



Evaluation of evacuation problem of modern Ottoman classical period mosques types

A. Yağmur Topraklı^{ID}, Saifuding Sedihemati^{ID}, Gülhayat Ağraz*^{ID}

Department of Architecture, Gazi University, Ankara, 06570, Turkey

Highlights:

- This article is important because there is no literature on emergency evacuation for mosques.
- According to the current fire regulation on Turkey, the evacuation of the modern era mosque structure, which was considered adequate for escape evacuation and escape routes, was determined as a result of the simulation study.
- The inadequacy of fire regulations for mosques and buildings for collection purposes has been identified and attention is drawn to the necessity of revision.

Keywords:

- Mosque
- Safe evacuation time
- User
- Simulation
- Pathfinder

Article Info:

Research Article
Received: 29.11.2018
Accepted: 24.05.2019

DOI:

10.17341/gazimmfd.490086

Graphical/Tabular Abstract

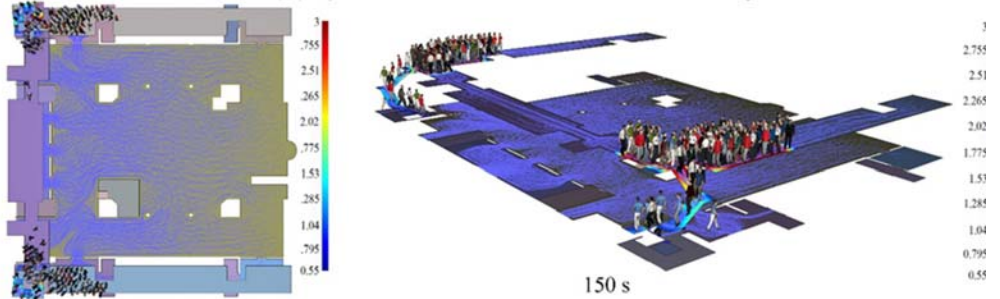


Figure A. Evacuation view of the mosque in a safe evacuation time of 2.50 minutes (150 s)

Purpose:

It is aimed to test the reliability of emergency evacuation on a sample of modern Ottoman classical period type mosques, which are used frequently.

Theory and Methods:

The evacuation modeling approaches of the mosque located on the Ankara Mevlâna Bulvarı (Konya road), the emergency evacuation simulation results, and the fire safety calculations made according to the current regulation are compared and the reliability is tested.

Results:

Considering international safe evacuation, the users of the structures intended for collection should be able to evacuate the building within 2.5 (150sn) minutes in case of emergency. When this information is taken as a reference, it is determined that the building, which is considered as adequate and according to the current regulation, is insufficient as a result of the simulation.

Conclusion:

According to the current fire regulations, the evacuation of the modern period mosque structure, which was considered adequate for escape evacuation and escape routes, was determined as a result of the simulation work. For this reason, revision is required in the fire regulations for mosques and buildings.

Correspondence:

Author: Gülhayat Ağraz
e-mail:
gulhayatkilci@gazi.edu.tr
phone: +90 531 985 6896



Osmanlı klasik dönem tipi modern camilerin tahliye problemine ilişkin değerlendirme

A. Yağmur Topraklı¹, Saifuding Sedihemaiti², Gülhayat Ağraz*³

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 06570 Maltepe Ankara, Türkiye

Ö N E Ç I K A N L A R

- Camiler için acil durum tahliyesi hakkında literatürde çalışma bulunmuyor olması sebebiyle bu makale önem taşımaktadır.
- Mevcut yangın yönetmeliğine göre acil durum tahliyesi için kaçış yolları ve çıkışları yeterli görülen modern dönem cami yapısının, benzetim çalışması sonucunda yetersizliği tespit edilmiştir.
- Camiler ve toplanma amaçlı yapılar için Türkiye yangın yönetmeliğinin revizyonu gerekliliği konusuna dikkat çekilmektedir

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 29.11.2018

Kabul: 24.05.2019

DOI:

10.17341/gazimmfd.490086

Anahtar Kelimeler:

Cami yapıları,
güvenli tahliye süresi,
benzetim çalışması,
Pathfinder

ÖZET

Şehirlerin artan nüfusu ile camiler, alışveriş merkezleri, tiyatro ve konferans salonları gibi kullanıcı yükünün fazla olduğu binalarda yangın, deprem, toplumsal olaylar vb. acil durumlara karşı güvenli tahliye edilebilirliğin önemi giderek artmaktadır. Birçok insanın can güvenliğinin söz konusu olduğu toplanma amaçlı yapıların tasarımında bina tahliye analizlerinin de sürece dahil edilmesi gerekmektedir. Türkiye'deki toplanma yapıları arasında öne çıkan mimari yapılardan olan camiler bu çalışmada ele alınmaktadır. Çalışma kapsamında günümüz camilerinde plan şeması çokça kullanılan, modern Osmanlı klasik dönem tipi camilerinin bir örneği olarak, yapımı devam eden Mevlâna Bulvarı Ankara-Türkiye'de konumlanmış caminin acil durum tahliyesi benzetim sonuçları ve mevcut yönetmeliğe göre uygun olarak görülen yapının yangın güvenliği hesaplarının karşılaştırılması yapılmıştır. Uluslararası güvenli tahliye çalışmalarına bakıldığında, bir iki katlı toplanma amaçlı yapıların kullanıcılarının acil durumda 2.5 (150sn) dakika içinde binayı tahliye edilebilmesi gerekmektedir. Bu bilgi referans alındığında mevcut yönetmeliğe göre hesabı yapılan ve yeterli görülen binanın yapılan benzetim sonucunda yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Evaluation of evacuation problem of modern Ottoman classical period mosques type

H I G H L I G H T S

- The article is significant because there is no literature on emergency evacuation for mosques.
- According to the current fire regulation of Turkey, the evacuation of the tested modern era mosque building, which was considered adequate for escape evacuation and escape routes, was determined as insufficient as a result of the simulation study.
- The inadequacy of fire regulations of Turkey for mosques and assembly purposed buildings has been identified and attention is drawn to the necessity of revision.

Article Info

Research Article

Received: 29.11.2018

Accepted: 24.05.2019

DOI:

10.17341/gazimmfd.490086

Keywords:

Mosque,
safe evacuation time,
user,
simulation study,
Pathfinder

ABSTRACT

With the increasing population of cities, buildings such as mosques, shopping centers, theatres and auditoriums, the importance of safe evacuation time against emergency situations such as fires, earthquakes, social events and so on, is increasing. Building evacuation analyses should be included in the early process during the design of the assembly buildings where many people's life safety issues have arose. Mosque buildings where one of the most outstanding architectural structures for assembly in Turkey are discussed in this study. Within the scope of the study, the comparison of the emergency evacuation results based on simulation and the fire safety calculations is completed. Simulation study is compared with the current regulation which has approved for the recently built mosque located in the Mevlana Avenue Ankara-Turkey which is an example of modern replica Ottoman classical period type mosques which are widely built in Turkey. Considering international safe evacuation time, the users of the one- or two-story assembly buildings should be able to evacuate the building within 2.5 (150sn) minutes in case of emergency. When this information is taken as a reference, it is determined that the building, which is considered as adequate according to the current regulation, is insufficient compared to the simulation study.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: toprakli@gazi.edu.tr, saifudingsedihemaiti@gazi.edu.tr, gulhayatkilci@gazi.edu.tr /

Tel: +90 531 985 6896

2262

1.GİRİŞ (INTRODUCTION)

Arapçadaki karşılığı Cemea (toplanmak, cem etmek) olan “Cami” kelimesi “toplayan, bir araya getiren” anlamına gelmektedir. Camiler, büyük kalabalıkları bir araya getirmeyi hedefleyerek inşa edilen, simgeselliği ön planda olan dini yapılarıdır. Mimari imgenin baskın olduğu Türkiye’deki bu yapılarda kullanıcı gereksinimleri ve temel gereklilikler göz ardı edilebilmektedir. Cami mimarisi konusunda yapılan kısıtlı sayıdaki çalışmalar incelendiğinde mimari yaklaşımlarının temelde “Geleneksel” ve “Modern” olarak iki gruba ayrıldıkları görülmektedir. “Geleneksel yaklaşım”; tarihsel değeri yüksek 16. yüzyıl camilerinin mimari üslubuna yakın bir tarz benimseyen ve hatta taklit eden yaklaşımdır. “Modern Yaklaşım” ise kendi tarz ve estetik anlayışıyla, modern teknik ve malzemelerin kullanıldığı örneklerdir [1]. Geçtiğimiz yüzyılın ikinci yarısından bu yana ülkemizde oldukça fazla sayıda inşa edilen cami yapılarına bakıldığında büyük bir çoğunluğunun geleneksel yaklaşımla inşa edildiği görülebilir.

Geleneksel yaklaşımla inşa edilen camiler için kubbe önemli bir mimari elemandır. Cami yapılarının programı gereği vazgeçilmez elemanları olarak; ibadet edilecek yönü belirleyecek bir mihrap, vaaz için minber, vaaz kürsüsü ve son olarak namaz vaktini bildirmek için bugün fonksiyonu sorgulanır hale gelmiş olan minare sayılabilir. Kubbe ise tarih boyunca klasik yapım metotları ile geniş bir mekân örtmenin en elverişli yolu olarak kullanılmış, temelde sembolik değil, işlevsel bir mimari eleman olmakla birlikte endüstri devriminin ardından, çelik ve betonarmenin gösterdiği gelişme ile işlevini büyük ölçüde tamamlamıştır. Anadolu’daki cami yapım geleneğine bakıldığında, geçmişte hiçbir caminin bir diğerinin kopyası olmadığı görülmekte ve inşa edilen her yeni camide bir öncekinin üslubunu, teknolojisini ileri götürecek bir yenilik amaçlanmaktadır [2]. Ancak günümüzde merkezi planın en gelişmiş anıtsal formu olan 16. yüzyıl Osmanlı klasik cami mimarisine yüklenen sembolik anlam, cami mimarisinin vazgeçilmezi haline getirilmiştir. Geleneksel yaklaşımla inşa edilen camilerin en bilinenlerine Ankara Kocatepe Camii (1986) ve Adana Sabancı Merkez Camii(1998) (Şekil 1) örnek gösterilebilir. Bu örneklerde biçimsel kaygılar bir yana bırakıldığında en

önemli nokta, yapıldığı dönemde yapısal yenilik ve estetik unsurlar taşıyan bu cami şemasının bugünün teknolojisi kullanılıyor olmasına karşın geçmişte kullanılan yığma yapım tekniğinin sınırlarında inşa edilmiş olmasıdır. Yığma yapım tekniği, sınırlı açıklığa elveren bir tekniktir. Bu yüzden tarihi camilerde az sayıda ve nispeten dar sayılabilecek çıkışlar bulunmaktadır. Günümüz camileri tarihsel örneklerle benzer biçimde yapılan mimari elemanlar ile inşa edilmesi sebebiyle bugünün fonksiyonel gerekliliklerini karşılayamamaktadırlar. Söz gelimi, yine geçmişe öykünerek uygulamaya devam edilen pencerelerin lokma demirli parmaklıklarla kapatılması acil tahliye gerektiren durumlarda ciddi bir problem oluşturabilecektir. Binlerce insanın hayatının söz konusu olduğu bu yapılarda kontrolsüz inşa edilmiş bir caminin deprem, yangın ve benzeri acil durumlarda sebep olabileceği kayıplar göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. 2016 yılında Adana Sabancı Merkez Camii’nde üzerinde bomba olduğunu söyleyen bir kişinin sebep olduğu panik sonucu, kalabalığın tahliye olamadığı görülmüş ve çok sayıda kişi yaralanmıştır [3].

Örneklerde olduğu gibi günümüzde bu üslup benimsenerek yapılan camilerde giriş kapıları geleneksel yapım tekniğine uyularak içe açılmaktadır ve yığma bina prensiplerine uygun olarak yetersiz çıkış verilmektedir. Günümüz gereksinimleri açısından yanlış olan bu uygulamaların düzeltilmesi konusuna dikkat çekilmesi önemlidir. Acil durum tahliyesi için ilk koşul olan kapıların dışa açılma prensibi yeni yapılan birçok camide ihlal edilmektedir.

Türkiye’de toplanma amaçlı yapılara örnek olarak camiler, önemli bir yapı tipolojisidir. Ancak ülkemizdeki akademik literatür incelendiğinde camilerin tahliyesi üzerine bir çalışma henüz yapılmadığı gibi uluslararası literatürde de sınırlı sayıda akademik çalışma bulunmaktadır. Bu bağlamda camiler için tahliye analizi üzerinde durulması gereken bir araştırma konusudur. Cami tasarım sürecinde kullanıcı tahliye süresini kısaltmak ve kayıpların önüne geçmek için, yerel ve uluslararası mevzuatların kullanılması ve buna ek olarak kaçış yolları analizi yapmak üzere üretilen benzetim programları yardımıyla benzetim çalışmalarının yapılması önemli bir aşamadır. Bu çalışmada tahliye literatüründe geliştirilmiş mevcut modellerden faydalanılmaktadır.



Şekil 1. Kocatepe Camii, Ankara (solda), Sabancı Merkez Camii, Adana (sağda) [4]
(Kocatepe Mosque, Ankara (left), Sabancı Merkez Mosque, Adana (right))

Ancak, camilerin diğer toplanma yapılarından ayıran oturma düzeni ve çıkışlarda ayakkabı alma fiili gibi belli farkları bulunmaktadır. Bu farklılara göre tahliye çalışmalarında çok özel bir yere sahip olabilecek olan camiler için akademik literatürde çalışma bulunmamasıyla beraber burada yapılan çalışmada detaya inmeden temel bazı parametreler ile gerçekleştirilmiştir.

Akademik literatürde camilerin güvenli tahliye analizini konu edinen tek çalışma Nassar ve Bayyoumi'ye aittir [5]. Cami yapılarının çıkış yerleri seçiminin, kullanıcı tahliye süresine olan etkisini değerlendirmek için bir benzetim modelinin geliştirildiği bu çalışmada ele alınan cami, dikdörtgen biçimli, 500 kişilik küçük ölçekli bir örnek olup, yapılan modelde kullanıcıların ayakkabı yerleştirme ve alma gibi davranışsal yönleri ile kapıların plan düzlemindeki konfigürasyonunun tahliye süresine olan etkisi analiz edilmiştir.

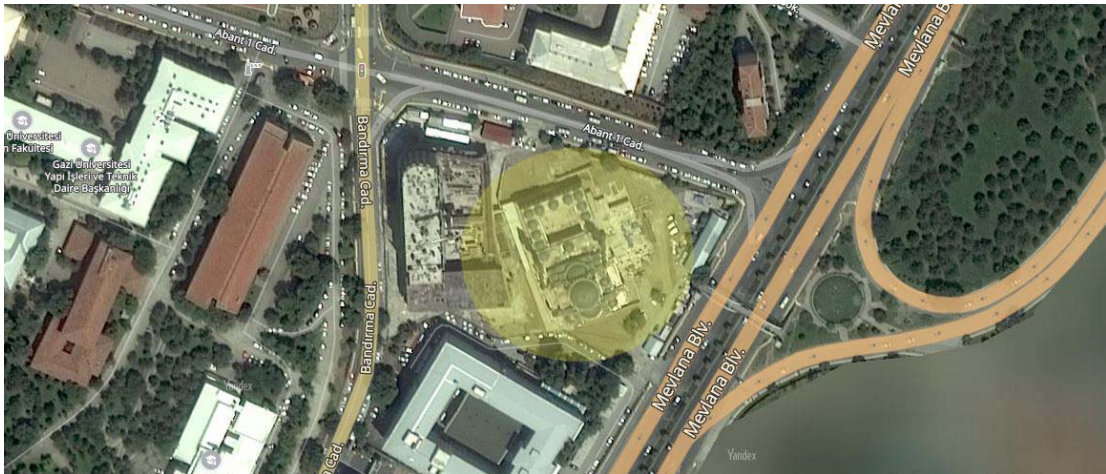
Bu çalışmada cami tasarımında mümkün olan çeşitli çıkış konfigürasyonları serbest olarak ele alınmıştır. Sonuç olarak çıkışların tek tarafa yerleştirildiği durumda kullanıcıların tahliye süresinin daha hızlı olduğu görülmüştür. Kapalı alanlı camilerin tahliyesi üzerinde yapılmış olan başkaca uluslararası çalışma bulunmamasıyla beraber, diğer bina tipleri üzerinde yapılmış olan acil durum güvenli tahliyesine ilişkin çalışmalar vardır. Bu çalışmalardan önemli görülen bazılarında bahsedilecek olursa; Kallianiotis, Papakonstantinou, Arvelaki ve Benardos'un yaptıkları çalışmada Pathfinder Benzetim programı kullanarak metro istasyonu çıkışlarının tahliyesini incelemiştir [6]. Sailendra ve Shah [7] (Sailendra & Shah) sınıf örneğinde öğrencilerin acil çıkış rotalarının Pathfinder benzetim programı ile değerlendirmesini vaka etüdü olarak ele almıştır. Peng, Li, Zhu, Wang ve Zhou [8,9] yaptıkları çalışmada bir üniversite kütüphanesi üzerinde Pathfinder programı ile benzetim yaparak farklı senaryolar üzerinde güvenli tahliye analizi yapmışlardır. Jin ve diğerleri [10] çalışmalarında Pathfinder ve FDS isimli iki benzetim programı ile bina yangın ve tahliyesi analizi gerçekleştirmiştir. Wang ve diğerleri [11], çalışmalarında BIM (Bina Bilgi Modeli)'i

kullanarak binanın tasarımı ve işletiminde bina yangın güvenliğini daha iyi desteklemeyi amaçlamışlardır. Li ve Zhu [12] çalışmalarında risk tabanlı modelin tahliye planına olumlu etkisini anlatmışlardır. İncelen bu literatürde yapılacak olan çalışma için belli kullanıcı parametreleri açısından önem arz etmektedir. Ayrıca kullanılacak olan benzetim programının birçok akademik çalışmada kullanıldığı ve yeterli görüldüğü anlaşılmıştır.

Ülkemizde tahliye planlama ile ilgili çalışmalara bakıldığında, aşağıdaki örneklere değinilebilir. Başdemir ve Demirel tarafından Visual Studio.Net Programlama Platformu ve Visual Basic Net Programlama Dili ile geliştirilen Yangın Yönetmelik Kontrol Otomasyon (YYKO) Modeli geliştirilmiş ve hastane yapıları için yangın güvenliği analizi yapılmıştır [13]. Çakıcı çalışmasında [14] yüksek yapılarda yangın tahliye süresi ve modellenmesi üzerinde çalışmıştır. Çakıcı ve Oven [15] çalışmalarında İstanbul'daki yüksek katlı bir binanın tahliye analizini değerlendirmiştir. Yerli literatür incelendiğinde, bina tahliye çalışmalarının az sayıda olduğu ve toplanma yapılarından olan cami binalarının ise hiç çalışmadığı görülmektedir. Bu çalışmada ülkemizde biçim olarak yoğun bir şekilde benzerleri yapılmaya devam edilen 16. yüzyıl Osmanlı klasik tip camilerinin bir örneği olan ve yapımı devam eden Ankara Mevlana Bulvarı-Abant Sokak kesişiminde konumlanan modern bir yapı olan caminin acil durum tahliyesi ele alınmıştır. Simetrik yapısı ve planının tanınırlığı ile günümüz camileri için prototip özelliği göstermekte olan yapının bu bağlamda ele alınmasının anlamlı olduğu düşünülmekte ve daha önce çalışmadığı için akademik alanda yenilik içermektedir.

2. PROJE İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER (GENERAL INFORMATION ABOUT THE PROJECT)

Çalışmaya konu edilen cami Ankara Mevlana Bulvarı ile Abant Caddesinin kesiştiği noktada konumlanmaktadır (Şekil 2). Osmanlı klasik dönem cami mimarisinin tipik özelliklerini taşımaktadır.



Şekil 2. Caminin hava fotoğrafı (Aerial photo of mosque) [16]

Cami merkezi kubbeli olup 7320 m²lik bir arazi üzerine oturmaktadır. Dört kattan oluşan caminin harem ve mahfil katlarının altında birinci bodrum katı sosyal merkez ve abdesthaneler olarak, ikinci bodrum katı ise otopark ve teknik hacimler olarak yer almaktadır. Revaklı olan avlusunda şadırvan bulunmaktadır. 16. Yüzyıl Osmanlı klasik mimari üslubuyla tasarlanan cami iki minareli olup minarelerin yüksekliği avlu kotuna göre 51,4 metredir. Cami ana kubbesinin iç çapı 14 metre, dış çapı 15,3 metre olup avlu kotundan yüksekliği 27,5 metredir. Caminin örtü kurgusu dört fil ayağı üzerine oturan ana kubbe, mihrap aksında iki yarım kubbe ve mahfil katı üzerinde 10 küçük kubbeden oluşmaktadır. Avlunun 3 girişiyle ulaşılan bir ana giriş ve yan cephelerden ulaşılan iki girişle caminin 5 giriş kapısı bulunmaktadır. Engelli erişiminin rampa ile sağlandığı avludan düşey sirkülasyon iki adet engelli asansörü ile sağlanmaktadır. Toplam inşaat alanı 8262 m² olan caminin toplam kullanılabilir alanı avlu hariç tutularak harim katta 750 m², mahfil katında 250 m² olmak üzere 1000 m²'dir. İnşaatı devam eden caminin yaklaşık kapasitesi 1400 kişi olarak planlanmıştır (Şekil 3, Şekil 4).



Şekil 3. Cami projesi 3D görseli (3D image of the mosque) [18]

3. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ (METHOD OF WORK)

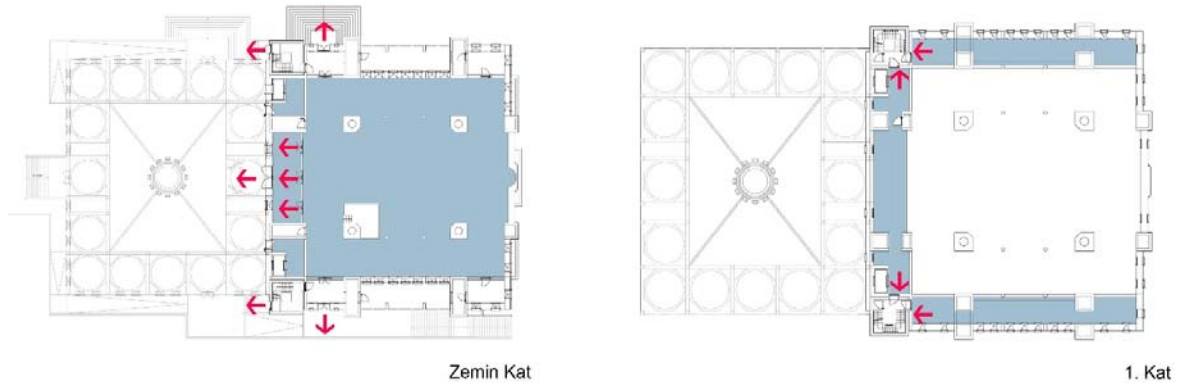
Çalışma yöntemi halen inşaat süreci devam eden bahse konu caminin apriori benzetim modellemesidir. Bu çalışmada

gerçek kullanıcılar ile posterior modellemeye yer verilmemiştir. Çalışmada, acil durum tahliye benzetimi olarak (A) Yangın Koruma Mühendisleri Birliği (Society of Fire Protection Engineers Model; SFPEM) el kitabı analitik hesaplama modeli (B) Reynold Kontrollü Hareket Davranış Modeli (R-KHDM) (ing:Reynold's Steering Model; RSM) kullanılmıştır. Akademik alanda Yangın benzetimi gerçekleştirmek üzere uzmanlaşmış FDS + Evac, Building EXODUS, STEPS, Pathfinder, Gridflow ve Simulex vb. yazılımlar bulunmaktadır. Bu çalışmada "Pathfinder" yazılımı, Reynold Kontrollü Hareket Davranış Modeli ile benzetim yapma olanağı sağladığı, son dönem akademik literatürde fazlaca kullanıldığı için tercih edilmiştir.

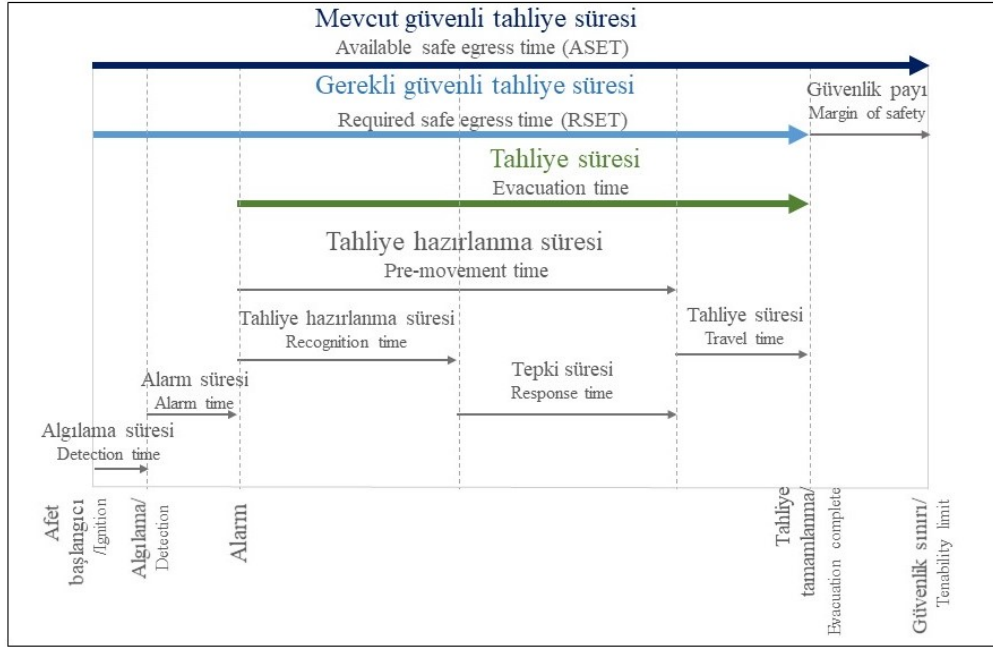
Reynold Kontrollü Hareket Davranış Modelinde tanımlar tıkanıklık ve kuyruklama modelinden referansla kullanıcının tahliye sürecini temsil etmeyi amaçlamakta ve kullanıcının çevresiyle ve diğer kullanıcılarla etkileşiminde gerçekleşebilecek durumları da değerlendirmektedir. Kullanıcıların bu metotla en hızlı şekilde kaçış yolunu bulabildikleri varsayılmaktadır. Bunlara ek olarak modeldeki parametreler; gecikme süreleri, kullanıcıların yürüme hızı ve beden boyutları dağıtım kurallarına uygun şekilde yazılıma tanımlanabilmektedir [19]. Kullanılan yazılımda hareketler ayrı zaman adımları olarak hesaplanmakta ve model her adım için hedef noktalarını güncellemektedir. Buna göre kullanıcıların hızını hesaplamakta ve bununla birlikte kullanıcıların en uygun kaçış yoluyla hareket etmelerini sağlamaktadır. Böylelikle deterministik yaklaşım ile belirli bir çıkış yolu bulan kullanıcının bir sonraki en yakın noktayı bulması mümkün olmaktadır.

Benzetim programından elde edilen sonuçları yorumlama aşamasında Gerekli Güvenli Tahliye Süresi'nin (T_{REST}) hesaplanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Gerekli Güvenli tahliye süresi (T_{REST}) Şekil 5'deki diyagramdan da okunduğu gibi algılama süresi, tahliye hazırlanma ve tahliye süresinin toplamıdır [20]. T_{REST} 'in ölçülebilmesi için gerekli birkaç ayrı zaman dilimi vardır:

- Algılama süresi (Detection time): Afet başlangıcından, afetin tespit edildiği zamana kadar geçen süre;



Şekil 4. Cami zemin katı planı ve birinci kat planı (Ground floor plan and the first floor plan of the mosque) [17]



Şekil 5. Acil durumda kullanıcı güvenliği diyagramı şematik gösterimi
(Schematic representation of user safety diagram in case of emergency) [20]

- Alarm zamanı (Alarm time): Afetin algılandığı andan alarmın başladığı zamana kadar geçen süre,
- Tahliye süresi (Evacuation time): Alarmın çalmasını ardından kullanıcıların bina dışına tahliye edildiği zamana kadar olan süredir. Tahliye süresi, hareket öncesi zaman ve hareket zamanını içine almaktadır.

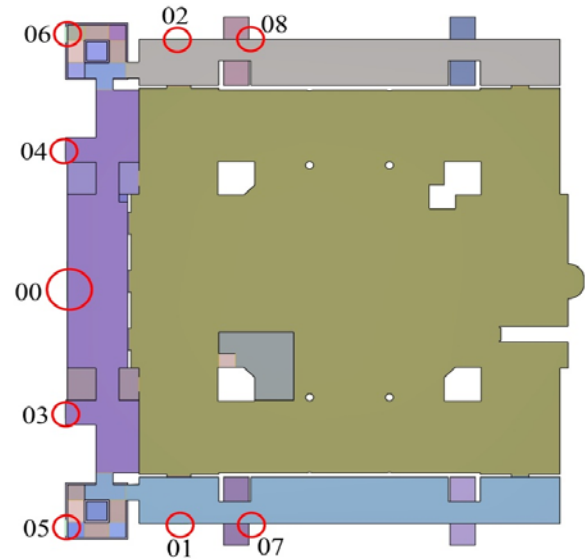
T_{ASET} : Mevcut güvenli tahliye süresi olarak tanımlanmaktadır. Kullanıcıların tahliyesinin garanti altına alınması için $T_{ASET} > R_{SET}$ temel koşul denklemi sağlanmalıdır. Bu çalışmada olması gereken T_{RSET} literatürde, toplanma amaçlı tek ve iki katlı yapılar için 2.5 dakika olarak kabul görmektedir [22,23]. Benzetim ile bu koşulun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiştir.

4. ÖRNEK CAMİNİN PATHFINDER BİNA TAHLİYE SİMÜLASYON YAZILIMI İLE MODELLENMESİ (MOSQUE BUILDING EVACUATION MODELING AND SIMULATION SOFTWARE PATHFINDER)

Benzetim sürecinde camideki 9 adet kapı açık ve engelsiz çıkış şeklinde tanımlanmış (Şekil 6) ve bütün merdivenler kaçış rotasına dâhil edilmiştir. Kullanıcıların fiziksel özellikleri için yazılımdaki ortalama değerler kullanılmıştır. Kullanıcıların tahliye sürecindeki psikolojik davranışları ve yangın dumanının yayılımı bina tahliye süresini etkileyen önemli faktörlerdir ancak bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

Şekil 7'de modellemenin ilk 10 s, 30 s, 60 s, 90 s ve 180 s aralarında tahliye edilen kullanıcı sayısı ve süreç gösterilmiştir. Modellemede kullanıcı yükü doğrultusunda dini yapılar için $0,66 \text{ kişi/m}^2$ esas alınmış ve kat planları programa tanıtıldığında kullanıcı olarak 1434 kişi

tanımlanmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken konu uluslararası literatürde kullanıcı yükü kişi/m^2 olarak tanımlanmaktadır [21]. Ülkemizde ise $\text{m}^2/\text{kişi}$ birimi kullanılmaktadır. Yapılan karşılaştırmada benzetimde kullanılan $0,66 \text{ kişi/m}^2$ ile $1,5 \text{ m}^2/\text{kişi}$ aynı büyüklüklerdir.



Şekil 6. Plan görüntüsü, kaçış merdivenleri ve çıkışların gösterilmesi (00 avlu tarafı çıkışı, 01 ve 02, 07 ve 08 yan çıkışlar, 03 ve 04 engelliler çıkışı, 05 ve 06 merdiven holünde yer alan çıkış)

(Location of escape stairs and outlets with plan image (00 courtyard side exit, 01 and 02, 07 and 08 side exits, 03 and 04 exit for disabled people, 05 and 06 exit in stairway hall))

Ayrıca kullanıcıların Cuma günündeki yoğun kullanım

ihtimali düşünülerek erkek kullanıcılar katlara türdeş (ing:uniform) dağılımda yerleştirilmiştir. Kullanıcıların yürüme hızı, yazılımın gösterdiği ortalama yürüme hızı olan 1.19m/s esas alınmıştır. Bu noktada üzerinde durulması gereken konu yapılan benzetim çalışmasında olabilecek en hızlı sonuç göz önünde bulundurularak tüm kullanıcılar yetişkin erkek olarak alınmış ve çocuklara ve kadınlara yer verilmemiştir. Bu bağlamda, sonuçta görülen tahliye süresinin kadın ve çocuklar hesaba katıldığında daha da uzayacağı açıktır.

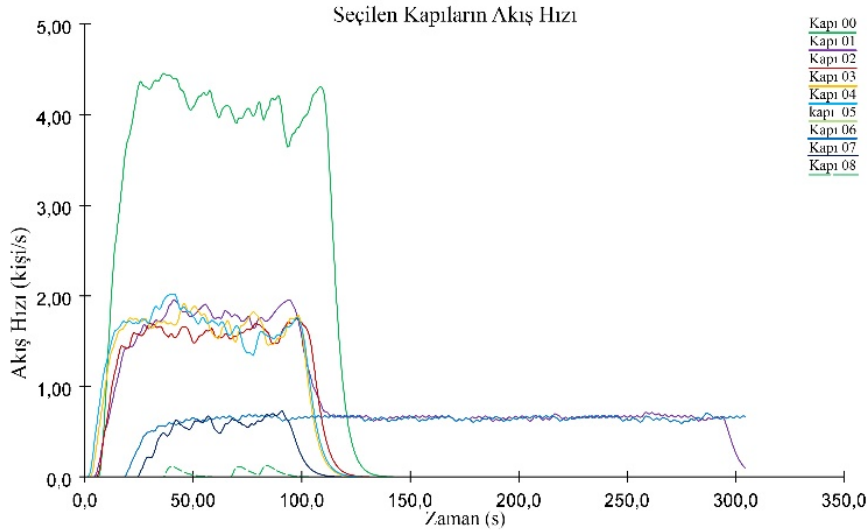
4.1. Modelleme Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Yangın Yönetmeliği ile Kıyaslanması (Evaluation of Modeling Results and Comparison with Fire Regulations)

Uluslararası güvenli tahliye çalışmalarına bakıldığında acil durumda toplanma amaçlı yapıların 2,5 dakika (150sn) içinde tahliye edilmesi gerekmektedir [22]. Yapılan benzetim sonucunda caminin güvenli tahliye süresi olan 150sn içinde 1239 kullanıcı tahliye edilmiş, 195 kullanıcının ise tahliye edilemediği tespit edilmiştir. Böylelikle yapılan modelleme sonucunda caminin en yoğun kullanım koşullarında, kapılar en ideal açıklıkta tanımlandığında dahi, benzetimden elde edilen sonuçların olumsuz olduğu belirlenmiştir. Özellikle 90sn ve 180sn resimleri incelendiğinde üst katta kullanıcıların kaldığı görülebilir (Şekil8).

Tablo 1 'de çalışmanın belirli tahliye sürecine göre tahliye edilen kullanıcı sayıları gösterilmektedir. Benzetim sürecine bakıldığında birinci kattaki kullanıcıların tahliye edilmesi

daha da uzun sürmektedir. Bunun nedeni ise kullanıcıların zemin kata ulaşmasını sağlayan iki adet merdivenin kaçış bileşenlerine uygun olmaması, yani çok dar olması sebebiyle kullanıcıların yürüme hızı ve hareket kabiliyetinin düşmesidir. Ayrıca birinci kattaki kullanıcılar ile zemin kattaki bazı kullanıcıların aynı çıkış yönüne doğru hareket ettikleri için birinci kattaki kullanıcıların aşağıya indiği sırada zemin kattaki kullanıcılar ile karşılaşmış ve karşılaşma sonucunda tıkanıklık ortaya çıkıp kullanıcıların yürüme hızını yavaşlatmıştır.

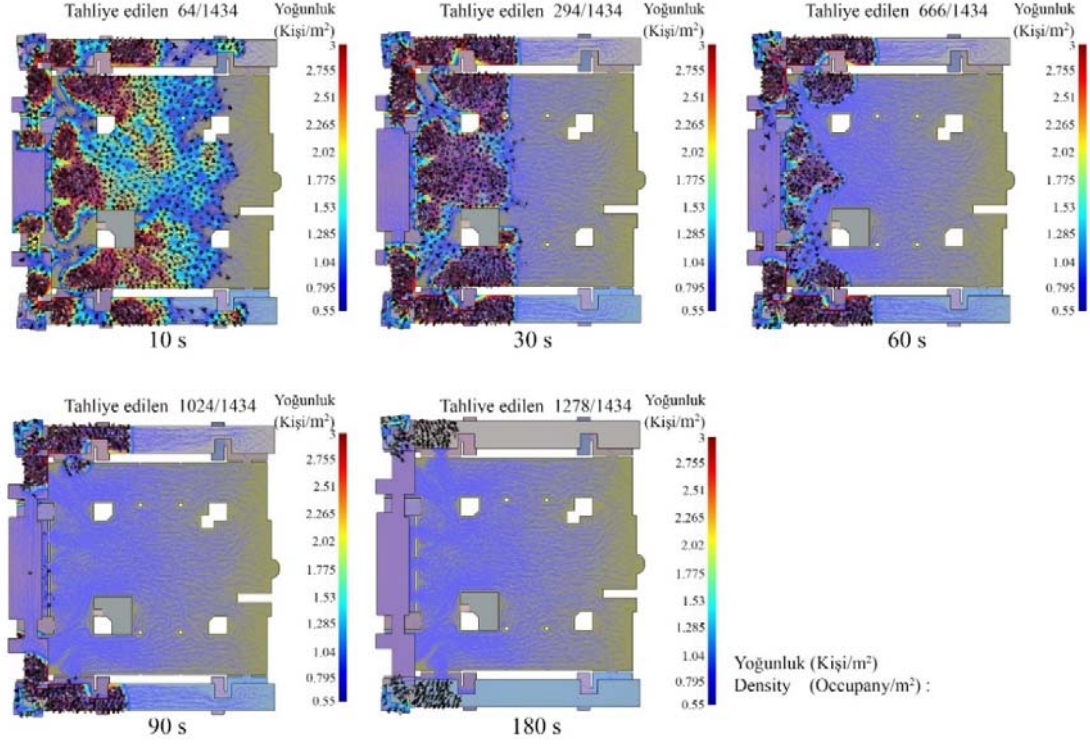
Türkiye'de geçerli olan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'teki (BYKHY) maddelerin gerektirdiği hesaplama metoduna göre projenin yangın kaçış hesaplaması yapılmış [24] ve bu hesaplama metoduna göre caminin kaçış mesafeleri ve kapı genişliklerinin yeterli olduğu görülmüştür. BYKHY hesaplama metodu kullanıcıyı çıkışlara götüren kaçışların en uzak mesafelerine dayanmaktadır. Bu mesafe yağmurlama sisteminin varlığına ve çıkışların tek yönlü ya da çift yönlü oluşuna göre değişkenlik göstermektedir. Bu hesaplama yaklaşımında çıkış genişliği, çıkış kapıları, kaçış merdivenleri, koridorlar ve diğer kaçış yollarının kapasiteleri için birim genişlik 50 cm alınarak hesaplanmaktadır. İlgili caminin proje raporunda mimar tarafından yapılmış olan tahliye hesabı ve bu hesaba göre çıkış genişliklerinin yeterli olduğu görülmektedir. İlgili raporda caminin tahliye yeterliliği hesaplanırken gerekli kaçış ve panik hesaplarında kullanılmak üzere Ek-5/A'da belirtilen değerlere göre kullanıcı yükü katsayısı olarak 1,5 m²/ kişi olarak alınmıştır.



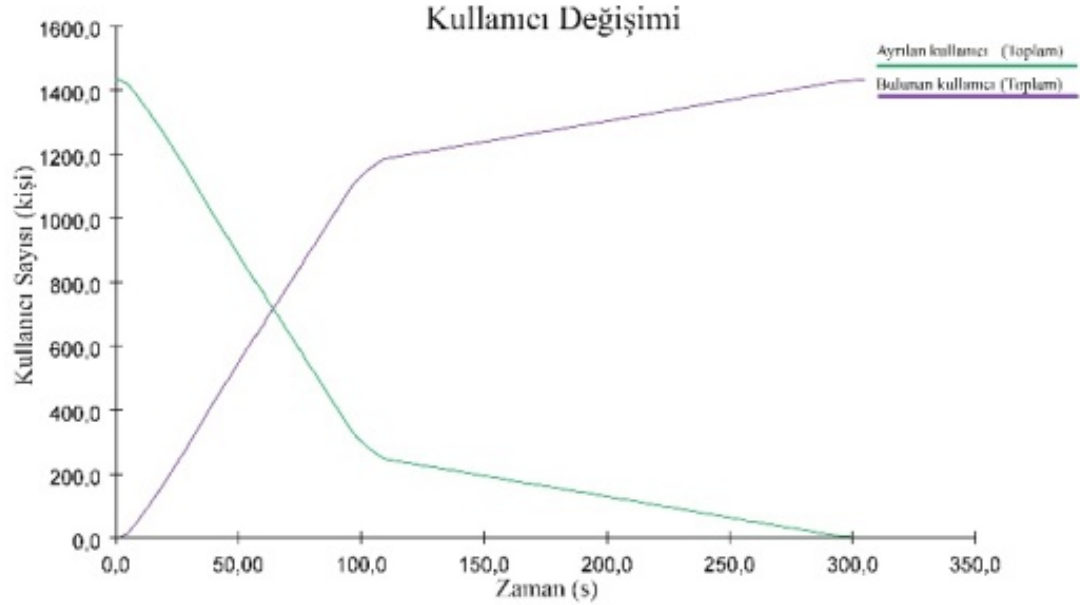
Şekil 7. Tahliye sürecinde kapıların akış hızı grafiği (Flow rate graph of doors during evacuation process)

Tablo 1. Modelleme sonucunda tahliye edilen kullanıcı sayısı
(Number of users evacuated as a result of modeling)

Kullanıcı sayısı	Tahliye edilen kullanıcı sayısı (Zaman/kişi)						Tam tahliye zamanı
	10 s	30 s	60 s	90s	150s	180s	
1434 kişi	64	294	666	1024	1239	1278	5:04



Şekil 8. Tahliye benzetiminin farklı süreçlerdeki görüntüleri (Plan görüntüleri üst kat hizasından görünmektedir bu nedenle 90sn ve 180sn de alt kat sırası görünmemektedir) (Images of evacuation simulation in different processes)

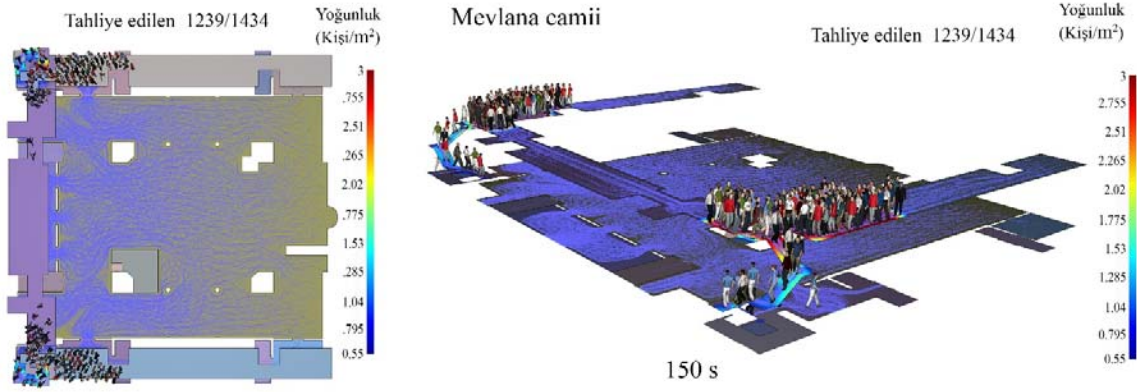


Şekil 9. Tahliye sürecinde binada bulunan ve binadan ayrılan kullanıcıların zamana bağlı değişim grafiği (kullanıcıların binayı tamamen tahliye etme süresi 5,04 dakikadır) (time to fully evacuate the building is 5,04 minutes)

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Çalışmada, Osmanlı klasik dönem cami tipolojisinde günümüzde inşa edilen modern cami örneklerinden biri

seçilerek tahliye benzetimi ile kullanıcı yoğunluğu ve güvenli tahliye çıkışları sınanmıştır. Yapılan çalışma, camiler üzerinde yapılan ilk çalışma olması sebebiyle benzetim çalışmaları parametreleri açısından en temel



Şekil 10. Caminin güvenli tahliye süresi 2.50 dakika(150 s) içindeki tahliye görüntüsü
(Evacuation view of the mosque in a safe evacuation time of 2.50 minutes (150 s))

noktalar göz önüne alınarak tamamlanmıştır. İleriki çalışmalarda cami kullanıcılarına ait belli veriler özel olarak elde edilerek daha detaylı çalışmalar yapılabilir.

Benzetim sonuçlarına bakıldığında incelenen cami 5.04 dakika içinde tamamen tahliye edilebilmektedir. Uluslararası çalışmalarda belirtilen güvenli tahliye süresi (2,5 dk.) ile karşılaştırıldığında caminin güvenli tahliye süresini aştığı görülmektedir (Şekil 9,10). Ayrıca modelleme sonunda zemin kat ve birinci katın kaçış yolu bileşenlerinin boyutsal ve sayısal değerlerinin uygun olmadığı anlaşılmaktadır. Bu katlarda kullanıcılar uygun süreler içinde binayı tahliye edememektedir.

Günümüzde yapılan camilerin tasarım sürecinde, kullanıcı yoğunluğu ve cami yapılarına özel kullanıcı davranışlarının göz önüne alınması gerekmektedir. Mimari imge kaynaklı sorunların modern gereklilikler göz önünde bulundurularak çözülmesi gerekmektedir. Yeterli çıkış sayısı ve genişliğini sağlayacak şekilde tasarlanması halinde çıkış sayısı, çıkış genişliği ve kaçış bileşenlerinin acil durum planlarına uygun şekilde olması mümkündür. Özellikle cami yapılarını tasarlarken bu makalede görülen mevcut hesaplama yönteminin yetersizliği göz önünde bulundurularak, çağımızın sunduğu gelişmiş analiz yöntemleri ile yapılar analiz edilmelidir. Benzetim verilerine göre mevcut yönetmelikteki hesaplamalara göre emin bulunan yapının güvenli tahliye süresi için yetersiz olduğu görülmüş olup, yönetmeliğin bu tür yapılar için yeniden ele alınması gerekmektedir. Mimarlar açısından ise günümüz ihtiyaçları ile kullanıcı güvenliğini ön planda tutulması şüphesiz mimari imgelemde daha önemlidir. Bu bağlamda yeni yapılacak cami binalarında betonarme ve diğer güncel yapı tekniklerinin izin verdiği geniş açıklıklar kullanılarak bina kullanıcıları için geniş ve alternatif çıkış imkânı sağlanmalıdır.

Binanın güvenli tahliyesi için önemli kriterler olan yapıda kullanılan malzeme, kapı açılış yönleri ve çıkışlarda yer alan merdiven ile kullanıcıların ayakkabılarına ulaşma sürelerinin oluşturduğu çıkış engeli gibi konular bu çalışmada

değerlendirme dışında tutulmuş olup ileriki çalışmalarda bu parametreler de değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Gürsoy, E., Günümüz Cami Mimarisinde “İlkesiz Yaklaşım”, Süleyman demirel üniversitesi fen-edebiyat fakültesi sosyal bilimler dergisi, 2013 (28), 239-253, 2013.
2. Eyüpgiller, K. K., Türkiye’de 20. yy. Cami Mimarisi, Mimarlık, 331, 20-27, 2006.
3. İhlas Haber Ajansı. Adana Sabancı Merkez Camii'nde İzdiham.<http://www.ih.com.tr/adana-haberleri/adanada-sabanci-merkez-camiinde-cuma-hutbesi-okunurken-uzerinde-bomba-oldugunu-soyleyerek-bir-din-gorevlisini-rehin-alan-kisi-cemaate-dehset-dolu-anlar-yasatti-sahis-guven-timleri-tarafından-etkisiz-hale-getirilirken-yasanan-izdihamda-cok-sayida-kisi-yara-1436875/> Yayın tarihi Temmuz 1, 2016. Erişim tarihi Kasım 15, 2018.
4. Türk Diyanet Vakfı. Ankara Kocatepe Camii. <http://tdvcamiler.com/index.php/2016/02/17/kocatepe-camii-tadilat/>, Erişim tarihi Kasım 15, 2018.
5. Nassar Khaled, B. A. A Simulation Study of The Effect of Mosque Design on Egress Times. Proceedings of the 2012 winter simulation conference, 2012.
6. Kallianiotis, A. Papakonstantinou, D., Arvelaki, V., & Benardos, A., Evaluation of evacuation methods in underground metro stations, International journal of disaster risk reduction, 31, 2018.
7. Sailendra, D., Shah, A., Assessment of Emergency Escape Routes for A Building Using Pathfinder-A Case Study, International journal of engineering sciences & research technology, 200-207, 2015.
8. Li, M.X., Zhu, S.B., Wang, J.H., Zhou, Z., Research on Fire Safety Evacuation in a University Library in Nanjing, Procedia engineering, 211, 372-378, 2018.
9. Peng, D. H., Hou, L. F., Wu, J. X., and Tang, L., The Simulation Analysis and Optimization of Safety Evacuation in Fire for Large – Scale Library of University, Journal of industrial safety and

- environmental protection, 38 (12), 2012.
10. Jin, R. G., Mao, L., Le, Z., Application of FDS and Pathfinder in Building Fires and Evacuation, Journal of industrial safety and environmental protection, 35 (8), 2009.
 11. Wang, S.-H., Wang, W.-C., Wang, K.-C., & Shih, S.-Y., Applying Building Information Modeling to Support Fire Safety Management, Automation in construction, 59, 158-167, 2015.
 12. Li, J., Zhu, H., A Risk-Based Model of Evacuation Route Optimization Under Fire, Procedia engineering, 211, 365-371, 2018.
 13. Başdemir, H., Demirel, F., İşeri, İ., Binaları Ulusal Yangın Yönetmeliği Hükümlerine Göre Değerlendiren Bir Model Önerisi: Yangın Yönetmelik Kontrol Otomasyonu, Gazi üniversitesi mühendislik-mimarlık fakültesi dergisi, 27 (4), 2012.
 14. Çakıcı, N., Yüksek Yapılarda Yangın Tahliye Süresi ve Modellenmesi, Mimarlık, 358, 2011.
 15. Oven, V., Çakıcı, N., Modelling the Evacuation of a High-Rise Office Building in Istanbul, Fire safety journal, 44 (1), 1-15, 2009.
 16. Yandex. (2018). Hava Fotoğrafı, Mevlana Camii. https://yandex.com.tr/harita/11503/ankara/?l=map&ll=32.826834%2C39.941077&source=wizgeo&utm_medium=maps-desktop&utm_source=serp&z=18 , Erişim tarihi Kasım 15, 2018.
 17. TDV, Türkiye Diyanet Vakfı Arşivi, 2018.
 18. Türkiye Diyanet Vakfı. Ankara Konya Yolu Camii. <http://tdvcamiler.com/index.php/2016/02/17/konya-yolu-camii/>, Erişim tarihi Kasım 10, 2018.
 19. Technical Reference Pathfinder 2017, Thunderhead Engineering, 2017.
 20. ABCB, International Fire Engineering Guidelines, Canberra, Australia, Australian Building, 2005.
 21. Codes Board. Ocak, Y., Kılıçvuran, A., Eren, A. B., Sofuoğlu, A., Sofuoğlu, S. C., Exposure to Particulate Matter in A Mosque, Atmospheric environment, 56, 169-176. 2012.
 22. Ng, C. M., Chow, W. A Brief Review on The Time Line Concept in Evacuation, International journal on architectural science, 7 (1), 1-13., 2006.
 23. British Standart Institution (BSI), BS 7974-6:2004, The Application Of The Fire Safety Engineering Principles to Fire Safety Design of Buildings- Part: 6 Human Factor: Life Safety Strategies_ Occupant Evacuation, Behaviour And Condition, BSI, London, UK, 2004.
 24. Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik (BYKHY), Resmî Gazete, Sayı 26735, 2015.