

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

**EĞİTİM KURUMLARINDA KULLANICILARIN ACİL
DURUM TAHLİYE TATBİKATLARININ SİMÜLASYON
YÖNTEMLERİYLE KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Recai AKSOY

Enstitü Anabilim Dalı : YANGIN VE YANGIN GÜVENLİĞİ
Tez Danışmanı : Dr.Öğr.Üyesi Gökhan COŞKUN
Ortak Danışman : Dr.Öğr.Üyesi Üsame DEMİR

Haziran 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**EĞİTİM KURUMLARINDA KULLANICILARIN ACİL
DURUM TAHLİYE TATBİKATLARININ SİMÜLASYON
YÖNTEMLERİYLE KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Recai AKSOY

Enstitü Anabilim Dalı : YANGIN VE YANGIN GÜVENLİĞİ

Bu tez 25/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Dr.Öğr.Üyesi
Gökhan Coşkun

Jüri Başkanı



Dr.Öğr.Üyesi
Üsame Demir

**Ortak
Danışman**



Prof. Dr.
**Fehim
FINDIK**

Üye



Prof. Dr.
Cenk ÇELİK

Üye



Dr.Öğr.Üyesi Cem
KIRLANGIÇOĞLU

Üye



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.

Recai AKSOY

07.05.2019

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 hocalarım Dr.Öğr.Üyesi Gökhan COŞKUN'a ve Dr.Öğr.Üyesi Üsame DEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez saha çalışması için anlayış ve yardımlarını esirgemeyen TED Kocaeli Koleji Okul Müdürü Rasim AYDOĞUŞ'a, Teknik ve İdari İşler Şefi Murat YILAMZER'e, değerli öğretmenlerine ve sevgili öğrencilerine, Kullar Kartonsan Orta Okulu Beden Eğitimi ve Spor Öğretmeni Muhammed KANIK'a ve sevgili öğrencilerine, Yunus KILIÇ ve Özge KILIÇ hocalarıma teşekkür ederim.

Ayrıca Yüksek Lisans eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen Ali YILANCI'ya, Abdullah KARA'ya, Mehmet SUBAŞI'ya, Sadet ERDAĞ'a, sevgili eşim Meryem AKSOY'a ve kızım Emine İdil AKSOY'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
TAHLİYEDEKİ KAVRAMLAR VE YÖNETMELİKLER	3
2.1. Acil Durum Yönetimi	4
2.2. Tahliye Sistemleri	4
2.2.1. Kaçış yolları	4
2.2.2. Kaçış merdiveni	5
2.2.3. Kaçış yolları kapıları.....	5
2.2.4. Kaçış yolları aydınlatması	6
2.2.5. Acil durum çıkış işaretleri	6
2.3. Tahliye Simülasyonlarında İnsan Faktörleri, Planlama ve Rehberlik..	7
2.4. Antropometri	7
2.4.1. Antropometri tarihçe	8
2.5. Kullanıcıların Hareket Kabiliyetleri	9
2.5.1. Kullanıcıların fiziksel hareket kavramları.....	9

2.5.2. Hareket kabiliyeti bilimsel çalışmaları.....	11
2.5.3. Mevcut güvenli çıkış süresi (ASET).....	11
2.5.4. Gerekli güvenli çıkış süresi (RSET).....	12
2.5.5. Yönetmelikler	13

BÖLÜM 3.

ACİL DURUM TAHLİYESİ DAVRANIŞINA ETKİ EDEN DURUMLAR.....	18
3.1. İşgalci Etmeni	18
3.2. Genel Psikoloji	21
3.3. İşgalcilerin Hız Kabiliyetleri	22
3.4. İşgalcilerin Kapladığı Alan.....	23
3.5. Eğitim Binasında Teknik Alt Yapı.....	24

BÖLÜM 4.

ACİL DURUM ÇIKIŞ SÜRESİ HESAPLAMA YÖNTEMLERİ.....	25
4.1. Hareket Süresini Hesaplamak İçin Yöntemler.....	26
4.1.1. El ile yapılan hesaplamalar.....	26
4.1.2. Hız.....	27
4.1.3. Belirli akış.....	31
4.1.4. Toplam akış kapasitesi.....	34
4.2. Bilgisayar Destekli Programlar.....	35
4.2.1. PeTrack.....	36
4.2.2. MassMotion.....	37
4.2.3. BuildingEXODUS.....	38
4.2.4. Simwalk.....	39
4.2.4. Pathfinder.....	39
4.2.6. PyroSim.....	40
4.2.7. Programların ortak ve farklı yanları.....	40

BÖLÜM 5.

TAHLİYE BÖLGESİNİN GENEL KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ.....	42
5.1. TED Kocaeli Koleji Konumu.....	42
5.2. TED Kocaeli Koleji Mimari Yapısı ve Kullanma Sahası.....	43
5.3. TED Kocaeli Koleji İşgalci Doluluğu ve Çeşitliliği.....	45
5.4. TED Kocaeli Koleji Acil Durum Güvenliği ve Tahliye Önlemleri.....	45

BÖLÜM 6.

SİMÜLASYON MODELİNDE TAHLİYE VE TAHLİYE TATBİKATININ KARŞILAŞTIRILMASI.....	51
6.1. Pathfinder Ajan Tabanlı Tahliye Simülasyon Programı.....	51
6.2. Tahliye Simülasyonu Modelinin Yürütülmesi ve Gerçek Tahliye İle Karşılaştırılması.....	60
6.2.1. Öğrencilere ait antropometrik özellikler.....	60
6.2.2. TED Kocaeli Koleji eğitimsiz tahliye.....	65
6.2.3. Tahliye eğitimleri.....	70
6.2.4. Birinci eğitimli tahliye.....	71
6.2.5. İkinci eğitimli tahliye.....	75
6.2.6. Üçüncü eğitimli tahliye.....	78
6.2.7. Dördüncü eğitimli tahliye.....	82
6.3. Tüm Verilerin Karşılaştırılması.....	87
6.4. Analiz ve Tartışma.....	93

BÖLÜM 7.

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	98
------------------------	----

KAYNAKLAR	101
EKLER	104
ÖZGEÇMİŞ	140

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ASET	: Mevcut Güvenli Çıkış Süresi (Avilable Safe Escape Time)
RSET	: Gerekli Güvenli Çıkış Süresi (Required Safe Escape Time)
TED	: Türk Eğitim Derneği
BYKHY	: Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
SBYÖSY	: Sağlık Bakanlığı Yangın Önleme ve Söndürme Yönergesi
CSV	: Virgülle Ayrılmış Bindelik Değerler
TED	: Türk Eğitim Derneği
FDS	: Yangın Algılama ve Bastırma(Fire Detection and Suppression)
EVAC	: Tahliye (Evacuation)
NFPA	: Ulusal Yangın Önleme Derneği (National Fire Prevention Association)
SNİP	: İnşaat Kodları ve Düzenlemeleri (Construction Codes and Regulations)
DXF	: Çizim Değiştirme Formatı(Drawing eXchange Format)
DWG	: Çizim (DraWinG)
SFPE	: Yangından Korunma Mühendisleri Derneği (The Society of Fire Protection Engineers)
BSI	: İngiliz Standartları Enstitüsü (British Standards Institution)
SN	: Saniye
M	: Metre
MM	: Milimetre
CM	: Santimetre

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Acil durum yönetimi döngüsü	3
Şekil 2.2. Tahliye öncesi T/Z periyodu	13
Şekil 2.3. Gerekli güvenli çıkış süresi (RSET).....	13
Şekil 3.1. Omuz genişliğinin kapladığı alan	23
Şekil 3.2. Her bir yapı kullanıcısının yapıda kapladığı alan.....	24
Şekil 4.1. Yoğunluğun bir fonksiyonu olarak hareket hızı (4.2 ve 4.3 denklemleri)	29
Şekil 4.2. Yapı Kullanıcılarına ait ortalama hızlar	30
Şekil 4.3. Yoğunluğun bir fonksiyonu olarak özel akış (4.5 ve 4.6 denklemleri)...	32
Şekil 4.4. Çıkış akışlarını birleştirme	33
Şekil 4.5. Tahliye modellemesi	38
Şekil 4.6. Alışveriş merkezi simülasyon çizimi	39
Şekil 5.1. TED Kocaeli Koleji genel görünümü	42
Şekil 5.2. TED Kocaeli Koleji krokisi.....	43
Şekil 5.3. TED Kocaeli Koleji kat görünümü.....	45
Şekil 5.4. Konferans salonu çıkış yolları.....	47
Şekil 5.5. Konferans salonu temiz sıra iç genişliği.....	47
Şekil 5.6. 1.Kat acil durum aydınlatma kiti.....	48
Şekil 5.7. Acil durum yönlendirme ünitesi	48
Şekil 5.8. Konferans salonu yangın dolabı.....	49
Şekil 5.9. Hidrant.....	49
Şekil 5.10. İtfaiye su verme ağzı.....	50
Şekil 6.1. Pathfinder ikili simülasyon modu.....	51
Şekil 6.2. Pathfinder acil çıkış noktasına hareket eden yapı kullanıcılarının ayak izleri.....	52
Şekil 6.3. Pathfinder ajan çeşitliliği görünümü.....	53
Şekil 6.4. Pathfinder simülasyon tahliye grubu oluşumu.....	54

Şekil 6.5. Pathfinder zaman sayaç grafiği.....	54
Şekil 6.6. Pathfinder asansör modellemesi.....	55
Şekil 6.7. Pathfinder acil çıkış yolu.....	56
Şekil 6.8. Pathfinder yapı kullanıcılarının antropometrik özelliklerine uygun çıkış noktası belirleme.....	57
Şekil 6.9. Eğitim kurumları hız yoğunluk grafiği.....	57
Şekil 6.10. Pathfinder yapı kullanıcısı akış yolu kısıtları.....	58
Şekil 6.11. Anaokulu öğrencileri öğretmen ile tahliye.....	59
Şekil 6.12. Acil çıkış kapılarındaki akış hızları.....	60
Şekil 6.13. TED Kocaeli Koleji kız öğrencileri ortalama adım aralığı.....	61
Şekil 6.14. TED Kocaeli Koleji erkek öğrencileri ortalama adım aralığı.....	61
Şekil 6.15. TED Kocaeli Koleji kız öğrencileri ortalama omuz genişliği.....	62
Şekil 6.16. TED Kocaeli Koleji erkek öğrencileri ortalama omuz genişliği.....	62
Şekil 6.17. TED Kocaeli Koleji kız öğrencileri ortalama boy ölçüsü.....	63
Şekil 6.18. TED Kocaeli Koleji erkek öğrencileri ortalama boy ölçüsü.....	63
Şekil 6.19. TED Kocaeli Koleji kız öğrencileri ortalama hızı	64
Şekil 6.20. TED Kocaeli Koleji erkek öğrencileri ortalama hızı.....	64
Şekil 6.21. Öğrencilerin cinsiyet ve yaş durumları.....	65
Şekil 6.22. Hareketli ve sabit kameraların konumları.....	66
Şekil 6.23. Eğitimsiz tahliye süresi.....	67
Şekil 6.24. Eğitimsiz acil çıkış yolları yoğunluğu.....	67
Şekil 6.25. Eğitimsiz tahliyede yapı kullanıcılarının acil çıkış kapısı tercihleri...	68
Şekil 6.26. Eğitimsiz tahliye akış yoğunluğu.....	70
Şekil 6.27. Öğrencilere tahliye eğitimi.....	71
Şekil 6.28. Kaçış yolları.....	71
Şekil 6.29. Birinci eğitilmiş tahliye süresi.....	72
Şekil 6.30. Birinci eğitilmiş acil çıkış yolları yoğunluğu.....	72
Şekil 6.31. Yapı kullanıcılarının acil çıkış kapısı tercihleri.....	73
Şekil 6.32. Birinci Eğitilmiş tahliye akış yoğunluğu.....	74
Şekil 6.33. İkinci eğitilmiş tahliye süresi.....	75
Şekil 6.34. İkinci eğitilmiş acil çıkış yolları yoğunluğu.....	76
Şekil 6.35. Yapı kullanıcılarının acil çıkış kapısı tercihleri.....	76

Şekil 6.36. İkinci eğitimli tahliye akış yoğunluğu.....	78
Şekil 6.37. Üçüncü eğitimli tahliye süresi.....	79
Şekil 6.38. Üçüncü eğitimli acil çıkış yolları yoğunluğu.....	79
Şekil 6.39. İşgalcilerin acil çıkış kapısı tercihleri.....	80
Şekil 6.40. Üçüncü eğitimli tahliye akış yoğunluğu.....	82
Şekil 6.41. Dördüncü eğitimli tahliye simülasyon görünümü.....	83
Şekil 6.42. Dördüncü eğitimli tahliye süresi.....	84
Şekil 6.43. Dördüncü eğitimli acil çıkış yolları yoğunluğu.....	84
Şekil 6.44. Yapı Kullanıcılarının acil çıkış kapısı tercihleri.....	85
Şekil 6.45. Dördüncü eğitimli tahliye akış yoğunluğu.....	87
Şekil 6.46. Simülasyon tahliye zaman sonuçları.....	88
Şekil 6.47. Gerçek tahliye tatbikatı.....	89
Şekil 6.48. Eğitimsiz gerçek ve düzeltilmiş simülasyon tahliye tatbikatı karşılaştırması.....	90
Şekil 6.49. 1.Eğitimli gerçek ve düzeltilmiş simülasyon tahliye tatbikatı karşılaştırması.....	91
Şekil 6.50. 2.Eğitimli gerçek ve düzeltilmiş simülasyon tahliye tatbikatı karşılaştırması.....	91
Şekil 6.51. 3.Eğitimli gerçek ve düzeltilmiş simülasyon tahliye tatbikatı karşılaştırması.....	92
Şekil 6.52. 4.Eğitimli gerçek ve düzeltilmiş simülasyon tahliye tatbikatı karşılaştırması.....	92
Şekil 6.53. 4.Eğitimli tahliye toplanma yeri.....	93
Şekil 6.54. Dördüncü eğitimli tahliye koridor akışı.....	94
Şekil 6.55. Dördüncü eğitimli tahliye merdiven akışı.....	95
Şekil 6.56. 1. ve 2. Kat acil çıkış kapısı yoğunluğu.....	96
Şekil 6.57. Anaokulu tahliye simülasyonu.....	97
Şekil 6.58. Sınıf masa konumlandırma.....	97

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. 1981 ve 2005 yıllarında yapılan çalışmalara göre Türkiye’deki antropometrik veriler	9
Tablo 2.2. Yangında insan davranışını ele alan uluslararası yönetmelikler	10
Tablo 2.3. Ek-5/A kullanıcı yükü katsayısı tablosu	15
Tablo 2.4. Ek-5/B çıkışlara götüren en uzun kaçış uzaklıkları ve birim genişlikleri	16
Tablo 2.5. Eğitim binalarında kaçış yolları minimum genişlik ölçüsü (mm).....	17
Tablo 4.1. Denklem 4.2 ve 4.3’teki hız faktörü.....	28
Tablo 4.2. Sınır tabakası genişliği	32
Tablo 4.3. Maksimum özgül akışlar.....	34
Tablo 5.1. TED Kocaeli Koleji temel yapı bilgileri.....	44
Tablo 6.1. Eğitimsiz tahliye akış/zaman dağılımı.....	69
Tablo 6.2. Birinci eğitimli tahliye akış/zaman dağılımı.....	73
Tablo 6.3. İkinci eğitimli tahliye akış/zaman dağılımı.....	77
Tablo 6.4. Üçüncü eğitimli tahliye akış/zaman dağılımı.....	80
Tablo 6.5. Dördüncü eğitimli tahliye akış/zaman dağılımı.....	86

ÖZET

Anahtar kelimeler: Tahliye, acil durum, antropometrik, eğitim, okul, simülasyon, adım hızı

Bu çalışmada, acil durum tahliye tatbikatında eğitim yapısında bulunan tüm yapı kullanıcılarının okuldan tahliye oldukları gerçek sürenin hesaplanması, insan hayatı ve acil durum emniyeti için alınan tedbirlerin yeterliliğinin testi, yaş, cinsiyet, antropometrik özellikler, hareket kabiliyeti, kaçış hızları parametreleri ve toplu hareket sonucunda kullanıcıların sosyal davranışları acil durum tahliyesine etkisi araştırılmıştır. Acil durum tahliyesine olumsuz etki eden faktörler kullanıcıların antropometrik özellikleri ve hareket kabiliyet verileri Pathfinder simülasyon programına girilerek belirlenmiştir.

Acil durum tahliye tatbikatında öğrencilerin bir bütün halinde hareket ettiği gözlenmiştir. Kombine halde hareket sonucunda akış yoğunluğunun arttığı kısımlar Pathfinder tahliye simülasyonu ile belirlenerek, acil çıkış merdiveni veya koridora genişlik ölçüsü, kapı ise temiz aralık ölçüsü, doğru yönlendirme ve merdivenlerde yaya hareketinin akış sürekliliği tahliyede önem arz etmiştir. Ayrıca her yaş grubuna ayrı ayrı verilen acil durum tahliyesi eğitimleri gerçek ve güvenli tahliyeye büyük katkı sağlamıştır.

TED Kocaeli Koleji'nde yapılan çalışmada, 4-14 yaş arası Türk insanının antropometrik özelliklerin tahliyeye etkisi çalışılmıştır. Okulun mimari projesinin uygulandığı alan ile mimari proje kontrol edilmiş ve değişikliği olmadığı görülmüştür. Mimari proje Pathfinder simülasyon programına aktararak 778 yapı kullanıcısının tahliyesi simülasyon ile çalışılmıştır.

Pathfinder simülasyonu ile var olan veya proje aşamasındaki eğitim yapılarının acil durum tahliye performansları değerlendirilebilmektedir. Bu sebeple eğitim yapıları değerlendirilerek acil durum tahliye zafiyetleri yapı tahliye planında yeni planlamalar yapılabileceği ve tekrar tekrar değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

COMPARATIVE INVESTIGATION OF EMERGENCY EMERGENCY EXERCISES OF USERS IN EDUCATION INSTITUTIONS WITH SIMULATION METHODS

SUMMARY

Keywords: Evacuation, emergency, anthropometry, education, school, simulation, step speed

In this study, in the event of an emergency, all users in the building will be able to calculate the actual time they leave the building; The effect of evacuation was investigated. The factors affecting the emergency evacuation have been determined by entering the anthropometric properties and the mobility data of the users into the Pathfinder simulation program.

It was observed that people acted collectively in case of emergency. As a result of the collective movement, the areas where the jams were determined by escape simulation, the stairs or corridors were wide and the door was clean, the distance was clear, and the continuity of the flow of the pedestrian movement on the stairs was important in the evacuation. In addition, emergency evacuation training for each age group has contributed greatly to real and safe evacuation.

In the study conducted in TED Kocaeli College, the effects of anthropometric characteristics of Turkish people between 4-14 years of age were studied. The architectural project of the school has been checked and the architectural project has been checked and it has been observed that there is no change. The architectural project was transferred to the Pathfinder simulation program and 778 users were evacuated by simulation.

With the Pathfinder simulation, emergency evacuation performance of existing or project stage training structures can be evaluated. For this reason, it has been concluded that educational plans can be evaluated and new plans can be made in emergency evacuation weakness structure evacuation plan.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Eğitim Kurum binaları, acil durum anlarında hareket kabiliyeti sınırlı olduğundan tahliyesi, yararlanma klasındaki binalarda ivedi tahliye imkanları ve tahliye zamanları bakımından diğer yapılarla mukayese edildiğinde ayrı bir ehemmiyete sahiptir.

Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelikte (BYKHY) 2015 belirlenen sınırlar Eğitim Kurumu binaları dizaynı için kifayetli kabul görülmektedir. Bu dataların yeterliliği olağan koşullarda yalnız bir ivedi tahliye lahzasında ölçülebilmekte ve alınacak tedbirler veya strüktürel mevzular için uygulanabilirlik olmamaktadır. Farklı yapı kullanıcılarının beraber olduğu ve öngörülen dizayn sonuçlarının sınamasının yapılabilmesi, neticelerin görülebilmesi için devreye, tüm yapı kullanıcılarının yürüyüş hızları, her bir yapı kullanıcı için yapı içindeki kapladıkları alan, yaşları gibi birçok değişkeni göz önüne alarak hayat ve acil durum olanaklarını sınavan “Acil Kaçış Simülasyon” programları girmektedir.

Talimatname ve standartların tayin ettiği lüzumlar, umumi kaideler bir hayli benzer bina için muteber olmakta, bu kaidelere tabi olunması ile oluşan netice ve başarımlar öğrenilememektedir. Geçerliliklerin sağlandığı, kaidelerin tam olarak tatbik edildiği birçok değişik vaziyette bile, tahliye zamanı veya tahliyenin umumi şartlarını etkileyen faktörler kıymetlendirilememektedir. Bu sebeple, hükümlerin uygulanması ile yapılan bir dizaynda bile, özellikle yapı kullanıcı antropometrik özelliğinin tahavvül gösterdiği durumlarda simülasyon programı destekli, ivedi tahliye şartlarına bakmak ve bu durumları evveliyatında simülasyonda betimleyebilmek ehemmiyet kazanmaktadır.

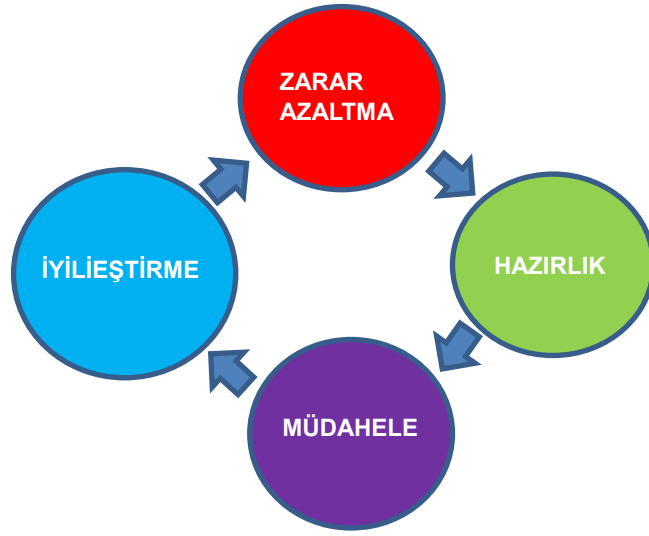
Anaokulu, ilköğretim okulu ve orta öğretim okulu öğrencileri grubu, acil tahliye yalnızca yetişkinlerin davranış özelliklerine değil, aynı zamanda kendi psikolojik davranış özelliklerine de sahiptir. Genç yaşlarından dolayı, acil durumlarla başa çıkarken, olaylarla başa çıkma kabiliyeti genellikle yetişkin insanlardan daha düşüktür, dolayısıyla tahliye sürecinde öğrenciler güvenli bir tahliye yöntemi aramak için sürü davranışına karşı daha fazla eğilimlidir ve öğrenciler öğretmenlere güçlü bir bağımlılığa sahiptirler, öğretmenler tahliye sürecinde çok önemli bir rol üstlenmişlerdir.



BÖLÜM 2. TAHLİYEDEKİ KAVRAMLAR VE YÖNETMELİKLER

2.1. İvedi Durum İdaresi

İvedi durum hadisesinin vuku bulmasından hemen sonra başlayarak, etkilenen kullanıcıların bütün gereksinimlerini vaktinde, süratli ve patetik olarak tekabül etmeyi amaçlayan yönetim prosesini anlatmaktadır. Devamlı olmayıp, ivedi durum olarak kıymetlendirilen bir hadisenin oluşmasıyla başlayıp, acil durumu gerektiren nedenler ortadan kalktığında sona eren bir yönetim şeklidir. İvedi durum idaresi, hadiseye etki etme ve kısa zamanlı ıslah çalışmalarını kapsar. Dinamik bir ivedi durum idaresi; düzenli, hazırlıklı ve eş güdümlü olmayı ve alışlagelen yönetimlerden ayrımlı olarak, gayritabii olanak, kaynak ve salahiyet gerektirir.



Şekil 2.1. İvedi Durum İdaresi Döngüsü

2.2. Tahliye Sistemleri

2.2.1. Kaçış yolları

Kaçış yolu, yapılarda rastgele bir noktadan zemin düzeyindeki cadde veya yola kadar olan sürekli ve mani olunmamış yolların tümüdür [1]. Bağımsız yerlerden çıkışa erişim, her kattaki geçenek ve benzeri koridorlar, kattan çıkışa erişim, zemine erişilen merdivenler, zemin katta yapı dışına çıkılan yollar ve yapı dışı mntıkları kaçış yollarına dâhildir.

Çıkış kapasitesi ve sayısının bulunmasında kullanıcı yükünün bilinmesi gereklidir. Kullanıcı yükü: Kurumsal Binalar – Eğitim Tesisleri – Dersliklerde $1.5 \text{ m}^2/\text{kişi}$.

Karşıtlığı belirtilmedikçe, birim yayıklıktan (50 cm) tahliye zamanı, kârgir binalarda 3 dakika, ağaç binalarda 2 dakika olarak ve 1 dakika 'da 40 yapı kullanıcı geçeceğı olurlanacaktır [2].

TED Kocaeli Koleji 3600 m^2 oturma alanına sahiptir, derslik kullanım alanı 985 m^2 'dir. Dersliklerdeki kullanıcı yükü: $985/1.5 = 656.66$ kişi olacaktır.

Bir katında 50 kullanıcının aşıldığı eğitim yapısında, çıkışlara erişmek için 2 kapı bulunacaktır. Sayı 500'ü aşarsa 3 kapı olacaktır.

Eğitim yapılarında bir katındaki kullanıcı sayısı 50 kişiyi geçiyorsa acil çıkış merdiveni olarak dairesel merdivene müsaade edilmez.

Kaçış yolları, 3 ve daha az katlı binalarda yangına en az 60 dakika, 15.50 metreden yüksek binalarda 120 dakika dayanabilen taksimlere ayrılmalıdır.

Kaçış yolu yayıklığı BYKHY-2015 Ek-5/A'ya göre kattaki yapı kullanıcı toplamının 0.4 ile çarpımı sonucu bulunur [1].

TED Kocaeli Koleji her bir katta 450 kişi olacak şekilde mimari tasarımı yapılmıştır. Kaçış yolu genişliği: $450 \times 0.4 = 180$ cm'dir.

Kaçış merdivenlerinin yayıklığı 200 cm'den fazla olmayacaktır. 200 cm'den geniş merdivenler küpeştelerle 100 cm'den az olmayan kısımlara ayrılacaktır. Kaçış merdivenlerinin yayıklığı 100 cm'den az olmamalıdır. Kaçış yollarında alevlenici gereç bulunmamalı, dumandan temizlenme temin edilmelidir. Çıkışlar ve ulaşım yollarında optik yoğunluk olmayacak, konuş yerleri sembollerle belirtilecektir [1].

2.2.2. Kaçış merdiveni

Yangın durumunda yapılarda bulunanların emniyetli biçimde tahliyesinde değerlendirilmek amacıyla dizayn edilmiş merdivenlerdir.

Yapılarda genel merdiven ile yangın merdiveni yan yana yapılmayacaktır. Genel merdivenden geçilerek yangın merdivenine ulaşılmayacaktır.

Kaçış merdivenlerinin bütün yüzeylelerinde asla yanıcı gereç kullanılmamalı, merdivenler yangına en az 120 dakika müddetle dayanıklı duvar ve en az 90 dakika dayanıklı duman sızdırmaz kapı ile diğer yapı bölümlerinden ayrılır. Merdiven basamak rıht ölçüsü 175 mm'den çok, basamak yayıklığı ise 250 mm'den az olmamalıdır [1].

2.2.3. Kaçış yolları kapıları

Eğitim yapılarında tek kanatlı kaçış yolu kapısı 100 cm'den az 120 cm'den fazla olmamalıdır. Kaçış yolu kapıları yangın sonucu oluşan ısıya ve duman sızdırmazlığına en az 90 dakika süreyle dayanıklı olmalıdır. Kapı kolu panik barlı olmalıdır. Açılma yönü kaçış yönüne doğru olmalı ve kendiliğinden kapanmalıdır. İtfaiyecilerin gerekli olduğu durumda dışardan içeri girmeleri sağlanabilmelidir (Özel Anahtarlı). Kapılar elle açılabilmesi ve kilitli olamaması gereklidir [1].

2.2.4. Kaçış yolları aydınlatması

Kaçış yolları kesintisiz ve güvenilir şarj edilebilir piller ile aydınlatılmalıdır. Sistem, şehir elektriğinin arızalanması, yangın, deprem gibi sebeplerle şehir elektriğinin güvenlik masadıyla kesilmesi veya kaçak akım rölesinin açılması ile oluşacak elektrik kesintisi neticesinde otomatik olarak devreye girdiğinde kifayetli aydınlatma meydana getirmelidir. İvedi hal aydınlatması, kendi akümülatörü, şarj devresi, şebeke voltaj denetleyicisi ve lamba sürücü devresine malik bağımsız aydınlatma donatılarıyla, akü grubu merkezinden doğru akım ve frekans değıştirici devresi vasıtası ile alternatif akım sağlayan merkezi akü grubundan beslenen acil aydınlatmalar ile sağlanabilir. Normal aydınlatma donatıları, acil durum transformasyon kitleri kullanılarak kaçış yolları aydınlatmasında kullanılabilir. Kaçış yolları aydınlatması, normal aydınlatmanın kesintisi durumunda minimum 1 saat sağlanmalıdır. Kullanıcı yükü kattaki 100'ü aşkın ise 120 dakika, 500'ü aşkın ise 180 dakika olmalıdır [1].

2.2.5. Acil durum çıkış işaretleri

Yönlendirme göstergeleri acil aydınlatma sistemi ile aydınlatılacaktır. EXIT veya ÇIKIŞ yazılı işaret levhaları arasındaki mesafe 30 m'den fazla olmamalıdır. Acil durum çıkış işaretleri güvenilen kaynaktan aydınlatılmalıdır ve fosforlu yeşil renkte olmalıdır. Kullanıcı yükünün 200'ü aşması durumunda, acil çıkış yönlendirme levhalarının çalışma zamanının 12 dakikadan az olmaması gereklidir. Yönlendirme levhaları, zeminden 200-240 cm yükseklik ölçüsünde montajı yapılmalıdır. Yönlendirme levhalarının hem normal aydınlatma hem de acil hal aydınlatma anlarında kaçış yolu üzerinde her bir ulaşım noktasından görülebilmelidir. Dış mahalde aydınlatılan yönlendirme levhaları aydınlatmasının, görülebilen bütün doğrultularda 2 cd/m²'den az olmayacak ve kontrast oranı 0.5 değeri olacak şekilde oluşturmalıdır [1].

2.3. Tahliye Simülasyonlarında İnsan Faktörleri, Planlama ve Rehberlik

Eğitim yapılarındaki tahliye, insan faktörlerine ve psikolojiye giderek artan bir ilgi göstermektedir. Daha önce insanlar, çoğunlukla bireysel duygu, motivasyon veya fiziksel ihtiyaçlar olmaksızın homojen olarak modellenmiştir. İnsan faktörleri esas olarak fiziksel özellikler veya alan gereksinimleri olarak dikkate alınmıştır.

İnsan faktörleri, fiziksel, bilişsel, motivasyonel ve sosyal değişkenleri içerir (Zhanli Mao ve ark., 2013). Güvenli ve hızlı yaya tahliyesi için en uygun değişkenler grubu içinde kullanıcıların antropometrik özellikleri, kapı açıklıkları, koridorlar ve merdivenlerin çıkış genişlikleri bulunmamaktadır.

2.4. Antropometri

Antropometri, insan bedeninin boyut ölçüleri ile alakalı olan bilim dalıdır. Beden ölçülerini alarak hareketli-hareketsiz yapıların ve eşyaların ergonomik olarak dizayn edilmesinde kullanılmaktadır.

Antropometri, eski Yunan dilinde “anthropos metrein” kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur.

İşlemin insan olarak maliyet ölçümünde, yapılan emek ve çalışma platformuyla ilgili ölçülerin de önem arz ettiği bilinmelidir. Çalışılan ortam işi meydana getiren insanların anatomik ve fizyolojik, psikolojik özellik ve kapasitelerine uygun olduğunda iş ve işi gerçekleştiren insan arasında uyum sağlanabilmekte ve yorulmadan en etkili verimlilik oluşabilmektedir.

İnsan beden ölçüleri tayin edilirken yaş, cinsiyet ve ilgilenilen meslek branşı dikkate alınmalıdır. Örnek olarak bir erkeğin ve bir kadının adım aralık ölçüleri vücut yapılarından kaynaklı farklılık göstermektedir.

Bununla birlikte beden ölçülerine etki eden başka etmenler de bulunmaktadır. Bunlar, şahsın kültürel yapısı, beslenme şekli, ikamet ettiği bölgenin iklim durumu, kalıtsal özellikleri, sağlık sorunlarıdır.

2.4.1. Antropometri tarihçe

İnsanın bedensel ölçüleriyle, iş yapabilme kabiliyeti arasındaki bağlantı mitolojik dönemden bu yana bilinmekle beraber ilk önemli çalışma Blumenback (1752-1840) tarafından gerçekleştirilmiştir.

19. ve 20. yy. ilk yıllarında insan hareketlerinin analizi üzerinde çalışmalar yapılmış, 2. Dünya savaşı zamanında ise makine–insan ve çevresi ile ilgili yeni sorunlar ortaya çıkmıştır.

Türkiye’de genel antropometri hususunda yapılan araştırmaların ilk ve en geniş kapsamlı olanı Türkiye Antropometri Anketidir. Bu anket Atatürk’ün emriyle 1937 yılında 39465 erkek ve 20263 kadın olmak üzere toplam 59728 kişi üzerinde ve 10 bölgede gerçekleştirilmiştir [3]. Mevcut antropometrik çalışmalar arasında;

- Askeri araç–gereç ve kıyafetleriyle ilgili tasarımda kullanılmak için askerlerden alınan antropometrik ölçümleri [4],
- Çeşitli yaş gruplarındaki öğrencilerden farklı gayeler için alınan antropometrik ölçümler [5],
- İnsan-makine sistemlerinin tasarımında kullanılmak amacıyla endüstriyel iş yerlerinde çalışan işçilerden alınan antropometrik ölçümler [6] sayılabilir.

“Anadolu İnsanın Antropometrik Boyutları” başlıklı ikinci çalışmadaki ölçüm sonuçları Tablo 2.1.’de belirtilmiştir [7].

Tablo 2.1. 1981 ve 2005 Yıllarında Yapılan Çalışmalara Göre Türkiye'deki Antropometrik Veriler

Ölçü Tipleri	1981	2005	
	Erkek	Kadın	Erkek
	Ort.(mm)	Ort.(mm)	Ort.(mm)
Boy	168.08	155.03	168.80
Ağırlık	66.47	67.12	74.74
Baş yüksekliği	220.10	-	-
Büst Yüksekliği	887.50	820.74	887.27
Alt Taraf Yüksekliği	-	869.14	964.20
Diz Yüksekliği	503.00	477.60	522.99
Alt Bacak Yüksekliği	-	431.77	483.85
Ayak Uzunluğu	261.00	236.19	261.48

2.5. Kullanıcıların Hareket Kabiliyetleri

Geçmiş yıllarda bina tasarımında insan davranışının detaylı ve objektif değerlendirmelerinde endişe duyulmamıştır. Genellikle, insan davranış sorunlarının dikkate alınması, davranış bilimcileri ve insan faktörleri araştırmacılarınca düşünülmüştür. Günümüzde performansa dayalı tasarımın geliştirilmesiyle, bina tasarımında insan faktörlerinin ve davranışlarının önemi ana akım oluşturmıştır. Kullanıcıların hareket kabiliyetlerini ele alan birçok uluslararası çalışma tarafından kanıtlanmıştır.

İnsan davranışları hakkındaki birçok bilgi kaynağı bu konuda rol oynayabilecek pek çok faktör ve konuyla ilgili çalışma yapılmıştır. Performans tabanlı tasarım sürecinde ihtiyaç duyulan niceliksel ve niteliksel insan davranış analizi veya insan yaşamının korunmasına rehberlik sağlayacaktır.

2.5.1. Kullanıcıların fiziksel hareket kavramları

Yolcu hareketinin temel kavramları, bir güvenli alana geçme sürelerini hesaplama, güvenli alana geçilen zamanı hesaplama faktörleridir.

Yolcu hareketini etkileyen yönlendirme ve sayısal yöntemler:

- Hız
- Kullanıcı hareketliliği
- Kullanıcı yoğunluğu
- Kaçış yolu geometrisi
- Kaçış yolu sınır tabaka değerlendirmeleri,

kullanıcıya bilgi veren ve yapı kullanıcı akış parametreleri ve tahliye sırasında meydana gelen sıraya alma kavramlarını gösteren nicel ilişkilerin uygulamalarına örnekler olarak verilmiştir.

Tahliye ile ilgili insan davranışlarını ele alan birçok uluslararası yönetmelik Tablo 2.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Yangında İnsan Davranışını Ele Alan Uluslararası Yönetmelikler

Ülke	Yönetmelik
İngiltere	PO 7974-5 “Yangın güvenliği mühendisliği prensiplerinin, binaların yangın güvenliği tasarımına uygulanması. İnsan faktörleri. Can güvenliği stratejileri. İşgalci tahliye, davranış ve durum (Alt-sistem 6) ”ve CIBSE, Kılavuz E: Yangın Güvenliği Mühendisliği, Bölüm 7 - Kaçış ve İnsan Faktörü, Charter Yapı Hizmetleri Mühendisleri Enstitüsü 2010.
Yeni Zelanda	C / WMZ2 Doğrulama Yöntemi; Yangın Güvenliği Tasarım Çerçevesi, Yeni Zelanda Yapı Kodu Cümleleri C1-C6 Yangından Korunma; Yeni Zelanda Ticaret, Yenilik ve İstihdam Bakanlığı, 2013.
Avustralya	“Uluslararası Yangın Mühendisliği Rehberi,” Baskı 2005, Bölüm 1.8 İşgalci Tahliyesi ve Kontrolü, Avustralya Hükümeti, Avustralya'nın Eyaleti ve Bölgeleri, 2005.
Japonya	Kanada Ulusal Araştırma Konseyi, Uluslararası Kod Konseyi (ABD), Yapı ve Konut-Yeni Zelanda Departmanı, Avustralya Yapı Kodları Kurulu İşbirliği. "Kapsamlı Yanmaz Bina Tasarım Yöntemleri, Cilt 1", Japonya Mimarlık Merkezi, 1989.

Tablo 2.2. (Devamı)

Ülke	Yönetmelik
İskandinav Ülkeleri	INSTA / prTS 950, Teknik Şartname 950 Yangın Güvenliği Mühendisliği - Binalarda yangın güvenliği tasarımının doğrulanması, Horingsfrist, 2013.
ISO	ISO / TR 16738: 2009 “Yangın Güvenliği Mühendisliği - İnsanların davranış ve hareketlerini değerlendirme yöntemleri hakkında teknik bilgiler” Uluslararası Standardizasyon Örgütü, Cenevre, İsviçre, 2009.
ISO	ISO 13571: 2012 “Yangının hayati tehlike oluşturan bileşenleri - Yangınlarda taviz verilebilecek sürenin tahmin edilmesine ilişkin kurallar”, Uluslararası Standardizasyon Örgütü, Cenevre, İsviçre, 2002.
ISO	ISO / TS 29761: 2015 “Yangın Güvenliği Mühendisliği - Dizayn Tasarımcısı Davranış Senaryolarının Seçimi,” Uluslararası Standardizasyon Örgütü, Cenevre, İsviçre, 2015

2.5.2. Hareket kabiliyeti bilimsel çalışmaları

Kullanıcıların hareket kabiliyetlerine ilişkin yapılan çalışmalarda;

- Sokaktaki yayaların hareket incelemesi [8].
- Farklı vücut yapılarındaki kullanıcılar için yürüme hızı incelemesi[9], [10], [11], [12].
- Optik yoğunluğunun da kullanıcı hızına etkisi incelemiştir[13].

2.5.3. Mevcut güvenli çıkış süresi (ASET)

ASET, deneysel korelasyonlar veya yangın modellemesi uygulanarak belirlenir. İlk olarak, mevcut yanıcı maddeler ve bunlarla ilişkili ürün verimleri (öncelikle is ve karbon monoksit) göz önüne alınarak bir tasarım yangını (ısının çıkma oranı geçmiş) oluşturulmalıdır.

Daha sonra, bu tasarım yangını, yangın veya ateşin varlığından dolayı yapı kullanıcılarının geçmesi gereken alanın geçemeyeceği süreyi belirlemek için yangın modeli gibi bir hesaplama aracına girdi olarak sağlanmıştır. Koşulların çözülemez hale geldiği zaman (ASET), bir yangın modeli veya benzeri bir araç tarafından hesaplandığı gibi, ilk önce önceden belirlenmiş kullanım kriterlerini aştığı duman veya ısı miktarının olduğu zamandır. ASET'i belirlemek için örnek geçerlik kriterleri şunlardır [14]:

- Görünürlük 10 m'nin üzerinde kalmalıdır,
- Sıcaklık 65 ° C'nin altında kalmalıdır,
- Karbon monoksit konsantrasyonu 1.400 ppm'nin altında kalmalıdır.

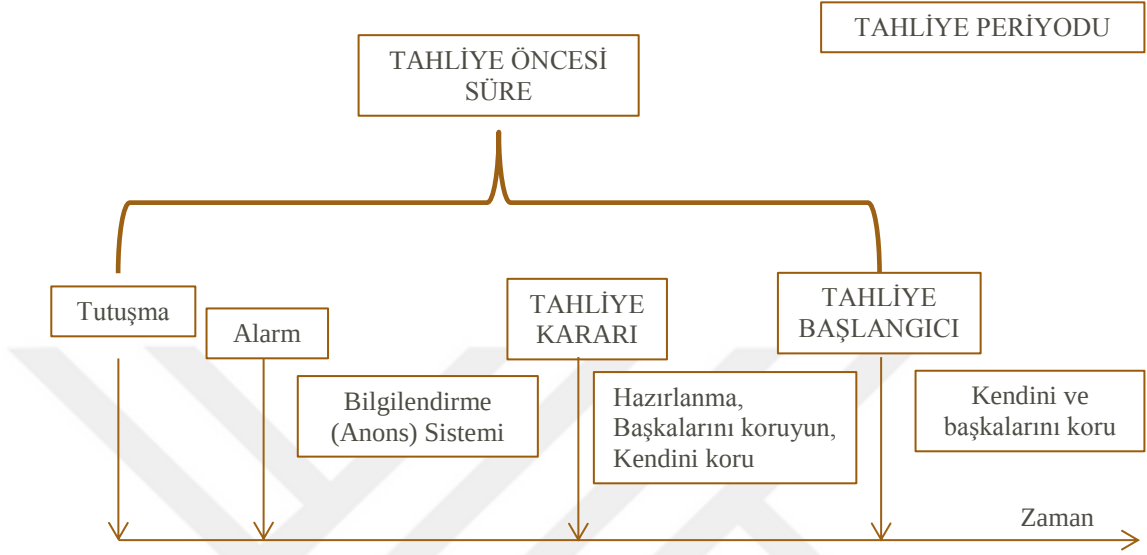
2.5.4. Gerekli güvenli çıkış süresi (RSET)

RSET, alarm zamanının, tahliye gecikme zamanının (bazen hareket öncesi zaman da denir) ve hareket zamanının toplamıdır. Alarm zamanı, bina sakinlerinin ilk önce bir binanın otomatik veya manuel yangın alarm sistemi (yolcu bildirimi) ile yangından haberdar olduğu zamandır. Tahliye gecikme süresi veya hareket öncesi zaman, yolcu bildirim sisteminin aktivasyonu ile yapı kullanıcılarının tahliyeye karar verme süresi arasında geçen süredir.

Hareket öncesi aktiviteler yangının gerçek olup olmadığını, eşya toplamayı, arkadaş ve aileyi aramayı vb. belirlemek için bir soruşturmayı içerebilir. Doluluk türüne bağlı olarak, hareket öncesi süre belki birkaç saniye veya birkaç dakika olabilir. En sonunda, hareket süresi, tahliye kararı verildikten ve yolcular çıkışlara doğru hareket etmeye başladığında, yolcuların korumalı bir çıkış kasasına veya binanın dışına ulaşması için gereken süredir.

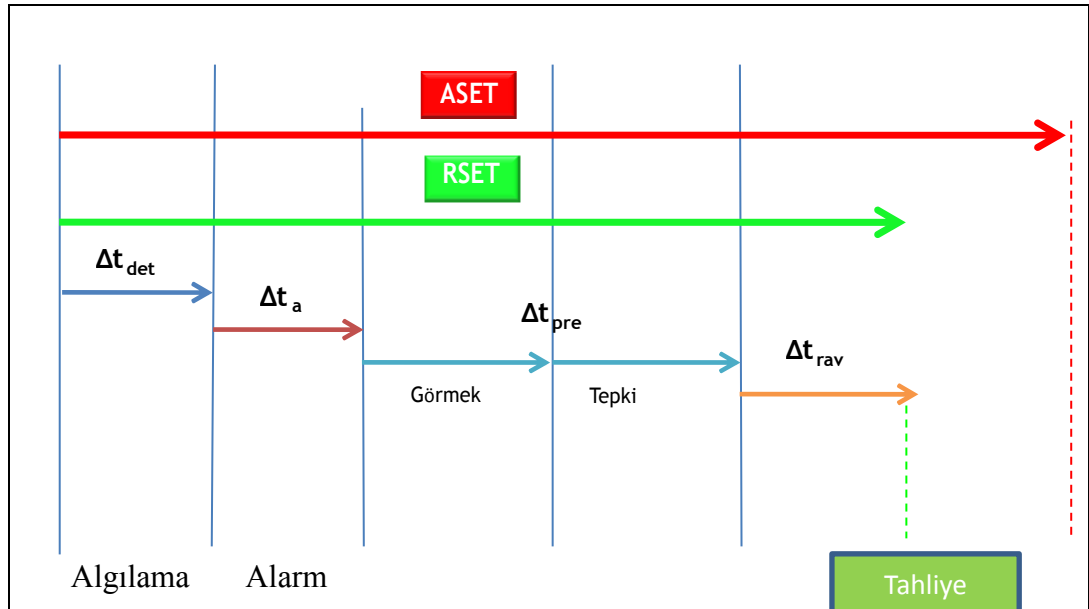
Hareket süresi, yürüme hızı ve yolcu akış hızları için, kapılar, merdivenler ve koridorlar gibi çıkış elemanları aracılığıyla deneysel ilişkiler uygulanarak veya FDS-

EVAC gibi tahliye modellemesi uygulanarak hesaplanır. İnsan davranışlarıyla ilgili belirsizlikler nedeniyle, RSET hesaplanmadan önce genellikle hareket zamanına (ve bazen de alarm zamanına, hareket öncesi zamana ve tahliye zamanına) bir güvenlik faktörü uygulanır [14].



Şekil 2.2. Tahliye Öncesi T/Z Periyodu

$$T_{RSET} = \Delta t_{det} + \Delta t_a + (\Delta t_{pre} + \Delta t_{rav})$$



Şekil 2.3. Gerekli Güvenli Çıkış Süresi (RSET)

(Kaynak: European Guideline CFPE-e No 19:2009)

2.5.5. Yönetmelikler

Bakanlar Kurulunun 27.11.2007 gün ve 2007/12937 sayılı kararı ile resmi gazetenin 19.12.2007 gün ve 26735 sayılı sayısında yayınlanan “Binaların yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” ve Bakanlar Kurulunun kararı ile resmi gazetenin 9.09.2009 gün ve 27344 sayılı ve 9.07.2015 gün ve 7401 sayılı resmi gazetelerde yayınlanan “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” hükümlerindeki acil durum tahliyesine yönelik düzenlemeler bulunmaktadır. Yönetmelik ilgili maddelerinde acil durum ekipleri tarafından yapılacak tahliye geniş bir perspektifte değerlendirilmektedir.

Yönetmelikte tahliye ile ilgili en önemli vurgu “Eğitim yapılarındaki tahliye” eğitimleridir. Bu eğitimlerde kaçış yollarının, kaçış merdivenlerinin, acil durum çıkış işaretlerinin, kaçış yolları kapılarının bina kullanıcıları tarafından bilinirliğinin artırılmasıdır. Eğitim amaçlı yapılarda acil durum aydınlatma sistemi olması gerekliliktir (Madde 72).

Yönetmeliğin tahliye kavramlarını da içine alan maddelerin uygulama gerekliliği bina sahipleri, işveren ve temsilcileri, tasarım ve projede görevli mimar ve mühendisleri, yüklenici ve imalatçıları, yapı denetim sorumlularını, işletme yetkililerini görevli, yetkili ve sorumlu kılmıştır.

Tahliyedeki mesuliyet ve yetkiler yönetmeliğin maddeleri ile kısıtlanmamış olup acil durum yönetimi çerçevesinde diğer yönetmeliklerle de kapsanmıştır.

BYKHY-2015 üçüncü kısımda tahliye ile ilgili geniş kapsamlı açıklamalar bulunmaktadır. Kaçış güvenliği (Madde-30), kaçış yolları (Madde-31), Çıkış kapasitesi ve kaçış uzaklığı (Madde-32), Kaçış yolu sayısı ve genişliği (Madde-33), Yangın güvenlik holü (Madde-34), Kaçış yolları gerekleri (Madde-35), Korunumlu iç kaçış koridorları ve geçitler (Madde-36), Dış kaçış geçitleri (Madde-37), Kaçış merdivenleri (Madde-38), Acil çıkış zorunluluğu (Madde-39), Kaçış merdiveni

yuvalarının yeri ve düzenlenmesi (Madde-40), Kaçış merdiveni özellikleri (Madde-41) ve Kaçış yolu kapıları (Madde-47) ayrıntılı bir biçimde belirtilmiştir.

Yönetmeliğin eklerinde acil çıkış açısından önemli yer teşkil eden kısımlardan bir tanesi BYKHY-2015 Ek-5/A tablosunda belirtilen “kullanıcı yükü katsayısı” ve BYKHY-2015 Ek-5/B tablosunda belirtilen “çıkışlara götüren en uzun kaçış uzaklıkları ve birim genişlikleri” kısımlardır. Bu tablolarda uzaklıklar ve yapı kullanıcı sayıları Pathfinder tahliye simülasyonunda dikkatlice işlenmektedir.

Tablo 2.3. Ek-5/A Kullanıcı Yüğü Katsayısı Tablosu

	Kullanım Alanı	m ² /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	Terminallerin yolcu geliş gidiş bekleme salonları	3
5	Derslikler, bilgisayar odaları, seminer salonları	1.5
6	Resepsiyon alanları, bekleme alanları, atrium zemini	3
7	Çok amaçlı spor tesisleri	3
8	Süpermarketler, mağazalar, dükkânlar	5
9	Sanat galerileri, müzeler, atölyeler	5
10	Fitness merkezleri, aerobik salonları, okuma salonları	5
11	Ofisler, dernek merkezleri, halk kütüphaneleri	10
12	Öğrenci yatak odaları	10
13	Paketleme yerleri, fabrika üretim alanları	10
14	Hastane yatak odaları, hemşire odaları	20
15	Mutfaklar, çamaşırhaneler	10
16	Otel yatak odaları	20
17	Hastane laboratuvarları, eczaneler	20
18	Muayenehane, öğrenci laboratuvarları	5
19	Depolar, ambarlar, makina daireleri	30
20	Otoparklar	30

Tablo 2.4. Ek- 5/B Çıkışlara Götüren En Uzun Kaçış Uzaklıkları ve Birim Genişlikleri

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)	
	Yağmur lama sistemi yok	Yağmur lama sistemli	Yağmur lama sistemi yok	Yağmur lama sistemli	Kapı Açıklıklarında		Kaçış Merdi venler inde	Rampalar ve Koridorla rda	Koridorlar	
					Dışa r çıkış kapı sı	Diğer kapılar ve koridor kapıları			Yağmur lama sistemi yok	Yağmur lama sistemli
Yüksek Tehlikeli Yerler	10	20	20	35	50	40	30	50	10	20
Endüstri Amaçlı Yapılar (1)	15	25	30	60	100	80	60	100	15	20
Yurtlar, Yatakhaneler	15	30	45	75	50	40	30	50	15	20
Mağazalar, Dükkanlar, Marketler	15	25	45	60	100	80	60	100	1	20
Büro Binaları	15	30	45	75	100	80	60	100	515	20
Otoparklar ve Depolar	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Okul ve Eğitim Yapıları	15	30	45	75	100	80	60	100	15	20
Toplanma Amaçlı Binalar	15	25	45	60	100	80	60	100	15	20
Hastaneler, Huzurevleri	15	25	30	45	30	30	15	30	15	20
Oteller, Pansiyonlar	15	20	530	45	50	40	30	50	15	20
Apartmanlar	15	30	30	75	50	40	30	50	15	20

(1)Kolay alevlenici malzeme üretimi yapmayan endüstriyel amaçlı yapılarda tek ve iki yönlü uzaklık ½ oranında artırılabilir.

Not: Kaçış mesafeleri için, dış kaçış geçitlerinde yağmurlama sistemli binalardaki, açık otoparklarda ise yağmurlama sistemli otopark kaçış mesafeleri esas alınır.

İngiltere, Rusya ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki eğitim yapıları kaçış yolları için en az genişlik ölçüleri tabloda listelenmiştir. Tablodaki bilgiler tetkik edildiğinde her ülkedeki insanların antropometrik özelliklerinin koridor genişlik ölçüsü belirlemede kriter olduğu ve bu sebeple ülkelerin yönetmeliklerinde koridor genişlik ölçüleri birbirinden farklı olduğu görülmektedir.

Tablo 2.5. Eğitim Binalarında Kaçış Yolları Minimum Genişlik Ölçüsü (mm)

Kaçış Yolu	Minimum Genişlik (mm)			
	RUSYA	İNGİLTERE	Kat yapı kullanıcı sayısı	ABD
	SNiP ¹	BSI ²	-	NFPA ³
Koridor	1500	1500	-	1830
Merdiven	1080	1050	50	915
Merdiven	-	-	2000	1120
Merdiven	-	-	4000	1420

⁽¹⁾ HMGoverment Fire Risk Assessment Educational Premises

⁽²⁾ SNiP 21-01-97 -Binaların ve yapıların yangın güvenliği

⁽³⁾ NFPA 101 HandBook-2015

BÖLÜM 3. ACİL DURUM TAHLİYESİ DAVRANIŞINA ETKİ EDEN DURUMLAR

Acil durum tahliyesine ana planda etkileyen dört etmen bulunmaktadır. Birincisi yapı kullanıcı etmenidir ve bu etmeni kendi içeriğinde etkileyen değişken birçok antropometri'den bahsedilebilir. İkinci önem arz eden etmen psikolojidir. İşgalcilerin ruh halleri sürü psikolojisinden çıkıp kendi başlarına hareket etmeleri ve tahliyenin karmaşıklığına etki etmektedir. Üçüncü önemli etmen acil yönetimidir. Acil durum yönetim çeşitleri yönetmeliklerde ve yönergelerde detaylı olarak anlatılmıştır. Acil durum yönetiminin tahliye olumlu etkisi eğitimlerle sağlanmaktadır. Dördüncü önemli etmen eğitim yapısının mimari, yapısal ve teknik özellikleridir. Bu etmenin analizi diğer etmenlere göre daha olasıdır ve teknolojik gelişmeler bu anlamda geniş bir görüngen sunmaktadır.

3.1. İşgalci Etmeni

Eğitim yapılarında acil durum çıkışının planlanması, yönetilmesi ve izlenmesi temel olarak yapı kullanıcı performansına dayanmaktadır. Bu sebeple, tüm evrelerde yetersizlikler, eksikler, kuşkulu hareketler ve mukavemet ön görülebilir [16]. Bütün değişkenler acil durum anındaki yapı kullanıcı faktörünü üç kategoride toplamaktadır:

- Tahliye öncesi algılama: Algılamada, işaret alarmını almak için kullanılan süre, alınan ve sonra işlenen işaretin alarmını anlama zamanı bir tahliye uyarısıdır. Algılama süresi boyunca yapı kullanıcılar, alarmın başlamasından önce uğraştıkları aktivitelere devam ederler. Algılama süresi, yapı kullanıcıların alınan acil durum ipuçlarına cevap olarak bir şeyler yapmaya karar vermesiyle sona erer. Algılama süresini en aza indirmek için;

1. Sistem, değişen acil durumlarda, kesin talimatlar sağlamalıdır,
 2. Talimatlar, bina sakinlerine, gerçekleştirmeleri istenen eylemlere göre uyarlanmış bilgiler sağlamak için binaların farklı bölümlerinde değişiklik gösterebilmelidir,
 3. Uyarı sesleri, yolcuların dikkatini çekmek için sesli talimatlardan önce gelmelidir,
 4. Önceden kaydedilmiş mesajlar önceden planlanmış durumlarda kullanılabilir,
 5. Tahliyesi olan öğrencileri bilgilendirmek ve onlara yardım etmek için eğitilmiş acil durum ekipleriyle maksimum can güvenliği avantajı elde edilir.
- Tahliye ncesi tepki: Tepkide ise, tahliyeye başlamadan önce alarmin tanınmasından zamanın dolmasına kadar geçen süre yanıt vermesidir. Tepki süresince gerçekleştirilen olaylar;
1. Bir acil durum alarminin veya işaretinin kaynağını, gerçekliğini veya önemini belirlemeye yönelik eylem dahil olmak üzere soruşturma davranışı,
 2. Öğrencileri ve diğer bina yapı kullanıcılarını bir araya getirmek,
 3. Uygun ıkış yolunun belirlenmesinde harcanan zaman (yani yol bulma”) ve diğer faaliyetlerde yer alan ve gerektiğinde etkili tahliyeye tam olarak katkıda bulunmayan zaman (rneğin, yanlış veya yanıltıcı bilgi almak gibi),
 4. Diğer yapı kullanıcıları uyarmak.

- Algılama ve tepki süresine etki eden unsurlar:

1. Bina parametreleri:

- a. Doluluk tipi,
- b. Kat planları, yerleşim ve boyutlar,
- c. İçeriği,
- d. Uyarı sistemi,
- e. Acil durum yönetimi prosedürleri,
- f. Acil çıkış yönlendirmeleri,
- g. Aydınlatma,
- h. Çıkışların yeri.

2. İşgalcinin yapıdaki konumu:

- a. Yolcu sayısı ve başlangıç yeri: Bir odanın kullanıcı yükü, belirli bir yapılandırma veya kullanım için mevcut olması beklenen maksimum kişi sayısıdır. Doluluk yükü verilerindeki potansiyel değişikliklerin dikkate alınması gerekmektedir,
- b. Yapı kullanıcıların özellikleri: Genel olarak, kadınların acil durum anlarında tahliye edilmeleri konusunda diğerlerini uyarma veya uyarma olasılığı daha yüksektir. Bir eğitim yapısında, erkek kişisel yangınla mücadele eğilimindedir, kadın kişisel ise koruyucu önlemler alması ve öğrencileri

tahliye etmesi daha muhtemeldir. Yaş, hem insanların bir alarm tanıma kabiliyetini hem de tahliyedeki hızlılıklarını etkiler. Öğrenciler bir alarmı tanımakta zorlanıyorlar, ancak yardım almadan tahliye olmakta zorlanmaktadır,

- c. İşgalcilerin fiziksel ve zihinsel yetenekleri: Öğrencilerin bir kısmı (bilişsel ve / veya fiziksel olarak) hareket kısıtlılığına sebep olacaktır,
- d. Görev ve sorumluluk: Binanın normal kullanımı sırasında, bina sakinlerinin kuralları ve sorumlulukları, acil durumlarda, davranışlarını ve diğerlerinin davranışlarını etkileyecektir. Yeterli, iyi eğitilmiş ve yetkili kişisel, hareket öncesi zamanın belirsiz, bilgi toplama aşamasını kısaltacaktır.

3.2. Genel Psikoloji

Psikolojide panik anı umumi olarak bir insanın düştüğü zor bir vaziyetten kurtulmak için göstermiş olduğu kontrol edilebilmesi güç olağanüstü tepkisel davranışlardır [33]. Ürküde iletişim halindeki çoğu insanın zor bir vaziyet durumunda gösterdiği tepkisel ve ortaklaşa bir hareket biçimidir. Ortaklaşa tepkisel davranışın ürkü durumunu almasının en umumi türü insanların bu hareket sonucu düşmesi, sıkışması, ezilmesi, yaralanması ya da en kötüsü hayatını kaybetmesidir. Bu davranım yapı kullanıcı nüfusunun yoğun olduğu eğitim yapılarında acil durum tahliyesi arz eden vaziyetlerde çok daha üzücü bir durum alabilir. Özellikle stadyum, konser ve tiyatro salonlarında panik anındaki karmaşa, yaralanma ve ölüm anları sık rastlanmaktadır. Pathfinder tahliye simülasyon programı ile acil durum panik davranışları incelenmiş ve şu parametreler dikkat çekmiştir. Bireysel tepki davranışları tahliye süresini oldukça uzatmaktadır.

Ürktü genel anlamda sosyal psikoloji içerisinde çalışılmıştır. Değerli çalışmalarda insanların panik olması, topluluk hareketinin kontrolsüz bir durum almasını kuvvetlendirmektedir [18].

Alarmlara verilen tepki, insanların yalnız veya topluluk halinde olması farklı etkilere sahiptir. Topluluk halindeki insanlar, ilk belirsiz ipuçlarından eylemin tanımını ve başlatılması üzerinde engelleyici bir etkiye sahip olabilir. İlk önce grubu yeniden kurma girişiminde bulunacaklar. Yalnız olan insanlar belirsiz ipuçlarına daha hızlı yanıt verme eğilimindedir.

3.3. İşgalcilerin Hız Kabiliyetleri

İşgalcilerin hareket hızları acil çıkış yönetiminde önemli durum teşkil etmektedir ve saniyede kat ettiği mesafe oranı ile ifade edilir. Acil durum çıkışında yapı kullanıcılarının hedefi binadaki en yakın çıkış noktasına emniyetli bir şekilde varmaktır.

Gerçek hayatta bina tahliyesi, farklı antropometrik özelliklere sahip yapı kullanıcılarının ve değişik çevresel şartların bir araya gelerek oluşturduğu karmaşık bir prosestir. Bu farklı antropometrik özelliklere sahip yapı kullanıcılarının psikolojik karakterleri, beden ölçüleri, birbiriyle ve çevresiyle olan etkileşimleri tahliye sürecine yön vermektedir. Tahliye anında akıştaki yoğunluk nedeni ile çıkış tercihlerinin başka kapılara yönelmeleri de olasıdır. Burada tahliye ekiplerinde görevli insanlar doğru çıkış yoluna yönelmesine büyük etki göstermektedir.

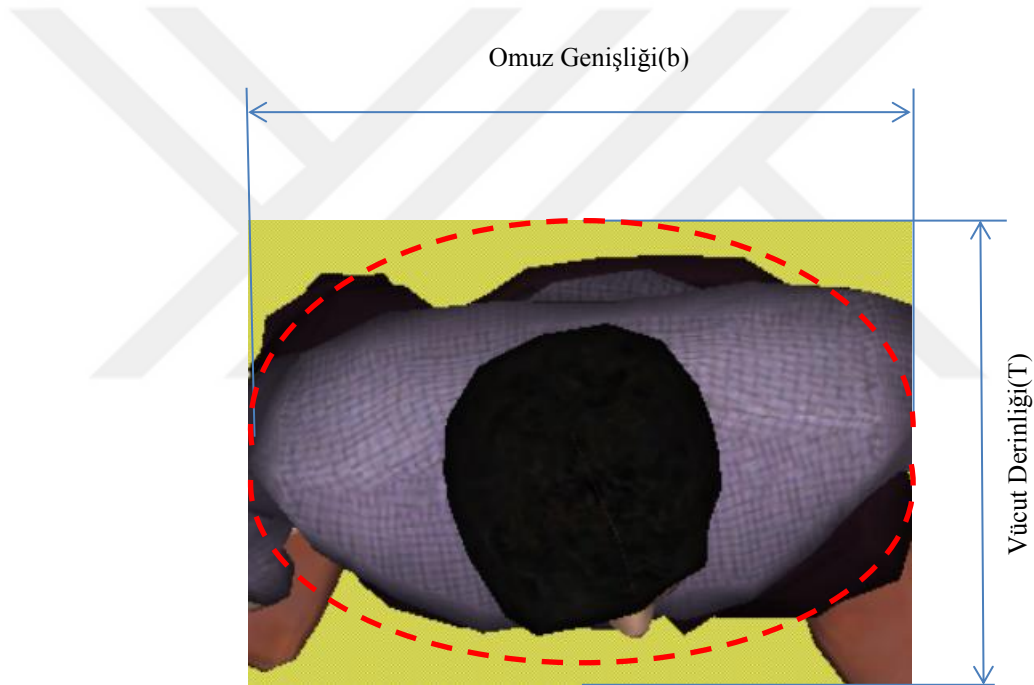
İşgalcilerin hareket kabiliyetlerinde sokaktaki yayaların hareketi[19, 20], farklı vücut yapılarındaki yapı kullanıcıları için yürüme hızları [21] ve optik yoğunluğun yapı kullanıcı hızlarına etkisi [22] incelenmiştir.

Tahliyede nominal hareket hızı her yaş grubunda ortalama değer farklılık göstermektedir. Hareket hızı hesabına kaçış yolları çeşitleri(düz yol, merdiven,

rampa vb.), yapı kullanıcı yoğunluğu, fiziksel özellikler ve ruh hal özellikleri etki eden durumlardır.

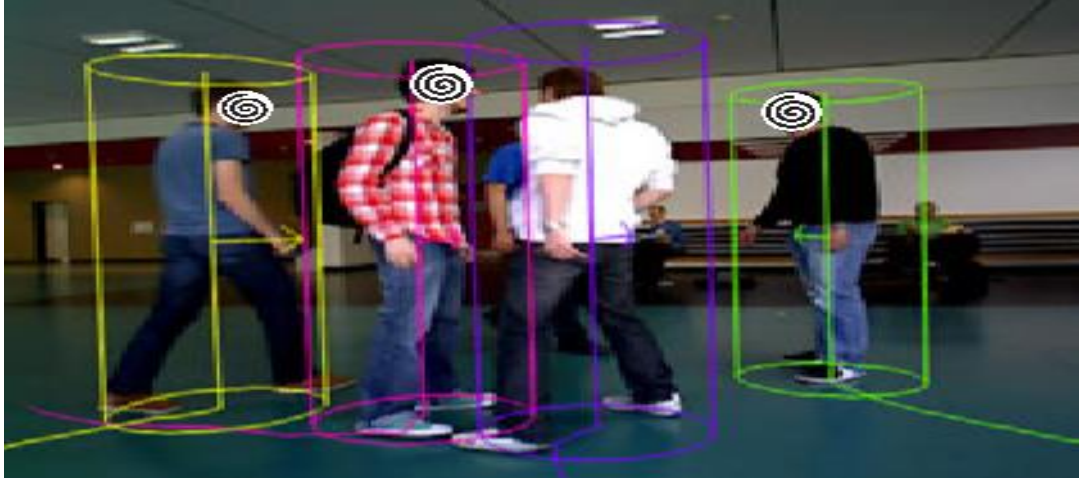
3.4. İşgalcilerin Kapladığı Alan

Tahliye durumunda gerekli olan alan her bir yapı kullanıcılarına akış esnasında gerekli hareket alanıdır. Gerekli olan toplam alan ise bütün yapı kullanıcılarının uyumlu bir biçimde tahliye yapılmalarına gereksinim duyulan bütün alanlar toplamıdır. Bu hesaplanırken farklı vücut ölçülerindeki yapı kullanıcılarının kapladığı alan dikkate alınır.



Şekil 3.1. Omuz Genişliğinin Kapladığı Alan

(Kaynak: Pathfinder Simülasyon Programı)



Şekil 3.2. Her Bir İşgalcinin Yapıda Kapladığı Alan[36]

3.5. Eğitim Binasında Teknik Alt Yapı

Teknik alt yapıyı konstrüktif ve tesisat olarak iki başlık altında açıklayabiliriz. Konstrüktif tedbirler bir taraftan güvenli acil çıkışı dizayn tasarlarlarken diğer taraftan yoğun tahliye akışı gibi faktörlerin etkisini azaltmaktadır. Kaçış yollarındaki kifayyetli genişlik, yeterli sayıda kaçış yolları kapısı ve acil durum ekiplerine dışarıdan müdahale olanağı sağlayan Konstrüktif tedbirler tahliye süresini azaltmaktadır. Diğer konstrüktif önlem ise acil durum çıkış merdivenlerinin genişliği ile tahliye yoğunluk etkisini en aza indirerek tahliye üzerindeki olumsuz etkisini azaltmaktır.

Tesisat tedbirleri ise genel anlamıyla yapı kullanıcılarının acil durum anında yönlendirilmelerine yardımcı olacak kalitede tasarım yapılmışlardır. Üç biçimde dizayn edilen tesisat tedbirlerinin birincisi yönlendirme işaretleridir. İkincisi çıkış yollarındaki aydınlatmalardır ki bunlar acil durum anında devreye girerek yapı kullanıcılarının temiz yolda ilerlemelerini sağlarlar. Üçüncü ise yangın söndürme sistemleridir [22].

BÖLÜM 4. ACİL DURUM ÇIKIŞ SÜRESİ HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

Bina kullanıcılarının acil durum çıkış anında güvenli tahliyeleri durumu için iki farklı bakış açısı vardır. İlk olanı yönetmelik ve yönergelerde yazılı tanımlamalardır. Tanımlamalar ile emniyetli bir tahliyenin sınırları çizilmektedir. Tahliyenin başlangıç anı ile ilgili geçerli bir ölçüt yoktur. Bu konu ile ilgili ölçütler her ülkedeki insanların antropometrik ölçüleri ve ruh halleri ile inilti olduğu için farklılıklar göstermektedir. Bu seçici yaklaşım acil durum çıkış güvenliğine bir ölçüt getirmiştir. Yapı mimari proje aşamasında iken plan projesine bu seçici yaklaşım getirmekte ve çıkış süresine etki eden konstrüktif tarzı etkilemektedir.

İkincisi bilimsel yaklaşımdır. Yönetmelik yaklaşımını tamamlayıcı özellik barındırır. Bütün parametreleri değerlendirerek emniyetli acil çıkış modellemesi yapmaktadır. Bilimsel acil çıkış modellemeleri çok farklı yöntemleri barındırır. Yalın, deneysel olarak oluşturulmuş formüllerden kompleks, bilgisayar destekli simülasyon programları vardır. Hesaplamaların gayesi akış dinamiği modelleri, deneysel çalışmalardan oluşturulmuş formüller ve ağ modelleridir. Metodolojide yazarak hesaplama ve bilgisayar destekli hesaplama yöntemleri bulunmaktadır.

Bilimsel bakış açısında önem alınan konular aşağıda listelenmektedir.

- Yapının ölçümleri,
- Yapıdaki bölmelerin orantısal dağılımı,
- Yapıdaki yapı kullanıcılarının antropometrik özellikleri,
- Yapıdaki yapı kullanıcılarının ruhsal durumları,

- Diğer kontekst etkileri.

Gerçek tahliye süresinde hesaplama başarısı yapı kullanıcılarının acil durum hadisesinden doğrudan etkilenmeyerek tahliye vaziyetinin tamamlanmasıdır.

4.1. Hareket Süresini Hesaplamak İçin Yöntemler

Hareket süresi yoğunluğa göre hesaplanır. Hareket süresi, belirli bir noktadaki yolcuların akışını hesaplamak için daha da kullanılabilir.

4.1.1. El ile yapılan hesaplamalar

Hareket süresini tahmin etmek için kullanılacak akış hesaplamalarında çıkışlara Seyahat başladıktan sonra meydana gelen dağınık tahliye başlangıç sürelerini veya gecikmeleri hesaba katmazlar (örneğin, yorgunluğun etkisi).

Basit, ilk yaklaşım hesaplamaları için hareket varsayımlarında değerler Fruin ve Pauls tarafından yapılan çalışmaya dayanmaktadır, ancak yavaşlatıcı etkileri veya tahliye edilirken bireyler arasında meydana gelen etkileşimler için herhangi bir azalma olmaksızın basitleştirilmiş ve iyimserdirler. Pauls, onları kullanmanın % 25'lik minimum hareket zamanının kötü tahminlere yol açacağını belirtmiştir. Hareket zamanlarının hesaplanmasında bu değerleri kullanırken oluşan hatalar, hesaplanan zamanların yalnızca kaçış hareketi için minimum zaman olarak kabul edildiği sürece kabul edilebilir olacaktır. Çıkışa basit bir hareket içermeyen diğer davranışlar, toplam tahliye süresinin belirlenmesinde genellikle daha büyük bir faktör olacaktır. Pauls basit ilk yaklaşım hesaplamalarının zor tahminlere (+/- 33%) yol açacağını bildirmiştir.

Gwynne ve Rosenbaum, binalardaki hareket zamanının birinci dereceden bir yaklaşımını elde etmek için yukarıda açıklanan yöntemleri kullanır. Yöntem, çıkış

sistemindeki her çıkış bileşeninin her biri için maksimum akış hızının belirlenmesini içermektedir.

Toplam hareket süresi aşağıdaki denklem ile tahmini olarak bulunmaktadır:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 \quad (4.1)$$

t1: ilk kişinin toplanma yerine ulaşma süresi

t2: Tüm yapı kullanıcılarının toplanma yerine ulaşma süresi

t3: Yönlendirme elemanını terk eden son kişinin toplanma yerine ulaşması için geçen süre (örneğin, binanın dış tarafı, sığınak alanı, vb.).

4.1.2. Hız

Hızın, akışkan akış yoğunluğunun, çıkış bileşeninin tipinin ve bireyin hareket kabiliyetinin bir fonksiyonu olduğu gösterilmiştir.

0.55 kişi / m²'den daha büyük bir yoğunluk için:

$$v = k - akD \quad (4.2)$$

Fruin'in [24], insanların kendi hızlarını serbestçe seçebildiği zaman bulduğu Servis Seviyesine bağlı olarak, 0.55 kişi / m²'den daha düşük yoğunluklar için, bir bireyin yürüme hızını engellemek için çok az kişi vardır.

Seviye (Rampa) yürüyüşler ve merdivenler için maksimum yürüyüş hızı:

$$v = 0,85k \quad (4.3)$$

v: hız, m / s

a: sabit, 0.266 m² / kişi

k: hız faktörü, (bakınız Tablo 4.1.)

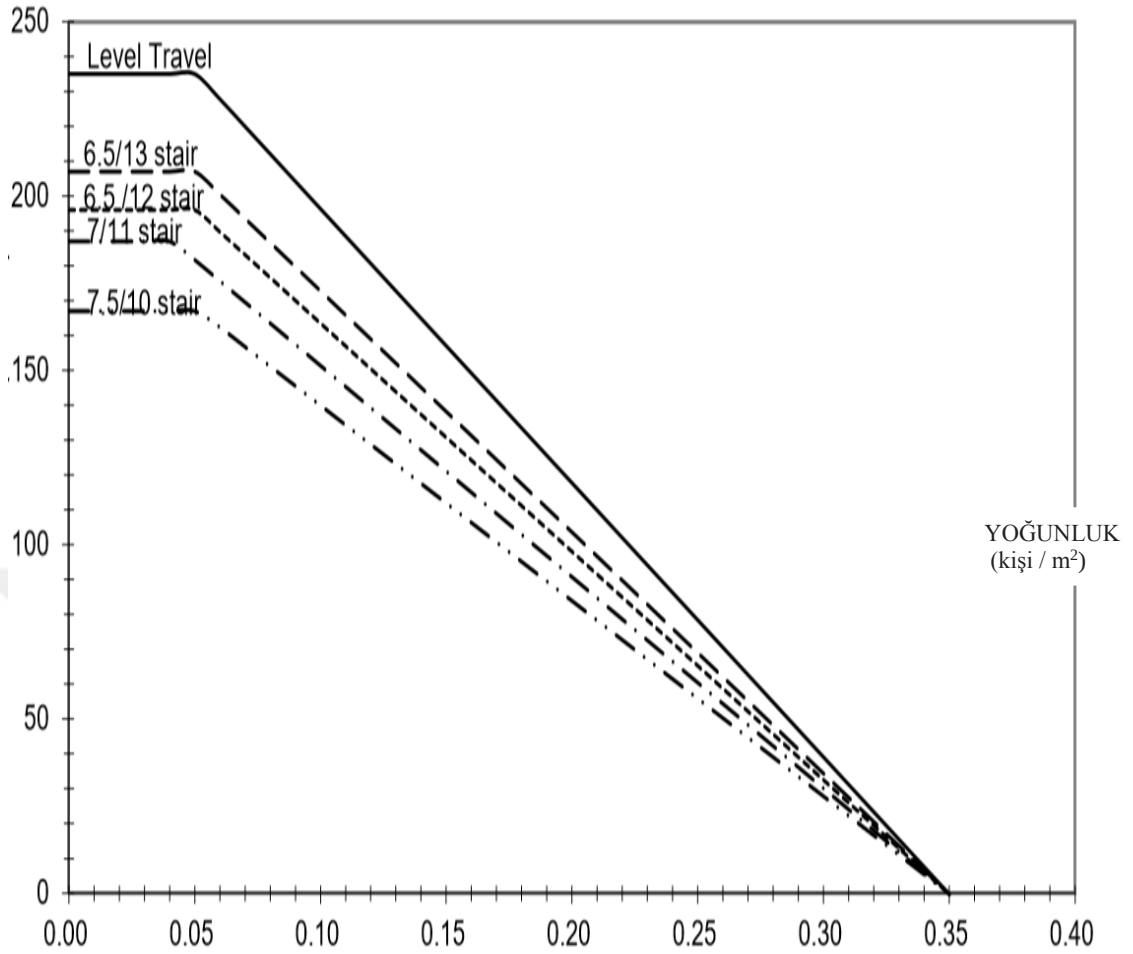
D: yolcu akış yoğunluğu, kişi / m²

Tablo 4.1. Denklem 4.2 ve 4.3'teki Hız Faktörü

Çıkış Elemanları	k
Koridor, Geçit, Rampa, Kapı aralığı	1,40
Merdiven	
Rıht Yüksekliği (mm)	Satın Genişliği (mm)
190	254
272	279
165	305
165	330

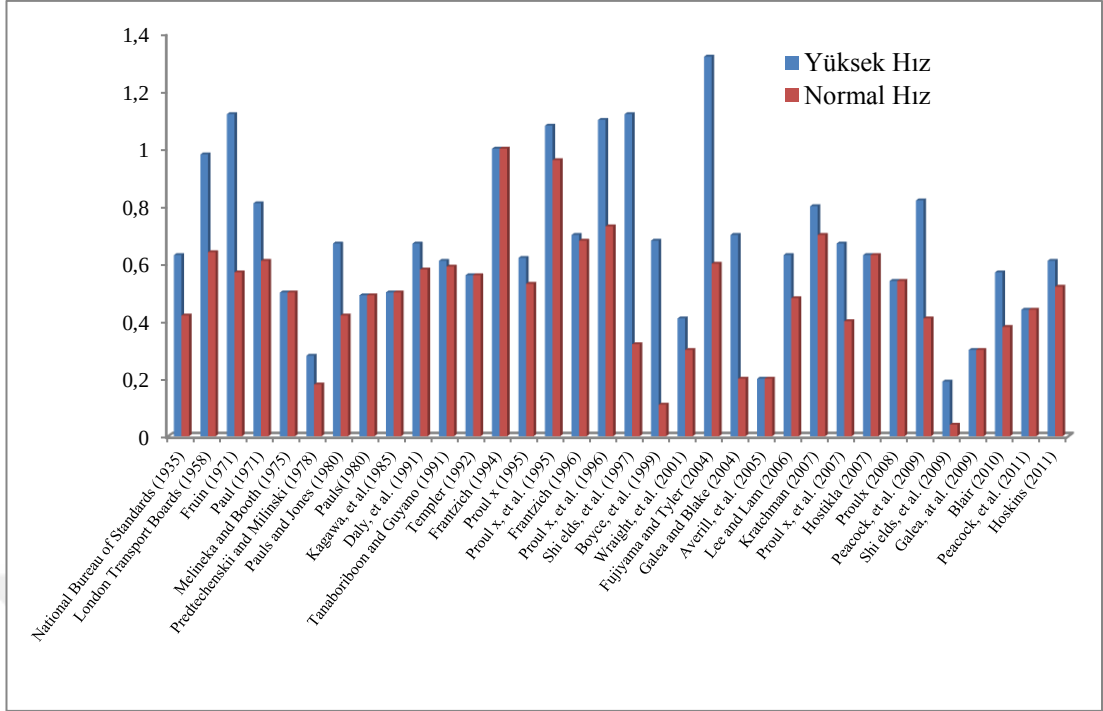
Tablo 4.1.'deki farklı rıht ve satın değerleri, deneysel olarak belirlenmemiştir ve yaklaşık değerlerdir. Büyük rıht yükseklikleri ve daha kısa satın genişlikleri için hızlar daha yavaş olacaktır. Uygun k değerinin seçimi hem rıht yüksekliğine hem de satın genişliğine göre yapılmalıdır. Basitçe bir koşulu eşleştirmek (örneğin 272 mm rıht yüksekliği ve 254 mm satın genişliği varken $k = 1,08$ kullanılması) daha az güvenilir sonuçlara yol açacaktır.

Düşük yoğunlukta, insanlar kendi hızlarında hareket etme özgürlüğüne sahiptir. Ancak, bunu yapma istekleri sosyal bağlara (örneğin, birlikte oldukları insanlara) ve kültürel normlara (örneğin, diğer insanlardan geçme konusundaki isteksizliklerine) bağlı olacaktır. Kalabalık yoğunluğu arttıkça, hareketli akışta diğerleri tarafından daha fazla kontrol edilirler. Yaklaşık 1.88 kişi / m²'de, bireylerin yakınlığının ve hareket hızının birleşiminin maksimum olduğu belirtilir. Bu yoğunlukta, çıkış yapan bireyler normalde merdivenlerde iki basamak öne veya düz bir yüzeyde iki basamak önde görebilecektir. Bu türde oluşan yoğunlukların, yoğun nüfuslu yerleşim yerlerinde veya önemli sayıda insanın hareketini içeren benzer durumlarda görülmesi muhtemeldir. Bu yoğunluk rahat değildir ve fırsat verildiğinde çoğu insanın etrafındaki alanı arttırması ve gerçekte daha düşük bir yoğunlukta çalışması beklenir. Daha yüksek yoğunluklar sadece akışı yavaşlatmakla kalmaz, aynı zamanda karıştırma yürüyüşüne ve önde ezilme durumuna karşı hareketi azaltabilmektedir.



Şekil 4.1. Yoğunluğun Bir Fonksiyonu Olarak Hareket Hızı (4.2 ve 4.3 denklemleri)[23]

Şekil 4.1., Denklem 4.2 ve Denklem 4.3'ün bir grafiğidir. Denklem 4.2 ve Denklem 4.3'te sunulan hız korelasyonları temel olarak yetişkin, hareketli bireylerle ilgilidir. Proulx [34], 6 yaşından küçük çocuklar için merdivenlerdeki ortalama hızın, çok katlı apartmanlarda ilan edilmemiş merdivenlerde yaklaşık 0.45 m / s olduğunu göstermektedir. “Engelli” bir yetişkinin hızı 0.22 - 0.79 m / s'dir, aynı zamanda Denklem 4.3'te belirtilen maksimum hızdan da oldukça düşüktür. Ayrıca, tahliye için yardım isteyen insanlar için daha yavaş hızlar beklenebilir. Adams ve Galea [35], bir koltuk değneği kullanan kişilerin 0.81 m / s'de, tekerlekli sandalye 0.57 m / s'de, tekerlekli yatak ile 0.62 m / s hızını tespit etmiştir. Son olarak, tahliye sırasında engelli bireyler daha yavaş hareket etmektedir.



Şekil 4.2. Yapı Kullanıcılarına Ait Ortalama Hızlar

Hesaplama yöntemlerini kullanırken dikkatli olunmalıdır. Genellikle, hesaplamalardaki değerler ortalama değerlere göre belirlenir. Tahliyenin amacı genellikle tüm insanların risk durumuna kalmamasının güvenli olmasını sağlamak olduğundan, savunmasız alt popülasyonlar daha fazla zaman gerektirebilir. Seçilen yolcu senaryoları, mevcut olan popülasyonları ele almalıdır.

Hareketlilik bozukluklarının yanı sıra, diğer değişkenlerin insanların hareket hızlarını belirlemede önemli olduğu bulunmuştur. Tüm çalışmalar bu değişkenleri anlamlı bulmamış olsa da, örnekler [8]; yaş, cinsiyet, seyahat mesafesi, tahliye öncesi zaman, diğer insanlara göre konumlandırma, saldırganlık ve engellerdir.

İnsan hareketinin tipik yoğunlukları 1,0 - 2,0 kişi / m² [24, 25, 26, 27] denklemler daha yüksek yoğunluklar için çözülebilse de, bu değerler tipik olarak özgün veri grubunun bir parçası değildir ve bu değerlere ekstrapolasyon (geçmiş değerlerden hareketle tahmin) yapılması denklemlerin geçerliliğini aşmaz. Aynı zamanda, tipik bir yaklaşım olan merdivenlerdeki yoğunluğu hesaplamak ve alanı bulmak için plan görünümünü kullanmaktadır. Hoskins [28] kişinin kullandığı düzeltilmiş satır

genişliğine (yaklaşık 230 mm) dayanarak yoğunlukları karşılaştırmak için bir yöntem geliştirmiştir. Bir akışın yoğunluğu birkaç yolla belirlenebilmektedir:

- Bir grupta yer alan bir çıkış bileşenindeki kişi sayısının, grubun kapladığı alanın toplam sayısına bölünmesiyle (bireyler arasındaki alan dahil).
- Gruptaki her bir şahsın işgal ettiği alanın, grubun işgal ettiği toplam alanın (şahıslar arasındaki alan dahil) bölünmesi.

4.1.3. Belirli akış

İnsanların hareket hızı kavramını etkili genişlikle birleştirerek, etkili genişliğin birim mesafesi başına birim zaman başına çıkış rotasında bir noktadan geçen kişi sayısı belirlenebilir. Bu akış “spesifik akış” olarak adlandırılır ve nüfusun yoğunluğu ile çarpılan hız olarak hesaplanır.

Spesifik akış, hidrolik sistemlerde kütle akışına benzer. Bunun gibi, belirli bir akım yoğunluğu ürün ve hızı :

$$F_s = Dv \quad (4.4)$$

Yoğunluğun bir fonksiyonu olarak spesifik akış için ifadeler, Denklem 4.2 ve Denklem 4.3 hızının yerine geçerek elde edilebilir, bunlar Şekil 4.3.'te gösterilmektedir.

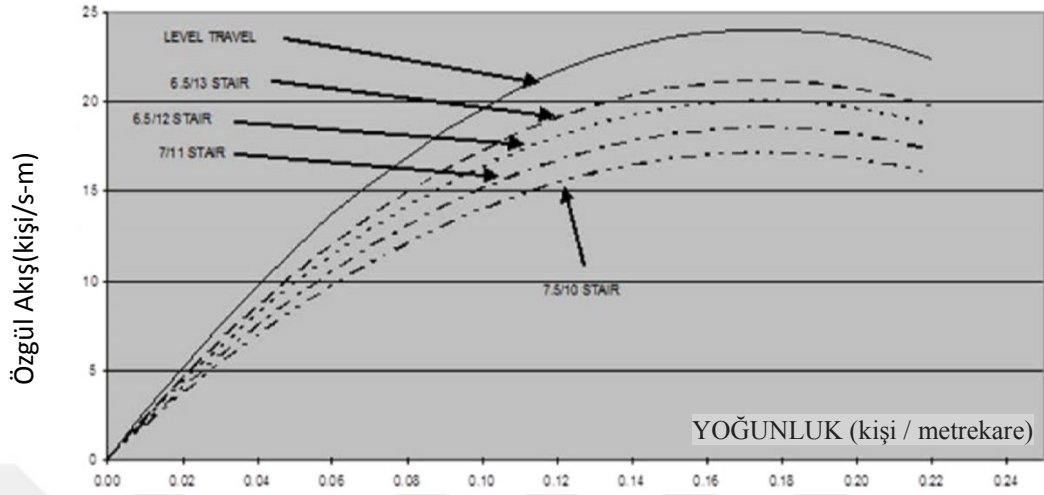
0.55 kişi / m²'den daha büyük bir yoğunluk için:

$$F_s = Dv = (1 - aD) kD \quad (4.5)$$

0.55 kişi / m²'den düşük yoğunluklar için:

$$F_s = 0,85kD \quad (4.6)$$

Fs: Özgül akış, kişi / dk-m



Şekil 4.3. Yoğunluğun bir fonksiyonu olarak özel akış (4.5 ve 4.6 denklemleri) [23].

Anlaşıldığı üzere, Tablo 4.2.'de olduğu gibi, belirli akış denklemleri için birimlerde referans verilen genişlik, Pauls [10] tarafından tanımlanan “etkili genişlik” ile ilgilidir. Etkili genişlik kavramı, insanların genellikle bir çıkış bileşeninin tüm genişliğini işgal etmediği, bileşenin duvarlarından veya kenarından küçük bir mesafe uzakta kalan gözlemlere dayanır. Gwynne ve Rosenbaum [10], bu küçük mesafeyi, insanların hareketi için hidrolik analojiyi sürdürmek için “sınır tabakası” olarak adlandırmaktadır. Çıkış pistlerinin çeşitliliği için sınır tabakasının genişliği Tablo 4.2.'de sunulmaktadır.

Tablo 4.2. Sınır Tabakası Genişliği [6]

Yapı Elemanları	Sınır Tabakası (mm)
Koridor, Geçit, Rampa, Kapı aralığı	1,40
Tiyatro koltukları, stadyum bankları	0
Korkuluklar, korkuluklar ¹	89
Engeller	100
Merdivenler, kapılar ² , kemerler	150
Koridor ve rampa duvarları	200

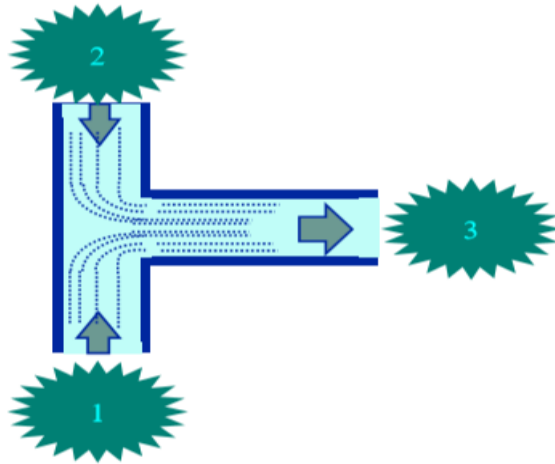
⁽¹⁾ Korkulukların bulunduğu yerlerde, daha az etkili genişlikte sonuçlanan değeri kullanın, ⁽²⁾ Etkili kapı genişliğini kanıtlayacak veri yoktur; değer merdivenler için kullanılan değerden bir ekstrapolasyon olduğu ve kapılardaki hareket zamanını tahmin etmeyen tahminlerle sonuçlandığına inanılmaktadır.

Spesifik akışın ikinci dereceli işlevi göz önüne alındığında, aşağıdaki yoğunlukta maksimum spesifik bir akış elde edilir:

$$D_{\max} = 1/2a \quad (4.7)$$

Bu korelasyona göre çıkış bileşeninin tipinden bağımsız olduğu için, spesifik çıkış her türlü çıkış bileşeni için aynı yoğunlukta maksimize edilir. Predtechenskii ve Milinskii [15], farklı çıkış bileşenleri türleri için spesifik akışın maksimize edildiği yoğunlukta farklılıkları belirten verilerinden sonuçlar sunmaktadır.

“Özgül Akış” kavramını anlamada, yetişkinlerin akışının yalnızca Şekil 4.3'te gösterildiği gibi belirli bir maksimum değere ulaşabileceğini fark etmek önemlidir. Çocuklar için, yoğunluk ve spesifik akışlar yetişkinler için tipik değerlerden daha büyüktür [17]. Şekil 4.4'ü gözden geçirerek, 0 yoğunluğunda ve 0 hızında başlayarak, yoğunluğun arttıkça yolcuların “Özgül Akımının” arttığı belirtilmektedir. Hareketli yolcuların hızı düşmekle birlikte, hareketli insan yoğunluğunun artmasından daha fazladır. Bununla birlikte, “Özgül Akış” azalmaya başlar ve yaklaşık 1.94 kişi / m² yoğunluğunda optimum bir akış durumuna ulaşılır. 1,94 kişi / m²'den daha büyük yoğunluklarda, hızları düşmeye devam eder, ancak devam eden azalan hızı telafi etmek yerine artan kalabalık yoğunluğu, artık “Özgül Akış” teorik olarak 0'a düşene kadar dolum akışını zorlaştırmaktadır.



Şekil 4.4. Çıkış Akışlarını Birleştirme[29]

Akışların optimal ve optimalden az şartlarda önemli ölçüde farklı olabileceğini kabul ederek, bir binanın veya bir binanın bir kısmının zamanlanmış çıkış değerlendirmesinin yalnızca optimal akış koşullarına dayanmak yerine bir dizi şartı göz önünde bulundurması gereklidir.

Maksimum debi, spesifik debi maksimize edildiğinde ortaya çıkar (yani D_{max} 'ın gerçekleştiği yerde, Denklem 4.7'e bakınız). Çeşitli çıkış bileşenleri için maksimum spesifik akışlar Tablo 4.3'te verilmiştir. Kontrol edici çıkış bileşeni, D_{max} 'ın bir yukarı akış bileşeninde meydana gelmesi durumunda bir sıranın oluşmasıyla ilgili olarak en küçük maksimum akış oranına sahip bileşendir. Tipik olarak eğer yeterli insan varsa, maksimum spesifik akışın sağlanacağı varsayılır. Bununla birlikte, böyle bir varsayım bir optimizasyondur ve analizler bu varsayımdaki belirsizliği hesaba katmalıdır.

Tablo 4.3. Maksimum Özgül Akışlar [6]

Çıkış Elemanları	Fs kişi / s-m efektif genişlik	
Koridor, Geçit, Rampa, Kapı aralığı	1.32	
Riht Yüksekliği (mm)	Satın Genişliği (mm)	
190	254	0.94
272	279	1,01
165	305	1,09
165	330	1.16

4.1.4. Toplam akış kapasitesi

Yukarıda belirtilen “Spesifik Akış”, bir çıkış bileşeninin akış genişliğinin birim genişlik esasına göre (örneğin metre başına) ölçülmesini sağlar. Bir çıkış bileşeninin veya çoklu çıkış bileşenlerinin değerlendirilmesinde, toplam akış hesaplanabilir ve etkilenen popülasyonla ilişkili olabilir. “Özgül Akışın” tüm çıkışların toplam etkin genişliği ile çarpılması, çıkış yolundan veya rotalarından geçen kişilerin tahmini akış hızının hesaplanmasına izin verir. Bu nedenle,

$$\text{Akış Kapasitesi} = F_C = F_S \cdot W_e \quad (4.8)$$

$$\text{Akış Değişimi} = F_S = (1 - aD) kD \quad (4.9)$$

$$\text{Verim} = F_S = (1 - aD) kDW_e \quad (4.10)$$

Bir çıkış elemanı boyunca doldurulmuş bir alan için hareket süresi, çıkış elemanının akış kapasitesine bölünen popülasyon (P), artı çıkış elemanı boyunca hareket süresidir.

4.2. Bilgisayar Destekli Programlar

Teknolojinin takdim ettiği tehlike durumları dahil bütün şartları ele alarak acil durum çıkış süresinin bilgisayar destekli programlar ile bulunması mümkündür. Bu simülasyon programları sayesinde hareketli ve hareketsiz yapıların iki boyutlu veya üç boyutlu, yapı kullanıcı yoğunluk değişkenlerinde simülasyon çalıştırılabilmektedir. Ayrıca simülasyon sayesinde yapı yapı kullanıcılarının fiziki ve ruhsal yönleri de işlenebilmekte ve sonuçları değerlendirilebilmektedir. Simülasyon programlarının faydası ve avantajları değişiklik gösteren durum alanlarında tekrarlanarak yeni ortaya çıkan sonuçlara göre tekrar yorumlanabilmektedir. Yapıdaki yapılan tahliye işleminin simülasyon programıyla birebir uyuşması sonucu ortaya çıkmayacaktır ama çok önemli ipuçları göstermektedir. Bütünüyle ele aldığımız simülasyonların hedefi acil düşünüm çıkış anında yapı-çevre-insan arasındaki bağlantıyı en uygun biçimde analiz ederek ortaya sunmaktır.

İşgalcilerin acil durum çıkışında iki farklı bakış açısı vardır. Birinci bakış açısında yapı kullanıcılarının tüm özellikleri aynı olarak düşünülür ve simülasyon programına veri girişi yapılır yada tüm yapı kullanıcılarının ayrı ayrı antropometrik özellikleri programa girilerek işlem yapılır. Programın veri işleme çeşitliliğine göre simülasyonu yapı kullanıcı yoğunluğunu azaltarak veya çoğaltarak veri çıktılarını değerlendirmek mümkündür. Bina kullanıcılarının diğer kullanıcılarla, çevre ile veya

yapı ile etkileşimleri de simülasyon programı içerisinde etkinleştirilebilir. Antropometrik, ruhsal veya sosyolojik durumlarda da kodlama yapılarak gerçekçi veriler ortaya çıkabilir. Ancak simülasyon programlarında gerçekçi bir ürkü modellemesi gerçekleştirilememekle beraber bu konuda bilimsel çalışmalar devam etmektedir.

4.2.1. PeTrack

Jülich Araştırma Merkezi bünyesinde Gelişmiş Simülasyon Enstitüsü (IAS) ve Sivil Güvenlik Araştırması (IAS-7) grubu bulunmaktadır.

Şehirlerin büyümesi ve sıkışması dünya çapında sosyal ve teknik zorlukları temsil etmektedir. Zaten her gün karşılaştığımız en önemli sorun aşırı yüklü trafik sistemleri. Yangın, birçok büyük bina projesinde sorunlara neden olan en temel tehdit formuna aittir. Yaya ve yangın dinamikleri ile ilgili araştırma faaliyetleriyle bu son derece karmaşık sistemlerin anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır. Çalışmalar modelleme yanı sıra deneylere dayanmaktadır. Yaya dinamiklerinde, sosyal psikoloji kavramlarını birleştiren doğa bilimleri perspektifine odaklanılmaktadır. Yangın dinamiği alanındaki araştırma faaliyetleri, yüksek performanslı bilgi işlem, fizik, kimya ve matematiği yangın güvenliği mühendisliği yöntemleri ile birleştirmektedir.

Kontrollü deneyler, yaya dinamiğinin niceliksel açıklamasına izin verir ve iyi tanımlanmış sabit koşullar altında seçilen parametrelerin analizini sağlar. Bu deneylerin verileri uygun şekilde seçilen sensörler ve kendi geliştirdiği yazılımlar tarafından toplanır ve analiz edilir.

Yaya dinamikleri karmaşık taşıma özellikleri ve ilginç kolektif fenomenler gösterir. Bunları anlamak, inşaat mühendisliğinde, kalabalık yönetimi bağlamında kaçış yollarının değerlendirilmesi ya da kentsel gelişim için yaya tesislerinin optimizasyonu gibi çok çeşitli uygulamalar için oldukça önemlidir.

4.2.2. MassMotion

MassMotion, katlar, girişler, merdivenler ve yürüyen merdivenler dahil olmak üzere bir yaya ağı oluşturan nesneleri hızla sınıflandırmaktadır. 2B ve 3B CAD / BIM geometrisini kullanarak yaya ortamlarını hızla geliştirmelerini sağlayan, amaca yönelik, nesne tabanlı bir ara yüz geliştirilmiştir. AutoCAD, MicroStation, Sketch-Up, Rhino ve Revit'den 3D model alınmaktadır. Geometri yerleştirildikten sonra MassMotion, nesnelerin IFC meta verilerinden sınıflandırılmasını otomatik olarak belirleyebilmektedir.

Programın dört ana zamanlama seçeneği vardır;

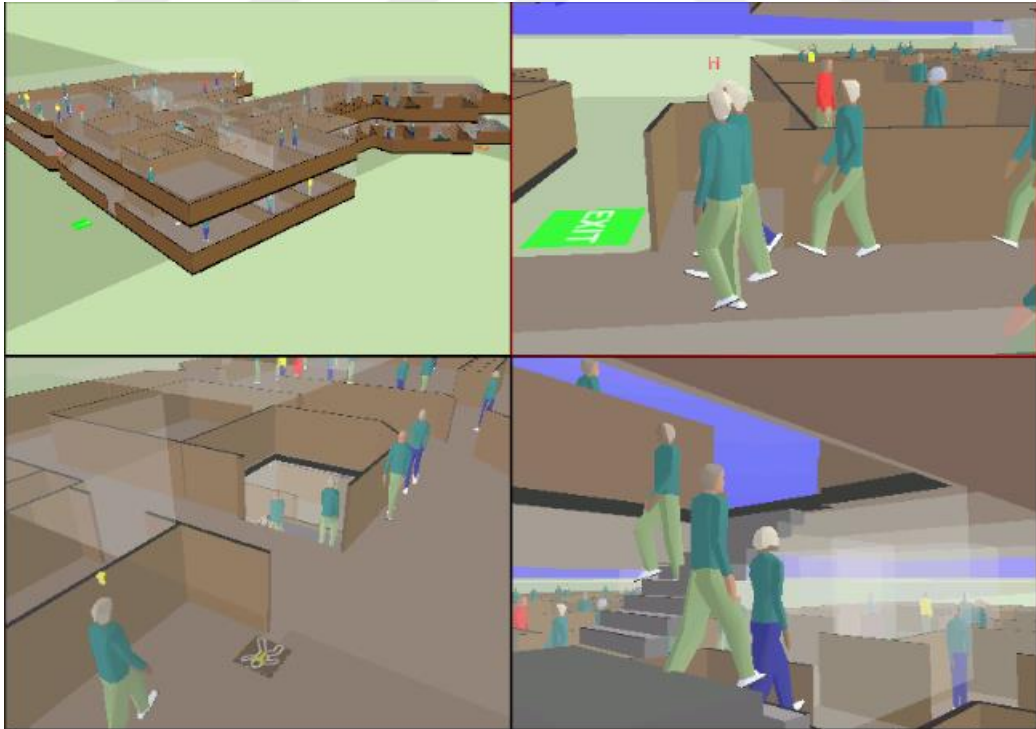
- Kullanıcı hareketi
- Kullanıcı akış
- Araç
- Tahliye

Yolcuların hareketi özellikle tren istasyonları ve havaalanı terminalleri gibi büyük ulaşım merkezlerinde oldukça karmaşıktır. Havaalanlarını örnek alarak, her gün yüzlerce varış noktasına giden yolcularla birlikte birden fazla check-in masası vardır. Belirlenen sayıda yolcu, bu masaların her birini belirli günlerde gündüzleri sık sık geçirecek ve daha sonra kendi çıkış kapısına gidecektir. Daha büyük havaalanları, havaalanından ayrılmadan önce genellikle bagajları toplayan, belirli bir rotada hareket edecek yüz binlerce yolcu bekleyebilmektedir. MassMotion, kullanıcıların basit bir Microsoft Excel içe aktarma kullanarak geliş, yatılı ve gidiş gibi bu karmaşık programları oluşturmalarını sağlamaktadır [30].

4.2.3. BuildingEXODUS

BuildingEXODUS acil durum çıkış işlemlerinin hareketli simülasyonu için kullanılan yazılım programıdır. İnsanların karmaşık yapılarda yoğun akışlarının dinamiğinin hesaplanması programda yer almaktadır. Program Greenwich Üniversitesi Mimarlık, Bilgisayar ve Beşeri Bilimler Fakültesi Yangın Güvenliği Mühendisliği Grubunda Prof. Ed Galea ve ekibi tarafından geliştirilmiştir. Simülasyon programı sayesinde dünyada birçok önemli proje çalışılarak hayata geçirilmiştir.

Tahliye zamanı hesaplamasında bina kullanıcıları, yapılar ve çevre arasındaki tesiri hesaba katmaktadır. Kullanıcıların akış yörüngeleri gizil bir alan belirtmektedir. Her bir kullanıcı için en yakın acil çıkış noktasına yakın bir konum atanır. Simülasyon içerisinde kullanıcıların hareketini etkileyen parametreler mevcuttur. Her yapı yapı kullanıcısının antropometrik özellikleri ve ruhsal yetenekleri ile ilgili kişisel özellikleri programa girilebilmektedir [31].

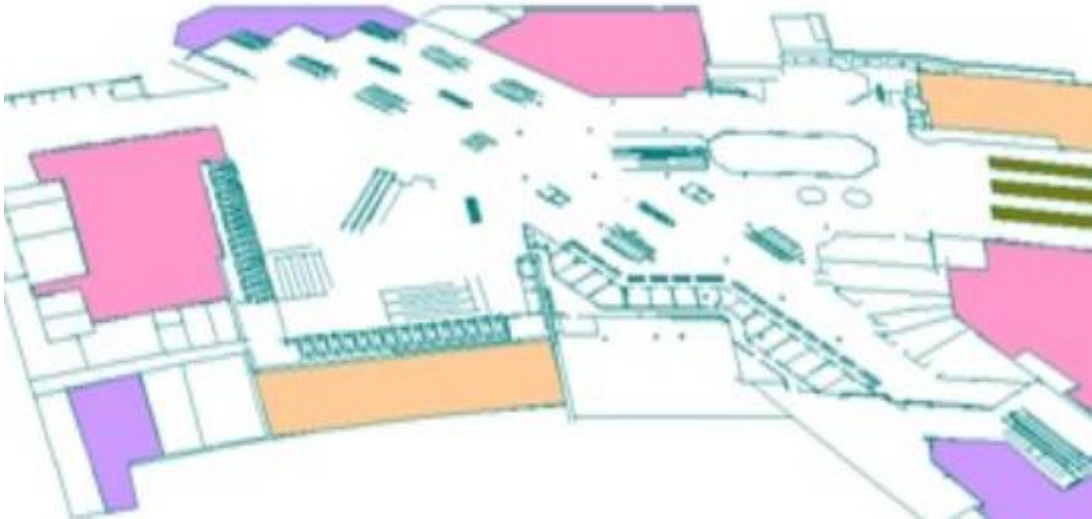


Şekil 4.5. Tahliye Modellemesi

(Kaynak : Fire Safety Engineering Group)

4.2.4. Simwalk

Simwalk Savannah Simulation AG firması tarafından 2003 yılında Alex SCHMID öncülüğünde geliştirilen simülasyon programıdır. Programda yapı kullanıcılarının tüm yerleşik ortamlarda rahatça ve güvenli bir şekilde yürüyebilmeleri için kodlamalar bulunmaktadır. Bununla birlikte Simwalk karmaşık tahliye ve simülasyondaki akış artışının dinamik tetiklenmesi çalışmasına izin vermektedir. Yapı kullanıcılarının yürüme hızları, birbirleriyle olan mesafeleri ve her bir kullanıcının kapladığı alan bilgileri simülasyon programına kodlanabilmektedir.



Şekil 4.6. Alışveriş Merkezi Simülasyon Çizimi

Kaynak: Savannah Simulation AG72010

Acil durum çıkış simülasyonu ilgili hedefteki kullanıcı sayısına göre ve çıkış başına düşen kullanıcı sayısı vb. çeşitli istatiki bilgileri verebilmektedir [32].

4.2.5. Pathfinder

Ajan Tabanlı Pathfinder Tahliye Simülasyon programı Thunderhead Engineering şirketi tarafından geliştirilmiştir. AutoCAD formatlı DXF, DWG ve Pyrosim modellerinin içe aktarılmasını destekleyen bir programdır. Pathfinder, model

geometrisini simgelemek için devamlı hareket eden üç boyutlu üçgen ağ kullanmaktadır. Üçgenleştirme ayrıca mekânı, yolcuların hareketini yapay olarak sınırlandırabilecek hücelere bölen diğer simülasyon programlarıyla karşılaştırıldığında, model boyunca yapı kullanıcılarının sürekli hareketini kolaylaştırmaktadır.

4.2.6. PyroSim

PyroSim, IFC, DXF, DWG, FBX, STL ve FDS dosyalarını içe aktarır. IFC dosyaları genellikle BIM yazılım paketleri tarafından desteklenirken, FBX dosyaları daha fazla görünüm ve doku bilgisi desteklemektedir. Bu dosyalardan herhangi birinin alınması, mimari geometriyi yeniden oluşturmak için harcanan zamanı büyük ölçüde azaltabilmektedir.

Alternatif olarak, GIF, JPG veya PNG formatındaki bir çizim alınabilir ve daha sonra bilinen 3D CAD araçlarıyla modelinizi doğrudan resmin üzerine çekmenize yardımcı olmak için arka plan olarak kullanılabilir.

4.2.7. Programların ortak ve farklı yanları

Simülasyon yazılım ve programlarının ortak hedefi acil durum çıkış süresini hesaplamaktır. Programlar herkesin kullanım bedeli ödenerek kullanabileceği yazılımlardır. Simülasyon destekli programlarda antropometrik bilgileri girilen yapı kullanıcılarının adım hızlarını tanımlama özellikleri birbirine benzerlikler mevcuttur. Programlarda yapı kullanıcılarının yürüyüş hızlarının değiştiği talep edilen bir yayılım istatistiği verilebilmektedir. Bunlara ek, yapı kullanıcılarına tahliye simülasyonu esnasında kontrol edilen tayin edilmiş acil çıkış kapılarını atamak mümkündür. Programlarda her bir yapı kullanıcı bir birey olarak ele alınabilir, böylelikle her bir yapı kullanıcı teorik olarak değişik hareket edebilir.

Programlar düz bir zeminde, rampada ve merdivenlerdeki farklı hareket hız değişkenlerini belirleyebilir. İlgili tahliye simülasyon programlarında kişiler temiz ve

güvenli alanı temsil edilen mahalle ulaştıkları zaman acil durum çıkışı gerçekleşmiş ve yapı kullanıcı simülasyondan çıkartılmaktadır.

Simülasyon programlarında sonuç verilerinin değerlendirilme türü değişiklik göstermektedir. Programların bazıları kısa veri analizi listelerken bazı simülasyon programları çok türlü analizleri işleyerek değerlendirme yapabilmektedir.



BÖLÜM 5. TAHLİYE BÖLGESİNİN GENEL KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ

5.1. TED Kocaeli Koleji Konumu

Kocaeli ili Başiskele ilçesinde 18.087,60 m² arsa alanı üzerinde kurulan TED Kocaeli Koleji; 14.287,80 m² kapalı inşaat alanı, 12.987,77 m² peyzaj alanı ve 5099,83 m² toplam kullanım alanı bulunan yerleşkesinde, B tipi okul olarak öğrencilerine eğitim vermektedir.



Şekil 5.1. TED Kocaeli Koleji Genel Görünümü

(Kaynak: TED Kocaeli Koleji)

Yerleşim itibariyle çevresindeki diğer yapılardan yalıtılmış bir şekilde yapıldığı için acil durum anında tahliye işinin yapılmasında sühulet sağlamaktadır. Yerleşim yeri sebebiyle simülasyon programında acil durum toplanma noktası belirtilmemiş ve okuldan çıkanların acil durum riskinden güvenli duruma geçtiği farz edilmiştir.

TED Eğitim Koleji'nin krokisi tetkik edildiğinde acil durum müdahale ekiplerinin ve kurtarma vasıtalarının eğitim yapısına yanaşması ve müdahale hareketlerini yürütmelerinde hiçbir engel olmadığı açıkça görülmektedir.



Şekil 5.2. TED Kocaeli Koleji Krokisi

(Kaynak: TED Kocaeli Koleji)

5.2. TED Kocaeli Koleji Mimari Yapısı ve Kullanma Sahası

TED Kocaeli Koleji betonarme karkas sistemi ile inşa edilmiştir. Okul yapısının fen laboratuvarları haricinde yapısı içerisinde yüksek yanma özelliğine sahip malzeme bulunmamaktadır. Bu da muhtemel acil durum tahliyesinde oluşabilecek optik yoğunluk hakkında ciddi ipuçları vermektedir. Bu sebeple tahliye simülasyonunda sıcaklık ve optik yoğunluğun tahliye imkân verdiği faz edilmiştir.

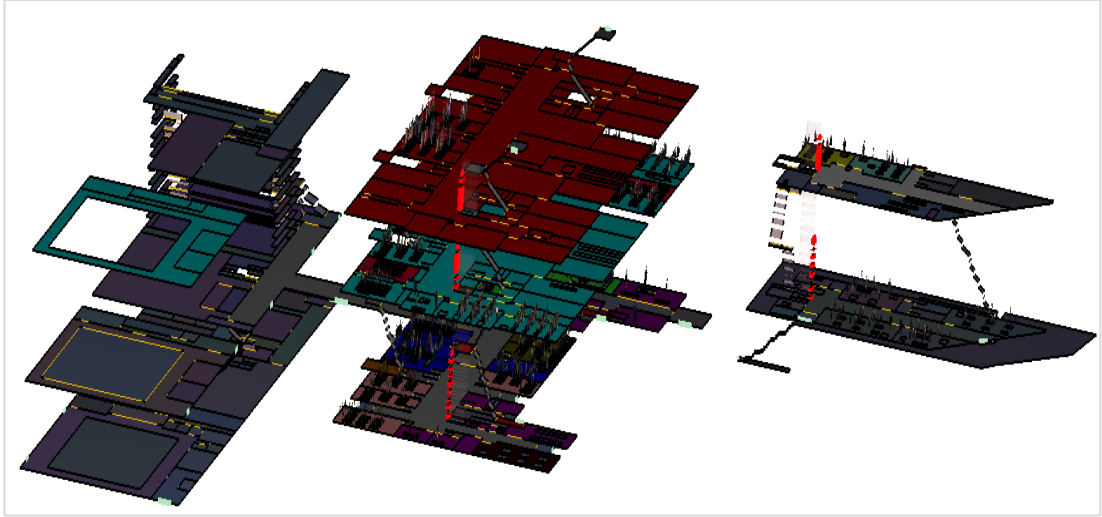
TED Kocaeli Koleji üç farklı yapı bloğundan oluştuğu için bünyesinde çeşitli alanlar bulunmaktadır. Bu yapı bloklarının tahliye açısından önemi ise acil durumun haber verilmesi ve yapı kullanıcılarının bağdaşık bir tepki gösterebilmesi amacıyla el ile tetiklenen ve otomatik ikaz sistemlerine sahip olmasıdır. Yapının acil durum güvenliği açısından önemli olan bu özelliği simülasyona da yansıtılmış ve herkesin acil durum bilgisini aynı anda aldığı fakat tepki süresinde öğrencilerdeki yaş gruplarına bağlı ve tahliye planına bağlı kalındığından oluşan değişik tepki(persist time) süreleri Pathfinder simülasyon programına girilmiştir.

Tablo 5.1. TED Kocaeli Koleji Temel Yapı Bilgileri

TED Kocaeli Koleji	
İli	Kocaeli
İlçesi	Başıskele
Mahalle	Fatih
Cadde	Galip Erenoğlu
Bina no	10
Arsa Alanı	18.087,60 m ²
Peyzaj Alanı	12.987,77 m ²
Toplam Kullanım Alanı	5099,83 m ²
Tesislerin Arsada Kapladığı Alan	14.287,80 m ²
İlköğretim-Orta Öğretim Okulu Zemin Kat	1832,74 m ²
İlköğretim-Orta Öğretim Okulu 1.Kat	1832,74 m ²
İlköğretim-Orta Öğretim Okulu 2.Kat	1832,74 m ²
Ana Okulu Zemin Kat	385,68 m ²
Ana Okulu 1.Kat	385,68 m ²
İlköğretim Okulu Zemin Kat Sınıf Sayısı	14 Adet
İlköğretim Okulu 1. Kat Sınıf Sayısı	16 Adet
İlköğretim Okulu 2. Kat Sınıf Sayısı	16 Adet
Ana Okulu Zemin Kat Sınıf Sayısı	3 Adet
Ana Okulu 1. Kat Sınıf Sayısı	2 Adet
Konferans Salonu	1 Adet
Yemekhane	1 Adet
Aşçı hane	1 Adet
Yüzme Havuzu	1 Adet
Spor Salonu	1 Adet

(Kaynak: TED Kocaeli Koleji)

Yukarıdaki tabloda listelenmiş yerlerin kat görünümü aşağıdaki gibidir. Şekilden de anlaşılacağı üzere söz konusu tesisler toplam 2 kat olarak inşa edilmiş eğitim tesisleri yapısı kapsamındadır. Zira ilgili yönetmeliğin 4. Maddesinde de tarif edildiği üzere kamuya açık bina kapsamında okullar değerlendirilmektedir. Acil durum çıkışında hem ufki hem de amudi bir yapı kullanıcı akışı söz konusudur. Pathfinder Simülasyon programında ufki ve amudi yapı kullanıcılarının hareket hızları m/s cinsinden birim değeri verilerek hesaplanmıştır.



Şekil 5.3. TED Kocaeli Koleji Kat Görünümü

5.3. TED Kocaeli Koleji İşgalci Doluluğu ve Çeşitliliği

TED Kocaeli Koleji bir eğitim yapısı sınıfında olduğu ve etkinlik çeşitliliği az olduğundan okul içerisinde bulunan yapı kullanıcılarının homojen bir yapısından söz etmek mümkündür. Yukarıdaki etkinlik alanına bakıldığında okulun simülasyon edilen miktardan çok daha fazla kişinin yapıyı işgal etmeyeceği kesindir. Bu sebeple 778 yapı kullanıcısının tahliye simülasyonu çalışılmıştır. Yine okulun içinde devinim halinde ya da hareketsiz olan yapı kullanıcılarının ortalama antropometrik ölçüleri ve akış hızları simülasyon programına girilmiştir.

5.4. TED Kocaeli Koleji Acil Durum Güvenliği ve Tahliye Önlemleri

BYKHY-2015 Madde 11'e göre TED Kocaeli Koleji toplanma eğitim tesisleri kapsamındadır ve yönetmeliğin Ek-1/A tablosuna göre diğer eğitim tesislerinde olduğu gibi Orta Tehlike-1 sınıfına girdiği değerlendirilmektedir.

BYKHY-2015 Ek-3/C'ye göre yağmurlama sistemi mecburidir yangın dayanım süresi 60 dakikadır.

BYKHY-2015 Ek-5/A'ya göre kullanıcı yükü kat sayısı 1,5 m²/kişidir. Toplam kullanım alanı 5100 m² olduğu için kullanıcı yükü (eğitim tesisi) 5100 m²/1,5= 3400 kişi çıkmaktadır.

BYKHY-2015 Ek-5/B'ye göre TED Kocaeli Kolejinde yağmurlama sistemi mecburiyeti olduğu için acil çıkışa tek yöne uzaklık 30 m'nin ve çift yöne uzaklık 75 m'nin altındadır. Birim genişlik için kişi sayısı acil çıkış kapılarında 100 cm, koridor kapılarında 80 cm, kaçış merdivenlerinde 60 cm ve rampalarda 100 cm'dir. Çıkamaz koridor uzaklığı da en fazla 20 m'dir. BYKHY-2015 Ek-5/B tablosundan okuduğumuz değerlere göre acil çıkış kapılarının hesabı şu şekildedir:

$$\frac{\text{Kullanıcı Yüğü}}{\text{Birim Genişlik}} \times 0,5 = \frac{3400}{100} \times 0,5 = 17 \text{ m}$$

Bu hesaba göre TED Kocaeli Kolejinde gerekli tek kanatlı acil çıkış kapı sayısı tek kanat başına düşen genişlik 1,25 m olduğundan toplam 13 adet acil çıkış kapısı gerekmektedir. Binanın 19 adet her biri 1,25 m'in üzerinde acil çıkış kapısı vardır. Simülasyon programında 19 adet acil çıkış kapısının tamamı Pathfinder tahliye simülasyonuna girilmiştir.

BYKHY-2015 Ek-7'ye göre TED Kocaeli Kolejinde otomatik algılama sistemi mevcuttur ve yangın anında hemen devreye girmiş ve bina yapı kullanıcılarının tepki süresine göre tahliye başlamıştır. Tahliye simülasyon hesabı da buna göre hesaplanmıştır.

BYKHY-2015 Madde 7 Fıkra 4'te eğitim binasına ait yangın tahliye projeleri, bina girişinde ve yangın sırasında itfaiyenin kolaylıkla ulaşabileceği bir yerde bulunmaktadır. Bu projede; binanın yangın merdivenleri, kaçış yolları, itfaiye su verme ağızları, yangın dolapları, jeneratörün ile yangın pompalarının yeri işaretlenmiştir.

BYKHY-2015 Madde 51'de belirtildiği üzere TED Kocaeli Koleji sabit koltuklu konferans salona sahiptir ve salonda iki koltuk arasındaki geçitler aşağıdaki gibidir:

Kapılara veya acil çıkış kapılarına götüren ve genişliği koridor genişliğinden az olmayan ara dolanım sahaları bulunmaktadır.

Koltukların dizildiği her iki tarafta da çıkışlar mevcuttur ve BYKHY-2015 EK-6'ya göre koltuk sayıları nizamidir.



Şekil 5.4. Konferans salonu Çıkış Yolları

(Kaynak: TED Kocaeli Koleji)

Koltuklar sabittir ve sıra iç geçiş genişliği temiz 30cm'den fazladır.



Şekil 5.5. Konferans Salonu Temiz Sıra İç Genişliği

(Kaynak: TED Kocaeli Koleji)

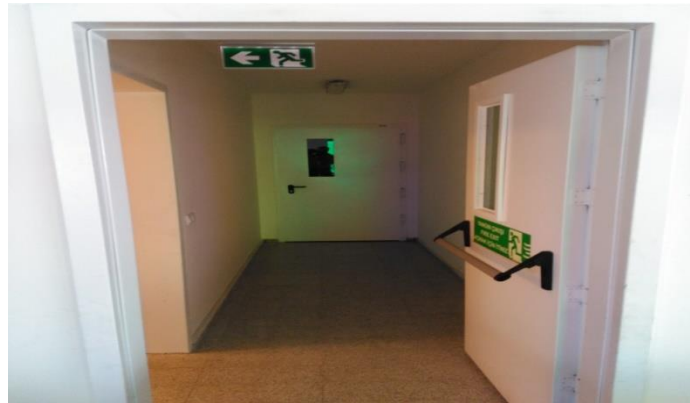
BYKHY-2015 Madde 72’de belirtildiği gibi TED Kocaeli Koleji sadece acil çıkışları değil aynı zamanda konferans salonu ve aşçı hane bölümü başta olmak üzere tüm bölmeler acil durum aydınlatma sistemi kuruludur. Kullanıcı yükü 200’den fazla olduğu için şebeke elektrik enerjisinin olmadığı durumda acil durum aydınlatma sistemi 120 dakika çalışacak şekilde yapılmıştır.



Şekil 5.6. 1.Kat Acil Durum Aydınlatma Kiti

(Kaynak: TED Kocaeli Koleji)

BYKHY-2015 Madde 73’te açıklandığı gibi acil durum yönlendirme üniteleri mevcuttur ve bunların ışık kaynakları kullanıcı yükü 200’den fazla olmasından dolayı şebeke elektrik enerjisinin kesilmesi halinde en az 120 dakika boyunca aydınlatacak şekilde ve görünür durumdadır.



Şekil 5.7 Acil Durum Yönlendirme Ünitesi

(Kaynak: TED Kocaeli Koleji)

BYKHY-2015 Madde 94'te açıklandığı gibi kapalı kullanım alanı TED Kocaeli Koleji 1000 m²'den büyük eğitim yapısı olduğu için yangın dolapları tesis edilmiştir. Yangın dolapları, her katta ve yangın duvarları ile ayrılmış her bölümde aralarındaki uzaklık 30 m'den fazla olmayacak şekilde düzenlenmiştir.



Şekil 5.8. Konferans Salonu Yangın Dolabı

(Kaynak: TED Kocaeli Koleji)

BYKHY-2015 Madde 95'te açıklandığı gibi imar planlama alanı 5000 m²'den büyük olduğu ve içerisinde eğitim kompleksi bulunduğu için dış hidrant sistemi mevcuttur. Ayrıca TED Kocaeli Koleji orta riskli bölge olduğu için her 125 m aralıkta hidrant sistemi montaj edilmiştir.

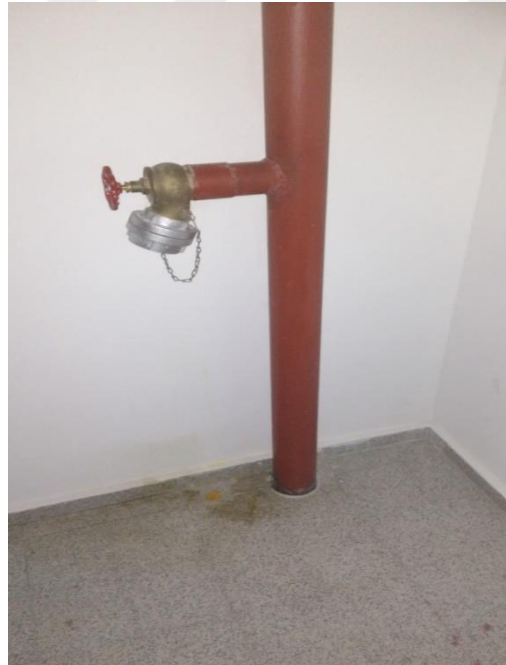


Şekil 5.9. Hidrant

(Kaynak: TED Kocaeli Koleji)

BYKHY-2015 Madde 96'ya göre TED Kocaeli Koleji yağmurlama sistemi yapılması zorunlu değildir. Fakat öğrenci yoğunluğu riski göz önüne alınarak bu yapıya yağmurlama sistemi kurulmuştur. BYKHY-2015 Ek-8/A'ya göre yağmurlama sistemi için gerekli su deposu hacmi için hidrolik hesap kullanılmaktadır. Orta Tehlike-1 sınıfında ve yapı yüksekliği 15 m'den az olduğu için su deposu hacmi en az 55 m³'tür. Bu miktarın hesaplanmasında esas alınacak ölçü depodaki suyun 1 saat süre ile yetebilmesidir. Bu nedenle yangın pompalarının su pompalama hızı 55 m³/h olarak kurulmuştur. Pompalar 1 asil bir yedek olarak konuşlandırılmıştır. Çünkü şebeke elektrik enerjisi kesintilerine karşı alınacak önlem kapsamında pompaların farklı enerjilerden beslenmeleri gerekmektedir. TED Kocaeli Koleji'nde birisi elektrik motorlu diğeri dizel tahrikli olarak yapılmıştır.

BYKHY-2015 Madde 97'ye göre TED Kocaeli Koleji cephe genişliği 75 m'yi aştığı için itfaiyenin sisteme dışarıdan su basabilmesi için, sulu yangın söndürme sistemlerine en az 100 mm nominal çapında itfaiye su verme bağlantısı bulunmaktadır.



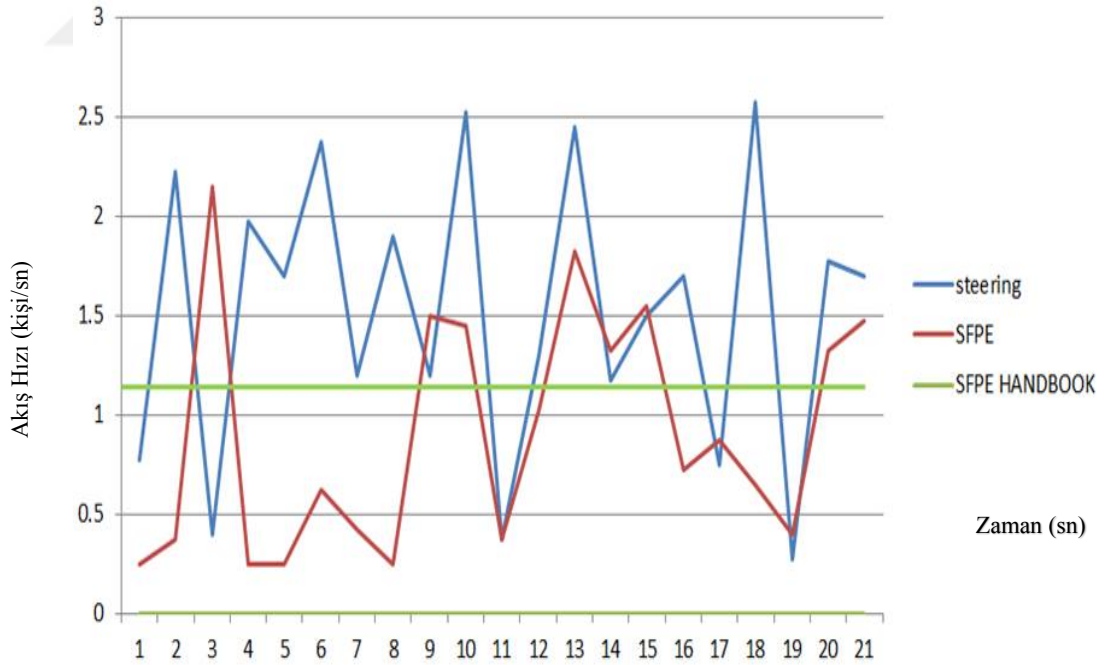
Şekil 5.10 İtfaiye Su Verme Ağız

(Kaynak: TED Kocaeli Koleji)

BÖLÜM 6. SİMÜLASYON MODELİNDE TAHLİYE VE TAHLİYE TATBİKATININ KARŞILAŞTIRILMASI

6.1. Pathfinder Ajan Tabanlı Tahliye Simülasyon Programı

Pathfinder iki farklı simülasyon modunda çalışmaktadır. “Steering” kullanımında yapı kullanıcıları, diğer yapı kullanıcı ve engellerden kaçınarak açıl çıkış kapılarına bağımsız olarak ilerlerler. Kapı akış oranları yapay zekâ modeliyle yapı kullanıcılarının birbirleriyle etkileşmesinden kaynaklanmaktadır. SFPE modunda ise, yapı kullanıcıları, Yangından Korunma Mühendisleri Derneği (SFPE) yönergelerini takip eden davranışları sergiler, graviteye bağlı adım hızlarını ve kapılara akış limitlerini kullanır.

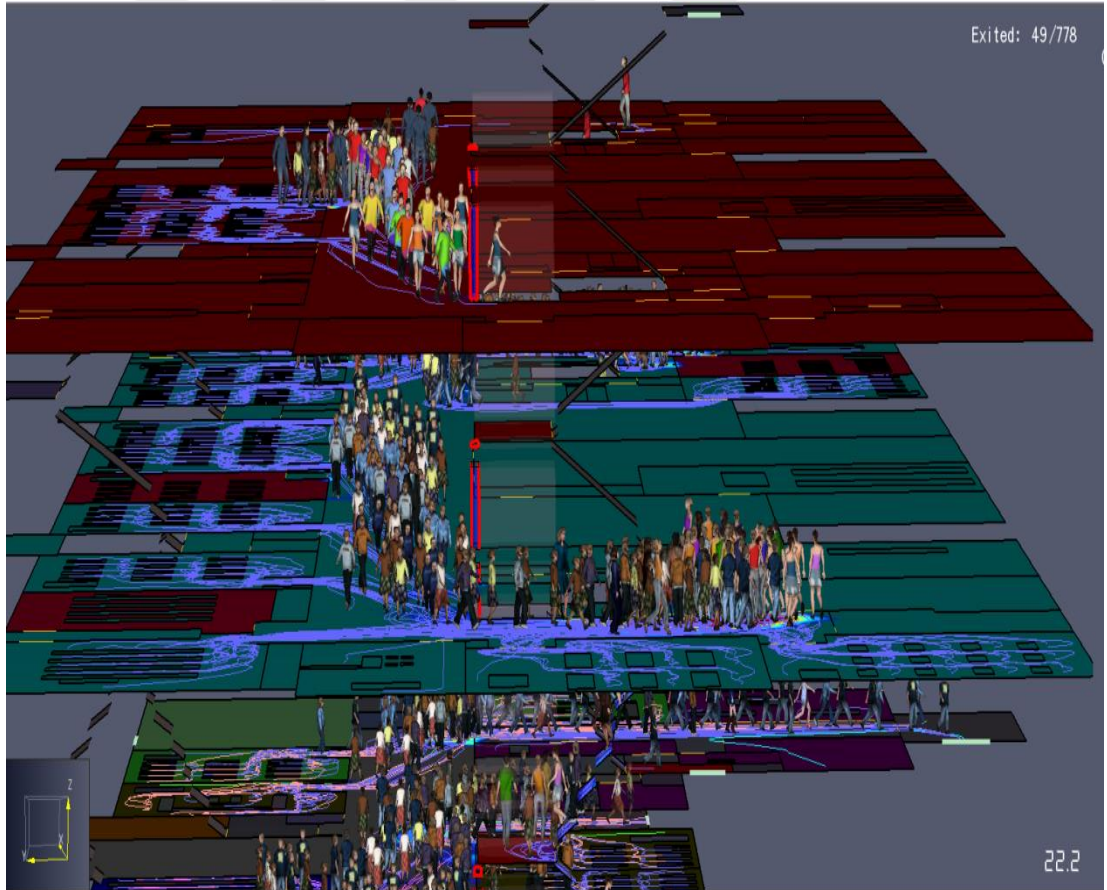


Şekil 6.1. Pathfinder Farklı Tahliye Modlarının Karşılaştırılması

Programa veri olarak girilen her bir yapı kullanıcı, acil çıkış kapısına giden yolları belirlemek için bir parametre kombinasyonu kullanır. Parametreler şunları içerir:

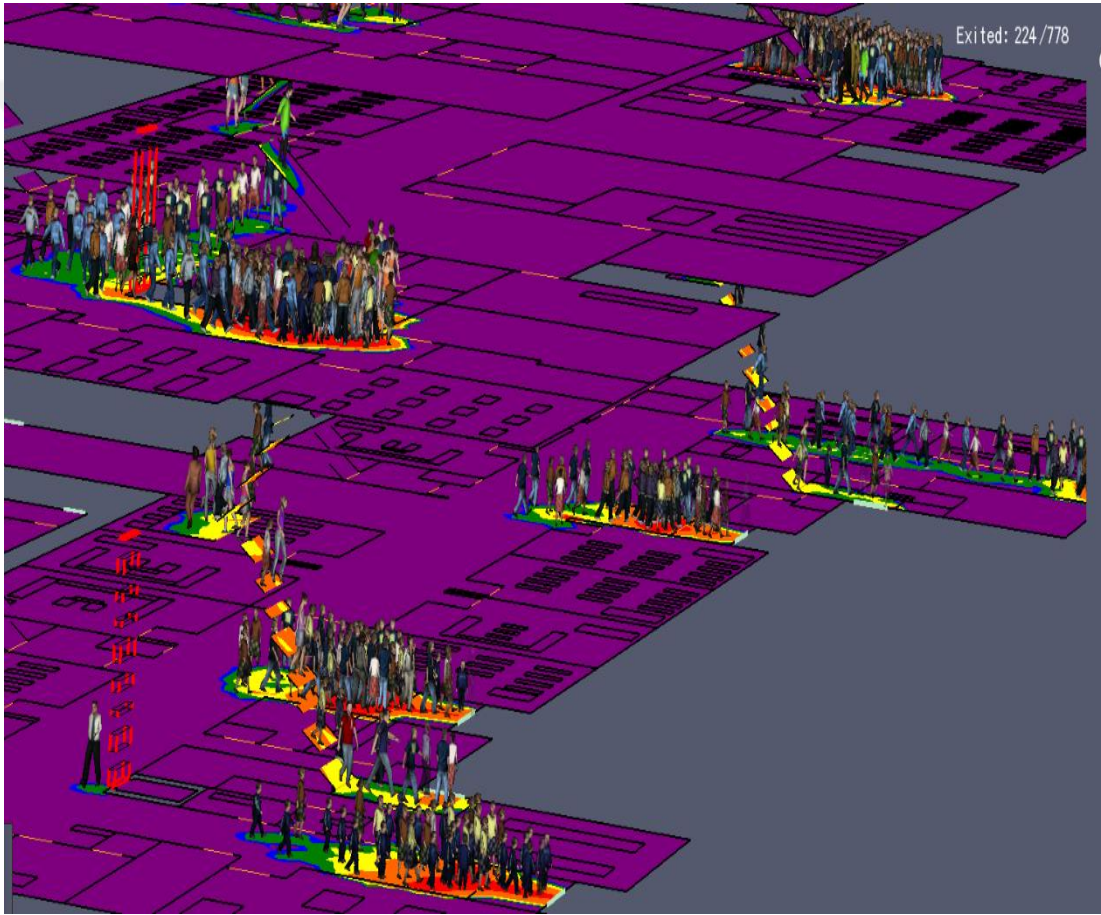
- Mevcut bölmeden her çıkışa gidiş başlangıç zamanı,
- Mevcut bölmeden çıkışa gidilme zamanı,
- Her bir kapıdan çıkışa kadar geçen süre,
- Bölmenin içinde bölmeden çıkana kadar gezilen mesafe.

Madde dinamik olarak değişen kuyruklara, kapının açık ya da kapalı olmasına ve oda hızı kısıtlamalarındaki değişikliklere (duman ve döküntüleri simüle ederek) yanıt verir.



Şekil 6.2. Pathfinder Acil Çıkış Noktasına Hareket Eden Yapı Kullanıcılarının Ayak İzleri

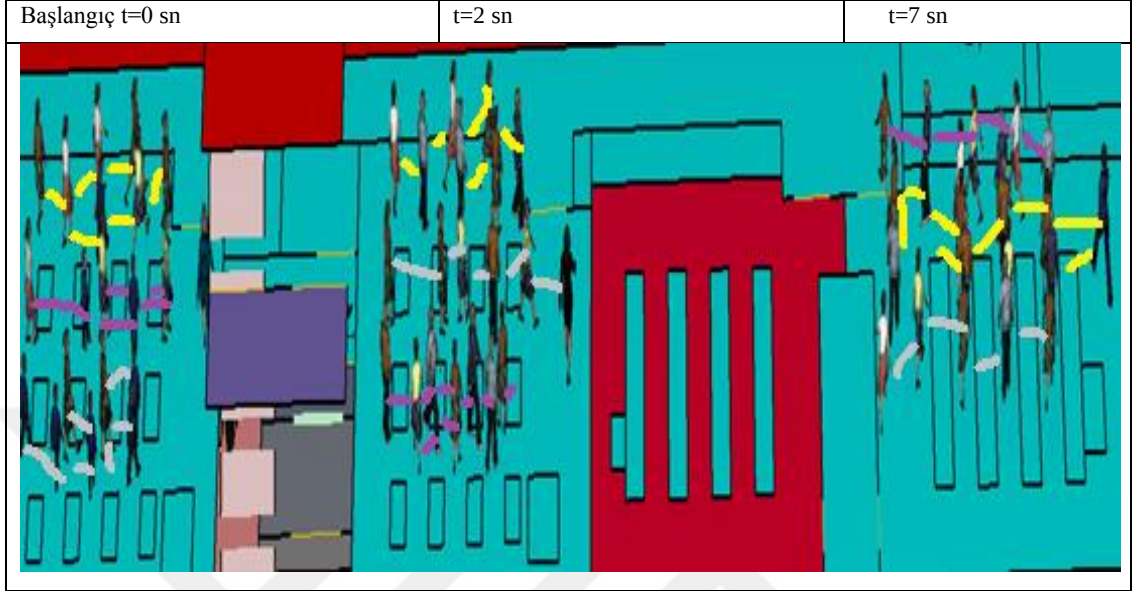
Pathfinder tahliye simülasyon programı çeşitli antropometrik özellikleri, kıyafetleri, yaşları ve acil müdahale ekiplerini temsil eden insan modelleri içermektedir. Bunlar, ilgili nüfus grubunu gerçekçi bir şekilde betimlemeyi olası kılmaktadır. Tahliye simülasyon modellerini sonuç olarak görmek için dinamik bir ayrıntı düzeyi kullanıldığı için Pathfinder, üst düzey bir grafik kartı ve işlemci kullanarak gerçek zamanlı olarak yüz binlerce kişiyi sorunsuz bir şekilde benzetim edebilmektedir. Dolayısıyla simülasyon programına veri girişi yapılacak yapı kullanıcı sayısında bir limit getirilmemiştir.



Şekil 6.3. Pathfinder Ajan Çeşitliliği Görünümü

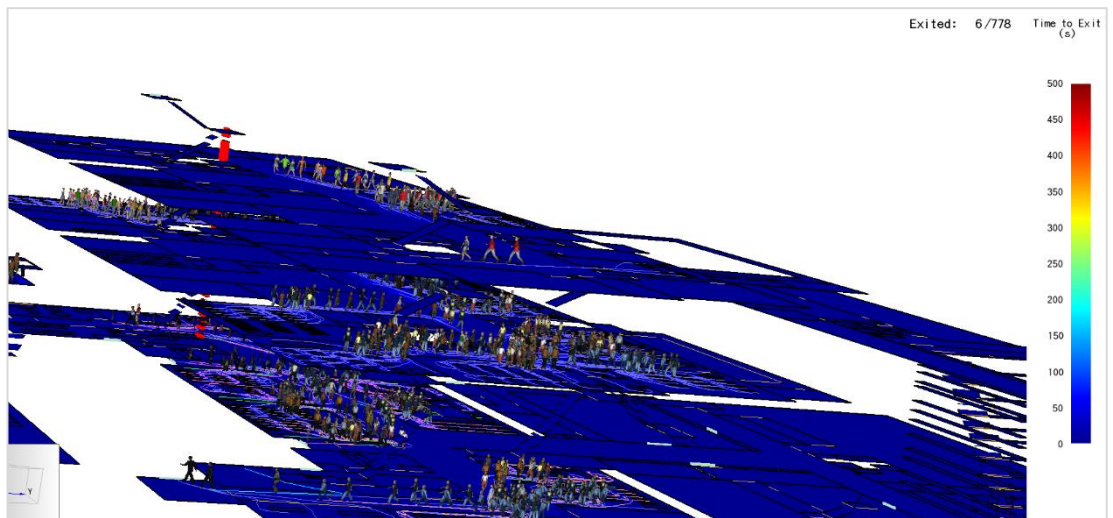
Pathfinder, öğrencileri, öğretmenleri, iş arkadaşlarını veya diğer birliktelikleri birbirine angaje ederek veya birbirinden ırak mesafeli olan gruplar oluşturulabilmektedir. Bu gruplar, organize grup tahliyeleri için bir lider profili oluşturularak çok uzak olan üye ile gruplanmış olan kişiler arasındaki bağlantı koparılabilir ve uzak üyenin yetişmesine izin vermek için yavaşlar. Yoğunluğun fazla

olduğu ortamlarda bu tesir, yolcuların akışı harekete yol açma ihtiyacını oluşturduğu için azalır.



Şekil 6.4. Pathfinder Simülasyon Tahliye Grubu Oluşumu

Pathfinder simülasyon programındaki sayaç grafiği sayesinde elde edilen veriler hızlı bir şekilde işlenir ve görünür hale getirilebilir. Akışın değişkenleri renkler kullanılarak birbirlerinden ayırt edilebilir. Hız ve yoğunluk gibi veriler sayaç grafiği ile gösterilebilecek verilerin başında gelmektedir.



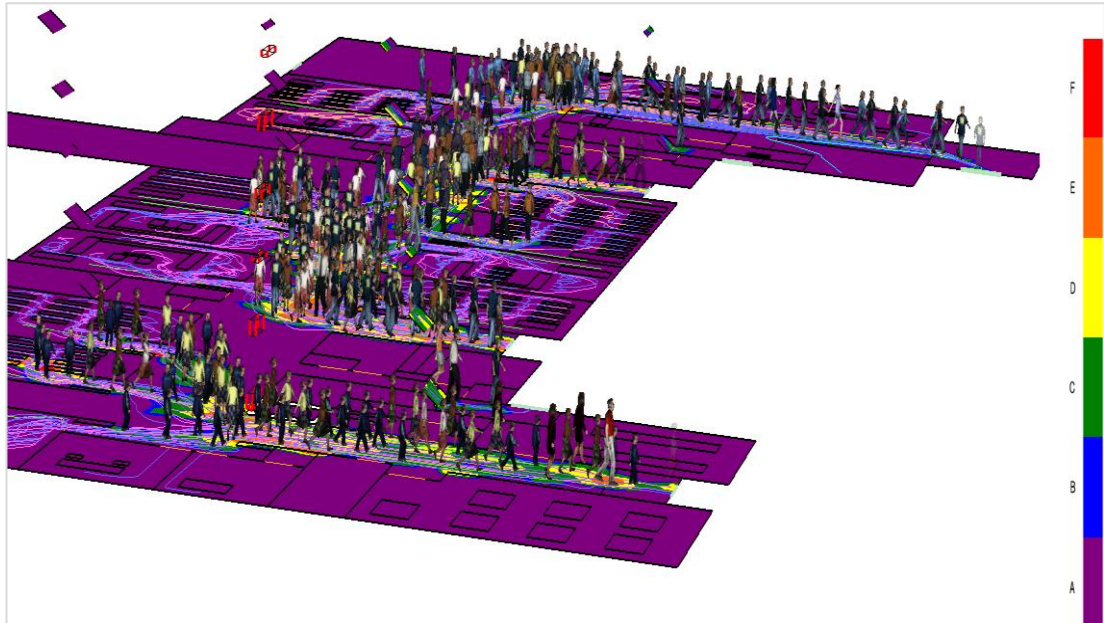
Şekil 6.5. Pathfinder Zaman Sayaç Grafiği

Pathfinder acil durum çıkış seçenekleri arasında asansör kullanımını da sunmaktadır. Bu seçenek;

- Yüksek katlı (> 51,50 m) yapılardaki yapı kullanıcıların,
- Hastanelerdeki yatan ve ameliyathane hastaların,
- Tüm yapılardaki engelli kişilerin,

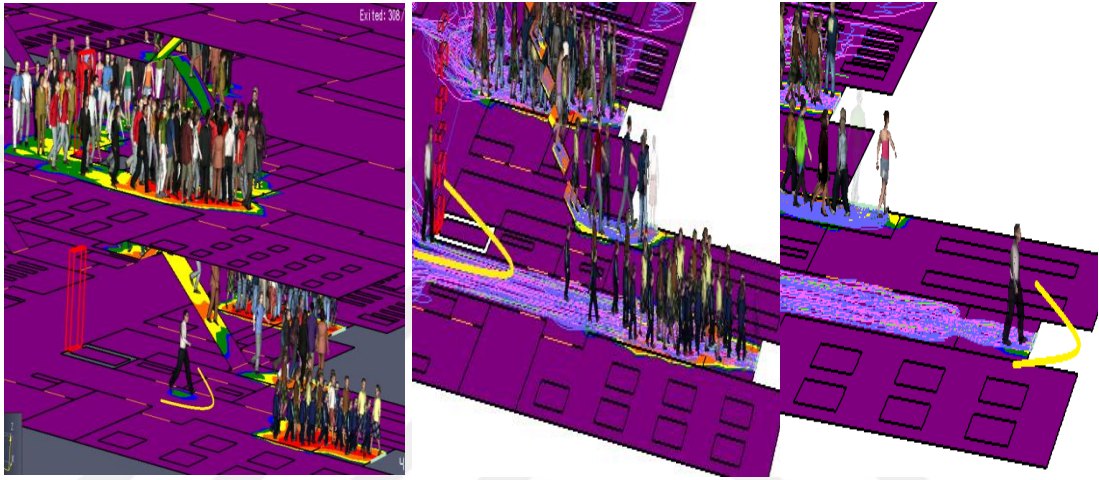
simülasyon programına dahil edilmesine imkan sağlamaktadır. Her bir asansör öncelik programlanabilir özelliğe sahiptir. İnsanlar en yakın asansöre doğrudan gidebilir veya bir sığınağa gitmeye yönlendirilebilir ve asansörle tahliye olana dek bekleyebilirler. Acil müdahale ekipleri, seçilen asansörleri istenen yerlere ulaşmak için kullanabilmektedirler.

Simülasyon programı Pathfinder'da kaçış yolları farklı kombinasyonlar oluşturulabilmektedir. Rampalar, yürüyen merdivenler veya merdivenler eklenebilir. Pathfinder bu özelliği ile birçok hareketli ve hareketsiz yapı çeşitliğinde tahliye simülasyonu yapılmasına platform oluşturmaktadır.



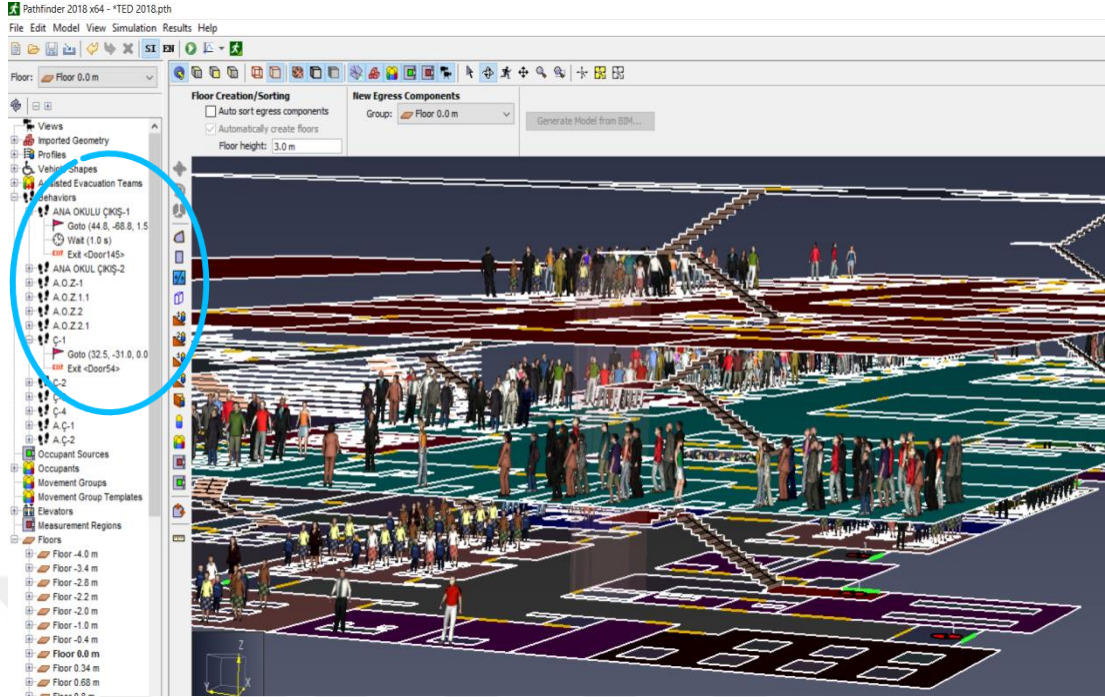
Şekil 6.6. Pathfinder Asansör Modellemesi

Tahliye simülasyon programı Pathfinder içine veri girişi yapılan yapı kullanıcıları farklı özellikler kazanabilir. Modeldeki her bir kişi kendi antropometrik özellikleri (boyut ve yürüme hızı gibi) ve kendi ruh halleri (çıkışlar, beklemler ve yol noktaları gibi) ile bir yapı kullanıcı görevi görür. Hususiyetlerine göre, her bir yapı kullanıcı acil çıkış yoluna karar vermek için kendi lokal platformunu kullanır. Ayrıca yapı kullanıcıları uzun sıralardan etkin olarak imtina edebilirler veya kapıların kapalı olmasına yanıt verebilirler.



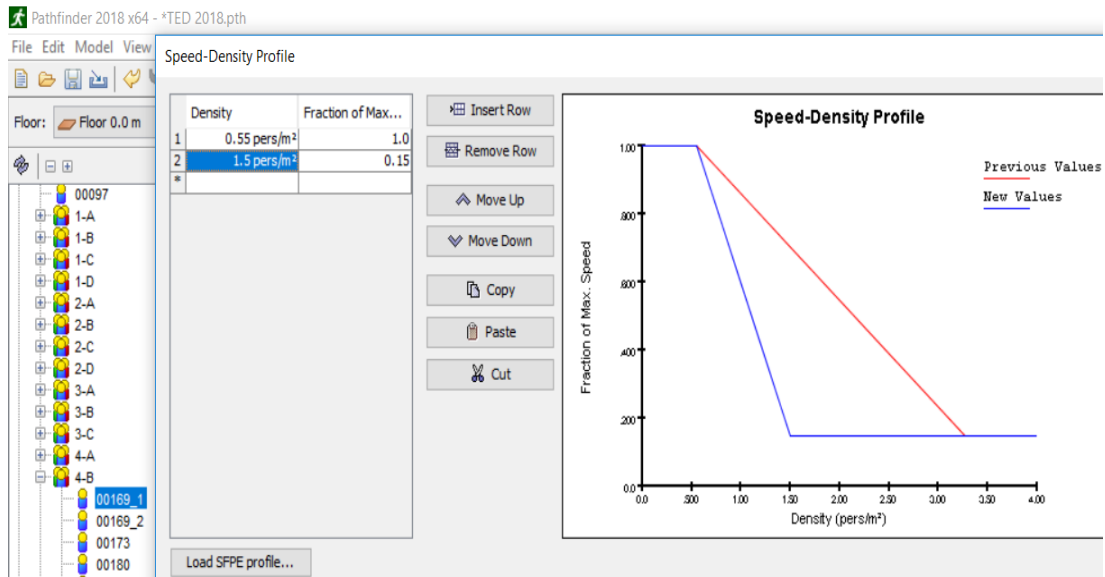
Şekil 6.7. Pathfinder Acil Çıkış Yolu

Farklı antropometrik özelliklere sahip multi profil yapı kullanıcıları oluşturulabilir ve programa girilerek konumlandırılabilir. Her bir yapı kullanıcıya ait özellikler sabit, standart veya normal çözümleri kullanılarak tavzih edilebilir. Ayrıca, öğrenciler ve yetişkinleri temsil eden yapı kullanıcı oluşturulabilir ve daha sonra kişiler %13 yetişkin ve %87 öğrenci olarak atanabilir. İnsanlar farklı çıkış noktalarına atanabilirler ve yol çizgilerinde ilerleyebilir veya tepki süresine bağlı olarak bekleyebilirler. Bu davranışlarda simülasyon programı hayal gücüne bağlı olarak senaryolar tasarlanabilir. Gerçekçi bir tahliye ulaşmak yapı kullanıcıya ve simülasyona ait tüm parametrelerin girilmesi ile olmaktadır.



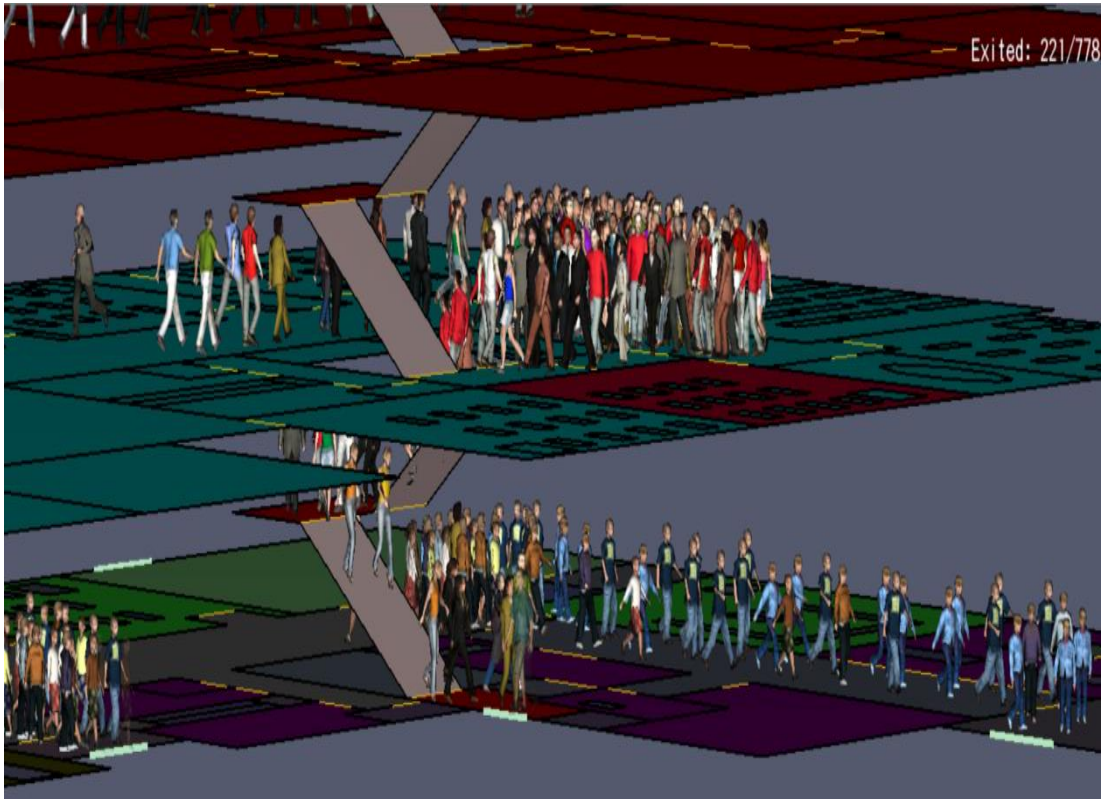
Şekil 6.8. Pathfinder Yapı Kullanıcılarının Antropometrik Özelliklerine Uygun Çıkış Noktası Belirleme

Pathfinder Tahliye Simülasyon Programı, yapıdaki yapı kullanıcılarının yoğunluğuna ve antropometrik özelliklerine uygun değerlendiriciye makro kabul ve gerçek kestirimlere sahip bir akış gravitesi elde etmek için SFPE'in ana diyagramını kullanır.



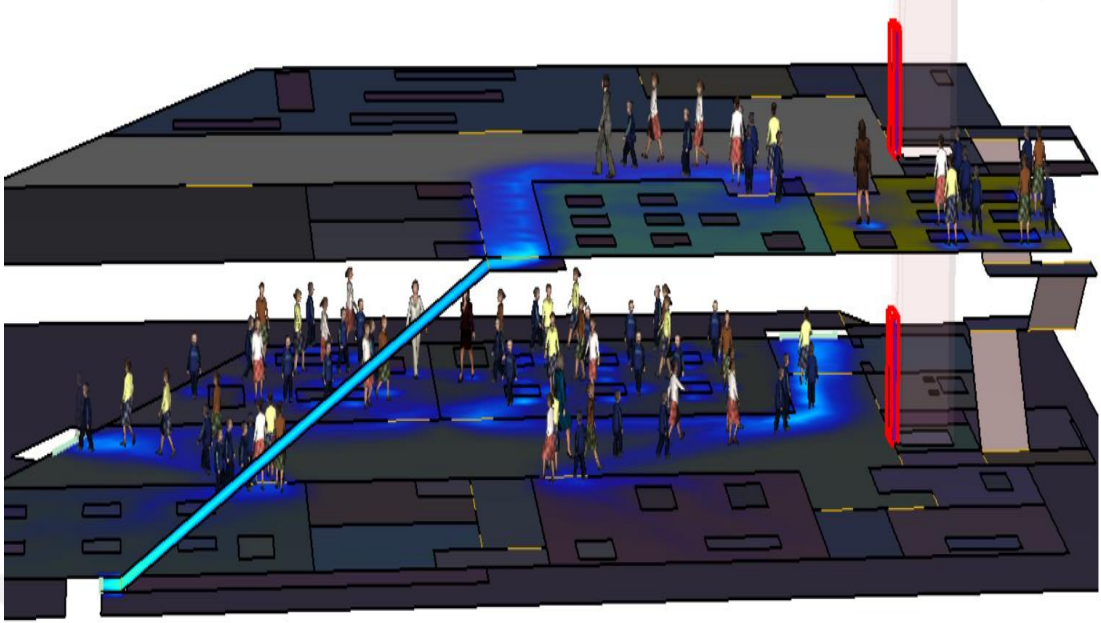
Şekil 6.9. Eğitim Kurumları Hız Yoğunluk Grafiği

Pathfinder Tahliye Simülasyon Programı kompleks akış vaziyetlerinin simülasyonu için de çalıştırılabilir. Misal, akış şiddetine, kullanıcı yerlerine ve duraklama zamanlarına sahip kapılar ile birlikte, oluşan bekleme sıralaması simülasyonu yapılır ve çıkış noktalarına doğru ilerleyebilir. Acil çıkış durumu sırasında görevli olan kurtarma ekibi yapı kullanıcılarını acil çıkış kapılarına yönlendirebilir. Kapıların kullanımı ve odada bekleme süreleri, bir tahliye sırasında değişen bir ortam simülasyonu yapılarak, sağlıklı tahliyeyi sağlamak için istenilen zamanlarda çalıştırılması veya çalıştırmamak için programa talimat verilebilir.



Şekil 6.10. Pathfinder Yapı Kullanıcısı Akış Yolu Kısıtları

Anaokulundaki hareket kabiliyeti kısıtlı olan 4-5 yaş grubundaki öğrenciler, öğretmenler tarafından tahliye edilecek şekilde simüle edilebilir. Bu simülasyonlar realist neticeler için tam bir kişiselleştirme barındırır. BYKHY-2015'te belirtilen diğer acil durum ekipleri, anaokulundaki öğrencilere yardıma gidebilir. Simülasyonda daha ziyade aksiyon olanağı için hususi haller meydana getirilebilmektedir.

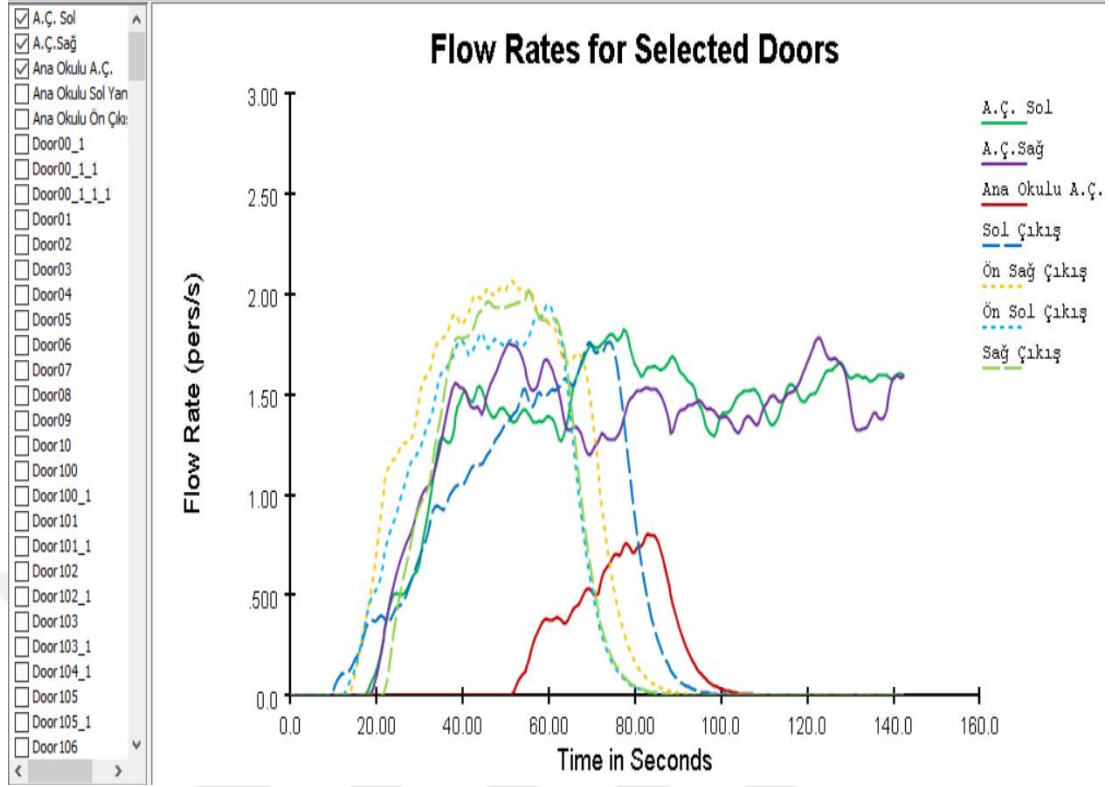


Şekil 6.11. Ana Okulu Öğrencileri Öğretmen İle Tahliye

Tahliye akış sonuçların görülmesi hem tahliye zamanının hesaplanması sırasında (şimdiki hali değerlendirmek için) hem de tahliyenin tamamlandığında değerlendirilebilir. Simülasyon ekranı, yapı kullanıcılarının birbirleriyle bağlantılı şekilde akışın görüntülenmesine, tahliye zamanı dahilinde yolların görüntülenmesine ve sonuçları görülecek yapı kullanıcılarının seçeneğine olanak sağlar. Bir tahliye sonuç dosyası, sınıflar ve kapıların değerlendirmesinde;

- En az ve en çok çıkış süresi,
- Ortalama çıkış süresi,
- İlk giren ve ilk çıkış zamanlarını,

içermektedir. Ayrı ayrı yapı kullanıcılarının tahliye yer-zaman verileri CSV dosyalarında ayrıntılı bilgi mevcuttur. Üç boyutlu görselleştirmeye ek olarak, iki boyutlu sınıfların yoğunluk grafikleri ve kapılardaki akış nicelikleri, sıkışıklık yerlerini süratli bir biçimde kıymetlendirmeye etki etmektedir.



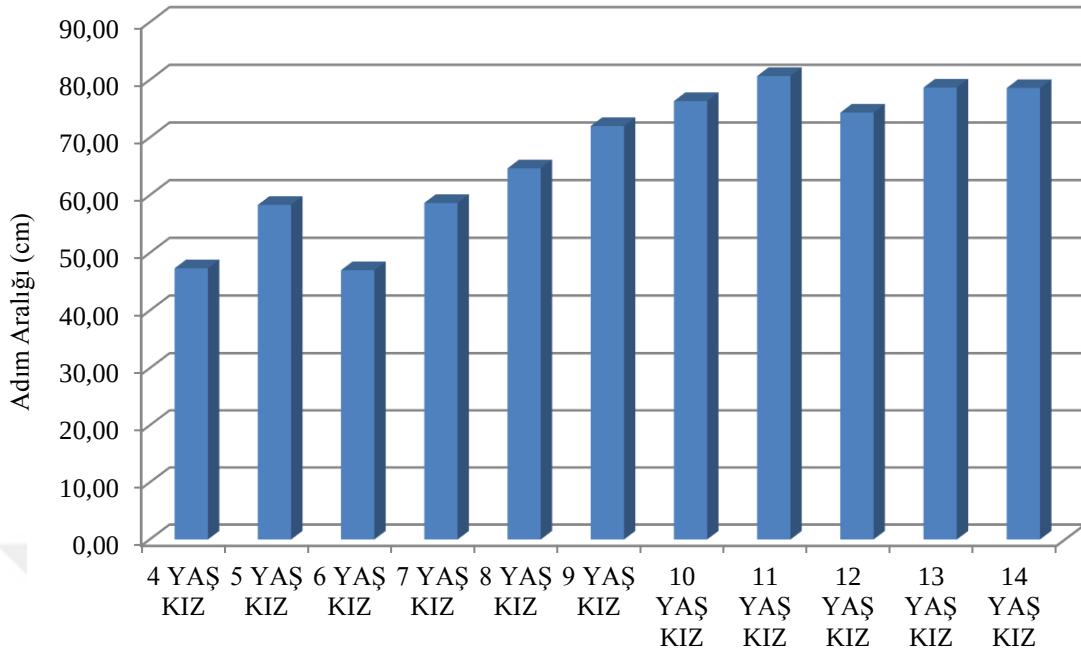
Şekil 6.12. Acil Çıkış Kapılarındaki Akış Hızları

6.2. Tahliye Simülasyonu Modelinin Yürütülmesi ve Gerçek Tahliye İle Karşılaştırılması

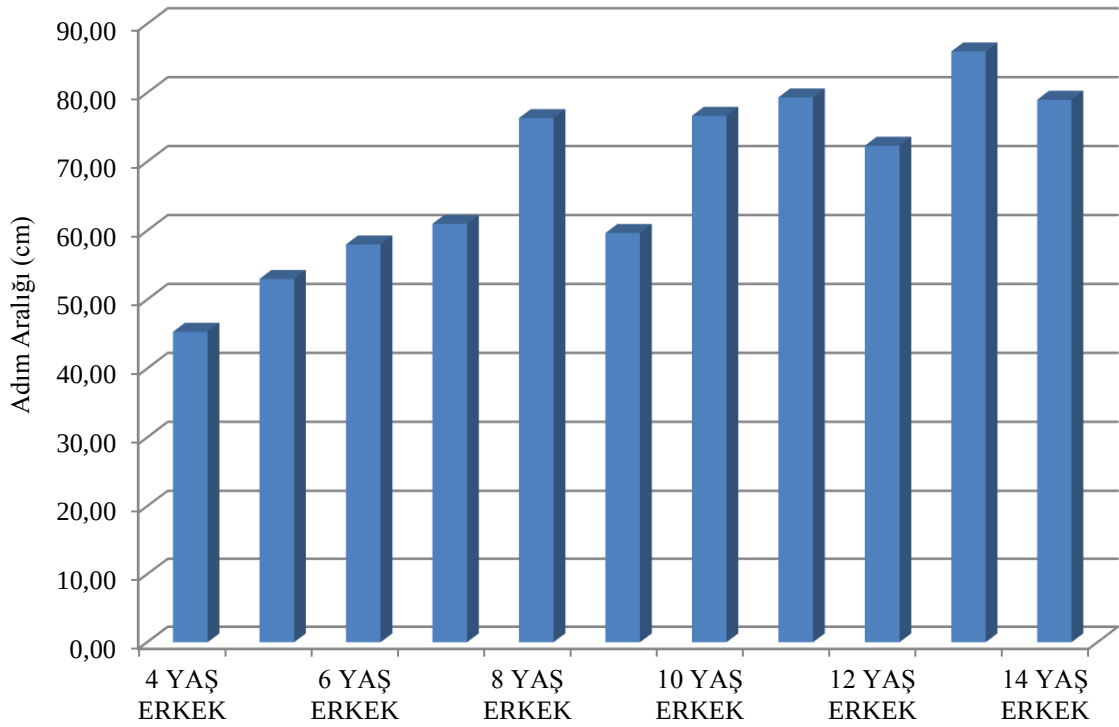
Tahliye simülasyonu modelinin gerçek tahliye ile karşılaştırılmasında öğrencilerin antropometrik özellikleri ve bina teknik özellikleri dikkate alınmaktadır.

6.2.1. Öğrencilere ait antropometrik özellikler

TED Kocaeli Koleji’ndeki 4-14 yaş aralığındaki erkek ve kız öğrencilere ait ortalama adım aralığı Pathfinder programına veri aktarımı yapılmış ve tahliyedeki yollardaki akış yoğunluğunun etkisi incelenebilmektedir.

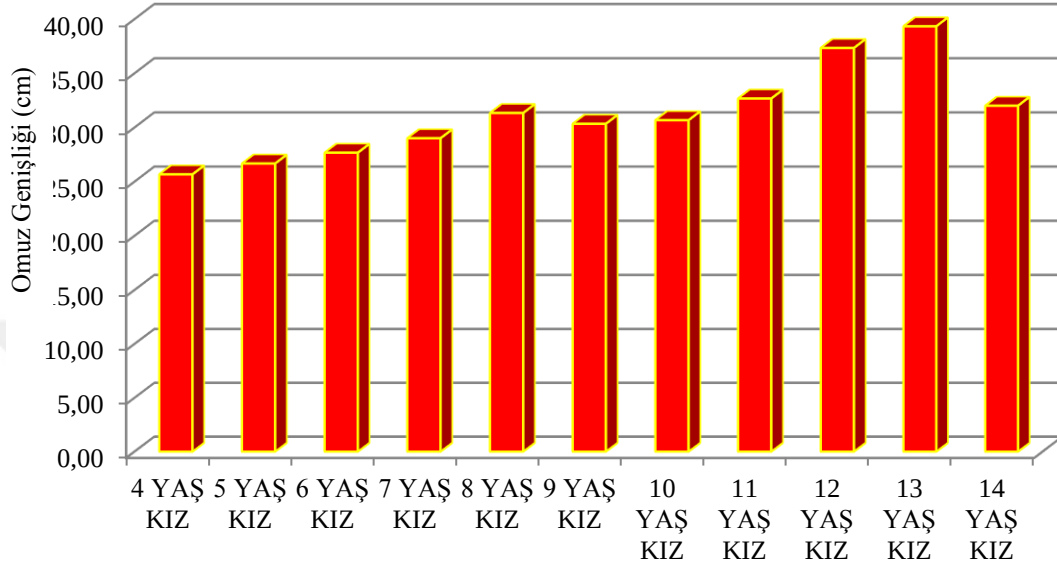


Şekil 6.13. TED Kocaeli Koleji Kız Öğrencileri Ortalama Adım Aralığı

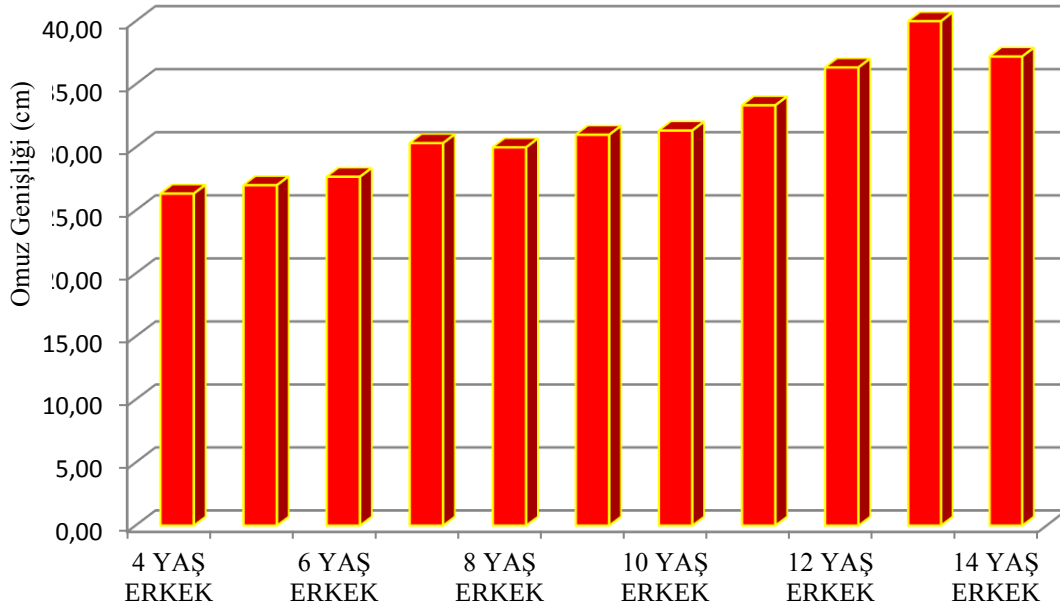


Şekil 6.14. TED Kocaeli Koleji Erkek Öğrencileri Ortalama Adım Aralığı

4-14 yaş aralığındaki erkek ve kız öğrencilere ait ortalama omuz ölçüsü Pathfinder programına veri aktarımı yapılmış ve yapı kullanıcılarının yapıdaki işgal ettikleri alanı görerek sıklıkla etkisi incelenebilmektedir.

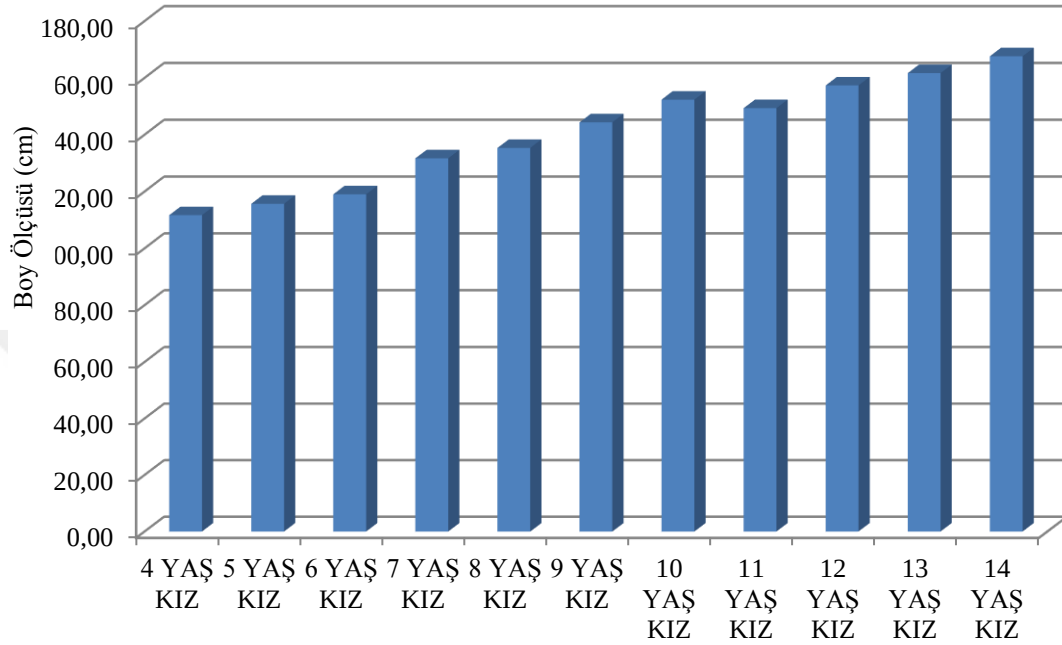


Şekil 6.15. TED Kocaeli Koleji Kız Öğrencileri Ortalama Omuz Genişliği

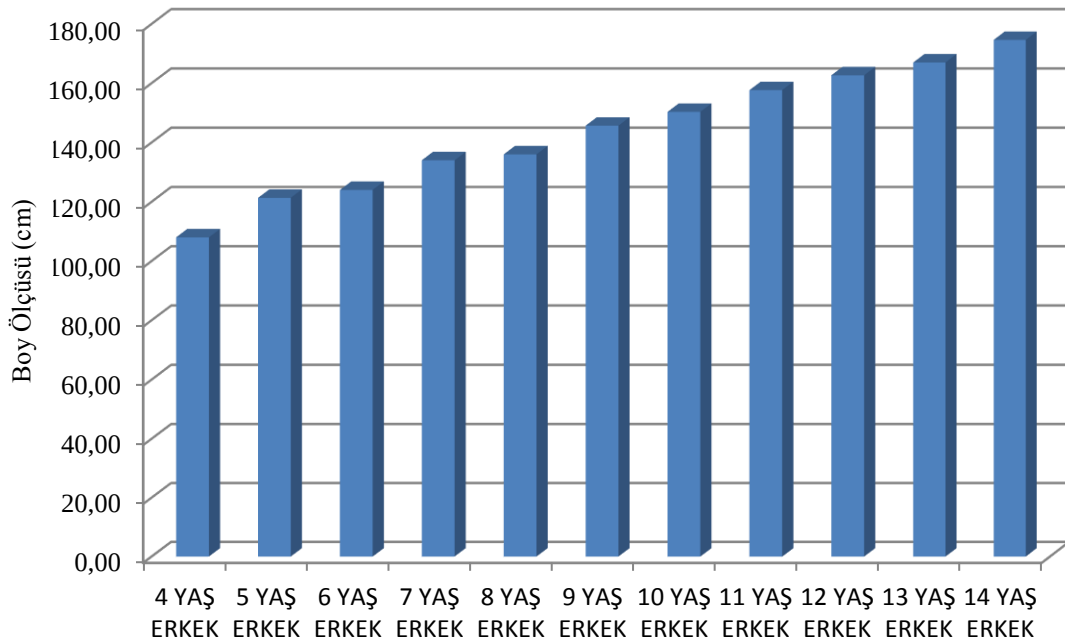


Şekil 6.16. TED Kocaeli Koleji Erkek Öğrencileri Ortalama Omuz Genişliği

TED Kocaeli Koleji'ndeki erkek ve kız öğrencilere ait ortalama boy ölçüsü Pathfinder programına veri aktarımı yapılmış ve öğrencilerin adım hızına etkisi incelenebilmektedir.

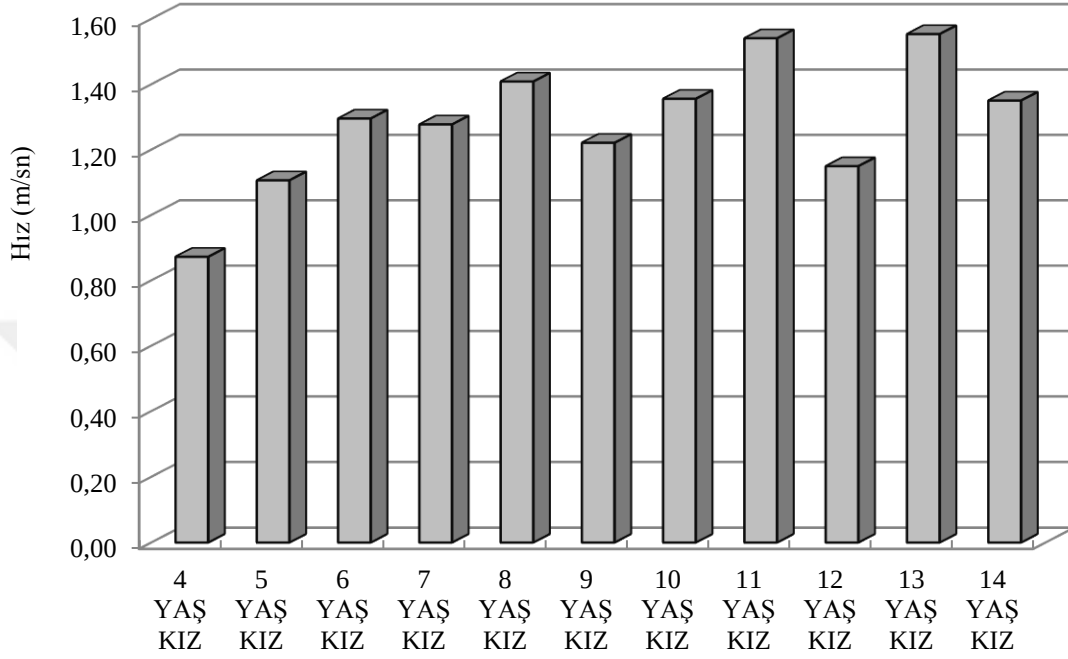


Şekil 6.17. TED Kocaeli Koleji Kız Öğrencileri Ortalama Boy Ölçüsü

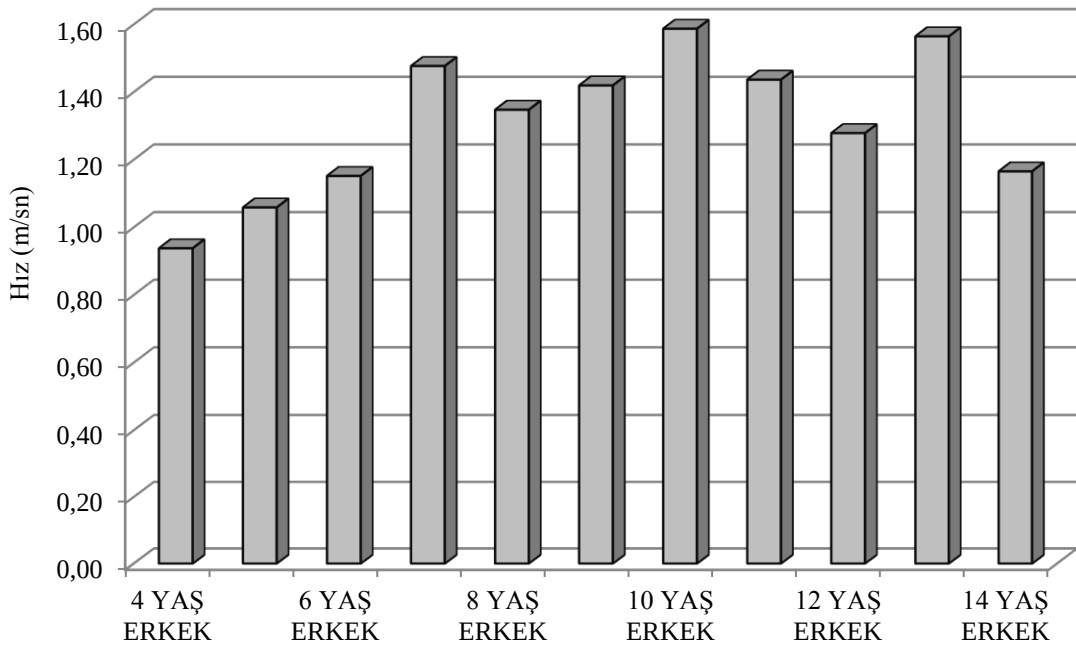


Şekil 6.18. TED Kocaeli Koleji Erkek Öğrencileri Ortalama Boy Ölçüsü

TED Kocaeli Koleji'ndeki erkek ve kız öğrencilere ait düz zemindeki ortalama hızları Pathfinder programına veri aktarımı yapılmış ve öğrencilerin koridordaki akış ve yoğunluk indeksi incelenebilmektedir.



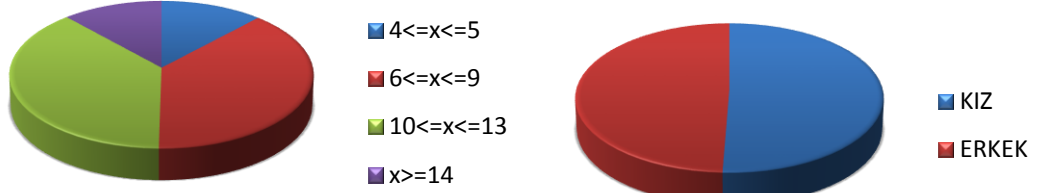
Şekil 6.19. TED Kocaeli Koleji Kız Öğrencileri Ortalama Hızı



Şekil 6.20. TED Kocaeli Koleji Erkek Öğrencileri Ortalama Hızı

$4 \leq x \leq 5$	93
$6 \leq x \leq 9$	298
$10 \leq x \leq 13$	296
$x \geq 14$	291

Kız	394
Erkek	384



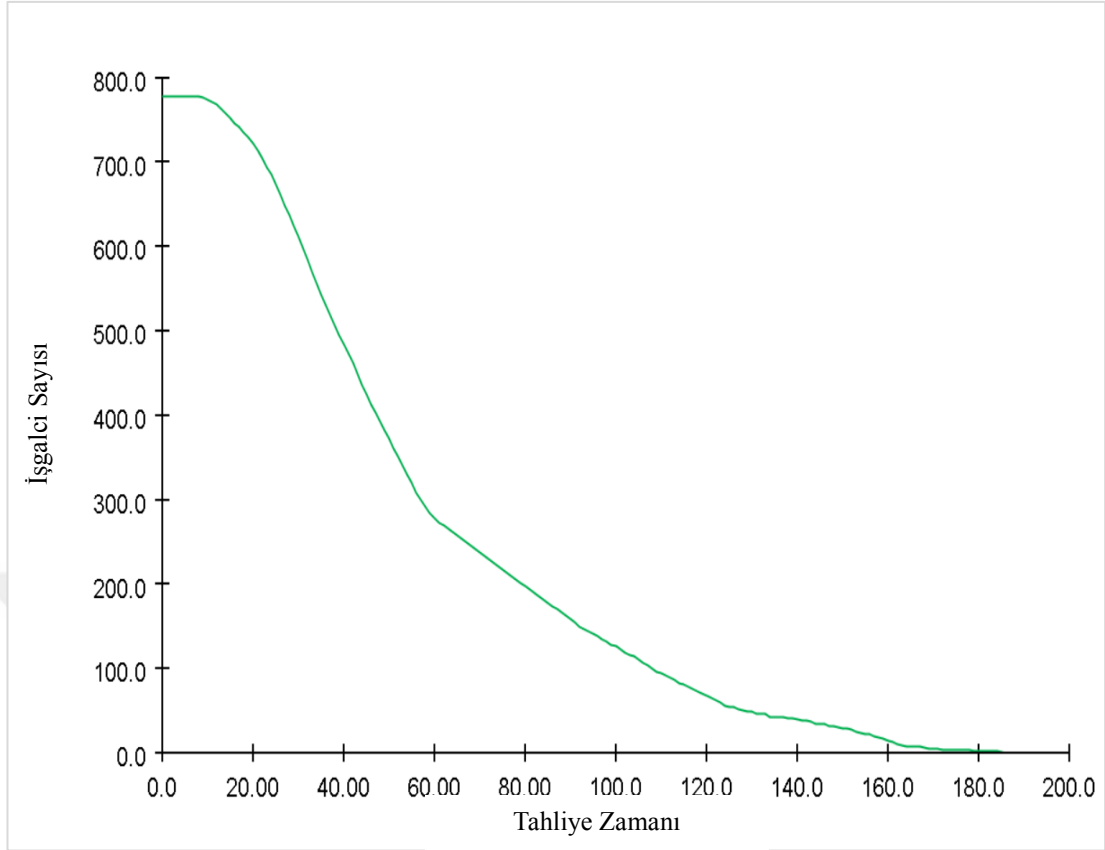
Şekil 6.21. Öğrencilerin Cinsiyet ve Yaş Durumları

6.2.2. TED Kocaeli Koleji eğitimsiz tahliye

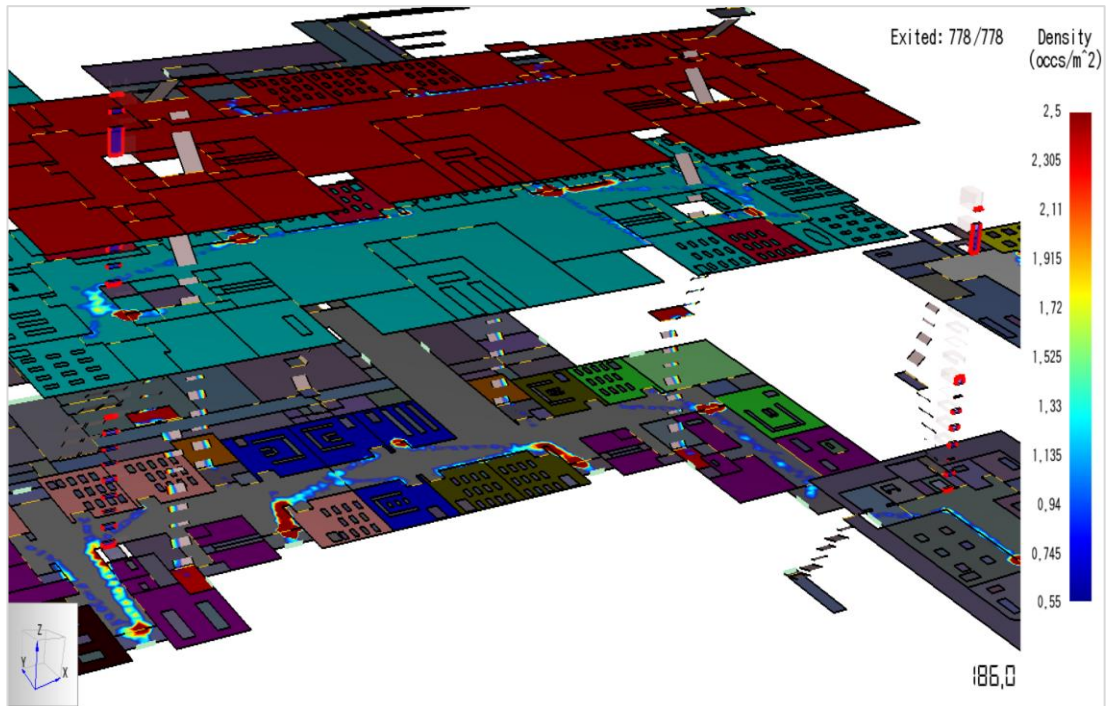
TED Kocaeli Koleji Eğitim yapısında ilk aşamada öğrencilerin ve öğretmenlerin tahliye konusunda özel bir eğitim almadığı koşul göz önüne alınarak 6 Nisan 2018 tarih ve saat 14:00:00 - 14:03:06 arası gerçek tahliye tatbikatı yapılmış ve tahliye süresinin 186 sn olduğu tespit edilmiştir. Tatbikat 2 seyyar, 15 sabit kamera ile kayıt altına alınmıştır. Seyyar kameraların biri okulun acil toplanma bölgesini ve acil çıkış kapılarını görecektir şekilde, diğer seyyar kamera ise yapı içinde hareketli olacak şekilde kullanılmıştır. 15 adet sabit kamera ise okulun güvenlik kayıt kameraları olup her kattaki 3 adet kamera yapı içinde yapı kullanıcılarının akışını kaydetmekte ve toplanma alanındaki 2 adet kamera ise acil çıkış kapılarındaki yapı kullanıcılarının kapı çıkış yoğunluğunu kayıt etmiştir.



Şekil 6.22. Hareketli ve Sabit Kameraların Konumları

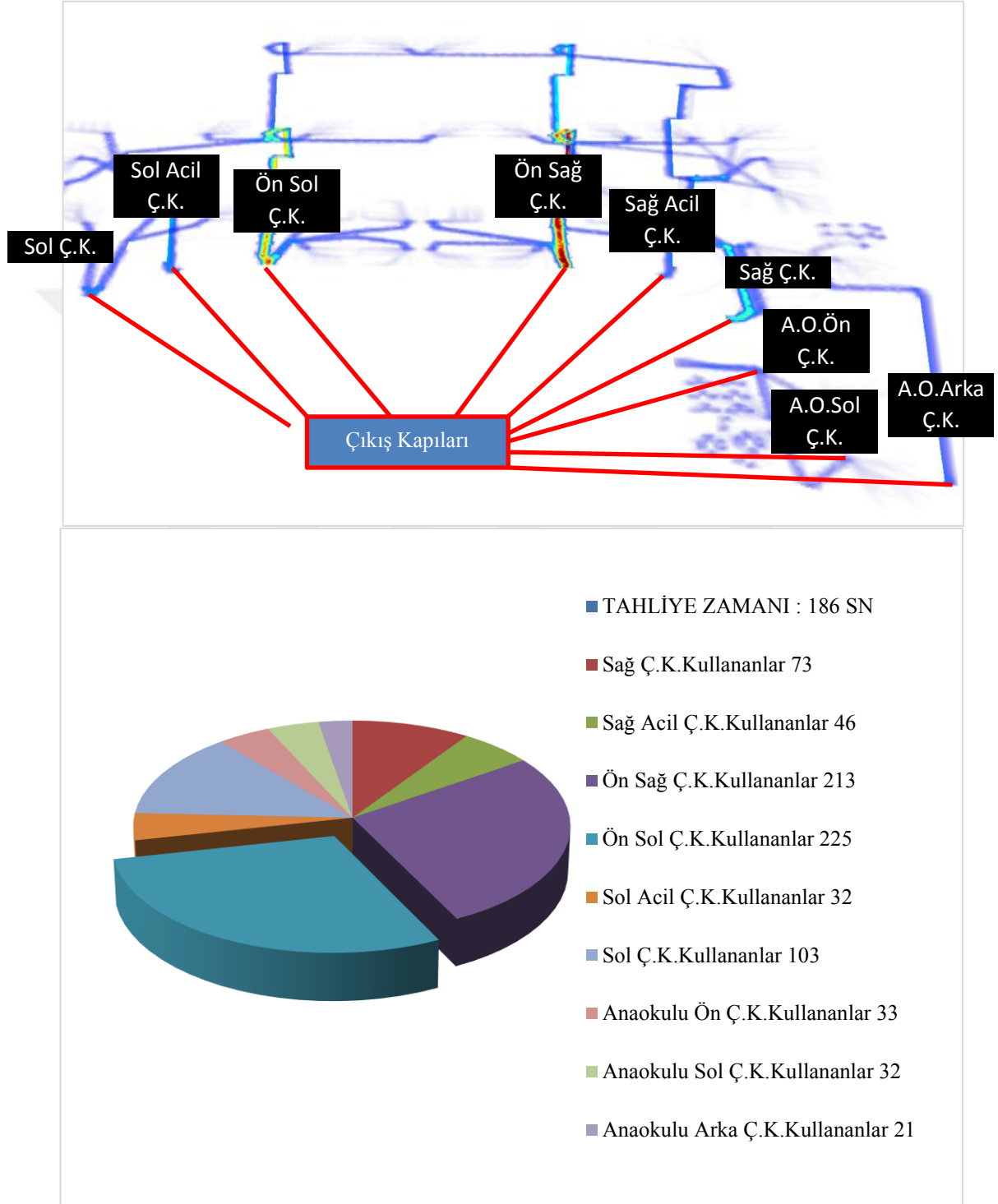


Şekil 6.23. Eğitimsiz Tahliye Süresi



Şekil 6.24. Eğitimsiz Acil Çıkış Yolları Yoğunluğu

Eğitimsiz tahliye tatbikatının koşulları Pathfinder Simülasyon Programına yapı ve yapı kullanıcı bilgileri girilerek çalıştırılmış olup yapı kullanıcılarının çıkış kapısı tercihleri Şekil 6.24.'de belirtilmiştir.



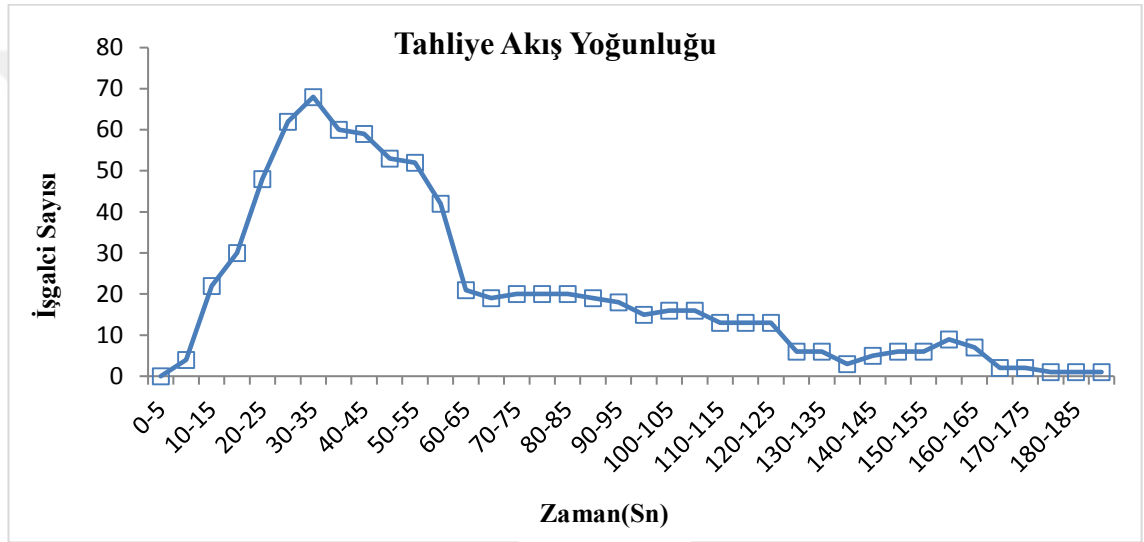
Şekil 6.25. Eğitimsiz Tahliyede Yapı Kullanıcılarının Acil Çıkış Kapısı Tercihleri

Tablo 6.1. Eğitimsiz Tahliye Akış/Zaman Dağılımı

Zaman (saniye)	Yapı Kullanıcısı Tahliye	Birim Zamanda Yapı Kullanıcısı Tahliye Sayısı
0-5	0/778	0
5-10	4/778	4
10-15	26/778	22
15-20	56/778	30
20-25	104/778	48
25-30	166/778	62
30-35	234/778	68
35-40	294/778	60
40-45	353/778	59
45-50	406/778	53
50-55	458/778	52
55-60	500/778	42
60-65	521/778	21
65-70	540/778	19
70-75	560/778	20
75-80	580/778	20
80-85	600/778	20
85-90	619/778	19
90-95	637/778	18
95-100	652/778	15
100-105	668/778	16
105-110	684/778	16
110-115	697/778	13
115-120	710/778	13
120-125	723/778	13
125-130	729/778	6
130-135	735/778	6
135-140	738/778	3
140-145	743/778	5
145-150	749/778	6
150-155	755/778	6

Tablo 6.1. (Devamı)

Zaman (saniye)	Yapı Kullanıcısı Tahliye	Birim Zamanda Yapı Kullanıcısı Tahliye Sayısı
155-160	764/778	9
160-165	771/778	7
165-170	773/778	2
170-175	775/778	2
175-180	776/778	1
180-185	777/778	1
185-190	778/778	1



Şekil 6.26. Eğitimsiz Tahliye Akış Yoğunluğu

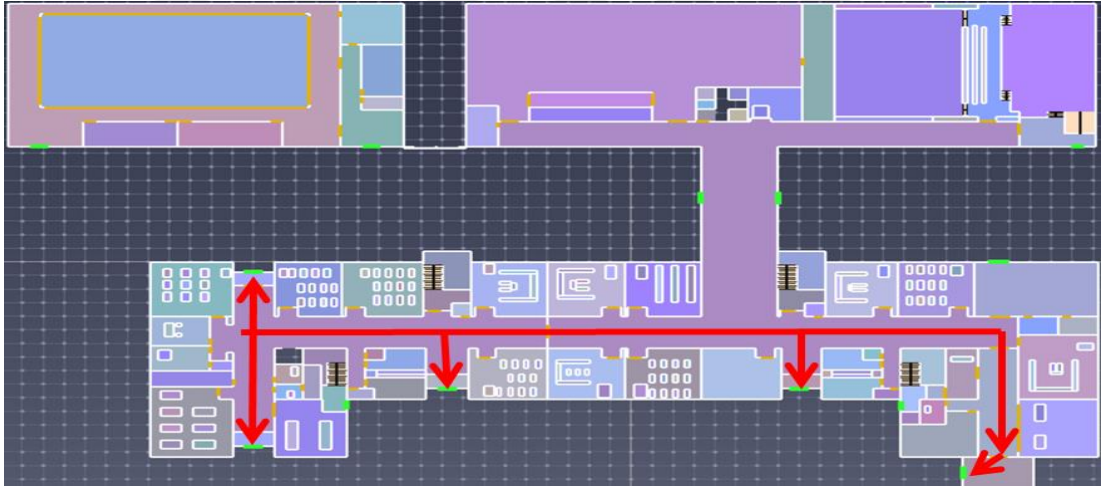
6.2.3. Tahliye eğitimleri

Eğitimsiz tahliyede yapı kullanıcıları hatalı acil çıkış yollarını tercih etmişlerdir. Bunun sonucunda ise tahliye süresi 186 sn. olarak ölçülmüştür. Tahliyenin sağlıklı bir şekilde oluşturulması için öğrencilere yaş gruplarına göre tahliye anında nasıl davranmaları gerektiğine dair özel eğitim konferansları düzenlenmiştir.



Şekil 6.27. Öğrencilere Tahliye Eğitimi

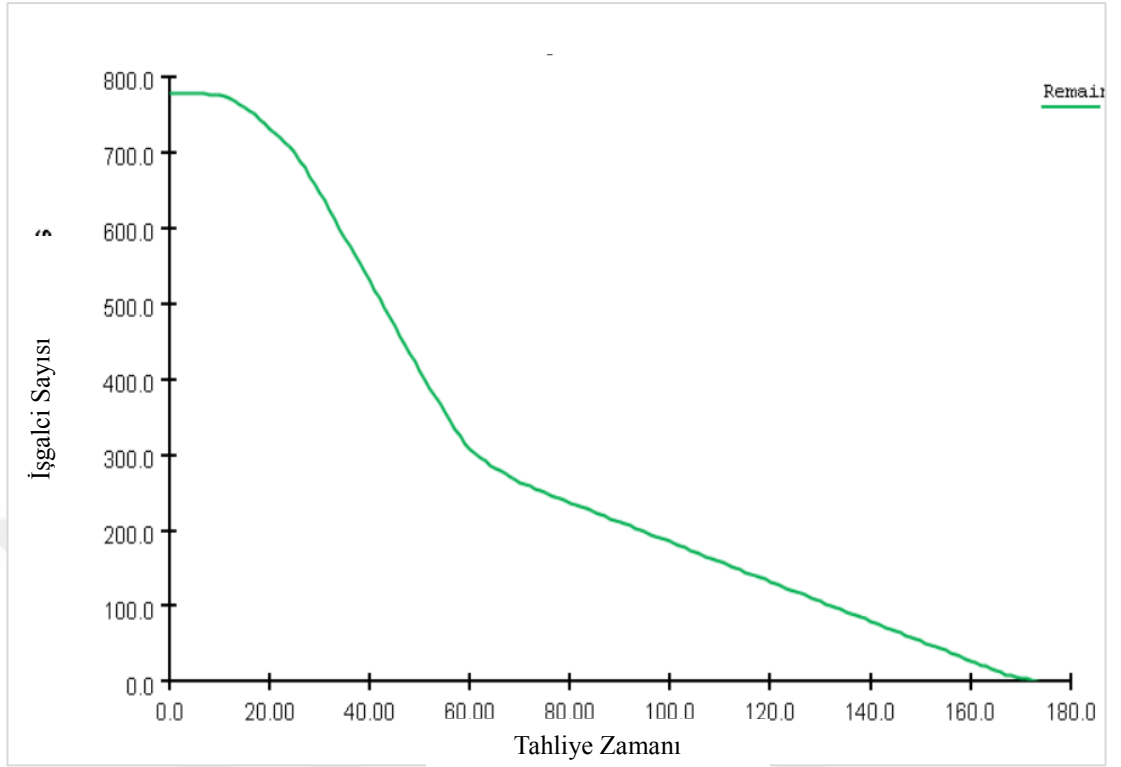
Ayrıca öğretmenler de acil durum anında öğrencileri nasıl yönlendirmeleri gerektiğini ve hangi yolları izleyerek binayı terk etmeleri gerektiğini anlatan özel bir eğitim konferansı yapılmıştır.



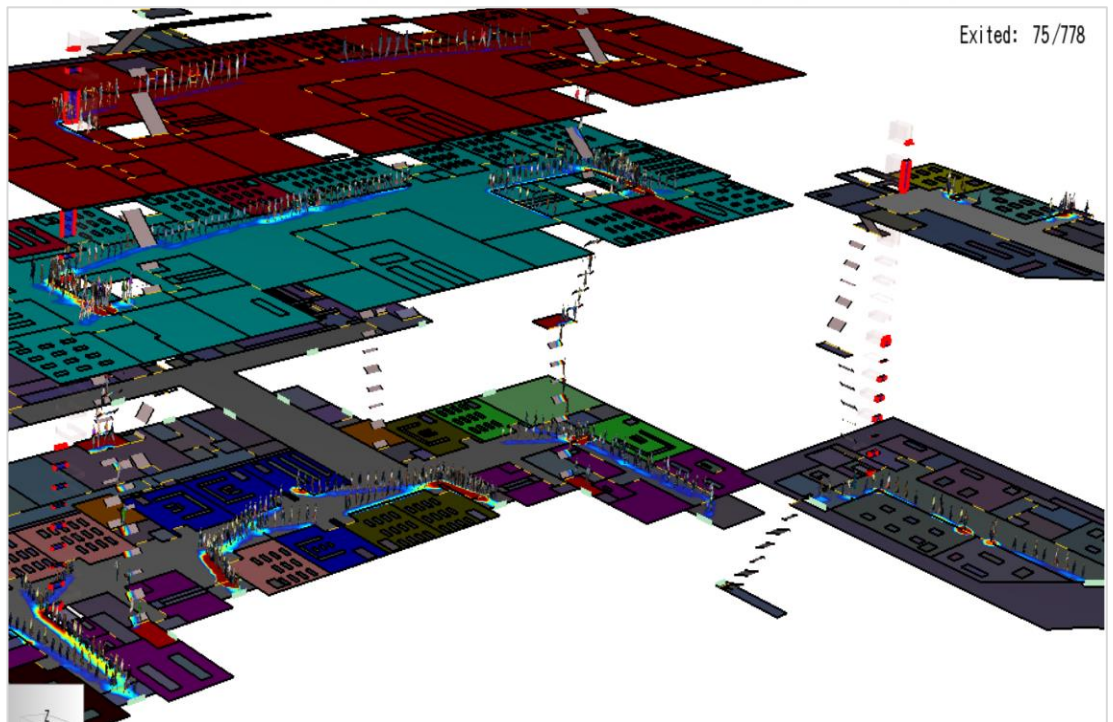
Şekil 6.28. Kaçış Yolları

6.2.4. Birinci eğitimli tahliye

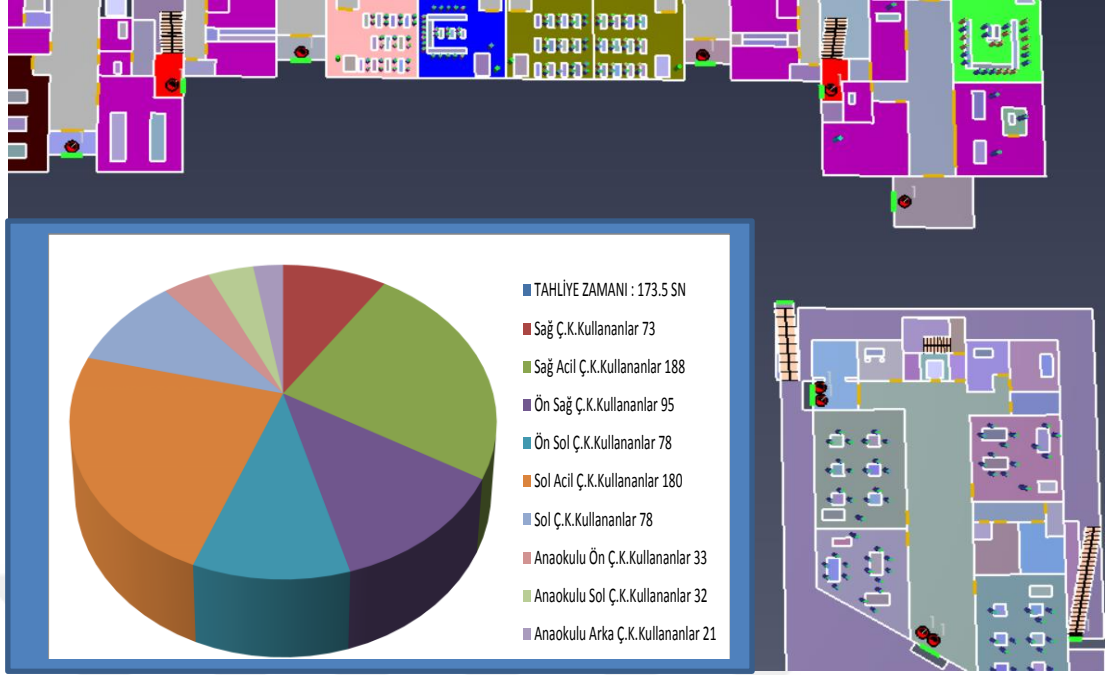
Eğitim konferansından sonra birinci tahliye deneyi fiziki olarak yapılmıştır. Yapılan deney aynı koşullarda Pathfinder Tahliye Simülasyon Programı'nda modellenmiştir. 12 Nisan 2018 tarih ve saat: 14:00:00 - 14:02:53:50 arası yapılan acil durum tahliye süresi 173.5 sn olarak ölçülmüştür.



Şekil 6.29. Birinci Eğitimli Tahliye Süresi



Şekil 6.30. Birinci Eğitimli Acil Çıkış Yolları Yoğunluğu



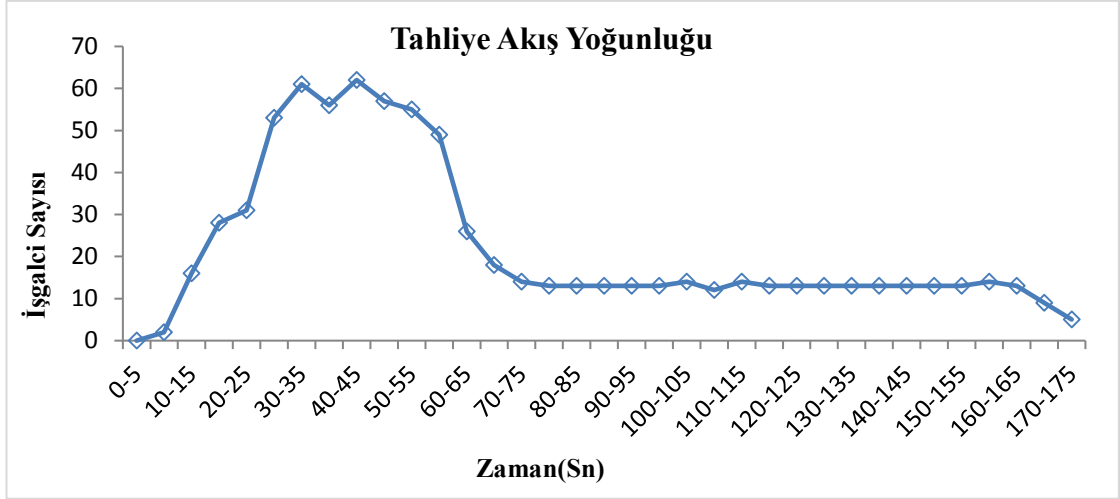
Şekil 6.31. İşgalcilerin Acil Çıkış Kapısı Tercihleri

Tablo 6.2. Birinci Eğitimli Tahliye Akış/Zaman Dağılımı

Zaman (saniye)	Yapı Adedi	Kullanıcısı	Tahliye	Birim Zamanda Yapı	Kullanıcısı	Tahliye Sayısı
0-5	0/778			0		
5-10	2/778			2		
10-15	18/778			16		
15-20	46/778			28		
20-25	77/778			31		
25-30	130/778			53		
30-35	191/778			61		
35-40	247/778			56		
40-45	309/778			62		
45-50	366/778			57		
50-55	421/778			55		
55-60	470/778			49		
60-65	496/778			26		
65-70	514/778			18		
70-75	528/778			14		

Tablo 6.2. (Devamı)

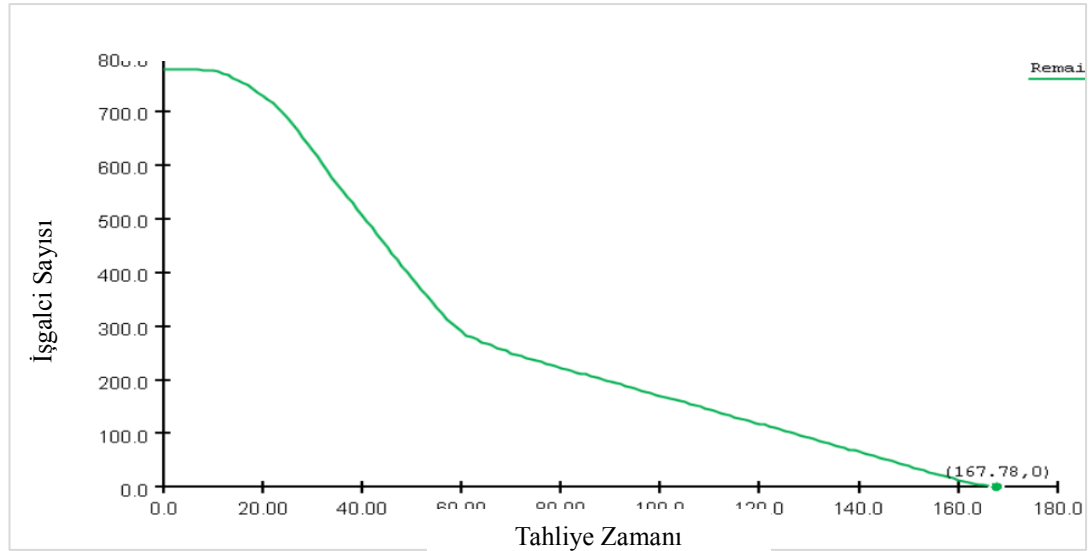
Zaman (saniye)	Yapı Kullanıcısı Tahliye Adedi	Birim Zamanda Yapı Kullanıcısı Tahliye Sayısı
75-80	541/778	13
80-85	554/778	13
85-90	567/778	13
90-95	580/778	13
95-100	593/778	13
100-105	607/778	14
105-110	619/778	12
110-115	633/778	14
115-120	646/778	13
120-125	659/778	13
125-130	672/778	13
130-135	685/778	13
135-140	698/778	13
140-145	711/778	13
145-150	724/778	13
150-155	737/778	13
155-160	751/778	14
160-165	764/778	13
165-170	773/778	9
170-175	778/778	5



Şekil 6.32. Birinci Eğitimli Tahliye Akış Yoğunluğu

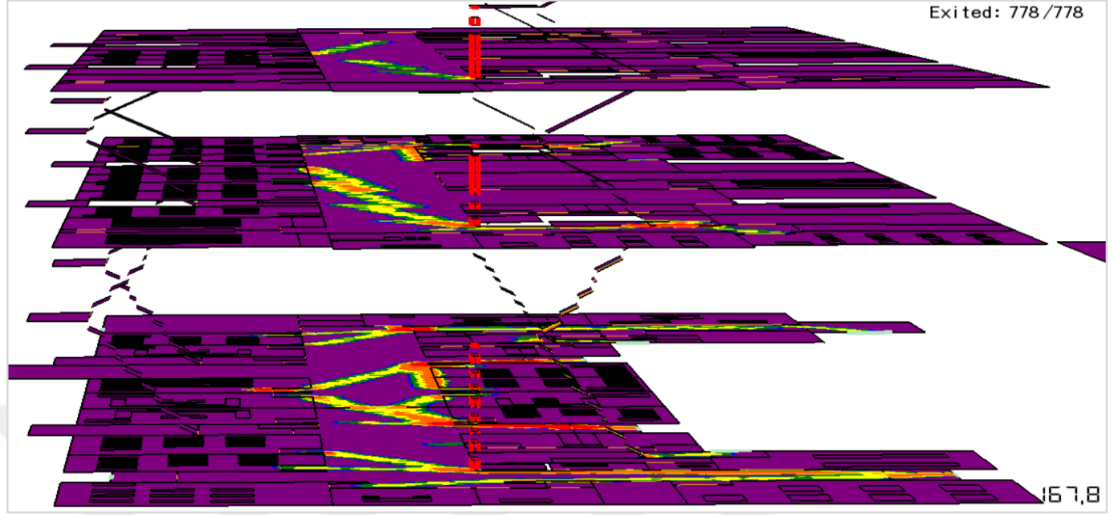
6.2.5. İkinci eğitimli tahliye

Öğretmenlere ikinci kez eğitim konferansı verilmiştir. Sonra ikinci tahliye deneyi fiziki olarak yapılmıştır. Yapılan deney aynı koşullarda Pathfinder Tahliye Simülasyon Programı'nda modellenmiştir. 14 Mayıs 2018 tarih ve saat: 14:00:00 - 14:02:46:00 arası yapılan acil durum tahliye süresi 166 sn olarak ölçülmüştür. Bunun sebebi bina yapı kullanıcılarının psikolojik özellik ve durumlarından kaynaklanmaktadır.

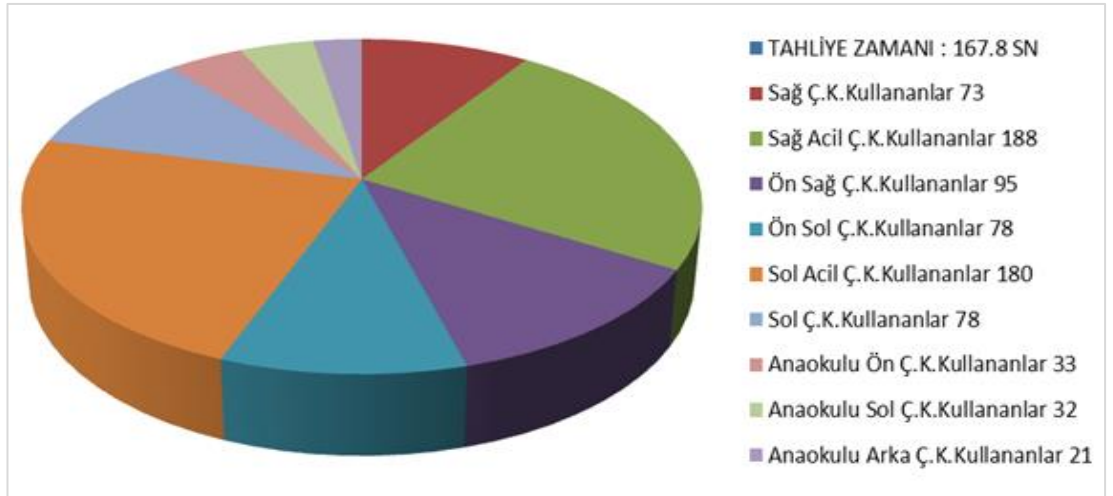
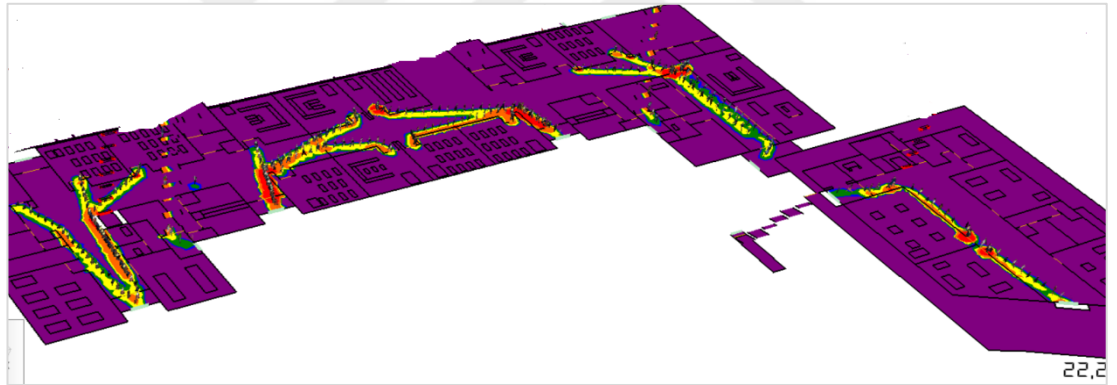


Şekil 6.33. İkinci Eğitimli Tahliye Süresi

İkinci eğitimli tahliye deneyinde kaçış yollarındaki akış yoğunluğunda kısmi azalmalar oluşmuştur.



Şekil 6.34. İkinci Eğitimli Acil Çıkış Yolları Yoğunluğu



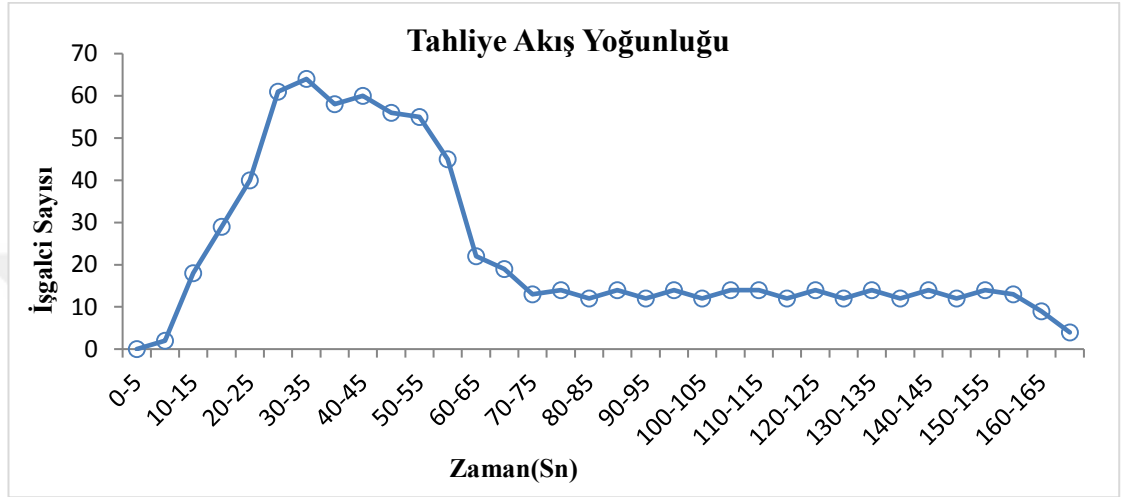
Şekil 6.35. İşgalcilerin Acil Çıkış Kapısı Tercihleri

Tablo 6.3. İkinci Eğitimli Tahliye Akış/Zaman Dağılımı

Zaman (saniye)	Yapı Kullanıcısı Tahliye	Birim Zamanda Yapı Kullanıcısı Tahliye Sayısı
0-5	0/778	0
5-10	2/778	2
10-15	20/778	18
15-20	49/778	29
20-25	89/778	40
25-30	150/778	61
30-35	214/778	64
35-40	272/778	58
40-45	332/778	60
45-50	388/778	56
50-55	443/778	55
55-60	488/778	45
60-65	510/778	22
65-70	529/778	19
70-75	542/778	13
75-80	556/778	14
80-85	568/778	12
85-90	582/778	14
90-95	594/778	12
95-100	608/778	14
100-105	620/778	12
105-110	634/778	14
110-115	648/778	14
115-120	660/778	12
120-125	674/778	14
125-130	686/778	12
130-135	700/778	14
135-140	712/778	12
140-145	726/778	14
145-150	738/778	12
150-155	752/778	14

Tablo 6.3. (Devamı)

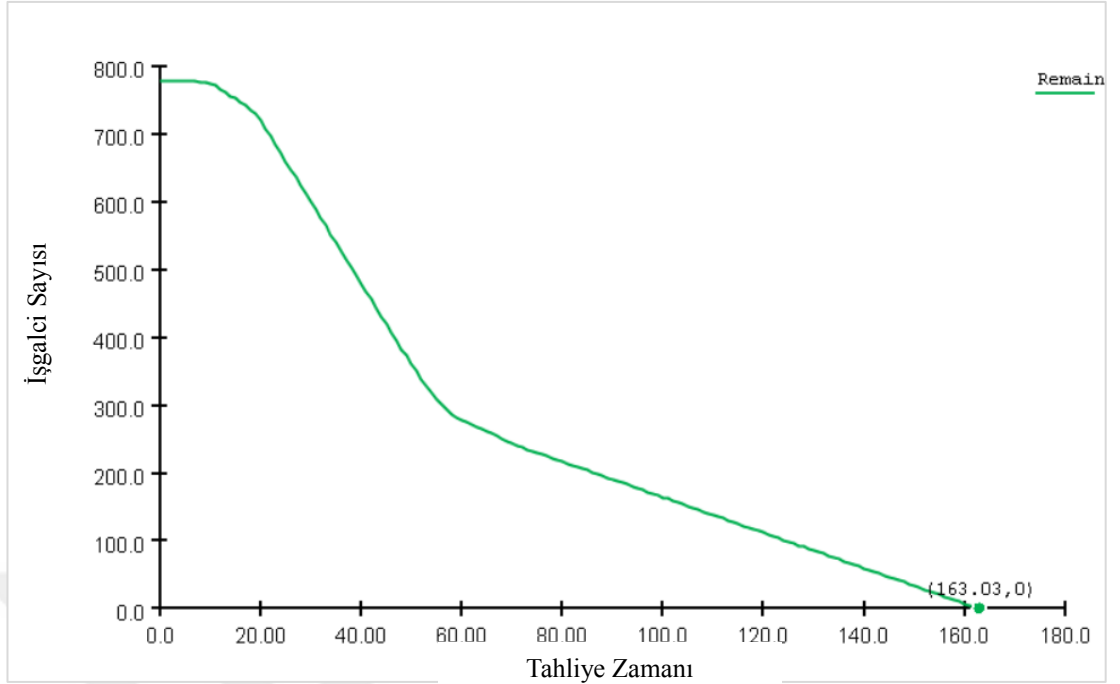
Zaman (saniye)	Yapı Kullanıcısı Tahliye	Birim Zamanda Yapı Kullanıcısı Tahliye Sayısı
155-160	765/778	13
160-165	774/778	9
165-170	778/778	4



Şekil 6.36. İkinci Eğitimli Tahliye Akış Yoğunluğu

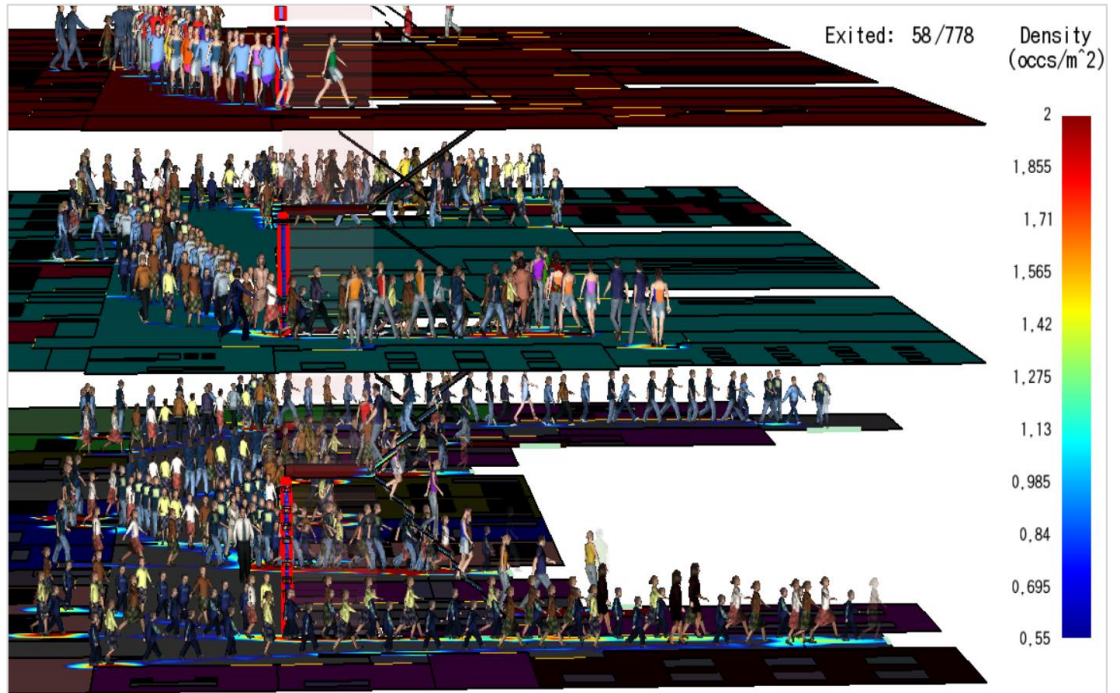
6.2.6. Üçüncü eğitimli tahliye

İkinci eğitimli tahliye deneyinde bazı yapı kullanıcıları normal kullanım merdivenlerini kullandığı kamera kayıtlarından tespit edilmiştir. İşgalcilere yürüyüş anında tahliye ekiplerinde görevli öğretmenlerinin yönlendirmelerine uymaları konusunda bilgilendirme yapılmıştır. Sonra üçüncü tahliye deneyi fiziki olarak 14 Mayıs 2018 tarih ve saat: 14:00:00 - 14:02:43:00 arasında acil durum tahliye süresi 163 sn olarak ölçülmüştür. Pathfinder Tahliye Simülasyon Programına yapı kullanıcılarının tahliye ekiplerinin yönlendirmelerine riayet etmeleri kodlanmıştır. Bunun sonucunda gerçek tahliye deneyi ile düzeltilmiş simülasyondaki deney çıkış süresi (142.78 sn) arasında 20,22 sn fark oluşmuştur.

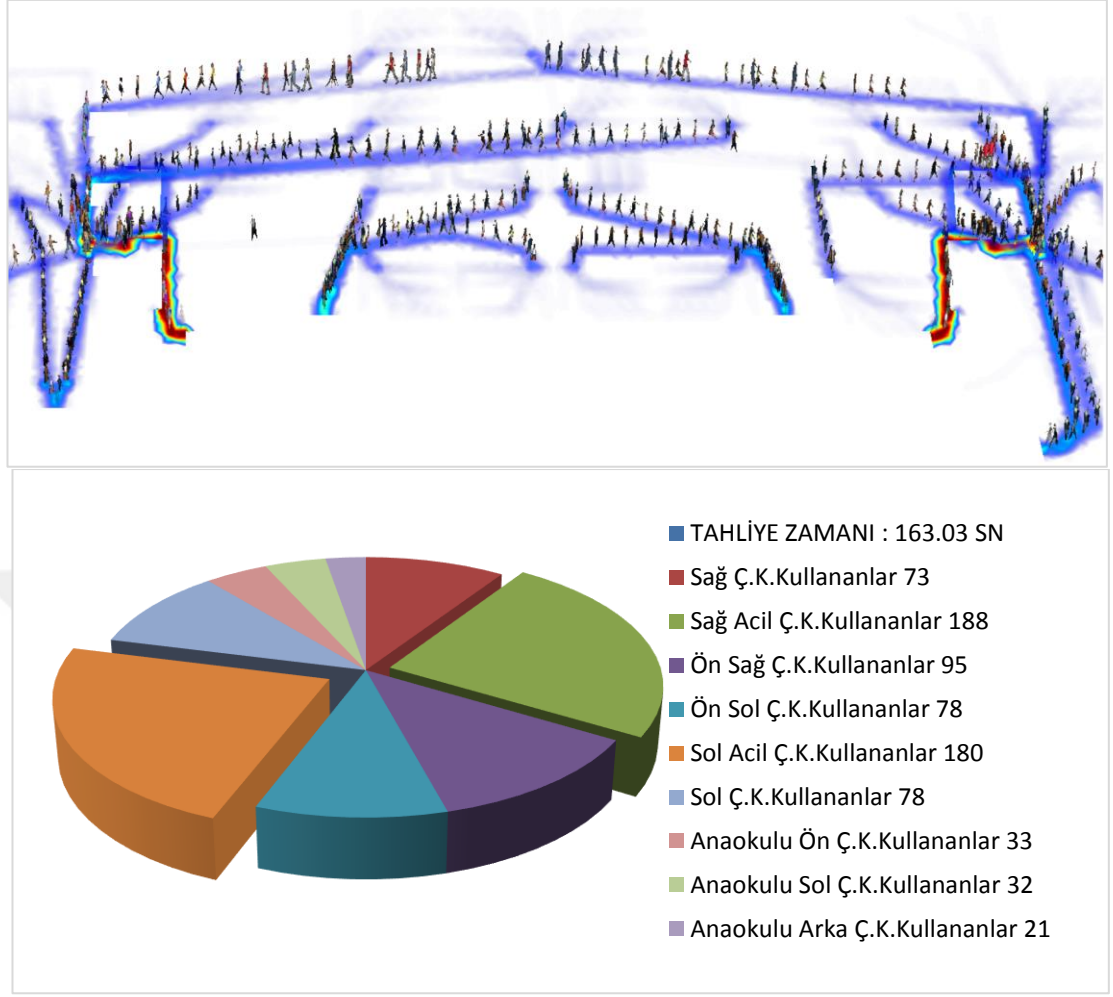


Şekil 6.37. Üçüncü Eğitimli Tahliye Süresi

Üçüncü eğitimli tahliye deneyinde kaçış yollarındaki akış yoğunluğunda ikinci tahliye deneyine göre kısmi azalmalar olduğu Şekil 6.37.'den anlaşılmaktadır.



Şekil 6.38. Üçüncü Eğitimli Acil Çıkış Yolları Yoğunluğu



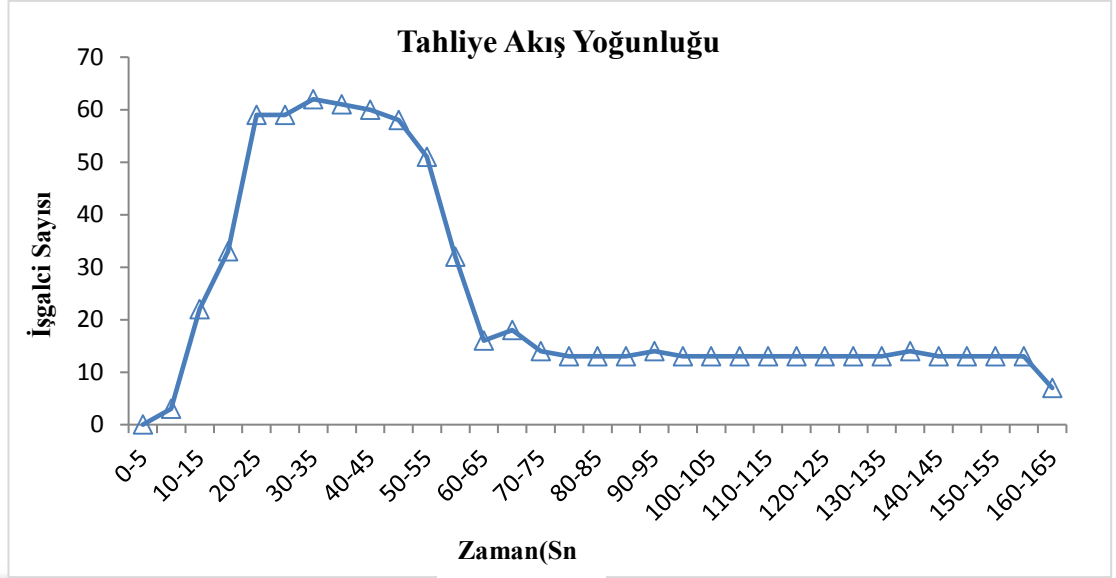
Şekil 6.39. Yapı Kullanıcılarının Acil Çıkış Kapısı Tercihleri

Tablo 6.4. Üçüncü Eğitimli Tahliye Akış/Zaman Dağılımı

Zaman (saniye)	Yapı Kullanıcısı Tahliye	Birim Zamanda Yapı Kullanıcısı Tahliye Sayısı
0-5	0/778	0
5-10	3/778	3
10-15	25/778	22
15-20	58/778	33
20-25	117/778	59
25-30	176/778	59
30-35	238/778	62
35-40	299/778	61
40-45	359/778	60

Tablo 6.4. (Devamı)

Zaman (saniye)	Yapı Kullanıcısı Tahliye	Birim Zamanda Yapı Kullanıcısı Tahliye Sayısı
45-50	417/778	58
50-55	468/778	51
55-60	500/778	32
60-65	516/778	16
65-70	534/778	18
70-75	548/778	14
75-80	561/778	13
80-85	574/778	13
85-90	587/778	13
90-95	601/778	14
95-100	614/778	13
100-105	627/778	13
105-110	640/778	13
110-115	653/778	13
115-120	666/778	13
120-125	679/778	13
125-130	692/778	13
130-135	705/778	13
135-140	719/778	14
140-145	732/778	13
145-150	745/778	13
150-155	758/778	13
155-160	771/778	13
160-165	778/778	7



Şekil 6.40. Üçüncü Eğitimli Tahliye Akış Yoğunluğu

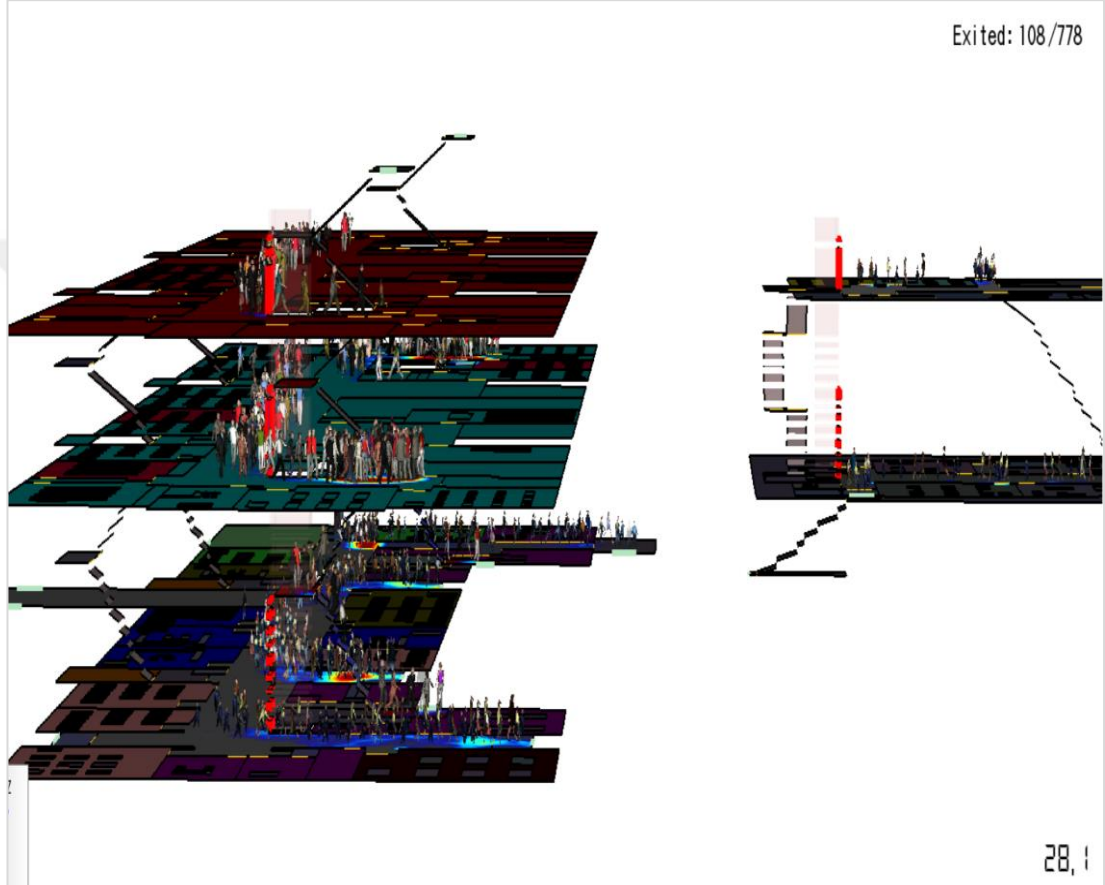
6.2.7. Dördüncü eğitimli tahliye

Pathfinder Tahliye Simülasyon Programına öğrencilerin, öğretmenlerin ve diğer yapı kullanıcılarının;

- Adım hızları,
- Omuz genişlikleri,
- Alarm tepki süreleri,
- Acil çıkış kapısı noktası kodlanması,
- Yürüyüş yolu tercihleri,
- İşgalcilerin birbiriyle çarpıştıkları andaki tepki süresi,
- Hızı azaltan etken,
- İşgalciler arasındaki mesafe,

- İşgalcilerin maksimum çıkış mesafesi,
- İşgalcilerin odada bekleme zamanı,

birimleri ve tahliye ekiplerinin yönlendirmelerine riayet etmeleri kodlanmıştır.



Şekil 6.41. Dördüncü Eğitimli Tahliye Simülasyon Görünümü

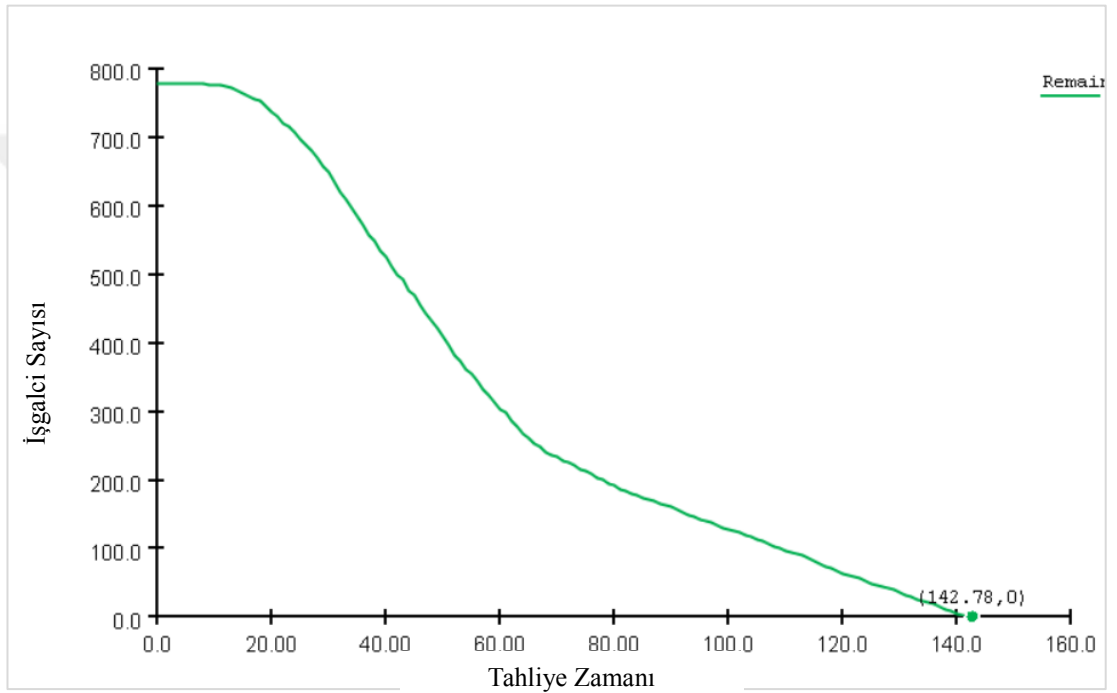
16 Kasım 2018 tarih ve saat 14:00:00 - 14:02:22:00 arasında yapılan dördüncü eğitimli tahliye deneyinde;

Öğretmen ve öğrencilerin en son eğitim gördükleri tarihten 16 Kasım 2018 tarihine kadarki zamandaki eğitim bilgisi ölçülmüştür.

Öğrenciler yürüyüş anında tahliye ekiplerinde görevli öğretmenlerinin yönlendirmelerine uygun bir biçimde hareket etmişlerdir.

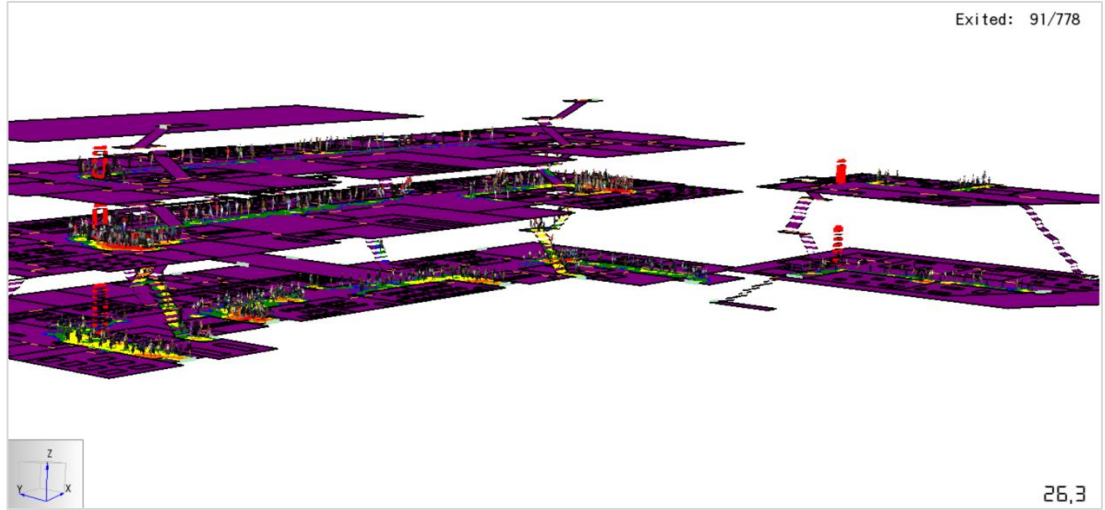
Bunun sonucunda 16 Kasım 2018 tarih ve saat 14:00:00 - 14:02:22:00 arasında gerçek acil durum tahliye süresi 142 sn, simülasyondaki tahliye çalışmasında 142,78 sn olarak ölçülmüştür.

Bunun sonucunda gerçek tahliye deneyi ile simülasyondaki deney çıkış süresi arasında 0,78 sn. fark oluşmuştur.



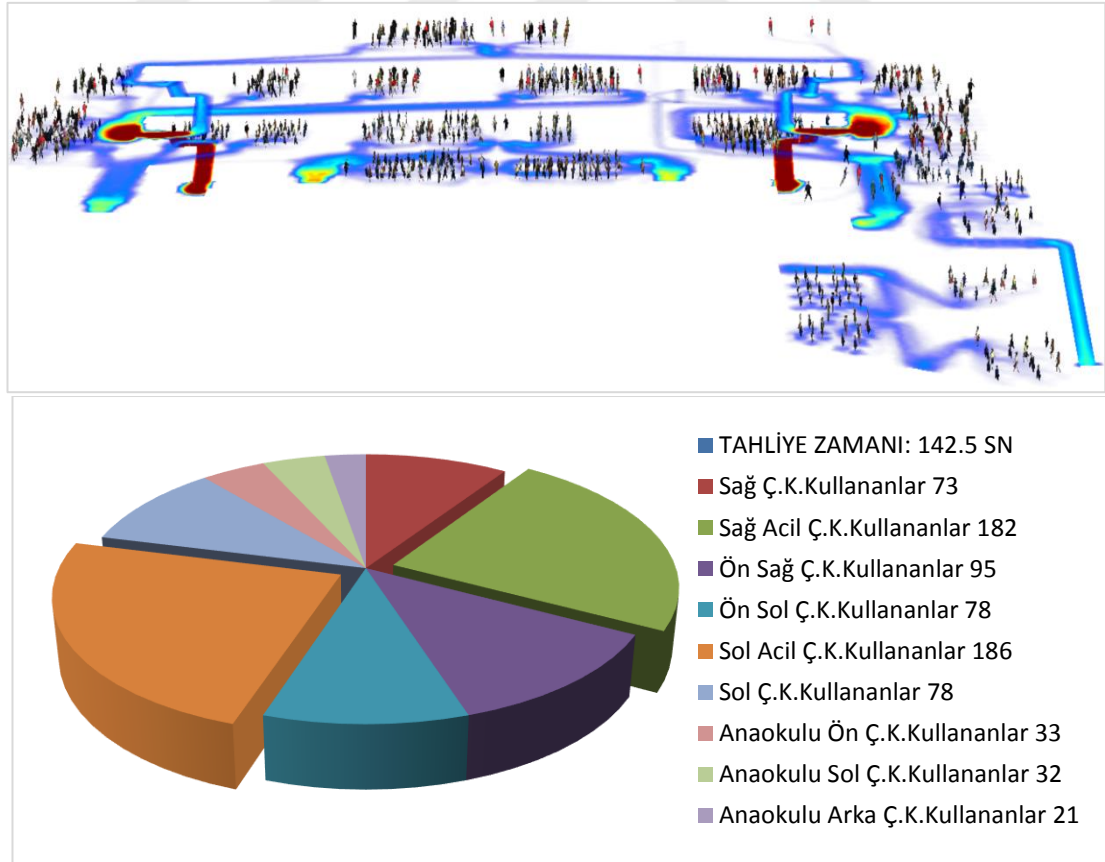
Şekil 6.42. Dördüncü Eğitimli Tahliye Süresi

Dördüncü eğitimli tahliye deneyinde kaçış yollarındaki akış yoğunluğunun nominal olduğu ve tahliye süresine olumlu etki ettiği gerçek ve simüle edilmiş deneyde görülmektedir.



Şekil 6.43. Dördüncü Eğitimli Acil Çıkış Yolları Yoğunluğu

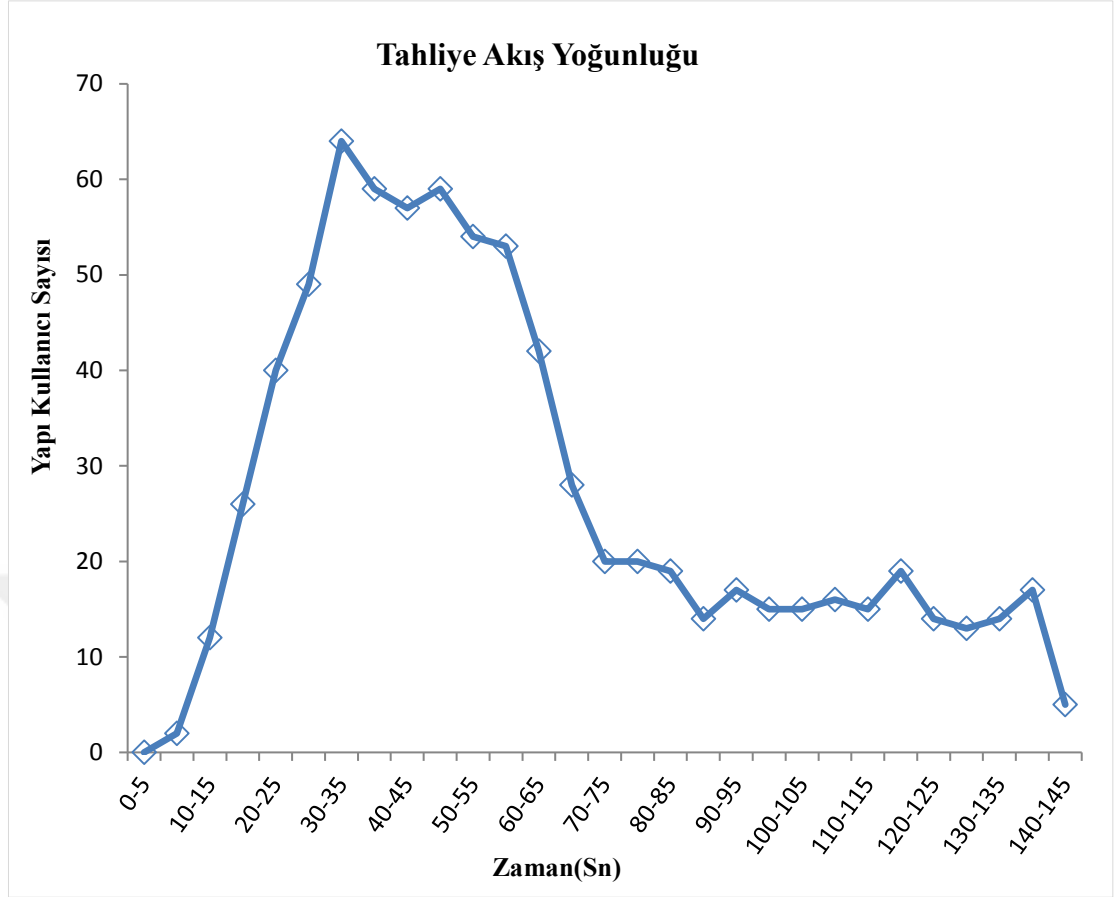
Acil çıkış kapısı tercihlerinde tahliye ekiplerinde görevli insanlara en optimum düzeyde tercihler öncelikle simülasyon programında çalışılmış ve gerçek tahliye uygulanmıştır. Bunun sonucunda tahliye en etkin süreye ulaşılmaktadır.



Şekil 6.44. Yapı Kullanıcılarının Acil Çıkış Kapısı Tercihleri

Tablo 6.5. Dördüncü Eğitimli Tahliye Akış/Zaman Dağılımı

Zaman (saniye)	Yapı Kullanıcısı Tahliye	Birim Zamanda Yapı Kullanıcısı Tahliye Sayısı
0-5	0/778	0
5-10	2/778	2
10-15	14/778	12
15-20	40/778	26
20-25	80/778	40
25-30	129/778	49
30-35	193/778	64
35-40	252/778	59
40-45	309/778	57
45-50	368/778	59
50-55	422/778	54
55-60	475/778	53
60-65	517/778	42
65-70	545/778	28
70-75	565/778	20
75-80	585/778	20
80-85	604/778	19
85-90	618/778	14
90-95	635/778	17
95-100	650/778	15
100-105	665/778	15
105-110	681/778	16
110-115	696/778	15
115-120	715/778	19
120-125	729/778	14
125-130	742/778	13
130-135	756/778	14
135-140	773/778	17
140-145	778/778	5



Şekil 6.45. Dördüncü Eğitimli Tahliye Akış Yoğunluğu

6.3. Tüm Verilerin Karşılaştırılması

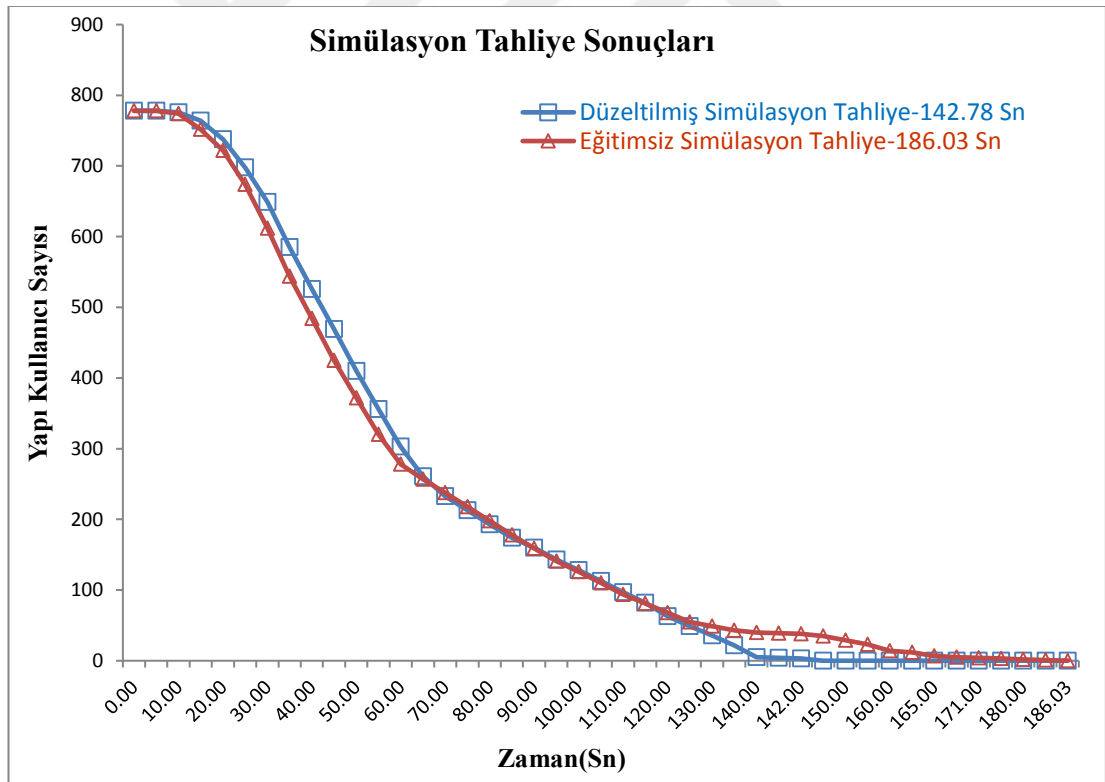
Tahliye eğitimi verilmeden gerçekleştirilen tahliye tatbikatı sonucunda hatalar;

- Tahliye süresinin nominal değerin üzerinde olması,
- Öğrencilerin panik hali,
- Acil çıkış yollarını kullanmamaları,
- Gerçekleşen akış yoğunluğu gözlemlenmiştir.

Tüm yaşanan bu hatalar neticesinde öğrenciler yaş gruplarına göre ayrılarak, bu gruplara yaş özelliklerine ve öğrenme seviyelerine uygun tahliye eğitim semineri verilmiştir.

Bu eğitim seminerlerinde öğrencilere ve okul personeline, acil durum kaçış yolları ve merdivenleri, acil aydınlatma ve yönlendirme işaretleri, acil çıkış kapıları, acil durum tahliye planı, acil toplanma alanları, tahliye anında yürüme hızları ve tahliye ekiplerine riayet ile ilgili açıklayıcı, aydınlatıcı bilgiler verilmiştir.

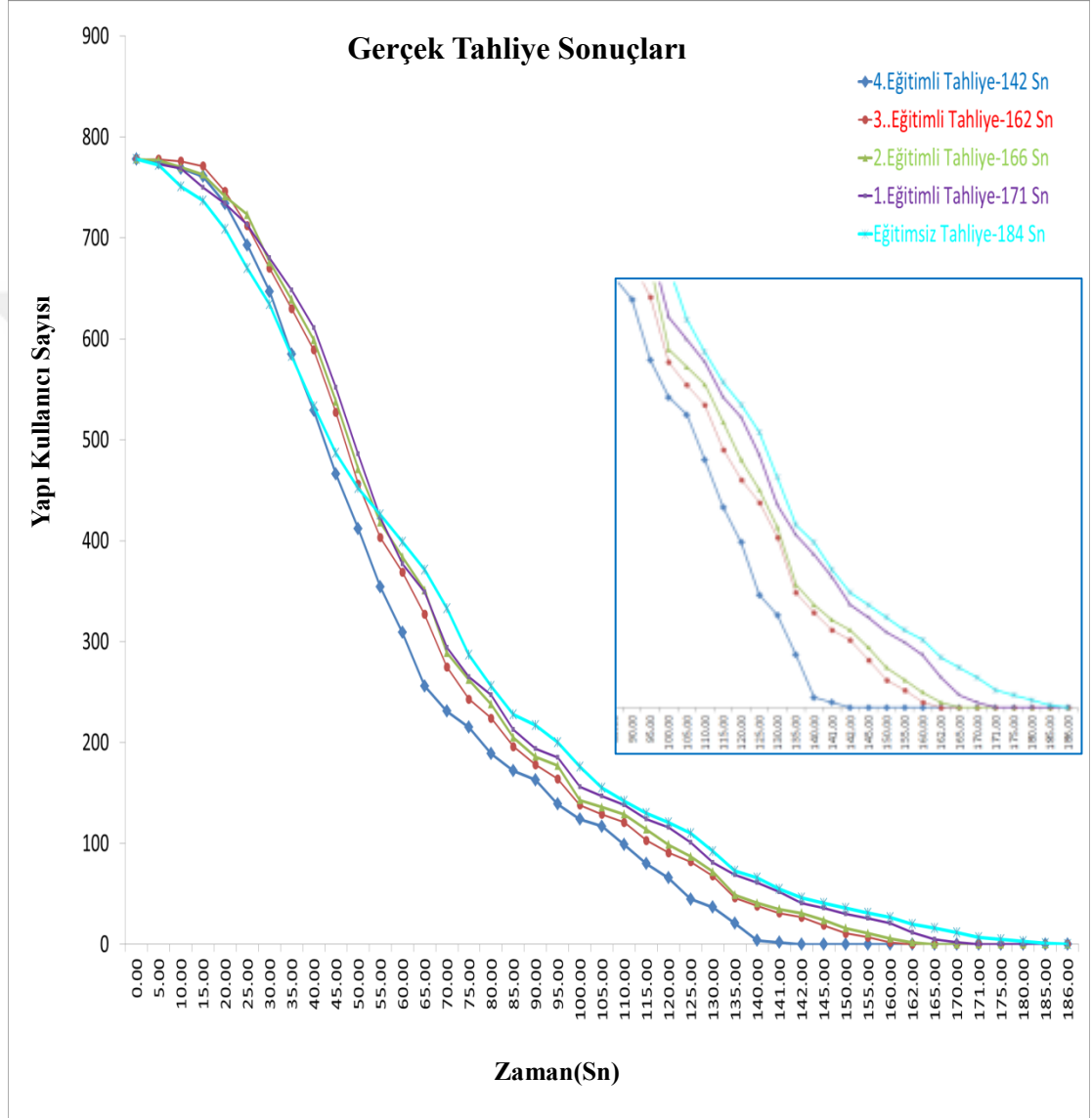
Eğitim yapılarında nominal tahliye süresinin 180 sn olduğunu göz önünde bulundursak tahliye simülasyonunda da yer alan 142,8 sn tahliye süresi ile birebir maksimum düzeyde uyum olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Eğitimsiz ve düzeltilmiş simülasyon tahliye süreleri arasında %24 fark olduğu görülmüştür.



Şekil 6.46. Simülasyon Tahliye Zaman Sonuçları

Gerçek tahliye sonuçları grafiği incelendiğinde simüle edilmiş tahliye ile 110. saniyeye kadar benzer akış ve yoğunluk olduğu görülmektedir. 120. saniyeden

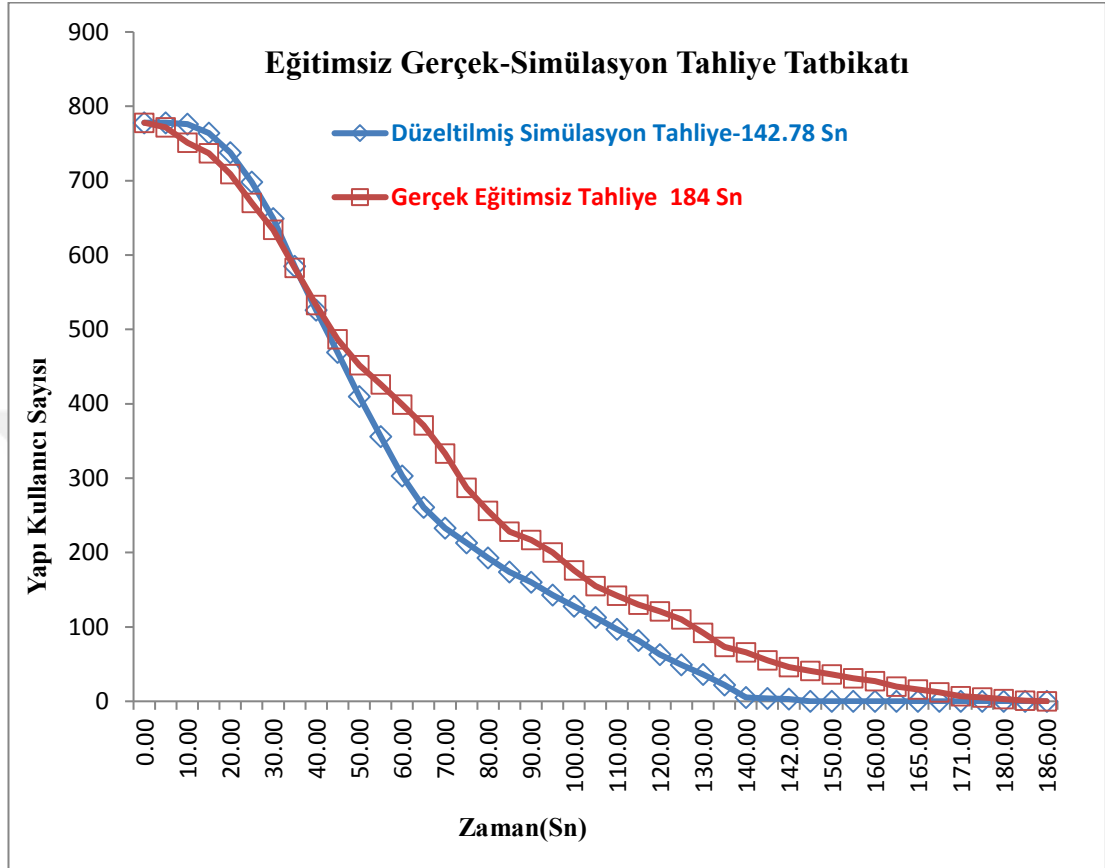
itibaren eğitimsiz tahliyedeki farklar simülasyondaki koridor ve merdivenlerdeki yoğunlukların gerçek tahliye tatbikatındaki değerler ile örtüşmediği tespit edilmiş ve yapı kullanıcılarındaki sürü psikolojilerindeki değişkenlikten kaynaklandığı değerlendirilmiştir.



Şekil 6.47. Gerçek Tahliye Tatbikatı

Eğitimsiz olarak yapılan tahliye tatbikatında gerçek tahliye tatbikatı ile düzeltilmiş simülasyon grafiği 40. saniyeye kadar benzer akış ve yoğunluk göstermektedir. 50. saniyeden itibaren belirgin bir şekilde akış ve yoğunluktaki farklar bize simülasyonda düzensiz ve kurallara kısmen riayet edilen bir tahliye tatbikatı

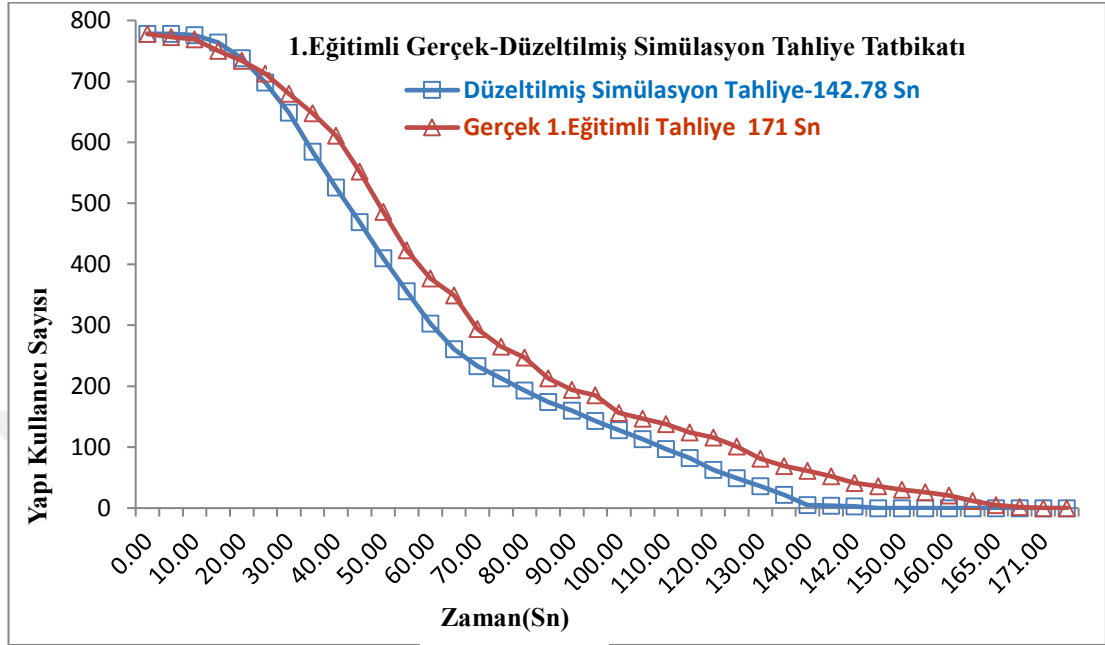
yapıldığı ve kapılarda yığılmalar olduğu ve gerçek eğitimsiz tahliye süresi ile düzeltilmiş simülasyon tahliye süresi arasında %23 fark olduğu görülmektedir.



Şekil 6.48. Eğitimsiz Gerçek ve Düzeltilmiş Simülasyon Tahliye Tatbikatı Karşılaştırması

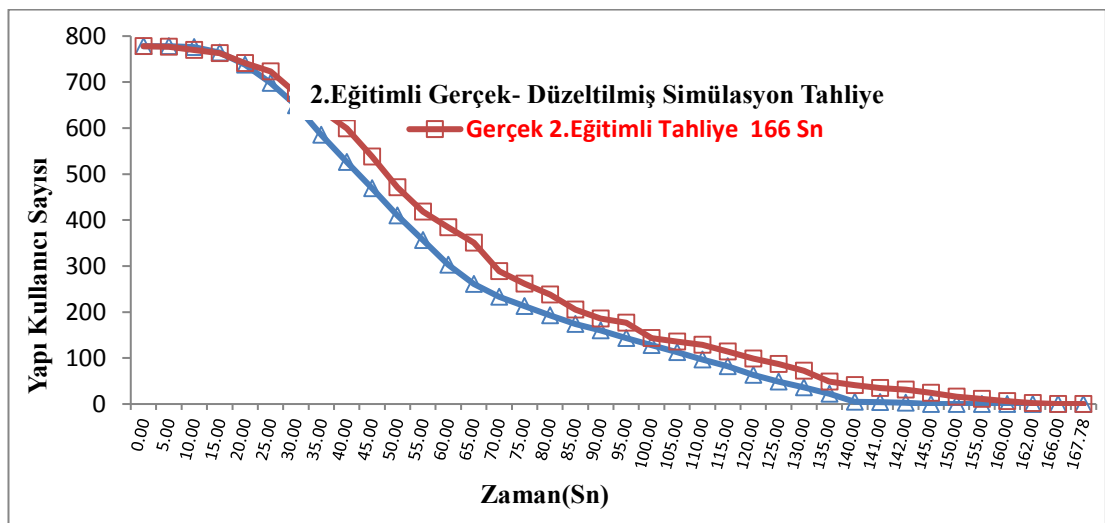
Öğretmen ve öğrencilere doğru tahliyenin nasıl olması gerektiği ile ilgili eğitim semineri verilmiş ve sonrasında 1.eğitim tahliye tatbikatı, yapı kullanıcılarının antropometrik özellikleri, bina yapı teknik özellikleri ve BYKHY-2015 te belirtilen ilgili maddeler çerçevesinde gerçek olarak yapılmıştır. Sonrasında gerçek tahliyenin verileri Pathfinder simülasyon programına girilmiş ve simülasyon çalıştırıldığında aşağıdaki grafik sonucu elde edilmiştir. Şekil 6.49.'a göre 25. saniyeye kadar benzer akış ve yoğunluk görülmektedir. 30. saniyeden itibaren gerçek ve simüle edilmiş tahliye arasındaki yoğunluk farkı merdivenlerdeki birikimleri, kısmen düzenli bir tatbikat olduğunu, gerçek tahliye süresinin 171 saniyeye düştüğünü ve eğitim seminerlerinin kısmen faydalı olduğunu göstermektedir. Ayrıca 1.gerçek eğitilmiş

tahliye süresi ile düzeltilmiş simülasyon tahliye süresi arasında %17 fark olduğu görülmektedir.



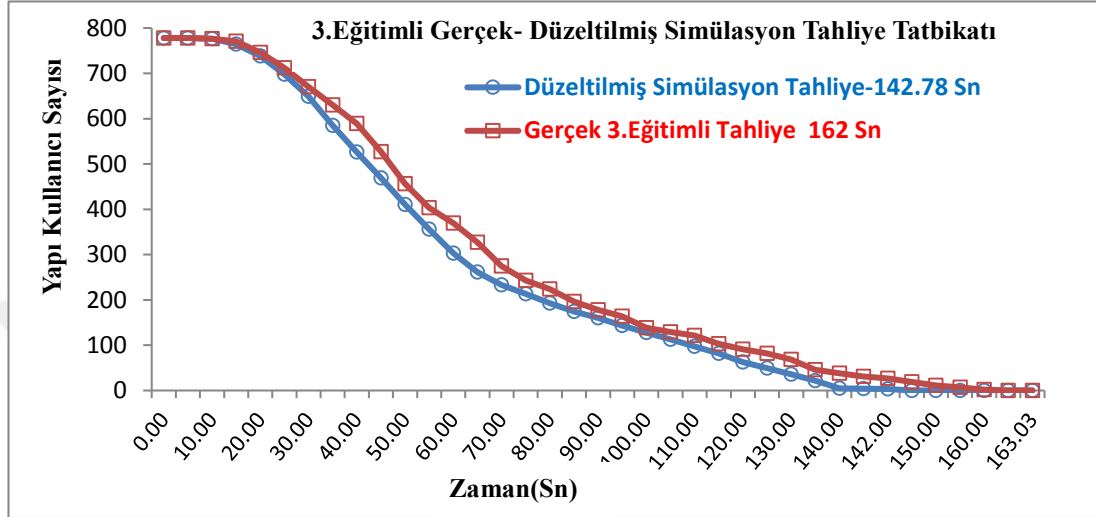
Şekil 6.49. 1.Eğitilmiş Gerçek ve Düzeltilmiş Simülasyon Tahliye Tatbikatı Karşılaştırması

2.eğitilmiş gerçek tahliye 1.eğitilmiş gerçek tahliye ile benzerlik göstermektedir. İşgalciler tahliye direktiflerine uydukları için tahliye süresinin 5 sn kısaldığı, gerçek ve simülasyon tahliye süreleri arasında %15 fark olduğu görülmektedir.



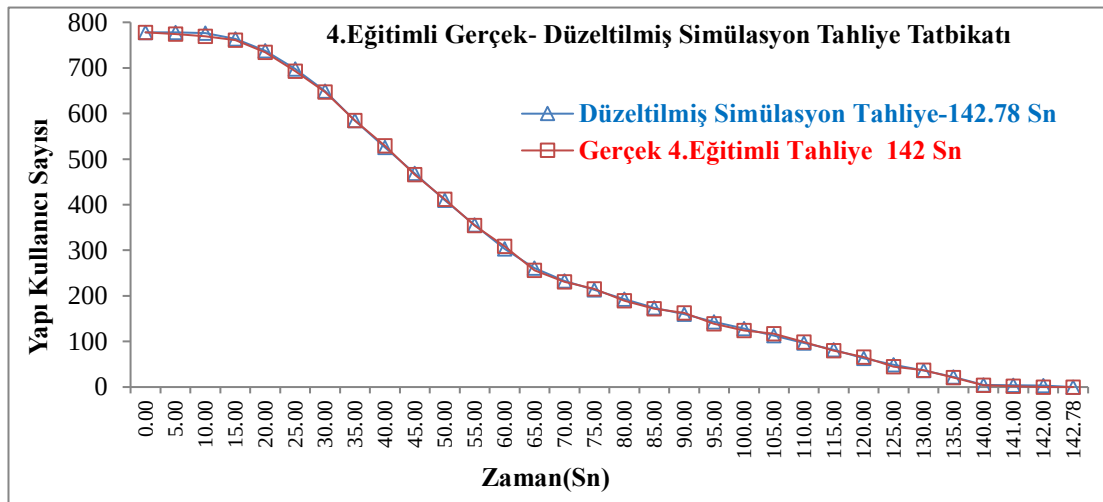
Şekil 6.50. 2.Eğitilmiş Gerçek ve Düzeltilmiş Simülasyon Tahliye Tatbikatı Karşılaştırması

3.eğitilmiş tahliye 2.eğitilmiş tahliye göre 4 saniyelik tahliye süresinde azalma görülmektedir. Gerçek tahliye ile düzeltilmiş simülasyon tahliye süresindeki farkın % 12'ye inmesinin en önemli faktörü yapı kullanıcılarının çıkış noktalarının simülasyonda yapılan çalışmanın gerçek tahliye uyarlanmış olmasıdır.



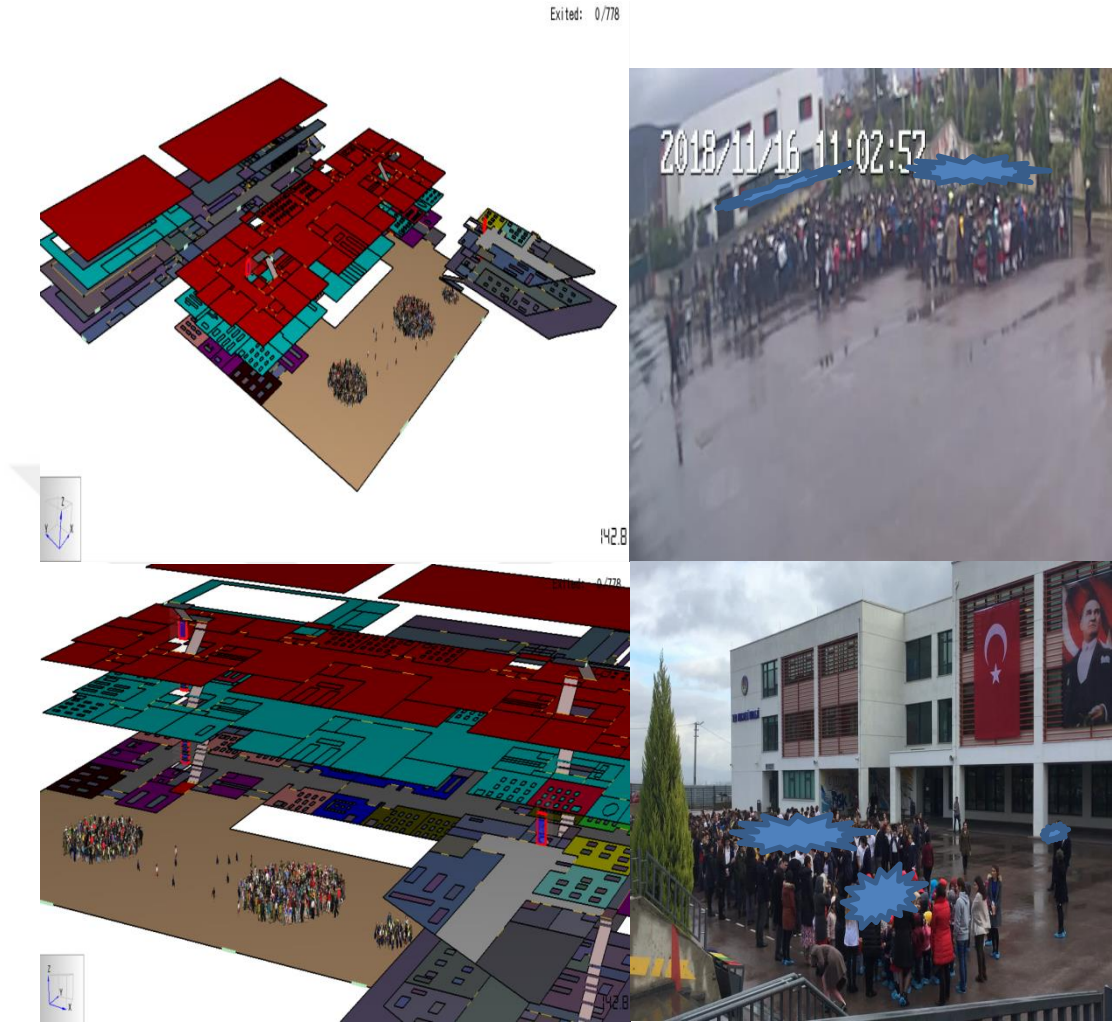
Şekil 6.51. 3.Eğitilmiş Gerçek ve Düzeltilmiş Simülasyon Tahliye Tatbikatı Karşılaştırması

Verilen tahliye eğitim seminerleri ve tahliye tatbikatları sayesinde öğrencilerin panik halinin yok denecek kadar azaldığı, acil çıkış yolları ve çıkış kapılarının doğru kullanıldığı, akıştaki yığılmanın azaldığı ve en önemlisi gerçek tahliye tatbikatında tahliye süresinin 142 sn'ye düştüğü, gerçek ve simülasyon tahliye süreleri arasında %1 fark olduğu görülmüştür.



Şekil 6.52. 4. Eğitilmiş Gerçek ve Düzeltilmiş Simülasyon Tahliye Tatbikatı Karşılaştırması

4.eğitimli gerçek ve simüle edilmiş tahliye toplanma yerleri aynı ve tahliye süreleri farkı 0.78 saniye olduğu Şekil 6.51.'de görülmektedir.



Şekil 6.53. 4.Eğitimli Tahliye Toplanma Yeri

6.4. Analiz ve Tartışma

Gerçek tahliye ve simüle edilmiş tahliye çalışmasının yukarıdaki tablo ve şekillerde rota tercihi, hareket hızları, maksimum sıkışma süresi ve çıkış süreleri göz önüne alınan tanımlamada acil durum tahliye alarmı çaldığında eğitimsiz tahliyedeki 184 sn, tahliye için nominal süreden 4 sn fazladır. Ancak verilen eğitimler, çıkış yollarının ve kapılarının belirlenmesi, yapı kullanıcılarının antropometrik ölçümleri gerçek tahliye süresini ciddi anlamda kısaltmıştır.

Patfinder simülasyon programında okulun fiziki yapı özellikleri tahliye etkilere çıkış verilerinde görülmüştür. Her kattaki koridor genişlik ve uzunlukları, çıkış kapasitesi ve kaçış uzaklıkları, kaçış yolu kapı genişlikleri ve mevcudunun yeterli miktarda bulunması sonucu yapı kullanıcılarının akışında sıkışıklık aşırı olmamaktadır.



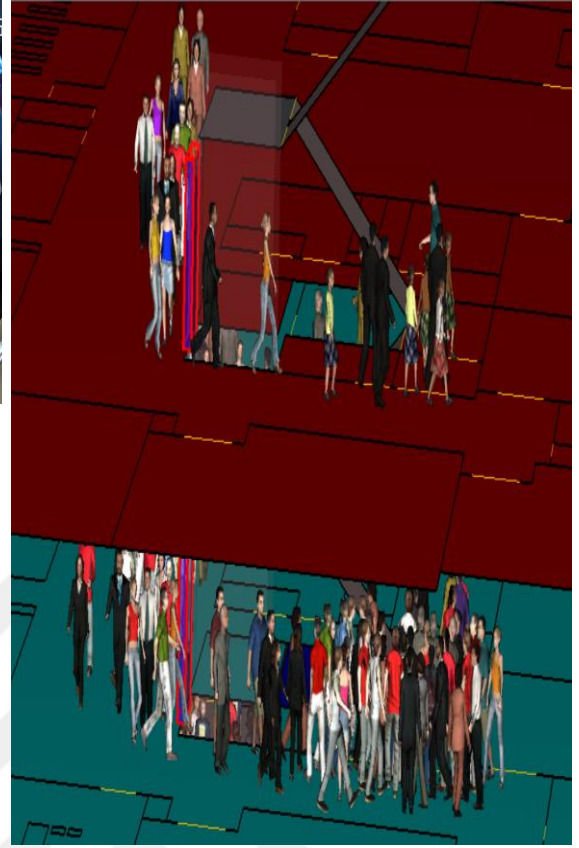
Şekil 6.54. Dördüncü Eğitimli Tahliye Koridor Akışı

Kaçış merdivenlerindeki rıht, satıh ve genişlik ölçülerinin yönetmeliğe kattaki yapı kullanıcı yoğunluğunu kaldıracak şekilde yapılmış fakat ara ara akış yoğunluğu olduğu kamera kayıtlarında görülmüştür.



Şekil 6.55. Dördüncü Eğitimli Tahliye Merdiven Akışı

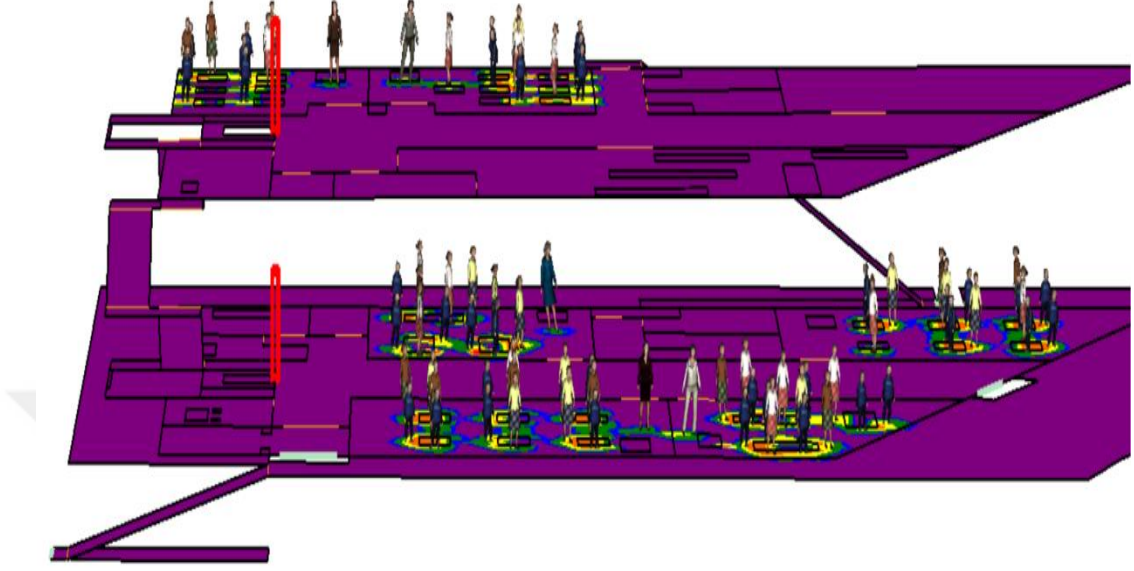
Her kattaki kullanıcı yükü (Kişi Sayısı) göz önüne alındığında kaçış yolu kapıları kaos durumunda kifayetli bulunduğu tespit edilmiştir. Kaçış merdivenlerindeki yapı kullanıcı akışının olduğu 1 ve 2. katlardaki bekleme, kattaki kullanıcı yüküyle bağıntılı olarak olağan şartlarda sıkışıklık meydana getirmese de öğrencilerin ve yapı ziyaretçilerinin fazla olduğu durumlarda tahliye akışının yavaşlayacağı ifade edilebilir. Yalnız kaotik durumlarda kaçış yolları ve kapılarının kısıtlı olduğu halde tahliye süresine teşekkül eden koşulların şiddetine bağlı olarak gecikmenin sebepleri simülasyon çalıştırıldığında ortaya çıkmıştır.



Şekil 6.56 1 ve 2. Kat Acil Çıkış Kapısı Yoğunluğu

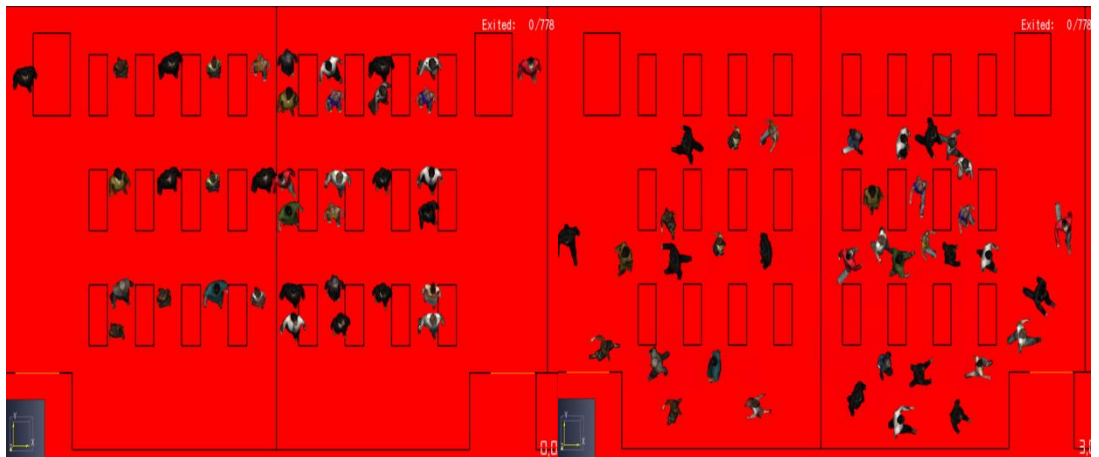
Eğitim yapısının acil çıkış simülasyonu yapının tahliye süresi üzerine ciddi emareler vermektedir. Hareket kısıtlılığı olan 4-6 yaş grubundaki anaokulu öğrencilerinin antropometrik özellikleri ve tahliye ekiplerini takip etmeleri simülasyon programına kodlanarak gerçeğe yakın tahliye süresi elde edilmiştir. Acil çıkış tahliyesine etki eden tüm etmenler Patfinder Tahliye Simülasyon Programı'na kodlanarak simülasyon tekrarı yapılabilir.

Exited: 0/778



Şekil 6.57. Anaokulu Tahliye Simülasyonu

Tahliye simülasyonu eğitim yapılarında, bilhassa firar yolları tercihinde tahliyeye etki eden hız ve sınıf alanlarının hesaplamalarında çok mühim ipuçları ortaya koymaktadır. Özellikle sınıflardaki öğrencilerin oturduğu masa kısımları yapı kullanıcılarının hızlı tahliye olmasına tasarımın önemli bir yer ettiği görülmektedir.



Şekil 6.58. Sınıf Masa Konumlandırma

BÖLÜM 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Acil durum anları oluşumu sebebiyle can ve mal kaybı teşekkülüne yol açabilmektedir. Yapı kullanıcılarının hayatını korumak acil durum güvenliği kavramının en baştaki amacıdır. Bu nedenle acil durum güvenliği kavramının bünyesinde tahliye önlemleri tek başına önemli bir yer işgal etmektedir.

Acil durum çıkış önlemleri yapının teknik özellikleri göz önünde bulundurulduğunda tahliyenin kolay bir şekilde oluşumunu sağlar. Buna göre BYKHY-2015 kısım ve ekler bölümünde bazı yasal mecburiyetler ortaya çıkarmıştır. Bazı milletlerarası düzgü kurumları belirledikleri standartlar çerçevesinde tahliyenin etkin bir biçimde yapılmasına katkı sağlamışlardır. Normların gelişiminde tahliyeyi etkileyen etmen dikkate alınmıştır.

Acil durum çıkışına tesir eden etmenlerin ilk sırasında öğrencilerin psikolojik durumlarıdır. Öğrencilerin duygu değişimlerindeki dalgalanmalar tahliyeye olumsuz etki etmektedir. Bu olumsuzluklar öğrencilerin tahliye ekiplerinden ayrılıp kendi başlarına hareket etmeleri sonucu tahliye süresini olumsuz etkilemektedir.

Acil durum çıkış süresinin en güvenli hesaplanmasında birden fazla yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemleri uyguladıkları metotları göz önüne alarak sınıflandırılmıştır. Acil durum çıkışı ile ilgili bilimsel çalışmaların yazılmasıyla birlikte el ile hesaplama yöntemleri oluşturulmuştur. El ile yapılan hesaplama yöntemleri maliyet, zaman ve değişkenler sebebiyle hem zor hem de süre uzun oluyordu. İlerleyen teknoloji ile bilgisayar programları geliştirilmiştir. Simülasyon programları sayesinde bilim insanları tahliye zamanına etkileyen tüm etmenleri ilave ederek gerçek tahliye zamanına yakın süreler elde etmişlerdir.

Tez çalışmasında TED Kocaeli Koleji eğitim binası olarak incelenmiştir. Okul içerisinde acil durum tahliyesine yönelik risk analizleri yapılmış ve sonrasında yapının teknik özellikleri dikkate alınarak Pathfinder Tahliye Simülasyon programına kodlanarak simülasyon yapıldı. Programa 778 yapı kullanıcısının antropometrik özellikleri girildi. İşgalcilerin girişi yapılırken yaş gruplarına göre özellikleri dikkate alındı.

Mimari proje ile yapının fiziki ölçümleri karşılaştırıldı ve birebir uyumlu oldukları tespit edilerek tahliye simülasyonuna yapısal ölçümlerin girişi yapıldı. Zira kaçış yolları ve kapıları, güvenli tahliyeye destek verici özellikte yapılmış olduğu simülasyonda da görülmektedir. Yapısal önlemlerin, tahliye süresini etkileyen en mühim faktörler arasında yer aldığı belirlendi.

Yapılan tez çalışmasında özel tahliye eğitimi verilmeden tahliye tatbikatı yapıldı ve tahliye süresi 186 saniye olarak tespit edildi. Daha sonra öğrencilere (yaş gruplarına göre) ve öğretmenlere özel eğitim seminerleri düzenlendi. Eğitim sonrası yapılan ilk eğitimli tahliye tatbikatında tahliye süresi 173 saniyeye indi. 1 ay sonra yapılan 2. eğitim semineri sonunda tekrarlanan tahliyede toplam tahliye süresinin 166 saniyeye düştüğü tespit edildi. 10 gün sonra tekrarlanan 3. tahliyede ise toplam tahliye süresinin 162 saniyeye düştüğü tespit edildi. Son olarak 6 ay sonra tazeleme eğitim semineri sonrasında 4. tahliye tatbikatı yapıldı ve toplam tahliye süresi 142 saniye olarak ölçüldü. Sürekli eğitimlerin ve tahliye tatbikatlarının tahliye süresini önemli ölçüde azalttığı net bir şekilde ortaya çıkarılmış oldu.

Okulun fiziki yapısı tahliye süresine etki eden mühim bir değişken olduğu tespit edildi. 2 katlı anaokulu ve 3 katlı ilköğretim okulu yapısının toplanma noktası okulun bahçesidir. 4.eğitimli tahliyedeki sürenin 142 sn olarak gerçekleşmesine etki eden iki mühim durum tayin edildi. İlk önem arz eden durum öğrencilerin zemin kattaki çıkış kapısı noktalarına yakın mesafede olmaları ve koridorların BYKHY-2015'te belirlenen kullanıcı yüküne bağlı olarak genişlik ölçüsünden daha geniş olarak tasarlanması idi. İkinci mühim durum ise, 1. ve 2. katlardaki acil çıkış kapılarının BYKHY-2015'e uygun olarak konumlandırılması, yangın güvenlik holünün

bulunması ve merdiven genişliklerinin yeterli olması öğrencilerin yoğunluğunun fazla artmasını önlemesi sonucu tahliye hızında ortalama değerlerde olduğu görülmüştür.

Eğitim yapısındaki çalışma sonucunda teknik ve mimari önlemlerin tahliye süresine ne denli tesirli olduğu farkına varılmıştır. Okulun teknik özellikleri yangın korunum ve güvenliğinde yeterli olduğu mekanik ve elektrik projelerindeki hesaplamalardan ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle yangın anında optik yoğunluğun ve ısıнын etkisi minimum seviyede tutularak tahliye süresinin kusursuza yakın olabileceği de müşahade edilmiştir.

Eğitim yapılarının Orta Tehlike-1 sınıfında olması sebebiyle teknik ve konstrüksiyon önlemlerinin durumu Tahliye Simülasyon Programı ile performans sonuçları sonraki zamanlarda oluşabilecek risk durumlarını test ve belirleme adına önem arz etmektedir. Simülasyonlar bina yöneticilerinin tedbir alması üzerine farkındalık ve değişik gözlemler kazandıracaktır.

Simülasyon çalışmasında bulunan veriler, her eğitim yapısı için fiziki tahliye yapmadan simülasyon ile tahliyesinde önem arz eden bir kaynak oluşturacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik -(09/07/2015)-29411, 2015.
- [2] Sağlık Bakanlığı Yangın Önleme Ve Söndürme Yönergesi, 2003.
- [3] İstatistik Umum Müdürlüğü, 1937.
- [4] Askeri araç-gereç ve kıyafetlerle ilgili olarak kullanılmak amacıyla askerlerden alınan antropometrik ölçümler Hertzberk ve arkadaşları, 1961; Pekintürk, 1968.
- [5] Çeşitli yaş grubundaki öğrencilerden farklı amaçlar için alınan antropometrik ölçümler, Bostancı, 1956; Beyazıt, 1971; Güven, 1979; Kayış, 1987.
- [6] Endüstriyel iş yerlerinde çalışan işçilerden alınan antropometrik ölçümleri Özok, 1981.
- [7] Anadolu İnsanın Antropometrik Boyutları Erksin Güleç vd., 2006.
- [8] Predtechenskii V. M., Milinskii A. I., 1978. Planning for Foot Traffic Flow in Buildings, Amerind Publishing, Co. Pvt. Ltd., New Delhi.
- [9] Kendik E., 1983. Determination of the Evacuation Time Pertinent to the Projected Area Factor in the Event of Total Evacuation of High-Rise Office Buildings via Staircases, Fire Safety Journal, 5, 112–232.
- [10] Fahy, R.F., 1994. “EXIT89 – An Evacuation Model for High-Rise Buildings – Model Description and Example Applications,” Fire Safety Science – Proceedings of the 4th International Symposium, 657-668.
- [11] Thompson P, Marchant E. 1995a. A Computer Model for the Evacuation of Large Building Population, Fire Safety Journal, 24,131–148.
- [12] Ando K., Ota H., Oki T., 1988. Forecasting the Flow of People, RRR, Railway Res Review, 45, 8–14.
- [13] Shi L., Xie Q., Cheng X., Chen L., Zhou Y., Zhang R., 2009. Developing a database for emergency evacuation model, Building and Environment, 44, 1724–1729.
- [14] SFPE, “SFPE Guide to Human Behavior in Fire, 2nd Edition,”, 2017.

- [15] European Guidline CFPE-e No 19,:2009.
- [16] Friedl, W. J. und Scelsi, A., 2004. Gebäuderäumungen : Organisation – Vorbereitung – Profi-Tipps, Richard Boorberg Verlag, Stuttgart.
- [17] Sieber, G.M., 1986. Panik. vfdb-Zeitschrift Forschung und Technik im Brandschutz 2, s. 39-41.
- [18] Kelley, H. H, Condry, J. C. Jr., Dahlke, A. E & Hill, A. H., 1965. Collective behavior in a simulated panic situation. Journal of Experimental Social Psychology 1, 20–54.
- [19] Fruin, J.J., 1970. Designing for Pedestrians. A Level of Service Concept. Polytechnical Institute of Brooklyn.
- [20] Predtetschenski, W. M. und Milinski, A. I., 1971. Kişionenströmein Gebäuden Berechnungsmethoden für die Projektierung. Köln-Braunsfeld.
- [21] Thompson P, Marchant E. 1995a. A Computer Model for the Evacuation of Large Building Population, Fire Safety Journal, 24,131–148.
- [22] SFPE, “SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition,” Gaithersburg, MD, 2016.
- [23] E. D. Kuligowski, S. M. Gwynne, M. J. Kinsey and L. Hulse, “Guidance for the Model User on Representing Human Behavior in Egress Models,” Fire Technology, pp. 1-24, 2016.
- [24] J. J. Fruin, Pedestrian Planning and Design, revised edition, Mobile, Alabama : Elevator World Educational Services Division, 1987.
- [25] S. M. V. Gwynne and E. R. Rosenbaum, “Employing the Hydraulic Model in Assessing Emergency Movement,” in SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 59 ed., Gaithersburg, Maryland: Society of Fire Protection Engineers, 2016, pp. 21152151.
- [26] V. M. Predtechenskiĭ and A. I. Milinskiĭ, Planning for Foot Traffic Flow in Buildings, New Delhi: Amerind Publishing Co., 1978.
- [27] H. Frantzich, “Study of Movement on Stairs During Evacuation using Video Analysing Techniques,” Lund Institute of Technology, Lund, Sweden , 1996.
- [28] B. L. Hoskins, “Adjusted Density Measurement Methods on Stairs,” Fire and Materials, vol. 39, no. 4, pp. 323-334, June 2015.
- [29] Society of Fire Protection Engineers, Engineering Guide: Human Behavior, Bethesda, MD: Society of Fire Protection Engineers, 2003.

- [30] Kırlangıçoğlu, C., Döker, M.F., “Use of pedestrian simulation technologies in urban planning and architectural design process”, Journal of Human Sciences, 15(3), 1491-1504. doi:10.14687/jhs.v15i3.5399, 2018.
- [31] <https://fseg.gre.ac.uk/Exodus/Index.Html>; Erişim Tarihi: 06.01.2019.
- [32] Rogsch, C., 2005. Vergleichende Untersuchungen zur dynamischen Simulation von Kişionenströmen, Jülich.
- [33] A. R. Larusdottir, A. Dederichs and D. Nilsson, “Evacuation of Children: Focusing on Daycare Centers and Elementry Schools,” Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering, 2013.
- [34] G. Proulx, “Evacuation Time and Movement in Apartment Buildings,” Fire Safety Journal, vol. 24, no. 3, pp. 229-246, December 1994.
- [35] Galea, E. R. and Gwynne S., 2004. Principles and Practice of Evacuation Modelling (6th Edition), Fire Safety Engineering Group - University of Greenwich, London.
- [36] Jafari, Omid Hosseini, Dennis Mitzel und Bastian Leibe: Real-Time RGB-D based People Detection and Tracking for Mobile Robots and Head-Worn Cameras. In: IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2014. (Zitiert auf den Seiten 9, 28, 29, 30 und 37)

EKLER

EK 1: Yapı Kullanıcılarına Ait Bilim İnsanlarının Yaptığı Hız Çalışmaları

S.No	Bilim İnsanı	Yüksek Hız (m/sn)	Normal Hız (m/sn)
1	National Bureau of Standards (1935)	0,63	0,42
2	London Transport Boards (1958)	0,98	0,64
3	Fruin (1971)	1,12	0,57
4	Paul (1971)	0,81	0,61
5	Melineka and Booth (1975)	0,5	0,5
6	Predtechenskii and Milinski (1978)	0,28	0,18
7	Pauls and Jones (1980)	0,67	0,42
8	Pauls(1980)	0,49	0,49
9	Kagawa, et al.(1985)	0,5	0,5
10	Daly, et al. (1991)	0,67	0,58
11	Tanaboriboon and Guyano (1991)	0,61	0,59
12	Templer (1992)	0,56	0,56
13	Frantzich (1994)	1	1
14	Proul x (1995)	0,62	0,53
15	Proul x, et al. (1995)	1,08	0,96
16	Frantzich (1996)	0,7	0,68
17	Proul x, et al. (1996)	1,1	0,73
18	Shi elds, et al. (1997)	1,12	0,32
19	Boyce, et al. (1999)	0,68	0,11
20	Wraight, et al. (2001)	0,41	0,3
21	Fujiyama and Tyler (2004)	1,32	0,6
22	Galea and Blake (2004)	0,7	0,2
23	Averill, et al. (2005)	0,2	0,2
24	Lee and Lam (2006)	0,63	0,48

EK 1 (Devamı)

S.No	Bilim İnsanı	Yüksek Hız (m/sn)	Normal Hız (m/sn)
25	Kratchman (2007)	0,8	0,7
26	Proulx, et al. (2007)	0,67	0,4
27	Hostikla (2007)	0,63	0,63
28	Proulx (2008)	0,54	0,54
29	Peacock, et al. (2009)	0,82	0,41
30	Shields, et al. (2009)	0,19	0,04
31	Galea, et al. (2009)	0,3	0,3
32	Blair (2010)	0,57	0,38
33	Peacock, et al. (2011)	0,44	0,44
34	Hoskins (2011)	0,61	0,52

EK 2: TED Kocaeli Koleji Anaokulu Öğrencilerin Ölçümleri

Sınıf	Cinsiyet	Adım Aralığı Ölçüsü (cm)	Cinsiyet	Boy (cm)		Omuz Genişliği	Cinsiyet	Düz Zemin Normal Yürüme (10m ölçüm /sn)
4 YAŞ	1.Kız	50	1.Kız	110	1.Kız	29	1.Kız	9.93
	2.Kız	46	2.Kız	116	2.Kız	23	2.Kız	10.29
	3.Kız	46	3.Kız	109	3.Kız	25	3.Kız	14.17
	Adım _{ort}	47.3	BOY _{ORT}	111.6	O _{ORT}	25.67	T _{ORT} (sn)	11.4
							V _{ORT} m/sn	0.87
4 YAŞ	1.Erkek	47	1.Erkek	115	1.Erkek	29	1.Erkek	10.48
	2.Erkek	45	2.Erkek	107	2.Erkek	24	2.Erkek	10.2
	3.Erkek	44	3.Erkek	102	3.Erkek	26	3.Erkek	11.3
	Adım _{ort}	45.3	BOY _{ORT}	108.0	O _{ORT}	26.33	T _{ORT} (sn)	10.66
							V _{ORT} m/sn	0.94
5 YAŞ	1.Kız	47	1.Kız	113	1.Kız	30	1.Kız	10.9
	2.Kız	70	2.Kız	119	2.Kız	24	2.Kız	7.22
	3.Kız	58	3.Kız	115	3.Kız	26	3.Kız	9
	Adım _{ort}	58.3	BOY _{ORT}	115.6	O _{ORT}	26.66	T _{ORT} (sn)	9.04
							V _{ORT} m/sn	1.11
5 YAŞ	1.Erkek	46	1.KIZ	113	1.Erkek	29	1.Erkek	10.26
	2.Erkek	63	2.KIZ	124	2.Erkek	25	2.Erkek	7.44
	3.Erkek	50	3.KIZ	127	3.Erkek	27	3.Erkek	10.63
	Adım _{ort}	53.0	BOY _{ORT}	121.3	O _{ORT}	27.00	T _{ORT} (sn)	9.44
							V _{ORT} m/sn	1.06

EK 3: TED Kocaeli Koleji İlkokulu Öğrencilerin Ölçümleri

Sınıf	Cinsiyet	Adım Aralığı Ölçüsü (cm)	Cinsiyet	Boy (cm)		Omuz Genişliği	Cinsiyet	Düz Zemin Normal Yürüme (10m ölçüm /sn)
1	1.Kız	44	1.Kız	117	1.Kız	31	1.Kız	8.96
	2.Kız	51	2.Kız	126	2.Kız	25	2.Kız	6.12
	3.Kız	46	3.Kız	114	3.Kız	27	3.Kız	8.08
	ADIM _{ORT} (cm)	47.00	BOY _{ORT} (cm)	119.0	OMUZ _{ORT} (cm)	27.66	T _{ORT} (sn)	7.72
							V _{ORT} m/sn	1.29
1	1.Erkek	67	1.Erkek	128	1.Erkek	30	1.Erkek	9.17
	2.Erkek	51	2.Erkek	123	2.Erkek	24	2.Erkek	8.33
	3.Erkek	56	3.Erkek	121	3.Erkek	29	3.Erkek	8.54
	ADIM _{ORT} (cm)	58.00	BOY _{ORT} (cm)	124.0	OMUZ _{ORT} (cm)	27.66	T _{ORT} (sn)	8.68
							V _{ORT} m/sn	1.15
2	1.Kız	57	1.Kız	130	1.Kız	32	1.Kız	8.91
	2.Kız	60	2.Kız	133	2.Kız	27	2.Kız	7.22
	3.Kız	59	3.Kız	132	3.Kız	28	3.Kız	7.36
	ADIM _{ORT} (cm)	58.66	BOY _{ORT} (cm)	131.6	OMUZ _{ORT} (cm)	29.00	T _{ORT} (sn)	7.83
							V _{ORT} m/sn	1.27
2	1.Erkek	63	1.KIZ	131	1.ERKEK	34	1.KIZ	7.44
	2.Erkek	63	2.KIZ	140	2.ERKEK	28	2.KIZ	6.01
	3.Erkek	57	3.KIZ	131	3.ERKEK	29	3.KIZ	6.86
	ADIM _{ORT} (cm)	61.00	BOY _{ORT} (cm)	134.0	OMUZ _{ORT} (cm)	30.33	T _{ORT} (sn)	6.77
							V _{ORT} m/sn	1.47
3	1.Kız	61	1.Kız	140	1.Kız	34	1.Kız	8.62
	2.Kız	65	2.Kız	134	2.Kız	29	2.Kız	5.98
	3.Kız	68	3.Kız	132	3.Kız	31	3.Kız	6.7
	ADIM _{ORT} (cm)	64.66	BOY _{ORT} (cm)	135.3	OMUZ _{ORT} (cm)	31	T _{ORT} (sn)	7.10
							V _{ORT} m/sn	1.41

EK 3 (Devamı)

3	1.Erkek	80	1.Kız	130	1.Erkek	32	1.KIZ	8.1
	2.Erkek	80	2.Kız	144	2.Erkek	28	2.KIZ	7.16
	3.Erkek	69	3.Kız	134	3.Erkek	30	3.Kız	7
	ADIM _{ORT} (cm)	76.33	BOY _{ORT} (cm)	136.0	OMUZ _{ORT} (cm)	30	T _{ORT} (sn)	7.42
							V _{ORT} m/sn	1.35
4	1.Kız	70	1.Kız	145	1.Kız	32	1.Kız	9
	2.Kız	73	2.Kız	148	2.Kız	28	2.Kız	8
	3.Kız	73	3.Kız	140	3.Kız	31	3.Kız	7.57
	ADIM _{ORT} (cm)	72.00	BOY _{ORT} (cm)	144.3	OMUZ _{ORT} (cm)	30.33	T _{ORT} (sn)	8.19
							V _{ORT} m/sn	1.22
4	1.Erkek	64	1.Erkek	150	1.Erkek	33	1.Erkek	6.56
	2.Erkek	65	2.Erkek	147	2.Erkek	28	2.Erkek	7.28
	3.Erkek	50	3.Erkek	140	3.Erkek	32	3.Erkek	7.29
	ADIM _{ORT} (cm)	59.66	BOY _{ORT} (cm)	145.6	OMUZ _{ORT} (cm)	31	T _{ORT} (sn)	7.0433
							V _{ORT} m/sn	1.42

EK 4: TED Kocaeli Koleji Ortaokulu Öğrencilerin Ölçümleri

Sınıf	Cinsiyet	Adım Aralığı Ölçüsü (cm)	Cinsiyet	Boy (cm)		Omuz Genişliği	Cinsiyet	Düz Zemin Normal Yürüme (10m ölçüm /sn)
5	1.Kız	80	1.Kız	167	1.Kız	36	1.Kız	7.13
	2.Kız	74	2.Kız	140	2.Kız	27	2.Kız	6.95
	3.Kız	75	3.Kız	150	3.Kız	29	3.Kız	8.05
	ADIM _{ORT} (cm)	76.33	BOY _{ORT} (cm)	152.333	OMUZ _{ORT} (cm)	30.67	T _{ORT} (sn)	7.3767
							V _{ORT} m/sn	1.3556
5	1.Erkek	73	1.Erkek	143	1.Erkek	34	1.Erkek	5.92
	2.Erkek	81	2.Erkek	158	2.Erkek	29	2.Erkek	5.76
	3.Erkek	76	3.Erkek	150	3.Erkek	31	3.Erkek	7.43
	ADIM _{ORT} (cm)	76.67	BOY _{ORT} (cm)	150.3	OMUZ _{ORT} (cm)	31.33	T _{ORT} (sn)	6.3700
							V _{ORT} m/sn	1.5873

EK 4 (Devamı)

6	1.K1Z	88	1.K1Z	160	1.K1Z	35	1.K1Z	6.48
	2.K1Z	75	2.K1Z	148	2.K1Z	31	2.K1Z	6.49
	3.K1Z	79	3.K1Z	140	3.K1Z	32	3.K1Z	6.5
	ADIM _O RT (cm)	80.67	BOY _{ORT} (cm)	149.3	OMUZ _{ORT} (cm)	32.67	T _{ORT} (sn)	6.49
							V _{ORT} m/sn	1.54
6	1.Erkek	87	1.K1Z	176	1.ERKEK	35	1.K1Z	6.98
	2.Erkek	75	2.K1Z	155	2.ERKEK	32	2.K1Z	7
	3.Erkek	76	3.K1Z	142	3.ERKEK	33	3.K1Z	6.9
	ADIM _O RT (cm)	79.33	BOY _{ORT} (cm)	157.6	OMUZ _{ORT} (cm)	33.33	T _{ORT} (sn)	6.96
							V _{ORT} m/sn	1.43
7	1.K1Z	82	1.K1Z	173	1.K1Z	40	1.K1Z	8.94
	2.K1Z	73	2.K1Z	152	2.K1Z	35	2.K1Z	7.04
	3.K1Z	68	3.K1Z	147	3.K1Z	37	3.K1Z	10.12
	ADIM _O RT (cm)	74.33	BOY _{ORT} (cm)	157.3	OMUZ _{ORT} (cm)	37.33	T _{ORT} (sn)	8.7000
							V _{ORT} m/sn	1.15
7	1.K1Z	56	1.K1Z	149	1.K1Z	42	1.K1Z	8.15
	2.K1Z	80	2.K1Z	161	2.K1Z	32	2.K1Z	8.61
	3.K1Z	81	3.K1Z	178	3.K1Z	35	3.K1Z	6.7
	ADIM _O RT (cm)	72.33	BOY _{ORT} (cm)	162.6	OMUZ _{ORT} (cm)	36.33	T _{ORT} (sn)	7.82
							V _{ORT} m/sn	1.28
8	1.K1Z	94	1.K1Z	169	1.K1Z	43	1.K1Z	6.72
	2.K1Z	73	2.K1Z	160	2.K1Z	35	2.K1Z	6.76
	3.K1Z	69	3.K1Z	156	3.K1Z	40	3.K1Z	5.83
	ADIM _O RT (cm)	78.6	BOY _{ORT} (cm)	161.6	OMUZ _{ORT} (cm)	39.33	T _{ORT} (sn)	6.44
							V _{ORT} m/sn	1.55
8	1.K1Z	81	1.K1Z	154	1.K1Z	42	1.K1Z	7.38
	2.K1Z	75	2.K1Z	160	2.K1Z	37	2.K1Z	6.56
	3.K1Z	102	3.K1Z	187	3.K1Z	41	3.K1Z	5.23
	ADIM _O RT (cm)	86.0	BOY _{ORT} (cm)	167.0	OMUZ _{ORT} (cm)	40.00	T _{ORT} (sn)	6.39
							V _{ORT} m/sn	1.56

EK5: TED Kocaeli Koleji Lise Öğrencilerin Ölçümleri

Sınıf	Cinsiyet	Adım Aralığı Ölçüsü (cm)	Cinsiyet	Boy (cm)		Omuz Genişliği	Cinsiyet	Düz Zemin Normal Yürüme (10m ölçüm /sn)
9	1.KIZ	80	1.KIZ	165	1.KIZ	30	1.KIZ	7.06
	2.KIZ	83	2.KIZ	170	2.KIZ	34	2.KIZ	7.7
	3.KIZ	77	3.KIZ	173	3.KIZ	32	3.KIZ	6.89
	4.KIZ	72	4.KIZ	156	4.KIZ	35	4.KIZ	8.24
	5.KIZ	81	5.KIZ	174	5.KIZ	29	5.KIZ	7.14
	ADIM _{ORT} (cm)	78.60	BOY _{ORT} (cm)	167.6	OMUZ _{ORT} (cm)	32.00	T _{ORT} (sn)	7.41
	V _{ORT} m/sn							1.35
9	1.Erkek	86	1.Erkek	187	1.Erkek	35	1.Erkek	10
	2.Erkek	85	2.Erkek	176	2.Erkek	39	2.Erkek	8.5
	3.Erkek	71	3.Erkek	165	3.Erkek	38	3.Erkek	8.1
	4.Erkek	78	4.Erkek	183	4.Erkek	40	4.Erkek	8
	5.Erkek	75	5.Erkek	162	5.Erkek	34	5.Erkek	8.3
	ADIM _{ORT} (cm)	79.00	BOY _{ORT} (cm)	174.6	OMUZ _{ORT} (cm)	37.20	T _{ORT} (sn)	8.58
	V _{ORT} m/sn							1.16

EK 6: TED Kocaeli Koleji Gerçek Tahliye Tatbikatı Sonuçları

Zaman	4.Eğitimli Tahliye 142 Sn	3..Eğitimli Tahliye 162 Sn	2.Eğitimli Tahliye 166 Sn	1.Eğitimli Tahliye 171 Sn	Eğitimsiz Tahliye 184 Sn
0.00	778	778	778	778	778
5.00	774	778	777	773	772
10.00	769	776	770	769	751
15.00	761	771	763	750	737
20.00	734	746	741	734	709
25.00	693	712	723	713	670
30.00	647	670	676	680	634
35.00	585	630	639	648	583
40.00	529	589	599	611	533
45.00	466	527	538	552	487
50.00	412	456	471	486	452
55.00	354	403	418	423	426
60.00	309	369	384	377	399
65.00	256	327	351	349	371
70.00	231	275	289	294	333
75.00	215	243	262	265	287
80.00	189	224	238	247	256
85.00	172	196	205	213	228
90.00	163	178	186	194	217
95.00	139	164	177	185	200
100.00	124	138	143	156	176
105.00	117	129	136	147	155
110.00	99	121	129	138	142
115.00	80	103	114	124	130
120.00	66	91	99	116	121
125.00	45	82	87	101	110
130.00	37	68	72	81	92
135.00	21	46	49	69	73
140.00	4	38	41	61	66
141.00	2	31	35	52	55
142.00	0	27	31	41	46
145.00	0	19	24	36	41
150.00	0	11	16	30	36
155.00	0	7	11	26	31
160.00	0	2	6	21	27
162.00	0	0	2	12	20
165.00	0	0	0	5	16
170.00	0	0	0	2	12
171.00	0	0	0	0	7
175.00	0	0	0	0	5
180.00	0	0	0	0	3
185.00	0	0	0	0	1
186.00	0	0	0	0	0

EK 7: TED Kocaeli Koleji Simülasyon Tahliye Sonuçları

Zaman	Düzeştirilmiş Tahliye 142.78 sn	Eğitimsiz Tahliye 186.03 sn
0.00	778	778
1.00	778	778
2.00	778	778
3.00	778	778
4.00	778	778
5.00	778	778
6.00	778	778
7.00	778	778
8.00	778	777
9.00	776	776
10.00	776	774
11.00	776	771
12.00	774	768
13.00	772	763
14.00	769	758
15.00	764	752
16.00	760	746
17.00	757	741
18.00	753	735
19.00	745	730
20.00	738	722
21.00	730	713
22.00	721	704
23.00	716	694
24.00	707	685
25.00	698	674
26.00	690	661
27.00	681	648
28.00	670	637
29.00	657	624
30.00	649	612
31.00	635	598
32.00	621	585
33.00	610	571
34.00	598	557
35.00	585	544
36.00	572	532
37.00	558	519
38.00	549	507
39.00	535	496

40.00	526	484
41.00	512	473
42.00	499	462
43.00	493	449
44.00	477	436
45.00	469	425
46.00	456	413
47.00	443	404
48.00	433	393
49.00	421	382
50.00	410	372
51.00	396	361
52.00	383	351
53.00	374	340
54.00	362	330
55.00	356	320
56.00	344	309
57.00	332	300
58.00	324	293
59.00	314	284
60.00	303	278
61.00	298	273
62.00	287	269
63.00	277	265
64.00	268	261
65.00	261	257
66.00	253	253
67.00	248	250
68.00	241	246
69.00	237	242
70.00	233	238
71.00	227	234
72.00	226	230
73.00	221	226
74.00	216	222
75.00	213	218
76.00	208	214
77.00	203	210
78.00	201	206
79.00	195	202
80.00	193	198
81.00	186	194
82.00	183	190
83.00	179	186
84.00	177	182
85.00	174	178

86.00	172	174
87.00	170	171
88.00	165	167
89.00	162	163
90.00	160	159
91.00	156	155
92.00	153	150
93.00	149	147
94.00	146	144
95.00	143	141
96.00	139	138
97.00	137	135
98.00	134	132
99.00	130	128
100.00	128	126
101.00	125	123
102.00	123	119
103.00	119	116
104.00	116	114
105.00	113	110
106.00	110	107
107.00	107	104
108.00	103	100
109.00	100	96
110.00	97	94
111.00	94	92
112.00	92	89
113.00	89	86
114.00	85	83
115.00	82	81
116.00	78	78
117.00	74	76
118.00	71	73
119.00	67	70
120.00	63	68
121.00	60	65
122.00	58	63
123.00	56	60
124.00	53	56
125.00	49	55
126.00	47	54
127.00	43	52
128.00	41	50
129.00	40	49
130.00	36	49
131.00	32	47

132.00	29	46
133.00	26	46
134.00	23	43
135.00	22	43
136.00	18	43
137.00	15	42
138.00	11	41
139.00	8	41
140.00	5	40
141.00	2	39
142.00	1	38
142.78	0	37
144.00	0	35
145.00	0	35
146.00	0	34
147.00	0	32
148.00	0	32
149.00	0	31
150.00	0	29
151.00	0	29
152.00	0	28
153.00	0	25
154.00	0	24
155.00	0	23
156.00	0	22
157.00	0	20
158.00	0	19
159.00	0	17
160.00	0	14
161.00	0	13
162.00	0	11
163.00	0	9
163.03	0	8
165.00	0	7
166.00	0	7
167.00	0	7
167.78	0	6
169.00	0	5
170.00	0	5
171.00	0	5
172.00	0	4
173.00	0	4
173.53	0	4
175.00	0	3
176.00	0	3
177.00	0	3

178.00	0	3
179.00	0	2
180.00	0	2
181.00	0	2
182.00	0	2
183.00	0	2
184.00	0	2
185.00	0	1
186.00	0	0
186.03	0	0

EK 8: Pathfinder'a Kodlanan Yapı Kullanıcılarının Hareket Çizelgesi

Kod	Ad	Tahliye Süresi(sn)	Hareketlilik Süresi	Toplam Sıkışıklık Süresi(sn)	Max Sıkışma Süresi(sn)
0	1	73.75	58.725	0.35	0.25
1	2	75.95	60.925	1.3	0.375
2	3	75	59.975	1.575	0.425
3	4	80.125	65.1	1	0.25
4	5	80.925	65.9	0.525	0.25
5	6	78.05	63.025	1.4	0.625
6	7	82.7	67.675	2.325	0.7
7	8	78.95	63.925	1.225	0.325
8	9	70.35	55.325	1.125	0.325
9	10	72.35	57.325	0.4	0.4
10	11	50.475	49.45	0.7	0.375
11	12	59.05	58.025	2.775	1.2
12	13	66.75	65.725	6.75	1.375
13	14	70.975	69.95	5.1	0.925
14	15	69.125	68.1	2.075	0.7
15	16	63.15	62.125	4.05	1.075
16	17	56.825	55.8	1.6	0.3

17	18	65.9	64.875	3.125	0.775
18	19	53.75	52.725	2.25	0.4
19	20	54.55	53.525	2.15	0.55
20	21	62.425	61.4	3.65	1.025
21	22	49.3	37.275	1.85	0.25
22	23	52.5	40.475	2.85	2
23	24	47.8	35.775	3.175	2.35
24	25	43.675	31.65	1.35	0.525
25	26	45.55	33.525	3.6	1.325
26	27	42.6	30.575	3.325	1.8
27	28	38.125	26.1	0.65	0.375
28	29	35.3	23.275	0.275	0.275
29	30	39.45	27.425	0.675	0.25
30	31	44.675	32.65	0.275	0.275
31	32	46.6	34.575	1.325	0.825
32	33	51.95	39.925	1.775	1.125
33	34	41.525	29.5	0.25	0.25
34	35	50.95	38.925	2.275	1.6
35	36	40.675	28.65	0.425	0.275
36	37	33.975	21.95	0.25	0.25
37	38	36.7	24.675	0.525	0.25
38	39	32.7	20.675	0.275	0.275
39	40	50.35	38.325	0.6	0.4
40	41	34	21.975	0.425	0.275
41	42	39.7	27.675	1	0.275
42	43	37.85	25.825	0.575	0.25
43	44	38.975	26.95	1.025	0.25
44	45	37.875	25.85	1.175	0.375
45	46	32.75	20.725	0.525	0.275
46	47	26.55	14.525	0.25	0.25
47	48	30.625	18.6	0.35	0.25
48	49	24.8	12.775	0.45	0.275

49	50	32.65	20.625	0.875	0.55
50	51	27.425	15.4	0.375	0.275
51	52	28.825	16.8	0.35	0.275
52	53	31.4	19.375	0.45	0.25
53	55	28.975	16.95	0.275	0.275
54	56	34.975	22.95	2.025	1.75
55	58	36.9	24.875	0.4	0.4
56	59	24.975	24.95	0.425	0.25
57	60	31.15	31.125	1.525	1.15
58	62	29.05	29.025	0.225	0.225
59	64	23.15	23.125	0.25	0.25
60	66	27.775	27.75	1.025	0.75
61	67	20.325	20.3	0.275	0.25
62	68	24.2	24.175	0.25	0.225
63	69	21.75	21.725	0.25	0.25
64	70	18.2	18.175	0.25	0.25
65	71	30.325	30.3	1.4	0.375
66	73	34.15	34.125	0.625	0.225
67	74	26.15	26.125	0.25	0.25
68	76	32.4	32.375	1.9	0.625
69	77	38.225	38.2	1.775	0.775
70	79	21.55	21.525	3.275	2.375
71	80	13.275	13.25	0.35	0.25
72	82	8.725	8.7	0.25	0.25
73	84	15.85	15.825	0.55	0.225
74	86	20.1	20.075	2.825	0.8
75	87	17.15	17.125	0.675	0.45
76	88	14.025	14	0.35	0.25
77	89	11.55	11.525	0.25	0.25
78	90	14.6	14.575	0.3	0.225
79	91	23.425	23.4	3.1	1.975
80	92	26.475	26.45	3.625	1.2

81	93	23.825	23.8	2.125	1.025
82	94	25.575	25.55	0.7	0.225
83	95	19.95	19.925	1.525	0.525
84	96	18.55	18.525	1.75	1.125
85	97	22.125	22.1	3.15	0.825
86	98	41.675	41.65	2.55	0.8
87	99	35.65	35.625	0.475	0.225
88	100	34.625	34.6	0.5	0.2
89	101	33.1	33.075	1.4	0.4
90	102	22.7	22.675	0.2	0.2
91	103	20.225	20.2	0.2	0.2
92	104	28.2	28.175	0.2	0.2
93	105	24.575	24.55	0.2	0.2
94	106	36.9	36.875	1.3	0.3
95	107	39.825	39.8	2.225	0.6
96	108	45.475	45.45	3.85	0.975
97	109	43.375	43.35	4.175	1.05
98	110	44.4	44.375	2.925	1
99	111	40.875	40.85	2.475	0.6
100	112	47.975	47.95	5.65	2.525
101	113	49.7	49.675	8.175	2.925
102	114	33.6	33.575	2.2	1.05
103	115	39.025	39	4	2.6
104	116	38.175	38.15	0.925	0.25
105	117	34.925	34.9	1.15	0.625
106	118	31.475	31.45	0.4	0.225
107	119	25.65	25.625	0.225	0.225
108	120	26.85	26.825	0.25	0.225
109	00120_1	27.9	27.875	0.375	0.225
110	00098_1	31.95	31.925	0.65	0.375
111	00099_1	29.6	29.575	0.85	0.5
112	00098_1_1	51.425	51.4	11.325	2.525

113	00099_1_1	38.75	38.725	3.125	1.975
114	00099_1_1_1	52.825	52.8	14.575	5.05
115	00098_1_1_1	56.2	56.175	15.775	8.35
116	00099_1_1_1_1	45.95	45.925	5.225	1.1
117	00098_1_1_1_1	43.975	43.95	6.475	2.225
118	00098_1_1_1_1	59.75	59.725	18.35	10.95
119	00099_1_1_1_1	51.2	51.175	13.175	5.025
120	00098_1_1_1_1_1	30.175	30.15	1.35	0.55
121	00099_1_1_1_1_1	21.65	21.625	0.2	0.2
122	00098_1_1_1_1_1_1	41.15	41.125	4.875	1.225
123	00099_1_1_1_1_1_1	33.85	33.825	2.75	1.15
124	00098_1_1_1_1_1_1_1	53.825	53.8	18.9	8.65
125	00099_1_1_1_1_1_1_1	47.55	47.525	13.875	6.075
126	00098_1_1_1_1_1_1_1	23.675	23.65	0.2	0.2
127	00098_1_1_1_1_1_1_1	37.85	37.825	4.2	0.75
128	00098_1_1_1_1_1_1_1_1	46.825	46.8	11.3	4.025
129	00098_1_1_1_1_1_1	57.625	57.6	22.975	5.75
130	00098_1_1_1_1_1_1_1_1	42.6	42.575	8.725	3.95
131	00099_1_1_1_1_1_1_1	32.6	32.575	2.025	1.6
132	00099_1_1_1_1_1_1_1_1	50.35	50.325	13.85	9.425
133	00098_1_1	40.15	40.125	2.05	0.75
134	00099_1_1	43.4	43.375	5.425	1.65
135	00099_1_1_1	55.025	55	9.725	3.15
136	00098_1_1_1	55.4	55.375	11.275	4.95
137	00098_1_1_1_1_1	57.65	57.625	11.625	5.425
138	00099_1_1_1_1_1	58.625	58.6	11	3.5
139	00098_1_1_1_1_1	56.9	56.875	6.275	1.35
140	00099_1_1_1_1_1	60.65	60.625	9.475	1.15
141	00098_1_1_1_1	41.95	41.925	4.8	1.35
142	00099_1_1_1_1	35.6	35.575	0.575	0.2
143	00099_1_1_1_1_1	49.525	49.5	7.75	2.425
144	00098_1_1_1_1_1	46.525	46.5	5.075	1.85

145	00098_1_1_1_1_1_1	52.275	52.25	8.3	2.35
146	00099_1_1_1_1_1_1	50.425	50.4	7.225	2.15
147	00098_1_1_1_1_1	59.45	59.425	13.65	2.35
148	00099_1_1_1_1_1	53.975	53.95	12.35	4.225
149	00098_1_1_2	36.275	36.25	0.4	0.225
150	00099_1_1_2	31.175	31.15	0.35	0.2
151	00099_1_1_1_2	48.275	48.25	8.6	2.125
152	00098_1_1_1_2	48.9	48.875	5.8	1.55
153	00098_1_1_1_1_1_2	53.05	53.025	10.425	6.15
154	00098_1_1_1_1_2	58.375	58.35	8.95	2.65
155	00120_1_1	30.475	30.45	0.525	0.3
156	00098_1_1_1_2_1	19.425	19.4	0.775	0.325
157	00099_1_1_1_2_1	28.3	28.275	3.675	0.925
158	00098_1_1_1_2_1_1	25.55	25.525	0.675	0.2
159	00099_1_1_1_2_1_1	33.25	33.225	5.7	2.025
160	00098_1_1_1_2_1_2	38.4	38.375	6.1	1.85
161	00099_1_1_1_2_1_2	43.075	43.05	8.375	4.35
162	00098_1_1_1_2_1_3	42	41.975	8.425	3.15
163	00099_1_1_1_2_1_3	44.175	44.15	11.4	3.525
164	00098_1_1_1_2_1_1_1	18.35	18.325	0.225	0.2
165	00099_1_1_1_2_1_1_1	21.875	21.85	0.275	0.275
166	00098_1_1_1_2_1_2_1	24.225	24.2	0.925	0.225
167	00099_1_1_1_2_1_2_1	35.025	35	5.85	3.45
168	00098_1_1_1_2_1_3_1	45.6	45.575	12.2	5.3
169	00099_1_1_1_2_1_3_1	48.15	48.125	11.5	4.3
170	00099_1_1_1_2_1_1_1_1	18.625	18.6	0.35	0.225
171	00099_1_1_1_2_1_1_1_1_1	13.8	13.775	0.2	0.2
172	00098_1_1_1_2_1_1_1_1	31.95	31.925	4.825	1.1
173	00098_1_1_1_2_1_1_1_1_1	22.25	22.225	0.425	0.2
174	00098_1_1_1_2_1_1_1_1_1_1	23.5	23.475	0.55	0.2
175	00098_1_1_1_2_1_1_1_1_1	27.425	27.4	2.6	1.075
176	00098_1_1_1_2_1_1_1_1_1_2	30.55	30.525	1.55	0.675

177	00098_1_1_1_2_1_1_1_2	40.3	40.275	11.775	3.8
178	144	15.5	15.475	0.375	0.225
179	121	27	26.975	1.275	0.4
180	122	28.9	28.875	2.1	0.5
181	123	36.95	36.925	5.1	1.35
182	124	34.6	34.575	5.3	1.225
183	125	12.05	12.025	0.2	0.2
184	126	16.075	16.05	0.275	0.275
185	127	19.975	19.95	0.45	0.3
186	128	23.475	23.45	0.825	0.2
187	129	38.825	38.8	4	1.8
188	130	29.8	29.775	1.625	0.525
189	131	26	25.975	1.925	0.625
190	132	53.3	53.275	16.6	12.225
191	133	35.625	35.6	3.15	1.1
192	134	39.825	39.8	6.2	3.3
193	135	40.9	40.875	6.35	3.95
194	136	32.4	32.375	1.5	0.45
195	137	26.325	26.3	1.7	0.6
196	138	14.625	14.6	0.2	0.2
197	139	17.05	17.025	0.3	0.2
198	140	20.75	20.725	0.2	0.2
199	141	37.325	37.3	5.325	2.4
200	142	27.875	27.85	1.875	0.725
201	143	17.3	17.275	0.575	0.225
202	00132_1	30.85	30.825	3.225	1.325
203	00136_1	66.825	66.8	16.675	4.35
204	00141_1	59.875	59.85	20.4	3.225
205	00140_1	46.325	46.3	10.1	2.925
206	00136_1_1	51.1	51.075	14.05	3.1
207	00125_1	52.675	52.65	12.6	4.475
208	00126_1	65.25	65.225	20.825	5.05

209	00127_1	33.775	33.75	4.05	2.9
210	00128_1	31.825	31.8	2.3	1.125
211	00137_1	31.375	31.35	2.125	0.9
212	00127_1_1	51.675	51.65	15.65	10.45
213	00131_1	46.975	46.95	6.525	1.85
214	00142_1	59.85	59.825	20.35	4.65
215	00138_1	43.225	43.2	7.125	1.95
216	00139_1	34.1	34.075	2.1	0.825
217	00143_1_1	61.2	61.175	22.35	6.625
218	00125_1_1	64.6	64.575	13.8	2.975
219	00126_1_1	59.175	59.15	10.6	2.6
220	00127_1_1_1	50.45	50.425	11.6	2.925
221	00127_1_1	62.3	62.275	19.45	7.7
222	00128_1_1	58.175	58.15	17.275	7.8
223	00137_1_1	45.3	45.275	8.1	1.725
224	00125_1_1_1	63.55	63.525	18.175	3.55
225	00141_1_1	58.625	58.6	12.55	4.05
226	00140_1_1	62.525	62.5	14.45	3.95
227	00141_1_1_1	67.35	67.325	13.625	1.875
228	00129_1_1	56.525	56.5	14.2	5.325
229	00133_1_1	55.8	55.775	12.925	3.15
230	00134_1_1	52.3	52.275	9.025	3.725
231	00135_1_1	47.55	47.525	6.775	4.425
232	00130_1_1	44.05	44.025	3.7	1.725
233	00136_1_1	42.6	42.575	3.475	0.8
234	00136_1_1_1	40.8	40.775	2.075	0.95
235	00130_1_1_1	29.6	29.575	0.5	0.35
236	00130_1_1_2	25.15	25.125	0.175	0.175
237	00133_1_1_1	60.375	60.35	13.075	3.325
238	00134_1_1_1	61.8	61.775	16.1	4.375
239	00136_1_1_1	39.825	39.8	1.5	0.675
240	00136_1_1_1_1	45.05	45.025	9.075	3.525

241	00133_1_1_2	62.325	62.3	12.8	4.325
242	00134_1_1_2	63.325	63.3	16.275	5.05
243	00136_1_1_2	53.175	53.15	11	4.3
244	00136_1_1_1_2	49.65	49.625	8.375	3.75
245	00129_1_1_1	61.7	61.675	9.675	1.2
246	00129_1_1_2	59.675	59.65	5.425	0.925
247	00130_1_1_2_1	38.175	38.15	3.55	2.225
248	00130_1_1_1_1	36.825	36.8	2.6	0.75
249	00130_1_1_1	59.525	59.5	16	3.75
250	00130_1_1_2_2	43.425	43.4	2.95	0.925
251	00130_1_1_1_2	48.3	48.275	6.125	1.9
252	00130_1_1_2	61.375	61.35	15	3
253	00130_1_1_1_1	57.25	57.225	16	2.7
254	00130_1_1_2_1	64.275	64.25	13.05	1.3
255	00130_1_1_1_1	51.075	51.05	10.1	1.625
256	00143_1_1_1	34.2	34.175	1.5	0.575
257	00121_1	43.85	43.825	8.075	4.25
258	00122_1	46.175	46.15	9.175	3.15
259	00123_1	39.25	39.225	6.1	3.225
260	00124_1	35.925	35.9	4.75	2.925
261	00129_1	56.1	56.075	16.5	9.925
262	00133_1	58.875	58.85	16.9	6.1
263	00134_1	55.1	55.075	16.65	7.7
264	00135_1	63.925	63.9	19.425	6.15
265	00130_1	66.45	66.425	21.5	2.1
266	00121_1_1	47.8	47.775	7.825	1.725
267	00122_1_1	57.725	57.7	13.05	5.125
268	00132_1_1	49.65	49.625	13.65	5.325
269	00124_1_1	49.9	49.875	9.75	7.6
270	00123_1_1	55.225	55.2	15.2	8.025
271	00121_1_1	48.825	48.8	6.725	1.875
272	00121_1_1_1	48.975	48.95	10.6	4.4

273	00121_1_1_2	40.875	40.85	4.425	1.125
274	00132_1_1	38.075	38.05	3	1.45
275	00132_1_1_1	41.475	41.45	6.575	3.6
276	00132_1_1_2	51.775	51.75	14.2	7.5
277	00132_1_1_2_1	52.55	52.525	7.95	4.05
278	00132_1_1_2_2	60.475	60.45	19.775	6.625
279	00143_1_1_1	42.3	42.275	5.6	1.95
280	145	48.4	48.375	11.875	6
281	146	39.175	39.15	3.75	2.075
282	147	47.2	47.175	6.475	2.3
283	148	51.55	51.525	7.45	2.75
284	149	58.2	58.175	11.975	4.2
285	150	50.2	50.175	11.4	2.225
286	151	44.225	44.2	7.1	1.825
287	152	35.375	35.35	1.15	0.325
288	153	30.725	30.7	0.575	0.2
289	154	43.025	43	4.8	1.6
290	155	49.5	49.475	14.875	4.125
291	162	40.475	40.45	5.7	1.125
292	163	41.3	41.275	4.525	1.225
293	164	54.25	54.225	19.525	4.2
294	165	23.825	23.8	0.2	0.2
295	166	36.85	36.825	3.275	0.775
296	167	50.85	50.825	12.8	5.875
297	168	30.3	30.275	0.275	0.2
298	161	27.125	27.1	0.35	0.2
299	156	53.6	53.575	12.075	3.3
300	157	55.575	55.55	15.075	3.675
301	158	52.85	52.825	11.475	4.1
302	159	56.25	56.225	16.45	4
303	160	46.5	46.475	3.875	1.475
304	00161_1	15.75	15.725	0.35	0.2

305	00145_1	38.35	38.325	5.225	1.475
306	00146_1	39.325	39.3	4.75	1.525
307	00147_1	25.95	25.925	4.025	1.125
308	00148_1	28.1	28.075	2.05	1.025
309	00149_1	16.975	16.95	0.375	0.375
310	00150_1	21.775	21.75	2.55	1.325
311	00151_1	29.125	29.1	3.775	0.9
312	00152_1	37.475	37.45	4.725	1.65
313	00153_1	33.05	33.025	5.875	1.525
314	00154_1	35.1	35.075	4.05	1.175
315	00155_1	19.575	19.55	0.8	0.65
316	00156_1	14.45	14.425	0.45	0.45
317	00162_1	28.625	28.6	4.15	1.625
318	00163_1	22.65	22.625	2.1	0.8
319	00164_1	18.25	18.225	0.2	0.2
320	00165_1	24.45	24.425	1.6	0.45
321	00166_1	20.775	20.75	0.3	0.2
322	00167_1	23.3	23.275	3.275	2.4
323	00168_1	36.15	36.125	4.05	0.825
324	00168_1_1	33.45	33.425	3.4	1.925
325	00168_1_1_1	19.925	19.9	0.325	0.2
326	00168_1_1	30.125	30.1	3.575	0.85
327	00167_1_1	13.125	13.1	0.2	0.2
328	00164_1_1	11.925	11.9	0.2	0.2
329	00161_1_1	51.3	51.275	11.2	2.425
330	00163_1_1	66.95	66.925	8.625	1.2
331	00164_1_1	61.1	61.075	9.05	2.625
332	00164_1_1_1	59.525	59.5	12.8	4.175
333	00164_1_1_1_1	62.05	62.025	10.825	4.3
334	00164_1_1_1_1_1	54.575	54.55	5.775	2.7
335	00145_1_1	49.125	49.1	5.275	1.4
336	00146_1_1	44.55	44.525	2.325	1.525

337	00147_1_1	37.65	37.625	0.775	0.325
338	00148_1_1	34.15	34.125	0.25	0.175
339	00145_1_1_1	56.15	56.125	9.375	4
340	00145_1_1_1_1	61.275	61.25	12.825	4.6
341	00145_1_1_1_1_1	64.15	64.125	8.175	1.5
342	00145_1_1_1_1_2	67.175	67.15	12.35	1.6
343	00145_1_1_1_1_3	56.925	56.9	9.525	3.525
344	00145_1_1_1_1_3_1	43.25	43.225	2.175	1.65
345	00145_1_1_1_1_3_2	48.025	48	2.225	0.5
346	00145_1_1_1_1_3_3	36.675	36.65	0.575	0.2
347	00164_1_1_1_1_1	40.55	40.525	0.675	0.2
348	00164_1_1_1_1_2	45.225	45.2	3.6	2
349	00163_1_1_1	66.025	66	4.4	1.2
350	00163_1_1_2	64.625	64.6	8.225	1.825
351	00163_1_1_1_1	64.025	64	5.475	0.9
352	169	61.8	61.775	12.2	2.35
353	170	57.65	57.625	14.125	2.475
354	171	49.675	49.65	8.175	2.4
355	172	25.85	25.825	0.25	0.175
356	00172_1	29.475	29.45	0.4	0.2
357	00170_1	50.2	50.175	5.9	1.6
358	00171_1	27.15	27.125	0.2	0.2
359	00172_2	36.55	36.525	1.2	0.975
360	00170_2	53.85	53.825	5.65	1.6
361	00171_2	46.575	46.55	2.225	0.925
362	00171_1	40.075	40.05	2.225	0.425
363	00172_1	30.7	30.675	0.55	0.225
364	174	65.3	65.275	10.2	2.225
365	175	48.4	48.375	3.2	0.7
366	176	35.65	35.625	0.725	0.25
367	177	33	32.975	0.35	0.2
368	178	41.225	41.2	3.45	1.325

369	179	55.625	55.6	8.95	2.025
370	182	47.325	47.3	3.55	0.75
371	183	31.925	31.9	0.375	0.175
372	00174_1	67.95	67.925	10	1.725
373	00170_2_1	60.675	60.65	8.925	0.9
374	00179_1	63.45	63.425	12.55	2.725
375	00170_1_1	58.25	58.225	7.15	1.025
376	00182_1	58.875	58.85	8.8	1.8
377	00169_1	28.325	28.3	1.925	1.45
378	00169_2	21.95	21.925	0.175	0.175
379	173	20.75	20.725	0.2	0.2
380	180	30.1	30.075	1.625	1.1
381	181	27.15	27.125	1.55	1.2
382	00169_1_1	28.4	28.375	0.975	0.25
383	00173_1	31.35	31.325	0.95	0.275
384	00169_2_1	37.875	37.85	2.8	1.125
385	00181_1	45.1	45.075	6.075	1.9
386	00180_1	46.625	46.6	8.1	2.975
387	00169_1_1	50.55	50.525	9.95	2.875
388	00169_1_1_1	53.125	53.1	7.525	1.4
389	00169_1_1_1	53.45	53.425	19	5.625
390	00169_1_1_1	43.575	43.55	5.65	2.925
391	00169_1_1	34.75	34.725	4.675	2.85
392	00169_1_1_1_1	51.875	51.85	8.825	1.85
393	00169_1_1_1_2	45.8	45.775	5.825	1.725
394	00169_1_1_1	24.775	24.75	1.175	0.375
395	00180_1_1	65.325	65.3	11.925	3.85
396	00180_1_1_1	62.975	62.95	14.95	3.125
397	00180_1_1_2	55.675	55.65	10.7	1.85
398	00180_1_1_2_1	41.875	41.85	4.025	1
399	00180_1_1_1_1	42.5	42.475	8.775	5.325
400	00180_1_1_2_1_1	33.625	33.6	2.625	1.525

401	184	32.425	32.4	3.225	1.325
402	MURAT BEY	15.125	15.1	0.175	0.175
403	A.Ç.1	14.125	14.1	0.2	0.2
404	A.Ç.2	12.575	12.55	0.175	0.175
405	A.Ç.3	8.7	8.675	0.175	0.175
406	TED AVM	18.6	18.575	0.25	0.2
407	Öğrenci İşleri	55.25	55.225	0.325	0.225
408	243	49.775	49.75	0.6	0.225
409	Misafir	51.925	51.9	1.25	1.05
410	MD.Rasim Aydoğdu	57.4	57.375	7.95	2
411	Danışman 1	45.85	45.825	2.3	0.775
412	SEKReTER	34.375	34.35	0.2	0.2
413	Danışman	28.2	28.175	0.2	0.2
414	MD.YRD.	51.875	51.85	7.375	1.875
415	Md.Yrd.Sekrter	40.175	40.15	3.275	1.325
416	265	26.075	26.05	0.425	0.2
417	266	21.425	21.4	0.225	0.225
418	267	61.525	61.5	2.3	0.25
419	197	46.9	46.875	7.875	1.9
420	198	55.15	55.125	11.45	2.2
421	199	46.1	46.075	8.075	1.4
422	201	35.8	35.775	2.075	1.375
423	00198_1	48.325	48.3	6.8	1.725
424	00197_1	56	55.975	9.45	1.825
425	00199_1	38.725	38.7	3.725	1.475
426	00201_1	34.2	34.175	4	1.4
427	00196_1	43.825	43.8	6.275	1.325
428	00198_1_1	36.375	36.35	2.9	1.725
429	00197_1_1	37.2	37.175	2.425	1.4
430	00199_1_1	35.25	35.225	4.5	2.3
431	00201_1_1	26.325	26.3	0.125	0.125
432	00196_1_1	40.875	40.85	5.05	2.775

433	00198_1_1_1	28.425	28.4	0.125	0.125
434	00197_1_1_1	45.525	45.5	8.275	0.9
435	00199_1_1_1	27.95	27.925	0.125	0.125
436	00201_1_1_1	25.6	25.575	0.35	0.125
437	00196_1_1_1	48.925	48.9	11.05	2.525
438	264	52.2	52.175	9	2.2
439	268	54.65	54.625	12.125	2.05
440	202	74.7	74.675	15	4.425
441	203	65.65	65.625	9.225	2.975
442	204	93.675	93.65	18.05	3.475
443	205	64.925	64.9	5.925	2.425
444	206	94.225	94.2	23.725	3.55
445	207	73.35	73.325	8.925	1.75
446	208	107.55	107.525	35.875	5.55
447	00202_1	72.8	72.775	19.85	5.525
448	00203_1	74.1	74.075	27.875	7
449	00206_1	60.775	60.75	10.75	2.725
450	00205_1	63.875	63.85	11.325	2.75
451	00208_1	62.475	62.45	10.725	3.85
452	00207_1	67.075	67.05	12.775	2.625
453	00204_1	68.7	68.675	9.85	1.8
454	209	59.8	59.775	5.075	2
455	210	53.175	53.15	8.35	4.25
456	211	85.55	85.525	19.425	2.4
457	212	81.6	81.575	17.725	5.95
458	213	101.175	101.15	31.45	5.85
459	270	58.55	58.525	8.8	3
460	00202_1	98.35	98.325	22.925	3.8
461	00203_1_1	80.175	80.15	18.5	2.6
462	00203_1	90.525	90.5	13.35	3.125
463	00202_1_1	72.075	72.05	9.95	2.725
464	00209_1	87.925	87.9	22.375	2.625

465	00210_1	83.925	83.9	14.675	2.2
466	00205_1	89.075	89.05	11.05	4.825
467	00206_1	82.025	82	15.65	4.7
468	00207_1	112	111.975	21.475	3.4
469	00208_1	105.45	105.425	23.625	3.2
470	00204_1	90.55	90.525	12.475	2.9
471	00211_1	112.3	112.275	22.575	3.55
472	00213_1	104.475	104.45	19.425	3.425
473	00212_1	115.375	115.35	42	12.525
474	00205_1_1	96.625	96.6	20.55	8.325
475	00206_1_1	79.8	79.775	11.15	2.175
476	00207_1_1	120.65	120.625	46.35	6.5
477	00208_1_1	88.675	88.65	16.075	2.7
478	00204_1_1	103.85	103.825	24.175	6.175
479	271	109.85	109.825	36.95	6.9
480	214	122.125	122.1	32.175	6.7
481	215	121.325	121.3	34.7	7.325
482	00215_1	116.1	116.075	21.875	2.475
483	00214_1	120.375	120.35	23.575	4.25
484	00215_2	124.55	124.525	29.025	5.5
485	00214_2	113.125	113.1	18.775	2.95
486	00215_3	129	128.975	27.9	5.7
487	00214_3	119.675	119.65	20	7.425
488	00215_1_1	118.75	118.725	33.175	6.875
489	00214_1_1	111.05	111.025	24.25	3.975
490	00215_2_1	137.275	137.25	50.725	3.425
491	00214_2_1	130.875	130.85	36.275	6.15
492	00215_3_1	125.45	125.425	25.225	3.9
493	00214_3_1	135.4	135.375	35.875	5.975
494	00214_1	114.8	114.775	21.45	4.1
495	00215_1	99.8	99.775	15.15	3.3
496	00215_1_2	118.25	118.225	34.425	6.95

497	00214_1_2	129.375	129.35	39.425	5.175
498	00215_2_2	130.3	130.275	44.675	5.55
499	00214_2_2	119.475	119.45	25.475	2.375
500	00215_3_2	135.05	135.025	36.65	8.625
501	00214_3_2	126.15	126.125	33.875	3.975
502	00214_2	102.125	102.1	18.1	2.525
503	00215_2	97.25	97.225	12.675	2.4
504	248	108.5	108.475	19.45	3.225
505	00214_1	142.575	142.55	33.125	5.9
506	00215_1	133.65	133.625	27.525	2.85
507	00214_1_1	141.4	141.375	32.475	5.525
508	00215_1_1	136.175	136.15	26.9	4.225
509	00214_2_1	138.85	138.825	28.45	2.6
510	00215_2_1	140.025	140	28.825	6.5
511	00215_1_2_1	139.15	139.125	39.9	13.5
512	00214_1_2_1	132.15	132.125	32.15	3.35
513	00215_1_1_1	140.95	140.925	42.35	7.425
514	00214_1_1_1	126.725	126.7	23.7	2.05
515	00215_1_1	136.425	136.4	29.05	4.975
516	00214_1_1	132.725	132.7	26.15	2.125
517	00214_2_1	137.85	137.825	36.225	5.325
518	00215_2_1	133.025	133	29.05	4.7
519	00214_3_1	131.525	131.5	28.725	4
520	00215_3_1	124.7	124.675	22.925	4.15
521	00214_3_1_1	115.725	115.7	13.525	4.8
522	00215_3_1_1	137.15	137.125	45.175	5.15
523	00214_2_1_1	123.05	123.025	18.7	4.325
524	00214_2_2_1	123.525	123.5	24.95	3.15
525	00215_2_2_1	117.875	117.85	17.175	3.85
526	00214_3_2_1	117.275	117.25	19.575	2.725
527	00215_3_2_1	116.5	116.475	21.7	3.35
528	249	110.775	110.75	12.225	1.975

529	216	101.325	101.3	22.425	2.225
530	217	106.85	106.825	20.275	1.975
531	00217_1	102.95	102.925	25.6	3.025
532	00216_1	97.725	97.7	19.65	2.525
533	00217_2	135.825	135.8	66.825	7.85
534	00216_2	90.225	90.2	16.725	2.825
535	00217_3	76.125	76.1	20.6	7.225
536	00216_3	112.15	112.125	44.025	6.75
537	00216_3_1	67.775	67.75	8.6	3
538	00217_3_1	70.7	70.675	17.475	4.175
539	00217_2_1	76.875	76.85	19.8	3.925
540	00216_2_1	124.525	124.5	56.95	6.675
541	00216_1_1	108.85	108.825	38.75	5.9
542	00217_1_1	78.2	78.175	17.175	2.6
543	00216_1	120.65	120.625	36.2	5.05
544	00217_1	105.325	105.3	25.85	3.025
545	00216_3_2	62.775	62.75	5.425	1.6
546	00217_3_2	56.45	56.425	7.5	1.6
547	00217_2_2	69.65	69.625	15.3	3.525
548	00216_2_2	89.4	89.375	21.15	2.65
549	00216_1_2	129.075	129.05	51.075	5.7
550	00217_1_2	80.975	80.95	23.275	2.525
551	00216_2	133.6	133.575	58.55	5.725
552	00217_2	130.9	130.875	55.05	7.175
553	250	65.775	65.75	13.25	4.225
554	00217_1	102.1	102.075	23.625	2.325
555	00216_1	116.625	116.6	31.6	3.875
556	00216_2_1	94.4	94.375	31.2	4.525
557	00217_1_1	92.125	92.1	29.875	5.6
558	00216_1_1	104.325	104.3	24.75	9.425
559	00217_2_1	118.375	118.35	45.5	11.225
560	00217_1_1	97.4	97.375	27.975	6.35

561	00216_1_1	93.2	93.175	20.875	4.6
562	00217_3_1	53.05	53.025	1.775	0.6
563	00216_3_1	73.5	73.475	18.45	3.925
564	00217_2_1	72.15	72.125	10.575	2.275
565	00216_2_1	98.975	98.95	38.9	7.425
566	00217_1_1_1	82.725	82.7	20.5	6.225
567	00216_1_1_1	93.575	93.55	29.05	4.275
568	00216_2_1_1	84.85	84.825	18.775	8.525
569	00217_2_1_1	110.75	110.725	47.625	8.2
570	00216_3_1_1	65.075	65.05	16.025	3.575
571	00217_3_1_1	44.45	44.425	3.25	1.1
572	00217_1_1_2	61.975	61.95	4.425	2.225
573	00216_1_1_2	80.275	80.25	23.575	3.55
574	00216_2_1_2	58.725	58.7	8.075	1.225
575	00217_2_1_2	43.875	43.85	2.175	1.25
576	00216_3_1_2	48.65	48.625	7.625	5.25
577	00217_3_1_2	40.05	40.025	1.35	0.625
578	251	110.625	110.6	54	11.75
579	218	50.625	50.6	4.5	1.125
580	219	36.15	36.125	0.925	0.35
581	00219_1	30.35	30.325	0.425	0.3
582	00218_1	35.85	35.825	0.9	0.475
583	00219_2	25.725	25.7	0.15	0.125
584	00218_2	41.175	41.15	3.85	2.325
585	00219_1_1	38.65	38.625	3.4	1.475
586	00218_1_1	57.775	57.75	10.2	3.225
587	00219_2_1	35.075	35.05	1.15	0.15
588	00218_2_1	46.625	46.6	4.35	0.95
589	00219_1	41.325	41.3	2.175	1.125
590	00218_1	52.325	52.3	8.7	1.55
591	00219_1_2	73.325	73.3	20.925	3.575
592	00218_1_2	73.9	73.875	20.225	3.95

593	00219_2_2	46	45.975	6.875	2.2
594	00218_2_2	62.325	62.3	14.175	3.9
595	00219_2	64.45	64.425	9.525	2.375
596	00218_2	100.65	100.625	39.8	5.025
597	00219_1_3	72.6	72.575	20.025	3.7
598	00218_1_3	68.25	68.225	8.15	1.3
599	00219_2_3	70.375	70.35	20.575	5.15
600	00218_2_3	75	74.975	20.25	3.375
601	00219_3	55.65	55.625	7.825	2.925
602	00218_3	68.975	68.95	16	4.075
603	252	32.9	32.875	0.6	0.175
604	220	61.175	61.15	15.4	2.5
605	00220_1	88.05	88.025	31.175	2.65
606	00220_2	81.1	81.075	23.7	3
607	00220_3	116.225	116.2	53.375	5.65
608	221	19.35	19.325	0.125	0.125
609	222	26.75	26.725	0.125	0.125
610	00221_1	24.725	24.7	0.15	0.125
611	00222_1	29.575	29.55	0.2	0.125
612	00222_1	38.05	38.025	3.975	1.3
613	00221_1	32.4	32.375	0.75	0.4
614	00221_1_1	50.075	50.05	9	3.425
615	00222_1_1	51.45	51.425	10.55	2.425
616	00222_2	41.875	41.85	4.075	1.55
617	00221_2	37.7	37.675	3.625	1.475
618	00221_1_2	83.725	83.7	35.475	5.25
619	00222_1_2	77.85	77.825	26.225	3.6
620	00222_3	88.325	88.3	38.575	6.8
621	00221_3	63.15	63.125	18.1	3.875
622	00221_1_3	86.325	86.3	28.05	2.125
623	00222_1_3	85.3	85.275	24.3	2.45
624	00220_1	78.5	78.475	29.2	3.6

625	00220_1_1	71.45	71.425	22.4	3.2
626	00220_2_1	91.075	91.05	28.55	2.375
627	00220_3_1	119.775	119.75	19.125	2.225
628	253	31.675	31.65	0.5	0.15
629	224	16.95	16.925	0.125	0.125
630	225	28.925	28.9	1.175	0.525
631	00225_1	20.45	20.425	0.325	0.325
632	00224_1	18.125	18.1	0.125	0.125
633	00225_2	36.975	36.95	2.4	0.95
634	00224_2	30.85	30.825	0.125	0.125
635	00225_1_1	69.925	69.9	25.275	6.3
636	00224_1_1	36.775	36.75	4.1	1.475
637	00225_2_1	40.85	40.825	4.525	1.575
638	00224_2_1	31.525	31.5	0.7	0.15
639	00225_1	65.5	65.475	24.9	5.775
640	00224_1	28.6	28.575	0.425	0.25
641	00225_1_2	76.025	76	26.325	6.925
642	00224_1_2	80.05	80.025	27.2	6.125
643	00225_2_2	67.6	67.575	25.325	6.2
644	00224_2_2	47.6	47.575	6.825	1.125
645	00225_2	74.525	74.5	29.025	6.425
646	00224_2	54	53.975	14.325	4.5
647	00225_1_3	61.175	61.15	12.85	3.175
648	00224_1_3	86.4	86.375	29.275	2.725
649	00225_2_3	59.3	59.275	10.475	5.15
650	00224_2_3	63.7	63.675	18.975	4.85
651	00225_3	92.575	92.55	28.2	5.05
652	00224_3	45.325	45.3	7.325	2.125
653	257	21.475	21.45	0.275	0.125
654	226	84.075	84.05	22.3	4.125
655	227	136.675	136.65	59.6	5.025
656	00227_1	139.825	139.8	58.875	5.425

657	00226_1	131.6	131.575	60.025	8.4
658	00227_2	121.6	121.575	35.425	4.4
659	00226_2	123.525	123.5	46.2	4.525
660	00227_3	98.6	98.575	11.625	2.15
661	00226_3	137.025	137	52.3	4.9
662	00227_1_1	117.85	117.825	30.675	9.475
663	00226_1_1	126.4	126.375	36.4	5.025
664	00227_2_1	127.925	127.9	27.375	3.35
665	00226_2_1	129.875	129.85	36.275	3.775
666	00227_3_1	128.45	128.425	25.8	3.35
667	00226_3_1	139.15	139.125	37.6	3.425
668	00226_1	138.15	138.125	62.65	8.425
669	00227_1	107.875	107.85	23.45	3.175
670	00227_1_2	115.75	115.725	17.25	3.15
671	00226_1_2	135.45	135.425	45.725	4.1
672	00227_2_2	140.75	140.725	48.575	3.9
673	00226_2_2	138.3	138.275	38.95	6.025
674	00227_3_2	127.35	127.325	22.4	3.45
675	00226_3_2	130.825	130.8	28.35	4.2
676	00226_2	132.825	132.8	45.7	4.6
677	00227_2	114.675	114.65	23.625	2.5
678	259	134.525	134.5	50.975	5.775
679	228	27.075	27.05	0.4	0.225
680	229	22.775	22.75	0.125	0.125
681	00229_1	20.8	20.775	0.125	0.125
682	00228_1	24.8	24.775	0.375	0.225
683	00229_2	17.2	17.175	0.125	0.125
684	00228_2	30.15	30.125	1.425	0.3
685	00229_1_1	44.775	44.75	9.3	1.85
686	00228_1_1	43.8	43.775	6.575	1.375
687	00229_2_1	29.225	29.2	1.45	0.3
688	00228_2_1	38.4	38.375	5.55	1.725

689	00228_1	41.775	41.75	7	2.075
690	00229_1	33.875	33.85	2.625	0.45
691	00229_1_2	50.025	50	14.125	1.825
692	00228_1_2	47.175	47.15	11.65	4.525
693	00229_2_2	82.675	82.65	31.55	4.025
694	00228_2_2	76.125	76.1	24.8	1.45
695	00228_2	43.2	43.175	7.55	2.625
696	00229_2	75.3	75.275	23.225	4.125
697	00229_1_3	69.2	69.175	20.6	2.525
698	00228_1_3	70.75	70.725	22.775	5.525
699	00229_2_3	56.2	56.175	20.275	5.175
700	00228_2_3	56.85	56.825	13.85	2.45
701	00228_3	54.7	54.675	15.225	2.775
702	00229_3	55.475	55.45	10.15	1.975
703	260	21.825	21.8	0.125	0.125
704	230	34.525	34.5	2.975	0.975
705	232	33.325	33.3	1	0.375
706	00232_1	18.425	18.4	0.125	0.125
707	00231_1	23.725	23.7	0.125	0.125
708	00230_1	32.775	32.75	2.55	0.825
709	00232_1_1	32.375	32.35	1.2	0.675
710	00230_1_1	41.325	41.3	4.875	1.175
711	00230_1	43.25	43.225	4	1.05
712	00231_1	45.75	45.725	7.55	1.4
713	00232_1	47.65	47.625	7.35	2
714	00232_1_2	31.925	31.9	1.05	0.625
715	00231_1_2	31.3	31.275	1.55	0.45
716	00230_1_2	75.475	75.45	28.65	6.575
717	00230_2	50.675	50.65	8.45	2.75
718	00231_2	57.05	57.025	10.925	1.975
719	00232_2	49.475	49.45	9.525	4.25
720	261	19.575	19.55	0.125	0.125

721	233	77.65	77.625	1.1	0.275
722	234	80.95	80.925	1.675	0.625
723	235	87.9	87.875	0.4	0.2
724	236	84.775	84.75	1.225	0.225
725	00236_1	87.1	87.075	0.7	0.2
726	00235_1	87.025	87	1.625	0.525
727	00234_1	78.625	78.6	1.225	0.25
728	00233_1	67.2	67.175	0.275	0.2
729	00236_2	78	77.975	1.475	0.475
730	00235_2	70.525	70.5	0.25	0.2
731	00234_2	76.95	76.925	0.85	0.2
732	00233_2	68.125	68.1	1.2	0.2
733	237	62.075	62.05	0.375	0.2
734	245	63.475	63.45	0.225	0.2
735	238	118.8	118.775	13.05	3.25
736	239	115.275	115.25	8.225	1.925
737	00239_1	114.375	114.35	9.575	2.225
738	00238_1	122.75	122.725	8.825	1.15
739	00239_2	105.625	105.6	6.7	1.575
740	00238_2	109.75	109.725	9.875	1.8
741	00239_3	104.725	104.7	5.175	2.275
742	00238_3	99.85	99.825	6.025	1.85
743	00238_3_1	94.525	94.5	1.7	0.55
744	00239_3_1	81.825	81.8	0.2	0.2
745	00238_1	119.6	119.575	7.85	0.925
746	00239_1	108.8	108.775	4.275	1.125
747	00238_1_1	113.225	113.2	6.725	1.7
748	00239_1_1	103.35	103.325	4.5	1.05
749	00238_2_1	96.7	96.675	2.975	1.475
750	00238_3_2	87.375	87.35	1.3	0.225
751	00239_3_2	79.4	79.375	0.725	0.35
752	00238_2	106.625	106.6	1.85	0.425

753	00239_2	100.125	100.1	1.675	0.375
754	00238_1_2	95.825	95.8	2.875	0.5
755	00239_1_2	90	89.975	1.9	0.35
756	00238_2_2	95.375	95.35	1.975	0.675
757	246	91.5	91.475	0.725	0.2
758	240	103.425	103.4	5.775	1.95
759	00240_1	107.875	107.85	5.775	0.825
760	00240_2	107	106.975	5.4	0.75
761	00240_3	113.8	113.775	7.725	2.4
762	00240_1_1	102.75	102.725	7	1.675
763	00240_2_1	106.15	106.125	1.825	0.225
764	00240_3_1	109.475	109.45	7.15	2.2
765	00240_1	95.525	95.5	3.3	1.675
766	00240_1_2	95.45	95.425	1.475	0.5
767	00240_2_2	98.7	98.675	1.775	0.8
768	00240_3_2	100.525	100.5	2.6	1.075
769	00240_2	91.575	91.55	1.325	0.425
770	241	92.375	92.35	1.225	0.5
771	247	92.975	92.95	4.6	1.525
772	272	131.875	131.85	34.925	4.55
773	273	124	123.975	24	5.9
774	274	111.25	111.225	20.25	2.7
775	275	125.125	125.1	26.575	4.275
776	276	126.225	126.2	32.775	4.35
777	277	113.4	113.375	20.45	3.175

ÖZGEÇMİŞ

Recai Aksoy, 09.06.1978’de Bandırma’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Bandırma’da tamamladı. 1996 yılında Bandırma Teknik Lisesi’nden mezun oldu. 2012 yılında başladığı İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü’nü 2017 yılında bitirdi. 2017 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yangın ve Yangın Güvenliği Bölümü’nde yüksek lisans eğitimine başladı. Evli ve 1 kız çocuğu sahibidir.