



## DOĞAL AFETLERDE TAHMİNİ OTEL TAHLİYE SÜRELERİ: PATHFINDER SİMÜLASYONU

### *EVACUATION TIMES IN NATURAL DISASTERS: PATHFINDER SIMULATION*

Ceyda IŞIK<sup>a</sup> Ülker ÇOLAKOĞLU<sup>b</sup> Osman Eralp ÇOLAKOĞLU<sup>c</sup> Osman Nuri ÖZDOĞAN<sup>d</sup>

#### Özet

Türkiye’ de çıkan yangınlar can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu durum haberlere yansıtıldığında Türkiye turizmi açısından olumsuz bir imaj çizmektedir. Otellerde müşteriler konaklama yaparken tatbikat yapma durumu söz konusu olamamaktadır. Mevcut literatür, halka açık alanlarda (tiyatro, cami vb.) tahliye süreçlerinin optimizasyonu için Pathfinder programının %100'e yakın doğrulukla sonuç ürettiği belirtilmektedir. Bu sebeple araştırmada pathfinder uygulaması tercih edilmiştir. Bu çalışma ülkemizde olan doğal afetler göz önüne alınarak pathfinder uygulaması üzerinden gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın amacı otel mimarilerinde yapılan planlamaların afet durumlarındaki tahliye süreçlerini hesaplamak ve yeni senaryolar önermektir. Elde edilen bulgulara göre oda sayısı arttıkça tahliye süreleri artarken mimari planlamanın da bu tahliyeyi ne düzeyde arttırdığı şekiller üzerinden tartışılmıştır. Bu sebeple tek kişilik, çift kişilik ve üç kişilik odalar rastgele çizilerek müşteri tahliye süreleri odalar yan yana ve aralarda kaçış rampaları eklenerek mevcut durum otel mimarisi üzerinden ele alınmıştır. Sonuç olarak otel odalarının sayısı her ne kadar fazla olursa ticari olarak elde edilen gelir artmaktadır fakat odalardan feragat edilerek eklenecek kaçış rampaları ile misafir tahliye sürelerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Otel mimarilerinin düzenlenmesinde bunun göz önünde bulundurulması gerektiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Pathfinder Simülasyonu, Otel Tahliye Süreleri, Turizmde Doğal Afet

#### Abstract

Fires in Turkey cause loss of life and property. When this situation is reflected in the news, it creates a negative image for Turkish tourism. It is not possible to conduct drills while customers are staying in hotels. Existing literature indicates that the Pathfinder program produces results with almost 100% accuracy for the optimization of evacuation processes in public areas (theatres, mosques, etc.). For this reason, the Pathfinder application was preferred in the research. This study was carried out using the Pathfinder application, considering the natural disasters in our country. The aim of the research is to calculate the evacuation processes in disaster situations in hotel architecture plans and to suggest new scenarios. According to the findings obtained, while the evacuation times increase as the number of rooms increases, the extent to which architectural planning increases this evacuation is discussed through figures. For this reason, single, double and triple rooms are drawn randomly, customer evacuation times are evaluated by adding rooms side by side and escape ramps in between, and the current situation is addressed through hotel architecture. As a result, the more hotel rooms there are, the more commercial income is generated, but it has been observed that guest evacuation times are reduced by adding escape ramps by sacrificing rooms. It is thought that this should be taken into consideration in the design of hotel architecture.

**Keywords:** Pathfinder Simulation, Hotel Evacuation Times, Natural Disaster in Tourism

Makele Geliş Tarihi: 29.05.2025 Makale Kabul Tarihi: 20.06.2025

**Sorumlu Yazar (Corresponding Author):** Ceyda IŞIK (ceyda.isik@adu.edu.tr )

<sup>a</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın/Türkiye (ceyda.isik@adu.edu.tr), ORCID: 0000-0002-0868-6348

<sup>b</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Aydın/Türkiye (ucolakoglu@adu.edu.tr), ORCID: 0000-0003-1265-3319

<sup>c</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Aydın/Türkiye (oecolakoglu@gmail.com), ORCID: 0000-0001-5875-8488

<sup>d</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Aydın/Türkiye (onozdogan@adu.edu.tr), ORCID: 0000-0002-8624-5206

DOI: 10.5281/zenodo.15761463

## **1. Giriş**

Doğal afetler; sel, çığ, deprem, orman yangını, kasırga gibi doğal kaynaklı felaketleri ifade eder. Bu tür felaketler, iletişim, ulaşım ve altyapıyı tahrip ederek kullanılamaz hale getirebilir. Turizm sektörü, kriz durumlarından en fazla etkilenen sektörlerin başında gelmektedir. Bir destinasyonda meydana gelen doğal afetler, bölgedeki tüm ekonomik faaliyetleri olduğu gibi turizm sektörünü de önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Doğal felaketlerden etkilenen bölgeler, kısa süre içinde turistlerin güvenini kaybedebilir. Bu bölgelerin temizlenip, turistlerin ilgi ve güvenini yeniden kazanması ise zaman alabilir (Köşker, 2017; Karadeniz, 2023).

Türkiye; tektonik, sismik, topografik ve iklimsel yapısı nedeniyle sıkça doğal afetlerle karşı karşıya kalan bir ülkedir. Bu durum, tarihsel olarak su baskını, sel, çığ, heyelan ve yangın gibi çeşitli doğal afetlerle mücadele edilmesini gerektirmiştir. Ancak Türkiye’de doğal afetler söz konusu olduğunda, en önemli afet türü depremler olarak öne çıkmaktadır. Depremler, Türkiye’de insan kaybı bakımından dünya genelinde üçüncü, etkilenen insan sayısı açısından ise sekizinci sırada yer almaktadır . Ülkemizde doğal afetlere yönelik politikalar, ilk olarak 1939 Erzincan Depremi sonrası geliştirilmeye başlanmıştır. 1959 yılında çıkarılan 7269 sayılı “Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun” ile afetler konusunda yasal boşluklar giderilmeye çalışılmıştır. Afetlerle ilgili yasal düzenlemeler, 1988 yılında devletin tüm imkânlarının afet bölgesine en hızlı şekilde ulaşmasını ve afetzede vatandaşlara etkin bir şekilde ilk müdahale yapılmasını sağlamak amacıyla çıkarılan “Afetlere İlişkin Acil Yardım Teşkilatı ve Planlama Esaslarına Dair Yönetmelik” ile devam etmiştir (Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı Afad, 2025).

Azerbaycan’ın başkenti Bakü’de 1995 yılında meydana gelen metro yangınında 558 kişi hayatını kaybetmiş, 269 kişi ise yaralanmıştır. Bu trajik olayın ardından, yangın durumlarında can kaybı yaşanmadan önce bireylerin hızlı ve etkili bir şekilde tahliye edilmesi, metro sistemlerinin tasarımı ve işletilmesinde güvenlik öncelik haline getirilmiştir (Qin, vd., 2020;2). Laleli'deki bir otelde çıkan yangında (17 Kasım 1996) 17 kişi hayatını kaybetmiştir (BBC). 6 Şubat 2023’te meydana gelen depremde Türkiye’ye yaklaşık 2 trilyon TL (103,6 milyar dolar) ekonomik kayıp yaşanmış olup bu rakam 2023 milli gelirinin %9’unu temsil etmektedir. Marmara Depremi’ne kıyasla yaklaşık altı kat daha fazla hasara neden olan bu afet, 11 ilde büyük yıkıma yol açmış; 50 binden fazla kişi

hayatını kaybetmiş, 300 binden fazla bina hasar görmüştür. Ayrıca, bölge turizmini de ciddi şekilde etkilemiş; tarihi yapılar, oteller ve işletmeler zarar görmüş, çok sayıda kişi işsiz kalmıştır (Göktaş, 2023). Aynı tarihte Kahramanmaraş merkezli gerçekleşen depremler, 50 binden fazla can kaybına ve 100 milyar dolardan fazla bir ekonomik zarara yol açmıştır. Bu kayıplar, 1999 Marmara depremindeki zararın 6 katından daha fazladır (Yiğitoğlu, 2023). Bolu'da Kartalkaya Kayak Merkezi'ndeki Grand Kartal Otel'de çıkan yangında hayatını kaybedenlerin sayısı 79'dur. 10 saat sonra söndürülebilen facia nedeniyle bir günlük milli yas ilan edilmiştir (Euro.news).

Günümüzde bina yapıları giderek daha yenilikçi ve karmaşık hale gelmektedir. Ancak bu karmaşık yapılar, acil durumlar sırasında bina sakinlerinin tahliyesinde ciddi zorluklara sebebiyet vermektedir. Öte yandan ekonomik gelişmenin hız kazanmasıyla birlikte, şehirlerde yoğun nüfuslu alanların sayısında büyük bir artış yaşanmıştır. Son yıllarda dünya genelinde yaşanan can kayıplarının büyük bölümü, hastaneler, okullar, spor salonları ve büyük ticari kompleksler gibi insan yoğunluğunun yüksek olduğu mekânlarda gerçekleşen depremler, yangınlar ve benzeri olaylardan kaynaklanmıştır. Bu tür alanlarda meydana gelen kazalar veya afetler de, yüksek nüfus yoğunluğu nedeniyle ciddi can ve mal kayıplarına yol açma potansiyeline sahiptir. Yüksek yoğunluklu insan trafiğine sahip geniş ölçekli kamusal alanlar, tahliye süreçlerini zorlaştırmakta; bu durum ise panik ortamının oluşmasına ve can kayıplarının artmasına neden olabilmektedir (Zhang ve Long, 2021; Han vd., 2021).

## **2. Kavramsal Çerçeve**

Bir yapı tasarlanırken doku, ışık, güzellik ve uyuma ek olarak diğer çevresel, insani ve ekonomik faktörler de dikkate alınmalıdır (Kadei vd., 2021;1). Misafir odaları ve süitler, bir otel ya da tatil köyünün toplam kat alanının yaklaşık %65 ila %85'ini oluşturduğundan, kat planı düzenlemelerinde sağlanan küçük verimlilik artışları, toplam projeye önemli ölçüde yansiyabilmektedir (Rutes vd., 2001).

Long, vd., (2017;263) tarafından yapılan ve yangın sürecinde oda ısısının incelendiği çalışmada yangının çıktığı odanın ısı akışı ilk 30 saniyede değişmemektedir. Bunun nedeni yangının ilk aşamada yavaş gelişmesi ve yangının yaydığı ısının küçük olmasıdır. Pencere ve kapı aracılığıyla dış ortama doğrudan ısı yayılımı gözlemlenmemektedir. Pencere ısı akışı, 30 ile 100 saniye arasında hızla artarak 45 kW seviyesine ulaşmakta ve sonrasında kademeli olarak azalarak yaklaşık 25 kW seviyesinde kararlı hale gelmektedir.

Kapıdan gerçekleşen ısı akışı ise 30–80 saniye arasında 25 kW'a kadar yükselmekte, ardından düşerek yaklaşık 5 kW seviyesinde sabitlenmektedir. Odadaki toplam birikmiş ısı akışı ise, 160 kW ile en yüksek değere ulaştıktan sonra, 30–80 saniye arasında yaklaşık 100 kW'a kadar düşmekte ve daha sonra 125 kW civarında dengeye ulaşmaktadır. Yangının başlangıcından itibaren ilk 80 saniyede pencere ve kapı üzerinden gerçekleşen ısı akışları benzer seyir izlemektedir. Ancak 80. saniyeden itibaren pencere ısı akışı artmaya devam ederken, kapı ısı akışı azalmaya başlamaktadır. 100. saniyeden itibaren pencere ısı akışı düşüş eğilimine girerken, kapı ısı akışı kararlı bir seviyeye ulaşmaktadır. Yaklaşık 150. saniyede pencere ısı akışı da dengeye gelmektedir. Yangın kaynağının maksimum ısı yayılımı 160 kW olarak belirlenmiştir. Oda içindeki en düşük birikmiş ısı akışı yaklaşık 90 kW olup, kararlı durumda 120 kW seviyesindedir. Bu veriler, yangının meydana geldiği odadan kapı ve pencereler aracılığıyla dış ortama yalnızca sınırlı miktarda ısının yayıldığını; ısının büyük bölümünün oda sıcaklığının artmasına neden olduğunu göstermektedir. Pencerenin dış ortamla doğrudan bağlantısı olduğu için bu bölgede basınç, sıcaklık gibi parametreler sabit kabul edilebilir. Buna karşılık, koridor başlangıçta dış mekanla aynı koşullara sahip olsa da sınırlı bir hacme sahip olduğu için ısı iletimiyle birlikte sıcaklığı artmaktadır.

Yangın esnasında, tahliye edilen kişilerle aynı anda binaya giren itfaiye ekiplerinin aynı tahliye yollarını kullanmaları durumunda ortaya “karşı akış teorisi” çıkmaktadır. Alçak binalarda tahliye genellikle itfaiye gelmeden tamamlandığı için bu durum nadiren görülürken, yüksek binalarda karşı akış riski daha fazladır. Karşı akışın ortaya çıkma olasılığı; binada kullanılan tahliye stratejisi (eş zamanlı veya aşamalı tahliye), binanın kullanım amacı (örneğin ofis ya da otel), merdiven sayısı ve boyutları, yangın uyarı sistemlerinin yeterliliği, personel eğitimi, itfaiye asansörlerinin bulunup bulunmaması ve binanın itfaiye istasyonuna uzaklığı gibi birçok faktöre bağlıdır. Özellikle eş zamanlı tahliyelerde, uyarı sistemlerinin yetersizliği veya bina sakinlerinin eğitimsizliği nedeniyle oluşan gecikmeler, karşı akış riskini artırmaktadır. Bu nedenle, tahliye yolları olan merdivenlerin genişliği ve sayısı kritik hale gelmektedir. Farklı ülkeler bu konuda farklı yaklaşımlar benimsemektedir. Örneğin, İngiltere’de eş zamanlı tahliye için merdivenler tüm bina nüfusuna göre boyutlandırılırken, birçok ülkede yalnızca yangın katının nüfusu dikkate alınmaktadır (Tofilo vd., 2013;510). Yangın esnasında öte yandan yaşlı bireylerin tahliyesini etkileyen çeşitli faktörler bulunmakta olup, bu faktörlerin her biri acil

durumlarda güvenliklerinin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır (Quan ve Ahn, 2024;248).

Tofilo vd., (2013;515)'nin yaptıkları çalışmada yangın anında aşağıdaki unsurların önemli olduğunu belirtmiştir;

- Tahliye edilenlerin özellikleri;
- İtfaiyecilerin özellikleri;
- Tüm bireylerin harekete başlama anı;
- Binanın bir geometrisi;
- Merdivendeki insanların başlangıç pozisyonu.

Han vd., (2021)'in yapmış oldukları çalışmaya göre 209.000 metrekare olan büyük bir alışveriş merkezinde en yoğun saatler belirlenmiştir . İlk olarak, kuyruk teorisi modeli oluşturulmadan önce, yoğun saatlerdeki insan akış hızı ve yolcu dağılımını belirlemek amacıyla çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Ardından, Pathfinder tahliye simülasyon yazılımı kullanılarak bir simülasyon uygulanmış ve tahliye süreci ile oluşan darboğazlar analiz edilmiştir. Elde edilen tahliye verilerine dayanarak, personel, acil çıkış merdivenleri ve koridorlar arasında en uygun eşleşmenin sağlanması amacıyla darboğazların nasıl aşılabileceğine dair öneriler geliştirilmiştir. Son aşamada, bu iyileştirme önerileri doğrultusunda oluşturulan yeni şema simüle edilmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre, iyileştirme öncesine kıyasla tahliye süresinin belirgin ölçüde azaldığı gözlemlenmiş ve önerilen şemanın uygulanabilirliğini kanıtlamıştır. Bu deneysel simülasyonlar, çok katlı alışveriş merkezlerindeki tahliye sorunlarının araştırılmasında tahliye modellemesinin önemli ölçüde katkı sağlayabileceğini ortaya koymuştur.

### **3. Yöntem**

Bu araştırmanın ana amacı; afet anında misafirlerin otelden tahliye olma sürelerinin nasıl değiştiğini oda mimarisi üzerinde hesaplamak ve mimari çözümler sunmaktır. Pathfinder, bir tahliye simülasyon yazılımı olarak, birden fazla hareket grubunu ve gruptaki her bağımsız bireyi görsel olarak simüle edebilir. Bunun ötesinde, Pathfinder tahliye yolunu ve insanların bölgesel akış yoğunluğunu görsel olarak gözlemleyebilir. İhtiyaçlara göre, tahliye olan bireylerin hızı, omuz genişliği ve yükseklik gibi özellikler ayarlayabilir. Tasarımın başında makul kaçış yolları belirtilebilir, tahliye planları analiz edilebilir ve daha fazla güvenlik yönetimi planı da gerçekleştirilebilmektedir. Ek olarak, Pathfinder tahliye yolunu, acil çıkıştaki bireylerin akışını ve animasyon gösterisinde acil çıkışın

tıkanıklık derecesini gözlemleyebilir. Bu arada, SFPE ve Direksiyon olmak üzere iki personel hareket moduna sahiptir. Direksiyon modu, personel arasındaki etkileşimi yansıtabilir ve gerçek tahliye durumuna daha yakındır. Bu, binalardaki insanlar için tahliye tatbikatlarına benzemektedir ve ekonomik olarak tasarruf edilmesini sağlamaktadır (Zhang vd., 2022;2) Pathfinder sonuçları yaklaşık %100'e kadar doğru sonuçlar vermektedir (Tofilo vd., 2013;518).

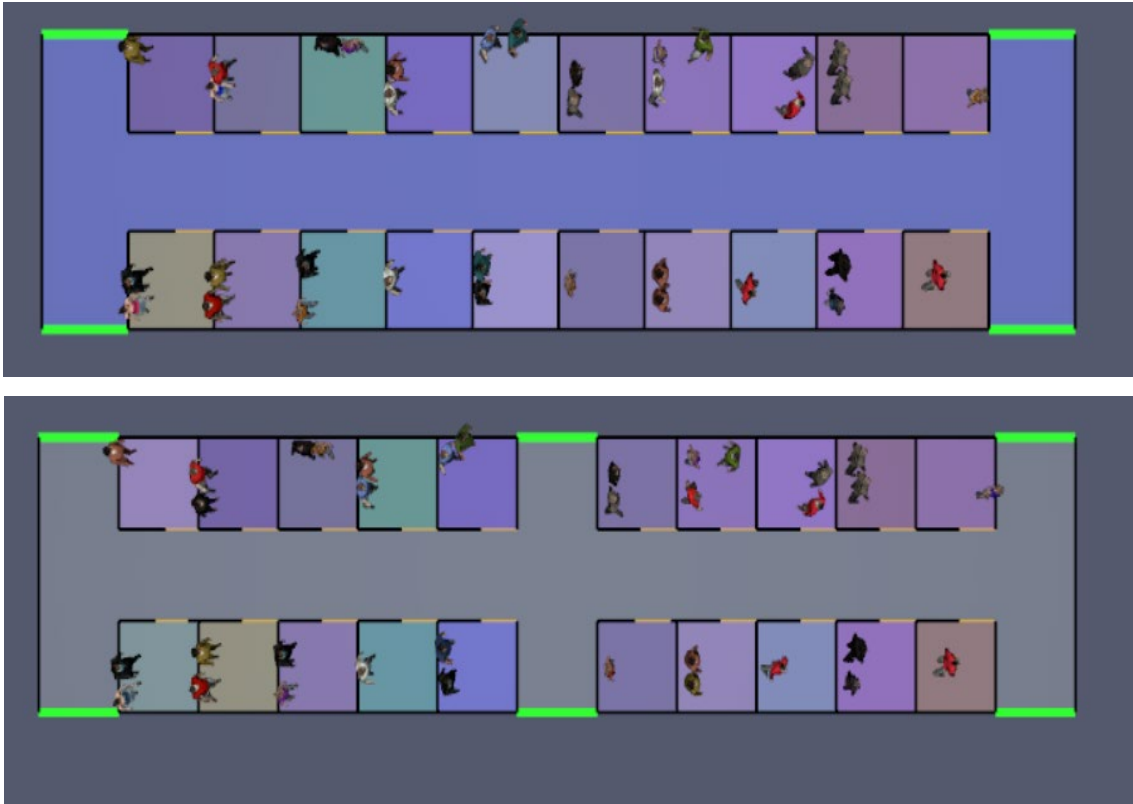
Pathfinder modelindeki her birey, çevresinin farkındadır ve mevcut bilgilere dayanarak bir sonraki adımını sürekli olarak yeniden hesaplamaktadır (Quan ve Ahn, 2024;251). Pathfinder, bilgisayar grafikleri ve üçgen ağ yapısına dayalı bir personel tahliye simülasyon yazılımıdır. Bu yazılım, birden fazla hareket grubunu ve bu gruplar içerisindeki bireylerin bağımsız davranışlarını içeren görsel hareket simülasyonlarını gerçekleştirebilmektedir. Pathfinder, DWG, IFC ve benzeri formatlardaki grafik dosyalarının ana arayüze entegre edilmesiyle çalışan hızlı bir modelleme aracı sunmakta olup, bu sayede kapsamlı ve detaylı bir tahliye modeli oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Yazılım, bina katlarını XY düzleminde yatay olarak konumlandırabilmekte; birden fazla katta personel yoğunluğu, alan kullanım oranı ve kaçış rotalarına ilişkin parametreleri eş zamanlı olarak analiz edebilmektedir. Pathfinder' da bireylerin hareketleri iki farklı modelleme yaklaşımı ile simüle edilmektedir. Bunlar: SFPE (Society of Fire Protection Engineers) tabanlı hareket modeli ve yönlendirme (steering) hareket modelidir. Bu modellerden yönlendirme tabanlı olanı, bireyler arası etkileşimleri daha gerçekçi bir şekilde yansıtmakta ve bu yönüyle gerçek tahliye senaryolarına daha yakın sonuçlar üretmektedir (Zhang ve Long, 2021;2). Bu program, mikroskobik bir bakış açısına sahip olup, her bir kullanıcının çıkış yolunun ayrı ayrı hesaplanmasına olanak tanımaktadır (Topraklı ve Satır, 2024;1956). Bu sebeple turizm açısından otelde misafirler konaklama yaparken tatbikat yapılamayacağı için bu program tercih edilmiştir. Bu çalışma durum çalışması açısından ele alınmıştır. Durum çalışması, sınırlı bir sistemin işleyişini ve dinamiklerini anlamak amacıyla çoklu veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, söz konusu sistemin derinlemesine ve kapsamlı bir şekilde incelendiği metodolojik bir yaklaşımdır (Subaşı ve Okumuş, 2017;420). Bu sebeple program üzerinden otel odaları çizilerek tahmini tahliye süreçleri mimari değişiklikler ile birlikte hesaplanmıştır.

Odalar 4,0 m<sup>2</sup> olarak tasarlanmıştır. Öncelikle yan yana 10 ve karşılıklı 20 oda olarak

çizildikten sonra simülasyon harekete geçirilmiştir ve veriler excel' e aktarılmıştır. Sonrasında tüm odalar mevcut senaryolara eklenerek yekpare ve aralıklı olarak katılımcıların aynı yönde, aynı oda tipinde, aynı kapı yönünde ve büyüklüğünde olacak şekilde düzenlenmiştir. Sırasıyla 20,40,60,80 ve 100 oda yekpare ve 10 odada bir aralık bırakılarak fazladan kaçış rampaları eklenerek çizilmiştir. Programda katılımcı adımları 1,19 m/s'tir. Fakat afet durumunda katılımcıların daha hızlı adımlar atacağı düşünülerek 3,0 m/s olarak adım aralığı tüm katılımcılara uygulanmıştır.

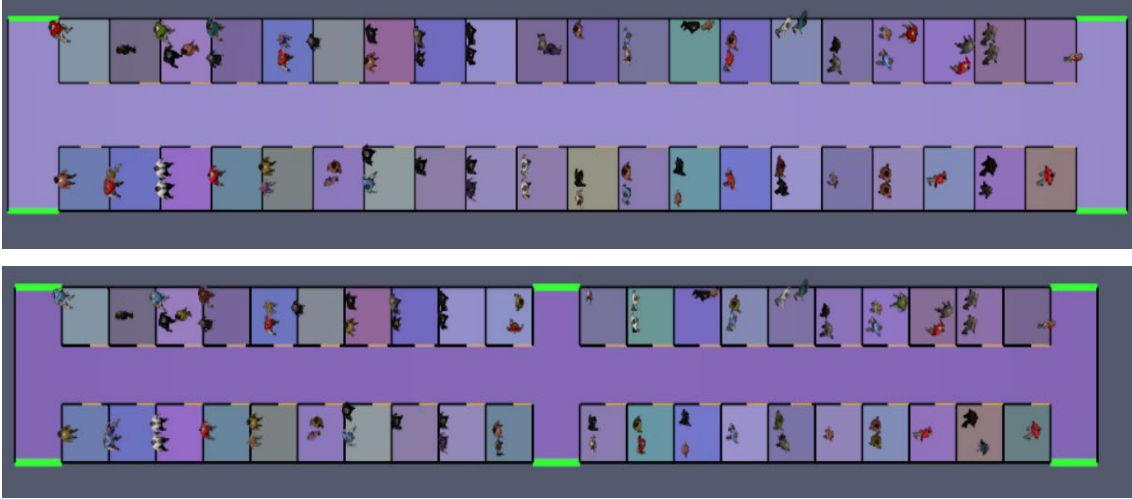
#### **4. Bulgular**

Odaların yapılandırılması tamamlandıktan sonra, simülasyon programı çalıştırılarak süreç başlatılmıştır.



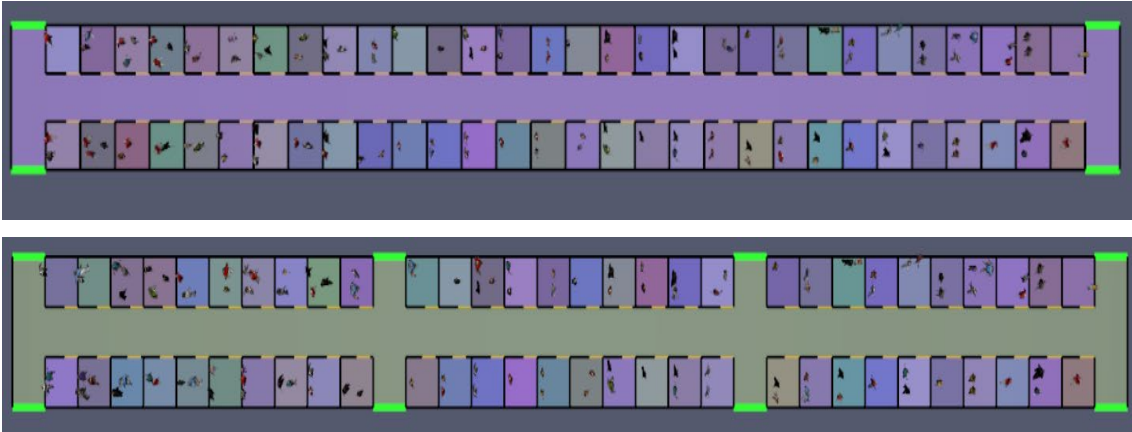
**Şekil 1.** 20 oda

Şekil 1' e göre tek kişilik oda sayısı 6, çift kişilik oda sayısı 13 ve üç kişilik oda sayısı 1'dir. Toplam misafir sayısı 35 kişidir.



**Şekil 2.** 40 oda

Şekil 2' ye göre tek kişilik oda sayısı 12, çift kişilik oda sayısı 26 ve üç kişilik oda sayısı 2'dir. Toplam misafir sayısı 70 kişidir.



**Şekil 3.** 60 Oda

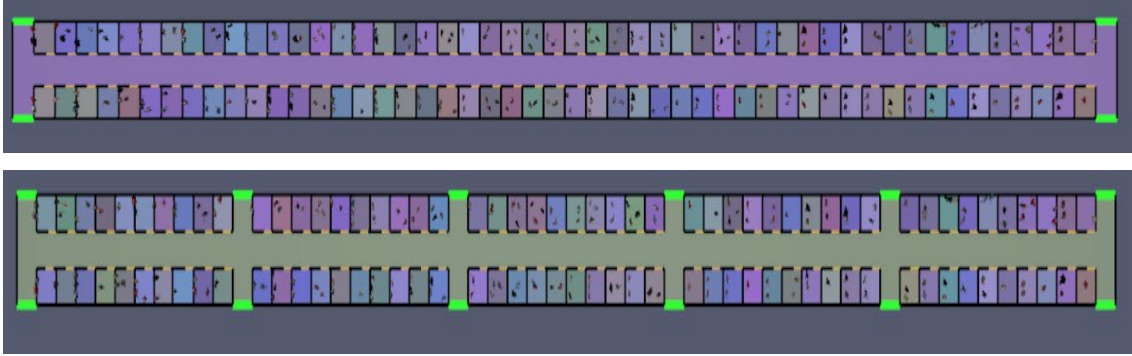
Şekil 3' e göre tek kişilik oda sayısı 13, çift kişilik oda sayısı 39 ve üç kişilik oda sayısı 8'dir. Toplam misafir sayısı 115 kişidir.



**Şekil 4.** 80 Oda



Şekil 4' e göre tek kişilik oda sayısı 15, çift kişilik oda sayısı 51 ve üç kişilik oda sayısı 14'dür. Toplam misafir sayısı 159 kişidir.



**Şekil 5.** 100 Oda

Şekil 5' e göre tek kişilik oda sayısı 20, çift kişilik oda sayısı 61 ve üç kişilik oda sayısı 19'dur. Toplam misafir sayısı 199 kişidir.

**Tablo 1: Şekil 1, 2,3,4 ve 5'in tahliye süreleri**

Oda Sayısı	Kişi Sayısı	Yekpare (sn)	Aralıklı (sn)	Fark (sn)
20	35	8,5	6,8	1,7
40	70	13,3	10,3	3
60	115	19,8	11,3	8,5
80	159	28,3	12,3	16
100	199	34,3	13,3	21

Oda sayısı 20, kişi sayısı 35 olduğunda yekpare mimaride tahliye süreci 8,5 saniye, aralıklı mimaride tahliye süreci 6,8 saniye ve aradaki fark 1,7 saniyedir. Oda sayısı 40, kişi sayısı 70 olduğunda yekpare mimaride tahliye süreci 13,3 saniye, aralıklı mimaride tahliye süreci 10,3 saniye ve aradaki fark 3 saniyedir. Oda sayısı 60, kişi sayısı 115 olduğunda yekpare mimaride tahliye süreci 19,8 saniye, aralıklı mimaride tahliye süreci 11,3 saniye ve aradaki fark 8,5 saniyedir. Oda sayısı 80, kişi sayısı 159 olduğunda yekpare mimaride tahliye süreci 28,3 saniye, aralıklı mimaride tahliye süreci 12,3 saniye ve aradaki fark 16 saniyedir. Oda sayısı 100, kişi sayısı 199 olduğunda yekpare mimaride tahliye süreci 34,3 saniye, aralıklı mimaride tahliye süreci 13,3 saniye ve aradaki fark 21 saniyedir.

## 5. Tartışma

Günümüzde, dünyanın dört bir yanındaki araştırmacılar, farklı senaryolar ve değişen koşullar altında tahliye süreçlerine yönelik çeşitli yöntemleri inceleyen çok sayıda bilimsel çalışma yürütülmektedir (Qin, vd., 2020;2). Söz gelimi Qun ve Ahn

(2024;259)'ın yapmış oldukları araştırmada, yaşlı bireylerin tahliyesini etkileyen başlıca faktörler arasında binadaki tahliye yollarının kıvrımlı köşelere sahip olması, büyük ve tek katlı alanların varlığı, karmaşık tahliye güzergâhları ve yüksek katlar olduğu ifade edilmiştir. Tahliye yollarındaki kıvrımlı köşeler, yaşlıların görüş açısının duvarlar tarafından engellenmesine neden olarak kör noktalar oluşturabilmekte ve bu durum tıkanıklıklara ve düşme gibi kazalara yol açabilmektedir. Aşırı uzun tahliye yolları, karmaşık güzergâhlar ve yüksek katlarla birleştiğinde, yaşlıların sınırlı hareket kabiliyeti nedeniyle tahliye süresinin uzamasına neden olmaktadır. Mimari tasarım açısından, yaşlı bireylerin fiziksel özellikleri göz önünde bulundurularak daha erişilebilir, estetik ve konforlu alanlar oluşturulması gereklidir. Uygun tasarım yaklaşımları ile tahliye etkinliği artırılabilir; duvarlar gibi yapı unsurlarının olumsuz etkileri en aza indirgenerek yaşlıların güvenli tahliyesi sağlanabilir. Bu sebeple çalışmada köşeli kenarlar tercih edilmiş olup yuvarlak ve karmaşık mimariden uzak bir koridor ve kroki çizilmiştir. Yaşlı misafirlerin olabileceği de düşünülerek koridorlar boş bırakılmıştır.

Tofilo vd., (2013: 510) çalışmasında yurt binasında her odaya gereksinime göre dört kişi olmak üzere toplam 400 öğrenci yerleştirilmiştir ve Pathfinder simülasyon sonuçlarına göre, kaçmak için en iyi zamanın 164,8 saniye içinde olduğunu göstermektedir (Long, vd., 2017;259). Tablo 1' e göre 199 kişide normal tahliye süreci 34,3 saniye, kaçış rampalı 13,3 saniye olarak hesaplanmıştır. Yurt binalarının da yapımında kaçış rampaları arttırıldığı taktirde tahliye sürecinin kısaltılabileceği düşünülmektedir.

Metro istasyonu özelinde Qin vd. (2020;4) trenlerin yolcu kapasitesi ve kaç trenin geldiğini durum analizi yöntemi ile simüle etmiştir. İki tren aynı anda geldiğinde tahliye süresi, öngörülen güvenli tahliye süresinin iki katı olarak ifade edilmiştir. İki trenin aynı anda geldiği durum için daha fazla simülasyon gerçekleştirilmiş ve hem platformdaki hem de salondaki kişi sayısı 0 olana kadar çalışma yinelenmiştir. Sonuç olarak 550,3 saniyeye ihtiyaç olduğu ve gereklilikleri karşılayamadığını göstermiştir. Bu nedenle, bir kaza meydana gelmeden iki trenin aynı anda istasyona gelmesinden kaçınılması gerektiği ifade edilmiştir. Bu çalışma ile otelde oluşabilecek afetlerde mevcut durum ifade edilmiş ve kaçış rampalarının arttırılması gerekliliği şekil 1, şekil 2, şekil 3, şekil 4 ve şekil 5' deki gibi simüle edilerek olası felaketlerin önüne geçilmek istenmiştir.

Pencere kapalıyken, kapıdan geçen ısı akışı, pencere açıkken olandan çok daha yüksek olmaktadır. Yangın kaynaklı odadaki tavan sıcaklığı, ilk 60 saniye boyunca aynıdır.

Ancak, 60-100 saniye arasında, pencere kapalı olduğunda sıcaklık artış hızı, pencere açıkken gözlemlenen artış hızından daha yüksektir. Pencere kapalıyken, yangının kaynaklandığı odanın duman tabakası yüksekliği, ısı akışı ve sıcaklığı daha yüksektir. Bu nedenle, yangının kaynaklandığı odanın penceresini açmak odaya verilen zararı belirli bir dereceye kadar azaltabilir (Long vd., 2017;264). Bu sebeple yangın dedektörlerinin aynı zamanda pencereler ile bağlantılı olması gerektiği düşünülmektedir ve yangın esnasında pencerelerin otomatik olarak açılmasının hayati önem taşıdığı söylenebilmektedir.

Tiyatro mimarisi özelinde Zhang vd., (2022;1) sahne alanı, depo alanı, izleyici salonu, ekipman odası, aksesuar seti odası, oyuncu soyunma odası gibi odalardan oluştuğunu bu sebeple karmaşık bina yapısının büyük yangın yükü, büyük bina hacmi ve çok sayıda insanın bir araya gelmesiyle karmaşaya sebep olabileceğini ifade etmişlerdir. Kalabalık yerlerde yangınlar ve diğer beklenmeyen kazalar meydana geldiğinde, çok sayıda can kaybına ve mal kaybına neden olmaktadır. Program ile yapılan çalışmada figürlerin sol kapılara sağ kapılardan ziyade daha fazla yöneldikleri raporlanmıştır. Öte yandan Onursoy (2017;26) yaptığı çalışmada katılımcıların gazete okuma düzenlerinin öncelikle görsel olmasa da soldan başladığı ifade edilmiştir. Bu sebeple kaçış rampalarının ayrıca sol tarafta olması ve bu şekilde dizayn edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

## **6.Sonuç ve Öneriler**

Toplam bina alanı arttıkça tahliye süresinin de arttığı söylenebilmektedir. Bu bağlamda, tahliye süreçlerinin etkinliğini artırmak amacıyla net ve kesintisiz tahliye rotalarının oluşturulması, kör noktaların minimize edilmesi ve tahliye kapılarının stratejik olarak konumlandırılması büyük önem taşımaktadır. Plan oluşturma aşamasında, işlevsel bölgeleme planlanırken ve estetik unsurlar göz önünde bulundurulurken tahliye rotaları da planlanabilir. (Quan ve Ahn, 2024;259). Estetik gözetmeksizin şekil 1,2,3,4 ve 5' de odalar yan yana ve ayrı ayrı çizildiğinde tahliye süreçlerinin değiştiği görülmektedir. Bu sebeple mimari olarak odaların ve koridorların sade ve geniş olarak tasarlanması gerektiği söylenebilmektedir. Gelecekteki çalışmalarda da öneri olarak oda mimarisinin L veya U düzende kurgulanıp çok katlı olarak düzenlenmesi ile yeni mevcut durum tekrar analiz edilebilir.

Personel tahliyesinin güvenliğini etkilememek için, çıkış kapılarının genişliği en az 3 metre ve merdiven genişliği en az 1,75 m olmalıdır (Long, vd., 2017;259). Bu sebeple oda kapıları 2 m çıkış kapıları 3 metre olarak düzenlenmiştir. Özellikle eş zamanlı

tahliyelerde, itfaiye ekipleri ile tahliye edilen kişiler aynı anda tahliye yollarında bulunabilir ve bu da çakışmalara yol açabilir. Gelecek çalışmalarda bazı acil kapılarının sadece itfaiye, arama ve kurtarma personeli gibi yetkili kişiler tarafından kullanılması üzerine simüle edilerek literatüre farklı katkılar sağlanabileceği düşünülmektedir.

Merdiven tasarımı ve asansör/sığınma alanı kullanımının tahliye süreci üzerindeki etkilerini incelemiştir. Asansörlerin kullanımı, merdivenlerdeki trafik sıklığını önemli ölçüde azaltırken (örneğin %73'e varan azalma), tahliye süresinde hafif artışlar gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, sığınma alanlarının kullanımı da merdiven yoğunluğunu azaltmıştır. Bu bulgular, acil durumlarda merdivenlerde oluşabilecek kalabalık ve panik riskinin azaltılmasında bu unsurların kritik rol oynadığını ortaya koymaktadır. Ancak, yüksek katlı binaların tahliyesiyle ilgili zorlukların aşılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Selim vd., 2024). Yapılacak yeni çalışmalarda sığınma alanları eklenerek tahliye süreçleri ayrıca hesaplanabilir.

Tofilo vd., (2013;515)'nin yaptıkları çalışmada gerçek deneyle ilgili olarak; itfaiyecilerin bir çizgideki hareketi, merdivenlerden çıkarken itfaiyecilerin duvardaki hareketi, deneye katılan insanların giderek artan yorgunluğu Pathfinder simülasyonu sırasında yeniden oluşturulmamıştır. Gelecekte programın geliştirilmesi ile bu tür sorunlar tekrar ele alınarak literatüre farklı katkılarda bulunulabilir.

### **Kaynakça**

- Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, <https://www.afad.gov.tr/afad-hakkinda> (Erişim 06.05.2025)
- BBC, <https://www.bbc.com/turkce/articles/clyn3333dp7o> (Erişim 01.05.2025)
- Euro News, <https://tr.euronews.com/2025/01/22/boluda-otel-yangini-faciasinda-olenlerin-sayisi-79a-yukseldi> (Erişim 01.05.2025)
- Göktaş, L.S. (2023). Kahramanmaraş merkezli depremlerin turizm sektörüne etkisi ve deprem sonrası atılması gereken adımlar hakkında öneriler, *Journal of Gastronomy, Hospitality and Travel*, 6(2), 624-635
- Han, F., Liu, L., & Zhang, Y. (2021). Pathfinder-based simulation and optimisation of personnel evacuation modelling of a shopping mall. *In Journal of Physics: Conference Series*. 1757 (1), IOP Publishing.
- Kadei, S., Sadeghian, S.M.S., Mahidi, M., Asaee, & Mehr, H. (2021). Hotel construction management considering sustainability architecture and environmental issues, *Hindawi Shock and Vibration*, 1, 1-13.
- Karadeniz, C.B. (2023). *Deprem ve Turizm İlişkisi, Tüm Yönleriyle Depremler ve Etkileri*, Berikan Yayınevi, Ankara.

- Köşker, H. (2017). Krizlerin turizm sektörüne etkileri üzerine bir araştırma: 2016 yılı türkiye örneği, *Akademik Bakış Dergisi*, 62, 216-230.
- Long, X., Zhang, X., & Lou, B. (2017). Numerical simulation of dormitory building fire and personnel escape based on pyrosim and pathfinder. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 40(3), 257-266.
- Onursoy, S. (2017). Gazete tasarımında görsel çekim: bir göz takibi çalışması, *Anadolu Üniversitesi İletişim Bilimleri Fakültesi Uluslararası Hakemli Dergisi*, 25(3), 20-29.
- Qin, J., Liu, C. & Huang, Q. (2020). Simulation on fire emergency evacuation in special subway station based on pathfinder, *Case Studies in Thermal Engineering*, 21, 1-7.
- Quan, L. & Ahn, C. (2024). Study on elderly living facilities evacuation based on pathfinder simulation, *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 15(7), 247-260.
- Rutes, W. A., Penner, R. H., & Adams, L. (2001). Challenges in hotel design: Planning the guest-room floor. *The Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 42(4), 77-88.
- Selim, A.M., Salama, E.A. & Gaber, H.M (2024). Optimizing safe evacuation using pathfinder: emergency strategies in high-rise and super high-rise complex buildings in the new administrative capital, *The Journal of the Housing and Building National Research Center*, 20(1), 385-413
- Subaşı, M. & Okumuş, K. (2017). Bir araştırma yöntemi olarak durum çalışması, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(4), 419-426
- Tofilo, P., Cisek, M., & Lacki, K. (2013). *The Study on the Effects of the Counter-Flow on the Evacuation of People from Tall Buildings. In Pedestrian and Evacuation Dynamics 2012*, Cham: Springer International Publishing.
- Toprakli, A. Y., & Satir, M. S., (2024). Analysis of evacuation times of 15th and 16th century historical mosques in turkey. *Journal of The Faculty of Engineering And Architecture of Gazi University*, 39 (3), 1953-1962.
- Yiğitoğlu, V. (2023). Doğal afetler ve turizm konulu makalelerin bibliyometrik analizi, *Coğrafya, Planlama ve Turizm Stüdyoları*, 3(2), 126-139.
- Zhang, H., & Long, H.C. (2021). Simulation of Evacuation in Crwoded Places Based on BIM and Pathfinder, *Journal of Physics: Conference Series*, Conf. Ser. 1880012010
- Zhang, H., Miao, Z. H., Lv, H. N., & Leng, Z. L. (2022, June). Evacuation Simulation of Large Theater Based on Pyrosim and Pathfinder. In *Journal of Physics: Conference Series*, 2289(1) p. 012017. IOP Publishing.

### **Etik Kurul İzni**

Bu çalışma , Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu'nun 21.05.2025 tarihli ve 23/39 sayılı toplantısında alınan karar ile etik olarak uygun bulunmuştur.

**Katkı Oranı Beyanı**

Çalışma dört yazarın katkısı ile hazırlanmıştır.

1.Yazar: % 25

2.Yazar: % 25

3.Yazar: % 25

4.Yazar: % 25

**Çıkar Çatışması Beyanı**

Çalışmanın yazarlar arasında veya herhangi bir kurum kuruluş ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.