Açıklıklarında		Kaçış merdivenlerinde	Rampalar ve koridorlarda	Koridorlar	
				Dışarı çıkış kapısı	Diğer kapılar ve koridor kapıları					Yağmurlama sistemi yok
Büro Binaları	15	30	45	75	100	80	60	100	15	20

BYKHY–2015 Ek5/B’de tanımlanan Büro Binaları için binalar da özellikle orta ve büyük ölçekli endüstriyel tesisler ile kullanım alanı 5,000 m²’yi geçen tüm Büro Tarzı Binalarda yangın algılama sistemi kurulması zorunludur.

Tablo 5. Otomatik algılama sistemi gereken binalar

Ek-7 Otomatik Algılama Sistemi Gereken Binalar		
	Yapı Yüksekliği	Bina toplam kapalı alanı
1. Konutlar	>51,50	-
2. Konaklama Amaçlı Binalar	>6,50	>1000
3. Kurum Binaları	Eğitim Tesisleri	>21,50
	Yataklı Sağlık Tesisleri	>6,50
	Ayakta tedavi ve diğer sağlık tesisleri	>21,50
4. Büro Binaları	>30,50	>5000
5. Ticaret Amaçlı Binalar (1)	> 12,50	>2000
6. Endüstriyel Amaçlı Yapılar (2)	>21,50	>7500
7. Toplanma Amaçlı Binalar	Yeme içme	>12,50
	Eğlence	>12,50
	Müze ve sergi alanları	>6,50
	Terminaler	> 6,50
8. Depolar	>6,50	>5000
9. Yüksek Tehlikeli Yerler	>6,50	>1000

(¹) Sebze ve meyve halleri, balık halleri, et borsaları, metal yedek parça bulunan yerler ile benzeri yangın riski olmayan yerler hariç.

Bu tanımlamaların yönetmelik ile sınırları çizilmiş olup, büro binaları tasarımı için yeterli kabul edilmektedir. Bu verilerin yeterliliği normal şartlarda ancak bir acil durum anında test edilebilmektedir [3]. Farklı kullanıcı tiplerinin bir arada olduğu ve öngörülen tasarımın sonuçlarının sinamasının gerçekleştirilebilmesi ve sonuçlarının görülebilmesi için, tüm kullanıcı türlerinin hızları, duruş mesafeleri, yaşları gibi birçok antropometrik özellik dikkate alınarak can, mal ve yangın güvenliği olanaklarını sınanan “Acil Tahliye Simülasyon” programları önem arz etmektedir.

2. DURUM ÇALIŞMASI

Acil durum anında binada bulunan tüm kullanıcıların binayı terk ettikleri gerçek süreyi hesaplamak, can, mal ve yangın güvenliği için alınan önlemlerin yeterliliğini test etmek için kullanılan yöntem olan simülasyon, dünyada birçok örneği bulunan ve gün geçtikçe yaygınlaşan bir yöntemdir. Binanın tasarım aşamasındayken kullanılarak küçük değişkenler ile büyük önlemlerin alınmasında oldukça fayda sağlamaktadır. Acil tahliye simülasyonları, doğru verilerle gerçek zamanlı bir tasarım yapmaya olanak sağladığı gibi, yangın tahliye projelerinde göz ardı edilebilen zaman faktörü, kullanıcıların sosyal davranışları ve

antropometrik özellikleri tasarım parametrelerine dâhil edilebilmesini sağlar [4]. Binayı işgal eden kullanıcı davranışları, binanın kullanım sınıfı tahliye planlarında doğrudan ilişkili olup, göz ardı edilmemesi gereken önemli bir konudur. Bir yapının yangın yönetmeliği şartlarını yerine getirirken, yapının içinde bulunan kullanıcıları da yapının bir parçası olarak kabul etmek, can, mal ve yangın güvenliği tasarımını bu değerlerle yapmak, acil durum anında kaosu azaltarak tahliye süresini kısaltmayı sağlar. Acil durum anında insanlar toplu olarak hareket ederler [5]. Toplu hareket sonucunda yığılmaların en çok yaşandığı alanlar, tahliye simülasyonu ile tespit edilerek, merdiven veya koridor ise genişlikleri, kapı ise temiz açıklık mesafeleri artırılmalıdır. Aşağıdaki örneklerde 5 farklı acil tahliye senaryoları üretilmiş ve bu simülasyon süreleri boyunca tespit edilen, insan yığılmaları gösterilmiştir.

Tahliye simülasyonu esnasında homojen dağılım yapılarak, insanların dumandan etkilenmeden 173,3 saniye gibi kısa bir zamanda bina dışına kaçışları sağlanmıştır.

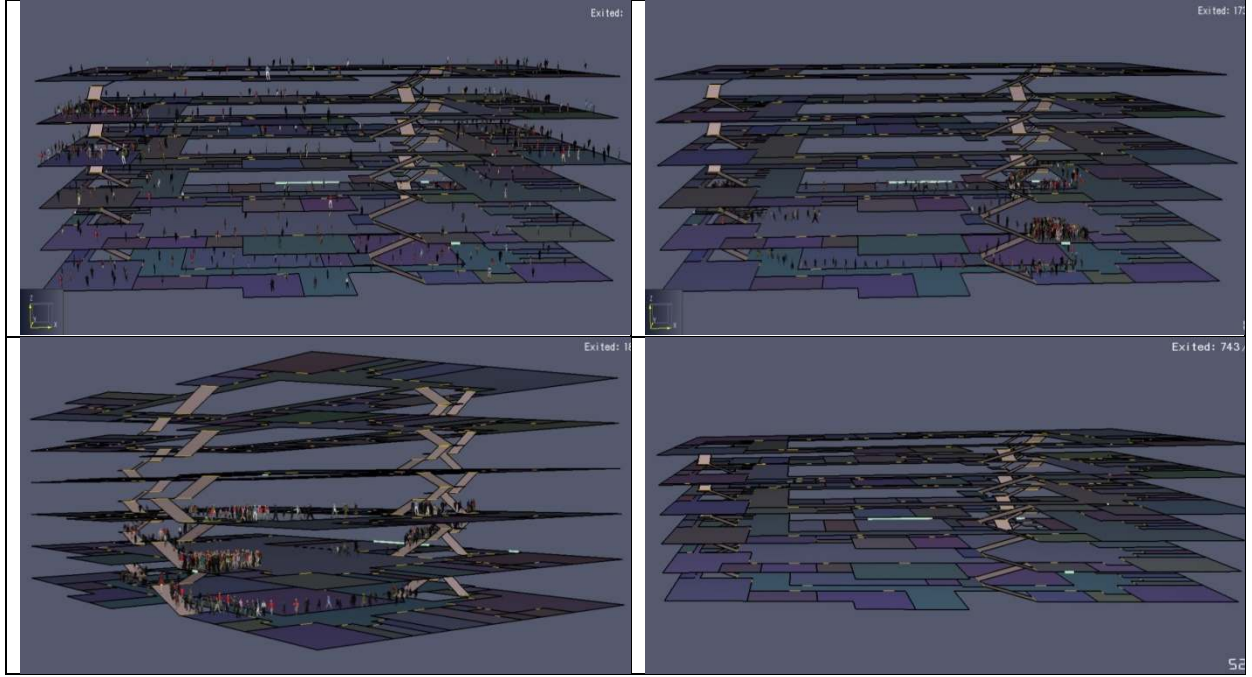
2.1. Kaçış Yolu Belirleme Kriterleri

Simülasyon sırasında, kaçış yollarının yeterliliği ve güvenliliği aşağıdaki kriterler doğrultusunda belirlenmektedir:

- *Tahliye oranı,
- *Kaçış esnasında oluşan sıraların yerleri ve oluşum nedenleri,
- *Sıralar/kuyruklardaki insanlar tarafından kullanılan mekanlar,
- *Binada oluşan boğazların (dar geçişler) yerleri ve oluşum nedenleri,
- *Sıralar/kuyruklardaki insanlar tarafından kullanılan mekanlar [6],
- *Kaçış merdivenlerinin dengesiz kullanımı,
- *Yüksek kapasiteli yangın kaçış merdiveni ihtiyacı ve bu merdivenlere bağımlılık,
- *Bekleme ve sıraya girme zamanı esnasında güvenlik (Duman yayılımının engellenmesi).

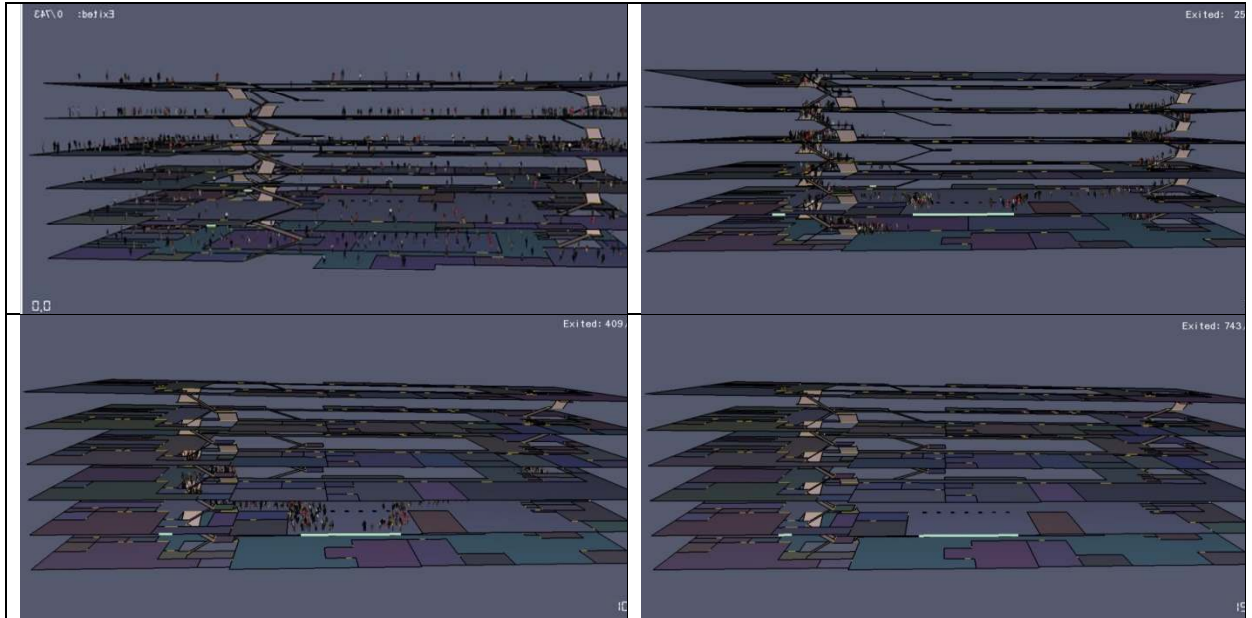
Birikmelerin olduğu alanlarda birbirini engellemeyen, akıcı yaya ulaşım trafiğinin sağlanması için aşağıdaki mimari tespitlerden yararlanılabilir:

- *Kolon, bölme duvar gibi düzenleyici mimari elemanlardan yararlanılarak, yayaların kaos yaratmadan düzenli bir şekilde tahliye alanlarına ulaşmasını sağlamak,
- *Doğru yönlendirmelerle kaçış olanaklarındaki tahliye oranlarını eşitlemek,
- *Kapı açıklıkları, koridorlar, merdivenler vb. çıkış olanaklarının genişliklerini arttırmak,
- *Merdivenlere sahanlık yapılarak yaya hareketindeki duraksamaların tüm hareketi engellemesini önlemek.



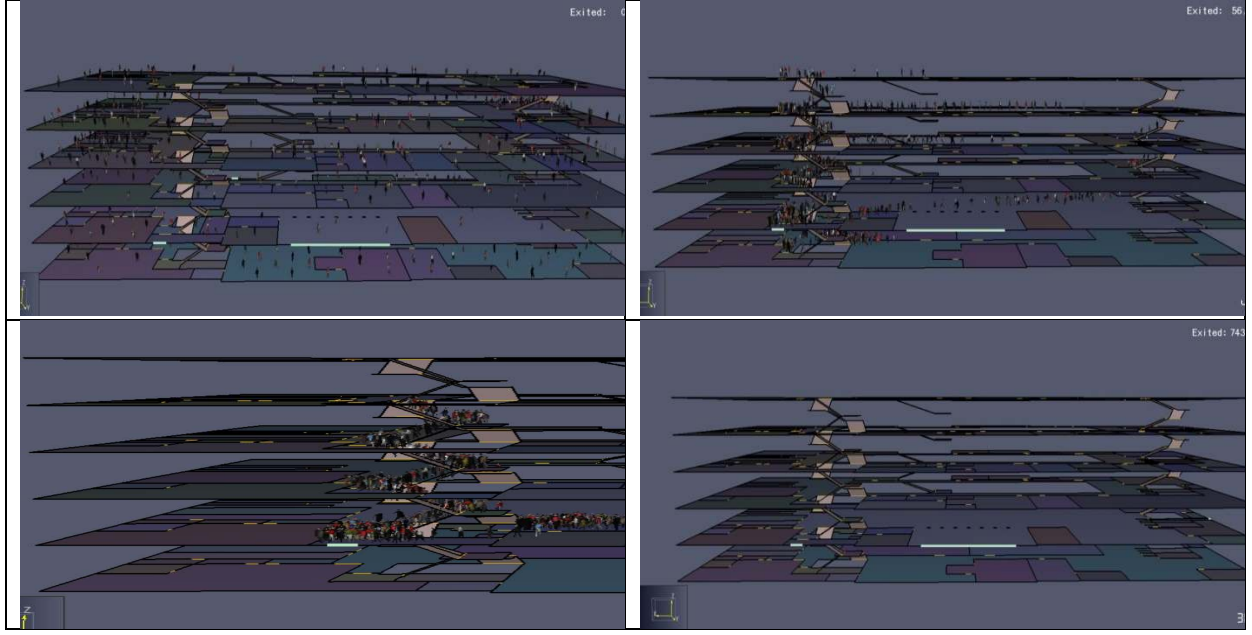
Resim 1 Arka Acil Çıkış Tahliye (528,3 Sn)

Resim 1’de kaotik ortam simüle edildiğinde acil çıkışın sadece arka acil çıkış kapısına yönlendirilerek koridorlardaki ve arka acil çıkış kapısında kargaşa gözlemlenmiş, yüksek kapasiteli yangın kaçış merdiveni ihtiyacı ve bu merdivenlere bağımlılık işlenmiştir.



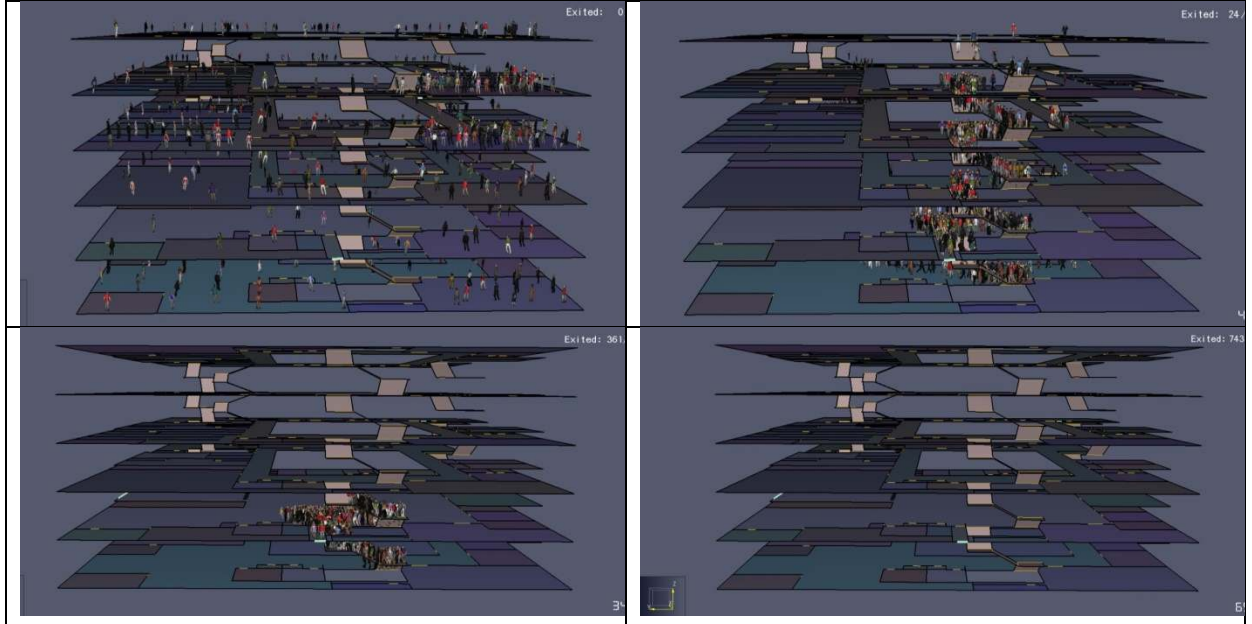
Resim 2 Ön Normal Çıkış Kapısı Tahliye (193,3 Sn)

Resim-2 ‘de karmaşada tahliye ekipleri tarafından Ön Normal Çıkış Kapısına yönlendirmesi ile oluşan durum irdelenmiş ve kapının genişliği tahliye süresine olumlu etki etmiştir.



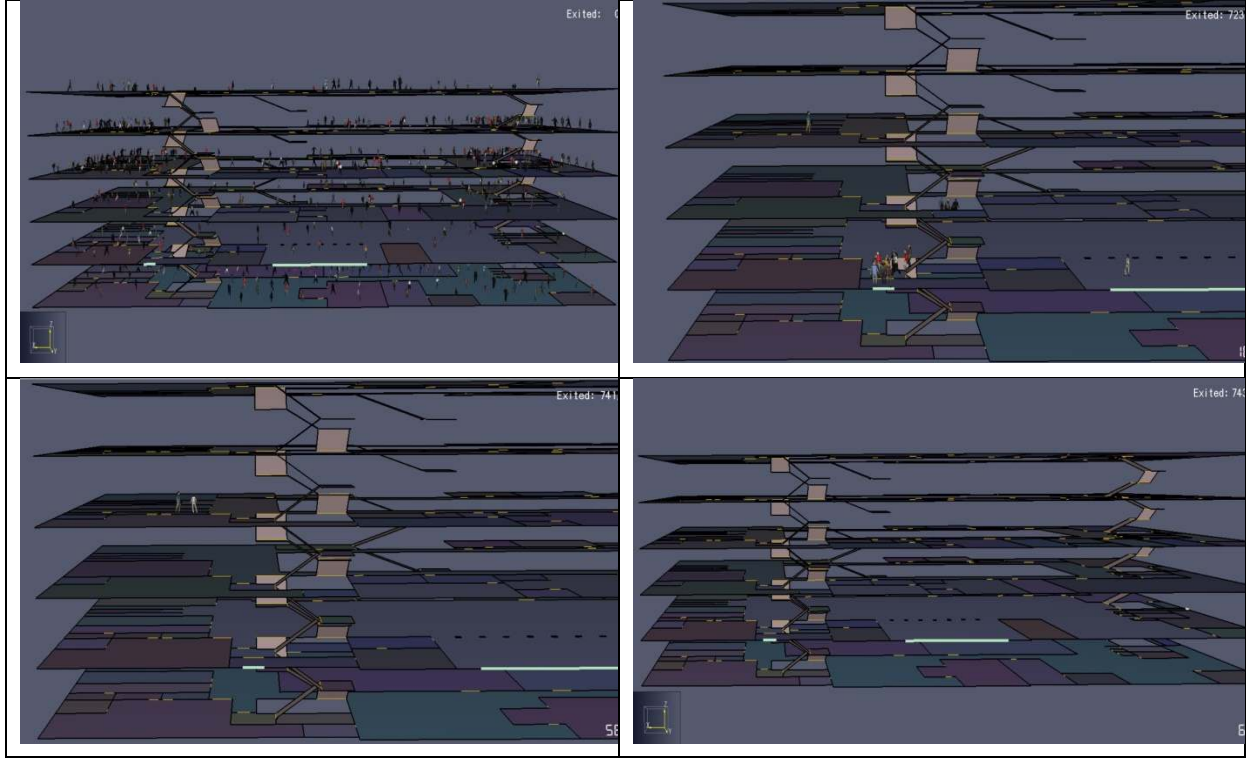
Resim 3 Sağ Ön Acil Çıkış Kapısı Tahliye (380,8 Sn)

Resim-3’de kaos ortamında tahliye ekiplerinin yetersiz kalması sonucunda insanların sürü psikolojisi ile Ön Acil Çıkış Kapısına doğru yönelmeleri sonucu sıkışıklık ve yığılmalar gözlemlenmiştir.



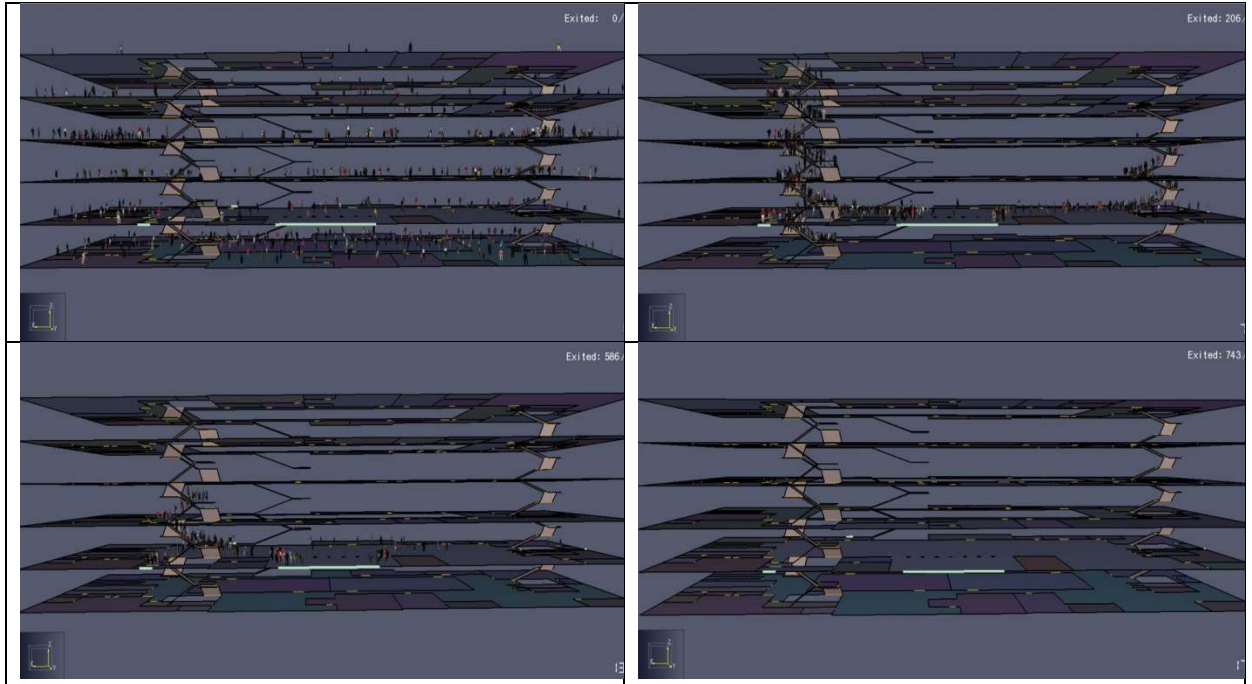
Resim 4 Sol Yan Acil Çıkış Kapısı Tahliye (695,8 Sn)

Resim-4’de Sol Yan Acil Çıkış Kapısı Tahliyesinde yığılmalar sonucu insanların birbirini sıkıştırdıkları tahliye süresini uzattıkları, bu da insanların ortamdaki optik yoğunluğun sağlığına zarar verdiği gözlemlenmiştir.



Resim 5 ENGELSİZ HAYAT Tahliye (650 Sn)

Resim-5’de günümüz dünyasında ENGELSİZ hayatın farkındalığı arttırmak adına ve hayatlarını kolaylaştırmak için bu simülasyon çalışılmış ve eksiklikler gözlemlenerek tahliyede engelsiz hayat irdelenmiştir.



Resim 6 Tüm Çıkış Kapıları Tahliye (173,3 Sn)

Resim 6'daki örnekte, düzenleyici mimari elemanlar ve BYKHY-2015 Madde 126 te belirtilen eğitimli tahliye ekiplerinin doğru yönlendirmesi ile kuyruk oluşumunu ve kaosu önleyerek, düzenli ve 3 dakika öncesinde tahliye sağladığı simülasyon görüntüleri ile gösterilmiştir. Bu mimari eleman kimi zaman sabit bir tefriş, bölme duvarlar ile düzenlenmiş sabit açıklıklar olabileceği gibi, kimi zaman ise dikme, küpeşte gibi düzenleyiciler kullanılabilir. Resim 6'da tahliye ekipleri tarafından kullanıcıların farklı 4 çıkışa yönlendirilmesi sağlanmıştır.

Tablo 6. Senaryoların Tahliye Süreleri

SENARYO ADI	SENARYO 1	SENARYO 2	SENARYO 3	SENARYO 4	SENARYO 5	ENGELSİZ HAYAT
ÇIKIŞ SÜRESİ	2 DK. 53 SN	3 DK. 13 SN	6 DK. 21 SN	8 DK. 48 SN	11 DK.35 SN	10 DK. 50 SN
ÇIKIŞ YERİ KAPISI	TÜM ÇIKIŞ KAPILARI	ÖN GENİŞ ÇIKIŞ KAPISI	ÖN ACİL ÇIKIŞ KAPISI	ARKA ACİL ÇIKIŞ KAPISI	SOL YAN KAPI ÇIKIŞ	TÜM ÇIKIŞ

Tablo 6'da görüldüğü üzere senaryo 5'te sadece tek bir acil çıkış kapısı tahliyesinde 11 dakika 35 saniye iken, senaryo 1 de tüm acil çıkış kapılarının efektif kullanımı sonucu 2 dakika 53 saniye gibi önemli bir zamanda sağlıklı tahliye yapılmıştır.

3. TARTIŞMA

Özet olarak, Büro Binası yapılarında acil kaçış simülasyonları:

Mevcut durumdaki Büro Binası tasarımı uygulandığı takdirde tahliyelerin nasıl ve ne yollarla yapılacağını anlamak [7], kaçış yollarında kaçışı engelleyen herhangi bir unsur olup olmadığını kontrol etmek, Kaçış yollarında iyileştirme önlemleri alınıp alınmaması gerektiğine karar vermek[8], acil tahliye esnasında tahliye ekiplerinin doğru yönlendirmelerinin performans değerlendirmesini yapılır,

Sonuç olarak;

- Binaların acil çıkış performansını tahliye tatbikatlarıyla değerlendirmekte mümkündür. Ancak bu yöntem iş gücü kaybı, tahliye esnasında kullanıcılarda panik dolayısıyla yaralanmalara neden olduğu gibi bu tür tatbikatlar maddi külfet de getirmektedir.
- Binaların yangın riskini anlamak her zamankinden çok daha önemli ve karmaşık hale geldi. Yaklaşım ile yapı çevre bu riski yönetmek için tamamen yeni bir pragmatizm, problem çözme yeteneği getiriyor. Karmaşanın ortaya çıkmasını önlemek ve bina tasarımı ile ilgili riskleri ve maliyetleri daha iyi kontrol altına almanın yollarını anlamak için simülasyon destek olur.
- Yazılım simülasyonu varolan veya daha mimari proje aşamasındaki binaların acil tahliye performanslarını da değerlendirebilmektedir. Bu nedenle yapım aşaması veya

mimari proje aşamasındaki tüm binalar tahliye ve yangın açısından değerlendirilmelidir. Önerdiğimiz simülasyon tekniği kullanılarak karşılaşılabilecek olumsuzluklar inşa aşamasına gelmeden giderilebilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] L. Tan, M. Hu& H. Lin. (2015). Agent-based simulation of building evacuation: Combining human beha N. Wagner&V. Agrawal. (2014). An agent-based simulation system for concert venue crowd evacuation modelling in presence of a fire disaster. Expert Systems with Applications.
- [2] N. Wagner&V. Agrawal. (2014). An agent-based simulation system for concert venue crowd evacuation modelling in presence of a fire disaster. Expert Systems with Applications.
- [3] J. Joo, N. Kim, R. A. Wusk, L. Rothrock, Y. Son, Y. Oh&S. Lee. (2013). Agent-based simulation of aff ordance-based human behaviors in emergency evacuation. Simulation Modelling Practice and Theory.
- [4] Mak.Müh.Recai AKSOY, Dr. Gökhan COŞKUN ve Prof.Dr. Hakan Serhad SOYHAN, 6 th International Conference on Renewable Fuels Combustion and Fire (May 18–21, 2017). Developing emergency escape scenarios by using fire simulation softwares.
- [5] Z. Xiaoping, Z. Tingkuan&L. Mengting. (2015). Modelling crowd evacuation of a building based on seven methodological approaches. Building and Environment.
- [6] Engineering Guide - Human Behavior in Fire. (2013). Society of Fire Protection Engineers
- [7] Hoskins B. “Effective Density Mecisurement Methods on Stairs.” Proceedings of the 5th International Syposium on Behaviour in Fire. Interscience Communications. London pp. 182-193,(2012).
- [8] NFPA 101, Life Safety Code National Fire Protection Associaton, MA,(2012).
- [9] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik-(09/07/2015)-29411