



**SANAYİ BÖLGELERİNDE RİSK ANALİZİ VE DEĞERLENDİRMESİ
ODAKLI YANGIN GÜVENLİĞİ TASARIMI**

Begüm FENERLİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2023

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen 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.

Begüm FENERLİ

19 / 01 / 2023

SANAYİ BÖLGELERİNDE RİSK ANALİZİ VE DEĞERLENDİRMESİ ODAKLI YANGIN GÜVENLİĞİ TASARIMI

(Yüksek Lisans Tezi)

Begüm FENERLİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2023

ÖZET

Dünyada ve ülkemizde hızlı tüketim ihtiyaçlarına cevap veren ve ekonomide büyük bir paya sahip olan sanayi yapıları; işlevlerinden kaynaklı olarak üretim sürecinde kullanılan makine ve ekipmanlar, üretimde kullanılan ya da depolanan yanıcı/patlayıcı maddeler gibi sebeplerden dolayı bünyesinde yangın riskleri bulundurmaktadır. Yapıda ve çevresinde bulunan potansiyel riskleri tespit ve analiz etmek, açığa çıkabilecek yangın felaketlerinin engellenebilmesi adına büyük önem arz etmektedir. Yapısal ve işlevsel güvenliğin sağlanabilmesi hususunda, risk analizinden elde edilecek veriler ile bina tasarım sürecine yön verilmesi; yangına karşı alınacak etkin ve yeterli önlemlerin belirlenmesini sağlayacaktır. Çalışmada yangına güvenli yapı tasarımı süreçlerinde tasarımcıların kullanabileceği bir kılavuz hazırlanmıştır. Kılavuz, yapının yapısal ve çevresel özelliklerinin tespit edilmesinin ardından belirlenen özelliklere uygun olarak, yapıda alınabilecek pasif yangın güvenlik önlemlerini sunmaktadır. Kılavuz oluşturulmasında ilk olarak literatürden ve mevzuattan elde edilen bilgilerin tasnif edilmesiyle; yerleşim ölçeği, bina ölçeği ve yapı elemanı ve yapı malzemesi ölçeği olmak üzere 3 ana adımdan oluşan sorgulama adımları ve mimari açıdan alınabilecek yangın güvenlik önlemleri belirlenmiştir. Bu bağlamda sorgulama adımlarının her birine kendi içinde verilen kodlar ile mantık ağaçları kurulmuş ve önlemler listesi mantıksal kurgu ile ilişkilendirilmiştir. Oluşturulan risk analizi ve mantıksal kurgu bir adet sanayi yapısı projesi üzerinde uygulanmış ve sonuca erişilmiştir.

Bilim Kodu : 80103

Anahtar Kelimeler : Sanayi binaları, pasif yangın güvenlik önlemleri, yangın risk analizi, mantık ağacı analizi

Sayfa Adedi : 183

Danışman : Prof. Dr. Figen BEYHAN

FIRE SAFETY DESIGN BASED ON RISK ANALYSIS AND EVALUATION IN INDUSTRIAL ZONES

(M. Sc. Thesis)

Begüm FENERLİ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2023

ABSTRACT

Industrial buildings, which respond to the fast consumption needs of the world and our country and have a significant share in the economy, contain fire risks due to the machines and equipment used in the production process, flammable/explosive materials used or stored in production. It is of great importance to identify and analyze potential risks in and around the building to prevent possible fire disasters. Providing structural and functional safety depends on directing the design process of the building with data obtained from risk analysis and determining effective and sufficient measures to be taken against fire. In this study, a guide for fire-safe building design processes for designers has been prepared. The guide offers passive fire safety measures that can be taken in the building according to the structural and environmental characteristics of the building after determining these characteristics. In the preparation of the guide, information obtained from literature and legislation was classified and 3 main steps of inquiry steps consisting of settlement scale, building scale and building element and building material scale and architectural fire safety measures were determined. In this context, logic trees were established for each of the inquiry steps with the codes given within them and the list of measures was related to logical structure. The risk analysis and logical structure created were applied to an industrial building project and a result was obtained.

Science Code : 80103

Key Words : Industrial buildings, passive fire safety measures, fire risk analysis, logic tree analysis

Page Number : 183

Supervisor : Prof. Dr. Figen BEYHAN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca her türlü yardım ve desteği sağlayarak değerli katkılarıyla beni yönlendiren çok kıymetli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Figen BEYHAN' a, tez çalışmalarım boyunca akademik çalışmalarına teşvik ve desteklerinden dolayı TÜBİTAK' a, hayatım boyunca tüm karar ve çalışmalarına her türlü desteği veren annem Ayşe FENERLİ, babam Yusuf FENERLİ, ablam Betül FENERLİ BAKIRHAN ve Yusuf BAKIRHAN'a, teşvik ve desteğiyle beni daima motive ederek yanımda olduğunu hissettiren nişanlım Ümit KANDEMİR' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	9
2.1. Yangın ve Yanma Nedir?.....	9
2.1.1. Yangının gelişim evreleri.....	11
2.1.2. Yangının yayılım yolları ve yangın sınıfları	13
2.1.3. Yangının sonuç ürünleri	14
2.2. Yangın Risk Analizi, Risk Değerlendirmesi ve Risk Haritalaması.....	16
2.2.1. Yangın riski analizi ve yangın riski değerlendirme.....	17
2.2.2. Yangın riski değerlendirme yöntemleri	20
2.3. Sanayi Yapıları	30
2.3.1. Sanayi yapılarındaki mekânlar ve mekânsal kurgu.....	31
2.3.2. Sanayi yapılarındaki yangın riski	37
2.3.3. Sanayi yapılarındaki yangın istatistikleri	43
2.3.4. Sanayi yapılarındaki yangınların etkileri	52
2.3.5. Sanayi yapılarında meydana gelen örnek yangın analizleri.....	58

	Sayfa
2.4. Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri	82
2.4.1. Yerleşim ölçeğinde pasif yangın güvenliği.....	83
2.4.2. Bina ölçeğinde pasif yangın güvenliği	91
2.4.3. Yapı elemanı ve yapı malzemeleri ölçeğinde	148
3. YÖNTEM.....	133
4. ALAN ÇALIŞMASI	155
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	171
KAYNAKLAR	175
ÖZGEÇMİŞ	183

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Yangında zamana göre sıcaklık artışı	15
Çizelge 2.2. Fine Kinney şiddet skalası	21
Çizelge 2.3. Fine Kinney sıklık skalası.....	22
Çizelge 2.4. Fine Kinney olasılık skalası.....	22
Çizelge 2.5. Fine Kinney risk skalası.....	22
Çizelge 2.6. Olabilirlik tablosu	24
Çizelge 2.7. Şiddet derecesi tablosu.....	24
Çizelge 2.8. Risk matrisi	25
Çizelge 2.9. Sektörlere göre fabrikaların tehlike analizi.....	48
Çizelge 2.10. Sanayi tesislerinde yer alan yapılarda yangın risk nedenleri, yayılma alanları, tehlide maruz kalanlar ve yangın etkileri.....	55
Çizelge 2.11. Lakeland Mills Ltd. Kereste Fabrikası yangını analizi.....	59
Çizelge 2.12. CTA Acoustics, INC. (CTA) Fabrikası yangını analizi.....	65
Çizelge 2.13. West Fertilizer Company Fabrikası yangını analizi	70
Çizelge 2.14. ATB İş Merkezi yangını analizi.....	75
Çizelge 2.15. AB Specialty Silicones yangını analizi.....	79
Çizelge 2.16. Sanayi parsellerinde çekme mesafeleri.....	87
Çizelge 2.17. Kullanıcı yükü katsayıları	108
Çizelge 2.18. Kullanıcı sayılarına göre olması gereken en az çıkış sayıları	111
Çizelge 2.19. Kullanıcı sayılarına göre en az çıkış genişlikleri	112
Çizelge 2.20. Sanayi yapılarında bulunan alanlar için kaçış uzaklıkları.....	114
Çizelge 2.21. Endüstriyel yapılarda yapı elemanlarının yangına dayanım süreleri.....	122
Çizelge 2.22. Yapı malzemeleri için yanıcılık sınıfları.....	129

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Yangın risk değerlendirme yöntemleri	133
Çizelge 3.2. Birinci ana sorgu adımı - Sorgu adımları, açılımları ve kod numaraları	136
Çizelge 3.3. İkinci ana sorgu adımı - Sorgu adımları, açılımları ve kod numaraları	137
Çizelge 3.4. Üçüncü ana sorgu adımı - Sorgu adımları, açılımları ve kod numaraları...	138
Çizelge 3.5. Analiz verileri ve yangın güvenlik önlemleri arasındaki ilişki Düzeylerinin belirlendiği mantıksal işlem kurgusu	145
Çizelge 4.1. Seçilen sanayi yapısında mantıksal işlem kurgusu ile belirlenen yangın güvenlik önlemleri	161
Çizelge 4.2. Organize Sanayi Bölgeleri İmar Planı Şartnamesi çekme mesafeleri ve seçilen sanayi yapısının yer aldığı parseldeki mevcut çekme mesafeleri ...	163

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Tez akış şeması.....	7
Şekil 2.1. Yangın üçgeni.....	9
Şekil 2.2. Yangın gelişim evreleri.....	11
Şekil 2.3. Yangının büyümesi.....	12
Şekil 2.4. Yangın riski tahmini	16
Şekil 2.5. Genelleştirilmiş bir yangın riski analizi kavramı adımları	18
Şekil 2.6. Yangın riski değerlendirmesi.....	19
Şekil 2.7. Olay ağacı genel durumu	27
Şekil 2.8. Sanayi yapısındaki temel ilişkiler.....	32
Şekil 2.9. Üretim süreci	32
Şekil 2.10. Tipik bir sanayi yapısının yerleşim şeması.....	35
Şekil 2.11. Üretim-yönetim-sosyal işlevlerin aynı yapıda planlanması	36
Şekil 2.12. (a) Yönetimle ilgili işlevlerin ayrı yapıda planlanması, (b) Yönetim ve Sosyal işlevlerin ayrı bağımsız yapılarda planlanması (c) Yönetim ve Sosyal işlevlerin üretim hacminden ayrı planlanması	36
Şekil 2.13. Sebeplerine göre 2011-2015 yılları arasında sanayi yapısı yangınları	44
Şekil 2.14. Alevin yayılma derecesine göre 2011-2015 yılları arasındaki sanayi yapısı yangınları	45
Şekil 2.15. 2011-2015 yılları arasındaki bina dışındaki ve sınıflandırılmamış yangınlar	46
Şekil 2.16. 2006-2021 yılları arasında X OSB’ de meydana gelen yangınların sektörlere göre dağılımı	47
Şekil 2.17. Sanayi yapılarında yangına neden olan faktörler.....	49
Şekil 2.18. Sanayi yapılarında meydana gelen yangınların çıkış yerleri	50
Şekil 2.19. Çalışma saatlerine göre sanayi yapılarında çıkan yangınların dağılımı	51

Şekil	Sayfa
Şekil 2.20. Sanayi yangınlarının etkileri.....	52
Şekil 2.21. Yangın risk analizi için sorgu adımları.....	58
Şekil 2.22. Yangının radyasyonla yayılması.....	85
Şekil 2.23. Çatıdan yangın anında ısı yayılımı	86
Şekil 2.24. Patlama riski olan yerleşimlerde patlama duvarları uygulaması	87
Şekil 2.25. BYKHY' e göre itfaiye araçlarının erişim mesafesi	88
Şekil 2.26. Çıkmaz sokak genişliği.....	89
Şekil 2.27. Dönemeç yollarda yarıçap ölçüleri.....	89
Şekil 2.28. Çıkmaz yollar ve dönme kavşakları	90
Şekil 2.29. Duman perdeleri	93
Şekil 2.30. Farklı eğimlerde oluşturulan cephe örnekleri	95
Şekil 2.31. Üretim, depo ve yönetim-sosyal birimlerin yangın duvarıyla birbirinden ayrılması.....	96
Şekil 2.32. Depo ve üretim alanlarının birbirine göre alternatif olarak konumlandırılması	97
Şekil 2.33. Asma tavan arası boşluklarda düşey bölme uygulamaları - üst döşemeye kadar devam eden / döşemeye ulaşmayan bölme	99
Şekil 2.34. Yükseltilmiş zeminin altındaki boşluk bariyeri.....	100
Şekil 2.35. Döşeme geçişlerinde yangın bölümlendirilmesi ve duvar trapez döşeme yangın durdurucu uygulaması.....	103
Şekil 2.36. Boşluk bariyerlerinin düzenlenmesi	104
Şekil 2.37. Havalandırma boşluklu cephe kaplamasında boşluk bariyer sistemi	105
Şekil 2.38. Sabit ve hareketli duman perdesi düzenlemeleri	106
Şekil 2.39. Kompartıman alanı	109
Şekil 2.40. Oda içinde oda	110
Şekil 2.41. Kapı genişliği.....	112

Şekil	Sayfa
Şekil 2.42. Çıkışların konumlandırılması için 45° kuralı	113
Şekil 2.43. Sanayi binalarında tek yön ve iki yön kaçış mesafeleri.....	114
Şekil 2.44. Doğrudan mesafe ve tahliye mesafesi	115
Şekil 2.45. 30 metreden uzun koridorun bölümlere ayrılması.....	115
Şekil 2.46. Kaçış merdivenleri arasındaki mesafe	116
Şekil 2.47. Kaçış merdivenlerinin korunması.....	117
Şekil 2.48. Kaçış merdivenlerine yangın güvenlik holü ile ulaşım	117
Şekil 2.49. Merdiven ve basamak genişlikleri	118
Şekil 2.50. Zeminden sürekli işaretlenmiş yol yönlendirmesi	121
Şekil 2.51. Çelik yapı bileşenlerinin yangında davranışları	124
Şekil 2.52. Korumasız çelik elemanlar / Kütlesel yalıtım yöntemiyle yalıtım sağlanmış çelik elemanlar	125
Şekil 2.53. Betonun sıcaklık karşısında yapısının değişimi.....	126
Şekil 2.54. Yangında çatı konstrüksiyonunun çökmesi	128
Şekil 3.1. Sanayi yapılarındaki yangın risk analizi, değerlendirmesi ve yönetimi süreçleri için geliştirilen dört aşamalı bir metodoloji	135
Şekil 3.2. Yerleşim ölçeğinde durum tespiti amaçlı sorgulama sürecine dair akış şemaları/olay ağaçları	139
Şekil 3.3. Bina ölçeğinde durum tespiti amaçlı sorgulama sürecine dair akış şemaları/olay ağaçları	140
Şekil 3.4. Yapı elemanı ve yapı malzemesi ölçeğinde durum tespiti amaçlı sorgulama sürecine dair akış şemaları/olay ağaçları	143
Şekil 4.1. Seçilen sanayi yapısına ait yerleşim ölçeğinde durum tespiti	156
Şekil 4.2. Seçilen sanayi yapısına ait bina ölçeğinde durum tespiti	157
Şekil 4.3. Seçilen sanayi yapısına ait yapı elemanı ve yapı malzemesi ölçeğinde durum tespiti	160
Şekil 4.4. Vaziyet planında hidrant, ring yolu genişlikleri, acil toplanma alanları ve çekme mesafelerinin gösterimi	164

Şekil	Sayfa
Şekil 4.5. Zemin kat planında acil çıkışlar, kompartıman alanları ve yangın merdivenlerinin gösterimi.....	166
Şekil 4.6. Kesit-1 kat yükseklikleri, asma tavan ve döşeme ilişkisi	167
Şekil 4.7. (a) Yangın merdiveni tip 1 kesiti (b) Yangın merdiveni tip 2 kesiti	169

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita

Sayfa

Harita 2.1. İşletme durumdaki OSB sayılarının illere ve bölgelere göre dağılımı	31
---	----

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

dak	Dakika
E	Bütünlük
I	Yalıtım
O	Olabilirlik
R	Risk
R	Yük Taşıma Kapasitesi
S	Sıklık
Ş	Şiddet Derecesi
Λ	Ve
V	Veya
≤	Küçük eşit
≥	Büyük eşit

Kısaltmalar

Açıklamalar

AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
ASFP	Association for Specialist Fire Protection
BYKHY	Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
KMO	Kimya Mühendisleri Odası
NFPA	National Fire Protection Association
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
TS	Türk Standart

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde var olan hızlı nüfus artışı, tüketimin de doğru orantıyla artmasına sebep olarak hızlı üretim ihtiyaçlarını ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda üretim faaliyetlerinin gerçekleştiği sanayi yapılarına olan ihtiyaç her geçen gün artış göstermektedir. Bahse konu yapılar insanların yaşamlarında gereksinim duydukları birçok şeyin üretiminin yapılmasını sağlarken aynı zamanda kurulduğu bölge ve tüm ülke için yeni istihdam alanları oluşturarak ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır.

Ülke ve dünya ekonomisinde büyük bir paya sahip olan sanayi yapıları işlevlerinden kaynaklı olarak birçok tehlikeyi bünyesinde bulundurmaktadır. Söz konusu tehlikelerin başında gelen yangın olayları; ölüm, yaralanma, sakatlanma, yapısal hasarlar, çevre kirliliği, üretim faaliyetlerinin durması ve iş kaybı gibi can ve mal kayıplarına sebebiyet vermektedir. Üretim sürecinin karmaşıklığı, kullanılan makine ve ekipmanlar, üretimde kullanılan ya da depolanan yanıcı hammaddeler yangın riskini arttırmakta ve bahse konu yapılarda meydana gelen yangın olayları diğer yapı türlerine kıyasla daha tehlikeli, şiddetli ve büyük ölçekli sonuçlar doğurmaktadır. Sanayi yapılarında meydana gelebilecek yangınlara yönelik güvenlik önlemlerinin alınabilmesi için tesislerin barındırdığı potansiyel tehdit ve tehlikelerin tespiti ve tanımlanması kapsamında bir risk analizinin yapılması, yetkin bir risk yönetimi için son derece önemli olmaktadır. Özellikle yangına güvenli yapı tasarımı hususunda sanayi yapılarının mimari tasarım süreçlerinde, risk analizlerinden elde edilecek verilerin yapısal ve işlevsel güvenliğin sağlanabilmesi amacıyla mimari kararları yönlendirmesi ve mimari bağlama dönüştürülerek tasarımda yer bulması gerekmektedir. Yangın olayları ile mücadele eylemlerinin etkinliği ve yeterliliği açısından yapıların mimari tasarımından itibaren başlaması önemli bir zorunluluktur. Yangın riskinin gerçekleşmesi, boyutları, yangına müdahale eylemleri ve sonuçları yapıların mimari tasarımından büyük ölçüde etkilenmekte, alınabilecek yanlış kararlar yangın olaylarının felaketle sonuçlanmasına neden olabilmektedir.

Bu kapsamda ülkemizde ve dünyada yapılmış olan çeşitli çalışmalar mevcuttur. Sanayi yapılarında yangın güvenliği bağlamında yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde sanayi yapılarındaki risk tespitleri ve alınması gereken önlemleri içeren çalışmalar olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda tasarımcılar için mimari anlamda yangına karşı

alınabilecek önlemlere dair kılavuz niteliği taşıyacak türden bir çalışma olmadığı sonucuna varılmıştır.

Smith 1971 yılında ve Gunasekera 1983 yılında yayınladığı makalelerde sanayi yapılarında meydana gelen yangınlara karşı alınması gereken yangın koruması ve yangın güvenlik önlemlerini ele almıştır (Gunasekera, 1983; Smith, 1971). Cosgrove, 1996 yılında yapmış olduğu araştırma raporunda tek katlı sanayi yapıları için yangın güvenliği tasarımı bağlamında bir metodoloji oluşturmuştur (Cosgrove, 1996).

Yolaçan 2017 yılında yapmış olduğu yüksek lisans tezinde yangının sanayi yapılarında bulunan yapı elemanlarının dayanım analizleri simülasyon yöntemiyle analiz edilmiştir (Yolaçan, 2017). Işık 2020 yılında yapmış olduğu yüksek lisans tezinde çelik taşıyıcı sisteme sahip sanayi yapılarının yangına karşı güvenliğini tasarım kriterleri belirleyerek sorgulamış ve aktif-pasif yangın güvenlik önlemlerin elemanların yangın dayanıma katkıları ortaya konmuştur (N. Işık, 2020).

Gültek ve Selvi'nin 2005 yılında yayınladığı kongre makalesinde sanayi yapılarında yangın meydana gelmesi durumunda açığa çıkan dumanın doğal ya da mekanik yolla tahliye edilmesi bağlamında kriterler belirlemiştir (Gültek & Selvi, 2005). Saygılı 2015 yılında yayınladığı bildiride doğal duman tahliyesi için örnek bir fabrika üzerinden inceleme yaparak alınması gereken önlemleri belirlemiştir (Saygılı, 2015). Doğuç, 2014 yılında yapmış olduğu yüksek lisans tezinde sanayi yapılarında duman tahliyesinin doğru bir şekilde yapılabilmesi için uygun sistemleri belirlemeye yönelik tahliye için planlanan senaryoya bağlı modellemeler yaparak mekanik duman tahliye sistemini tasarlamıştır (Doğuç, 2014).

Arda 2008 yılında yapmış olduğu yüksek lisans tezinde tekstil fabrikalarında meydana gelebilecek olan patlama ve yangın denetim listesi, risk değerlendirme formları ve matris yöntemlerini kullanarak risk analizini yapmıştır (Arda, 2008). Genç ve Pekey' in 2014 yılında yayınlamış olduğu makalede sanayi yapılarında meydana gelen yangınların raporları incelenerek sanayi yapılarındaki yangın risklerinin değerlendirilmesi yapılmıştır (Genç & Pekey, 2014). Topyay 2021 yılında yapmış olduğu yüksek lisans tezinde sanayi yapılarında meydana gelmiş yangınları zaman ve yer sınırlaması yaparak istatistiki analizini yapmıştır (Topyay, 2021). Işık 2022 yılında yapmış olduğu yüksek lisans tezinde tekstil

fabrikalarındaki yangın tehlikelerine karşı alınabilecek yangın güvenlik önlemleri belirleyerek bu kapsamda bir tekstil fabrikasının analizini yapmıştır (Ç. Işık, 2022).

Benseghir, Ibrahim ve ark. 2017 yılında yaptığı çalışmada, sanayi yapılarında yangına maruz kalan insanların binadan tahliyesini incelemeye yönelik simülasyon programı kullanarak bir model oluşturmuşlardır (Benseghir, Ibrahim, Nurul Islam Siddique, Nomani Kabir, & Alginahi, 2020).

Ulus 2019 yılında yapmış olduğu yüksek lisans tezinde yangından korunmaya yönelik olan ulusal yönetmelik ile uluslararası yönetmelikleri karşılaştırarak ortak bir akıllı yönetim sistemi geliştirmiştir (Ulus, 2019).

Risk yönetimi yaklaşımı ile yangına güvenli yapı tasarımı, özellikle mimari tasarım aşamalarında, ilgili verilerin elde edilmesi, verilerin ve aralarındaki etkileşimlerin doğru değerlendirilmesine dair karmaşık süreçlerin yürütülmesi, değerlendirmelerden elde edilen bulgular dikkate alınarak yeterli ve yetkin stratejilerin geliştirilmesi hususları ile yakından ilişkilidir. Son derece zorlayıcı olan yangına güvenli yapı tasarımı süreçlerinde tasarımcılara kılavuz olabilecek sistematik bir yöntemin geliştirilebilme potansiyeli bu tez çalışmasının ana konusu olarak belirlenmiştir. Yüksek yangın riski sınıfında nitelendirilen sanayi yapıları özelinde geliştirilen yöntem yeni tasarlanacak olan sanayi yapılarının tasarımında kullanılabileceği gibi, mevcut sanayi yapılarının durum tespiti ve iyileştirilmesi odaklı yangın güvenliği tasarım süreçlerinde de kullanıma uygundur. Bu bağlamda tez çalışmasının temel araştırma sorusu ve çalışmanın içeriğini ortaya koyan alt araştırma soruları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

Araştırma Sorusu

Yüksek yangın risk sınıfında yer alan sanayi yapılarında mimari tasarım kararlarının yangın riski ile mücadele süreçleri üzerinde etkisi var mıdır? Riskin azaltılması, kontrol altına alınabilmesi ve olası yaşanacak süreç ile sonuçlarına dair şiddetinin minimize edilmesi kapsamında yangına güvenli yapı tasarım süreçlerine bağlam oluşturacak verilerin elde edilmesi, değerlendirilmesi ve yangın güvenliği tasarımı amaçlı stratejilerin geliştirilmesi odaklı sistematik bir yöntem geliştirilebilir mi?

Alt araştırma soruları

- Yangın riski, risk analizi ve risk değerlendirmesi ne demektir ve kabul gören risk değerlendirme yöntemleri nelerdir?
- Sanayi yapılarında yangın riski, gerçekleşme olasılıkları ve yaşanmış örnek olayların sonuçları nelerdir? Bu hususlarda istatistiki veriler mevcut mudur?
- Sanayi yapılarında yangın güvenliğinin sağlanmasına dair mevzuat (yönetmelikler, kanunlar, tüzükler, standartlar, sertifikasyon sistemleri vb.) kapsamı mevcutta nasıldır?
- Pasif yangın güvenlik önlemleri bağlamında; yapı malzemesi, yapı elemanı, bina ve yerleşim ölçeğinde dikkat edilmesi gereken hususlar ve alınması gereken önlemler nelerdir?
- Sanayi yapılarında yangına güvenli tasarım bağlamında pasif yangın güvenlik önlemleri nasıl değerlendirilmelidir?

Bu kapsamda yürütülen çalışmanın hipotezi, amacı ve yöntemi ise aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

Araştırmanın hipotezi

Sanayi yapılarında yangın riskinin başlamasında, yayılmasında ve sonuçlarının büyüklüğünde mimari tasarımdan gelen yerleşim kararlarının, işlevsel dağılım kapsamında mekân kurgularının, bina/mekân geometrileri ile boyutlarının, yatay ve düşey boşlukların, dolaşım alanları tasarımına dair kararların, yapı elemanları ve malzemeleri seçiminin son derece önemli etkileri vardır. Risk yönetimi kapsamında olası tehditlerin tespit edilmesine odaklı risk analizinin yapılması, elde edilen bulguların değerlendirilmesi ve ihtiyaç duyulan stratejilerin geliştirilerek mimari bağlamlar olarak yangına güvenli yapı tasarımı süreçlerinde yer alması mecburidir. Bu bağlamda ilgili karmaşık süreci daha anlaşılır, kolay ve uygulanabilir hale dönüştürebilecek sistematik bir yöntem geliştirmek mümkündür.

Araştırmanın amacı

Sanayi yapıları özelinde yangına güvenli yapı tasarımı konusuna dikkat çekerek, mimari tasarımın etkilerini ortaya koymak, risk yönetimi kapsamında farkındalık gerektiren risk

analizi, risk değerlendirmesi ve tasarımıda yer bulması gereken stratejilerin geliştirilmesi süreçlerini anlaşılabilir ve uygulanabilir hale getirmek için mantıksal kurguya dayalı bir yöntem geliştirmek bu tezin amacı olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın yöntemi

Çalışma kapsamında öncelikle detaylı ve sistematik bir literatür taraması yapılmış, konu bağlamında gerçekleştirilen akademik çalışmalar, istatistiksel veriler, mevzuatlar ve yaşanmış yangın olayları incelenerek nitel ve nicel verilere ulaşılmıştır. Konunun önemi, içeriği, etkileri ve yangına güvenli yapı tasarımı hususunda yapıların performansını iyileştirmek amacıyla yürütülmesi gereken karmaşık süreç tanımlanarak risk yönetimine dayalı riskin analiz edilmesi, değerlendirilmesi ve etkin stratejilerin geliştirilmesi yaklaşımları açıklanmıştır. Elde edilen bilgiler çerçevesinde mantık ağacı yöntemi esas alınarak sorgulama hedefli akış şemalarından oluşan dört aşamalı bir analiz yöntemi geliştirilmiştir. Bir yangın olayının bütün aşamalarında etkin olan durumların tanımlanabilmesi amacıyla güvenli yapı tasarımında olması gerekenler mevzuattan ve akademik çalışmalardan gelen bilgilerin süreç ve etki alanı odaklı tasnif edilmesi yöntemiyle belirlenmiş, ilgili parametreler, sınır değerler ve etki alanları dikkate alınarak sorgulama adımları oluşturulmuş, detaylı sorgulama sürecinin doğru ve etkili bir şekilde yürütülebilmesi amacıyla kullanılacak ayrıntılı sorgu akış şemaları tasarlanmıştır. Sorgu akış şemalarının işletilmesi süreci sonunda mevcutta var olan durumu hata sınırları çerçevesinde tarifleyen koşulları ve sınır değerleri ortaya koyan verilere ulaşılmaktadır. İkinci olarak bir yangın olayının süreç ve boyutlarında etkili olan ve tasarımıda yer bulması gereken önlem ve önerileri kapsayan çözüm stratejileri saptanmıştır. Satır numaralı verilerek (172 satır) hazırlanan çözüm stratejileri sorgulama adımlarında kurgulanan 4 aşama için tasnif edilmiştir. Mevcut durum analizinden gelen veriler ile olması gereken çözüm stratejileri arasındaki doğrudan ya da dolaylı ilişkilerin tespit edilebilmesi amacıyla kurgulanan mantıksal ilişkide ise “VE” ya da “VEYA” yaklaşımı ile mantıksal bir kurgu yöntemi geliştirilmiştir. Bu mantıksal kurgunun sonucunda çözüm stratejisi olarak önerilen satırların her birinin geçerli olduğu koşullara bağlı olarak analizi ve değerlendirmesi yapılan yapı için gerekli olan çözüm stratejilerine ulaşılmaları hedeflenmiştir. Tez çalışmasının birinci bölümünde teze konu olan problem tanımlanarak araştırma sorusu, hipotezi, amacı, yöntemi ve akış şeması ortaya konmuştur.

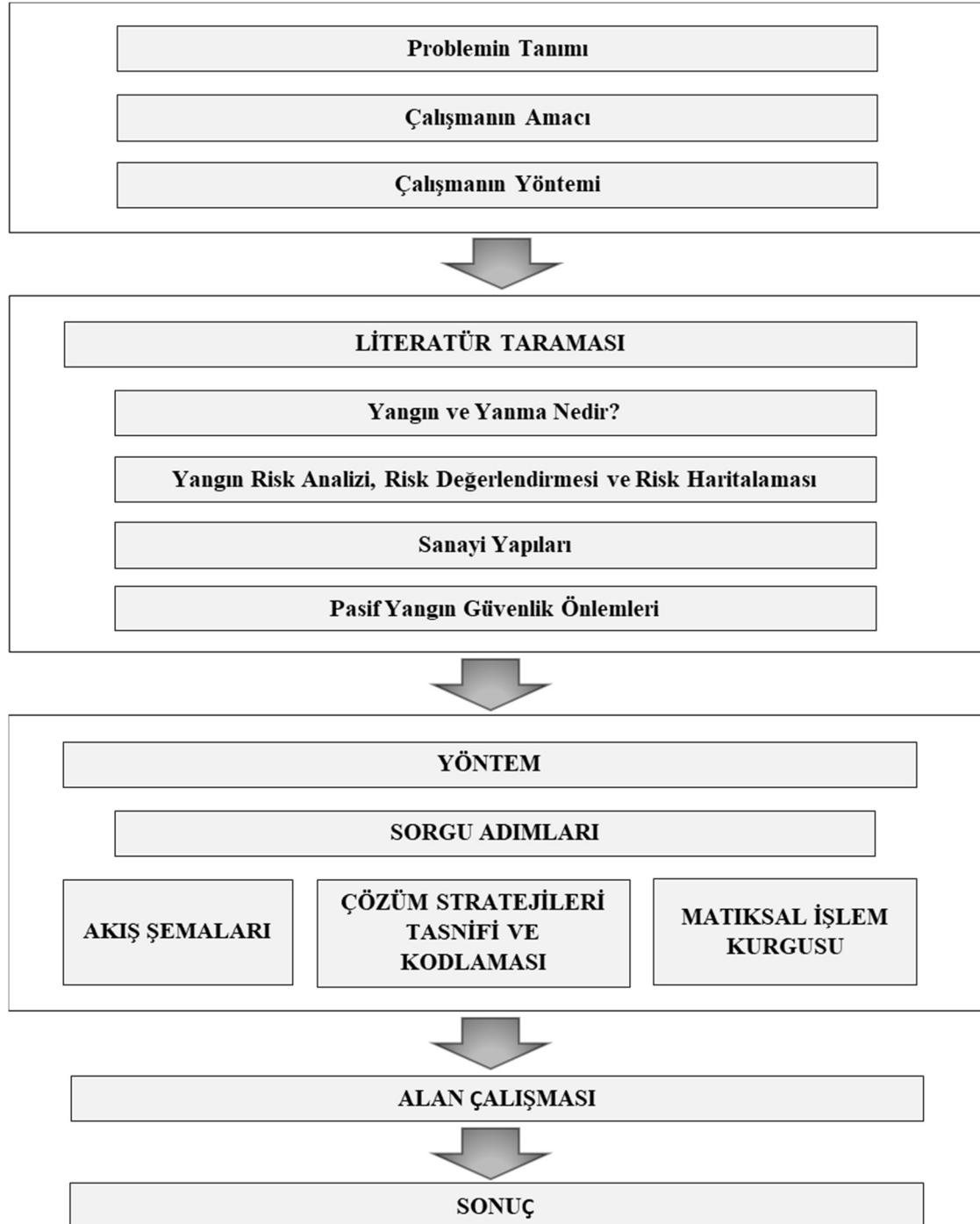
İkinci bölümde yapılan kapsamlı literatür taraması aktarılmıştır. Bu kapsamda yangın ve yanma olayı, yangının yayılım yolları ve yangının etkileri ortaya koyularak yangının sanayi yapıları bağlamında oluşturduğu risk ve tehlikelerin analiz edilmesi için yangın risk analiz ve risk değerlendirme yöntemleri araştırılmıştır. Sanayi yapılarında ülkemizde ve dünyada meydana gelen yangınlara ait istatistiki veriler incelenerek sanayi yapılarının tasarımı ve mekânsal kurgularıyla birlikte yangın riskleri ortaya konmuştur. İstatistiki verilere dayanarak meydana gelen sanayi yangınlarının insan sağlığına etkileri, çevresel etkiler, ekonomik etkiler ve sosyal etkiler gibi ayrıca dolaylı ya da doğrudan olan sonuçları aktarılmıştır. Bu çerçevede ülkemizde ve dünyada meydana gelen sanayi yapılarındaki örnek yangın olayları detaylı bir şekilde incelenerek analiz edilmiştir. Örnek yangın olaylarının analizi için yerleşim ölçeğinde, bina ölçeğinde ve yapı elemanı ve malzeme ölçeğinde olmak üzere 3 ana adımdan oluşan sorgu adımları belirlenmiştir. Sorgu adımlarının geliştirilmesi sürecinde yapıları çevrelerde yangın güvenliği üzerine literatürde var olan akademik çalışmalar, ilgili yönetmelikler ve standartlar sistematik bir şekilde incelenmiş, yangın olaylarının yaşandığı sanayi yapıları analiz edilmiş ve elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Geliştirilen sorgu adımları ile Dünya’da ve Türkiye’de gerçekleşmiş olan 6 adet sanayi yapısı yangınları incelenerek mimari tasarımdan gelen hataların etkileri ortaya konmuştur. Literatürde ve mevzuatlarda yer alan pasif yangın güvenlik önlemleri sanayi yapıları kapsamında detaylı olarak incelenmiştir. Yerleşim ölçeğinde, bina ölçeğinde ve yapı elemanı ve yapı malzemeleri ölçeğinde mevcut pasif yangın güvenlik yöntemleri ortaya koyulmuştur.

Üçüncü bölüm yöntemin aktarıldığı bölümdür. Literatür araştırması sonucu elde edilen yangın risk değerlendirme yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları açıklanmıştır. Yapılan avantaj ve dezavantaj karşılaştırması sonucunda yangın risk değerlendirme yöntemi olarak ”Mantık Ağaçları” analizi yöntemi seçilerek yöntemin kriterleri açıklanmıştır. Bu kapsamda geliştirilen sorgu adımları tanımlanmış, mantık ağaçları yöntemi yeniden yorumlanarak sorgulama sürecini detaylandıran ve verilere ulaştıran akış şemaları hazırlanmış, mimari tasarım kararlarıyla ilişkili yangın sürecini ve sonucunu etkileyen çözüm stratejileri tespit edilmiş ve mevcut durum verileri ile çözüm stratejileri arasındaki ilişki düzeylerini açıklayan mantıksal işlem kurgusu oluşturulmuştur.

Dördüncü bölümde geliştirilen yöntem mevcut bir sanayi yapısı üzerinde denenmiş ve yöntemin kullanım süreci ile ulaşılan sonuçların etkinliği ortaya konulmuştur.

Beşinci bölüm sonuç ve önerilerin yer aldığı bölümdür.

Yürütülen tez çalışmasının akış şeması Şekil 1.1’de özetlenmiştir.



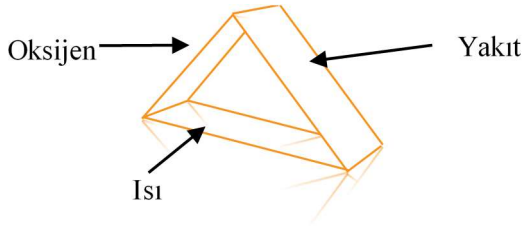
Şekil 1.1. Tez akış şeması

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde yapılan literatür araştırması sonucunda elde edilen bilgiler sunulmuştur. Öncelikle yanma-yangın kavramına değinilmiş, sanayi yapıları ile birlikte sanayi yapılarındaki yangın riskleri, istatistikleri, yangın risk haritaları, yaşanmış sanayi yangını analizleri incelenmiş ve bu doğrultuda sanayi yapılarındaki yangın risk analizi ve risk değerlendirmesi kavramları ele alınmıştır.

2.1. Yangın ve Yanma Nedir?

Herhangi bir maddenin oksijen ile kimyasal reaksiyona girmesiyle oluşan oksidasyon, çok hızlı bir şekilde gerçekleştiğinde ateş adını alır (Hasofer, Beck, Bennetts, 2007; Stollard & Abraham, 2002). Yangının gerçekleşmesi için oksijen, oksijenle birleşecek yanıcı madde ve yeterli miktarda ısı enerjisinin aynı anda ortamda bulunması gereklidir ve bu üç faktörden herhangi birinin ortamdaki çıkarılması ya da yetersiz olması durumunda reaksiyon sonlanır. Yangının meydana gelmesine neden olan 3 faktörün sembolik gösterimi “yangın üçgeni” olarak adlandırılır (Şekil 2.1). Yangın üçgenini meydana getiren 3 faktörün aynı anda ortamda bulunduğu ya da bulunma olasılığının olduğu her yerde yangın riski mevcuttur (Hasofer ve diğerleri, 2007; Stollard & Abraham, 2002).



Şekil 2.1. Yangın üçgeni

Yangın üçgeninin bir üyesi olan yanıcı maddeler yani yakıtlar katı, sıvı ve gaz halde olabilmektedir. Yanıcı madde molekülleri ile oksijen moleküllerinin birleşmesiyle oluşacak olan oksidasyon, gaz fazında bulunan yakıtlarda daha hızlı gerçekleşmektedir. Sıvı ve katı halde olan yakıtların yanması için öncelikle ısıtılarak gaz fazına geçmesi gerektiğinden dolayı gaz fazında bulunan yanıcı maddeler, katı halde bulunan yanıcı maddelere göre yanma hızı daha fazladır (Shorter, 1962). Aynı yakıtın farklı fazlarında reaksiyon hızları değişkenlik göstermektedir. Katı ve sıvı halde bulunan yakıtlar gaz hale geçip havada

yayılarak yanıcı bir karışım oluşturur ve ortamda uygun tutuşma sıcaklığı oluştuğunda yanma olayı meydana gelir. Genel olarak sıvı yakıtlar tamamen buharlaşarak alevli olarak yanarken katılar kısmen buharlaşarak yanıcı buhar üretir (Rasbash, Ramachandran, Kandola, Watts, Law, 2004). Katı halde bulunan yakıtların daha küçük boyutlara ayrılması durumunda, ısı ile temas edecek olan yüzey alanının artmasından dolayı yanma daha hızlı gerçekleşmektedir (Shorter, 1962).

Yanıcı maddelerin bir ısı kaynağı (alev, kıvılcım vb.) ile karşılaştıklarında tutuşmaya başladıkları minimum sıcaklık, söz konusu maddeler için ayırt edici olan önemli parametrelerdir. Yakıtın ısınmasıyla açığa çıkan gazların parlaması için ulaşılması gereken minimum sıcaklık parlama noktası; yanmanın sürdürülmesi için gerekli olan sıcaklık seviyesi ise yanma noktası olarak tanımlanmaktadır. Yanıcı maddenin iç ısı üretimi ile alev ya da kıvılcım gibi ısı kaynağı gerekmeden tutuşma sıcaklığına erişmiş olması ise kendiliğinden tutuşma olarak adlandırılır (Stollard & Abraham, 2002). Söz konusu olan parlama ve yanma sıcaklıkları yakıta ait karakteristik özelliklerdir. Parlama noktası yakıtın ilk tutuştuğu ve kıvılcım çıkardığı sıcaklık iken yanma sıcaklığı yakıtın yanmaya başlamasından sonra bir süre boyunca yanmanın devam etmesi için gerekli olan sıcaklık noktasıdır.

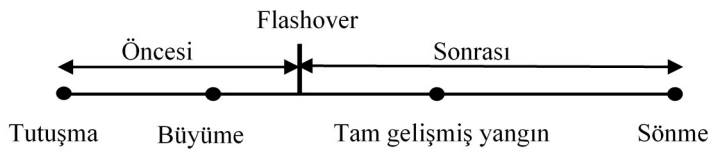
Yanma sıcaklığına ulaşan maddenin yanması sonucunda açığa çıkan ısı ile ortam ısı giderek artacaktır ve diğer yanıcı maddelerin de yanma sıcaklığına yükselmesiyle tutuşmasına sebep olacaktır. Yanan her madde ile ortamın sıcaklığı daha da artacak ve tutuşmayan diğer yakıtların da yanmasını sağlayacaktır. Yanan maddenin sonucunda açığa çıkan ısıнын yeni bir maddeyi tutuşturması ile oluşan bu döngü ortamdaki yakıtın bitmesiyle ya da ortam sıcaklığının veya oksijenin gerekli seviyenin altına inmesiyle son bulur.

Yanma reaksiyonunun başlaması ve devam etmesi için ortamda yeterli oranda oksijen bulunması gereklidir. Kendi halinde yanmayan ancak yanmayı gerçekleştiren oksijen genellikle havadan temin edilir. Atmosferde %21 oranında bulunmaktadır ve yanmanın meydana gelebilmesi için gerekli oksijen oranı %16 civarındadır. (URL-1) Yangının gelişimi ve şiddeti oksijen miktarı ile doğrudan orantılıdır ve bundan dolayı yangın oksijen kaynağı ile sınırlı kalmaktadır (Shorter, 1962).

2.1.1. Yangının gelişim evreleri

Bir yangının gelişimi; oksijenin varlığı, yanıcı maddeler, ısı kaynağı ve olayın başladığı yerin özelliğine bağlı olarak şekil almaktadır. Yeterli seviyede oksijen, ısı ve yanıcı madde bulunduğu sırasında tutuşma, büyüme, flashover, tam gelişme ve sönme evreleri gerçekleşmektedir.

Yangın olayı tutuşma ile başlar ve ortamda yeterli yanıcı madde ve havalandırma mevcut ise yangının tüm safhaları sırasıyla meydana gelir (Şekil 2.2). Ortamda bulunan tüm tutuşabilir maddelerin alev almasına kadar ise tutuşma olayı devam eder (Kars, 1999b).



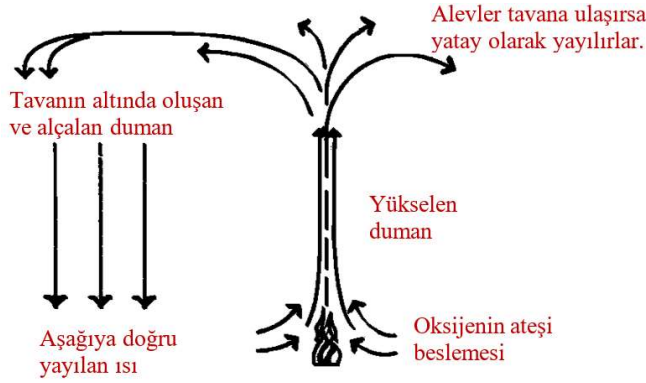
Şekil 2.2. Yangın gelişim evreleri (Civelek, 2020)

Tutuşma: Isı kaynağının yaymış olduğu enerjinin etkisiyle ya da kendiliğinden yanıcı bir maddenin gerekli olan tutuşma sıcaklığına ulaşmasıyla tutuşma meydana gelir. Tutuşma sıcaklığının düşük olduğu yanıcı maddelerin bulunduğu mahallerde tutuşmanın başlama riski daha fazla olmaktadır (Şimşek, 2013). Her maddenin kendine özgü olarak tutuşma sıcaklığı noktaları farklılık göstermektedir ve tutuşma sıcaklığının düşük olması yanma olayının meydana gelme olasılığını arttırmaktadır. Yangının bu evrede fark edilerek henüz başlangıç evresi olan tutuşma esnasında müdahale edilmesi büyük kayıpların önüne geçilmesini sağlayacaktır.

Büyüme: Tutuşmanın başlamasıyla alevler büyümeye başlar ve ortamda duman ile zehirli gaz salınımı meydana gelir. Yangının büyüme hızı ve ortama salınan gaz ile duman miktarı yanıcı maddenin türüne, yüzey alanına, miktarına ve mekânın sahip olduğu havalandırma koşulları gibi birçok etmene bağlıdır (Civelek, 2020; Stollard & Abraham, 2002).

Yangının çıktığı alan kapalı ise yanma sonucunda ortaya çıkan duman ve gazlar yükselerek tavanda birikir ve yoğunlaşır. İlerleyen vakitlerde duman ve sıcak gazlar, yanma olayı devam ettikçe artarak tüm mekânı kaplar ve tavanla birlikte duvarın üst kısımlarının da ısınmasına

sebepe olur. Mekânın üst kısmında bulunan ısı enerjisi radyasyon yoluyla mekândaki tutuşmamış maddelere iletilerek 3-4 saniye içinde tutuşmanın başlamasına sebep olur (Stollard & Abraham, 2002). Şekil 2.3’ te yangının büyümesine ait sembolik çizimler aktarılmıştır.



Şekil 2.3. Yangının büyümesi (Erdoğan, 2001)

Flashover: Ortamda henüz tutuşmamış olan yanıcı maddelerin de aniden hızlı bir şekilde yanmaya başlamasıyla yangının kararlı fazı olan flashover evresi başlar (Stollard & Abraham, 2002). Isınarak yükselen ve tavanda biriken tabakanın sıcaklığı 500-600°C seviyesine eriştiğinde flashoverın gerçekleştiği kabul edilmektedir (Civelek, 2020). Hızlı ve alevli yanma sonucu ortamdaki oksijen miktarı hızla azalır ve karbon monoksit miktarı artar. Ortamda biriken gazlar sebebiyle basınç artarak camların patlamasına sebep olur ve ortama yeniden oksijen akışı başlar. Ortamda oksijenin tekrar bulunmasıyla henüz yanmamış olan yakıtlar da alev alarak patlamalara sebep olabilir (Şimşek, 2013).

Tam büyüme (backdraught): Sıcaklığın en yüksek seviyeye ulaştığı ve ısı yayılımının çok hızlı olduğu aşamadır (Civelek, 2020). Havalandırmanın yetersiz olması durumunda oksijen seviyesinin azalmasıyla alevlenme olmayabilir ve buna bağlı olarak yangın tamamen sönebilir ya da için için yanmayı sürdürebilir. İçin için yanma söz konusu olduğunda yeni bir oksijen kaynağı tedarik edilmesi durumunda ani bir alevlenme gerçekleşebilir (Stollard & Abraham, 2002).

Korlanma-sönme: Ortamdaki yakıtların tüketilmesiyle yangın yoğunluğu ve şiddeti azalır (Civelek, 2020). Yakıtların azalmasıyla yanma sonucunda ortama salınan ısı enerjisi azalır ve alev boyları giderek kısalıp korlanarak kaybolur.

2.1.2. Yangının yayılım yolları ve yangın sınıfları

Yüksek sıcaklığa sahip ortamdan düşük ortama doğru enerji akışı ısı transferiyle meydana gelir ve ısı transferi iletim, taşınım ve ışıınım olmak üzere üç temel şekilde gerçekleşmektedir. Isının yayılma şekli ortamda bulunan maddenin fazına göre değişiklik gösterir. İletim yoluyla ısı aktarımı, katı fazda bulunan maddelerde gerçekleşirken sıvılarda ve gazlarda, taşınım ile ısı transferi gerçekleşir. Işıınım ise madde tanecikleri yerine ışıınım ile yayılmasından dolayı kaynak ile alıcı arasında bir ara ortam gerektirmez. Söz konusu üç ısı iletim yolu da bina yangınlarında yaygın olarak görülmektedir (Stollard & Abraham, 2002).

İletim (Kondüksiyon) Yoluyla Isı Transferi: Bir mekânda meydana gelen yangın esnasında ortaya çıkan ısı enerjisi arada bulunan herhangi bir iletken ile başka bir mekâna geçebilmektedir. Mekâna iletilen ısı ile ortamda bulunan yanıcı maddelerin sıcaklığı artarak tutuşma noktasına yükselir ve yanıcı maddeler alev alarak yangının yayılmasına sebep olur (Shorter, 1962; İBİTEM, 2012).

Isı iletimi, yüksek sıcaklığa sahip olan noktadan düşük olan noktaya doğru ve genellikle katı maddelerde gerçekleşmektedir. Maddenin ısınmasıyla taneciklerin titreşim hareketi artar ve katı maddelerdeki taneciklerin birbirine yakın olmasından dolayı artan titreşimin etkisiyle soğuk olan taneciklere ısı iletimi gerçekleşir. Binalarda ısıyı ileten katı maddeler; duvar, döşeme, metal boru ya da çelik kiriş gibi elemanlar olabilmektedir.

Taşınım (Konveksiyon) Yoluyla Isı Transferi: Taşınım ile ısı transferi gaz ya da sıvı fazında olan maddelerde gerçekleşir. Yangın sonucunda açığa çıkan sıcak gaz ve duman ortamdaki hava hareketiyle hızla yayılabilmektedir (Stollard & Abraham, 2002; Shorter, 1962).

Işıınım (Radyasyon) Yoluyla Isı Transferi: Yanan bir maddeden açığa çıkan ısı enerjisi, arada herhangi bir iletken veya akışkan olmaksızın ışın olarak yayılır ve karşısındaki maddenin sıcaklığını yükseltir (İBİTEM, 2012). Isı ışınları ile normal şartlarda alevlerin ulaşamayacağı çevre yapılarına da ısı aktarımı gerçekleşebilir ve uygun bir yüzeye denk gelmesi durumunda yangın kolay bir şekilde yayılabilir (Shorter, 1962; İBİTEM, 2012).

Yangınlar, yanıcı maddenin türüne, kimyasal durumuna ve özelliğine göre farklı sınıflandırmalara tabidir. Ülkemizde Binaların Yangın Korunması Hakkındaki Yönetmelikte Yangın Sınıfları A, B, C ve D olarak 4 gruba ayrılmıştır. TS EN 2 ve TS EN 2/A1 standartlarına göre ise A, B, C, D ve F olmak üzere 5 türde sınıflandırılmıştır.

A sınıfı yangınlar; odun, kağıt, selüloz, kauçuk gibi organik yapıdaki katıların oluşturduğu yangınları kapsar. Bu tür yangınlarda yanma yüzeysel olduğu için maddenin yüzey alanının artmasıyla yanma kolaylaşacaktır. Alevli ve korlu yanma sonucu yoğun miktarda zehirleyici gaz açığa çıkar.

B sınıfı yangınlar; akaryakıt, boya, tiner, vernik gibi sıvı maddelerin yanıcı madde olduğu yangınları kapsar. Sıvıların buharlaşarak alev almasıyla korsuz ve alevli şekilde yanma meydana gelir.

C sınıfı yangınlar; sıvı petrol gazı (LPG), doğalgaz ve hidrojen gibi yanıcı gazların sebep olduğu yangınları kapsar. Patlama ve parlama şeklinde hızlıca yayılabilen tehlikeli yangın sınıfıdır.

D sınıfı yangınlar; magnezyum, titanyum, sodyum, alüminyum gibi yanabilen metallerin yangınlarıdır. Alevsiz ve korlu şekilde yüksek sıcaklıklarda meydana gelen yangınlardır.

F sınıfı yangınlar; pişirme ve kızartma amacıyla mutfaklarda kullanılan yağların sebep olduğu yangınlardır. Yağların çok fazla ısınmasıyla tutuşma sıcaklığına ulaşması sonucunda meydana gelmektedir.

TS EN 2 ve TS EN 2/A1 standartlarında E sınıfı yangınlar yer almamaktadır. Temel olarak bakıldığında elektrik bir yangın sınıfı değil yangın sebebi olduğundan dolayı yangın sınıfı olarak tanımlanmamaktadır.

2.1.3. Yanma sonuç ürünleri

Bir maddenin tutuşması ve yanması sonucunda ısı, ışık, duman ve zehirli gazlar ortaya çıkar. Isı, duman ve zehirli gazlar dikkat edilmesi gereken yangının oldukça tehlikeli sonuçlarıdır. Isının ışınlımasıyla açığa çıkan alev, yanma reaksiyonunun görünür halidir. Mavi, sarı ya da

kırmızı renklerde olabilmektedir (Quintiere, 2016). Alev; ısı kaynağı, aleve olan mesafe ve süreye bağlı olarak insan vücudunda birinci, ikinci ve üçüncü derece yanıklara neden olabilen yangının zarar verici çıktılarından biridir (İBİTEM, 2012).

Açığa çıkan ısı enerjisiyle birlikte ortam sıcaklığı çok hızlı bir şekilde yükselir ve ortalama boyutlardaki bir odanın sıcaklığı beş dakika içinde çok hızlı bir şekilde artarak 555 °C' ye ulaşabilmektedir. Isı artışının ilk beş dakikada çok hızlı olması sebebiyle (Çizelge 2.1) kurtarma ve söndürme çalışmaları için yangında büyük önem arz eden zaman dilimidir (İBİTEM, 2012).

Çizelge 2.1. Yangında zamana göre sıcaklık artışı (İBİTEM, 2012)

ZAMAN	SICAKLIK
5 dakika	555 °C
10 dakika	660 °C
15 dakika	720 °C
30 dakika	820 °C
60 dakika	927 °C

Yangınlarda açığa çıkan ısı miktarına bağlı olarak farklı sıcaklık seviyeleri oluşabilmektedir ve üretilen ısı miktarı yapının yangın yüküne yani ortamda bulunan yanıcı madde miktarına bağlıdır (Stollard & Abraham, 2002). Ortam sıcaklığının giderek artması ve büyüyen alevler insan vücudunda ölümcül ya da geri dönüşü olmayan ağır hasarlar bıraktığından dolayı oldukça tehlikelidir (Kılıç, 2012; İBİTEM, 2012).

Duman, yanıcı bir maddenin oksijen ile reaksiyona girmesi sonucunda üretilen kimyasallardan meydana gelir ve yanıcı madde cinsine göre açık renkten siyaha kadar değişen renge sahip olabilmektedir. Katı ve gazlardan oluşan heterojen bir karışım olan duman yangın esnasında insan hayatı için büyük bir tehlike arz etmektedir.

Duman ısınan hava ile birlikte yükselerek tavanda yatay bir şekilde yayılım yapar. Belli bir süre sonra yanma devam ederken dumanın hacmi artar ve alt kotlara doğru inerek yapının önemli bir kısmını kaplar. Alt kotlara inen duman tabakası kaçış yollarına da etki ederek kaçış hareketini kısıtlar ve kurtarma çalışmalarına engel olur (Kars, 1999a). Havada taşınan yanmamış parçacıkların miktarına göre dumanın yoğunluğu değişir ve dumanın yoğunluğunun artması, görüşü kısıtlaması nedeniyle çok tehlikelidir. (Stollard & Abraham,

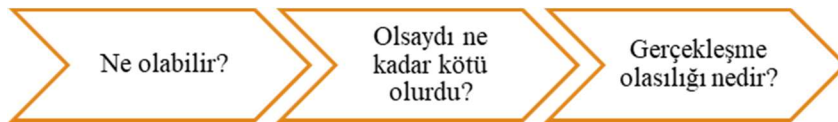
2002) Dumandan dolayı görüş mesafesinin azalmasıyla tahliye süresi artar ve bina sakinlerinin daha fazla dumana maruz kalmasına sebep olur.

Yangınlardaki ölümlerin çoğu, içeriğindeki maddelerden dolayı oluşan dumanın zehirlilik etkisinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca dumanda bulunan katı ve sıvı tanecikler gözlere ve solunum yollarına da zarar vermektedir (Kılıç, 2012).

Yanma sırasında oksijen tüketiminden dolayı ortamdaki oksijen miktarı azalır ve yanıcı maddelerin türüne göre çeşitli zehirli gazlar ortama salınır. Oksijen seviyesinin %10 oranına kadar düşmesi, zehirli gazlar, kurum parçacıkları ve katı aerosollerin etkisiyle solumada güçlükler meydana gelir (Kılıç, 2012). Yanıcı maddenin kimyasal özelliklerine göre parlayıcı ve patlayıcı gazlar ya da karbondioksit (CO_2), hidrojen, nitro benzen ve hidrojen sülfat gibi zehirli ve boğucu gazlar açığa çıkarak havada O_2 'nin yerini alır ve zehirlenmelere sebep olabilmektedir (Saygılı, 2015; İBİTEM, 2012). Zehirli gaz salınımı yangının en ölümcül sonuçlarıdır ve ölüm vakalarının çoğunun sebebini oluşturmaktadır. Soluma ya da deriden soğurma yoluyla meydana gelen kan zehirlenmeleri ölümle neticelenebilmektedir (İBİTEM, 2012).

2.2. Yangın Risk Analizi, Risk Değerlendirmesi ve Risk Haritalaması

Yangın riski tahmini için temel olarak “Ne olabilir?”, “Olsaydı ne kadar kötü olurdu?” ve “Gerçekleşme olasılığı nedir?” sorularının cevaplanması gerekir (Şekil 2.4). Riskin maruz kalma ve istenmeyen sonuçlar olmak üzere iki temel bileşeni vardır. Maruz kalma, belirsizlikle gerçeğe dönüşen potansiyel bir risktir ve bu nedenle maruz kalma, yangın gibi potansiyel risklerdir (John M., 2016).



Şekil 2.4. Yangın riski tahmini

Neler olabileceğine bağlı olarak olaylar dizisi belirlenir, senaryolar oluşturulur ve yangın ile sonuçlanan bir dizi olay potansiyeline sahip durumlar belirlenir. Olsaydı ne kadar kötü olurdu sorusu ile kayıp potansiyeli tahmin edilir ve genellikle sonuç ya da tehlike olarak

adlandırılır. Gerçekleşme olasılığı nedir sorusu ile olayın meydana gelme olasılığı göreceli ya da mutlak bir şekilde tespit edilebilir. Olasılık, objektif olarak kabul edilebilir ve objektif olarak ölçülebilir; objektif olarak kabul edilebilir ancak sübjektif olarak ölçülebilir; sübjektif olarak kabul edilebilir ve ölçülebilir (John M., 2016).

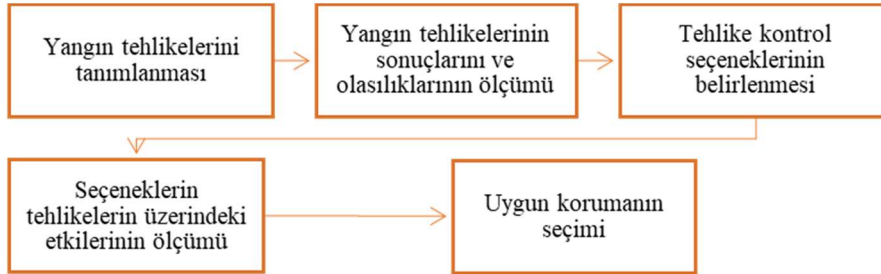
İnsan faaliyetleri her zaman riskler içereceği için mutlak güvenlik söz konusu değildir ve yangın riski de bu risklerin başında gelmektedir. Bir yangın riski değerlendirme sonucu elde etmek için anahtar yangın senaryoları tasarlamak ve her yangın senaryosunun sonuçlarını değerlendirmek gerekmektedir (Guanquan & Jinhua, 2008; John M., 2016).

2.2.1. Yangın riski analizi ve yangın riski değerlendirmesi

İnsanların yaşam alanlarında kaçınılmaz olan durumlar insan hayatı için tehlike oluşturmaktadır. Yangın riski hem insan hayatına hem de yapıları çevreye büyük kayıplarla sonuçlanabilecek olaylara sebep olabilmektedir. Yangın riskini sıfıra indirmek mümkün olmayacağı için mevcut durumlara yönelik uygun analiz ve değerlendirmelerin yapılmasıyla gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Günümüzde gelişmiş ülkelerde giderek yaygınlaşan risk analizi ve değerlendirme yaklaşımları geleneksel, kuralcı yönetmeliklere göre güvenlik açısından çok daha etkin sonuçlara ulaşmayı sağlamaktadır. Bu alternatif yaklaşımların uygulanabilmesi için çeşitli yöntemler mevcuttur. Yangın riski analizi ve değerlendirmesi sadece bina ölçeğinde kalmayıp kentsel düzeyde de yapılarak kentlerin yangından korunma planlamaları yapılması gereklidir. Bölgedeki yangın olayları, arazi bilgisi, nüfus yoğunluğu, potansiyel yangın tehlikeleri gibi faktörlerin belirlenmesiyle oluşturulan haritalar, yangın riskleri ile başa çıkmakta kentsel ölçekte büyük önem arz etmektedir. Yangın risklerine karşı uygun ve etkin çözümler geliştirmek için hem bina hem de kent ölçeğinde gerekli analizlerin yapılarak önlemlerin doğru bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

Risk analizi, insan hayatı, sağlığı, mülkiyeti veya çevre üzerindeki istenmeyen olumsuz sonuçların doğasını anlamak için gerçekleştirilen analitik, ayrıntılı incelemedir ve belirsizlik altında karar vermeyi sağlayan bir yaklaşımdır (Şekil 2.5). (John M., 2016) Risk analizinde; risk tanımlama, risk kapsamı değerlendirme ve olasılıklar için değer öngörüsü yapılarak bir binadaki yangından kaynaklanan olumsuz etkilerin sonuçlarının büyüklüğünü ve olasılıklarını tahmin etme süreci gerçekleştirilir (Hasofer ve diğerleri, 2007). Yani yangın

risk analizi; bir binadaki yangın tehlikelerini, bir yangından kaynaklanabilecek istenmeyen sonuçları ve yangın olasılığını anlama ve karakterize etme sürecidir (Meacham, Charters, Johnson, & Salisbury, 2016).



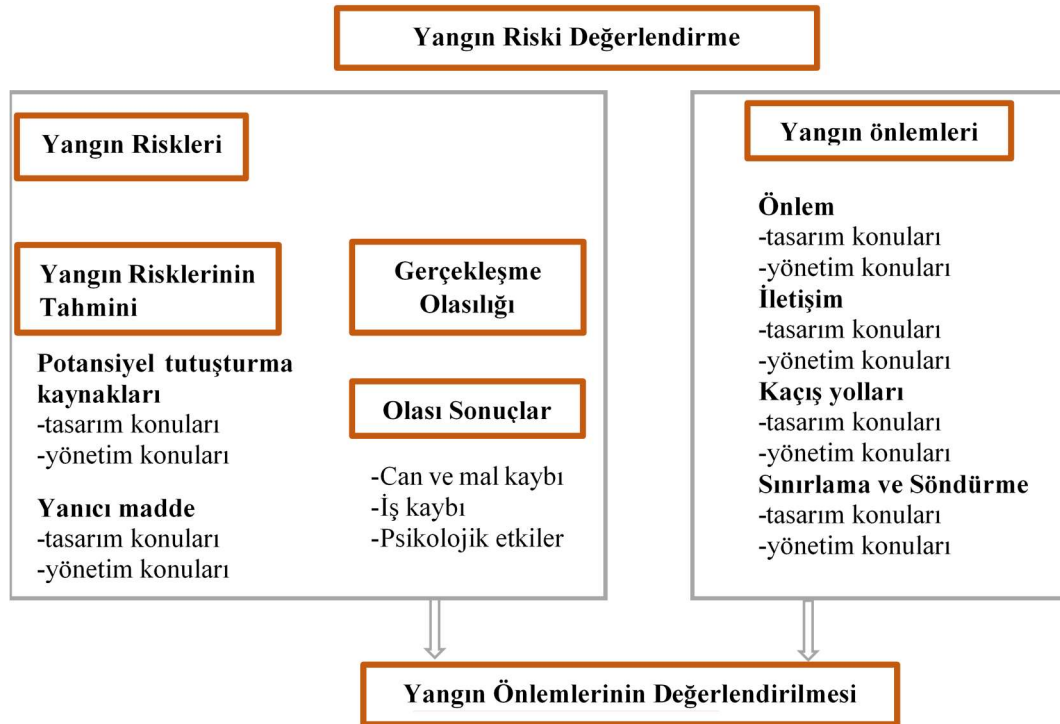
Şekil 2.5. Genelleştirilmiş bir yangın riski analizi kavramı adımları (John M., 2016)

Acil durum hazırlığının ilk adımı tehlikeleri tanımlamak ve analiz etmektir. Risk değerlendirmeleri, en tehlikeli durumlar öncelikleri belirlemek için kullanılır, böylece ilk önce ele alınır ve meydana gelme olasılığı en düşük olanlar daha sonra ele alınabilir. Risk değerlendirmesi sırasında tehlikeler, bir sorunun ortaya çıkma olasılığı ve neden olabileceği hasar açısından değerlendirilir (Mallett & Brnich, 1999).

Potansiyel tehlike durumlarından maruz kalma derecesini belirlemek için yangın tehlikesi değerlendirmeleri yapılır. Meydana gelen tehlike olaylarının olasılığının ve kabul edilemez risk seviyeleri ile sonuçlanan etki seviyelerinin değerlendirilmesi gerekir (Meacham et al., 2016). Performansa dayalı tasarım bağlamında, yangından can güvenliği için yalnızca ısı ve dumandan bir binaya fiziksel etkilerin tahmin edilmesini değil, aynı zamanda sakinlerin güvenli bir alana hareket etme kabiliyetini ve hızını belirleyen insan faktörlerinin de tahmin edilmesini gerektirir (Sekizawa, 2005).

Bir yangın değerlendirmesi sırasında yangın risklerinin tahmini, yangın önlemlerinin tahmini ve önlemlerin riskleri ne ölçüde dengelediğinin değerlendirilmesi olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Tahmin edilen yangın risklerinin, yangın önlemleri ile ne ölçüde azaltıldığının hesaplanmasıyla binanın risk seviyesi kontrol edilir (Stollard & Abraham, 2002). Bir değerlendirmenin ilk kısmı, bir bina içindeki yangın risklerinin tahminidir. İlk olarak, tehlikeler tanımlanmalıdır; ikinci olarak, bu tehlikeli olayların meydana gelme olasılığı hakkında bir tahmin yapılmalıdır ve son olarak, olası can ve mal kaybının dikkate alınması gerekir (Stollard & Abraham, 2002). Yangın tehlikesi değerlendirmeleri, tipik olarak,

potansiyel tutuşturma kaynakları, potansiyel yakıt kaynakları, yakıtların düzenlenmesi, bina ve yangın güvenliği özelliklerinin varlığı gibi bilgileri elde etmek için araştırmaları içerir (Meacham et al., 2016). Binada tespit edilen tehlikelerin listelenmesi ve bu tehlikelerin meydana gelme olasılığıyla ilgili karar verilmesi gerekir. Riskler, bir binanın tasarımı veya yönetimiyle ilgili olabilir (şekil 2.6). (Stollard & Abraham, 2002)



şekil 2.6. Yangın riski değerlendirmesi (Stollard & Abraham, 2002)

Tehlike değerlendirmesi, risk değerlendirmesinin bir alt kümesi olarak düşünölebilir. Yani bir risk değerlendirmesi, gerçekleşme olasılıklarına göre ağırlıklandırılmış bir dizi tehlike değerlendirmesidir. Riskin tehlike üzerindeki değeri, riske önemli ölçüde katkıda bulunan ancak önceden açık olmayabilecek senaryoları belirleme yeteneğidir (Bukowski, 2006). Riskleri değerlendirdikten sonra, değerlendirmenin ikinci kısmı bina içindeki yangın önlemlerinin değerini incelemektir. Mevcut önlemler tanımlanmalı ve bunların, yangının meydana gelme olasılığını ne kadar azaltacağına ve yangının meydana gelmesi durumunda etkilerini ne kadar azaltacağına ilişkin bir tahmin yapılmalıdır. Tüm riskler ve önlemler belirlendikten ve değerlerine ilişkin bir tahmin yapıldıktan sonra, değerlendirmenin üçüncü kısmında, belirli risklerin ne ölçüde azaltıldığının veya hafifletildiğinin değerlendirilmesi yapılır (Stollard & Abraham, 2002).

2.2.2. Yangın riski değerlendirme yöntemleri

Yangın riski analizine ve değerlendirmesine yönelik hem niteliksel hem de niceliksel birçok teknik ve yaklaşım bulunmaktadır. Çeşitli araç, yöntem ve yaklaşımlar; yangının ve yangın etkilerinin olası etkilerine, belirli yangın tehlikesi koşullarının nasıl meydana gelebileceğine ve kayıpların meydana gelme olasılığına ilişkin gerekli bilgilerin elde edilmesine yardımcı olmaktadır (John M., 2016; Meacham et al., 2016). Yangın riski analizine dair niteliksel, niceliksel ve hem niteliksel hem de niceliksel verilere dayanan çeşitli teknik veya yaklaşımlar bulunmaktadır.

Kontrol listesi (Check-List)

Kontrol listeleri, yapının standartlara ve kodlara uygunluğunu saptamak için kullanılan nitel verilere dayanan bir analiz yöntemidir. Tasarım sırasında yapılacak olan incelemelerde ve onay süreçlerinde kullanılabilmektedir (De Sanctis, 2015; Meacham et al., 2016). Kontrol listeleri, bir yapıya ya da yapı sınıfına ait özel nitelikler ile ilgili tehlikelerin belirlendiği listelerden oluşur ve genellikle farklı analiz yöntemleriyle birlikte kullanılarak daha etkin hale getirilmektedir (John M., 2016).

Deneyimsiz kişiler için potansiyel tehlikelerin saptanmasında temel sağlayan, basit ya da gerektiğinde daha detaylı olabilen bir yaklaşımdır (Brian J. Meacham, 2016). Kontrol listelerinin oluşturulmasının ve incelenmesinin pratik olmasına karşın listede yer alan her öğenin önem derecesini belirlemek mümkün değildir. Listedeki yer alan faktörlerin her birinin önem derecesini belirleyebilmek, karşılaştırabilmek ve ölçülebilir hale getirilebilmek için faktörleri yorumlamak gerekmektedir. Deneyimsiz kullanıcılar için kontrol listesinde yer alan her bir maddenin önem ya da tehlike durumunun yorumlanması niteliksiz sonuçlara sebep olabilir (John M., 2016).

Kontrol listeleri çeşitli analiz yöntemleriyle birlikte kullanılarak var olan dezavantajları azaltılabilmektedir. Kontrol listeleri ile farklı analiz yöntemlerinin bir araya getirilerek oluşturulan yöntemlerden Fine Kinney, Matris ve İndeksleme yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

Fine Kinney yöntemi

Fine-Kinney, 1971 yılında Fine tarafından matematiksel bir değerlendirme yöntemi olarak tehlikeleri kontrolünü sağlamak amacıyla geliştirilmiştir (Fine, 1971). 1976'da Kinney ve Wiruth tarafından geliştirilerek grafiksel yaklaşıma dönüştürülen nicel bir risk değerlendirme yöntemidir (Kinney & Wiruth, 1976). Bu yöntemde, tespit edilen her tehlike için üç parametre (olasılık, maruziyet ve olası sonuçlar) dikkate alınır. Fine-Kinney risk analiz yönteminde risk puanları olasılık, şiddet (sonuç) ve frekans (maruz kalma) parametrelerinin çarpımı sonucunda bulunur.

Risk Puanı = O x F x Ş olarak hesaplanır.

O = Olabilirlik, (0,2 – 10 arası bir değer)

F = Frekans, (0,5 – 10 arası bir değer) (Maruz kalma)

Ş = Sonuçların Şiddeti (Sonuçlar) (Kinney & Wiruth, 1976)

Tehlike, herhangi bir güvenli olmayan durum veya olası bir kazanın kaynağıdır. Tehlike olayı, bir kaza dizisini başlatabilecek bazı kişi veya faaliyetlerle bir tehlikenin birleşimidir. Sonuç (şiddet), yaralanmalar ve maddi hasar dahil olmak üzere potansiyel bir kazanın en olası sonuçlarını ifade eder (Fine, 1971). Yani söz konusu tehlikenin canlılara ve çevreye vereceği zararın tahminidir. (Çizelge 2.2)

Çizelge 2.2. Fine Kinney şiddet skalası (Kinney & Wiruth, 1976)

ŞİDDET (Ş)	Ş DEĞERİ
Felaket (Birden fazla ölüm ya da $1 > 10^7$ \$ zarar)	100
Çok kötü (Birkaç ölüm ya da $> 10^6$ \$ zarar)	40
Çok ciddi (Ölüm ya da $> 10^5$ \$ zarar)	15
Ciddi (Ciddi yaralanma ya da $> 10^4$ \$ zarar)	7
Önemli (Yaralanma ya da $> 10^3$ \$ zarar)	3
Dikkate değer (Küçük yaralanma ya da > 100 \$ zarar)	1

Maruz kalma (frekans) tehlikeli olayının meydana gelme sıklığıdır ve düzeylerine göre sayısal değerler belirlenmiştir. Sürekli veya günde birçok kez meydana gelen olaylar 10 puan alırken, meydana gelme olasılığı çok mümkün olmayan olaylar 0,5 puan alır (Çizelge 2.3). (Fine, 1971) Tehlikeye maruz kalma sıklığı söz konusu yapının istatistiki verilerinin kullanımı ile saptanabilmektedir.

Çizelge 2.3. Fine Kinney sıklık skalası (Kinney & Wiruth, 1976)

SIKLIK (S)	S DEĞERİ
Sürekli	10
Sık (Günde bir)	6
Ara sıra (Haftada bir)	3
Nadir (Ayda bir)	2
Oldukça nadir (Yılda birkaç kez)	1
Çok nadir (Yılda bir)	0,5

Olasılık, zararın ya da kazanın meydana gelme ihtimalidir. Tehlikeli olay meydana geldiğinde, kaza ve istenmeyen sonuçlara yol açan tüm kaza dizisinin olasılığını ifade eder (Çizelge 2.4). (Fine, 1971)

Çizelge 2.4. Fine Kinney olasılık skalası (Kinney & Wiruth, 1976)

OLASILIK (O)	O DEĞERİ
Neredeyse kesin	10
Oldukça mümkün	6
Nadir fakat olabilir	3
Oldukça düşük olasılık	1
Zayıf olasılık	0,5
Pratik olarak imkansız	0,2
Neredeyse imkansız	0,1

$O \times F \times \dot{S}$ hesabı sonucunda Risk Puanı elde edilir ve bu puana göre farklı risk durumları tespit edilir (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5. Fine Kinney risk skalası (Kinney & Wiruth, 1976)

RİSK DEĞERİ (R)	RİSK DURUMU
$R > 400$	Çok yüksek risk; çalışmaya ara verilerek önlem alınmalı.
$200 < R < 400$	Yüksek risk; kısa vadeli eylem planına alınarak giderilmeli.
$70 < R < 200$	Önemli risk; dikkatle izlenmeli ve yıllık eylem planına alınarak giderilmeli.
$20 < R < 70$	Olası risk; eylem planına alınmalı.
$R < 20$	Kabul edilebilir risk; acil tedbir gerekmebilir.

Fine Kinney yönteminde hesaplamada kullanılan faktörlerin anlaşılır olmamasından dolayı güvenilir olmayan risk puanları elde edilmektedir. Olasılık ve frekans ilişkisinin açıkça belirtilmemesi, uzman görüşlerinin gereği, istatistiki verilerin olmadığı durumlarda şiddet tahmininin zorluğu, birden çok kişinin aynı riski yaşaması durumunda oluşan puanlamadaki hatalardan dolayı hesaplamalarda yanlış sonuçlara ulaşılmaktadır (Birgören, 2017).

İndeksleme yöntemleri

İndeksleme, yapı ile ilişkili gerekli parametrelerin derecelendirilmesiyle uygulanan nicel bir yangın riski değerlendirme yöntemidir. Söz konusu parametrelere atanan değerler, profesyonel yargı ve geçmiş deneyimlere dayanarak belirlenmektedir. Parametreler, yangın güvenliğinde yer alan hem pozitif hem de negatif özellikleri temsil eder. Tüm değişkenlerin sahip olduğu çeşitli değerler yapılan matematiksel hesaplamalar ile tek bir değere ulaşılır ve bu değer yangın riskini derecelendirmek için kullanılır (John M., 2016).

İndeksleme yönteminde, yangın güvenliği önlemlerine ve risk faktörlerine ağırlıklar atanır. Örneğin; bir risk indeksi elde etmek için bina özellikleri ve potansiyel tehlikelerin her birine ağırlık atanır. Yöntem, ölçülemeyen ağırlıkların göstergelere atanması nedeniyle öznel bir bileşene sahiptir (De Sanctis, 2015). Sistemin çeşitli özelliklerine tahsis edilen puanların toplamı veya çarpımı ile indeks üreterek genel bir etki karakterize edilmektedir (Rasbash ve diğerleri, 2004). Yangın riski indeksleme sistemleri, sezgisel bir model olup parametrelerin analiz ve derecelendirme süreçlerinden oluşur ve göreceli yangın riskinin kolay ve hızlı tahminini yapabildiğini sağlar (John & Watts, 2016).

Matris

Matrisler olasılık yöntemlerinden biridir ve tipik olarak, bir satır boyunca göreceli sonuçlar ve bir sütun boyunca göreceli olasılıklar bulunur (John M., 2016). Matris başka yöntemlerin de temelini oluşturan, kullanımı basit ve uygulaması en yaygın yöntemlerden birisidir. Risk olabilirlik ve şiddetin derecesi olmak üzere iki bileşenden oluşur. Bahse konu her bir risk (R) için; riskin zaman bağlı meydana gelme ihtimali “olabilirlik” (O) ve riskin meydana gelmesi durumunda ortaya çıkabilecek sonucun “şiddet derecesi” (Ş) belirlenebilmektir (Saat, 2009). Risk değeri, olasılık ve şiddetin değerlerinin çarpılmasıyla elde edilen değerdir.

Olabilirlik tablosu, bir olayın meydana gelme ihtimalini tespit edebilmek amacıyla kullanılır. Olabilirlik tablosunda olayın meydana gelme sıklığına göre nitel ve nicel derecelendirmeler yapılmaktadır (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6. Olabilirlik tablosu

OLABİLİRLİK-NİCEL	OLABİLİRLİK-NİTEL	DERECELENDİRME
1	Çok küçük	Yılda bir
2	Küçük	Üç ayda bir
3	Orta	Ayda bir
4	Yüksek	Haftada bir
5	Çok yüksek	Her gün

Gerçekleşmesi olası bir olay sonucundan beklenen zararın derecesini belirlemek için şiddet dereceleri belirlenir. Çok hafif, hafif, orta, ciddi, çok ciddi olmak üzere 1' den 5' e kadar şiddet derecelendirmesi yapılır. Derecelendirmelerin yapılabilmesi için Çizelge 2.7'de bulunan şiddet derecesi kullanılmaktadır.

Çizelge 2.7. Şiddet derecesi tablosu

ŞİDDET-NİCEL	ŞİDDET-NİTEL	DERECELENDİRME
1	Çok hafif	İş saati kaybı yok, ilkyardım gerektiren
2	Hafif	İş günü kaybı yok, ilkyardım gerektiren
3	Orta	Hafif yaralanma, tedavi gerekir
4	Ciddi	Ölüm, ciddi yaralanma, meslek hastalığı
5	Çok ciddi	Birden çok ölüm, sürekli iş göremezlik

Risk matrisinde yer alan değerler olasılık ve şiddet değerlerinin çarpımı sonucunda elde edilen değerlerdir ve risk seviyeleri bu değerlere göre belirlenir. Çizelge 2.8'de şiddet ve olabilirlik derecelerinin çarpımları ile elde edilebilecek olan değerleri içeren risk matrisi tablosu verilmiştir.

Belirlenen şiddet dereceleri ve olasılık değerlerinin çarpımı sonucunda elde edilen değer 1-6 arası düşük seviye risk; 8-12 arası orta seviye risk; 15-25 arası ise çok yüksek seviye risk olarak belirlenir.

Çizelge 2.8. Risk matrisi

Risk Matrisi	ŞİDDET				
OLABİLİRLİK	1	2	3	4	5
1	Çok hafif seviye risk 1	Düşük seviye risk 2	Düşük seviye risk 3	Düşük seviye risk 4	Düşük seviye risk 5
2	Düşük seviye risk 2	Düşük seviye risk 4	Düşük seviye risk 6	Orta seviye risk 8	Orta seviye risk 10
3	Düşük seviye risk 3	Düşük seviye risk 6	Orta seviye risk 9	Orta seviye risk 12	Yüksek seviye risk 15
4	Düşük seviye risk 4	Orta seviye risk 8	Orta seviye risk 12	Yüksek seviye risk 16	Yüksek seviye risk 20
5	Düşük seviye risk 5	Orta seviye risk 10	Yüksek seviye risk 15	Yüksek seviye risk 20	Yüksek seviye risk 25

Mantık ağaçları

Mantık ağaçları, tanımlanmış bir senaryo içindeki olaylar arasında var olan nedensel ilişkileri temsil eder. Yangın güvenliği mühendisliğinde en çok kullanılan mantık ağaçları, olayların çeşitli sonuçlarının atanabileceği dallanma noktalarının sıralı bir ilerlemesini temsil eden olay ve hata ağaçlarıdır. Her dal, istatistiksel verilere veya olasılıklı mühendislik modellerine dayanabilen bir meydana gelme olasılığı ile ilişkilendirilir (De Sanctis, 2015). Olay ağacı ve hata ağacı analizi, yangın riskini veya tüm yangın koruma sisteminin veya bir bileşenin güvenliğini niteliksel veya niceliksel olarak analiz etmek için kullanılmaktadır (Hadjisophocleous & Fu, 2004). İstenmeyen bir üst olayın meydana gelme olasılığı, üst olaya yol açan alt olayların doğru sıraya yerleştirilmesi ve alt olayların meydana gelme olasılıklarının belirtilmesiyle tahmin edilir. Alt olaylarla ilgili olasılıklar, en üst olayın meydana gelme olasılığını türetmek için uygun bir mantıksal biçimde birleştirilerek diyagramlar oluşturulur (Rasbash ve diğerleri, 2004).

Yaygın olarak kullanılan diyagramlara Olay Ağaçları ve Hata Ağaçları denir. Hata ağaçları, tündengelimli akıl yürütmeyi kullanarak geriye doğru çalışarak belirli bir son olayın kök nedenlerini izlemeye çalışır. Olay ağaçları ise, tümevarımsal akıl yürütmeyi kullanır ve belirli bir başlangıç veya birincil olaydan kaynaklanan olayları ve yolları tanımlamak için ileriye doğru çalışır (Rasbash ve diğerleri, 2004).

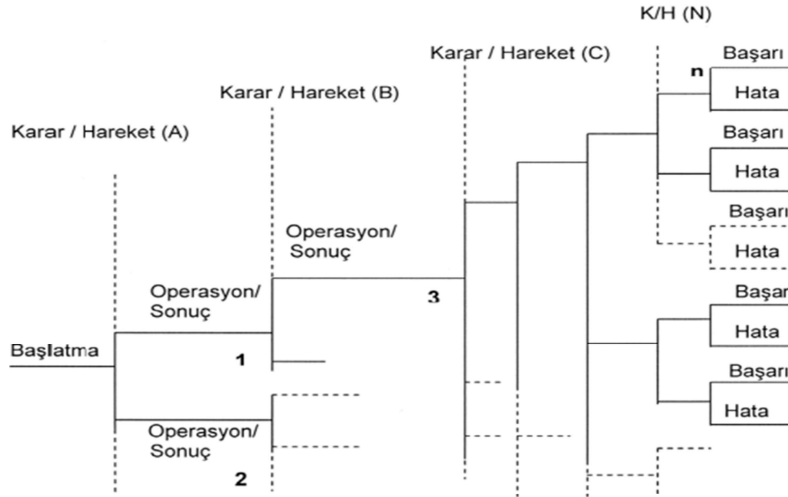
Olay ağacı

Bir sistemde birbiriyle bağlantılı olarak meydana gelebilecek tüm olayların zamansal sıraya göre düzenlenmesiyle oluşturulan görsel bir temsildir. Olay sayısı arttıkça bir ağacın dalları gibi dağılır ve tüm olaylar, olaylar dizisini başlatan kaynak olaydan kaynaklanır (Hadjisophocleous & Fu, 2004; John M., 2016). Ağaçta yeni bir değişkenin katıldığı dallanma noktasına düğüm denir. Her düğümü, bu yeni değişkenin olası gerçekleştirmeleri ve ağaçtaki önceki rastgele değişkenlerin değerlerine bağlı olasılıkları takip eder. Her olayın olasılığı, ağaçta kendisinden önce gelen olayların meydana gelmesi koşuluna bağlı olarak gösterildiğinden, bir diziyi oluşturan olayların aynı anda meydana gelmesinin ortak olasılığı çarpma yoluyla bulunur (Hasofer ve diğerleri, 2007; Magnusson, Frantzich, & Lundin, 1998).

Olay ağacı analizi, çeşitli güvenlik sistemlerinin veya acil durum prosedürlerinin mevcut olduğu karmaşık yangın senaryolarını analiz etmek için yaygın olarak kullanılır (Magnusson et al., 1998). Olay ağacının önemli bir dezavantajı, çıktının dağınık olması ve belirli bir istenmeyen olaya odaklanmamasıdır. Sonuç olarak, olay ağaçları hızla aşırı derecede büyük ve hantal hale gelebilir (Rasbash ve diğerleri, 2004).

Olay ağacı analizi süreci

- Olay ağacında öncelikle, başlangıç sebebi olarak bir olay seçimi yapılır.
- Sonuçları ve sebep oldukları hasarları en aza indirmek için mevcut sistem ve işlevler tespit edilir.
- Her birinin başarı ya da hatasını göstermek için bir çizgi çizilir.
- Çizilen her çizgiye olasılık verilir.
- Ağaçta oluşturulan her yol sonucunda kesin başarı ya da hataya ulaştırır.
- Her bir sonuç bir şarta bağlı ya da bağımsız olarak bir olasılık ürünüdür. (Şekil 2.7). (Özkılıç, 2014)



Şekil 2.7. Olay ağacı genel durumu (Özkılıç, 2014)

Hata ağacı analizi

Olay ağacına benzer şekilde, analiz edilecek bir üst olayla başlar, ardından sistemdeki en üst olaya yol açan tüm ilişkili olayları tanımlar. Hata ağaçları, en üstteki olayın ortaya çıkmasıyla sonuçlanan olayların mantıksal bağılılıkla düzenlenen grafik gösterimidir (Hadjisophocleous & Fu, 2004; John M., 2016; Meacham et al., 2016). Hata ağacı oluşturmanın amacı, üst olay olarak adlandırılan istenmeyen olayın ortaya çıkmasıyla sonuçlanabilecek sistem koşullarını modellemektir (Hasofer ve diğerleri, 2007). Kök nedenlere ulaşmak için tümdengelimli argümanlar kullanır. Bir hata ağacının oluşturulması, Tehlike Tanımlama aşamasında tanımlanmış olabilecek en üst olayın (istenmeyen olay) tanımıyla başlar. Ağaç, çeşitli sebep olayları doğru sıraya yerleştirilerek oluşturulur ve genellikle, en üstteki olaydan geriye doğru çalışılarak ve en üst olayın meydana gelmesine yol açabilecek olayları, nedenleri, hataları veya koşulları belirleyerek, bunların her birinden geriye doğru çalışarak, aslında ikincil en yüksek olaylar haline gelen vb. ile yapılır. Sürecin şematik bir temsili daha sonra bir ağacın dallarını oluşturur. Bir hata ağacındaki olaylar, oluşturan olayların hangi kombinasyonunun belirli bir üst olaya neden olabileceğini gösteren mantık kapıları ile birbirine bağlanır (Rasbash ve diğerleri, 2004).

Bir *olay ağacı* rastgele değişkenler dizisinden oluşurken, *hata ağacı* ikili değişkenler tarafından tanımlanan olaylardan, yani olay meydana gelirse 1 ve olmazsa 0 değerini alan değişkenlerden oluşturulur. Mantık kapılarını kullanarak başlatma olaylarının olasılıklarını veya sıklıklarını birleştirerek bir olayın sonucunun olasılığını veya sıklığını tahmin etmek

için kullanılabilir. Bu olaylar mantıksal işlevlerle, esas olarak *VEYA* ve *VE* ile ilişkilidir. *VE* yolunun kullanılması, olayın gerçekleşmesi için üst olaya giden tüm dalların gerçekleşmesi gerektiği anlamına gelir. Bir *VEYA* yolunun kullanılması, bağlantılı dal olaylarından yalnızca birinin gerçekleşmesi gerektiği anlamına gelir (Hasofer ve diğerleri, 2007; Meacham et al., 2016).

Hata Ağacı Oluşturma Aşamaları

- Analiz için bir süreç seçilir ve bileşenler belirlenerek listelenir.
- Bir hatanın sonucu olan başlangıç olayı analiz edilmek üzere belirlenir.
- Kritik görülen tehlike ve arıza durumları tanımlanıp başlangıç olayından başlayıp doğrudan ya da dolaylı neden olan hata durumları tanımlanır.
- Hata modlarının her biri hataya nasıl sebep olunduğunu belirlemek için analiz edilir. Tanımlanan risk ve olası tüm sebepleri listelenerek bir riske bağlanır.
- Olasılıkların temel durumlara bağlanabildiği zaman üst durumun olasılığı belirlenir.
- Her kritik riskin karşıt ölçümleri ve kök nedenleri belirlenerek neden ile karşıt ölçütler birbirine bağlanır. (Özkılıç, 2014)

Risk haritası (Coğrafi Bilgi Sistemi)

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS); koordinatlarla belirlenmiş tanımlı bir alana ait çeşitli verilerin toplanması, depolanması ve amaca yönelik haritalar ile görselleştirilmesiyle oluşturulan bilgi teknolojisi türüdür (Tecim & Kıncal, 2004). Belli bir alana ait hem konumsal ve hem de niteliksel veriler, yazılımlar sayesinde haritaya katmanlarla entegre edilerek dinamik ve etkileşimli haritalar oluşturulmaktadır. Cadde, bina, ülke, dağlar, göller gibi alana özel coğrafi nesnelerin konumları ve nüfus, isim, yükseklik, kat sayısı gibi nesnelerin coğrafi olmayan yani niteliksel özellikleri de CBS yazılımları ile haritalarda tanımlanabilmektedir (J. E. Campbell & Shin, 2011). Söz konusu katmanlar gerekli yazılımlar ile toplanması, depolanması, analizi ve görüntülenmesiyle sistematikleştirilir.

CBS'nin; taşımacılık, maden arama, imar-kadastro, yerel kaynakların kullanımı ve yönetimi, insansız hava araçları, uydu teknolojileri, afetlere karşı risk haritası oluşturma ve risklerin yönetimi gibi kamu ve özel sektörde çeşitli alanlarda kullanımı söz konusudur.

CBS ile gerekli yazılımlardan yararlanılarak konumla ilişkili ve niteliksel verilerin haritalar üzerinde görselleştirilmesiyle risk haritaları oluşturulmaktadır. Risk haritalarını AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı), tehlike altındaki alt ve üstyapılar, yerleşim alanları, nüfus yoğunluğu, iş ve hizmet sürekliliği, fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar, doğal kaynaklar gibi unsurlara ait olası kayıpların gösterildiği haritalar olarak açıklamıştır (URL - 2).

CBS ile Risk haritalaması yapılması, yangın riskinin yönetilmesinde de kullanılmaktadır. Yangınlar ile ilgili mekânsal analizler yapılarak dinamik yangın risk haritalarının oluşturulmasıyla yangınların meydana getirdiği olumsuz sonuçlar gerekli önlemler alınarak engellenebilir (Özmen, 2010). Yangın olayları, arazi kullanımı, itfaiye istasyonları, nüfus yoğunluğu ve yangın olayları sırasında meydana gelen ölüm ve yaralanma sayıları gibi mevcut veriler esas alınarak yangın riski haritaları hazırlanmaktadır. Belirli bir alanda meydana gelebilecek olan yangın risklerinin analizi yapılarak potansiyel yangın tehlikeleri ve söz konusu tehlikelerin insanlara ve mülke yönelik olası tehditleri tespit edilebilmektedir (Tomar, Kaur, Sarma, & Dangi, 2018). Yangın riski analizi yapılan alan kent ölçeğinde olduğunda, kentsel koşulların incelenmesi ve risk unsurlarının tespit edilmesiyle büyük alanlar için gerekli yangından korunma prosedürlerinin oluşturulmasına destek sağlamaktadır (Srivanit, 2011).

CBS teknolojisi, kentsel yangından korunma planlamasının tasarımı ve yönetiminde gerekli bir araç olmaktadır. CBS teknolojisi ile yangından korunma planlaması ve tasarımı yapılabilmesi için gerekli veri tabanı oluşturularak haritaya entegrasyonu sağlanmalıdır. Tehlike kaynaklarının dağılımı ve konumu, yangın birimleri, yollar, binalar, nüfus gibi kent ile ilgili detaylı bilgiler elde edilerek kente ait doğru bir yangından korunma planlaması yangının çıkma potansiyeli azaltılarak yangınla etkili mücadele gerçekleştirilebilmektedir. CBS ile oluşturulan bu planlamanın doğru ve güvenilir olması için haritaların dinamik ve güncel verilere dayanması gerekmektedir (Dong, Li, Pan, Huang, & Cheng, 2018; Özmen, 2010).

Oluşturulan gerekli veri tabanının harita ile entegrasyonu için bilgisayar programlarına ihtiyaç duyulmaktadır. CBS' nin bileşenlerinden biri olan yazılımlar sayesinde veriler haritalar olarak depolanarak düzenleme, işleme ve sunma özelliklerine sahip olmaktadır (J. E. Campbell & Shin, 2011).

2.3. Sanayi Yapıları

Sanayi yapıları, ihtiyaca yönelik üretimin yapılmasıyla bulunduğu bölgede istihdam alanları oluşturur ve hem bölgesel hem de ulusal kalkınmaya büyük katkı sağlayan oluşumlardır. Üretim yapan söz konusu tesislerin ayrı ve düzensiz yerleşimleri, tarım alanlarının sanayi alanlarına açılması, nüfusun artması ve kentleşmeyle birlikte yaşam alanları ile sanayi alanlarının iç içe olmaya başlaması sorun haline gelmiştir. Kentin ve sanayi tesislerinin karşılaştığı çeşitli sorunlar sebebiyle, devletin belirlediği sınır ve düzen içerisinde sanayi tesislerinin belirli alanda toplandığı Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) kurulmuştur (Ataş, 2006). Sanayi kompleksi içinde yer alan tesislerin ihtiyaç duyduğu ulaşım, enerji, su, arıtma, altyapı gibi hizmetler ve itfaiye, sağlık, güvenlik gibi tüm gereksinimleri daha ulaşılabilir olmaktadır. Ayrıca organize sanayi bölgelerinde yer alan sanayi tesislerine sağlanan teşvik, destek ve kurulan ar-ge merkezleriyle hem üretimin hem de ihracatın artırılması hedeflenmektedir (Bilgin Sarı, 2018).

Ülkemizde şu anda Sanayi Bakanlığı onaylı 327 OSB mevcuttur. Ancak bunların bir kısmı henüz planlama, kamulaştırma ya da altyapı aşamalarında olduğundan dolayı aktif işletme halinde değildir. İşletme halinde olan 222 adet karma üretime sahip OSB ve 30 adet ihtisas OSB olmak üzere toplam 252 adet OSB’ de üretim tesisleri faaliyet göstermektedir. Aktif üretimde olan 252 OSB’de bulunan 67.000 işletmede, toplam 2 milyon 290 bin kişiye istihdam sağlanmaktadır (URL - 3).

İşletme halinde olan OSB’lerin sayısı bölgelere göre Marmara bölgesi 73 adet, Ege Bölgesinde 44 adet, Karadeniz Bölgesi 42 adet, İç Anadolu Bölgesi 40 adet, Akdeniz Bölgesi 19 adet, Güney Doğu Anadolu Bölgesi 19 adet, Doğu Anadolu Bölgesi 14 adettir. OSB’lerin çoğunluğu Marmara ve Ege bölgelerinde bulunmaktadır. Bunları sırasıyla İç Anadolu, Karadeniz, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgeleri takip etmektedir (Harita 2.1).

Sanayideki yüksek istihdam kapasitesinden dolayı sanayi tesisleri ülkemiz için ciddi bir ekonomik kaynaktır. Dolayısıyla üretim yapan tesislerin artması ve gelişmesi ülkenin refah seviyesinin yükselmesini sağlayacaktır. Bu yüzden organize sanayi bölgelerinin kurulması ve yönetilmesi ülke ekonomisi için çok önemli bir konudur (Ataş, 2006).



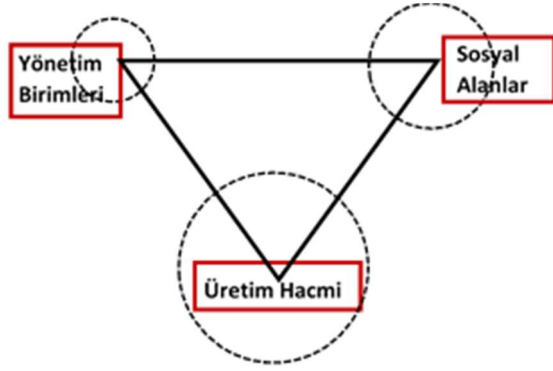
Harita 2.1. İşletme durumundaki OSB sayılarının illere ve bölgelere göre dağılımı (OSBÜK verileriyle yazar tarafından hazırlanmıştır.)

2.3.1. Sanayi yapılarındaki mekânlar ve mekânsal kurgu

Sanayinin hızla gelişmesiyle birlikte makine kullanımının artması ve üretim süreçlerinin karmaşıklaşmasıyla sanayi yapılarının mekânsal gereksinimleri de değişmiştir. Üretim süreci ve bağlantılı olduğu tüm ilgili durumlar arasında gerekli olan organizasyon oluşturulur ve buna bağlı olarak gerekli planlama mimari tasarım sürecinde başlayarak sanayi yapısının mekânsal kurgusu oluşturulur (İlgürel, 2003).

Sanayi yapısında bulunması gereken temel mekânlar yapının temel işlevlerine göre şekillenir ve bunlar üretim, yönetim ve sosyal işlevlerdir (Şekil 2.8.). Buna bağlı olarak tüm işlevler arasındaki ilişkilerin planlanması ve buna uygun mekânların tasarlanması gerekmektedir. Sanayi yapısının en temel işlevi olan üretim alanındaki iş akışının programlanması ve bununla birlikte sosyal birimler ve yönetim birimleri ile olan ilişkisinin doğru biçimde kurgulanması gereklidir (İlgürel, 2003).

Üretim alanındaki iş akış programı üretimi yapılacak olan ürüne göre değişkenlik göstereceğinden dolayı yapının tasarımında da farklılıklara sebep olabilmektedir (Çaputcu, 2009). Yapılan üretime bağlı olarak sanayi yapısının türü, kapasitesi ve üretimde kullanılan ekipmanların değişkenlik göstermesinden dolayı üretim süreçlerine hakim kişilerce belirlenmiş iş akışlarına ve gereksinimlerine uygun üretim alanlarıyla birlikte yapı programı şekil almalıdır.

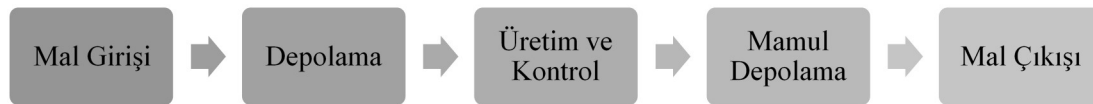


Şekil 2.8. Sanayi yapısındaki temel ilişkiler (İlgürel, 2003)

Üretim alanı: Hammaddenin yapıya ulaşmasıyla başlayan ve işlenen hammaddenin mamul olarak dağıtım alanlarına gönderilmesini kapsayan süreçlerin tümünün gerçekleştiği alandır (Çamoğlu, 2001).

Üretim alanına gelen gerekli hammaddeler uygun koşullarda yapı içinde ya da dışında gerekli şekilde depolanır ve işlenecek olan hammaddeler üretim işlemine girer. Planlanan iş akışına göre tüm aşamalardan geçen hammaddenin işlenme aşamasından sonra denetimleri de yapılarak süreç sonunda mamul depolarında depolanır ve satış onayı sonrasında üretim alanından sevkiyatı gerçekleştirilerek alandan uzaklaştırılır (Çamoğlu, 2001). Üretim alanları bütün üretim aşamalarının aynı alanda toplandığı mekândan veya üretim aşamalarının birbirinden ayrıldığı bağımsız birimlerden oluşabilmektedir (İlgürel, 2003).

Üretim alanına malzemelerin gelmesiyle mal girişi süreci başlar. Gelen hammaddeler alana indirilir ve ambalajları açılarak kontrolleri sağlanır. Uygunluk kontrolünden sonra gerekli sınıflandırmalara göre ilgili birimlere gönderilir (Şekil 2.9). (Çamoğlu, 2001)



Şekil 2.9. Üretim süreci (Çamoğlu, 2001)

Malzemeleri korumak, saklamak ve gerektiğinde kullanmak için hammadde ve üretim sürecine uygun şekilde ve koşullarda depolama yapılır (Çamoğlu, 2001). Depolar; ana madde deposu, yarı mamul depo alanları, malzeme depoları ve bitmiş ürün depolarından oluşur (İlgürel, 2003).

Çalışanların ve iş makinalarının bulunduğu, hammaddenin mamule dönüşme sürecini kapsayan tüm işlemlerin gerçekleştiği alan üretim birimleridir. Çalışanların bulunduğu ve iş makinalarının kapladığı tüm alan iş alanları; üretim sürecindeki eylemler için gerekli dolaşım alanları sirkülasyon alanlarıdır (Çamoğlu, 2001). Hammadde türüne, miktarına, üretim şekline ve aşamalarına bağlı olarak bu alanlar değişiklik gösterir.

Ana depolama alanlarına ek olarak üretim alanlarında hareketli ekipman ve alet depolama alanları da bulunabilmektedir. Üretim aşamasında kontrol ve müdahale için de üretim kontrol üniteleri bulunmaktadır (Çamoğlu, 2001).

Üretim alanında işlenerek gelen hammaddeler mamul depolama alanlarında sevkiyat yapılarına kadar depolanır. Paketlenen mamuller, mal çıkış alanından sevkiyatları yapılarak alandan uzaklaşır (Çamoğlu, 2001). Jeneratör, kompresör, klima santrali, transformatör, alet odası ve kabini, taşıma ekipmanları parkı vb. den oluşan destek birimler de sanayi yapılarının üretim alanlarının ihtiyaç programlarında mevcuttur (İlgürel, 2003).

Yönetim Alanı: Üretim faaliyetlerinin kontrol ve idaresini yürüten, imalat süreci ile dolaylı bağlantısı olan bölümdür (Çamoğlu, 2001). Yönetici büroları, açık ofisler, toplantı odası, ar-ge ofisleri, satış büroları, arşiv, teknik personel odalarından meydana gelir (İlgürel, 2003). Bunların yanı sıra yemekhane, kantin, ıslak hacimler vb. den oluşan servis hacimleri de yönetim alanlarında bulunur.

Üretim süreçlerine hakimiyet açısından yönetici bürolarında üretim holünü izleyebilecek cam bölmeler bulunur ve genellikle toplantı ve konferans salonu ile ilişkilendirilir (Çamoğlu, 2001).

Sosyal Alanlar: Üretim ve yönetim birimlerinde çalışanların ihtiyaçlarına ve isteklerine cevap oluşturacak seminer salonu, yemekhane, kantin, sağlık hizmetleri, dinlenme salonu gibi mekânlardır. Alanların büyüklüğü sanayi yapısının büyüklüğüne göre belirlenir. Üretim, yönetim ve sosyal alanların yanı sıra trafo, jeneratör, arıtma tesisi gibi destek birimler, tamir atölyeleri, spor alanları, lojmanlar, otopark vb.den oluşan teknik ve sosyal altyapı donatıları da sanayi yapılarının ihtiyaç programlarında mevcuttur (İlgürel, 2003; Çamoğlu, 2001).

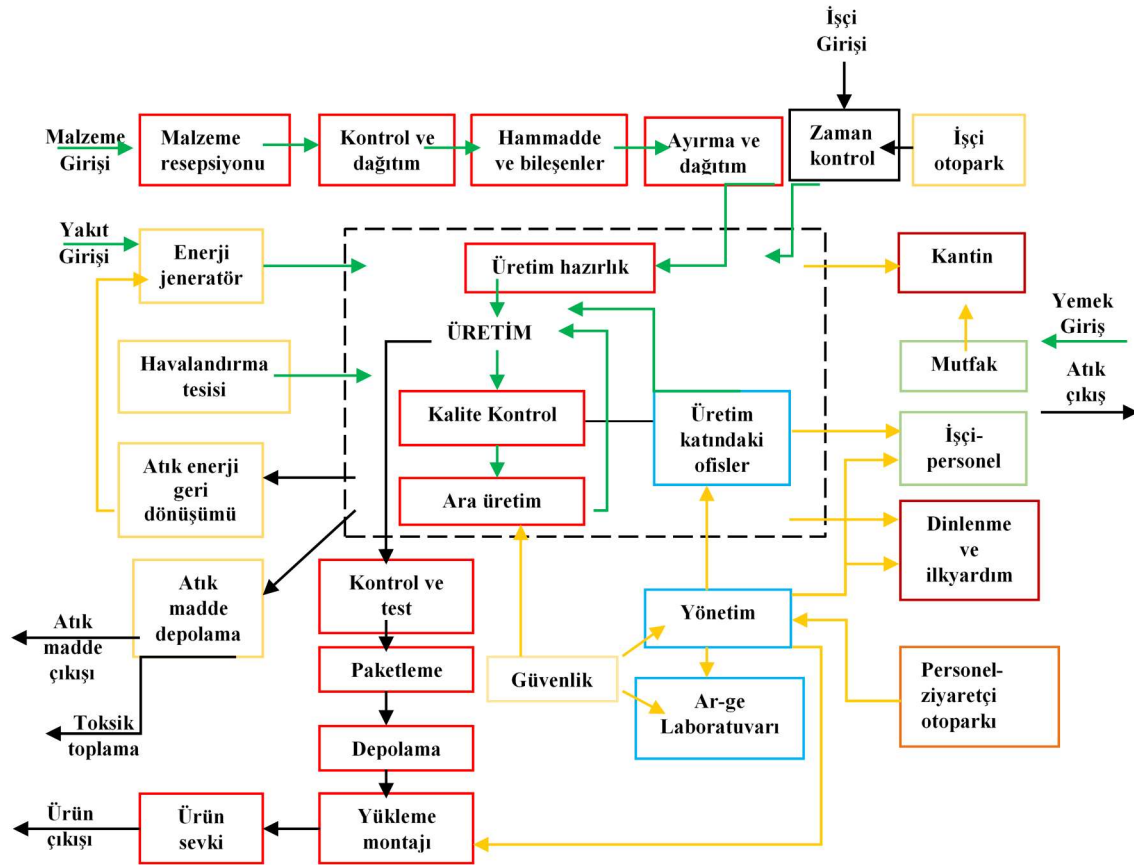
Sanayi yapılarındaki üretim sürecinin ve idari ve sosyal işleyişin düzenli bir şekilde ilerleyebilmesi için tüm birimler arasındaki organizasyonun mimari tasarım aşamasında planlanması gerekmektedir. Tasarım özellikleri, sanayi yapısının işlevini yerine getirmesini ve verimini etkileyen önemli bir unsurdur.

Sanayi yapılarından istenen verimin alınması için uygun niteliklere sahip olması ve bunun için de temel ilkelere bağlı kalınması gerekmektedir (Çaputcu, 2009). Söz konusu yapıların karmaşık fonksiyonları bünyesinde barındırması ve üretimi yapılan ürünlerin çeşitli olması birbirleri içinde de farklı gereksinimleri olduğunu gösterir. Bu bağlamda tüm fonksiyonların birbiriyle ilişkisi, kurgusu ve bir araya getirilmesi sanayi yapısının tasarımının en önemli etkenleridir (Aytı, 2002).

Fonksiyonların birbiriyle doğru bir şekilde ilişkilendirilebilmesi için gerekli iş akış programının tüm süreçlerine hakim olunmalıdır. Doğru tasarım için öncelikle iş akış programı oluşturulmalı ve bu programa uygun olarak gerekli üretim sistemleri belirlenmeli, makine konumlandırılması için düzen oluşturulmalıdır. Tipik bir sanayi yapısının iş akış programı; işlenecek olan hammaddenin depodan üretim alanına dağılımı, üretim aşamalarının birbiriyle olan ilişkisi ve hammaddenin ürün haline gelmesi sonucunda ürünün depolara taşınma aşamalarını içerir (İlgürel, 2003).

Sanayi yapıları üretim tipine göre hafif, orta ve ağır ölçekli olarak 3 gruba ayrılır ve farklı ölçekte üretim yapan sanayi yapılarının yerleşim planları da farklıdır. Türkiye’ de en yaygın olan tip orta ölçekte üretim yapan işletmelerdir. Mühendislik, montaj işleri, dokuma, iplik, boya ve otomotiv bu tip sanayilerin çalışma alanlarıdır (Aytı, 2002). Tipik bir sanayi yapısının yerleşim şeması Şekil 2.10’ da verilmiştir.

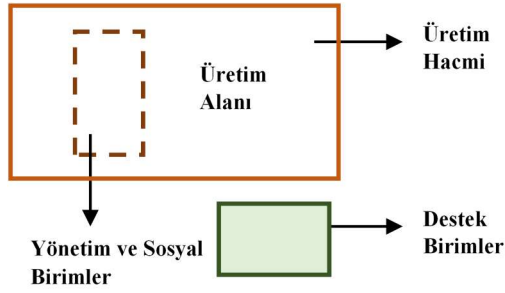
Sanayi tipine göre belirlenen iş akış programı ve yerleşim şemasına uygun olarak sanayi yapısındaki mekânların kurgulanması ve organizasyonu yapılmalıdır. Mekânlar arasındaki ilişki işlevsel açıdan değerlendirilerek konumlandırılması gerekmektedir. Farklı işlevlere sahip mekânlar için uygun hacimler belirlenmeli ve gerekli bağlantılar kurularak arsa üzerindeki konumu planlanmalıdır (İlgürel, 2003).



Şekil 2.10. Tipik bir sanayi yapısının yerleşim şeması (İlgürel, 2003)

Sanayi yapıları tek katlı ya da çok katlı olabilmektedir. Tek katlı sanayi yapılarında yönetim birimi için asma kat tasarlanmaktadır. Çok katlı sanayi yapılarında ise genellikle son kat yönetim birimi, zemin kotunda üretim birimi planlanmaktadır. Karma sanayi yapılarında ise idari birimlerin bulunduğu yapı çok katlı; üretim birimi ise tek katlı bir yapıdır (Gönül 2000). Sanayi yapılarının tasarım sürecinde; bütün işlevlerin aynı yapı içinde toplanması veya farklı işlevdeki alanların bağımsız ya da kısmen bağımsız planlanması olmak üzere iki farklı yaklaşım mevcuttur.

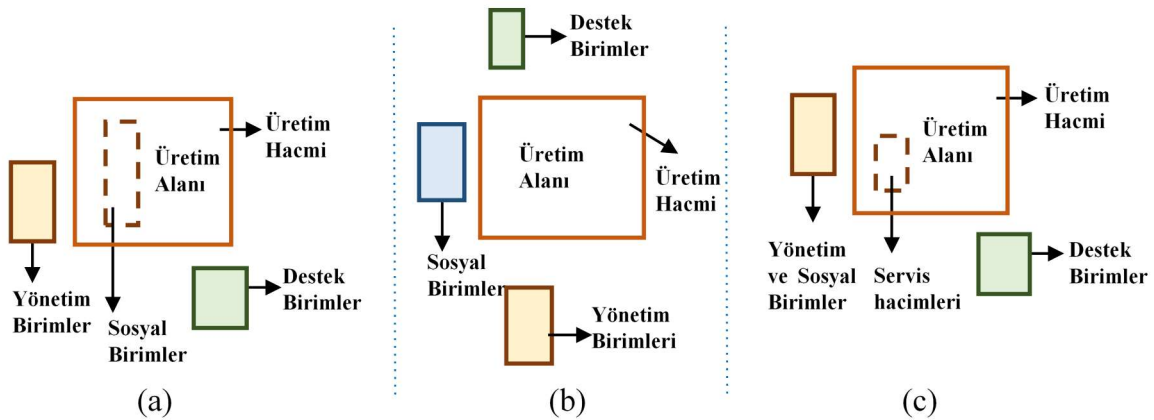
Bütün işlevlerin aynı yapı içinde toplanması yönetim ve sosyal alanların üretim alanı içinde bir arada olması durumudur; aynı zamanda genellikle aynı taşıyıcı sistem içinde yer alırlar (Şekil 2.11) (İlgürel, 2003). Sosyal, idari ve üretim işlevlerinin tümünün bir yapıda olması mekân içinde mekân olarak da tanımlanabilir. Ana işlevin yani üretimin gerçekleştirildiği yapının içinde, diğer işlevlere ait (sosyal ve idari) gerekli boyutta birimler konumlandırılır. Sosyal ve idari birimler tek bir kapalı birimde planlanabileceği gibi 2 ayrı kütlede de planlanabilir. Güvenlik, su deposu, arıtma gibi destek birimler hacimden ayrı tasarlanabilir.



Şekil 2.11. Üretim-yönetim-sosyal işlevlerin aynı yapıda planlanması (İlgürel, 2003)

Bütün işlevlerin aynı hacimde toplanması halinde bazı olumsuz durumlar ortaya çıkabilmektedir. Üretim hacminde çıkabilecek yangın, gürültü ve titreşim ya da gaz-toz-koku gibi hava yoluyla yayılan atık maddeler yönetim birimleri ve sosyal donatı alanlarını içeren tüm birimlere kolayca yayılabilir (İlgürel, 2003).

Bir diğer yaklaşım ise idari ve sosyal birimlerin üretim binasından tamamen ya da kısmen bağımsız olarak bir veya birden fazla yapıda planlanmasıdır. Bu yaklaşımda daha esnek yerleşim planları yapılabilir. Üretim, idari, sosyal ve destek birimlerin her biri farklı yapılarda tasarlanabilir ya da sadece yönetim binası üretim binasından ayrı planlanabilir. Bir diğer durumda ise yönetim ve sosyal birimler üretim alanından ayrı tek binada kurgulanabilir (İlgürel, 2003). Şekil 2.12’de yer alan a, b ve c şemaları bu durumları tariflemektedir.



Şekil 2.12. (a) Yönetimle ilgili işlevlerin ayrı yapıda planlanması, (b) Yönetim ve Sosyal işlevlerin ayrı bağımsız yapılarda planlanması (c) Yönetim ve Sosyal işlevlerin Üretim hacminden ayrı planlanması (İlgürel, 2003)

2.3.2. Sanayi yapılarında yangın riski

Endüstri devrimi ile ülkelerin ekonomisinde yerini alan sanayi yapıları, günümüzde ekonominin en önemli kollarından biridir. Sanayi yapıları, insanların yaşamlarında gereksinim duydukları birçok şeyin üretiminin gerçekleştirildiği ve ülkeler için istihdam alanı sağlayan yapılardır. Dünyada hızlı nüfus artışına bağlı olarak tüketim ihtiyaçları artış göstermekte ve üretime yani sanayiye olan ihtiyaç da artmaktadır. Söz konusu ihtiyaç artışından kaynaklı olarak sanayi yapıları, günümüzde daha da önem kazanmıştır ancak sahip oldukları işlevleri açısından bu yapılar bünyesinde birçok tehlike bulundurmaktadır ve yangınlar bu tehlikelerin başında gelmektedir. Bilim ve teknolojinin gelişmesiyle makineleşmenin artması sanayi tesislerindeki üretimin daha hızlı, daha kolay ve daha verimli olmasını sağlamaktadır ancak buna bağlı olarak sanayi tesislerinin bünyesinde bulundurduğu riskler de artış göstermektedir. Sanayi tesisleri işlevleri gereği, yoğun enerji tüketimi, yanıcı ham maddeler ve makine kullanımı gibi sebeplerden ötürü sahip olduğu risklerin yanı sıra genellikle kullanım frekansının yoğun olması, kullanıcı profilinin çeşitliliği, bilinç ve eğitim eksikliği gibi sebepler de tesisler için büyük yangın riskleri oluşturmaktadır.

Türkiye’de yürürlükte olan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY)’te binaların kullanım sınıfları Madde 8’de belirtilmektedir ve sanayi tesisleri sınıflandırmada “Endüstriyel Yapılar” başlığı ile yer almaktadır. Endüstriyel yapılar Madde 14-(1)’de tanımlanmıştır. Bu maddeye göre; çeşitli ürünlerin üretildiği ve işleme, montaj, karıştırma, temizleme, yıkama, paketleme, depolama, dağıtım ve onarım gibi işlemlerin gerçekleştirildiği yapılar endüstriyel yapılar kapsamında yer alır. Endüstriyel yapılar sınıfında fabrikalar, bıçkışhaneler, çamaşırhaneler, enerji üretim, gıda işleme, dolum ve boşaltım, tekstil üretim, kuru temizleme ve maden işleme tesisleri, rafineriler gibi alanlar yer alır (BYKHY, 2021).

Sanayi tesislerinde yapılan üretim süreçlerinin en önemli tehlikelerinin başında gelen ve henüz tam olarak çözülemeyen yangınlar; can kayıplarına ve yaralanmalara, yapısal ve çevresel hasarlara ve maddi kayıplara neden olmaktadır (Genç & Pekey, 2014). Sanayi tesislerinde yaşanan yangın ve patlama olayları farklı şiddetlere sahip olabilmektedir. Sanayi tesisinde bulunan ürün, malzeme, yanıcı madde, makine, sıcak iş gibi sahip olduğu farklı özellikler yangın ve patlama risklerinin farklı olmasına sebep olmaktadır (Kılıç, 2013). Her

sanayi tesisi farklı yangın risklerine sahiptir fakat oksijenin yeterli seviyede olup yanıcı/patlayıcı malzemelerin olduğu tesislerdeki yangın olasılığının yüksek olduğu kabul edilerek uygun yangın güvenlik önlemlerinin alınması gereklidir (Endüstriyel Yangınlar ve Patlamalar 2020 Yılı Raporu, 2021).

Sanayi yapılarında meydana gelebilecek olan yangın riski, yapıda gerçekleştirilen faaliyet türüne ve koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte söz konusu yapılarda meydana gelen yangınlar, genellikle diğer yapı türlerine göre daha tehlikeli ve şiddetlidir. Meydana gelebilecek bir yangın olayı, sanayi yapısına yönelik önemli bir hasar riski oluşturur ve yüksek maliyetli olabilir (Khalid, Burneo, & Hvam, 2021). Binada harcanan enerji miktarı, kullanılan malzemenin yanıcılık özelliği ve miktarı, kullanıcı sayısı ve özelliklerine göre de yangın çıkış olasılığı değişmektedir. Çabuk tutuşabilen maddelerin bulunduğu alanlarda yangın potansiyeli daha yüksektir. Sanayi yapısı, atölye, satış yerleri ve depoların içlerinde bulunan malzemeler ve yapılan işlemler yangın riskini artırır (Kılıç, 2013). Sanayi tesisleri üretilen ürün, yapılan işlemlerin aşamaları, kullanılan malzemelerin yanıcılık özellikleri ve miktarlarına göre farklı yangın risklerine sahiptir. Bu farklılardan kaynaklı olarak binaların tehlike sınıfları, özellikleri ve olası riskleri göz önünde bulundurularak mevzuatlar düzenlenmiştir.

BYKHY’ de bina kullanım sınıfına göre tehlike sınıfları Madde 19’ da belirlenmiştir. Bu sınıflandırmaya göre fabrikalar üretim faaliyetlerine göre orta tehlikeli ya da yüksek tehlikeli grupta yer almaktadır. Orta derecede yangın yüküne sahip ve yanıcı malzemelerin bulunduğu yerler, orta tehlikeli; yüksek yangın yüküne ve yanabilirliğe sahip ve yangının kolayca yayılarak büyümesine neden olacak malzemelerin bulunduğu yerler, yüksek tehlikelidir (BYKHY, 2021).

Ciddi yangın kazaları meydana geldiğinde, can ve ekonomik kayıpların yanı sıra yangının sosyal ve politik etkileri de ortaya çıkarak sürdürülebilir sosyal ve ekonomik kalkınmayı engellemektedir (Zhang, 2013). Söz konusu tesislerde çıkan yangınlar genellikle büyük ölçekli olmalarından dolayı can kayıplarına sebep olabilmekte ve aynı zamanda hem tesise hem çevreye hem de ülke ekonomisine büyük zararlar vermektedir (Endüstriyel Yangınlar ve Patlamalar 2020 Yılı Raporu, 2021). Sanayi tesislerinde oluşan yangın felaketlerinin sonucunda can kayıpları, yaralanmalar, çevresel etkiler (duman, zararlı gaz salınımı), bina hasarı ve üretimin durması gibi durumlar meydana gelmektedir. Sanayi yapılarındaki yangın

risklerinden dolayı olası can kayıpları ve yaralanmaların önüne geçilmesi ve üretimin sürekliliğinin sağlanmasına yönelik sanayi tesisinin bulundurduğu tehlikeleri önleyecek gerekli tedbirler alınmalıdır.

Yangın olayının başlaması için yanıcı madde, ısı ve oksijenin aynı anda bulunması gerekir ve bunlardan herhangi biri eksikse yangın başlamaz. Yangın çıkma olasılığını azaltmak için bu öğelerden üçünün aynı anda bir arada bulunmasına yönelik tedbir almak gereklidir. Sanayi yapısının farklı alanlarında bulunan çeşitli yanıcı maddelerin ve ısı kaynaklarının tespiti yapılmalarıyla uygun önlemlerin alınması mümkün olacaktır.

Yangın tehlikelerine karşı uygun önlem alınmasına karar verebilmek ve zarara neden olan bu tehlikelerin riskini en düşük seviyeye indirmek için öncelikle yangın tehlikelerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bir yangın çıkması durumunda tespit edilen risklerin orada yürütülen faaliyetlere, bina içindeki ve çevresindekilere zarar verme olasılığına ilişkin hangi yangın önlemlerinin ve yönetim düzenlemelerinin gerekli olduğuna karar vermek için risk değerlendirmesi gerekli bir uygulamadır. Bir yangın riskinin tespiti ve değerlendirmesi ile bir yangının başlama olasılığı ve bina kullanıcılarının maruz kalabilecekleri tehlikeler saptanabilmektedir (HM Government, 2006).

Üretim alanlarındaki yangın riskleri

Üretim tesisinde kullanılan makine, malzeme ve elektrik tüketimi gibi durumların tayini ve üretim-işleyiş sürecinin tanımı ile riskler saptanarak uygun önlemlerin alınması hem çalışan güvenliği hem de üretim sürekliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Isı kaynakları, üretim alanlarındaki yangın risklerini oluşturan önemli unsurlardan biridir. Üretim alanlarında kullanılan malzemelerin tutuşması için gerekli miktardaki ısıyı üreterek malzemelerin tutuşmasına sebep olabilecek ısı kaynakları tespit edilerek kontrol altına alınmasıyla yangın üçgeninin oluşması engellenebilmektedir. Isı kaynaklarının bilinmesi alınacak yangın güvenlik önlemleri için önem arz etmektedir.

Açık alev, sıcak işlemler, ısıtıcılar, elektrikten ve sürtünmeden kaynaklı ortaya çıkan ısılar üretim alanlarındaki yangınlara sebep olan başlıca ısı kaynaklarıdır. Açık alevli ısı kaynakları; sigara, kibrit, çakmak, pişirme ekipmanları, gazlı veya sıvı yakıtlı ısıtıcılar gibi yaygın malzemeler olmakla birlikte sanayide kullanımı yaygın olan çeşitli gaz veya sıvı

yakıtlı olabilen açık alevli ekipmanlar, araç egzozları, sıcak kanallar, kaynak yapılması gibi sıcak işlemleri içermektedir (HM Government, 2006). Örneğin sıcak işlemler esnasında kaynaktan dolayı etrafa saçılan kıvılcımın ortamdaki yanıcı madde ile teması ya da makinada bulunan tozlar yangın ve patlamalara sebep olabilir. Bu sebepten ötürü teçhizatlar temiz tutulmalı ve yanıcı maddelerden uzak konumlandırılmalıdır.

Üretim alanlarında özellikle statik elektrik kaynaklı riskler öne çıkmaktadır. Statik yüklenme genelde boru içinde akış, pompalama ya da püskürtme gibi işlemler esnasında sıvıların katırlarla teması sonucunda oluşur. Bu temas sonucunda yük birikimi belli bir seviyeye gelince kıvılcım oluşur. Oluşan kıvılcım yanıcı madde ile temas ederse tutuşma meydana gelir. Bu yüzden kimyasalların sızıntı şeklinde ortamda kontrolsüz olarak bulunması ya da yanıcı buharın ortamda bulunması üretim alanlarında risk oluşturmaktadır (Genç & Pekey, 2014). Yanıcı kimyasalların kullanılması sırasında ısı oluşturabilecek kaynaklardan gerekli uzaklıklarda olması hususuna dikkat edilmelidir. Yanıcı, parlayıcı buharların ortamdaki varlığının tespit edilmesi de olası riskleri önlemek için gerekmektedir (Özkan, 2019).

Elektrik de üretim tesislerindeki yangınların önde gelen sebeplerindendir. Standartlara uygun olmayan elektrik tesisatı, çok fazla yüklenmiş devreler ve prizler, uzatma kabloları ve uygunsuz kablo bağlantıları ortamdaki yanıcı toz, sıvı ve gazlar için ateşleme kaynağı olmaktadır (Kozacı, 2019). Elektriğin yanı sıra ekipman ve makinelerin hatalı kullanımı üretim alanlarında yangın riski oluşturmaktadır. Uygun şekilde kurulmamış, bakımsız donanımlar, makinelerin belli kısımlarında biriken tozlar yangına sebep olabilmektedir.

Mikroalgalar, radyo frekansı, termik akışkanlar gibi ısı kaynakları; sıcak yüzeyler ve ekipman havalandırmasının engellenmesi, kendiliğinden tutuşma ve kendi kendine ısınma, boya artıkları, kırıntı ve hamur artıkları ve kundaklama da önemli yangın riskleri arasındadır (HM Government, 2006).

Üretim alanlarında kullanılan çeşitli durumlardaki malzemeler, yangın üçgeninde yakıt görevi görür ve ısı kaynağıyla bir araya gelmesi durumunda oksijen bulunan bir ortamda yangının başlamasına sebep olabilir. Yangın riskini belirlemek, yangının başlamasını ve yayılmasını engellemek için ortamdaki yakıtların tespitinin yapılması gerekmektedir (HM Government, 2006).

Sanayi yapılarında üretim esnasında kullanılan ve üretim alanlarında bulunan en yaygın yakıtlardan bazıları şunlardır: boyalar, vernikler, incelticiler ve yapıştırıcılar gibi yanıcı sıvı bazlı ürünler; benzin, beyaz ispiro, metile ispiro, yemeklik yağlar ve tek kullanımlık çakmaklar gibi yanıcı sıvılar ve çözücüler; hidrokarbon solventler kullanan belirli temizlik ürünleri, fotokopi kimyasalları ve kuru temizleme ürünleri gibi yanıcı kimyasallar; sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), yanıcı gazlar; şeker kaplı tahıl ve tereyağı gibi şeker ve yağ içeren gıda maddeleri; poliüretan köpük dolgulu mobilyalar ve polistiren bazlı teşhir malzemeleri gibi plastik ve kauçuk; yanıcı damarlardan yapılmış paneller gibi yanıcı yalıtım; perdeler ve giysi teşhirleri gibi tekstil ve yumuşak mobilyalar ve atık ürünler, özellikle kıyılmış kağıt ve ağaç talaşları, artıklar, toz ve çöp gibi ince bölünmüş maddeler (HM Government, 2006).

Yangının gerçekleşmesi için gerekli 3. unsur oksijendir ve üretim alanlarındaki gerekli hava genellikle doğal veya mekanik havalandırma sistemiyle sağlanır. Doğal havalandırma kapılar, pencereler ve diğer açıklıklardan geçen doğal hava akışı ile sağlanırken; mekanik havalandırma klima sistemleri ve klima santralleri yardımıyla sağlanır. Genellikle bu iki sistemin kombinasyonu ile havalandırma sağlanır (HM Government, 2006).

Üretim alanlarında kullanılan bazı kimyasallar ek olarak oksijen kaynağı olabilir. Yangına ek oksijen sağlayabilen, dolayısıyla yanmasına yardımcı olan kaynak işlemlerinde kullanılan oksijen ve oksitleyici maddeler içeren havai fişekler gibi maddelerin kullanımı hususundaki gerekli önlemler alınmalıdır (HM Government, 2006).

Depolardaki yangın riskleri

Tesiste üretimi yapılacak ürünlerin çeşidine göre depolarda farklı malzemelerin depolanması gerekmektedir ve her malzeme sahip olduğu özelliklere bağlı olarak bünyesinde değişken riskler barındırmaktadır. Depolardaki yangın risklerinin tespiti için, saklanacak ve istifi yapılacak malzemelerin özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

Malzemelerin yanıcılık düzeyi ve alevlenme özelliklerinin gerektirdiği şekilde depolama yapılmadığı durumlarda yanıcı olmayan malzemeler de yangın tehlikesi oluşturabilir. Malzemenin türü ve miktarına uygun olarak depolama düzenlemeleri yapıldığında yangın riski önemli ölçüde azaltılabilir (HM Government, 2006).

Depolarda yakıt olarak genellikle boyalar, vernikler, incelticiler ve yapıştırıcılar gibi yanıcı sıvı bazlı ürünler; benzin, beyaz ispirto, metile ispirto, yemeklik yağlar ve tek kullanımlık çakmaklar gibi yanıcı sıvılar ve çözücüler; hidrokarbon solventler kullanan belirli temizlik ürünleri; sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), yanıcı soğutucular ve yanıcı gazla çalışan aerosoller gibi yanıcı gazlar; depolanan mallar ve yüksek istifli veya raflı depolama; şeker kaplı tahıl ve tereyağı gibi şeker ve yağ içeren gıda maddeleri; polistiren bazlı teşhir malzemeleri gibi plastik ve kauçuk; kırtasiye malzemeleri, reklam malzemeleri ve dekorasyonlar gibi kağıt ürünleri; ambalaj malzemeleri; paletler ve paletleme makineleri gibi hem kullanımda hem de atıl durumdaki plastik ve ahşap depolama yardımcıları; tekstil ve yumuşak mobilyalar; kıyılmış kağıt ve ağaç talaşları, artıklar, toz ve çöp gibi ince bölünmüş maddeler bulunmaktadır (HM Government, 2006).

Depolarda bulunan yanıcı malzemelerin miktarının artmasıyla ısı kaynakları için yakıt miktarı artacak ve yangın riski de artacaktır. Bu yakıtların tutuşmasına engel olmak için yanıcı malzemelerin potansiyel tutuşma kaynaklarından ayrı tutulmasını sağlayıp, aşırı stoklama, yüksek raflı depolama ve çatı boşluğu gibi alanlarda depolama yapmaktan kaçınarak uygun depolama düzenlemeleri yapılmalıdır (HM Government, 2006).

Statik elektrik yüklenmesi, üretim alanlarında olduğu gibi depolama alanlarında da oluşmakta ve gerekli topraklama önlemleri alınmadığı takdirde yangın ve patlamalara sebep olmaktadır. Sıcak çalışmalar ve elektrik tesisatları da uygun önlemler alınmadığı takdirde depolarda yangın risklerine sebep olmaktadır. Depo binaları, tüm riskler göz önünde bulundurularak risklerin oluşumunu engelleyecek şekilde tasarlanmış olmalıdır.

Mutfak ve yemekhanelerdeki yangın riskleri

Yüksek tutuşma tehlikesi olan alanlardan biri olan mutfaklardaki en büyük tutuşma tehlikeleri yemek pişirme kaynaklıdır. Ocak, fırın gibi pişirme aletlerinin yer almasından dolayı yangın tehlikesi altındadır. Mutfaktaki sıcak yüzeyler, kızartma yağları gibi birçok yakıt yangın riskini arttırmaktadır. Yemekhanelerde ise masa, sandalye gibi olası tutuşma kaynakları mevcuttur (Hadjisophocleous, 2016).

Mutfaklarda en yaygın yakıtlar olarak; yemeklik yağlar ve tek kullanımlık çakmaklar gibi yanıcı sıvılar, belirli temizlik ürünleri, şeker kaplı tahıl ve tereyağı gibi şeker ve yağ içeren

gıda maddeleri, poliüretan köpük dolgulu mobilyalar ve polistiren bazlı teşhir malzemeleri gibi plastik ve kauçuk, dekorasyonlar gibi kağıt ürünleri, perdeler ve giysi teşhirleri gibi tekstil ve yumuşak mobilyalar ve atık ürünler bulunmaktadır (HM Government, 2006).

AR-GE laboratuvarlarındaki yangın riskleri

Laboratuvarlarda yapılan deneyler ya da kimyasalların birbirleriyle reaksiyona girmesi, boyalar ve yanıcı sıvılar özellikle yangın riskini arttıran sebeplerdir. Laboratuvarlarda bulunan mobilyalar, masa, sandalyeler, elektrikli cihazlar da yanma riskine sahip materyallerdir.

Ar-Ge laboratuvarlarında yetersiz havalandırma ve statik elektrik yüklemesi gibi sebeplerden dolayı da yangın ve patlama riskleri oluşmaktadır. Laboratuvarlarda yanıcı kimyasalların buharlarının birikmesine karşı havalandırmaya özen gösterilmelidir ve gerekli durumlarda kaynak emişleri konulmalıdır. Yanıcı ve parlayıcı maddelerin kullanımı sırasında etrafta sıcak veya alev oluşturabilecek etmenler göz önünde bulundurulmalı ve alandan uzaklaştırılmalıdır (Öztürk, 2016).

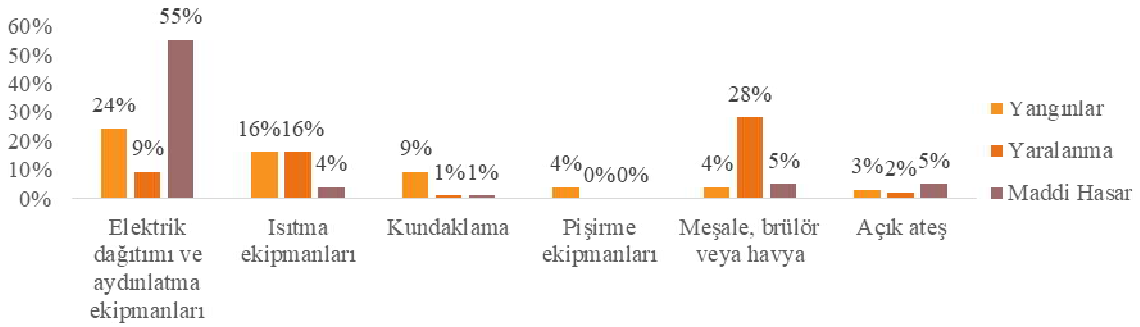
2.3.3. Sanayi yapılarındaki yangın istatistikleri

Tehlikeli bir duruma karşı önlem alınabilmesi için öncelikle var olan tehlikenin farkına varılması ve saptanması gerekmektedir. Henüz gün yüzüne çıkmamış bir riskin gerçekleşmeden tespit edilmesi benzer durumu deneyimlememiş herkes için çok zordur. Bu sebeplerden ötürü geçmişte yaşanmış olaylardan edinilen bilgi, birikim ve deneyimler olaylara karşı daha etkin çözümler üretilmesini sağlamaktadır. Yangın tehlikelerine karşı doğru ve etkin uygulamaların yapılabilmesi için yangına sebep olan etkenleri ve riskleri doğru tespit etmek gerekmektedir. Tespit edilen risklere karşı etkin çözümler geliştirilmeli ve bu çözümlere uygun olarak mevzuatlar düzenlenmelidir. Güvenlik önlemlerinde yapılacak düzenlemeler ve uygulanacak çözümlerin belirlenmesinde meydana gelen yangınların sayısı, sebebi ve sonuçları hakkında derlenen istatistiki veriler önemli rol oynamaktadır.

Amerika’da sanayi yapılarında 2011-2015 yılları arasında meydana gelen yangınlarda; elektrik dağıtım ve aydınlatma ekipmanları %24 oran ile en yaygın sebeptir ve maddi hasarın

yarısından fazlasına (%55) sebep olmaktadır. Elektrik yangınları genellikle ark oluşumu ya da çalışan ekipmandan yayılan ısı ve kıvılcımdan kaynaklanmaktadır (Campbell, 2018). Elektriğin dolayısıyla elektrikli aletlerin sanayi yapılarında yaygın ve oldukça yoğun kullanımı bu duruma sebebiyet vermektedir. Elektrikli aletlerin gerekli bakımlarının yapılmaması ya da kullanım talimatlarının dışında kullanılmasıyla risk daha da artmaktadır.

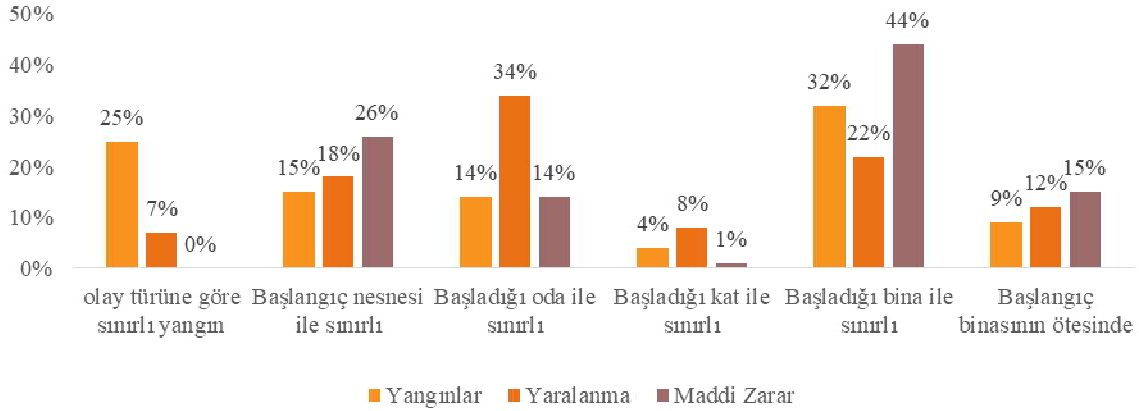
Elektrik dağıtım ve aydınlatma ekipmanlarından sonra, ısıtma ekipmanları (%16), kasıtlı yangınlar (%9) ve pişirme ekipmanları (%4) yangınlara sebep olan başlıca nedenlerdir. Isıtma ekipmanından kaynaklanan yangınlar, sivil yaralanmaların %16'sını oluşturmaktadır (Şekil 2.13.) (Campbell, 2018).



Şekil 2.13. Sebeplerine göre 2011-2015 yılları arasında sanayi yapısı yangınları (Campbell, 2018)

Yangınlarda yaygın olarak ilk tutuşan ögeler; tarımsal ürün, yanıcı sıvı veya gaz, elektrik teli yalıtımı, çöp veya atıklar ve yapısal bir eleman olabilmektedir. Yanıcı veya parlayıcı sıvı veya gaz, boru tesisatı veya filtre tarafından tutuşturulan yangınlar, sivil yaralanmaların %42'si ve doğrudan mal hasarının %22'si ile ilişkilendirilirken, elektrik teli veya kablo yalıtımı ile ateşlenenler, doğrudan maddi hasarın %11'ini oluşturmaktadır (Campbell, 2018).

Meydana gelen yangınların yıkıcılığı etki alanına göre değişiklik göstermektedir. Yangınların yüzde 14'ü yangının çıktığı oda, yüzde 4'ü yangının çıktığı kat, yüzde 32'si yangının çıktığı binayla sınırlıyken; yüzde 9'u yangının çıktığı binanın dışına ulaşmıştır (Şekil 2.14) (Campbell, 2018). Maddi hasar en çok bina içinde sınırlı yangınlarda meydana gelirken; oda içinde sınırlı yangınlarda yaralanmalar daha fazla yaşanmıştır.

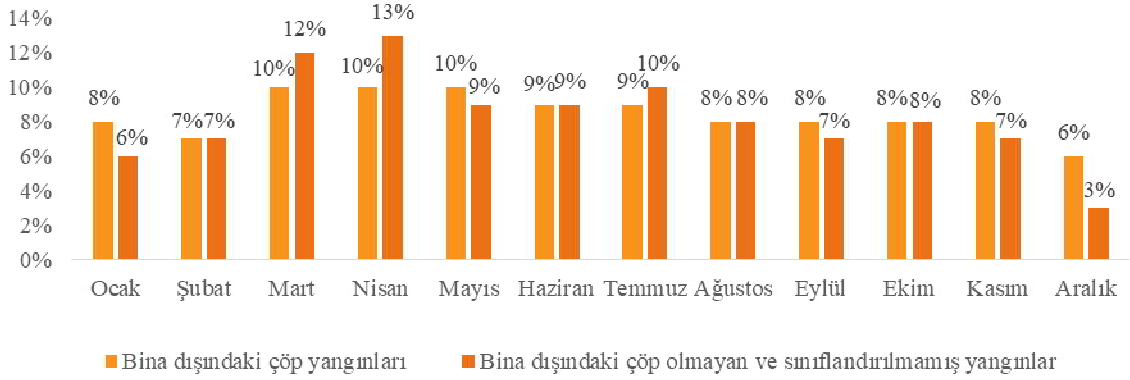


Şekil 2.14. Alevin yayılma derecesine göre 2011-2015 yılları arasındaki sanayi yapıları yangınları (Campbell, 2018)

Sanayi ve imalat alanlarında meydana gelen yangınlar, yüksek oranda bina dışı ve sınıflandırılmamış alanlarda oluşmaktadır. Sanayi yapılarında ve imalat mülklerindeki dışarıda meydana gelen yangınların %45'i çöplerden kaynaklanmaktadır. Bina dışında oluşan yangınlar mevsimsel özelliklere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Hava sıcaklığının düşük olduğu kasım-şubat ayları arasında, hava sıcaklığının yüksek olduğu mart-temmuz aylarına kıyasla çok daha az yangın olayı meydana gelmektedir (Campbell, 2018). Hava sıcaklığının yüksek olduğu mevsimlerde yanıcı maddeler, kuru havanın ve güneşin etkisiyle kolayca ısınarak tutuşabilmektedir. Tutuşan yakıt; çevredeki çöp, mevsimden ötürü kuru olan ağaç dalları, cansız otlar gibi maddelerin de tutuşmasına sebep olarak yangının çevreye kolayca yayılmasını sağlar. Hava sıcaklığının düşük ve yağışın olduğu mevsimde ise ısı kaynağı olan güneş çok etkili değildir ve yanıcı maddeler yağışın etkisiyle ıslak olduğu için kolayca tutuşma gerçekleşmeyecektir.

Sanayi tesislerinin dışında meydana gelen her 10 yangından 3'ü mart-mayıs ayları arasında meydana gelmiştir. Yangınların %10'u mart'ta ve %10'u nisan'da meydana geldiği en yoğun aylardır, aralık'ta %3 ve ocak'ta %6 ile yangınların en az meydana geldiği aylardır (Şekil 2.15) (Campbell, 2018).

Sanayi yapılarında dışarıdaki çöp ve çöp yangınlarının tutuşmasına katkıda bulunan en önemli faktör, atık bertaraf için kullanılan açık ateştir ve on yangından yaklaşık üçüne (%29) sebep olmuştur. Terk edilmiş veya atılan malzemeler, rüzgâr, tarım yanıkları gibi durumlar da yangınlara neden olmuştur (Campbell, 2018).



Şekil 2.15. 2011-2015 yılları arasındaki bina dışındaki ve sınıflandırılmamış yangınlar (Campbell, 2018)

Ülkemizde ise sanayi yangınlarına dair yayınlanmış detaylı istatistikler mevcut değildir. Ancak Kimya Mühendisleri Odasının 2017 yılından itibaren yayınlamış olduğu patlama raporu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığı'nın yayınları ve İzmir Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığı'nın yayınlarından sanayi yapılarında meydana gelen yangınlar hakkında genel verilere ve bir adet Organize Sanayi Bölgesi (X-OSB) İtfaiyesi'nden detaylı verilere ulaşılmıştır. Elde edilen veriler ile Türkiye'deki sanayi bölgelerinde olası yangın risklerine yönelik çıkarımlarda bulunulmuştur.

Kimya mühendisleri odasının yayınladığı Endüstriyel Yangın ve Patlamalar Raporuna göre ülkemizde 2018 yılında 436, 2019 yılında 541, 2020 yılında 493 olmak üzere 3 yıllık süreçte toplam 1.470 adet endüstriyel yangın ve patlama meydana gelmiştir. Bu olayların 1.327 tanesi sanayi yangınları, 143 tanesi ise sanayi yapılarındaki patlamadır ve gerçekleşen olaylar neticesinde 84 kişi hayatını kaybetmiş, 445 kişi yaralanmış, birçok kişi yangın sonucunda açığa çıkan duman, boğucu ve zehirleyici gazlardan etkilenerek tedavi görmüştür.

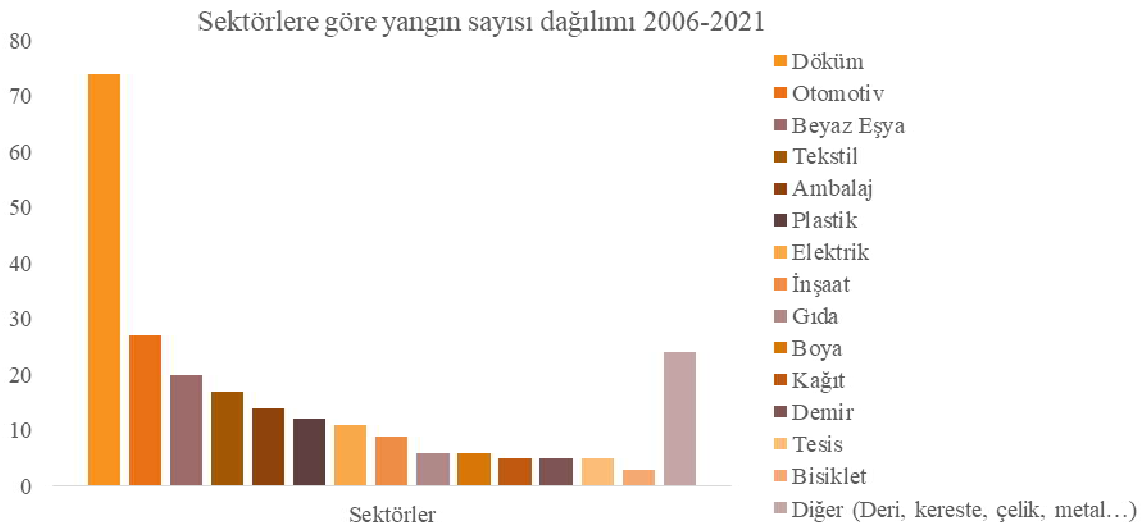
İstanbul'da 2015-2019 yılları arasındaki 5 yıllık periyotta toplam 819 sanayi yapısı yangını meydana gelmiştir ve yangınların başlamasına genel olarak sigara, elektrik, kasıtlı yakma, baca, kıvılcım sıçraması gibi durumlar sebep olmuştur (İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, İstatistikler 2020).

Sanayi yangın ve patlamaların büyük çoğunluğu sanayi tesislerinin yoğun olduğu kentlerde meydana gelmektedir. Sanayinin gelişmiş ve sayı olarak fazla sanayi tesisin bulunduğu Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde meydana gelen sanayi yangınları ülkedeki meydana

gelen olayların yaklaşık yüzde seksenini kapsamaktadır. (Endüstriyel Yangınlar ve Patlamalar 2017 Yılı Raporu, 2018) Toplam yangınların yaklaşık olarak %48 'ini Marmara Bölgesi'ndeki yangın ve patlamalar, yaklaşık %25'ini Akdeniz ve Ege Bölgeleri'ndeki yangın ve patlamaların toplamını oluşturmaktadır (Endüstriyel Yangınlar ve Patlamalar 2020 Yılı Raporu, 2021).

İzmir'de 2015-2020 yılları arasında toplam 386 sanayi yapısı-atölye-imalathane yangını gerçekleşmiştir. İzmir'de meydana gelen yangınlarda da İstanbul'daki yangınlara benzer olarak sigara, sigara izmariti, elektrik kısa devresi, açık ateş, kıvılcım gibi durumlar yangınlara sebep olmuştur (URL – 4).

X-OSB İtfaiye Müdürlüğünden elde edilen verilere göre; 2006-2021 yılları arasında çeşitli sektörlerde üretim yapan toplam 237 işletmede yangın çıkmıştır. Meydana gelen yangın olayları yoğun olarak döküm sektöründe üretim yapan sanayi yapılarında meydana gelmiştir. Bu yıllar arasında meydana gelen 237 sanayi yapısı yangınında 74 döküm, 27 otomotiv, 20 beyaz eşya, 17 tekstil sektörüne ait sanayi yapısında yangın meydana gelmiştir. Bu sektörleri takip eden sırasıyla ambalaj, plastik, elektrik, inşaat, gıda, boya, kâğıt demir ve bisiklet sektörlerinde üretim yapan sanayi yapılarında da yangınlar meydana gelmiştir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. 2006-2021 yılları arasında X OSB' de meydana gelen yangınların sektörlere göre dağılımı (X OSB İtfaiye Müdürlüğünden elde edilen veriler ile yazar tarafından hazırlanmıştır.)

Kimya Mühendisleri Odası (KMO) raporuna göre 3 yıllık süreçte tespit edilen yangın ve patlamaların gerçekleştiği tekstil, metal, ağaç, kağıt, mobilya, plastik ve gıda sektörlerinde faaliyet gösteren sanayi tesislerinde yoğun olduğu görülmektedir. 2018 yılında tekstil, 2019 yılında metal, 2020 yılında ise ağaç, kağıt, mobilya sektörleri sanayide en çok yangın ve patlama olan sektörler olarak karşımıza çıkmaktadır. 3 yıllık periyotta tekstil sektöründe 266 (% 18) , ağaç-kağıt-mobilya sektöründe 244 (% 16) , metal sektöründe 228 (% 15), plastik-kauçuk sektöründe 160 (%11), gıda sektöründe 152 (%10) adet yangın gerçekleşmiştir. Söz konusu sektörler üretimde önemli bir paya sahip olmasından ve kullanılan maddelerden dolayı yangın olayları daha sık görülmektedir (Endüstriyel Yangınlar ve Patlamalar 2020 Yılı Raporu, 2021).

X-OSB İş Sağlığı ve Güvenliği bağlamında yapılan çalışmalar kapsamında elde edilen veriler incelendiğinde bölgede bulunan sanayi yapılarına ait sektör gruplarına göre tehlike sınıflandırılmasına ulaşılmıştır (Çizelge 2.9).

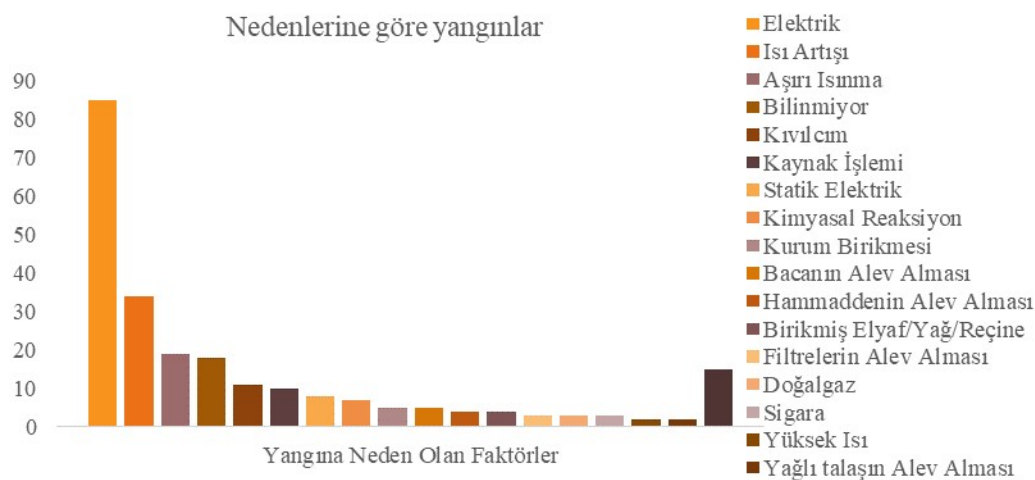
Çizelge 2.9. Sektörlere göre fabrikaların tehlike analizi (X-OSB’ den elde edilen veriler ile yazar tarafından hazırlanmıştır.)

Sektör Adı	Az Tehlikeli	Tehlikeli	Çok Tehlikeli
Diğer ulaşım araçları imalatı		3	
Elektrikli Teçhizat İmalatı		26	2
Fabrikasyon Metal Ürünleri İmalatı		47	11
Kauçuk ve Plastik Ürünleri İmalatı		30	
Başka Yerde Sınıflandırılmamış Makine ve Ekipman İmalatı		18	7
Ana Metal Sanayi		5	6
Kimyasalların ve Kimyasal Ürünlerin İmalatı			5
Diğer Metalik Olmayan Mineral Ürünlerin İmalatı		6	8
Motorlu Kara Taşıtı, Treyler ve Yarı Treyler İmalatı		19	
Kağıt ve Kağıt Ürünleri İmalatı		2	1
Gıda Ürünleri İmalatı	5	2	
Tekstil Ürünlerinin İmalatı		5	1
Diğer İmalatlar		2	
Ağaç ve Ağaç Ürünleri ve Mantar Ürünleri İmalatı		1	1
Kayıtlı Medyanın Basılması ve Çoğaltılması		6	
Bilgisayarların, Elektronik ve Optik Ürünlerin İmalatı		2	
Büro yönetimi, büro destek ve iş destek faaliyetleri		1	
Tütün Ürünleri İmalatı - Tarım Ormancılık		2	

Bu sınıflandırmaya göre sanayi bölgesinde farklı sektörlere ait 7 az tehlikeli, 175 tehlikeli ve 42 çok tehlikeli tesis olduğu tespit edilmiştir. Çok tehlikeli ve tehlikeli sınıflandırmasında yoğun olarak bulunan sektör metal ürünleri imalatı iken az tehlikeli sınıfında yoğun olarak gıda ürünleri imalatı sektörü yer almaktadır.

Sanayide meydana gelen yangınların en yaygın sebebi diğer yangınlarda da olduğu gibi elektrik kaynaklı yangınlardır. Sanayi yapıları, sürekli aktif üretimin yapıldığı tesisler olduğundan dolayı yoğun ve sürekli olarak elektrik tüketimi söz konusudur. Bu duruma bağlı olarak elektrik kaynaklı yangın riskleri de artmaktadır. Elektrik kaynaklı yangınlardan sonra en yaygın ikinci sebep ise ısı artışı ve aşırı ısınmadır. Bu durum ise üretimde sürekli kullanılan cihaz, alet ve ekipmanlardaki ısı artışı sebebiyle, bu ekipmanların ısı kaynağı görevi görmesi ve yangına sebebiyet vermesinden dolayı ortaya çıkmaktadır.

Kaynak işlemleri gibi sıcak işler; pompalama, püskürtme gibi işlemler esnasında oluşan statik yüklenme ve statik elektrik; üretimde kullanılan çeşitli kimyasal maddelerin birbirleriyle ya da hava ile reaksiyonu gibi durumlar da yangınlara sebep olmaktadır. Bacalarda kurum birikmesi, üretimde kullanılan ya da depolanan ham maddeler, birikmiş elyaf, yağ, reçineler ve talaşlar, sigara kullanımı ve izmaritler yangın risklerini arttırmaktadır. Bu durumlar genellikle insan kaynaklı tedbirsizlik ya da dikkatsizlik nedeniyle ortaya çıkarak yangınlara sebep olmaktadır (Şekil 2.17).

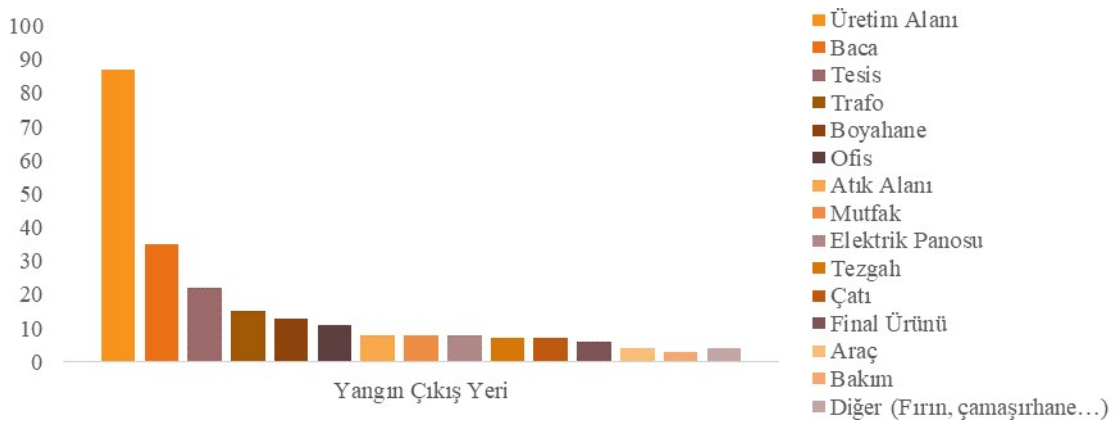


Şekil 2.17. Sanayi yapılarında yangına neden olan faktörler (X-OSB İtfaiye Müdürlüğünden elde edilen veriler ile yazar tarafından hazırlanmıştır.)

KMO' nun yaptığı araştırmaya göre 2018-2020 yıllarında meydana gelen yangın ve patlamalarda tutuşturma kaynağı tespit edilebilen olaylarda sırasıyla elektriksel kıvılcım, mekanik kıvılcım ve aşırı ısınmadan kaynaklı olaylar önde gelmektedir.

Yangına sebep olan unsurların ortadan kaldırılması için elektrik tesisatlarının ve tesiste kullanılan çeşitli ekipmanların periyodik bakım ve kontrollerinin sağlanması gerekmektedir. Ayrıca risk taşıyan ekipmanların kullanımında iş güvenliğine uygun olarak daha kontrollü ve gerekli izin süreçlerine uyulması yangın güvenliğinde büyük önem taşımaktadır (KMO, 2020).

Sanayi yapılarında yangınların meydana geldiği en yaygın bölüm ise üretim alanlarıdır. Bu alanlarda üretimde kullanılan makine ve ekipmanların yoğunluğu, hammaddeler, yoğun elektrik tüketimi ve diğer alanlara göre daha yoğun çalışan olmasından kaynaklı olarak yangınların en çok gerçekleştiği bölümlerdir. Makine ve ekipmanlar, elektrik kaynakları ve süreçte uygulanan sıcak işlemler ısı kaynağı görevi görürken, üretim alanında işlem görecekt olan hammadde yanıcı madde olarak yangın üçgeninde yerini almaktadır. Ayrıca çalışanların bu bölümlerde daha fazla olması insan kaynaklı yangın risklerini de arttırmaktadır. Bacalarda kurum birikmesi ve bacanın alev alması, trafolardaki elektrik yükleri, boyahanelerdeki yanıcı sıvıların bulunması gibi sebeplerden ötürü bu bölümler de sanayi yapılarındaki yaygın yangın çıkış yerleri olarak ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.18).

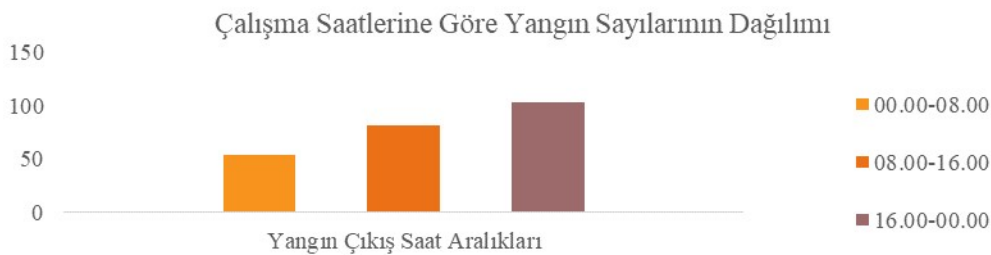


Şekil 2.18. Sanayi yapılarında meydana gelen yangınların çıkış yerleri (X OSB İtfaiye Müdürlüğünden elde edilen veriler ile yazar tarafından hazırlanmıştır.)

KMO Raporuna göre ise 2018-2020 yıllarını kapsayan periyotta meydana gelen sanayideki yangın ve patlamaların büyük bir bölümü depolama alanlarında atık ve geri dönüşüm

tesislerinde olduğu tespit edilmiştir (KMO, 2020). Depolama alanlarında çeşitli malzemelerin, büyük miktarlarda bir arada bulunmasından kaynaklı olarak yangın riskleri ortaya çıkmaktadır. Depolanan malzemelerin uygun koşullarda saklanması ve temas durumunda risk oluşturabilecek malzemelerle durumuna dikkat edilerek düzenli bir şekilde stoklanması gerekmektedir. Deponun stoklama koşulları, düzen durumu ve havalandırma şartları karşılaşılabilecek tüm risklere karşı uygun olmalıdır. Özellikle yanıcı maddelerin depolanmasında gerekli olan tüm özel güvenlik koşullarının sağlanması yangın risklerine karşı büyük önem taşımaktadır.

Sürekli üretimin olmasından dolayı sanayi yapılarında her saat aktif alanlar bulunmaktadır. Bu sebeple üretimden kaynaklı yangınlar günün her saatinde meydana gelebilmektedir. Ancak X-OSB İtfaiye Müdürlüğü ile yapılan görüşmelerden elde edilen bilgilere göre sanayi yapılarındaki insan kaynaklı yangınlar genellikle vardiya değişim saatleri ya da tatil öncesi zaman dilimlerinde meydana gelmektedir. Kişiler mesai yorgunluğu, yorgunluktan kaynaklı dikkatsizlik ve umursamazlık gibi sebeplere bağlı olarak yangınlara sebep olabilmektedir. Vardiya saatlerine göre yangınlar tasniflendiğinde en yoğun olarak 16.00-00.00 arasındaki zaman diliminde, en az 00.00-08.00 saatler arasındaki çalışma süreçlerinde meydana gelmiştir (Şekil 2.19).

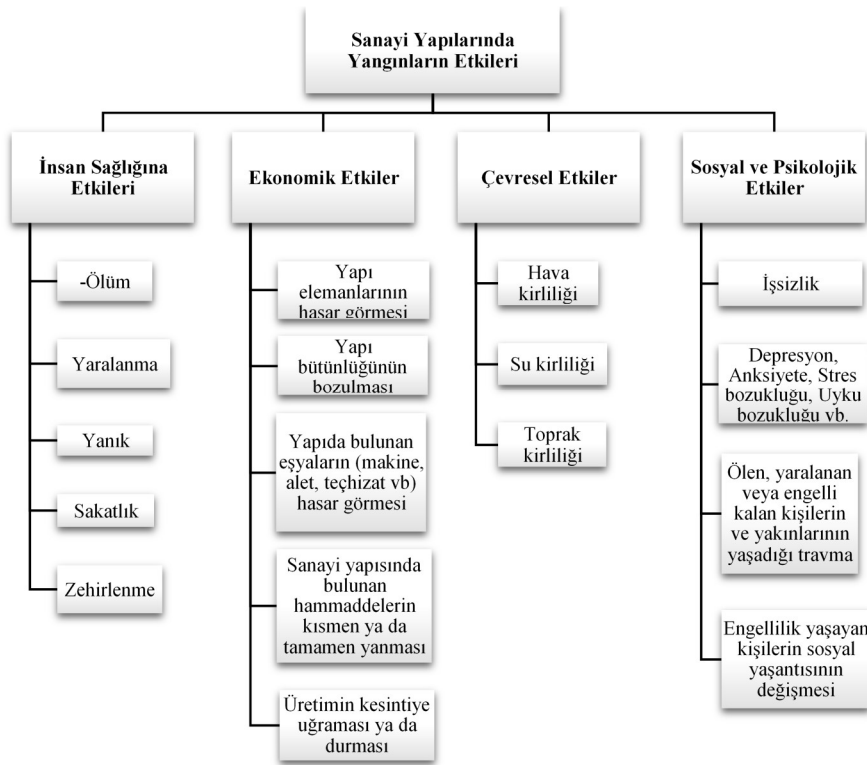


Şekil 2.19. Çalışma saatlerine göre sanayi yapılarında çıkan yangınların dağılımı (X OSB İtfaiye Müdürlüğünden elde edilen veriler ile yazar tarafından hazırlanmıştır.)

KMO' nun yaptığı araştırma sonucunda sanayi yapılarındaki yangın ve patlamalara ait vaka sayılarının hafta içi ve hafta sonu günlerinde birbiriyle yakın değerlerde olduğu görülmektedir (Endüstriyel Yangınlar ve Patlamalar 2020 Yılı Raporu, 2021). Hafta içi ya da hafta sonu çalışma akışına bağlı olacak bu değerler firmaların çalışma düzenine ve kişi sayısına göre değişkenlik göstermektedir. Ancak genel verilere bakıldığında hafta sonu vaka sayılarının hafta içi değerlerine yakın olmasından dolayı hafta sonları da aynı tedbirlerin sürdürülmesi gerekmektedir.

2.3.4. Sanayi yapılarında yangınların etkileri

Yangın olayı birçok kötü olayla sonuçlanabilir ve bu sonuçların etkileri uzun vadeli olarak sürebilir. Bir yangın felaketinin sonuçları için insan sağlığına etkileri, çevresel etkiler, ekonomik etkiler ve sosyal etkiler olmak üzere 4 ayrı sınıflandırma yapılabilir (Şekil 2.20). Söz konusu felaketin çıktıları tipik olarak can güvenliği ve mal kaybı olarak değerlendirilir. Ancak yangın olayının kısa ve uzun vadede doğal çevre üzerinde ayrıca dolaylı ya da doğrudan sosyal açıdan da olumsuz etkileri olabilir.



Şekil 2.20. Sanayi yangınlarının etkileri

Yangın olayında yaralanma, sakatlanma, yanık ya da zehirlenme gibi insan sağlığı üzerinde istenmeyen sonuçlar ve can kaybı meydana gelebilir. Olay esnasında meydana gelen sakatlık ve yaralanmalar tahliye sürecindeki panik ve korkudan kaynaklı olabilmektedir. Ayrıca yanmadan kaynaklı olarak yapının hasar görmüş elemanları yapı içindeki kişiler için tehlike oluşturarak çeşitli yaralanma ve sakatlanmalara sebep olabilmektedir. Binada mahsur kalan kişiler ya da kurtarma ekipleri açık alev veya sıcak havadan kaynaklı yaralanmalar yaşayabilmektedir. Maruz kalınan sıcaklık ve süreye göre 1. 2. 3. ve 4. derece olarak farklı hasar düzeylerindeki yanıklara sebep olmaktadır (Jevtić, 2014).

Yangında ölüme sebep olan en yaygın neden ortamda oluşan toksisiteden kaynaklı zehirlenmelerdir. Karbondioksit, karbon monoksit ve çeşitli zehirli boğucu gazlar ve tahriş edici maddeler solunumu engelleyerek zehirlenmeye sebep olmaktadır ve yangınlardaki ölümlerin başlıca nedenleridir. Yangın atıkları; boğucu gazlar, sıvı damlacıklar, duman içindeki katı parçacıklar ve tahriş edici maddelerden meydana gelen bir karışımdır. Karışım içeriğindeki gazın çeşidi ve duman içindeki partiküller yanan maddeye göre değişkenlik gösterir. Yangın atıklarının içeriğinde yer alan tahriş edici maddelere maruziyet sonucunda duyuşal tahriş ve akciğer iltihaplanması gibi sonuçlar meydana gelebilmektedir (Purser, 2016a). Yangınlarda yüksek konstrasyonda CO, HCN, CO₂ ve düşük seviyedeki O₂ boğucu gazlar olarak listelenmektedir. Karbon monoksit (CO), yangın olaylarında açığa çıkan gazlar arasında en yaygın zehirli gaz ve ölüm sebebidir. CO renksiz, kokusuz ve tatsız olmasından dolayı tespiti zor olan zehirli bir gazdır (Bowes, 1976; Jevtić, 2014; Purser, 2016a).

Yangınların insan sağlığı üzerindeki etkileri ve ekonomik etkilerine ek olarak kısa ve uzun vadeli olmak üzere farklı süreçlere yayılarak hava, su ve toprak kalitesini olumsuz etkileyen çevresel etkileri de vardır. Kısa vadeli etkiler, olayın hemen akabinde yangın alanındaki ve yakın çevresindeki alanlarda yoğunlaşarak bu alanlardaki kişilerin maruz kaldığı olumsuz sonuçlardır. Söz konusu yakın çevre yangın bulutu bölgesi ve su akışı bölgesi içindeki alanı kapsar. Alan, nitrojen oksit, kükürt oksit, bazı metaller, halojenli asitler ve partiküllere maruz kalarak çevresel kirlenme meydana gelebilir ancak bu etkilerin azaltılması, artışının ve yayılmasının önlenmesi daha kolay olabilir (Martin, Tomida, & Meacham, 2015).

Uzun vadeli etkiler ise hemen fark edilemeyen ve etkilerinin belli bir süre geçtikten sonra hissedildiği olumsuz sonuçları içerir. Yangın sırasında açığa çıkan tehlikeli maddeler yangın alanındaki su kaynaklarını ve toprağı etkileyerek kirlenmesine sebep olabilir (Martin et al., 2015).

Yangının söndürölmesi için kullanılan söndürücüler doğru muhafaza edilmediğinde ya da artırılmadığında çevre su kaynaklarına toksik maddelerin yayılmasına sebep olabilir. Ayrıca yangın dumanındaki yanma ürünlerinin havadan yağışla suya karışması sonucunda su kontaminasyonu meydana gelebilir (Martin et al., 2015; Purser, 2016b).

Yangından dolayı açığa çıkan duman bulutu ve içeriğindeki inorganik gazlar, uçucu organik bileşikler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar ve dioksinler hava kirliliğine sebep olmaktadır (Martin et al., 2015).

Toprak üzerindeki etkiler, uzun vadeli etkiler olduğundan dolayı hava ve su kaynakları üzerindeki etkilerden çok daha sonra ortaya çıkar. Toprak kirlenmesi, yangın dumanının havayı kirletmesiyle havada biriken tehlikeli maddelerin havadan toprağa yağışla geçmesi sonucunda ya da yangın söndürme sonucunda oluşan toksik madde içeren atık suların toprağa karışması sonucu meydana gelir (Martin et al., 2015).

Yangın olayı, yapı elemanlarına, yapı malzemelerine, yapı sistemlerine ve yapı içinde bulunan eşyalara zarar vererek maddi hasarlara sebep olabilir. Sanayi yapılarında yangının etkileri normal bir yapıya göre daha fazla olmaktadır. Yapının bütünlüğü, yapı malzemesi, yapı elemanlarının zarar görmesinin yanı sıra iş akışının ve üretimin kısmen ya da tamamen durmasıyla ve sermaye ve stok kaybı nedeniyle ciddi ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. İş akışının ve üretimin durması sebebiyle belli süreli ya da süresiz işsizlikler meydana gelerek genel anlamda ülkenin ekonomik durumunu da etkileyen bir durum ortaya çıkabilmektedir.

Sosyal ve psikolojik açıdan da yangın afetinin önemli sonuçları vardır. Yangına doğrudan maruz kalanlar ve dolaylı olarak etkilenenler de bu bağlamda ciddi sorunlar ile karşı karşıya kalmaktadır. Yangınlardan sonra bozulan düzen ve ekonomik durum sosyal yaşantıyı olumsuz yönde etkileyerek hayatın olağan akışını bozabilmektedir. Depresyon, anksiyete, stres bozukluğu gibi psikolojik sorunlarla karşılaşmaktadır. Yangının sebep olduğu olumsuz ekonomik etkiden ya da yangına maruz kalan kişilerin sağlık durumunun bozulmasından kaynaklı olarak ortaya çıkan işsizlikler ve buna bağlı olarak sosyal sorunlar oluşmaktadır. Çizelge 2.10' da sanayi tesislerinde yer alan yapılarda yangın risk nedenleri, yayılma alanları, tehdiye maruz kalanlar ve yangın etkileri özetlenmiştir.

Çizelge 2.10. Sanayi tesislerinde yer alan yapılarda yangın risk nedenleri, yayılma alanları, tehdiye maruz kalanlar ve yangın etkileri

MEKÂN	RİSK NEDENİ	YAYILMA ALANI	KİM / NE İÇİN RİSK	ETKİLERİ
YÖNETİM				
Yönetici ofisleri	-Mobilyalar -Tekstil kaplama -Deri Kaplama -Dekorasyon ürünleri -Elektrik Tesisatı -Elektrikli aletler	Bütün işlevlerin aynı yapı içinde olması durumu -Yönetim birimleri -Sosyal birimler -Servis hacimleri -Üretim birimleri Birimlerin bağımsız yapılarda olması durumu -Yönetim birimleri -Sosyal birimler	-Çalışanlar -Hammaddeler -Makine -Yapı elemanları -Yapı malzemeleri -Yapı bütünlüğü	1.İnsan Sağlığına Etkisi 2.Ekonomik Etki
Açık ofis	-Mobilyalar -Tekstil kaplama -Deri Kaplama -kırtasiye malzemeleri -Elektrik Tesisatı -Elektrikli aletler		-Çalışanlar -Yapı elemanları -Yapı malzemeleri -Yapı bütünlüğü	1.İnsan Sağlığına Etkisi 2.Ekonomik Etki
Toplantı Odası	-Mobilyalar -Tekstil kaplama -Deri Kaplama -Elektrik Tesisatı -Elektrikli aletler		-Çalışanlar -Yapı elemanları -Yapı malzemeleri -Yapı bütünlüğü	1.İnsan Sağlığına Etkisi 2.Ekonomik Etki
Ar-Ge Laboratuvarı	-Yanıcı/parlayıcı sıvı -Yanıcı/parlayıcı gaz -Mobilyalar -Elektrikli cihazlar -Yetersiz havalandırma -Statik elektrik yüklenmesi -Elektrik tesisatı		-Çalışanlar -Yapı elemanları -Yapı malzemeleri -Yapı bütünlüğü	
Arşiv	-Elektrik Tesisatı -Kağıt, kitap vb. -Kırtasiye malzemeleri		-Evrak, proje vb. -Yapı elemanları -Yapı malzemeleri -Yapı bütünlüğü	1.Ekonomik Etki
SOSYAL ALANLAR				
Seminer salonu	-Mobilyalar -Kırtasiye malzemeleri -Tekstil kaplama -Elektrik Tesisatı	Bütün işlevlerin aynı yapı içinde olması durumunda -Sosyal birimler -Yönetim birimleri -Servis hacimleri -Üretim birimleri	-Çalışanlar -Yapı elemanları -Yapı malzemeleri -Yapının bütünlüğü	2.İnsan Sağlığına Etkisi
Dinlenme Alanı	-Mobilyalar -Tekstil kaplama -Elektrik Tesisatı -Mobilyalar	Birimlerin bağımsız yapılarda olması durumunda -Sosyal birimler -Yönetim birimleri -Servis hacimleri	-Çalışanlar -Yapı elemanları -Yapı malzemeleri -Yapının bütünlüğü	3.Ekonomik Etki
Yemekhane				
Kantin				
Sağlık hizmeti				
ÜRETİM ALANLARI				
Mal Girişi	-Hammaddeler -Ambalajlar	Bütün işlevlerin aynı yapı içinde olması durumu -Üretim birimleri -Yönetim birimleri -Sosyal birimler -Servis hacimleri Birimlerin bağımsız yapılarda olması durumu -Mal Girişi - Depolama Alanı	-Çalışanlar -Hammaddeler -Yapı elemanları -Yapı malzemeleri -Yapı bütünlüğü	1.Ekonomik Etki

Çizelge 2.10. (Devam) Sanayi tesislerinde yer alan yapılarda yangın risk nedenleri, yayılma alanları, tehdiye maruz kalanlar ve yangın etkileri

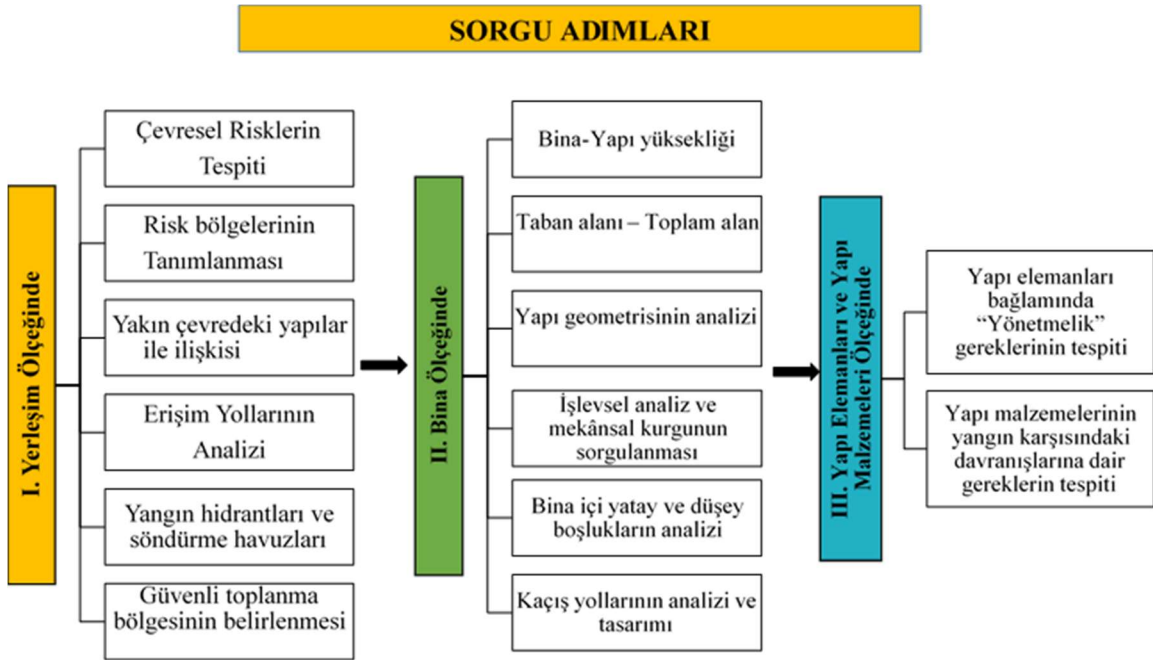
MEKÂN	RİSK NEDENİ		YAYILMA ALANI	KİM / NE İÇİN RİSK	ETKİLERİ
ÜRETİM ALANLARI					
Hammadde Depolama	Yanıcı madde	-Hammaddeler; yanıcı/parlayıcı sıvı, şeker ve yağ içeren gıda maddeleri, ahşap malzemeler, -Ambalaj malzemeleri -Paletler -plastik ve ahşap depolama yardımcıları	Bütün işlevlerin aynı yapı içinde olması durumu -Üretim birimleri -Yönetim birimleri -Sosyal birimler -Servis hacimleri	-Çalışanlar -Hammaddeler -Yapı elemanları -Yapı malzemeleri -Yapının bütünlüğü	1.Ekonomik Etki -Hammadde ve ürünlerin yanması -Yapının hasar görmesi ya da kullanılamayacak hale gelmesi -Üretimin kısmen ya da tamamen durması -İş kaybı 2.İnsan Sağlığına Etki 3.Çevresel Etki 4.Sosyal Etki
	Isı kaynağı	-Paletleme makineleri -Statik elektrik yüklenmesi -Elektrik tesisatları	Birimlerin bağımsız yapılarda olması durumu - Depolama Alanı		
	Uygulama Hataları: Aşırı stoklama - Yüksek raflı depolama - Yanlış sınıflandırma				
Üretim ve Kontrol	Yanıcı madde	-Hammaddeler -Yanıcı/parlayıcı sıvı -Yanıcı/parlayıcı gaz -Yanıcı kimyasallar -Şeker ve yağ içeren gıda maddeleri -Toz birikintileri - Kâğıt ve ağaç talaşları -Plastik/kauçuk -Tekstil parçaları	Bütün işlevlerin aynı yapı içinde olması durumu -Üretim birimleri -Yönetim birimleri -Sosyal birimler -Servis hacimleri	-Çalışanlar -Hammaddeler -Makine ve cihazlar -Yapı elemanları -Yapı malzemeleri -Yapının bütünlüğü	1.İnsan Sağlığına Etkisi -Can kaybı -Yaralanma /sakatlanma -Zehirlenme -Dumandan etkilenme 2.Ekonomik Etki -Hammadde ve ürünlerin yanması -Makinelerin zarar görmesi/ kullanılamayacak hale gelmesi -Yapının hasar görmesi/ kullanılamayacak hale gelmesi -Üretimin kısmen ya da tamamen durması -İş gücü kaybı 3.Çevresel Etki -Hava kirliliği; Zehirli gaz ve duman salınımı -Su kirliliği 4.Sosyal Etki -Psikolojik travma -İşsizlik
	Isı kaynağı	-İş makinaları -Elektrikli Ekipmanlar -Sıcak İşler (kaynak vb.) -Açık alevli Ekipmanlar -Sıcak kanallar -Sıcak yüzeyler -Statik yüklenme -Elektrik Tesisatı -Bakımsız donanım	Birimlerin bağımsız yapılarda olması durumunda - Üretim Alanı		
	Diğer	-Kendiliğinden tutuşma -Kundaklama			
Mamul Depolama	-Mamul; tekstil ve yumuşak mobilyalar, kâğıt ürünleri		Bütün işlevlerin aynı yapı içinde olması durumu -Üretim birimleri -Yönetim birimleri -Sosyal birimler -Servis hacimleri Birimlerin bağımsız yapılarda olması durumu - Depolama Alanı	-Çalışanlar -Malzemeler	1.Ekonomik Etki

Çizelge 2.10. (Devam) Sanayi tesislerinde yer alan yapılarda yangın risk nedenleri, yayılma alanları, tehdiye maruz kalanlar ve yangın etkileri

MEKÂN	RİSK NEDENİ		YAYILMA ALANI	KİM / NE İÇİN RİSK	ETKİLERİ
ÜRETİM ALANLARI					
Mal çıkışı	-Mamul; tekstil ve yumuşak mobilyalar, kağıt ürünleri		Bütün işlevlerin aynı yapı içinde olması durumu -Üretim birimleri -Yönetim birimleri -Sosyal birimler -Servis hacimleri Birimlerin bağımsız yapılarda olması durumu -Depolama Alanı - Mal Çıkışı	-Çalışanlar -Malzemeler	1.Ekonomik Etki
SERVİS HACİMLERİ					
Mutfak	Yanıcı madde	-Yemeklik yağlar -Çakmaklar -şeker kaplı tahıl ve tereyağı gibi şeker ve yağ içeren gıda maddeleri; - atık ürünler -Temizlik ürünleri -Kâğıt ürünler	Bütün işlevlerin aynı yapı içinde olması durumunda -Servis hacimleri -Sosyal birimler -Yönetim birimleri -Üretim birimleri	-Çalışanlar -Yapı elemanları -Yapı malzemeleri -Yapının bütünlüğü	1.İnsan Sağlığına Etkisi 2.Ekonomik Etki
	Isı Kaynağı	-Ocak -Fırın -Isıtıcılar -Sıcak Yüzeyler	Birimlerin bağımsız yapılarda olması durumunda		
WC	-Sigara -Elektrik tesisatı -Temizlik ürünleri		-Servis hacimleri -Sosyal birimler -Yönetim birimleri		
Soyunma odası / Duş					
Temizlik Oda.					
TEKNİK VE SOSYAL ALTYAPI DONATILARI					
Atölye	-Sigara -Elektrik tesisatı			-Çalışanlar -Yapı elemanları -Yapı malzemeleri -Yapının bütünlüğü	1.İnsan Sağlığına Etkisi 2.Ekonomik Etki 3.Çevresel Etki
Spor alanları					
Otopark					
Güvenlik					
Trafo					

2.3.5. Sanayi yapılarında meydana gelen örnek yangın analizleri

Geçmişte yaşanmış olaylardan edinilen bilgi, birikim ve deneyimler olaylara karşı daha etkin çözümler üretilmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda sanayi yapılarında gerçekleşebilecek yangınların başlaması, büyümesi ve yayılması hususlarının mimari tasarım ile ilişkisinin incelenmesi ve potansiyel riskler ile risk bölgelerinin tespit edilerek tanımlanabilmesi amacıyla sorgu adımları oluşturulmuştur. Sorgu adımlarının geliştirilmesi sürecinde yapı çevrelerde yangın güvenliği üzerine literatürde var olan akademik çalışmalar, ilgili yönetmelikler ve standartlar sistematik bir şekilde incelenmiş, yangın olaylarının yaşandığı sanayi yapıları analiz edilmiş ve elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Yerleşim ölçeği, bina ölçeği, yapı elemanı ve malzemesi ölçeği olmak üzere 3 ana başlık altında geliştirilen sorgu adımlarının yangına güvenli mimari tasarım süreçlerinde dikkate alınması ve çözüm geliştirilmesi gereken alanları ortaya koyması hedeflenmiştir (Şekil 2.21).



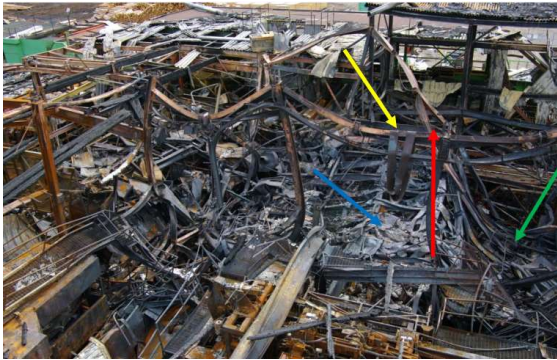
Şekil 2.21. Yangın risk analizi için sorgu adımları

Geliştirilen sorgu adımları ile Dünya’da ve Türkiye’de meydana gelmiş olan 5 adet sanayi yapısı yangınları incelenmiş ve mimari tasarımdan gelen hataların etkileri ortaya konmuştur (Çizelge 2.11-2.15).

Çizelge 2.11. Lakeland Mills Ltd. Kereste Fabrikası yangını analizi

LAKELAND KERESTE FABRİKASI (WorkSafeBC, 2014) (BCSafetyAuthority, 2012)		ÖRNEK 1	
Yeri	River Road Prince George, BC Kanada		
İşlev	Kereste Üretimi		
İçerik	Planya değirmeni, fırınlar, saplama ve filtre üniteleri içeren bir kompleks		
Toplam Yapı Alanı	59.000 m²		
Taşıyıcı Sistem	Çelik		
Havalandırma Sistemi	Doğal Havalandırma - Mekanik Havalandırma		
Kullanıcı Sayısı	Kompleks: 200 kişi, Fabrika: 95		
Yerleşim Planı	Zemin Kat (Bodrum olarak adlandırılmış): Atık konveyörleri - öğütücüler - bakım atölyeleri Birinci Kat: Ana işletme katı - Makine merkezleri		
Vardiya Sistemi	<u>Üretim Vardiyaları</u> ▼ Pazartesi-Perşembe Gündüz: 05.30-16.00 Öğleden sonra: 16.30-03.00 Hafta sonu Gece: 17.00-05.00 Cuma- Pazar ▲ (Üretim ve bakım vardiyaları) Gündüz: 06.00-18.00 <u>Bakım Vardiyaları</u> Pazartesi-Perşembe Gündüz: 06.00-16.00 Öğleden sonra: 16.00-22.00 Hafta sonu Gece: 22.00-07.30 <u>Elektrikçi Vardiyaları</u> (Her gün toplam 3 vardiya) 05.00-15.00, 07.00-17.00, 17.00-03.00		
Üretim Süreci	- Fabrikaya gelen kütükler 2 kabuk soyucuda soyulur. - Eğim masasında gerekli uzunlukta kesilir. - Kesilen bloklar durumlarına göre elemekten geçerek sınıflandırılır. - Bu işlemlerin sonucunda yoğun miktarda odun artıkları oluşur. - Artıklar konveyörler ile değirmene taşınır ve öğütülür. - Bodrum katta yer alan parçalayıcı talaş haline getirdi. - Talaşlar daha sonra, bodrum katında atık konveyörüne taşındı. - Çeşitli elekler ve transfer konveyörleri, atık malzemeleri ya levha parçalayıcıya ya da kereste fabrikası binasının dışında kuzeyde bulunan çeşitli depolama kutularına ayrılır.		
YANGIN OLAYI			
Olayın Tarihi - Saati	23 Nisan 2012 - 21.38 (Yemek molası zamanı)		
Yangın Nedeni	Başlangıç: Kereste fabrikasının çeşitli alanlarında yangınla sonuçlanan bir patlama Yakıt: Odun tozu birikimleri Olası Isı Kaynakları: Elektrikli ışık tertibatları, elektrikli ekipman ve kablolar		
Yangın Noktası	Tesisin bodrum katının kuzey doğusu		
Yangın Seyri ve Büyüklüğü	- Gerçekleşen patlama ile kuzeydeki filtre ünitesinin yanması - Geçiş bölümlerinin kırılması, yangın ve patlama basıncının kanallar vasıtasıyla batı tarafındaki bodrum alanlarına ve ayrıca atık oluklarından işletme katına ulaşması - Toz toplama sistemi kanalının kereste fabrikasının iki noktasında ciddi şekilde kırılması		
Yangın Bilançosu	Ölüm	Yaralanma	Maddi Hasar
	2	22	Fabrika kullanılamaz hale geldi.

Çizelge 2.11. (Devam) Lakeland Mills Ltd. Kereste Fabrikası yangını analizi

LAKELAND KERESTE FABRİKASI (WorkSafeBC, 2014) (BCSafetyAuthority, 2012)		ÖRNEK 1
OLAY YERİ FOTOĞRAFLARI		
		
Resim 1	Resim 2	
		
Resim 3	Resim 4	
		
Resim 5	Resim 6	
		
Resim 7	Resim 8	

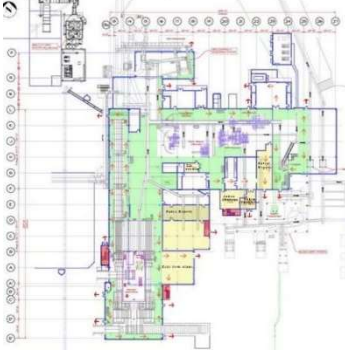
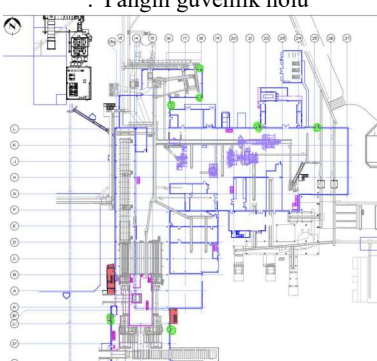
Çizelge 2.11. (Devam) Lakeland Mills Ltd. Kereste Fabrikası yangını analizi

LAKELAND KERESTE FABRİKASI (WorkSafeBC, 2014) (BCSafetyAuthority, 2012)		ÖRNEK 1
SORGU ADIMLARI	KAPSAM	
I. Yerleşim Ölçeğinde	a. Konuma bağlı çevresel risklerin tespiti	<u>a.1. Hakim rüzgar yönüne bağlı olarak binaların risk sınıfları açısından yerleşim planının uygunluğunun incelenmesi</u> Prince George bölgesindeki hâkim rüzgâr yönü yıl boyunca değişiklik gösterdiği için yerleşim planının uygunluğu incelenememiştir. https://tr.weatherspark.com/y/1016/Prince-George-Kanada-Ortalama-Hava-Durumu-Y%C4%B1l-Boyunca
	b. Risk bölgelerinin tanımlanması	<u>b.1. İşlevsel risk gruplarına bağlı olarak binaların risk sınıflarının belirlenmesi</u> Kereste Fabrikası: Orta Tehlike -4 / Fırınlr: Orta Tehlike 2 / Değirmenler ve Mağaza: Orta Tehlike-3 <u>b.2. Risk sınıflarına bağlı olarak güvenlik bölgelerinin incelenmesi</u> Yapıların çevresinde kalan boş alanlarda malzeme depolamasının yapılması yangın riski oluşturacağı ve alan için güvenli bölge olarak tanımlanacak bir alanın mevcut olmadığı sonucuna varılmıştır.
	c. Yakın çevredeki yapılar arası ilişkisi düzeylerinin belirlenmesi	<u>c.1. Yapılar arasındaki mesafelerin analizi</u> Kereste fabrikası binası bitişik nizam - <i>Şartnameye göre çekme mesafeleri sınır değerler içinde</i> Kereste fabrikası-Fırın: 16 m Kereste fabrikası-Planarya Değirmeni: 58 m Kereste fabrikası-Filtre Ünitesi: Kuzey cepheden bağlantı boruları mevcuttur. Kereste fabrikası-Mobil Mağaza: 140 m <u>c.2. Yapılar arasında işlevden ve yapı kabuklarından doğan risklerin tespiti (Isı, alev ve duman yayılım potansiyelinin incelenmesi)</u> Yangının ilk olarak fabrikaya kanallar ile bağlantılı olan filtre ünitesine sıçraması
	d. Erişim yollarının analizi	<u>d.1. Yapıya her cephesinden erişim yollarının varlığının incelenmesi</u> Kuzey: Erişim var, bir kısmında filtre ünitesi var. Güney: Erişim var ancak kereste depolaması yapılmış Doğu: Kereste depolaması yapılmış Batı: Erişim var. <u>d.2. Yol genişlikleri ve yük kaldırma kapasiteleri</u> Mevzuattaki İç ulaşım yolları min.: 6 m Alandaki min. Yol genişliği: 20 m <u>d.3. Çıkma yollarının varlığının tespiti</u>  <u>d.4. Yangına müdahale araçlarının manevra kabiliyetlerine uygunluğu</u> <i>Dönemeçte iç yarıçap min.: 11 m Alanda iç yarıçap: -</i> <i>Dış yarıçap: 15 m dış yarıçap: -</i> <u>d.5. Erişime engel teşkil edecek durumların sorgulanması (Eğim, kot farkları, kentsel donatı, peyzaj vs.)</u> <i>-1,5-10 m içerisinde yanıcı malzeme bulundurulamaz – yapı etrafında kereste depolaması yapılmış</i>
	e. Yangın hidrantlarının ve söndürme havuzlarının gerekliliğinin ve varlığının tespiti	<u>e.1. Yangın hidrantlarının varlığı, kapasitesi ve konumlarının incelenmesi</u> <i>Hidrantlar, binalardan 5- 15 m mesafeye yerleştirilir.</i> Yangın hidrantları kampüs içinde toplam 10 adet Kereste üretim fabrikasının; kuzeyinde 2, güneyinde 1 ve batı tarafında 2 tane olmak üzere yakın çevresinde toplam 5 tane hidrant bulunmaktadır.  <i>Resim 9. Yangın hidrantlarının konumları</i> <u>e.2. Söndürme havuzlarının gerekliliği, varlığı ve kapasitesinin incelenmesi</u> Sanayi tesisinin yakın çevresinde Nechako Nehri bulunmaktadır.
	f. Risk kullanılacak güvenli toplanma bölgesinin belirlenmesi	<u>Güvenlik bölgesi tasarımı</u>  Elde edilen veriler ve ulaşılan görsellerden yola çıkılarak yapıların çevresinde kalan boş alanlarda malzeme depolama yapılmasından kaynaklı olarak yangın riski oluşturacağı ve alan için güvenli bölge olarak tanımlanacak bir alan mevcut olmadığı sonucuna varılmıştır.

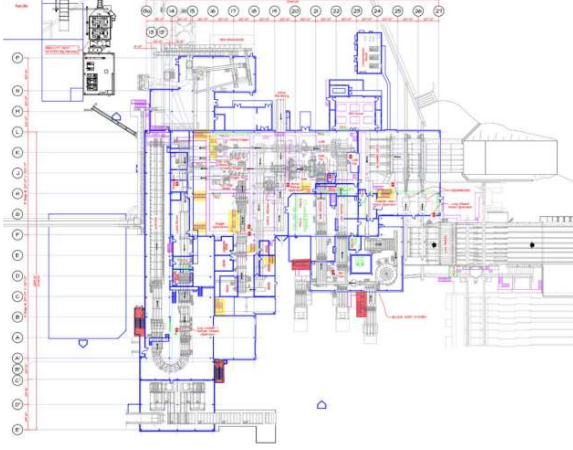
Çizelge 2.11. (Devam) Lakeland Mills Ltd. Kereste Fabrikası yangını analizi

LAKELAND KERESTE FABRİKASI (WorkSafeBC, 2014) (BCSafetyAuthority, 2012)		ÖRNEK 1
SORGU ADIMLARI	KAPSAM	
II. Bina Ölçeğinde	a. Bina-Yapı yüksekliği	<u>a.1. Yüksek yapı sınıfı tayini</u> Yüksek yapı: Bina yüksekliği 21.50 - yapı yüksekliği 30.50 ' dan fazla Yapı: 13.71 m, bodrum kat 4.26 m (14 fit) BYKHY' e göre yüksek yapı sınıfında değildir.
	b. Taban alanı – Toplam alan	<u>b.1. Kompartıman gerekliliğinin sorgulanması</u> Orta Tehlike-3 ve üstü tehlike sınıfında en fazla kompartıman alanı: 6000 m2 Kereste fabrikası taban alanı: 4.185 m2 <u>b.2. Kaçış yolları tasarım kararlarına dair sınır değerlerin ve bağlamların belirlenmesi</u> Tek yön kaçış uzaklığı Yağmurlama sistemi yoksa: 15 m Çift yön kaçış uzaklığı; Yağmurlama sistemi yoksa: 30 m Alt bölümlere ayrılmış büyük alanlı alanda kuş uçuşu kaçış uzaklığı belirtilen değerlerin 2/3'ünü aşmamalıdır. Alanda en fazla kaçış mesafesi 22,5 m verilen değerlerin 2/3'ünü aşıyor.
	c. Kat sayısı	<u>c.1. Kaçış yolları tasarım kararlarına dair sınır değerlerin ve bağlamların belirlenmesi</u> Zemin (bodrum) + 1 (operasyon katı)
	d. Yapı geometrisinin analizi	<u>d.1. Bina kabuğunda girinti ve çıkıntıların tespiti</u> Tüm cephelerde farklı boyutlarda cephe girinti ve çıkıntıları Kuzey ve güney cephelerinde yoğun kütle hareketleri (Resim 2) <u>d.2. Bina kabuğunda doluluk-boşluk oran ve konumlarının tespiti</u> Çatıda 30 tane fan çıkışı ve boru çıkışları (Resim 2) Kuzey duvarında yaklaşık 4,5x4 m ölçülerinde sürgülü kapı (Resim 3) Güney cephede 4 adet farklı boyutlarda pencere ve 3 adet çıkış kapısı Doğu cephede farklı boyutlara sahip 6 adet pencere ve 4 adet kapı Batı cephesinde 3 adet kapı
	e. İşlevsel analiz ve mekânsal kurgunun sorgulanması	<u>e.1. Mekânsal işlevler açısından yangın sınıfı bağlamında risk bölgelerinin tayini</u> Kapalı dükkanlar, depolar, yemekhaneler, Motor Kontrol Merkezleri (MCC'ler) Üretim alanında yoğun toz birikimi ve mekanik teçhizatın fazla olmasından dolayı diğer mekânlara göre daha risklidir. Depolarda yanıcı malzeme depolanmasından dolayı yanma riski vardır. Yanıcı toz birikiminin fazla olduğu toz toplama ünitesiyle doğrudan bağlantılı mekânlar en riskli alanlardır. (Resim 7-8) <u>e.2. Risk bölgeleri açısından mekân organizasyonu bağlamında tasarım kararlarının irdelenmesi</u> Tesisteki depo, yemekhane, ilk yardım odası gibi az riskli alanlar üretim alanından yalnızca duvarlar ile ayrılmıştır. <u>e.3. Kompartıman alanlarının belirlenmesi</u> Depo, yemekhane, ilk yardım odası gibi mekânlarda kompartıman alanlarının oluşturulması
	f. Bina içi yatay boşlukların analizi	<u>f.1. Yangının yayılması ve büyümesi kapsamında etkin olabilecek yatay boşlukların ve risk oluşturma potansiyelinin tespiti</u> Koridor, kapı, havalandırma-tesisat kanalları, toz toplama sistemi kanalı yangının yayılmasına katkıda bulunur. <u>f.2. Yüksek ısı, alev ve duman yayılımına karşı alınacak yangın güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi sürecine dair tasarım bağlamlarının belirlenmesi</u> Yapının tavanından sarkan belirli aralıklarla duman perdeleri yapılması Havalandırma ve tesisat kanalları yalıtılması ve damper tasarlanması Duvarlardan geçen boru ve kanal etraflarında kalan boşlukların yalıtılması

Çizelge 2.11. (Devam) Lakeland Mills Ltd. Kereste Fabrikası yangını analizi

LAKELAND KERESTE FABRİKASI (WorkSafeBC, 2014) (BCSafetyAuthority, 2012)		ÖRNEK 1
II. Bina Ölçeğinde	g. Bina içi düşey boşlukların analizi	<u>g.1. Yangının yayılması ve büyümesi kapsamında etkin olabilecek düşey boşlukların ve risk oluşturma potansiyelinin tespiti</u> İşletme ve bodrum kat arasındaki ızgaralı açık bölümlerden toz, yangın ve duman geçişi Atık oluklarından ve kanallardan toz, yangın ve duman geçişi. Kanalların geçiş bölümlerinin kırılması, yangın ve patlama basıncının kanallar vasıtasıyla batı tarafındaki bodrum alanlarına ve ayrıca atık oluklarından işletme katına ulaşması Kuzeyde havalandırma sisteminin olmaması Tavanda yer alan diğer havalandırma sistemlerinin uygun şekilde çalışmaması (Yetersiz havalandırma) <u>g.2. Yüksek ısı, alev ve duman yayılımına karşı alınacak yangın güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi sürecine dair tasarım bağlamlarının belirlenmesi</u> Döşemeden geçen boru ve kanal etraflarında kalan boşlukların yalıtılması Havalandırma ve tesisat kanalları yalıtılması, Kuzeyde havalandırma sisteminin kurulması Tavanda uygun havalandırma sistemlerinin kurulması
	h. Kaçış yollarının analizi ve tasarımı	<u>h.1. Kullanıcı yükünün hesaplanması:</u> Fabrika üretim alanlarında kullanıcı yükü katsayısı 10 m2/kışı $4.185 \text{ m}^2 / 10 = 418 \text{ kışı}$ Fabrikada 95 kışinin çalışmakta <u>h.2. Kullanıcı yükü dağılımının ve kullanım saatlerinin tespiti</u> Olay anında tesiste öğleden sonra vardiyası çalışanları; operasyon katında 20, bodrum katta 5 kışı bulunmaktadır. <u>h.3. Yatay kaçış yollarının analizi ve tasarım bağlam ve gereklerinin belirlenmesi</u> . Kaçış mesafelerinin sorgulanması *Bkz. II.b.2 Kaçış alanları fabrika içinde bulunan mekanik teçhizattan kaynaklı olarak kısıtlanmaktadır.  Resim 10. Çalışma katı planı <u>. Kaçış yolu genişliklerinin sorgulanması</u> 50 ila 500 kullanıcı arasında en az kaçış yolu genişliği: 100 cm. Alanda min.100 cm . Kaçış güzergâhının süreklilik ve engellerden arındırılmışlık bağlamında sorgulanması Çıkışa ulaşmak için oda içinden başka bir odaya geçmeyi gerektiren mekânlar Makine boruları ve mekanik teçhizat gereksinimleri kaçış yollarında engel . Yangın güvenlik holü  Resim 11. Bodrum kat planı . Çıkışların ve yangın kapılarının sorgulanması Toplam çıkış genişliği = (Mahaldeki toplam kullanıcı yükü/Birim genişlikten geçen kışı sayısı) x 0,5 = $(418/100) \times 0,5 = 2,09 \text{ m}$ Yapıda tek kanatlı kapılar 80-95 cm, çift kanatlı kapılar 180 cm' dir. Hepsı kaçış yönüne doğru açılmaktadır.

Çizelge 2.11. (Devam) Lakeland Mills Ltd. Kereste Fabrikası yangını analizi

LAKELAND KERESTE FABRİKASI (WorkSafeBC, 2014) (BCSafetyAuthority, 2012)		ÖRNEK 1
II. Bina Ölçeğinde	h. Kaçış yollarının analizi ve tasarımı	h.4. Düşey kaçış yollarının analizi ve tasarım bağlam ve gereklerinin belirlenmesi Yapıda 3 adet açık yangın kaçış merdiveni bulunmaktadır. Diğer merdivenler yapının içinde korumasız olarak bulunmaktadır.  Resim 12. Çalışma katı planı . Merdiven konumlarının tespiti Kaçış merdivenlerinin konumları birbirlerine alternatif olamayacak şekilde yakın mesafede Kuzey ve doğu cephelerinde yangın merdiveni bulunmamaktadır. . Merdiven boyutlarının analizi Merdiven genişliği <i>Min. 80 cm</i> Merdiven genişlikleri 90-100 cm h.5. Duman kontrolü bağlamında sorgulama Döşemeden ve duvar geçen boru ve kanal etraflarında kalan boşlukların bulunması İşletme katı ile bodrum kat arasındaki çelik ızgaralı açık bölümlerden duman geçişi Havalandırma sistemi yetersiz Kuzeyde havalandırma sistemi yok Tavanda uygun havalandırma sistemlerinin kurulması Merdivenlerin korunması ve yangın holü oluşturulması
	a. Yapı elemanları bağlamında “Yönetmelik” gereklerinin tespiti b. Yapı malzemelerinin yangın karşısındaki davranışlarına dair gereklerin tespiti	a.1. Bina yangın sınıfı ve alt işlevlerin yangın sınıfları bağlamında yapı elemanlarının sağlaması beklenen yangın dayanım sınıflarının belirlenmesi Kereste fabrikası: çelik çerçeveli Dış duvarlar: metal dış cephe kaplaması altında fiberglas yalıtımlı ahşap dikmeli kontrplak Yağmurlama sistemi var ise: 60 dak. Yağmurlama sistemi yok: yeterli dayanım süresine sahip değil Yağmurlama sistemi yok ise: 90 dak. I-kirişler, yatay olarak büküldü. (Resim 4-5) Zemin ve çatı patlamayla yukarı doğru havalandı Kuzeydoğu köşesinin (eski kısım) duvarı patlamanın etkisiyle dışa doğru fırladı. Kuzey duvarında bulunan çelik ızgaralı büyük sürgülü kapı 76 m ileriye fırladı Bodrum katındaki tuvalet kapısı basınç etkisiyle sıkıştı. Batı duvarında, bulunan pencerelerin çoğu sağlam olarak yere serilmiştir. b.1. Malzemelerin yanıcılık tepki sınıflarının belirlenmesi . Yüzey bitiş malzemeleri Tavan çelik kaplama (korumasız) Çatı metal üzerine bitüm ve iç bölmeler kontrplak ile kaplanmış ahşap çerçeve, Dış duvarlar çelik konstrüksiyona sabitlenmiş kereste panelleri, Kereste fabrikası 2x4 keresteden oluşan lamine zemin ve derzlerde biriken tozlar bulunmaktadır. Duvarlarda ve bölmelerde kullanılan ahşap yakıt yükü oluşturmaktadır.

Çizelge 2.12. CTA Acoustics, INC. (CTA) Fabrikası yangını analizi

CTA ACOUSTICS, INC. (CTA) (Combustible Dust Fire And Explosions CTA Acoustics, Inc. , 2005)			ÖRNEK 2
Yeri	Corbin, Kentucky		
İşlev	Akustik yalıtım üretim tesisi		
İçerik	Üretim hatları, malzeme besleyiciler, ayırma ve karıştırma makineleri, kürlenme fırınları, hidrolik kalıp presleri		
Toplam Yapı Alanı	28.000 m ²		
Taşıyıcı Sistem	Çelik		
Havalandırma Sistemi	Mekanik havalandırma		
Kullanıcı Sayısı	Olay sırasında 561 tam zamanlı personel		
Yerleşim Planı	Kuzeyde ofis ve bitmiş ürün deposu Güneyde hammadde deposu Doğuda kalıp bölümü Orta kısmı ve batısında üretim hatları		
Vardiya Sistemi	<u>Üretim Departmanı</u> 12 saatlik 2 vardiya 07.00-19.00		<u>Mekanik ve İdari Departman</u> 8 saatlik vardiya
Üretim Süreci	- Güney ucundaki çeşitli cam elyafı, harmanlama hattı besleyicileri tarafından üretim hattı beslendi. - Bir toplayıcı daha sonra cam elyafını parçalar, karıştırır ve bir ağ oluşturmak için cam elyafını yayar. - Sonrasında başka bir konveyör aracılığıyla bağlayıcı besleyiciye taşınır. - Sirkülasyon fanları ve damperler, ısıtılmış havayı (260 ila 290 Fahrenheit (°F)) kürlenme fırınından geçerken matın üstüne ve altına yönlendirir. - Isı, fenolik reçine tozunu eriterek matı yarı sertleştirir sağlam bir elyaf pedi oluşturulur. - Reçine yarı kürlendiğinden, fenol, formaldehit ve amonyak gibi atık gazlar ve buharlar fırın hava egzozlarına bırakılır. - Buharların ve gazların yakıldığı bir yakma fırınına geçer. - Kür fırınından çıktıktan sonra altlığın kenarları düzeltilir ve daha sonra istenilen uzunlukta parçalar halinde kesilir. “Pelt” adı verilen bu parçalar, üretim hattından çıkarken manuel olarak depolama raflarına asılır. - Postlar kalıplama bölümüne taşınır ve son şekillerini vermek için hidrolik presler kullanılır. - Tamamen kürlenmiş otomotiv akustik yalıtım parçaları daha sonra su jeti kesiciler tarafından düzeltilir ve manuel olarak paketlenir.		
YANGIN OLAYI			
Olayın Tarihi - Saati	20 Şubat 2003 – 07.30		
Yangın Nedeni	Çıkış	Başlangıç: 405 numaralı hatta meydana gelen toz patlaması Yakıt: fenolik reçine tozu, Yanıcı toz birikimleri Olası Isı Kaynakları: Fırın	
Yangın Noktası	Çıkış	405 numaralı fırın hattı (binanın doğu tarafındaki koridorda)	

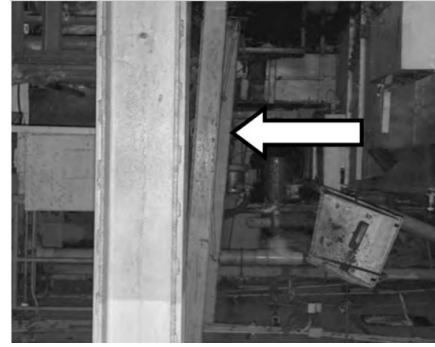
Çizelge 2.12. (Devam) CTA Acoustics, INC. (CTA) Fabrikası yangını analizi

CTA ACOUSTICS, INC. (CTA) (Combustible Dust Fire And Explosions CTA Acoustics, Inc. , 2005)			ÖRNEK 2
Yangın Seyri ve Büyüklüğü	405 numaralı hatta toz torbaları fazla birikimden kaynaklı olarak yüksek bir diferansiyel basınçta çalışıyor. Temizlik sırasında basınçlı hava üfleyici kullandı ve toz üretim alanına geri gelerek ortamdaki toz hareketi patlamaya sebep oldu. 3 farklı patlama meydana geldi. Yangın, öncelikle üretim alanı ve çatıdaki çöplüklerle sınırlı kaldı. Saat 15.00 sıralarında söndürüldü.		
Yangın Bilançosu	Ölüm	Yaralanma	Maddi Hasar
	7	37	28.000 m2 lik üretim alanında büyük hasar Yakındaki evler ve bir ilkokul boşaltıldı. Müşterisi olan dört otomobil montaj fabrikasında operasyonlar askıya alındı.

OLAY YERİ FOTOĞRAFLARI



Resim 13



Resim 14

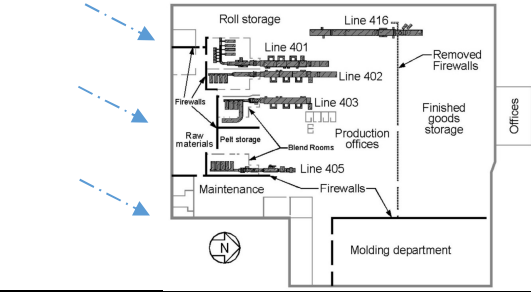


Resim 15

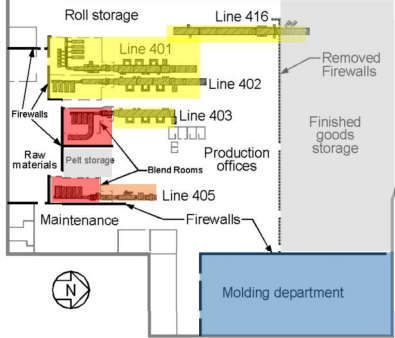


Resim 16

Çizelge 2.12. (Devam) CTA Acoustics, INC. (CTA) Fabrikası yangını analizi

CTA ACOUSTICS, INC. (CTA) (Combustible Dust Fire And Explosions CTA Acoustics, Inc. , 2005)		ÖRNEK 2
SORGU ADIMLARI		KAPSAM
I. Yerleşim Ölçeğinde	a. Konuma bağlı çevresel risklerin tespiti	<u>a.1. Hakim rüzgar yönüne bağlı olarak binaların risk sınıfları açısından yerleşim planının uygunluğunun incelenmesi</u> Hakim rüzgar: güneyden kuzeydoğuya En fazla toz yüklü olan harman odaları yapının doğusunda harman odalarından çıkan tozlar 405 numaralı hatta birikir ve tesisin genelinde düz yüzeylere yerleşir. 
	b. Risk bölgelerinin tanımlanması	<u>b.1. İşlevsel risk gruplarına bağlı olarak binaların risk sınıflarının belirlenmesi</u> Reçine imalatı yapan tesisler: Yüksek Tehlike -1 sınıfı <u>b.2. Risk sınıflarına bağlı olarak güvenlik bölgelerinin incelenmesi</u> Olay meydana geldiğinde güvenli bölge olarak çalışanlar otoparkta toplandı. Yaralılar tahliye gerçekleşene kadar bir süre burada muhafaza edilmiştir.
	c. Yakın çevredeki yapılar arası ilişkisi düzeylerinin belirlenmesi	<u>c.1. Yapılar arasındaki mesafelerin analizi</u> Tesis Corbin şehir sınırlarının hemen dışında bulunuyor. Yakın çevresinde bina yok.1.6 km yakınında sağlık ocağı, huzurevi ve ilkökul bulunmaktadır.
	d. Erişim yollarının analizi	<u>d.1. Yapıya her cephesinden erişim yollarının varlığının incelenmesi</u> Sanayi yapısı müstakil bir tasarıma sahip olduğundan dolayı her bir tarafından yapıya erişim mümkündür. Bazı noktalara erişimi engelleyecek çıkma, cephe hareketi gibi bir durum söz konusu değildir.
II. Bina Ölçeğinde	a. Bina-Yapı yüksekliği	<u>a.1. Yüksek yapı sınıfı tayini</u>
	b. Taban alanı – Toplam alan	<u>b.1. Kompartıman gerekliliğinin sorgulanması</u> <i>Yüksek Tehlike-1 sınıfında en fazla kompartıman alanı: 6000 m2</i> Yapının toplam taban alanı: 28.000 m2. Tesiste en az 5 farklı kompartıman alanları oluşturularak mekanlara ayrılmalıdır. <u>b.2. Kaçış yolları tasarım kararlarına dair sınır değerlerin ve bağlamların belirlenmesi</u> <i>tek yön kaçış uzaklığı Yağmurlama sistemi varsa: 25 m</i> <i>çift yön kaçış uzaklığı Yağmurlama sistemi varsa: 60 m</i> <i>Alt bölümlere ayrılmış büyük alanlı alanda kuş uçuşu kaçış uzaklığı belirtilen değerlerin 2/3'ünü aşmamalıdır.</i> Ulaşılan planda gerekli veriye ulaşılamadığı için (çıkışlar belirli değil) analiz yapılamadı.
	c. Kat sayısı	<u>c.1. Kaçış yolları tasarım kararlarına dair sınır değerlerin ve bağlamların belirlenmesi</u> -
	d. Yapı geometrisi analizi	<u>d.1. Kat sayısı: Tek katlı yapı</u> <u>d.2. Bina kabuğunda girinti ve çıkıntılarının tespiti</u> dikdörtgen form Kuzey cephe 700 metre karelik ofis alanı Doğu cephe 4.600 metre karelik kalıplama departmanı kısmında çıkma mevcuttur. <u>d.3. Bina kabuğunda doluluk-boşluk oran ve konumlarının tespiti</u> -

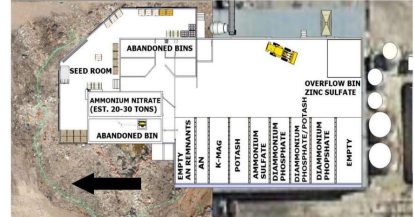
Çizelge 2.12. (Devam) CTA Acoustics, INC. (CTA) Fabrikası yangını analizi

CTA ACOUSTICS, INC. (CTA) (Combustible Dust Fire And Explosions CTA Acoustics, Inc. , 2005)		ÖRNEK 2
SORGU ADIMLARI		KAPSAM
II. Bina Ölçeğinde	e. İşlevsel analiz ve mekânsal kurgu sorgulama	e.1. Mekânsal işlevler açısından yangın sınıfı bağlamında risk bölgelerinin tayini Tesisde risk bölgeleri: yanıcı tozları işleyen sahalar  En fazla yanıcı toz yüklü olan harman odaları 405 numaralı üretim hattı harman odalarından dolayı tozun daha yoğun olduğu hat Daha az yanıcı toz bulunan 401, 402, 403 ve 416 üretim hatları Depolama alanı Yanıcı tozun en yoğun bulunduğu alanlar; kırmızı > turuncu > sarı Depolama olarak kullanılan gri alan üretim hatlarına yakın ve ayrıştırılmadan konumlandırıldığı için yangında depolanan ürünler yakıt yüküne katkıda bulunacağı için riskli bir alandır. e.2. Risk bölgeleri açısından mekân organizasyonu bağlamında tasarım kararlarının irdelenmesi Yangın bariyerleri sürekli ve patlamaya dayanıklı değil Yangın güvenlik duvarları iki saatlik yangın dayanımına sahiptir ve çevredeki üretim hatlarını, depolama ve bakım alanlarını birbirinden kısmen ayırmaktadır. 401, 403 ve 405 numaralı üretim alanlarının batı tarafında güvenlik duvarı bulunmamaktadır. Tesisin kuzeyinde depolama alanını ayırmak için bulunan yangın duvarı kaldırılmıştır. e.3. Kompartüman alanlarının belirlenmesi En fazla kompartüman alanı: 6000 m² Yangın kontrol sistemleri varsa kompartüman alanı: sınırsız Tesisde manuel olarak çalıştırılan yağmurlama sistemi mevcut ancak yetersiz. e.1' de işaretlenen her alanda süreklilik gösteren yangına ve patlamaya dayanıklı yangın duvarlarıyla çevrelenmiş kompartüman alanları oluşturulmalıdır. *bkz. II. e.1
	f. Bina içi yatay boşluk analizi	f.1. Yangının yayılması ve büyümesi kapsamında etkin olabilecek yatay boşlukların ve risk oluşturma potansiyelinin tespiti Üretim alanları ve ham madde depolama alanları arasındaki yığılma duvarların tavana kadar uzanmıyor. Isı, duman ve yangın ürünleri (yanmış reçine malzemesi) çelik kirişlere ulaşmış Yangın duvarların üzerinde kalan boşluktan üretim alanından hammadde depolama alanına doğru yayılım göstermiştir. Üretim alanını bitmiş ürün alanından ayıran güvenlik duvarlarının kaldırılması yangının yayılmasına depoya ulaşmasına sebep olmuştur. . Kapılar ve mekânlar arası geçişler Fırının kapıları açık, kapıdan sızan ısı ve yanıcı tozlar 403 hattı ekipmanında açılan kapılar, . Havalandırma ve tesisat kanalları 402 ve 403 hatlarını ayıran metal duvar panelinde bulunan havalandırma delikleri aşırı basınç ve yüksek patlama riski oluşturmuştur. f.2. Yüksek ısı, alev ve duman yayılımına karşı alınacak yangın güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi sürecine dair tasarım bağlamlarının belirlenmesi Riskli alanlarda yangın duvarları patlamaya ve yangına dayanıklı sızdırmaz özellikte Patlamaya dayanıklı yangın güvenlik duvarlarının üretim alanı etrafına yerleştirilmesi, yangının hammadde depolama ve bakım alanlarına yayılmasını önleyebilirdi. *bkz. II.e.1 Yangına ve patlamaya karşı uygun havalandırma sağlanması patlayıcı kuvvetlerin yayılmasını en aza indirebilirdi.
	g. Bina içi düşey boşluk analizi	g.1. Yangının yayılması ve büyümesi kapsamında etkin olabilecek düşey boşlukların ve risk oluşturma potansiyelinin tespiti Isı, duman ve zehirli gazlar, havalandırma ve tesisat kanallarıyla dikey yönde yayılım

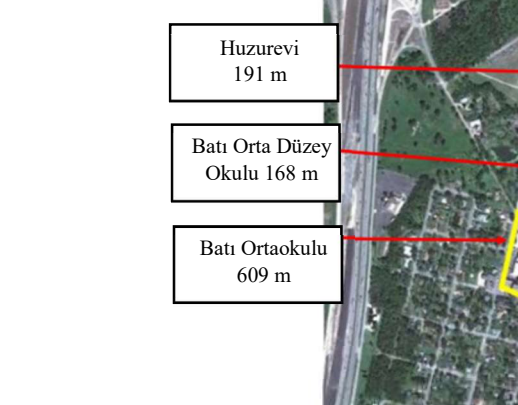
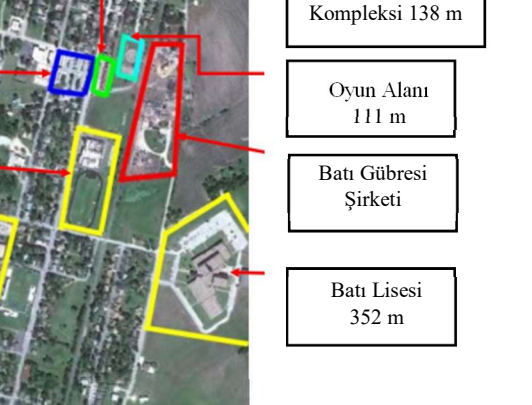
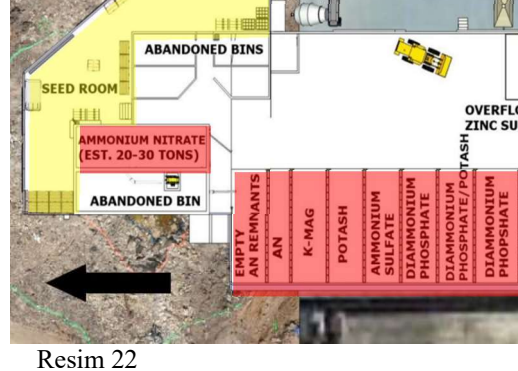
Çizelge 2.12. (Devam) CTA Acoustics, INC. (CTA) Fabrikası yangını analizi

CTA ACOUSTICS, INC. (CTA) (Combustible Dust Fire And Explosions CTA Acoustics, Inc. , 2005)		ÖRNEK 2
SORGU ADIMLARI		KAPSAM
II. Bina Ölçeğinde		<u>g.2. Yüksek ısı, alev ve duman yayılımına karşı alınacak yangın güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi sürecine dair tasarım bağlamlarının belirlenmesi</u> Yangın duvarları çatıya kadar boşluksuz ve sızdırmaz özellikte Tesisat çevresinin en az döşeme dayanım süresi kadar açıklık bırakılmadan yalıtılması Dikey kanallara yangın damperleri
	h. Kaçış yollarının analizi ve tasarımı	<u>h.1. Kullanıcı yükünün hesaplanması</u> fabrika üretim alanlarında kullanıcı yükü katsayısı 10 m²/kişi 28.000 m² / 10 = 2.800 kişi Tesisde 561 kişi çalışmaktadır. <u>h.2. Kullanıcı yükü dağılımının ve kullanım saatlerinin tespiti</u> Olay sırasında 561 tam zamanlı personel <u>h.3. Yatay kaçış yollarının analizi ve tasarım bağlam ve gereklerinin belirlenmesi</u> Ulaşılan planda gerekli veriye ulaşılamadığı için (çıkışlar belirli değil) analiz yapılamadı. <u>h.3. Duman kontrolü bağlamında sorgulama</u> Yetersiz havalandırma Duman bariyeri, duman perdesi gibi çözümler yok <u>h.4. Kompartıman niteliğinin sorgulanması</u> Yangın güvenlik duvarları yangına ve patlamaya karşı dayanıksız
III. Yapı Elemanları ve Yapı Malzemeleri Ölçeğinde	a. Yapı elemanları bağlamında Yönetmelik gereklerinin tespiti	<u>a.1. Binanın yangın sınıfı ve alt işlevlerin yangın sınıfları bağlamında yapı elemanlarının sağlaması beklenen yangın dayanım sınıflarının belirlenmesi</u> Tesis: Yüksek Tehlike -1 sınıfında, yanmaz endüstriyel yapı olarak inşa edilmiştir. Yağmurlama sistemi varsa 60 dk dayanıklı Taşıyıcı sistem R60 Döşeme REI60 Çatı REI60 Kompartıman Duvarları REI60 Çelik yapılarda yalıtım; Yangına karşı dayanıklı püskürtme sıva ile sıvama, Yangına karşı dayanıklı boya ile boyama, Yangına karşı dayanıklı malzemeler ile çevreyi sarma, Kutuya alma Kütlesel yalıtım şeklinde yapılabilir. . Kolonlar ve Kirişler: Çelik kolonlarda bükülme (Resim 13-14) Çelik kolon, I kirişler ve çatı makaslarında yangın koruma önlemleri mevcut değildir. . Döşemeler: Çatı ve tavan panelleri patlamanın şiddetiyle havaya uçtu. Harman odası üzerindeki bina çatısı yıkıldı. (Resim 15) . Bölücü duvarlar: Yangın duvarları yangına 2 saat dayanıklı, patlamalara dayanıklı değil. Yangın güvenlik duvarları çöktü. Taşıyıcı olmayan, prefabrike metal panel duvarlar deforme oldu, harman odası üzerindeki metal duvar panelleri havaya uçtu ve doğru deforme oldu.(Resim 16)
	b. Yapı malzemeleri yangın karşısındaki davranış gereklerinin tespiti	<u>b.1. Malzemelerin yanıcılık tepki sınıflarının belirlenmesi</u> . Yüzey bitiş malzemeleri Düz bina çatısı, hava koşullarına dayanıklı yüzey ve açık çelik kirişlerle desteklenen metal paneller, Karışım odası tavanları ve taşıyıcı olmayan duvarlar metal panel <u>b.2. Uygulama detaylarının analizi</u> Toz birikmesine izin veren yüzeyler: proses boruları, sprink boruları, elektrik boruları ve kablo kanalları . Yanıcı toz birikimini önlemek için düz yüzeylerin en aza indirilmesi gereklidir. Yatay yüzeyler, üst kısımları keskin bir şekilde eğimli hale getirilerek veya çelik I-kirişler veya benzeri yapısal şekillerde “kutulama” yapılarak en aza indirilir.

Çizelge 2.13. West Fertilizer Company Fabrikası yangını analizi

WEST FERTILIZER COMPANY (West Fertilizer Company Fire And Explosion, 2016)			ÖRNEK 3
Yeri	West, Teksas, ABD		 
İşlev	Gübre, kimyasal, tahıl ve diğer çeşitli tarım malzemelerini harmanlama, perakende ve dağıtım tesisi		
İçerik	2 bina ve tanklar		
Toplam Yapı Alanı	1.165 m ²		
Taşıyıcı Sistem	Ahşap çerçeve		
Havalandırma Sistemi	Doğal havalandırma		
Kullanıcı Sayısı	-		
Yerleşim Planı	1. bina: kimyasal depo, mağaza alanı ve ofis alanı 2. bina: gübre binası ve tohum odası 2 adet 12.000 galonluk susuz amonyak (NH ₃) depolama tankı		
Vardiya Sistemi	-		
Üretim Süreci	-		
YANGIN OLAYI			
Olayın Tarihi - Saati	17.04.2013 – 19.29 (yangın) 19.51 (patlama)		
Yangın Nedeni	Olası Yanıcı ve patlayıcı madde: Gübre sınıfı Amonyum Nitrat (FGAN), tutuşabilir sıvılar, ince bölünmüş metaller veya organik maddeler, klorür tuzları, karbonlar, asitler, lifler ve sülfürler Olası Isı kaynağı: hatalı elektrik tesisatı, elektrikli golf arabasında kısa devre ve kasıtlı kundaklama eylemi. Patlama: kontaminasyon ve havalandırma eksikliği		
Yangın Noktası	2 katlı gübre deposu binasının kuzeydoğu köşesinde bulunan tohum odasında		
Yangın Seyri ve Büyüklüğü	Yangın çok hızlı bir şekilde yoğunlaştı ve gübre binasının kuzeydoğu ucundan (ofis'in kuzeyindeki tohum depolama alanında) binanın güney ucuna doğru ilerledi. Yapı, yanıcı bina içerikleri ve asfalt çatı kiremitleri tarafından beslenen yangından yayılan ısı, FGAN yığınının yüzeyini ısıttı. Bir üst konveyörden kurum, erimiş asfalt ve erimiş polivinil klorürden (PVC) kaynaklanan kirlenme, patlayıcı bir yanıcı madde ve FGAN oksitleyici karışımı üretti. Artan havalandırma, yığının yüzeyindeki FGAN-yakıt karışımını ısıtarak daha parlak ve daha sıcak bir alev üretti. Yaklaşık 40 ila 60 ton FGAN stokunun sahada mevcuttu ve yaklaşık 30 tonu patladı.		
Yangın Bilançosu	Ölüm	Yaralanma	Maddi Hasar
	15	260	WFC tesisi yıkıldı 150'den fazla tesis dışı binada konut, okul, huzur evi ve diğer yapılarda hasar Kamyon, su kanalı ve itfaiye aracını tamamen tahrip oldu. Bir parktaki oyun alanına ve basketbol sahasına zarar verdi.

Çizelge 2.13. (Devam) West Fertilizer Company Fabrikası yangını analizi

WEST FERTILIZER COMPANY (West Fertilizer Company Fire And Explosion, 2016)	ÖRNEK 3
OLAY YERİ FOTOĞRAFLARI	
 Gübre vagonu Gübre Yükleme Çukuru ve Taşıma bandı	 Üstü Asansör Terk edilmiş Eski Tohum Saman Tohumu Golf arabası
Resim 17	Resim 18
 Huzurevi 191 m Batı Orta Düzey Okulu 168 m Batı Ortaokulu 609 m	 Batı Teras Apartman Kompleksi 138 m Oyun Alanı 111 m Batı Gübresi Şirketi Batı Lisesi 352 m
Resim 19	Resim 19
 West Fertilizer Company	 Sliding Detaching from Elevator Structure Flame Through Exterior Sliding Seed Room Frame Location of Main AN Bin
Resim 20	Resim 21
 ABANDONED BINS SEED ROOM AMMONIUM NITRATE (EST. 20-30 TONS) ABANDONED BIN OVERFLOW BIN ZINC SULFATE EMPTY AN REMNANTS AN K-MAG POTASH AMMONIUM SULFATE DIAMMONIUM PHOSPHATE DIAMMONIUM PHOSPHATE/POTASH DIAMMONIUM PHOSPHATE EMPTY	 West Fertilizer Company West High School
Resim 22	Resim 23

Çizelge 2.13. (Devam) West Fertilizer Company Fabrika yangını analizi

WEST FERTILIZER COMPANY (West Fertilizer Company Fire And Explosion, 2016)		ÖRNEK 3
SORGU ADIMLARI		KAPSAM
I. Yerleşim Ölçeğinde	a. Konum a bağlı çevresel risklerin tespiti	<u>a.1. Hakim rüzgar yönüne bağlı olarak binaların risk sınıfları açısından yerleşim planının uygunluğunun incelenmesi</u> Hakim rüzgar yönü: Güney, yangın sırasında rüzgar güney-güneydoğu yönünde Kompleksin yerleşimi: Kuzey güney
	b. Risk bölgelerinin tanımlama	<u>b.1. İşlevsel risk gruplarına bağlı olarak binaların risk sınıflarının belirlenmesi</u> 1. bina: kimyasal depo yüksek tehlikeli, mağaza Orta Tehlike-3 ve ofis Orta Tehlike-1 2. bina: gübre binası yüksek tehlikeli ve tohum odası 2 adet 12.000 galonluk susuz amonyak (NH3) depolama tankı yüksek tehlikeli <u>b.2. Risk sınıflarına bağlı olarak güvenlik bölgelerinin incelenmesi</u> Yangın durumunda çevredeki alanın en az 0,8 km yarıçapında tahliye edilmesi gerekir. (Resim 23)
	c. Yakın çevredeki yapılar arası ilişkisi düzeylerinin belirlenmesi	<u>c.1. Yapılar arasındaki mesafelerin analizi</u> Oyun alanı: 111 m, apartman kompleksi: 138 m, huzurevi: 191 m batısında, Ortaokul: 168 m güneybatısında, lise: 385 m güneydoğusunda, ortaokul: 609 m güneybatı, beybol sahası: 17,6 metre (Resim 19) <u>c.2. Yapılar arasında işlevden ve yapı kabuklarından doğan risklerin tespiti (Isı, alev ve duman yayılım potansiyelinin incelenmesi)</u> Susuz amonyak basınçlı kaplar, sıvı gübre depolama tankları, gübre binasındaki yanıcı maddeler ve gaz birikimi Kompleks içindeki binalarda hasar, okul, huzurevi, lise, park ve demiryolu gibi yakın çevresinde bulunan alanlarda hasar Tohum haznesinin dış cephe kaplaması, ahşap dış kaplama ve asfalt şingil ile kaplanmış ahşap kirişlerden oluşan çatı yandı.
	d. Erişim yollarının analizi	<u>d.1. Yapıya her cephesinden erişim yollarının varlığının incelenmesi</u> Komplekste yer alan yapıların tümüne tüm cephelerinden erişim <u>d.2. Yol genişlikleri ve yük kaldırma kapasiteleri</u> Kompleksin batısında: tren yolu, doğusunda: 8 m genişliğinde ana cadde Kompleksteki minimum yol genişliği: 4 m <u>d.3. Çıkma yollarının varlığının tespiti</u> Alanda çıkmaz yol bulunmamaktadır. <u>d.4. Yangına müdahale araçlarının manevra kabiliyetlerine uygunluğu</u> Komplekste itfaiye araçlarının manevra yapabilmesi için gerekli alanlar ve dönüşler bırakılmıştır. <u>d.5. Erişime engel teşkil edecek durumların sorgulanması (Eğim, kot farkları, kentsel donatılar, peyzaj)</u> Kompleksin batı tarafında tren yolu olduğu için alana batıdan erişim sağlanamamaktadır.
	e. Yangın hidrantları ve söndürme havuzlarının gerekliliği ve varlığının tespiti	<u>e.1. Yangın hidrantlarının varlığı, kapasitesi ve konumlarının incelenmesi</u> En yakın yangın hidrantı lisenin yanında ve komplekse 487 m uzaklıkta bulunmaktadır. 2 itfaiye aracında bulunan hortumların tümü bu mesafe için yetersiz kalmıştır.
	f. Risk durumunda kullanılacak güvenli toplanma bölgesinin belirlenmesi	<u>Güvenlik bölgesi tasarımı</u> Yapı tamamen alevler içinde kaldığında çevredeki alanı en az 0,8 km yarıçapına kadar tahliye edilmesi gerekir.

Çizelge 2.13. (Devam) West Fertilizer Company Fabrika yangını analizi

WEST FERTILIZER COMPANY (West Fertilizer Company Fire And Explosion, 2016)		ÖRNEK 3
SORGU ADIMLARI	KAPSAM	
II. Bina Ölçeğinde	a. Bina-Yapı yüksekliği	<u>a.1. Yüksek yapı sınıfı tayini</u> Yüksek yapı: Bina yüksekliği 21.50 yapı yüksekliği 30.50 ' dan fazla Yaklaşık 9 m Yüksek yapı sınıfında yer almaz.
	b. Taban alanı – Toplam alan	<u>b.1. Kompartıman gerekliliğinin sorgulanması</u> Yüksek tehlikeli yapıda kompartıman alanı en fazla 6000 m ² olabilir. Taban alanı 1.165 m ²
	c. Kat sayısı	<u>c.1. Kaçış yolları tasarım kararlarına dair sınır değerlerin ve bağlamların belirlenmesi</u> Gübre deposu binası iki katlı
	d.Yapı geometrisinin analizi	<u>d.1. Bina kabuğunda girinti ve çıkıntılarının tespiti</u> Kuzey, doğu ve batı tarafında cephe hareketleri Farklı işlevlere sahip mekanlar farklı yükseklikte (Resim17-18) <u>d.2. Bina kabuğunda doluluk-boşluk oran ve konumlarının tespiti</u> Gerekli veriler elde edilemediği için tespit yapılamamıştır.
	e. İşlevsel analiz ve mekânsal kurgunun sorgulanması	<u>e.1. Mekânsal işlevler açısından yangın sınıfı bağlamında risk bölgelerinin tayini</u> En yakın yangın hidrantı lisenin yanında ve komplekse 487 m uzaklıkta bulunmaktadır. 2 itfaiye aracında bulunan hortumların tümü bu mesafe için yetersiz kalmıştır. <u>e.2.Risk bölgeleri açısından mekân organizasyonu bağlamında tasarım kararlarının irdelenmesi</u> Kuru gübrenin depolandığı gübre binasının kuzey ucunda bir tohum odası yer almaktadır. FGAN depolama yığınlarının yakınında yanıcı malzemelerin depolanması ve yanıcı kutuların kullanılması yangının diğer kutulara ve yakındakilere yayılmasına sebep olmuştur. FGAN'ın elektrik hizmeti olmayan bir depolama binası gibi tutuşturucu kaynakların bulunmadığı yerlerde saklanması gereklidir. (Resim 20) <u>e.3. Kompartıman alanlarının belirlenmesi</u> Tohum odası, Amonyum nitrat deposu, K-mag, potasyum, amonyum sülfat duvarları yangına dayanımlı duvarlar ile çevrilerek kompartıman alanı oluşturulmalıdır. Kutuları yanıcı malzemeler yerine yangına dayanıklı duvarlar ile sınırlama (Resim 22)
	f. Bina içi yatay boşlukların analizi	<u>f.1. Yangının yayılması ve büyümesi kapsamında etkin olabilecek yatay boşlukların ve risk oluşturma potansiyelinin tespiti</u> İç duvardaki açıklık veya çatının yanmasından kaynaklı oluşan bir açıklıktan sıcak dumanın ve alevin tohum odasından ana yapıya geçişi Zemin seviyesindeki birkaç panjur ve kapı çevresinden de ısı ve duman sızıntısı <u>f.2. Yüksek ısı, alev ve duman yayılımına karşı alınacak yangın güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi sürecine dair tasarım bağlamlarının belirlenmesi</u> Yapının tavanından sarkan belirli aralıklarla duman perdeleri yapılması Havalandırma ve tesisat kanalları yalıtılması Duvarlardan geçen boru ve kanal etraflarında kalan boşlukların yalıtılması Yangın duvarlarının gerekli bölgelere tasarlanması
	g. Bina içi düşey boşlukların analizi	<u>g.1. Yangının yayılması ve büyümesi kapsamında etkin olabilecek düşey boşlukların ve risk oluşturma potansiyelinin tespiti</u> Isı ve dumanın çatıya ulaşmasının sebebi: Gübre deposunun tepesinde bulunan havalandırma panjurları ve yapının kuzey tarafında tohum odasının yanında bulunan asansör boşluğu <u>g.2. Yüksek ısı, alev ve duman yayılımına karşı alınacak yangın güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi sürecine dair tasarım bağlamlarının belirlenmesi</u> Döşemeden geçen boru ve kanal etraflarında kalan boşlukların yalıtılması Havalandırma ve tesisat kanalları yalıtılması Yeterli düzeyde havalandırma sisteminin kurulması
	h. Kaçış yollarının analizi ve tasarımı	<u>h.1. Kullanıcı yükünün hesaplanması</u> depo alanlarında kullanıcı yükü katsayısı 30 m ² /kişi $1.165 \text{ m}^2 / 30 = 38 \text{ kişi}$ <u>h.2. Kullanıcı yükü dağılımının ve kullanım saatlerinin tespiti</u> - <u>h.3. Yatay kaçış yollarının analizi ve tasarım bağlam ve gereklerinin belirlenmesi</u> - <u>h.3. Duman kontrolü bağlamında sorgulama</u> Tohum odasının yanında bulunan asansör boşluk: dumanın çatıya geçişi

Çizelge 2.13. (Devam) West Fertilizer Company Fabrika yangını analizi

WEST FERTILIZER COMPANY (West Fertilizer Company Fire And Explosion, 2016)		ÖRNEK 3
SORGU ADIMLARI		KAPSAM
III. Yapı Elemanları ve Yapı Malzemeleri Ölçeğinde	a. Yapı elemanları bağlamında Yönetmelik gereklerinin tespiti	<u>a.1. Binanın yangın sınıfı ve alt işlevlerin yangın sınıfları bağlamında yapı elemanlarının sağlaması beklenen yangın dayanım sınıflarının belirlenmesi</u> yüksekliği 21.5 m az olan Endüstriyel Tesislerde giriş ve üst katlarda yangın dayanım süreleri; Yağmurlama sistemi yok ise: 90 dak. ahşap çerçeve: gerekli olan dayanıma sahip değil (Resim 21) . Kolonlar ve Kirişler Gübre binası beton zemine sahip ahşap çerçeveli . Döşemeler Kontrplak ve asfalt şingil ile kaplanmış ahşap kirişlerden oluşan çatı . Bölücü duvarlar Yangının çıktığı yer FGAN kutusuna bitişikti ve odaları ayıran yangına dayanıklı duvar yok.
	b. Yapı malzemelerinin yangın karşısındaki davranışlarına dair gereklerin tespiti	<u>b.1. Malzemelerin yanıcılık tepki sınıflarının belirlenmesi</u> . <u>Yüzey bitiş malzemeleri</u> WFC tesisi, yığının alttan ısınmasını önleyecek bir beton zemin Depolama tesisi ve kutuların yapı elemanları ahşap FGAN depolaması için; Ahşap yapılar yerine beton kutular veya harici metal hazneler <u>b.2. Uygulama detaylarının analizi</u> Ahşap gibi gözenekli yanıcı malzemelerin empenye edilmesi, yapısal bir yangın durumunda yanmayı hızlandırabilir ve patlama riskini artırabilir. Kaplanmış malzemeler yangına dayanıklı değildirler ve yangın sırasında ısı oluşumuna katkıda bulunur.

Çizelge 2.14. ATB İş Merkezi yangını analizi

ATB İŞ MERKEZİ		ÖRNEK 4
Yeri	Yenimahalle/ANKARA	
İşlev	İş Merkezi	
İçerik	Birçok alanda faaliyette bulunan (hizmet ve ürün satışı, üretim, danışmalık vb.) iş merkezleri.	
Toplam Yapı Alanı	58.000 m ² bodrum 34.000 x 3 m ² asma kat + zemin + 1	
Taşıyıcı Sistem	Ana taşıyıcı betonarme, asma katlar çelik konstrüksiyon ile yapılmıştır.	
Havalandırma Sistemi	Doğal Havalandırma-Mekanik Havalandırma	
Kullanıcı Sayısı	-	
Yerleşim Planı	Bodrum Kat: depolama birimleri, servis girişi ve otopark bölümleri Asma Kat, Zemin Kat, 1. Kat	
Vardiya Sistemi	Hafta içi: 08.30 – 17.30 Hafta Sonu: 08.30-19.00	
YANGIN OLAYI		
Olayın Tarihi - Saati	03.06.2021 / Saat: 16.00	
Yangın Çıkış Nedeni	Başlangıç: İş merkezinin kuzeydoğusunda bulunan bloğun bodrum katı Yakıt: Kimyasal maddeler veya yanıcı maddeler Olası Isı Kaynakları: Sigara izmariti	
Yangın Çıkış Noktası	İş merkezinin kuzeydoğu bloğunun otopark kısmında	
Yangın Seyri ve Büyüklüğü	- Otopark kısmında yere atılan sigara izmariti sebebiyle ortamda bulunan kimyasal maddelerin alev, ısı ve sıcaklıkla tepkimeye girerek iş merkezini yoğun miktarda kimyasal madde dumanı kapladı. - Çıkan alevlerin depo önü otopark kısımlarındaki bitişik nizam yanmaya elverişli istifli ürünlere ve otoparkta park halindeki araçlara da sirayet ederek, hava akımının da etkisiyle yangın çok kısa sürede yayıldı. - Otopark kısmında çalışan havalandırma fanları baca görevi görerek dumanı zemin kattaki işyerlerine taşıdı.	
Yangın Bilançosu	Ölüm	Yaralanma
	-	-
Yangın Önlemi Eksiklikleri	Bodrum katta bulunan ortak alanlarda yanıcı malzemelerin düzensiz ve yanlış depolanması, yerlere sigara izmaritinin dikkatsizce atılması, yangın anında çalışmayan yangın güvenlik önlemleri	
OLAY YERİ FOTOĞRAFLARI		
		

Çizelge 2.14. (Devam) ATB İş Merkezi yangını analizi

ATB İŞ MERKEZİ		ÖRNEK 4
SORGU ADIMLARI	KAPSAM	
I. Yerleşim Ölçeğinde	a. Konum a. bağlı çevresel risklerin tespiti	<u>a.1. Hakim rüzgar yönüne bağlı olarak binaların risk sınıfları açısından yerleşim planının uygunluğunun incelenmesi</u> Hâkim rüzgâr yönü kuzey ve kuzeydoğudur. 
	b. Risk bölgelerinin tanımlanması	<u>b.1. İşlevsel risk gruplarına bağlı olarak binaların risk sınıflarının belirlenmesi</u> farklı tehlike sınıflarına sahip alanlar bulunuyorsa en yüksek tehlike sınıflandırmasına göre uygulama yapılır. İşyeri İSG tehlike sınıflandırmasına göre “Çok Tehlikeli” sınıfta yer almaktadır. <u>b.2. Risk sınıflarına bağlı olarak güvenlik bölgelerinin incelenmesi</u> Söz konusu iş merkezinde farklı tehlike gruplarında bulunan firmalar bir arada bulunmaktadır. Elde edilen veriler ve ulaşılan görsellerden yola çıkılarak yapıların otopark katında boş alanlarda malzeme depolama yapılmasından kaynaklı olarak yangın riski oluşturacağı ve alan için güvenli bölge olarak tanımlanacak bir alanın mevcut olmadığı sonucuna varılmıştır.
	c. Yakın çevredeki yapılar arası ilişkisi düzeylerinin belirlenmesi	<u>c.1. Yapılar arasındaki mesafelerin analizi</u> İş merkezinde bulunan bloklar bitişik nizam yapılmıştır ve her bir blok arasında 17.5 metre mesafe bulunmaktadır.  <u>c.2. Yapılar arasında işlevden ve yapı kabuklarından doğan risklerin tespiti (Isı, alev ve duman yayılım potansiyelinin incelenmesi)</u> Blokların otopark katının ortak alan olarak kullanılması sonucunda düzensiz şekilde depolanan malzemelerin yangın riski oluşturması ve otoparkta bulunan havalandırmaların baca etkisi yapıp tüm bloklardaki yapıların dumandan etkilenmesi.
	d. Erişim yollarının analizi	<u>d.1. Yapıya her cephesinden erişim yollarının varlığının incelenmesi</u> İş merkezinin kuzey ve güney cephelerinden itfaiye araçlarının erişimi bulunmaktadır. İş merkezinde bulunan birimlerin ise ön cephelerinde erişim yolları mevcuttur. <u>d.2. Yol genişlikleri ve yük kaldırma kapasiteleri</u> Yol genişlikleri 6 metredir. <u>d.3. Çıkma yollarının varlığının tespiti</u> İş merkezinde orta akstan bloklara dağılan bir çıkma yolları sistemi vardır. <u>d.5. Erişime engel teşkil edecek durumların sorgulanması (Eğim, kot farkları, kentsel donatılar, peyzaj vs.)</u> Otopark kısmının planlanmasında itfaiye araçları için herhangi bir olumsuz durum tespit edilmemiştir ancak düzensiz ve rastgele depolama yapıldığı için itfaiye araçlarının erişiminde aksaklık olabilir.
	e. Yangın hidrantlarının ve söndürme havuzlarının gerekliliğinin ve varlığının tespiti	<u>e.1. Yangın hidrantlarının varlığı, kapasitesi ve konumlarının incelenmesi</u> --- <u>e.2. Söndürme havuzlarının gerekliliği, varlığı ve kapasitesinin incelenmesi</u> İş merkezinin yakın çevresinde Çubuk Çayı bulunmaktadır. Söndürme havuzlarının işlevini söz konusu çay yerine getirebilmektedir.

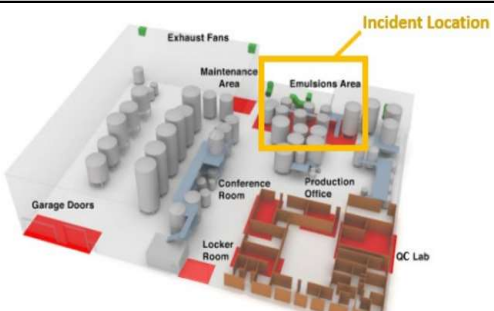
Çizelge 2.14. (Devam) ATB İş Merkezi yangını analizi

ATB İŞ MERKEZİ		ÖRNEK 4
SORGU ADIMLARI		KAPSAM
II. Bina Ölçeğinde	a. Bina-Yapı yüksekliği	<u>a.1. Yüksek yapı sınıfı tayini</u> BYKHY' e göre yüksek yapı sınıfında değildir.
	b. Taban alanı – Toplam alan	<u>b.1. Kompartıman gerekliliğinin sorgulanması</u> Zemin katta bloklara ayrılmış olan iş merkezinde işlevsel olarak ve farklı risk gruplarında yer alan mekanlar arasında kompartıman alanlarının yapılması gerekmektedir. <u>b.2. Kaçış yolları tasarım kararlarına dair sınır değerlerin ve bağlamaların belirlenmesi</u> Endüstriyel tesislerde BYKHY' e göre tek yön kaçış uzaklığı aşağıdaki gibi olmalıdır. Yağmurlama sistemi yoksa: 15 m Yağmurlama sistemi varsa: 25 m BYKHY' e göre çift yön kaçış uzaklığı; Yağmurlama sistemi yoksa: 30 m Yağmurlama sistemi varsa: 60 m <i>Alt bölümlere ayrılmış büyük alanlı alanda kuş uçuşu kaçış uzaklığı belirtilen değerlerin 2/3'ünü aşmamalıdır.</i>
	c. Kat sayısı	<u>c.1. Kaçış yolları tasarım kararlarına dair sınır değerlerin ve bağlamaların belirlenmesi</u> Her katın kullanıcı yüküne ve en uzun kaçış uzaklığına göre çıkış imkânları sağlanmalıdır.
	d.Yapı geometrisinin analizi	<u>d.1. Kat sayısı</u> Bodrum Katı + Ara Kat + Zemin Kat + 1. Kat = 4 katlı <u>d.2. Bina kabuğunda girinti ve çıkıntıların tespiti</u> bloklar dikdörtgen forma sahiptir ve cephede girinti-çıkıntı bulunmamaktadır. <u>d.3. Bina kabuğunda doluluk-boşluk oran ve konumlarının tespiti</u> Yapıda farklı boyutlarda açıklık bulunmaktadır. Otoparkta servis girişi kapısı, zemin katta giriş seviyesine kadar doğrama mevcuttur ve 1. katta ise birim genişliğince 140 cm yüksekliğinde pencere vardır.
	e. İşlevsel analiz ve mekânsal kurgunun sorgulanması	<u>e.1. Mekânsal işlevler açısından yangın sınıfı bağlamında risk bölgelerinin tayini</u> İş merkezinde gıda, medikal malzeme, kozmetik, tütün malzemeleri, yapı kimyasalları, kişisel bakım ürünleri, savunma sanayi ürünleri satış ve üretim gibi farklı risklere sahip işyerleri mevcuttur. Alanda çok sayıda ambalajlı malzeme, plastik ve ahşap malzemeler, kimyasallar, alkol ve alkol türevleri şeklinde çeşitli yanıcı gaz ve sıvı, ahşap palet vb. bulunduğu görülebilmektedir. Alana tepeleme istiflenen plastik köpük çeşitlerinin tümü yanıcıdır. İş merkezinin, bitişik nizam işyeri nizamlı olması, yangın başlangıcı olan bodrum katı- depo-sevkiyat holünde yangın yükünü aşırı artırmıştır. <u>e.2.Risk bölgeleri açısından mekân organizasyonu bağlamında tasarım kararlarının irdelenmesi</u> İşyerleri işlevsel risk analizlerine göre uygun şekilde konumlandırılmamıştır. <u>e.3. Kompartıman alanlarının belirlenmesi</u> Farklı risk gruplarında yer alan işyeri mekanlarının arasında yangın güvenliğinin sağlanması için kompartıman alanlarının yapılması gerekmektedir.
	f. Bina içi yatay boşlukların analizi	<u>f.1. Yangının yayılması ve büyümesi kapsamında etkin olabilecek yatay boşlukların ve risk oluşturma potansiyelinin tespiti</u> . Kapılar ve mekânlar arası geçişler Her bir birim kendi sirkülasyon hattına sahiptir. . Koridorlar Her birimde merdiven çekirdeği ve oradan birimlere dağılışı mevcuttur. Yangın ve duman yapıdaki koridor, kapı boşlukları, havalandırma ve tesisat kanalları boyunca yayılım gösterir. <u>f.2. Yüksek ısı, alev ve duman yayılımına karşı alınacak yangın güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi sürecine dair tasarım bağlamalarının belirlenmesi</u> Yapının tavanından sarkan belirli aralıklarla duman perdeleri yapılması Havalandırma ve tesisat kanalları yalıtılması Duvarlardan geçen boru ve kanal etraflarında kalan boşlukların yalıtılması Yangın duvarlarının gerekli bölgelere tasarlanması

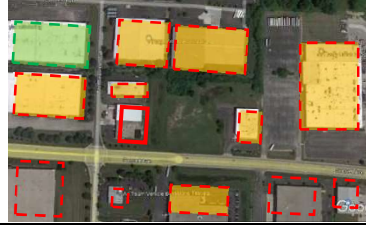
Çizelge 2.14. (Devam) ATB İş Merkezi yangını analizi

ATB İŞ MERKEZİ		ÖRNEK 4
SORGU ADIMLARI		KAPSAM
II. Bina Ölçeğinde	g. Bina içi düşey boşlukların analizi	<u>g.1. Yangının yayılması ve büyümesi kapsamında etkin olabilecek düşey boşlukların ve risk oluşturma potansiyelinin tespiti</u> . Merdiven ve asansör boşlukları Her bir birimde merdiven ve asansör boşlukları mevcuttur. . Havalandırma ve tesisat kanalları Otopark kısmında çalışan havalandırma fanları baca görevi görerek dumanı ve yangını zemin kattaki işyerlerine taşımıştır. . Bacalar ve şaftlar Bazı iş yerlerinde asansör boşluğu bulunmaktadır. <u>g.2. Yüksek ısı, alev ve duman yayılımına karşı alınacak yangın güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi sürecine dair tasarım bağlamlarının belirlenmesi</u> Döşemeden geçen boru ve kanal etraflarında kalan boşlukların yalıtılması Havalandırma ve tesisat kanalları yalıtılması Yeterli düzeyde havalandırma sisteminin kurulması
	h. Kaçış yollarının analizi ve tasarımı	<u>h.1. Kullanıcı yükünün hesaplanması</u> BYKHY' e göre mağazalar, dükkânların kullanıcı yükü 5 m²/kişi 34.000 m² / 5 = 6.800 1 kattaki kullanıcı yükü <u>h.2. Kullanıcı yükü dağılımının ve kullanım saatlerinin tespiti</u> İş merkezinin genelinde mesai saatleri hafta içi 08.30-17.30, hafta sonu ise 08.30-19.00 arasındadır. (google'dan alınmıştır.) <u>h.3. Yatay kaçış yollarının analizi ve tasarım bağlam ve gereklerinin belirlenmesi</u> Bodrum alanında çıkışa yönlendiren hiçbir işaret levhası mevcut değildir. <u>h.2. Düşey kaçış yollarının analizi ve tasarım bağlam ve gereklerinin belirlenmesi</u> Bodrum kattan 1 kata çıkış merdivenleri açıkta konumlandırılmıştır. <u>h.3. Duman kontrolü bağlamında sorgulama</u> Mevcut fanlar yeterli havalandırmayı sağlayamamıştır. <u>h.4. Kompartıman niteliğinin sorgulanması</u> Kompartıman alanı mevcut değildir.
III. Yapı Elemanları ve Yapı Malzemeleri Ölçeğinde	a. Yapı elemanları bağlamında Yönetmelik gereklerinin tespiti	<u>a.1. Bina yangın sınıfı ve alt işlevlerin yangın sınıfları bağlamında yapı elemanlarının sağlaması beklenen yangın dayanım sınıflarının belirlenmesi</u> Söz konusu iş merkezi betonarme bir yapıdır. BYKHY' e göre yüksekliği 21.5 m az olan Endüstriyel Tesislerde giriş ve üst katlarda yangın dayanım süreleri; Yağmurlama sistemi var ise: 60 dak. Yağmurlama sistemi yok ise: 90 dak. . Kolonlar Betonarme taşıyıcı ve birimlerin ara katları çelik konstrüksiyondur. . Kirişler ve döşeme Betonarmedir. . Taşıyıcı duvarlar Taşıyıcı duvar yoktur. . Bölücü duvarlar Bölücü duvarların malzemesi tespit edilememiştir. . Kapı ve pencereler Alüminyum ve ahşap kapılar mevcuttur. Alüminyum pencereler mevcuttur.
	b. Yapı malzemelerinin yangın karşısındaki davranışlarına dair gereklerin tespiti	<u>b.1. Malzemelerin yanıcılık tepki sınıflarının belirlenmesi</u> Betonarme taşıyıcı ve birimlerin ara katları çelik konstrüksiyondur

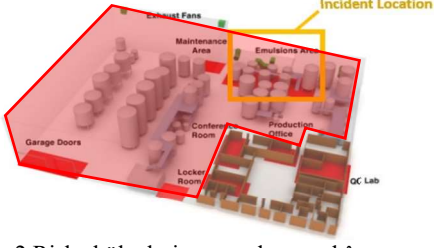
Çizelge 2.15. AB Specialty Silicones yangını analizi

AB SPECIALTY SILICONES		ÖRNEK 5	
Yeri	Waukegan, IL		
İşlev	Kişisel bakım, çatı kaplamaları, yapıştırıcılar ve sızdırmazlık malzemeleri gibi çeşitli uygulamalarda kullanılan silikon ürünleri üreten bir firmadır.		
İçerik	Reaktörler, tanklar, depolama kapları ve diğer ekipmanlarla donatılmıştır.		
Toplam Yapı Alanı	High Bay: 1.320 m ² Low Bay: 1.400 m ² Toplam Yapı Alanı: 2.720 m ²		
Taşıyıcı Sistem	Çelik konstrüksiyon		
Havalandırma Sistemi	Bina genelinde hava taşıyıcıları ve egzoz fanlarından oluşan ortak bir mekanik havalandırma sistemi mevcut. Low Bay bölgesinde sürekli çalışan 5 adet çatı egzoz fanı, 2 adet duvar egzoz fanı, High Bay ucunda manuel 2 adet egzoz fanı bulunmaktadır.		
Kullanıcı Sayısı	Olay sırasında yaklaşık 91 çalışan		
Yerleşim Planı	“High Bay” ve “Low Bay” iki bitişik alan içinde emülsiyon alanı ve üretim alanları		
Vardiya Sistemi	Tesisin üretim çalışanları üç vardiya olarak; Birinci vardiya sabah 6:00 – 14:30, İkinci vardiya 14:00 – 22:30, Üçüncü vardiya 22:00 – 06:30 idi.		
YANGIN OLAYI			
Olayın Tarihi - Saati	3 Mayıs 2019 – 21.35		
Yangın Çıkış Nedeni	3 kimyasal maddenin hatalı karışımı sonucu kimyasal reaksiyon meydana gelmiştir.		
Yangın Çıkış Noktası	Üretim binası emülsiyon alanında (olayın meydana geldiği yer)		
Yangın Seyri ve Büyüklüğü	Uyumsuz malzemelerin karıştırılması sonucu hidrojen gazı ortaya çıkmıştır. Hidrojen gazı salınımı başladıktan sonra tutuşarak büyük bir patlama ve yangına neden olmuştur.		
Yangın Bilançosu	Ölüm	Yaralanma	Maddi Hasar
	4	3	Üretim binası kullanılamaz hale geldi ve yakındaki ticari mülkler de hasar gördü. Bazı operasyonlar durduruldu.
Yangın Önlemi Eksiklikleri	- Ekipman ve havalandırma sistemi tasarımı, - Gaz algılama ve alarm sisteminin olmaması - Reaktif kimyasalların benzer kaplarda depolanması - Uyumsuz malzemelerin birbirine yakın depolanmasına izin - Tankın ağzının açık olması ve gazları güvenli bir yere boşaltmak için havalandırma borusu olmaması		
OLAY YERİ FOTOĞRAFLARI			
			

Çizelge 2.15. (Devam) AB Specialty Silicones yangını analizi

AB SPECIALTY SILICONES		ÖRNEK 5
SORGU ADIMLARI	KAPSAM	
I. Yerleşim Ölçeğinde	a. Konum a bağlı çevresel risklerin tespiti	<u>a.1. Hakim rüzgar yönüne bağlı olarak binaların risk sınıfları açısından yerleşim planının uygunluğunun incelenmesi</u> Rüzgar yönü kış mevsimi boyunca çoğunlukla batı yönünde; yaz mevsimi boyunca ise çoğunlukla güney yönündendir. Olay esnasında etkin rüzgar doğu kuzey doğu yönünden esmektedir. Havanın bu olayın meydana gelmesinde etkili bir faktör olmadığı düşünülmektedir.
	b. Risk bölgelerinin tanımlanması	<u>b.1. İşlevsel risk gruplarına bağlı olarak binaların risk sınıflarının belirlenmesi</u> Tesisin çevresinde yer alan üretim alanları genellikle (turuncu) orta tehlike-3 sınıfında yer almaktadır. Sadece 1 tesis (yeşil) orta tehlike 1 sınıfında yer almaktadır. 
	c. Yakın çevredeki yapılar arası ilişkisi düzeylerinin belirlenmesi	<u>c.1. Yapılar arasındaki mesafelerin analizi</u> Fırmanın üretim binası ile 90 m, Kuzeydeki en yakın bina ile 38 m, Doğudaki en yakın bina ile 343 m, Batıdaki en yakın bina ile 138 m mesafe bulunmaktadır. <u>c.2. Yapılar arasında işlevden ve yapı kabuklarından doğan risklerin tespiti (Isı, alev ve duman yayılım potansiyelinin incelenmesi)</u> Patlamanın etkisiyle yapıdan ayrılan parçalar enkaz halinde birkaç yüz metre ileriye kadar fırladı. Bina ve yakındaki iş yerlerinde de hasar meydana geldi.
	d. Erişim yollarının analizi	<u>d.1. Yapıya her cephesinden erişim yollarının varlığının incelenmesi</u> Yapının batı cephesinde itfaiye erişimi için yol bulunmaktadır. Kuzey, güney ve doğu cephesinde yeşil alan bulunmaktadır. İtfaiye erişimine engel olması muhtemel bir duruma rastlanmamıştır. <u>d.2. Yol genişlikleri ve yük kaldırma kapasiteleri</u> Minimum yol genişliği 8 m'dir. <u>d.3. Çıkamaz yolların varlığının tespiti</u> Batı taraftaki otopark alanında bulunan yol çıkamazdır ancak duvar ya da herhangi bir bina ile sınırlanmadığı için risk oluşturacağı düşünülmemektedir. <u>d.4. Yangına müdahale araçlarının manevra kabiliyetlerine uygunluğu</u> Komplekste itfaiye araçlarının manevra yapabilmesi için gerekli alanlar ve dönüşler bırakılmıştır. <u>d.5. Erişime engel teşkil edecek durumların sorgulanması (Eğim, kot farkları, peyzaj vs.)</u> Yapıya erişimi engelleyecek durumlar söz konusu değildir.
II. Bina Ölçeğinde	a. Bina-Yapı yüksekliği	<u>a.1. Yüksek yapı sınıfı tayini</u> -
	b. Taban alanı – Toplam alan	<u>b.1. Kompartıman gerekliliğinin sorgulanması</u> Yapının alanı 2.720 m ² Orta tehlike-2 ve üstü yapılarda kompartıman alanı en fazla 6000 m ² olabilir. <u>b.2. Kaçış yolları tasarım kararlarına dair sınır değerlerin ve bağlamların belirlenmesi</u> Endüstriyel tesislerde BYKHY' e göre tek yön / çift yön kaçış uzaklığı aşağıdaki gibi olmalıdır. Yağmurlama sistemi yoksa: 15 m / 30 m Yağmurlama sistemi varsa: 25 m / 60 m <i>Alt bölümlere ayrılmış büyük alanlı alanda kuş uçuşu kaçış uzaklığı belirtilen değerlerin 2/3'ünü aşmamalıdır.</i>
	c. Yapı geometrisinin analizi	<u>d.1. Kat sayısı: Tek katlı bir yapıdır.</u> <u>d.2. Bina kabuğunda girinti ve çıkıntıların tespiti:</u> Hiçbir cephede girinti ve çıkıntılar yoktur. Farklı kotlara sahip yapı kütleleri bir aradadır. <u>d.3. Bina kabuğunda doluluk-boşluk oran ve konumlarının tespiti</u> Binanın cephelerinde egzoz fanı çıkışları bulunmaktadır. Low Bay bölgesinde dört adet çatı egzoz fanı, iki adet duvar egzoz fanı ve sürekli çalışan bir adet 5.000 çatı egzoz fan çıkışı bulunmaktadır. High Bay ucunda iki egzoz fanı vardır. 

Çizelge 2.15. (Devam) AB Specialty Silicones yangını analizi

AB SPECIALTY SILICONES		ÖRNEK 5
SORGU ADIMLARI	KAPSAM	
II. Bina Ölçeğinde	e. İşlevsel analiz ve mekânsal kurgunun sorgulanması	<u>e.1. Mekânsal işlevler açısından yangın sınıfı bağlamında risk bölgelerinin tayini</u> Yapı Orta tehlike-3 sınıfında yer almaktadır. Üretim, laboratuvar ve bakım alanları işlevinden kaynaklı olarak ofis ve konferans salonuna göre daha riskli bir alandır.  <u>e.2. Risk bölgeleri açısından mekân organizasyonu bağlamında tasarım kararlarının irdelenmesi:</u> Emülsiyon alanı, üretim ofisi, konferans salonu, laboratuvar, bakım alanları tek bir yapı içinde bulunmaktadır. <u>e.3. Kompartıman alanlarının belirlenmesi</u> Ofis ve konferans salonunun risk açısından daha fazla olan üretim, laboratuvar ve bakım alanlarından yangına dayanıklı yapı elemanları ile ayrılarak kompartıman alanı oluşturulmalıdır.
	f. Bina içi yatay boşlukların analizi	<u>f.1. Yangının yayılması ve büyümesi kapsamında etkin olabilecek yatay boşlukların ve risk oluşturma potansiyelinin tespiti</u> Yangın ve duman yapıdaki koridor, kapı boşlukları, havalandırma ve tesisat kanalları gibi yatay boşluklar boyunca yayılım gösterebilir. Binaya dış hava vermek için tasarlanmış ve toplu işlemin gerçekleştirildiği yerin yakınına yerleştirilmiş bir hava hareket ettirici içeren havalandırma sistemi Hidrojenin üretim binasında dağıtılmasına ve havayla karıştırılmasına yardımcı olmuş, büyük ve patlayıcı bir gaz bulutu oluşturmuş olabilir. <u>f.2. Yüksek ısı, alev ve duman yayılımına karşı alınacak yangın güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi sürecine dair tasarım bağlamlarının belirlenmesi</u> Riskli alanlarda yangın duvarları patlamaya ve yangına dayanıklı olarak sızdırmaz özellikte tasarlanmalıdır. · Yapının tavanından sarkan belirli aralıklarla duman perdeleri yapılması, · Havalandırma ve tesisat kanalları yalıtılması, · Duvarlardan geçen boru ve kanal etraflarında kalan boşlukların yalıtılması, · Yangın duvarlarının gerekli bölgelere tasarlanması, Yerel egzoz havalandırması veya tahliye sistemi gibi, proses alanında bina hava tahliye fanları ve havalandırma deliklerinin yerleştirildiği alternatif bir havalandırma tasarımı, salınan tehlikeli gazları güvenli bir yere tahliye edebilir ve bu durumda patlamanın ciddiyeti azaltabilirdi.
	g. Bina içi düşey boşlukların analizi	<u>g.2. Yüksek ısı, alev ve duman yayılımına karşı alınacak yangın güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi sürecine dair tasarım bağlamlarının belirlenmesi</u> Döşemeden geçen boru ve kanal etraflarında kalan boşlukların yalıtılması Havalandırma ve tesisat kanalları yalıtılması Yeterli düzeyde havalandırma sisteminin kurulması
	h. Kaçış yollarının analizi ve tasarımı	<u>h.1. Kullanıcı yükünün hesaplanması</u> BYKHY' e göre üretim alanlarında kullanıcı yükü katsayısı 10 m²/kişi, ofis alanlarında kullanıcı yükü katsayısı 10 m²/kişi, $2.720 \text{ m}^2 / 10 = 272$ kişi <u>h.2. Kullanıcı yükü dağılımının ve kullanım saatlerinin tespiti</u> Birinci vardiya sabah 6:00 – 14:30, İkinci vardiya 14:00 – 22:30, Üçüncü vardiya 22:00 – 06:30 idi. Olay sırasında yapıda yaklaşık 91 çalışan bulunmaktaydı. <u>h.3. Yatay kaçış yollarının analizi ve tasarım bağlam ve gereklerinin belirlenmesi</u> Gerekli veriye ulaşılamamıştır. <u>h.3. Duman kontrolü bağlamında sorgulama</u> Yapıda etkin ve doğru havalandırma sistemi bulunmamaktadır. Duman bariyeri, duman perdesi gibi çözümler de kullanılmamıştır. <u>h.4. Kompartıman niteliğinin sorgulanması</u> Yapıda yangına dayanıklı duvarlar ile çevrilmiş herhangi bir kompartıman alanı bulunmamaktadır.

Çizelge 2.15. (Devam) AB Specialty Silicones yangını analizi

AB SPECIALTY SILICONES		ÖRNEK 5
SORGU ADIMLARI		KAPSAM
III. Yapı Elemanları ve Yapı Malzemeleri Ölçeğinde	a.Yapı elemanları bağlamında “Yönetmelik” gereklerinin tespiti	a.1. Binanın yangın sınıfı ve alt işlevlerin yangın sınıfları bağlamında yapı elemanlarının sağlaması beklenen yangın dayanım sınıflarının belirlenmesi BYKHY’ e yüksekliği 21,50 m’den az olan endüstriyel yapılar yağmurlama sistemi yoksa 90 dk, yağmurlama sistemi varsa 60 dk yangına karşı dayanıklı olmalıdır. Taşıyıcı sistem R90 / R60 Döşeme REI90 / REI60 Çatı REI90 / REI60 Yangın Kompartıman Duvarları REI90 / REI60 BYKHY’e çelik yapılarda yalıtım; yangına dayanıklı püskürtme sıva ile sıvama, yangına dayanıklı boya ile boyama, yangına dayanıklı malzemeler ile çevreyi sarma, kutuya alma kütlesel yalıtım şeklinde yapılabilir.
	b.Yapı malzemelerinin yangın karşısındaki davranışlarına dair gereklerin tespiti	b.1. Malzemelerin yanıcılık tepki sınıflarının belirlenmesi Gerekli veriye ulaşılamamıştır. b.2. Uygulama detaylarının analizi Gerekli veriye ulaşılamamıştır.

2.4. Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri

Yangın güvenliği, sanayi yapılarında can ve mal korunumunun ve iş sürekliliğini sağlayacak ve yangının sebep olacağı tüm hasarları azaltmaya yönelik uygulamalar bütünüdür. Yangın güvenliğinin etkin olarak sanayi yapısında sağlanabilmesi için yapının tasarım aşamasında ve uygulamada birtakım önlemler alınması; işletmede ise bu önlemlerin gözetilmesi ve kontrolünün sağlanması gerekmektedir. Pasif ve aktif önlemler olmak üzere yangın güvenlik önlemleri 2’ye ayrılır. Bir yapıda yeterli ve yetkin bir yangın güvenliğinin sağlanabilmesi mimari tasarım ve uygulama süreçlerinde alınan kararlar ve tasarım yaklaşımları ile yakından ilgilidir.

Tasarım aşamasında planlanması gereken pasif yangın güvenlik önlemleri, yangın sırasında yapı elemanlarının sıcaklığını kritik sıcaklığın altında tutmak ve yangının yayılmasını engellemeyi hedefleyen önlemlerden oluşur. Yetersiz ya da hatalı tasarım gerekli koruma seviyesini gerçekleştirmeyecektir (Baldwin & Thomas, 1974; Mróz, Hager, & Korniejenko, 2016). Pasif yangın güvenlik önlemleri yangınları söndürmek için kurgulanmaz. Yangın bariyerleri ve yalıtım malzemeleri ile yangının ve dumanın yayılması engellenir ya da yavaşlatılır. Böylece yapısal bütünlüğün sağlandığı süre içinde insanların tehlikeli bir alandan tahliye edilmesi ve öngörülen süreler içerisinde yangına müdahale olanağı sağlanır (Petukhovskaia, 2018).

Pasif yangın güvenlik önlemleri; yapıdaki işleve, yapının yüksekliğine, konumuna, alanına, yapıda bulunan kullanıcı sayısına ve kullanıcıların fiziksel özelliklerine göre yapılarda uygulanan ve tasarım aşamasında alınan kararlar bütünüdür. Tasarım aşamasında alınan malzeme tercihleri, kapı pencere boşluklarının boyutu ve konumu, mekânların konumlandırılması gibi kararlar, yangın riskine karşı alınması gereken tedbirlerde etkili olan parametrelerdir. Olası bir yangının minimum hasarla atlatılmasını sağlamak için yangının yayılmasını engellemek ve kontrol altına almak pasif yangın güvenlik önlemlerinin en önemli amacıdır (Kars, 1999a).

Bu bölümde pasif yangın güvenlik önlemleri Bölüm 2.3.5'te yaşanan yangınların analiz edilebilmesi amacıyla hazırlanan sorgu adımlarında olduğu gibi üç ana başlık altında ele alınmıştır.

2.4.1. Yerleşim ölçeğinde pasif yangın güvenliği

Yapının tasarımında yangın güvenliği açısından yerleşim ölçeğinde temel olarak dikkat edilmesi gereken hususlar; konuma bağlı çevresel riskler, risk bölgeleri, yapının diğer yapılarla olan ilişkisi, yapıya erişim yolları, yangın hidratları, söndürme havuzları ve güvenli toplanma bölgeleridir.

- Yapıya ulaşım yolları, yangın anında itfaiyenin olay yerine en kısa sürede kolayca ulaşabilmesi ve yapıya erişim/yaklaşım olanakları ile yangına etkin bir şekilde müdahale edebilmesi için önem arz etmektedir.
- Yapının diğer yapılarla olan ilişkisi, yangının büyümesi, diğer çevre yapılara sıçrayarak yayılmasının önüne geçilmesi ve diğer yapılarda meydana gelebilecek bir yangın olayından etkilenme düzeyi açısından dikkate alınması gereken önemli bir husustur.

Konuma bağlı çevresel riskler ve risk bölgeleri

Yapının bulunduğu konumda hâkim olan rüzgâr yönüne bağlı olarak binaların yerleşim planları, her bir binanın bulunduğu risk sınıfı açısından değerlendirilerek planlanmalıdır. Yanan bir yapıdan veya dış mekân yangınından yayılan duman bulutu, yükseldikçe rüzgâr yönünde sürüklenir. Rüzgâr yönünde hareket eden yanıcı gaz ve buhar, hava ile seyreltilmiş bir bulut oluşturur. Yangın esnasında salınan duman ve zehirli gazlar, rüzgârın etkisiyle

dağılarak çevrede bulunan yapılara ulaşabilmektedir. Bu yüzden yapıların yerleşim planındaki yapılar arasındaki mesafe ve yerleşim kurgusunun belirlenmesinde hâkim rüzgâr yönü önemli ve baskın bir faktördür. Hâkim rüzgâr yönündeki zehirli gaz ve partiküller birçok yangın olayında çevre binalardaki insanlar için sağlık riski oluşturmuş ve acil tahliyeyi gerektirmiştir (Zalosh, 2003).

İçinde yanıcı buhar konsantrasyonlarının bulunduğu bulutun rüzgâr yönündeki boyutu, rüzgâr yönündeki tehlike bölgesini temsil eder. Yanıcı bulut içinde kalan herhangi bir kişi veya nesne, tutuşma meydana geldiğinde yangına maruz kalacaktır. Yangın durumunda çevredeki yapıları ve kişileri yangının etkisinden korumak adına yapılar arasında güvenli ayırma mesafeleri tanımlanmalıdır. Yangının diğer yapılara sirayet etme tehlikesine karşı güvenli ayırma mesafesi, yapılar arasında bulunan rüzgâr yönündeki mesafedir. Bu mesafelerin belirlenmesi için meydana gelebilecek yangında olası ısı, zehirli gaz ve partikül yayma oranı tahmin edilmelidir. Bölgedeki hâkim rüzgâr yönü, rüzgâr hızı ve çevredeki yapıların arazisi, boyutu, konumu ve geometrisi tespit edilmelidir (Zalosh, 2003).

Bu parametreler belirlendikten sonra, yanıcı bulutun rüzgâr yönündeki kapsamı gerekli hesaplamalar ya da rüzgâr tüneli testi ile belirlenebilir (Zalosh, 2003).

Yangın öncesinde, yangınla eş zamanlı ya da yangın sonrası meydana gelen patlamalar ise çevreye zarar verme olasılığı daha yüksek olaylardır. Patlama dalgasına maruz kalmayı önlemek için patlama riskine sahip olan yapıların çevresinde bulunan yapılar güvenli ayırma mesafelerine uygun olarak konumlandırılmalıdır. Yapılar arasındaki mesafe uygun değilse ayırma mesafesini artırma ya da maruz kalabilecek olan yapının ilgili kısımlarında aşırı basınca dayanıklı tasarımlar uygulanmalıdır (Zalosh, 2003).

Yapının diğer yapılarla olan ilişkisi

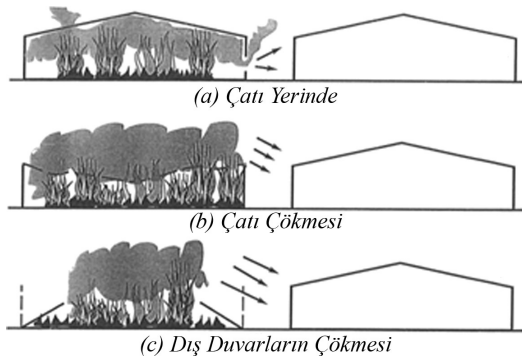
Binada çıkabilecek bir yangın, binanın kendisine ve çevredeki diğer binalara zarar verebilir. Yangın, çıktığı yapı dışında çevredeki yapılara da sıçramaması için gereklilikler gözetilmelidir. Tasarım aşamasında doğru alınan yerleşim kararları yangının bir binadan diğerine yayılmasının önlenmesini sağlamaktadır. Özellikle sanayi yapılarında yangının bir yapıdan diğer yapıya geçmesi yangını çok büyük boyutlara ulaştırabileceğinden dolayı oldukça risklidir (Serteser, 2004).

Bir yangının komşu bir binaya ne ölçüde yayılabileceği ve bunun bina sakinleri için bir risk oluşturup oluşturmayacağı konusunda bir değerlendirme yapılmalıdır. Bu, herhangi bir dış duvar kaplamasının yanıcı bir malzemeden olması durumunda özellikle önemlidir (Scottish Government, 2008).

Yanmakta olan bir binadan diğer bir binaya yangının geçişi; binaya doğrudan alevin ulaşması, havada uçuşan yanan parçacıkların binaya ulaşması, taşıma yolu (konveksiyon) ile ısıнын binaya ulaşması, ışıının yolu (radyasyon) ile ısıнын ulaşması yolları ile oluşmaktadır (Serteser, 2004).

Radyasyon yoluyla yangın yayılımı değerlendirilmesi gereken en baskın tehdittir. Radyasyon ile yayılıma karşı güvenli ayırma mesafelerini oluşturmak için ısı yayma oranı, alev yayma gücü, alev yüksekliği, hedefe çarpan radyan ısı akısı, alev yüksekliği ve rüzgâr etkileri hesaba katılarak yapılar arasındaki gerekli mesafe belirlenir (Zalosh, 2003).

Hesaplanan radyan ısı akısı, hasar eşiği ısı akısından büyükse ve binalar arasındaki mesafe arttırılamıyorsa, açıkta kalan yapının yangına daha dayanıklı bir duvar malzemesi ve/veya dış sprinkler ile perdelenmesinin uygulanabilirliğini değerlendirilmelidir (Zalosh, 2003).

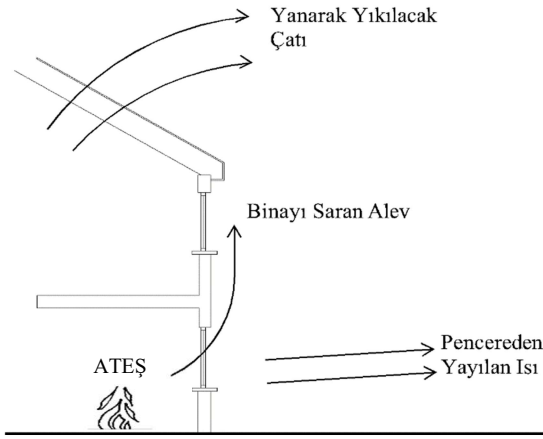


Şekil 2.22. Yangının radyasyonla yayılması (Cosgrove, 1996)

Binalar arasında yangının yayılma riskinin derecesi binalar arasındaki mesafenin miktarına, binaların cephe tasarımına ve yapımına bağlı olmaktadır. Pencereleler ve diğer açıklıklar, ısıнын ve alevin bina dışına çıkmasını sağlamasından dolayı yangının radyasyon yoluyla yayılmasına sebep olmaktadır. Aynı şekilde, düşük yangın direncine sahip cepheler radyasyon riskine katkıda bulunabilir (Smith, 1971). Yangının yayılmasında cephe

malzemesinin yanıcılık özelliği, yapıların birbirine olan mesafeleri ve cephedeki açıklık miktarı önemli olmaktadır. Bina dış duvarları içerdiği duvar boşlukları sebebiyle yangına karşı zayıftır. Açıklık miktarının artması, zayıf yüzey alanın fazla olmasından dolayı yangının yayılımını artırır (Serteser, 2004).

Yangın esnasında açığa çıkan alev ve duman, rüzgârın etkisiyle de şiddetlenerek çatıdan radyasyon yoluyla çevredeki yapılara yayılabilir ya da doğrudan alevlerin veya yanan parçaların sıçraması sebebiyle çevredeki binalarda da yangın meydana gelebilir. Yapıların üst örtü elemanı olan çatılar, aleve ve ısıya doğrudan maruz kaldığında yangının yayılmasını engelleyecek ve stabil kalabilecek konstrüksiyonlara sahip olmalıdır (Şekil 2.23) (Stollard, & Abraham, 2002).



Şekil 2.23. Çatıdan yangın anında ısı yayılımı (Stollard & Abraham, 2002)

Bitişik nizam yapıların çatılarında yapıları birbirinden ayıran yangına en az 90 dakika dayanıklı duvarlar bulunmalıdır. Bitişik nizam yapılarda, yükseklikleri birbirinden farklı ise yüksek binanın dış cephesindeki kaplama alçak binanın çatı hizasından itibaren hiç yanmaz olmalıdır (BYKHY, 2021).

Binanın yakınında bulunan bahçe deposu, çöp veya diğer yanıcı maddeler, yangına maruz kaldığında tutuşabilir ve yüksek ısı akışları üreterek yangının çevredeki binaya yayılmasına neden olabilir. Bu durumlarda cepheye sprinkler veya yangına dayanıklı kaplama malzemesi düşünülmelidir (Zalosh, 2003). BYKHY kapsamında tabii ve tesviye edilmiş zemin kotundan 1,5 m yüksekliğe kadar olan cephe yüzeyi hiç yanmaz malzeme ile kaplanmalıdır.

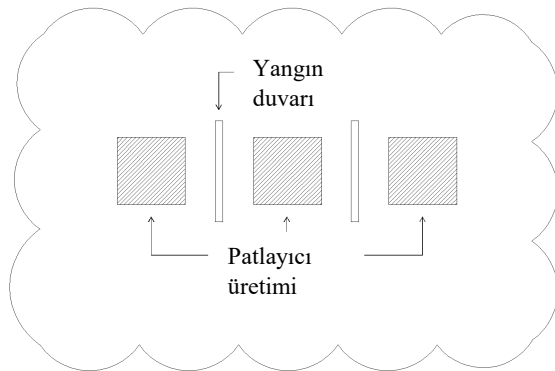
Organize Sanayi Bölgeleri İmar Planı Şartnamesi' nde sanayi yapılarının bulunduğu parsel büyüklüğüne göre yapıların çevresinde uygulanması için gerekli çekme mesafeleri belirlenmiştir. Yangın durumunda salınan radyasyonun diğer binalara ulaşmaması için binalar arasında şartname ile belirlenmiş olan yeterli mesafe bırakılmalıdır (Çizelge 2.16).

Çizelge 2.16. Sanayi parsellerinde çekme mesafeleri (Sanayi Bölgeleri Genel Müdürlüğü, 2020)

Parsel alanı	Geri çekme mesafesi (m) (çevre yeşili dahil)			Çevre Yeşili (m) (Geri çekme mesafesi içinde ve Parsel sınırından itibaren)		
	Ön	Yan	Arka	Ön	Yan	Arka
3000-5000	8.00	7.00	7.00	1.00	2.00	2.00
5001-7000	12.00	8.00	8.00	2.00	2.50	2.00
7001-10000	13.00	10.00	12.00	3.00	3.00	3.00
10001-20000	15.00	10.00	15.00	4.00	4.00	4.00
20001-30000	20.00	12.00	20.00	5.00	4.00	5.00
30001-40000	25.00	15.00	20.00	5.00	5.00	5.00
40001-50000	27.00	15.00	20.00	5.00	5.00	5.00
50001-100000	30.00	15.00	25.00	6.00	5.00	6.00
100000-.....	33.00	18.00	30.00	10.00	6.00	7.00

Bitişik nizam olarak tasarlanan yapılarda, herhangi bir yangının doğrudan yayılma riskini ortadan kaldırmak için yangına dayanıklı deliksiz yangın duvarlarıyla ayrılmaları bir çözüm olabilmektedir (Smith, 1971).

Patlama riskine sahip bir yangın söz konusu olduğunda yapılar arasında patlama duvarları yapılarak bir patlama ya da yangın durumunda ardından gelecek diğer patlamalara engel olunabilir (Şekil 2.24) (Cosgrove, 1996).

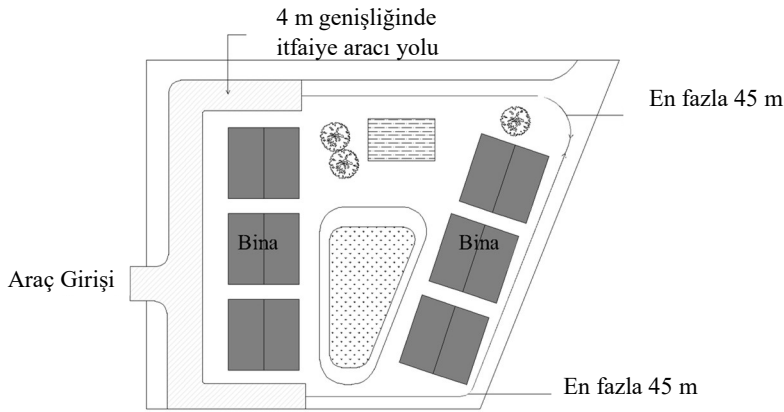


Şekil 2.24. Patlama riski olan yerleşimlerde patlama duvarları uygulaması

Erişim yolları

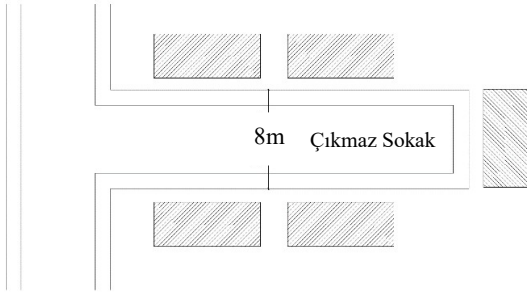
Yangının en az hasarla söndürülebilmesi için erken müdahale edilmesi gerekmektedir. Erken ve etkin müdahalenin gerçekleştirilmesi için itfaiye araçlarının yangın alanına erişebilmesini sağlayacak uygun ulaşım yolları bulunmalıdır. Ulaşım yollarının boyutları ve tasarım biçimi itfaiye araçlarının hareket kabiliyeti için son derece önemlidir. İtfaiye aracının yapıya yaklaşım noktasının ve bu noktanın binaya uzaklığının yönetmeliklerde belirlenen mesafelerin sınır değerleri içerisinde olması gerekmektedir (Kılıç, 2018).

Ana giriş veya birden fazla girişin bulunduğu binanın en az bir veya daha fazla kotuna araç erişimi sağlanmalıdır. Birden fazla yüksekliğe araç erişim yolunun mümkün olmadığı durumlarda, itfaiye ekibi için, binanın ana girişlerine en az 90 cm genişliğinde yaya erişimi sağlanmalıdır ve geçişin sağlandığı her kotta bina içlerine ulaşım için bir kapı bulunmalıdır (Scottish Government, 2008). BYKHY' e göre binanın dış cephesinde bulunan herhangi bir noktaya olan yatay uzaklık itfaiye araçlarının yaklaşabildiği son noktadan itibaren en fazla 45 m olabilir (Şekil 2.25) (BYKHY, 2021).



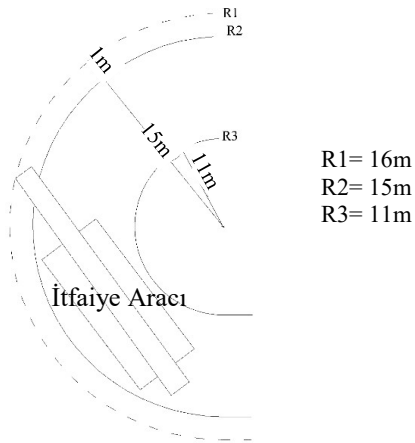
Şekil 2.25. BYKHY' e göre itfaiye araçlarının erişim mesafesi (Kılıç, 2018)

Bir yapıya ana yoldan erişim sağlayan yollar ise iç ulaşım yollarıdır. İç ulaşım yollarının genişliği en az 4 m olmalıdır. Çıkamaz sokak olması durumunda yolun genişliği en az 8 m olması gerekmektedir (Şekil 2.26) (BYKHY, 2021). Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği' ne göre ise parsel içindeki yollar en az 5 m genişlikte ve ring olarak tasarlanması gerektiği bildirilmektedir (Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği, 2019).



Şekil 2.26. Çıkamaz sokak genişliği (BYKHY, 2021)

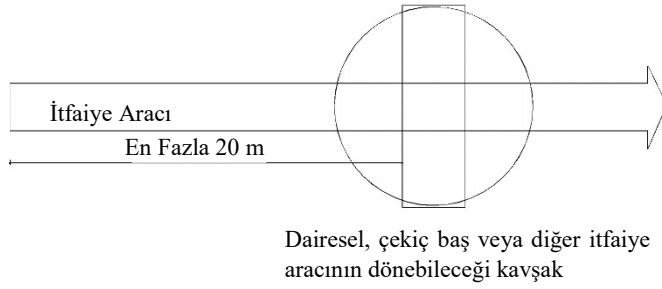
Dönemeçlerde iç yarıçap uzunluğu minimum 11 m, dış yarıçap uzunluğu minimum 15 m, yol eğimi en çok % 6 olmalıdır (Şekil 2.27) (BYKHY, 2021).



Şekil 2.27. Dönemeç yollarda yarıçap ölçüleri (BYKHY, 2021)

Merdivenli itfaiye aracının kullanımı için erişim yolunun konumu, yatay olarak erişim açıklığına en yakın kenarının, erişim açıklığının merkez noktasından 2 metreden daha yakın ya da 10 metreden daha uzak olmayacağı şekilde tasarlanır. İtfaiye aracının merdivenin 60-80 derecelik açıyla açılabilmesini sağlayacak yeterli yatay alana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple yapılarda bulunan çıkmalar, sundurmalar ya da yakın çevredeki ağaçlar itfaiye aracı için engel oluşturabilmektedir (Kılıç, 2018).

Çıkamaz sokaklarda itfaiye aracının manevrası sınırlı olacağından dolayı aracın geri dönüş yapabilmesi için kavşak tasarlanmalıdır. (Kılıç, 2018) İtfaiye ve kurtarma servis araçları, bir erişim yolunun sonundan 20 m' den fazla geriye gitmek zorunda kalmamalıdır ve çıkamaz yolun 20 m' den uzun olduğu durumlarda, dönüş olanakları sağlanmalıdır (Şekil 2.28) (Scottish Government, 2008).



Şekil 2.28. Çıkamaz yollar ve dönme kavşakları (Kılıç, 2018)

Yangın hidrantları ve söndürme havuzları

Yangın meydana geldikten sonra yangının büyümesini engellemek ve binada bulunan sakinleri kurtarmak için etkin bir şekilde mücadele operasyonları çok önemli olmaktadır. İtfaiye ekiplerinin yangına karşı gerekli müdahaleyi yaparak yangını kontrol altına alabilmeleri için çevrede yeterli su kaynağının bulunması gereklidir (Scottish Government, 2008).

BYKHY’ de yapının bütün çevresini kapsayacak ve müdahale araçlarının kolay ulaşım bağlantı yapabileceği konumda hidrant sistemi yerleştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca dış hidrant sistemleri, genel yerleşme bölgelerinden ayrı olarak kurulan yerleşim alanlarındaki 5000 m²’ den büyük taban alanına sahip binalarda yapılması mecburi tutulmuştur (BYKHY, 2021). Ayrıca BYKHY’ e göre konut, ticaret, ve sanayi gibi farklı işlevlere sahip bölgeler arasında yangın havuzları ve su ikmal noktaları için yeşil kuşaklar ayrılması gerekmektedir (BYKHY, 2021).

Yapının etrafında en az bir adet harici su hidrantı bulunmalıdır. Hidrantlar, binadan en az 6 m uzakta ve en az bir girişten en fazla 60 m uzaklıkta yerleştirilmelidir. Ayrıca binanın her dış kotu bir hidrantın 60 m yakınında olacak şekilde konumlandırılmalıdır. Kullanım için her zaman erişilebilir olan, park yerleri gibi noktalarda hidrant ile bina arasında açık bir yol olacak şekilde düzenlenmelidir (Scottish Government, 2008). Hidrantlar konumlandırılırken, hidrant ve yangın sahaları arasındaki proses ekipmanı ve yapıları, hendekler, su yolları ve demir yolu rayları gibi olası engeller göz önünde bulundurulmalıdır (Zalosh, 2003).

Güvenli toplanma bölgeleri

Yangın gerçekleştiğinde yapıdan tahliye edilen kişilerin yapını dışında güvenli bir şekilde bekleyebilecekleri güvenlik bölgeleri belirlenmelidir (BYKHY, 2021).

Güvenli toplanma bölgeleri, acil durumlar sonrasında bina kullanıcı sayısı, ulaşılabilirlik, tehlikeden uzaklaşma mesafesi ve engelsiz kullanım gözetilerek bina kullanıcılarının tehlikeli bölgeden uzaklaşmasını ve sağlıklı bilgi alışverişini sağlamak amacıyla belirlenen geçici süreli toplanma alanlarıdır.

2.4.2. Bina ölçeğinde pasif yangın güvenliği

Bina ölçeğinde pasif yangın güvenlik önlemleri; binanın fiziksel özellikleri, binanın işlevsel ve mekânsal kurgusu, bina içi yatay ve düşey boşlukların analizi ve kaçış yollarının analizi ve tasarımı olmak üzere dört başlık altında incelenmiştir.

Binanın fiziksel özellikleri

Binalar sahip oldukları fiziksel özelliklere göre farklı yangın risklerine sahip olabildiklerinden dolayı tespit edilen risklere göre yangın güvenlik önlemleri alınması gerekmektedir. Binaların yüksekliği, kat sayısı, taban alanı ve toplam alanına bağlı olarak kompartıman alanlarının gerekliliğinin sorgulanması; kat sayısı, bina kabuğunda girinti ve çıkıntılar, doluluk-boşluk oranı ve konumlarına bağlı olarak risklerin ve gerekli önlemlerin tespit edilmesi gerekmektedir.

Bina yüksekliği, taban alanı ve toplam alanına bağlı olarak kompartıman alanları, yangın ve duman kontrolü

BYKHY' e göre bina yüksekliği 21.50 m'den, yapı yüksekliği 30.50 m'den fazla olan binalar yüksek bina sınıfında yer almaktadır. Bina yüksekliği 21.50 m'den fazla olan (konut hariç) binalarda bu belirlenen yüksekliklerden daha fazla olan katlarda en fazla üç kat bir yangın kompartımanı olarak düzenlenmelidir. Yangın kompartımanı; bina içinde tüm duvarları ve döşemeleri en az 60 dakika yangına karşı dayanıklı yapı elemanları ile çevrilmiş, duman ve ısı geçirmez bölümlere ayrılmış alandır (BYKHY, 2021).

Yangının yayılımını ve şiddetini sınırlamak için, yangına dayanıklı kapılar, duvarlar ve zeminler ile çevrilmiş yangına fiziksel bir bariyer sağlayacak yangına dayanıklı bölmelere ayrılabilir. Yangının boyutunu ve büyümesini sınırlandırmakla beraber yangın kompartımanları; risk altındaki kişi sayısını azaltmak, kaçış mesafesini azaltarak binada bulunan kişileri yangının etkilerine karşı korumayı da sağlar (Scottish Government, 2008).

Sanayi yapılarında özellikle idari ve sosyal kısımlarda asma katlar ve bölmeli ofisler bulunmaktadır. Ancak genel anlamda tek katlı büyük kompartıman hacimlerine sahip yapılardır (Cosgrove, 1996). Endüstriyel yapıların genellikle büyük alanlara sahip olmasından dolayı zonlama ve uygun genişlikte yangın kompartımanlarının oluşturulması gerekmektedir (Gültek & Selvi, 2005). Zonlama ve kompartıman alanlarının oluşturulmasıyla meydana gelen yangının ve oluşan dumanın komşu hacimlere geçmesi engellenir. Sızdırmaz ve yangına dayanıklı duvarlar ile dumanın yayılması sınırlandırılır (Kılıç, 2008).

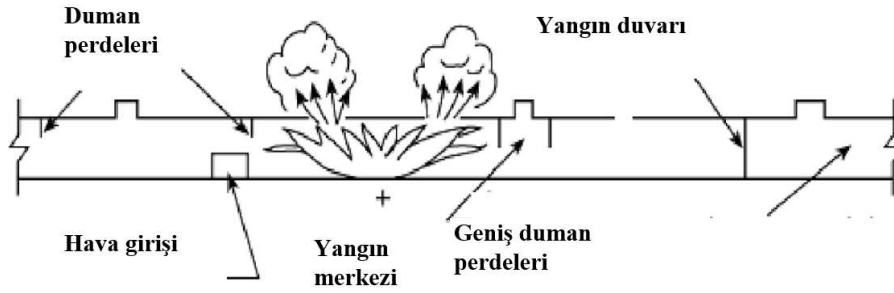
Bir kompartımanın maksimum alanı binaların kullanım sınıfına, kat sayısı ve yüksekliğine, otomatik yangın söndürme sistemlerinin varlığı ve kompartımanın ve yapı elemanlarının minimum yangına dayanıklılık süresine göre belirlenmelidir (Scottish Government, 2008).

Sanayi yapıları için orta tehlike-1 ve orta tehlike-2 grubunda yer alan tesislerde kompartıman alanı en fazla 15.000 m²'dir. Binanın tek katlı olması durumunda sınırlama yoktur ve diğer binalarda uygun yangın kontrol sistemleri mevcut ise kompartıman alanında sınır yoktur. Orta tehlike-3 ve üstü grubunda yer alan sanayi yapılarında ise kompartıman alanı en fazla 6000 m²'dir. Binalarda uygun yangın kontrol sistemlerinin mevcut olması durumunda kompartıman alanında sınırlama yoktur (BYKHY, 2021).

Sanayi yapısı tek ve çok katlı alanlardan oluşuyorsa; tek katlı bölüm ile çok katlı bölüm arasında 60 dakika yangına dayanıklı bölme duvarı ve zemini sağlanmalıdır (Scottish Government, 2008). Geniş binalarda yangın bölümlendirmesi ve yangına dayanıklı duvarların oluşturulması daha zordur. Duman yayılımının önlenmesi için sanayi yapılarında kompartıman alanlarının yanı sıra duman perdeleri yapılabilir ve doğal havalandırma yapılarak duman yayılımı kontrol altına alınabilir (Kılıç, 2008). Sanayi yapıları genellikle büyük taban alanlı ve kesintisiz hacimlerden oluşmaktadır. Söz konusu alanların işlevden

kaynaklı olarak daha küçük mahallere ayırlamadığı için yangın bölümlendirmesi her zaman mümkün olmamaktadır.

Yangın sırasında açığa çıkarak yukarıya doğru hareket eden ve tavanda biriken dumanın yatay yayılımı, belli aralıklarla tavandan sarkan duman perdeleri ile engellenmektedir. Duman perdeleri, dumanı toplayarak diğer bölümlere iletilmesini önler (Gültek & Selvi, 2005). Tek katlı yapıların geniş alanlarında tavan düzeyinden aşağıya doğru inen metallere, sıvalı perdeler duman perdesi olarak kullanılabilir (Kars, 1999a). Tam yüksekliğe sahip ara duvar, bölmeler ve dış duvarlar da duman perdesi görevi görmektedirler (Şekil 2.29) (Gültek & Selvi, 2005).



Şekil 2.29. Duman perdeleri (Gültek & Selvi, 2005)

Sanayi yapılarının geniş alanlara sahip olmasından kaynaklı olarak duman bariyerlerinin kullanımıyla birlikte doğal duman tahliyesi yapılabilmektedir (Kılıç, 2008). Hacmin büyük olmasından dolayı sanayi yapılarında alandaki yangın yükü ve duman miktarına göre olması gereken minimum doğal açıklık belirlenir. Duvarların tavan hizasına yakın veya tavana konumlandırılan kapaklı açıklıklar ile doğal duman tahliyesi yapılarak dumanın alt seviyelere inmesine engel olunur. Böylece güvenli tahliye ve itfaiye ekiplerine müdahale için güvenli bir ortam sağlanır (Doğuç, 2014). Duman, ısı ve yanma ürünlerinin tahliyesinin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için yangın durumunda çatı havalandırmalarının otomatik açılmasını sağlayan bir mekanizma kurulmalıdır (Gültek & Selvi, 2005).

Duman, ısı ve yanma ürünlerinin tahliyesi için öngörülen genişlik ve miktardaki açıklıklar, korozyona ve yüksek ısıya dayanıklı, sızdırmazlık özelliğine sahip olan tahliye kapakları ile kapatılır. Dış ortam şartlarında etkilenmeyecek yüksek sıcaklıklarda hava ve su sızdırmaz özellikli, donmaya dayanıklı ve kar yükü dayanımlarını sağlayacak özellikte imal edilmelidir

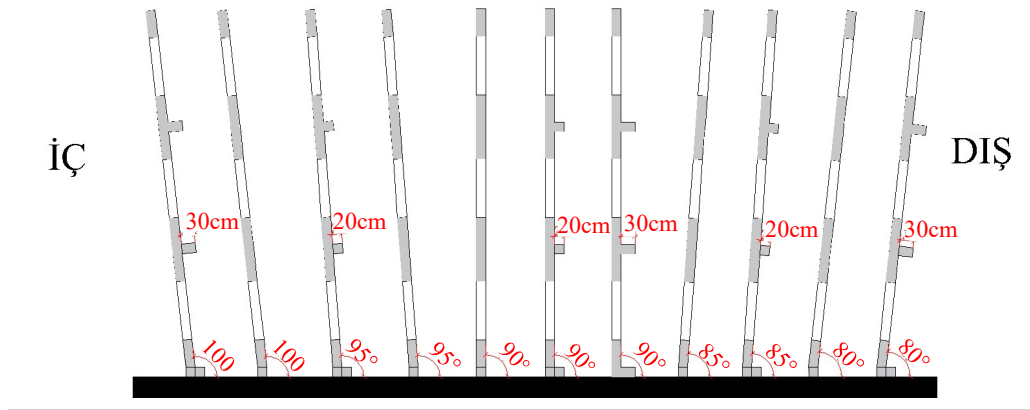
(Doğuç, 2014). Ayrıca bu kapaklar rüzgârın etkisine karşı korunmalıdır ve duman kapaklarının konumu rüzgarın hâkim olduğu yöne göre belirlenmelidir (Kılıç, 2008).

Bina formu, bina kabuğunda girinti ve çıkıntılar, doluluk-boşluk oran ve konumları

Yapıda çıkan bir yangının çevreye yatayda ve düşeyde yayılmasında ve çevredeki bir binada ya da açık alanda meydana gelen bir yangının binaya sirayet etmesinde cephe malzemesi, geometrisi ve cephedeki açıklık etkin rol oynamaktadır. Yapı kabuğu, yangının yayılmasını engellemek için yangını başladığı mekânda sınırlama, yatayda ve düşeyde yani üst katlara geçişini ve yatayda komşu binalara yayılmasını engel olabilecek özelliklere sahip olması gerekmektedir (Serteser & Yılmaz, 2005). Boşluk geometrisine, boşluğun kesitine, boyutlarına, bağlı olarak duman hareketi şekillenecektir (Beyhan & Kanan, 2013).

Yanıcı cephe malzemesi, pencere ve diğer açıklıklar cephede yangının radyasyon yoluyla yayılmasına sebep olmaktadır. Cephedeki açıklık miktarının artması yatay ve düşey yöndeki ısı ve alev çıkışı için daha fazla imkân vereceğinden dolayı yangın yayılımının artmasına sebep olur (Serteser, 2004; Smith, 1971). Tasarlanacak olan yapı kabuğunda açıklık konumları ve boyutları cephedeki yangın yayılım durumu dikkate alınarak belirlenmelidir. Bina içinde çıkan bir yangının söz konusu açıklıklardan bina dışına çıkarak cepheye ya da çevredeki diğer yapılara yayılmasına engel olabilecek önlemler alınmalıdır (Yaman, 2018). Cephede iki kat arasında bulunan korumasız açıklıklar arasında, en az 100 cm yüksekliğine sahip yangına dayanıklı cephe elemanı ile dolu yüzey oluşturulmalıdır. Oluşturulan yüzey ile alevlerin bir kattan diğer bir kata geçmesi engellenir. 6.50 m'den yüksek olan binaların cephelerindeki açıklıklarda ise yan kenarları minimum 15 cm ve üst kenarı minimum 30 cm eninde hiç yanmaz malzeme kullanarak yangın bariyerleri oluşturulmalıdır (BYKHY, 2021).

Cephenin geometrisi de yangının yayılımına engel olacak şekilde tasarlanmalıdır. Cephenin dışa eğik geometriden oluştuğu durumlar düz ya da içe eğik olan cephelere göre daha tehlikelidir. Eğim açısı arttıkça duman yayılımında düşüş gözlenir ve içe eğik cepheler duman yayılım hızının değerlendirmesine göre en etkili çözümdür (Şekil 2.30) (Civelek, 2020).



Şekil 2.30. Farklı eğimlerde oluşturulan cephe örnekleri (Civelek, 2020)

Eğimli olmayan ve çıkmanın olduğu durumlarda dumanın hem cepheden ayrılma hareketi yaptığı hem de yayılımının diğer cephelere göre daha az olduğu belirlenmiştir. Ancak çıkmaların hem içe hem de dışa eğimli cephelerde dumanın çıkamadan dönerek cepheye yaklaşmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Çıkma kullanımı eğimli cephelerde riskli iken düz yüzeylerde yangın güvenliği açısından risk oluşturmaz (Civelek, 2020). Baca etkisi oluşturacak dar, iç bükey tasarımlar özellikle yangın yayılımında risk oluşturmaktadır. Tasarımda böyle bir cephe geometrisi var ise de iç bükey cephelerin olduğu alanlarda yangın riski yüksek olan mekânlar bulunmamalıdır (Yaman, 2018).

Yapının işlevsel ve mekânsal kurgusu

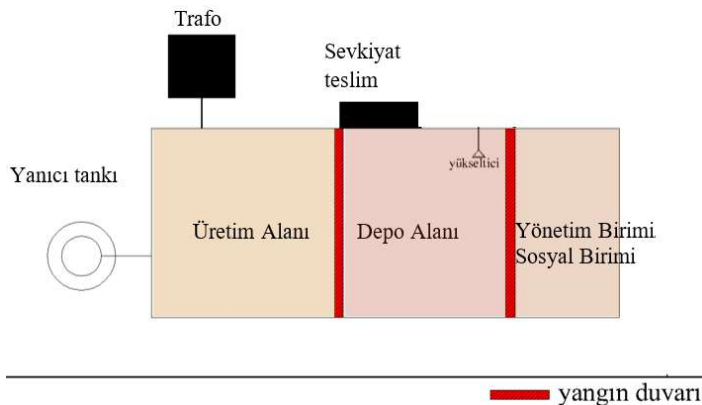
Sanayi yapıları; üretim, depo, sosyal, yönetim ve destek birimlerinden oluşmaktadır. Her hacim farklı işleve sahip olmasından kaynaklı olarak farklı risk düzeylerine sahiptir. Birimlerin işlevlerine göre birbiriyle ilişkisi ve yerleşim kurgusu belirlenmektedir. Tüm hacimler bir arada tek binada ya da farklı hacimlerde tasarlanabilmektedir. İşlevsel açıdan mekânlar arasındaki ilişki değerlendirilerek konumlandırılan hacimlerin birbiri arasındaki bağlantı düzeyine göre farklı riskler açığa çıkmaktadır.

Binanın niteliğine ve binada gerçekleştirilen faaliyetlerin özelliklerine göre tehlike sınıfı belirlenmektedir (BYKHY, 2021). Gerekli olan korunma önlemlerini oluşturmak için farklı işlevlere sahip birimlerin tehlike ayrımı yapılmalıdır. Risk seviyesi daha yüksek alanları diğer hacimlerden yangın duvarları ile ayırarak yangın ve patlamada oluşacak hasar en az seviyede tutulabilir (Zalosh, 2003).

Farklı işlevlerdeki birimlerin ve tesise ait ekipmanların yerleşim yerlerinin planlanması yangın ve patlama tehlikelerinin belirlenmesinde önem arz eden unsurlardır. Tehlike düzeyleri, alevlenme ve patlama seviyeleri farklı olan alanlar tespit edilerek birbirinden ayrılmalıdır. Tehlikeli alanlarda gerekli önlemlerin alınabilmesi için tehlikeli maddeleri ve/veya süreçleri barındıran hacimler diğer hacimlerden ayrılarak izole edilmesi gerekmektedir (Zalosh, 2003). Yangın duvarları kullanılarak farklı kullanım amacına sahip alanlar birbirinden ayrılarak yangının ve dumanın hacimler arasında yayılması sınırlandırılır. Farklı işleve sahip birimler birbirinden ayrı hacimler, birbirine bitişik hacimler ya da bir hacmin diğer farklı birimleri kapsadığı durumlar olabilmektedir. Her farklı yerleşim düzenine göre farklı güvenlik gereksinimleri mevcuttur (Scottish Government, 2008).

Zonlama ve kompartıman alanlarının oluşturulmasıyla meydana gelen yangının ve oluşan dumanın komşu hacimlere geçmesi engellenir. Sızdırmaz ve yangına dayanıklı duvarlar ile dumanın yayılması sınırlandırılır (Kılıç, 2008).

Üretim operasyonlarından ve diğer yardımcı işlemlerden kaynaklı olarak üretim ve yardımcı birimler yangın tehlikesinin açığa çıkmasına ve başlamasına sebep olan süreçlere sahiptir. Büyük miktarda yanıcı malzemelerin depolandığı depo alanları ise tehlikeyi arttırıcı yönde etkiye sahiptir. Bu sebeple tehlikenin açığa çıkmasına sebep olabilecek alanlar ve tehlikeyi arttırıcı alanlar birbirinden yangına dayanıklı duvarlar ile ayrılarak yangının büyüklüğü ve kapsamı sınırlandırılmalıdır (Şekil 2.31) (Zalosh, 2003).



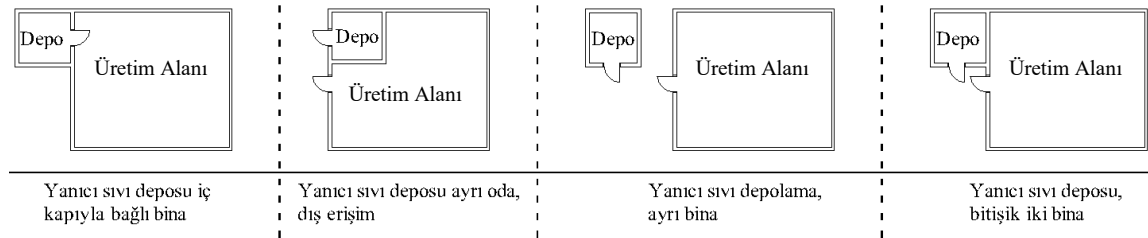
Şekil 2.31. Üretim, depo ve yönetim-sosyal birimlerin yangın duvarıyla birbirinden ayrılması (Zalosh, 2003)

Ayrıca yangın tehlikesini başlatıcı ve tehlikeyi arttırıcı alanlar birçok çalışanın bulunduğu alanlardan ve kritik ekipmanların mevcut olduğu alanlardan yangın duvarı ile ayrılmalıdır. Yangına ve patlamaya dayanıklı duvarların yanı sıra bu birimler arasında bulunan kapılar yangın kapısı özelliğinde olmalıdır (Zalosh, 2003). Bu bağlamda üretim alanlarının bulunduğu birimler, depo alanları ve yönetim-sosyal birimler birbirinden ayrılarak yangın yayılımını sınırlandırılmalı ve korunum sağlanmalıdır.

BYKHY' e göre birden fazla binanın ortak kullanımında olan duvarlar, kazan dairesi, otopark, ana elektrik dağıtım odaları, yapı içindeki trafo merkezleri, jeneratör grubu gibi yangın tehlikesine sahip alanlarda duvar ve döşemeler kompartıman duvarı özelliğine sahip olmalıdır (BYKHY, 2021).

Üretimde kullanılan ya da depolanan malzeme özelliklerine göre tehlike ayrımı yapılarak özel koruma önlemleri uygulanmalıdır (Zalosh, 2003). Özel yangın riski olan bir yer, 60 dakika yangına dayanıklı bölme duvarları ile çevrilmelidir (Scottish Government, 2008).

Sanayi tesislerinde yangından korunma için ana konulardan biri depolama alanlarıdır. Büyük miktar ve yoğunlukta yanıcı malzemelerin bulunması çeşitli riskleri beraberinde getirmektedir. Bu alanlardaki büyük miktarda bulunan yanıcı malzemeler, depolarda meydana gelen yangınların büyük kayıplarla sonuçlanmasına sebep olmaktadır (Zalosh, 2003). Büyük miktarlarda depolanması gereken yanıcı malzemeler üretim alanlarından uzakta bulunan ayrı bir depo binasında depolanmalıdır. Üretim alanlarında bulunan tutuşturucu kaynaklardan uzak tutularak daha güvenli bir ortam oluşturulmalıdır (Şekil 2.32) (Schroll, 2002).



Şekil 2.32. Depo ve üretim alanlarının birbirine göre alternatif olarak konumlandırılması (Schroll, 2002)

Başka depo konumlandırılması ise üretim alanına bitişik ama alandan ayrı girişi olan ve doğrudan üretim alanına geçişi olmayan depolama alanlarıdır. Diğer seçenekler ise üretim alanına bitişik ve iç kapı ile alana bağlantılı veya üretim alanı içinde ve dışarıya doğrudan açılan kapısı olan depo alanlarıdır. Üretim süreçlerinden dolayı pratik seçim olarak görülen planlama üretim alanına erişimi olan bir iç oda düzenidir. Bu durumda depolama alanına açılan kapının kapalı tutulması ve yangına dayanıklı olması gerekmektedir (Schroll, 2002).

Bina içi yatay ve düşey boşlukların analizi

Binanın herhangi bir kapalı alanında yangın meydana geldiğinde, yangından çıkan duman ve zehirli gazlar düşey yönde hareket ederek yükselir ve tavanda birikir. Yapıda bulunan maddelerin türüne, miktarına ve yapının havalandırma durumuna göre meydana gelen duman tabakası kısa sürede yapının yarısını kaplar (Kars, 1999a). Giderek artan duman tabakası yatay hareketle her yöne yayılım gösterir. Duman, ısı ve zehirli gazlar; binanın duvar, tavan ve zeminindeki herhangi bir delik veya boşluktan binanın diğer bölümlerine geçecektir (Scottish Government, 2008).

Yapılarda yangının ve dumanın yayılımına sebebiyet verebilen yatayda ve düşeyde çeşitli boşluklar bulunmaktadır. Bunlardan bazıları işlevinden kaynaklı olarak gerekli alanlar ya da boşluklarken bazıları ise uygulama hatasından kaynaklı olarak yapıda bulunan boşluklardır. Yangının ve dumanın yayılmasına sebep olabilecek olan bir boşluk, bir binanın elemanları tarafından çevrelenen veya bir yapı elemanı içinde bulunan gizli bir alandır. Özellikle gizli alanlarda bulunan boşluklar, yangın ve dumanın binada fark edilmeden yayılmasına sebep olmaktadır. Yangın ve dumanın binadaki yayılımının kontrol edilebilir olması için yayılım yollarının belirlenmesi gerekmektedir (Scottish Government, 2008). Yangın ürünleri yapıda yatayda ve düşeyde hareket ederek yayılım gösterdiği için yatay ve düşey boşlukların belirlenip ayrıca değerlendirilmesi gerekmektedir. Isı, duman ve zehirli gazların yapılarda yatay yönde yayılımına sebep olan açıklıklar;

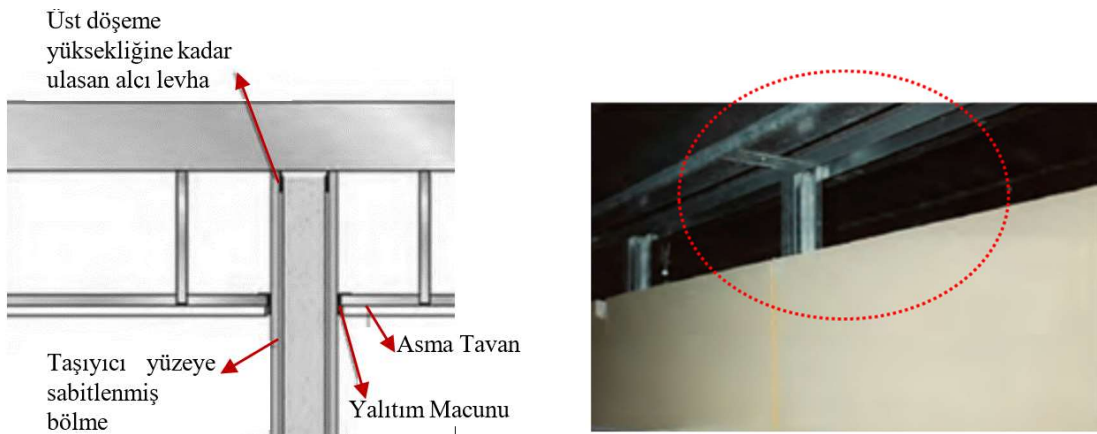
- Kapılar ve mekânlar arası geçişler, pencereler, açık nişler
- Koridorlar
- Asma tavanlar, özellikle tavana kadar devam etmeyen duvarların bulunması,
- Yükseltilmiş döşemeler
- Havalandırma ve tesisat kanalları

Kapılar, mekânlar arası geçişler, iç mekân pencereleri ve açık nişler ve koridorlar

Yangının yayılmasını önlemek için, açıklığın pervazları ve pervazının etrafında en az 30 dakika dayanımlı boşluk bariyerleri bulunmalıdır. Kapalı bir kapı yangın, duman ve zehirli gazların yayılımını bir miktar engelleyebilir. Ancak yangın, duman ve zehirli gazların geçişinin engellenmesi gereken kaçış yolları, kompartıman alanlarının kapıları yangın kapısı özelliğinde olmalıdır. Dumanın, ısının ve zehirli gazların yayılmasını önleyerek yangını sınırlandırmak için bina; yangına fiziksel bir bariyer sağlayacak yangına dayanıklı kapılar, duvarlar ve zeminler ile yangına dayanıklı bölmelere ayrılabilir (Scottish Government, 2008). Yangın kapıları, kendi kendine kapanma ve yangına karşı direnme özelliğiyle kaçış yollarının korunmasında çok önemlidir. Yangın kapısında çerçeve ve kanat arasında en fazla 3-4 mm boşluk olacak şekilde montajı sağlanmalıdır (ASFP, 2012).

Asma tavanlar

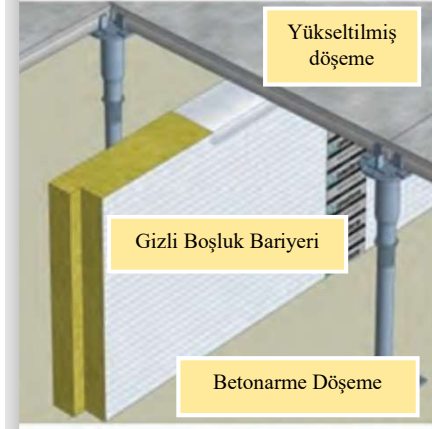
Yangın, duman ve zehirli gazlar, mekânı bölen ancak asma tavan üstünden tavana kadar ulaşmayan duvarların bulunduğu yerlerde mekânlar arası geçiş yapabilmektedir. Duvarlarda asma tavan üstünde de döşemeye ulaşana kadar süreklilik sağlanması yayılımı önlemek amacıyla çok önemlidir (Şekil 2.33) (ASFP, 2012).



Şekil 2.33. Asma tavan arası boşluklarda düşey bölme uygulamaları - üst döşemeye kadar devam eden / döşemeye ulaşmayan bölme (ASPF 2012)

Yükseltilmiş döşemeler

Yükseltilmiş döşemelerde yangın yayılımına engel olmak amacıyla duman veya alevin girmesine karşı kapatmak için boşluk bariyerleri uygulanır (Şekil 2.34) (ASFP, 2012).



Şekil 2.34. Yükseltilmiş zeminin altındaki boşluk bariyeri

Havalandırma ve tesisat kanalları

Havalandırma sistemleri ısı ve dumanın yayılması için bir yol sağlayarak yangının farklı mekânlara ulaşmasına sebep olabilir. Yangın durumunda otomatik olarak kapanan ve yangın ve dumanı tutan yangın damperleri ile yayılıma engel olma sağlanmaktadır (Scottish Government, 2008). Isıtma ve havalandırma kanal sistemleri yangını yapıdaki diğer bölümlere iletebilmektedir. Bu sebeple bu tür tesisatla ilgili donanımların geçtiği alanlar yangın ve dumanın yayılmasını engellemek amacıyla yalıtılmalıdır. Isıtma ve havalandırma kanal sistemlerinin yangın duvarlarından geçtiği noktalarda yangın damperleri kullanılır (Kılıç, 2008). Kanalin bölme duvarına veya zemine girdiği noktada kurulan yangın damperleri; normal koşullarda değiştirilen havanın bir kanal, duvar veya bölmeden geçmesine izin verirken; yangın durumunda yangının geçişini önlemek için otomatik olarak kapanır. Termal olarak tetiklenen yangın damperleri, duman dedektörü veya uygun yangın algılama sistemi tarafından etkinleştirilen gibi farklı tipte cihazlar mevcuttur. Ancak damperlerin mutfak gibi mekânlarda yağ birikimi olmasından dolayı kullanımı uygun değildir (ASFP, 2012).

Mahaller arasında geçiş yapan su, elektrik, ısıtma ve havalandırma tesisatına ait mekanizmaların duvarlardan geçmesi durumunda geçiş noktaları açıklık kalmayacak şekilde yalıtılmalıdır. Yangın durumunda ısı, duman ve zehirli gazların bu boşluklardan geçmesini belirli süre engelleyecek yangın dayanım özelliğine sahip yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır (Arkadakalmaz, 2011).

Yapıların duvarlarında yangın yalıtımının yapılması gereken boşluklar ve geçiş noktaları aşağıda açıklanmıştır.

- Yatay yönde ilerleyen elektrik tesisatına ait elemanların duvardan geçiş noktaları,
- Kaçış koridoru, yangın merdiveni ve yangın duvarlarından yatay olarak geçen elektrik ve mekanik tesisat geçiş noktaları,
- Kaçış koridoru, yangın merdiveni ve yangın duvarlarının üst döşeme ile birleştiğı tavan-duvar birleşim derzleri ve dilatasyon derzleri,
- Mutfak, kazan dairesi, trafo ve pano odaları duvarlarından yatay olarak geçen elektrik ve mekanik tesisat geçiş noktaları. (Arkadakalmaz, 2011)

Yangın, ısınan hava yükselir prensibine göre aşağıdan yukarıya doğru hareket ederek mekânın üst kısmında birikir. Döşemeler bu durumda yangının diğer kata geçmesini engelleyen sınırlayıcı durumdadır. Ancak döşemede herhangi bir boşluk ya da geçiş olması durumunda yangın, duman ve zehirli gazlar üst kotlara sızabilmektedir. Isı, duman ve zehirli gazlar duvar tavan birleşim noktasında yoğunlaşır ve herhangi bir boşluk, açıklık, geçiş bulduklarında yükselerek diğer kottaki mekâna doğru yayılır (Arkadakalmaz, 2011).

Isı, duman ve zehirli gazların yapılarda düşey yönde yayılımına sebep olan açıklıklar ise şu şekildedir:

- Merdiven ve asansör boşlukları
- Havalandırma ve tesisat kanalları
- Bacalar ve şaftlar
- Cephe konstrüksiyonlarında yer alan boşluklar
- Atrium, galeri boşlukları

Merdiven ve asansör boşlukları

Korunmamış merdiven ve asansör boşlukları, yangın durumunda baca etkisi göstererek yangının diğer katlara ulaşmasına sebep olabilir. Acil durumlarda kaçış yolu olarak kullanılacak olan merdiven ve asansörler yangına dayanımlı duvar ve döşemeler ile çevrilmelidir. Korunumlu merdiven ve asansörlere, yangın ve duman geçişini engellemek için tasarlanan yangın güvenlik holünden ulaşım sağlanmalıdır. Kaçış merdivenlerinde doğal, mekanik havalandırma veya basınçlandırılma yapılması gerekir (BYKHY, 2021).

Bacalar ve şaftlar

Döşemeler tasarım aşamasında yangına dayanımlı olarak tasarlanmalıdır ya da yapılacak olan yalıtımlar ile yangına karşı dayanımı artırılmalıdır. Yangının aşağıdan yukarıya hareketinden kaynaklı olarak katlar arasında yayılmasını engellemek için, tavan ve döşemelerden geçen tesisat boşluklarının yangına dayanımlı malzemeler ile yalıtımının sağlanarak ısı, duman ve zehirli gaz geçişinin engellenmesi gerekmektedir. Uygulanan yalıtımlar ile her kat bir yangın zonu haline gelerek yangının katlar arası geçişini belirli bir süre durduracaktır (Arkadakalmaz, 2011).

Bunlara bağlı olarak yapıda bulunan yalıtım yapılması gereken noktalar aşağıda belirtilmiştir. Ayrıca söz konusu düşey tesisat şaft boşluklarında yanıcı malzemeler bulunmamalıdır.

- Tesisat şaftları ve döşemedeki geçiş ve delikler
- Elektrik odaları, elektrik şaftları, pano ve trafo merkezlerindeki döşemeden geçen düşey yöndeki elektrik tesisatları, kablo ve kablo tavası geçişlerinin çevresi yangın durdurucu intümesan özellikli malzemeler ya da harç, köpük gibi malzemeler ile yalıtılmalıdır.
- Mutfak ve kazan dairesi tavan ve döşemelerinden geçen tesisatlar, havalandırma kanallarının geçtiği duvarlar ve döşemeler yangın kesici damper kullanılarak dayanım sağlanmalıdır.
- Döşemeden geçen dilatasyon derzleri, malzemelerin birleşim derzleri; hareket özelliği farklı olan malzemelerin birleşimlerinde zamanla dış etkilere kaynaklı olarak yangın, duman ve zehirli gaz geçişine neden olacak çok büyük olmayan açıklıklar meydana

gelebilir. Bu sebeple bu noktalarda elastomerik yangın durdurucu mastik tipi ürünler kullanılarak yalıtım uygulanmalıdır.

- Trapez döşeme ile duvar arasında imalat gereği uygun genişlikte derz bırakılmaktadır. Buralarda duvarın iki tarafından da yangın durdurucu özellikli mastikler uygulanarak yangın geçişini engelleyici yalıtım yapılmalıdır. (Şekil 2.35) (Arkadakalmaz, 2011)



Şekil 2.35. Döşeme geçişlerinde yangın bölümlendirilmesi ve duvar trapez döşeme yangın durdurucu uygulaması (Arkadakalmaz, 2011)

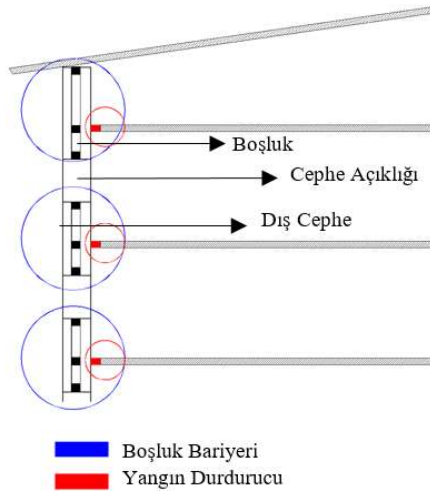
Döşemelerde açılan her tesisat boşluğu yangının yayılım tehlikesini arttırmaktadır. Bu sebepten dolayı boruların döşemeler üzerinden tekil geçişleri yerine kat döşemesi üzerinde belirli noktalardan mekanik tesisat geçişleri tekil geçişler olarak sağlanmalıdır. Yapılarda bulunan şaftların baca gibi çalışarak yangını çatıya iletmelerini önlemek için şaftlar ile çatı bağlantıları yangın durdurucu malzemeler kullanılarak kapatılmalıdır (Arkadakalmaz, 2011). Çatılar yangın durumunda yapının içinde açığa çıkan ısı ve dumanı dışarı atabilmeli ve dışarıdan ısı ve duman girişini durdurmalıdır.

Cephe konstrüksiyonlarında yer alan boşluklar

Günümüzde tek katmanlı, çift katmanlı ve giydirme cephe sistemleri kullanılmaktadır. Tek katmanlı cephelerde iç ve dış ortamı birbirinden ayıran duvarlar boşluklar ile tek katmandan oluşur. Çift katmanlı cepheler 2 ayrı katmanın arada belli bir mesafe bırakılarak tek bir sistemde birleştirilmesiyle oluşturulur. Çift kabuklu cephelerde 2 katman arasında bırakılan boşlukta yangın ve dumanın hızlı bir şekilde yayılması en büyük sorunlardan biridir. Giydirme cepheler ise yapılış durumuna, yani bırakılan boşluğa bağlı olarak tek katmanlı cephe ya da çift katmanlı cephenin yangındaki benzer davranışını gösterir (Yaman, 2018).

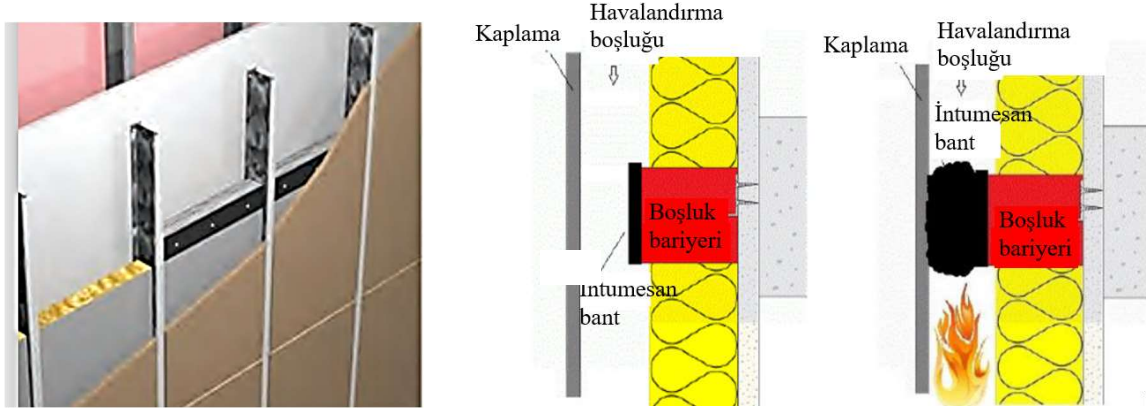
Cephe ile duvar arasındaki boşlukta ya da duvar boşluğunun içinde kullanılan ısı yalıtım malzemesi, yapının yüksekliği 18 m' den fazla ise yanmaz malzemelerden olmalıdır (Scottish Government, 2008).

Cephelerin yapımında dikkat edilmesi gereken bir diğer unsur ise cephe ve döşeme birleşim noktalarıdır. Yapı içinde çıkan bir yangın, cephe döşeme birleşimlerinden sızarak cepheye sirayet edebilir ve üst katlara ve/veya dış çevredeki bina cephelerine sıçrayabilir. Cephe ve döşeme birleşim noktalarının yangına bir süre dayanabilen yalıtım malzemeleri ile yalıtılması gerekmektedir (Altındaş, 2011; Yaman, 2018). Şekil 2.36'da cephelerde bulunan boşluklar için yalıtım bariyerlerinin düzenlenmesi gereken yerler gösterilmiştir.



Şekil 2.36. Boşluk bariyerlerinin düzenlenmesi (Altındaş, 2011; Yaman, 2018)

Binanın cephe kaplamalarındaki boşluklar, yangının bina cephesine yayılma potansiyeli oluşturabilir. Binanın bu kısımlarında yayılan yangınlar daha sonra pencereler gibi açıklıklar aracılığıyla binanın farklı bir kotundan ya da mekânından yeniden içeriye ulaşabilir. Havalandırma boşluklu cephe kaplamasında boşluk bariyer sistemi kullanılarak yangının cephede yayılmasına engel olunur (ASFP, 2012). Boşluk bariyerinin yüzeyinde bulunan intumesan bant ısıya maruz kaldığında şişerek boşluğu kapatır ve yangının düşeyde ilerlemesine engel olur (Şekil 2.37) (Güleşen & Yılmaz, 2018).



Şekil 2.37. Havalandırma boşluklu cephe kaplamasında boşluk bariyer sistemi (ASFP, 2012) (Güleşen & Yılmaz, 2018)

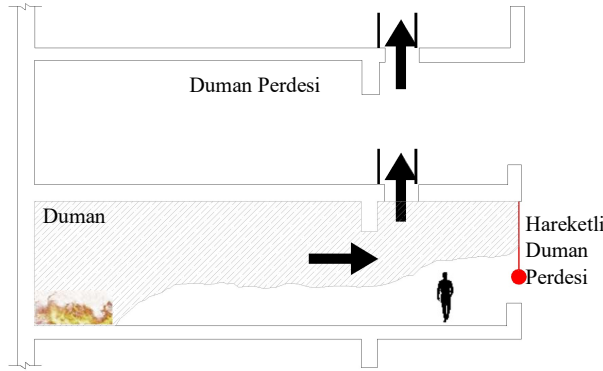
Atriumlar, galeri boşlukları

Atriumlar duman, ısı ve gazların yayılım gösterebileceği geniş alanlar olduğundan, oluşacak yangınlar sonucunda duman hızla mekâna yayılır ve kaçış yollarını etkiler. Güvenli tahliye ve yangına müdahaleyi engellemesi sebebiyle atriumlarda duman tahliyesi gerekmektedir (Becerren & Kılıç, 1999).

Yangının atriuma komşu alanlarda meydana gelmesi durumunda, dumanın atriuma geçişinin engellenmesi sağlamalıdır. Bunun için atriumun bitişiğindeki kapalı alanlar arasındaki sınır geçirimsiz ve yangına dayanıklı yapılarak yangın geçişi engellenebilir, ancak mimari açıdan çok tercih edilen bir yöntem değildir. Bu yöntemin kullanılmadığı durumlarda komşu hacimlerde duman tahliyesinin sağlanması gereklidir. Böylece duman atriuma ulaşmadan diğer hacimlerden dışarıya atılır. Ancak bu da maliyetli bir yöntem olduğu için çok tercih edilmez. Başka bir yöntem ise komşu hacimlerden duman yayılımının engellenmesi için bu alanda basınçlandırma yapılmasıdır (Becerren & Kılıç, 1999).

Yangın sırasında açığa çıkarak yukarıya doğru hareket eden ve tavanda biriken dumanın yatay yayılımı, belli aralıklarla tavandan sarkan duman perdeleri ile engellenmektedir. Duman perdeleri, dumanı toplayarak diğer bölümlere iletilmesini önler (Gültek & Selvi, 2005). Alanın atriuma doğrudan açık olduğu durumlarda atrium boşluğunda tavandan aşağıya bir miktar inen giriş ile duman perdesi oluşturularak dumanın geçişi engellenir ve duman söz konusu alanda birikerek atriuma geçişi geciktirilir (Becerren & Kılıç, 1999).

BYKHY' e göre yüksek tehlikeli alanlar içeren binalarda atriumlara izin verilmez. Atrium alanının her bölgesinde 90 m^2 'den büyük olmalıdır ve alanı 90 m^2 'den küçük olan atrium boşlukları mevcut ise çevresi her katta en az 45 cm yüksekliğe sahip duman perdesi ile çevrelenmelidir (Şekil 2.38). Atriumlarda doğal veya mekanik olarak duman kontrolü yapılır. Doğal duman tahliyesi yapılabilecek ise duman çekiş bacası, duman kesici ve duman bölmeleri kullanılmalıdır. Duman tahliye ağızları, daima açık olabilir ya da yangın durumunda otomatik veya manuel açılabilir şekilde de düzenlenebilir. Binada bulunan iklimlendirme ve havalandırma sistemi yangın durumunda duman kontrol sistemi olarak da kullanılabilir (BYKHY, 2021).



Şekil 2.38. Sabit ve hareketli duman perdesi düzenlemeleri (Becerren & Kılıç, 1999)

Duman perdeleri, boyutları ve gerekli olan derinlik belirlenerek dumanın geçişine tamamen engel olacak şekilde monte edilmelidir. Duman perdelerinde derinliğin artmasıyla yanan yüzey ile duman tabakası arasındaki mesafe azalarak depolanan ısı miktarı artacaktır. Artan ısıdan dolayı ışımayla ısı transferi sonucunda henüz yanmamış malzemelerde yanmasına sebep olabilmektedir. Bu yüzden duman perdelerin tasarımında derinlik oldukça önemlidir (Doğuç, 2014; Gültek & Selvi, 2005).

Kaçış yollarının analizi ve tasarımı

Yapılarda can güvenliğinin sağlanmasında yangına güvenli kaçış yollarının planlanması önem arz etmektedir. Kaçış yolları; yangının ve ısı, duman, zehirli gaz gibi yangın yan ürünlerinin etkilerinden korunmuş olması gerekmektedir. Kaçış yolları yapıda bulunan insanların tehlikeli alandan zarar görmeden güvenli bir şekilde tahliyesini sağlamalıdır (Kars, 1999b). Bütün yapıların yangın gibi acil durumlarda yapıdan tahliye esnasında

kullanıcıları, tehlikelerden koruyacak şekilde tasarlanması ve donatılması gerekmektedir. (BYKHY, 2021)

İnsanların kullanımı için tasarlanan yapıların her birinde yangın gibi acil durumlarda kullanıcıların hızlı bir şekilde tahliyesini sağlayabilecek yeteri kadar kaçış yolları planlanması gerekmektedir (BYKHY, 2021). Kaçış yolları binanın tasarım aşamasında bina içindeki sirkülasyon yollarına göre tasarlanmalıdır (Stollard & Abraham, 2002).

Binadaki tüm birimlerden çıkışlar, koridor, kat çıkışları, zemin kata ulaşan merdivenler, binanın herhangi bir yerinden yer seviyesindeki açık alan kadar olan engelsiz ve son çıkışa giden yolların tümü kaçış yolları kapsamına girmektedir. Asansörler kaçış yolu kapsamında yer almamaktadır (BYKHY, 2021).

BYKHY' e göre kaçış yolları, yapıların tümünde tüm kullanıcıların güvenli kaçışını sağlaması amacıyla yapının kullanım sınıfı, kullanıcı yükü, yangın korunum durumu, yapısı ve yüksekliğine uygun tip, konum, adet ve kapasitede düzenlenmelidir (BYKHY, 2021).

Yapının kullanıcı yükü ve kullanıcı profili

Yangın güvenlik önlemlerinin belirlenmesinde binayı kullanacak kişi sayısı ve bina içindeki konumu, binada yapılacak olan faaliyetlerin türü dikkate alınması gereken önemli etkenlerdendir (Gunasekera, 1983).

BYKHY' e göre kullanıcı yükü, rastgele bir zaman diliminde binada ya da belirli bir alanında bulunma olasılığı olan insanların toplamını ifade etmektedir. Kullanıcı yükü kat sayısı yapıdaki kullanım alanının yapıda bulunma ihtimali olan kişi sayısına oranıdır. Bu oran metrekare cinsinden m² /kişi olarak ifade edilmektedir (BYKHY, 2021).

Sanayi yapılarında çalışan personellerin yanı sıra sınırlı sayıda ziyaretçiler de bulunabilmektedir. Yapıda bulunan mevcut kullanıcıların sayısı, kaçış yollarının kapasitesi bağlamında tasarım kararlarını doğrudan etkilemektedir (Scottish Government, 2008). Fabrikalardaki kullanıcı yoğunluğu tesisin özelliğine bağlıken, depolarda genellikle kullanıcı yoğunluğu daha düşüktür (HM Government, 2006). Sanayi yapılarında üretim alanlarının yanı sıra depolar, idari ofisler, ofislere hizmet eden resepsiyon ve bekleme

alanları, mutfak ve otopark alanları da bulunmaktadır. Her bir alanın kullanıcı yükü kat sayısı değişmektedir. Alanların BYKHY’ de belirlenen kullanıcı yükü kat sayıları Çizelge 2.17’ de verilmiştir.

Çizelge 2.17. Kullanıcı yükü katsayıları (BYKHY, 2021)

Kullanım Alanı	m ² /kişi
Resepsiyon alanı, bekleme alanı	3
Ofisler	10
Paketleme yeri, üretim alanı	10
Mutfak, çamaşırhane	10
Depo, ambar, makina dairesi	30
Otopark	30

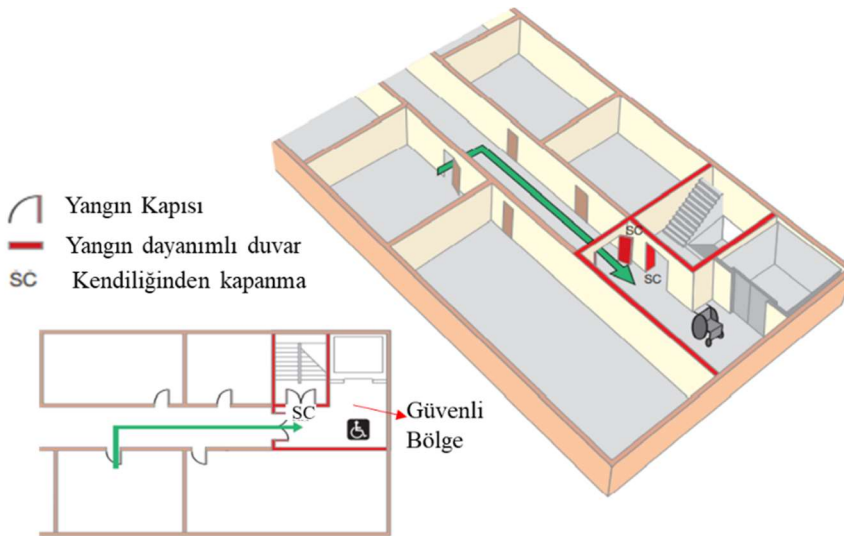
Güvenli tahliyenin sağlanabilmesi için kaçış yollarının tasarımında binadaki insan yoğunluğu, yapının formu, yüksekliğinin yanı sıra binadaki yapıda bulunan kişilerin özellikleri de dikkate alınmalıdır (Cosgrove, 1996; Kars, 1999b). Yapıların kullanıcı türü ve işlevine göre tahliye ve kaçış yolu özellikleri değişmektedir. Yapıda bulunan kişilerin algılama süreleri, hareket hızları, yanıt verme ve hazırlık süreleri gibi parametreler kaçış yolu tasarımını etkiler. Algılama, yanıt verme, hazırlık ve kaçma sürelerinin eklenmesiyle binadan tahliye süresi yani kaçış süresi hesaplanır (Cosgrove, 1996).

Sanayi yapılarında bulunan sakinler, binada bulundukları sürelerde yapının işlevi gereği çalışma halinde, aktif ve hareketli olduklarından dolayı tahliye süreçlerinde farklılıklar bulunmaktadır. Bu yapılarda bulunan sakinlerin tahliye prosedürleri hakkında eğitilmiş olması beklenmektedir (Cosgrove, 1996). Sanayi yapılarında bulunan çalışanlar uyanık halde oldukları ve tahliye eğitimleri almış oldukları için yangını algılama ve harekete geçme süreleri diğer binalara göre daha hızlı olacaktır.

Sanayi yapılarında çocuklar, yaşlılar ve uyku halinde olanlar gibi yüksek riskli gruplar bulunmamaktadır. Yardıma ihtiyaç duyan engelli çalışanların tahliyesi ise bir tahliye planı oluşturularak yönetilmesi gereken bir durumdur. Sanayi yapılarının kullanıcı yoğunluğu eğitim binaları, mağazalar, tiyatro salonu gibi alanlara göre daha düşüktür. Ancak sanayi yapılarında yangınlık riski diğer alanlara göre daha yüksektir (Cosgrove, 1996).

Bir alanın doluluk kapasitesi alanın doluluk yükü faktörüne bölünmesiyle belirlenir. Farklı mekânlara bölünmüş büyük bir alanın doluluk kapasitesi, tüm mekânların doluluk kapasitesinin toplamıyla bulunur (Scottish Government, 2008).

Yapıda bulunan sakinlerin güvenli bir şekilde kaçmaları ya da kurtarılmalarının mümkün olmadığı durumlarda tahliye gerçekleşene kadar sığınacak güvenli bir alan sağlanması gerekmektedir (Cosgrove, 1996). Yapılarda yangının yayılmasını önlemek için tasarlanan bölümler yangında tahliye gerçekleşene kadar geçici sığınma bölgeleri olarak da kullanılmaktadır (Kars, 1999b). Tahliye esnasında her zaman doğrudan son çıkışa ulaşmak mümkün olamadığı durumlar için yangın duvarlarıyla ayrılan binanın kompartıman alanında bir süre sığınmayı sağlamak gerekli olmaktadır (Şekil 2.39) (Stollard & Abraham, 2002). Yangın kompartımanı, yangına minimum 60 dakika dayanım gösteren yapı elemanları ile yapılmış, duman ve ısı geçirmez özelliğe sahip olan bina içerisindeki alanlardır. Her katın kullanıcı yükü ve en uzun kaçış uzaklığı dikkate alınarak düzenlenir (BYKHY, 2021).



Şekil 2.39. Kompartıman alanı (HM Government, 2006)

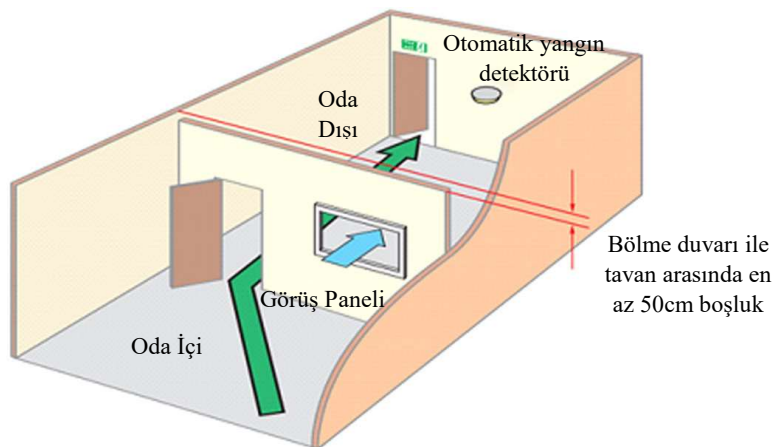
Sanayi yapıları genellikle büyük kompartıman hacimlerine sahip olmasından dolayı daha küçük kompartıman alanlı binalara göre bu yapılarda dayanılmaz koşulların meydana gelmesi daha uzun sürmektedir. Kompartıman alanlarının büyük olması tahliye esnasında daha büyük kaçış mesafelerine sebep olmasına rağmen insanların tehlikeli alandan kaçmaları için daha uzun bir süre sağlar (Cosgrove, 1996).

Yatay kaçış yolları

Yapıda olması beklenen maksimum kullanıcı sayısı tespit edildikten sonra kullanıcı yükünü karşılayabilecek kapasitede güvenli kaçış yolları düzenlenmelidir (HM Government, 2006). Yatay kaçış yollarının planlanması için uyulması gereken birtakım kurallar ve ilkeler mevcuttur (Kars, 1999b).

Kaçış yolları binanın sirkülasyon yollarına göre tasarlanmalı ve programın ilk konseptinin ayrılmaz bir parçası olmakla beraber çok uzun ve karmaşık olmamalıdır (Stollard & Abraham, 2002). Kaçış yollarının serbest ve engelden arındırılmış şekilde düzenlenmelidir. Çıkışlar ve çıkışa götüren yolların tümü, kullanıcıların tümü için tüm noktalardan kaçış doğrultusunun kolayca anlaşılabilir, görünür ve erişilebilir olması gerekmektedir (BYKHY, 2021).

Her oda veya bağımsız hacimler dışarıya doğrudan bağlantısı olmayan odadan odaya geçen planlar yapılmamalıdır. Hacimlerin her birinin bir koridora en az bir kapı ile bağlantı kurması gerekmektedir (Kılıç & Beceren, 1999). BYKHY’ de her kullanıcı için bir yapıda ya da yapının katlarında, başka kullanıcılar tarafından kullanılan mekanlardan geçmek zorunda kalınmadan doğrudan bir çıkışa erişim sağlanması gerektiği belirtilmektedir (BYKHY, 2021). Mecburi olarak odadan odaya geçişle çıkışa ulaşılan durumlarda; iki oda arasında dış odadaki koşulların fark edilmesi için görüş paneli oluşturulabilir ya da dumanın geçişini sağlayacak tavandan 50 cm’ lik boşluk bırakılabilir. İç oda 60’tan fazla kişi tarafından kullanılmamalıdır (Şekil 2.40) (HM Government, 2006).



Şekil 2.40. Oda içinde oda (HM Government, 2006)

Yapıda olması gereken çıkış sayıları belirlenirken bir kişinin çıkışa ulaşmak için gitmesi gereken maksimum mesafe göz önünde bulundurulması gereken en önemli faktörlerdendir (Gunasekera, 1983). BYKHY' göre yapılarda çıkış sayısı, belirtilen gereklilikler gözetilerek belirlenen sayıdan az olamaz ve aksi belirtilmediği sürece korunmuş olarak en az 2 çıkış bulunmalıdır. Yüksek tehlikeli mekânlarda 25' den fazla, diğer mekanların tümünde 50' den fazla kişi bulunduğu durumda en az 2 çıkış bulunması gerekmektedir. Kişi sayısı 500' den fazla olması durumunda yapıda en az 3 çıkış ve 1000' den fazla olması durumunda ise en az 4 çıkış olması zorunludur. Çizelge 2.18'de yapıda bulunan kullanıcı sayısına göre bulunması gereken en az çıkış sayıları verilmiştir.

Çizelge 2.18. Kullanıcı sayılarına göre olması gereken en az çıkış sayıları (BYKHY, 2021)

Yapıda Bulunan Kullanıcı Sayısı	En Az Çıkış Sayısı
25 < (yüksek tehlikeli mekânlar)	2
50 <	2
500 <	3
1000 <	4

Yapıdaki çıkışların genişlikleri yönetmelikte belirtilen hesaplamalar yapılarak tespit edilir. Çıkış genişliği BYKHY' de bina türüne göre belirlenen birim genişlikten geçen kişi sayısına bağlı olarak 50 cm'lik genişlik birim alınıp kaçış yollarının kapasiteleri hesaplanır (BYKHY, 2021). Toplam çıkış genişliği, kullanıcı sayısı ve birim genişlikten geçen kişi sayılarına bağlı olarak belirlenir. Toplam çıkış genişliği için söz konusu hesaplama aşağıda formüle edilmiştir.

Toplam Çıkış Genişliği = (bir kattaki toplam kullanıcı sayısı / birim genişlikten geçen kişi sayısı) $\times$ 0,5

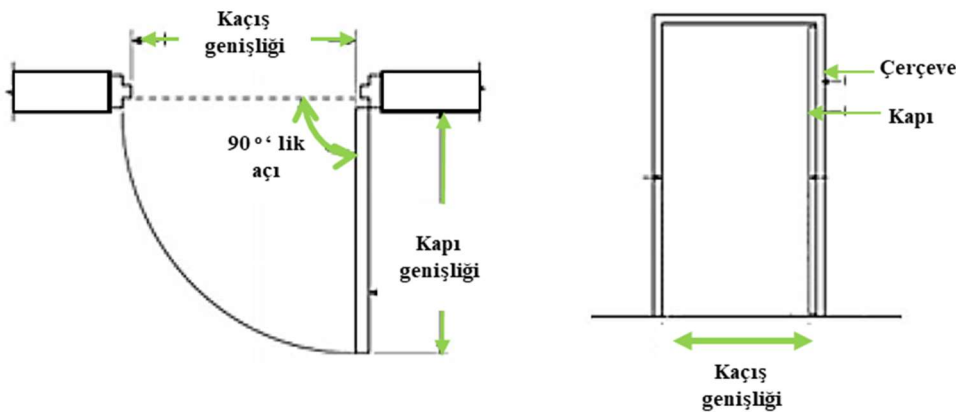
Çıkış genişlikleri yapıda bulunan kişi sayısı ile doğru orantılı olmak üzere yapıyı kullanan kişi sayısına göre belirlenen genişliklerden az olamaz ve bu değer en az 80 cm olmalıdır. Kaçış yolu, ek olarak yapının mekânlarına hizmet veren koridor olarak kullanılması durumunda en az 110 cm genişliğinde olması gerekmektedir. Alanda iki çıkış bulunması durumunda bir çıkış genişliği toplam kullanıcı yükünün yarısını karşılar ölçüde olmalıdır (BYKHY, 2021). Çizelge 2.19'da yapıda bulunan kullanıcı sayısına göre çıkışların olması gereken minimum genişlikleri verilmiştir.

Çizelge 2.19. Kullanıcı sayılarına göre en az çıkış genişlikleri (BYKHY, 2021)

Kullanıcı Sayısı	Çıkış Genişliği (m)
50-500	> 100
501-2000	> 150
2001 ve üstü	> 200

Sanayi yapısının sahip olduğu kullanıcı kapasitesi, yapıdan kaçış için gereken süre, yapıdaki yangın ve dumanın yayılma potansiyeli, yangın bölmeleri, yapı malzemeleri ve elemanlarının özelliklerine göre yeterli kaçış yolu tespit edilmelidir (Scottish Government, 2008). BYKHY'e göre fabrika ve imalathanelerde en az 2 bağımsız çıkış veya kaçış merdiveni sağlanmalıdır. Yapı yüksekliği 21.50 m'den ve kattaki kullanıcı sayısı 50 kişiden az, bütün katlarda en fazla kaçış uzaklığı gerekliliklere uygun, yapımda yanmaz ürünler kullanılmış, üretim ve depolamada kolay alevlenici ve parlayıcı maddelerin bulunmaması koşullarının tümünün gerçekleşmesi durumunda tek kaçış yeterli olmaktadır (BYKHY, 2021).

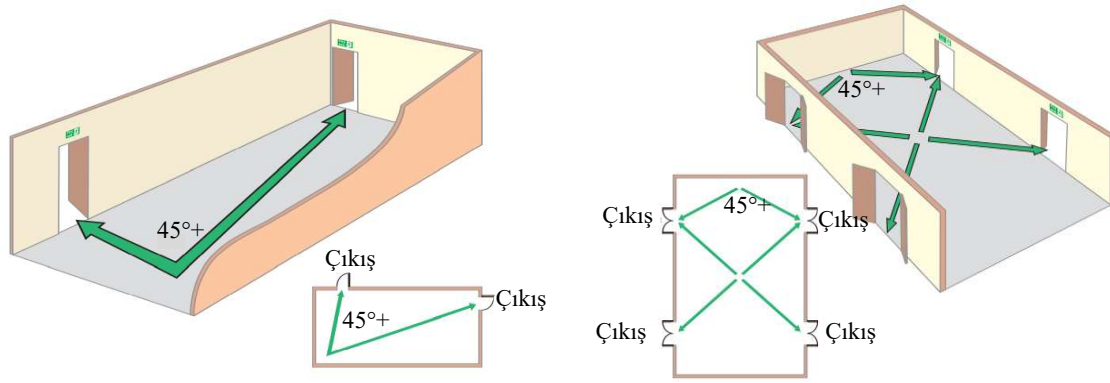
Kapılarda etkin olan kullanım genişliği kapının dik açıyla açılmış olduğu durumdaki engelsiz genişliktir ve çıkış kapıları kaçış yönüne doğru açılmalıdır (Scottish Government, 2008; HM Government, 2006). Kaçış yollarının genişliği, temiz genişlik olarak ölçülür. Tek kanatlı kapılarda, kapı kasası ile 90 derece açılmış kanat yüzeyi arasındaki mesafe; iki kanatlı kapıda temiz genişlik, her iki kanat 90 derece açık durumdayken kanatlar arasındaki mesafedir. Tek kanatlı kapılarda temiz genişlik 80 ile 120 cm arasında olmalıdır (Şekil 2.41) (BYKHY, 2021).



Şekil 2.41. Kapı genişliği (Beyhan, 2015)

Depolama tesislerinde, sabit raflar veya yüksek raflı depolama gibi sabit engeller arasındaki geçiş yollarının genişliği 53 cm'den az olmamalıdır (Scottish Government, 2008).

Çıkışlar ve erişim yolları engellerden arındırılmış, kolayca erişilebilir, açıkça görülebilir ve konumlarının simgeler ile vurgulanmış olması gerekmektedir (BYKHY, 2021). Büyük hacme sahip yapılarda kullanıcı yüküyle doğru orantılı olarak en az iki olmak üzere gerekli sayıda çıkış planlanmalıdır. Çıkış noktalarının konumu, alanının hiçbir noktasından 45 derece ve daha dar açıyla görünmeyecek şekilde olmalıdır (Kılıç & Beceren, 1999). Büyük alanlardaki çıkışlar için 45 derece kuralı Şekil 2.42' te verilmiştir.



Şekil 2.42. Çıkışların konumlandırılması için 45° kuralı (HM Government, 2006)

BYKHY' e göre ise çıkışların birbirine göre konumlandırılması diyagonal mesafeye göre belirlenir. Çıkışların olabildiğince birbirinden uzakta olması gerekir. 2 çıkış gereken bölümlere ayrılmamış olan mekânlarda çıkışlar arasındaki mesafe yağmurlama sistemi yoksa en az diyagonal mesafenin 1/2'si ve yağmurlama sistemi varsa en az diyagonal mesafenin 1/3'ü kadar olmalıdır (BYKHY, 2021).

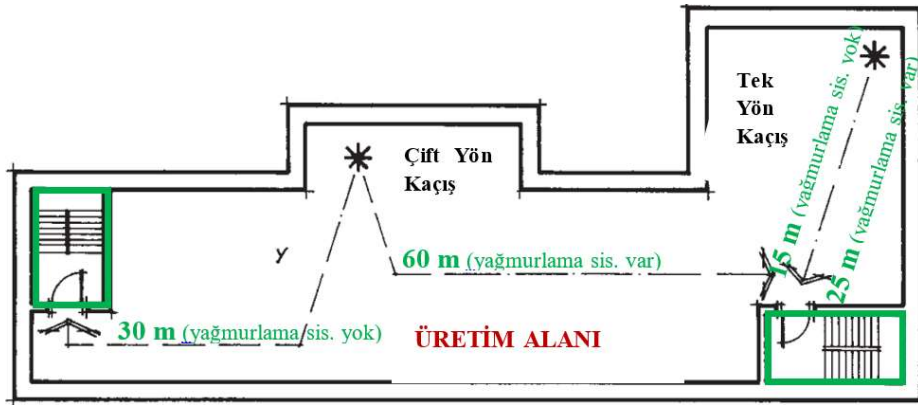
Genellikle yüksek tavanlara sahip olan sanayi yapılarında geniş açık alanlar oluşmasından dolayı dayanılmaz koşullara ulaşma süresini uzatabilir ancak bununla birlikte kaçış yolu mesafeleri de artar (Cosgrove, 1996). Sanayi yapılarının ve sanayi yapılarında bulunan diğer gerekli işlevlere hizmet eden depo, otopark, ofis gibi alanların kaçış uzaklıkları Çizelge 2.20'de verilmiştir.

Çizelge 2.20. Sanayi yapılarında bulunan alanlar için kaçış uzaklıkları (BYKHY, 2021)

Kullanım Sınıfı	Tek yön en çok uzaklık (m)		İki yön en çok uzaklık (m)		Birim genişlik için kişi sayısı			
	Yağmurlama Sistemi yok	Yağmurlama Sistemi var	Yağmurlama Sistemi yok	Yağmurlama Sistemi var	Kapı Açıklıklarında		Kaçış Merdiveni	Rampa ve Koridor
					Dışarı çıkış kapısı	Diğer kapı ve koridor kapıları		
Endüstri Amaçlı Yapılar (1)	15	25	30	60	100	80	60	100
Otoparklar ve Depolar	15	25	45	60	100	80	60	100
Büro Binaları	15	30	45	75	100	80	60	100

(1) Sanayi yapılarında kolay alevlenici malzeme üretimi yapılmıyorsa tek ve iki yönlü uzaklık ½ oranında artırılabilir.

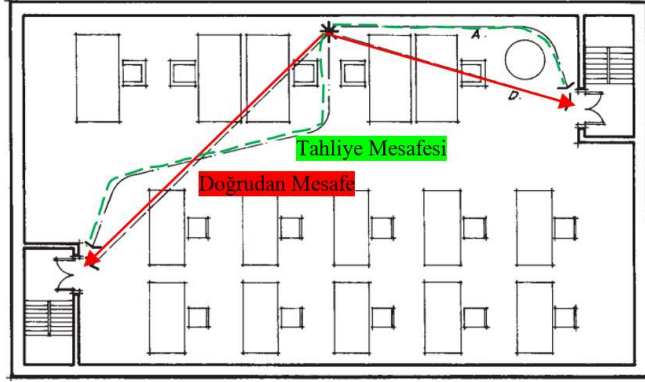
Sanayi yapılarında yağmurlama sistemi olmaması durumunda tek yön kaçış uzaklığı en fazla 15 m, iki yön kaçış uzaklığı ise 30 m olmaktadır. Yapıda yağmurlama sistemi bulunduğunda ise tek yön kaçış uzaklığı en fazla 25 m, iki yön kaçış uzaklığı ise 60 m olmaktadır (BYKHY, 2021). Şekil 2.43' te sanayi yapıları için tek yön ve iki yön kaçış mesafeleri örnek plan üzerinde açıklanmıştır.



Şekil 2.43. Sanayi yapılarında tek yön ve iki yön kaçış mesafeleri (BYKHY göre düzenlenmiştir.) (Stollard & Abraham, 2002)

Yatay kaçış yolu mesafesi, doğrudan kaçış uzaklığı ile tahliye esnasında kullanıcının yürümesi gereken mesafe aynı değildir. Doğrudan kaçış mesafesinde duvarlar, kapılar ve tefrişatlar gözetilmediği için tahliyede kat edilen mesafeye göre farklı değere sahiptir (Stollard & Abraham, 2002). Kuş uçuşu olarak alınan doğrudan kaçış uzaklığı, alt bölümlere ayrılmış büyük alanlı bir katta yönetmelikte belirlenen en çok kaçış uzaklığının 2/3'ünü aşmamalıdır. Kaçış uzaklığı ölçülürken odanın en uzak noktasından ve duvarlardan

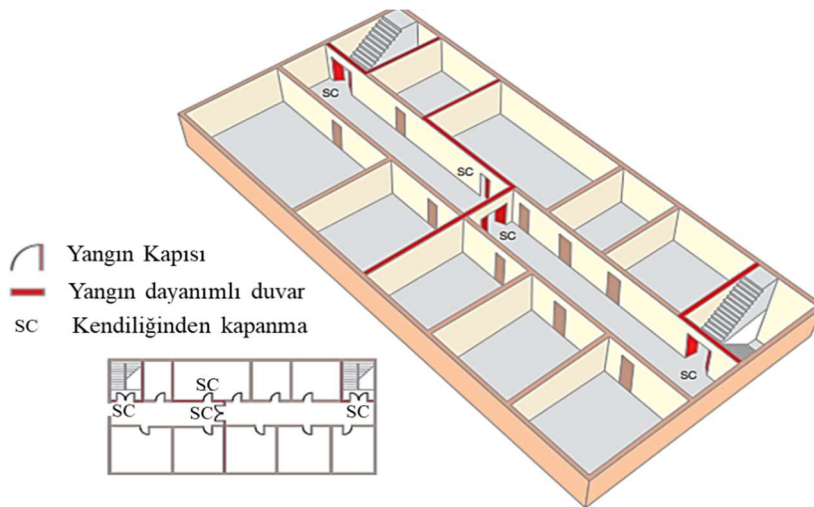
40 cm önde alınır (BYKHY, 2021). Tasarımda doğrudan kaçış uzaklıkları esas alınmaktadır. Şekil 2.44' te doğrudan mesafe ve tahliye mesafeleri örnek bir plan üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 2.44. Doğrudan mesafe ve tahliye mesafesi (Stollard & Abraham, 2002)

Tahliye esnasında alanda bulunan ekipmanlar, makineler, depolama rafları kaçış mesafesini değiştirmektedir. Çıkışlara giden yolun mümkün olduğunca kısa tutulması sağlanmalıdır (HM Government, 2006).

30 metreden uzun koridorların bulunduğu tesislerde, yangının ve dumanın etkilerini sınırlamak amacıyla yangın kapıları ve yangına dayanıklı duvarlar ile uzun koridor bölümlere ayrılmalıdır (HM Government, 2006). Yangın ve duman geçişini engelleyen duvar veya perdeler yangına 30 dakika dayanımlı olmalıdır ve bu yüzeylerde bulunan herhangi bir kapı kendiliğinden kapanan yangın kapısı olmalıdır (Şekil 2.45) (Scottish Government, 2008).

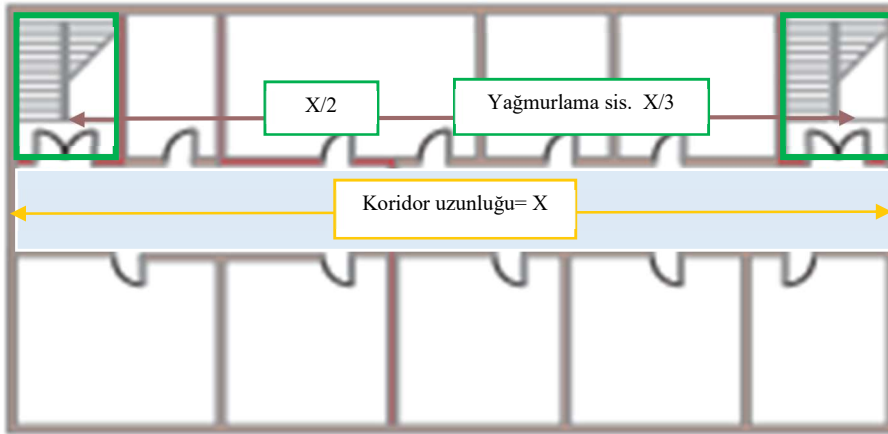


Şekil 2.45. 30 metreden uzun koridorun bölümlere ayrılması (HM Government, 2006)

Düsey kaçış yolları

Düsey kaçış yolları, binadaki insanların güvenli ve hızlı bir şekilde tahliye edilmesine imkan veren yangına karşı korunmuş olarak düzenlenen ve insanları güvenli bir alana ulaştıran merdivenlerdir (BYKHY, 2021). Yangına karşı korunmayan merdivenler ise yangın anında ısı ve dumandan etkilenecek kaçışı engeller ve yangının diğer katlara yayılmasına sebep olur. Yangın merdivenlerinde yanıcı maddeler ve kaçışı yavaşlatacak engeller kesinlikle bulunmamalıdır (HM Government, 2006). Kaçış merdivenlerinde yanıcı malzeme kullanılamaz ve bulunduğu alandan ayıran duvarlar en az 120 dakika, kapılar ise en az 90 dakika yangına dayanıklı ve duman sızdırmaz olmalıdır (BYKHY, 2021).

Birden fazla kaçış merdiveni olması gereken bir yapıda merdivenler birbirinden bağımsız ve birbirinin alternatifi olacak şekilde tasarlanmalıdır (Scottish Government, 2008). Kaçış merdivenleri arasındaki en uzak mesafenin yapının kullanıcı yükü temel alınarak hesaplanması ve buna bağlı olarak merdiven yuvalarının konumlandırılması yapılmalıdır. 2 kaçış merdiveni arasındaki mesafe yağmurlama sistemi yoksa koridor uzunluğunun en az $1/2$ ' si, yağmurlama sistemi varsa koridor uzunluğunun en az $1/3$ 'ü olması gerekmektedir (Şekil 2.46) (BYKHY, 2021).

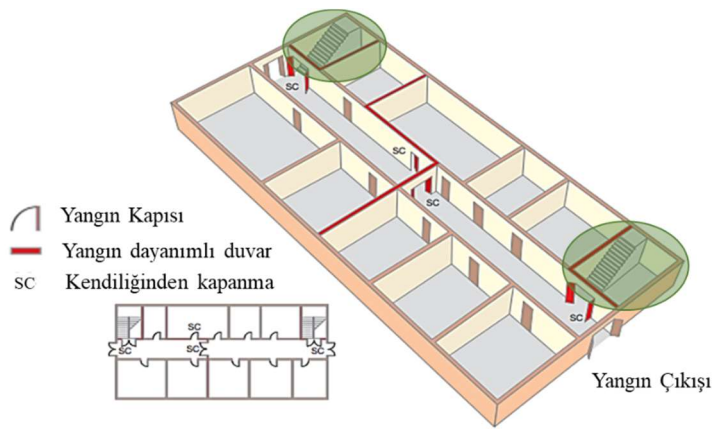


Şekil 2.46. Kaçış merdivenleri arasındaki mesafe

Merdivenler, binadaki insanların tahliyesini güvenli bir şekilde sağlayacak şekilde yangın merdiveni başlangıç kotundan çıkış kotuna kadar sürekli olacak şekilde konumlandırılmalıdır (Kılıç & Beceren, 1999). BYKHY'e göre kaçış merdivenlerinin miktarı ve kapasitesi bakımından en az yarısının doğrudan bina dışına açılması

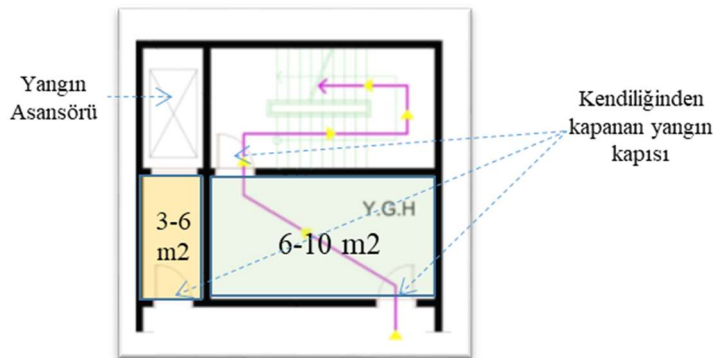
gerekmektedir. Kaçış merdiveni doğrudan dışarıya açılmıyorsa, zeminde dışarı çıkışın görülebilir olan bir alana inmesi halinde, kaçış merdiveni bir kattan daha fazla katta kullanılıyorsa dışarı çıkışın merdivene uzaklığı en fazla 10 m olmalıdır. Yapıda yağmurlama sistemi var ise dışarı çıkışın merdivene uzaklığı en fazla 15 m olabilir (BYKHY, 2021).

Birden fazla korunmuş merdivenin bulunduğu alanlarda yangının tüm kaçış yollarını etkilemesinin önüne geçilmesi amacıyla çıkışa giden yollar yangına dayanıklı kapı ile ayrılmalıdır (Şekil 2.47) (HM Government, 2006).



Şekil 2.47. Kaçış merdivenlerinin korunması (HM Government, 2006)

BYKHY' e göre aksi belirtilmediği sürece kaçış merdivenlerine yangının ve dumanın geçişini engelleyen bir yangın güvenlik holü ya da diğer alanlardan kapı ile ayrılan koridorlardan geçilerek ulaşılmalıdır (Şekil 2.48) (BYKHY, 2021).



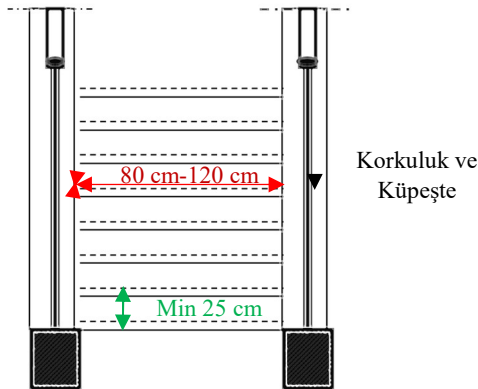
Şekil 2.48. Kaçış merdivenlerine yangın güvenlik holü ile ulaşım (Beyhan, 2015)

Yangın güvenlik holleri, yangın esnasında duman ve yangının kaçış merdivenlerine ulaşmasını engeller. Ayrıca bu holler engelli ve yaralıları için bekleme alanı olarak da

kullanılabilir. Hollerin duvarları yangına en az 120 dakika dayanıklı, tavan ve tabanları yanmaz malzemelerden ve en az 90 dakika dayanıklı duman sızdırmaz kapı ile diğer bölümlerden ayrılması gerekmektedir. Kaçış merdiveni önüne yapılacak olan holün taban 3 m^2 ile 6 m^2 arasında; acil durum asansörü önünde yapılacak yangın güvenlik holü alanı, 6 m^2 ile 10 m^2 arasında olmalıdır (BYKHY, 2021).

Bodrum katlarına da hizmet veren kaçış merdivenlerinin hizmet verdiği kat sayısı 4' ten fazla ise bodrum katta yangın güvenlik holü düzenlenmesi gereklidir (BYKHY, 2021). Bodrum kat ile zeminin herhangi bir merdiven ile bağlanması durumunda biri bodrum katta diğeri zemin katta olmak üzere en az 30 dk yangına dayanıklı iki yangın kapısı ile ayrılmalıdır (HM Government, 2006).

Merdivenler kullanıcı yoğunluğuna göre uygun kapasiteye sahip olmalıdır (HM Government, 2006). Yapılarda kaçış merdivenlerinin genişliği en az 80 cm, yüksek binalarda ise en az 120 cm olmalıdır. Kaçış merdivenlerinde temiz genişlik hesaplanır ve küpeştenin yaptığı çıkıntının 8 cm'si temiz genişliğe dâhil edilir. Genişliği 200 cm'den fazla olan merdivenler korkuluklar ile 100 cm ile 160 cm arasında parçalara ayrılır. Merdiven sahanlıklarında genişlik ve uzunluk en az merdiven genişliği kadar olmalıdır (Şekil 2.49) (BYKHY, 2021).



Şekil 2.49. Merdiven ve basamak genişlikleri

Kaçış merdivenlerinin sahanlığına açılan kapılar, kaçış yolunun 1/3'ünden fazlasını daraltmayacak şekilde konumlandırılmalıdır. Merdivenlerde sahanlıklar arasındaki fark en çok 300 cm, baş kurtarma mesafesi ise basamak üzerinden en az 210 cm olmalıdır. Kaçış merdivenleri kaymaz malzemeden, basamak yükseklikleri en fazla 17,5 cm, basamak

genişliği en az 25 cm olmalıdır. En fazla 17, en az 4 basamak aralıklarla merdiven sahanlığı düzenlenmelidir. Kaçış merdivenlerinin iki tarafında duvar, korkuluk ya da küpeşte olması gerekmektedir (BYKHY, 2021).

Kaçış merdiveni olarak binaya yangın kapısı ile bağlantılı binanın dışında yer alan dış kaçış merdivenleri de kullanılabilir. Ancak dış kaçış merdivenleri kötü hava koşullarından etkilendiği ve kaçış yollarına aşına olmayan biri için daha az güvenilirlik hissi sağlamasından dolayı ek problemler oluşma olasılığı mevcuttur. Bu merdivenler; yanıcı olmayan malzemelerden üretilmiş, hava koşullarına karşı önlemler alınarak yüzeyler kayma tehlikesine karşı korunmuş olmalı ve doğrudan güvenli bir alana ulaşmalıdır (Scottish Government, 2008). BYKHY' te dış kaçış merdivenin yatay ve düşey yönde 3 m içerisinde merdivenden daha az korunumlu açıklıklar bulunmasına izin verilmemiştir ve bina yüksekliği 21.50 m'den fazla ise bina dışında açık merdiven kullanılamaz (BYKHY, 2021).

Duman kontrolü

Duman tabakasının artmasıyla ortamdaki oksijen seviyesi düşer, karbondioksit, karbon monoksit ve zehirli gazlar artarak zehirlenmelere sebep olabilmektedir (Kılıç, 2008). Can güvenliğinin sağlanması için yangın durumunda oluşacak duman ve zehirli gazlara karşı gerekli önlemlerin tasarım aşamasında alınması gerekmektedir. Duman kontrol sistemleri kaçış yollarını koruyarak güvenli tahliyenin gerçekleştirilmesini sağlamalıdır.

Yangın sırasında açığa çıkan dumanın alana yayılmadan atılması için duman çekiş bacaları, duman bölmeleri ve havalandırma bacalarından yararlanılır. Yapıda özellikle kaçış yolları ve kaçış merdivenlerinde doğal ya da mekanizma ile çalışan duman bacaları yapılması gerekmektedir. Yangın sırasında dumanın çıkışının yapılmasının yanı sıra oksijen seviyesinin az olması durumunda tam yanma gerçekleşmez. Yani bol duman ve karbon monoksit çıkmasına neden olacağından dolayı yapıya temiz hava takviyesi de yapılması gerekmektedir. Bu sebeple havalandırmalar, yangının şiddetini arttırıcı etkiye sahip olmasına rağmen yangınla mücadele için uygun bir ortam hazırlamaktadır (Kars, 1999a). Taze hava beslemesi aşağı seviyelerde konumlandırılacak hava giriş açıklıklarından, kapı, pencere ve havalandırma kanallarından sağlanmaktadır (Doğu, 2014; Gültek & Selvi, 2005).

Kaçış yolu aydınlatmaları ve işaretleri

Yangın olayının meydana gelmesi durumunda güvenli bir şekilde tahliyenin gerçekleşebilmesi için kaçış yollarının uygun bir şekilde aydınlatılması sağlanmalıdır. Bir elektrik kesintisi olması halinde acil durum aydınlatması otomatik olarak devreye girerek kaçış yollarını etkin bir şekilde aydınlatma görevini üstlenir. Özellikle karmaşık, büyük ve geniş bodrum katına sahip binalarda ya da çok sayıda kullanıcının bulunduğu yerlerde acil durum aydınlatma sistemine ihtiyaç duyulmaktadır (Scottish Government, 2008).

BYKHY' e göre 200' den fazla kullanıcı yüküne sahip binalar, zemin seviyesinin altında 50 veya daha fazla kullanıcısı olan binalar, penceresiz binalar, yüksek tehlikeli yerler ve yüksek binalarda acil durum aydınlatması yapılması şarttır (BYKHY, 2021).

Acil durum aydınlatmasının devreye girmesi durumunda en az 60 dakika süre boyunca aydınlatma sağlaması gerekmektedir. 200'den fazla kullanıcı yüküne sahip binalarda ise bu süre 120 dakika olması gerekmektedir. Kaçış aydınlatması kaçış yolunun herhangi bir noktasında en az 1 lux olacak şekilde yapılmalıdır (BYKHY, 2021).

Fabrikalardaki depolarda ve büyük açık plana sahip alanlarda, etkin bir acil durum aydınlatması spot ışıkları kullanılarak yapılmaktadır. Yangın durumunda otomatik olarak açılacak, bağımsız şekilde çalışan birimler; çatılar, kolonlar veya kirişler gibi yapısal elemanlardan, sabit yüksek raflardan veya duvarlardan askıya alınarak aydınlatma sağlanabilir (HM Government, 2006).

Kaçış işaretleri

Tahliye esnasında çıkışları belirtecek uygun konumlarda, okunabilir ve bilgilendirici işaret ve yönlendirmeler düzenlenmelidir. Tüm işaret ve uyarılar dikkat çekici özellikte, yeterli boyutta ve yükseklikte yerleştirilmeli ve yeterli aydınlatma sağlanmalıdır (Scottish Government, 2008). Her kaçış yolu için en yakın çıkışa ulaştıran yönü gösteren ve bir yön oku içeren yönlendirme levhası bulunmalıdır. Karmaşık ve büyük tesislerde bir dizi yönlendirme işaretleri gerekebilmektedir. Fabrika ve depo gibi alanlarda personel uyarı ve çalışma talimatları gibi farklı işaretlerin bulunması nedeniyle kaçış işaretlerinin dikkat çekici

özelliğinin azalabileceği dikkatlerden kaçmamalı, düzenlemeler buna göre yapılmalıdır (HM Government, 2006).

Yeşil zemin üzerine yöneltmelik ve standartlara uygun semboller ile beyaz renkte normal çıkışlar için “ÇIKIŞ”, acil durum çıkışları için ise, “ACİL ÇIKIŞ” yazısı bulunmalıdır. İşaret yüksekliği en az 15 cm ve her noktadan görülebilecek şekilde olmalıdır. Yönlendirme işaretlerinde azami görülebilir uzaklık; dışarıdan veya kenarından aydınlatılan yönlendirme levhalarında işaret boyut yüksekliğinin 100 katı, içerisinden ve arkasından aydınlatılan yönlendirme levhaları için işaret boyut yüksekliğinin 200 katına eşit olan uzaklık olması gerekir. Yönlendirme işaretleri yerden 200-240 cm arasında yükseklikte bulunmalıdır (BYKHY, 2021).

Sürekli işaretlenmiş kaçış yolu yönlendirmesi ile özellikle, dumandan kaynaklı görme mesafesinin kısıtlanmasına karşı veya kısmen görebilen kişiler ve binaya aşına olmayan kullanıcılar için yol yönlendirme sistemi kullanılarak acil çıkış tanımlanmaktadır. Yönlendirme sistemleri foto ışıldayan malzeme, LED çizgiler veya minyatür akkor lambalardan şeritler oluşturularak alt seviyede sürekli olarak işaretlenmiş bir kaçış yolu yönlendirmesi yapılır (Şekil 2.50) (HM Government, 2006).



Şekil 2.50. Zeminden sürekli işaretlenmiş yol yönlendirmesi (HM Government, 2006)

Kaçış yollarının tasarımında BYKHY kapsamında yer alan hükümler dikkate alınmak zorundadır. İlgili hükümler kullanıcı yükü, çıkış sayısı ve mesafesi, kaçış yolu güzergâhında yer alan koridor ve merdivenlerin boyutları, merdiven ve acil çıkış kapılarının konumları, yangın dayanımı ve duman geçirimsizliği, aydınlatma ve yönlendirme özellikleri hususlarını içermektedir.

2.4.3. Yapı elemanı ve yapı malzemeleri ölçeğinde

Bir yangın olayında yangına yakıt oluşturan malzemelerin özellikleri, miktarı ve mekân içerisinde yer alma düzenleri ile binayı ayakta tutan ya da bölümlere ayıran yapı elemanlarının yangının büyümesinde, yayılmasında ve sonucunun şiddetinde önemli etkileri vardır. Bu bağlamda yangına güvenli tasarımının en kritik hususlarından biri yapı elemanları ve yapı malzemelerinin yangın karşısındaki davranışlarını tespit etmek ve gereken önlemleri almaktır.

Yapı elemanlarının yangın dayanımları

Yangına dayanıklı endüstriyel yapılar çoğunlukla çelik çerçeve, betonarme veya yalıtımlı betondan inşa edilmektedir (Zalosh, 2003).

Yapı elemanının türüne göre Yük taşıma kapasitesi (R), Bütünlük (E), Yalıtım (I) özellikleri ve 30 dakika ile 120 dakika arasında yangın dayanımı süreleri belirlenmiştir. Yapı elemanına göre R, REI ya da EI özellikleri belirtilen süredeki dayanım özellikleri aranmaktadır. Yük taşıma özelliğine sahip taşıyıcı sistem elemanlarında ve yük taşıyıcı duvarlarda yük taşıma kapasitesi (R); çatı ve döşemelerde yük taşıma kapasitesi, bütünlük ve yalıtım (REI) ; asma tavan, kapı ve yangın kesici gibi elemanlarda ise bütünlük ve yalıtım (EI) özelliklerinin sağlanması gerekmektedir.

BYKHY' e göre endüstriyel yapılarda yapının yüksekliğine ve yağmurlama sisteminin bulunmasına göre gerekli olan dayanım süreleri belirlenmiştir. Çizelge 2.21'de endüstriyel yapılarda yapı elemanlarının yangına dayanım süreleri (dakika) verilmiştir.

Çizelge 2.21. Endüstriyel yapılarda yapı elemanlarının yangına dayanım süreleri (BYKHY, 2021)

Bina Kullanım Sınıfları	Yapı Elemanlarının Yangına Dayanım Süreleri (dak)					
	Bodrum Katlar (üstündeki döşeme dahil)		Giriş veya Üst Katlar			
	Bodrum Kat(ların) Derinliği (m)		Bina Yüksekliği (m)			
Endüstriyel Yapılar	10 m'den	10 m'den az	5 m'den az	21,50 m'den az	30,50 m'den az	30,50 m'den fazla
-yağmurlama sistemi yok	120	90	60	90	120	İzin yok.
-yağmurlama sistemli	90	60	30	60	90	120

BYKHY' de binadaki taşıyıcı sistemlerin yangın dayanımı, yük taşıma kapasitesi, bütünlüğü ve yalıtımı dikkate alınarak tasarlanması gerektiği bildirilmiştir. Bina taşıyıcı sistem ve elemanlarının, yangın sırasında tahliye veya söndürme süresinde gerekli süre zarfında stabil kalabilecek şekilde boyutlandırılmasının mecburi olduğu belirtilmektedir (BYKHY, 2021).

Yangın olayı meydana geldiğinde taşıyıcı sisteme ait elemanların çökmesi en feci sonuçlara yol açmaktadır. Bu nedenle yapıların taşıyıcı sistem elemanlarının yangına karşı gerekli korunma önlemlerinin alınması gerekir (Petukhovskaia, 2018).

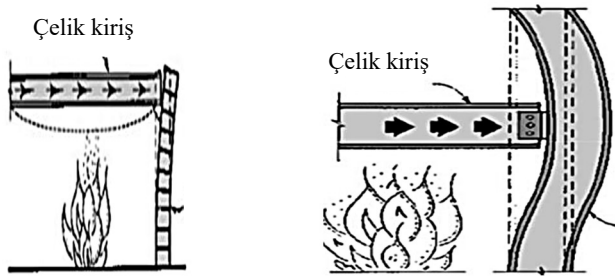
Ülkemizde sanayi yapıları genellikle çelik, betonarme, prefabrik ya da çelik konstrüksiyon ve betonarmenin birlikte kullanıldığı kompozit sistemler kullanılarak inşa edilmektedir. Her bir yapım türüne göre yapı elemanlarının sahip olduğu yangına dayanım özellikleri farklılık göstermektedir. Farklı dayanım özelliklerine ve tepkilere sahip olan elemanların yangından korunumun sağlanması için farklı korunma ve önlem gereksinimleri olmaktadır.

Çelik taşıyıcı sistem

Çelik; mukavemeti, sünekliği, geniş açıklık geçme ve montaj kolaylığı özelliklerinden dolayı endüstriyel binalarda ana yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır (Zalosh, 2003). Çelik çerçeve sistemini oluşturan tüm taşıyıcı elemanlar için pasif yangın önlemleri almak gereklidir. Önlem alınmayan çelik taşıyıcı elemanlarda tam veya kısmi çökme meydana gelebilmektedir. İnsanların güvenli bir şekilde tahliye edilebilmesi için tahliye süresi boyunca bina ve taşıyıcı sistem elemanlarının stabil durumda kalması gerekmektedir (Jowsey & Scott, 2014). Çelik elemanlar, betonarme yapı elemanlarına kıyasla yangına karşı daha fazla önlem alınmasını gerektirir ve ilave önlemlerle yangına dayanım süreleri artırılmalıdır (Kılıç & Balık, 2011). Yangın durumunda çelik yapı elemanların dayanımına etki eden unsurlar aşağıda verilmiştir;

- Süre ve en yüksek sıcaklık açısından yangının şiddeti
- Yapısal eleman boyutları (kalınlık ve kesit faktörü)
- Yangın anında uygulanan yükler
- Artan sıcaklıkta çelik malzeme özellikleri (özellikler, termal iletkenlik)
- Elemanların konumu, yapısal çerçeve ile etkileşimi (Petukhovskaia, 2018; Jowsey & Scott, 2014)

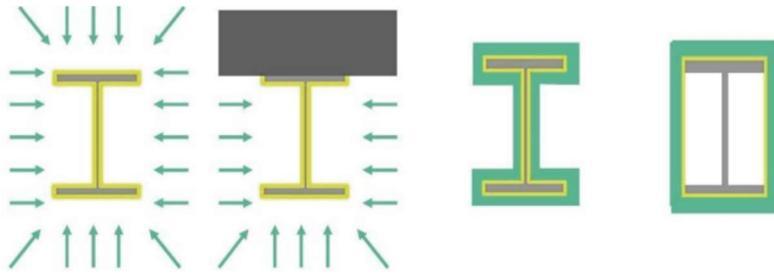
Yangın olayında değişen sıcaklık ile çelik yapı elemanının özellikleri de değişim göstermektedir (Kılıç & Balık, 2011). İyi bir iletken özelliğe sahip olan çelik ısıyı kolayca ve kısa zamanda iletmektedir. Bu sebepten dolayı kritik sıcaklığa ulaşılacak olan süre kısalmır (Beyhan, 2015). Çelik, sıcaklık artışına karşı çok hassastır ve önemli bir dayanım kaybına neden olduğu için 550 °C yapı çeliği için kritik sıcaklık olarak kabul edilir (Mróz et al., 2016). Şekil 2.51’de çelik yapı bileşenlerinin yangın durumundaki davranışları gösterilmiştir.



Şekil 2.51. Çelik yapı bileşenlerinin yangında davranışları (Beyhan, 2015)

BYKHY’ te çelik yapı elemanlarının yangın dayanımı için yapılabilecek yöntemler belirtilmiştir. Çevreye yangın yayma tehlikesi bulundurmeyen, yangın sırasında çelik elemanlarında sıcaklık 540 °C üzerine çıkmayan yapılar, yangına karşı dayanıklı kabul edilmektedir. Çelik yapılarda, (5000 m²’den az alana sahip tek katlı yapılar hariç) yapı elemanları; yangına dayanıklı püskürtme sıva ile sıvama, yangına dayanıklı boya ile boyama, yangına dayanıklı malzemeler ile çevreyi sarma, kutuya alma ve kütleli yalıtım gibi yöntemlerle yangına karşı yalıtılmalıdır (BYKHY, 2021).

Kütleli Yalıtım Yöntemi: Çelik taşıyıcı elemanın profil kesitine göre beton, tuğla gibi malzemelerle çerçevesi ya da doldurulmasıyla yalıtım sağlanır ve uygulanan yalıtım sayesinde taşıyıcı çelik elemanın kritik sıcaklığa ulaşması engellenir (Beyhan, 2015). Boşluklu kesit tipine sahip olan taşıyıcı elemanlar doldurma ile yalıtım, boşluksuz kesit tipine sahip çelik elemanlar ise çerçeveleme metodu uygulanarak yalıtım sağlanır (Kılıç & Balık, 2011). Şekil 2.52’de korumasız çelik elemanlar ve kütleli yalıtım yöntemiyle yalıtım sağlanmış çelik elemanlar gösterilmiştir.



Şekil 2.52. Korumasız çelik elemanlar / Kütlesel yalıtım yöntemiyle yalıtım sağlanmış çelik elemanlar (Petukhovskaia, 2018)

Sıva ile yalıtım: Çelik taşıyıcı yüzeye metal ağ giydirilerek çimento, kum, perlit gibi malzemelerden oluşan harcın metal ağı yüzeye sürülerek uygulanmaktadır (Beyhan, 2015).

Sıcaklıkta şişen/genleşen (Intumescent) boyalar ile yalıtım: Yangına dayanaklı ve yaklaşık 50 kat kalınlıkta kabarma özelliğine sahip boyaların çelik yüzeye uygulanmasıyla yangının taşıyıcı elemana nüfuz etmesi engellenir. İnce bir tabaka şeklinde uygulanan ve estetik açıdan dekoratif görünüm sağlayan boyalar, yangın durumunda kömürleşerek 30-60 dk dayanım sağlayan yalıtım tabakasına dönüşür (Beyhan, 2015; Kılıç & Balık, 2011).

Sprey kaplama ile yalıtım: Çimento esaslı malzemelerle sprej kaplaması yapılarak çelik elemanların korunumu sağlanmaktadır. Maliyet açısından bakıldığında ucuz bir yöntem olmasına karşın estetik açıdan iyi bir görünüm sağlamaz. Genellikle kirişlerin korunmasında ve ulaşılması güç olan alanlarda tercih edilen bir uygulamadır (Kılıç & Balık, 2011).

Kutuya alma – plakalar/levhalar ile yalıtım: Yapısal çeliğin A1 sınıfı (hiç yanmaz) olan alçı, vermikülit (sodyum silikat), mineral lif veya kalsiyum silikat gibi malzemelerden yapılmış levhaların vida, pim ya da klipslerle sabitlenip kaplanmasıyla yapılan yalıtım uygulamasıdır (Beyhan, 2015).

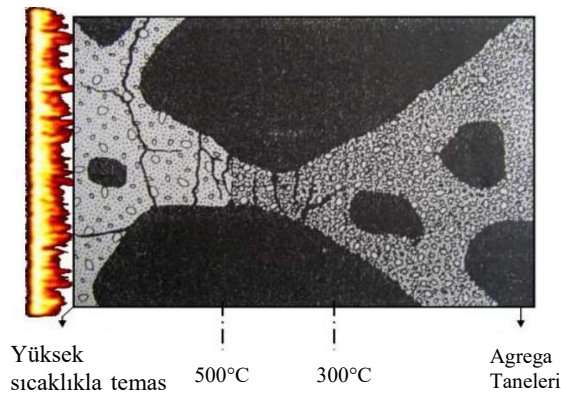
Çelik bileşenlerde su dolaştırılarak soğutulması ile korunum: Çelik profilleri arasında bulunan boşluklarda dolaştırılan su sayesinde ısının çeliğe etkisi azaltılarak yalıtım sağlanmaktadır. Yangın durumunda çelik eleman etrafında dolanan su ısı enerjisiyle hareket ederek depodan gelen soğuk su ile yer değiştirir. Böylece su ile soğutma işlemi kesintisiz devam ederek çelik elemanın sıcaklığı 100-200 °C' ın altında kalması sağlanmaktadır (Beyhan, 2015).

Uygulama kısmi su dolanımı ile ya da tüm taşıyıcı sistem elemanlarının birbiriyle bağlantı kurularak su dolanmasını sağlayacak şekilde 2 farklı metotla yapılabilmektedir. Kısmi su dolanımı ile soğutma yapıdaki bazı kolonlar için uygulanır ve her kolon için ayrı su deposu bulunur. Tüm kolon-kirişlerde uygulanan su dolanım sisteminde su pompa ile çatıda kurgulanan su deposundan sağlanır (Beyhan, 2015). Depoda bulunan ve elemanlar etrafında gezen suyun donmaya karşı bazı katkı maddelerinin kullanılması gerekmektedir. Söz konusu yalıtım sistemi yüksek maliyeti sebebiyle genellikle özel uygulamalarda tercih edilmektedir (Kılıç & Balık, 2011).

Kolonların dışarı alınmasıyla koruma yöntemi: Kolonların yapı dışında ve cephe açıklıklarından uzak konumlandırılmasıyla yapının iç mekânında gerçekleşen yangınlarda taşıyıcı sistem elemanının korunumu sağlanmaktadır (Beyhan, 2015).

Betonarme ve ön gerilmeli beton

Yangına maruz kalan betonarme bir yapı elemanının dayanımı çelik ve betonun özelliklerine bağlıdır. Elemanın boyutları, kesiti, beton örtüsü dayanım özelliklerini belirlediği gibi ayrıca yangının niteliği, yükleme sistemi ve yangına maruz kalan yapının tipine göre yapı elemanının dayanımı değişmektedir. Betonun dökülmesi, kesme ya da burulma mukavemeti kaybı, basınç dayanımı kaybı, bağ gücü kaybı ve eğilme ya da çekme mukavemeti kaybı sebebiyle betonarme yapı elemanlarında çeşitli hasarlar meydana gelebilir (Khoury, 2000). Şekil 2.53'te betonun sıcaklık karşısında yapısındaki değişimi sembolik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.53. Betonun sıcaklık karşısında yapısının değişimi

Betonarme veya betonarme-çelik kompozit elemanların 120 dakika yangına karşı dayanıklılık göstermesi için, dışta kalan çelik profil ya da donatının dış yüzü ile betonun en dış yüzeyi arasındaki mesafe, kolonlarda minimum 3,5 cm, kirişlerde 2,5 cm ve döşemelerde ise 2 cm olmak zorundadır (BYKHY, 2021).

Betonarme yapı elemanlarında sıcaklık arttıkça mekanik özelliklerde bozulmalar, meydana gelmektedir. Elemanın kesit boyutunun değişmesi ve yüzeydeki malzemenin dökülmesiyle beton içerisindeki çelik yüksek sıcaklığa maruz kalır (Khoury, 2000). Yangında sıcaklık 3000°C' ye ulaştığında beton yüzeyinde patlama ve yarıma meydana gelmektedir. Yarıma ve patlamalar sonucu oluşan boşluklarda ısı daha iç kısımlara da ulaşarak betonun içindeki suyun buhara dönüşmesine sebep olur. Bu duruma karşı önlem olarak betona polipropilen lifler katılarak çatlak oluşumu yavaşlatılır ve beton içinde oluşturduğu boşluklarda yüksek basınçlı su buharının iletimini sağlar (Arpacioğlu, 2004). Ayrıca betonarmede bulunan donatı çeliği yeterli kalınlıktaki beton pas payı ile yalıtım sağlanarak yangına karşı korunmalıdır.

Kullanılan agrega tipine göre yüksek sıcaklıkta beton özellikleri değişim gösterir. Karbonat, silisli ve hafif olmak üzere betonda kullanılan agregalar üç farklı grupta sınıflandırılmaktadır. Hafif agregalar genellikle şeyl, arduvaz veya kil gibi malzemeler kullanılarak üretilmektedir ve diğer agrega tiplerine göre yangına karşı daha fazla dayanıklılık sağlar (Bilow & Kamara, 2008).

Kapı

Yangın kapısı kapalı tutulduğu müddetçe duman, ısı ve alev geçişini belirli bir süre boyunca engelleyerek yangına karşı direnç gösterir (BYKHY, 2021). Sanayi yapılarında sarmal çelik kapılar, yatay sürgülü kapılar, sallanan yangın kapıları, dikey sürgülü kapılar ve asansör/oluk kapıları yangın kapıları olarak karşımıza çıkmaktadır (Zalosh, 2003).

Yangın bölmesinin önemli bir parçası olan yangına dayanıklı kapılar, kaçış yollarının korunmasını sağlayarak kullanıcılara mekânlar arasında geçiş sağlamaktadır. Yangın kapıları kendiliğinden kapanma özelliğine ve çerçeve, cam, yan paneller, vasistaslar gibi tüm bileşenlerinin uygun yangın dayanıma sahip olması gerekmektedir (Scottish Government, 2008).

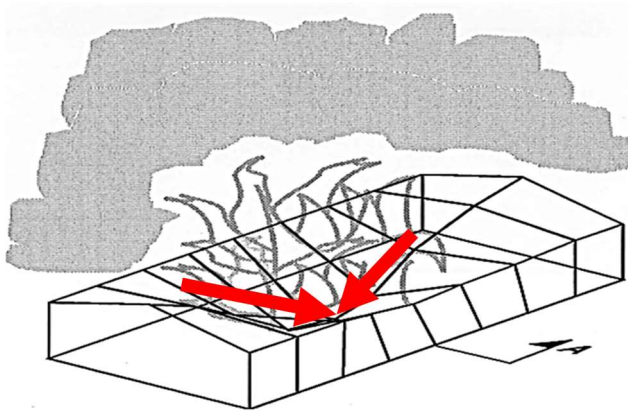
Kapının sahip olduğu tertibatın bütünlüğünün bozulması için geçen süre ve dumanın, sıcak gazların ve alevin geçişine karşı yangın kapısının gösterdiği direncin seviyesiyle yangın kapısının yangına karşı dayanımı belirlenmektedir (Scottish Government, 2008).

Kapı ya da çerçeve içine yerleştirilen şeritler, yangın esnasında ısıya tepki olarak genişleyerek kapı kanadı ve çerçeve arasındaki boşluğu doldurur. Böylece kapı ve çerçeve arasında kalan boşluklardan ısı, duman ve zehirli gazların sızılması engellenir (Scottish Government, 2008).

Çatı

Binanın önemli ve tamamlayıcı bir unsuru olan çatı, binayı ve binayı kullanan kişilerin can ve mal güvenliğini koruyan üst örtüdür. Çatıların tasarım ve inşa aşamasında yangın güvenliği için gerekli olan hususlar dikkate alınmalıdır (Tataroğlu, 2011). Tek katlı endüstriyel binalarda genellikle çelik çatı sistemleri seçilmektedir. Kafes kiriş, dolu gövdeli kirişler ve çelik aşıklar çatıyı oluşturan elemanlardır (Cosgrove, 1996). Çeliğin yanı sıra çatıda prefabrike dolu gövdeli makaslar da kullanılmaktadır.

Çatılarda kullanılan çelik elemanlar yangın durumunda kritik sıcaklığın aşılmasıyla dayanımını kaybeder ve çatının çökmesine sebep olur. Çatının çökmesiyle yangın kontrolden çıkarak yanma hızı yangıcı alanın yüzey alanına bağlı olarak yangın devam eder (Şekil 2.54) (Cosgrove, 1996).



Şekil 2.54. Yangında çatı konstrüksiyonunun çökmesi (Cosgrove, 1996)

Yapı malzemelerinin yangın davranışı

Yapıda kullanılan malzemeler yangında yakıt görevini görürler ve yangının başlaması, gelişmesi, yayılması ve hasar durumu yapıdaki malzemelerin özelliklerine bağlıdır. Alınacak yangın güvenlik önlemleri yapıda kullanılan malzemelerin kıvılcım ya da yüksek ısı durumunda davranışları doğrultusunda olmalıdır (Kars, 1999b).

Bu bağlamda BYKHY’ de yapı malzemelerinin yanıcılık, duman yayma ve yanma damlacıkları ile ilgili özellikler açıklanmıştır. Yönetmelikte A1 sınıfı ve A1_{fl} malzemeler hiç yanmaz sınıf olarak tanımlanmıştır. A1 sınıfı malzemeler yanmaz inorganik malzemelerdir.

Yangın güvenliği açısından, inşaatlarda kolay alevlenen yapı malzemelerinin kullanılmasına izin verilmez. Kolay alevlenen malzemeler kompozit içinde normal alevlenen malzemeye dönüştürerek kullanılması gerekmektedir. Duvarlarda iç kaplamalar ile içte uygulanacak ısı ve ses yalıtımları; en az normal alevlenici, yüksek binalarda ve kapasitesi 100 kişiden fazla yerlerde ise en az zor alevlenici malzemeden yapılır (BYKHY, 2021). Çizelge 2.22’de yapı malzemeleri için yanıcılık sınıfları, duman oluşumu ve yanma damlaları/tanecikleri için sınıflandırmalar açıklanmıştır.

Çizelge 2.22. Yapı malzemeleri için yanıcılık sınıfları

Döşemeler Dışındaki Yapı Malzemeleri İçin Yanıcılık Sınıfları		Döşeme Malzemeleri İçin Yanıcılık Sınıfları
Hiç Yanmaz	A1	A1FL
Zor Yanıcı	A2 – s1, d0	A2FL – s1
Zor Alevlenici	B, C – s1, d0	BFL – s1
	A2 – s2, d0	
	A2, B, C – s3, d0	
	A2, B,C – s1, d1 A2, B,C – s1, d2	
(en az)	A2, B, C – s3, d2	CFL – s1
Normal Alevlenici ⁰	D – s1, d0	A2FL – s2 BFL – s2 CFL – s2 DFL – s1 DFL – s2
	D – s2, d0	
	D – s3, d0	
	E	
	D – s1, d2	
	D – s2, d2	
	D – s3, d2	
(en az)	E – d2	EFL
Kolay Alevlenici	F	FFL

Yapı malzemelerinin yangın durumundaki davranış özellikleri, kullanıldığı yapı elemanının yangın dayanımını belirleyen önemli bir etkidir. Döşemelerde, çatılarda, cephelerde ya da

kolon gibi yapı elemanlarının her birinin malzemenin yangın dayanımı bağlamında çeşitli gereksinimleri mevcuttur ve bunlar BYKHY' de açıklanmıştır. Yapı elemanları için malzeme seçimi yapılacağında ilgili yönetmelikte yer alan bu sınıflandırmalar gözetilmelidir.

Cepheler, yangının yayılması ve diğer binalara sıçraması bağlamında riskler taşımasından dolayı cephede kullanılan kaplama malzemeleri, yalıtım malzemeleri vb. yanıcılık sınıfları yangın güvenliğinin sağlanması açısından önemli olmaktadır (Yaman, 2018). BYKHY' e göre bina yüksekliği 28.50 m'den fazla ise dış cephelerin, zor yanıcı malzemeden (A2 s1d0) ve diğer binalarda ise en az zor alevlenici malzemeden (Cs3d2) olması gerekir. Derzleri açık veya havalandırmalı giydirme cephe sistemlerine sahip binalardaki cephe ve yalıtım malzemeleri en az zor yanıcı (A2 – s1, d0) olması gerekmektedir (BYKHY, 2021).

Çatı, yangının kısıtlı bir alanda tutulmasında ya da yangının yayılmasında etkin bir rol oynayan yapı elemanıdır. Özellikle bitişik nizam yapılarda yangının diğer binalara sıçramasının önlenmesi için çatı taşıyıcı sistemi ve kaplama malzemelerinin yangına karşı davranışları oldukça önemlidir. Çatı dış yüzey kaplaması veya çatıdaki katmanlar arasında yangının yayılmasının engellenmesi için kaplama malzemeleri, BYKHY' de BROOF sınıfı malzemelerden olması gerektiği belirtilmiştir. Çatı kaplamalarının altında yer alan yalıtım malzemesinin ya da herhangi bir yüzeyin en az zor alevlenici malzemeden olması gereklidir. Çatı kaplaması olarak yanmaz malzeme kullanıldığı takdirde üzerine çatı kaplaması uygulanan yüzey en az normal alevlenen malzemeden olması gerekmektedir (BYKHY, 2021).

Yapımda en çok kullanılan yapı malzemelerinden olan beton, A1 sınıfı, ahşap malzemelerle karşılaştırıldığında yanmaz ve çelikle karşılaştırıldığında düşük ısı yayılımına sahip bir yalıtım malzemesidir. Ancak yangın durumunda yüksek ısı karşısında yapısındaki suyu kaybederek bozulur ve çatlama, dökülme ya da parçalanma gibi olaylar gerçekleşebilir. Beton yüksek sıcaklık altındaki koşullarda sahip olduğu mekanik özelliklerini kaybeder (Mróz, Hager, & Korniejenko, 2018; Khoury, 2000). Sıcaklık kaynaklı olarak betonun yapısında oluşan bozulmalar, betonun içeriğindeki agrega türüne bağlıdır. Kireçtaşı ve dolomit içen Karbonat agregaları; granit, kumtaşı ve silikadan oluşan Silisli agrega; şeyl, arduvaz veya kil ısıtılarak üretilen Hafif agregalar olmak üzere üç ayrı tipte agrega bulunmaktadır. En iyi yangın direnci sağlayan agrega tipi olan hafif agregalar, aynı

kalınlıktaki normal ağırlıktaki betona göre ısıyı daha yavaş iletir (Bilow & Kamara, 2008; Khoury, 2000). Betonun dayanımının ekstra arttırılması gereken durumlarda pasif koruma sistemi olarak polipropilen lifler beton karışımına ilave edilmektedir (Mróz et al., 2018).

Çelik ise yanmaz bir malzemedir, ancak ısıya karşı oldukça duyarlıdır. Isı yükseldikçe çelik yumuşamaya başlayarak mukavemetini ve elastiklik modülünü kaybederek şekil değiştirir (Tama, 2012). Yanmaz bir malzeme olan çelik, yüksek sıcaklık karşısında mekanik değişimlere uğrar ve kritik sıcaklığa ulaştığında taşıyıcılığını sonrasında tüm mekanik özelliklerini kaybeder (Beyhan, 2015). Çelik malzemeden oluşan bir yapısal elemanın yangına maruz kalmasındaki dayanımını belirlemek için çeliğin kritik sıcaklığının bilinmesi gerekmektedir (Kodur & Harmathy, 2016). Çeşitli çelik türleri için kritik sıcaklıklar aşağıdaki gibidir:

- Yapısal çelik 538 °C
- Takviyeli çelik 593 °C
- Öngerilmeli çelik 426 °C
- Hafif çelik 350 °C - 400 °C (Kodur & Harmathy, 2016)

Yalıtım malzemeleri, yangın durumunda kolon, kiriş, çatı, döşeme, duvar gibi yapısal elemanların sıcaklık artışı yavaşlatmak ve yangın direncini arttırmak için yangından korunma malzemesi olarak kullanılır. Bu bağlamda kullanılan çeşitli yalıtım malzemeleri bulunmaktadır. Duvar ve zeminlerde en yaygın olarak kullanılan yalıtım malzemeleri mineral yün ve cam yünüdür. Şişen boyalar, spre y mineral elyaflar, yalıtım levhaları ve sıkıştırılmış elya f levhalar yalıtım amacıyla kullanılan diğ er malzemelere örnek olarak verilebilir (Kodur & Harmathy, 2016). Yalıtım malzemesinin seçiminde yanıcılık sınıfları dikkate alınmalıdır. Yangınların kolayca çıkmasına ve hızla büyümesine sebep olabilen, hammaddesi petrol türevleri olan, polistran, poliüretan, polietilen, strafor, kauçuk, membran, ve şingılların kullanımından mümkün olduğunca kaçınılması gerekmektedir. Strafor, membran yerine cam ve taş yünü, yanıcı şingıllar yerine taş yünlü sandviç paneller tercih edilmelidir (Tataroğlu, 2011). Taş yünü veya cüruf yünü olarak bilinen mineral yün, 1000 °C sıcaklığa kadar dayanabilir ve yanmaz bir malzemedir (Mróz et al., 2016).

İdeal bir yangından korunma malzemesi olan alçı taşı (kalsiyum sülfat dihidrat), sentetik yapıda ya da tortul kayada bulunan kristal yapıda bir mineral olarak bulunmaktadır.

Yapılarda duvar paneli ve kaplama levhaları olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. 125 ve 200 °C arasındaki yüksek sıcaklık durumunda alçının yapısında bulunan suyun %20'si buharlaşabilir. Böylece dehidrasyon sonucunda tutulan ısı enerjisi sebebiyle alçı tabakası, ısının yapıya nüfuz etmesini yavaşlatır ve yangının yayılmasının en aza indirilmesine yardımcı olur (Kodur & Harmathy, 2016; Mróz et al., 2016).

İç ve dış yüzeylerde kullanılan bitiş malzemeleri yangının yayılmasını ve büyüme hızını önemli ölçüde etkileyen bir husustur. İç kaplamalarda yangın yayılma potansiyeli özellikle kaçış yollarında tahliyeyi engelleyeceğinden dolayı büyük risk oluşturmaktadır. Binalarda iç kaplamalar, yangının çıktığı mekândaki duvar ve tavan yüzeylerinde yangın ve dumanın gelişme göstermesine engel olacak özellikte olmalıdır. Tavan ve duvarlara yapılan birden fazla kat boya uygulaması yangının yayılmasına sebep olabileceği için kat kat yapılan boya uygulaması önerilmez (Scottish Government, 2008).

Dış kaplamalar; kil ve beton karolar, arduvazlar, beton paneller, taş paneller, sandviç paneller dahil profil metal kaplama ve ısı yalıtımlı dış duvar kaplama sistemleri, cam sistemleri ve diğer havalandırılabilir kaplama sistemleri gibi dış duvar kaplama sistemlerini içerir. Dış duvar kaplamasında yanıcı malzeme kullanılması durumunda yangının binanın cephesi boyunca yatay ve düşey olarak yayılma potansiyeli dikkate alınmalıdır (Scottish Government, 2008).

3. YÖNTEM

Yangın riski değerlendirme yöntemlerine dair detaylı bir literatür çalışması yapılmış ve yangın riskini değerlendirme süreçlerinde kullanılan en yaygın analiz yöntemleri Bölüm 2.2.2’de açıklanmıştır. Burada elde edilen verilere göre aşağıda listelenmiş olan risk analiz yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları ortaya konulmuştur (Çizelge 3.1).

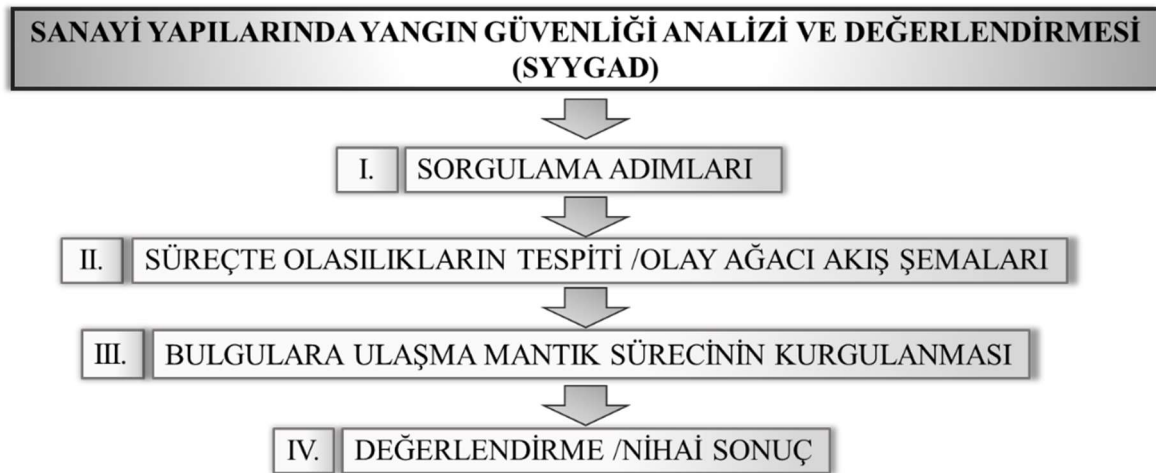
Çizelge 3.1. Yangın risk değerlendirme yöntemleri

YÖNTEM		AVANTAJ	DEZAVANTAJ
Kontrol Listesi		• Temel ve pratik • Deneyimsiz kişiler için kolay bir yöntem • Tasarım sırasında ve onay süreçlerinde kullanılabilir.	• Nitel bir yöntem olduğu için göreceli bir değerlendirme • Farklı analiz yöntemleriyle kullanıldığında daha etkin • Listedeki faktörlerin önem derecesi belirsizdir.
Fine Kinney Yöntemi		• Nicel bir yöntem olduğu için göreceli değildir.	• Yöntemde net ve açık olmayan yönler mevcut • İstatistiki veri olmayan durumlarda sübjektif görüşlere ihtiyaç duyulur.
İndeksleme Yöntemi		• Nicel bir yöntem olduğu için matematiksel hesaplamalara dayanır. • Deneyimsiz kişiler için temel yangın riski değerlendirme ilkelerini basitleştirir.	• Ölçülemeyen ağırlıkların göstergelere atanması nedeniyle öznel bir bileşene sahiptir. • Bileşen değerlerinin çoğunu belirlemenin altında yatan mantık yeterince açık değildir.
Matris		• Kullanımı kolay ve uygulaması en yaygın yöntemlerden birisi	• Göreceli sonuçlar ve göreceli olasılıktan meydana gelir.
Risk Haritası (CBS)		• Haritalar ile görselleştirilme • Belli bir alana ait hem konumsal ve hem de niteliksel veriler ile dinamik ve etkileşimli haritalar oluşturulmaktadır. • Kamu ve özel sektörde çeşitli alanlarda kullanımı söz konusudur.	• Doğru ve güvenilir olması için haritaların dinamik ve güncel verilere dayanması gerekmektedir. • Veri tabanının harita ile entegrasyonu için bilgisayar programlarına ihtiyaç duyulmaktadır.
Mantık Ağaçları	Olay Ağacı	• Olaylar arasında var olan nedensel ilişkileri temsil eder. • İstatistiksel verilere veya olasılıklı mühendislik modellerine dayanır. • Karmaşık yangın senaryolarını analiz etmek için yaygın olarak kullanılır.	• Çıktı dağınıktır ve belirli bir istenmeyen olaya odaklanmaz. • Hızla aşırı derecede büyük ve hantal hale gelebilir.
	Hata Ağacı	• Grafik gösterimi sağlar. • Takip etmesi kolaydır. • Tehlike değerlendirmesi geliştirmek için en yaygın kullanılan tekniklerdir. • Kök nedenlere ulaşmak ve bir olayın sonucunun olasılığını veya sıklığını tahmin etmek için kullanılabilir. • Sistemin zayıflıklarını güvenlik açısından vurgulama • Nitel veya nicel sistem güvenilirliği analizi	• Olayların sırasını göstermez • Zaman ve hız bağımlılığı kolayca temsil edilemez.

Yapılan değerlendirme kapsamında tez çalışmasında konu alınan sanayi yapılarındaki yangın risk analizi, değerlendirmesi ve yönetimi (yangına güvenli yapı tasarımı) süreçleri için yaygın olarak kullanılan mantık ağaçları (olay / hata ağacı) analiz yönteminin mantıksal süreci yangın riski bağlamında yeniden yorumlanarak dört aşamalı bir metodoloji oluşturulmuştur. Bu bağlamda veri toplamak amacıyla gerçekleştirilen literatür araştırması ve ilgili mevzuatlar (BYKHY, Organize Sanayi Bölgeleri İmar Planı Şartnamesi, NFPA vd.) incelenmiş ve konu dahilinde yangına güvenli yapı tasarımının öne çıktığı tespit edilmiştir. Mimari tasarım süreçleri ile yakından ilişkili olan yangına güvenli yapı tasarımında kabul edilen yangın güvenlik önlemleri belirlenerek bir binada ya da yapılı çevrede yangın riski analizi ve değerlendirmesi için nasıl bir sorgulama sürecinin gerektiği hususu değerlendirilmiştir.

Sanayi yapıları için istenmeyen durum olarak ele alınan yangın olaylarının zaman zaman felakete dönüşebilen sonuçları mimari tasarım, yapım ve tasarımdan gelen potansiyellere bağli olarak binaların kullanım süreçleri ile ilişkilendirilmiş, riskin yönetimi olayın başlama, gelişme, büyüme ve sönme süreçleri ile tahliye ve olaya müdahale olasılıkları çerçevesinde ele alınmıştır.

Bu aşamada mevcut durumda güvenli olan ve olmayan hususların tespiti için yangın olayı ile ilişkili olarak olay süreci içerisinde etkileyen ve etkilenen parametreleri ve durumları saptayabilmek amacıyla olay ağacı ve hata ağacı mantığına dayalı (olayı başlatan, büyüten, hataya götüren, sonucun şiddetini arttıran durumların tespiti) akış şemaları oluşturulmuştur. Akış şemalarından elde edilecek bilgilerin/bulguların değerlendirilmesi sürecinde akış şemalarında yer alan her bir dalın birbiriyle ilişkisini kuran/belirleyen mantıksal bir yaklaşım izlenmiş ve mantık sisteminin kurgulanmasında “VE” ya da “VEYA” kapsamında ilişki düzeyleri tanımlanmıştır. Tanımlanan ilişki düzeylerinin sonuçlarının değerlendirilmesi ile de nihai sonuca ulaşılarak mevcut risk durumları ve buna bağli olarak geliştirilmesi gereken güvenlik önlemlerini ortaya koyan stratejilerin belirlenmesi hedeflenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Sanayi yapılarındaki yangın risk analizi, değerlendirmesi ve yönetimi süreçleri için geliştirilen dört aşamalı bir metodoloji

İlk aşama olan sorgu adımlarının hazırlanmasında literatürden ve mevzuattan elde edilen bilgilerin ilişki düzeyleri kapsamında tasnif edilmesi yaklaşımı izlenmiştir. Yerleşim ölçeği, bina ölçeği ve yapı elemanı ve yapı malzemesi ölçeği olmak üzere 3 ana sorgu adımı belirlenmiştir. Her ana sorgu adımının ara sorgu adımları ve alt açılımları kurgulanarak ana adımlar detaylandırılmıştır.

Sorgu sürecinin işleyişini tanımlayabilmek için her bir adım kendi içerisinde ayrı ayrı kod numaraları ile tanımlanmıştır. İşlevsel olarak farklı risk sınıflarına ait mekânları ya da binaları bünyesinde barındıran sanayi tesislerinin yerleşim ölçeğinde yangın güvenliği açısından sorgulanması gereken konular beş ara adım olarak tasnif edilmiştir. Çevresel risklerin tespiti ve risk bölgelerinin tanımlanması, yapılar/binalar arası ilişki düzeyinin belirlenmesi, binaya erişim yollarının analizi, yangın hidrantları ve söndürme havuzlarının gereğinin ve gereklerinin saptanması ve güvenli toplanma bölgelerinin tasarımı yangın güvenliği bağlamında incelenmesi gereken temel hususlar olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Birinci ana sorgu adımı - Sorgu adımları, açılımları ve kod numaraları

ANA ADIM	KOD	ARA ADIMLAR	ARA ADIM AÇILIMLARI/İÇERİKLERİ	KOD
1. ANA ADIM YERLEŞİM ÖLÇEĞİ	1.1.	Çevresel risklerin tespiti ve risk bölgelerinin tanımlanması	Tesis içerisindeki yapıların risk sınıfı tespiti	1.1.A
			Farklı risk bölgelerinin konum tespiti	1.1.B
	1.2.	Yapılar arası ilişki düzeyinin belirlenmesi	Bitişik nizam	1.2.A
			Ayrık nizam-Yapılar arası mesafe	1.2.B
			Yapının cephe alanı	1.2.C
			Erişilebilen cephe sayısı	1.2.D
	1.3.	Erişim yollarının analizi	Yol tipi/sürekliliği	1.3.A
			Yol genişlikleri	1.3.B
			Yol eğimi	1.3.C
			Binaya yaklaşım mesafesi	1.3.D
	1.4.	Yangın hidrantları ve söndürme havuzları	Yapının taban alanı	1.4.A
			Hidrantlar arası mesafe	1.4.B
			Binaya uzaklığı	1.4.C
			Araç giremeyen ya da manevra yapılamayan mahallerin varlığı	1.4.D
	1.5.	Güvenli toplanma bölgesi	Risk bölgelerine mesafesi	1.5.A
			Kullanıcı yükünü karşılama durumu	1.5.B

İkinci aşama bina ölçeğinde yangın güvenliğine etki eden temel hususların sorgulanma süreci olarak planlanmıştır. Bu sorgu adımının detaylarını oluşturan ara adımlar ise bina yükseklik sınıfı, binanın risk sınıfı ile kompartıman sınır alanları, bina geometrisi, mekân kurgusu ile ana işlev ve alt işlevlerin analizi, alt işlevlerdeki risk grubu yüksek mekânların tespiti, bina içi yatay ve düşey boşluklar, bina içi yatay ve düşey kaçış yolları, acil durum yönlendirme işaretleri ve acil durum aydınlatma işaretleri hususlarının analizi, değerlendirmesi ve tespiti olarak belirlenmiştir. (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. İkinci ana sorgu adımı - Sorgu adımları, açılımları ve kod numaraları

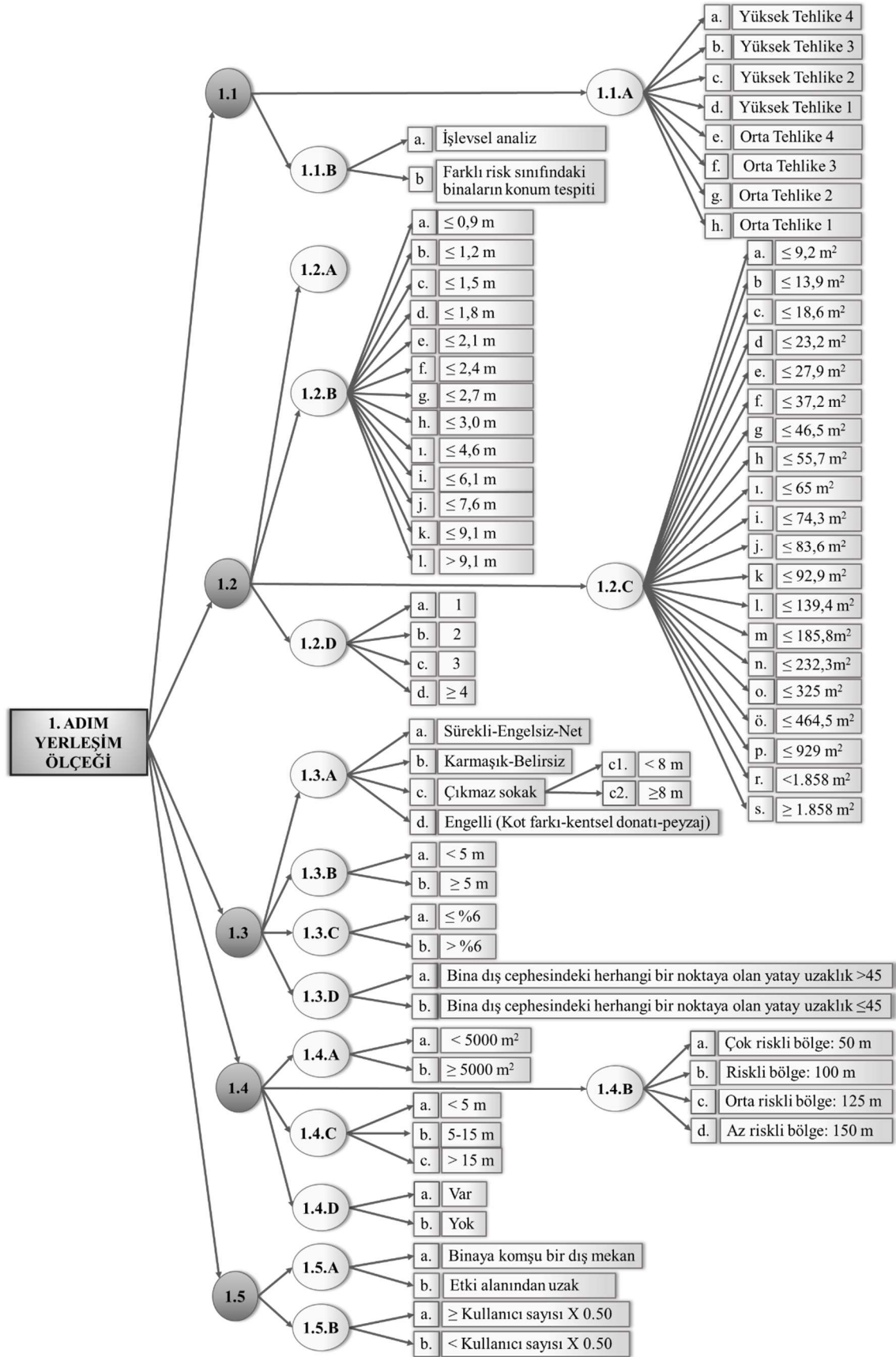
ANA ADIM	KOD	ARA ADIMLAR	ARA ADIM İÇERİKLERİ	KOD	
2. ANA ADIM BİNA ÖLÇEĞİ	2.1.	Bina yüksekliği	Yüksek bina sınıfının üstü	2.1.A	
			Yüksek bina sınıfının altı	2.1.B	
	2.2.	Bina risk sınıfı	Bina risk sınıfının tespiti	2.2.A	
			Kompartıman alanı-Yağmurlama sistemi var	2.2.B	
			Kompartıman alanı-Yağmurlama sistemi yok	2.2.C	
	2.3.	Bina geometrisi	Planda girinti-çıkıntı	2.3.A	
			Düşeyde geri çekme-konsol	2.3.B	
			Mekân kurgusu	2.3.C	
			Dolaşım alanları	2.3.D	
	2.4.	Mekânsal kurgu ve işlevsel analiz/ risk bölgelerinin belirlenmesi	Farklı işlevlere sahip mekânlar tek hacimde	2.4.A	
			İşlevsel ayrıma sahip farklı binalarda	2.4.B	
	2.5.	Bina içi yatay ve düşey boşluklar	Asma tavanlar	2.5.A	
			Havalandırma ve tesisat kanalları	2.5.B	
			Bacalar ve şaftlar	2.5.C	
			Merdiven ve asansör boşlukları	2.5.D	
			Atrium ve galeri boşlukları	2.5.E	
			Cephe konstrüksiyon boşlukları	2.5.F	
			Yükseltilmiş döşemeler	2.5.G	
	2.6.	Bina içi yatay ve düşey kaçış yolları	Kullanıcı yükü	2.6.A	
			Yatay kaçış yolu	Kaçış mesafesi	2.6.B
				Süreklilik/Engelsiz	2.6.C
				Yangın güvenlik holü	2.6.D
				Çıkış sayısı	2.6.E
				Kaçış yolu genişliği	2.6.F
				Çıkış genişliği	2.6.G
				Çıkışlar arasındaki mesafe	2.6.H
				Kapı açılış yönü	2.6.I
			Düşey kaçış yolu	Merdiven var mı? / sayısı	2.6.İ
				Merdiven konumları-biçim	2.6.J
				Merdivenler arasındaki mesafe	2.6.K
				Merdiven boyutları	2.6.L
Korkuluk ve küpeşte				2.6.M	
Merdiven sürekli mi?				2.6.N	
Bodrum katlara iniyor mu?				2.6.O	
Merdiven doğrudan bina dışına açılıyor mu?				2.6.P	
2.7.	Acil durum yönlendirme işaretleri	Konum/görülebilir uzaklık/mesafe		2.7.A	
		Konum / zeminden yükseklik	2.7.B		
		Standartlara uygunluk	2.7.C		
2.8.	Acil durum aydınlatma sistemi	Konumu	2.8.A		
		Aydınlatma seviyesi	2.8.B		
		Aydınlatma Süresi	2.8.C		

Üçüncü sorgu adımında ise yapı elemanlarının yangın dayanımı ile yapı malzemelerinin yanıcılık sınıfları sorgulanmıştır (Çizelge 3.4).

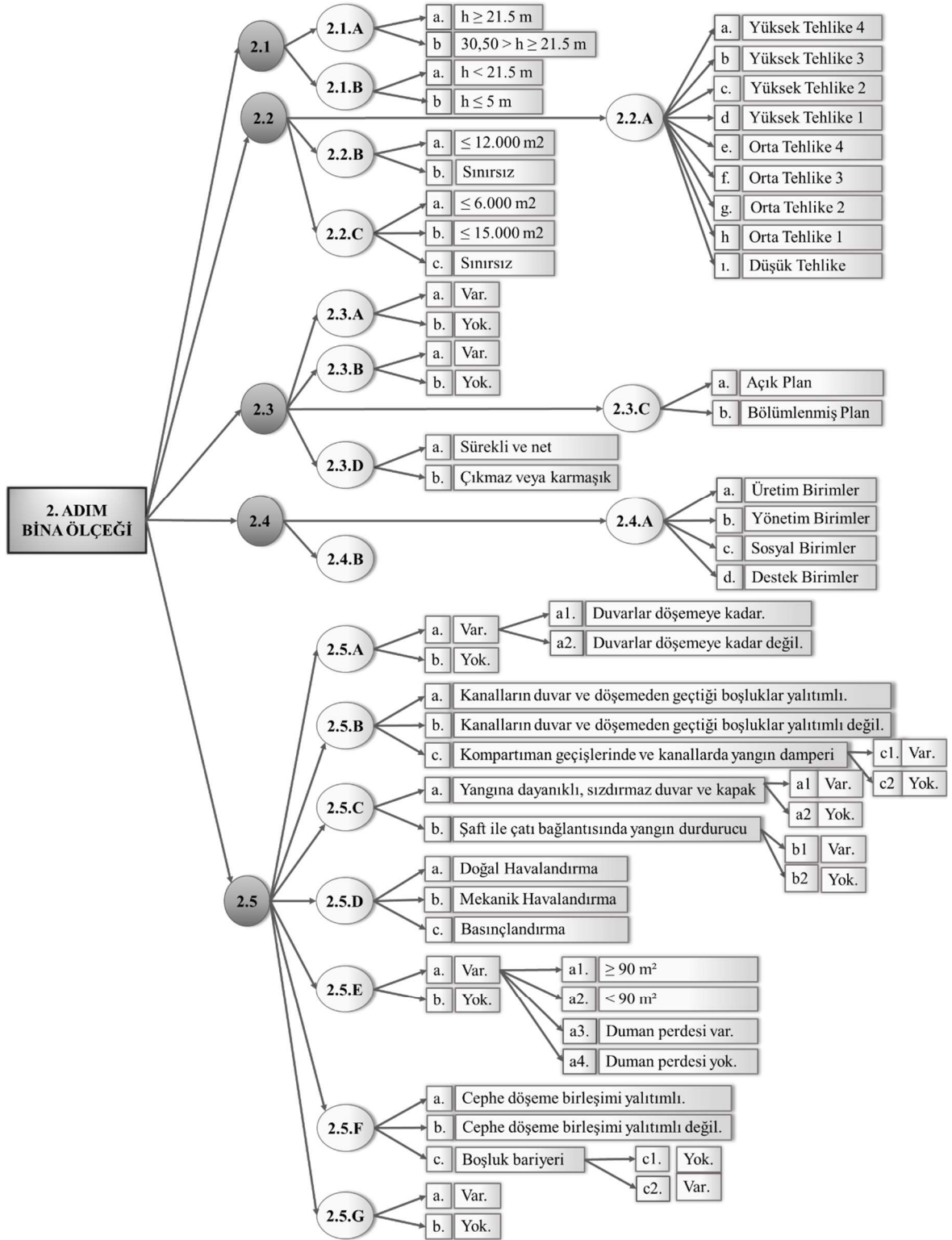
Çizelge 3.4. Üçüncü ana sorgu adımı - Sorgu adımları, açılımları ve kod numaraları

ANA ADIM	KOD	ARA ADIMLAR	ARA ADIM İÇERİKLERİ	KOD
3. ANA ADIM YAPI ELEMANI VE YAPI MALZEMESİ ÖLÇEĞİ	3.1.	Yapı elemanları	Taşıyıcı sistem türü	3.1.A
			Taşıyıcı sistem elemanları	3.1.B
			Kapılar/pencereler	3.1.C
			Çatı	3.1.D
			Yağmurlama sistemi var mı?	3.1.E
	3.2.	Yapı malzemeleri	Malzeme türü	3.2.A
			Yanıcılık sınıfları	3.2.B

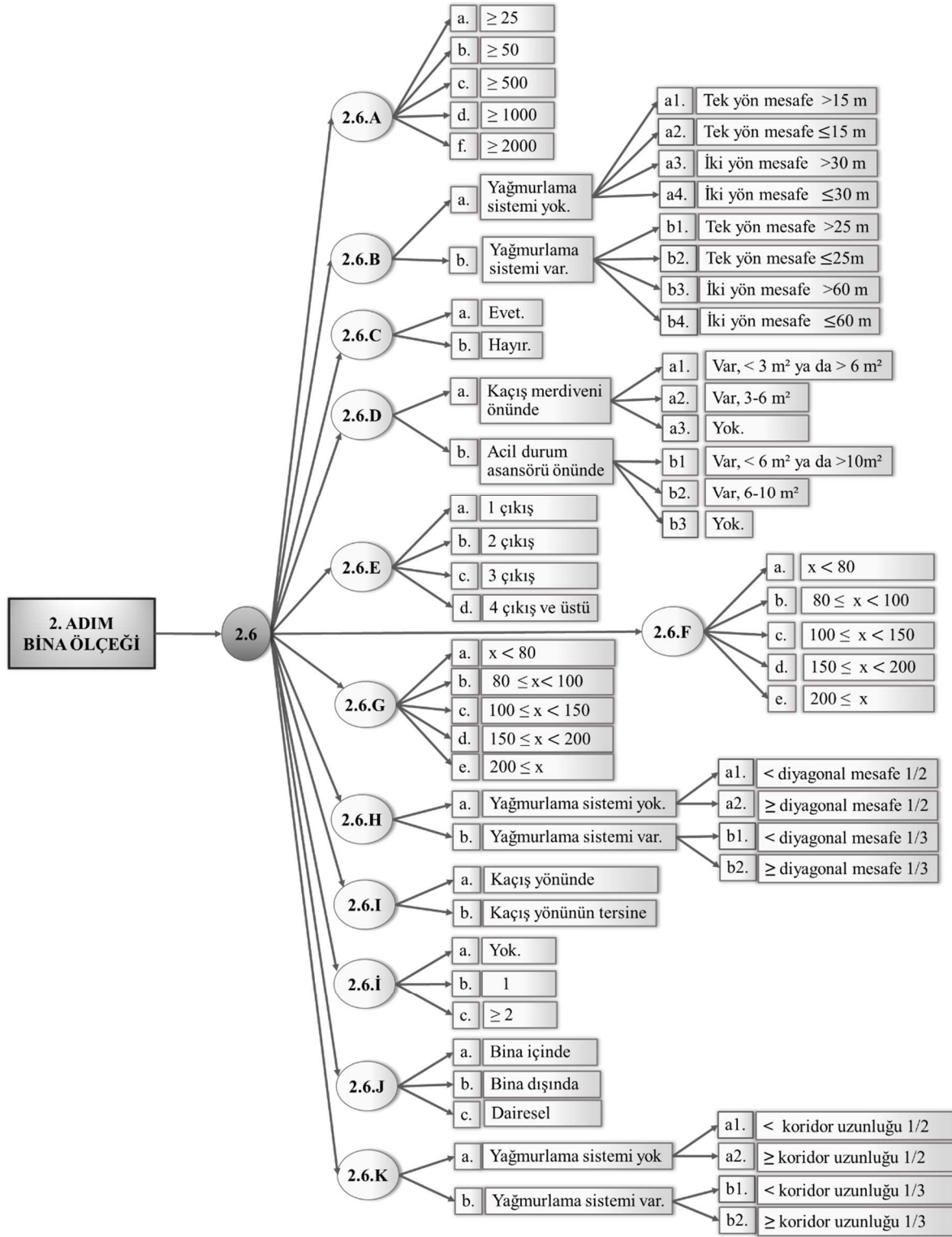
Bilgi tasnifi yaklaşımıyla üç ana adım ve her bir adımın alt ara adımlarının sorgulanma sürecinde ilgili olduğu konular, kapsadığı alanlar, yangın sürecini etkileyen ve/veya yangına güvenli tasarım sürecinin gereklerine dair durumların/stratejilerin tespiti amacıyla her bir sorgu adımı ile ara adımları süreci tanımlayacak akış şemaları ile detaylandırılmıştır. Bunun için ana sorgu adımlarının ve ara adımların her biri için içeriklerini ve sınır değerlerini gösteren akış şemaları hazırlanmıştır (Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



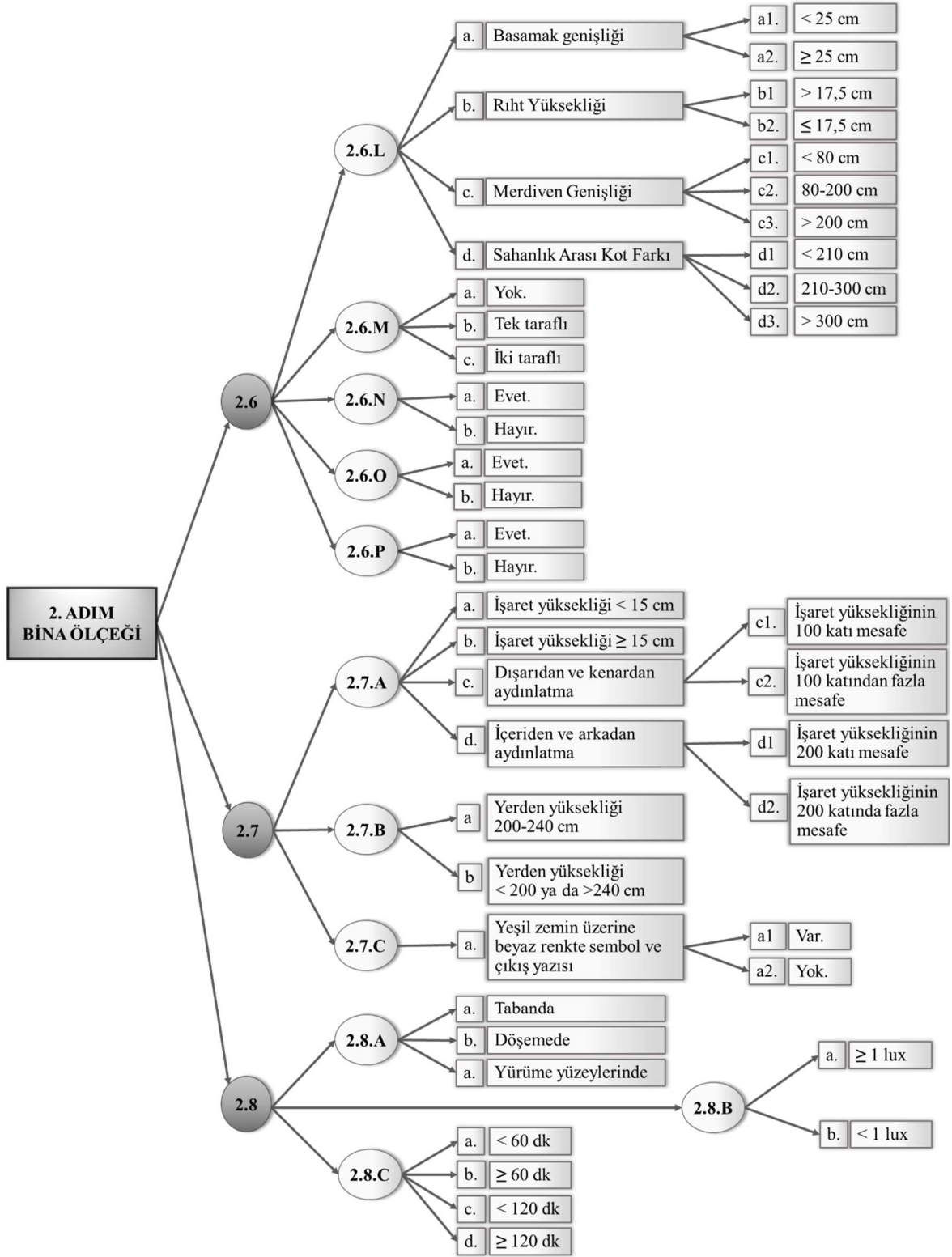
Şekil 3.2. Yerleşim ölçeğinde durum tespiti amaçlı sorgulama sürecine dair akış şemaları/olay ağaçları



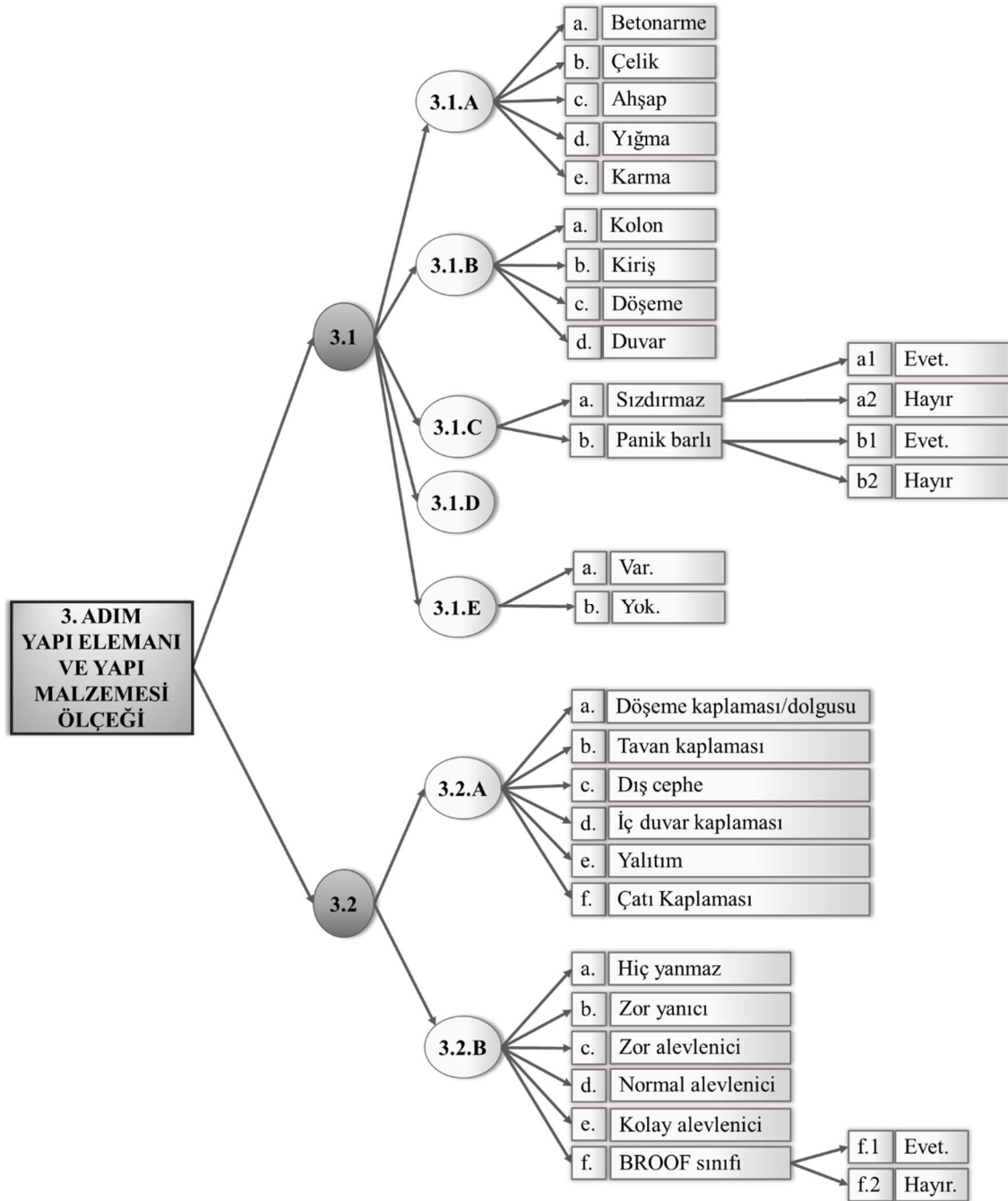
Şekil 3.3. Bina ölçeğinde durum tespiti amaçlı sorgulama sürecine dair akış şemaları/olay ağaçları



Şekil 3.3. (Devam) Bina ölçeğinde durum tespiti amaçlı sorgulama sürecine dair akış şemaları/olay ağaçları



Şekil 3.3. (Devam) Bina ölçeğinde durum tespiti amaçlı sorgulama sürecine dair akış şemaları/olay ağaçları



Şekil 3.4. Yapı elemanı ve yapı malzemesi ölçeğinde durum tespiti amaçlı sorgulama sürecine dair akış şemaları/olay ağaçları

Hazırlanan akış şeması aracılığı ile sorgulanarak mevcut durumun tespit edilmesi sürecinin ardından bir yapıda yangın güvenliğinin sağlanması ve/veya iyileştirilmesi amacıyla geliştirilmesi gereken çözüm stratejilerini tanımlayan yangın güvenlik önlemleri tespit edilmiştir. Satır numaraları verilerek mevzuattan gelen hükümler ve literatürden gelen geçerliliği kabul görmüş bilgiler çerçevesinde 172 satırdan oluşan yangına güvenli yapı tasarımı bağlamında öncelikli önlemlerin yer aldığı bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Daha sonra bir yangın olayının sürecini, boyutlarını ve sonuçlarının şiddetini hafifletmeyi hedefleyen veri tabanındaki bu önlemlerin hangi koşullar mevcut olduğunda geçerli ve gerekli olduğunun tespit edilebilmesi için mevcut durum analizinden gelen verilerle önlemlerin gereğini ortaya koyan koşullar ilişkilendirilmiştir. Mantık ağaçlarının çözümlenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılan “VE” ve “VEYA” yaklaşımı ile her bir satırın ilişki olduğu akış şeması adımları ve ilişkilerin düzeyleri tanımlanmıştır. Mantıksal işleyiş kurgusu kapsamında bir satırın ilgili yapı için gerekli olduğunu saptamak amacıyla “VE” akış şemasından gelen bir durumun diğer durumlarla aynı anda bir arada olma zorunluluğunu, “VEYA” ise satırda tanımlanan önlemin etkili olduğu durumlardan herhangi birinin olmasının yeterli olduğunu ifade etmektedir.

Tanımlanan mantıksal işleyiş kurgusunu gösteren Çizelge 3.5’ te ilk sütun veri tabanı satır numarasını, ikinci sütun veri tabanının içeriğini oluşturan alınması gerekli önlemleri, üçüncü sütun ise mantıksal işleyiş kurallarını/koşullarını göstermektedir.

Çizelge 3.5. Analiz verileri ve yangın güvenlik önlemleri arasındaki ilişki düzeylerinin belirlendiği mantıksal işlem kurgusu

NO	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM / ÇÖZÜM STRATEJİSİ	MANTIKSAL KURGU
YERLEŞİM ÖLÇEĞİNDE		
1.	. Tesis içerisindeki yapıların işlevsel analiziyle birlikte risk sınıflarına bağlı olarak hâkim rüzgâr yönüne göre konumlanma <i>NOT: Rüzgâr; ısı, duman ve zehirli gazı taşıyacağı için işlev ve içeriğinden dolayı en riskli yapı rüzgâr yönünde olmamalı ya da yapılar arasında gerekli noktalara yangına ve patlamaya dayanıklı duvarlar eklenmelidir.</i>	$(1.1.A) \wedge (1.1.B.a) \wedge (1.1.B.b)$
2.	. Birden fazla binaya ait ortak duvarlar yangına en az 90 dakika dayanıklı olmalıdır.	$(1.2.A)$
3.	. Yapılar arasında $\leq 0,9$ m mesafe olduğunda cephelerde açıklık yapılamaz.	$(1.2.B.a)$
4.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %4	$(1.2.B.b) \vee \{ (1.2.B.c) \wedge [(1.2.C.g) \vee (1.2.C.h) \vee (1.2.C.i) \vee (1.2.C.j) \vee (1.2.C.k) \vee (1.2.C.l) \vee (1.2.C.m) \vee (1.2.C.n) \vee (1.2.C.o) \vee (1.2.C.ö) \vee (1.2.C.p) \vee (1.2.C.r)] \} \vee \{ (1.2.B.d) \wedge [(1.2.C.i) \vee (1.2.C.j) \vee (1.2.C.k) \vee (1.2.C.l) \vee (1.2.C.m) \vee (1.2.C.n) \vee (1.2.C.o) \vee (1.2.C.ö) \vee (1.2.C.p) \vee (1.2.C.r)] \} \vee \{ (1.2.B.e) \wedge [(1.2.C.l) \vee (1.2.C.m) \vee (1.2.C.n) \vee (1.2.C.o) \vee (1.2.C.ö) \vee (1.2.C.p) \vee (1.2.C.r)] \} \vee \{ (1.2.B.f) \wedge [(1.2.C.m) \vee (1.2.C.n) \vee (1.2.C.o) \vee (1.2.C.ö) \vee (1.2.C.p) \vee (1.2.C.r)] \} \vee \{ (1.2.B.g) \wedge [(1.2.C.o) \vee (1.2.C.ö) \vee (1.2.C.p) \vee (1.2.C.r)] \} \vee \{ (1.2.B.h) \wedge [(1.2.C.ö) \vee (1.2.C.p) \vee (1.2.C.r)] \} \vee \{ (1.2.B.i) \wedge (1.2.C.r) \}$
5.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %5	$\{ (1.2.B.c) \wedge [(1.2.C.e) \vee (1.2.C.d) \vee (1.2.C.f) \vee (1.2.C.g) \vee (1.2.C.h) \vee (1.2.C.i)] \} \vee \{ (1.2.B.d) \wedge [(1.2.C.f) \vee (1.2.C.g) \vee (1.2.C.h) \vee (1.2.C.i)] \} \vee \{ (1.2.B.e) \wedge [(1.2.C.h) \vee (1.2.C.i) \vee (1.2.C.j) \vee (1.2.C.k)] \} \vee \{ (1.2.B.f) \wedge [(1.2.C.j) \vee (1.2.C.k) \vee (1.2.C.l)] \} \vee \{ (1.2.B.g) \wedge [(1.2.C.l) \vee (1.2.C.m) \vee (1.2.C.n)] \} \vee \{ (1.2.B.h) \wedge [(1.2.C.m) \vee (1.2.C.n) \vee (1.2.C.o)] \} \vee \{ (1.2.B.i) \wedge (1.2.C.p) \} \vee \{ (1.2.B.j) \wedge (1.2.C.r) \}$
6.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %6	$\{ (1.2.B.c) \wedge [(1.2.C.a) \vee (1.2.C.b)] \} \vee \{ (1.2.B.d) \wedge [(1.2.C.d) \vee (1.2.C.e)] \} \vee \{ (1.2.B.e) \wedge [(1.2.C.f) \vee (1.2.C.g)] \} \vee \{ (1.2.B.f) \wedge [(1.2.C.h) \vee (1.2.C.i) \vee (1.2.C.j)] \} \vee \{ (1.2.B.g) \wedge [(1.2.C.i) \vee (1.2.C.j) \vee (1.2.C.k)] \} \vee \{ (1.2.B.h) \wedge (1.2.C.l) \} \vee \{ (1.2.B.i) \wedge [(1.2.C.o) \vee (1.2.C.ö)] \} \vee \{ (1.2.B.j) \wedge (1.2.C.p) \} \vee \{ (1.2.B.k) \wedge (1.2.C.r) \}$

Çizelge 3.5. (Devam) Analiz verileri ve yangın güvenlik önlemleri arasındaki ilişki düzeylerinin belirlendiği mantıksal işlem kurgusu

NO	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM / ÇÖZÜM STRATEJİSİ	MANTIKSAL KURGU
7.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %7	$\{(1.2.B.d) \wedge [(1.2.C.b) \vee (1.2.C.c)]\} \vee \{(1.2.B.e) \wedge (1.2.C.e)\} \vee \{(1.2.B.f) \wedge [(1.2.C.f) \vee (1.2.C.g)]\} \vee \{(1.2.B.g) \wedge [(1.2.C.g) \vee (1.2.C.h)]\} \vee \{(1.2.B.h) \wedge [(1.2.C.i) \vee (1.2.C.j) \vee (1.2.C.k)]\} \vee \{(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.n)\} \vee \{(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.ö)\} \vee \{(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.p)\}$
8.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %8	$\{(1.2.B.e) \wedge [(1.2.C.c) \vee (1.2.C.d)]\} \vee \{(1.2.B.h) \wedge [(1.2.C.h) \vee (1.2.C.i)]\} \vee \{(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.m)\} \vee \{(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.p)\}$
9.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %9	$\{(1.2.B.d) \wedge (1.2.C.a)\} \vee \{(1.2.B.f) \wedge [(1.2.C.d) \vee (1.2.C.e)]\} \vee \{(1.2.B.g) \wedge [(1.2.C.e) \vee (1.2.C.f)]\} \vee \{(1.2.B.h) \wedge (1.2.C.g)\} \vee \{(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.l)\} \vee \{(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.o)\} \vee \{(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.ö)\}$
10.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %10	$[(1.2.B.e) \wedge (1.2.C.b)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.n)]$
11.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %11	$[(1.2.B.f) \wedge (1.2.C.c)] \vee [(1.2.B.g) \wedge (1.2.C.d)] \vee [(1.2.B.h) \wedge (1.2.C.f)] \vee [(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.o)]$
12.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %12	$[(1.2.B.e) \wedge (1.2.C.a)] \vee [(1.2.B.h) \wedge (1.2.C.e)] \vee [(1.2.B.i) \wedge [(1.2.C.j) \vee (1.2.C.k)]] \vee [(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.ö)]$
13.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %13	$[(1.2.B.f) \wedge (1.2.C.b)] \vee [(1.2.B.g) \wedge (1.2.C.c)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.i)]$
14.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %14	$[(1.2.B.h) \wedge (1.2.C.d)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.i)] \vee [(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.n)]$
15.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %15	$[(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.o)]$
16.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %16	$[(1.2.B.g) \wedge (1.2.C.b)] \vee [(1.2.B.h) \wedge (1.2.C.c)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.h)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.l)] \vee [(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.m)]$
17.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %17	$(1.2.B.f) \wedge (1.2.C.a)$
18.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %18	$[(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.g)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.k)] \vee [(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.n)]$
19.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %20	$[(1.2.B.h) \wedge (1.2.C.b)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.j)] \vee [(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.l)]$
20.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %21	$[(1.2.B.g) \wedge (1.2.C.a)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.f)]$
21.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %22	$[(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.i)] \vee [(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.m)]$
22.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %24	$(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.i)$

Çizelge 3.5. (Devam) Analiz verileri ve yangın güvenlik önlemleri arasındaki ilişki düzeylerinin belirlendiği mantıksal işlem kurgusu

NO	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM / ÇÖZÜM STRATEJİSİ	MANTIKSAL KURGU
23.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %27	$[(1.2.B.h) \wedge (1.2.C.a)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.e)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.h)] \vee [(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.k)] \vee [(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.l)]$
24.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %29	$(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.j)$
25.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %31	$[(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.d)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.g)]$
26.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %32	$(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.i)$
27.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %36	$(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.i)$
28.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %38	$[(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.c)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.f)] \vee [(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.k)]$
29.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %41	$(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.h)$
30.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %42	$(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.j)$
31.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %46	$(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.i)$
32.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %48	$[(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.b)] \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.e)] \vee [(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.g)]$
33.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %52	$(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.i)$
34.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %56	$(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.h)$
35.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %57	$(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.d)$
36.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %59	$[(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.f)] \vee [(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.g)]$
37.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %69	$(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.a)$
38.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %70	$(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.c)$
39.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %77	$(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.e)$
40.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %86	$(1.2.B.k) \wedge (1.2.C.f)$
41.	. İzin verilen cephe boşluk oranı en fazla %91	$[(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.b)] \vee [(1.2.B.j) \wedge (1.2.C.d)]$
42.	. İzin verilen cephe boşluk oranı % 100	$(1.2.B.l) \vee \{(1.2.B.k) \wedge [(1.2.C.a) \vee (1.2.C.b) \vee (1.2.C.c) \vee (1.2.C.d) \vee (1.2.C.e)]\} \vee \{(1.2.B.j) \wedge [(1.2.C.a) \vee (1.2.C.b) \vee (1.2.C.e)]\} \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.a)]$
43.	. Kaçış yolları ve söndürme sistemleri tasarımı önemli . Erişim sağlanamayan cephede yanıcı malzeme kullanılmamalı ya da cephede sprinkler sistemi kurulmalı	$(1.2.D.a) \vee (1.2.D.b)$
44.	. İtfaiyenin yangında binalara acil müdahalesi için ulaşım yollarının sürekli ve engelsiz olması sağlanmalı	$(1.3.A.b) \vee (1.3.A.c.c1) \vee (1.3.A.d)$
45.	Sanayi alanlarında ring yolu genişliği: En az 5 m	$(1.3.B.a)$
46.	. Çıkamaz sokak bulunması hâlinde iç ulaşım yolları genişliği: En az 8 m	$(1.3.B) \wedge (1.3.A.c.c1)$
47.	. Yol eğimi: En çok % 6	$(1.3.C.b)$

Çizelge 3.5. (Devam) Analiz verileri ve yangın güvenlik önlemleri arasındaki ilişki düzeylerinin belirlendiği mantıksal işlem kurgusu

NO	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM / ÇÖZÜM STRATEJİSİ	MANTIKSAL KURGU
48.	. İtfaiye araçlarının yaklaşabildiği son noktadan binaya olan yatay uzaklık: En çok 45 m	(1.3.D.a)
49.	. Dış hidrant sistemi bulunması zorunlu	(1.4.A.b)
50.	. Hidrantlar arası uzaklık (Çok riskli bölge): 50 m	(1.4.B.a)
51.	. Hidrantlar arası uzaklık (Riskli bölge):100 m	(1.4.B.b)
52.	. Hidrantlar arası uzaklık (Orta riskli bölge): 125 m	(1.4.B.c)
53.	. Hidrantlar arası uzaklık (Az riskli bölge): 150 m	(1.4.B.d)
54.	. Dış hidrantların binaya olan uzaklığı: 5-15 m arasında	(1.4.C.a) V (1.4.C.c)
55.	. İtfaiye aracının giremeyeceği veya manevra yapamayacağı yerlerde yerüstü yangın hidrantları veya yangın havuzları bulunması zorunlu	(1.4.D.a)
56.	. Risk bölgesinden ulaşılabilir mesafede güvenli toplanma bölgesi olmalı	(1.5.A.b)
57.	. Güvenli toplanma bölgeleri tüm kullanıcılar için uygun büyüklükte olmalı ($\geq$ Kullanıcı sayısı X 0,50)	(1.5.B.b)
BİNA ÖLÇEĞİNDE		
58.	. 21.50 m'den sonraki katlarda en çok üç kat bir yangın kompartımanı olarak düzenlenmeli (Konut harici binalar)	(2.1.A.a)
59.	. Kompartıman alanı: $\leq 12.000 \text{ m}^2$ NOT: Daha büyük alanlar en fazla 12.000 m ² olacak şekilde bölünmeli	[(2.2.A.a) V (2.2.A.b) V (2.2.A.c) V (2.2.A.d) V (2.2.A.e) V (2.2.A.f)] $\wedge$ (2.2.B.b)
60.	. Kompartıman alanı sınırsız	(2.2.A.g) V (2.2.A.h) V (2.2.A.ı)
61.	. Kompartıman alanı: $\leq 6000 \text{ m}^2$ NOT: Daha büyük alanlar metrekaresi en fazla 6000 m ² olacak şekilde bölünmelidir ya da yapıya uygun yangın kontrol sistemleri kurulmalı	[(2.2.A.a) V (2.2.A.b) V (2.2.A.c) V (2.2.A.d) V (2.2.A.e) V (2.2.A.f)] $\wedge$ [(2.2.C.b) v (2.2.C.c)]
62.	. Birden çok katlı binalar için kompartıman alanları: $\leq 15.000 \text{ m}^2$ NOT: Daha büyük alanlar metrekaresi en fazla 15.000 m ² olacak şekilde bölünmelidir ya da yapıya uygun yangın kontrol sistemleri kurulmalıdır.	[(2.2.A.g.) V (2.2.A.h.)] $\wedge$ (2.2.C.c.)
63.	. Tek katlı binalar için kompartıman alanları sınırsız	[(2.2.A.g.) V (2.2.A.h.)] $\wedge$ (2.2.C.c.)
64.	. Kompartımanlar arasında yangına dayanıksız açıklıklar olamaz (birleşme noktaları dahil yangın dayanımlı olmalı)	(2.2.B) V (2.2.C)
65.	. Kaçış yolu ve söndürme sistemleri için ekstra önlemler alınmalı NOT: Planda ve düşeyde bulunan girinti ve çıkıntılar yangına müdahale sırasında zorluk çıkarabilir.	(2.3.A.a) V (2.3.B.a)
66.	. Mekân bölümlere ayrılmalı NOT: Yangının bir noktada çıkması durumunda diğer alanlara yayılma olasılığı daha fazla	(2.3.C.a.)
67.	. Her çıkış ve çıkışa giden yol, kolay anlaşılır ve görünür olmalı . Çıkış niteliği taşımayan kapı veya yol işaretlenmeli . Tahliye esnasında kullanıcıların yanlış alanlara girmemeleri ve kullanılan odalardan geçmek zorunda kalmaksızın çıkışa doğrudan erişim sağlanmalı	(2.3.D.b.)
68.	. En sıkı kaçış gerekleri olan kullanım tipi esas alınmalı (Farklı kullanım sınıfları)	(2.4.A)

Çizelge 3.5. (Devam) Analiz verileri ve yangın güvenlik önlemleri arasındaki ilişki düzeylerinin belirlendiği mantıksal işlem kurgusu

NO	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM / ÇÖZÜM STRATEJİSİ	MANTIKSAL KURGU
69.	. Kazan dairesi, mutfak ve çay ocakları, yakıt deposu, jeneratör odası vb. mahaller binanın diğer kısımlarından, yangına en az 120 dakika dayanıklı elemanlarla ayrılmalı	(2.4.A.d.)
70.	. Tehlikeli maddelerin, yanıcı ve parlayıcı sıvıların depolandığı ve üretildiği binalar ve kapıları en az 120 dakika yangına dayanıklı şekilde yapılmalı . Konutlara ve insanların bulunduğu hacimlere bitişik olmamalı	(2.4.A.a) V (2.4.A.d)
71.	. Duvarlar asma tavanları geçerek tavan döşemesine kadar devam etmeli <i>NOT: Asma tavan ile döşeme arasındaki boşluktan duman, zehirli gaz ve ısıtın mekânlar arasındaki hareketi engellenmeli</i>	(2.5.A.a2.)
72.	. Su, elektrik, ısıtma ve havalandırma gibi tesisatların döşeme, duvar ya da yangın bölmesinden geçtiği noktada bulunan boşluklar en az ilgili yapı elemanı yangın dayanım süresi kadar yalıtılmalı (Yangın durdurucu harç, yastık, panel ve benzeri malzemeler ile)	(2.5.B.b.)
73.	. Aynı hava santrali ile birden fazla yangın kompartımanının havalandırılması durumunda kompartımanlar arası geçişlerde ve kanallarda yangın damperi kullanılmalı	(2.5.B.c.c2.)
74.	. Toplu yemek yapılan mutfaklardaki pişirme alanlarının havalandırma sistemi diğer bölümlerden bağımsız olmalı	(2.5.B) $\wedge$ (2.4.A.c)
75.	. Egzoz kanalları herhangi bir açıklıktan en az 5 m uzaklıkta olacak şekilde doğrudan dışarıya atılmalı	(2.5.B)
76.	. Yüksek binalarda, düşey tesisat şaft ve baca duvarları yangına en az 120 dakika ve kapakları en az 90 dakika dayanıklı ve duman sızdırmaz olmalı	(2.1.A.a) $\wedge$ (2.5.C.a2)
77.	. Bütün korunmuş kaçış merdivenlerinin basınçlandırılması, doğal yolla veya mekanik yolla havalandırılması gerekli	(2.5.D) $\wedge$ [(2.6.İ.b) V (2.6.İ.c)]
78.	. Basınçlandırma yapılmayan kaçış merdivenlerinde açılabilir pencere veya devamlı havalandırmayı sağlayacak tepe penceresi olmalı	(2.5.D.) $\wedge$ (2.6.İ)
79.	. Kaçış merdiveninde doğal havalandırma için bulunan açıklık kullanım alanlarından bağımsız olmalı	(2.5.D.a) $\wedge$ (2.6.İ)
80.	. Merdiven kovanının yüksekliği 30.50 m'den fazla ise (konut hariç) kaçış merdivenleri basınçlandırılmalı	(2.5.D.) $\wedge$ (2.6.İ)
81.	. Bodrum kat sayısı 4'den fazla olan binalarda bodrum kata hizmet veren kaçış merdivenleri basınçlandırılmalı	(2.5.D.) $\wedge$ (2.6.İ)
82.	. Atriumlu bölümlere izin verilmez.	[(2.2.A.a.) V (2.2.A.b.) V (2.2.A.c.) V (2.2.A.d.)] $\wedge$ (2.5.E.a)
83.	. Atrium alanı hiçbir noktada 90 m ² 'den küçük olamaz.	(2.5.E.a.a2)
84.	. Alanı 90 m ² 'den küçük atrium boşluğu en az 45 cm yüksekliğinde duman perdesi ile çevrelenmeli	(2.5.E.a.a2) $\wedge$ [(2.5.E.a.a3) v (2.5.E.a.a4)]
85.	. Giydirmce cephe konstrüksiyonu ile döşeme birleşimleri duman ve ısıtın yayılımını engellemek için yalıtılmalı ve boşluk bariyerleri kullanılmalı	(2.5.F.b) V (2.5.F.c.c1)
86.	. Kullanıcı yükü kat sayısı fabrika binaları için 10 m ² /kişi alınarak kullanıcı sayısı hesaplanmalı Fabrika alanı (m ²) / 10 (m ² /kişi) = kullanıcı sayısı (kişi)	(2.6.A)
87.	. Tek yön kaçış uzaklığı: ≤ 15 m <i>NOT: Fazla olduğu durumlarda yağmurlama sistemi eklenmeli veya alternatif kaçış yolu ya da yangın güvenlik bölgesi tasarlanmalı</i> .Kolay alevlenici malzeme üretimi yapmayan sanayi yapılarında tek ve iki yönlü uzaklık ½ oranında artırılabilir.	(2.6.B.a.a1)

Çizelge 3.5. (Devam) Analiz verileri ve yangın güvenlik önlemleri arasındaki ilişki düzeylerinin belirlendiği mantıksal işlem kurgusu

NO	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM / ÇÖZÜM STRATEJİSİ	MANTIKSAL KURGU
88.	İki yön kaçış uzaklığı: ≤ 30 m <i>NOT: Fazla olduğu durumlarda yağmurlama sistemi eklenmeli veya alternatif kaçış yolu ya da yangın güvenlik bölgesi tasarlanmalı . .Kolay alevlenici malzeme üretimi yapmayan sanayi yapılarında tek ve iki yönlü uzaklık ½ oranında artırılabilir.</i>	(2.6.B.a.a3)
89.	. Tek yön kaçış uzaklığı: ≤ 25 m <i>NOT: Fazla olduğu alternatif kaçış yolu ya da yangın güvenlik bölgesi tasarlanmalı .Kolay alevlenici malzeme üretimi yapmayan sanayi yapılarında tek ve iki yönlü uzaklık ½ oranında artırılabilir.</i>	(2.6.B.b.b1)
90.	. İki yön kaçış uzaklığı: ≤ 60 m <i>NOT: Fazla olduğu alternatif kaçış yolu ya da yangın güvenlik bölgesi tasarlanmalı .Kolay alevlenici malzeme üretimi yapmayan sanayi yapılarında tek ve iki yönlü uzaklık ½ oranında artırılabilir.</i>	(2.6.B.b.b3)
91.	. Oda, koridor gibi alt bölümlere sahip büyük alanlarda, direkt kaçış mesafesi izin verilen en çok kaçış uzaklığının 2/3'ünü aşmamalı	(2.6.B) $\wedge$ (2.3.C.b)
92.	. Çıkışlar ve erişim yolları kolayca görülebilir ve engellerden arındırılmış olmalı (tahliye süresini kısaltmak önemli) . Diğer kullanıcıların bulunduğu odalardan veya mekânlardan geçmek zorunda kalmadan çıkışa doğrudan erişim sağlanmalı . Kaçış yolu kapılarında eşik olmalı <i>NOT: Çıkışa ulaşmak için oda içinden geçilmesi gibi dolaylı ulaşım ya da kaçış yolları üzerinde bulunan engeller tahliye süresini artırır.</i>	(2.6.C.b)
93.	. Kaçış merdivenlerine geçiş için, bir yangın güvenlik holü ya da kapı ile ayrılan koridor düzenlenmeli	(2.6.D.a3)
94.	. Bodrum katlar ile toplam 4 kattan fazla kata hizmet veren merdivenlerde, bodrum kat merdiven girişinde yangın güvenlik holü düzenlenmeli	(2.6.D.a3)
95.	. Acil durum asansörü önünde yangın güvenlik holü düzenlenmeli	(2.6.D.b3)
96.	. Yangın güvenlik holü alanı, en az 3 m ² , en fazla 6 m ² ve kaçış yönündeki boyutu ise en az 1.8 m olmalı	(2.6.D.a1)
97.	. Acil durum asansörü yangın güvenlik holü alanı, en az 6 m ² , en fazla 10 m ² , genişlik ve derinlik en az 2 m olmalı	(2.6.D.b1)
98.	. Yangın güvenlik hollerinde yanıcı malzeme kullanılamaz.	(2.6.D) $\wedge$ [(3.2.B.b) V (3.2.B.c) V (3.2.B.d) V (3.2.B.e)]
99.	. Tüm binalarda aksi belirtilmeği sürece en az 2 çıkış tesis edilmeli	(2.6.E.a)
100.	. Binada tek çıkış ancak zemin kattaki dükkân ve benzeri yerlerde kişi sayısı 50'nin altında ve kaçış uzaklığı en uzak noktadan dış ortama açılan kapıya olan uzaklık 25 m'den az olduğunda kabul edilir.	(2.6.E.a) $\wedge$ (2.6.A)
101.	. Yüksek tehlikeli mekânlarda 25' den fazla kişi bulunduğunda en az 2 çıkış bulunmalı	[(2.2.A.a) V (2.2.A.b) V (2.2.A.c) V (2.2.A.d)] $\wedge$ (2.6.A.a) $\wedge$ (2.6.E.a)
102.	. Yüksek tehlikeli mekânlarda 25' den fazla kişi bulunduğunda çıkış genişliği: ≥ 80 cm	[(2.2.A.a) V (2.2.A.b) V (2.2.A.c) V (2.2.A.d)] $\wedge$ (2.6.A.a) $\wedge$ (2.6.G.a)
103.	. 50' den fazla kişi bulunan her mekânda en az 2 çıkış düzenlenmeli	(2.6.A.b) $\wedge$ (2.6.E.a)
104.	. 50' den fazla kişi bulunan mekânlarda çıkış ve kaçış yolu genişliği: ≥ 100 cm	(2.6.A.b) $\wedge$ [(2.6.F.a) V (2.6.F.b)] $\wedge$ [(2.6.G.a) v (2.6.G.b)]
105.	. 500' den fazla kişi bulunan her mekânda en az 3 çıkış düzenlenmeli	(2.6.A.c) $\wedge$ [(2.6.E.a) V (2.6.E.b)]

Çizelge 3.5. (Devam) Analiz verileri ve yangın güvenlik önlemleri arasındaki ilişki düzeylerinin belirlendiği mantıksal işlem kurgusu

NO	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM / ÇÖZÜM STRATEJİSİ	MANTIKSAL KURGU
106.	. 500' den fazla kişi bulunan mekânlarda çıkış genişliği: ≥ 100 cm.	(2.6.A.c) $\wedge$ [(2.6.G.a) $\vee$ (2.6.G.b)]
107.	. 1000' den fazla kişi bulunan her mekânda en az 4 çıkış düzenlenmeli	(2.6.A.d) $\wedge$ [(2.6.E.a) $\vee$ (2.6.E.b) $\vee$ (2.6.E.c)]
108.	. 1000' den fazla kişi bulunan mekanlarda çıkış genişliği: ≥ 150 cm	(2.6.A.d) $\wedge$ [(2.6.G.a) $\vee$ (2.6.G.b) $\vee$ (2.6.G.c)]
109.	. 2000' den fazla kişi bulunan mekanlarda çıkış genişliği: ≥ 200 cm	(2.6.A.f) $\wedge$ [(2.6.G.a) $\vee$ (2.6.G.b) $\vee$ (2.6.G.c) $\vee$ (2.6.G.d)]
110.	. Fabrika, imalathane ve depolarda en az 2 bağımsız kaçış merdiveni veya çıkış sağlanmalı <i>NOT: Ya da tek çıkış için: yapı yüksekliği 21.50 m'den az, kattaki kullanıcı sayısı 50 kişiden az, bütün katlarda en fazla kaçış uzaklığı 53-56 maddelerine uygun, inşaatta yanmaz ürünler kullanılmış, imalat ve depolamada kolay alevlenici ve parlayıcı maddeler kullanılmıyor şartlarının hepsinin sağlanması gerekmektedir.</i>	(2.6.E.a)
111.	. 501 ila 2000 kişi arasında ise kattaki bir kaçış yolunun genişliği: ≥ 150 cm	[(2.6.A.c) $\vee$ (2.6.A.d)] $\wedge$ [(2.6.F.a) $\vee$ (2.6.F.b) $\vee$ (2.6.F.c)]
112.	. 2001 ve daha fazla ise kattaki bir kaçış yolunun genişliği: ≥ 200 cm	(2.6.A.f) $\wedge$ [(2.6.F.a) $\vee$ (2.6.F.b) $\vee$ (2.6.F.c) $\vee$ (2.6.F.d)]
113.	. Çıkış, kaçış merdiveni, kaçış yolları 80 cm'den az olamaz.	(2.6.F.a) $\wedge$ (2.6.G.a) $\wedge$ (2.6.L.c.c1)
114.	. Çıkış genişliği için, çıkış kapıları, kaçış merdivenleri, koridorlar ve diğer kaçış yollarının kapasiteleri 50 cm'lik genişlik birim alınarak hesaplanır. Birim genişlikten geçen kişi sayısı; Dışarı çıkış kapısı: 100 Diğer kapılar ve koridor kapıları: 80 Kaçış merdivenlerinde: 60 Rampalar ve koridorlarda: 100	(2.6.F) $\vee$ (2.6.G) $\vee$ (2.6.L.c)
115.	. Bir kattaki toplam kullanıcı sayısının birim genişlikten geçen kişi sayısına bölümü sonucunda bulunan değer 0.5 m ile çarpılması ile bulunan değer en az olması gereken toplam çıkış genişliğidir. Toplam çıkış genişliği $\geq$ (Kattaki toplam kullanıcı sayısı / birim genişlikten geçen kişi sayısı) x 0,5	(2.6.A) $\wedge$ (2.6.G)
116.	. İki çıkış gereken mekânlarda, her bir çıkış toplam kullanıcı yükünün en az yarısını karşılayacak genişlikte olmalı	(2.6.A) $\wedge$ (2.6.G)
117.	. Kapı genişliği kullanıcı yüküne göre belirlenir ancak hiçbir kaçış yolu 80 cm' den daha az olmamalı	(2.6.F.a)
118.	. Bölünmemiş tek mekânlarda çıkışlar arasındaki mesafe yağmurlama sistemi olmadığına diyagonal mesafenin 1/2'sinden ve yağmurlama sistemi mevcut ise diyagonal mesafenin 1/3'ünden az olmamalı <i>NOT: Çıkışlar arasında mümkün olan maksimum mesafe olması gerekir.</i>	(2.6.H.a.a1) $\vee$ (2.6.H.b. b1)
119.	. Yangın kapıları kaçış yönüne doğru açılmalı	(2.6.I.b)
120.	. Kaçış merdivenlerinin sahanlığına açılan kapılar kaçış yolunun 1/3'ünden fazlasını daraltmayacak şekilde konumlandırılmalı	(2.6.I.a)
121.	. Bina dışında bulunan kaçış merdiveninin yatay ya da düşeyde 3 m içerisinde, merdivenin yangına dayanım özelliklerinden daha az korunumlu olan açıklık bulunmamalı	(2.6.J.b)
122.	. Kaçış yolları ve kaçış merdivenleri birbirlerinin alternatifi olacak şekilde konumlandırılmalı . Kaçış yolları ve kaçış merdivenleri, yan yana yapılmamalı . Kaçış merdiveni konumunun saptanması için kullanıcı yükü ve en uzak kaçış mesafesi esas alınmalı	(2.6.H) $\wedge$ (2.6.K)

Çizelge 3.5. (Devam) Analiz verileri ve yangın güvenlik önlemleri arasındaki ilişki düzeylerinin belirlendiği mantıksal işlem kurgusu

NO	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM / ÇÖZÜM STRATEJİSİ	MANTIKSAL KURGU
123.	. Çıkış mesafelerinin kapıdan alındığı bina kullanım sınıflarında, bir koridor içindeki 2 kaçış merdiveni arasındaki mesafe, yağmurlama sistemi olmayan yapılarda koridor uzunluğunun yarısından ve yağmurlama sistemi olan yapılarda ise koridor uzunluğunun 1/3'ünden az olmamalı	(2.6.İ.c) $\wedge$ (2.6.K.a.a1) $\vee$ (2.6.K.b.b1)
124.	. Dairesel merdivenler yanmaz malzemeden imal edilmek koşuluyla kullanıcı yükü 25 kişiyi aşmayan katlarda zorunlu çıkış olarak kullanılabilir. .Merdiven genişliği: ≥ 100 cm olmalı	(2.6.A) $\wedge$ (2.6.J.c)
125.	. Kaçış merdivenleri, başladıkları kottan çıkış kotuna kadar süreklilik göstermeli . Genel merdivenlerden geçilerek kaçış merdivenine ulaşılmamalı . Kaçış merdivenine giriş ile kat sahanlığı aynı kotta olmalı	(2.6.N.b)
126.	. Kaçış merdivenlerinin kapasite ve sayı bakımından en az yarısı doğrudan bina dışına açılmalı	(2.6.İ.c) $\wedge$ (2.6.P.b)
127.	. Kaçış merdiveninin, zemin düzeyindeki çıkışa ulaşılabilen bir dolaşım alanına inmesi hâlinde, kaçış merdiveni birden fazla katta kullanılıyorsa merdiven ile çıkış arasındaki uzaklık en fazla 10 m; yağmurlama sistemi varsa fazla 15 m olmalı	(2.6.P.b)
128.	. Genişliği 200 cm'yi aşan merdivenler, korkuluklar ile 100 cm ile 160 cm arasındaki ölçüye sahip olan parçalara ayrılmalı	(2.6.L.c.c3)
129.	. Kaçış merdivenlerinde her döşeme düzeyinde en fazla 17 basamak en az 4 basamak aralıkla sahanlık düzenlenmeli	(2.6.L.d)
130.	. Merdiven basamak genişlikleri en az 25 cm olmalı	(2.6.L.a1)
131.	. Merdiven rıht yükseklikleri en fazla 17.5 cm olmalı	(2.6.L.b1)
132.	. Merdiven kol genişlikleri 80 - 200 cm arasında olmalı . Sahanlığın en az genişliği ve uzunluğu, merdivenin genişliği kadar olmalı	(2.6.L.c1) $\vee$ (2.6.L.c3)
133.	. Kaçış merdivenlerinin iki tarafında duvar, korkuluk ya da küpeşte olmalı	(2.6.M.a) $\vee$ (2.6.M.b)
134.	. Acil çıkışları belirtecek uygun konumlarda, okunabilir ve bilgilendirici işaret ve yönlendirmeler bulunmalı	(2.7.A)
135.	. Yönlendirme işaretleri hem normal aydınlatma ve hem de acil durum aydınlatma hâllerinde kaçış yolu üzerinde bütün erişim noktalarından görülebilir olmalı	(2.7.A)
136.	. Yönlendirme işaretlerinin her noktadan görülebilir olması için işaret yüksekliği: ≥ 15 cm	(2.7.A.a)
137.	. Dışarıdan veya kenarından aydınlatılan yönlendirme işaretleri için işaret boyut yüksekliğinin 100 katına eşit mesafeden görülebilir olmalı . İçeriden ve arkasından aydınlatılan acil durum yönlendirme üniteleri için işaret boyut yüksekliğinin 200 katına eşit mesafeden görülebilir olmalı . Daha uzak mesafelerde yönlendirme işareti ilave edilmeli	(2.7.A.c.2) $\vee$ (2.7.A.d2)
138.	. Yönlendirme işaretleri, yerden 200 cm ilâ 240 cm yüksekliğe yerleştirilmeli	(2.7.B.b)
139.	. Yönlendirme işaretleri; yeşil zemin üzerine beyaz renkte uygun semboller ve normalde kullanılacak çıkışlar için "ÇIKIŞ", acil durumlarda kullanılacak çıkışlar için ise, "ACİL ÇIKIŞ" yazısı bulunmalı	(2.7.C.a.a2)
140.	. Güvenli tahliye için kaçış yolları uygun bir şekilde aydınlatılmalı . Acil durum aydınlatma sistemi; elektrik kaynaklarının çeşitli sebeplerle kesilmesi ve normal aydınlatmanın yapılamadığı durumlarda, otomatik olarak devreye girerek yeterli aydınlatma sağlamalı	(2.8.)

Çizelge 3.5. (Devam) Analiz verileri ve yangın güvenlik önlemleri arasındaki ilişki düzeylerinin belirlendiği mantıksal işlem kurgusu

NO	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM / ÇÖZÜM STRATEJİSİ	MANTIKSAL KURGU
141.	. Bütün kaçış yolları ve kaçış merdivenleri aydınlatılmalı	(2.8.) $\wedge$ (2.6.)
142.	. Kaçış yolları üzerinde aydınlatma seviyesi en az 1 lux olacak şekilde düzenlenmeli	(2.8.B.b)
143.	. Acil durum aydınlatması en az 60 dakika süre boyunca aydınlatma sağlamalı	(2.8.C.a)
144.	. Acil durum aydınlatması kullanıcı yükünün 200'den fazla olduğu alanlarda en az 120 dakika boyunca aydınlatma sağlamalı	(2.6.A.) $\wedge$ (2.8.C.c)
YAPI ELEMANI VE YAPI MALZEMESİ ÖLÇEĞİNDE		
145.	. Bina taşıyıcı sistem ve elemanları, yeterli süre stabil kalmalarını sağlayacak şekilde hesaplanarak boyutlandırılmalı	(3.1.B)
146.	. Dayanım süresi 30 dakika olmalı.	(3.1.A) $\wedge$ (3.1.B) $\wedge$ {(2.1.B.b) $\wedge$ (3.1.E.a)}
147.	. Dayanım süresi 60 dakika olmalı.	(3.1.A) $\wedge$ (3.1.B) $\wedge$ {(2.1.B.b) $\wedge$ (3.1.E.b)} $\vee$ [(2.1.B.a) $\wedge$ (3.1.E.a)]
148.	. Dayanım süresi 90 dakika olmalı.	(3.1.A) $\wedge$ (3.1.B) $\wedge$ {(2.1.B.a) $\wedge$ (3.1.E.b)} $\vee$ [(2.1.A.b) $\wedge$ (3.1.E.a)]
149.	. Dayanım süresi 120 dakika olmalı.	(3.1.A) $\wedge$ (3.1.B) $\wedge$ [(2.1.A.b) $\wedge$ (3.1.E.b)]
150.	. Çelik, binalarda yalıtılarak kullanılmalı (tek katlı ve alanı 5000 m ² 'den küçük yapılar hariç) <i>Not: Çelik elemanlarda yalıtım; yangına dayanıklı püskürtme sıva ile sıvama, yangına dayanıklı boya ile boyama, yangına dayanıklı malzemeler ile çevreyi sarma, kutuya alma ve kütsel yalıtım şeklinde yapılabilir.</i>	(3.1.A.b)
151.	. Bütün döşemeler yangın duvarı niteliğinde olmalı	(3.1.B.c)
152.	. Kaçış merdivenleri ve yangın güvenlik holleri yangına en az 120 dakika dayanıklı duvar ile çevrilmeli	(2.6.İ) $\wedge$ (2.6.D) $\wedge$ (3.1.B.d)
153.	. Kaçış merdivenlerine ve yangın güvenlik holüne geçiş kapısı, 4 kattan daha az kata hizmet veriyor ise en az 60 dakika dayanıklı, duman sızdırmaz ve panik barlı olmalı	[(2.6.İ) $\vee$ (2.6.D)] $\wedge$ (3.1.C.a.a2) $\wedge$ (3.1.C.b.b2)
154.	. Kaçış merdivenlerine ve yangın güvenlik holüne geçiş kapısı, bodrum katlara ve 4 kattan daha fazla kata hizmet veriyor ise en az 90 dakika dayanıklı, duman sızdırmaz ve panik barlı olmalı	[(2.6.İ) $\wedge$ (2.6.O.a) $\wedge$ (2.6.D)] $\wedge$ (3.1.C.a.a2) $\wedge$ (3.1.C.b.b2)
155.	. Yüksek binalarda ve bitişik nizam yapılarında, çatı taşıyıcı sistemi ve çatı kaplamaları yanmaz malzeme olmalı	[(1.2.A) $\vee$ (2.1.A.a)] $\wedge$ {(3.1.B) $\wedge$ (3.2.A.f) } $\wedge$ [(3.2.B.b) $\vee$ (3.2.B.c) $\vee$ (3.2.B.d) $\vee$ (3.2.B.e)]
156.	. Çatıda BROOF sınıfı kaplama malzemeleri kullanılmalı . Çatı kaplamaları altında yer alan yüzey ya da yalıtım malzemesi en az zor alevlenici olmalı	[(3.2.A.f) $\wedge$ (3.2.B.f.f2)] $\wedge$ {(3.2.A.e) $\wedge$ [(3.2.B.d) $\vee$ (3.2.B.e)]}
157.	. Çatı kaplaması yanmaz malzemelerden yapılmış ise çatı kaplaması altındaki yüzey ya da yalıtım en az normal alevlenen malzeme olmalı	[(3.2.A.f) $\wedge$ (3.2.B.f.f1)] $\wedge$ (3.2.B.e)
158.	. Dişli kat döşemelerine sahip betonarme binalarda, dişlerin arasına konulan dolgu malzemesi en az zor alevlenici olmalı	(3.1.A.a) $\wedge$ (3.2.A) $\wedge$ [(3.2.B.d) $\vee$ (3.2.B.e)]
159.	. Döşeme kaplamaları en az normal alevlenici olmalı	(3.2.A.a) $\wedge$ (3.2.B.e)
160.	. Yüksek binalarda döşeme kaplamaları en az zor alevlenici malzeme olmalı	[(2.1.A.a) $\wedge$ (3.2.A.a)] $\wedge$ [(3.2.B.d) $\vee$ (3.2.B.e)]
161.	. Döşemede yapılan ısı yalıtımının üzerine en az 2 cm kalınlığında şap atılmalı	(3.2.A.e) $\wedge$ (3.2.B.e)

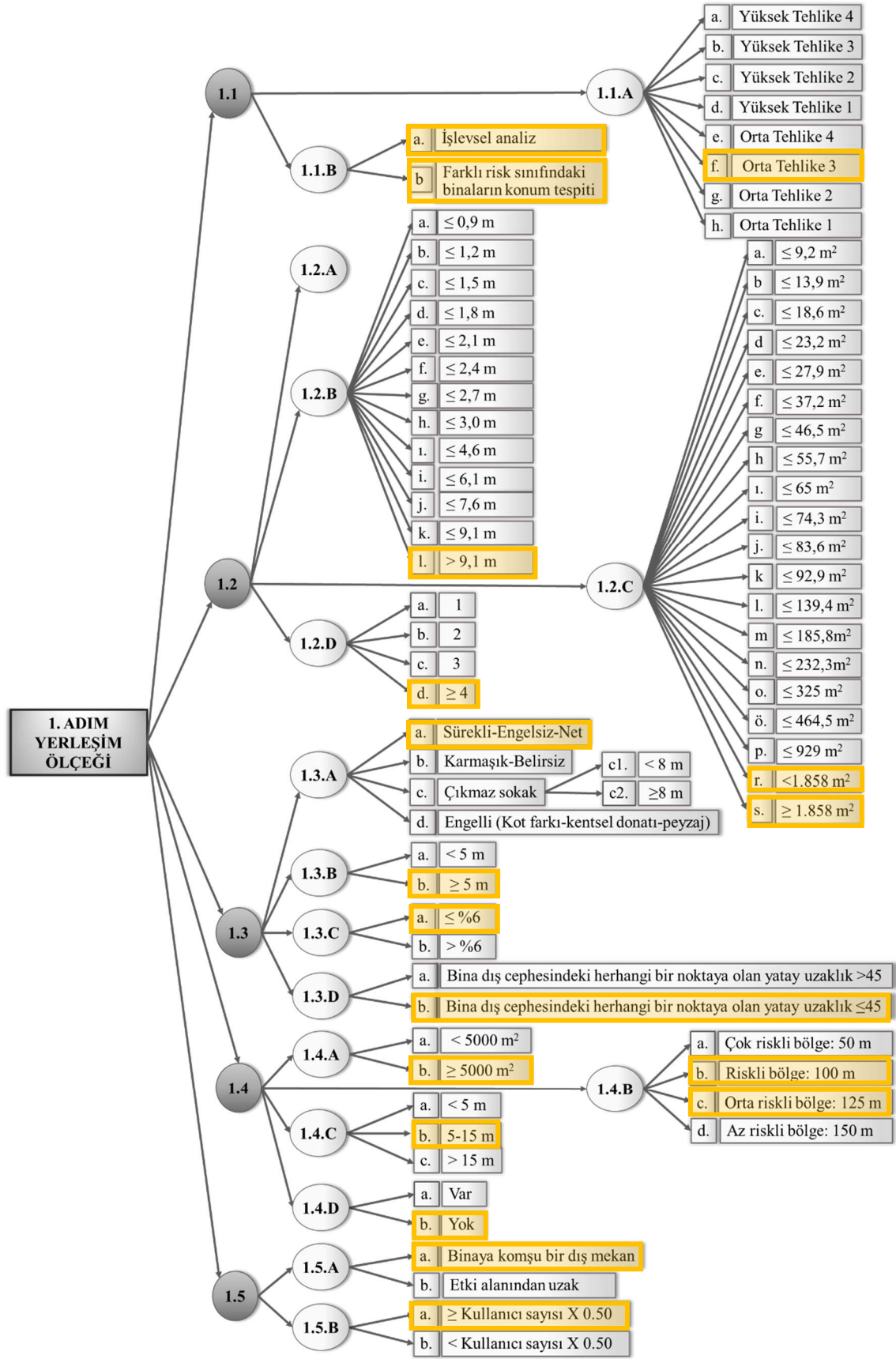
Çizelge 3.5. (Devam) Analiz verileri ve yangın güvenlik önlemleri arasındaki ilişki düzeylerinin belirlendiği mantıksal işlem kurgusu

NO	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM / ÇÖZÜM STRATEJİSİ	MANTIKSAL KURGU
162.	. Tavan kaplaması ve asma tavan malzemesi en az zor alevlenici olmalı (Ayrık nizam müstakil konutlar hariç)	$(3.2.A.b) \wedge [(3.2.B.d) \vee (3.2.B.e)]$
163.	. Yüksekliği 28.50 m'den fazla olan binalarda dış cephede en az zor yanıcı malzeme kullanılmalı	$(3.2.A.c) \wedge [(3.2.B.c) \vee (3.2.B.d) \vee (3.2.B.e)]$
164.	. Yüksekliği 28.50 m'den az olan binalarda dış cephede en az zor alevlenici malzeme kullanılmalı	$(3.2.A.c) \wedge [(3.2.B.d) \vee (3.2.B.e)]$
165.	. Yüksekliği 28.50 m'den az, dış cephede zor alevlenici malzeme kullanılmış binalarda, zemin kotu üzerindeki 1.5 m yükseklik hiç yanmaz malzeme ile kaplanmalı	$(3.2.A.c) \wedge [(3.2.B.b) \vee (3.2.B.c) \vee (3.2.B.d) \vee (3.2.B.e)]$
166.	. 6.50 m'den yüksek olan binalarda cephedeki boşluklarının üst kenarı en az 30 cm, yan kenarları en az 15 cm hiç yanmaz malzeme kaplanmalı	$(3.2.A.c) \wedge [(3.2.B.b) \vee (3.2.B.c) \vee (3.2.B.d) \vee (3.2.B.e)]$
167.	. Havalandırma giydirme cephe ya da açık derzli cephe sistemli binalarda cephe ve yalıtımda en az zor yanıcı malzeme kullanılmalı	$[(3.2.A.c) \vee (3.2.A.e)] \wedge [(3.2.B.c) \vee (3.2.B.d) \vee (3.2.B.e)]$
168.	. Kolay alevlenici malzemeler inşaatta kullanılmamalı (Ancak kompozit malzeme içinde normal alevlenen malzemeye dönüştürülerek kullanılabilir.)	$(3.2.B.e)$
169.	. Duvar iç kaplamaları ve içte uygulanacak ısı ya da ses yalıtım malzemeleri en az normal alevlenici olmalıdır.	$[(3.2.A.d) \vee (3.2.A.e)] \wedge (3.2.B.e)$
170.	. Duvar iç kaplamaları ve içte uygulanacak ısı ya da ses yalıtım malzemeleri, yüksek binalarda en az zor alevlenici malzemede olmalı	$(2.1.A.a) \wedge \{[(3.2.A.d) \vee (3.2.A.e)] \wedge (3.2.B.e)\}$
171.	. Kaçış merdivenlerinde yanıcı malzeme kullanılmamalı	$(2.6) \wedge [(3.2.B.b) \vee (3.2.B.c) \vee (3.2.B.d) \vee (3.2.B.e)]$
172.	. Hava kanalları yanmaz malzemeden yapılmalı veya yanmaz malzeme ile kaplanmalı	$(2.5.B) \wedge [(3.2.B.b) \vee (3.2.B.c) \vee (3.2.B.d) \vee (3.2.B.e)]$

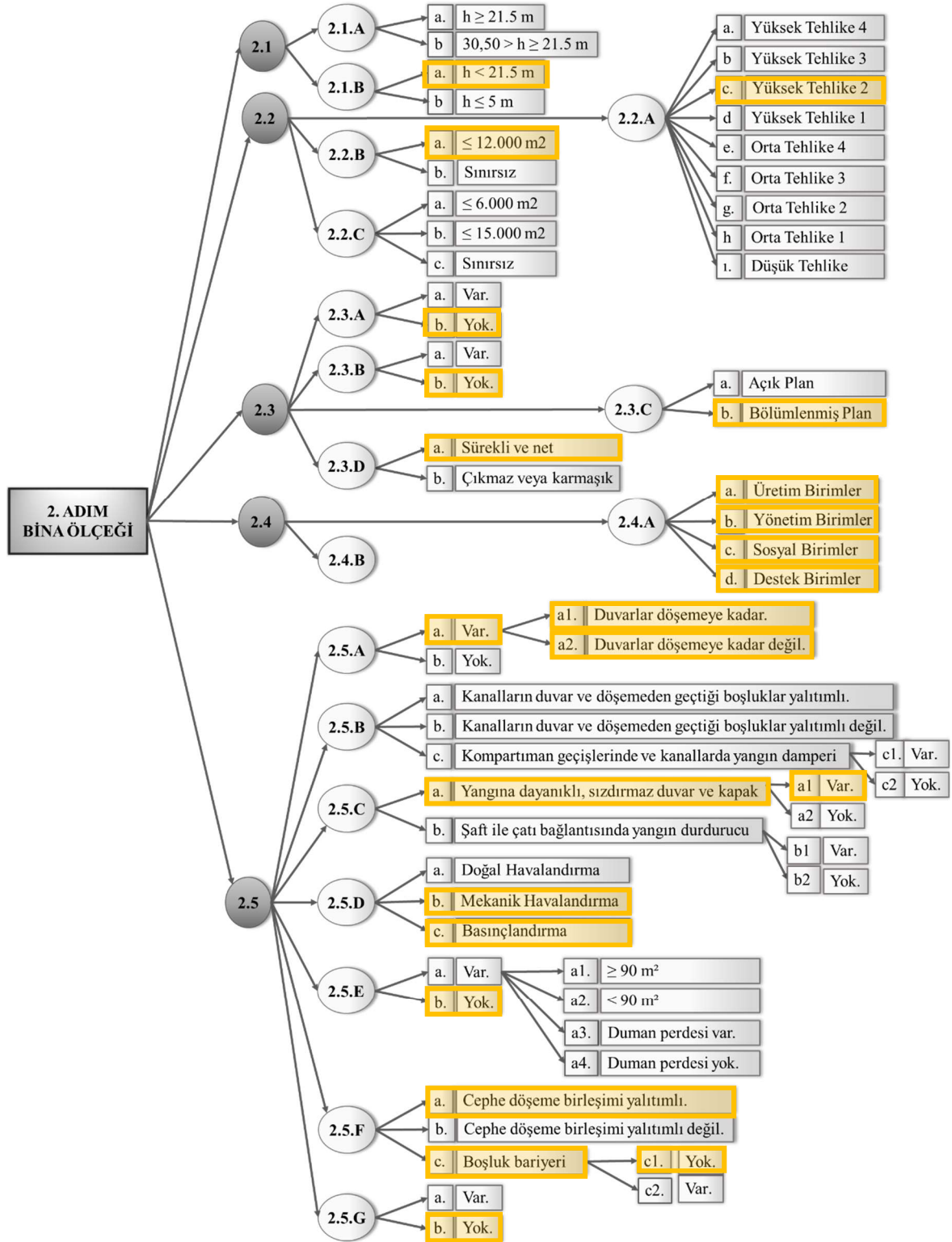
4. ALAN ÇALIŞMASI

Sanayi yapılarında yangın riskinin analiz edilerek değerlendirilmesi ve mantıksal işleyiş kurgusuna dayalı olarak alınması gereken önlemlerin belirlenmesi amacıyla geliştirilen yöntem örnek bir sanayi yapısı seçilerek sınanmıştır. Öncelikle farklı ölçeklerde tasarlanan olay ağaçları kullanılarak yangın güvenliği açısından analiz edilen sanayi yapısında mevcut durum tespit edilmiş ve risk teşkil eden problem alanlar ortaya konmuştur. Daha sonra mantıksal işleyiş kurgusuna dayanarak örnek sanayi yapısında alınması gereken pasif yangın güvenlik önlemleri belirlenmiştir.

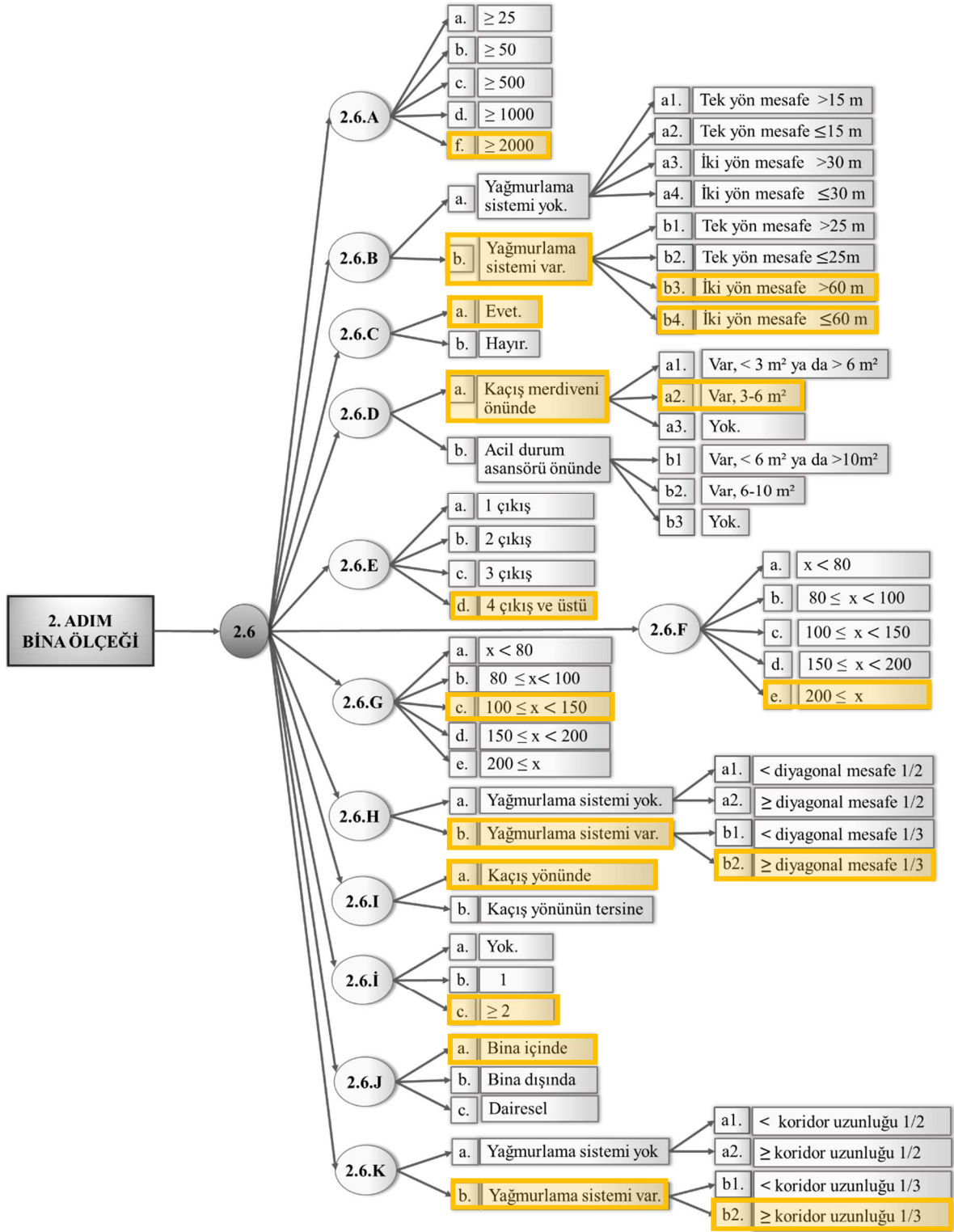
Seçilen sanayi yapısı ülkemizde yer alan büyük ve gelişmiş bir OSB' de 39.000 m² lik parsel alanında kurulan 37.000 m² lik inşaat alanına sahip bir yapıdır. Yapının projelerine ve elde edilen bilgilere göre olay ağacındaki adımlar sırasıyla cevaplandırılmış ve sonrasında mantık kurgusunda uygun olan alanlar işaretlenmiştir. Böylece yapı için gerekli olan yangın güvenlik önlemleri belirlenmiştir.



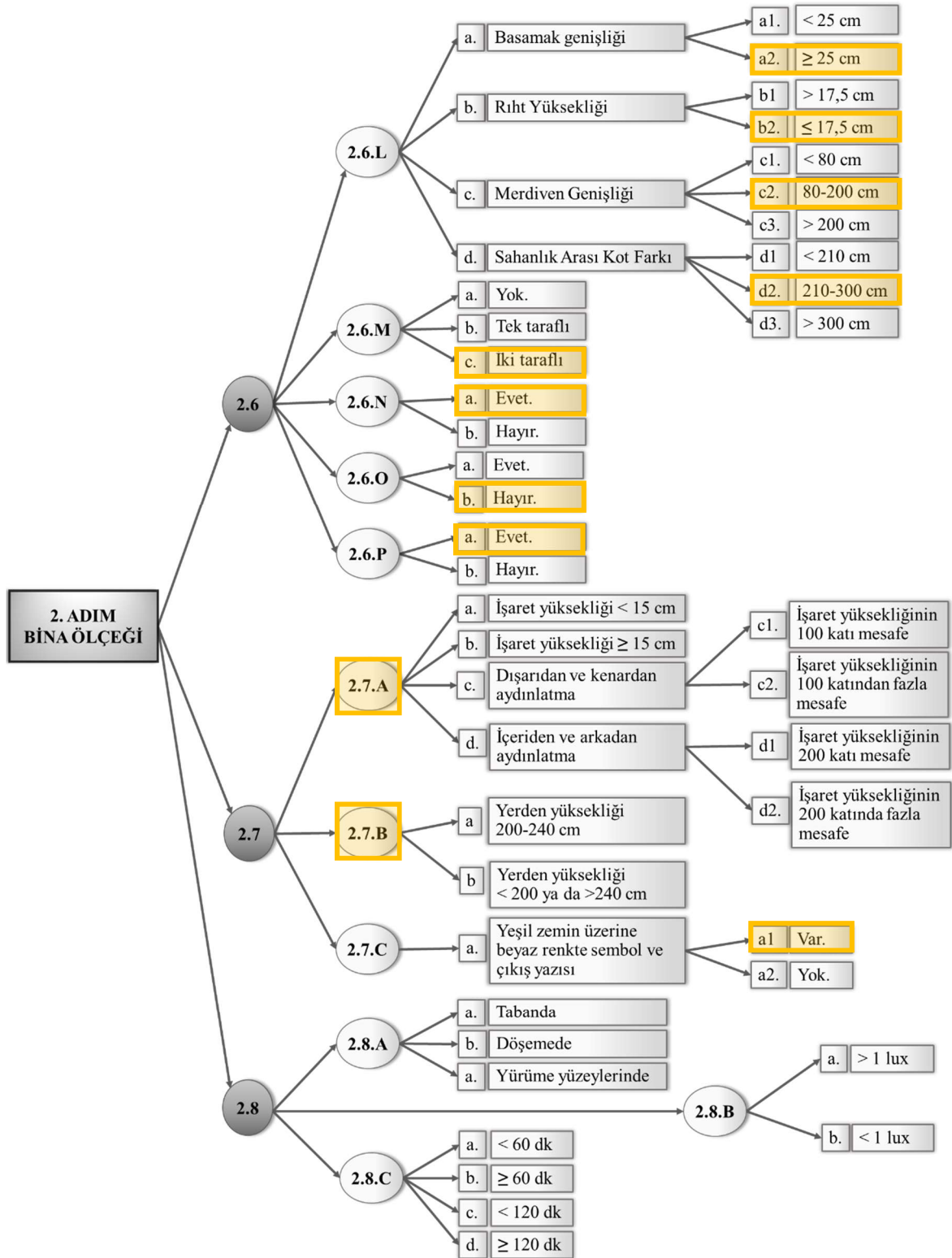
Şekil 4.1. Seçilen sanayi yapısına ait yerleşim ölçeğinde durum tespiti



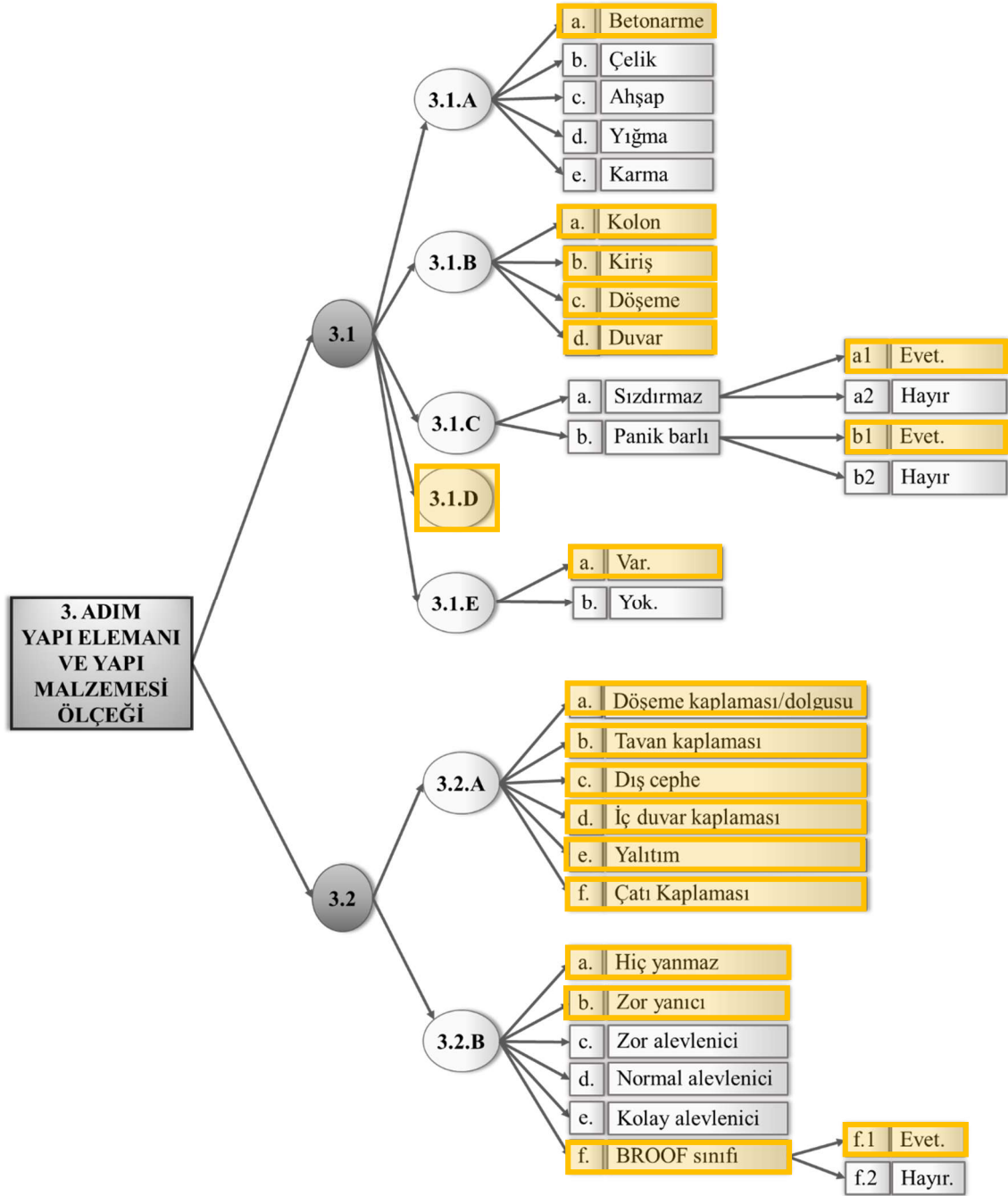
Şekil 4.2. Seçilen sanayi yapısına ait bina ölçeğinde durum tespiti



Şekil 4.2. (Devam) Seçilen sanayi yapısına ait bina ölçeğinde durum tespiti



Şekil 4.2. (Devam) Seçilen sanayi yapısına ait bina ölçeğinde durum tespiti



Şekil 4.3. Seçilen sanayi yapısına ait yapı elemanı ve yapı malzemesi ölçeğinde durum tespiti

Çizelge 4.1. Seçilen sanayi yapısında mantıksal işlem kurgusu ile belirlenen gerekli yangın güvenlik önlemleri

NO	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM / ÇÖZÜM STRATEJİSİ	MANTIKSAL KURGU
YERLEŞİM ÖLÇEĞİNDE		
1.	. Tesis içerisindeki yapıların işlevsel analiziyle birlikte risk sınıflarına bağlı olarak hâkim rüzgâr yönüne göre konumlanma <i>NOT: Rüzgâr; ısı, duman ve zehirli gazı taşıyacağı için işlev ve içeriğinden dolayı en riskli yapı rüzgar yönünde olmamalı ya da yapılar arasında gerekli noktalara yangına ve patlamaya dayanıklı duvarlar eklenmelidir.</i>	$(1.1.A) \wedge (1.1.B.a) \wedge (1.1.B.b)$
42.	. İzin verilen cephe boşluk oranı % 100	$(1.2.B.1) \vee \{ (1.2.B.k) \wedge [(1.2.C.a) \vee (1.2.C.b) \vee (1.2.C.c) \vee (1.2.C.d) \vee (1.2.C.e)] \} \vee \{ (1.2.B.j) \wedge [(1.2.C.a) \vee (1.2.C.b) \vee (1.2.C.c)] \} \vee [(1.2.B.i) \wedge (1.2.C.a)]$
49.	. Dış hidrant sistemi bulunması zorunlu	$(1.4.A.b)$
51.	. Hidrantlar arası uzaklık (Riskli bölge):100 m	$(1.4.B.b)$
52.	. Hidrantlar arası uzaklık (Orta riskli bölge): 125 m	$(1.4.B.c)$
BİNA ÖLÇEĞİNDE		
59.	. Kompartıman alanı: $\leq 12.000 \text{ m}^2$ <i>NOT: Daha büyük alanlar en fazla 12.000 m^2 olacak şekilde bölünmeli</i>	$[(2.2.A.a) \vee (2.2.A.b) \vee (2.2.A.c) \vee (2.2.A.d) \vee (2.2.A.e) \vee (2.2.A.f)] \wedge (2.2.B.b)$
68.	. En sıkı kaçış gerekleri olan kullanım tipi esas alınmalı (Farklı kullanım sınıfları)	$(2.4.A)$
69.	. Kazan dairesi, mutfak ve çay ocakları, yakıt deposu, jeneratör odası vb. mahaller binanın diğer kısımlarından, yangına en az 120 dakika dayanıklı elemanlarla ayrılmalı	$(2.4.A.d)$
70.	. Tehlikeli maddelerin, yanıcı ve parlayıcı sıvıların depolandığı ve üretildiği binalar ve kapıları en az 120 dakika yangına dayanıklı şekilde yapılmalı . Konutlara ve insanların bulunduğu hacimlere bitişik olmamalı	$(2.4.A.a) \vee (2.4.A.d)$
71.	. Duvarlar asma tavanları geçerek tavan döşemesine kadar devam etmeli <i>NOT: Asma tavan ile döşeme arasında kalan boşluktan duman, zehirli gaz ve yüksek ısının mekânlar arasındaki hareketi engellenmeli</i>	$(2.5.A.a2.)$
74.	. Toplu yemek yapılan mutfaklardaki pişirme alanlarının havalandırma sistemi diğer bölümlerden bağımsız olmalı	$(2.5.B) \wedge (2.4.A.c)$
75.	. Egzoz kanalları herhangi bir açıklıktan en az 5 m uzaklıkta olacak şekilde doğrudan dışarıya atılmalı	$(2.5.B)$
77.	. Bütün korunmuş kaçış merdivenlerinin basınçlandırılması, doğal yolla veya mekanik yolla havalandırılması gerekli	$(2.5.D) \wedge [(2.6.İ.b) \vee (2.6.İ.c)]$
85.	. Giydirme cephe konstrüksiyonu ile döşeme birleşimleri duman ve ısının yayılımını engellemek için yalıtılmalı ve boşluk bariyerleri kullanılmalı	$(2.5.F.b) \vee (2.5.F.c.c1)$
86.	. Kullanıcı yükü kat sayısı fabrika binaları için $10 \text{ m}^2/\text{kişi}$ alınarak kullanıcı sayısı hesaplanmalı $\text{Fabrika alanı (m}^2\text{)} / 10 (\text{m}^2/\text{kişi}) = \text{kullanıcı sayısı (kişi)}$	$(2.6.A)$
90.	. İki yön kaçış uzaklığı: $\leq 60 \text{ m}$ <i>NOT: Fazla olduğu alternatif kaçış yolu ya da yangın güvenlik bölgesi tasarlanmalı</i> .Kolay alevlenici malzeme üretimi yapmayan sanayi yapılarında tek ve iki yönlü uzaklık $\frac{1}{2}$ oranında artırılabilir.	$(2.6.B.b.b3)$
109.	.2000' den fazla kişi bulunan mekanlarda çıkış genişliği: $\geq 200 \text{ cm}$	$(2.6.A.f) \wedge [(2.6.G.a) \vee (2.6.G.b) \vee (2.6.G.c) \vee (2.6.G.d)]$

Çizelge 4.1. (Devam) Seçilen sanayi yapısında alınması gereken yangın güvenlik önlemleri ve arasındaki ilişki düzeylerinin belirlendiği mantıksal işlem kurgusu

NO	ALINMASI GEREKEN ÖNLEM / ÇÖZÜM STRATEJİSİ	MANTIKSAL KURGU
114.	. Çıkış genişliği için, çıkış kapıları, kaçış merdivenleri, koridorlar ve diğer kaçış yollarının kapasiteleri 50 cm'lik genişlik birim alınarak hesaplanır. <u>Birim genişlikten geçen kişi sayısı:</u> Dışarı çıkış kapısı: 100 Diğer kapılar ve koridor kapıları: 80 Kaçış merdivenlerinde: 60 Rampalar ve koridorlarda: 100	(2.6.F) V (2.6.G) V (2.6.L.c)
YAPI ELEMANI VE YAPI MALZEMESİ ÖLÇEĞİNDE		
145.	. Bina taşıyıcı sistem ve elemanları, yeterli süre stabil kalmalarını sağlayacak şekilde hesaplanarak boyutlandırılmalı	(3.1.B)
148.	. Dayanım süresi 90 dk olmalı.	$(3.1.A) \wedge (3.1.B) \wedge \{[(2.1.B.a) \wedge (3.1.E.b)] \vee [(2.1.A.b) \wedge (3.1.E.a)]\}$
157.	. Çatı kaplaması yanmaz malzemelerden yapılmış ise çatı kaplaması altındaki yüzey ya da yalıtım en az normal alevlenen malzeme olmalı	$[(3.2.A.f) \wedge (3.2.B.f1)] \wedge (3.2.B.e)$
158.	. Dişli kat döşemelerine sahip betonarme binalarda, dışların arasına konulan dolgu malzemesi en az zor alevlenici olmalı	$(3.1.A.a) \wedge (3.2.A) \wedge [(3.2.B.d) \vee (3.2.B.e)]$
168.	. 6.50 m'den yüksek olan binalarda cephedeki boşluklarının üst kenarı en az 30 cm, yan kenarları en az 15 cm hiç yanmaz malzeme kaplanmalı	$(3.2.A.c) \wedge [(3.2.B.b) \vee (3.2.B.c) \vee (3.2.B.d) \vee (3.2.B.e)]$

1.Yerleşim ölçeğinde

1.1. Çevresel risklerin tespiti ve risk bölgelerinin tanımlanması

1.1.A. Tesis içerisindeki yapıların risk sınıfı tespiti, 1.1.B. Farklı risk bölgelerinin konum tespiti: Aynı ada içinde ancak farklı parselde bulunan komşu 2 yapı Orta tehlike 3 sınıfında yer almaktadır. Çevredeki yapıların yangın riski seçilen sanayi yapısından daha düşüktür. Rüzgâr; ısı, duman ve zehirli gazı taşıyacağı için işlev ve içeriğinden dolayı en riskli yapı rüzgâr yönünde olmamalı ya da yapılar arasında gerekli noktalara yangına ve patlamaya dayanıklı duvarlar eklenmelidir.

1.2. Yapılar arası ilişki düzeyinin belirlenmesi

1.2.B. Ayrık nizam-Yapılar arası mesafe ve 1.2.C. Yapının cephe alanı: Sanayi yapısı Organize Sanayi Bölgeleri İmar Planı Şartnamesinde yer alan bulunduğu parselin metrekaresine göre gerekli olan çekme mesafeleri istenen değerlere uymaktadır. 39.000

m²'lik parsel alanı için söz konusu şartnamede çekme mesafeleri ile örnek sanayi yapısının yer aldığı parseldeki mevcut çekme mesafeleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Organize Sanayi Bölgeleri İmar Planı Şartnamesi' ndeki çekme mesafeleri ve seçilen sanayi yapısının yer aldığı parseldeki mevcut çekme mesafeleri

Çekme Mesafesi Konumu	Organize Sanayi Bölgeleri İmar Planı Şartnamesi (m)	Örnek Sanayi Yapısı Mevcut Durum Çekme Mesafeleri (m)
Ön	25	25
Yan	15	15
Arka	20	24-28

Mevcut çekme mesafeleri şartnameye uygun olup NFPA' e göre bu mesafelere sahip olan yapıların kabuğunda boşluk %100 olabilmektedir. Sanayi yapısının her bir cephesinde sahip olduğu açıklık yüzde değerleri aşağıda verilmiştir;

Ön cephe: %13

Sağ yan cephe: %13

Arka cephe: %10

Sol yan cephe: %25

1.2.D. Erişilebilen cephe sayısı: Yapının etrafında cephelere erişimi engelleyecek bir unsur tespit edilmemiştir. Yapının 4 cephesinden de erişim mümkündür. (Şekil 4.4.)

1.3. Erişim yollarının analizi

1.3.A. Yol tipi/sürekliliği, 1.3.B. Yol genişlikleri, 1.3.C. Yol eğimi: Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği' ne göre parsel iç yolları minimum 5 metre genişliğe sahip olmalıdır. BYKHY' te belirtildiği gibi dönüşlerde iç yarıçap en az 11 m, dış yarıçap en az 15 m olmak zorundadır.

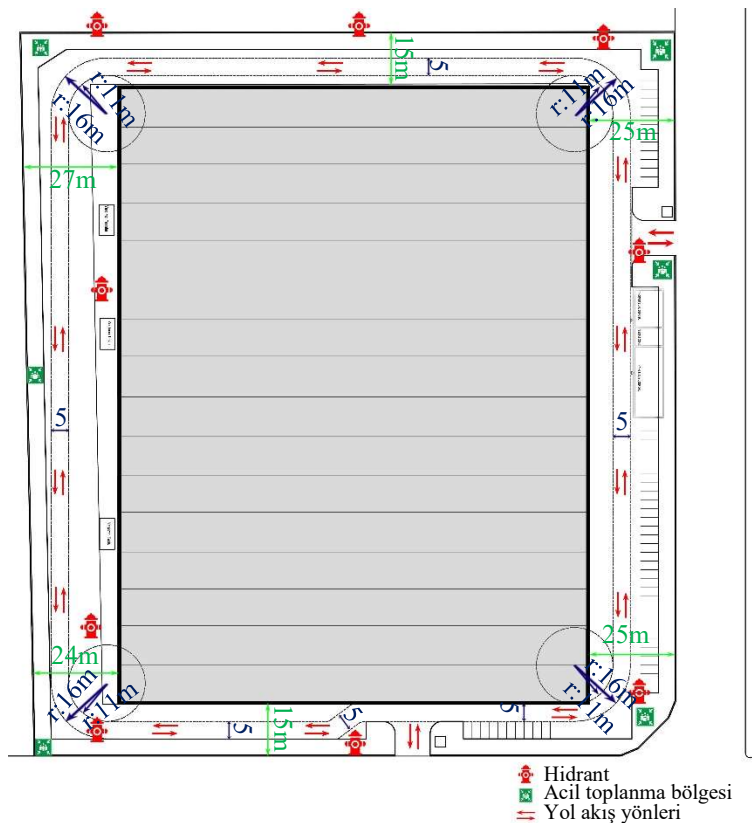
Analizi yapılan sanayi yapısı tüm cephelerine itfaiyenin erişimini sağlayan 5 m genişliğe sahip ring yoluna sahiptir. Dönüşlerde iç yarıçap 11 m, dış yarıçap ise 16 m genişliğe sahiptir. Sanayi yapısı alanı içinde bulunan yollar sürekli, net ve engelsizdir; tüm yolların eğimi % 2' dir. (Şekil 4.4.)

1.3.D. Binaya yaklaşım mesafesi: Binanın tüm çevresinde ring yolu olduğu için binaya müdahale için itfaiye aracının yaklaşımına engel bir durum yoktur. Bina cephesinde bulunan

trafo ve jeneratör gibi destek birimler yapının cephesine ulaşımı kısmen kısıtlamıştır ancak yapının dış cephesindeki herhangi bir noktaya olan yatay uzaklık 45 m' den daha azdır.

1.4. Yangın hidrantları ve söndürme havuzları

1.4.A Yapının taban alanı, 1.4.B. Hidrantlar arası mesafe, 1.4.C. Binaya uzaklığı: BYKHY' göre taban alanı 5000 m² ve üstünde olan yapılarda dış hidrant sistemi bulunması zorunludur. Dış hidrant sistemlerinde hidrantlar binaya 5-15 m uzaklıkta olması uygundur. Hidrantlar arası uzaklık çok riskli bölgelerde 50 m, riskli bölgelerde 100 m, orta riskli bölgelerde 125 m ve az riskli bölgelerde 150 m alınır (Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Vaziyet planında hidrant, ring yolu genişlikleri, acil toplanma alanları ve çekme mesafelerinin gösterimi

Sanayi yapısı 24.000 m² taban alanına sahip olduğu için dış hidrant sistemi bulunmaktadır. Toplam 9 adet hidrant bulunmaktadır ve hidrantların binaya uzaklığı 5,5 m ve 15 m arasında değişmektedir. Birbirine en yakın 2 hidrant arasında min. 30 m, max 126 m mesafe bulunmaktadır (Şekil 4.4.)

2. Bina ölçeğinde

2.1. Bina yüksekliği

2.1.B. Yüksek bina sınıfının altı: Binanın üretim kısmı 12 m, idari bina kısmı 9 m yüksekliğe sahiptir. Yapı yüksek yapı sınıfında yer almaz.

2.2. Bina risk sınıfı

2.2.A. Bina risk sınıfının tespiti, 2.2.B. Kompartıman alanı-Yağmurlama sistemi var: Yapı yüksek tehlike 2 sınıfında yer almaktadır ve yangın kontrol sistemlerine sahiptir. Yapıda 5 adet mevcut kompartıman alanları bulunmaktadır ve en fazla 6.000 m², en az 980 m² dir. Bu özelliklere sahip yapıda en fazla 12.000 m² lik kompartıman alanları bulunabileceği için yapıdaki kompartıman alanları uygundur. (Şekil 4.5.)

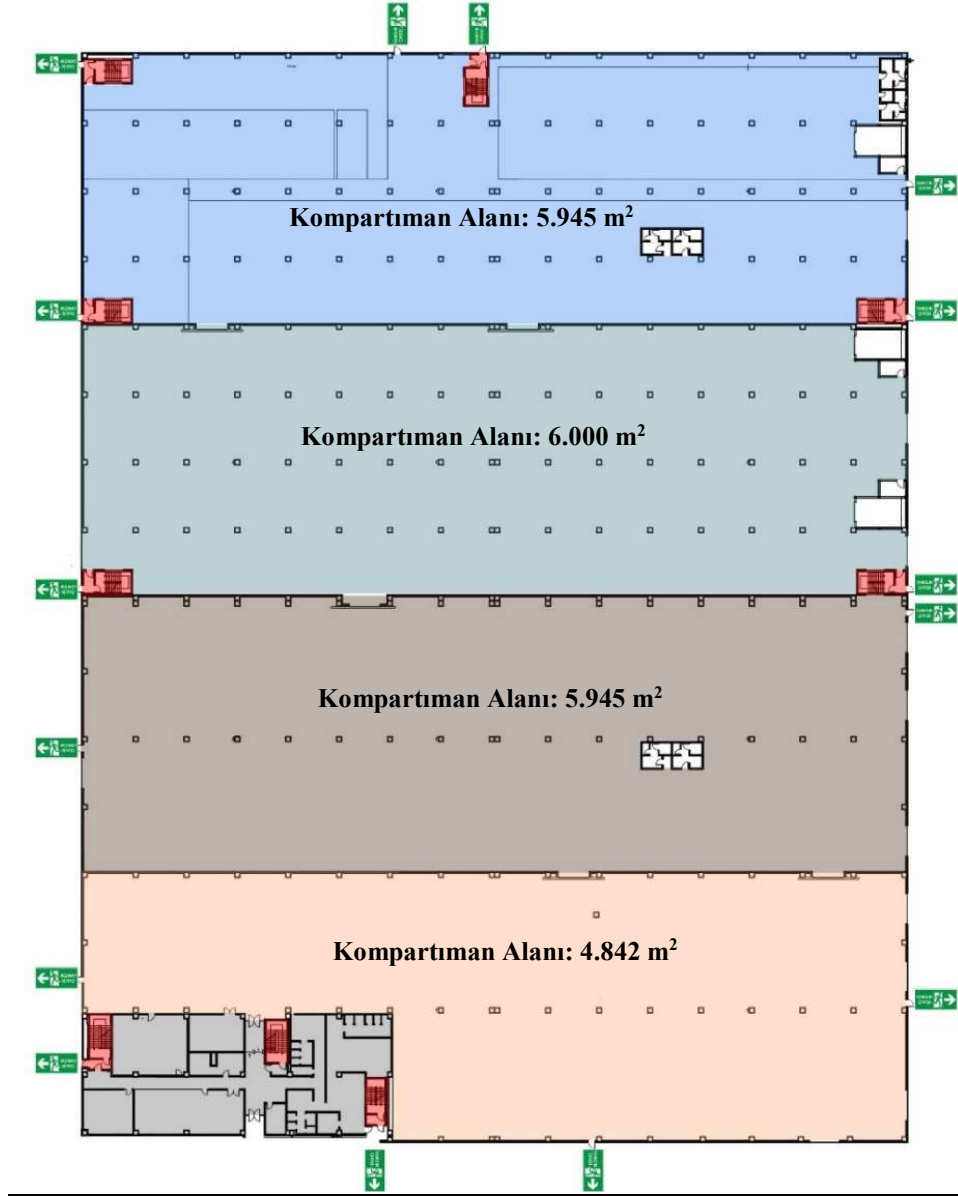
2.3. Bina geometrisi

2.3.A. Planda girinti-çıkıntı, 2.3.B. Düşeyde geri çekme-konsol: Yapının cephelerinde yatayda ve düşeyde girinti çıkıntı bulunmamaktadır.

2.3.C. Mekân kurgusu, 2.3.D. Dolaşım alanları: Yapıdaki mekanlar işlevsel açıdan farklı alanlara bölümlenmiştir ve yapıda bu mekanları birbirine bağlayan sürekli ve net dolaşım alanları mevcuttur.

2.4. Mekânsal kurgu ve işlevsel analiz/ risk bölgelerinin belirlenmesi

2.4.A. Farklı işlevlere sahip mekânlar tek hacimde: Sanayi yapısında üretim, yönetim ve sosyal birimler tek bir hacim içinde yer almaktadır. Yardımcı tesisler, güvenlik kulübesi, su deposu ve makine dairesi ana yapıdan ayrı küçük hacimler olarak yapının etrafında kurgulanmıştır. Tek hacim içinde bulunan üretim ve sosyal-yönetim birimleri işlevsel açıdan duvarlar ile birbirinden ayrılarak kompartıman alanları oluşturulmuştur. Aynı hacim içinde bulunan farklı işleve sahip birimlerin birbirinden ayrılması yangın ve dumanın yayılımına engel olacaktır.



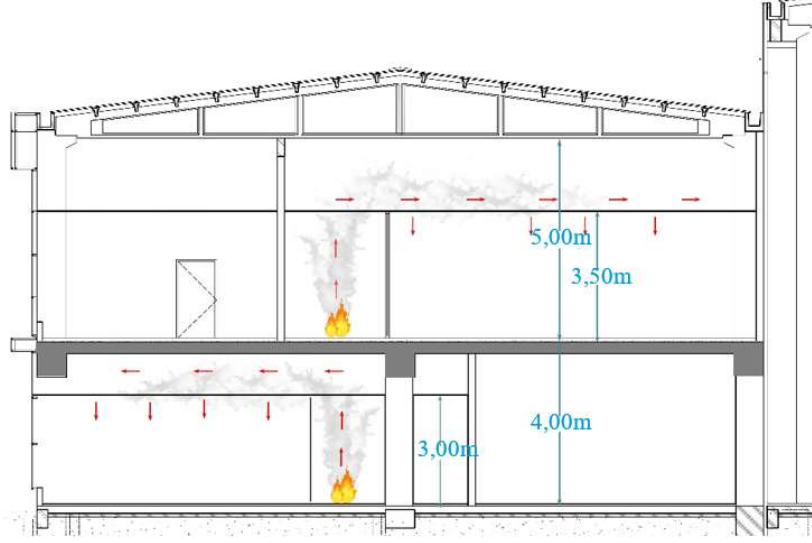
Şekil 4.5. Zemin kat planında acil çıkışlar, kompartıman alanları ve yangın merdivenlerinin gösterimi

2.5. Bina içi yatay ve düşey boşluklar

2.5.A. Asma tavanlar: Yapının idari bina kısmında asma tavanlar mevcuttur. Mekanlar arasında bulunan bölücü cam duvarlar asma tavan kotuna kadar, diğer tüm duvarlar döşeme kotuna kadar devam etmektedir. Asma tavan ile döşeme arasında kalan boşluktan duman, zehirli gaz ve yüksek ısının mekânlar arasındaki hareketi engellenmelidir (Şekil 4.6.).

2.5.B. Havalandırma ve tesisat kanalları, 2.5.C. Bacalar ve şaftlar: Havalandırma ve tesisat kanallarında yangın damperi kullanımı, kanalların duvar ve döşemelerden geçtiği noktalarda

yalıtım yapılması ve şaftlar ile çatı bağlantı noktasında yangın durdurucu kullanımı bilgisine ulaşamamıştır.



Şekil 4.6. Kesit 1- kat yükseklikleri, asma tavan ve döşeme ilişkisi

2.5.D. Merdiven ve asansör boşlukları: Yapıda katlar arasında bulunan yangın merdivenlerinde mekanik havalandırma yapılmaktadır.

2.5.E. Atrium ve galeri boşlukları: Galeri ve atriumlar yapıda katlar arasında yangın yayılımını hızlandıran unsurlardır. Yapıda galeri boşluğu ya da atrium bulunmamaktadır.

2.5.F. Cephe konstrüksiyon boşlukları: Cephe-döşeme birleşiminde taş yünü kullanılmıştır. Konstrüksiyon boşluklarında bariyer kullanım bilgisine ulaşamamıştır.

2.5.G. Yükseltilmiş döşemeler: Mekânlar arasında yangın yayılımını hızlandıran unsurlardır. Yapıda yükseltilmiş döşeme bulunmamaktadır.

2.6. Bina içi yatay ve düşey kaçış yolları

2.6.A. Kullanıcı yükü: Fabrika üretim alanlarında ve ofis kısımlarında kullanıcı yükü katsayısı 10 m²/kişi ' dir. Sanayi yapısının toplam alanı 35.000 m² olduğundan dolayı kullanıcı yükü; $35.000 \text{ m}^2 / 10 = 3.500 \text{ kişi}$

2.6.B. Kaçış mesafesi: Yapıda yağmurlama sistemi vardır ve 2 yön kaçış uzaklıkları 60 m' den fazla olan durumlar mevcuttur. Söz konusu sanayi yapısı kolay alevlenici malzeme üretimi yapmayan sanayi yapısı olduğu için tek ve iki yönlü uzaklık $\frac{1}{2}$ oranında artırılabilir. Bu durumda en fazla 60 m olabilen iki yönlü kaçış uzaklığı 90 m' ye kadar çıkabilmektedir. Yapıda 90 m' yi aşan iki yön kaçış uzaklığı olmadığı için uygun bulunmuştur.

2.6.C. Süreklilik/Engelsiz: Kaçış yolları sürekli ve engelsiz olarak tasarlanmıştır. Kullanımdan ve işletmeden kaynaklı olarak ortaya çıkabilecek engeller de göz önünde bulundurulmalıdır.

2.6.D. Yangın güvenlik holü: Yangın merdivenlerine yangın güvenlik holü ile geçiş sağlamıştır. Yangın güvenlik holleri ve yangın merdiven girişlerinde yangın kapısı bulunmaktadır. Kapıların temiz genişliği en fazla 110 cm, en az 100 cm dir. Yangın güvenlik holleri alanları 5,5 m² ve 6,2 m² arasında değişiklik göstermektedir. Kaçış yönündeki uzaklıkları ise en az 1,90 m' dir.

2.6.E. Çıkış sayısı: Kullanıcı sayısının 1000 kişiyi geçtiği durumlarda en az 4 çıkış bulunmak zorundadır. Sanayi yapısında toplam 12 adet çıkış bulunmaktadır.

2.6.F. Kaçış yolu genişliği: Toplam kullanıcı sayısının 2000' den fazla olduğu yapılarda kaçış yolu genişliği en az 200 cm olmalıdır. Sanayi yapısındaki kaçış yolu genişliği en az 200 cm 'dir.

2.6.G. Çıkış genişliği: yapıda bulunan endüstriyel kapılar hariç diğer kapılar 1,2 m genişliğe sahiptir ancak kullanıcı yükü 2000 kişiyi geçtiği için yapıdaki kapılar en az 200 cm genişliğe sahip olmalıdır.

2.6.H. Çıkışlar arasındaki mesafe: Çıkışlar arasında mümkün olan maksimum mesafe olması gerekir. Seçilen sanayi yapısındaki bölünmemiş mekanlarda bulunan acil çıkışlar arasında diyagonal mesafenin 1/3'ü değerinden daha fazla mesafe bulunmaktadır.

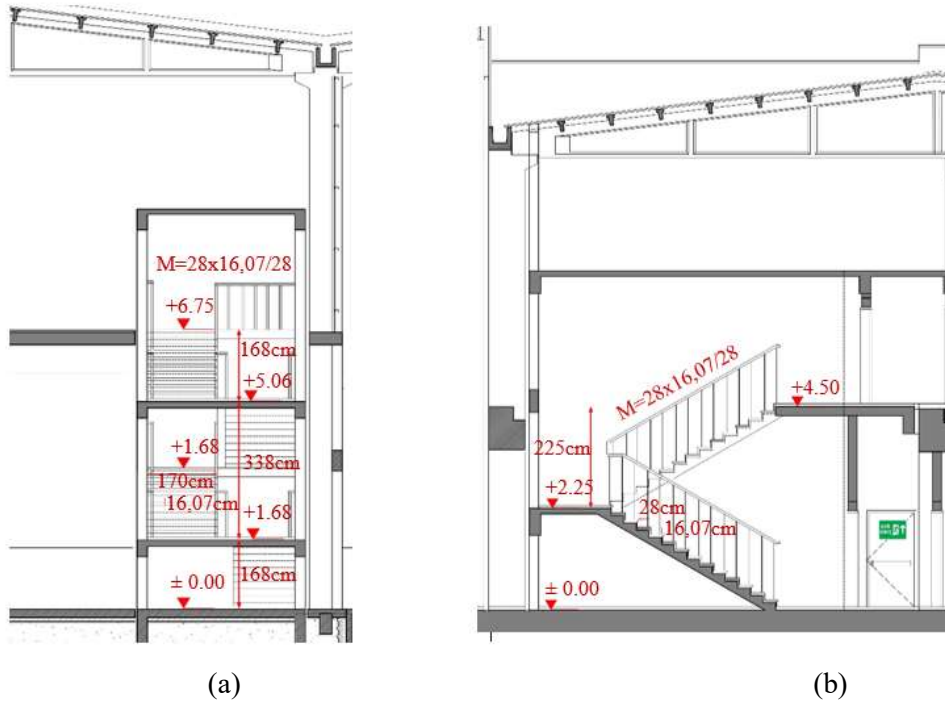
2.6.I. Kapı açılış yönü: Yangın güvenlik holleri ve yangın merdiven girişlerinde yangın kapısı bulunmaktadır ve hepsi kaçış yönüne doğru açılmaktadır.

2.6.İ. Merdiven var mı? / sayısı, 2.6.J. Merdiven konum-biçim: Toplam 9 adet kaçış merdiveni bulunmaktadır. Yapıda bulunan merdivenlerin tümü yapının içinde yer almaktadır.

2.6.K. Merdivenler arasındaki mesafe: Kaçış merdivenleri birbirlerinin alternatifi olacak şekilde konumlandırılmalıdır. Sanayi yapısında yer alan merdivenler arasında bulundukları alanın uzunluğunun 1/3'ünden daha fazla mesafe bulunmaktadır.

2.6.L. Merdiven boyutları, 2.6.M. Korkuluk ve küpeşte: 8 adet kaçış merdivenin basamak genişlikleri 28 cm, 1 adet merdivenin basamak genişliği 30 cm' dir. Rıht yükseklikleri en az 16 cm, en fazla 16,8 cm' dir.

1 adet 150 cm, 2 adet 160 cm ve 6 adet 170 cm genişliklere sahip merdivenler bulunmaktadır. Merdivenlerde sahanlıklar arasında baş kurma mesafesi korunmuştur. Sahanlıklar arasında en fazla 225 cm yükseklik farkı bulunmaktadır. 6 adet merdivende iki taraflı korkuluk ve küpeşte; 3 adet merdivende ise tek taraflı korkuluk bulunmaktadır. Duvar tarafında korkuluk ve küpeşte detaylarının bulunmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. (a) Yangın merdiven tip 1 kesiti (b) Yangın merdiven tip 2 kesiti

2.6.O. Bodrum katlara iniyor mu?: Yapıda bodrum kat bulunmamaktadır.

2.6.P. Merdiven doğrudan bina dışına açılıyor mu?: Kaçış merdivenlerinin tümü doğrudan bina dışına açılmaktadır.

2.7. Acil durum yönlendirme işaretleri, 2.8. Acil durum aydınlatma sistemi:

Sanayi yapısında acil durum aydınlatma sistemleri ve kaçış işaretleri bulunmaktadır. Konum, aydınlatma seviyesi, aydınlatma süresi, görülebilir uzaklık/mesafe, zeminden yükseklik, standartlara uygunluk bilgilerine ulaşılammıştır.

3. Yapı elemanı ve yapı malzemesi ölçeğinde

3.1.Yapı elemanları

3.1.A. Taşıyıcı sistem türü, 3.1.B. Taşıyıcı sistem elemanları; Sanayi yapısı üretim ve idari bina kısımları prefabrik betondan inşa edilmiştir.

3.1.C. Kapılar: Yangına 60 dakika yangın dayanımına sahip, panik barlı ve duman sızdırmaz özelliktedir.

3.2. Yapı malzemeleri

3.2.A. Malzeme türü, 3.2.B. Yanıcılık sınıfları: Cephede ve çatıda sandviç panel arasında yalıtım malzemesi olarak taş yünü kullanılmıştır.

Cephede; taş yünü dolgulu sandviç panel cephe kaplaması, alüminyum kompozit ve alüminyum silikon giydirme cephe kullanılmıştır. Çatıda taş yünü dolgulu sandviç panel çatı kaplaması kullanılmıştır. Taş yünü dolgulu sandviç panel kaplama A1 sınıfı hiç yanmaz malzeme, alüminyum kompozit A2 sınıfı zor yanıcı malzemedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkelerin ekonomisinde önemli bir yeri olan sanayi yapıları, insanların gereksinim duydukları birçok şeyin üretiminin gerçekleştirildiği ve birçok kişiye istihdam alanı sağlayan yapılardır. Bugünün değişen yaşam dinamiklerine bağlı olarak artan ihtiyaçlar gereği üretim faaliyetlerine, dolayısıyla sanayi yapılarına olan gereksinim her geçen gün artış göstermektedir.

Sanayi yapıları, işlevlerinden kaynaklı olarak bünyesinde yangın riskleri barındırmaktadır. BYKHY’ de bina kullanım sınıfına göre sanayi yapıları üretim faaliyetleri bağlamında orta tehlikeli ya da yüksek tehlikeli grupta yer almaktadır. Yoğun enerji tüketimi, sıcak işlemler, statik elektrik, yanıcı madde ve makine kullanımı gibi sebepler sanayi yapılarında yangın tehlikesini artırmakta ve meydana gelmiş olan sanayi yangınlarının yaygın sebepleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Sanayi yapılarında meydana gelen yangınlar diğer binalara göre daha tehlikeli, şiddetli ve büyük ölçekli sonuçlara sebep olmaktadır. Yangınlar birçok olumsuz olayla sonuçlanabilmekte, etkileri uzun vadeli olarak devam etmekte ve hayatı olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Yaralanma, sakatlanma, yanık ya da zehirlenme gibi insan sağlığı üzerinde doğrudan olumsuz sonuçlar ve can kayıpları meydana gelebilmektedir. Ayrıca yangın olayları; çevre kirliliğine ve yapının hasar alması veya kullanılamaz duruma gelmesi, üretimin kısmen ya da tamamen durdurulması, iş kayıpları gibi sebeplerle büyük ekonomik kayıplara da sebep olmaktadır.

Yapıların tasarım sürecinde estetik kaygı, form ve işlevin yanı sıra güvenlik önlemleri de yangın tehlikesi ile başa çıkabilmek adına bina tasarım sürecinde yer alması gereken önemli girdilerdir. Yangın riskinin tamamen engellenemeyeceği yadsınamaz bir gerçektir ancak alınacak yeterli ve etkin güvenlik önlemleri ile ortaya çıkabilecek negatif etkilerin minimize edilmesi mümkündür. Sanayi yapılarında can ve mal korunumunun ve iş sürekliliğini sağlayacak ve yangının sebep olacağı tüm olumsuz sonuçları azaltmaya yönelik uygulamalar bütünü olan yangın güvenlik önlemleri; mimari tasarım ve uygulama süreçlerinde alınan kararlar ve tasarım yaklaşımları ile doğrudan ilişkili olan konulardır. Mimari tasarım kararları; yangın riskinin gerçekleşmesi, boyutları, yangına müdahale eylemleri ve sonuçlarını büyük ölçüde etkilemektedir. Mimari tasarımdan gelen yerleşim kararlarının, işlevsel dağılım kapsamında mekân kurgularının, bina/mekân geometrileri ile boyutlarının, yatay ve düşey boşlukların, dolaşım alanları tasarımına dair kararların, yapı elemanları ve

malzemeleri tercihlerinin, sanayi yapılarında yangın riskinin başlamasında, yayılmasında ve sonuçlarının büyüklüğünde son derece önemli etkileri vardır.

Yerleşim ölçeğinde; konuma bağlı çevresel riskler ve risk bölgelerinin tanımlanması, yapının diğer yapılarla olan ilişkisi, erişim yolları, yangın hidrantları ve söndürme havuzları ve güvenli toplanma bölgeleri konuları dikkate alınarak yerleşim kararları belirlenmelidir.

Bina ölçeğinde; yükseklik, taban alanı, kat sayısı, yatay ve düşeyde cephe hareketi, doluluk-boşluk vb gibi binanın fiziksel özelliklerine bağlı olarak kompartıman alanlarının, duman ve yangın kontrol gerekliliklerinin belirlenmesi; binanın işlevsel ve mekânsal kurgusunda farklı risk sınıflarına mensup birimlerin varlığına göre birimler arası ilişki ve yerleşim kurgusunun belirlenmesi; yangın ve dumanın yayılımına karşı yapıda bulunan yatay ve düşey boşlukların türü (merdiven, shaft, baca, atrium vb.) ve miktarının tespiti ile yangın güvenliği gözetilerek tasarım kararlarının alınması gerekmektedir. Yapıdaki yatay ve düşey kaçış yollarının tasarımında kullanıcı yükü gözetilerek; kaçış yollarının ve çıkışların genişliği, sayısı, konumu, uzaklığı; merdiven basamak genişlikleri, rıht ölçüleri, kaçış yollarında duman kontrolü, acil durum işaret ve aydınlatmaları güvenli tahliye ile doğrudan ilişkili olan önemli kararlardır.

Yapı eleman ve yapı malzemesi ölçeğinde; yapı elemanlarının yangın durumunda en az tahliye ve yangına müdahale için gereken süre zarfında stabil kalması gerekmektedir. Yapı türü, risk sınıfı ve sprinkler sisteminin mevcudiyetine göre gerekli stabil kalma süresi belirlenerek yapı elemanlarında yangına karşı koruma önlemleri alınması gereklidir.

Tasarım sürecinde olan ya da mevcut bir sanayi yapısında alınması gereken önlemlerin belirlenebilmesi için yapıda bulunan ya da olası görülen riskler, risk analizi yapılmasıyla tespit edilmeli ve tanımlanmalıdır. Yapılan risk analizi kapsamında tespit edilen yangın risk ve tehlikelerine karşı yetkin ve yeterli güvenlik önlemlerinin belirlenmesi, sanayi yapısı için etkili bir risk yönetimi sağlayacaktır. Yapısal ve işlevsel güvenliğin sağlanabilmesi hususunda risk analizlerinden elde edilen verilerin, yapının mimari tasarım aşamalarına dahil edilerek tasarımda yer bulması gerekmektedir. Bu kapsamda çalışmada ilgili karmaşık süreci daha anlaşılır, kolay ve uygulanabilir hale dönüştürebilecek sistematik bir yöntem geliştirilerek tasarımcılar için bir kılavuz oluşturulmuştur. Sanayi yapıları özelinde geliştirilen yöntem yeni tasarlanacak olan sanayi yapılarının tasarımında kullanılabileceği gibi, mevcut

sanayi yapılarının durum tespiti ve iyileştirilmesi odaklı yangın güvenliği tasarım süreçlerinde de kullanıma uygundur.

Kılavuz oluşturma kapsamında ilk olarak yapıları çevrelerde yangın güvenliği üzerine literatürde var olan akademik çalışmalar, ilgili yönetmelikler ve standartlar pasif yangın güvenlik önlemleri sanayi yapıları kapsamında sistematik bir şekilde incelenerek sorgu adımları geliştirilmiştir. Sorgu adımları yerleşim ölçeği, bina ölçeği ve yapı elemanları ve yapı malzemeleri olmak üzere üç ana adımdan oluşmakta olup her bir ana adımın kendi içerisinde ara adımları, ara adımların ise alt açılımları bulunmaktadır. Yapılan yangın güvenlik önlemleri araştırmasından elde edilen veriler tasniflenerek listelenmiş ve her birine sırasıyla kod numaraları verilmiştir.

Binanın risk analizini yapmak amacıyla mantık ağaçları yöntemi yeniden yorumlanarak sorgulama sürecini detaylandıran ve verilere ulaştıran akış şemaları hazırlanmıştır. Mimari tasarım kararlarıyla ilişkili yangın sürecini ve sonucunu etkileyen çözüm stratejileri tespit edilerek mevcut durum verileri ile çözüm stratejileri arasındaki ilişki düzeylerini açıklayan mantıksal işlem kurgusu oluşturulmuştur. Kullanıcı mantık ağaçları ile oluşturulan akış şemalarından yapısına ait mevcut durum verileri ile ilgili uygun seçimleri yaparak mantıksal kurgu ile ilişkili olan kodları elde etmektedir. Sonrasında mantıksal işlem kurgusu ve önlemlerin yer aldığı çizelgeye geçerek elde ettiği kodların bulunduğu satırlarda yapının özelliklerine uygun olarak alınması gereken önlemlere ulaşmaktadır. Tüm akış şemalarından elde edilen kodlar ve bu kodların yönlendirmiş olduğu önlemler işaretlendiğinde yapıda yerleşim, bina ve yapı elemanı ve yapı malzemesi ölçeğinde alınması gereken stratejilerinin tümü belirlenmiş olmaktadır. Bu çalışma ile sanayi yapılarında yangın güvenliği kapsamında yapılan risk analizinden elde edilen verilerin mimari tasarım süreçlerinde yer almasının gerekliliği vurgulanmaktadır.

Sürdürülebilirliğe dayalı kaygıların tüm dünya ülkelerinin gündemi haline geldiği bugün, can güvenliğine, kaynak korunuma, çevresel problemlere vb. tehdit oluşturan yangın riski tüm yapıları çevreler için dikkate alınması ve çözüm stratejilerinin geliştirilmesi gereken önemli bir konudur. Risklerin nitelik, nicelik ve gerekçeleriyle doğru tanımlanması, gerçekleşmesine ve büyümesine neden olan durumların net bir biçimde ortaya konması ve önlenmesi ya da sonuç etkilerinin azaltılması amacıyla etkin stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ülke ekonomisi ve değişen hayatın gereksinimleri kapsamında ihtiyaçların

karşılanması hedefleri açısından son derece önemli olan sanayi yapılarının yangın riski açısından öncelikli olduğuna vurgu yapılarak, risk yönetimi bağlamında karmaşık süreçleri içeren ve anlaşılamadığı ya da uygulanamadığı için çoğunlukla ihmal edilen yangına güvenli yapı tasarımının gerekliliğini ortaya koyan bu tez çalışması ile risklerin tanımlanması ve önlemlerin belirlenebilmesi amacıyla sistematik bir yöntem geliştirilmiştir. Yeni tasarlanacak olan sanayi yapıları ya da mevcutta bulunan sanayi yapılarının iyileştirilmesi için yangına güvenli yapı tasarımı sürecini kolaylaştırmak ve uygulanabilir duruma getirebilmek amacıyla geliştirilen bu yöntem işlevlerine bağlı olarak diğer yapı tiplerine de uygulanabilir bir zemin oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- Altındaş, S. (2011, 13-14 Ekim). *Dış cephelerde yangından korunma önlemleri*. TÜYAK Yangın ve Güvenlik Sempozyum ve Sergisi, İstanbul, 281-287.
- Arda, M. M. (2008). *Risk assessment for a denim manufacturing plant in Turkey*. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 51-55.
- Arkadakalmaz, F. K. (2011, 13-14 Ekim). *Pasif yangın durdurucu sistemler ile bina içi yangın zonlarının oluşturulması*. TÜYAK Yangın ve Güvenlik Sempozyum ve Sergisi, İstanbul, 141-148.
- Arpacıoğlu, Ü. (2004, 6-8 Ekim). *Yüksek yapı taşıyıcı sistemlerinde yangın etkisine karşı korumada sistem kuruluşu ve malzeme kullanımı*. 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, İstanbul, 1-12.
- Association for Specialist Fire Protection. (2012). Guide to inspecting passive fire protection for fire risk assessors. *ASFP*, United Kingdom, 12-22.
- Ataş, M. C. (2006). *İkitelli organize sanayi bölgesi ve mekansal etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 8-28.
- Aytı, S. (2002). *Türkiye'de sanayi yapılarının yapısal analizleri-model alan Bursa bölgesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 6-30.
- Baldwin, R., & Thomas, P. H. (1974). Passive and active fire protection - The optimum combination. *Fire Technology*, 10(2), 140-146.
- British Columbia Safety Authority. (2012). Lakeland Mills explosion and fire investigation report. *BC Safety Authority*, 7-30.
- Beceren, K., & Kılıç, A. (1999, 4-7 Kasım). *Atriumlarda duman kontrolü*. IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir, 749-769.
- Benseghir, H., Ibrahim, A. B., Nurul Islam Siddique, M., Nomani Kabir, M., & Alginahi, Y. M. (2020). Modelling emergency evacuation from an industrial building under spreading fire using a social force model with fire dynamics. *Materials Today: Proceedings*, 41, 38-42.
- Beyhan, F. (2015). Mimari bir bağlam olarak binalarda çeliğin yangından korunumu. *Türk Yapısal Çelik Derneği Yayınları*, 1-15.
- Beyhan, F., & Kanan, N. Ö. (2013, 17-20 Nisan). *Enerji etkin binalarda çift katmanlı cephe sistemlerinin yangın güvenliği*. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 1515-1528.
- Sarı, B. E. (2018). Organize sanayi bölgelerinin etkinliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 10(2), 17-32.

- Bilow, D. N., & Kamara, M. E. (2008, 24-26 April). *Fire and concrete structures*. Structures Congress Crossing Borders, Vancouver, 2707-2716.
- Birgören, B. (2017). Fine Kinney risk analizi yönteminde risk faktörlerinin hesaplama zorlukları ve çözüm önerileri. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 9(1), 19-25.
- Bowes, P. C. (1976). Casualties attributed to toxic gas and smoke at fires: a survey of statistics. *Medicine, Science and the Law*, 16(2), 104-110.
- Brian, J. Meacham, D. C., Peter Johnson, Matthew Salisbury. (2016). Building Fire Risk Analysis. In M.J. Hurley, D. Gottuk, J. R. Hall, K. Harada, E. Kuligowski, M.Puchovsky, J.Torero, J. M. Watts, C. Wieczorek (Eds.), *SFPE handbook of fire protection engineering* (Fifth Edition). London: Springer, 2941-2991.
- Bukowski, R. W. (2006). An overview of fire hazard and fire risk assessment in regulation. *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*, 112, 387-393.
- Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik. (2021). *Bakanlar Kurulu*, Ankara.
- Campbell, R. (2018). Fires in Industrial and Manufacturing Properties; NFPA Research, Data and Analytics Division, 3, *Quincy*, 1-18.
- Civelek, E. (2020). *Cephe geometrisinin yangın güvenliği üzerindeki etkisinin performansa dayalı analiz yöntemleri ile değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 15-17, 153-54.
- Cosgrove, B. W. (1996). Fire design of single storey industrial buildings; University of Canterbury Fire Engineering Research Report 96/3. Christchurch, New Zealand, 41-60.
- Çamoğlu, Ö. (2001). *Sanayi yapılarında üretim holü ile idare bölümü arasındaki biçimleniş özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 10-32.
- Çaputcu, M. A. (2009). *Sanayi yapıları planlama sorunları ve çözüm önerileri, Konya III. organize bölgesinde üretim alanında faaliyet gösteren orta ölçekli sanayi yapıları örneklemeleri*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 25-55.
- Rasbash, D.J., Ramachandran, G., Kandola, B., Watts, J. M., Law, M. (2004). *Evaluation of Fire Safety*. England: John Wiley & Sons, 11-33.
- De Sanctis, G. (2015). *Generic risk assessment for fire safety: performance evaluation and optimisation of design provision*. Doctor of Philosophy Thesis, ETH Zurich University Institute of Structural Engineering, Zurich, 75-91.
- Doğuç, A. G. S. (2014). *Sanayi tesislerinde duman kontrolü ve tahliyesi*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 8-18.

- Erdoğan, G. Y. (2001). *Yangından korunma ve binalarda yangın güvenliği önlemleri*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 6-8.
- Fine, W. T. (1971). Mathematical evaluation for controlling hazards, *Journal of Safety Research*, 3(4), 157-166.
- Genç, R., & Pekey, H. (2014). Endüstriyel tesislerde ortaya çıkabilecek yangın risklerinin bir değerlendirmesi: Kocaeli örneği. *Elektronik Mesleki Gelişim ve Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 55-66.
- Guanquan, C., & Jinhua, S. (2008). Quantitative assessment of building fire risk to life safety. *Risk Analysis: An International Journal*, 28(3), 615-625.
- Gunasekera, H. (1983). Industrial fire protection. *Engineer*, 11, 24-29.
- Güleşen, E., & Yılmaz, M. H. (2018, 12 - 13 Nisan). *Yangın emniyeti ve cephe tasarımı*. 9.Ulusal Çatı & Cephe Konferansı, İstanbul, 181-188.
- Gültek, S., & Selvi, U. (2005, 23-26 Kasım). *Endüstriyel yapılarda yangın dumanının cebri ve doğal yolla tahliye kriterleri*. VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 495-502.
- Hadjisophocleous, G., & Fu, Z. (2004). Literature review of fire risk assessment methodologies. *International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes*, 6(1), 28-45.
- Hasofer A.M. , Beck V. R., Bennetts I.D. (2007). *Risk Analysis in Building Fire Safety Engineering* (First edition). Oxford: Elsevier, 69-96.
- HM Government. (2006). *Fire Safety Risk Assessment factories and warehouses* (First edition). London: Department for Communities and Local Government, 66-83.
- Hadjisophocleous, G., Mehaffey, J. (2016). Fire Scenarios. In M.J. Hurley, D. Gottuk, J. R. Hall, K. Harada, E. Kuligowski, M.Puchovsky, J.Torero, J. M. Watts, C. Wiecezorek (Eds.), *SFPE handbook of fire protection engineering* (Fifth Edition). London: Springer, 1262-1288.
- Işık, Ç. (2022). *Tekstil fabrikalarında yangın tehlikesi yangından korunma ve güvenlik önlemleri örnek vaka analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 18-28.
- Işık, N. (2020). *Çelik endüstri yapılarının yangın güvenliği*. Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 45-55.
- İlgürel, N. (2003). *Sanayi yapılarının mimarisinde gürültünün tasarım ölçütü olarak değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 3-13.
- İnternet: URL-1: Yangın güvenliği eğitimi. URL: <http://www.efkimya.com/index.html>, Son Erişim Tarihi: 20.12.2022

İnternet: URL-2: Açıklamalı afet yönetimi terimleri sözlüğü. URL: <https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu>, Son Erişim Tarihi: 20.12.2022

İnternet: URL-3: Sayılarla OSB'ler. URL: <https://osbuk.org/view/sayilarlaosb/osbliste.php>, Son Erişim Tarihi: 15.10.2022

İnternet: URL-4: İzmir Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığı. URL: <https://itfaiye.izmir.bel.tr/tr/istatistik/7/9?AspxAutoDetectCookieSupport=1>, Son Erişim Tarihi: 20.10.2022

İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı. (2020). İstatistikler. İstanbul, 9-16.

Jevtić, R. (2014). The influences of fire consequences on humans health and its possible elimination. *Zdravstvena Zaštita*, 43(3), 53-59.

John, M., & Watts, J. (2016). Fire Risk Indexing. In M.J. Hurley, D. Gottuk, J. R. Hall, K. Harada, E. Kuligowski, M.Puchovsky, J.Torero, J. M. Watts, C. Wiecezorek (Eds.), *SFPE handbook of fire protection engineering* (Fifth Edition). London: Springer, 3158-3182.

John M., W. J., John R., Hall Jr. (2016). Introduction to Fire Risk Analysis. In M.J. Hurley, D. Gottuk, J. R. Hall, K. Harada, E. Kuligowski, M.Puchovsky, J.Torero, J. M. Watts, C. Wiecezorek (Eds.), *SFPE handbook of fire protection engineering* (Fifth Edition). London: Springer, 2817-2826.

Jowsey, A. Scott, P. (2014). An overview of optimising passive fire protection using a limiting temperature by structural assessment. *Journal of Structural Fire Engineering*, 5(1), 25-34.

Kars, F. (1999a, 4-7 Kasım). *Yapılarda yangın riskini sınırlamaya yönelik önlemler ve duman kontrolünün sağlanması*. IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir, 723-734.

Kars, F. (1999b). *Yapıların projeleri üzerinden yangın güvenlik analizinin bilgisayar modeli ve programı*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 3-9, 50-58, 75-114.

Khalid, W., Burneo, M., & Hvam, L. (2021). A framework for multiple fire investigation using big data and statistical analysis. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 21(3), 890-903.

Khoury, G. A. (2000). Effect of fire on concrete and concrete structures. *Progress in Structural Engineering and Materials*, 2(4), 429-447.

Kılıç, A. (2008). Duman kontrol gerekliliği. *Yangın ve Güvenlik*, (115), 8-10.

Kılıç, A. (2012). Duman kontrolü. *Yangın ve Güvenlik*, (150), 8-12.

Kılıç, A. (2013). Yangın riski. *Yangın ve Güvenlik*, (158), 8-10.

- Kılıç, A. (2018). Bina yerleşiminde itfaiye ulaşım yollarının tasarımı. *TÜYAK Yangın Mühendisliği Yangın Güvenliği ve Teknolojileri Dergisi*, 6, 30-35.
- Kılıç, A., & Balık, G. (2011, 13-14 Ekim). *Çelik yapı elemanlarının yangın dayanım sürelerinin hesaplanması*. TÜYAK Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi, İstanbul, 13-20.
- Kılıç, A., & Beceren, K. (1999, 4-7 Kasım). *Mimari tasarımda yangın güvenliği*. IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, İzmir, 737-746.
- Kinney, G. F., & Wiruth, A. (1976). Practical risk analysis for safety management. *Naval Weapons Center TP*, 5865, 1-15.
- Kodur, V., & Harmathy, T. (2016). Properties of building materials. In M.J. Hurley, D. Gottuk, J. R. Hall, K. Harada, E. Kuligowski, M.Puchovsky, J.Torero, J. M. Watts, C. Wieczorek (Eds.), *SFPE handbook of fire protection engineering* (Fifth Edition). London: Springer, 277-324.
- Magnusson, S., Frantzich, H., & Lundin, J. (1998). *Risk Analysis - An introduction*. In VTT Symposium, Finland, 44-58.
- Mallett, L. G., & Brnich, M. (1999). Focus on prevention: conducting a fire risk assessment. U.S. Department Of Health And Human Services. Centers For Disease Control and Prevention. National Institute For Occupational Safety And Health, Pittsburgh Research Laboratory, Pittsburgh, PA, 121.
- Martin, D., Tomida, M., & Meacham, B. (2015). Environmental impact of fire. *Fire Science Reviews*, 5(1), 1-21.
- Meacham, B. J., Charters, D., Johnson, P., & Salisbury, M. (2016). Building fire risk analysis. In M.J. Hurley, D. Gottuk, J. R. Hall, K. Harada, E. Kuligowski, M.Puchovsky, J.Torero, J. M. Watts, C. Wieczorek (Eds.), *SFPE handbook of fire protection engineering* (Fifth Edition). London: Springer, 2941-2991.
- Mróz, K., Hager, I., & Korniejenko, K. (2016). Material solutions for passive fire protection of buildings and structures and their performances testing. *Procedia Engineering*, 151, 284-291.
- Mróz, K., Hager, I., & Korniejenko, K. (2018). Binalar ve yapıların yangınlardan pasif korunması için malzeme çözümleri ve bunların performans testleri. *Yangın ve Güvenlik*, 198, 54-59.
- Özkan, İ. (2019). Yanıcı/parlayıcı sıvı kullanan tesislerde yangın riskinin engellenmesi. *Mühendis ve Makina Güncel Dergisi*, 35, 45-55.
- Özkılıç, Ö. (2014). *Risk Değerlendirmesi* (1.baskı). Ankara: Ajans-Türk Gazetecilik Matbaacılık İnşaat Sanayi A.Ş. 247-295.
- Sanayi Bölgeleri Genel Müdürlüğü. (2020) *Organize Sanayi Bölgeleri İmar Planı Şartnamesi*. Ankara: Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 8.

- Stollard, P. & Abraham, J. (2002). *Fire from First Principles* (Third edition). London: E & FN SPON, 68-85.
- Petukhovskaia, I. (2018). *Passive fire protection methods of load-bearing structures in case of hydrocarbon fire*, Master Thesis, Saimaa University Applied Sciences Technology, South Karelia, Finland. 9-20.
- Purser, D.A. (2016a). Assessment of hazards to occupants from smoke, toxic gases and heat. In M.J. Hurley, D. Gottuk, J. R. Hall, K. Harada, E. Kuligowski, M. Puchovsky, J. Torero, J. M. Watts, C. Wieczorek (Eds.), *SFPE handbook of fire protection engineering* (Fifth Edition). London: Springer, 96-193.
- Purser, D.A. (2016b). Combustion toxicity. In M.J. Hurley, D. Gottuk, J. R. Hall, K. Harada, E. Kuligowski, M. Puchovsky, J. Torero, J. M. Watts, C. Wieczorek (Eds.), *SFPE handbook of fire protection engineering* (Fifth Edition). London: Springer, 2207-2307.
- Quintiere, J. G. (2016). *Principles of fire behavior* (Second edition). Florida: CRC Press LLC, 3-4.
- Saat, M. (2009). *İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme metodlarından kontrol listesi ve matris metodlarının entegre biçimde bir inşaat şantiyesinde uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 30-33.
- Saygılı, G. (2015, 8-11 Nisan). *Endüstri yapılarında doğal duman tahliyesi*. 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2683-2689.
- Schroll, R. C. (2002). *Industrial fire protection handbook* (Second edition). Florida: CRC Press LLC, 4-10.
- Scottish Government. (2008). *Practical Fire Safety Guidance for Factories and Storage Premise*. Scottish Government's Police and Community Safety Directorate, HM Fire Service Inspectorate for Scotland, the Scottish Building Standards Agency and the Health and Safety Executive, 32-39.
- Sekizawa, A. (2005). *Fire risk analysis: its validity and potential for application in fire safety*. Proceedings of the eighth international symposium on fire safety science. International Association on Fire Safety Science, Beijing, 85-100.
- Serteser, N. (2004). *Yanan binadan karşısındaki binaya ısınımla yangın yayılımının önlenmesi için güvenli sınır mesafesinin belirlenmesinde bir model önerisi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 5-28.
- Serteser, N., & Yılmaz, Z. (2005). ısınımla yangın yayılımının önlenmesinde sınır mesafesinin belirlenmesi. *İTÜ Dergisi*, 4(1), 59-70.
- Shorter, G. W. (1962). Fire in Buildings. *Canada National Research Council*, 1-4.
- Smith, W. (1971). Fire protection in industrial buildings. *Journal of the Royal Society of Arts*, 119(5174), 89-103.

- Şimşek, Z. (2013). *Sağlık yapılarında yangın güvenliğinin ve duman kontrolünün sağlanmasına ilişkin modelleme yöntemi*. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 7-12.
- Tama, Y. S. (2012). Çelik yapıların yangına karşı korunması. *Çelik Yapılar*, (32), 1-14.
- Tataroğlu, F. (2011, 13-14 Ekim). *Çatılarda yanıcı malzeme kullanmak, yangına davetiye çıkarmaktır*. TÜYAK Yangın ve Güvenlik Sempozyumu ve Sergisi, İstanbul, 115-126.
- TMMOB Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi (2021). Endüstriyel yangınlar ve patlamalar 2020 yılı raporu. *TMMOB KMO*, İstanbul, 7-14.
- TMMOB Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi (2020). Endüstriyel yangınlar ve patlamalar 2019 yılı raporu. *TMMOB KMO*, İstanbul, 3-31.
- TMMOB Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi (2019). Endüstriyel yangınlar ve patlamalar 2018 yılı raporu. *TMMOB KMO*, İstanbul, 6-12.
- TMMOB Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi (2018). Endüstriyel yangınlar ve patlamalar 2017 yılı raporu. *TMMOB KMO*, İstanbul, 2-4.
- Tomar, S., Kaur, A., Sarma, K., & Dangi, H. (2018). Fire Risk Assessment and Fire Hazard Zonation Mapping using GIS in South-West Division of Delhi. *Journal For Advanced Research In Applied Sciences*, 5(3), 213-220.
- Topyay, G. (2021). *2015-2020 Yılları arasında İstanbul'da çıkan endüstriyel yangınların çıkış sebeplerinin geriye dönük olarak incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 53-80.
- Ulus, A. (2019). *Türkiye yangında korunma yönetmeliğinin uluslararası yönetmelikler ile karşılaştırılması ve dijitalleştirilmesi: ilaç fabrikası depo örneği*. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 51-67.
- U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (2005). Combustible dust fire and explosions Cta Acoustics Inc investigation report. *USCSB*, 2003-09-I-KY.
- U.S. Chemical Safety And Hazard Investigation Board (2016). West Fertilizer Company fire and explosion investigation report. *USCSB*, 2013-02-I-TX, 16-50.
- WorkSafeBC. (2014). Lakeland Mills incident investigation report. *WSBC*, 44, Columbia, 9-88.
- Yaman, M. (2018). *Cephe yangın güvenlik önlemleri ve mevzuatlar*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 8-17.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı (2012). *Yangın ve kazalarla mücadele eğitim kitabı*. İstanbul: İBİTEM, 26-30.

- Yolaçan, T. F. (2017). *Performance based structural fire safety concept for industrial buildings: strength and stability*, Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4-46.
- Zalosh, R. G. (2003). *Industrial fire protection engineering* (First edition). West Sussex: John Wiley & Sons. 27-61.
- Zhang, Y. (2013). Analysis on comprehensive risk assessment for urban fire: The case of Haikou City. *Procedia engineering*, 52, 618-623.



Gazili olmak ayrıcalıktır