

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI



ACİL DURUM TAHLİYE FONKSİYONLARININ
PATHFINDER SİMÜLASYON PROGRAMI İLE
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ONUR ÖZBAY

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan KEPEKLİ

İSTANBUL, 2024

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI



ACİL DURUM TAHLİYE FONKSİYONLARININ
PATHFINDER SİMÜLASYON PROGRAMI İLE
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ONUR ÖZBAY

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan KEPEKLİ

İSTANBUL, 2024

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
TEZ ONAY BELGESİ

İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı **20111101050** numaralı yüksek lisans öğrencisi Onur ÖZBAY'ın "**Acil Durum Tahliye Fonksiyonlarının Pathfinder Simülasyon Programı ile İncelenmesi**" adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun 19.04.2024 tarih ve 2024/09 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oy birliğiyle Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 09.05.2024

Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan KEPEKLİ
Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Tolga BARIŞIK
KAYA
Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Kenan
Jüri Üyesi

ETİK BEYAN

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

09/05/2024

Onur ÖZBAY

ÖNSÖZ

Hızlı bir şekilde gelişen ve değişen yeni hayat düzeni insanların bir arada daha fazla bulunma gereksinimlerinin doğmasına sebep oldu. Çalışma ortamları, barınma ortamları ve sosyalleşme alanları daha fazla kullanıcı barındırmak zorunda kaldı.

Yükselen binalar çok fazla kullanıcıyı bünyesinde barındırmakla beraber, farklı iş sağlığı ve güvenliği yaklaşımlarının geliştirilmesini zorunlu kıldı. Binaların acil durum anında güvenli tahliyesi de bunlardan bir tanesidir. Binayı yaptıktan sonra değişiklik yapmak neredeyse imkânsız ve yüksek maliyetli olduğu için optimum çözüm olmamaktadır. Bu yüzden bina davranış modellerinin tasarım aşamasından yapılması, güvenli mekânların oluşturulması açısından elzemdir.

Bu amaca birçok program hizmet etmekte olup, bunlardan bir tanesi de Pathfinder Simülasyon Programıdır.

Acil durum tahliye simülasyonu konusunda geliştirilmiş olan Pathfinder Simülasyon Programı ile tahliyenin ana bileşenleri simüle edilerek, olası uygunsuzluklar tasarım aşamasında ortadan kaldırılması mümkün olmaktadır.

Simülasyon programlarının kullanımının mümkün olmadığı durumlar için matematiksel modelleme geliştirilmiş ve gerçek simülasyon verileri ile karşılaştırılarak doğruluğu kanıtlanmıştır.

Tezimin ilk başlangıç aşamasından son aşamasına kadar bana güvenip benden desteklerini esirgemeyen tez danışmanlarım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan KEPEKLİ, Dr. Öğr. Üyesi Kenan KAYA, Dr. Öğr. Üyesi Beyrul CANBAZ, Dr. Öğr. Üyesi Tolga BARIŞIK'a gönülden teşekkür ediyorum. Saygılarımı sunarım.

İSTANBUL, 2024

Onur ÖZBAY

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ	xii
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Temel Bilgi ve Kavramlar	3
2.1.2 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu açısından acil durum ve afet yönetimi.....	4
2.1.3 Tahliye	4
2.1.4 İşyerlerinde acil durumlar hakkında yönetmelik.....	4
2.1.5 İşverenin yükümlülükleri	4
2.1.6 Çalışanın yükümlülükleri	5
2.2 Doğal ve İnsan Kaynaklı Afetler.....	5
2.3 Risk Analizlerinde Acil Durum ve Afetlerin Değerlendirilmesi.....	6
2.4 Tahliye.....	7
2.4.1 Kaçış yolları	8
2.4.2 Kaçış merdiveni	8
2.4.3 Kaçış yolları kapıları.....	8
2.4.4 Kaçış yolları aydınlatması	9
2.5 Tahliyeye Etki Eden Faktörler	9
2.5.1 İnsan faktörü.....	9
2.5.2 Genel panik.....	10
2.5.3 Hareket hızı.....	10
2.5.4 İhtiyaç duyulan alan.....	11

2.5.5 Teknik alt yapı.....	12
2.5.6. Afet.....	12
2.5.7 Tehlike	13
2.5.8 Risk	13
2.5.9 Zarar görebilirlik	14
2.5.10 Tehlike-risk- zarar görebilirlik-afet kavramları arasındaki ilişki.....	15
2.6 Afet Türleri.....	16
2.6.1 Uluslararası afet müdahale mevzuatı.....	23
2.7. Afetlerde Uluslararası Yönetimin İlkeleri.....	24
2.8 2020 Yılı Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri.....	25
2.9 Deprem.....	25
2.10 Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP).....	28
2.11 Afetler ile Mücadele Alanında Faaliyet Gösteren Uluslararası Kuruluşlar ve Yapılar.....	28
2.11.1 Birleşmiş Milletler (BM)- United Nation (UN)	28
2.11.2 Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP)	29
2.11.3 BM İnsani Yardım Koordinasyon Ofisi (BM OCHA).....	29
2.11.4 BM Afet Değerlendirme ve Koordinasyon Sistemi (UNDAC)	29
2.11.5 Yerinde Operasyonlar Koordinasyon Merkezi (OSOCC)	29
2.11.6 Sanal OSOCC (Virtual SOCC)	29
2.11.7 Kuzey Atlantik Paktı (NATO).....	29
2.11.8 Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu (IFRC)....	29
2.11.9 Uluslararası Sivil Savunma Örgütü (ICDO).....	30
3. GEREÇ VE YÖNTEM	31
3.1 Çalışmanın Yapıldığı Yer.....	31
3.1.1 Okul binası ile ilgili bilgiler	31
3.2. Pathfinder Tahliye Simülasyon Programı.....	31
4. BULGULAR	33
4.1 Tahliye Simülasyon Model 1 Bulguları.....	33
4.2 Tahliye Simülasyon Model 2 Bulguları.....	36
4.3 Tahliye Simülasyon Model 3 Bulguları.....	38
4.4. Tahliye Simülasyon Model 4 Bulguları.....	39

4.5. Regresyon Eğrisi	40
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	43
6. KAYNAKLAR.....	46



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Tehlike Zarar Görebilirlik ve Riski Kavramsallaştıran Hiyerarşik Çerçeve.....	15
Tablo 2.2: Türkiye’de Afet Yönetimi Politika Süreci (1509 -2009).....	17
Tablo 2.3: 2021 Yılı Türkiye ve Yakın Çevresi Deprem Etkinliği.....	20
Tablo 4.1: Kullanıcı Sayısına Bağlı Tahliye Süreleri.....	33
Tablo 4.2: Program Verileri ile Matematiksel Model Verileri Karşılaştırılması 1 ...	36
Tablo 4.3: Program Verileri ile Matematiksel Model Verileri Karşılaştırılması 2 ...	38
Tablo 4.4: Program Verileri ile Matematiksel Model Verileri Karşılaştırılması 3 ...	39
Tablo 4.5: Öğrenci Tahliye Süreleri.....	41
Tablo 4.6: Regresyon İstatistikleri-1	41
Tablo 4.7: Regresyon İstatistikleri-2.....	42

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Vücut Elipsinin Kapladığı Alanın Hesaplanması.....	11
Şekil 2.2: Risk Bileşenleri	14
Şekil 2.3: Tehlike-Risk- Zarar Görebilirlik-Afet Kavramları Arasındaki İlişki.....	16
Şekil 2.4: Afet Türleri.....	17
Şekil 2.5: Stratejik Alanlar ve Amaçlar	19
Şekil 2.6: Kurullar Şeması.....	19
Şekil 2.7: Okullarda Afet Hazırlık Planı.....	21
Şekil 2.8: Yangın Kaynaklarının Tüm Yangınlara Oranı	22
Şekil 2.9: Okullarda Temel Acil Durum Şeması.....	23
Şekil 2.10: 2020 Yılı Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri.....	25
Şekil 2.11: 2021 Yılı Türkiye ve Yakın Çevresi Deprem Etkinliği	26
Şekil 2.12: 2021 Yılında Meydana Gelen Depremlerin Büyüklük Dağılımı	26
Şekil 2.13: Asya Pasifik Bölgesi Ortalama Yıllık Kayıpların Dağılımı –2019 UNESCAP Asya –Pasifik Afet Risk Görünümü Raporu.....	27
Şekil 2.14: Ortalama Yıllık Kayıpların Ülkeler Bazında Dağılımı	27
Şekil 4.1: 10 Kullanıcı İçin Tahliye Süresi.....	34
Şekil 4.2: 50 Kullanıcı İçin Tahliye Süresi.....	34
Şekil 4.3: 100 Kullanıcı İçin Tahliye Süresi.....	35
Şekil 4.4: 150 Kullanıcı İçin Tahliye Süresi.....	35
Şekil 4.5: Regresyon Eğrisi	42
Şekil 5.1: Acil Çıkış Kapısı Yapılması Durumunda Gerçekleşecek Tahliye Süresi .	44



KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
GMSH	: Gayri Safi Milli Hâsıla
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
IMF	: International Monetary Fund (Uluslararası Para Fonu)
kWh	: Kilowatt saat
MÖ	: Milattan Önce
İTO	: İstanbul Ticaret Odası
vb.	: Ve benzeri

ÖZET

BİR ORTAOKUL BİNASINDA ACİL DURUM TAHLİYE FONKSİYONLARININ PATHFİNDER SİMÜLASYON PROGRAMI İLE İNCELENMESİ

Gelişen teknoloji ve şehirleşmelerden dolayı binalar büyümekte ve daha çok kullanıcıya etki etmektedir. Sağlık ve güvenlik çerçevesinden güvenli bir alanda yaşamının önemi kadar, acil durumlarda kişilerin binalardan güvenli tahliyelerinin sağlanması da önem kazanmaktadır. Geçmiş kazalar incelendiğinde büyük ölçüde; ulusal ve uluslararası standartlara uyulmadığı, proaktif risk değerlendirmeleri yapılmadığı, gerekli, yeterli bütçe ve zamanın ayrılmadığı, acil durumlarda görevlendirilen çalışanların yeterli eğitimleri almadıkları ve görev, sorumluluklarını bilmedikleri, bütün bu gerçeklere bağlı olarak özellikle ülkemizde mekânsal ve lokal olarak afet ve acil durum hazırlıklarının iyileştirmeye açık olduğu gözlemlenmektedir.

Güvenli tahliye tüm bireylerin doğru davranışlar sergileyerek acil toplanma alanında sorunsuz bir şekilde toplanmalarını sağlayan bir süreci kapsamaktadır. İlgili sürecin başarıya ulaşması için tasarım, eğitim, tatbikat ve iyileştirme süreçlerinin doğru kurgulanması önemlidir.

Acil durum tahliye tatbikatlarının yapılma olanağı zor olan stadyum, avm, metro vb. değişken kullanıcı yüküne sahip binalar tahliye anında doğru davranış şekillerinin sergilenmesi, görevli ekiplerin yapılması zor olan tahliye tatbikatlarının yapılamaması dolayısıyla disiplinli müdahale olanaklarını zorlaşmaktadır.

Bu çalışmada acil durum tahliye simülasyonu konusunda geliştirilmiş olan Pathfinder Simülasyon Programı ile tahliyenin temel unsurları simüle edilerek, olası zafiyetlerin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir.

Mevzuat hükümlerinin aynısının tatbik edilmesiyle oluşturulan bir tasarımda bile, binadaki ajanların farklı fiziksel özelliklerinden doğabilecek değişkenlikler sebebiyle tahmin edilen tahliye zamanında çok farklı sonuçlar elde edilebilmektedir.

Bu durumların tamamının önceden ön görülebildiği Pathfinder Simülasyon Programı sayesinde tahliye zamanları gerçeğe yakın olarak belirlenebilmektedir. Böylece bina tahliye seçenekleri değişik durumlarda ve tatbikata gerek olmaksızın fikir sahibi olmayı mümkün kılmakta, herhangi bir zararın doğması beklenmeden gereken önlemler proaktif olarak alınabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tahliye, Acil Durum, Okul, Simülasyon Programı, Risk Analizi,

Onur ÖZBAY, 2024

ABSTRACT

INVESTIGATION OF EMERGENCY EVOLUTION FUNCTIONS IN A SECONDARY SCHOOL BUILDING WITH THE PATHFINDER SIMULATION PROGRAM

Due to developing technology and urbanization, buildings are growing and serving more users. In terms of Occupational Health and Safety, it is important to ensure the safe evacuation of people from buildings in case of emergency, as well as the importance of living in a safe area. When the past accidents are examined, to a large extent; National and international standards are not complied with, proactive risk assessments are not made, necessary and sufficient budget and time are not allocated, employees assigned in emergency situations do not receive adequate training and do not know their duties and responsibilities, depending on all these facts, especially in our country, spatial and local disaster and emergency preparations are open to improvement is observed.

Safe evacuation includes a process that ensures that all individuals exhibit correct behavior and gather in the emergency assembly area without any problems. In order for the relevant process to be successful, it is important that the design, training, practice and improvement processes are set up correctly.

It is difficult to carry out emergency evacuation drills such as stadiums, shopping malls, subways, etc. Buildings with variable user load make it difficult for disciplined intervention opportunities due to the correct behavior at the time of evacuation and the inability to perform evacuation drills, which are difficult for the assigned teams.

In this study, it is aimed to eliminate possible vulnerabilities by simulating the basic elements of evacuation with the Pathfinder Simulation Program developed for emergency evacuation simulation.

Even in a design phase made with the exact application of the legislation, serious inconsistencies occur in the expected evacuation times, especially due to the

differences arising from the anthropometric characteristics of the users who use the building. In this case, a much more detailed and accurate evacuation time calculation can be made thanks to the Pathfinder Simulation Program, in which the building structure, furniture layout, anthropometric characteristics of the people using the building and even the effects of fire smoke on the evacuees can be modeled. In this way, it is possible to examine the emergency evacuation conditions without practicing with different scenarios, and necessary measures can be taken proactively without waiting for any damage.

Keywords: Evacuation, Emergency, School, Simulation Program, Risk Analysis,

Onur ÖZBAY, 2024

1. GİRİŞ

Birçok doğal afetin birlikte görüldüğü ülkemiz, dünyanın en aktif fay hatları üzerinde de yer almaktadır. Gelişen teknolojik kolaylıklar, her geçen gün bilimin sağladığı fayda ve proaktif risk analizleriyle birlikte yapılan acil durum ve afet yönetimi canlıların daha sağlıklı ve güvenli yaşamalarını sağlamaktadır. Deprem vb. gibi acil durumlardan kaçmak mümkün olmadığı için acil durumun gerekliliklerinin yerine getirilmesi ve bu konuda dirençlilik kazanılması önem arz etmektedir.

Toplumun her alanında insanların maruz kalabilecekleri yangın, patlama, deprem, doğal afet, sabotaj gibi acilen müdahale edilmesi önemli olan bütün istenmeyen durumlara acil durumlar denilmektedir (İşyerlerinde acil durumlar hakkında yönetmelik, 2013, AFAD, 2019).

Tarihte ise 1. Dünya Savaşı neticesinde afet yönetimi çalışmaları nadiren başlamıştır. Modern afet yönetimi ise 2. Dünya savaşı sonrasında oluşmuştur. sivil savunma kavramını doğurmuştur (MEDAK, 2013).

İşyerlerine, okullara, hastanelere vb. özel olarak hazırlanan acil durum eylem planlarının bir parçası olan acil durum tatbikatlarının da düzenli olarak yapılması gerekmektedir. Kişi sayısının az olduğu yerlerde tahliye tatbikatlarının yapılması önemli ve önceliklidir. Ancak kişi sayılarının fazla olduğu üniversite, hastane, metro, stadyum vb. gibi yerlerde ise tatbikatların yapılması zor olmaktadır.

Tüm yapılarda acil durum anında tahliyelerin güvenli yapılması önem arz etmekte olup, eğitim binaları diğer yapılarla kıyaslandığı zaman acil durum tahliyeleri sırasında farklı bir öneme sahip olmaktadır. Anaokulu, ilköğretim okulu ve orta öğretim okulu öğrencileri yaşlarından dolayı, acil durumlarla karşılaştıkları anda gerek genç yaşta olmalarından gerekse de daha önce bu konuda tecrübe eksikliğinden dolayı acil durum anında doğru davranış sergileme özellikleri yetişkinlerden daha düşüktür. Öğrenciler acil durum tahliyesi anında öğretilen kazandıkları tecrübeleri yoksa sürü davranışına

karşı daha fazla eğilimli olurlar. Öğretmenlere duydukları yüksek bağlılıktan dolayı öğretmen davranışlarını ve yönlendirmeleri taklit ederler.

Simülasyon programlarında birçok alanda istifade edilmektedir. Simülasyon benzetim demektir. Bilgisayar destekli bu programlar gerçeğe yakın sonuçlar elde edilmesine imkân sağlamaktadır.

Bu çalışmada bütünsel bakış açısıyla acil durumların aslında afet yönetiminin de fonksiyonları arasında yer aldığı için tahliye planları da değerlendirilecektir. Aslına uygun kat planları ve gerçek kişi sayıları dikkate alınarak çalışmalar gerçekleştirilecektir. Simülasyon programı verileri dikkate alınarak muhtemel iyileştirme önerilerinde bulunulacaktır.

Birçok simülasyon verileri incelenerek matematiksel veri oluşturulacak ve bu veriyle de benzer nitelikli binalarda tahliye süreleri simülasyon verileriyle kıyaslandığında en doğru sonuca ulaşılmış olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Temel Bilgi ve Kavramlar

Bu bölümde sıklıkla kullanılan kavramlar, ülkemizde acil durum ve afetle ilgili mevzuat özetleri ele alınacaktır.

Acil durum: İşyerlerinde veya dışarda olabilecek ve neticesi itibariyle acil müdahale yapılması gereksinimi doğuran durumları,

Acil durum planı: İşyerlerinde olası acil durumlara karşı alınacak aksiyonların bulunduğu planı,

Toplanma alanı: İstenmeyen durumların sebep olabileceği etkilere karşı kişilerin güvenle bekleyecekleri alanı,

Acil yardım: Afet ve acil durumlarda; her türlü destek faaliyetlerini,

Acil yardım süresi: Afetin başlamasıyla, bitmesinden sonraki on beş gün devam eden ve gerektiğinde Başkanlıkça uzatılabilen acil destekler ve bu afetle ilgili karşılanan giderlerin yapıldığı süreyi,

Afet: İnsanların tamamı veya bir bölümü için her türlü kayba sebep olan, insanüstü sebeplerle gerçekleştiği için insanların mücadele kapasitelerinin yeterli olmadığı doğal, teknolojik veya insan kaynaklı olayları,

İkincil afet: Afet sonrası gerçekleşen yangın, heyelan, patlama, KBRN gibi afetleri,

KBRN: Kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleeri,

Müdahale: Afet ve acil durumlarda can ve mal kayıplarını önlemek için planlı yapılan çalışmaların tamamını,

Hazırlık: Afet ve acil durumların etkisini en aza indirmek için afet ve acil durum öncesi yapılan her türlü faaliyeti

2.1.2 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu açısından acil durum ve afet yönetimi

Acil durum planları, yangınla mücadele ve ilk yardım

MADDE 11 – (1) İşveren;

- a) Çalışma ortamında oluşabilecek her türlü acil durumları önceden göz önünde bulundurarak, gerekli her türlü önlemi alır.
- b) Acil durumların işletmeye zarar vermesinin önüne geçmek için, acil durum eylem planlarının hazırlanmasını sağlar.
- ç) Acil durumlar esnasında destek alacağı kuruluşların haberleşme akışını hazırlar.

2.1.3 Tahliye

MADDE 12 – (1) acil durumların gerçekleşmesi durumunda işveren;

- a) Çalışanların güvenli bir toplanma alanına gitmeleri için gerekli bilgilendirmeleri yapar.
- b) Acil durumun devam ettiği sürece görevli çalışanlar haricinde diğer çalışanların iş başı yapmalarını isteyemez.

2.1.4 İşyerlerinde acil durumlar hakkında yönetmelik

Bu yönetmeliğin amacı: işyerlerinde acil durum durumlarının yönetilebilmesi için her türlü çalışmanın, dokümanın usul ve esasları düzenlemektir.

2.1.5 İşverenin yükümlülükleri

MADDE 5 – (1) İşverenin acil durumlara dair sorumlulukları aşağıda belirtilmiştir:

- a) Acil durumların istenmeyen sonuçlarına karşı her türlü tedbiri alır.
- b) Acil durumların istenmeyen sonuçlarına karşı gerekli ölçüm ve analizleri yapar.
- c) Acil durum eylem planlarının hazırlanmasını sağlar, tatbikatlarla sonuçları gözlemler.

2.1.6 Çalışanın yükümlülükleri

MADDE 6 – (1) Çalışanların acil durumlara dair sorumlulukları aşağıda belirtilmiştir:

- a) Acil durumlarla mücadele kapsamında belirlenen önlemlere uymak.
- b) İşyerlerinde herhangi bir acil durum ile karşılaştıkları zaman; hemen yöneticiye, acil durum ekip üyelerine bilgi vermek.
- c) Acil durumların yönetilebilmesi içinde görevli resmi veya resmi olmayan kurumların yönlendirmelerine uygun hareket etmek.
- ç) Acil durumlar esnasında risk oluşturmayacak şekilde davranmak.

2.2 Doğal ve İnsan Kaynaklı Afetler

Toplumun düzenli yaşam alışkanlık kapasitelerinin üstünde etki oluşturan ve sonucu itibariyle de dış destekle yönetilebilen doğal olaylardır (Keçici, M, 1994). Doğal afetlerin, insan davranışlarından kaynaklanmayan, doğa kaynaklı istenmeyen olaylardır. Bunun tersine, insan kaynaklı afetler ise insanlar tarafından sebep olunan afetlerdir. Doğal veya insan etkisiyle meydana gelen afetler evrensel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli sorun teşkil etmektedir. (Mashi, Oghenejabor, Inkani,2019). BM Afet Koordinasyon Bürosu' na göre afet ve acil durumlar türüne bakılmaksızın dört aşamada ele alınır. (UNDRO, 1982)

1. Afet yaşanmadan önce (Pre-disaster phase)

2. Acil yardıma ihtiyaç duyulan evre (Immediate relief period)

3. Rehabilitasyon evresi (Rehabilitation period)

4. Normalleşme ve yeniden yapılanma (Reconstruction period)

Rehabilitasyon evresinde barınma konusunda üç evrede değerlendirilir. (Sey, vd., 1987)

- Farklı yerlerde geçici konaklama,
- Afet alanında toplu yaşam,
- Geçici yaşam alanı

2.3 Risk Analizlerinde Acil Durum ve Afetlerin Değerlendirilmesi

Risk analizlerinin amacı tehlikeler ve bu tehlikelerin sebep olacağı zarar, maddi kayıp ve ölüm gibi sonuçları belirlemektir. (Schadschneider vd., 2008).

Yaşanan acil durum anında doğru davranış şekillerinin çerçevesini belirleyen, iletişimi açıklayan, müdahale yöntemleri hakkında detay veri içeren plana acil durum planı denmektedir. (Karasakal,2018). Yine aynı tanım Kaçmaz tarafında; İnsanların günlük faaliyetlerinde karşılaştıkları yaralanma, can ve mal kayıpları gibi istenmeyen ve ani olarak ortaya çıkan olaylara acil durum denilmektedir (Kaçmaz, 2014) şeklinde tanımlanmıştır.

Acil durum esnasında alanın tahliye edilmesi önem arz etmektedir. Tahliye kelime anlamı olarak boş durumu yaratmak olup, acil durum esnasında hemen uzaklaşılması gerektiğini belirtmektedir. (AFAD, 2019).

İyi bir afet ve acil durum yönetiminin temeli etkili, geniş katılımlı, proaktif ve multi disiplinler risk analizlerinin hazırlanmasıyla mümkün olacaktır. Olası acil durumlar

daha önceden tespit edilmeli, afete dönüşme ihtimaline karşı gerekli önlemler iş birliği içerisinde geniş katılımı ile alınmalıdır.

Risk analizi yapılmasının sebebi doğmuş ya da doğabilecek risklerle ilgili zararlarının ve etkilerinin analiz edilmesidir. Bu süreç, optimum çözüm önerileri için gereklidir. Değerlendirme üç farklı yöntemle yapılır. (Beddington, 2015):

- Tanımlanan riskler için tespit edilen Sezgisel (Heuristic) yöntem,
- Etki alanı ve oluşturacağı zararların değerlendirilmesine dayalı deterministik (Deterministic) yöntem,
- Eski kayıtları referans alarak zarar ve hasar göreceli ihtimalini dikkate alan olasılık sal (Probabilistic) risk analizi.

2.4 Tahliye

Tahliyeyi “canlıların tehlikeli bir alandan, güvenli bir alana organize olarak taşınması” (Müller G, 1998) olarak tanımlayabiliriz. Tehlike ile ifade edilmek istenen yaşamın ve bütünlüğünün, eşyaların ve doğanın etkilenmesidir. Güvenli alan ise tehlike kaynaklarından uzak alandır. (Prendke ve Schröder, 2005). Burada sürecin zamanın uzun ve kısa dönem olarak değişkenlik gösterebilir. Yangın gibi tehlike kaynaklarında öncelikli olarak tehlike bölgesinin tahliyesinin yapılması gerekir. Yangın tehlikesi kısa sürede önemli hasarlar verdiği için tehlike çok daha kısa sürer. (Ruhrhofer ve Schweitzer, 2003).

- Acil Tahliye: Tehlike durumunda yapılan hızlı tahliyedir.
- Kontrollü Tahliye: Hayatı doğrudan etkilemeyen tehlikelere karşı sistematik olarak uygulanır.
- Kısmi Tahliye: Yalnızca tehlikenin etkilediği alandaki canlılar tahliye edilir.
- Kapalı Alanda Yer Değişimi: Herhangi bir sebepten dolayı çıkış güzergâhı kapanmış ise canlılar daha az tehlikeli alana alınır.

Werner ve Schmutz tarafından yapılan bu tanımlamalara ilave olarak Müller (1998) ilave bir yaklaşımda da bulunmuştur. O da mevcutta bulunulan bölge diğer alanlardan daha güvenli ise güvenli alanda kalınmalı (stay put) ve bu alan daha güvenli hale getirilmelidir. Ancak yangın gibi durumlarda kullanıcılar en doğru çıkışı ve çıkışa yönlendiren işaretlemelerin farkında olmaya bilirler. Bu durumda kullanıcılar en doğru çıkış yerine bildikleri çıkışı kullanarak tahliyeye yöneleceklerdir (Hostikka vd., 2007).

2.4.1 Kaçış yolları

Kaçış güzergâhı, binanın herhangi bir bölgesinden zemin mesafesindeki alana kadar sürekli ve engelsiz güzergâhtır. Asansörler kaçış yolu değildir. (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, (09/07/2015)-29411, 2015.)

Çıkış kapasisi kişi sayısına göre belirlenir. Kullanıcı sayısı: Sınıflarda 1.5 m² /kişi.

Kaçış rotası BYKHY-2015 Ek-5/A'ya göre kattaki ajanların toplan sayısının 0.4 ile çarpımıyla hesaplanır. (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik - (09/07/2015)-29411, 2015.)

2.4.2 Kaçış merdiveni

Acil durum anında yapı kullanıcılarının emniyetli bir şekilde tahliyesini sağlamak amacıyla dizayn edilmiş merdivenlerdir.

Kaçış merdivenlerinin tüm alanlarında kesinlikle yanıcı malzeme uygulanmaz ve bu merdivenler, yangına karşı min. 120 dakika dayanıklı duvar ve en az 90 dakika dayanıklı duman sızdırmaz kapı ile diğer alanlardan ayrılır. (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik -(09/07/2015)-29411, 2015.)

2.4.3 Kaçış yolları kapıları

Kaçış güzergâhında bulunan kapıların en az temiz genişliği 80 cm'den ve yüksekliği 200 cm'den az olamaz. Kaçış yolu kapılarında eşik gibi yükselti olmaz. Döner

kapılar ile turnikeler, kaçış yolu kapısı değildir. Kaçış yolu kapıları açılış yönü kişilere engel olmamalıdır. Kişi sayısı 50 kişiyi geçen alanlarda acil çıkış kapılarının kişilerin tahliye güzergâhı istikametine doğru açılması şarttır. (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik -(09/07/2015)-29411, 2015)

2.4.4 Kaçış yolları aydınlatması

Kaçış güzergâhında, güvenli tahliye için mevzuatta belirtilen aydınlatma değerlerinde aydınlatılmalıdır.

2.5 Tahliye Etki Eden Faktörler

Tahliye etkileyen unsurlar farklılık göstermekle beraber ana etkenleri açıklayacağız.

2.5.1 İnsan faktörü

Bina tahliyelerinin gerçekleşmesi insan performansı ile sağlanmaktadır. Bu nedenle, insan performansına dayalı olumsuzluklarla karşılaşılabilir. (Friedl ve Scelsi, 2004). Özellikle yangın esnasında insan hareketleri değişkenlik gösterir. Olumsuz tecrübeler kişi hareketlerini en çok belirleyen etmenlerdir. (Sieber, 1986).

Yapılan çalışmalarda yangın esnasında insanların yalnızca %10-15 arası bir bölümü doğru davranış gerçekleştirmekte. %70 gibi bir kısmı ise yangının şokundan etkilenmesine karşın, hızlıca toparlanıp sürece pozitif destek sağlamaktadır. Diğer %10-15'lik oran ise davranışları tahmin edilemeyen grubu temsil etmektedir. (Ploog ve Clausen, 1997; Mark, 2001).

Birlikte hayat süren toplumlarda yardımlaşma yüksek öneme sahip olduğu için tahliye anındaki hareket tarzlarının diğer toplumlara göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. (Schäfer vd., 2013).

2.5.2 Genel panik

Panik, insanın karşı karşıya kaldığı istenmeyen durum karşısında bu halden çıkmak için sergilediği olağan dışı davranışlar bütünüdür. (Sieber, 1986). Panik geneli etkiler ise çok sayıda insanın acil ve istenmeyen durum karşısında reaksiyonel ve kolektif davranış biçimi olarak ifade edilir. Birtakım araştırmacılar yangın esnasında paniğin çok az görüldüğünü ifade etmişlerdir. (Raphael, 2005)

Bireysel panik halinin genel panik haline dönüşmesi durumlarda insanlar bu hareket neticesinde ezilme, yaralanma ya da hayatını kaybetme riskleri ile karşı karşıya kalabileceklerdir. Bu davranış, özellikle yangın gibi hayatı tehdit eden önemli olaylarda çok daha kötü bir durum alabilir (Keating, 1982). Avrupa da konserveya futbol alanlarında çıkan yangınlar, bölge halkının daha eğitilmiş olmasına karşın paniğin ne denli etkili olduğunu göstermektedir.

İnsan davranışları kopyalanırken birçok özelliğinin olduğu gibi sosyal özelliklerinin ve davranışların da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Öncelikle hayati tehlikenin var olduğu durumlarda kişilerin engellerin üstesinden gelebilmek için grup olarak hareket etmeyi tercih ettikleri bilinmektedir. (Gwynne vd., 2006)

2.5.3 Hareket hızı

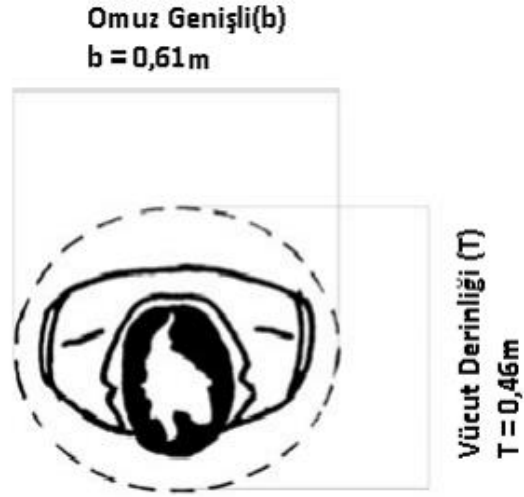
Kişisel hareket hızı (v) tahliye anında oldukça önemlidir. Tahliyenin başladığı anda temel hedef en yakın çıkıştan güvenli alana ulaşmaktır. Bu çıkış anında çalışanlarının hızlarını etkileyen faktörler olabilir. Bunlar, yangın olması durumunda acil çıkış rotalarının birinin veya bazılarının kullanılamaması, insan popülasyon yoğunluğu, yönlendiricilerin rota değişikliği yapması vb. tahliye güzergâhının açık olması durumunda standart ölçülerinde bir kişinin hareket hızı 1,2 m/s- 1,4 m/s şeklinde kabul edilir. Bu hız verisi yapının tasarımına ve ne için kullanılacağına, kaçış güzergâhının türüne kişilerin kaçış yoğunluğuna, fiziki kapasitelerine ve psikolojileriyle ilgilidir. (Schneider ve Kirchberger, 2007). İlave olarak tahliyede kişiler acil çıkış kapılarından değil, bildikleri, kullanımda alışkanlık edindikleri kapılardan çıkma eğiliminde

olmaktadır. (Pan, 2006). Önemli araştırmalarda kişilerin paniğe kapılması, grup hareketlerinin kontrol edilememesini sağlayabilmektedir. (Kelley vd., 1965)

2.5.4 İhtiyaç duyulan alan

Acil durum esnasında gereksinim olan alan bireyin kişinin insan hareketleri sırasında gerekli hareket alanıdır. Toplam alan ise bütün insanların uyumlu bir şekilde tahliye edilmeleri için gerekli bütün alanlar toplamıdır.

Hesaplama yapılırken insan vücudunun hacmi göz önünde bulundurulur. Fruin'in modellemesinden (Fruin, 1970) esinlenerek oluşturulan ve aşağıdaki resimde ifade edilen hesaba göre alan hesaplamasında bir vücut elipsinden söz edilebilir.



Şekil 2.1: Vücut Elipsinin Kaptadığı Alanın Hesaplanması

(Schneider ve Kirchberger, 2007)

Kişilerin hareket alanlarına dair yapılan araştırmalarda;

- Caddede bulunan yaya kişilerin hareket analizlerinin yapılması (Predtechenskii ve Milinskii, 1978).

- Değişken vücut ölçülerinde ki kişilerin hareket hızı analizlerinin yapılması (Kendik, 1983; Fahy, 1994; Thompson, 1995; Ando vd., 1988).
- Optik yoğunluğunun kişilerin hareket hızı üzerindeki etkileri incelenmesi gerekmektedir (Sih vd., 2009).

2.5.5 Teknik alt yapı

Teknik altyapı yapısal ve donanımsal olarak iki farklı şekilde incelenmelidir. Yapısal önlemleri güvenli çıkışı oluştururken öte yandan da duman gibi çevresel etmenlerin oluşturacağı olumsuz etkiyi en aza indirir. Standartlara uygun kaçış alanı ve kapıları, itfaiye gibi unsurların binaya yaklaşmasına olanak sağlayan yapısal önlemler tahliyeyi ve müdahaleyi kolaylaştırır.

2.5.6. Afet

İnsanları var olduğu günden beri afetler hayatlarında yer almıştır. Afetler beklenmedik zamanlarda gelişen, belirli olumsuzluklar içeren, haşmanın her alanında uzun süren etkileri olan büyük çoğunlukla önlenmesi imkânsız doğal, teknolojik veya insan etkisiyle meydana gelen olaylardır (Atalay, 2010). İnsanlar kendi yaşam alanı sınırları içerisinde olsunlar veya farklı bir alanda olsunlar afetlerden kesinlikle etkilenmektedir. (Abulnour, 2014).

Afetler organizasyonun kolektif bir yapıda hareket etmesini gerektiren, insanların yaşamlarında önemli zararlara yol açan yaşamsal prosesleri etkileyen ya da tamamen durduran (Duygun, 2014).

Türkiye depremselliği yüksek fay zonlarında bulunmasına karşın farklı türde ve büyüklükte birçok afet tarafından da etkilenmektedir. Meteorolojik olarak sel, kuraklık, heyelan, çığ, doğal afetler ise deprem, sel, kasırga ve hortumlardır. (Çelik vd., 2020).

Teknolojik afetler ise Siber saldırı, radyasyon, zehirlenme, radyasyon. (Çelik vd., 2020).

Afetin büyüklüğü üzerinde etkili olan etmenler;

- Afetin büyüklüğü,
- Kontrolsüz nüfus ilerlemesi,
- Yörenin gelişmişlik seviyesi,
- Eğitim ve tatbikat yetersizliği,
- Kontrolsüz yapılaşma,
- Afetin yerleşim alanına uzaklığı,
- Çevrede oluşturulan zararlar,
- Düzeltici ve önleyici tedbirlerin hayata geçirilme düzeyi (Atalay, 2010).

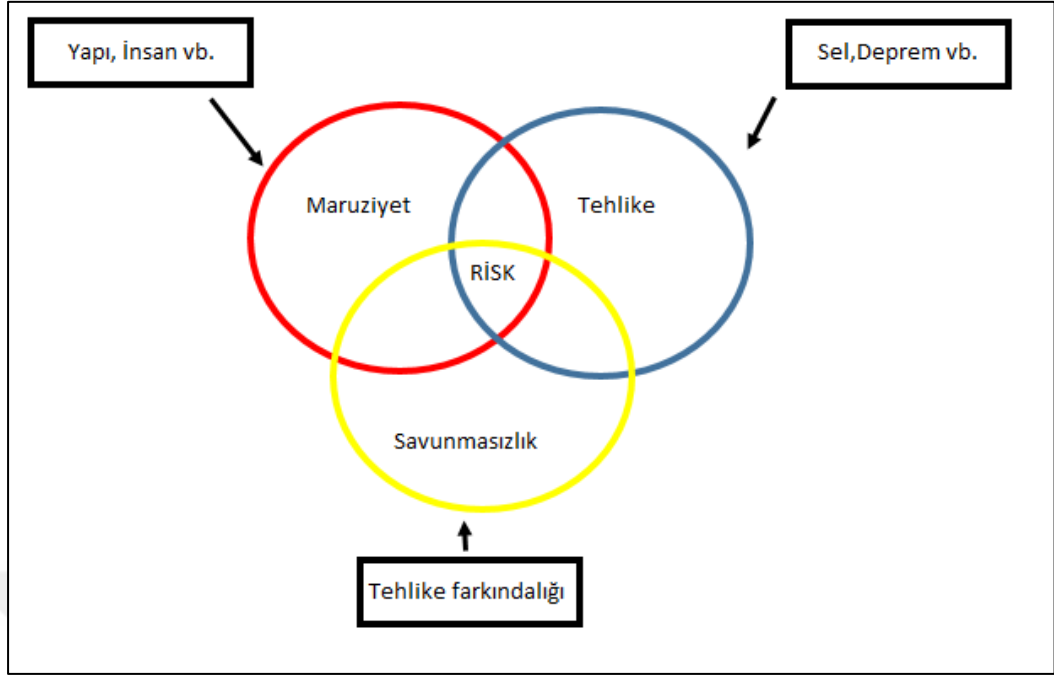
2.5.7 Tehlike

İşyerinde bulunan veya dış etmenlerden kaynaklanabilecek ve kişileri veya firmaları zarara uğratma potansiyelidir.

2.5.8 Risk

Risk; Afet anında oluşan hasara bağlı olarak oluşabilecek zarar ihtimalidir. (Taştan ve Aydınoglu, 2015). Farklı bir yaklaşımla, risk “bir durumun neden olabileceği arzulanmayan neticelerin tamamıdır.” (Değerliyurt, 2013).

Afet riski, tehlike, zarar görülebilirlik ve maruziyetin kesişimidir. Ancak tehlikelerin tam anlamıyla önlenmesine olanak bulunmayan durumlarda zarar görülebilirlik ve maruziyetin azaltılmasına dair aksiyonların alınması gerekmektedir. (Deniz, 2012).



Şekil 2.2: Risk Bileşenleri

(Kaynak: Deniz, 2012)

2.5.9 Zarar görebilirlik

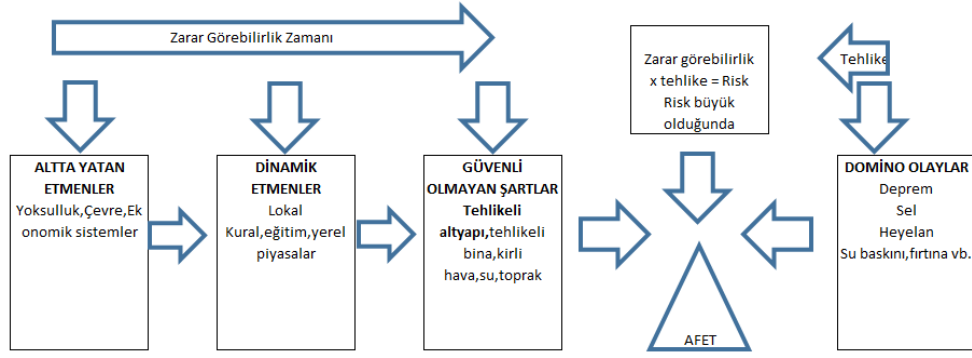
İnsanların ve çevrenin, bir tehlike esnasında maruz kalacakları zarar ve kayıplara karşı acizliği zarar görebilirlik kavramını ifade etmektedir. Farklı bir yaklaşımla güvenlik açığı; “Kişilerin, bir yapının mevcutta olan bir tehlikeden ne derecede etkilenebileceğinin veya uğrayabileceği zarar veya kayıpların şekli” olarak nitelendirilmektedir (Taşkesen, 2011). Zarar görebilirlik aynı zamanda kişinin veya toplumun belirli bir tehlikenin neticelerini öngörme, doğabilecek zararları azaltma, tehlikenin neticeleriyle mücadele etme ve bunun neticesi olarak ise normalleşme süreçlerini açıklamaktadır (Sürmeli, 2011).

Tablo 2.1. Tehlike Zarar Görebilirlik ve Riski Kavramsallaştıran Hiyerarşik Çerçeve

Genel Çerçeve		Kabul edilen tehlike,sistem,zaman										
Kavramsal Bölüm	Bileşenler	Nedenler	Parametreler									
RİSK	Tehlike	Deprem,sel,volkanik aktiviteler,kuraklık,erozyon,fırtına, kasırga,terör eylemleri,tsunami,patlama, yangın vb.	Şiddet, büyüklük,bulunulan alanda etkilenme,etkilenme süresi,maruziyet zamanı,yükseklik,akış hızı,toprak yapısı vb.									
				Fiziksel etkilenebilirlik	Alan Yapıyla ilgili riskler Altyapı eksikleri	Ulaşılabilirlik, mesafe,vb Bina sayısı, birim yoğunluğu yapı yüksekliği, ürün ve ve yapı çeşidi,kapalı ortam,açık ortam vb.Cadde ve alt yapı ağı,genel ulaşım,iletişim ağı vb.						
							Demografik zarar görebilirlik	Nüfus özellikleri	Toplam nüfus,genel nüfus dağılımı,yaş vb.			
										Sosyal etkilenebilirlik	Nüfus gelişimi	Göç ve nüfus artış oranları vb.
	Politik etkilenebilirlik	Ulaşılabilirlik Kişisel finansal durum	Okullar, hastaneler, itfaiyeler vb barnaklar sigorta, işsizlik oranı vb.									
				Ekolojik etkilenebilirlik	Devlet uygulamaları	Gayri safi milli hasıla,yerel bütçe kalemleri,yardım kuruluşları ve programlar,enflasyon						
	Karar Şekli	Dağol Kaynaklar	Siyasal sistem,bilgi yönetimi Su kaynakları ve									

2.5.10 Tehlike-risk- zarar görebilirlik-afet kavramları arasındaki ilişki

Afet, tehlike ve zararın çarpımıdır. Afetin sonucunda belirleyici olan tehlikenin boyutundan ziyade zarar oluşturma şeklindedir. Tehlikenin etkileme potansiyeli büyük olsa dahi bu tehlike için gerekli hazırlıklar yapılmış ise afetin etki düzeyi az olacaktır. (Aşıkoğlu, 2009).



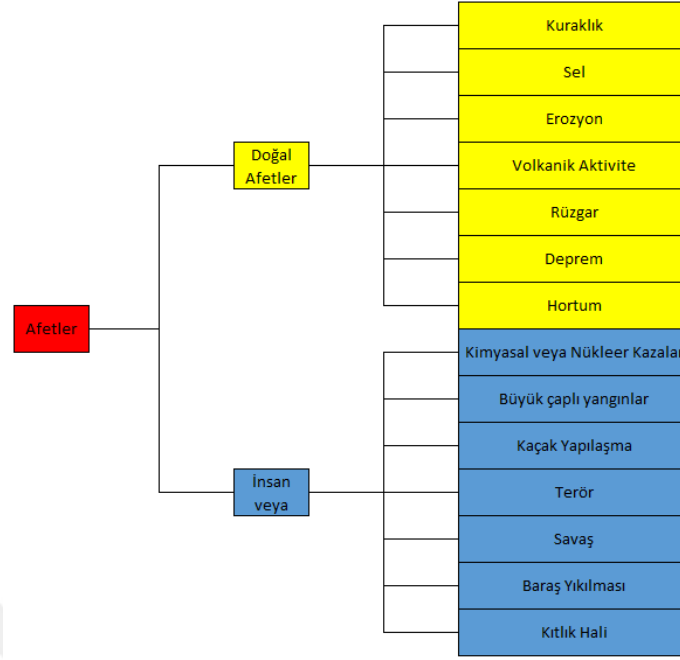
Şekil 2.3: Tehlike-Risk- Zarar Görebilirlik-Afet Kavramları Arasındaki İlişki

(Kaynak: Aşıkoğlu, 2009)

2.6 Afet Türleri

Afetler doğal afetler, insan kaynaklı afetler ve teknolojik afetler olarak incelenir. Doğal afetler, aniden ortaya çıkan, oluştuğu bölgede önemli hasara sebep olan ve önlenemeyen afetlerdir. İnsanların sebep olduğu veya teknolojik sebeplerle doğan afetler, insanların ihmalden veya neticesini öngöremediği davranışlarından dolayı oluşmaktadır.

Deprem, yangın, sel gibi olaylar doğa kaynaklı olaylardır. Bu olaylar insanlar açısından kayıplara sebep oldukları zaman afet olarak adlandırılmaktadır. (Erkal ve Değerliyurt, 2009). Farklı bir açıklamada ise doğal yaşamsal faaliyetleri durduran olayın meydana geldiği alanda toplumun yetkinliklerinin kifayetsiz kaldığı olaylara afet denilmektedir. (Işık vd., 2012) Bu iki tanım incelendiği zaman aslında olayın ne olduğundan ziyade etkisi ve sonucu üzerinde durulduğu fark edilmektedir. Afetin büyüklük kavramı hayat ve ekonomik kayıplar ekseninde değerlendirilmektedir (Güler, 2012). İlave olarak afetin gerçekleştiği coğrafya afetin etkisi üzerinde son derece farklı sonuçlar bırakabilmektedir. Mesela; Canada’ da meydana gelen depremin verdiği yıkıcı hasarla, Somali’ de depremin verdiği yıkıcı hasar arasında çok büyük farklılıklar bulunmaktadır (Raikes vd., 2019).



Şekil 2.4: Afet Türleri

(Kaynak: Atalay, 2010)

Tablo 2.2: Türkiye’de Afet Yönetimi Politika Süreci (1509 -2009)

Tarihsel Süreç	Afet Politikası
1944 Öncesi	Afet müdahalesi ve yeniden inşa uygulamaları içeren kısıtlı iyileştirme yöntemleri uygulandı.Sadece afet bölgesi için kanun çıkararak önlem alındı.
1944 - 1958 yılları arası	Müdahale ve iyileştirme merkezli afet mücadele çalışması benimsenmiştir.Geleneksel afet mücadele çalışma yaklaşımı bu dönemde gözlenmiştir.
1958 - 1999 yılları arası	Müdahale ve iyileştirme merkezli afet mücadele çalışması devam etmektedir.Koruyucu devlet anlayışı bu dönemde başlamıştır.
1999 - 2009 yılları arası	Afet öncesi ve sonrası politikaların etkin olarak gözlemlendiği dönemdir.Afetlerin hem insan hem de doğal kaynaklı olduğu anlayışı gelişmiştir.
2009 sonrası	AFAD kurulmuştur.Bütünsel afet yönetim anlayışı benimsenmiştir.

(Kaynak: Doğan, 2016)

Ülkemizde afet yönetiminin başlangıcı 1509 senesi olarak kabul edilmektedir. 1509 İstanbul depreminden 1944 yılına kadar yalnızca afete sonrası müdahale ve yeniden imar stratejisi benimsenmiştir. 1944 yılından sonra afet meydana geldikten sonra normalleşme belirginleşse de bu yıllarda afet öncesi tedbirleri içeren yaklaşımlara rastlanmamıştır.

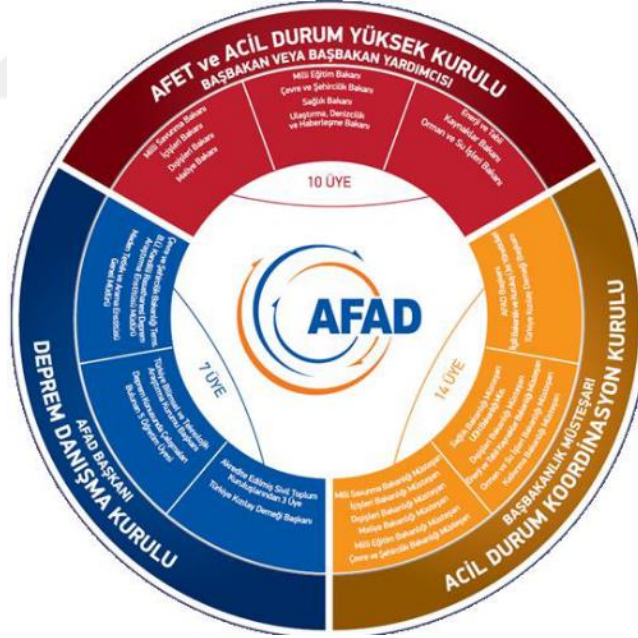
1958-1999 yılları arasında müdahale, iyileştirme ve koruyucu devlet anlayışı benimsenmiştir. Afet yönetimi 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi'nden sonra bakış açısının değişmesine katkı sağlamıştır. Risk azaltma, hazırlık, önleme, müdahale ve yeniden inşa döngüsünü bütünsel bir perspektiften değerlendirmeye yarayan güncel bakış açısıyla 1999 Gölcük Depreminden sonra değişmiştir. Zorunlu deprem sigortası uygulamaya konmuş, imar mevzuatı yeniden düzenlenmiş ve denetim teşkilatının etkinliği artırılmıştır (Doğan, 2016).

Afet yönetimi konusundaki karışıklıkları gidermek için 2009 yılında AFAD kurulmuştur. Afetlere Dirençli Bir Toplum Yaratmak bakış açısıyla harekete geçen AFAD, afet önlemleri almayı, afetlerin zararlarını ve etkilerini azaltmayı hedefliyor. AFAD'ın fonksiyonlarını şu şekilde sıralayabiliriz (AFAD İdaresi Faaliyet Raporu, 2013); Düzeltici ve önleyici aksiyonların alınmasını sağlamak,

- Zorunlu aksiyonların seri bir şekilde hayata geçirilmesi için ulusal ve uluslararası ölçekte kurum ve kuruluşlar arasında iş birliği yapmak,
- Farklı yöntemler uygulayarak afet farkındalığını arttırmak.



Şekil 2.5: Stratejik Alanlar ve Amaçlar



Şekil 2.6: Kurullar Şeması
(Kaynak: AFAD İdare Faaliyet Raporu, 2013)

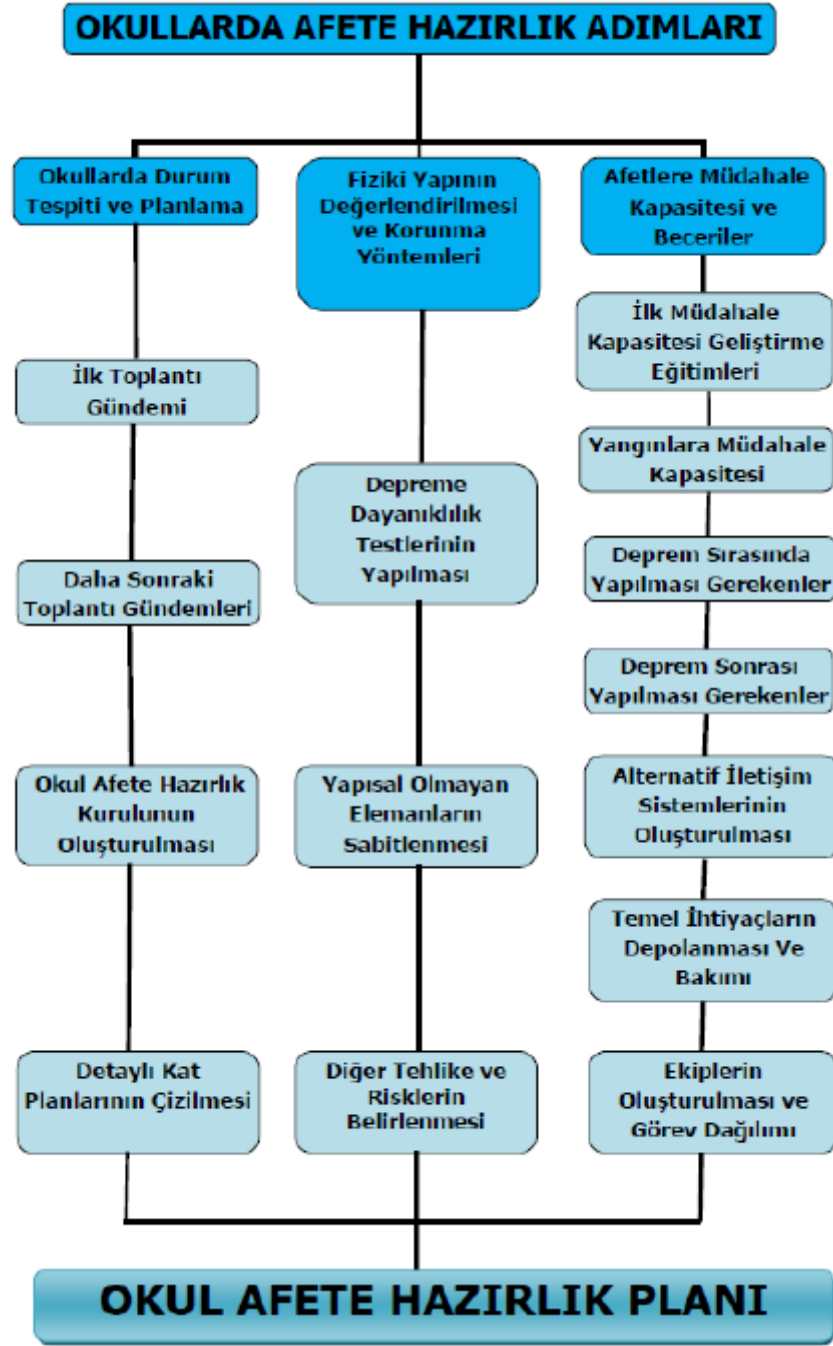
Tablo 2.3: 2021 Yılı Türkiye ve Yakın Çevresi Deprem Etkinliği

2021 YILI TÜRKİYE ve YAKIN ÇEVRESİ DEPREM ETKİNLİĞİ											
AYLAR	GÜN SAYISI	OLAN DEPREM SAYISI M>0.4	ORTALAMA ADET/GÜN	M ≥ 0.4 ve M ≤ 1.9 ADET	M ≥ 2.0 ve M ≤ 2.9 ADET	M ≥ 3.0 ve M ≤ 3.9 ADET	M ≥ 4.0 ve M ≤ 4.9 ADET	M ≥ 5.0 ve M ≤ 5.9 ADET	M ≥ 6.0 ve M ≤ 6.9 ADET	M ≥ 7.0 ve M ≤ 7.9 ADET	AYLIK TOPLAM
OCAK	31	1923	62	1112	706	87	16	2	0	0	1923
ŞUBAT	28	2141	76	1094	910	106	29	2	0	0	2141
MART	31	1587	51	982	538	56	11	0	0	0	1587
NİSAN	30	2894	96	1382	1314	166	30	2	0	0	2894
MAYIS	31	1827	59	1062	659	91	15	0	0	0	1827
HAZİRAN	30	2062	69	1033	922	90	15	2	0	0	2062
TEMMUZ	31	2059	66	973	928	132	26	0	0	0	2059
AĞUSTOS	31	3174	102	1300	1641	197	33	3	0	0	3174
EYLÜL	30	2304	77	1260	886	126	30	1	1	0	2304
EKİM	31	2039	66	1001	848	169	19	0	2	0	2039
KASIM	30	1543	51	838	598	93	9	5	0	0	1543
ARALIK	31	1526	49	826	582	101	11	6	0	0	1526
M > 0.4											
YILLIK	TOPLAM GÜN	TOPLAM OLAN DEPREM	ORT. ADET/GÜN	12863	10532	1414	244	23	3	0	270
	365	25079	69	M ≥ 0.4 ve M ≤ 1.9 ADET	M ≥ 2.0 ve M ≤ 2.9 ADET	M ≥ 3.0 ve M ≤ 3.9 ADET	M ≥ 4.0 ve M ≤ 4.9 ADET	M ≥ 5.0 ve M ≤ 5.9 ADET	M ≥ 6.0 ve M ≤ 6.9 ADET	M ≥ 7.0 ve M ≤ 7.9 ADET	M ≥ 4.0 ve M ≤ 7.9 ADET
				51.29 %	42.00 %	5.64 %	0.97 %	0.09 %	0.01 %		

(<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/wpcontent/uploads/2022/02/2021.pdf>)

Boğaziçi Üniversitesi tarafından paylaşılan verilere göre 2021 yılında 25079 deprem meydana gelmiştir. Günde ortalama 69 deprem meydana gelmesi, deprem farkındalığının artmasını işaret etmektedir. Depremlere ilave olarak yangınlarında yıkıcı etkisi çok fazladır. Okullarda ise yangına sebep olan kaynaklar; elektrik kontağı, ısıtma sistemleri, laboratuvar ve kantinlerde kullanılan ekipmanlar olarak görülebilir. Yangın çıkmadan proaktif olarak tehlikelerin fark edilmesi ve riske dönüşmeden kaynağında sönmülmesi zararları azaltacaktır.

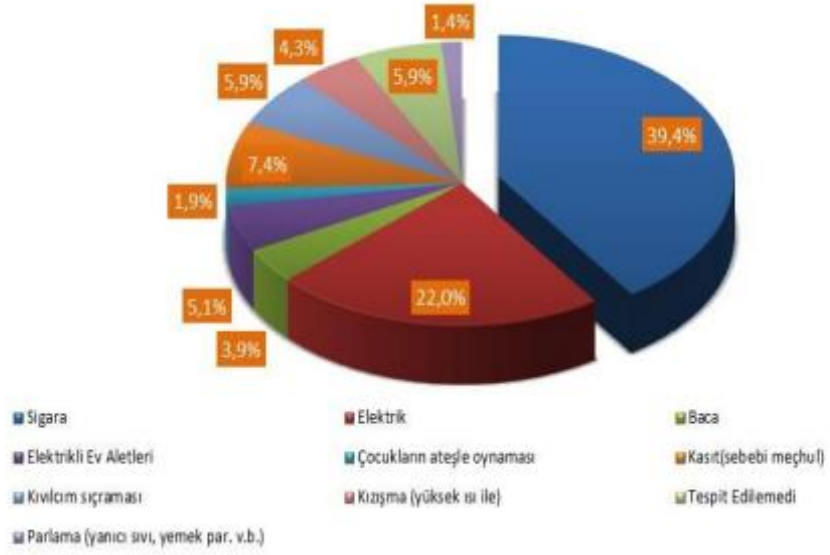
Türkiye'de afet eğitimi olarak 2005 yılına kadar sadece afetten korunma yöntemleri öğretilirken, 2005 yılında ilkökul müfredatına ilave edilmiştir. Disiplinler arası uygulamalar, öğrencilerin dersle yaşam arasında bağlantı kurmasına yardımcı olmaktadır. Afet ve acil durum eğitimi konuları, Afetlerden Korunma ve Güvenli Yaşam adı verilen bir ara disiplin olarak ilkökul müfredatında bulunmaktadır. (Öcal vd., 2016)



Şekil 2.7: Okullarda Afet Hazırlık Planı

(Kaynak: Işıkara ve Çalışkan, 2010)

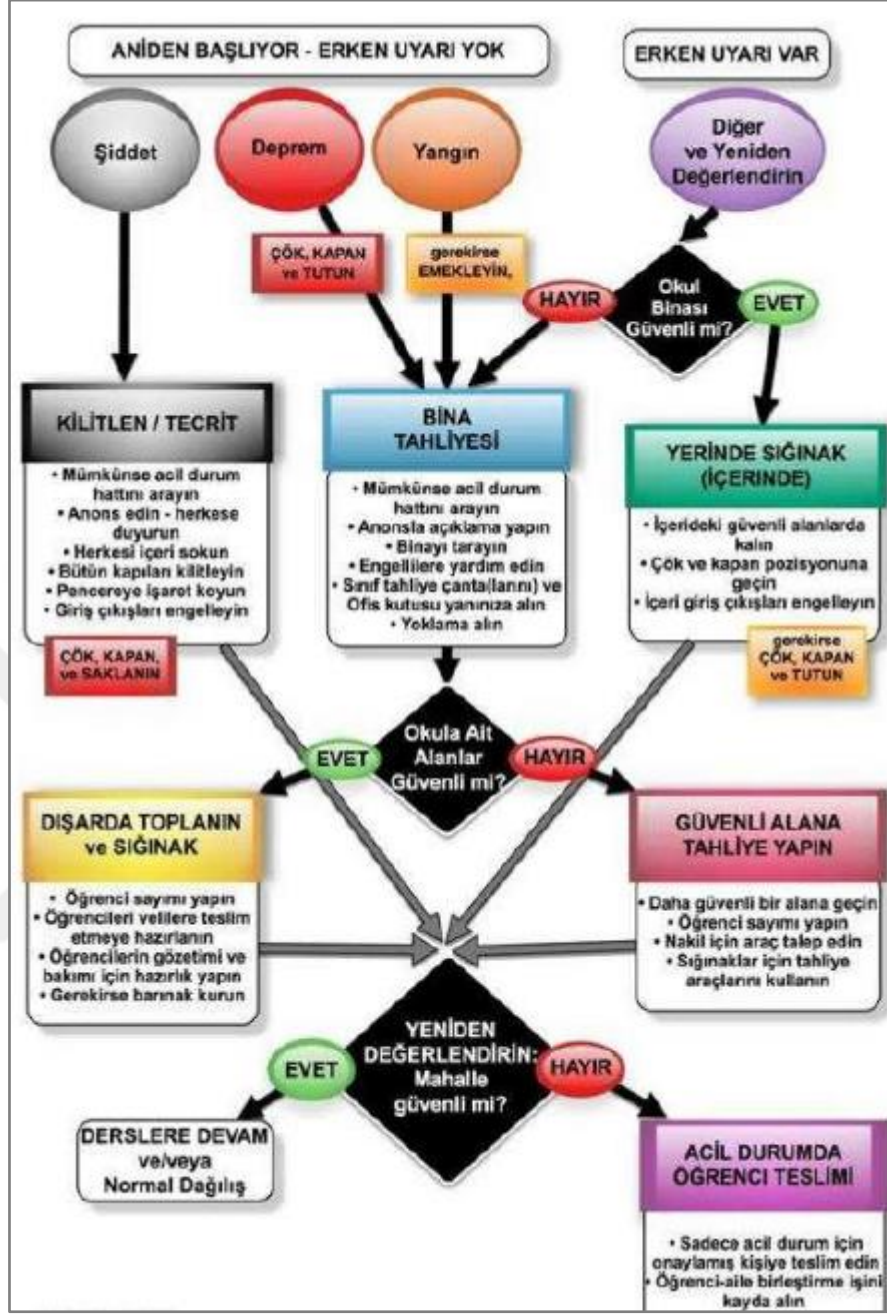
Afet eğitimleri arasında önemle bahsetmemiz gereken bir konu ise e yangın eğitimleridir. Biliyoruz ki önemli yangınların birçoğu aslında proaktif önlemler, doğru müdahale şekilleri ile başlangıç aşamasında söndürülebilir.



Şekil 2.8: Yangın Kaynaklarının Tüm Yangınlara Oranı

(Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı İstatistikler, 2019)

Okulların acil durumlar için gereken hazırlıkları yapmış olması olası bir acil durumda müdahale mekanizmasının sekteye uğramasının önüne geçerek şok etkisinden uzak ve doğru alınmasını sağlayacaktır.



Şekil 2.9: Okullarda Temel Acil Durum Şeması

(Kaynak: AFAD, 2010)

2.6.1 Uluslararası afet müdahale mevzuatı

Afetlere öncelikle afetin yaşandığı ülke yönetimi tarafından müdahale edilir. Bu sorumluluk doğrultusunda ulusal hükümetlerin afetlere ilişkin yasal ve kurumsal düzenlemeleri bulunmaktadır. Ancak ülkelerin yönetme düzeyini aşan büyük

afetlerde, ulusal hükümetlerin talebi üzerine değişik ülkelerden uluslararası kuruluşların yardım ekipleri de gerekli desteği sağlamak için sorumluluk üstlenebilir.

1990-2000 dönemi, Birleşmiş Milletler Genel Kurulu tarafından "Doğal Afetlerin Azaltılmasında Uluslararası On Yıl" olarak ilan edildi.

Ayrıca;

- Yokohama Konferansı 1994 yılında düzenlendi.
- 2000 yılında BM'nin bir organı olarak Doğal Afetlerin Azaltılması Uluslararası Stratejisi kabul edildi.
- Ayrıca 2000 yılında Milenyum Bildirgesi yayımlandı.
- 2005 Hyogo Deklarasyonu (Yavaş ve Yavuz, 2009). Doğrudan afet tedbirleri ve yardımlarına ilişkin anlaşmalar, kararlar ve ilkeler bulunmaktadır.

Uluslararası afetlerde iletişimi düzenleyen ve Türkiye tarafından imzalanmayan Tampere Sözleşmesi kapsamı en geniş sözleşmedir.

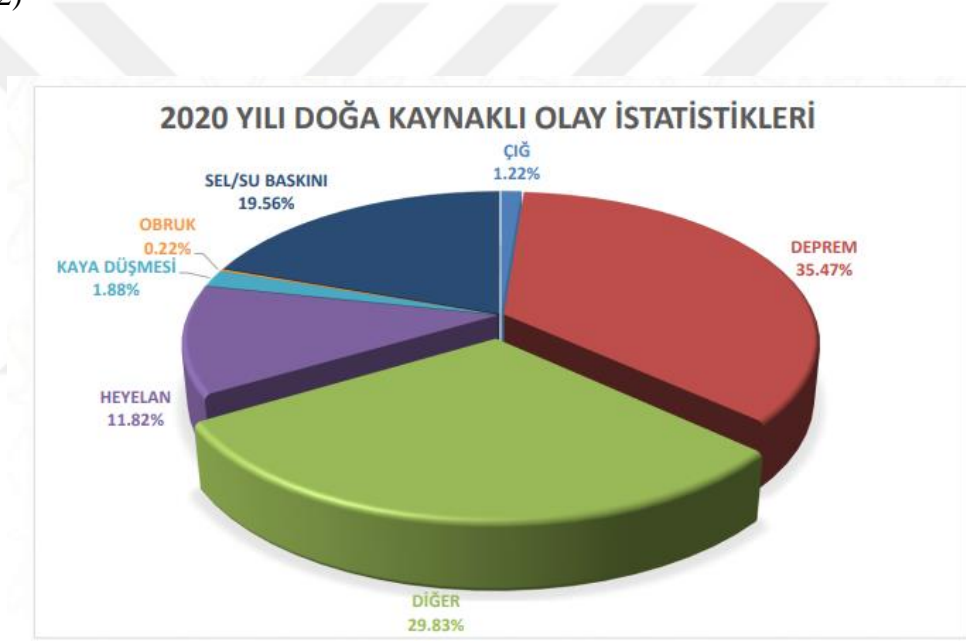
2.7. Afetlerde Uluslararası Yönetimin İlkeleri

- Afete maruz kalan ülke yönetimden de sorumludur.
- Etkilenen ülkenin afet sonrasında uluslararası yardıma ihtiyaç duyup duymadığı konuyla ilgili açıklama belirleyicidir.
- Her türlü yardım, afetten etkilenen ülkenin talebi üzerine ve ona yardımcı olmak amacıyla yapılır.
- Uluslararası kuruluşlardan yardım talepleri direk olarak afetten etkilenen ülke tarafından veya uluslararası kuruluşlar aracılığıyla yapılabilir.
- Ülkeler ve kuruluşlar ikili yardım sağlamakta özgürdür ve bunlara öncelik verilir.

- Doğal afetler ve uluslararası yardımlarda genellikle koordinasyon eksikliği yaşıyor. Bunu yönetmek çok önemli.
- BM uluslararası yardımları koordine eder.
- Herhangi bir organizasyon bu bağlamda çok başlılığa neden olmamalıdır.

2.8 2020 Yılı Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri

Dünyada 31 farklı doğal afet yaşanmakta olup, bu afetlerin 28'i meteorolojik afetlerdir. Doğal afetlerin türleri ve önemleri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. (AFAD, 2022)

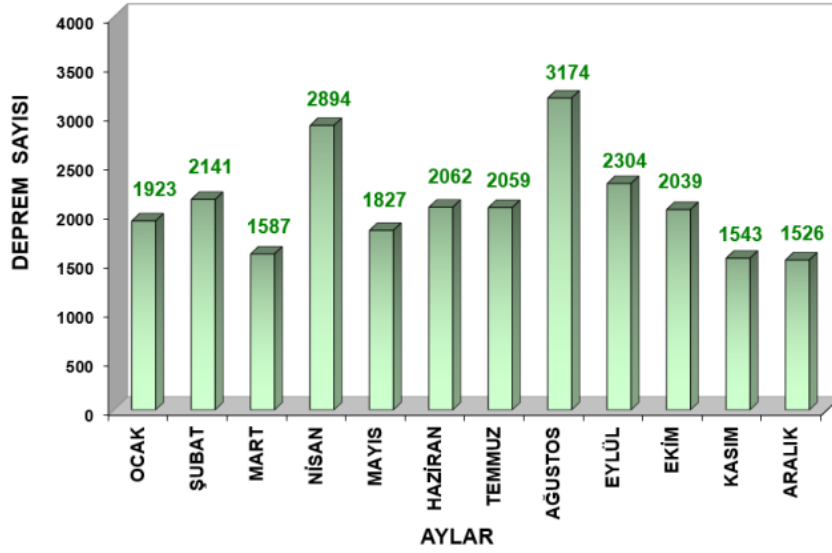


Şekil 2.10: 2020 Yılı Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri

2.9 Deprem

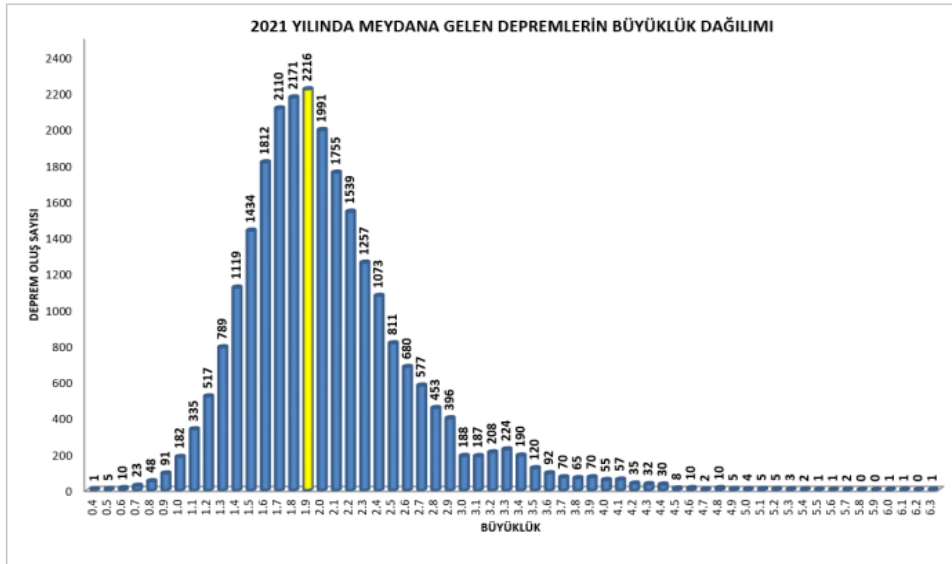
Deprem önemli kayıplara sebep olması bakımından ülkemizde ilk sırada yer alır. Afetlerden kaynaklanan ölümlerin yaklaşık yüzde 60'ı depremden kaynaklanmaktadır. Türkiye, coğrafyası gereği en aktif deprem bölgelerinden biri olan Akdeniz-Alp-Himalaya kuşağı üzerinde bulunmaktadır.

2021 YILI TÜRKİYE ve YAKIN ÇEVRESİ DEPREM ETKİNLİĞİ
25079 Adet (M ≥ 0.4)



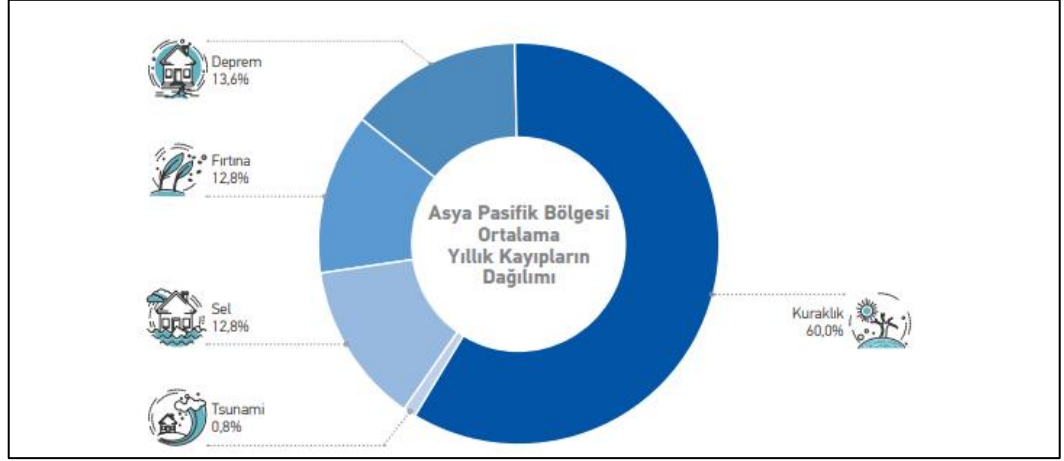
Şekil 2.11: 2021 Yılı Türkiye ve Yakın Çevresi Deprem Etkinliği (25079 adet, ≥ 0.4)

(Kaynak: www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/wp-content/uploads/2022/02/2021.pdf)



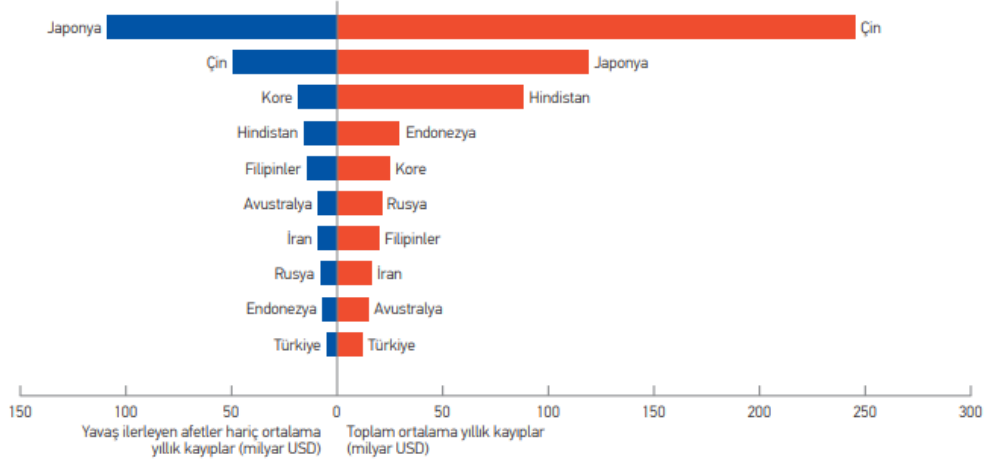
Şekil 2.12: 2021 Yılında Meydana Gelen Depremlerin Büyüklük Dağılımı

(Kaynak: www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/wp-content/uploads/2022/02/2021.pdf)



Şekil 2.13: Asya Pasifik Bölgesi Ortalama Yıllık Kayıpların Dağılımı –2019
UNESCAP Asya –Pasifik Afet Risk Görünümü Raporu

(Kaynak:https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Kurumsal-Raporlar/Afet_Istatistikleri_2020_web.pdf)



Şekil 2.14: Ortalama Yıllık Kayıpların Ülkeler Bazında Dağılımı

(Kaynak: UNESCAP Asya –Pasifik Afet Risk Görünümü 2019 Raporu)

2.10 Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP)

Türkiye Afet Müdahale Planının (TAMP) amacı; Yaşanabilecek olumsuz olaylarda müdahale edecek ekiplerin görevlerini belirlemek, afet öncesi, sırasında ve afet sonrasında gerekli tüm yapılanmaların çerçevesini belirlemektir.

TAMP' ın hedefleri;

- Yaşam kurtarmak,
- En kısa zamanda normalleştirmek,
- Çalışmaları organize olarak yürütmek,
- Halk sağlığını koruyarak devamlılığını sağlamak,
- Her türlü kayıpları azaltmak,
- Kaynakların verimli yönetilmesini organize etmek.

2.11 Afetler ile Mücadele Alanında Faaliyet Gösteren Uluslararası Kuruluşlar ve Yapılar

Dünya doğal afetlere karşı her geçen gün daha fazla savunmasız oluyor. Paylaşılan verilere göre; Doğal afetlerin %90'ı, gelişmekte olan ülkelerde oluşuyor. Afet riskinin azaltılması ve afetten etkilenen ülkelere yardım konusunda çalışan komiteler ve kısa bilgileri aşağıda listelenmiştir.

2.11.1 Birleşmiş Milletler (BM)- United Nation (UN)

Dünyada barı, huzur ve sükûnun sağlanarak dostane yaklaşımların geliştirilmesi, ekonomik, sosyal ve kültürel problemlerin çözümünde uluslararası iş birliğinin sağlanması amacıyla 24 Ekim 1945'te kuruldu.

2.11.2 Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP)

Fakirliğin artık sorun olmaktan çıkarılması, eşit bir yaşam için çalışmaktadır. Aynı zamanda sürekli iyileştirme için ülkelere rehberlik etmeyi hedeflemektedir.

2.11.3 BM İnsani Yardım Koordinasyon Ofisi (BM OCHA)

Afetler sonrası ihtiyaç halinde çok uluslu yardım ve desteğin gerçekleşmesi koordine eder. OCHA' ya u yetki, BM temsilcisinin 1971 tarihli genel kararına dayanmaktadır.

2.11.4 BM Afet Değerlendirme ve Koordinasyon Sistemi (UNDAC)

UNDAC ekibi, OCHA' nın 3-4 hafta boyunca 12-24 saat içinde görev için hazır hale gelebilecek afet yönetimi uzmanlarından oluşan hazır oluşumdur.

2.11.5 Yerinde Operasyonlar Koordinasyon Merkezi (OSOCC)

UNDAC ekibi afet ülkesinde bir operasyon koordinasyon merkezi (OSOCC) kurmaya hazırdır. OSOCC'nın amacı, yerel yönetimlerle uluslararası yardımlar arasında köprü oluşturmak ve süreci kolaylaştırmaktır.

2.11.6 Sanal OSOCC (Virtual SOCC)

OCHA ve FCSS' un işlettiği Web tabanlı bilgi yönetim sistemidir. Afet zede ülke ve diğer taraflar arasında bilgi transferini sağlar. (www.reliefweb.int/VirtualOSOCC)

2.11.7 Kuzey Atlantik Paktı (NATO)

1949 yılında kurulmuştur. İnsanların korunması temel kaygıdır.

2.11.8 Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu (IFRC)

Merkezi İsviçre'nin Cenevre kentinde olup özel ve bağımsız bir insani yardım kuruluşudur. ICRC delegeleri, Cenevre Sözleşmesi uyarınca savaş esirlerinin

tutulabileceği hastaneleri, kampları, işyerlerini, hapishaneleri ve diğer yerleri ziyaret eder, tutukluluğun genel şartlarını inceler, tutuklulara ve ailelerine kurtarma malzemesi sağlar.

2.11.9 Uluslararası Sivil Savunma Örgütü (ICDO)

Merkezi Cenevre'de olup Afrika, Orta Doğu ve Doğu Avrupa ülkelerinden olmak üzere kırk altı üyesi bulunuyor. Kuruluş, afetin meydana geldiğinde müdahale edilmesi amacıyla ulusal sivil savunma yapıları arasında uzman değişimi ve kurtarma faaliyetlerinin koordinasyonu gibi kompleks yardım faaliyetlerini koordine etmektedir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Çalışmanın Yapıldığı Yer

Bu çalışma bir ortaokulu binasında gerçekleştirilmiştir.

3.1.1 Okul binası ile ilgili bilgiler

Çalışmanın yapıldığı bina 2 katlıdır. Pathfinder Tahliye Simülasyon programı kullanılarak ortaokul binasında tahliye performansları incelenmiş, geliştirilmesi gereken noktalar tespit edilmiştir. Giriş katta öğretmenler odası ve müdür yardımcısı odası yer almakta iken 2. katta ise müdür odası bulunmaktadır. Acil çıkış kapısı binanın giriş kapısı olup farklı bir acil çıkış güzergâhı bulunmamaktadır. Binayı 5.6.7. ve 8. Sınıf öğrencileri kullanmaktadır.

- Öğrenci cinsiyet E: 75 K: 64
- Öğretmen cinsiyet E:9 K: 4
- Kat yüksekliği: 295 CM
- Koridor uzunluğu:1780
- Koridor genişliği 268
- Basamak sayısı: 20+20

3.2. Pathfinder Tahliye Simülasyon Programı

Tahliye konusunda geliştirilmiş olan simülasyonların esas amacı binanın güvenli tahliyesi konusunda araştırma yapan kişi ya da kişilere nitelikli bilgi sağlayabilmektedir. Son yıllarda birçok simülasyon aracı geliştirilmiştir. (Drager ve Lovas, 1993)

Bu çalışma için Pathfinder Simülasyon Programından istifade edilmiştir. Program 3 boyutlu görselleri animasyon ile zenginleştirerek kullanım imkânı sunmaktadır.

Gerçek ölçüleriyle birebir aynı oluşturulan modellemeye kullanılan tüm bölümler, çıkış kapılar, sınıf kapıları işlenmiş ve güzergâh oluşturulmuştur. Modellemede binada bulunan kişilerin özellikleri işlenir. Kat planları PNG, JPEG veya GIF formatlarına çevrilerek Pathfinder Simülasyon Programına transfer edilebilir. (Thunderhead engineering, 2020).

AutoCAD formatlı DWG dosyaları Pathfinder simülasyon programına aktarılabilir. AutoCAD kat planları üzerinde gerçek boyutlarda çalışmak ve gerçekçi sonuçlar elde etmek mümkündür. Son zamanlardaki bilimsel çalışmalarda bu simülasyon modeline sıklıkla başvurulmuştur (Topraklı vd., 2019).

Programda kullanıcılar diğer kişilerden ve engellerden kaçınırken bağımsız olarak hedeflerine doğru ilerler. Kişilerin güzergâhını oluştururken çoklu veri girişi kullanır. Parametreler: var olan bölgenin her kapısı için süresi, ilgili alanın her kapısına ulaşım süresi, her kapıdan çıkışa kadar tahmini süre ve odada kat edilen mesafe verilerini içerir. İlave olarak kişiler kuyrukları ihmal edebilir ve yalnızca en yakın çıkışı arayabilirler. Farklı olarak, bina sakinlerine belirli hedefler (bir yere gitme ve bekleme gibi) veya belirli çıkışlar atanabilir. İlgili özelliklerle Pathfinder Tahliye Simülasyon programı acil durum tahliyeleri için kullanılan çok önemli programlardan biridir. Pathfinder Tahliye Simülasyon Programı sayesinde acil tahliye durumlarını değişik senaryolar ile tatbikat yapmadan incelemek mümkün olmakta, herhangi bir zararın doğması beklenmeden gereken önlemler proaktif olarak alınabilmektedir.

Pathfinder Tahliye Simülasyon programı kullanılarak ortaokul tahliye performansları incelenmiş, geliştirilmesi gereken noktalar tespit edilmiştir.

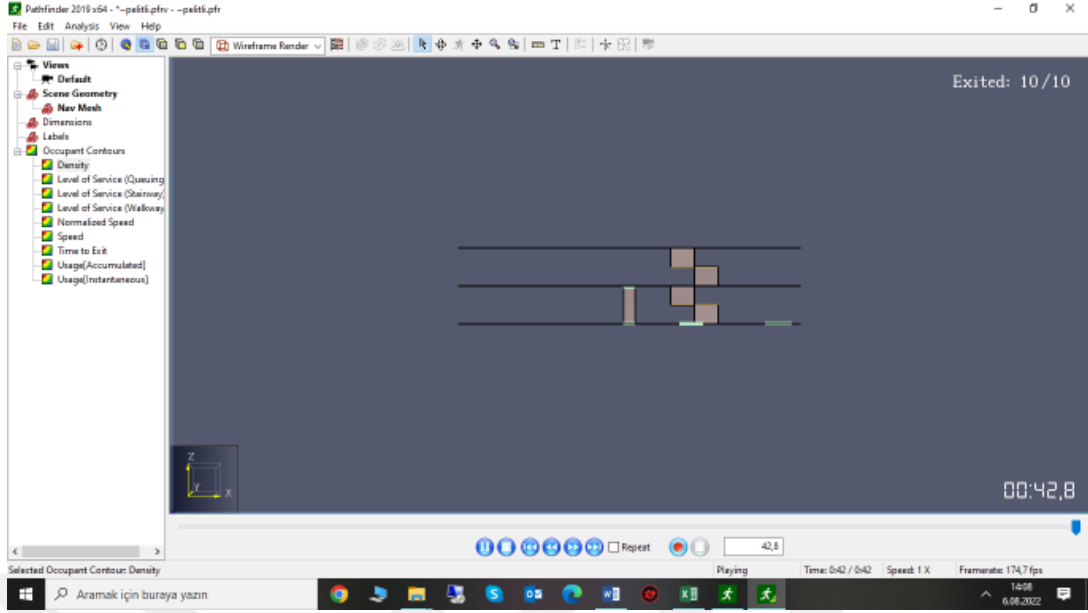
4. BULGULAR

Kullanıcı değişkenleri referans alınarak oluşturulan incelemelerde farklı bulgularla karşılaşılmıştır. Kullanıcı tahliyeleri 10' ar kişi arttırılarak hazırlanan Tablo 4.1'e göre okulun tamamının tahliyesi 90.3 sn. olarak tespit edilmiştir.

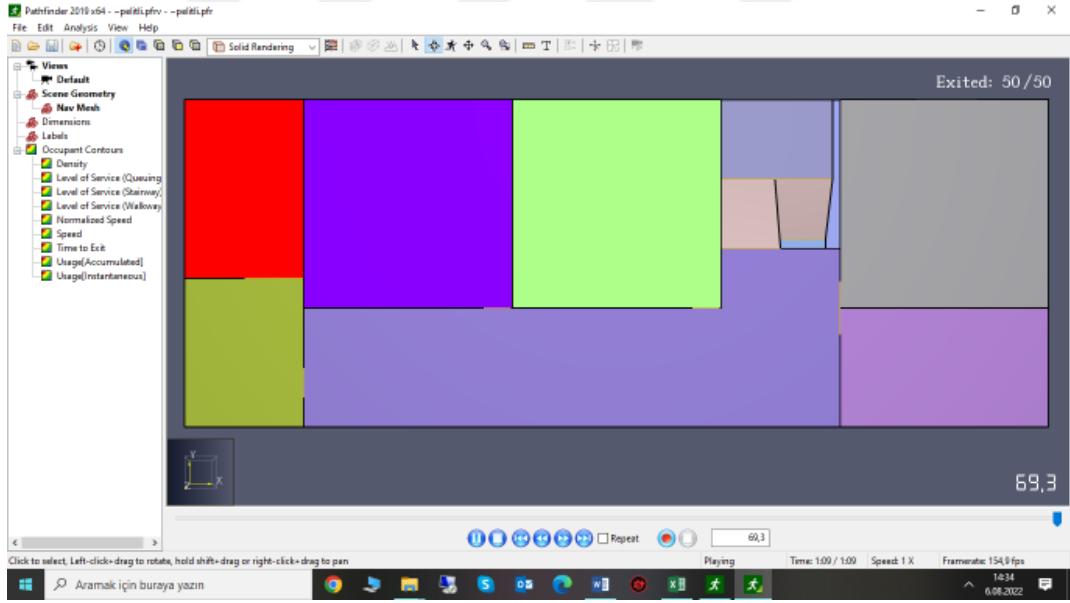
4.1 Tahliye Simülasyon Model 1 Bulguları

Tablo 4.1: Kullanıcı Sayısına Bağlı Tahliye Süreleri

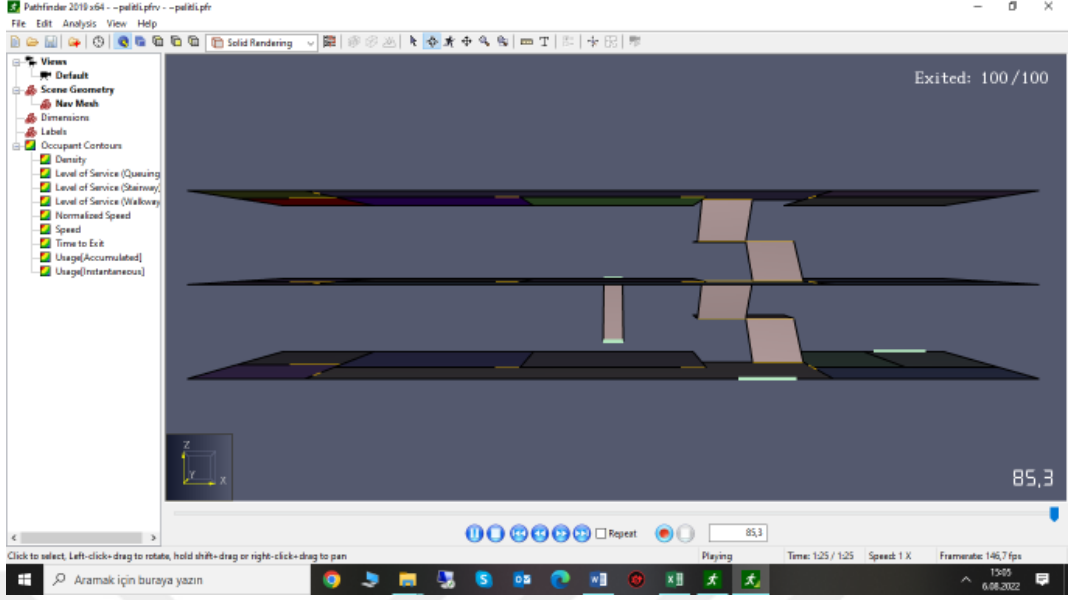
katlar	kişi sayısı	tahliye süresi (sn.)
2. Kat	1	38
2. Kat	10	42.8
2. Kat	20	50.3
2. Kat	30	60.5
2. Kat	40	63.3
2. Kat	50	69.3
1 ve 2. Kat	60	74.8
1 ve 2. Kat	70	75
1 ve 2. Kat	80	77
1 ve 2. Kat	90	79.3
1 ve 2. Kat	100	85.3
1 ve 2. Kat	110	88.8
1, 2 ve zemin Kat	120	89
1, 2 ve zemin Kat	130	89
1, 2 ve zemin Kat	140	89
1, 2 ve zemin Kat	150	90.3



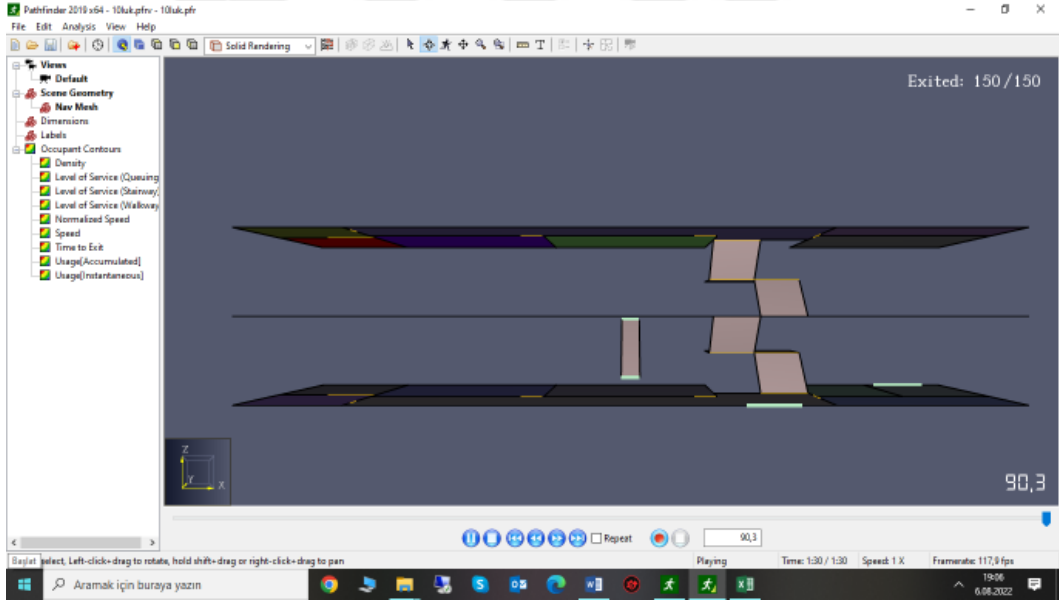
Şekil 4.1: 10 Kullanıcı İçin Tahliye Süresi



Şekil 4.2: 50 Kullanıcı İçin Tahliye Süresi



Şekil 4.3: 100 Kullanıcı İçin Tahliye Süresi



Şekil 4.4: 150 Kullanıcı İçin Tahliye Süresi

Programda öğrenci sayıları 10'ar kişi artırılarak simülasyon gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmayı yapmanın amacı 10'ar kişi artırılarak programda simüle edilen öğrenci sayılarının 2. Katta ve çıkışa en uzak sınıfta bulunan öğrencinin (a öğrenci olarak anılacaktır) tahliye süresi üzerindeki etkisini tespit etmektir. Simülasyonda diğer öğrenci ve öğretmenler sabit tutularak sadece a öğrencinin tahliyesi gerçekleştirilmiş ve

tahliye süresi 38 sn. olarak tespit edilmiştir. Öğrenci sayıları kademeli olarak 10' ar kişi arttırılmış, okulun tamamı kademeli olarak tahliye edilmiştir.

Simülasyon sonunda programdan elde edilen veriler incelendiğinde artan her 10 kişi a öğrencinin tahliye süresini ortalama 3,5 sn geciktirdiği tespit edilmiştir.

4.2 Tahliye Simülasyon Model 2 Bulguları

Simülasyon programının teminin zor olması, programı kullanmak için belirli teknik yatkınlıklar ve bilgi gerekmesi, lisanslı sürümünün pahalı olması sebeplerinden dolayı birçok firma tarafından tercih edilememektedir. Programın etkin kullanılamaması sebebiyle elde edilen veriler ışığında (Tablo 4.2.) matematiksel bağıntı geliştirilmiş olup farklı senaryolarla hata payları incelenmiştir.

Tablo 4.2: Program Verileri ile Matematiksel Model Verileri Karşılaştırılması 1

Katlar	Kişi Sayısı	Tahliye Süresi (Sn.)	Formülle Hesap	HATA (Tahliye Süresi - Formülle Hesap)	Yüzdellik Hata
2.Kat	1	38	38	0	0%
2. Kat	10	42.8	41.5	1.3	3%
2. Kat	20	50.3	45	5.3	11%
2. Kat	30	60.5	48.5	12	20%
2. Kat	40	63.3	52	11.3	18%
2. Kat	50	69.3	55.5	13.8	20%
1 ve 2. Kat	60	74.8	59	15.8	21%
1 ve 2. Kat	70	75	62.5	12.5	17%
1 ve 2. Kat	80	77	66	11	14%
1 ve 2. Kat	90	79.3	69.5	9.8	12%
1 ve 2. Kat	100	85.3	73	12.3	14%
1 ve 2. Kat	110	88.8	76.5	12.3	14%
1, 2 ve zemin Kat	120	89	80	9	10%
1, 2 ve zemin Kat	130	89	83.5	5.5	6%
1, 2 ve zemin Kat	140	89	87	2	2%
1, 2 ve zemin Kat	150	90.3	90.5	-0.2	0%
Toplam				8.4	11%

a öğrencinin tahliyesi için geçen süreyi belirleyebilmek için hız denkleminde de faydalanılmıştır.

X: Yol

V: Hız

T: Zaman

$X=V \times T$ bağıntısından hareketle,

a öğrencinin binayı tahliye edebilmesi için gereken gerçek ölçülmüş fiziki mesafe 45 m dir.

Öğrenci hızları Partfinder Simülasyon Programında da 1,19 m/sn olarak alınmıştır.

Elde edilen veriler $X= V \times T$ bağıntısında yerlerine yazıldığında

$45= 1,19 \times T$, $T=38$ sn olarak bulunmaktadır.

Programda diğer faktörlerin tamamı izole edilip aynı öğrenci için tahliye senaryosu çalıştırıldığında yine tahliye süresi 38 sn olarak elde edilmiştir. (Bkz. Tablo 5) Partfinder Simülasyon Programında artan her 10 öğrenci a öğrencinin tahliye süresini ortalama 3,5 sn geciktirmektedir.

Geliştirilen matematiksel bağıntıda;

Tahliye Süresi: $(T=X/V) +$ her 10 öğrenci için + 3,5 sn ilave ile yukarıdaki tabloda 5. Sütünde bulunan tahliye süre verileri elde edilmiştir. Elde edilen veriler program verileri ile (Tablo: 5, 4. sütun) karşılaştırılmış ve %11 hata payıyla veriler elde edilmiştir.

4.3 Tahliye Simülasyon Model 3 Bulguları

Pathfinder Simülasyon Programında artan her 10 öğrenci a öğrencinin tahliye süresini ortalama 3,5 sn geciktirdiği bilgisi elde edilmişti. Bu değer içerisinde akış yoğunluğu da bulunmaktadır. Ancak akış yoğunluğu homojen olmadığı için tahliye süresi tespitinde optimum sonuç elde edebilmek için gecikme katsayısına ilave olarak +0,5 sn. akış yoğunluğu etkisi ilave edilmiştir (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3: Program Verileri ile Matematiksel Model Verileri Karşılaştırılması 2

Katlar	Kişi Sayısı	Tahliye Süresi (Sn.)	Formülle Hesap	HATA (Tahliye Süresi -Formülle Hesap)	Yüzdellik Hata
2. Kat	1	38	38	0	0%
2. Kat	10	42.8	42	0.8	2%
2. Kat	20	50.3	46	4.3	9%
2. Kat	30	60.5	50	10.5	17%
2. Kat	40	63.3	54	9.3	15%
2. Kat	50	69.3	58	11.3	16%
1 ve 2. Kat	60	74.8	62	12.8	17%
1 ve 2. Kat	70	75	66	9	12%
1 ve 2. Kat	80	77	70	7	9%
1 ve 2. Kat	90	79.3	74	5.3	7%
1 ve 2. Kat	100	85.3	78	7.3	9%
1 ve 2. Kat	110	88.8	82	6.8	8%
1, 2 ve zemin Kat	120	89	86	3	3%
1, 2 ve zemin Kat	130	89	90	-1	-1%
1, 2 ve zemin Kat	140	89	94	-5	-6%
1, 2 ve zemin Kat	150	90.3	98	-7.7	-9%
Toplam				4.6	7%

Güncel durumda;

Tahliye Süresi: $(T=X/V) + \text{her } 10 \text{ öğrenci için } + 3,5 \text{ sn} + 0,5 \text{ sn}$ akış yoğunluğu ilave ile yukarıdaki tabloda 4. Sütünde bulunan tahliye süre verileri elde edilmiştir.

Elde edilen veriler program verileri ile (Tablo:4.3 6.sütun) karşılaştırılmış ve % 7 hata payıyla veriler elde edilmiştir.

4.4. Tahliye Simülasyon Model 4 Bulguları

En doğru tahliye süresini hesaplamak için yapılan geliştirme çalışmalarında tahliye süresine etki eden akış yoğunluğu parametresi incelenmiş, gerçekte de artan öğrenci sayılarına göre akış yoğunluğunun olumsuz etkilendiği tespit edilmiş. Artan her 50 öğrencide akış yoğunluğuna +1 sn yoğunluk artış miktarı hesaplanmıştır. (**Tablo 4.4.**)

Tablo 4.4: Program Verileri ile Matematiksel Model Verileri Karşılaştırılması 3

Katlar	Kişi Sayısı	Tahliye Süresi (Sn.)	Formülle Hesap	HATA (Tahliye Süresi -Formülle Hesap)	Yüzdellik Hata
2. Kat	1	38	38	0	0
2. Kat	10	42.8	42.5	0.3	1%
2. Kat	20	50.3	47	3.3	7%
2. Kat	30	60.5	51.5	9	15%
2. Kat	40	63.3	56	7.3	12%
2. Kat	50	69.3	61.5	7.8	11%
1 ve 2. Kat	60	74.8	67	7.8	10%
1 ve 2. Kat	70	75	72.5	2.5	3%
1 ve 2. Kat	80	77	78	-1	-1%
1 ve 2. Kat	90	79.3	83.5	-4.2	-5%
1 ve 2. Kat	100	85.3	90	-4.7	-6%
1 ve 2. Kat	110	88.8	93.5	-4.7	-5%
1, 2 ve zemin Kat	120	89	97	-8	-9%
1, 2 ve zemin Kat	130	89	100.5	-11.5	-13%
1, 2 ve zemin Kat	140	89	104	-15	-17%
1, 2 ve zemin Kat	150	90.3	107.5	-17.2	-19%
Toplam					-1%

Güncel durumda;

X: Yol

V: Hız

T: Zaman

β: Efektif etki katsayısı + 3,5 sn. eklenecek

æ: Her 50 kişi için akış yoğunluğu +1sn ilave

$X=V \times T$ bağıntısından hareketle,

a öğrencinin binayı tahliye edebilmesi için gereken gerçek ölçülmüş fiziki mesafe 45 m dir.

Öğrenci hızları Pathfinder Simülasyon Programında da 1,19 m/sn olarak alınmıştır.

Tahliye Süresi: $(T=X/V) + \beta + \alpha$

Tablo 4.4'te 6. sütunda bulunan tahliye süre verileri elde edilmiştir.

Elde edilen veriler program verileri ile (Tablo 4.4'te 6.sütun) karşılaştırılmış ve %-1 hata payıyla veriler elde edilmiştir.

4.5. Regresyon Eğrisi

Regresyon analizi, en az 2 olay arasındaki bağlantıyı belirlemek için kullanılır. Analizde 1 değişken bulunuyorsa 1 değişkenli regresyon, birden fazla değişken bulunuyorsa çok değişkenli regresyon analizi denir.

Tablo 8 Öğrenci Tahliye Süreleri tablosunda X ile belirtilen bölüm öğrenci sayılarını gösterirken, Y ile belirtilen bölüm saniye olarak tahliye sürelerini göstermektedir. Çıkış kapısına en uzak 2. kattaki en uzak sınıfta bulunan öğrencinin tahliyesi Pathfinder simülasyon programı ile 38 sn. olarak gerçekleşmiştir. Daha sonra artan her on öğrencinin en baştaki öğrencinin tahliye süresi üzerindeki etkisi tespit edilmiş olup bu sürelerde Y sütununa işlenmiştir. Hiçbir öğrenci yokken okulu 38 sn de tahliye eden öğrenci, tahliye senaryosuna okulun tamamı katıldığında 90,3 sn de tahliye etmiştir.

Tablo 4.5: Öğrenci Tahliye Süreleri

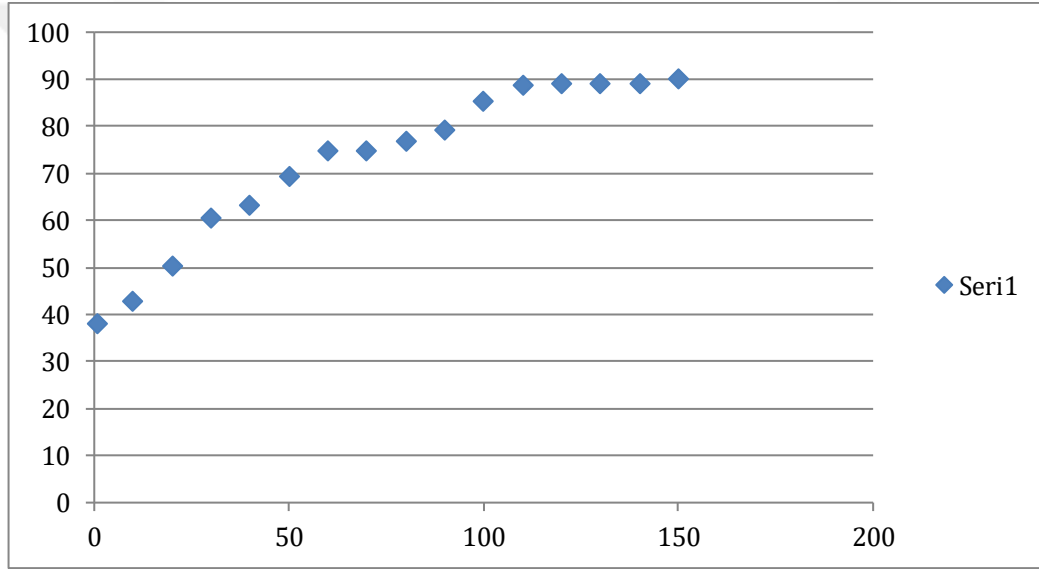
X	Y
1	38
10	42,8
20	50,3
30	60,5
40	63,3
50	69,3
60	74,8
70	75
80	77
90	79,3
100	85,3
110	88,8
120	89
130	89
140	89
150	90,3

Tablo 4.6: Regresyon İstatistikleri-1

ÖZET ÇIKIŞI					
<hr/>					
<i>Regresyon İstatistikleri</i>					
Çoklu R	0,951521613				
R Kare	0,90539338				
Ayarlı R Kare	0,898635764				
Standart Hata	5,480675176				
Gözlem	16				
<hr/>					
ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>
Regresyon	1	4024,50017	4024,5	133,9812	1,48376E-08
Fark	14	420,5292054	30,0378		
Toplam	15	4445,029375			

Tablo 4.7: Regresyon İstatistikleri-2

	Kesişim	X
<i>Katsayılar</i>	46,7244993	0,34480267
<i>Standart Hata</i>	2,622414366	0,029788505
<i>t Stat</i>	17,8173594	11,5750243
<i>P-değeri</i>	5,1192E-11	1,48376E-08
<i>Düşük %95</i>	41,0999799	0,280912684
<i>Yüksek %95</i>	52,34901874	0,408692663
<i>Düşük 95,0%</i>	41,0999799	0,280912684
<i>Yüksek 95,0%</i>	52,34901874	0,408692663



Şekil 4.5: Regresyon Eğrisi

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı 19111101116 numaralı yüksek lisans öğrencisi Bora ÜREDEN 'in "Simülasyon Modeli Kullanarak Bir Üniversitede Acil Durum Tahliye Planı Oluşturulması" adlı tez çalışmasında ajanların acil çıkış kapılarının yerlerini bilip bilmedikleri, eğitim verilip verilmediği bilgileri ışığında tahliye sürelerindeki değişimler tespit edilmiştir. Bu çalışmada birden fazla senaryoların testi yapılmıştır. Toplam üniversite mevcudununun 1732 kişi olduğu yerleşkede yapılan bu çalışma gerçekçi bir tatbikatta 1732 kişinin bir araya getirilmesi çok zor iken Pathfinder simülasyon programı ile tahliye sürelerindeki veriler gerçeğe yakın olarak tespit edilmiştir. En iyi sonuç ajanların %70 oranında yönleneceği çıkış kapılarını bildiği, kalan %30' un ise gideceği çıkış kapılarını bilmediği ve rastgele çıkış kapısına yöneldiği senaryo olarak belirlenmiştir. Çıkış merdivenleri ve kapılarda yoğunluğu fark eden kişilerin kendisine yakın ve az yoğun olan başka çıkışa yönlenmesi sonucunda en iyi tahliye süresi elde edilmiştir. (Üreden, 2021)

Bu çalışmada ise 1 kişi sabit olarak kabul edilmiş ve diğer ajanların bu sabit ajanın tahliyesi üzerindeki etkisi araştırılmış ve buna bağlı olarak da benzer yapılarda kullanılabilen matematiksel bağıntı bulunmuştur.

Pathfinder Simülasyon Programı tahliye esnasındaki fonksiyonları göstermek için kullanılan programdır. Özellikle binaların tasarım aşamasında faydalandığında son derece yüksek faydalar sağlamaktadır.

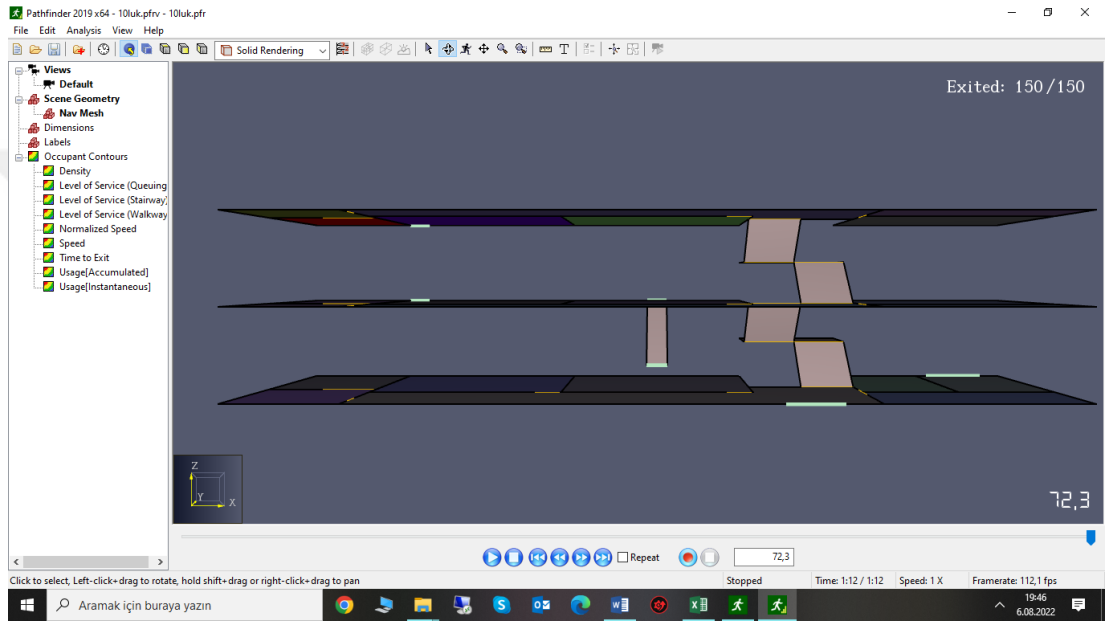
Ancak programın belirli bir çizim algoritmasına sahip olması, lisanslı kullanımının temininin maliyetinin yüksek olması kullanımını zorlaştırmaktadır.

Bu yaklaşımdan yola çıkarak 3 farklı matematiksel modelleme geliştirilmiştir.

- Tablo 4'te açıklanan modellemede %11 hata payı ile sonuca yaklaşmıştır.
- Tablo 5'te açıklanan modellemede %7 hata payı ile sonuca yaklaşmıştır.
- Tablo 6'te açıklanan modellemede %-1 hata payı ile sonuca yaklaşmıştır.

En doğru ve en etkin modelleme 3. modelleme olarak belirlenmiştir.

Acil durum tahliye sürelerine etki eden en önemli olumsuz etken, okulun tek acil çıkış kapısına sahip olmasıdır. Tek acil çıkış kapsı tahliye anında yoğunluğa sebep olduğu için bina tahliye süresi olumsuz etkilenmektedir. Okul binasında yangın merdiveni olsa ve 1.kattaki 7B sınıfı ile 2.kattaki 5B sınıfı binayı yangın merdiveninden tahliye etse toplam tahliye süresi % 24 azalarak 72.3 sn' ye düşecektir.



Şekil 5.1: Acil Çıkış Kapısı Yapılması Durumunda Gerçekleşecek Tahliye Süresi

Yangın merdiveni yapılana kadar toplam 90.3sn olarak hesaplanan tahliye süresini azaltmak için;

- Yıl içerisinde yapılan acil durum tahliye eğitimleri arttırılmalı,
- Acil durum tahliye tatbikat sayısı arttırılmalıdır.

Okul binamız bulunduğu coğrafi bölge olarak deprem başta olmak üzere acil durumlardan etkilenme potansiyeli yüksektir. Her acil durum doğru yönetilemediği takdirde afet ve felakete dönüşme potansiyelini içinde barındırır. En önemli acil durum yönetimi güvenli acil tahliyenin sağlanmasıdır. Bunun için de yapılması gereken acil durum tahliyelerinin düzenli olarak yapılması ve gerekli gözlemlene ve ölçme

parametreleriyle sürekli iyileşmenin planlanmasıdır. Pandemi sonrası hayatımıza yeni normal olarak giren uzaktan çalışma, hibrit çalışma modelleri acil durum yönetimi üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Genel bir tahliye performansı ölçümü için tüm kullanıcıların aktif olarak tahliye tatbikatında yer alması sağlanmalıdır. Değişen yeni çalışma normalleri, acil durum tahliye tatbikatlarının simüle edilerek yapılması sayesinde daha kontrol edilebilir ve yönetilebilir hale gelmiştir. Burada karşılaşılan diğer bir olumsuzluk ise kullanılan bu özel yazılımların ileri düzeyde çizim yeteneği ve lisanslı sürüm için mali bütçe gereksinimidir.

En doğru tahliye süresini hesaplamak için yapılan geliştirme çalışmalarında tahliye süresine etki eden akış yoğunluğu parametresi incelenmiş, gerçekte de artan öğrenci sayılarına göre akış yoğunluğunun olumsuz etkilendiği tespit edilmiş. Artan her 50 öğrencide akış yoğunluğuna +1sn yoğunluk artış miktarı hesaplanmıştır.

6. KAYNAKLAR

Abulnour, A.H. (2014). Towards efficient disaster management in Egypt. *HBRC Journal*, 10, 117-126

AFAD (2010). Okullarda Afet ve Acil Durum Yönetimi El Kitabı. (<https://www.afad.gov.tr/afet-turleri> 15.06.2022). Erişim Tarihi Mart 2022

AFAD (2019). Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü. <https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu> (Erişim Tarihi: 15.03.2022)

AFAD (2022). <https://www.afad.gov.tr/afet-turleri>. (Erişim Tarihi 21.04.2022)

Ando, K., Ota, H., Oki, T., (1988). Forecasting the Flow of People, RRR, *Railway Res Review*, 45, 8–14.

Aşıkoğlu Ş. (2009). *Kentsel afet risklerine yönelik zarar azaltma stratejilerinin geliştirilmesi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Atalay, S. (2010). *Acil durum hizmet grupları verilerinin standartlaştırılması ve TABİS'e uygun hale getirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çelik, H.İ., Usta, G., Yılmaz, G. & Yakupoğlu, M. (2020). Türkiye’de yaşanan teknolojik afetler (2000 – 2020) üzerine bir değerlendirme. *AÇÜ Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 49-57. doi:10.22466/acusbd.776580

Değerliyurt, M. (2013). *Antakya’da doğal afet risk analizi ve yönetimi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul

Deniz, Ş.E. (2012). *Antalya ili afet riskleri ve afet yönetimi konusu üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Doğan, F. (2016). *Okul öncesi çocuklarda (4-6 Yaş) deprem, yangın ve tahliye konusunda durum tespitinin yapılması*. Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Drager K. H. ve Lovas G. G. 1993: Objectives of modelling evacuation from buildings during accidents: some path-model scenarios, *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 1.

Duygun, A. (2014). Afet ve acil Durumlarda Uygulanmak Üzere Ulaştırma Yönetimi. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Ankara

Erkal, T. ve Değerliyurt. M. (2009). Türkiye’ de Afet yönetimi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 22, 147-168

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.

Güler, E. (2012). Afet yönetimi: cumhuriyet dönemi afet yönetimi mevzuatı ve uygulaması. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Gwynne, S. Galea, E. R. ve Lawrence, P. J. (2006). The introduction of social adaptation within evacuation modelling. *Fire and Materials*, 30, 285.309

Hostikka, S., Korhonen, T., Paloposki, T., Rinne, T., Matikainen, K. ve Heliövaara, S. (2007). Development and validation of FDS+Evac for evacuation simulations, Project summary report.

Işık, Ö. Aydınlioğlu, H.M., Koç, S., Gündoğdu, O., Korkmaz, G., Ay, A. (2012) Afet yönetimi ve afet odaklı sağlık hizmetleri. *Okmeydanı Tıp Dergisi*, 28,82-123.

Işıkara, A.M. ve Çalışkan, Ö. (2010). *Okullarda Afete Hazırlık*. İstanbul.

İşyerlerinde acil durumlar hakkında yönetmelik. (2013). Erişim Tarihi Mayıs 2022. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18493&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>.

Kaçmaz, M. (2014). *İlkokul müdürlerinin acil durum yönetimine ilişkin görüşleri (Aydın merkez ilçe örneği)*. Yüksek Lisans Tezi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Karasakal, N.K. (2018). Üniversite öğrencilerinin afet ve acil durum yönetimi konusundaki farkındalıkları: Kandıra MYO Örneği. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 10(1), 44 – 56.

Keating, J. P. (1982). The myth of panic. *Fire Journal*, 76(3), 57-61.

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.

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.

Maski, S. Oghenejabor, O., Inkani, A. (2019) Disaster risk and management Policies and practices in Nigeria A critical appraisal of the National Emergency Management Agency Act, 33, 253-265.

MEDAK (2013). Medikal arama kurtarma derneği. Erişim Tarihi Mayıs 2021. <https://www.medak.org.tr/faydali-bilgiler/dunyada-afet-yonetimi-ve-gelisimi>

Muzaffer, K. (1984). *Doğal Afetlerde Bulaşıcı Hastalıklar ve Çevre*. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı ile Belediyeler.

Müller, G. (1998) Kriterien für Evakuierungsempfehlungen bei Chemikalienfreisetzungen, Zivilschutz-Forschung, Neue Folge Band 32, Bundesamt für Zivilschutz, Bonn.

Öcal, A., Çakır U. ve Özelmacı Ş. (2016). İlkokul ve ortaokul ders programlarında afetten korunma ve güvenli yaşam. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi (ALEG)*, 2(2), 71-83.

Pan, X. (2006). *Computational modeling of human and social behaviors for emergency egress analysis*. PhD Thesis. Stanford, CA: Stanford University.

Ploog, D. & Clausen, L. (1997). Katastrophenmedizin. Leitfaden für die ärztliche Versorgung im Katastrophenfall. Bundesamt für Zivilschutz (Hrsg.), 4. überarbeitete Auflage, Bonn.

Predtechenskii, V. M. & Milinskii A. I. (1978). Planning for Foot Traffic Flow in Buildings, Amerind Publishing, Co. Pvt. Ltd., New Delhi.

Prendke, W.-D. & Schröder, H. (2005). Lexikon der Feuerwehr. Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 3. Aufl.

Raikes, J., Smithab, T., Jacobson, C., & Baldwin, C. (2019) Pre-disaster planning and preparedness for floods and droughts: a systematic review. *International Journal Of Disaster Risk Reduction*, 38, 1-9.

Raphael, B. (2005). Crowds and other collectives: complexities of human behaviors in mass emergencies. *Psychiatry*, 68, (2), 115-120.

Ruhrhofer, M. & Schweitzer, R. (2003) Beurteilung der Räumung und Evakuierung von Personen aus Gebäuden. In: Brandschutz Arbeitssicherheit Jahrbuch,

Beratungsstelle für Brand- und Umweltschutz, Verlag Druckservice Muttenthaler, Petzenkirchen/Österreich, s. 104-107.)

Schadschneider, A., Klingsch, W., Klüpfel, H., Kretz, T., Rogsch, C., ve Seyfried, A., (2008). Evacuation Dynamics: Empirical Results, Modeling and Applications, to appear in: Encyclopedia of Complexity and System Science, B. Meyers (Ed.)

Schäfer, C., Künzer, L. & Zinke, R. (2013). Integration und modellierung von menschlichen faktoren für die evakuierung von u-bahn-systemen, Universitaet Paderborn.

Schneider, U. ve Kirchberger, H. (2007) Evakuierungsberechnungen bei Brandereignissen mittels Ingenieurmethoden, in: Brandschutz Jahrbuch 2006/07 Arbeitssicherheit, Petzenkirchen, 62-75.

Sey, Y. Tapan, M., Kanoğlu, A., (1987). Afet Sonrası Barınma ve Geçici Konut Tipi Araştırması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Akademik çalışma, İstanbul.

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.

Sieber, G.M. (1986) Panik. *vfdb-Zeitschrift Forschung und Technik im Brandschutz* 2, 39-41.

Sürmeli, D. (2011). *Yapay sinir ağları ile afet yönetiminde sosyal zarar görülebilirlik riskinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya

Taşkesen, C. (2011). *Taşkın risk yönetiminde zarar görülebilirlik analizleri*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Thompson, P. & Marchant E. (1995). A computer model for the evacuation of large building population, *Fire Safety Journal*, 24, 131–148.

Thunderhead Engineering Consultants, Inc. (2019). Erişim Tarihi Mart 2021.
<https://www.thunderheadeng.com/pathfinder/pathfinder-features/>

Topraklı, A., Sedihemaiti, S. & Ağraz, G. (2019). Osmanlı klasik dönem tipi modern camilerin tahliye problemine ilişkin değerlendirme. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34 (4), 2261-2270. doi: 10.17341/gazimmfd.490086

UNDRO (1982). “Shelter After Disaster Guidelines for Assistance”, Office of The United Nation Disaster Relief Co-ordinator, Geneva

UNESCAP (2019). Asya –Pasifik Afet Risk Görünümü 2019 Raporu.

Üreden, B. (2021). *Simülasyon modeli kullanarak bir üniversitede acil durum tahliye planı oluşturulması*. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü İstanbul

Werner R. ve Schmutz R.E.T. (2005) Evakuierungsarten, Ereignismanagement V1.1 CL 3.8 Evakuierungsarten, Risk Control RCC GmbH, Zürich/Schweiz.

www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/wp-content/uploads/2022/02/2021.pdf (Erişim Tarihi: 15.03.2022)

www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Kurumsal-Raporlar/Afet_Istatistikleri_2020_web.pdf (Erişim Tarihi: 21.04.2022)

www.reliefweb.int/VirtualOSOCC (Erişim Tarihi: 05.05.2022)